 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

# **DESARROLLO DE COMPUESTOS CON POLIPROPILENOS (PP) Y TERMOELASTOMEROS (TE).**

Alejandro Andrés Duque Escobar.

Tecnología Electromecánica.

Carlos Andrés Vargas Isaza

**INSTITUTO TECNOLÓGICO METROPOLITANO**

**2018**

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2018-12-07

## RESUMEN

---

Como finalidad de este proyecto de producto de laboratorio, es realizar de manera productiva las mezclas necesarias para encontrar en diferentes proporciones de materiales disponibles en el mercado (termoelastómeros, polipropilenos y aditivos) y encontrar una mezcla eficiente en reemplazo a las que son aplicadas actualmente en la elaboración de elementos de marcado vacuno.

De este resultado se obtendrán placas de diferentes proporciones realizadas en el reómetro de torque las cuales serán usadas en pruebas adicionales para ser verificados en medios controlados y así lograr un sustituto adecuado para el uso de las mismas en la industria colombiana. Los materiales a usar serán un termoelastómero llamado Vistamaxx, polipropileno PH1310 y el aditivo en poliestireno Arcoplast UV, los cuales son comúnmente en el mercado, para que en diferentes proporciones de cada elemento se logren encontrar cualidades que permitan su producción masiva a menores costos de producción.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2018-12-07

## RECONOCIMIENTOS

En agradecimiento constante a las personas que fueron importantes para este proceso se tienen en cuenta todos aquellos que realizaron un esfuerzo al momento de asesorar, participar y mejorar el proceso del producto final.

Carlos Andrés Vargas Isaza, cuyo proyecto fue el que inicio todo este proceso desde ya hace algún tiempo y su constante guía, sirvió como ejemplo para desarrollar el mismo

Adrián Benítez, que con sus aportes y conocimientos colaboro en las etapas productivas al final del proceso y guio el camino final.

Santiago Tobón, que, con su trabajo como guía y tutor de los procesos del laboratorio, dio las primeras pinceladas al proyecto que fue tomando forma con su apoyo

A Melissa Villera, cuyo apoyo incondicional, trabajo y dedicación permitieron que las etapas finales del este proyecto fueran llevadas sin contratiempos y siempre en mejora.

A todas las personas, docentes, administrativos que, con su trabajo y dedicación, permitieron que mi desarrollo académico mejorara en todo momento

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2018-12-07

## ACRÓNIMOS

---

*PP* Polipropilenos

*TE* Termo elastómeros

*PE* Poliestirenos

*RDT* Reómetro de torque

*PTF* Plancha de termo formado

*UV* Ultravioleta

*CC* Centímetros cúbicos

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2018-12-07

## TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	6
2. MARCO TEÓRICO.....	8
3. METODOLOGÍA.....	10
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	23
REFERENCIAS .....	25

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2018-12-07

# 1. INTRODUCCIÓN

---

Generalidades.

En la industria actual, en Colombia se ofrecen innumerables opciones para cada uno de los requerimientos actuales de los clientes, por lo que la competencia por la mejora del servicio cada día es mayor. En este proceso de mejorar cada uno de los componentes que hacen parte de los moldeados actuales, se encuentran diferentes procesos que por sus costos-beneficios, no son adecuados para muchos de los requerimientos actuales.

En la búsqueda de dichos compuestos se realizaron varios ensayos, los cuales fueron guiando el proceso de manera eficiente, ya que, en un principio, se tomaron diferentes materiales a los cuales se fue modificando la forma de uso, tiempo y valores. De dichas mezclas, se derivaron los resultados que modificaron el proceso final y llevaron al resultado final; un producto de laboratorio, que entrega un compuesto en diferentes proporciones que serán evaluados en el futuro.

Objetivos.

El objetivo general es desarrollar un compuesto que permita reducir costos y encontrar materiales sustitutos a los empleados en el mercado. Como objetivos específicos se encuentran los siguientes:

- Realizar compuestos poliméricos que permitan ser ensayados en pruebas de laboratorio, que demuestren capacidades y resistencias similares o mejores a las registradas en los compuestos básicos de los elementos del mercado.

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2018-12-07

- Encontrar las proporciones adecuadas de cada material, las cuales permitirán un diseño definitivo del compuesto realizado y de esta manera estandarizar el proceso productivo.
- Definir métodos de producción del compuesto realizado, los cuales serán utilizados en la industria, ya que estos son necesarios para mejorar su proporción costo-beneficios.

