



PLAN ESTATAL DE MANEJO Y RECICLAJE -360- DE LLANTAS USADAS EN COAHUILA

Gobierno de
Coahuila de
Zaragoza

PROYECTO

INDICE

INTRODUCCIÓN	3
LLANTAS USADAS: DIAGNOSTICO Y ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN	4
OBJETIVO Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	5
ALCANCE.....	6
CRITERIOS GENERALES	8
SITUACIÓN ACTUAL.....	9
COMPONENTES DEL PLAN INTEGRAL	13
ASPECTOS TECNICOS.....	15
ASPECTOS AMBIENTALES	20
ASPECTOS DE COORDINACION Y LEGALES	22
TECNOLOGIAS SUSTENTABLES	23
COMPONENTES DEL NEUMÁTICO	24
MAQUINARIA PARA TRITURAR.....	25
NECESIDADES DE OPERACIÓN	27
FACTIBILIDAD FINANCIERA.....	28
VALOR DEL TRITURADO DE LLANTA.....	29
INVERSION EN EQUIPO	30
SUBPRODUCTOS DE LLANTAS.....	31
PARTICIPACION PÚBLICA Y DESARROLLO SUSTENTABLE	32

INTRODUCCIÓN

Es innegable que tenemos una generación sin control de llantas usadas en México, de que tenemos en cada Estado un rezago importante en el tema de reciclaje de llantas usadas, más acentuado en nuestra región norte fronteriza de México. Como, también es innegable que han resultado, no suficientes las acciones gubernamentales de los tres niveles, así como de legisladores, la razón de peso, para que no se iniciara el reciclaje-360 de llantas usadas en México, era porque, carecía de valor comercial de reciclaje la llanta usada, que no se tenían identificadas las técnicas ya comerciales, de trituración de llantas, así como del desarrollo de productos a base de llanta usada. Los últimos 6 años, se ha iniciado a comercializar tanto equipo de trituración, materia prima en diferentes tamaños, inclusive colores, franquicias para fabricación y comercialización de determinados productos, equipo y tecnología de elaboración de productos de alto valor comercial, que puntualiza la rentabilidad de esta operación de reciclaje-360 de llantas usadas.

Coahuila iniciara con este Plan Estatal, la industria formal de reciclaje-360 de llantas usadas. En otros Estados existe de forma desorganizada, al no existir la acción gubernamental, los municipios no han tomado la obligación de disponer este residuo de manejo especial. La tendencia cultural será de acopio de llantas en los patios de los hogares, para posterior venta a las plantas trituradoras, y los inversionistas, aun así, lo consideran rentable.

A partir de 2008, con personas interesadas en el tema, contactamos y visitamos empresas en Estados Unidos para ver la tecnología con la que se cuenta para procesar los neumáticos, en ese entonces la compañía SSI que solo fabricaba equipos de procesos primarios teniendo como resultado padecería de 6 a 12 pulgadas que no era libre de acero. Actualmente, se ha asociado con otras empresas y está ofreciendo planta de triturado completo. Así mismo, revisamos equipos de Fabricación China con operación automático y manual. También hemos analizado cotizaciones de la compañía Granutech con equipos de procesamiento completo. En México, también existe la empresa PS TOOL, con características de operación similar a la manufactura china, manual y automático. Existen también equipos para cada componente de la llanta, destalonadoras o ripeadoras para recuperación de acero, trituradores de menor tamaño de rodadura de llanta, pulverizadores de franja de amortiguamiento de llanta para generar polvo de llanta. Faltara correr la invitación a empresarios del Estado de Coahuila.

Como promotores de este y otros proyectos sustentables, nos hemos dado a la tarea de buscar inversionistas para dicho proyecto, si, empresarios inversionistas que ya se encuentran en el ramo de la trituración de llanta desde hace varios años y que tienen el “como se hace”, logrando tener ya, propuestas o cartas de intensión para instalarse en Coahuila. También, se han presentado empresarios inversionistas, en el rubro de la fabricación de pisos continuos tapetes, adoquines, impermeabilizantes, productores de fibra de refuerzo en impermeabilizaciones, etc. Mismos que ya han presentado su interés de integrarse a esta cadena productiva y ya presentaron su carta de intensión. Así mismo, se tienen como presentadas dos empresas norteamericanas, que desean negociar su instalación en Coahuila. CEMEX, también atendió nuestra entrevista y está en total disposición de manejar su patente LLANTACRETO, en Coahuila. Solo espera la formalización de este plan Estatal.

Integrando toda esta información y experiencia en el tema, se ha formulado la propuesta para ejecutar un **PLAN ESTATAL DE MANEJO Y RECICLAJE-360 DE LLANTAS USADAS EN COAHUILA**, dirigido la C. EGLANTINA CANALES GUTIERREZ, titular de la SECRETARIA DE MEDIO AMBIENTE DE COAHUILA DE ZARAGOZA, para su análisis y a su vez, turnarlo al C. GOBERNADOR RUBEN MOREIRA VALDEZ, para su consideración.

Ing. Oscar Marmolejo Esparza-COCEEEPA de COAHUILA DE ZARAGOZA.

LLANTAS USADAS: DIAGNOSTICO Y ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN

A pesar del hecho de que, las llantas usadas en Coahuila representan, tan solo, un poco menos del 1% de todos los residuos sólidos urbanos, este valor estimado es: un acumulativo histórico, sin control. Hasta hoy, no se ha iniciado la industrialización sustentable del reciclaje de las llantas usadas, en Coahuila.

La llanta usada de un coche o un camión ligero, pesa en promedio aproximadamente 9.5 kg. Las llantas industriales y de camiones pueden pesar desde 16 kg. Hasta más de 100 kg. Desde 1983, se han introducido al mercado llantas del tipo radiales con cintura de acero para los coches y camiones ligeros. El avance y el uso de llantas radiales han sido muy importantes. Sin embargo aún existen en uso llantas convencionales tanto para camioneta como para camión. En el caso de camionetas o camión ligero la proporción es de 47% para llantas convencionales y 53% para llantas radiales. En llantas para autobuses y camiones actualmente la proporción es de 51% para llantas radiales y 49% para llantas convencionales.

La Cámara Nacional de la Industria Hulera, estima que actualmente se generan en la Republica Mexicana aproximadamente 25 millones de llantas usadas como promedio anual. La misma Cámara estima que el 91% de todas las llantas usadas proceden de coches o camionetas y camiones pesados, el 9% restante son llantas especiales para motocicletas, aviones, equipo de construcción y otros vehículos.

La solución de la problemática de las llantas de desecho demanda la adopción de un manejo integral, que garantice la eliminación de las llantas dispersas o acumuladas por ser fuentes de problemas de salud y ambientales, de manera eficiente y continua a través del tiempo. Dicho sistema deberá dar salida a una disposición final rentable a las tres vertientes del problema, es decir, (A) La generación continua de *nuevas* llantas de desecho, (B) Los inventarios del centro de acopio y (C) El rezago de llantas dispersas por la ciudad. Además, debe incluir las fases del ciclo de manejo de estos residuos, es decir, la recolección, procesamiento y reciclaje.

OBJETIVO Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El **Objetivo** de este proyecto es integrar la inversión privada de alta tecnología sustentable, al servicio de los municipios, acorde a la convocatoria del Gobierno Estatal.

Coincidiendo los intereses de los municipios, ciudades y empresa, convergiendo en una visión pública y privada con la responsabilidad de implementar un sistema de manejo integral de las llantas usadas con el aprovechamiento de sus componentes a la integración del círculo de reciclaje.

