



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL  
CENTRO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA



## Estudio de las Propiedades Mecánicas y Reológicas del Polietileno de Alta Densidad y Antioxidante en Base de Fosfitos Durante Cinco Ciclos de Inyección

Nicolás Guerra Méndez, Ing. Andrés Rigail  
Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción (FIMCP)  
Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL)  
Campus Gustavo Galindo, Km. 30.5 Vía Perimetral, Código Postal 09-01-5863, Guayaquil, Ecuador  
nguerra@espol.edu.ec

### Resumen

*En la actualidad se considera a los plásticos como un camino muy importante para el desarrollo de nuevos materiales, y han sustituidos a otros materiales en productos ya existentes. El reprocesamiento o reciclaje de productos plásticos es necesario para disminuir la contaminación del medio ambiente y optimizar el uso de materias primas. En nuestro país todavía no existe credibilidad en el sistema de reprocesamiento. Es por este motivo que se realiza un estudio del Polietileno de alta densidad y antioxidantes en base de Fosfitos durante cinco ciclos de inyección para demostrar cómo se pueden mantener las propiedades mecánicas y reológicas con el uso de aditivos como el AOX en base de fosfito. Se realizan los ensayos de Melt Flow Index (índice de fluidez), resistencia al impacto tipo Izod y de tracción, para obtener la relación que existe entre ellos comportamientos y el efecto de reprocesado, y optimizar el procesamiento de los plásticos.*

**Palabras Claves:** *Reprocesamiento, Reciclaje, Antioxidante en base de Fosfito, Cinco ciclos de inyección, Propiedades mecánicas y reológicas.*

### Abstract

*At the present time, Plastics are considered as a very important road for the development of new materials, and they have already substituted to other materials in products existent. Re grind or recycling of plastic products is necessary for reducing the contamination of the environment and to optimize the raw materials use. In our country, doesn't still exist the credibility in the regrind system. For this reason, carries out a study of high density Polyethylene and anti-oxidants in base of Phosphites during five cycles of injection to demonstrate how to be able to maintain the mechanical properties and reologic with the use of additive. The Melt Flow Index test (fluency index), Izod type impact resistance and traction are carry out to obtain the relationship that exists among them behaviors and the effect of regrind, and to optimize the plastics processing.*

### 1. Introducción

El Polietileno de alta densidad es un material muy ligero, duradero, versátil y resistente a la humedad.<sup>3,6</sup> El reprocesamiento o reciclaje del polietileno es necesario para disminuir la contaminación del medio ambiente y optimizar el uso de materias primas.

Se considera al material reciclado como un material sucio y con propiedades mecánicas muy bajas; y si este material es utilizado no sería capaz de cumplir con las características de desempeño para su aplicación final.

Esta investigación permite el estudio de material reciclado, específicamente el polietileno de alta densidad, el cual tendrá dos procedimientos a seguir, el primer procedimiento será sin aditivo y el segundo será con aditivo (antioxidante en base de fosfitos), ambos procedimientos se efectuarán durante cinco ciclos de inyección.<sup>1</sup>

Este estudio nos va a permitir realizar un análisis de las propiedades mecánicas y reológicas que se mantienen después de cinco ciclos de inyección.

Dentro de los ensayos se aplicarán:

- Ensayo de Índice de fluidez (ASTM D-1238).
- Ensayo de Resistencia al impacto (ASTM D-256)

- Ensayo de Tensión y elongación (ASTM D-638).

Gracias a los resultados obtenidos en los tres tipos de ensayos de laboratorio, todos de acuerdo a las normas establecidas por organizaciones como la ASTM, que tiene vigente procedimientos de calidad de materiales a condiciones varias de trabajo, permitirán conocer como se degrada la temperatura de procesamiento y propiedades mecánicas en cada ciclo de inyección sin aditivo y como se la puede estabilizar esta temperatura y propiedades cuando se mezcla el material con un antioxidante.<sup>7</sup>

El estudio de las propiedades mecánicas y reológicas que se desea obtener, está basado en función de material reciclado. Existen dos tipos de materiales:

- Polietileno de alta densidad reciclado de postconsumo tal como es usado directamente en el procesamiento de plásticos.
- Mezcla de Polietileno de Alta Densidad reciclado de postconsumo con antioxidante AOX.