En síntesis, este producto de laboratorio es realizar mezclas que permitan fundamentar y mejorar los métodos actuales de producción de marcadoras de ganado, las cuales tienen altos costos y son realizados en su mayoría en industrias estadounidenses.

Pensando en esto, se identificaron que los compuestos utilizados en el proceso, tienen muchas similitudes con materiales de menores costos y mayor rendimiento que los aplicados actualmente en dichos productos. La idea nace en buscar reemplazo a dichos materiales y con estos demostrando sus propiedades realizar mezclas que permitan reducir costos en los procesos productivos y mejorar la competencia entre las empresas.

El proceso será realizado de la siguiente manera y con esto se asegura que se sigan los estándares necesarios al momento de los ensayos. Se realizará una etapa de diseño en la cual se realizará la medición y cálculos sobre las cantidades necesarias de los materiales, una etapa operativa en la que se efectuarán dichas mezclas en el RDT, en diferentes proporciones de TE, PP y PE que serán modificadas después. Luego de que dichas mezclas sean realizadas serán trituradas para que en la última etapa productiva sean creadas las planchas finales de cada material para ser cortadas y utilizadas en los ensayos finales.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2018-12-07

## 2. MARCO TEÓRICO

---

Para poder identificar los elementos que serán usados en este proceso, se debe empezar con los elementos que definen los materiales usados en este producto. Un monómero es una molécula de pequeña masa molecular que está unida a otros monómeros, a veces cientos o miles, por medio de enlaces químicos, generalmente covalentes, formando macromoléculas llamadas polímeros.

En el área de los polímeros nos encontramos en una cantidad gigantesca de elementos y combinaciones que nos permiten desarrollar materiales de grandes capacidades y funciones, las cuales, permiten ser aplicadas en cualquier tipo de industria actual. Dichos materiales poliméricos tienen su representación durante gran parte de la historia moderna del hombre, pasando por la madera y las fibras vegetales, el cuero, los tendones animales, la lana, la seda y la celulosa, etc.

A principios del siglo XIX, se comienza un avance con los polímeros sintéticos, los cuales son obtenidos a partir de la modificación de los polímeros naturales, con el fin de mejorar sus propiedades físicas para poder usarlos. En 1839, Charles Goodyear modificó el hule calentándolo con azufre, ya que era frágil a temperaturas bajas y pegajoso a altas temperaturas. El hule se convirtió en caucho vulcanizado, una sustancia resistente a un amplio margen de temperaturas. El nitrato de celulosa se sintetizó accidentalmente en el año 1846 por el químico Christian Friedrich Schönbein y en 1868, John W. Hyatt sintetizó el celuloide a partir de nitrato de celulosa.



	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2018-12-07

Teniendo en cuenta esta información en la formación del material a ser usado en nuestro producto de laboratorio, se toma como base los elastómeros. Los elastómeros son aquellos tipos de compuestos que incluyen no metales en su composición y que muestran un comportamiento elástico. El término, que proviene de polímero elástico, es a veces intercambiable con el término goma, que es más adecuado para referirse a vulcanizados.

Cada uno de los monómeros que se unen entre sí para formar el polímero está normalmente compuesto de carbono, hidrógeno, oxígeno o silicio. Los elastómeros suelen ser normalmente polímeros termoestables, pero pueden ser también termoplásticos. Las largas cadenas poliméricas se enlazan durante el curado. La estructura molecular de los elastómeros puede ser imaginada como una estructura de "espaguetis con albóndigas", en donde las albóndigas serían los enlaces. La elasticidad proviene de la habilidad de las cadenas para cambiar su posición por sí mismas y así distribuir una cierta tensión aplicada.

Los elastómeros que han sido enfriados llevándolos a una fase vítrea o cristalina tendrán menos movilidad en las cadenas, y consecuentemente menos elasticidad que aquellos manipulados a temperaturas superiores a la temperatura de transición vítrea del polímero.

De forma adicional se trabajará con otro material adicional, el polipropileno.

El polipropileno (PP) es un termoplástico que es obtenido por la polimerización del propileno, subproducto gaseoso de la refinación del petróleo. Todo esto desarrollado en presencia de un catalizador, bajo un cuidadoso control de temperatura y presión. El polipropileno se puede clasificar en tres tipos (homopolímero, copolímero rándom y copolímero de alto impacto), los cuales pueden ser modificados y adaptados para determinados usos.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2018-12-07

### 3. METODOLOGÍA

El producto empieza con los materiales de PP, TE y aditivos, que son la materia prima de dichos procesos, en principio se realizaron estos procesos con materiales asignados por el docente Carlos Vargas, los cuales fueron el bosquejo inicial al momento de realizar las mezclas.

