

# Manual de buenas prácticas en el manejo de llantas de desecho en Centros de Acopio

**Proyecto: Fortalecimiento de capacidades regionales en el manejo de llantas desechadas**

SEPTIEMBRE 2013



***MANUAL DE BUENAS PRÁCTICAS EN EL MANEJO  
DE LLANTAS DE DESECHO EN CENTROS DE ACOPIO***

**COMISIÓN DE COOPERACIÓN ECOLÓGICA FRONTERIZA  
PROGRAMA FRONTERA 2012-2020**

**DIRECCIÓN**

**Lic. Norma Angélica Rangel Sevilla**

**COORDINACIÓN**

**Ing. Abraham Álvarez Barajas**

**INVESTIGACIÓN**

**MC. Daniela Xulú Martínez Vargas**

**Septiembre 2013**



# Prólogo

---

El almacenamiento inadecuado de las llantas de desecho provoca riesgos asociados a la salud y al medio ambiente; como consecuencia de la proliferación de insectos y roedores, incendios incontrolables que expiden gases tóxicos, el riesgo de derrumbe de grandes pilas de llantas, así como el deterioro del entorno y la contaminación visual.

La propuesta de este manual es convertir la manera tradicional de almacenar las llantas en torres y lotes; en uno más seguro, compacto y funcional, a través la implementación de buenas prácticas dirigidas a los centros de acopio.

Este manual ayudara a:

1. facilitar el manejo de llantas,
2. estandarizar los procedimientos, y
3. contar con un antecedente de buenas prácticas en centros de acopio.

Se enlista una serie de instrucciones y recomendaciones que mantendrán la correcta operación de los centros de acopio de llantas de desecho, y los harán más eficientes. Conforme se avance en la curva de aprendizaje este manual puede irse mejorando y enriqueciendo con las vivencias de los involucrados.

Este documento forma parte del Proyecto: Fortalecimiento de las capacidades regionales en el manejo de llantas desechadas y está dirigido a 12 centros de acopio autorizados en la Región Fronteriza de Nuevo León, Coahuila, Chihuahua y Texas. Sin embargo, puede ser utilizado como guía para cualquier municipio o ciudad que así lo desee.



## CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	1
OBJETIVOS .....	1
1. Definiciones técnicas .....	2
2. Manejo de llantas .....	3
Etapa 1: Control de recepción .....	3
Etapa 2: Acomodo .....	5
Etapa 3: Almacenamiento.....	5
1. Almacenamiento Cerrado.....	5
2. Almacenamiento Abierto.....	8
Etapa 4. Procesamiento y Reducción .....	11
1. Reducción en Tres partes.....	12
<i>El equipo mínimo necesario para el corte:</i> .....	17
2. Triturado.....	17
3. Empacado .....	19
Etapa 5. Traslado a Destino Final. ....	19
3. Infraestructura .....	20
3.1 Aspectos Generales .....	20
3.2 Plano de Instalaciones.....	21
3.3 Medidas de seguridad .....	22
1. Equipo de protección personal.....	22
2. Equipo contra incendio y explosión.....	23
4. Protección del medio ambiente.....	25
4.1 Sanidad, control de plagas y malezas. ....	25
4.2 Control de Plagas .....	26
5. Formatos .....	27
Formato de recepción.....	27
Bitácora de almacenamiento .....	28
Formato de salida .....	29
Índice de Diagramas.....	30
Índice de Figuras .....	30
Índice de Fotografías.....	30
Índice de Tablas .....	31
Referencias.....	31

## INTRODUCCIÓN

Este Manual integra algunos de los temas, información y conceptos de documentos y guías existentes para la frontera, realizados por la Agencia de Protección al Ambiente de los Estados Unidos (EPA por sus siglas en inglés), la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), la Comisión de Calidad Ambiental de Texas (TCEQ por sus siglas en inglés), respecto a la forma de almacenar las llantas en los centros de acopio.

Adicionalmente propone los mejores tratamientos de acuerdo a la situación actual que guardan las localidades fronterizas, sobre todo las de menor tamaño.

Propone los tres procesos de tratamiento posibles que son: cortado, triturado y empacado; recomendando ampliamente el primero por barato y efectivo para reducir los riesgos y costos. Así mismo presentan las medidas de seguridad y control de vectores que se pueden aplicar para prevenir y controlar contingencias.

Ofrece posibles opciones en el mercado actual y local de maquinaria solo para ilustrar las posibilidades de equipo para reducción.

Propone el uso de cajas de tráiler, cerrado; práctica que ya se realiza en algunas localidades para almacenar las llantas cuando son pocas cantidades.

La eficiencia de este almacenamiento se incrementa en un 70%, si las llantas se cortan. Se hace referencia al almacenamiento tradicional de llantas apiladas en grandes lotes.

Plantea diversos documentos que pueden ser útiles: un manifiesto basado en el modelo de la TCEQ, un modelo de bitácora, el cual surge como lista de verificación de aspectos importantes para entender el manejo de llantas en la localidad.

## OBJETIVOS

1. Estandarizar las condiciones físicas y de operación de un centro de acopio y almacenamiento de llantas de desecho., para facilitar el manejo.
2. Estandarizar procedimientos y otorgar lineamientos para un centro de acopio seguro y eficiente.
3. Proporcionar ejemplos de buenas prácticas como el que cortar las llantas en tres partes es viable y efectivo.

## 1. Definiciones técnicas

- ⤴ Composición: las llantas contienen una gran cantidad de productos que le dan sus características indestructibles. En términos generales una llanta contiene un 70% de caucho, 20% de acero, 7% de nylon y 3% de otros microcomponentes, antioxidantes, pigmentos y rellenos.
- ⤴ Caucho: es el caucho artificial que se obtiene en su mayoría del petróleo bruto. Hasta ahora el más empleado es el SBR (Styrene Butadene Rubber) o “Bruna S” a base de estireno y butadieno.
- ⤴ Textil: son las bandas e hilos que se encuentran dentro de la llanta. Están fabricados con nylon 6, un material elástico y resistente.
- ⤴ Acero: este material se encuentra en los aros de refuerzo y en un tejido de alambres en el piso de la llanta. Alambre de acero conocido como “armónico”, le da propiedades de flexibilidad y resistencia.
- ⤴ Pigmentos: óxido de zinc y titanio, negro de humo y otros.
- ⤴ Antioxidantes y rellenos: ácidos grasos, sílice y otros materiales inertes.

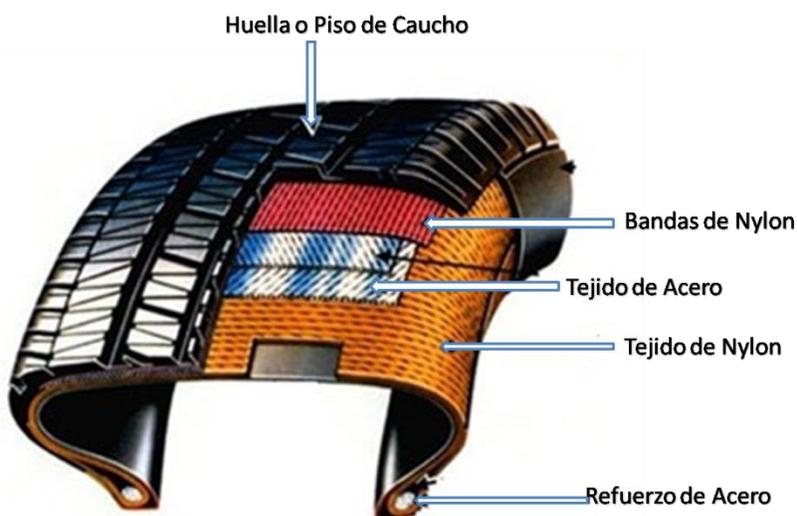


Figura 1: Componentes de la llanta.