## 2. Reciclaje de plásticos

Para poder realizar el estudio de las propiedades que se obtienen del polietileno de alta densidad se necesita seguir el siguiente procedimiento:

1. Reciclaje mecánico.
2. Separación.
3. Lavado y secado.
4. Pelletizado.
5. Mezclado.

### 2.1. Reciclaje mecánico

La técnica más utilizada en la actualidad es el reciclado mecánico. Esta consiste en la molienda, separación y lavado de los envases.

Los plásticos que son reciclados mecánicamente provienen de dos grandes fuentes:

Los residuos plásticos proveniente de los procesos de fabricación, es decir, los residuos que quedan al pie de la máquina, tanto en la industria petroquímica como en la transformadora. A esta clase de residuos se la denomina scrap. El scrap es más fácil de reciclar porque está limpio y es homogéneo en su composición, ya que no está mezclado con otros tipos de plásticos.

Los residuos plásticos proveniente de la masa de Residuos Sólidos Urbanos (RSU).<sup>1,4</sup>

### 2.2. Separación.

La separación tiene por finalidad liberar al plástico de interés de diferentes tipos de materiales especialmente de los otros tipos de polímeros que estén acompañando al material de interés y también de metales, algunas veces vidrio o papel.

### 2.3. Lavado y secado

Los HDPE están generalmente contaminados con comida, papel, piedras, polvo, aceite, solventes y en algunos casos pegamento. De ahí que tienen que ser primero limpiados en un baño que garantice la eliminación de contaminantes.

Posterior al ciclo de lavado sigue un proceso de secado el cual debe eliminar el remanente de humedad del material, para que pueda ser comercializado y posteriormente procesado.

### 2.4. Pelletizado

El granulado limpio y seco puede ser ya vendido o puede convertirse en pellet. Para esto, el granulado debe fundirse y pasarse a través de un cabezal para tomar la forma de espagueti al enfriarse en un baño de agua.

### 2.5. Mezclado

El mezclado es una de las etapas del proceso de inyección que consiste en mezclar material virgen con material reciclado, o con cualquier aditivo.

## 3. Procedimiento experimental

El material reciclado de polietileno de alta densidad postconsumo proviene principalmente de envases de bebidas, juguetes, entre otros. Es un producto que viene mezclado con material pigmentado de diferentes colores. Son molidos a una cierta medida, no específica o especificada por una norma, ya que el distribuidor es el que realiza este proceso, pero se puede recomendar un tamaño no más grande de 1cm.

Por esto es mejor volver a moler los 25kg. del polietileno de alta densidad para dar tamaño uniforme y evitar problemas en la maquina inyectora.

Para que el material esté en condiciones aptas para el proceso de inyección se coloca el saco de 25 Kg. de Polietileno de alta densidad en un tanque con capacidad para 55 galones el cual está lleno con agua hasta la mitad. Se procede a verter el material en el tanque para ser lavado y separado. Como se conoce la densidad del agua es mayor que la del polietileno de alta densidad por lo que este material se mantendrá en la superficie y todo el resto de impurezas en el medio y fondo del tanque, con lo cual se selecciona solo al material que flota sobre la superficie del agua, este proceso se realiza cinco veces para obtener mejores resultados. Cuando el material está libre de toda impureza se expone al sol durante tres días para un secado completo del material. Este es un método que no está basado en ninguna norma, pero es muy eficiente.

Para obtener el material de inyección se debe tomar en cuenta las siguientes distribuciones para ambos tipos con y sin aditivo.