El tamaño del parque vehicular de esta Región Fronteriza, se caracteriza por una abundancia mayor que otros municipios del Estado debido a la facilidad con la que se adquieren vehículos usados provenientes del vecino país. La importación legal y la introducción ilegal de diferentes clases de automotores han propiciado un crecimiento acelerado del parque vehicular del municipio que acarrea una serie de problemas de variada magnitud. A partir del 2000, los esfuerzos de autoridades y sociedad han llevado a la creación de un centro de acopio municipal, a la realización de campañas de recolección de llantas en las colonias de la ciudad, tratando sin éxito, la implementación de reglamentos de normatividad municipal, así como tratando de implementar la tarifa de disposición, e importación legal de llanta usada. Se ha estimado que entre el centro de acopio y dispersos por los 11 municipios de esta región fronteriza suman más de 1, 000,000 llantas.

La presencia de grandes cantidades de llantas en la ciudad constituye un problema de salud por ser elementos propicios para la incubación de vectores y enfermedades. Además constituyen un riesgo a la salud en la eventualidad de que se lleguen a incendiar en los lugares donde se acumulan. Sumado a lo anterior, la práctica de jóvenes de quemar llantas para obtener el acero de refuerzo de las mismas para su venta (1 a 2 kg/llanta).

ALCANCE

El Alcance es todo el Estado de Coahuila, como inicio la primera fase es para la Franja Fronteriza de Coahuila, Piedras Negras, Acuña, Nava y Jiménez, la región de los manantiales, con la implementación de un plan de manejo integral en el manejo de llantas en desuso, sobre la base de toda una planta de trituración, para lograr con el producto obtenido materias primas para las diferentes aplicaciones en el mercado.

AREAS DE COBERTURA

Se integran proyectos distintos por áreas de acuerdo a sus necesidades y logística de operatividad, y son:

- **Región Fronteriza Norte (11):** Acuña 002 (centro de acopio), Jiménez 014 (**sede**), Piedras Negras 025 (centro de acopio); Nava 022 (centro de acopio) de: Zaragoza 038, Morelos 019, Allende 003, Villa Unión 037, Guerrero 012, Hidalgo 013 y Juárez 015.
- **Región Centro (17):** Monclova 018, Frontera 010 (**sede**) y centro de acopio de: Candela 005, Castaños 006, San Buenaventura 031, Lamadrid 016, Nadadores 021, Sacramento 029, Cuatrociénegas 007, Progreso 026, Escobedo 008, Sierra Mojada 034 y Ocampo 023. Sabinas 028 (centro de acopio de: Nueva Rosita, Melchor Múzquiz 020). Abasolo 001
- **Región Sureste (5):** Saltillo 030, Ramos Arizpe 027 (**sede**), Arteaga 004 y Parras 024. General Cepeda 011
- **Región Laguna (5):** Torreón 031, San Pedro 033 (**sede**), Francisco I. Madero 009, Viesca 036, Matamoros 017.