En esta etapa los materiales seleccionados fueron un PP H503, el cual es un homopolímero de baja velocidad de fusión, que está diseñado para el moldeo por inyección, el cual es el proceso final que será utilizado al mezclar estos compuestos<sup>1</sup>. Dicho material fue utilizado en compañía del ESENTTIA 11H01A, que es PP homopolímero con fluidez media y buen balance rigidez/impacto, con aditivo antiestático el cual es recomendado para inyección de artículos rígidos, tapas, inyección de artículos propósito general.<sup>2</sup>

Durante todo el proceso, se utilizó el Vistamaxx, el cual es un elastómero basado en propileno, el cual tiene capacidades de largo rango de extrusión, muy buena elasticidad una baja temperatura de sellado combinada con un efectivo coeficiente de fricción y resistencia química.<sup>3</sup>

Adicionalmente se utilizaron dos aditivos específicos para este proceso, un aditivo de Dióxido de titanio el  $TiO_2$ , el cual se utilizó para catalizar los compuestos por su resistencia propia a los efectos de la intemperie y absorber la luz UV y un aditivo UV genérico del mercado para verificar su resistencia propia a dichos rayos.

En esta etapa fueron calculadas las partes por cada uno de estos materiales, Las cuales fueron mezcladas en el RDT (ver figura 1), donde se tienen valores específicos que mantienen la proporción de cada material. En el RDT se tiene como base central la cantidad de CC equivalentes a  $78 \text{ cm}^3$  y una masa total de 47.8 gramos en él RDT. Teniendo esto en

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2018-12-07

cuenta se pasan a calcular las siguientes proporciones por cada uno de las mezclas a continuación.

- 60TE\_40PP\_0.5UV
- 60TE\_40PP\_1.0UV
- 60TE\_40PP\_2.5TiO2
- 60TE\_40PP\_5.0TiO2
- 80TE\_20PP\_2.5TiO2



Figura 1 Reómetro de torque (RDT) en laboratorio de polímeros, parque i, ITM

Con esta información, se toman muestras prueba de 100 CC, pero los cuales debían ser modificados para las proporciones del RDT.

De estas muestras tratadas se quedan de manera informativa, ya que estas proporciones y aditivos demostraron que *no* eran utilizables en la industria de la inyección, debido a que, al ser aditivos en polvo, al momento de ser utilizados en la inyección en la máquina, estos podrían decantarse y no ser eficientes en dicho proceso.

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2018-12-07

Después de realizados dichos procesos con estas muestras se llegaron a las siguientes conclusiones para realizar el proceso indicado.

- 1- Las mezclas con proporciones de 60% - 40%, no tienen la suficiente flexibilidad para ser tenidas en cuenta en el proceso, ya que el material mostraba una gran dureza al momento de moldeo
- 2- Los aditivos utilizados en dicho proceso por su forma en polvo son ineficientes al momento de usarse en la inyección de dicha mezcla, ya que, al decantar de manera inmediata por su composición, estos no participarían al momento de producción.
- 3- Por efectos de trabajos realizados en anteriores procesos en la RDT, este se encontraba “contaminado” de negro ceniza, el cual afecto el color de las muestras y por lo tanto no serían utilizadas.

Teniendo esto en cuenta se llega a la decisión que el proceso solo sería realizado con las siguientes proporciones, las cuales serían las definitivas y son el proceso establecido.

80TE\_17PP\_3PEMUV

80TE\_18.5PP\_1.5PEMUV

70TE\_27PP\_3PEMUV

70TE\_28.5PP\_1.5PEMUV

En cada una de las proporciones y recordando que el volumen máximo para trabajar en el RDT es de 78 CC, se realizan los cálculos necesarios para definir las cantidades de cada material para de esta forma terminar con los siguientes datos como son mostradas en las siguientes tablas:

 Institución Universitaria	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2018-12-07

Masa para la mezcla **47,5** gr      Factor de llenado **0,7**  
 Capacidad de llenado (CC.) **78,0**