**Tabla 1.** Distribución de material para inyección

Sin aditivo	Con aditivo
10 Kg. HDPE	9,85 Kg. HDPE + 150 g AOX = 10 Kg. de HDPE con AOX

De un saco de 25 Kg. de polietileno de alta densidad grado inyección, se separa 10 Kg. los cuales no contienen aditivo. Del mismo saco se procede a separar 9.85 Kg. de HDPE y se va a mezclar con 150 g. del antioxidante AOX. Esto equivale al 1.5% de 10 Kg. del polietileno. El polietileno y el AOX son introducidos en un mezclador tipo tambor para ser mezclado durante 15 minutos obteniendo una mezcla uniforme del AOX con el polietileno de alta densidad. Con este material se va a realizar el proceso de inyección de las probetas que van a ser analizadas.<sup>2,8</sup>

### 3.1. Inyectado del polietileno de alta densidad sin y con aditivo

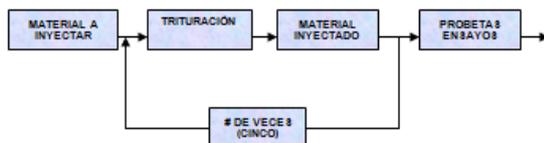
Se tiene dos sacos de polietileno de alta densidad uno sin aditivo y otro con aditivo AOX. Los primeros 10 Kg de HDPE sin aditivo son llevados a una inyectora para ser inyectados.

Las resistencias son graduadas a diferentes temperaturas dependiendo de cada zona, como el polietileno de alta densidad tiene una temperatura fusión entre (128-158 °C), se gradúa la temperatura de las zonas como se muestra en la tabla 2:<sup>5,9</sup>

**Tabla 2.** Temperatura de las zonas en el tornillo

Temperatura hdpe	190 °C
Peso	2,160 Kg.
Cantidad de material (por cada muestra)	0,345 g

El proceso consiste en inyectar este material cinco veces como se muestra en el esquema y por cada vez que se inyecte el material se sacara una cantidad de material para realizar los ensayos respectivos, teniendo en cuenta que el material que se inyecta por primera vez, es molido para obtener pellets y ser inyectado por segunda vez este proceso se repite hasta llegar a la cinco inyectadas.



**Figura 1.** Esquema del ciclo de inyección

Del segundo saco de 10 kg. de polietileno de alta densidad con aditivo antioxidante AOX, se realiza el

mismo ciclo de inyección mencionado en el primer saco 10 kg. HDPE.

Las primeras probetas que sale del molde son descartadas ya que el tornillo puede contener alguna impureza de inyecciones anteriores.

La cantidad de probetas que se obtienen en cada ciclo de inyección con y sin aditivo se muestra en la tabla 3:

**TABLA 3.** Número de probetas obtenidas en cada ciclo de inyección

Número de ciclos	Ciclos Sin aditivo	Ciclos Con aditivo
Primer	165	259
Segundo	63	111
Tercero	59	64
Cuarto	42	40
Quinto	25	28

### 3.2. Ensayos de las probetas de HDPE

A continuación se describen las propiedades y ensayos de las probetas de polietileno de alta densidad con y sin aditivo.

**TABLA 4.** Temperatura de las zonas en el tornillo

ZONA 1	ZONA 2	ZONA 3
150 °C	115 °C	125 °C

#### 3.2.1. Índice de fluidez (ASTM D-1238)

El índice de fluidez del polietileno de alta densidad con y sin aditivo, fue determinado usando un Plastómetro de extrusión (Melt flow Tinius Olsen) y siguiendo el procedimiento escrito por la norma ASTM D-1238 [1990].<sup>11</sup>

**TABLA 5.** Resultados del ensayo de MFI sin aditivos obtenidos en cada ciclo de inyección

MUESTRA SIN ADITIVO			
# de ciclos	Densidad (g/cc.)	Viscosidad (Pa-Sec.)	Índice de fluidez (g/10 min)
Primer Ciclo	0,7612	24485,050	0,333
Segundo Ciclo	0,7594	20725,450	0,393
Tercer Ciclo	0,7612	20723,450	0,394
Cuarto Ciclo	0,765	19586,950	0,418
Quinto Ciclo	0,765	19202,850	0,425

Al ser todas las muestras polietileno de alta densidad los ensayos se realizaron con las siguientes características:

Se realizaron mediciones del MFI, viscosidad ( $\eta$ ), y densidad de la fundición ( $\rho$ ).