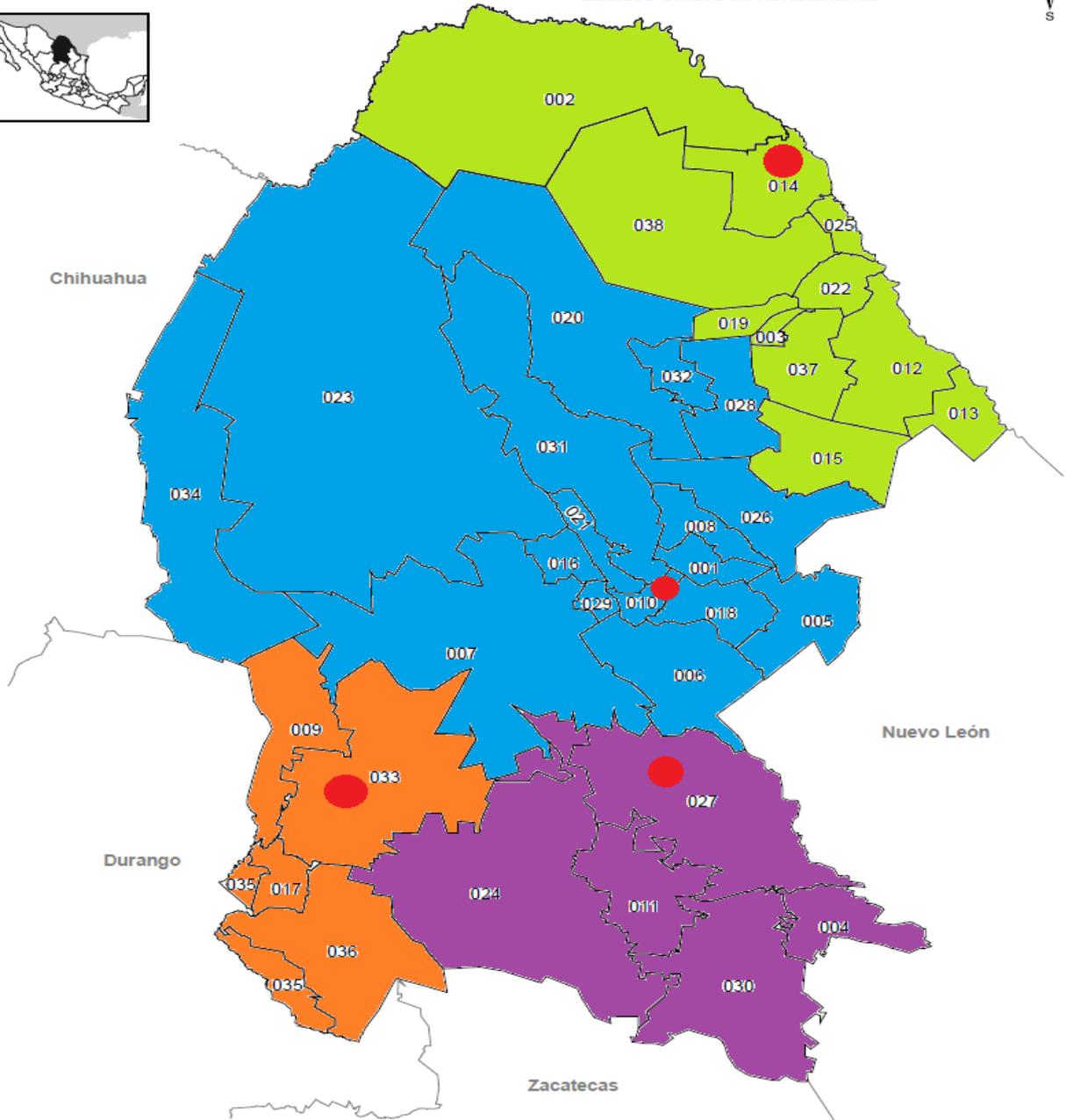
Coahuila de Zaragoza

División municipal

Estados Unidos de Norteamérica



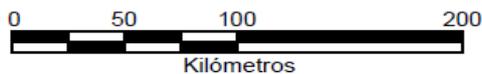
Chihuahua



Nuevo León

Durango

Zacatecas



www.cuentame.inegi.org.mx
FUENTE: INEGI. Marco Geoestadístico Municipal 2005

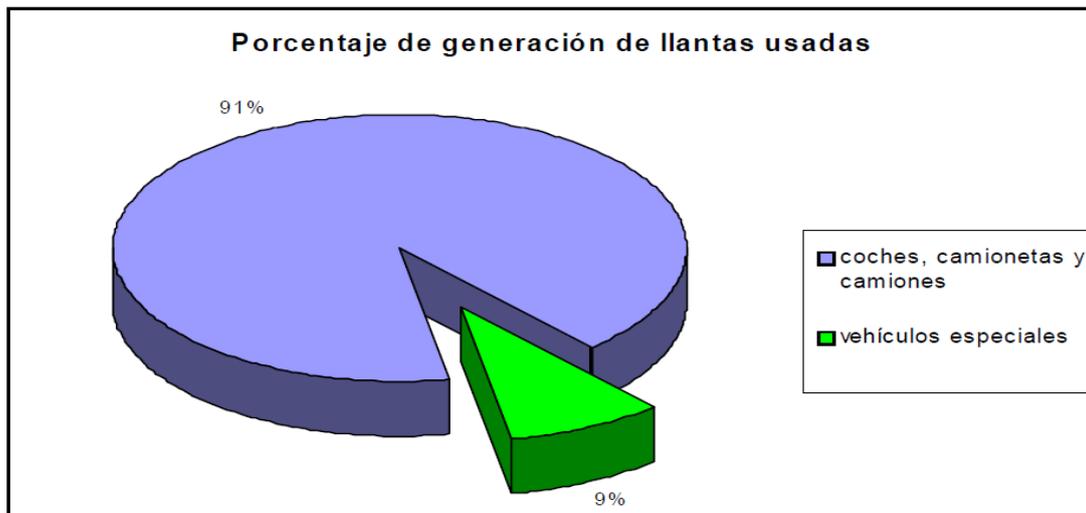
CRITERIOS GENERALES

El proyecto Estatal, está integrado por los planes regionales (4), y contempla la reglamentación para depósito del usuario final, al igual que las obligaciones para vulcanizadores y comerciantes de llantas nuevas y usadas, así como, la reglamentación para los sistemas de recolección, operación de centros de acopio y las disposiciones para el municipio sede de la operación, para inicio de la primera fase de reciclaje-360: destalonamiento, trituración y/o granulación, para: uso de agregado en concretos ligeros y fabricación de impermeabilizantes, pisos, adoquines y otros productos a base polvo de llanta y otros productos, para uso y consumo del Estado de Coahuila. Dentro de la segunda fase de reciclaje-360, es el aprovechamiento de acero, al integrarlo a recicladores de este rubro, y el nylon, que se integrara en el mercado como membrana de refuerzo en elaboración y aplicación de impermeabilizantes. Se integraran al mercado por diferentes productos, las resultantes de los diferentes tamaños de triturado de llanta, incluyendo el polvo de llanta. Reciclaje 360, 0% residuos, 100% transformado.

El promotor del proyecto es el COCEEEPA de Coahuila de Zaragoza ante la Secretaria de Medio Ambiente de Coahuila de Zaragoza, que a su vez lo turnara para aprobación al Gobierno del Estado de Coahuila de Zaragoza, al solo tener este ultimo la atribución constitucional de convenir con municipios y empresas particulares.

SITUACIÓN ACTUAL

La Cámara Nacional de la Industrial Hulera, menciona que la industria llantera mexicana está compuesta por cuatro principales empresas fabricantes (Compañía Hulera Tornel, Bridgestone/Firestone, Continental Tire de México, S.A. e Industrias Michelin). Adicionalmente se encuentran tres empresas que son importadoras (Goodyear Servicios Comerciales, Compañía Hulera Euzkadi y Pirelli).



Estructura de la Industria del Hule en el ámbito nacional, 1998

Rama y clase de actividad	Unidades económicas (cantidad)
Industria del Hule	792
Fabricación de llantas y cámaras ²	28
Revitalización de llantas y cámaras	178

FUENTE: XV Censo Industrial 1999, INEGI

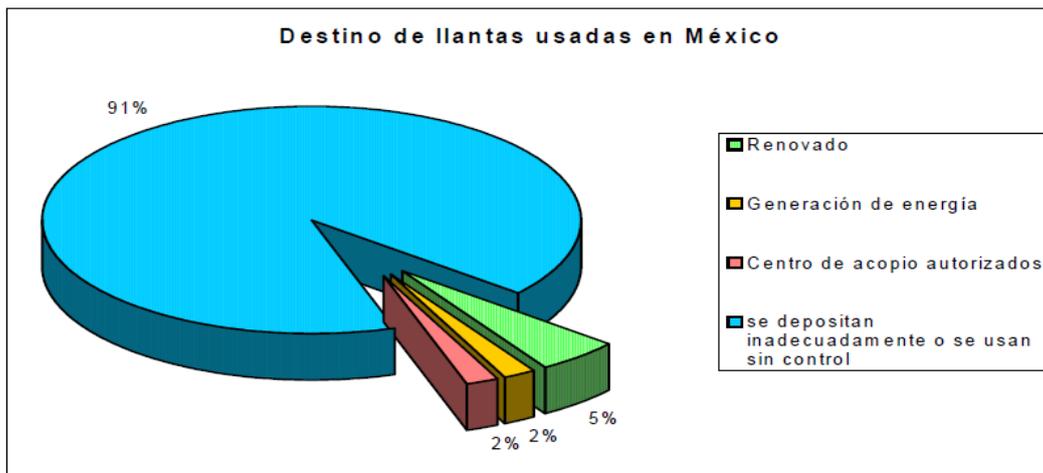
Del total de llantas desechadas en la Republica Mexicana, la ANDALLEC estima que:

5% es renovado.

2% se utiliza en la generación de energía.

2% se deposita en centros de acopio autorizados.

91% se abandonan o utilizan sin control.



Producción anual por actividad de la industria hulera en el México, 1998

Rama y clase de actividad	Unidades (cantidad)
Revitalización de llantas	688'563,000
• Llantas revitalizadas	673'066,000
• Otros productos de hule	15'497,000
Producción de llantas y cámara nuevas	36'147,000
• Llantas neumáticas para automóviles y camionetas	14'527,000
• Llantas neumáticas para camiones	1'693,000
• Llantas neumáticas para otros usos	6'676,000
• Cámaras neumáticas	10'830,000
• Bandas de hule	1'520,000
• Otros productos de hule	901,000

FUENTE: XV Censo Industrial 1999, INEGI

NECESIDAD EN MATERIA DE SALUD HUMANA Y MEDIO AMBIENTE.

El tamaño del parque vehicular de la región fronteriza de Coahuila, caracterizado por vehículos de modelos obsoletos y en malas condiciones mecánicas, ha propiciado el uso intensivo de llantas usadas. Las llantas inservibles son desechadas en tiraderos clandestinos, patios de casas y una gran parte a un centro de acopio municipal. Las llantas convertidas en basura sin control, constituyen focos de infección al promover el anidamiento de fauna nociva, como ratas, mosquitos, arañas y demás especies que buscan lugares protegidos para reproducirse.

En la Región circundante del Río Bravo se tienen dos especies de mosquitos que predominan en los tiraderos de llantas (*Aedes aegypti* y *Aedes albopictus*) que son los principales vectores de la fiebre amarilla y el dengue, de las cuales ya se han reportado casos en los estados de Texas y Tamaulipas. Aunque a la fecha no se han manifestado estas enfermedades en esta zona, no es remota la posibilidad de llegar a tener casos así en un futuro, sobre todo por el incremento en las temperaturas que se están experimentando en los últimos años. Además de las especies mencionadas, también se sabe que las llantas son el hábitat de mosquitos de climas menos calientes, tales como *Aedes atropalpus* y el *Aedes triseriatus* que son vectores de las encefalitis equina y de la encefalitis *LaCrosse* que tienen altos índices de fatalidad en aquellas personas que son atacadas por estas enfermedades. Además de los mosquitos, las llantas constituyen un hábitat en el cual pueden proliferar otros insectos peligrosos, dentro de los que destacan los alacranes (*Centruroides exilacauda*), viudas negras (*Latrodectus hesperus*), ciempiés (*Scolopendra heros*), vinagrones (*Mastigoproctus giganteus*) entre otros.

Las medidas de control para estas plagas tienen grandes dificultades porque es difícil hacer llegar insecticidas dentro de los apilamientos debido a las formas propias de las llantas. A la misma dificultad se le suman los altos costos de cualquier programa de control para un problema tan disperso.

