

OBTENCIÓN DE COMBUSTIBLE LÍQUIDO A PARTIR DE NEUMÁTICOS DE DESECHO

- M.Sc. Shirley Duarte
- Ing. Axel Dullak

Este Proyecto (14-INV-385) fue financiado por el CONACYT través del Programa PROCIENCIA con recursos del Fondo para la Excelencia de la Educación e Investigación – FEEI del FONACIDE

- Problemática general



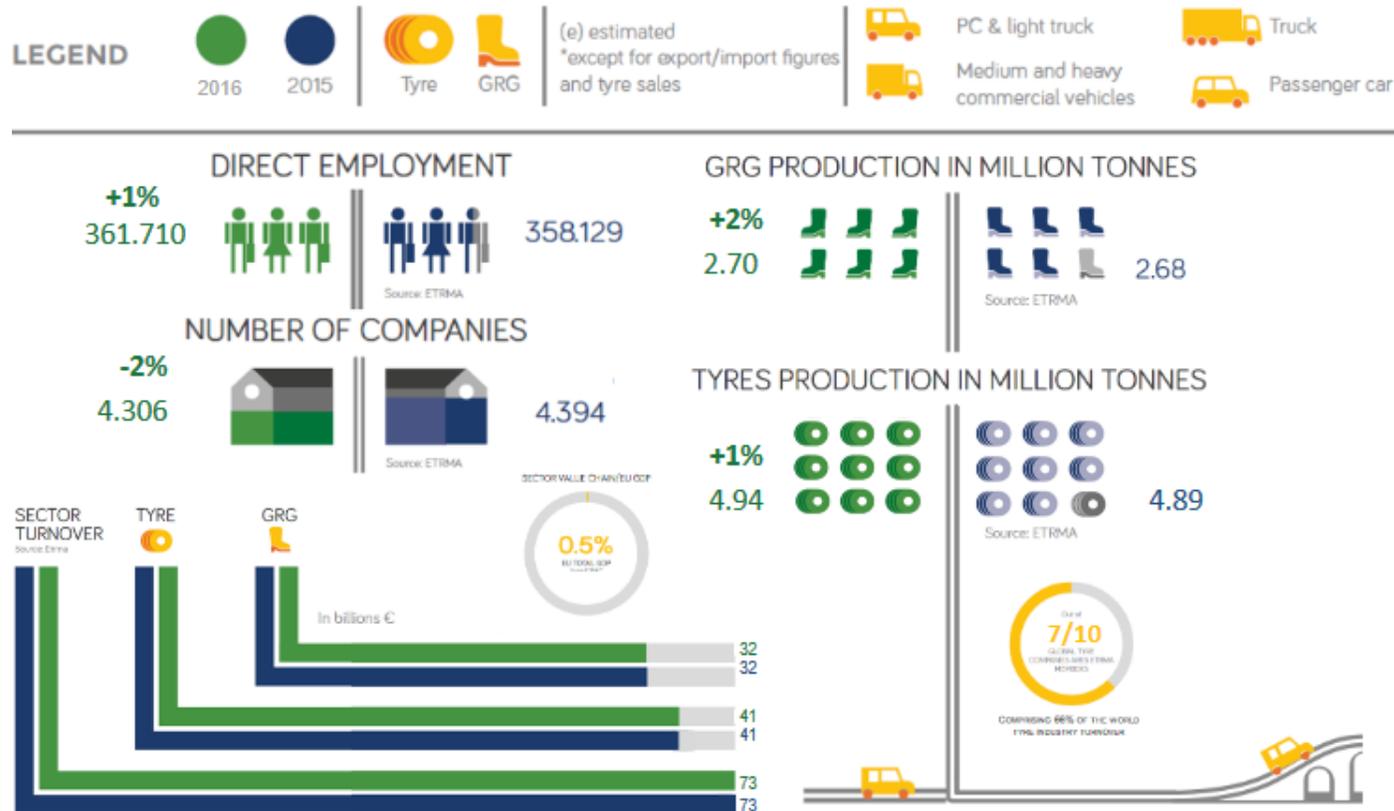
Antecedentes

Uso de neumáticos en asfalto y betún, en lugar de en el pavimento y el cemento.