Después de obtener el promedio este se ingresa en la maquina y se obtiene los siguientes resultados.

**TABLA 6.** Resultados del ensayo de MFI con aditivos obtenidos en cada ciclo de inyección

MUESTRA CON ADITIVO			
# De ciclos	Densidad	Viscosidad	Índice de fluidez
	(g/cc)	(Pa-Sec)	(g/10 min)
Primer Ciclo	0,7594	16811,450	0,484
Segundo Ciclo	0,7594	15858,600	0,512
Tercer Ciclo	0,7685	15922,800	0,515
Cuarto Ciclo	0,7705	15860,650	0,520
Quinto Ciclo	0,7612	15788,550	0,515

### 3.2.2. Ensayo de resistencia al impacto (ASTM D-256)

La resistencia al impacto de las muestras con y sin aditivo fue determinada usando un equipo de resistencia al impacto Tinius Olsen y siguiendo el procedimiento escrito por la norma ASTM D-256 [1990], al ser todas las muestras polietileno de alta densidad los ensayos se realizaron con las mismas características.<sup>12</sup>



**FIGURA 3.2.** Probetas dimensionadas según la norma ASTM D256

Las pruebas de impacto fueron realizadas, así mismo, para los dos tipos de reciclados que se analizarán, por consiguiente, se mostrarán los datos obtenidos de ambas muestras.

**TABLA 7.** Resultados del ensayo de Impacto sin aditivos obtenidos en cada ciclo de inyección

MUESTRA SIN ADITIVO	
# de ciclos	Resistencia al impacto (J/m)
Primer Ciclo	161,4
Segundo Ciclo	173,45
Tercer Ciclo	173,9
Cuarto Ciclo	171,2
Quinto Ciclo	171,6

**TABLA 8.** Resultados del ensayo de Impacto con aditivos obtenidos en cada ciclo de inyección

MUESTRA CON ADITIVO	
# de ciclos	Resistencia al impacto (J/m)
Primer Ciclo	133,8
Segundo Ciclo	132,5
Tercer Ciclo	130,5
Cuarto Ciclo	131,8
Quinto Ciclo	129,6

### 3.2.3 Ensayo de tensión (ASTM D-638)

Los ensayos de tensión de las probetas con y sin aditivo fueron realizados con la norma ASTM D 638.

Las condiciones y requerimientos que se necesitan para realizar este ensayo son las siguientes:<sup>13</sup>

- El largo de la probeta debe ser aproximadamente 200 mm.
- La velocidad de la mordaza móvil debe ser 208 mm./min.
- El espesor de la probeta debe ser entre 5 – 25,4 mm. mientras mayor es el espesor evita el paralelismo en los bordes.



**FIGURA 3.3.** Probeta de acuerdo a la norma ASTM D638

**TABLA 9.** Resultados del ensayo de tracción sin aditivos obtenidos en cada ciclo de inyección

MUESTRA SIN ADITIVO				
# De ciclos	Carga máxima	Esfuerzo máximo	Carga ruptura	Esfuerzo de ruptura
	(Kg.)	(Kg./cm <sup>2</sup> )	(Kg.)	(Kg./cm <sup>2</sup> )
Primer Ciclo	94,71	281,08	48,43	141,81
Segundo Ciclo	95,21	281,75	49,61	146,33
Tercer Ciclo	95,71	282,42	47,86	141,65
Cuarto Ciclo	98,93	287,91	58,21	170,05
Quinto Ciclo	97,93	286,03	53,57	156,47

