

Manejo de Neumáticos Usados en Puerto Rico: Oportunidad de Negocio

*Carlos G. Vázquez Ortiz
Estudiante de Escuela Graduada
Dr. Héctor J. Cruzado Vélez
Departamento de Ingeniería Gerencial
Universidad Politécnica de Puerto Rico*

Resumen — *En Puerto Rico se ha registrado un problema recurrente con el manejo de neumáticos usados. Esto ha causado el desarrollo de varios problemas asociados en el área de la salud, el ambiente y la seguridad pública. Esta problemática ha dado paso a la propuesta que se presentará a continuación la cual consiste en la creación de un modelo de negocios para establecer una planta trituradora de neumáticos usados que los convertirá en materia prima para le creación de nuevos productos. Esta propuesta pretende convertir una gran problemática en una solución sustentable a la misma vez que crea un mercado de reciclaje de neumáticos usados que es inexistente en Puerto Rico. Esta iniciativa tiene como propósito el adjudicarle valor a los neumáticos usados al reutilizarlos y reciclarlos lo que ayudará a lidiar con los problemas asociados al mal manejo de estos.*

Términos Claves — *modelo de negocio, neumáticos usados, planta trituradora, reciclaje.*

INTRODUCCIÓN

Es de conocimiento general el gran problema que causa el manejo indebido de gomas usadas que terminan en vertederos clandestinos o sistemas de rellenos sanitarios en Puerto Rico. Actualmente se exporta una gran cantidad de gomas usadas que son recolectadas por compañías privadas a las cuales el gobierno les rembolsa una parte del dinero que se cobra como cargo por manejo para asegurar una disposición adecuada. A pesar de que se incentiva a que se exporte una gran cantidad de gomas, no se ha logrado desalentar la práctica de disponerlas de forma clandestina e inadecuada. Se entiende que se pueden proponer posibles usos para las gomas

usadas y utilizarlas como materia prima para crear un modelo de negocio que genere beneficios.

Problemática Del Manejo De Gomas Usadas

En Puerto Rico, los neumáticos no pueden ser dispuestos en los vertederos, según lo ordenado por la ley 171 de 1996 [1]. La disposición de gomas enteras en los vertederos reduce la vida útil de éstos y los convierte en focos de enfermedades e incendios. Los vertederos ilegales representan un peligro similar o mayor. Dentro de las posibles soluciones se encuentra la reutilización mediante el reencauche pero es una solución parcial por que en algún momento tendrá que ser desechado. La recuperación de energía mediante el uso de la goma genera residuos nocivos para el ambiente debido a emisiones de gases cargados con materiales pesados altamente contaminantes. Por estas razones la alternativa más viable es el reciclaje, ya que no sólo elimina el problema ambiental, sino que convierte a la goma en un producto útil con valor agregado y crédito económico.

Modelo de Negocio

El objetivo principal sería el establecer un modelo de negocio mediante la creación de una compañía que utilizará los neumáticos usados como materia prima para una planta que los triturará y los transformará en materia prima para la elaboración de nuevos productos que atiendan diversos mercados que utilizan el caucho reciclado como materia prima.

REVISIÓN DE LITERATURA

La documentación relacionada al del reciclaje de neumáticos usados es de cierta manera reservada ya que esto es una industria que se encuentra en pleno crecimiento y desarrollo.

Acumulación de Neumáticos Usados

Es un hecho que Puerto Rico ha confrontado problemas con el almacenamiento de neumáticos usados a través de toda la isla. Además de ser antiestético y representar un peligro de incendio, también se ha sabido durante algún tiempo que los neumáticos tienen el potencial de servir como caldo de cultivo ideal para los mosquitos, especialmente cuando los neumáticos se producen en grandes cantidades en los centros de trasbordo. Debido a la forma y la impermeabilidad de los neumáticos, puede retener agua por largos períodos de tiempo y ofrece un lugar para el desarrollo de las larvas de mosquito. En Puerto Rico es crítico el manejo de neumáticos por el hecho de que se registran altos niveles de precipitación y contribuyen a la presencia de mosquitos que transmiten enfermedades como el dengue y el chikungunya. En eventos en los que se ha detenido el debido procesamiento de gomas usadas, se han registrado un alza desmedida en los casos de dengue en la isla al nivel que se han declarado estado de emergencia conllevando acciones y costos adicionales para controlarlas. El triturar las gomas es una solución viable para evitar la acumulación de agua en las áreas de almacenamiento [2].

