



Revista
JURÍDICA AMBIENTAL

Volumen 5 Número 3

C O N T E N I D O

MEDIO AMBIENTE, SALUD Y EL CONSUMO DEL TABACO	4
ALTERNATIVAS DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS Y DESECHOS PELIGROSOS PARA PREVENIR RIESGOS A LA SALUD Y EL MEDIO AMBIENTE	9
ACTIVIDADES DE LA UNIDAD DE MEDIO AMBIENTE DURANTE EL 2015	25

Editorial

Majra Carolina Cabeza de Sosa
Coordinadora Unidad de Medio Ambiente

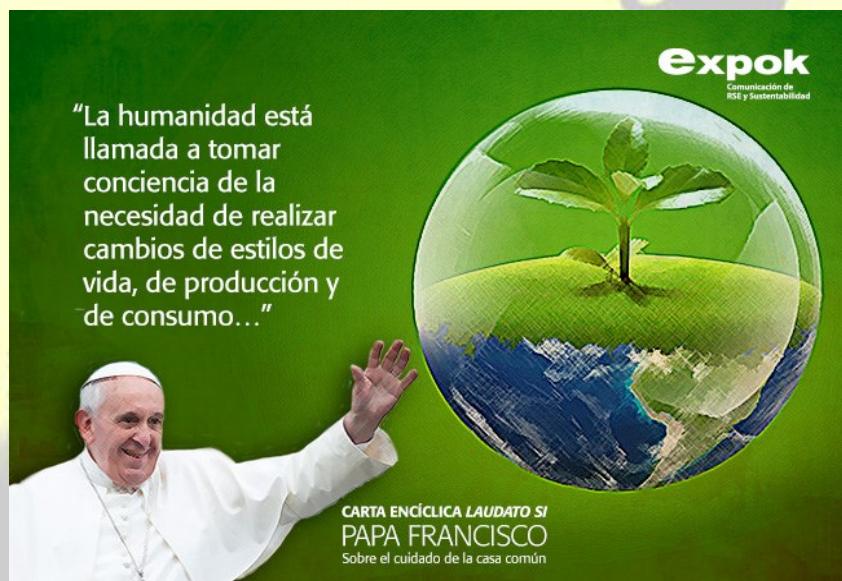
La Unidad de Medio Ambiente de la Corte Suprema de Justicia, tienen el agrado de poner al alcance de todos los empleados del Órgano y Judicial y de todos los interesados en el tema ambiental la tercer Revista Jurídica Ambiental. Cuyo objetivo es dar a conocer la temática ambiental concerniente y de esta forma contribuir a la formación sobre la preservación y conservación del medio ambiente.

Los temas que se abordan en esta revista son: "Alternativas de Tratamiento de Residuos y Desechos Peligrosos para Prevenir Riesgos a la Salud y El Medio Ambiente", elaborado por el M. Sc. Albert Salmerón miembro del equipo multidisciplinario de la Unidad de Medio Ambiente, en dicho artículo nos presenta algunas recomendaciones que pueden seguirse en casa para evitar los riesgos potenciales asociados con los residuos domésticos peligrosos. Y el segundo artículo se denomina "Medio Ambiente, Salud y el consumo del Tabaco", elaborado por la Lic. Ana Lucy Hidalgo de Quintanilla, colaboradora jurídica de la Unidad de Medio Ambiente. Este artículo concluye con la aseveración que el medio ambiente es un fumador pasivo más, que sufre las consecuencias de la producción del tabaco y la contaminación que este produce a los recursos naturales. Además encontraran algunas actividades que la Unidad de Medio Ambiente ha desarrollado en el transcurso del año y que han marcado el surgimiento de compromisos institucionales en la temática ambiental como los cuales: - aprobación por Corte Plena de la Buenas Prácticas Ambientales (BPA), este es un proyecto muy importante ya que marca el inicio del compromiso de la institución con las (BPA), que tiene como objetivo principal reducir el impacto negativo que todos los que laboramos en la institución generamos al medio ambiente con el mal uso de los recursos que utilizamos a diario en la oficina; con la implementación de las BPA estaremos contribuyendo a disminuir el impacto negativo que generamos al medio ambiente; a la vez estamos elaborando una política de ahorro energético con la que se pretende disminuir sustancialmente el consumo de energía del Órgano Judicial; asimismo hemos capacitado en el tema del acceso a la justicia ambiental a 241 personas de diversas instituciones, también en el tema de la divulgación de los tribunales ambientales se han capacitado a 215 personas de diferentes instituciones, municipalidades y población en general.

De esta forma le damos cumplimiento a lo establecido en el artículo 6 de la Ley del Medio Ambiente, que establece "Creease el Sistema Nacional de Gestión del Medio Ambiente, formado por el Ministerio que será el coordinador, la Unidades Ambientales y que tiene como uno de sus objetivos: Literal a): "Establecer los mecanismos de coordinación de gestión ambiental en las entidades e instituciones del sector público, para implantar la dimensión ambiental en el desarrollo del país"

Conocer la responsabilidad que tenemos en el tema ambiental es fundamental ya que la protección del medio ambiente nos compete a todos y todas; y a través de esta revista contribuimos a la toma de conciencia, sensibilización y a la formación en temas ambientales de los empleados del Órgano Judicial y de la población en general.

Finalmente. desearles unas felices fiestas al lado de sus seres queridos esperando que el 2016 sea un año colmado de muchas bendiciones.





MEDIO AMBIENTE, SALUD Y EL CONSUMO DEL TABACO

Por Ana Lucy Hidalgo de Quintanilla

Introducción:

El cultivo, la fabricación y el consumo de tabaco están dañando el medio ambiente, así como la salud de los fumadores pasivos y los activos. Se impacta negativamente a los recursos naturales, se da la deforestación, se producen incendios forestales - por colillas mal apagadas-; se da la pérdida de la biodiversidad y se ve afectada la calidad del aire. La Organización Mundial para la Salud lo ha señalado como el producto más dañino en todas sus fases: cultivo, producción, uso y disposición final.

Según estadísticas de la Asociación Española contra el Cáncer (AECC) anualmente se generan 4,5 billones de colillas de cigarrillo. Las colillas son elaboradas de acetato de celulosa, el cuál por sus características no son biodegradables. Son altamente contaminantes y su efecto puede permanecer hasta veinticinco años. Por tal motivo los científicos las han denominado como residuos peligrosos.

Su contaminación es tan alta, que estudios han comprobado que una sola colilla puede contaminar hasta 50 litros de agua. Por otro lado, son lanzadas a las calles, éstas pueden llegar a los mantos acuíferos y afectar a las especies acuáticas.

La industria tabacalera está a su paso deforestando grandes bosques y selvas tropicales para poder proveer a los consumidores su demanda de tabaco. Según estadísticas de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), los mayores productores a nivel mundial son Estados Unidos, China, India y Brasil. Siendo este país el que cuenta con el mayor bosque tropical en el mundo.

Asimismo, según estadísticas de la Universidad del Estado de Florida, de cada ocho árboles cortados, tres son para ganar espacio para el cultivo del tabaco.

Otro aspecto impactado negativamente en este cultivo es el suelo, ya que debido a la demanda y utilización de los nutrientes por parte del tabaco, los productores se auxilian de muchos fertilizantes y pesticidas químicos, que tienden a contaminar el agua y el suelo. El consumo de los nutrientes es tan grande, que el suelo únicamente puede darse dos cultivos y luego los productores buscan más terrenos fértiles a donde cultivar las próximas dos cosechas.

Esta industria incide en el cambio climático, ya que los árboles ya no absorben el CO₂ producido por el humano, y los fumadores también aportan anualmente 225,000 toneladas de CO₂. Haciendo la conversión al CO₂ generado por 12,000 vehículos.

Y finalmente, según estadísticas de la Organización Mundial para la Salud el consumo de tabaco es el responsable de la muerte de 6 millones de persona anualmente – entre fumadores activos y pasivos -.

El presente artículo comprende dos partes. La primera parte desarrolla los Antecedentes Internacionales sobre el control del tabaco. Y la segunda parte desarrolla la Normativa Nacional.

Marco Histórico Internacional:

En el año 2004, se da el Convenio Marco de la Organización Mundial para la Salud

para el control del tabaco. Este Convenio surge como consecuencia de la epidemia del tabaquismo que es detectada en ese año, y es la Organización Mundial para la Salud (OMS) la primera interesada en desarrollar este Convenio, ya que es perfeccionado en base a pruebas científicas y con el objeto de proteger el derecho a la salud de los fumadores pasivos y activos. Ciento sesenta y ocho países han ratificado este Convenio incluido El Salvador, que lo ratificó el 9 de abril del dos mil catorce. Por la cantidad de países que han ratificado este Convenio, se ha convertido en el tratado más apoyado en la trayectoria de la Organización de las Naciones Unidas.

El Artículo 3, desarrolla el Objetivo del Convenio, el cuál literalmente establece: "El objetivo de este Convenio y de sus protocolos es proteger a las generaciones presentes y futuras contra las devastadoras consecuencias sanitarias, sociales, ambientales y económicas del consumo de tabaco y de la exposición al humo de tabaco proporcionando un marco para las medidas de control del tabaco que habrán de aplicar las Partes a nivel nacional, regional e internacional a fin de reducir de manera continua y sustancial la prevalencia del consumo de tabaco y la exposición al humo del tabaco"¹.

El Convenio incluye la reglamentación de las emisiones que provienen del uso del tabaco, y promueve a que los Estados Partes incluyan medidas dentro de sus legislaciones en lo relativo a las emisiones tanto las emanadas por los productores, los transportistas y los consumidores del tabaco. Y que dicha información sea disponible al público. Estos datos se solicita sean incluidos en los paquetes y etiquetas del

ciones en lo relativo a las emisiones tanto las emanadas por los productores, los transportistas y los consumidores del tabaco. Y que dicha información sea disponible al público. Estos datos se solicitan sean incluidos en los paquetes y etiquetas del producto.

Los Estados Partes se comprometieron a dar a conocer al público los efectos que en la producción y el consumo del tabaco impactan la salud humana, el medio ambiente y la economía. Asimismo, se comprometieron a que la destrucción de productos elaborados del tabaco, se realice con medidas que no dañen el medio ambiente y que sea acorde a la legislación nacional.

El Convenio desarrolla una parte exclusivamente para la protección del medio ambiente y de la salud de las personas, el cuál establece que los Estados Partes se comprometen a procurar la preservación del medio ambiente y asegurar la salud de las personas en las actividades de cultivo, fabricación y consumo de productos del tabaco. Y se ha incluido que deben de considerarse el desarrollo sostenible en todas las actividades relativas al cultivo, sugiriendo se emplee variación de cultivos.

Normativa Nacional:

En 1972 entra en vigencia el Código de Trabajo el cuál fue publicado en el Diario Oficial número 142, Tomo 236, del 23 de junio del mismo año. El Código únicamente desarrolla el tema del tabaco en el Artículo 332, que detallan las enfermedades profesionales. Dentro de estas se denomina "Tabacosis" a los empleados de la industria tabacalera.

En 1988 entra en vigencia el Código de Salud, el cuál fue publicado en el Diario Oficial número 86, del Tomo 299 del 28 de abril del mismo año. El Código desarrolla dentro de su articulado dos regulaciones en el tema del tabaco. La primera desarrollada en el Artículo 187, el cuál establece la prohibición de realizar propaganda en programas de radio, cine o televisión de productos de tabaco en la franja infantil. Asimismo, obliga por medio del Artículo 189, a que todas las cajetillas de cigarrillo deben de contener la leyenda: FUMAR ES DAÑINO PARA LA SALUD". El Artículo establece que la leyenda debe de estar en letras de un tamaño de 1.5 milímetros.

En el año 2009, se da la Ley de Protección Integral de la Niñez y Adolescencia, la cuál fue publicada en el Diario Oficial número 68, Tomo 383 del 16 de abril de ese mismo

año. La ley desarrolla el tema del tabaco en el Título I, *Derechos de supervivencia y crecimiento integral*, el artículo 25 literal e) establece las Obligaciones del Sistema Nacional de Salud, y responsabiliza al Estado por medio del Sistema Nacional de Salud de llevar a cabo programas dirigidos a la niñez y la adolescencia con el objetivo de evitar el consumo de tabaco entre otras; asimismo el artículo 33 inciso 1, establece la Prohibición de venta o distribución de material o sustancias que puedan generar daño a la salud mental y física, el cuál literalmente establece:

"Se prohíbe la venta o simple distribución a niñas, niños y adolescentes, por cualquier medio, de material pornográfico, así como de sustancias estupefacientes y psicotrópicas, bebidas alcohólicas, pegamentos industriales, tabaco y otras que puedan producir adicción".²

La ley contempla dentro de las Faltas Graves, desarrolladas en el Artículo 202 literal i) de la ley, la falta de comercializar con niñas, niños y adolescentes sustancias que producen adicción- incluido el tabaco-. La cuál literalmente dice:" i) Vender a niñas, niños y adolescentes sustancias estupefacientes y psicotrópicas, bebidas alcohólicas, pegamentos industriales, tabaco y otras que puedan producir adicción".³

Por medio de Decreto Legislativo número 771, de fecha veintitrés de junio de dos mil once, nace a la vida jurídica la Ley para el Control del Tabaco. Esta ley surge como parte del compromiso internacional adquirido por el país con la ratificación del Convenio Marco Mundial para el control del tabaco. Y como parte del cumplimiento constitucional del artículo 1 de garantizar a los habitantes la buena salud.

La ley establece en su artículo 1, el objeto de la misma, el cuál literalmente dice..." establecer normas que regulen la importación, promoción, publicidad, patrocinio, comercialización, consumo del tabaco y de sus productos, así como la reducción de la demanda y protección a las personas no fumadoras, a fin de proteger la salud de la persona humana, de las consecuencias sanitarias, sociales, ambientales y económicas del consumo del tabaco y exposición al humo mismo".⁴

El artículo 5 establece conceptualizaciones y definiciones básicas para presente ley. Y se establece el término Control del Tabaco, con el objeto de resguardar y regenerar la salud de la población por medio de acciones encaminadas a reducir el consumo del

tabaco.

El Capítulo I, desarrolla: "de las prohibiciones al consumo y protección al no fumador". Dentro de este Capítulo esta plasmada la prohibición de consumir tabaco dentro de espacios públicos o privados, detallando once lugares en los cuáles se debe de aplicar esta prohibición- incluyendo los centros de trabajo públicos y privados.

La ley establece que es de obligatoriedad la colocación de letreros visibles que indiquen tanto a usuarios como a empleados la prohibición del consumo de tabaco. La ley establece que si se viola esta ley, el encargado del lugar tiene que reprender al violador, y si fuera necesario utilizar el apoyo de la Policía Nacional Civil para hacer cumplir la prohibición.

La ley contempla la destrucción de los productos decomisados de una forma amigable con el medio ambiente. Asimismo, establece que los Ministerios de Salud y de Educación realizaran programas con el objeto de dar a conocer los problemas de salud que el consumo de tabaco ocasiona así como la exhibición al humo ambiental y dar a conocer el provecho que la renuncia al consumo genera a la salud y al medio ambiente.

El Capítulo I, desarrolla las *Infracciones y Sanciones*. De las cuáles para el presente artículo se va a señalar el literal b) del Artículo 24, que señala como infracción grave el mantener en los lugares de trabajo privados ó públicos tabaco o fumar tabaco. Ésta infracción esta sancionada con multa de uno a diez salarios mínimos mensuales. El cuál equivale de \$251.70 a \$2,517. Esta multa puede ser conmutada por trabajo comunitario. El Ministerio de Salud, por medio de los Directores de las Unidades de Salud, es la Autoridad Competente de tramitar el procedimiento administrativo e imponer las multas correspondientes. Si la multa no fuere cancelada, el Ministerio podrá certificar a la Fiscalía General de la República para que cobre la multa.