**TABLA 10.** Resultados del ensayo de tracción con aditivos obtenidos en cada ciclo de inyección

MUESTRA CON ADITIVO				
# De ciclos	Carga máxima	Esfuerzo máximo	Carga ruptura	Esfuerzo de ruptura
	(Kg.)	(Kg./cm <sup>2</sup> )	(Kg.)	(Kg./cm <sup>2</sup> )
Primer Ciclo	97,29	283,7	51,64	153
Segundo Ciclo	97,14	289,71	45	134,67
Tercer Ciclo	91,86	278,4	48,43	141,81
Cuarto Ciclo	94,71	281,08	51,36	151,01
Quinto Ciclo	95,71	282,42	47,86	141,65

## 4. Análisis de las propiedades mecánicas e índice de fluidez

En esta sección se compararan las propiedades mecánicas antes obtenidas y se analizaran sus diferencias.

### 4.1 Análisis de Fluidez y su relación con el reprocesamiento.

El análisis del índice de fluidez en relación con el reprocesamiento varía de la siguiente manera.

El índice de fluidez va aumentando desde el primer ciclo hasta el quinto ciclo del polietileno de alta densidad reciclado, como se observa en la figura 5.1. Con un valor aproximado de 0.48 – 0.51 g/ 10min. El HDPE con aditivo AOX perdió índice de fluidez con respecto al HDPE sin aditivo, pero se observa que después del segundo ciclo se va estabilizando.<sup>10</sup>

Al disminuir la fluidez aumenta el peso molecular y se tienen las siguientes características:

- Menor permeabilidad
- Disminuye la solubilidad
- Mejora resistencia al impacto
- Mayor Esfuerzo de tensión elástico
- Peligro de ruptura a la extrusión
- Mayor viscosidad de fundido
- Mejor resistencia al impacto

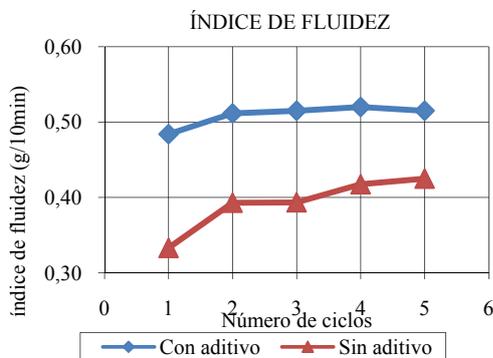


FIGURA 4.1. Índice de fluidez en 5 ciclos con y sin aditivo

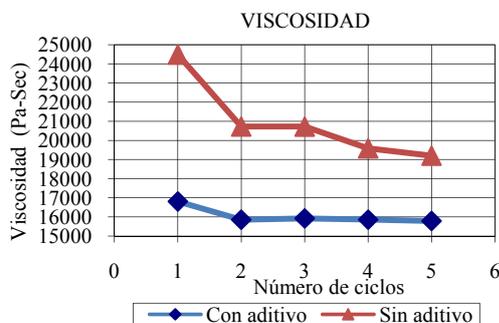


FIGURA 4.2. Viscosidad

Se observa que la viscosidad es lo opuesto al índice de fluidez. Esta va disminuyendo desde el primer ciclo hasta el quinto con valores aproximados de 25000–19000 Pa-Sec. Después del segundo ciclo de HDPE con AOX se estabiliza en un valor aproximado de 16000 Pa-Sec.