Adicionalmente, debido a que los sitios en los que se almacenan las llantas no cuentan con suministro de agua, y por el acomodo irregular de los montones de llantas, en caso de un incendio, sería muy difícil apagarlo, con la consecuente contaminación de aire por los gases y humos con un alto contenido de sustancias tóxicas que se forman debido a procesos ineficaces de combustión. Por otra parte, la pirólisis de llantas (calentamiento previo a la combustión) origina la formación de grandes cantidades de aceites, hasta un galón por llanta, que causan la contaminación del suelo y de los mantos freáticos.

La implementación del proyecto pretende proporcionar un mecanismo con el que se disponga adecuadamente las llantas generadas en el presente y futuro, y eliminar el inventario de llantas generadas anteriormente, y reducir los riesgos inherentes a la salud humana y a la contaminación de aire, suelo y mantos acuíferos.

EVALUACION AMBIENTAL

El proyecto comprende el efectuar el estudio de impacto ambiental, si, así se requiere, previa presentación del Estudio Preventivo del Impacto Ambiental, a las autoridades correspondientes. Actualmente, los almacenamientos actuales de llantas usadas, no cuenta con los estudios de impacto ambiental, ni sus Planes de Prevención de accidentes, ni mitigación de riesgos.

CUMPLIMIENTO DE LAS LEYES Y REGLAMENTOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y DE RECURSOS CULTURALES.

Toda la documentación relevante será presentada y revisada. De acuerdo con los requerimientos de de la Ley de equilibrio ecológico y la protección al ambiente para el estado de Coahuila de Zaragoza, será presentada a la Secretaria del Medio Ambiente, para su aprobación.

COMPONENTES DEL PLAN INTEGRAL

A. *Recolección.*

La recolección tiene como propósito recoger las llantas que resulten de la generación y de la limpieza que se haga del rezago existente en el municipio. Para tal fin se contará con un camión de redilas de 9 toneladas de capacidad, para cada municipio responsable de un centro de acopio, para transportar al municipio sede de la planta de reciclaje, en este caso Jiménez, para su procesamiento. La recolección de neumáticos usados en su municipio, está bajo su responsabilidad. El camión transportará un valor aproximado de 900 llantas por viaje, el requerimiento de número de llantas por día o semana, serán de acuerdo a la programación de producción de la planta de reciclaje. Se estima con la capacidad del camión y los 42 km que recorrerá y tiempos de carga y descarga podrá efectuar dos viajes diarios que estiman 1800 llantas por día, como un valor máximo. La recolección óptima, será, un promedio aproximado de 500 llantas por día, en considerando que se generan 200 llantas por día y se tienen igual cantidad, depositadas irregularmente. La vida útil del proyecto será de 5 años, para lograr equilibrar el número de llantas depositadas en lotes baldíos y otros lugares.

B. *Centro de Acopio/Procesamiento de Llantas*

Las llantas recolectadas se descargarán en un almacén de llantas enteras en el centro de procesamiento, el cual consistirá de un área al aire libre de 3000 m², con piso impermeable de concreto armado, con capacidad para 30,000 llantas distribuidas en 6 montículos de 5,000 llantas cada uno, aproximadamente.

El proceso de trituración incluye un almacén de llanta, la nave industrial, equipo de trituración, y su equipo complementario, banda transportadora de alimentación y depósitos de almacenamiento primario de tamaño 3/4" de acuerdo a los requerimientos del cliente. También se incluye un procesador secundario de trituración fina, para tamaños 1-2, 2-3, 3-4, mm, ralladura gruesa y fina, incluye banda de alimentación, banda de salida y silo de almacenamiento. También se integrara en la Planta los pulverizadores. Previo a los pasos anteriores se cuenta con un equipo electro-neumático de extracción de acero. Básicamente, se puede contar con equipo móvil para transporte de llantas, sistemas de control, seguridad y otros.

Las áreas complementarias incluyen oficina y su equipamiento, caseta de vigilancia, sistema de contra incendio, y áreas de tránsito.

C. *Producto final de reciclaje-360, de llanta usada.*

Se tienen después de los procesos previos de acondicionamiento de material por llanta, el 15% del peso de llanta en acero para su venta en reciclaje, 16% en fibra de Nylon para su venta en reciclaje, el resto 70% aproximadamente va en dos sentidos su reciclaje, en trozo de proceso

primario 3/4" o 1/8", para agregado en concreto hidráulico, usado este proceso en banquetas, cordón cuneta y otros, este sistema ya se encuentra en el mercado con la patente CEMEX, con el cual se ha tenido pláticas y muestra su total interés en integrarse a esta cadena productiva, pero, cualquier empresa interesada puede generar sus pruebas de protocolo y registrar su producto, estas empresas firmaran convenio con el Gobierno Estatal de solo usar reciclado de llanta de la región donde se usa. El producto de granulometría menor: 2-4 mm, 1-2mm, malla 14, malla 60, ralladura gruesa y ralladura fina, se usaran en fabricación de impermeabilizantes, pisos, adoquín y otros productos. La empresa Desert Shield, S.A. de C.V., ha desarrollado estos productos y los ha comercializado en la región con éxito. También se han tenido pláticas con esta empresa y muestran interés en integrarse a este plan estatal. Esta empresa acepta rubricar el compromiso con el Gobierno del Estado, que, también correrá pruebas de protocolo de otros productos. También se pueden desarrollar inversionistas en este ramo de la fabricación de material de construcción.

ASPECTOS TECNICOS

DEFINICIÓN DE LLANTA

Es un elemento elástico de las ruedas de los vehículos con una envoltura que contiene aire a presión, la cual tiene por objeto soportar las cargas que actúan sobre el vehículo y transmitir al terreno las fuerzas necesarias para el movimiento. Está constituida por una cubierta, banda de rodadura de goma labrada, que tiene la finalidad de evitar el derrape del vehículo; una carcasa, estructura resistente, formada por capas de hilos o de cables incorporados en el caucho, y una cámara de aire (ausente en aquellas llantas en las que la presión de aire está asegurada por una mezcla especial con la que se recubre el interior de la carcasa).

PARTES QUE CONFORMAN LA LLANTA

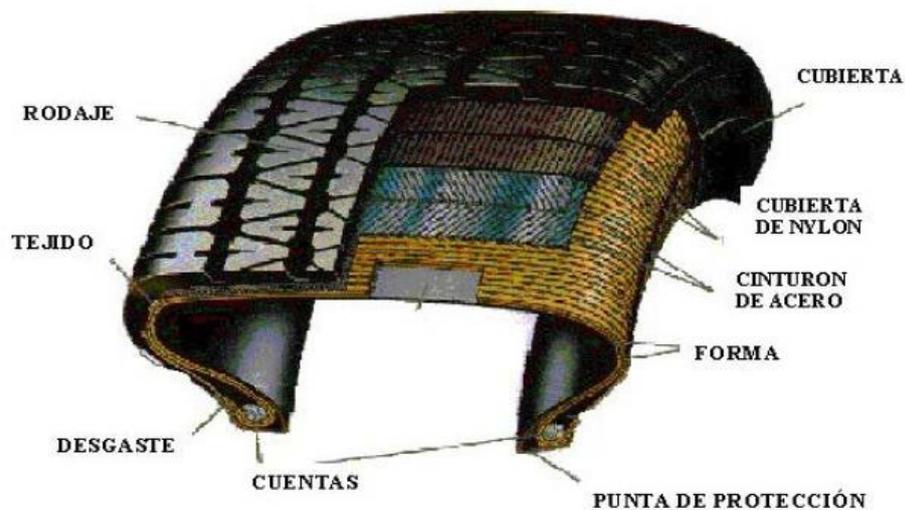
Las llantas se conforman por diferentes partes que en general se puede considerar que son las siguientes: la banda de rodadura, el cuerpo y las cuentas.

La banda de rodadura es una almohadilla espesa de caucho con ranuras para formar listones o espinazos, la banda proporciona tracción para mover y detener (frenar) al vehículo, también previene el deslizado y patinado del vehículo, cuando éste se encuentra en movimiento.