Material	Partes en peso	Densidad (g/cm3)	Volumen (cm3)	Masa (g)	Reómetro	% en peso
Vistamax	80	0,86	93,0	80	38,01	80,0%
PP	17	0,91	18,7	17	8,08	17,0%
PE Masterbach UV	3	0,93	3,2	3	1,43	3,0%
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>		<b>114,9</b>	<b>100,0</b>	<b>47,51</b>	<b>100,0%</b>

Tabla 1 para mezcla 80TE\_17PP\_3PEMUUV

Masa para la mezcla **47,5** gr      Factor de llenado **0,7**  
 Capacidad de llenado (CC.) **78,0**

Material	Partes en peso	Densidad (g/cm3)	Volumen (cm3)	Masa (g)	Reómetro	% en peso
Vistamax	80	0,86	93,0	80	37,99	80,0%
PP	18,5	0,91	20,3	18,5	8,79	18,5%
PE Masterbach UV	1,5	0,93	1,6	1,5	0,71	1,5%
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>		<b>115,0</b>	<b>100,0</b>	<b>47,49</b>	<b>100,0%</b>

Tabla 2 para mezcla 80TE\_18.5PP\_1.5PEMUUV

Masa para la mezcla **47,8** gr      Factor de llenado **0,7**  
 Capacidad de llenado (CC.) **78,0**

Material	Partes en peso	Densidad (g/cm3)	Volumen (cm3)	Masa (g)	Reómetro	% en peso
Vistamax	70	0,86	81,4	70	33,44	70,0%
PP	27	0,91	29,7	27	12,90	27,0%
PE Masterbach UV	3	0,93	3,2	3	1,43	3,0%
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>		<b>114,3</b>	<b>100,0</b>	<b>47,77</b>	<b>100,0%</b>

Tabla 3 para mezcla 70TE\_27PP\_3PEMUUV

 Institución Universitaria	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2018-12-07

Masa para la  
mezcla

**47,8** gr

Factor de llenado  
Capacidad de llenado  
(CC.)

**0,7**  
**78,0**

Material	Partes en peso	Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	Volumen (cm <sup>3</sup> )	Masa (g)	Reómetro	% en peso
Vistamax	70	0,86	81,4	70	33,43	70,0%
PP	28,5	0,91	31,3	28,5	13,61	28,5%
PE Masterbach UV	1,5	0,93	1,6	1,5	0,72	1,5%
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>		<b>114,3</b>	<b>100,0</b>	<b>47,76</b>	100,0%

Tabla 4 para mezcla 70TE\_28.5PP\_1.5PEMUV

Como se muestran en las anteriores tablas, el proceso fue realizado con diferentes proporciones del material PE, el cual elimina el inconveniente que se tenía con los anteriores aditivos, ya que este material, ya tiene en su composición establecida el aditivo UV, que es necesario para las condiciones de intemperie a las cuales estarán sometidas el producto final.

Al tener registrados correctamente los pesos de cada material, se comienza con el trabajo en el RDT, que nos permitirá hacer el proceso. En el manejo de esta máquina se realiza una capacitación de la misma por parte del laboratorista Santiago Tobón, el cual indica como es el manejo de la misma y el protocolo de manejo de los rotores y placas del RDT.

Para el caso de las mezclas a realizar y por los tipos de materiales a usar se escogen los rotores tipo bambury (ver figura 2), los cuales son ideales para trabajar para materiales TE y PP, ya que permiten una mezcla más homogénea de los mismos y estos facilitan el proceso de toma de la muestra resultante.

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2018-12-07



Figura 2 rotores bambury.

Adicional a esto se definen los parámetros básicos para el procesamiento en el RDT con los siguientes datos:

- **Tiempo de mezclado (sin aditivo): 60 segundos.**

Esto nos permitirá tener graficas directamente de la maquina con la siguiente forma como se muestra en la **figura 3**:

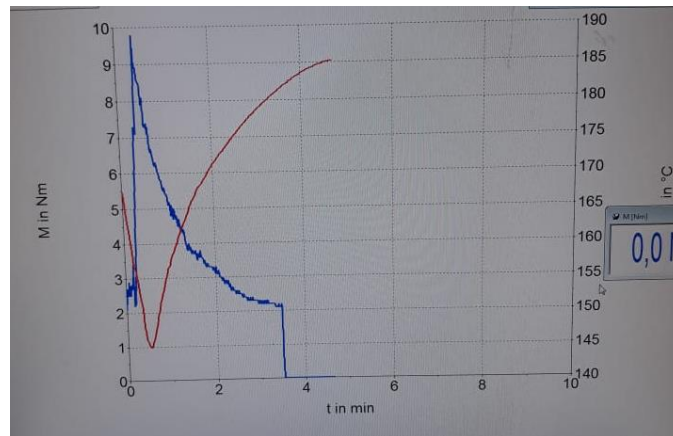


Figura 3. Comportamiento del torque (Nm) Vs el tiempo en (min).