En el año 2012, se da el Reglamento General de Prevención de Riesgos en los Lugares de Trabajo, publicada en el Diario Oficial número 78, Tomo 395, del 30 de abril del mismo año. El Reglamento con respecto al tabaco establece tres aspectos. El primero es que en el Artículo 106, establece las características que deben de contener las Señales de prohibición. Estas señales deben de ser redondas, el fondo en color blanco, bordes color rojo y el símbolo de no fumar en color negro según se ilustra a continuación:

del mismo año. El Reglamento con respecto al tabaco establece tres aspectos. El primero es que en el Artículo 106, establece las características que deben de contener las Señales de prohibición. Estas señales deben de ser redondas, el fondo en color blanco, bordes color rojo y el símbolo de no fumar en color negro según se ilustra a continuación:



Fuente:
pixa-

www.
bay.com

El artículo 130 establece las medidas que las diferentes industrias deben de cumplir con respecto al tema de la iluminación. El reglamento establece que en las actividades del secado y el curado del tabaco, el Nivel medio de iluminación (Em) debe de ser de 200 Lux⁵, el índice unificado de deslumbramiento (UGR) de 25 Lux y el índice de rendimiento en color de la fuente de luz (Ra) de 80 Lux.

Y finalmente, el Artículo 148, establece la regulación de *la ventilación, temperatura y humedad relativa*. Dentro de las medidas establecidas en los lugares de trabajo se establece que los lugares de trabajo deben de estar libres de la contaminación del humo del tabaco.

El 29 de mayo del presente año, nace a la vida jurídica el Reglamento de la Ley para el Control del Tabaco, mediante Decreto Ejecutivo número 63, y publicado en el Diario Oficial número 407, Número 101, del viernes 5 de junio. El Artículo 1, define el Objeto del Reglamento, el cuál literalmente establece:

"proTEGER la salud de la persona, la familia y la comunidad de las consecuencias sanitarias, sociales, ambientales y económicas del consumo del tabaco y de la exposición al humo del tabaco; lo cuál desarrollará los procedimientos y definirá los mecanismos necesarios para regular lo referente a la importación, promoción, publicidad, patrocinio, comercialización, consumo del tabaco, sus productos y derivados, así como la protección contra la exposición al humo del tabaco".

El Reglamento establece la obligatoriedad

de colocar en lugares visibles letreros que enciñen la prohibición del consumo de tabaco en los lugares públicos y privados, con el propósito de proteger al no fumador. El Reglamento señala las especificaciones que estos deben de tener. Asimismo, establece que no se debe de colocar ceniceros en éstos.

El Reglamento a su vez establece los lugares en los cuáles esta prohibido el consumo de tabaco, señalando para reseña del presente artículo el literal a) del Artículo 23, el cuál literalmente establece:

- a) *En los centros de trabajo, se incluyen áreas de acceso, zonas de tránsito, vehículos automotores y parqueos, de acuerdo al artículo 8, numeral 2 del Convenio Marco de la OMS para el Control del Tabaco".*

Además el Reglamento señala que pueden destinarse lugares específicos para fumar, los mismos deben de ser autorizados por el Ministerio de Salud, y deben de cumplir con los siguientes requisitos:

- a) Estar aislados de todos los sitios prohibidos para fumar; por lo tanto, nunca podrán estar en lugares, áreas o espacios cerrados o interiores con acceso al público;
- b) No podrán estar ubicados en estaciones en los que se brindará el servicio directo de atención al cliente.
- c) Contar con la señalización adecuada que prohíbe la entrada a menores y advertir de los riesgos a la salud a que se exponen por entrar en estos espacios, en especial las mujeres embarazadas, personas mayores y quienes padecen de enfermedades cardiovasculares, respiratorias, cáncer, asma, entre otras.
- d) Estar identificados como especies para fumar, con señalización clara y visible, que debe autorizar la Dirección Regional de Salud del MINSAL competente.
- e) Realizar trimestralmente las mediciones de contaminación de aire por humo de tabaco con instancias autorizadas para ello por el MINSAL, demostrando que están en un parámetro que no daña la salud de los seres humanos".

El Reglamento faculta a los inspectores del Ministerio de Salud, ha realizar inspecciones programadas e inspecciones especiales- las cuáles no son programadas-. Los inspectores verificarán el cumplimientos de las prohibiciones establecidas por la ley y el re-

gamento; acompañándose de personal técnico que realice la medida de las emisiones de partículas utilizando aparatos de medición de la contaminación por humo.

En los casos de decomiso de tabaco, la Policía Nacional Civil pondrá el decomiso a disposición de la Dirección Regional de Salud del Ministerio de Salud. La Dirección podrá ordenar la destrucción del tabaco y tomaran todas las medidas que protejan la salud humana y el medio ambiente.



El mundo, contra el tabaco

Los pronósticos de la Organización Mundial de la Salud (OMS) señalan que este año morirán 6'000.000 de personas en el mundo a causa de la "epidemia del tabaco". A propósito del Día Mundial sin Tabaco, que se celebrará el próximo 31 de mayo, la OMS entrega un informe preliminar con desoladores datos sobre los alcances de esta "epidemia" en el planeta.



El impacto de la industria del tabaco en el medio ambiente

- Cada año se consumen entre 82,5 y 175 millones de metros cúbicos de madera para la producción del tabaco, lo que representa entre 1,2 y 2,5 millones de hectáreas deforestadas.
- La planta del tabaco necesita más pesticidas que fertilizantes y estas sustancias terminan en el agua que contamina a otras plantas y animales.
- Para que las hojas tomen un color marrón se deben fermentar a 70° C. Hay países que utilizan la madera de la selva para incinerarlas: se calculan 5,5 kilos de madera por cada kilo de tabaco curado.
- El humo del tabaco tiene más de 8.000 sustancias tóxicas que son liberadas al aire, entre ellas monóxido de carbono.
- Las colillas del cigarrillo, que habitualmente son tiradas al piso, pueden tardar hasta 25 años en degradarse.



Conclusiones:

El medio ambiente es el fumador pasivo que más sufre. Existen numerosos estudios realizados por Organismos Internacionales, Universidades que han demostrado que la producción de tabaco provoca contaminación de los recursos naturales, incendios forestales, deforestación de selvas y bosques tropicales, pérdida de biodiversidad, mala calidad del aire y aumento del cambio climático. Asimismo se ha comprobado con estudios científicos que ningún otro producto de consumo masivo causa tanto daño a la salud humana como al medio ambiente como el tabaco; ya que desde su cultivo, producción, uso y desecho son altamente dañinos.

Se cuenta con un Convenio Marco, el cuál ha demostrado la preocupación de los Estados Partes sobre la epidemia del tabaquismo y las consecuencias que esto ha provocado en la salud humana como son el cáncer, hipertensión arterial, enfermedades respiratorias, cardíacas y cerebrales; y el medio ambiente.

El Salvador cuenta a su vez normativa amplia que protege a los niños, niñas y adolescentes para prevenir el consumo del tabaco mediante la venta de tabaco a menores de edad y la publicidad de estos en las franjas infantiles; protege a todos los ciudadanos de ser afectados por los fumadores con la prohibición del consumo del tabaco en todos los lugares públicos- haciendo énfasis en el presente artículo en

los lugares de trabajo; obliga a poner la señalización de la prohibición con rótulos visibles y a la vez establece la obligación de plasmar en todas las cajetillas de tabaco la leyenda sobre la peligrosidad de consumo de éste.

La educación ambiental y de salud preventiva puede ser una herramienta eficaz en la prevención de esta epidemia del tabaquismo. El Ministerio de Salud Pública tiene Centros de Prevención de adicciones; para el apoyo de toda la población que deseé ayuda profesional para combatir esta epidemia del tabaquismo; asimismo el Instituto Salvadoreño del Seguro Social cuenta con Clínicas de Cesación de Tabaco.

Finalmente concluir, que para poder garantizar a la población el derecho a la vida y a la salud, es indispensable garantizarles que viven en un medio ambiente ecológicamente equilibrado y viceversa; con el objetivo de alcanzar un desarrollo sostenible, y así mejorar la calidad de vida de las presentes y futuras generaciones.

BIBLIOGRAFÍA:

1. Asamblea Legislativa (1972) Código de Trabajo
2. Organización Mundial para la Salud (2003) Convenio Marco de la OMS para el control del tabaco.
3. Asamblea Legislativa (2009) Ley de Protección Integral
4. Asamblea Legislativa (2011) Ley para el control del tabaco.
5. Órgano Ejecutivo (2012) Reglamento
6. General de Prevención de Riesgos en los Lugares de Trabajo
Asamblea Legislativa (2014) Código de Salud
7. Órgano Ejecutivo (2015) Reglamento de la Ley para el control del tabaco.



MENOS BOSQUES



MÁS INUNDACIONES



ALTERNATIVAS DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS Y DESECHOS PELIGROSOS PARA PREVENIR RIESGOS A LA SALUD Y EL MEDIO AMBIENTE

Por. M.Sc. Albert Salmerón

INTRODUCCIÓN

Durante las últimas décadas a nivel mundial ha surgido una gran preocupación ambiental y de salud por los problemas que originan los residuos y desechos, principalmente los denominados peligrosos. En El Salvador, La Ley del Medio Ambiente, Decreto Legislativo número 233 y publicada en el Diario Oficial número 79, Tomo 339 de publicación 04/05/1998; y el Reglamento Especial en Materia de Sustancias, Residuos y Desechos Peligrosos, Decreto Ejecutivo número 41, y publicado en el Diario Oficial número 101, Tomo 347, del 01/06/2000; así como el Convenio de Basilea, constituyen la legislación básica vigente y directamente relacionada con la gestión de sustancias, desechos y residuos peligrosos.

En el país, es responsabilidad del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN), en colaboración con el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, el Ministerio de Economía y el Consejo Superior de Salud Pública; regular las actividades generadoras de residuos y desechos peligrosos, y dado que es una necesidad urgente, para la preservación del medio ambiente y la salud pública, se deben tomar las medidas que minimicen los riesgos de la contaminación por sustancias, residuos y desechos peligrosos. Por lo anterior es que en el presente trabajo, se definen algunas alternativas técnicas, recomendadas para el tratamiento y disposición, reuso, y/o reciclaje de materiales peligrosos. Los lineamientos técnicos presentados están destinados principalmente a brindar orientación para el manejo de desechos y residuos peligrosos en forma ambientalmente racional, en lo relativo a procedimientos y estrategias de reciclaje, tratamiento, reuso y disposición de las sustancias, desechos y residuos peligrosos de tal forma que se minimice el impacto que podrían provocar dichos materiales sobre el medio ambiente y la salud humana.

podrían provocar dichos materiales sobre el medio ambiente y la salud humana.

Para la elaboración del presente trabajo de investigación se han tomado en cuenta los criterios técnicos mínimos necesarios, para la evaluación ambiental y la determinación del tipo de tratamiento, acorde a la naturaleza fisicoquímica de los materiales; así como se toman en cuenta las directrices internacionales, para el tratamiento de materiales peligrosos preparados por organismos internacionales, tales como la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de América (US-EPA) y la Secretaría de Medio Ambiente de México, entre otras agencias ambientales relacionadas con el tratamiento de residuos y desechos peligrosos. Los lineamientos técnicos presentados están destinados principalmente a brindar orientación para el manejo de desechos y residuos peligrosos en forma ambientalmente racional, en lo relativo a procedimientos y estrategias de reciclaje, tratamiento, reuso y disposición de las sustancias, desechos y residuos peligrosos de tal forma que se minimice el impacto que podrían provocar dichos materiales sobre el medio ambiente y la salud humana.

LEGISLACIÓN NACIONAL RELACIONADA CON LOS RESIDUOS Y DESECHOS PELIGROSOS

En El Salvador, la legislación ambiental vigente relacionada con las sustancias, residuos y desechos peligrosos está constituida por la Ley del Medio Ambiente (Decreto Legislativo número 233, publicada en el Diario Oficial Número 79, Tomo 339, de fecha 4 de mayo de 1998); el Reglamento Especial en Materia de Sustancias, Residuos y Desechos Peligrosos (Decreto Ejecutivo Número 41, publicado en el Diario Oficial Número 101, Tomo 347, del 01 de junio de 2000; el Convenio de Basilea sobre el Control de los Movimientos Trans-

fronterizos de los Desechos Peligrosos y su Eliminación (Diario Oficial No. 115, Tomo No. 311, del 24 de julio de 1991), el Acuerdo Regional sobre el Movimiento Tranfronterizo de Desechos Peligrosos (Decreto Legislativo No. 443, del 21 de enero de 1993) y el Convenio de Róterdam para la Aplicación del Procedimiento de Consentimiento Fundamentado Previo Aplicable a ciertos Plaguicidas y Productos Químicos Peligrosos Objeto de Comercio Internacional (Diario Oficial No. 97, Tomo No. 343, del 26 de mayo de 1999). También, en el marco general del manejo de sustancias peligrosas se encuentran otros instrumentos legales, tales como la Ley de Armas y Artículos Similares a Explosivos, la Convención para la Prohibición del desarrollo, la producción, el almacenamiento y el Empleo de las Armas Químicas y sobre su Destrucción y la Ley de Sanidad Vegetal y Animal.

DEFINICIÓN DE SUSTANCIA, RESIDUO Y DESECHO PELIGROSO

Las definiciones y conceptos utilizados en el presente trabajo de investigación, para el Tratamiento de Sustancias, Residuos y Desechos Peligrosos están dadas de conformidad con la Ley de Medio Ambiente, el Reglamento Especial en Materia de Sustancias, Residuos y Desechos Peligrosos, así como a los términos y definiciones establecidas en el Convenio de Basilea sobre el Control de los Movimientos Tranfronterizos de los Desechos Peligrosos y su Eliminación. Por lo que para los fines del presente trabajo de investigación, se usan las siguientes definiciones:

Sustancia Peligrosa: Todo material con características corrosivas, reactivas, radioactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o con actividad biológica.

Residuo Peligroso: Material que reviste características peligrosas, que después de servir a un propósito específico todavía conserva propiedades físicas y químicas útiles, y por lo tanto puede ser reusado, reciclado, regenerado o aprovechado con el mismo propósito u otro diferente.

Desecho Peligroso: Cualquier material sin uso directo o descartado permanentemente que por su actividad química o por sus características corrosivas, reactivas, inflamables, tóxicas, explosivas, combustión espontánea, oxidante, infecciosas, bioacumulativas, ecotóxicas o radioactivas u otras características, que ocasionen peligro o ponen en riesgo la salud humana o el ambiente, ya sea por si solo o al contacto con otro desecho.

Un residuo o desecho se considera peligroso si presenta al menos una de las características señaladas a continuación: i) Corrosivas, ii) Reactivas, iii) Inflamables, iv) Tóxicas, v) Explosivas, vi) Combustión espontánea, vii) Oxidante, viii) Infecciosas (actividad biológica), ix) Bioacumulativas, x) Ecotóxicas, xi) Radioactivas y xii) Otras características, que ocasionen peligro o ponen en riesgo la salud humana o el ambiente, ya sea por si solo o al contacto con otro desecho, tales como las definidas en el Convenio de Basilea: H10 Liberación de gases tóxicos en contacto con el aire o el agua, H11 Sustancias tóxicas (con efectos retardados o crónicos) y H13 Otros Peligros (Sustancias que pueden, por algún medio, después de su eliminación, dar origen a otra sustancia). Las características anteriores se definen en el presente trabajo de la manera siguiente:

Corrosivo: Es corrosivo cuando una muestra representativa presenta cualquiera de las siguientes propiedades: i) Es un líquido acuoso y presenta un pH menor o igual a 2.0 o mayor o igual a 12.5, ii) Es un sólido que cuando se mezcla con agua destilada presenta un pH menor o igual a 2.0 o mayor o igual a 12.5, iii) Es un líquido no acuoso capaz de corroer el acero al carbón, tipo SAE 1020, a una velocidad de 6.35 milímetros o más por año y a una temperatura de 328 K (55°C)

Reactivo: Es reactivo cuando una muestra representativa presenta cualquiera de las siguientes propiedades: i) Es un líquido o sólido que después de ponerse en contacto con el aire se inflama en un tiempo

menor a cinco minutos sin que exista una fuente externa de ignición, ii) Cuando se pone en contacto con agua reacciona espontáneamente y genera gases inflamables en una cantidad mayor a 1.0 litro por kilogramo del residuo por hora, iii) Es un residuo que en contacto con el aire y sin una fuente de energía suplementaria genera calor y iv) Posee en su constitución cianuros o sulfuros liberables, que cuando se expone a condiciones ácidas genera gases en cantidades mayores a 250 mg de ácido cianhídrico por kilogramo de residuo o 500 mg de ácido sulfhídrico por kg de residuo.