ETRMA desde 1999, más de **24 millones de toneladas** de ELT se recuperaron tanto por la recuperación de **energía** como de **material**, y en **2010** solo el **4%** de los productos de ELT terminaron en vertederos, en comparación con el **96% recuperado** (38% de recuperación de energía, 40% de reciclaje de materiales, 8% de reconstrucción y 10% de reutilización / exportación)

• Cifras globales de producción de neumáticos

2015/2016 Key Figures



ETRMA – European Tyre Rubber Manufacturers Association, 2017. European tyre and rubber industry – Statistics.

<<http://www.etrma.org/statistics-2>> (accessed April 2018).

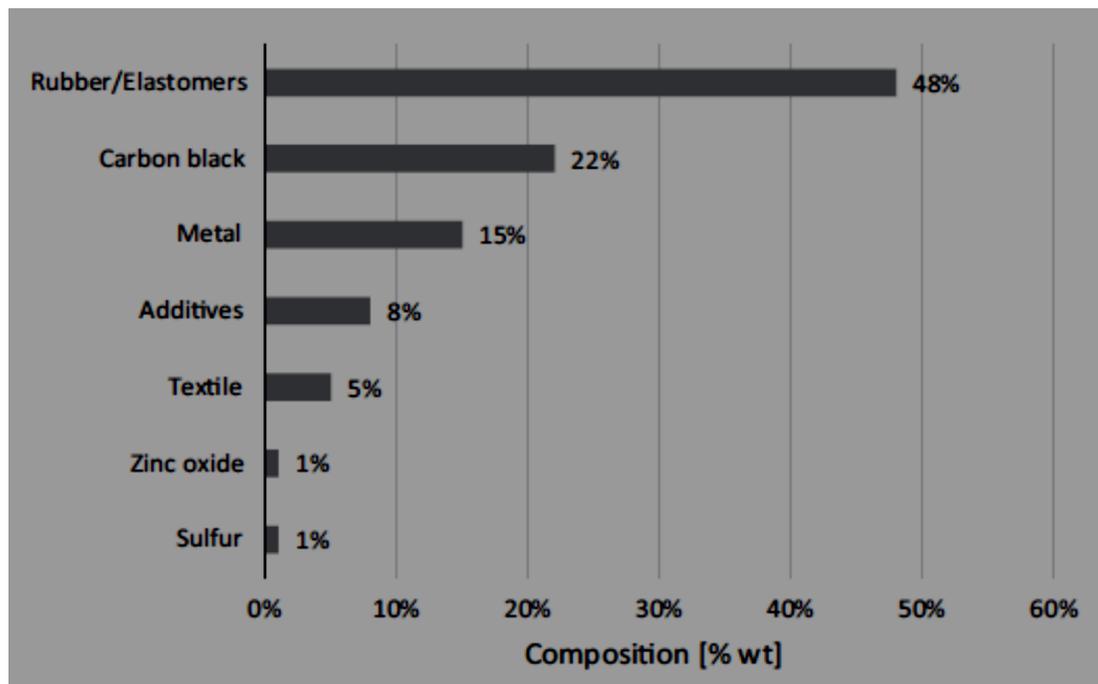
Importaciones de neumáticos en los últimos años

AÑO	Neumáticos nuevos en Toneladas	Neumáticos recauchados o usados en Toneladas	Total importado en Toneladas
2014		5.655	5.655
2015	64.510	3.583	68.093
2016	82.460	3.730	86.190
2017	88.867	5.738	94.605
2018	90.537	5.695	96.232