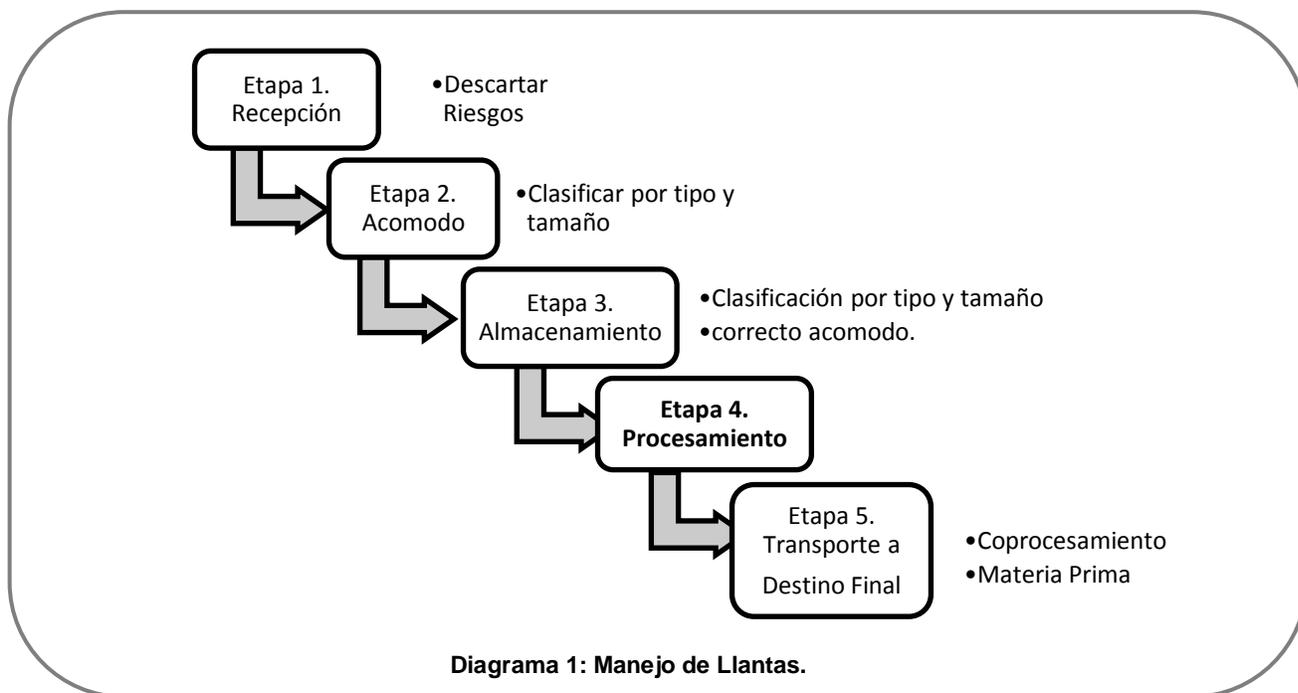
## 2. Manejo de llantas

El manejo de las llantas de desecho y las actividades del centro de acopio pueden ser cubiertos por 3 personas mínimo:

1. Un supervisor que revise, llene formatos y descripciones, autorice el correcto acomodo de las llantas, lleve el control del Inventario, un registro de entradas y salidas de material. Además,
2. Dos operadores que realicen el trabajo de reducción, acomodo y almacenamiento.

Todo el Personal debe ser capacitado previamente de acuerdo al trabajo que desempeñarán dentro del centro de acopio. La capacitación puede llevarse a cabo en forma de taller.

Las actividades generales en el centro de acopio realizadas por el personal son:



### Etapa 1: Control de recepción

En el diagrama 2, se presentan los 5 pasos para el control de la recepción de las llantas de desecho en el centro de acopio.

Antes de ingresar las llantas de desecho al centro de acopio:

**Paso 1.-** Revisar que las llantas vengan limpias y no estén mezcladas con otros residuos. Cada pieza debe estar seca y no contener agua en su interior. El agua encharcada puede generar malos olores en nuestros centros de acopio y ser foco de reproducción del mosquito transmisor del dengue, entre otros.

**Paso 2.-** Registrar para el inventario cuantas llantas, de qué tipo y en qué condiciones se reciben.

**Paso 3.-** Bajar y acomodar. Si cumple los requisitos anteriores, procedemos a bajarlas y acomodarlas o trasladarlas directamente almacenamiento final o al área de procesamiento.

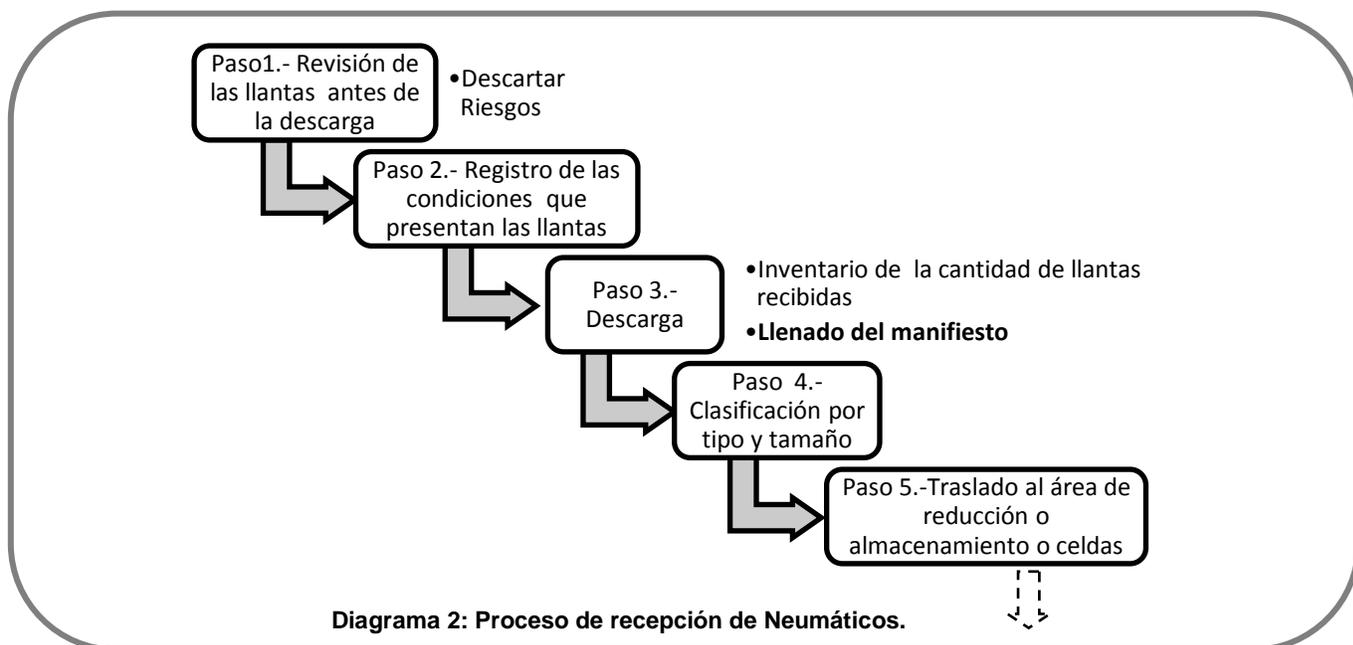
**Paso 4.-** Inicia con el llenado del manifiesto de recepción, con la siguiente información:

- ✓ lugar de origen de las llantas
- ✓ cantidad de llantas que se reciben
- ✓ fecha
- ✓ referencia del nombre de quien entrega
- ✓ el nombre de la persona quien recibe
- ✓ tipos de llanta que se reciben
- ✓ en su caso, el registro del pago por recepción.