Por otra parte, la acumulación indebida de neumáticos también representa un peligro de incendios. Estos son particularmente peligrosos debido a que presentan un grado de dificultad mayor a la hora de mitigarlos. Esto debido a que el 75% de lo que representa un neumático entero es espacio vacío lo que dificulta el apagar el fuego con agua o cortar el suministro de oxígeno. El agua que se utiliza en incendios de neumáticos a menudo aumenta la producción de aceite de pirolisis y proporciona un modo de transporte para llevar los aceites fuera del sitio y acelerar la contaminación de los suelos y cuerpos de agua. Los contaminantes del aire de incendios de neumáticos incluyen el denso humo negro que deteriora la visibilidad y emiten gases tóxicos incluyen hidrocarburos poli-aromáticos (PAH), CO, SO₂, NO₂ y HC1. A pesar que de todas maneras representa una fuente de

contaminación ambiental, el caso es muy diferente cuando se trata de neumático triturado ya que el fuego no se comporta de la misma manera que el de los neumáticos enteros por no tener la gran cantidad de espacios vacíos que oxigena el fuego y que hace que el fuego generado por neumático triturado sea más fácil y rápido para extinguir. Esto es un argumento de gran relevancia por el hecho de los costos millonarios asociados a las mitigaciones necesarias para reparar el daño causado por estos incendios [2].

Mercado para el Caucho Reciclado

Debido a problemática ambiental que representa el manejo indebido de gomas usadas, la Agencia de Protección Ambiental (EPA, por sus siglas en inglés) ha realizado varios estudios técnicos para incluir los productos derivados de gomas usadas en el Programa de Guías de Compras Integral. Esto es un esfuerzo que realiza la EPA para promover el uso de materiales reciclados. Este programa de compra de productos con contenido reciclado, asegura que los materiales recogidos en programas de reciclaje sean utilizados nuevamente en la fabricación de nuevos productos. En estos estudios se ha determinado que se pueden utilizar neumáticos usados para diferentes aplicaciones como; superficies para uso atlético/recreativo, productos moldeados, barreras de impacto, losas de piso, correas, juntas, suelas de zapatos, sellos, cuñas, arandelas, aisladores, equipos de pesca, equipos agrícolas y como aditivo para carreteras [3]. Este último es el mercado de mayor interés para la planta de neumáticos triturados que se establecerá.

El asfalto con aditivo de caucho es el tercer mercado más grande para aplicación terrestre en los Estados Unidos y representa el 9 por ciento del mercado. A pesar de que el Departamento de Transportación de Washington confrontó problemas en los inicios de este producto con el diseño de mezcla, problemas de instalación y costos elevados en los 90's, estudios posteriores muestran el asfalto que contiene neumáticos triturados tenía sí tenía ventajas importantes como mayor durabilidad, flexibilidad, longevidad y disminución de

contaminación ambiental por ruido en comparación con los asfaltos convencionales [4].

Otro de los mercados importantes es el de las superficies deportivas y recreativas. Este mercado representa uno de los más grandes y de mayor crecimiento para el caucho de superficies en Estados Unidos. Esta sección del mercado abarca una gran cantidad de aplicaciones. Dentro de las aplicaciones más significativas los son el césped sintético mayormente utilizado en estadios deportivos y las superficies de seguridad en áreas de juegos. Para ambas aplicaciones se han realizados estudios detallados referentes a los posibles daños que pudiese ocasionar los compuestos orgánicos de este producto y han llegado a la conclusión de que estos materiales no representan un peligro para los jugadores o espectadores de las instalaciones que cuenten con este producto [3]. Otro de los usos que se exploró lo fue el posible uso de neumático triturado para tanque sépticos de lixiviado, pero los hallazgos encontrados en los estudios demostraron que no era un mercado viable para este propósito [5].

Estándares del Mercado

Constantemente se ha observado que muchas compañías en diferentes industrias realizan sus propias pruebas de forma independiente para establecer las características en cuanto a la calidad de diferentes productos derivados de neumáticos reciclados. Solo se han desarrollado estudios detallados por escrito para un pequeño número de productos derivados de neumáticos reciclados. Es por esto que la industria sigue trabajando en gran parte de manera informal sin referencias a normas y especificaciones. El ASTM D5603 es una norma establecida y útil para el compuesto de caucho de neumático reciclado pero esta norma no parece que se utiliza constantemente en el desarrollo de productos [6]. Tampoco parece que hay una comprensión general de su utilidad o propósito. Una de las prácticas que se deben establecer en esta industria es una base de datos y especificaciones por producto para que se pueda proceder a uniformizar esta información tan importante y surja un mercado con más fuerza y estabilidad. Esta tarea de

implementar mejores prácticas y estándares de calidad debe recaer en los fabricantes y productores de neumático reciclado para ampliar los mercados y obtener mayores beneficios. Es importante entender la situación en que se encuentra la industria al establecer la planta trituradora de neumáticos que se propone para este proyecto [7].