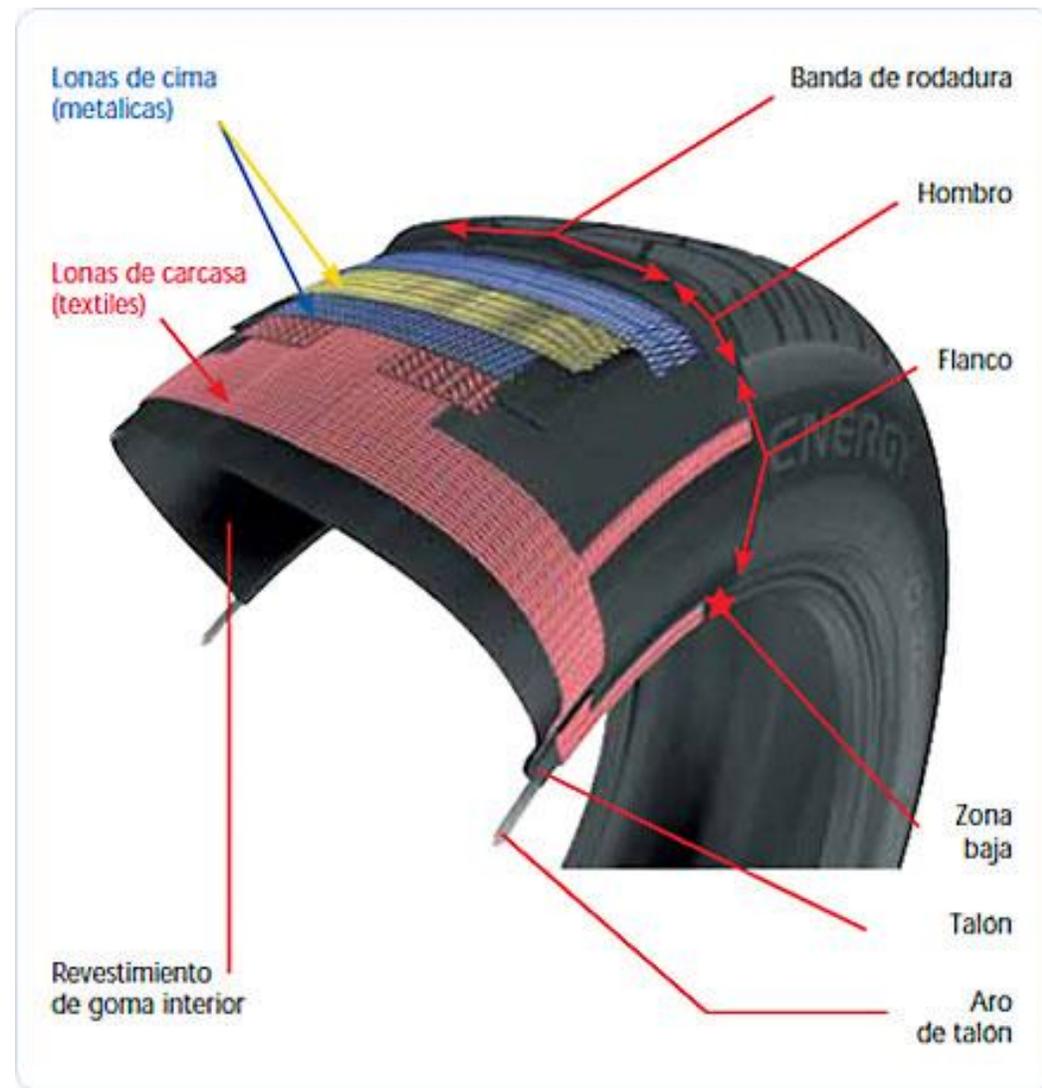
Vida útil media entre alrededor de 60000 km.

Fuente: Trade map (<https://www.trademap.org>).

Principales componentes:



Torretta et al, 2015

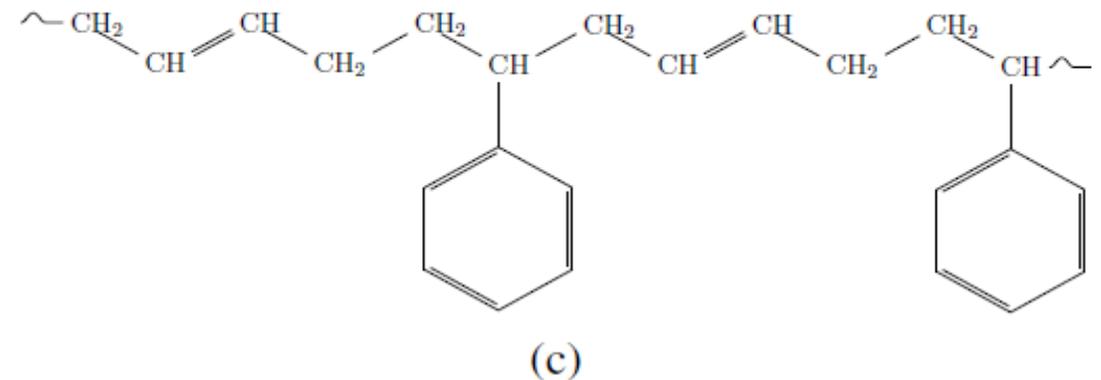
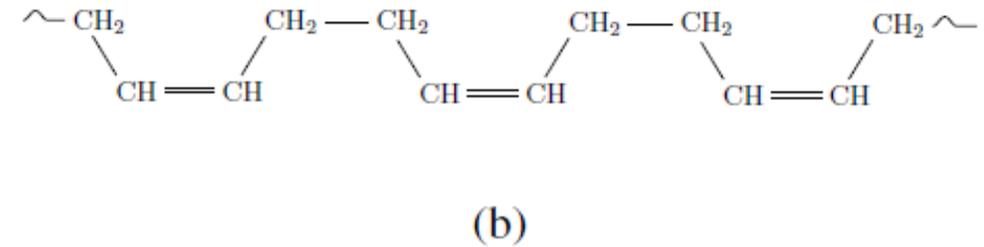
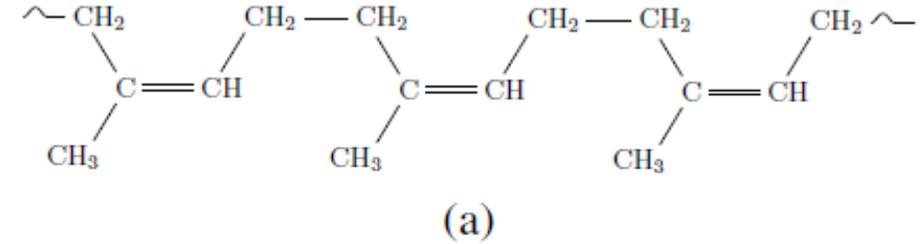
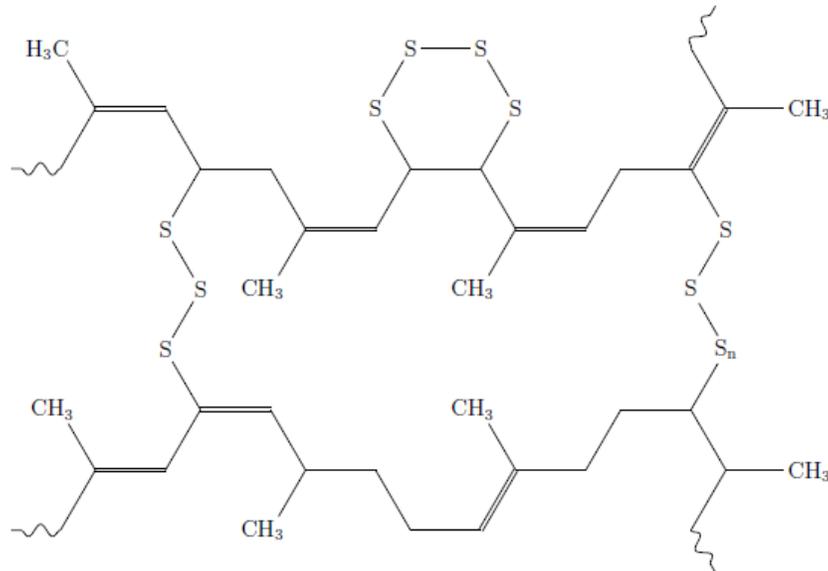