**Paso 5.-** Dar acceso al centro de acopio a quien las transporta. Una vez que fueron aceptadas pueden canalizarse a la siguiente área en el proceso.

En el centro de acopio se pueden recibir diferentes llantas, es importante clasificarlas según tamaño y tipo para realizar el inventario (Paso 3):

- Automóvil (Rin 13 a R-17).
- Vehículos de carga ligera (Rin-18 a R-22.5).
- Tracto camión (Rin-22.5 o más).
- Uso especial (montacargas, agrícolas, aviones).



## Etapa 2: Acomodo

Durante la descarga de las llantas se van verificando sus condiciones; aquellas que requieren limpieza o secado se separan. El resto se van acomodando de acuerdo al tamaño. El acomodo de las llantas se refiere a la forma en que se sacan del vehículo recolector y se colocan en el suelo en tanto se llevan al lugar definitivo de almacenamiento o procesamiento, o al transporte hacia la disposición final.



Fotografía 1: Acomodo de Llantas.

Es importante que las llantas se acomoden con orden y por tamaño a fin de facilitar las maniobras con los equipos montacargas o manualmente.

## Etapa 3: Almacenamiento

El almacenamiento de llantas de desecho en el centro de acopio más apropiado estará en función al número de llantas que se reciben mensualmente.

En este Manual se presentan tres formas de almacenar las llantas, ya sean completas o procesadas: Almacenamiento cerrado en contenedores, almacenamiento cerrado en bodegas y almacenamiento abierto.

Para ello, tomamos como referencia: las buenas prácticas encontradas en el proyecto de Fortalecimiento de las capacidades regionales en el manejo de llantas de desechos, y la Guía para Centros de acopio de llantas de desecho de la SEMARNAT y EPA; adoptando el término de *Estación de Transferencia y Acopio* (ETA) como las recomendaciones para la construcción, equipo, herramientas y todo lo relacionado al buen funcionamiento de un centro de acopio.

La clasificación del almacenamiento a continuación, se hace para facilitar la asignación de la infraestructura necesaria en cada ciudad o municipio, cada cual podrá seleccionar la opción de almacenamiento y procesamiento que mejor le convenga o combinar opciones.

### 1. Almacenamiento Cerrado

Este sistema se recomienda para almacenamientos menores a 10,000 llantas como inventario fijo, ya sean completas o partidas. El almacén debe apegarse a una revisión rutinaria cada 15 días, aún y cuando no se hayan recibido llantas en este periodo.

Los sitios cerrados pueden ser naves o bodegas y contendores.

### 1.1 Almacenadas en contendores

Cuando la cantidad de llantas recibida mensualmente es menor a 500 piezas completas o 2,000 cortadas en tres partes, se considera viable el uso de *haulers*, remolques, cajas de tráiler o contendores cerrados. Este tipo de almacenaje ofrece ventajas sustanciales y ahorros considerables.

Se recomienda usar contendores cerrados que ya cuenten con su propio sistema de ventilación.

Ventajas de almacenar en contendores:

- El espacio libre y organizado en todo el predio.
- Las llantas no están expuestas a la intemperie, malezas o plagas.
- El contenedor es movable, cuando se llena se reemplaza por uno vacío.
- Los accesos están controlados por candado.
- Es modular y expandible, si se reciben más llantas simplemente se instala otro contenedor.
- Las llantas no están a la vista ni expuestas a personas ajenas.
- Se reduce considerablemente el riesgo por incendio.
- Se reduce totalmente el riesgo de generación de vectores y fauna nociva.



Fotografía 2: Contenedores y Transporte.

En la Tabla # 1, se presentan los parámetros de la ecuación, donde se calcula la capacidad de contendores considerando llantas completas y llantas cortadas en tres partes. Para este ejemplo se tomaron de referencia las llantas rin 13 de automóvil y las llantas rin 22.5 de camiones.

Primero se tomaron medidas las de diámetro, circunferencia, ancho y grosor de cada pieza y tipo. La ecuación 1, estima el volumen ocupado por la *llanta entera*, los parámetros y valores de la ecuación 1 y 2 se presentan en la Tabla # 1.

Ecuación 1

$$V_{en} = \pi * \left(\frac{d}{2}\right)^2 * a$$

La ecuación 2 calcula el volumen de *llanta cortada*:

$$\text{Ecuación 2} \quad V_{co} = 2 \left[ \pi * \left( \frac{d}{2} \right)^2 * g \right] + [c * a * g]$$

Donde se toman en cuenta 2 caras y un piso de llanta por pieza. Para efectos prácticos se tomó el grosor de la llanta igual en todas sus partes (caras y pisos).

Para evitar los excesos de apilamiento y liberar pasillos de maniobras se consideró solamente un 60% del volumen útil del contenedor. Las ecuaciones 3 y 4, muestran la relación el volumen de llantas enteras ( $C_{en}$ ) y cortadas ( $C_{co}$ ) y del contenedor respectivo.

$$\text{Ecuación 3} \quad \text{Llantas enteras por Contenedor } C_{en} = 0.6 * V_C / V_{en}$$

$$\text{Ecuación 4} \quad \text{Llantas cortadas por Contenedor } C_{co} = 0.6 * V_C / V_{co}$$

Aquí se puede apreciar que el corte de la llanta reduce considerablemente su volumen y por tanto, el volumen ocupado en el contenedor.

**Tabla 1: Comparativo de capacidades de llantas cortadas y enteras R 13.**

Llantas de Carro R 13										
Medida	Circ. (c)	$\pi$	Ancho (a)	Grosor (g)	Vol. ( $V_{en}$ )	Vol. ( $V_{co}$ )	Vol. ( $V_C$ )	Vol. Útil	$C_{co}$	$C_{en}$
<b>40 pies</b>	1.88	3.1416	0.165	0.0254	0.0467	0.0151	67.7	0.6	<b>2,693</b>	870
<b>20 pies</b>	1.88	3.1416	0.165	0.0254	0.0467	0.0151	33.3	0.6	<b>1,324</b>	428

**Tabla 2: Comparativo de capacidades de llantas cortadas y enteras R 22.5**

Llantas de tráiler R 22.5										
Medida	Circ. (c)	$\pi$	Ancho (a)	Grosor (g)	Vol. ( $V_{en}$ )	Vol. ( $V_{co}$ )	Vol. ( $V_C$ )	Vol. Útil	$C_{co}$	$C_{en}$
<b>40 pies</b>	3.14	3.1416	0.295	0.0508	0.2317	0.087	67.7	0.6	<b>467</b>	175
<b>20 pies</b>	3.14	3.1416	0.295	0.0508	0.2317	0.087	33.3	0.6	<b>229</b>	86



**Fotografía 3: Contenedor con llantas enteras.**

### 1.2 Almacenamiento en naves o bodegas

El almacenamiento cerrado debe seguir las siguientes recomendaciones:

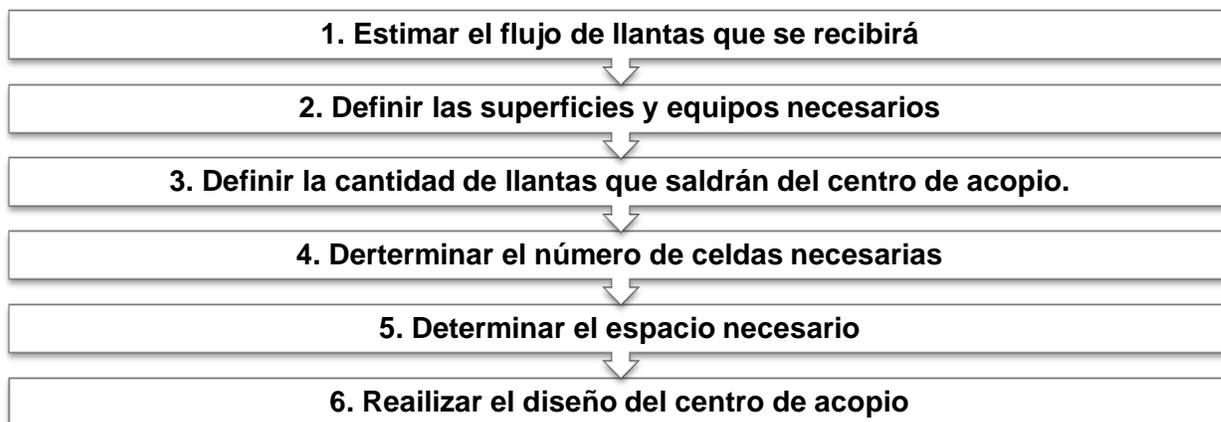
- ✓ Tener buena ventilación, temperatura templada y estar seco.
- ✓ Estar alejadas de cualquier sustancia química, disolvente o hidrocarburo susceptible de a generar la posibilidad de incendio.
- ✓ Mantener lejos cualquier objeto que pudiera penetrar en el caucho (puntas o salientes de metal, madera, etc.
- ✓ Evitar el apilamiento excesivo, para prevenir el desplome accidental del material.
- ✓ Colocar sobre estibas para evitar el contacto con el suelo y prevenir la humedad.
- ✓ Almacenar lejos de fuentes de calor y de equipos que puedan provocar chispas o descargas eléctricas (cargador de batería, aparatos de soldar, motores eléctricos), ya que supone un alto riesgo de incendio.
- ✓ Almacenar las llantas fuera de las superficies que absorben calor como el asfalto.



Fotografía 4.- Almacenamiento en nave cerrados

### 2. Almacenamiento Abierto

En el Diagrama # 3 se presentan los pasos para centros de acopio de grandes volúmenes, este almacenamiento se recomienda cuando existan más de 10,000 llantas en inventario.



**Diagrama 3: Como proyectar un centro de acopio.**

La Tabla # 3 presenta las estimaciones para tres áreas con las ecuaciones 1, 2, 3 y 4 para las superficies necesarias para instalar el centro de acopio.

**Tabla 3: Superficies sugeridas de centros de acopio.**

ESTACIÓN DE TRANSFERENCIA Y ACOPIO – No. De LLANTAS	A 100,000	B 50,000	C 10,000
UNIDAD DE MEDIDA	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>
ÁREA TOTAL	7,000 m <sup>2</sup>	3,650 m <sup>2</sup>	900 m <sup>2</sup>
ÁREA UNITARIA/CELDA	350 m <sup>2</sup> /Celda	365 m <sup>2</sup> /Celda	450 m <sup>2</sup> /Celda
CAPACIDAD INSTALADA	14 Llantas/ m <sup>2</sup>	13 Llantas/ m <sup>2</sup>	11 Llantas/ m <sup>2</sup>

**Tabla 4: Capacidad de almacenamiento de la ETA y cantidad de celdas de almacenamiento de llantas usadas, de acuerdo a diferentes diámetros y anchos de rodamiento.**

Estación de Transferencia. y Acopio	A		B		C	
	100,000		50,000		10,000	
CAPACIDAD DE LA ETA						
TIPO DE RIN	No. DE CELDAS	CANTIDAD DE LLANTAS/ CELDAS	No. DE CELDAS	CANTIDAD DE LLANTAS/ CELDAS	No. DE CELDAS	CANTIDAD DE LLANTAS/ CELDAS
13, 14 y 15	10	6,200	4	6,200	1	6,200
16 y 17	4	4,370	3	4,370	0.35	1,530
Camioneta R15, 16	5	4,020	2.5	4,020	.50	2,010
Camiones y Otros	1	1,580	0.5	790	0.15	240
<b>Total Celdas</b>	<b>20</b>	<b>101,160*</b>	<b>10</b>	<b>48,355*</b>	<b>2</b>	<b>9,980</b>

\* Cantidades aproximadas; ETA: Estación de Transferencia y Acopio

En las figuras 2, 3 y 4, se presenta la descripción de la manera en que deben arreglarse los pasillos entre las celdas, dato que se complementa con la Tabla # 5.

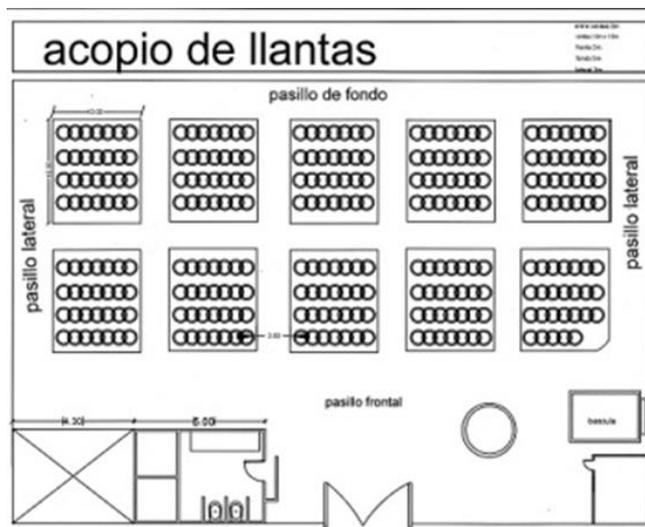


Figura 2: Diseño de áreas.

**Acomodo de las llantas en cada celda**

En centros de alto flujo se define *la Celda*, como la unidad de llantas acumuladas en un volumen de terreno determinado. En cada celda, de acuerdo a la cantidad de llantas, estas se estiban formando una pirámide, según los tamaños. Con este acomodo se evitaran los derrumbes accidentales.

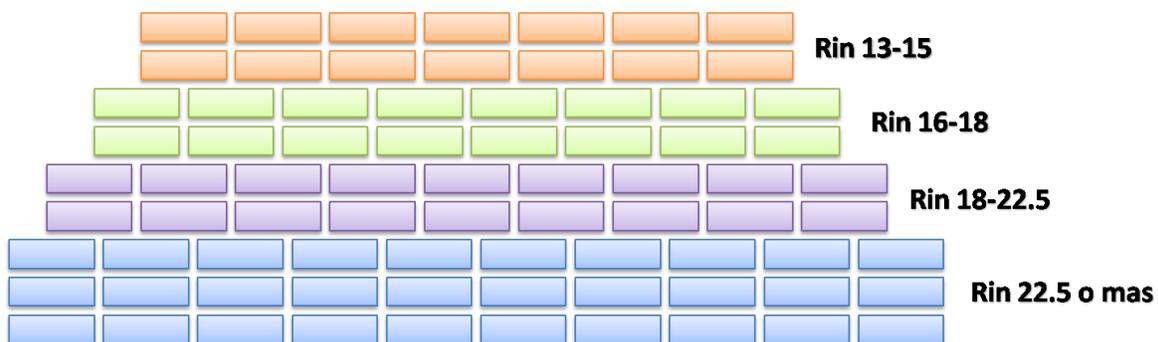


Figura 3: Acomodo de llantas según tamaño.

Además de la capacidad de la celda, es importante considerar el espacio que se usara para la separación entre ellas. Este pasillo cumple con varias funciones. Entre ellas están el evitar la propagación de un incendio accidental, dar acceso a vehículos y unidades de emergencia, y facilitar el manejo de las celdas.