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2018-12-07

- **Velocidad rotores: 60 RPM.**

El RDT permite tener definidos los parámetros de las revoluciones mediante su motor interno, el cual es accionado desde el pulsador presentado en la **figura 4**:



Figura 4. Botón encendido de motor RDT.

- **Temperatura: 190 °C.**

Adicionalmente sobre el control de las revoluciones, se tiene control del parámetro de temperatura interna de las placas de mezclado con la calefacción, esta se realiza mediante resistencia eléctrica dentro de dichas placas y es encendida con el siguiente pulsador en la **figura 5**:



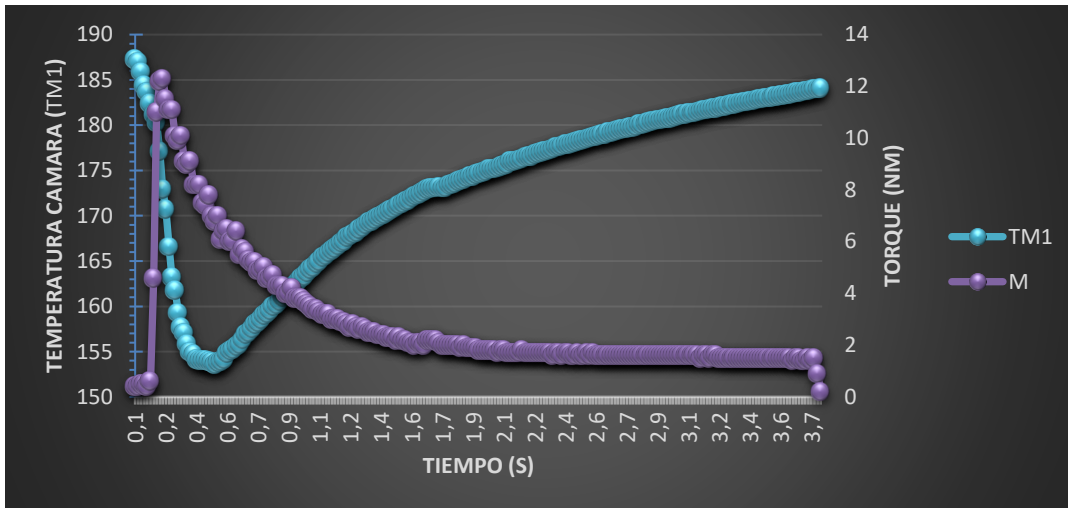
Figura 5. Botón calefacción reómetro de torque.

- **Tiempo de mezclado (luego aditivo): 120 segundos.**

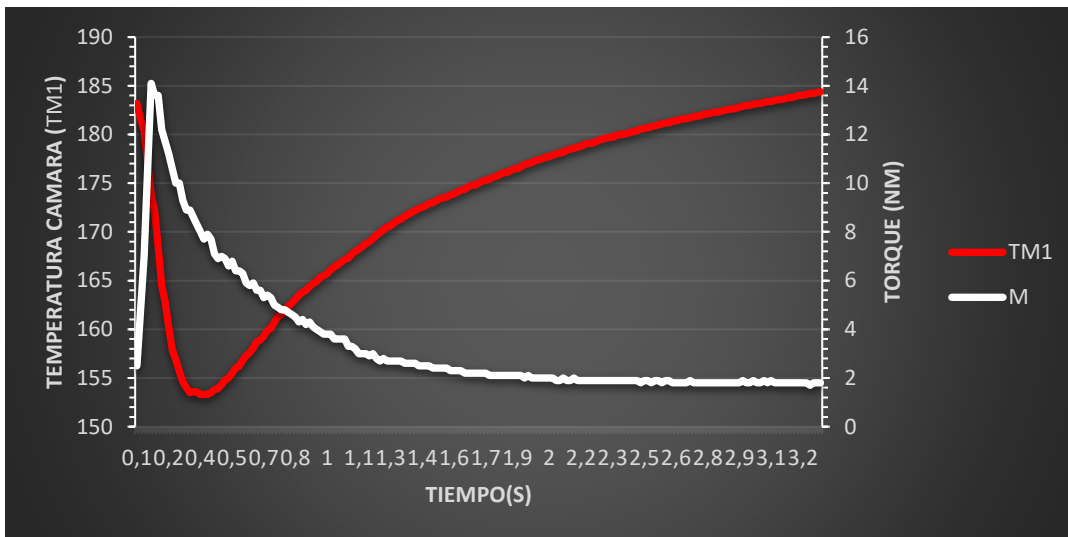
Este tiempo es fijado para que el proceso de mezclado sea controlado y los materiales conserven sus propiedades técnicas originales sin afectar su color, forma, estructura polimórfica y resistencia.