Inflamable: Es inflamable cuando una muestra representativa presenta cualquiera de las siguientes propiedades: i) Es un líquido o una mezcla de líquidos que contienen sólidos en solución o suspensión que tiene un punto de inflamación inferior a 60.5°C, medido en copa cerrada, quedando excluidas las soluciones acuosas que contengan un porcentaje de alcohol, en volumen, menor a 24%, ii) No es líquido y es capaz de provocar fuego por fricción, absorción de humedad o cambios químicos espontáneos a 25°C, iii) Es un gas que, a 20°C y una presión de 101.3 kPa, arde cuando se encuentra en una mezcla del 13% o menos por volumen de aire, o tiene un rango de inflamabilidad con aire de cuando menos 12% sin importar el límite inferior de inflamabilidad, iv) Es un gas oxidante que puede causar o contribuir más que el aire, a la combustión de otro material.

Tóxico: Un material es tóxico, si al entrar en contacto con entes biológicos, originan una respuesta adversa.

Explosivo: Es explosivo cuando es capaz de producir una reacción o descomposición detonante o explosiva solo o en presencia de una fuente de energía o si es calentado bajo confinamiento.

Combustión Espontánea: Ignición de las sustancias sin aplicar una fuente externa de calor. La combustión espontánea puede ocurrir cuando se almacenan materiales inflamables en un área en la que no circula el aire.

Oxidante: Sustancia que causa o contribuye a la combustión por liberación de oxígeno. En términos generales, un Oxidante es un material o producto que pueda generar una reacción de oxidación peligrosa, ya sea por contacto con otro producto químico, fácilmente oxidable, o bien por descomposición del mismo.

Infecciosas (actividad biológica): Esta categoría comprende: i) Desechos infeccio-

sos procedentes de la asistencia sanitaria, ii) Desechos químicos, tóxicos o farmacéuticos, incluidos medicamentos citotóxicos, iii) Objetos lacerantes (por ejemplo agujas, escalpelos), iv) Desechos radiactivos, y v) Otros desechos peligrosos.

Bioacumulativas: Desechos o residuos tóxicos que, de ser aspirados o ingeridos, o de penetrar en la piel, pueden entrañar efectos retardados o crónicos, incluso la carcinogenia.

Ecotóxicas: Sustancias o desechos que, si se liberan, pueden tener efectos adversos inmediatos o a largo plazo en el medio ambiente debido a la bioacumulación o los efectos tóxicos en los sistemas biológicos. La ecotoxicidad es la resultante de los tóxicos que actúan en el ambiente. Podemos clasificar dichos contaminantes en dos tipos: i) Primarios: Se vierten desde los focos de emisión al ambiente y ii) Secundarios: Se forman en el ambiente por reacciones químicas (síntesis, oxidación, fotólisis o hidrólisis).

Radioactivas: Material contaminado con un radioisótopo proveniente de la utilización médica o con fines de investigación de radionúclidos y puede encontrarse en estado sólido, líquido o gaseoso.

Otras características, que ocasionen peligro o ponen en riesgo la salud humana o el medio ambiente: Ya sea por si solo o al contacto con otro desecho, tales como las definidas en el Convenio de Basilea: H10 Liberación de gases tóxicos en contacto con el aire o el agua, H11 Sustancias tóxicas (con efectos retardados o crónicos) y H13 Otros Peligros (Sustancias que pueden, por algún medio, después de su eliminación, dar origen a otra sustancia).

ALTERNATIVAS DE TRATAMIENTO PARA RESIDUOS Y DESECHOS PELIGROSOS

El Reglamento Especial en Materia de Sustancias, Residuos y Desechos Peligrosos, en su artículo 30, establece que: "En general, el tratamiento de un desecho peligroso se orientará a reducir su magnitud, a aislarlo y a disminuir sus grados de peligrosidad y toxicidad". De manera semejante, en el artículo 34, del referido reglamento, se establece también que: "El tratamiento previo, necesario para algunos desechos peligrosos, se orientará a reducir su volumen, aumentando su concentración, o a disminuir su grado de peligrosidad, por solidificación, por procesos físicos, químicos, bioquímicos o biotecnológicos, o la

general, el tratamiento de un desecho peligroso se orientará a reducir su magnitud, a aislarlo y a disminuir sus grados de peligrosidad y toxicidad". De manera semejante, en el artículo 34, del referido reglamento, se establece también que: "El tratamiento previo, necesario para algunos desechos peligrosos, se orientará a reducir su volumen, aumentando su concentración, o a disminuir su grado de peligrosidad, por solidificación, por procesos físicos, químicos, bioquímicos o biotecnológicos, o la combinación de los anteriores"; y en su artículo 34, se define lo siguiente: "La pirolysis, la incineración u otro método destrutivo debe ser realizada en lugares autorizados para tal efecto, evitando la contaminación ambiental". De lo anteriormente expuesto se puede establecer que el Tratamiento de Desechos Peligrosos, se refiere a cualquier proceso o método destinado a modificar las características físicas, químicas o biológicas de los mismos, con el fin de disminuir su peligrosidad y evitar daños a la salud humana y el medio ambiente.

Las técnicas de tratamiento destruyen contaminantes o modifican las características de los materiales a fin de que dejen de ser peligrosos o, por lo menos, para que sean menos peligrosos. Estas técnicas pueden reducir la cantidad de material, retirar el componente peligroso del material o inmovilizar el contaminante. La responsabilidad de manejo y disposición final de los desechos peligrosos corresponde al titular de la actividad, obra o proyecto y además, cualquier proceso de tratamiento de desechos peligrosos debe realizarse preferentemente y cuando sea posible, en el lugar de su generación.

Los productos que no puedan utilizarse para el fin o los fines a que estaban destinados, o con un fin alternativo autorizado, ni puedan volver a formularse para ser de nuevo utilizables, se considerarán productos destinados a la eliminación.

Métodos de Eliminación que pueden ser Aceptables dependiendo del tipo de Material Peligroso.

En esta sección se presentan las técnicas de eliminación disponible y más utilizada en la actualidad. Los criterios principales para su selección y uso son: i) La inocuidad de la tecnología para el medio ambiente, ii) La seguridad de los trabajadores, iii) La viabilidad técnica en lo que respecta a la destrucción, y iv) La eficacia en función de los costos. En la tabla siguiente se enumeran las alternativas técnicas ambientalmente adecuadas para el tratamiento de residuos y desechos, incluyendo la eliminación de desechos peligrosos.

Sección A¹.

¹Los códigos están acordes a las alternativas de tratamiento indicadas en el Anexo IV del Convenio de Basilea. Solamente se han dejado en la "Guía sobre los elementos técnicos para el trata-

Código ¹	Descripción
D1	Depósito dentro o sobre la tierra (por ejemplo, rellenos sanitarios, etc.)
D2	Tratamiento de la tierra (por ejemplo, biodegradación de desperdicios líquidos o fangosos en suelos, etc.)
D5	Rellenos especialmente diseñados (por ejemplo, vertido en compartimientos estancos separados, recubiertos y aislados unos de otros y del ambiente, etc.)
D8	Tratamiento biológico no especificado en otra parte de este anexo, que de lugar a compuestos o mezclas finales que se eliminan mediante cualquiera de las operaciones indicadas en esta sección.
D9	Tratamiento fisicoquímico no especificado en otra parte de este anexo que de lugar a compuestos o mezclas finales que se eliminan mediante cualquiera de las operaciones indicadas en esta sección (por ejemplo, evaporación, secado calcinación, neutralización, precipitación, etc.)
D13	Combinación o mezcla con anterioridad a cualquiera de las operaciones indicadas en esta sección
D14	Reempaque, con anterioridad a cualquiera de las operaciones indicadas en esta sección.
D15	Almacenamiento previo a cualquiera de las operaciones indicadas en esta sección.

miento de materiales peligrosos (sustancias, residuos y desechos peligrosos) orientados a la neutralización, destilación o solidificación de materiales, con el propósito de disminuir el grado de peligrosidad y facilitar la disposición final". Solamente se consideran las alternativas que podrían tener viabilidad ambiental conforme a la Ley del Medio Ambiente y el manejo racional de los desechos peligrosos.

A continuación se ofrece una descripción detallada de los métodos de eliminación que pueden aceptarse dependiendo del tipo de material peligroso. La idoneidad de las distintas técnicas de eliminación depende por lo general en gran medida del tipo y la cantidad del material peligroso que ha de eliminarse.

Una determinada técnica puede ser aceptable para un grupo de productos, pero totalmente inadecuada para otro. Esto significa que es esencial examinar siempre la combinación de tecnología y material peligrosos de que se trate, estudiando cada caso por separado y seleccionando las opciones más adecuadas según sea el caso, entre las que se pueden mencionar: i) Incineración a alta temperatura; ii) Tratamiento químico; iii) Relleno sanitario especialmente proyectado (para materiales inmovilizados, cenizas y escoria de incinerador); iv) Almacenamiento controlado a largo plazo.

Incineración a alta temperatura

La incineración es un proceso de oxidación térmica a alta temperatura mediante el cual las moléculas del material peligroso se descomponen en gases y sólidos incombustibles. Los sólidos generados en forma general comprenden las cenizas y la escoria.

Una chimenea de gran altura descarga en la atmósfera los gases residuales, que pueden contener agua, dióxido de carbono, gases ácidos o tóxicos y partículas tóxicas, entre ellas cenizas y óxidos metálicos. Con el fin de controlar la contaminación, se puede dotar al incinerador de un equipo para el lavado de los gases, como por ejemplo un depurador y/o filtros electrostáticos. Los residuos sólidos se eliminan en vertederos o en coproceso en hornos cementerios, dependiendo de sus características de peligrosidad.

Los incineradores de materiales peligrosos, tienen una cámara principal para quemar desechos y un posquemador, para conseguir la máxima descomposición de los subproductos orgánicos peligrosos manteniendo los gases de combustión a la temperatura apropiada (más de 1 100 °C) durante al menos dos segundos (tiempo de permanencia). Dado que el equipo de lavado de los gases no puede funcionar a las elevadas temperaturas a las que salen los gases del horno, los gases de chimenea se enfrián hasta una temperatura de unos 200 °C. Una incineración debidamente realizada puede en principio destruir materiales peligrosos con una tasa de rendimiento del 99.99 por ciento o más, llegando en ciertos casos a tasas declaradas del 99.99995 por ciento. Sin embargo, la eficacia de la incineración depende de muchos factores, entre los que se pueden mencionar: i) El diseño, ii) el control del proceso, iii) el mantenimiento del tiempo de permanencia, iv) la temperatura, v) la turbulencia correctas, vi) el tipo de materiales y vii) la capacidad y eficacia de los dispositivos de control de la contaminación atmosférica.

Un uso inapropiado de los incineradores puede dar lugar a la formación de subproductos que en su mayoría pudieran ser mucha más peligrosos que el material original, pudiendo ser transportados por el aire, además de la generación de sólidos peligrosos que representan una grave amenaza para el medio ambiente y la salud humana. Estos subproductos como ya se indicó son a menudo más tóxicos que el material original. Es especialmente preocupante la formación de: dibenzodioxinas policloradas y dibenzofuranos policlorados (habitualmente denominados dioxinas y furanos), los cuales son extremadamente tóxicos y persistentes en el medio ambiente. Las dioxinas y los furanos se forman como resultado de reacciones químicas durante el enfriamiento de los gases de chimenea.

Los factores que influyen en estas reacciones son: i) La temperatura del gas de chimenea, ii) la aparición de cloro u otros halógenos y iii) la presencia de un catalizador. El riesgo de formación de dioxinas y furanos puede reducirse usando un incinerador en el que los gases de la chimenea se enfrián muy rápidamente (extinción) una vez superada la gama de temperaturas a las cuales se forman las dioxinas y los furanos (de 250 a 350 °C), y que está dotado de un depurador para combinar halógenos (por ejemplo, un hidroseparador que utiliza una solución de hidróxido sódico). Además, las emisiones de dioxinas y furanos pueden reducirse mediante sistemas especiales de filtración. Los plaguicidas halogenados no deben incinerarse si no se dispone de un sistema eficaz de extinción y depuración.

Selección de los desechos que han de incinerarse

El que los desechos peligrosos puedan o no incinerarse depende del tipo, la clase de incinerador y el sistema de lavado de los gases. Los productos orgánicos que contienen metales pesados como son el estaño y el plomo sólo pueden incinerarse en casos concretos, en condiciones muy rigurosas y en instalaciones para desechos peligrosos equipadas con dispositivos de lavado de los gases de chimenea que permitan recuperar dichos elementos. A continuación se examina la idoneidad de las diversas opciones en materia de incineración a alta temperatura, entre las que se incluyen las siguientes: i) Incinerador fijo en gran escala; ii) Incinerador fijo en pequeña escala; iii) Incinerador móvil; y iv) Homo de cemento.

Evaluación de opciones en materia de incineración

Incinerador fijo en gran escala

Los incineradores de desechos peligrosos en gran escala son el método preferible de eliminación. Son instalaciones construidas expresamente para incinerar desechos peligrosos. Por lo general son incineradores provistos de un horno giratorio con un posquemador y varios dispositivos de control de la contaminación atmosférica. La temperatura se mantiene entre 1,100 y 1,300 °C y el tiempo de permanencia en el posquemador es de dos segundos como mínimo. La tasa de rendimiento es de más del 99.99 por ciento, llegando hasta el 99.99995 por ciento. La capacidad varía según el modelo y está comprendida entre 0.5 y 7 toneladas por hora, con un funcionamiento de 24 horas. En estos incineradores se pueden eliminar sólidos y líquidos, así como suelo, materiales, envases y desechos envasados contaminados.

También se pueden incinerar todo tipo de

rador. Muchos modelos sencillos no alcanzan la temperatura requerida de 1,100 °C, lo que agrava ulteriormente ese riesgo, requiriéndose unidades adicionales de tratamiento. Por lo general, estos equipos, tienen una capacidad reducida, de 10 a 100 kg por hora. En ocasiones es necesario interrumpir cada cierto tiempo el proceso de incineración, para abrir la cámara y sacar las cenizas.

En ocasiones, los incineradores en pequeña escala pueden ofrecer una solución a determinados usuarios, como las fábricas locales de formulaciones, que generan constantemente cantidades relativamente pequeñas de desechos no halogenados poco peligrosos (por ejemplo, envases contaminados y equipo protector desecharable). Puede que estas fábricas dispongan también de la competencia técnica necesaria para explotar el incinerador, no obstante deberán de contar para dicha actividad de los correspondientes permisos ambientales y los emitidos por otras autoridades competentes y relacionadas con el mismo.