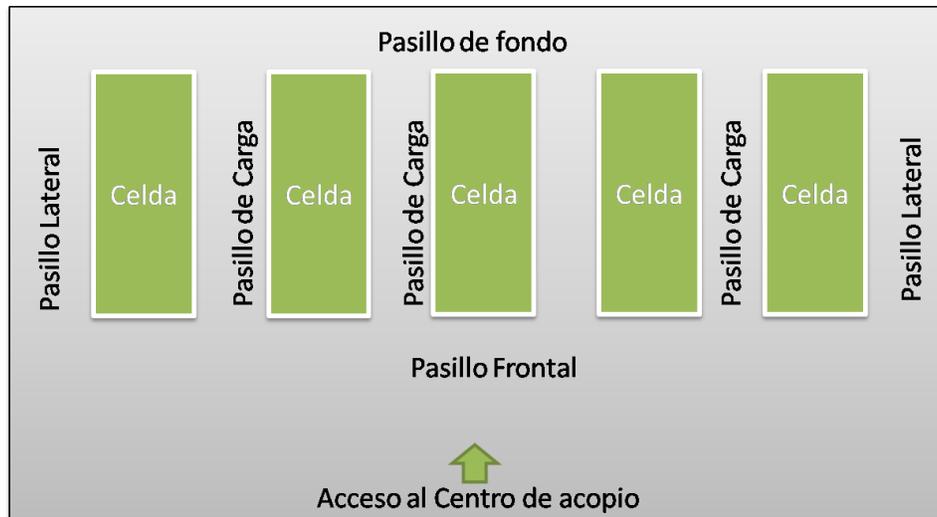


Figura 4: Distribución de pasillos.

En las Tablas 4 y 5 se presentan las medidas sugeridas por la SEMARNAT para el acomodo del acopio en celda.

Tabla 5: Espacio entre pasillos.

CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO PARA LLANTAS	10,000 piezas	50,000 y 100,000 piezas.
<b>CELDAS</b>	<b>13 m. x 15 m.</b>	
PASILLO DE:		
<b>FRENTE</b>	5 m.	<b>3 m.</b>
<b>FONDO</b>	5 m.	<b>3 m.</b>
<b>LATERAL</b>	3 m.	<b>3 m.</b>
<b>CARGA</b>	4 m.	<b>4 m.</b>
<b>ENTRE CELDAS</b>	<b>0 m.</b>	<b>3 m.</b>

#### Etapa 4. Procesamiento y Reducción

En este Manual se expone como forma viable el corte de las llantas en tres partes, porque permite disminuir el volumen ocupado por ellas hasta en 7 veces.

La reducción por cualquiera de sus formas, elimina las áreas de acumulación de agua que permiten la formación de larvas de mosquitos, reduce el riesgo por incendio, facilita el manejo y abarata costos de transporte y disposición final. El material resultante puede tener diversos usos. Cabe recordar que las llantas desecho también se pueden triturar o empacar.

### 1. Reducción en tres partes.

La llanta se puede seccionar en tres partes: es útil sobre todo si las llantas de desecho se van a almacenar por largo tiempo. Se pueden cortar con máquina o con herramienta manual. La reducción en tres partes es un procedimiento sencillo y barato que permite:

- ✓ Disminuir los riesgos,
- ✓ Reducir el espacio de almacenamiento
- ✓ Reducir los costos de transporte.
- ✓ El material puede ser reprocesado o reutilizado como materia prima o en obra pública

Partes a cortar

*Piso:* es la parte donde rueda la llanta y tiene la huella de rodamiento.



Fotografía 5: Huella o Piso cortado.

*Cara:* son los dos costados de la llanta donde se hace la descripción de la llanta, por ejemplo. La marca, el tipo de llanta, el ancho, diámetro, presión máxima, etc.



Fotografía 6: Cara o costado.

*Ceja:* es donde se encuentra el refuerzo de acero circular al centro de la llanta.



Fotografía 7: Aros de acero

### **Proceso de Corte en la máquina**

A continuación, se describe el proceso y se muestran las fotografías de un operador reduciendo una llanta en tres partes con el uso de maquinaria automática.



1. Coloca la llanta en la máquina.



2. Enciende la máquina y gira la llanta



3. Quita el primer costado



4. Desmonta la llanta y corta el otro costado.



5. Separa la llanta en tres partes.



6. Utiliza la cortadora para el piso.



7. Almacene las partes de la llanta.

**Diagrama 4: Procesos de corte de llantas.**

En general, el objetivo es seccionar las caras de la llanta y retirar el piso. De esta forma, el espacio que ocupa el interior de la llanta es eliminado. Con esta reducción, las caras pueden apilarse una encima de la otra, como en la anterior y siguiente fotografía.



**Fotografía 8: Caras apiladas.**

En el caso de piso de llanta puede intercalarse al interior unos de otros. O bien, hacer un corte longitudinal y guardarlas como tiras apiladas.





**Fotografía 9: Llantas cortadas en partes.**

### ***Ejemplos de maquinaria para corte***

#### **Maquinaria americana**

Son máquinas robustas con un diseño ergonómico que permiten trabajar en espacios pequeños (107 cm x 84 cm). Pesa aproximadamente 195 kg y tienen piezas que se consiguen fácilmente en el mercado local. La máquina tiene una capacidad de 60 llantas por hora. Necesitan corriente eléctrica y un compresor para su funcionamiento.



**Fotografía 10: Maquinaria americana.**

#### **Maquinaria Mexicana**

Son máquinas modulares que pueden ocupar espacios pequeños, pesan 200 kg. Operan con electricidad y un compresor eléctrico. Funcionan para distintas medidas de llantas. Cortan ambas caras a la vez.



**Fotografía 11: Maquinaria mexicana.**

#### Maquinaria China

Son máquinas espaciosas de bajo costo pero poca vida útil. Las piezas son de baja calidad pero fácilmente reemplazables. La estructura y el diseño las hacen más lentas teniendo una velocidad de 40 llantas/hora. Además, los costos de importación pueden ponerlas en desventaja con las anteriores.



**Fotografía 12: Maquinaria china.**

El proceso de corte también puede ser manual con cuchillas de linóleo, o de zapatero, sierra sable o sierra eléctrica para los costados. La sierra para metales será útil para llantas con contenido de metal.

Este procedimiento además ofrece oportunidades de empleo para mano de obra no calificada.



**Fotografía 13: Corte manual.**

*El equipo mínimo necesario para el corte:*



Fotografía 14: Removedor de costados de llanta de camión.



Fotografía 15: Removedor de costados de llanta de pasajero.



Fotografía 16: Cortadora automática de huellas.



Fotografía 17: Compresor Neumático Eléctrico.



Fotografía 18: Generador eléctrico 220v.

## 2. Triturado

El triturado de la llanta es cuando esta se destroza en partes pequeñas (2 pulgadas aproximadamente). Esta reducción es útil cuando hay grandes cantidades de llantas de desecho almacenadas (más de 10,000) y/o cuando se tiene un destino definido para el producto como combustible alterno, filtrante séptico en los rellenos sanitarios o recuperación de suelos.

Si la máquina es capaz de retirar el acero, el producto puede ser usado en obra pública o sufrir mayor reducción hasta hacerla polvo, pero esto solo es recomendable cuando del subproducto se comercializa, cuando tenga mercado a nivel local.

No se recomienda la trituración si no hay una gran cantidad de llantas o si no hay un destino útil para el subproducto ya que la maquinaria es cara y requiere de insumos y mantenimiento constante.



**Fotografía 19: Trituradoras Automáticas.**



**Fotografía 20: Material Triturado y en Polvo.**

Hay diversos tipos y capacidades de máquinas trituradoras, las que se han utilizado en la región tienen una capacidad aproximada de 800 llantas al día, estas son costosas y para el caso de México son importadas, las hay chinas y americanas.

Para el producto final se requiere almacenarlo en tolvas o contenedores, si el material no tiene metal se pueden almacenar en supersacos. Este material debe estar en todo momento bajo techo y no a la intemperie.