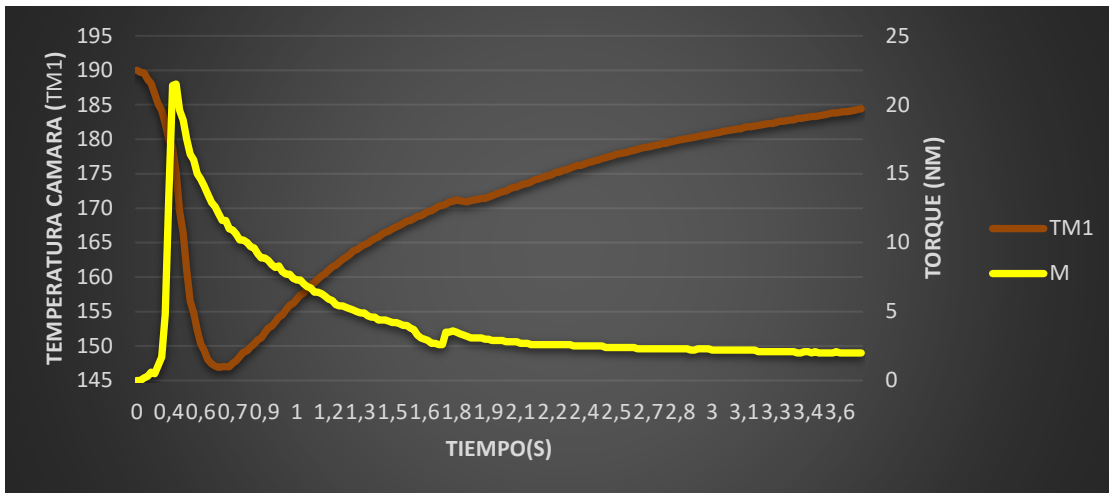
Por lo que al realizar dichos procesos se obtiene las siguientes graficas de resultado por cada uno de las mezclas realizadas.



Grafica 1 para mezcla 70TE\_27PP\_3PEMUV verificando temperatura (°C - izq.) y Torque (Nm – der.) vs tiempo (s)



Grafica 2 para mezcla 70TE\_28.5PP\_1.5PEMUV verificando temperatura (°C - izq.) y Torque (Nm – der.) vs tiempo (s)



Gráfica 3 para mezcla 80TE\_17PP\_3PEMUV verificando temperatura (°C - izq.) y Torque (Nm – der.) vs tiempo (s)