El cuerpo está constituido por capas de textil intercaladas en el caucho, el cual da fuerza y forma a la llanta.

Las cuentas, son las dos vendas que sostienen al neumático o su rueda, estas se localizan a lo largo de los bordes internos de la llanta y se componen de cuerdas de alambre rodeadas por caucho que se cubre con textil.

PRINCIPALES PARTES DE UNA LLANTA



Fuente: INCREMI, S.A. de C.V.

A su vez estas tres partes están constituidas por las siguientes:

Cinturón estabilizador: en su mayoría son de acero y proporcionan resistencia a la llanta, estabiliza la banda de rodamiento y protege a esta contra pinchaduras.

Capa radial: contiene la presión del aire de la llanta y junto a los cinturones estabilizadores transmite toda la fuerza del freno y dirección entre la rueda y la banda de rodamiento.

Costados: su hule esta especialmente compuesto para resistir la flexión y la intemperie, proporcionando al mismo tiempo protección a la capa radial.

Sellante: Consiste en adicionar una o dos capas de hule, esto es para las llantas que no usan cámara.

Relleno de la ceja: piezas de hule con características especiales que se usan para llenar el área de la ceja y la parte inferior del costado, para proporcionar una transición suave al área rígida de la ceja del área flexible del costado.

Refuerzos de ceja: es una capa colocada sobre el interior del amarre de la capa radial, en el área de la ceja y la parte inferior del costado, proporciona una transición de la ceja al costado.

Ribete: usado como referencia para el asentamiento adecuado de la ceja sobre el rin.

DIFERENCIAS ENTRE LAS CARACTERISTICAS CONSTRUCTIVAS DE UNA LLANTA PARA AUTOMOVILES Y PARA CAMIONETAS

Las diferencias en las características constructivas entre la llanta para auto de pasajeros y las de llantas para camionetas se deben a los distintos usos y condiciones operativas de las camionetas y los autos de pasajeros.

- Las camionetas por lo general están diseñadas para funcionar bajo condiciones más severas, tales como el transporte de mayores cargas durante más tiempo y uso fuera de rutas.
- Las llantas de camioneta pueden tener una tela de carcasa adicional, un cinturón de acero más fuerte y/o un talón mayor con más espesor de caucho en la banda lateral. Por esto las llantas de camioneta tienden a ser más pesadas que las de autos de pasajeros.
- Algunas llantas de camioneta también son capaces de soportar presiones de aire mayores y tienen mayor capacidad de carga.

MATERIA PRIMA PARA LA PRODUCCIÓN DE LLANTAS

Compuestos de hule	Los componentes de hule deben ser diseñados según la función que va a cumplir, es decir, para la banda de rodamiento serán resistentes al calor, flexión, desgaste, cortadas, etc. Para las paredes resistentes a la flexión, el calor, la buena adhesividad; y para las cejas deberán ser muy duros.
Materias textiles	Son los que soportan el aire, golpes, calor, etc. Y para su mejor funcionamiento se recubren de hule, formando capas de llanta, cuyo número se diseñará según la resistencia de ésta. Las capas por su naturaleza podrán ser de nylon, poliéster, rayón, etc.
Alambre de acero	Principalmente en la caja para dar la firmeza necesaria a la llanta al montarla en el rin. Así como, servir de sostén a las capas de las llantas.

COMPOSICIÓN FISICOQUÍMICA DE LAS LLANTAS

Los componentes principales de muestran en la siguiente tabla:

MATERIAL	COMPOSICIÓN (%)	
	CAMIONES	AUTOMÓVILES
Caucho natural	27	14
Caucho sintético	14	27
Negro de carbón	18	28
Acero	15	15
Protegido, rellenos	16	16
Peso de la llanta nueva	54.48 kg	11.35 kg
Peso de la llanta usada	45.40 kg	9.08 kg

Fuente: www.eng.buffalo.edu

LA CLASIFICACIÓN DE LAS LLANTAS

Las llantas se clasifican según el tipo de transporte que las utiliza:

Automóviles

Autobuses

Camionetas

Agrícolas

Industrial:

- Camiones

- Montacargas

- Moto conformadoras

- Grúas

- Cargadores

- Tractores

- Relleno Antiponchaduras

Mueve tierras

Otros:

- Bicicletas

- Motocicletas

- Aviones

- Carritos de tiendas de autoservicio

- Sistema de transporte eléctrico

- Carretillas

TECNOLOGIA APROPIADA

Población y Generación de Llantas:

El proyecto tiene un horizonte de planeación indefinida. Se definió una primera etapa, del proyecto de 5 años, en función del reequipamiento de los centros de acopio, este cumplimiento, es la garantía de la continuidad del plan de manejo integral de llantas usadas.

Este proyecto, pudiera solicitar el requerimiento de otras alternativas, y será válido, La Secretaría de Medio Ambiente de Coahuila, presenta este proyecto rentable para la inversión privada, con soporte gubernamental, integrado en el plan de manejo estatal, que garantizara su continuidad y su correcto desarrollo. Los convenios municipales con el estado, serán acordes al objetivo del programa, al igual que los convenios con la iniciativa privada.

Se enviarán a las cámaras industriales y de comercio la invitación a participar, con toda la asesoría técnica y legal disponible, para que tomen su mejor decisión, al igual comerciantes e industriales o inversionistas privados, y publico en general.

La alternativa de no-acción, será una salida inadmisibles, ya que sólo significa acumular un número mayor de llantas con los riesgos a la salud por plagas e incendio que ya fueron discutidos en las secciones iniciales de este documento.

Si, se presenta otra alternativa de solución, su evaluación será con el único fin contar la viabilidad de cada alternativa, se presentan una serie de criterios de selección que ayudan a determinar la opción más razonable. A cada criterio se le asigna un peso que ayuda a realizar una evaluación semi-cuantitativa. Estos criterios incluyen salud humana, impacto ambiental, factibilidad técnica, factibilidad financiera, desarrollo sustentable, participación pública, implementación del plan, integración con planes urbanos.

El marco legal necesario para la instrumentación del sistema propuesto deberá definir los siguientes puntos: (1) Responsabilidad del usuario en la generación del residuo, pagando una cuota de disposición; (2) Responsabilidad del distribuidor o comerciante de cobrar la cuota de disposición y canalizar la llanta al Centro de Acopio municipal; (3) Responsabilidad del municipio, directo o concesionada, de procesar el desecho y definir los usos municipales, como uso de impermeabilizantes o aplicación con aditivos de llanta en concreto ligero, aplicado en banquetas, cordón cuneta o pisos recreativos, y otros; y (4) El papel del municipio en la regulación comercial de las llantas usadas. Estos puntos están incluidos dentro de la Ley de Ingresos y regulación actual.

ASPECTOS AMBIENTALES

PRÁCTICAS DE “ELIMINACIÓN” DE LLANTAS USADAS

Las llantas usadas generalmente se desechan en una de las siguientes formas:

- a) Los generadores mayoristas, en algunos municipios de Coahuila que está implementado el servicio de recolección de llantas usadas por el municipio, bajo una cuota, que en algunos municipios llega hasta 50 pesos, por unidad, solicitan este servicio y son llevadas a un lugar designado para almacenamiento, generalmente sin orden, ni control estadístico.
- b) Los generadores pequeños, generadores o transportistas, no utilizan el servicio de recolección público de sólidos urbanos, por no estar contratados para residuos de manejo especial, de particulares, solo las empresas y deberán cubrir una cuota especial a la empresa concesionaria, para desecharlas. La práctica común es depositarlas clandestinamente en lotes baldíos arroyos y los menos, las dejan al paso del servicio de recolección de llantas por el municipio, donde exista esta tarea.