Incineración en horno de cemento (coprocesamiento)

Un homo de cemento es un homo que gira lentamente a fin de someter por igual la caliza, y los demás constituyentes a temperaturas muy altas para obtener «clinker». Para la incineración de algunos desechos peligrosos sólo pueden utilizarse ciertos tipos de hornos (hornos giratorios con un precipitador electrostático y un sistema de derivación. Es posible quemar los desechos mezclándolos con el combustible o inyectándolos en la llama. Para inyectar los desechos es necesario efectuar adaptaciones especiales que pueden resultar costosas. Si los desechos tienen un poder calorífico alto, pueden sustituir en parte al combustible. Los hornos de cemento permiten destruir desechos porque las temperaturas en su interior están comprendidas entre 1,400 y 2,000 °C. El tiempo de permanencia de la fase gaseosa es de seis a diez segundos. Estos hornos pueden eliminar desechos líquidos o semilíquidos, reduciendo el gasto en combustible. El cemento alcalino neutraliza los gases ácidos resultantes, por lo que no es necesario que haya un depurador. Las formulaciones en polvo son difíciles de manejar pero pueden añadirse en forma de pasta o inyectarse en el homo en la pared principal. Las cenizas que se formen se incorporarán al «clinker».



plaguicidas orgánicos (incluidos los plaguicidas organoclorados), aunque algunas empresas de incineración no aceptan los productos que contienen metales pesados, como por ejemplo mercurio, u otros elementos específicos, como por ejemplo yodo, o fijan límites rigurosos, para su aceptación.

Incinerador fijo en pequeña escala

Los modelos más sencillos tienen una sola cámara sin posquemador y/o depurador. Los modelos más avanzados tienen una cámara principal con posquemador y depu-

ble. El cemento alcalino neutraliza los gases ácidos resultantes, por lo que no es necesario que haya un depurador. Las formulaciones en polvo son difíciles de manejar pero pueden añadirse en forma de pasta o inyectarse en el horno en la pared principal. Las cenizas que se formen se incorporarán al «clinker».

No se pueden incinerar suelos contaminados ni productos sólidos de grandes dimensiones como por ejemplo materiales de envasado. La incineración de formulaciones líquidas deterioradas puede causar problemas si contienen partículas sólidas (por ejemplo, cristales, copos, partículas de metales corroídos que se han desprendido de los recipientes) que podrían atascar el mecanismo a través del cual se inyecta el líquido en el horno, de considerarse esta opción deberán hacerse las adaptaciones correspondientes al equipo de alimentación del horno. La incineración de pequeñas cantidades de desechos orgánicos influye relativamente poco en la calidad del cemento, aunque algunos contaminantes pueden rebajarla. Durante el proceso pueden producirse perturbaciones que dan lugar a una combustión incompleta, con la consiguiente emisión de contaminantes a la atmósfera. Un uso continuo y prolongado de hornos de cemento para eliminar desechos peligrosos puede causar problemas ambientales, de no realizarse de forma controlada.

De acuerdo a lo establecido en el Art. 12 del Reglamento Especial de Normas Técnicas de Calidad Ambiental y en base al Art. 47, letra a) de la Ley del Medio Ambiente, a los titulares de actividades, obras o proyectos de las establecidas en el Art. 21 de la Ley, no se les permitirá la instalación o funcionamiento de incineradores de tipo doméstico o industrial en zonas urbanas y centros poblados.

Tratamiento químico

El tratamiento químico puede lograr que ciertos grupos de desechos peligrosos sean menos tóxicos y que su almacenamiento, transporte y eliminación sean más seguros. También permite destruir algunos ingredientes activos.

Un método común es la hidrólisis, que consiste en la reacción de una sustancia con el agua para romper los enlaces de la molécula. La hidrólisis alcalina, en la que se añade una sustancia alcalina fuerte, como hidróxido sódico, lejía o cal, puede destruir los organofosfatos y los carbamatos, reduciendo considerablemente su actividad biológica y el peligro que representan para

el medio ambiente. La hidrólisis ácida se aplica a algunos otros grupos.

Sin embargo, el tratamiento químico presenta algunas limitaciones evidentes: i) Aunque la hidrólisis puede afectar al ingrediente activo, por lo general no influye en los restantes componentes de la formulación, por lo que sigue siendo necesario eliminarlos de modo inocuo; ii) El tratamiento químico es difícil y peligroso, iii) El uso de sustancias químicas o procedimientos inadecuados puede dar lugar a reacciones violentas o subproductos sumamente tóxicos; y iv) El tratamiento químico produce por lo general un volumen mayor de desechos menos tóxicos, los cuales deben ser también eliminados. El tratamiento químico sólo debe ser realizado por un profesional o equipo de profesionales calificado (expertos en química) y aun así solo en el caso de que el tratamiento reduzca la toxicidad hasta tal punto que el residuo sea susceptible de ser eliminado por un método de fácil acceso. Para decidir si el tratamiento de un material peligroso en específico es posible y recomendable, habrá que estudiar cada caso por separado. Dicha decisión requiere el asesoramiento de un experto o profesionales en la materia. Los subproductos del tratamiento químico han de ser objeto de una eliminación inocua, la cual puede entrañar un tratamiento biológico de líquidos de baja concentración u otro tipo de tratamiento adecuado para los mismos a efectos de reducir los riesgos que impliquen para la salud y el medio ambiente. Es posible solidificar, inmovilizar, cristalizar o inertizar los subproductos precipitados de baja toxicidad y eliminarlos en un vertedero revestido (celdas de confinamiento).

Celdas de confinamiento

En general, un relleno sanitario no es una opción aceptable para la eliminación de materiales peligrosos, ya que éstos pueden migrar y contaminar el agua subterránea o superficial. Sin embargo, hay algunas excepciones. Una de estas excepciones se conoce como confinamiento. El confinamiento consiste en depositar definitivamente los desechos peligrosos en sitios y condiciones adecuadas, para minimizar los impactos negativos a la salud humana y el ambiente. De conformidad al Art. 21 literal d) de la Ley del Medio Ambiente, los sistemas de disposición final, aplicables a los desechos peligrosos, son también los confinamientos controlados. En el caso de desechos derivados de agroquímicos, su confinamiento será específico y tales desechos no podrán combinarse con aquéllos de otra naturaleza o características.

Los lugares destinados al confinamiento controlado de desechos peligrosos deben ser debidamente señalizados, evidenciando a la población la peligrosidad o riesgo del área. Para la selección de sitios de confinamiento, se debe tomar en cuenta lo siguiente: Los sitios de confinamiento no podrán ser ubicados en zonas o lugares cercanos a ríos, lagunas, capas freáticas, zonas residenciales o habitacionales. La selección del sitio de confinamiento, así como el diseño y la construcción de confinamientos controlados, de receptores de agroquímicos u otros desechos, deberán de cumplir características de seguridad establecidas en el Permiso Ambiental.

Lixiviados en el confinamiento

En el lugar de confinamiento de desechos peligrosos, debe incluirse medidas preventivas de recolección y tratamiento de los posibles lixiviados ó derrames que pudieran generarse.

Información requerida en los informes de confinamiento

El titular de la actividad de los servicios de manejo de desechos peligrosos, encargado de su disposición final, deberá presentar al Ministerio y a las autoridades competentes, un informe trimestral, que contenga la siguiente información: i) Naturaleza, estado físico, peso y volumen de los desechos peligrosos confinados; ii) Fecha del confinamiento de los desechos peligrosos; iii) Sitio de la disposición final; y iv) Método de disposición final utilizado para cada tipo de desecho. Para el establecimiento de celdas de confinamiento se deben de tomar en cuenta las siguientes prohibiciones, de acuerdo a lo establecido en el Artículo 41, del Reglamento Especial en Materia de Sustancias Residuos y Desechos Peligrosos: "Los desechos peligrosos sometidos a confinamiento por cualesquier de los métodos de disposición final previstos en este Reglamento, deberán permanecer en tal estado, salvo la ocurrencia de un desastre ambiental, en cuyo caso el Ministerio autorizará las obras que sean necesarias para contrarrestarlo".

Obligaciones de tratamiento

Cuando por su peligrosidad, el Ministerio establezca que determinados desechos peligrosos no deben ser confinados, el titular de la generación deberá responsabilizarse de su tratamiento o eliminación ambientalmente adecuada, en un plazo establecido en el Permiso Ambiental correspondiente.

Bifenilos policlorados y derivados

De acuerdo a lo establecido en el Artículo 46, del Reglamento especial en Materia de Sustancias Residuos y Desechos Peligrosos: El confinamiento de bifenilos policlorados y derivados, o de desechos que los contengan, no deberá realizarse en el territorio nacional, y es obligatorio su tratamiento y eliminación”.

Selección del método de eliminación factores que han de tenerse en cuenta

Hay varios factores que es necesario considerar al seleccionar el método idóneo de eliminación y preparar un plan de eliminación. A continuación se indican algunos de los más importantes: i) Volumen y variedad de los productos, sus formulaciones, tipo de envase y tamaño. El tipo de producto puede excluir, o favorecer, ciertas opciones; el contenido de cloro puede limitar el uso de un horno de cemento; por lo general no pueden incinerarse los productos que contienen mercurio; y pueden ser difícil incinerar formulaciones en polvo en un horno de cemento; ii) El volumen de los productos puede excluir, o favorecer, ciertas opciones: por ejemplo, cantidades inferiores a 1 000 toneladas excluyen el uso de un incinerador móvil; cantidades superiores a 100 toneladas excluyen el uso de muchos modelos de incineradores en pequeña escala.

Criterios de selección del método de eliminación

i) Establecer la cantidad exacta y el tipo de productos que han de eliminarse: Realizar un inventario detallado; ii) Determinar las opciones de eliminación aprobadas para cada producto; iii) Utilizar materiales de referencia con objeto de determinar las opciones en materia de eliminación para los distintos productos.

Otras tecnologías y prácticas de tratamiento

Tratamiento biológico: Implica generalmente el tratamiento de los desechos por las bacterias, los hongos, o las algas para quitar y para degradar los componentes peligrosos.

Adsorción al carbón: Las aplicaciones del carbón activado se dan para fijar componentes de los desechos peligrosos por adsorción. Las corrientes gaseosas y acuosas se pueden tratar por la adsorción de carbón.

Oxidación química: Utiliza los agentes oxidantes fuertes (hipoclorito, peróxidos, persulfatos, percloratos, permanganatos, etc.) oxidando los componentes de los desechos peligrosos para hacerlos menos tóxicos o menos móviles.

Reducción química: Utiliza los agentes reductores fuertes (dióxido de sulfuro, sales del álcali, sulfuros, sales de hierro, etc.) reduciendo los componentes de los desechos peligrosos para hacerlos menos tóxicos o menos móviles.

Desactivación: Es un proceso que quita la naturaleza peligrosa de los desechos neutralizando las características de ignición, corrosividad, y/o de reactividad.

Extracción: Es un proceso que quita componentes peligrosos de las corrientes gaseosas o líquidas por medio de la filtración, adsorción, absorción, o a través de solventes, u otros medios. Aunque los componentes peligrosos extraídos se quitan de la corriente, generalmente deben ser tratados para hacerlos menos tóxicos.

Incineración: También se conoce como la combustión o calcinación de llama controlada y es una tecnología que destruye los componentes orgánicos en los materiales de desecho.

Horno Industrial: Es un tipo de dispositivo para el tratamiento de los desechos peligrosos que utiliza energía térmica para recuperar energía o los materiales. Incluye los hornos de cemento, los hornos de cal, los hornos de fundición, etc.

Microencapsulamiento: Es un proceso que cubre la superficie del material de desecho con una capa delgada de plástico o de resina para evitar que el material lixive componentes de los desechos peligrosos.

Neutralización: Es un proceso que se utiliza para tratar corrientes corrosivas de los desechos peligrosos. Las corrientes corrosivas ácidas son neutralizadas con el uso de bases. Las corrientes corrosivas básicas son neutralizadas generalmente agregando ácidos.

Retiro físico: Es un proceso que quita los

componentes peligrosos de las corrientes de salida por técnicas de separación tales como: i) intercambio de iones, ii) adsorción, iii) ósmosis inversa, iv) extracción por solvente, v) cristalización, precipitación, vi) destilación, vii) filtración, viii) evaporación, etc. Los componentes peligrosos quitados pueden requerir de un tratamiento adicional para hacerlos menos tóxicos.

Fundición: Es una tecnología que utiliza la calefacción de alta temperatura para recuperar los metales de las corrientes de salida en los procesos. (Plomo, cinc).

Estabilización: Es un proceso que reduce la movilidad de los componentes peligrosos de un desecho lo que la hace más fácil manejar. Los agentes más comunes para la estabilización agregados a las corrientes son el cemento de Portland, cal, cenizas volantes, y polvo de horno de cemento.

Vitrificación: Es un proceso que utiliza altas temperaturas para fundir los desechos peligrosos. El enfriamiento subsiguiente da como resultado bloques sólidos del material que son resistentes a lixivar componentes peligrosos.

Tratamiento biológico: Usa microorganismos para descomponer compuestos orgánicos peligrosos en un flujo de residuos y así hacer al residuo menos peligroso.

Adsorción en carbón activado: Es un proceso químico que remueve las sustancias peligrosas del residuo usando carbón activado tratado en forma especial. Este método es particularmente eficiente en la remoción de compuestos orgánicos del residuo líquido.

Dechlorinación: Remueve cloro de una sustancia para hacerla menos tóxica.

Dehalogenación: Usa sustancias químicas que reaccionan con contaminantes peligrosos y cambian su estructura y toxicidad.

Incineración (o combustión): Destruye residuos o lo hace menos peligroso al quemarlo. La incineración se usa frecuentemente para destruir residuos orgánicos.

Tratamiento térmico: Usa altas temperaturas como medio principal para cambiar las características químicas, físicas, o biológicas de un residuo. Ejemplo: i) oxidación en aire húmedo, ii) pirolisis con sal fundida, y iii) calcinación.

Neutralización: Hace a ciertas sustancias menos ácidas y otras sustancias me-

mente para destruir residuos orgánicos.

Tratamiento térmico: Usa altas temperaturas como medio principal para cambiar las características químicas, físicas, o biológicas de un residuo. Ejemplo: i) oxidación en aire húmedo, ii) pirolisis con sal fundida, y iii) calcinación.

Neutralización: Hace a ciertas sustancias menos ácidas y otras sustancias menos alcalinas.

Oxidación: Hace a un residuo menos tóxico al combinarlo con oxígeno.

Precipitación: Remueve sólidos de un residuo peligroso de manera que la porción sólida peligrosa puede ser desecharada sin riesgo.

Lavado del suelo: Utiliza agua o una solución de lavado en procesos mecánicos para fregar y remover contaminantes peligrosos.

Solidificación y estabilización: Remueve agua residual de un residuo o lo transforma químicamente, reduciendo la posibilidad de que sea transportado por agua.

Extracción con solventes: Separa constituyentes peligrosos de residuos aceitosos, aceites, aguas negras, y sedimentos para reducir el volumen de residuo que debe ser desecharado.

OPERACIONES QUE PUEDEN CONDUCIR A LA RECUPERACIÓN DE RECURSOS, EL RECICLADO, LA REGENERACIÓN, LA REUTILIZACIÓN DIRECTA Y OTROS USOS

Sección B²

Código ²	Descripción
R11	Utilización de materiales residuales resultantes de cualquiera de las operaciones numeradas de R1 a R10
R12	Intercambio de desechos para someterlos a cualquiera de las operaciones numeradas de R1 a R11
R13	Acumulación de materiales destinados a cualquiera de las operaciones indicadas en la sección B

² Los códigos están acordes a las alternativas de tratamiento indicadas en el Anexo IV del Convenio de Basilea. Solamente se han dejado en la "Guía sobre los elementos técnicos para el tratamiento de materiales peligrosos (sustancias, residuos y desechos peligrosos) orientados a la neutralización, destilación o solidificación de materiales, con el propósito de disminuir el grado de peligrosidad y facilitar la disposición final". Solamente se consideran las alternativas que podrían tener viabilidad ambiental conforme a la Ley del Medio Ambiente y el manejo racional de los desechos peligrosos.