- Negro de Carbon
- Fibras textiles
- Alambres de Acero

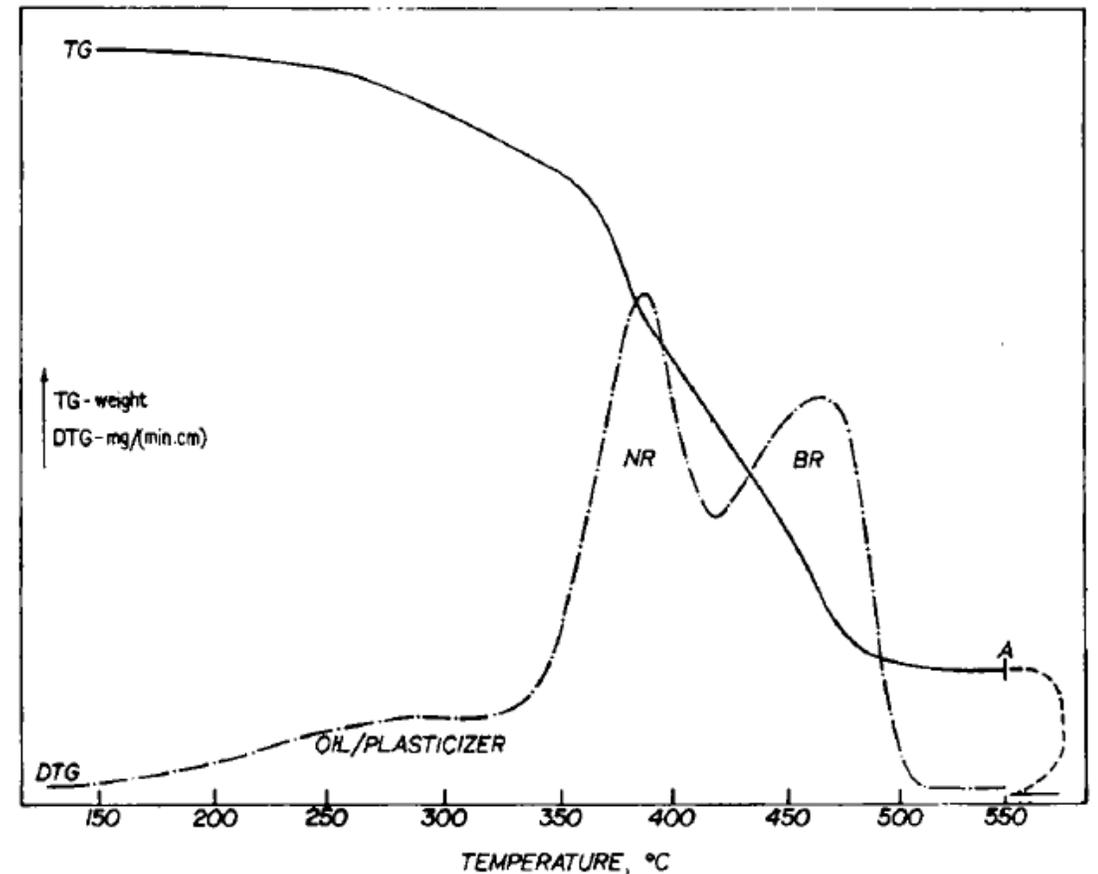


Caucho:

- Poli(isopreno)
- Poli(butadieno)
- Poli(estireno-butadieno)



- **Pirólisis de neumáticos y ventajas frente a su combustión directa:**
 - HAPs
 - Separación del S presente antes de la combustión (70% del azufre inicial es retenido en el residuo carbonoso)
 - Caucho natural. El uso de estos volátiles como combustibles produce menos emisiones de CO₂ fósil por unidad de energía



Productos de la pirolisis de neumáticos:

- El **producto gaseoso** se compone principalmente de hidrogeno, metano, etileno, etano, COs y otros gases combustibles.
- El **producto sólido** es un material carbonoso, en el que quedan los restos de azufre, silicio y zinc.
- El **producto líquido** es una mezcla compleja de hidrocarburos de 5 a 16 carbonos, con la mayoría del contenido de azufre en forma de benzotiazol y tiofenos (Frigo et al., 2014, Martínez et al., 2013)



Objetivos del proyecto

- Procesamiento de un residuo potencialmente dañino al ambiente para la generación de materiales de mayor valor agregado (gaseosos, líquidos y sólidos).

Resultados esperados

- Caracterización de las muestras de neumáticos en desuso existentes en el país.
- Rendimientos y caracterizaciones de los productos efluentes del proceso a escala laboratorio.
- Propiedades combustibles del producto líquido obtenido.