ESTRATEGIA E IMPLEMENTACIÓN

El enfoque principal será presentarles a la Autoridad de Carreteras y Transportación y al Departamento de Transportación y Obras Públicas de Puerto Rico la amplia gama de beneficios que obtendrían al utilizar este tipo de asfalto además de cumplir con la política pública ambiental del gobierno al aportar con esta iniciativa la cual es respaldada con fondos federales adicionales que promueven este tipo de carreteras verdes. Parte de la estrategia sería comprometer a estas y otras entidades que bajo contrato aseguren la venta de la producción estimada de 3,000 toneladas/año.

Por otra parte se implementará un sistema de transporte propio para el recogido de neumáticos en el Centro de Acopio Temporero (CAT) ubicado en el municipio de Toa Baja al igual que la planta procesadora. Esto suplirá la demanda de producción

Reto a Superar en la Industria

El mayor reto que se presenta es la falta de conocimiento e información sobre la industria por lo que se debe llevar a cabo una campaña educativa a los posibles clientes para mostrarles la documentación y estudios generados a través de los años los cuales han sido abalados por la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos y otros Estados.

PLAN GERENCIAL

La empresa proyecta tener una estructura gerencial sencilla basada en una estructura piramidal con 2 niveles de jerarquía según la necesidad determinada, la cual harán posible la operación general de la empresa de manera regular y continua. El plan gerencial pretende tener una operación de al

menos 250 días al año de operación continua con una capacidad máxima de producción anual de 3000 toneladas de procesamiento de material.

Estructura Gerencial y Permisos Gubernamentales

La Estructura Gerencial de la Empresa está diseñada para una operación continua con 10 empleados trabajando a toda capacidad. Esta estructura se divide de la siguiente forma:

- Gerente de Planta
- Empleados del Área de Almacén
- Asistente Administrativo
- Técnico de Mecánica y Electricidad
- Choferes de Camiones Porteadores

La obtención de los permisos para comenzar la operación de la empresa estará a cargo de una firma de Consultoría en Permisos. Las áreas industriales designadas en los pueblos de la isla permiten que de manera ministerial se puedan otorgar los permisos para esta operación directamente en la Oficina de Gerencia de Permisos de Puerto Rico y están contemplados entre los usos permitidos.

Plan Operacional de Manejo y Producción

La Planta comenzará operaciones desde las 8:00 am hasta las 5:00 pm durante una semana de trabajo regular de lunes a viernes con el periodo libre para el almuerzo de 12:00 pm a 1:00 pm. No se estima una operación de más de un turno de trabajo diario.

Equipos de Operación y Almacenamiento

La vida útil de este equipo está prevista en promedio para ser de 8 años más o menos 2 años dependiendo, del mantenimiento entre otros aspectos. Los neumáticos estarán almacenado en un área designada de unos 5,000 pies cuadrados de espacio capaz de almacenar en promedio unos 20,000 neumáticos. El manejo de los neumáticos será con un equipo de levantadores el cual se encargara del manejo del material desde el área de almacén al área de procesamiento.

Área Operacional

Las instalaciones deberán ser de unos 10,000 pies cuadrados para el área de la planta y unos 5,000 para el área de almacenaje de neumáticos. Dentro del área designada de 10,000 pies cuadrados, se subdivide en 2,500 pies cuadrados para los aspectos de la maquinaria, 6,000 pies cuadrados para el almacenaje del material procesado y otros 1,500 pies cuadrados para las áreas administrativas y comunes.

Proceso de Manufactura

El proceso comienza con el acarreo hasta el almacén de unos 6 viajes de camiones desde el CAT de Toa Baja de 200 neumáticos cada uno para un total de 1200 neumáticos o en promedio unas 30,000 libras de material como máxima capacidad.