MÉTODOS DE ELIMINACIÓN O TRATAMIENTO INADECUADOS

Quema al aire libre: La quema de desechos peligrosos, al aire libre es altamente desaconsejable. No se deben quemar nunca sustancias químicas, en hogueras al aire libre. La temperatura de estas hogueras (de 500 a 700 °C) es demasiado baja, para que se destruyan por completo, por ejemplo los plaguicidas, lo que puede ocasionar una emisión de vapores tóxicos perjudiciales, para los seres humanos, el ganado, los cultivos y el medio ambiente. El humo puede arrastrar cantidades considerables del producto parcialmente quemado, las cuales pueden ser muy tóxicas.

Enterramiento, eliminación en relleno sanitario: Si no tienen un fondo revestido de plástico y una gruesa capa de arcilla no son adecuados para eliminar sustancias tóxicas. En ciertas circunstancias, los rellenos sanitarios provistos de un revestimiento apropiado pueden utilizarse para eliminar medicamentos vencidos, cenizas y escoria de incineradores, formulaciones en polvo solidificadas con un bajo contenido de ingrediente activo y suelo contaminado, para lo cual estos últimos deberán contar con sus permisos ambientales y controles co-

Código ²	Descripción
R1	Utilización como combustible (que no sea en la incineración directa) u otros medios de generar energía.
R2	Recuperación o regeneración de disolventes.
R3	Reciclado o recuperación de sustancias orgánicas que no se utilizan como disolventes
R4	Reciclado o recuperación de metales y compuestos metálicos.
R5	Reciclado o recuperación de otras materias inorgánicas.
R6	Regeneración de ácidos o bases.
R7	Recuperación de componentes utilizados para reducir la contaminación.
R8	Recuperación de componentes provenientes de catalizadores.
R9	Regeneración u otra reutilización de aceites usados.
R10	Tratamiento de suelos en beneficio de la agricultura o el mejoramiento Ecológico.

rrespondientes.

Inyección profunda: Se inyectan desechos líquidos peligrosos a gran profundidad, por medio de tubos, en formaciones como por ejemplo: i) arenisca, ii) caliza y iii) es-

quisto, de donde no puede escapar el material inyectado. Este método es costoso y requiere técnicos altamente especializados y equipo ultramoderno, además de la evaluación y viabilidad ambiental de la misma.

Lavado del suelo: Utiliza agua o una solución de lavado en procesos mecánicos para remover contaminantes peligrosos.

Solidificación y estabilización: Remueve el agua de los desechos, lo solidifica y estabiliza, reduciendo la posibilidad de que sea transportado por agua.

Extracción con solventes: Separa constituyentes peligrosos de residuos aceitosos, aceites, aguas residuales, y sedimentos para reducir el volumen de dichos residuos.

TRATAMIENTO DE SOLVENTES

A continuación se enumeran algunas de las sustancias químicas que pueden ser tratadas o recuperadas por destilación, dicha alternativa de tratamiento puede ser realizada tanto a sustancias halogenadas como no halogenadas, tal como se detalla a continuación:

Sustancias Halogenadas

PRODUCTO GENERAL	ESPECÍFICOS
HIDROCARBUROS ALIFÁTICOS	Cloroformo, Cloruro de Metileno, Tricloroetileno, Tetracloruro de Carbono, Triclorotrifluoretoano, Bromometano, Iodometano
HIDROCARBUROS AROMÁTICOS	Clorobenceno, Diclorobenceno, Diclorofenol, Bromobutano, Bromotolueno, Clorotolueno, Hexafluorobenceno, Iodobenceno
ALCOHOLÉS HALOGENADOS	Tricloroetanol, Cloropropanol, Cloropropanodiol, Alcohol Clorobencílico, Fluoroetanol....
AMINAS HALOGENADAS	Bromoanilina, Clorobencilamina, Iodoanilina, Dicloroanilina, Tricloroanilina.....
ESTERES HALOGENADOS	Bromoacetatos, Cloroacetatos, Cloropropionatos, Cloroformiato.....
AMIDAS HALOGENADAS	Bromoacetanilida, Cloroacetamida, Ac. Ortoiodohipúrico, Trifluorodiacetilimidazol

Sustancias No Halogenadas

PRODUCTO GENERAL	ESPECIFICOS
HIDROCARBUROS CICLICOS	Ciclohexano, Metaciclohexano
DERIVADOS DE HIDROCARBUROS ALIFATICOS	Pentano, Hexano, Decano, Dimetilformamida (DMF), Acetonitrilo
HIDROCARBUROS AROMATICOS	Benceno, Tolueno, Xilenos, Estreno, Cumeno.

PRODUCTO GENERAL	ESPECIFICOS
ALCOHOLÉS	Metanol, Etanol, Isopropanol (IPA), Butanol, Alcohol amílico, Alcohol alílico, Etilenglicoles, Polialcoholes, ...
CETONAS	Acetona, Metilbutilcetona, Propanona, Ciclohexilbutilcetona, Cetonas aromáticas,...
ESTERES	Acetato de metilo, Acetato de etilo, Acetato de butilo, Acetato de amilo, Lauratos, Succinatos, Glutaratos, Acrilatos, ...
AMINAS ALIFATICAS	Butilamina, metilamina, trietilamina, ..
RESINAS NO HALOGENADAS	
AMINAS AROMÁTICAS	Anilina, Toluidina, Fenilendiamina, Nitroanilina, Cloroanilina, Metilanilina, Fenilpiperacina.
HIDROCARBUROS AROMÁTICOS POLICICLICOS	Antraceno, Bifenilo, Naftaleno, Cumeno, Fluoreno, Indeno, Pireno....
COMPUESTOS SULFURADOS	Tiofenol, Etilmercaptano (Etanolol), Sulfuro de Dialilo, Sulfuro de Dimetilo, Difenilo Disulfuro.....
OTROS	Dimetilsulfóxido (DMSO), Sulfuro de Carbono, Dioxano, Tetrahidrofurano (THF), Sulfato de Metilo, Sulfato de etilo....

NEUTRALIZACION

Otro método de tratamiento que se puede aplicar para reducir los riesgos ambientales y la salud, es la neutralización, la cual es una alternativa de tratamiento aplicable principalmente a los materiales de la Clase 8 – Corrosivos. Básicamente, existen dos grupos de sustancias químicas principales con esas propiedades y se conocen como ácidos y bases. La neutralización consiste básicamente en agregar otro producto químico, por lo tanto, podrá haber reacciones químicas paralelas a la necesaria para la neutralización.

Ácidos

Los ácidos son sustancias que en contacto con el agua, liberan iones H^+ y provocan alteraciones de pH en el intervalo de 0 (cero) a 7 (siete).

Bases

Las bases son sustancias que, en contacto con el agua, liberan iones OH^- y provocan

alteraciones de pH en el intervalo de 7 (siete) a 14 (catorce).

Algunos ejemplos de este tipo de productos son el ácido sulfúrico, ácido clorhídrico, ácido nítrico, hidróxido de sodio e hidróxido de potasio, entre otros. Muchos de los productos pertenecientes a esta clase reaccionan con la mayoría de los metales y como generan hidrógeno (gas inflamable), dan lugar a un riesgo adicional.

Algunos de estos productos presentan como riesgo secundario un alto poder oxidante, mientras que otros pueden reaccionar energicamente con el agua o con otros materiales, por ejemplo, los compuestos orgánicos.

Uno de los métodos que se puede aplicar para reducir los riesgos es la neutralización del producto derramado. Esta técnica consiste en agregar un producto químico, de manera que se logre un pH próximo al natural. Para la neutralización de sustancias ácidas generalmente se emplea el carbonato sódico y la cal hidratada, ambas con característica alcalina. El uso de cal viva

no es recomendable debido a que su reacción con los ácidos es extremadamente energética.

Se deberá realizar la remoción total y disposición adecuada de los desechos provenientes de la neutralización. Se deberá considerar la cantidad y concentración de los materiales a neutralizar, por lo que se recomienda consultar a personal experto, previa realización de un tratamiento de neutralización de materiales peligrosos. Dicho personal calificado deberá ser de preferencia de las áreas de ingeniería química, licenciatura en química y farmacia o química pura.

Durante las reacciones de neutralización, mientras más concentrado esté el material a tratar, mayor será la liberación de energía en forma de calor, además de la posibilidad de que el agua salpique, por lo que se debe reforzar la necesidad del uso de ropas adecuadas de protección.

En el cuadro A, se indica la cantidad "K" del neutralizante elegido para neutralizar una cantidad "Q" de un material peligroso con características corrosivas. Ejemplo: para neutralizar 1.000 kg de ácido sulfúrico 98%, use $1.000 \times 1.60 = 1.600$ kg de soda al 50%.

ESTABILIZACION Y SOLIDIFICACION DE MATERIALES PELIGROSOS

La solidificación es una alternativa de tratamiento que puede ser aplicada después de haber realizado etapas previas de tratamiento como el filtrado y la precipitación. En estos casos, el material que se ha recuperado y contiene una concentración mayor de contaminantes puede ser mezclado con un aglomerante, como el cemento Pórtland, lo que generará un material estable y en la mayoría de situaciones evitará la migración del contaminante.

Esta técnica es útil para inertizar lodos provenientes de filtros prensa, o materiales pastosos provenientes de la neutralización, la remoción de contaminantes con carbón activado (adsorción/absorción), la destilación o escorias de fundición.

Para realizar cualquier alternativa de tratamiento, se debe obtener el correspondiente permiso ambiental, de conformidad a lo establecido en el Artículo 60, de la Ley del Medio Ambiente.

RECICLADO, RECUPERACION O REGENERACIÓN DE METALES Y COMPUESTOS METÁLICOS

Estas alternativas se refieren principalmente al reciclado y la regeneración de los siguientes metales y sus compuestos: antimonio (Sb), arsénico (As), berilio (Be), cadmio (Cd), plomo (Pb), mercurio (Hg), selenium (Se), telurio (Te) y talio (Tl). También comprenden compuestos de cobre (Cu), zinc (Zn) y cromo hexavalente (Cr^{+6}), pero no los metales mismos. Como la mayoría de los desechos peligrosos que contienen metales que figuran en el anexo VIII del Convenio de Basilea son no ferrosos, y a fin de que se mantengan dentro de proporciones manejables.

La recuperación, el reciclado y la regeneración de metales son procesos industriales que requieren controles ambientales adecuados.

Los metales secundarios pueden recuperarse a partir de chatarra de metales o de cenizas, residuos, escorias, sedimentos, batiduras, espumados, escamas, polvo común y granulado, lodo, masa sin prensar

La recuperación, el reciclado y la regeneración de metales son procesos industriales que requieren controles ambientales adecuados.

Los metales secundarios pueden recuperarse a partir de chatarra de metales o de cenizas, residuos, escorias, sedimentos, batiduras, espumados, escamas, polvo común y granulado, lodo, masa sin prensar y catalizadores que contengan metales.

La chatarra de metales proviene predominantemente de tres fuentes: i) chatarra de origen, de plantas fabriles o desechos de producción, ii) chatarra pronta o de fabricación (o recortes); y iii) chatarra obsoleta de objetos desmantelados o descartados. Se entiende por chatarra de origen, de plantas fabriles o desechos de producción a los desechos que provienen de la producción de metales. Puede consistir, por ejemplo, en extremos de láminas metálicas, o en la acumulación removida de metal fundido, o en recortes de una fundición.

La chatarra (o los recortes) provienen de la producción de productos intermedios (por ejemplo, varillas, barras, láminas, tiras, tubos, perfiles, chapas, lingotes) o del maquinado o moldeado de productos intermedios y productos finales. La chatarra tiene forma de torneaduras, desechos de perforación, recortes, desechos de punzonado, cortes o partes rechazadas (por no cumplir las especificaciones). Esta chatarra es limpia, por cuanto en cierto sentido nunca ha sido utilizada, y es de composición conocida, es decir que es idéntica al material vendido a la planta. El reciclado se realiza mediante reutilización directa y refundición. La mayor parte de los metales no ferrosos recogidos, clasificados y graduados con fines de reciclado no son peligrosos, por lo cual no figuran en el anexo VIII, del Convenio de Basilea. El gran volumen de productos intermedios o finales producidos a partir de chatarra de metales no ferrosos preparada con recursos secundarios consiste comúnmente en aluminio, cobre, plomo o aleaciones de cobre, aluminio y zinc metálicos básicos.

Antimonio

Elemento químico de número atómico 51, masa atómica 121,75 y símbolo Sb; es un elemento semimetálico de color blanco azulado, brillante y frágil, que principalmente se obtiene como subproducto al refinar minerales de cobre y plomo.

El antimonio no se utiliza en forma pura, sino como aditivo de aleación menor, aunque importante. Su uso más importante es

como endurecedor del plomo para acumuladores. Tiene también aplicaciones en soldaduras y otras aleaciones, como tipos de imprenta. Sus compuestos se utilizan como catalizadores, pigmentos, en cerillas y fuegos artificiales y en parasiticidas veterinarios. El trióxido de antimonio es el más importante de los compuestos de antimonio y se utiliza principalmente en fórmulas de sustancias piro retardadoras, como las utilizadas en ropa infantil, aeronaves y cubreasientos de automóviles. Todos esos objetos son fuentes improbables de antimonio reciclabl e.

Cuando se regeneran aleaciones que contienen antimonio es probable que los volúmenes menores de ese elemento permanezcan en el metal básico de la aleación. Por ejemplo, si se funde una aleación de antimonio y plomo es mucho más probable que el equipo de control de la contaminación del aire capte el plomo que el antimonio. El plomo se funde a 327°C y el antimonio a 630°C.

Una posible excepción es la de la solución de tricloruro de antimonio, que a veces se utiliza para "broncean" el hierro, ennegrecer el zinc y teñir maderas. Todos esos usos pueden dar lugar a residuos dudosamente reciclables pero que requieren un manejo especial. Es sumamente improbable que llegue a encontrarse antimonio aislado en forma de desecho.

Precaución:

La toxicidad de los compuestos del antimonio es comparable a la del arsénico, pero como los compuestos del antimonio difícilmente se absorben en el tracto gastrointestinal, el riesgo de intoxicaciones agudas por ingestión es menor. Además, los compuestos del antimonio a menudo tienen un efecto emético, razón por lo cual se despiden muy rápidamente del organismo. La intoxicación crónica puede producir lesiones hepáticas, renales, incluso cardíacas y puede afectar al sistema circulatorio. Los síntomas varían según los compuestos. La estibina se acumula en el tejido adiposo.

Arsénico

Elemento químico de número atómico 33, masa atómica 74,92 y símbolo As; es un elemento semimetálico sólido, de color gris metálico, que forma compuestos venenosos. El arsénico se genera como subproducto de la industria de los metales no ferrosos. Además se agregan pequeños porcentajes de ese elemento a las aleaciones de plomo para rejillas de baterías y recubrimiento de cables, para darles mayor dureza. El arsénico ha sido utilizado para

la fabricación de vidrios para especialidades con bajo punto de fusión, en que se extrae por completo, y es un componente menor de una clase de semiconductores. Ninguna de esas aplicaciones generará arsénico con fines de reciclado.

Precaución:

El arsénico metálico genera rápidamente una cobertura blancuzca del óxido. Si por rara casualidad encuentra arsénico metálico, no intente reciclarlo sin orientación de expertos. El revestimiento, al igual que muchos compuestos de arsénico, es altamente tóxico. El metal no debe fundirse, a menos que lo hagan técnicos especializados.