En algunas ciudades fronterizas de Estados Unidos, como Eagle Pass, Tex, solo hace 2 años, se compro un equipo para triturar la llanta a tamaño de 14-16 pulgadas, para depositarlas con protección de relleno de tierra, para un uso posterior. No tienen sistema de reciclaje, dado que su llanta usada pasa a México como llanta reusable en la franja fronteriza, con valor hasta 5 dólares o más por unidad.

Anteriormente, era común la disposición en relleno sanitario de las llantas enteras, sin embargo, esta práctica está siendo rechazada, por dos razones principalmente:

Debido a su forma y composición, las llantas no pueden ser fácilmente compactadas, ni se descomponen. Por lo tanto, las llantas usadas consumen cantidades considerables de espacio en sitios de disposición. Con la capacidad disminuyendo en el relleno sanitario, y con los costos de evacuación para los Residuos Sólidos Municipales incrementándose, ya no es posible aceptar materiales voluminosos.

Debido a su forma hueca, las llantas pueden atrapar aire y otros gases, lo que las convierte en boyas, que con el tiempo, “flotan” a la superficie, rompiendo la cubierta de las celdas de disposición. Estas aberturas exponen los residuos a roedores, insectos y aves, y permiten el escape de los gases, también abren vías para que la lluvia entre en las celdas, favoreciendo la generación de lixiviados.

Para el almacenamiento al aire libre, existen dos problemas asociados:

RIESGO DE INCENDIO. Un incendio de llantas puede causar impactos adversos al medio ambiente y a la salud pública, por los compuestos que las conforman. Una vez que se están quemando las llantas, es difícil apagar el incendio. La combustión incontrolada de las llantas a temperaturas relativamente bajas (menos de 1092°C) tiende a producir cantidades importante de hidrocarburos no quemados (humo negro espeso) y emisiones nocivas para la atmosfera y

la calidad del aire de la ciudad. Se han identificado 38 compuestos emitidos al aire, con un potencial dañino debido principalmente a la exposición a hidrocarburos, metales, gases y vapores inorgánicos.

Se ha demostrado que las emisiones al aire, provenientes de la quema de llantas a cielo abierto son muy tóxicas, incluso mutagénicas, ya que incluyen contaminantes tales como partículas, monóxido de carbono (CO), bióxido de azufre (SO²), óxidos de nitrógeno (NOx), compuestos orgánicos volátiles (COVs), hidrocarburos aromáticos polinucleares (PAHs), dioxinas, furanos, cloruro de hidrógeno, benceno, bifenilos policlorados (PCBs); y metales como arsénico, cadmio, níquel, zinc, mercurio, cromo y vanadio. Además se pueden generar cantidades significativas de líquidos y sólidos con contenidos químicos dañinos derivados de la fundición de las llantas, que pueden ser potenciales contaminantes del suelo, agua superficial y subterránea.

PROLIFERACION DE FAUNA NOCIVA. La definición de fauna nociva se aplica a aquellas especies animales, que por condiciones ambientales o artificiales (provocadas por el hombre y sus acciones), incrementan su población llegando a convertirse en plaga, vectores potenciales de enfermedades infecto-contagiosas o causantes de daños a las actividades o bienes humanos al no poder ser regulada por mecanismos naturales. Este tipo de fauna prolifera en lugares donde se han alternado ecosistemas y existen pocas o nulas condiciones de salud.

La forma de las llantas les permite actuar como un depósito debido a que capta o acumula el agua procedente de la lluvia. Además, las llantas amontonadas absorben la luz solar, creando un ambiente propicio en combinación con agua estancada para la reproducción de mosquitos.

No existen de predadores naturales para los mosquitos que viven en las pilas de llantas, lo que conduce a incrementos incontrolados de la población. Estos mosquitos a menudo son transmisores de enfermedades mortales para el hombre tales como la fiebre amarilla, la encefalitis y el dengue. Existe una variedad de estos organismos, como son: *Aedes cantator*, *Aedes sollicitans*, *Aedes taeniorhynchus*, *Aedes venax*, *Aedes canadensis*, *Aedes triseriatus*, *Coquillettids perturbans*, *Coliseta melanura*, *Culex pipens*, *Culex rerstuans*, *Anopheles quadrimaculatus*, *Anopheles punctipennis*.

Otro problema asociado a las pilas de llantas es que sirven como zona de reproducción de roedores. Las condiciones que crean (presencia de agua, calor, ausencia de luz y protección) son ideales para la reproducción de este tipo de organismos.

Los roedores tienen una gran influencia en la contaminación y pérdida de alimentos, produciendo daños por mordedura e infecciones a nivel doméstico y urbano. Además, en abundancia son perjudiciales para zonas agrícolas, para algunas industrias e instalaciones públicas; son además los responsables de la propagación de numerosas enfermedades para el hombre y animales. Las enfermedades más comunes que transmiten son: el virus de la rabia, fiebres hemorrágicas, enfermedades parasitarias y salmonelosis.

ASPECTOS DE COORDINACION Y LEGALES

En la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) se consideran diversos criterios para la prevención y el control de la contaminación del suelo, de los cuales se distingue que es necesario prevenir y reducir la generación de residuos sólidos, municipales e industriales; incorporar técnicas y procedimientos para su reúso y reciclaje, así como regular su manejo y disposición final eficientes. En este sentido, la LGEEPA marca los lineamientos que se deben seguir para evitar y controlar la contaminación de los suelos, a pesar de que no hace referencia hacia las llantas usadas, se entendería que éstas están incluidas en el concepto de residuos sólidos municipales, sin serlo.

También se establece que la generación, manejo y disposición final de los residuos de lenta degradación deberá sujetarse a lo que se establezca en las normas oficiales mexicanas que al respecto se expidan. A este respecto, es importante mencionar que actualmente no existen normas referentes al manejo de llantas usadas.

Actualmente se han complementado diversas disposiciones a la LGEEPA en materia de residuos que buscan tener una mayor eficiencia en la prevención y control de la contaminación proveniente del inadecuado manejo de los residuos. De los anterior se puede distinguir a la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, publicada en la gaceta Parlamentaria del 25 de abril de 2002, la cual hace énfasis en la necesidad de elaborar planes de manejo específicos para algunos residuos, principalmente los considerados por esta misma Ley como de manejo especial, en los cuales se encuentran las llantas usadas. Las entidades federativas y los municipios serán los encargados de elaborar dichos planes de manejo, a la fecha se tiene el modelo legislativo a seguir, en Coahuila.

Otra disposición importante que se encuentra incluida en esta iniciativa, es el de definir las responsabilidades de los productores, importadores, comerciantes, consumidores, así como de los prestadores de servicios de manejo de residuos incluyendo la responsabilidad post consumo.

ADECUACION Y CUMPLIMIENTO CON TRATADOS Y ACUERDOS INTERNACIONALES

El proyecto se encuentra dentro de los Acuerdos, que en materia ambiental y mejoramiento de las condiciones de calidad de vida de los habitantes de la frontera, que han firmado México y Estados Unidos de América, desde el Convenio de la Paz, Plan Ambiental Integral Fronterizo, Programa Frontera XXI, hasta el ahora I Programa binacional 2012.

TECNOLOGIAS SUSTENTABLES

Dentro de las aplicaciones convencionales existen métodos y tecnologías para el manejo de las llantas usadas, así como de los productos generados. Estas tecnologías ya son usadas en varios estados de la República Mexicana de origen estadounidense y canadiense.

TRITURACIÓN O TÉCNICA CORTE

Consiste en cortar la llanta mecánicamente, en partículas pequeñas. El acero es retirado previo, con un mecanismo extrusor, así como el aro de rin.

Los componentes de fibra o textil son separados por clasificadores neumáticos u otro equipo de separación; estos sistemas tienen un alto desempeño y pueden producir caucho de costo relativamente bajo; este sistema es fácil mantenerlo y exige poca mano de obra para operar y reparar el sistema. En el caso de las partes del equipo, son generalmente fáciles de obtener e instalar.