**Fotografía 21: Producto final en supersacos.**

### 3. Empacado

El empacado es cuando las llantas se prensan para formar grandes bloques. Este proceso reduce considerablemente su volumen, y el subproducto es susceptible de reutilización en obra pública o para reducción por triturado o coprocesamiento, o para tratamiento ulterior.



Fotografía 22: Llantas empacadas.

Una desventaja que representa este procedimiento es que requiere de una máquina prensa suficientemente grande y potente para empacar las llantas y de equipo pesado, grúa y tráiler para el traslado de las llantas a los destinos finales, lo que hace oneroso el proceso.



Fotografía 23: Maquinaria pesada para mover pacas.

### Etapa 5. Traslado a Destino Final.

Independientemente del tratamiento o procesamiento que las llantas sufran o no: enteras, cortadas, empacadas o trituradas, se deben trasladar a un destino final que sea sustentable, pero sobre todo seguro.

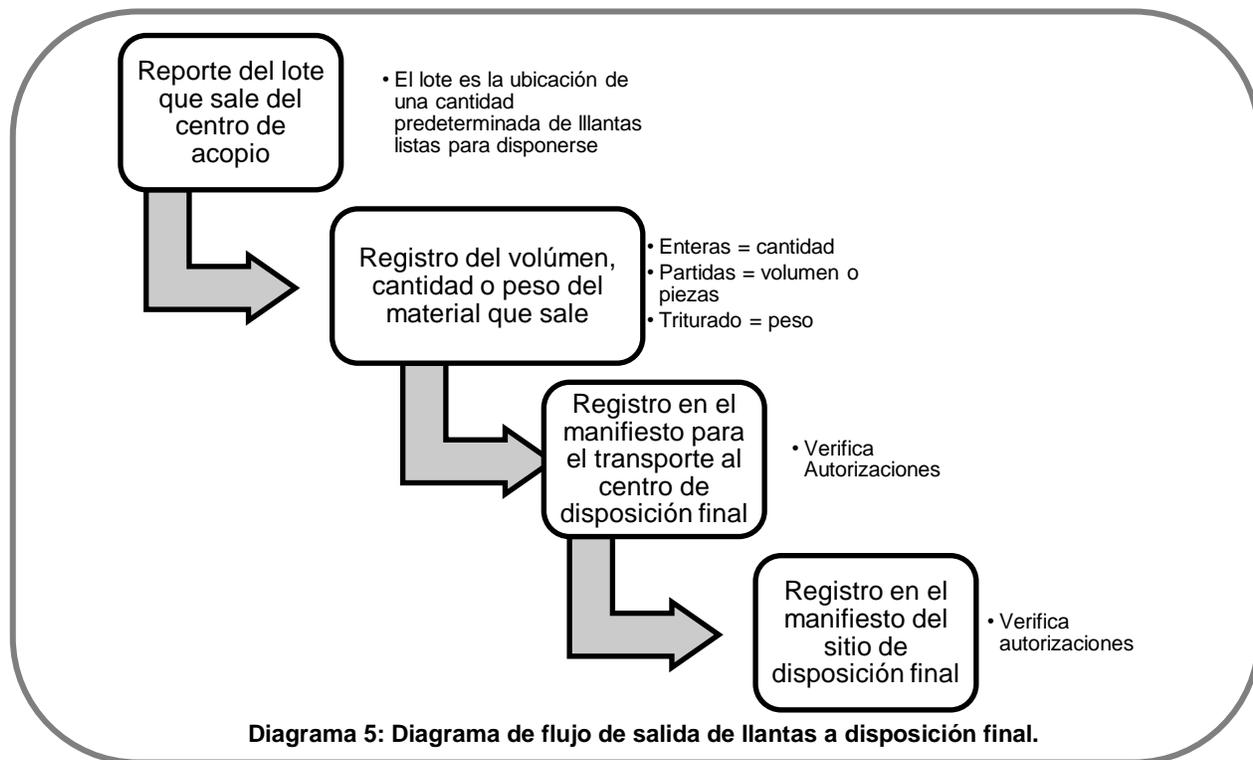
Cuando las llantas reducidas salen del centro de acopio debe hacerse un listado de revisión a fin de reportar la cantidad y presentación que está dejando las instalaciones.

Si las llantas se transportan reducidas se puede permitir un mayor volumen y ahorros en espacio, tiempo y dinero, haciendo más eficiente esta etapa del flujo del proceso.

El encargado deberá anotar en el manifiesto de salida los datos generales del material. Cuando el material esta reducido se puede manejar por peso. Revisar Formatos anexos.

Es necesario contar con el manifiesto firmado por el transportista y recibir, en un plazo pertinente o en la siguiente recogida, el manifiesto firmado por el sitio de disposición final.

Las empresas encargadas del transporte y manejo de residuos de manejo especial deberán de contar con las autorizaciones vigentes. Esto incluye su registro ante las autoridades ambientales de la zona.



### 3. Infraestructura

#### 3.1 Aspectos Generales

Dependiendo de la selección del método de manejo de las llantas por el que se opte, serán las necesidades de infraestructura. Si el centro de acopio es del tipo tradicional entonces requerirá más espacio y medidas de seguridad que si está cerrado o en cajas contenedoras.

El centro de acopio ideal se encuentra fuera del área urbana de la ciudad. Esto evita posibles consecuencias para la comunidad en caso de una contingencia. Se busca que las llantas no recorran más de 20 km por viaje. Las áreas dentro del centro de acopio deben estar delimitadas e identificadas.

Debe buscarse un terreno plano sin problemas de encharcamientos. De ser necesario, nivelarlo o hacer un canal pluvial. Debe hacerse un cerco perimetral en las instalaciones. Debe controlarse el acceso de personas y material por medio de casetas de vigilancia.

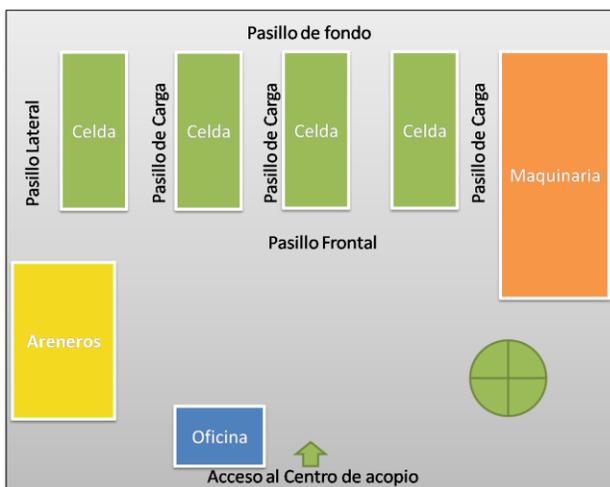
Los caminos de acceso deben estar asfaltados y deben permitir el libre acceso a camiones de carga pesada, camiones cisterna o bomberos.

**Tabla 6: equipo mínimo necesario por tipo de almacén.**

<b>Almacén abierto:</b>	<b>Almacén de triturado</b>
Racks, o estibas	Tolvas
Bulldozer o montacargas	Bulldozer o mano de chango
Bobcat con pala	Bobcat con pala
Lonas	Equipo de seguridad y contra incendio
Equipo de seguridad y contra incendio	Supersacos o tolvas para transporte
Cerco perimetral	
Caseta de vigilancia	
<b>Almacén cerrado-Contenedor</b>	<b>Almacén cerrado-Bodegas y naves</b>
Caja contenedora de tráiler o haulers	Racks, o estibas
Bobcat con pala	Bulldozer o montacargas
Equipo de seguridad y contra incendio	Bobcat con pala
	Equipo de seguridad y contra incendio

### 3.2 Plano de Instalaciones

En la Figura # 5 se presenta el plano de las instalaciones de un almacenamiento abierto como guía en caso de situaciones de emergencia y además ayuda al mejoramiento de los procesos dentro del centro de acopio.