El arsénico, en ínfimas cantidades, cumple diversas funciones en la industria electrónica. Se utiliza para el procesamiento de cristales de arseniato de galio (como teléfonos móviles, aparatos láser, etc.), se utiliza para confeccionar materiales superreticulados y circuitos integrados de alto rendimiento. Además el arsénico en forma de metal aumenta la resistencia a la corrosión y la resistencia a la tensión de las aleaciones de cobre, y refuerza las rejillas de los acumuladores de plomo. Los desechos que contienen arsénico requieren un manejo cuidadoso, ya que el metal se lixivia y tiene un punto de ebullición relativamente bajo (614°C).

Se han usado compuestos de arsénico como insecticidas, productos de preservación de madera, pigmentos en vidrios y cerámicas, y en terapias veterinarias. La mayor parte del arsénico se consume como trióxido, principalmente para la fabricación de productos de preservación de madera tratada a presión. Son fuentes improbables de materiales reciclables. Es sumamente improbable que lleguen a encontrarse desechos de arsénico como tal.

Berilio

El berilio es un elemento químico de símbolo Be y número atómico 4. Es un elemento Alcalinotérreo bivalente, tóxico, de color gris, duro, ligero y quebradizo.

El berilio se usa como aditivo de aleaciones para el cobre y el níquel (hasta un máximo de 2%) para resortes, contactos eléctricos, herramientas de moldeado de plástico, equipo de exploración y perforación de yacimientos petrolíferos, brazos de apoyo de electrodos de soldadoras de punto y herramientas de seguridad.

eléctricos, herramientas de moldeo de plástico, equipo de exploración y perforación de yacimientos petrolíferos, brazos de apoyo de electrodos de soldadoras de punto y herramientas de seguridad. El berilio no utilizado para aleaciones se usa en armas nucleares, naves espaciales, reflectores de radiación de reactores nucleares, ventanillas de rayos X, sistemas de orientación inercial y otro instrumental de precisión. El óxido de berilio (BeO) se utiliza en algunos equipos electrónicos como sumidero de calor. Las fuentes de este producto para el reciclado consisten en la chatarra pronta generada en el procesamiento de aleaciones de berilio y cobre y ciertas cantidades de equipos militares obsoletos que contienen berilio metálico. Puede encontrarse cierto pequeño volumen del óxido en el reciclado de aparatos electrónicos, y es preciso recuperarlo o aislarlo de otra manera del medio ambiente. Es sumamente improbable encontrar berilio metálico, salvo por parte de especialistas que manejen ese metal.

Precaución:

El manejo de berilio en forma masiva, pura o en aleaciones no es peligroso. El peligro, incluido el de contraer berilirosis, surge cuando el berilio o el berilia se presenta en forma de partículas muy pequeñas, arrastradas por el aire, que pueden inhalarse. Sólo técnicos y plantas especializados deben serrar, maquinar, calentar, fundir o incinerar el material. Se pueden vender en la forma en que se encuentren cantidades suficientes de hallazgos de aleaciones o desechos de metal. Pueden manejarse sin problemas utilizando guantes.

Los compuestos de berilio, con excepción del óxido de berilio (berilia) suelen ser curiosidades de laboratorio, y es sumamente improbable encontrarlos. No obstante, como el berilio está presente en muy pequeñas concentraciones en casi toda la chatarra electrónica (y en mayores concentraciones en un muy pequeño número de aparatos electrónicos), requiere atención, ya que esa chatarra es comúnmente reciclada para regeneración de cobre y metales preciosos. En los bajos niveles de berilio que normalmente se encuentran en equipo de manejo de chatarra (< 0.1%) en general no se requieren precauciones especiales, y las trazas de berilio y sus compuestos intermedios se integran a la corriente de chatarra de cobre con fines de recuperación. En cambio en los casos en que el contenido de berilio de la chatarra es mayor la fusión puede provocar riesgo

de inhalación de berilia en escorias, y deben utilizarse equipos de extracción y filtrado de aire para controlar ese riesgo.

Cadmio

El cadmio es un metal blanco azulado, dúctil y maleable. Se puede cortar fácilmente con un cuchillo. En algunos aspectos es similar al zinc. La toxicidad que presenta es similar a la del mercurio; posiblemente se enlace a residuos de cisteína. La metalotioneína, que tiene residuos de cisteína, se enlaza selectivamente con el cadmio.

clados.

Alrededor del 75% del consumo de cadmio corresponde a baterías de níquel cadmio, y como éstas pueden recogerse fácilmente con fines de reciclado, la mayor parte del cadmio secundario proviene de baterías de ese tipo usadas. El cadmio surge también como subproducto del proceso de producción de zinc y cierto cadmio secundario proviene del polvo de conductos generado durante la fundición de chatarra de acero galvanizado reciclado en hornos de arco eléctrico. La recuperación de cadmio de baterías y polvo de conductos es complicada y peligrosa, y sólo puede realizarse en una planta especializada. También puede regenerarse a partir de lodos de control de plantas de galvanoplastia, que provienen del tratamiento de las aguas residuales.

Precaución:

Si se encuentra cadmio en forma de metal puro, no debe crearse polvo o humos, por ejemplo por maquinado o fusión. Sólo técnicos especializados deben ser autorizados a fundir cadmio en forma de metal.

Compuestos de cromo hexavalente

Elemento químico de número atómico 24, masa atómica 51.996 y símbolo Cr: es un metal del grupo de los elementos de transición, de color gris, muy duro, resistente e inoxidable.



El cromo es un agente de aleación utilizado en acero y diversas superaleaciones basadas en níquel y en cobalto, aleaciones basadas en aluminio, aleaciones de resistencia eléctrica, granos y polvos de superficie dura y galvanoplastia. No se requieren precauciones especiales para manejar cromo en forma de metal o sus aleaciones.

cadmio en forma de metal se utiliza en la actualidad principalmente en baterías de níquel-cadmio. Su uso como enchapado anticorrosivo y en pigmentos y estabilizadores está prohibido en los países de Europa septentrional. Se utiliza también en componentes electrónicos, como semiconductores. Fertilizantes producidos a partir de minerales de fosfatos pueden constituir una fuente importante de contaminación difusa del cadmio.

En los Estados Unidos de América la Agencia de Protección Ambiental (USEPA) ha establecido una concentración máxima permitida de cadmio de 1,4 mg/kg (ppm) por unidad (1%) de contenido de zinc en fertilizantes de micronutrientes de zinc producidos a partir de desechos de zinc reci-

Las aleaciones de cromo, como los aceros inoxidables y las superaleaciones, son sumamente deseables con fines de reciclado. La mayor parte del cromo se recicla como componente de acero inoxidable, para volver a obtener acero inoxidable. Es escaso el metal de cromo encontrado como tal o reciclado.

Los compuestos de cromo hexavalente [Cr^{6+} o Cr(VI)] son peligrosos. Esta forma de cromo se encuentra en soluciones de enchapado y puede ser eliminado mediante aditivos químicos. No obstante, algunos pueden permanecer, sin que los elimine el agua por enjuagado. Si se reduce ("neutraliza") el Cr^{6+} en las soluciones de enchapado, es posible recuperar el cromo del lodo del tratamiento ulterior de aguas residuales. Si bien en general es difícil lograr la pureza del producto y las concentraciones requeridas a un costo económicamente atractivo, dadas las circunstancias adecuadas se puede reciclar el Cr^{6+} . La mayoría de los talleres de enchapado más grandes reciclan en alguna medida sus aguas de enjuagado. Además, bien pueden existir situaciones en que la alternativa ambiental práctica óptima consiste en reciclar los desechos que contienen cromo hexavalente sin someterlos primero a una reducción química (dentro de una operación, o, si los desechos en cuestión son química y físicamente adecuados, en una planta de fabricación de productos químicos de cromo). En general los compuestos de Cr^{6+} se identifican en cantidades insignificantes cuando están presentes, salvo para el tratamiento de maderas, en que predomina la presencia de cromo trivalente en el producto de madera tratado (>99.9%) y, en virtud de la presencia de agentes reductores naturales en la madera, el cromo hexavalente rara vez está presente, aun en trazas.

El cromo hexavalente se utiliza por sus propiedades de preservación y como sal soluble en galvanoplastia con cromo metal. En materia de teñido, generalmente se utiliza la forma trivalente (como alumbre de cromo [$\text{KCr}(\text{SO}_4)_2$]). En el tratamiento de maderas el elemento de preservación no es el cromo hexavalente (si es que el cromo realmente actúa como preservador). El cromo constituye un agente de fijación, y en maderas adecuadamente fijadas, está presente en forma trivalente. El cromo puede regenerarse a partir de los lodos de control de la contaminación provenientes de plantas de galvanoplastia. Esos lodos se originan en el tratamiento de aguas residuales. También es posible regenerar el cromo de polvos metálicos y varios catalizadores gastados diversos.

Compuestos de cobre

El cobre (del latín *cuprum*, y éste del griego *kypros*), cuyo símbolo es Cu, es el elemento químico de número atómico 29.

La mayoría de los compuestos de cobre no son peligrosos, por lo cual figuran en el anexo IX del Convenio. En el anexo VIII se

identifican tan sólo unos pocos. El cobre en forma de metal y sus aleaciones (por ejemplo latones y bronce) son sumamente deseables con fines de recuperación. Al igual que el zinc el cobre es un elemento esencial. No es probable encontrar para reciclado los compuestos de cobre que figuran en el anexo VIII. Las soluciones de ácidos para grabar usadas que contienen cobre provenientes de la fabricación de tableros de circuitos, se puede volver a dar una forma utilizable a esas soluciones, y por lo tanto reciclarlas. Las reacciones químicas para lograrlo, o para recuperar de otra forma el cobre, deben ser realizadas por procesadores experimentados, que en algunos casos son los proveedores de las soluciones de ácidos para grabar.

Precaución:

Se requieren consideraciones especiales para montajes eléctricos y electrónicos o chatarra que contienen componentes peligrosos. La incineración de chatarra eléctrica y electrónica, así como la incineración de cables, producen humos peligrosos y requieren controles ambientales. Los cables eléctricos deben pelarse y no incinerarse. Una vez pelados, su fusión no ofrece peligro, porque se trata de cobre de muy alta calidad.

También es posible regenerar el cobre de diversas escorias, cenizas, catalizadores y polvos, así como de lodos, provenientes, por ejemplo, del tratamiento de las aguas residuales de plantas de galvanoplastia. El cobre es uno de los metales más ampliamente utilizados y objeto de más intensa recuperación, reciclado y regeneración, especialmente porque es fácil de recuperar debido al aspecto característico del metal y sus aleaciones.

Precaución:

La fundición de cobre requiere modernos equipos de control de la contaminación. El cobre proveniente de chatarra electrónica puede contener berilio, que debido al peligro para la salud que plantea debe retenerse en el equipo de control de la contaminación del aire.

Si se muele chatarra electrónica que contenga cobre con fines de recuperación, es preciso controlar y retener el polvo. El fregado puede liberar polvos que contengan berilio.

Plomo

El plomo es un elemento químico de la tabla periódica, cuyo símbolo es Pb (del latín *plumbum*) y su número atómico es 82. Actualmente el plomo se utiliza principal-

mente para baterías de automotores. En consecuencia, su consumo se incrementa a medida que crece la economía de un país y su parque de vehículos.

La recuperación del plomo de baterías usadas requiere un manejo especial; debiendo evitarse: i) El desarmado manual (por ejemplo partirlas con un hacha); ii) Incineración en lugares abiertos.

Los hornos aceptan también el sulfato de plomo existente en las baterías usadas, por lo cual no es necesario sacarlo antes de la regeneración. El reciclado de acumuladores de plomo es importante por otra razón: los mantiene fuera de la corriente de desechos destinada a su eliminación final. El plomo de los acumuladores de plomo en rellenos sanitarios sin recubrimiento puede filtrarse hasta el agua potable si no se somete a procesos que lo conviertan en compuestos químicos y lo fijen en el suelo específico que encuentre.

El plomo puede regenerarse a partir del lodo de control de la contaminación proveniente del tratamiento de aguas servidas de plantas de galvanoplastia, y también a partir de desechos de soldadura, pero puede ser muy peligroso reciclar soldaduras de plomo/estaño, dada la probabilidad de que se emitan dioxinas, berilio, arsénico, isocianatos y el plomo mismo. El plomo puede regenerarse a partir de tubos de rayos catódicos como los utilizados en monitores de computadoras personales. Se puede romper el vidrio del tubo y enviar a una planta para la regeneración del vidrio o el plomo, pero deben preverse peligros tales como exposición a fósforos tóxicos y silicosis. También puede utilizarse el vidrio como agente fundente en un horno de fundición de plomo. En cualquiera de esos dos casos la planta que recupera el vidrio con plomo de los tubos de rayos catódicos debe cortarlo, separándolo de los otros componentes del tubo con cuidado de no aplastar el vidrio creando finas partículas que puedan ser aspiradas por los trabajadores.

En algunos plásticos se utilizan pequeñas cantidades de compuestos de plomo, aunque este uso está siendo eliminado por etapas.

Unos pocos compuestos se usan en medicina veterinaria. Pueden usarse óxidos y cromatos de plomo en pinturas especializadas para estructuras tales como puentes, debido a la excelente resistencia a la corrosión que imparten las pinturas. El plomo se sigue usando en forma amplia en alambres revestidos de PVC (2% – 5%), uso que aún no está siendo eliminado. Este plomo no se recicla, pero se libera si se queman los alambres o el material aislante.

Precaución:

El plomo recuperado, y especialmente las baterías, no debe fundirse al aire libre, sino exclusivamente en hornos de fundición especialmente equipados. Los trabajadores deben vestir equipos de protección personal; por ejemplo máscaras faciales aprobadas. Además deben cambiarse de ropa y ducharse al final de la jornada de trabajo, para no llevar polvo de plomo a su domicilio.

El latón puede incluir hasta un 3% de plomo, para incrementar las posibilidades de maquinado. El plomo es casi insoluble en latón, pero está disperso en forma de finos glóbulos. Además, su bajo punto de fusión le permite actuar como lubricante, reduciendo el coeficiente de fricción entre las herramientas y el producto. Esto reduce el desgaste de las herramientas y mejora el acabado de la superficie de los productos. En las operaciones de los hornos de latón, los operadores deben adoptar precauciones similares a las de producción de plomo, aunque las restricciones son menores, porque la concentración de plomo es muy inferior. El plomo también se utiliza como elemento de aleación con otros metales, como el aluminio, en general para facilitar el maquinado.

Mercurio

Elemento químico de número atómico 80, masa atómica 200,59 y símbolo Hg; es un metal líquido a temperatura ordinaria, de color blanco plateado, brillante y denso, que se encuentra en la naturaleza en estado puro o combinado con plata, o en forma de sulfuro en el cinabrio.

La mayor parte del mercurio se utiliza para la fabricación de productos químicos industriales o para aplicaciones eléctricas y electrónicas, incluido un nuevo uso en computadoras y aparatos de televisión de pantalla plana. Se encuentra en tubos de luz fluorescentes. Es raro encontrar mercurio en una típica operación de recuperación o reciclado de metales no ferrosos. En la naturaleza puede formarse metilmercurio a partir de mercurio elemental; es uno de los

tóxicos más peligrosos conocidos. Implica graves inconvenientes y riesgos para quienes se ocupan de la eliminación o reciclado de desechos de mercurio.

Precaución:

Los vapores de mercurio son un peligro para la salud. Los contenedores deben taparse en forma segura y todas las operaciones referentes al mercurio metálico deben realizarse en un espacio adecuadamente ventilado o en un sistema cerrado, para impedir la acumulación de vapor de mercurio en el lugar de trabajo. Esto revisite suma importancia si en el curso de la operación se calienta mercurio a temperaturas superiores a la ambiente.