Las ventajas que ofrece son productos de alta calidad, limpios de todo tipo de impurezas; lo que facilita la utilización de estos materiales en nuevos procesos y aplicaciones. Este método puede ser también una etapa previa a la mayoría de las demás soluciones para el aprovechamiento rentable y eficaz de los residuos y sobre todo favorece la ausencia de compuestos contaminantes en el medio ambiente.

Una de las alternativas para variar la capacidad de la trituradora y como consecuencia, el tamaño del producto resultante consiste en el cambio de la configuración de la cuchilla. Generalmente el material triturado tiene un ancho aproximadamente igual al de la cuchilla. Sin embargo la longitud del producto no puede ser definida de la misma forma, siendo normalmente inferior al de la longitud de la cuerda entre los dientes consecutivos en la misma cuchilla y cuanto mayor sea el número de diente, los productos obtenidos tendrían menor dimensión. No obstante, es necesario tener en cuenta la potencia del corte que limita el número final de elementos. La elección entre menor espesor de la cuchilla y el mayor número de dientes tiende a inclinarse a favor del primero, debido al menor trabajo requerido sobre la superficie de la cuchilla.

TRITURACIÓN CRIOGÉNICA

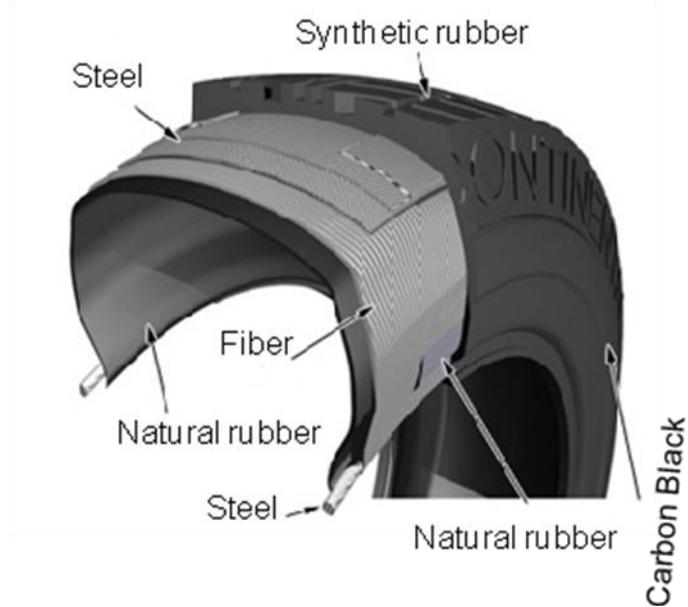
El procedimiento es congelar con nitrógeno líquido a las llantas, y golpearlas para que puedan liberar la estructura metálica o textil del caucho, recogiendo éste último en forma de polvo y el nitrógeno en forma de gas. La inversión es mayor al tradicional de corte y superior el gasto operativo, tiene la opción de ser sustituto al corte primario del triturado, para evitar la máquina de extracción de aro duro y acero.

Se aplica una pequeña parte del caucho regenerado (dependiendo de la finura del polvo de goma) para la fabricación de cubiertas de menores requerimientos técnicos, como para maquinaria agrícola, carretillas, etc., también en el ámbito de la construcción y obras públicas, pistas de atletismo, asfaltado de carreteras y otras vías públicas.

COMPONENTES DEL NEUMÁTICO

LLANTA DE AUTOMOVIL / PASSENGER TIRE		
NATURAL RUBBER	14%	Crumb rubber
SYNTHETIC RUBBER	27%	Crumb rubber
CARBON BLACK	28%	
STEEL	14-15%	
FIBER	16-17%	
AVARAGE WEIGHT	New 25 lbs., scrap 20 lbs.	

LLANTA DE CAMION / TRUCK TIRE		
NATURAL RUBBER	27%	Crumb rubber
SYNTHETIC RUBBER	14%	Crumb rubber
CARBON BLACK	28%	
STEEL	14-15%	
FIBER	16-17%	
AVARAGE WEIGHT	New 120 lbs., scrap 100 lbs.	



MAQUINARIA PARA TRITURAR





NECESIDADES DE OPERACIÓN

Solo para ejemplificar: de 1500 a 3000 llantas para proceso diario de 8.0hrs laborables, requerirán de 0.5 a 1.0 millones de llantas anuales. El diseño de planta es en función directa de disponibilidad de llanta usada de proyección anual.

Llantas almacenadas, de recolección existente y de proyección

Se tienen valores estimados de 250,000 llantas usadas en el relleno sanitario de Acuña, y que, generan unas 150 mil llantas por año.

En Piedras Negras, también se estiman 300,000 llantas en el relleno sanitario y que generan 200 mil llantas por año.

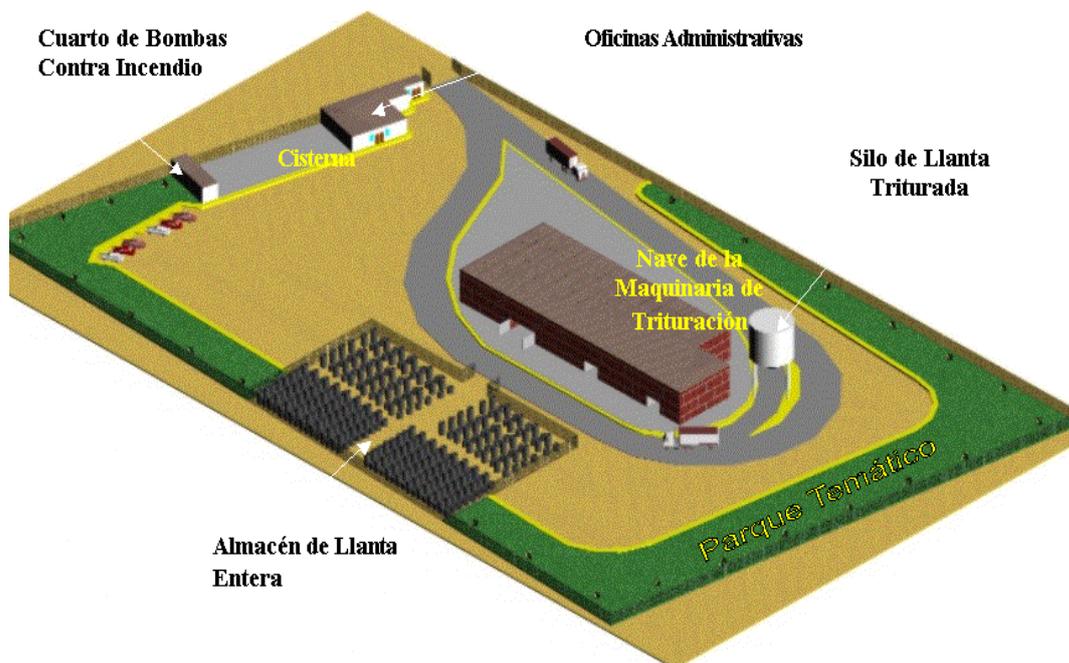
En los demás municipios integrantes de la zona fronteriza, se estiman existentes 100,000 llantas y con generación anual de 50,000 llantas usadas.

Los números generadores, serán indicativos de la capacidad de producción.

La producción con 1500 llantas seria de:

Llantas de camión:

- 20 toneladas diarias trituradas y polvo de llanta.
- 10 toneladas de Scrap de Acero
- 11 toneladas de fibra
- En llanta de automóvil, disminuye un 20% en polvo de llanta, aumenta al 100% el acero y la fibra.