La densidad en ambas muestras varía de forma discontinua, debido a que ambos son material reciclado de HDPE, pero también puede haber residuos de otros materiales que pudieron estar presentes en el proceso de trituración y separación. Esto afecta porque ambas muestras no fueron mezcladas en una extrusora con tornillo de dispersión. En la muestra con aditivo la densidad trata de mantenerse estable en un valor cercano 0.76 g/cc.<sup>10</sup>

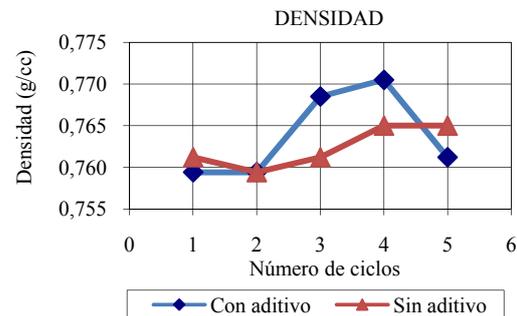


FIGURA 4.3. Densidad en cinco ciclos con y sin aditivo

Se observó que el material reciclado sin aditivo va degradándose en su índice de fluidez, de acuerdo al número de ciclos de inyección. El aditivo AOX cumple su función, que es de mantener una temperatura promedio en los cinco ciclos de inyección, para que el material no se degrade fácilmente.

### 4.2 Análisis de propiedades mecánicas y su relación con el reprocesamiento.

Para el estudio del análisis de las propiedades mecánicas y su relación con el reprocesamiento, se realizaron los ensayos de resistencia al impacto y de tracción. Los resultados obtenidos fueron los siguientes.

- El HDPE sin aditivo presenta una resistencia al impacto en forma creciente desde su primer ciclo de inyección hasta quinto. Por otro lado el HDPE con aditivo AOX presenta una resistencia menor que el mismo sin aditivo, pero que se mantiene casi estable durante todos los cinco ciclos de inyección.
- La mayor resistencia al impacto se observa en el tercer ciclo de HDPE sin aditivo con un valor de 174 J/m. El HDPE con antioxidante tiene la mayor resistencia en la primera inyección con un valor de 134 J/m.

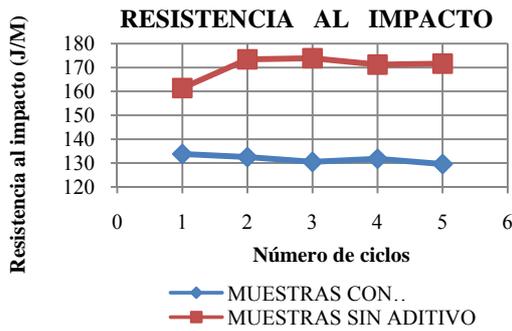


FIGURA 4.4. Resistencia al impacto

En los siguientes gráficos se observan la variación de las propiedades mecánicas como; el esfuerzo máximo, y la carga máxima. Esta comparación se realiza en cada ciclo de inyección con y sin aditivo.

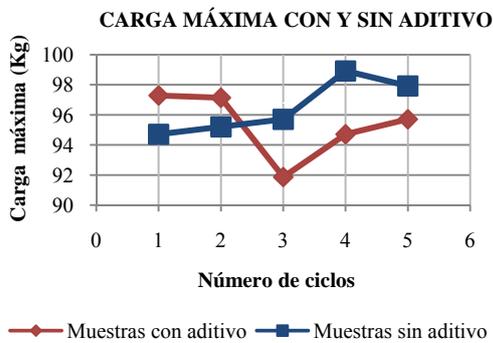


FIGURA 4.5 Carga máxima en 5 ciclos con y sin aditivo

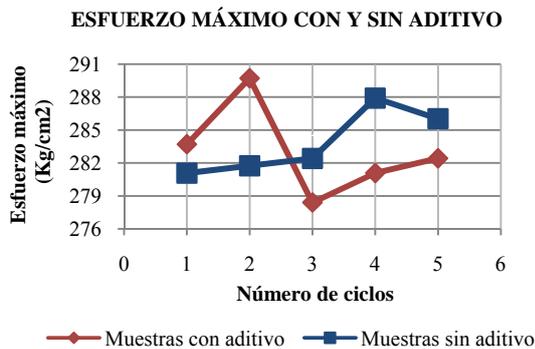


FIGURA 4.6 Esfuerzo máximo en 5 ciclo con y sin aditivo

Se observa que el esfuerzo máximo sin aditivo permanece casi estable durante sus cinco ciclos y el esfuerzo máximo del HDPE con AOX varía en los tres primeros ciclos en forma creciente, pero se trata de estabilizar en los dos últimos ciclos.<sup>7,10</sup>