Además existen peligros más amplios para la salud pública.

El mercurio metálico puede reciclarse en plantas especiales mediante destilación al vacío. No obstante, el reciclado del mercurio es potencialmente peligroso.

Talio

El talio es un elemento químico de la tabla periódica cuyo símbolo es Tl y su número atómico es 81.

El talio y sus compuestos son materiales altamente tóxicos, sujetos a un estricto control para prevenir riesgos para la salud humana y el medio ambiente. El talio tiene usos limitados; por ejemplo como agente de aleación del mercurio en interruptores eléctricos y en artefactos electrónicos de alta tecnología. Unos pocos compuestos de talio radioactivo se utilizan en procedimientos de diagnóstico médico. La probabilidad de encontrar talio o sus compuestos para reciclado es prácticamente nula.

Precaución:

Si por cualquier razón se encuentra talio metálico, no debe manipularse, debido a su alta toxicidad. Póngase en contacto con las autoridades competentes.

Compuestos de zinc

El cinc o zinc (del alemán Zink) es un elemento químico esencial de número atómico 30 y símbolo Zn, situado en el grupo 12 de la tabla periódica de los elementos. Debido a las amplias diferencias de carácter y contenido de zinc de la chatarra, los procesos de reciclado de la chatarra que contiene zinc varían ampliamente. El reci-

clado de chatarra limpia y nueva, como latones, recortes de zinc laminados y fundición de coquilla rechazada, generalmente sólo requiere refundición. En el caso de chatarra de metales triturados no ferrosos mezclados, el zinc se separa de otros materiales a mano o mediante separación magnética.

En el anexo VIII del Convenio de Basilea se presenta una lista de compuestos de zinc, y no de metal. Muy pocos compuestos de zinc son peligrosos. Las cenizas y desechos de zinc comúnmente se reciclan.

Aptitud de los metales de desecho para la recuperación y regeneración

En general, los metales de desecho para recuperación y regeneración son materiales que comprenden metales puros o compuestos metálicos o que pueden reducirse fácilmente a esas formas. Si se mezclan con otros materiales pueden introducirse impurezas que encarezcan la purificación,

o que si no se eliminan afecten desfavorablemente a los procesos de producción o el uso final previstos del metal o del compuesto metálico. No obstante, algunos procesos metalúrgicos están destinados a procesar metales y materiales mezclados. Son ejemplos de procesos de separación que suelen dar lugar a un metal puro a partir de mezclas: i) La electrólisis: Especialmente aplicable al cobre y al zinc; ii) La vaporización/sublimación/volatilización: Especialmente aplicable al cadmio y al mercurio y iii) La eliminación de escorias: Aplicable, en especial, al plomo.

Las plantas de galvanoplastia ambientalmente racionales tratan sus baños de enchapado y enjuague usados antes de eliminarlos. Los pequeños volúmenes de compuestos metálicos que contienen esas descargas potenciales (por ejemplo, cobre, cromo, plomo, zinc, cadmio o níquel) pueden eliminarse por diversos medios de sus soluciones de dilución. El método más sencillo consiste en aumentar la alcalinidad (adición de cáusticos) para precipitar los hidróxidos de metal, cuyo valor se basa en su contenido de metal. El valor se incrementa cuando se adoptan por anticipado determinadas precauciones.

soluciones de dilución. El método más sencillo consiste en aumentar la alcalinidad (adicción de cáusticos) para precipitar los hidróxidos de metal, cuyo valor se basa en su contenido de metal. El valor se incrementa cuando se adoptan por anticipado determinadas precauciones.

Los lodos de tratamiento de aguas residuales que contienen hidróxidos de metal (u otros lodos) son idénticos a los de muchos otros desechos (o minerales) de metales no ferrosos en cuanto su valor depende de su medida (contenido de metal).

Algunas escorias y otros residuos provenientes de procesos pirometalúrgicos tienen valor de mercado (su contenido de metal es alto) para otras plantas pirometalúrgicas. No obstante, una fundición que funcione adecuadamente tendrá escoria de bajo tenor, ya que no desperdicia metales valiosos. Algunos polvos y lodos de sistemas de control de la contaminación del aire necesariamente tendrán bajos valores de contenido metálico. En esos casos lo mejor es que su recuperación se realice en la misma fundición, siempre que ello no cause acumulación de impurezas.

Establecimiento de una planta de reciclado o recuperación.

A continuación se describe la manera en que puede establecerse una planta de recuperación para la recolección, el almacenamiento, la clasificación, incluso por calidades o tamaños (para cumplir las especificaciones), el empaque y la venta de metales no ferrosos. Algunas de esas plan-

tas pueden describirse como de baja tecnología; no se requiere un equipo de gran volumen y complicado. Su finalidad consiste en recibir y clasificar metales, incluso por calidades o tamaños, para venderlos a empresas de fundición, refundición y refinación. En el diagrama siguiente se presenta una típica planta de procesamiento para la recuperación de metales.

En general, una planta consiste en una zona de recepción (en la que hay una balanza para pesar y un cajero), una terminal o un galpón de almacenamiento, un lugar de clasificación y una plataforma de despacho. El galpón de clasificación está equipado con herramientas de corte, que se requieren para cortar trozos de acuerdo al tamaño de las especificaciones y recortar piezas compuestas de modo de separar diferentes tipos de metales (un ejemplo consiste en sacar un caño de cobre de una válvula de bronce, o sacar acero inoxidable del hierro). La planta puede contar también con aparatos de pelar cables y/o cortadoras, si acepta chatarra de alambres y cables.

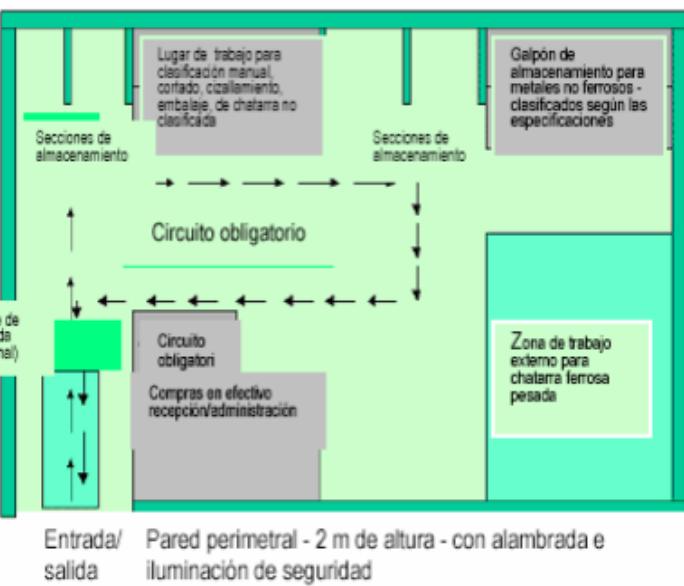
La planta debe estar cercada en su totalidad de modo de reducir el polvo y los residuos arrastrados por el viento e impedir la entrada de ladrones: la chatarra es valiosa.

La zona de recepción está destinada a permitir a personas y vehículos ingresar para entregar chatarra para la planta. El material se pesa y el vendedor puede recibir el pago de inmediato. La chatarra no ferrosa se lleva a la zona de almacenamiento.

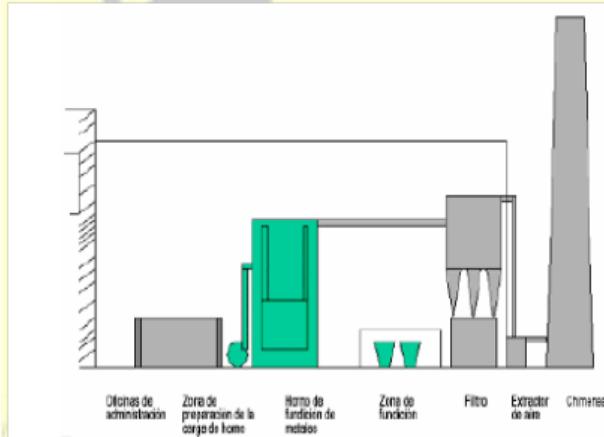
zona aislada, de modo de proteger el piso de todo contacto con la chatarra y de ese modo proteger al medio ambiente, y en un edificio o galpón para proteger del tiempo las existencias cuando sea necesario. El espacio de almacenamiento debe estar equipado con cajones u otros contenedores (por ejemplo tambores vacíos limpios o cajas grandes de cartón). En general la chatarra no ferrosa se vende en forma de trozos pequeños. Deben recogerse y desplazarse los contenedores llenos, aquí o en el espacio de clasificación; por lo tanto los contenedores, por sus dimensiones, deben poder movilizarse en forma manual o mediante máquinas (vehículos de carga frontal).

La zona de clasificación debe cerrarse en forma similar, y su piso debe ser pavimentado. Debe estar equipada con mesas y contenedores. Cuando sea necesario, las piezas de metales no ferrosos se cortan (para cumplir las especificaciones) y clasifican en contenedores, que pueden ser los de transporte final. La clasificación debe estar a cargo de personal capacitado, que sepa distinguir entre diferentes grados de, por ejemplo, aleaciones de cobre (cobre, latón o común) o diferentes grados de acero inoxidable. Esas operaciones son necesarias para cumplir las especificaciones y obtener el más alto precio posible.

Establecimiento de una planta de regeneración



La zona de almacenamiento debe estar en una



En unos pocos casos los procesos hidrometalúrgicos ofrecen alternativas técnicas a la regeneración pirometalúrgica de determinados metales y materiales de alimentación. Por ejemplo, los residuos de recuperadores provenientes de hornos de níquel y cobre pueden lavarse, escurrirse y lixiviarse con una solución de sulfito de sodio a alta temperatura y determinado pH. El sulfito de sodio es extremadamente selectivo a los efectos de la disolución y formación de compuestos del selenio, y todo el selenio metálico libre existente en el material disuelto en la solución del sulfito de sodio forma un compuesto de selenosulfato de sodio soluble. Luego se hierve la solución lixiviada para evaporar el agua en forma de vapor y concentrar la solución. Cuando se alcanza el límite de solubilidad del selenio en la solución del sulfito de sodio, el selenio negro se separa por precipitación, formando una suspensión negra que luego se filtra, de modo de producir un concentrado de selenio que se vende como selenio de grado comercial.

Tras examinar, como primera prioridad, las posibilidades de evitar y reducir al mínimo la formación de desechos, pueden considerarse opciones de recuperación y regeneración. Existen numerosas tecnologías de recuperación y regeneración. Su aplicabilidad dependerá de la forma física del metal y de su composición. Algunas tecnologías son aplicables a desechos metálicos en forma sólida y otras a desechos disueltos en agua y aguas residuales. En el cuadro 2, que aparece más abajo, se indica la gama de métodos de recuperación y su aplicabilidad a los diversos metales. La información que contiene el cuadro es indicativa y no constituye un listado definitivo o exhaustivo de opciones.

Consideraciones ambientales y sanitarias

Método de recuperación	Sb	As	Be	Cd	Cr	Cu	Pb	Hg	Se	Te	Tl	Zn
A partir de desechos en forma												
Lixiviación	x	x		x	x	x		x	x	x	x	x
Desprendimiento				x	x	x	x					x
Fundición	x				x	x	x					x
Volatilización (térmica)	x		x			x	x					x
A partir de desechos en forma												
Adsorción	x	x		x	x	x	x	x				x
Cementación						x						
Precipitación	x		x	x	x	x						x
Concentración					x	x						
Extracción de solventes		x		x	x	x						x

Sb=antimónio, As=Arsénico, Be= Berilio, Cd=Cadmio, Cr=Cromo, Cu= Cobre, Pb= Plomo, Hg= Mercurio, Se=

Selenio, Te=Telurio, Tl= Talio, Zn = Zinc.

riesgos

Desechos y residuos

Al considerar los potenciales efectos de las actividades para el medio ambiente y la salud humana debe definirse la identidad y el destino de todas las emisiones, efluentes y residuos en las plantas de recuperación, reciclado y regeneración. Como ya se señaló en el presente documento, los efectos ambientales y sanitarios de las plantas de recuperación y reciclado son reducidos; los potenciales efectos de una planta de regeneración, como una fundición, son mayores, trátese de regeneración de metal de minerales o de materiales recuperados. La mayor parte de las operaciones de reciclado y fundición disponen de controles y mecanismos de manejo del aire, el agua y los residuos. Los potenciales efectos de una planta de refundición directa, como una fundición o planta de tratamiento, son intermedios. No obstante, también esas plantas deben contar con controles, independientemente de que realicen la fundición de metales vírgenes o recuperados.

Si los residuos sólidos son peligrosos deben manejarse cuidadosamente. No deben dejarse en pilas descubiertas. Los residuos peligrosos deben eliminarse adecuadamente en rellenos sanitarios de paredes recubiertas.

Sistemas de recolección

Todos los aspectos técnicos de los pasos previos al reciclado, de recolección, transporte y almacenamiento, deben enmarcarse en políticas que permitan determinar los participantes y sus cometidos, y establecer incentivos económicos que garanticen su viabilidad a largo plazo. Es preciso que ese marco: i) Reduzca la generación de desechos, ii) Logre la máxima recuperación de desechos en forma económica y ambientalmente adecuada, iii) Amplie el acceso a fuentes de metales internas, iv) Proporcione los medios que hagan ambientalmente racionales y económicamente eficientes las operaciones de reciclado, v) Los siguientes son algunos requisitos importantes para la aplicación de sistemas de recolección, vi) Como premisa básica, la participación de los consumidores es la piedra angular de la ejecución de todos los programas. En consecuencia debe hacerse saber a los consumidores qué me-

tales de desecho son reciclables, así como la ubicación de los centros de recolección, vii) Deben prohibirse los destinos ambientalmente no racionales, viii) Los centros de recolección deben estar provistos de licencia para recoger y almacenar en forma temporal los metales de desecho, debiendo disponer de apropiados lugares de almacenamiento compatibles con las presentes lineamientos técnicas, ix) Las fundiciones deberán obtener licencia y adoptar las mejores tecnologías disponibles antes de instalarse, o modificar sus procesos y/o prácticas operacionales para alcanzar altos niveles de protección ambiental. También se recomienda un control permanente de las emisiones.

PREVENCIÓN DE DESECHOS Y PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA

En el presente apartado se trata las operaciones de recuperación, reciclado y regeneración, que reducen al mínimo el volumen de desechos destinados a eliminación final y por lo tanto contribuyen a una producción más limpia.

El orden generalmente aceptado para el manejo de desechos comienza con la preventión y reducción al mínimo de los desechos y llega a la recuperación material, el tratamiento y la eliminación final de los desechos. Como es natural, los procesos de recuperación, reciclado y regeneración están orientados a prevenir la generación de desechos para aumentar al máximo la producción de productos. Los operadores deben tener en cuenta este hecho y examinar sus procesos para reducir al mínimo los residuos y otros desechos. No siempre es posible o económico reducir al mínimo los "desechos" provenientes de la producción, primaria o secundaria, de metales no ferrosos. Tampoco es esa siempre la decisión ambiental óptima: Los desechos de chatarra, como sus minerales primarios, se dan generalmente en forma de mezclas, y deben procesarse en una secuencia de pasos tendientes a producir "nuevos" metales o aleaciones que reingresen en el comercio. El residuo de una etapa de procesamiento es el insumo para la etapa siguiente.