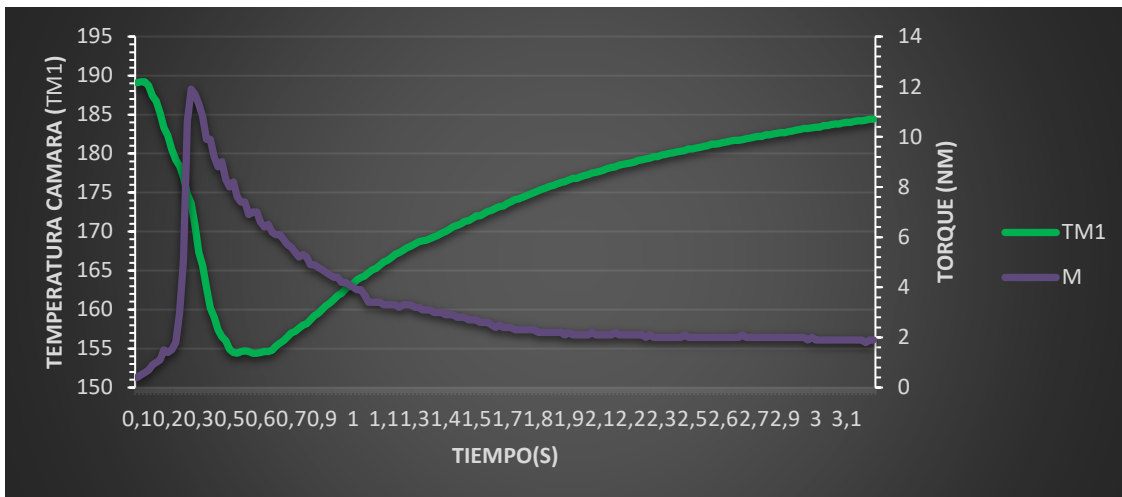


Gráfico 4 para mezcla 80TE\_18.5PP\_1.5PEMUV verificando temperatura (°C - izq.) y Torque (Nm – der.) vs tiempo (s)

Con estas graficas se puede observar que se tienen valores similares en cada uno de los materiales manejados en lo que respecta a temperatura y torque soportado en el momento de realizar el proceso de mezclado en el RDT.

Cada una nos muestra los máximos de torque alcanzados y el comportamiento de la temperatura en cada uno de los escenarios de las mezclas, lo cual permite verificar como se comportan en el momento del mezclado con los parámetros definidos anteriormente.

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2018-12-07

Como resultado se obtiene un producto plástico dúctil y manejable, el cual fue triturado y dispuesto para ser termoprensado. Para realizar dicho proceso fue necesario utilizar otro equipo de laboratorio, llamado prensa hidráulica, el cual, se muestra en la **figura 6** a continuación, está disponible en el laboratorio de polímeros de parque i, ITM sede fraternidad.



**Figura 6** Prensa hidráulica de termoformado

Para el uso de este elemento se debieron tener en cuenta varios procesos de seguridad los cuales fueron entregados por los monitores de laboratorio de polímeros de la sede fraternidad. En el uso de este elemento se deben de tener los siguientes procesos a continuación:

- Uso de bata, guantes resistentes al calor y herramientas de manejo.
- Placas de aluminio para disposición del material
- Planchas de teflón, para evitar desplazamiento del material

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2018-12-07

El proceso de termoprensado se realiza mediante algunos parámetros fijados que deben de seguirse de manera ordenada, ya que un cambio en dicho proceso, puede modificar los enlaces que se presentan al momento de mezclar el material y mostraran otro tipo de propiedades al instante que sean utilizados en las pruebas de laboratorio. Dichos parámetros son los siguientes:

- **Temperatura de las planchas 190°C**

Para prensar cada una de las mezclas se conecta la prensa hidráulica y se programa para lograr una temperatura de 190 °C, tal como se muestra en la **figura 7**.



Figura 7. Temperatura seleccionada para moldeo por compresión.

- **Distribución del material**

La distribución del mismo, permite las planchas tenga un espesor y una distribución correcta y homogénea del material, el cual, para cada plancha a ser realizada, se tomaron de masa para cada muestra de 40,5 gr, de cada uno de los compuestos que fueron mezclados en el RDT y luego de dicho proceso, triturados, para ser usados en la termoprensa, con la prensa hidráulica, como se muestra en la **figura 8**, en la cual se usan las placas de aluminio para

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2018-12-07

fijar la forma de dicha plancha y el teflón que permite que la muestra sea antiadherente al momento del formado.



Figura 8. Disposición del material en placa molde para comprimir

- **Presión de prensa hidráulica.**

Para realizar este proceso de forma correcta, se debe de fijar una presión constante por intervalos de tiempo de 7 minutos aproximadamente, en el momento, que ambas placas se encuentran en la temperatura deseada de 190°C y el material distribuido correctamente. Dicha presión se realiza con la palanca de accionamiento, la cual tiene la capacidad de subir la presión hasta 630 bar, pero como máximo se fija una presión de 320 bar, la cual no fue usada en totalidad, ya que la presión de trabajo es fijada en 50 bar aplicadas con la barra de la **figura 9**.



Figura 9. Moldeo por compresión en prensa hidráulica - palanca de accionamiento.

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2018-12-07

En esta etapa del proceso, la presión contenida en entre las placas es demostrada en la **figura 10**, la cual es trabaja de mera permanente para que sea constante, ya que, por la temperatura de las placas y la forma fijada, esta presión disminuye, por lo que debe ser mantenida con la palanca de accionamiento.