Los neumáticos pasarán del almacén al área de remoción de la anilla de acero donde 2 operadores estarán procesando las gomas. Cada uno de los operadores tendrá la capacidad de procesar hasta un máximo de 480 neumáticos diariamente. El operador colocará el neumático en el “conveyor” o correa para el procesamiento en las demás partes de manera automatizada a la vez que se encarga de que el sistema trabaje correctamente, monitoreando el equipo y los diagnósticos.

Según las especificaciones de diseño el sistema separará el material de neumáticos corrientes en la proporción promedio de 86% caucho, 10% de acero y 4% de fibra.

Mercadeo y Ventas

En Puerto Rico un total de poco más de 94.5 millones de libras de neumáticos usados fueron recuperados durante el año pasado y se piensa que es posible el utilizar unos 6 millones de estos en el proceso de manufactura [1].

Sobre los aspectos de venta, se entiende posible la meta de vender la totalidad de la producción de este material con el compromiso de las agencias gubernamentales además de diferentes manufactureros que pueden adquirirlo para la manufactura de otros productos derivados.

El plan de mercadeo incluye explotar las ventajas competitivas y ambientales de utilizar el material reciclado de gomas trituradas sustituyendo

el material típico de producto de canteras y otras materias primas para la reutilización de material reciclado. La empresa tiene planes de producir un material reciclado que es más económico y abundante que el material típico utilizado en los productos finales de manufactura a la vez que ayuda a lidiar en parte con uno de los más grandes problemas ambientales de la isla en cuanto al aspecto de la disposición de neumáticos usados.

PLAN FINANCIERO

La empresa proyecta operar en un local de la Compañía de Desarrollo Económico donde el uso propuesto de las facilidades permite la operación de manera ministerial. A continuación desglosamos los aspectos de los costos para la puesta en marcha planta.

Fondos Requeridos para la Operación

Los fondos necesarios para comenzar la operación de la planta procesadora de neumáticos se muestran en la Tabla 1 donde se desglosan los diferentes costos asociados a la operación de la planta.

GANANCIAS Y PERDIDAS PROYECTADAS

En términos operacionales se estima procesar unas 18,000 libras de neumáticos diarios el primer año, unas 20,000 libras diarias de neumáticos el segundo año y trabajar a total capacidad para el tercer año procesando unas 24,000 libras diarias. Esto equivale a 1.5 toneladas de material por cada hora de trabajo. La venta del producto que se producirá proviene de los ingresos por libra de la venta del material triturado. Los ingresos por libra provienen de tres fondos diferentes. El primero de la venta de la materia prima que se venderá a un costo de \$0.15 por libra de caucho. La segunda se cobrará del incentivo del estado por el manejo de los neumáticos por un costo de \$0.071 por libra de caucho. Por último, la cantidad que se recuperará en metal y que será vendida a un costo de \$0.14 por libra de metal. Las proyecciones de ingreso se describen en la Tabla 2 la cual contiene los gastos e

ingresos a corto plazo en los primeros tres primeros años de operación.

Tabla 1
Costos Operacionales

Fondos-Inversionistas	
Gastos Iniciales y de Estudios	\$15,000.00
Gastos para Habilitar local de Operación	\$55,000.00
Gastos de Compra de Equipo y Maquinaria	\$1,214,000.00
Total de Fondos Requeridos	\$1,284,000.00
Activos	
Non Cash Assets from Start Up (Equipo)	\$1,200,000.00
Cash Requirements from Star Up	\$50,000.00
Additional Cash Raised	\$75,000.00
Cash Balance on Starting Date	\$150,000.00
Total de Activos Disponibles	\$1,475,000.00
Pasivos y Capital	
Pasivos	\$214,000.00
Prestamos	\$1,000,000.00
Pasivos a largo plazo	\$10,000.00
Cuentas a pagar	\$55,000.00
Otros pasivos	\$15,000.00
Total de Pasivos	\$1,294,000.00
Capital-Inversión Planificada	
Dueños	\$100,000.00
Inversionistas	\$50,000.00
Inversiones adicionales requeridas	\$31,000.00
Total de Inversión Planificada	\$181,000.00
Perdidas al comienzo (5 meses)	-\$140,000.00