FACTIBILIDAD FINANCIERA

Fase operativa:

Se concluyó el análisis de factibilidad financiera para determinar el costo estimado y la estructura financiera del proyecto, quedando estructurado de la siguiente forma:

Ejemplificando, una producción diaria de:

La producción diaria de 1500 llantas sería de :

Llantas de camión:

- 20 toneladas diarias trituradas y polvo de llanta. (6,000/ton) (\$ 120,000.00)
- 10 toneladas de Scrap de Acero (6,000/ton) (\$ 60,000.00)
- 11 toneladas de fibra (1,000/ton) (\$ 11,000.00)
- En llanta de automóvil, disminuye un 20% en polvo de llanta, aumenta al 100% el acero y la fibra.

Fase de recolección y transporte a centro de acopio por los municipios:

Modelo Tarifario propuesto:

Tipo de Llanta	Vehículo	Tarifas (\$ MN México por llanta)		
		Actual	2012	2013 a 2017
Chica	Automóvil	00.00	12.00	17.00
Mediana	Camioneta ligera	00.00	22.00	27.00
Grande	Camión	00.00	100.00	150.00
Promedio		00.00	44.66	64.66
Proyección		50,000	2,233,000	3,233,000
Tarifas-año		llantas		

Administración del Proyecto. El proyecto será supervisado acorde a los cumplimientos de convenios por la Secretaría de Medio Ambiente de Coahuila.

VALOR DEL TRITURADO DE LLANTA

(Crumb Rubber) en el mercado de E.U.

Principal objetivo del negocio

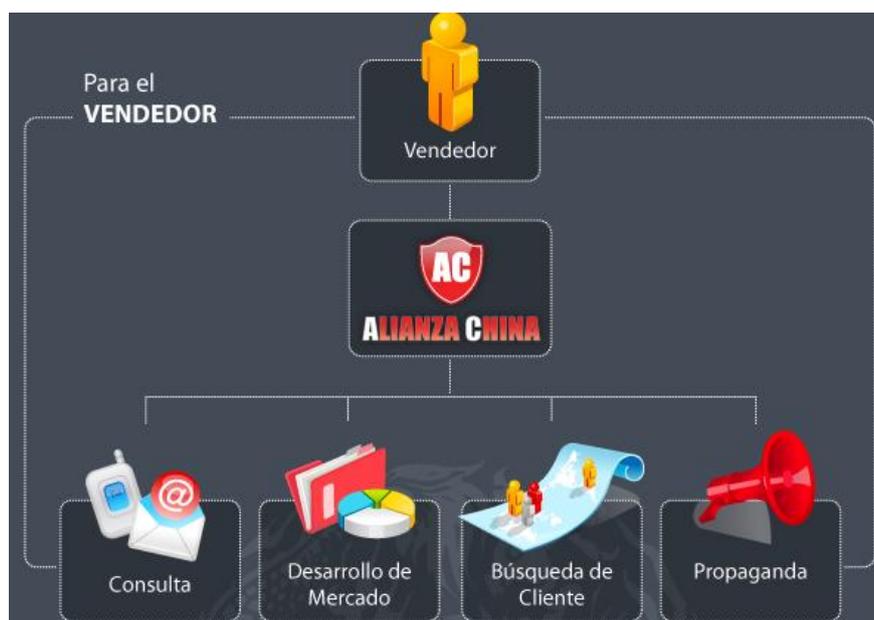
SIZE	AVG. PRICE USD. DLLS.	RANGE/US. DLLS.
3/8	10.5 ¢ lb. / \$240 ton.	06-20 ¢ lb. / \$155-\$410 ton.
1/4	11 ¢ lb. / \$270 ton.	08-20 ¢ lb. / \$122-\$425 ton.
10 mesh	9 ¢ lb. / \$218 ton.	7.5-22 ¢ lb. / \$240 ton.
20 mesh	14 ¢ lb. / \$292 ton.	10.5 ¢ lb. / \$190-\$280 ton.
30 mesh	13.2 ¢ lb. / \$367 ton.	12-21 ¢ lb. / \$200-\$302 ton.
40 mesh	21.30 ¢ lb. / \$422 ton.	13.4-26 ¢ lb. / \$279-\$398 ton.
80 mesh	33 ¢ lb. / \$496 ton.	29-39 ¢ lb. / \$450-\$590 ton.
100+ mesh	52.3 ¢ lb. / \$552 ton.	23-75 ¢ lb. / \$510-\$610 ton.
200+ mesh	65 ¢ lb. / \$1275 ton.	30-80 ¢ lb. / \$600-\$1500 ton.
MARKET PRICES FOR TIRE-DERIVED MATERIALS		
SCRAP TIRE AND RUBBER		

INVERSION EN EQUIPO

Existen diferentes opciones en costos de equipo de trituración completos:

Donico U.S.A. manejado por SDI-TELCO Valor \$ 2.0 Millones USA DLL. El cual al realizar la compra se firma un contrato Buy-Back por 5 años comprometidos en la compra total de la producción generada. (Retorno de inversión 5 años).

Alianza China Valor \$1.0 Millones USA DLL, con el compromiso de: (retorno de inversión 5 años).



PARTICIPACION PÚBLICA Y DESARROLLO SUSTENTABLE

Se invitara a cámaras industriales y de comercio, y público en general.

Información Pública: Toda la información del proyecto, será disponible en el portal web de SEMAC.

REUNIONES PÚBLICAS

Todas las reuniones serán públicas, previo aviso en la prensa local de cada región.

Definición y Principios.

Principio 1: El proyecto resolverá los problemas actuales de disposición inadecuada de las llantas. Con la realización de este proyecto se eliminará el riesgo de afectación a la salud de los habitantes de la región norte fronteriza de Coahuila, que presenta la proliferación de fauna nociva en los tiraderos de llantas.

Principio 2: El proyecto no compromete el desarrollo ni las necesidades ambientales de futuras generaciones, por el contrario, evita el escalamiento de la problemática actual por el manejo y disposición inadecuada de llantas usadas.

Principio 3: Al eliminar el almacenamiento de inadecuado de llantas usadas, se eliminará el riesgo de incendios que contaminen el aire y provoquen la contaminación de suelos y mantos acuíferos. Asimismo, la eliminación del acopio de llantas en el sitio actual representa una recuperación del ecosistema original de los terrenos donde actualmente se asienta.

Principio 4: El proyecto promoverá la participación activa de la ciudadanía, la iniciativa privada y las autoridades locales y la estatal, por medio del establecimiento de convenios. El desarrollo del proyecto estará incluido la opinión de la ciudadanía, a través de la encuesta para determinar el índice de generación de llantas, y la participación de ciudadanos y organizaciones de todo tipo en la constitución y trabajos del comité ciudadano del proyecto.

FORTALECIMIENTO DE LA CAPACIDAD INSTITUCIONAL Y HUMANA

El proyecto tiene como objetivo el proporcionar a los municipios de la región fronteriza norte con la infraestructura técnico y administrativa para manejar y disponer adecuadamente las llantas generadas en la ciudad, así como con los mecanismos de cobranza que permitan que el proyecto sea factible financieramente. Lo anterior se lograra mediante las siguientes acciones.

El fortalecimiento del marco jurídico para establecer el cobro del derecho para el pago de la disposición de la disposición final de las llantas de desecho.

La instrumentación de una organización que asegure el cumplimiento de la reglamentación mediante el cobro de derechos, la inspección sistematizada de los establecimientos que comercializan las llantas y la canalización eficiente del desecho al centro de procesamiento.

CONSERVACION DE RECURSOS NATURALES

El proyecto eliminará el riesgo de incendios que contaminen el aire y provoquen la contaminación de suelos y mantos acuíferos. Se promoverá el reciclamiento de las llantas trituradas, y se reducirá sustancialmente el volumen que las llantas de desecho presentan, alargando la vida útil del relleno sanitario, evitando el uso adicional y a un plazo más largo de tiempo, de hábitat naturales.

DESARROLLO DE LA COMUNIDAD

Las mejoras más importantes a la comunidad serán en las áreas de salud pública y ambiental, especialmente con respecto al manejo y disposición final de las llantas generadas en la comunidad.