Figura 10. Presión de sostenimiento necesaria para el moldeo por compresión

La forma en que se procedió luego de tener el tiempo total de proceso y que el material fuera fundido por completo, es que se enfriaban las placas a una temperatura ambiente, que permitiera que fueran retiradas las mismas y obtener el resultado, dicho proceso se hizo con inyección de agua a dichas placas como se muestra en la **figura 11** y luego de realizar este proceso se obtuvieron las planchas de la **figura 12**, las cuales son el producto final del proceso de moldeo, el cual se realizó con las mezclas realizadas de los 4 compuestos.



Figura 11. Mangueras para distribución de líquido refrigerante.



Figura 1. Pieza moldeada por compresión.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2018-12-07

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En búsqueda de las mezclas correctas, proporciones y diferentes materiales usados se tuvieron varios resultados, los cuales, fueron mostrando cuales eran los materiales idóneos para ser usados en las chapetas. Dichos resultados fueron variando en medida que se registraban cambios en los materiales utilizados. En un principio, con las mezclas realizadas en proporciones de 80-20% y 60-40% se encontraron varios resultados que afectaban la integridad de dichos elementos.

En las mezclas de 80-20% la flexibilidad era mayor, un material que era fácil de triturar y manejar, pero con capacidades mucho menores a las esperadas. En los productos de las mezclas de 60-40%, dichas mezclas tenían una dureza mucho más alta de necesaria, por lo que su manejo, era inferior a lo deseado, dificultando el triturado para la termoprensa.

En ambas mezclas iniciales se detectaron inconvenientes con los aditivos utilizados, ya que, al ser elementos en polvo, estos resultarían inefectivos al momento de ser usados en la inyección de dichos materiales en la industria. También se observó que la limpieza de la maquina usada el RDT es un factor fundamental, ya que se obtuvieron mezclas “impuras”, por un material usado en ensayos anteriores de otros laboratoristas en la máquina.

Luego de estos ensayos realizados, las mezclas realizadas conservaron las proporciones de 80-20% y modificando a una nueva proporción de 70-30% de los materiales usados. Estas mezclas resultantes fueron de flexibilidades aceptables y durezas suficientes para su manejo y triturado, lo cual demostró que dichas proporciones eran las correctas para su trabajo. El proceso de termoprensa entrego planchas con las condiciones correctas para su uso y futuros ensayos realizados.

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2018-12-07

Los resultados obtenidos sobre estos procesos, son productos, que serán usados en pruebas a fondo para demostrar las propiedades físicas, químicas y específicas de cada una de las mezclas trabajadas. Dichas mezclas y planchas finales, serán usadas, para fabricar probetas de laboratorio, que serán usadas en otros ensayos y procesos a futuro, que permitirán, que se realice un estudio sobre la viabilidad y manejo de estos materiales en la industria futura en reemplazo de los actualmente usados.




	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2018-12-07

## REFERENCIAS

---


- [1] “Thermo Scientific Sistema HAAKE PolyLab OS - Rotores | Soluciones de reología.” [Online]. Available: <http://www.rheologysolutions.com/thermo-scientific-haake-polylab-os-system-rotors/>. [Accessed: 22-Oct-2018].
- [2] J. V. C. J. M. H. D. G. M. M. C. P. A. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Facultad de Ingeniería Industrial. Instituto de Investigación, Industrial data., vol. 7, no. 2. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 2004.
- [3] ARLIE, J.P. (1990). Commodity Thermoplastics. París: Editions Technip. ISBN 2-7108-0591-X.
- [4] Meyers y Chawla. Mechanical Behaviors of Materials, Prentice Hall, Inc. (Pearson Education) 1999.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2018-12-07

FIRMA ESTUDIANTES  \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

FIRMA ASESOR  \_\_\_\_\_

FECHA ENTREGA: \_\_\_\_\_

*Nota: Entrega producto p. na  
05-03-2019.*

FIRMA COMITÉ TRABAJO DE GRADO DE LA FACULTAD \_\_\_\_\_

RECHAZADO \_\_\_      ACEPTADO \_\_\_      ACEPTADO CON MODIFICACIONES \_\_\_\_\_

ACTA NO. \_\_\_\_\_

FECHA ENTREGA: \_\_\_\_\_

FIRMA CONSEJO DE FACULTAD \_\_\_\_\_

ACTA NO. \_\_\_\_\_

FECHA ENTREGA: \_\_\_\_\_