**Figura 5: Centro de acopio-Almacenamiento Abierto.**

La mejor forma de hacer su mapa de instalaciones es reflexionar y hacer un listado de áreas comunes. Los criterios importantes al hacerlo son:

- ✓ *el flujo de materiales,*
- ✓ *las zonas de recepción y expedición,*
- ✓ *el área de almacenamiento,*
- ✓ *los patios y pasillos de maniobras,*
- ✓ *las oficinas, vigilancia, sanitarios y otros,*

- ✓ las zonas de riesgo,
- ✓ la ubicación del abasto interno de agua, localización de areneros, extintores, sistemas de seguridad, etc.,
- ✓ las rutas de evacuación o salidas de emergencia en caso de siniestro; y
- ✓ los accesos y controles

Las Figuras 6 y 7 presentan una propuesta de diseño del centro de acopio.

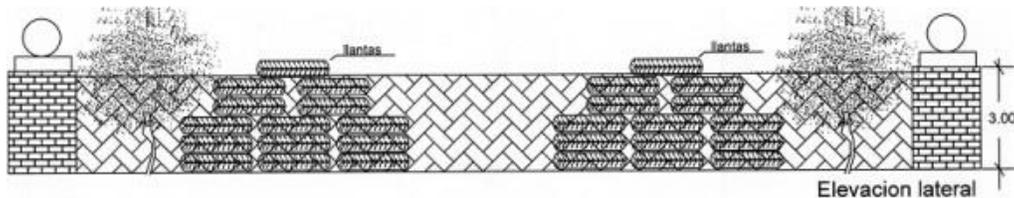


Figura 6: Centro de acopio: Elevación Lateral

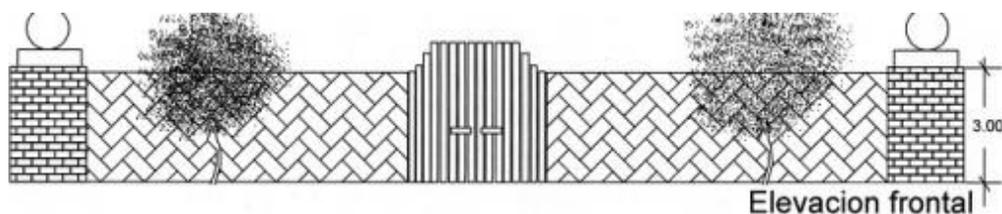


Figura 7: Centro de acopio con malla ciclónica: Elevación Frontal

### 3.3 Medidas de seguridad

#### 1. Equipo de protección personal

Todo el personal del centro de acopio deberá vestir camisa de manga larga, pantalón de mezclilla o telas resistentes a desgarres, casco protector, lentes de seguridad, guantes de cuero o carnaza.



Figura 8: Equipo de seguridad.

Se prohíbe en todo momento fumar dentro de las instalaciones del centro de acopio.

## 2. Equipo contra incendio y explosión

Los incendios de llantas son difíciles de extinguir y pueden quemarse por días y hasta meses. Un incendio de llantas es clasificado como un incidente de materiales peligrosos. Al suceder se convierte en un tema de salud pública y medio ambiente, éste evento incluye contaminación de aire, tierra y agua, además de descargas de metales pesados. Por lo que debe darse aviso a dependencias locales, estatales y federales para atender y coordinar los esfuerzos.

Todas las personas que participen en la extinción del incendio deben portar equipo especializado.



Figura 9: Equipo de seguridad contra Incendios.

### **Extintores**

La aplicación directa de agua o polvo extintor a un incendio de llantas no da resultados efectivos. En este caso el agua y el polvo extintor tipo B es mejor para cubrir las llantas que aún no se han incendiado y evitar la propagación del fuego. Si estas llantas aún no se han quemado, pueden moverse de lugar, con la debida precaución y lo más pronto posible.

El polvo extintor tipo A se recomienda en casos donde se está iniciando el fuego o para evitar la propagación. Tomando en cuenta lo antes mencionado, es conveniente instalar extintores de 60 kg. Debe haber una densidad de 1 extintor por cada 2 Celdas o Contenedores Cerrados.



Fotografía 24: Extintores tipo B.

### **Areneros**

Normalmente el incendio de llantas debe sofocarse con arena o tierra sobre los puntos de incendio. Esto se realiza con equipo de carga pesada que moverá las cantidades de material necesario. Todos los participantes en la extinción del incendio deben portar equipo de respiración autónoma y traje contra incendios.

Aunado a esto, deben instalarse Areneros de 1.5 m de ancho x 5.0 m de largo x 0.6 m de alto, con una capacidad de 4.5 m<sup>3</sup> de arena, para ser usado en conatos de incendio.

La proporción de arena disponible es 4.5 m<sup>3</sup> por cada Celda o Contenedor Cerrado.



Fotografía 25: Areneros en Contenedores y en piso.

Para un centro de acopio de llantas es importante tener visualizados los lugares donde puede abastecerse de agua. En promedio un camión cisterna puede mover 15,000 litros de agua por cada viaje.

### **3.4 Listado de Responsables**

Es importante contar una lista de contactos de personas responsables para establecer en su momento a los actores participantes en los planes de contingencia y para las acciones inmediatas en caso de incidentes.

Este listado debe contener los siguientes campos:

- ✓ nombre
- ✓ cargo
- ✓ dirección
- ✓ teléfono
- ✓ correo electrónico
- ✓ teléfono móvil.

Es importante revisar este listado cada cambio de administración y actualizarlo. Recuerde que en caso de un incidente el tiempo de respuesta es valioso.

Por lo general debe contener a las fuerzas policiacas, tránsito, cruz roja, bomberos, protección civil, prensa, ecología, obras públicas. Contratistas con equipos y capacitación especiales, etc.

## **4. Protección del medio ambiente**

### **4.1 Sanidad, control de plagas y malezas.**

Es importante considerar los aspectos de control vectores, para ello se ocupara de un presupuesto asignado para tener siempre los recursos necesarios para combatir las larvas de mosquito y la fauna nociva que se pueda albergar en las llantas cuando se acumulan, sobre todo si están completas.

La reproducción de mosquitos, que transmiten la enfermedad del dengue y el virus del Nilo, puede llegar a ser 4,000 veces mayor en un neumático de desecho que en la naturaleza.

Debido a la naturaleza de las actividades la empresa que se contrate para realizar los servicios deberá estar calificada (Licencia Sanitaria) y tener capacidad técnica para la ejecución de los trabajos, así como contar con los equipos adecuados, herramientas y materiales según especificaciones. Todos los servicios estarán supervisados por el responsable del centro de acopio, y es su responsabilidad enviar un reporte detallado a sus superiores. La empresa se compromete a elaborar un certificado de salubridad para cada centro de acopio.

En general, los procedimientos que realizara la empresa serán:

**Paso 1.-** Realizar la fumigación en todo el perímetro exterior e interior, con productos de alta calidad para el control de insectos incluyendo portones y cercas de protección.

**Paso 2.-** Instalar estaciones de control de roedores (según áreas) donde se dará monitoreo y reposición de cebos rodenticidas.

**Paso 3.-** Aplicar de manera espacial con un equipo de nebulización usando piretrinas naturales o algún producto equivalente en efectividad contra mosquitos en todos los espacios ocupados por el centro de acopio y los contenedores (interior y exterior).

**Paso 4.-** Aplicar herbicidas a criterio, dejando 10 m de distancia entre las áreas de confinamiento, contenedores, a fin de evitar incendios.