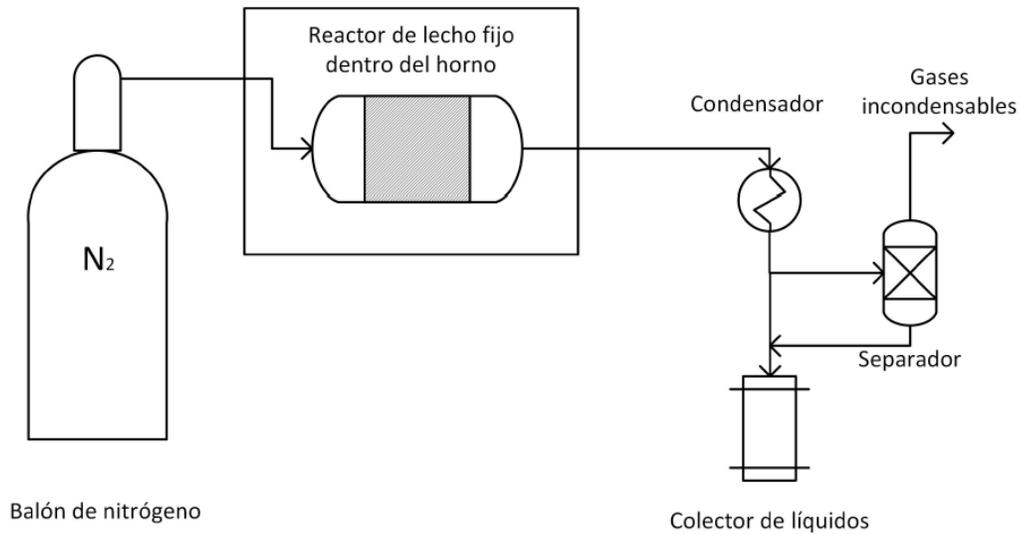
- **¿Cómo se trabajó?**

-FCQ-UNA.

-Provisión de la materia prima mediante el apoyo del sector privado.

-Análisis especiales fueron realizados en laboratorios externos internacionales.

Instalación Experimental



Variables independientes

	Niveles		
Variables	-1	0	+1
Temperatura [°C]	450	500	550
Tasa de calentamiento [°C/min]	10	15	20
Tamaño de partícula [mm]	1	2	3

Variable de respuesta

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{masa de liquido}}{\text{masa inicial}} \times 100 \%$$

Caracterización de productos

Producto líquido

- Poder calorífico
- Viscosidad
- Densidad
- Punto de ignición
- Contenido de azufre
- Índice de cetanos

Producto sólido

- Análisis próximo
- Poder calorífico

RESULTADOS DEL PROYECTO

Análisis próximo de la materia prima

% Humedad	% Materia Volátil	% Cenizas	% Carbono fijo	Poder Calórico [MJ/kg]
1,1	66	6,2	27,8	18,426

Rendimientos en las distintas corridas

Temperatura [°C]	Tasa de calentamiento [°C / min]	Tamaño de partícula [mm]	Rendimiento del producto líquido [%]		
450	10	1	39,4	41,3	
		3	30,2	30,0	
	20	1	39,0	35,9	
		3	29,9	29,6	
500	15	2	39,0	37,1	40,6
550	10	1	40,2	41,8	
		3	36,8	38,7	
	20	1	41,6	42,7	
		3	36,2	34,8	

Análisis del producto líquido

Determinación	Unidad	Valores	Res N° 434/2016		UNI-EN 590:2010	
			mín	máx	mín	máx
Densidad a 15 °C	g/cm ³	0,9131			0,82	0,845
Índice de cetanos	-	41	48		46	
Punto de Inflamación	° C	52	50		55	
Viscosidad cinemática a 40 °C	mm ² /s	6,6	1,9	5,0	2,0	4,5
Azufre	% p	0,5891		0,005		0,001
Poder Calorífico	MJ/kg	42,187				

Análisis del producto sólido

% humedad	% Materia Volátil	% Cenizas	% Carbono fijo	Poder calorífico [MJ/kg]
1,9	4,3	17,7	78	29,267
0,00	5,50	16,10	77,40	27,900

González et al., (2001)



Perspectivas

OBTENCIÓN DE COMBUSTIBLE LÍQUIDO A PARTIR DE NEUMÁTICOS DE DESECHO

- M.Sc. Shirley Duarte
- Ing. Axel Dullak

Este Proyecto (14-INV385) fue financiado por el CONACYT través del Programa PROCIENCIA con recursos del Fondo para la Excelencia de la Educación e Investigación – FEEI del FONACIDE