El término "producción más limpia" se refiere a una estrategia continua, integrada y preventiva que se aplica a productos, consumo y procesos para reducir

preventiva que se aplica a productos, consumo y procesos para reducir el riesgo para los seres humanos y el medio ambiente. Comprende, en especial, la noción de que se debe tratar de modificar el proceso de producción de modo de evitar o reducir al mínimo la generación de desechos. Esto da lugar a varias opciones: si bien la solución ideal puede consistir en introducir nueva tecnología y nuevos métodos que reduzcan radicalmente o eviten por completo la generación de metales de desecho y compuestos metálicos, a corto plazo sólo será posible introducir ciertos cambios, la aplicación de algunos de los cuales puede llevar años. No obstante, a través de una cuidadosa atención de los detalles, inclusive de procesos firmemente establecidos, pueden identificarse medidas relativamente simples tendientes a reducir al mínimo los desechos: modificando las condiciones operacionales puede reducirse la cantidad o mejorarse la calidad de los desechos que contienen metales, y la separación de las corrientes de desechos puede hacerlos recuperables en casos en que mezclados no lo fueran.

Se logran mejoras en materia de reciclado, recuperación y regeneración cuando se dan a conocer las especificaciones a las plantas manufactureras y otros productores de insumos secundarios. Si un productor de un residuo recuperable o regenerable se preocupa de cumplir las especificaciones de los compradores el residuo será mejor utilizado. No obstante, el reciclado no es siempre la opción óptima para determinada corriente de desechos, ya que, en todos los casos es preferible evitar la formación de desechos peligrosos, y en algunos casos el almacenamiento es preferible al reciclado. A este respecto se ha expresado la opinión de que se requiere un esfuerzo mundial, en diversos frentes, para ir eliminando la producción y el uso de metales tóxicos, como arsénico, berilio, cadmio, plomo y mercurio, lo que naturalmente determinaría la reducción de los desechos de esos elementos tóxicos. A través de esa labor se procuraría eliminar metales tóxicos de baterías, soldadoras, termómetros, barómetros, pinturas, etc., pero necesariamente se plantearía la pregunta decisiva de si esos metales deben reciclarse o más bien excluirse todo uso de los mismos, y por lo tanto el reciclado.

Los restos de productos domésticos que contienen ingredientes corrosivos, tóxicos, inflamables o reactivos se consideran "desechos domésticos peligrosos". Los productos como pinturas, limpiadores, aceites, baterías y pesticidas, los cuales contienen ingredientes potencialmente peligrosos,

requieren un cuidado especial al deshacerse de ellos.

Algunas formas inadecuadas de deshacerse de desechos domésticos peligrosos incluyen arrojarlos por el desagüe, en la tierra, en alcantarillados, o en algunos casos, depositarlos en la basura. Los peligros de estos métodos de desecho no pueden ser obvios inmediatamente pero pueden conducir a la contaminación del medioambiente y constituyen una amenaza para la salud humana.

OPCIONES PARA DESECHAR, REUTILIZAR, RECICLAR Y REDUCIR DESECHOS DOMÉSTICOS PELIGROSOS

La siguiente información puede ayudar a determinar cuales son las mejores maneras de reducir, reutilizar o desechar productos domésticos de uso habitual que pueden contener ingredientes peligrosos.

Desechos domésticos peligrosos

Reducción en casa: Considere reducir la compra de productos que contengan ingredientes peligrosos. Aprenda sobre el uso de métodos o productos alternativos -sin ingredientes peligrosos- para satisfacer algunas necesidades domésticas.

Opciones para el desecho de productos domésticos peligrosos

Ciertos tipos de productos domésticos peligrosos, si son arrojados por desagües o por el inodoro, tienen potencial para causar lesiones físicas al personal de limpieza y saneamiento, así como para contaminar fosas sépticas o sistemas de tratamiento de aguas residuales. También representan un peligro para niños y animales domésticos si no se almacenan debidamente en la casa.

Oportunidades

Para evitar riesgos potenciales asociados con residuos domésticos peligrosos, es importante mantener siempre en casa un control del uso, almacenaje y desecho de productos que contengan sustancias potencialmente peligrosas. A continuación se presentan algunas recomendaciones que pueden seguirse en una casa: i) Usar y almacenar cuidadosamente los productos que contengan sustancias peligrosas para evitar cualquier tipo de accidente en el hogar. Nunca debe guardar productos peligrosos en contenedores de comida o en envases de bebida; manténgalos en su envase original y nunca quite las etiquetas. Sin embargo, los contenedores que pue-

dan llegar a corroerse requieren un trato especial; ii) Cuando queden sobrantes de un producto doméstico peligroso, no los mezcle con otros productos. Ciertos productos incompatibles pueden sufrir una reacción a la mezcla, incendiarse, explotar o pueden convertirse en productos no reciclables; iii) Recuerde seguir las instrucciones de uso y desecho adecuado indicados en la etiqueta del producto.

REFERENCIAS

1. Guía para la Gestión Integral de Residuos Peligrosos – Fundamentos, Tomo I. Centro Coordinador del Convenio de Basilea para América Latina y el Caribe. Javier Martínez. Uruguay. 2005.
2. Actualización de las directrices técnicas generales para el manejo ambientalmente racional de desechos consistentes en contaminantes orgánicos persistentes, que los contengan o estén contaminados con ellos (COP). Convenio de Basilea. Sf.
3. Directrices técnicas para el manejo ambientalmente racional de los desechos que contengan dibenzoparafidinas policloradas (PCDD), dibenzofuranos policlorados (PCDF), hexaclorobenceno (HCB) o bifenilos policlorados (PCB) producidos de forma no intencional, o que estén contaminados con ellos. Convenio de Basilea. Sf.
4. Proyecto de directrices técnicas para el reciclado/regeneración ambientalmente racional de metales y compuestos metálicos (R4). Convenio de Basilea. 2004.
5. Examen de la aplicación del Convenio de Basilea. Asuntos Técnicos: Preparación de las directrices técnicas. Directrices técnicas para la identificación y el manejo ambientalmente racional de los desechos plásticos y para su eliminación. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. 2002.
6. Directrices técnicas para la manejo ambientalmente racional de desechos consistentes en 1,1,1-tricloro-2,2- bis(4-clorofenil)etano (DDT), que lo contengan o estén contaminados con él. Convenio de Basilea. Sf.

Directrices técnicas para el manejo ambientalmente racional de los acumuladores de plomo de desecho. Convenio de Basilea. 2003.

Listado de sustancias peligrosas de Naciones Unidas. Sf.
Manual Técnico de Criterios de Clasifi-

- 7. Directrices técnicas para el manejo ambientalmente racional de los acumuladores de plomo de desecho. Convenio de Basilea. 2003.
- 8. Listado de sustancias peligrosas de Naciones Unidas. Sf.
- 9. Manual Técnico de Criterios de Clasificación y Compatibilidad de las Sustancias Peligrosas para su Almacenamiento Seguro. MARN. 2006.
- 10. Manual de Sustancias de Mayor Peligrosidad. MARN. Sf.
- 11. NIOSH Pocket Guide to Chemical Hazards Department of Health and Human Services Centers for Disease Control and Prevention National Institute for Occupational Safety and Health September 2005.
- 12. Criterios de Peligrosidad para Identificar Sustancias Peligrosas conforme a la Ley del Medio Ambiente y El Reglamento Especial en Materia de Sustancias, Residuos y Desechos Peligrosos. MARN. Sf.
- 13. Perfil Nacional Sobre la Gestión de Sustancias Químicas. El Salvador. MARN. 2005.
- 14. Guía Técnica para la Preparación del Estudio de Riesgos y el Plan de Contingencias para el Almacenamiento de Materiales Peligrosos. MARN.2006.
- 15. Norma Oficial Mexicana, NOM-054-SEMARNAT-1993.



**PROTEGE LOS BOSQUES
SON EL PARAGUAS CLIMÁTICO
DE NUESTRO PLANETA**



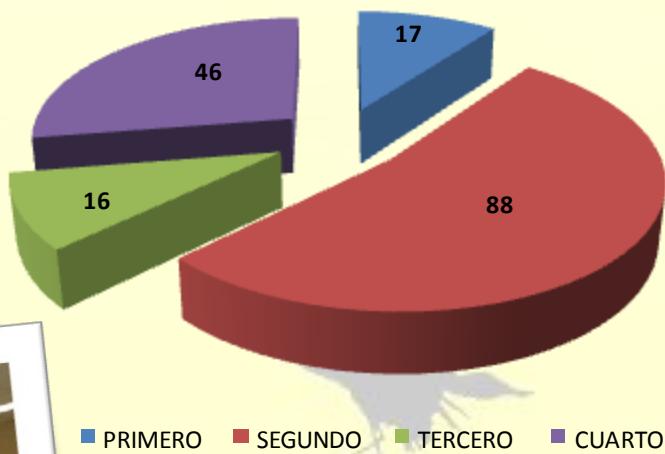
www.panda.org/forests

ACTIVIDADES DE LA UNIDAD DE MEDIO AMBIENTE DURANTE EL 2015



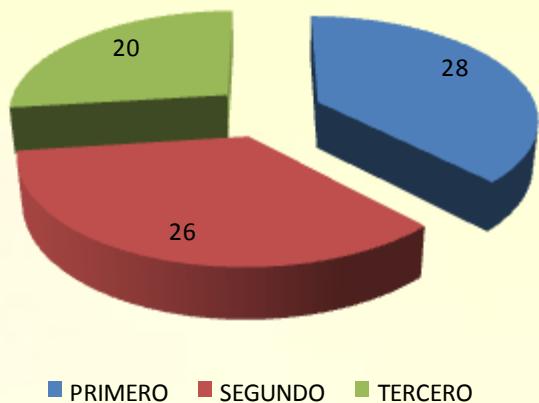
Programa de formación dirigido a la población en el tema del acceso a la justicia ambiental:

Personas Capacitadas



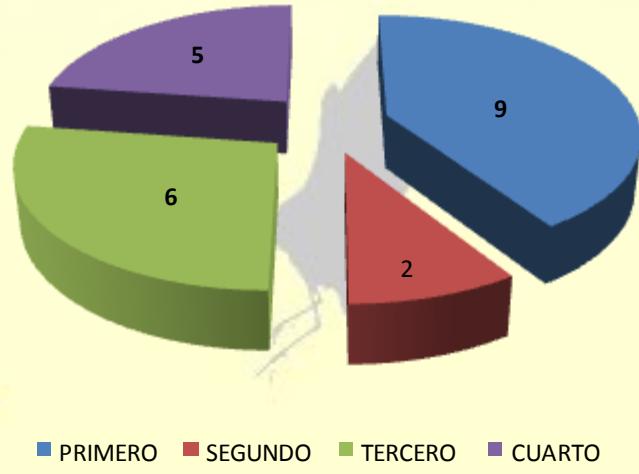
**Programa de Capacitación en
materia ambiental en
coordinación con la
Unidad Técnica Central**

Empleados capacitados



**Asesorías técnico/jurídicas
en
Derecho Ambiental**

Asesorías realizadas



Programa de Educación Ambiental a niños y niñas de los CDI de Santa Ana y San Miguel:

CDI	NIÑOS	NIÑAS	TOTAL
CDI SANTA ANA	4	3	7
CDI SAN MIGUEL	9	7	16

Seguimiento del Proyecto de Limpieza y Reforestación en coordinación con el Juzgado 2º de Vigilancia Penitenciaria y el DEPLA.

TRIMESTRE	JORNADAS SUPERVISADAS
PRIMERO	48
SEGUNDO	54
TERCERO	53
CUARTO	33
TOTAL	188

Seguimiento del Programa de Buenas Prácticas Ambientales



TRIMESTRE	LIBRAS DE PAPEL RECICLADO
PRIMERO	1,440
SEGUNDO	1,979
TERCERO	0
CUARTO	4,320
TOTAL	7,739

Seguimiento de la ejecución del Manual de Gestión de Desechos Electrónicos y Eléctricos



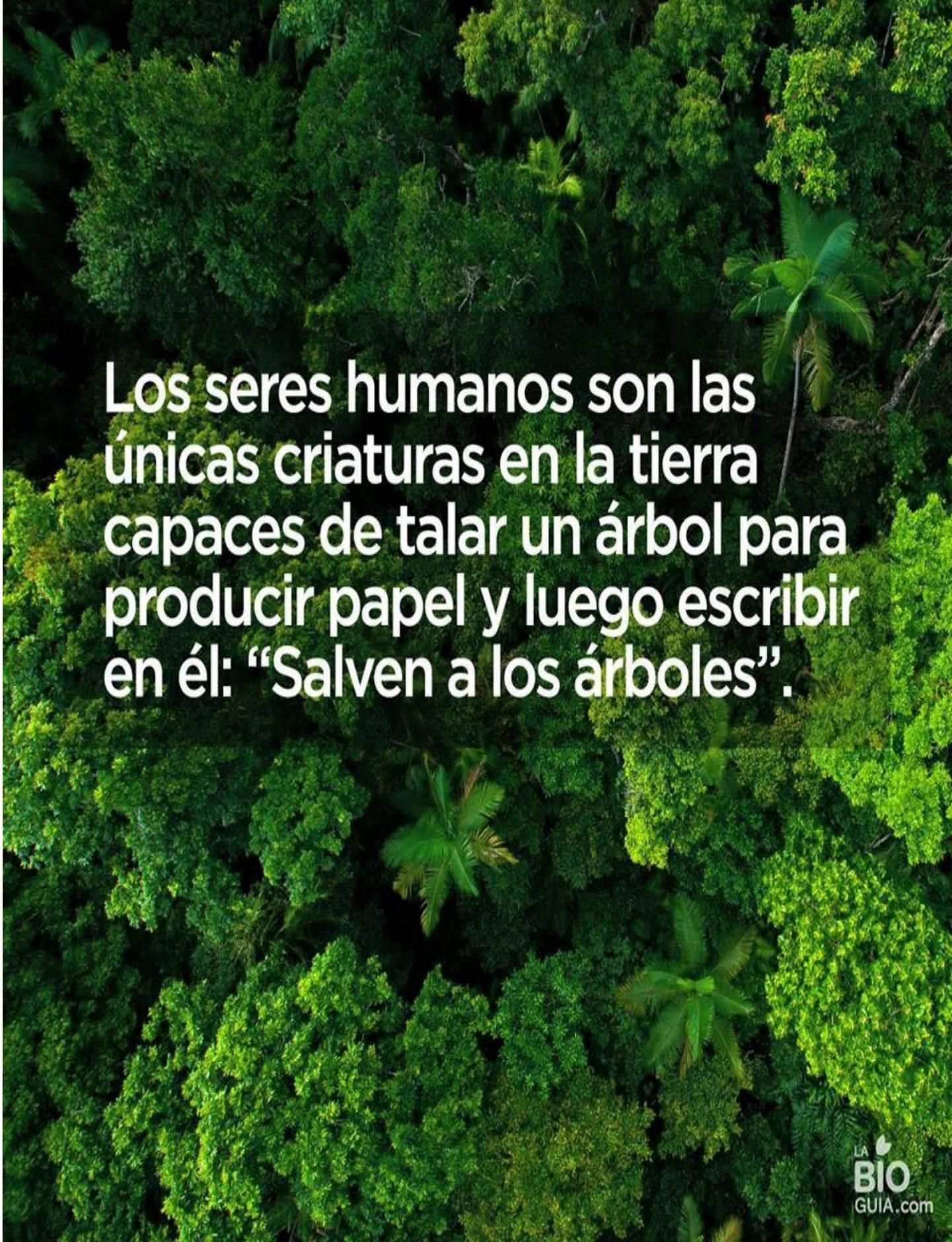
TRIMESTRE	DESECHOS RECICLADOS
PRIMERO	9
SEGUNDO	45
TERCERO	20
CUARTO	79
TOTAL	153



Realizar la Divulgación de los Tribunales Ambientales.

TRIMESTRE	PERSONAS ATENDIDAS
PRIMERO	--
SEGUNDO	34
TERCERO	85
CUARTO	96
TOTAL	215





Los seres humanos son las únicas criaturas en la tierra capaces de talar un árbol para producir papel y luego escribir en él: “Salven a los árboles”.