**Paso 5.-** Mantener la zona libre de hierba y de ser necesario deshierbara manualmente cada que sea preciso.



**Fotografía 26: Nebulización ULV contra mosquito transmisor del dengue.**

## **4.2 Control de Plagas**

La frecuencia del servicio de fumigación deberá ser mensual, cuando la infestación sea baja y semanal cuando se tenga una infestación alta. Esto se determina por la incidencia de insectos que reporte el técnico de la aplicación y el responsable del centro de acopio.

El horario de ejecución de servicios será preferentemente al amanecer o atardecer. Esto para favorecer la mayor cantidad de zancudos o plagas que se encuentren refugiadas. La empresa de servicio deberá entregar un reporte de aplicación donde especifique los productos utilizados, las cantidades, consumos de raticida, fauna atrapada en cada goma, actividad de plagas, recomendaciones, acciones preventivas, acciones correctivas, áreas por mejorar orden y limpieza.

## 5. Formatos

### Formato de recepción

(Logotipo del centro de acopio)	Formato de recepción de llantas de desecho	
<b>Datos Generador:</b>		
<b>Nombre o razón Social:</b>		
<b>Dirección:</b>		
<b>Estado:</b>		
<b>Teléfono:</b>		
<b>RFC:</b>		
<b>e-mail:</b>		
<b>Persona que entrega:</b>		
<b>Con que frecuencia trae llantas:</b> <input type="checkbox"/> Eventual <input type="checkbox"/> Semanal <input type="checkbox"/> Quincenal <input type="checkbox"/> Mensual <input type="checkbox"/> Bimestral		
<b>Giro de la empresa:</b> <input type="checkbox"/> Transportista <input type="checkbox"/> Particular <input type="checkbox"/> Negocio del Ramo <input type="checkbox"/> Reparto <input type="checkbox"/> Otros		
<b>Cantidad de Llantas recibidas:</b> <input type="checkbox"/> Automóvil <input type="checkbox"/> Camión <input type="checkbox"/> Tráiler <input type="checkbox"/> Especiales		
<b>Condiciones de las llantas:</b>		
<b>Datos del Transportista:</b>		
<b>Nombre o razón Social:</b>		
<b>Dirección:</b>		
<b>Estado:</b>		
<b>Teléfono:</b>		
<b>RFC:</b>		
<b>e-mail:</b>		
<b>Número de serie y Placas del contenedor:</b>		
<b>Permiso de la Autoridad:</b>		
<b>Fecha</b>	<b>de</b>	<b>Folio:</b>
<b>Emisión:</b>		<b>Entrega:</b>
		<b>Recibe:</b>
		010101



### Formato de salida

(Logotipo del centro de acopio)		Formato de Salida de llantas de desecho.	
Disposición Final			
Nombre o razón Social:			
Dirección:			
Estado:			
Teléfono:			
RFC:			
e-mail:			
Permiso de Autoridad:			
Uso final:			
Cantidad (Toneladas o piezas):			
<input type="checkbox"/> Entera <input type="checkbox"/> Caras <input type="checkbox"/> Pisos <input type="checkbox"/> Cejas <input type="checkbox"/> Triturado <input type="checkbox"/> Polvo			
Datos del Transportista:			
Nombre o razón Social:			
Dirección:			
Estado:			
Teléfono:			
RFC:			
e-mail:			
Número de serie y Placas del contenedor:			
Permiso de la Autoridad:			
Tipo de transporte:			
Fecha de Emisión:	Folio:	Entrega:	Recibe:
	010101		

## Índice de Diagramas

Diagrama 1: Manejo de Llantas. ....	3
Diagrama 2: Proceso de recepción de Neumáticos. ....	4
Diagrama 3: Como proyectar un centro de acopio. ....	9
Diagrama 4: Procesos de corte de llantas. ....	14
Diagrama 5: Diagrama de flujo de salida de llantas a disposición final. ....	20

## Índice de Figuras

Figura 1: Componentes de la llanta. ....	2
Figura 2: Diseño de áreas. ....	10
Figura 3: Acomodo de llantas según tamaño. ....	10
Figura 4: Distribución de pasillos. ....	11
Figura 5: Centro de acopio-Almacenamiento Abierto. ....	21
Figura 6: Centro de acopio: Elevación Lateral. ....	22
Figura 7: Centro de acopio con malla ciclónica: Elevación Frontal. ....	22
Figura 8: Equipo de seguridad. ....	22
Figura 9: Equipo de seguridad contra Incendios. ....	23

## Índice de Fotografías

Fotografía 1: Acomodo de Llantas. ....	5
Fotografía 2: Contenedores y Transporte. ....	6
Fotografía 3: Contenedor con llantas enteras. ....	7
Fotografía 4.- Almacenamiento en nave cerrados. ....	8
Fotografía 5: Huella o Piso cortado. ....	12
Fotografía 6: Cara o costado. ....	12
Fotografía 7: Aros de acero. ....	13
Fotografía 8: Caras apiladas. ....	14
Fotografía 9: Llantas cortadas en partes. ....	15
Fotografía 10: Maquinaria americana. ....	15
Fotografía 11: Maquinaria mexicana. ....	16
Fotografía 12: Maquinaria china. ....	16
Fotografía 13: Corte manual. ....	16
Fotografía 14: Removedor de costados de llanta de camión. ....	17
Fotografía 15: Removedor de costados de llanta de pasajero. ....	17
Fotografía 16: Cortadora automática de huellas. ....	17
Fotografía 17: Compresor Neumático Eléctrico. ....	17
Fotografía 18: Generador eléctrico 220v. ....	17
Fotografía 19: Trituradoras Automáticas. ....	18
Fotografía 20: Material Triturado y en Polvo. ....	18
Fotografía 21: Producto final en supersacos. ....	18
Fotografía 22: Llantas empacadas. ....	19
Fotografía 23: Maquinaria pesada para mover pacas. ....	19

Fotografía 24: Extintores tipo B.....	24
Fotografía 25: Areneros en Contenedores y en piso.....	24
Fotografía 26: Nebulización ULV contra mosquito transmisor del dengue.....	26

## Índice de Tablas

Tabla 1: Comparativo de capacidades de llantas cortadas y enteras R 13.....	7
Tabla 2: Comparativo de capacidades de llantas cortadas y enteras R 22.5.....	7
Tabla 3: Superficies sugeridas de centros de acopio.....	9
Tabla 4: Capacidad de almacenamiento de la ETA y cantidad de celdas de almacenamiento de llantas usadas, de acuerdo a diferentes diámetros y anchos de rodamiento.....	9
Tabla 5: Espacio entre pasillos. ....	11
Tabla 6: equipo mínimo necesario por tipo de almacén.....	21

## Referencias

1. “Guía sobre Aplicaciones de Reciclaje y Gestión de las Llantas de Desecho en EEUU-México”  
(<http://www.tceq.state.tx.us/assets/public/border/tirerecyclingsp.pdf>)
2. “Guía municipal para el Manejo de Llantas de Desecho”  
(<http://www.tceq.state.tx.us/assets/public/border/integralsp.pdf>)
3. “Guía para el establecimiento de un centro de Acopio de Llantas de desecho” Semarnat. (<http://www.recicladellantas.com.mx/EstudioCdJu%C3%A1rez.pdf>)
4. “Gestión pública para solucionar un problema ambiental: manejo de llantas de desecho en Ciudad Juárez” El Colegio de Sonora.  
(<http://www.recicladellantas.com.mx/EstudioCdJu%C3%A1rez.pdf>)
5. “Estudio del Flujo de Llantas en la Región fronteriza Texas-México”  
(<http://www.tceq.state.tx.us/assets/public/border/tirestudysumsp.pdf>)
6. “Estándares de almacenamiento y disposición de residuos de llanta en California, E.U.A.”
7. “Plan Estatal de Manejo y Reciclaje-360- de llantas usadas en Coahuila”  
(<http://www.tceq.state.tx.us/assets/public/border/coahuilaplan.pdf>)