Tabla 2
Ganancias y Gastos

	Año 1	Año 2	Año 3
Ventas	\$918,270	\$1,020,300	\$1,224,360
Costo Directo	\$550,000	\$550,000	\$550,000
Otros Costos Indirectos	\$35,151	\$35,151	\$35,151
Total del Costo	\$585,151	\$585,151	\$585,151
Gross Margin or Loss	\$333,119	\$435,149	\$639,209
Gross Margin (%)	56.93%	74.37%	109.24%
Gastos Regulares			
Payroll	\$139,104	\$139,104	\$139,104
Pagos Financiamiento equipo	\$175,800	\$175,800	\$175,800
Depreciación	\$9,227	\$9,227	\$9,227
Mantenimiento (O&M)	\$18,000	\$18,000	\$18,000
Transporte	\$25,000	\$25,000	\$25,000
Gastos de Combustible	\$30,240	\$30,240	\$30,240
Gastos de Utilidades	\$165,000	\$165,000	\$165,000
Renta de local	\$0	\$0	\$0
Total de Gastos Regulares	\$562,371	\$562,371	\$562,371
Seguros	\$3,780	\$3,780	\$3,780
Impuestos	\$19,000	\$19,000	\$19,000
Net Profit or Loss	\$333,119	\$435,149	\$639,209

Análisis del Punto de Retorno

A base de estos costos se estimó la cantidad mínima de procesamiento para hacer de la operación

una rentable. En el caso de los primeros tres años es necesario el procesamiento de 10,782 libras de material para que se igualen los costos operacionales a los ingresos por concepto de las ventas. Esto equivale en promedio a unas 432 gomas por día.

A partir del año 4 hasta el 8 se aplicarán aumentos a los costos relacionados con salarios en un 10%, la aplicación de pago de impuestos según el decreto de exención contributiva de 10% de la ganancia del año 3 a pagarse del año 4 en adelante. De igual forma se considera aumentos en el combustible y la energía eléctrica. Se establece un nuevo costo fijo máximo por día de \$2,556.00 y se establece un nuevo punto de retorno donde la producción del material necesitaría llegar al menos a 12,527 de libras por día para ser rentable la operación.

Proyección a Largo Plazo

A partir del año 4 hasta el 8 se espera que trabajando a toda capacidad, la planta genere ganancias de \$550,479 dólares anualmente. Se debería obtener a comenzar a obtener ganancias directas de la inversión durante el mes 16 o en el año 1.3 a partir del comienzo de la operación de manufactura. Los ingresos esperados de la inversión deberían dejar a los inversores un rendimiento neto al final del año 8 de cerca de los 3 millones de dólares.

CONCLUSIÓN

La planta procesadora de neumáticos es viable ya que el análisis muestra que generaría ganancias de aproximadamente 3 millones de dólares a través de su vida útil con un tiempo de recuperación de la inversión incurrida en los primeros 16 meses de operación. Esto ha demostrado ser un negocio lucrativo a la vez que se transforma un problema recurrente en una solución sustentable.

REFERENCIAS

- [1] Autoridad de Desperdicios Sólidos de Puerto Rico Oficina de Reciclaje. *Estadísticas*. (Publicación No. 2014). Recuperado de <http://www.ads.pr.gov>
- [2] United States Environmental Protection Agency. Office of Solid Waste. (1991). *Markets for Scrap Tires*. (Publication

No. EPA/530-SW-90-074A). Retrieved from <http://www.epa.gov/epawaste/conserva/materials/tires/tires.pdf>

- [3] United States Environmental Protection Agency. Office of Resource Conservation and Recovery. (2010). *Scrap Tires: Handbook on Recycling Applications and Management for the U.S and Mexico*. (Publication No. EPA530-R-10-010). Retrieved from <http://www.epa.gov/epawaste/conserva/material/tires/scrap>
- [4] Anderson K. W., & Newton J. C. (1992) *Rubber-Asphalt Pavements in the State of Washington*. (Report No. WA-RD 268.1). Retrieved from Washington State Department of Transportation website: <http://www.wsdot.wa.gov/research/reports/fullreports/268.1.pdf>
- [5] ASTM D5603-01 (2008), *Standard Classification for Rubber Compounding Materials—Recycled Vulcanizate Particulate Rubber*, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2008,
- [6] California Department of Resources and Recovery. (2013). *Properties of Tire-Derived Aggregate for Civil Engineering Applications*. (Publication No. DRRR-2014-01489). Retrieved from <http://www.calrecycle.ca.gov/Publications/Documents/1489/20141489.pdf>
- [7] California Department of Resources and Recovery. (2013). *Best Management Practices for Tire-Derived Product Development*. (Publication No. DRRR-2014-01509). Retrieved from <http://www.calrecycle.ca.gov/Publications/Documents/1489/20141489.pdf>