### 4.3 Análisis comparativos de las propiedades mecánicas e índice de fluidez del HDPE con y sin aditivo.

En esta sección se realizan análisis comparativos del esfuerzo máximo con respecto al índice de fluidez y a la resistencia al impacto.

En la figura 4.7, se observa que el índice de fluidez y la resistencia al impacto aumenta entre cada ciclo en el caso sin aditivo. La resistencia al impacto disminuye con respecto al índice de fluidez en el caso de la muestra con aditivo. Pero la resistencia al impacto y el índice de fluidez con aditivo se estabilizan desde su tercer ciclo en valor medio. Esto indica, que se puede seguir realizando más ciclos sin disminuir la resistencia al impacto y el índice de fluidez.

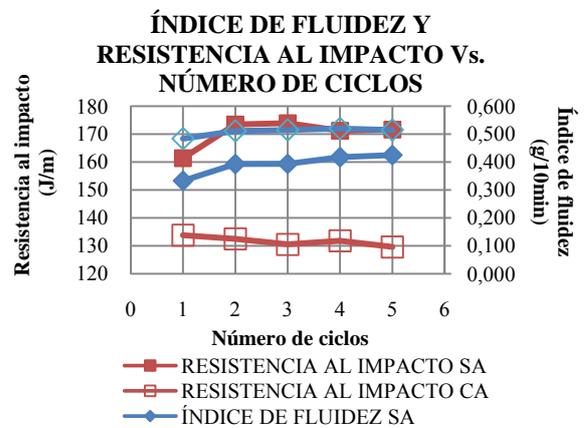


FIGURA 4.7 Índice de fluidez y resistencia al impacto en comparación con los 5 ciclo de inyección

El esfuerzo máximo tiene una variación no uniforme en los cinco ciclos con respecto al índice que tiene una forma creciente, cuando este no contiene aditivo. Pero su esfuerzo máximo se estabiliza al mezclarse con aditivo, como se observa en la figura 4.8, su índice de fluidez aumenta hasta el tercer ciclo y se estabiliza obteniendo como resultado más ciclos de inyección sin variar sus propiedades.

Cuando el índice de fluidez aumenta, la viscosidad y el peso molecular disminuye, lo que produce que los esfuerzos de tensión aumenten de forma creciente.

### ÍNDICE DE FLUIDEZ Y ESFUERZO MÁXIMO Vs. NÚMERO DE CICLOS

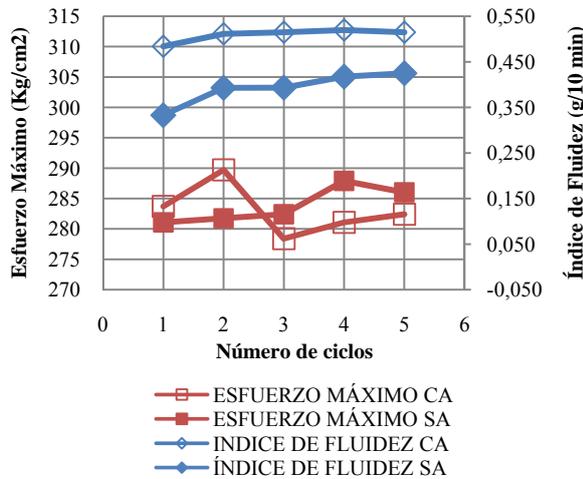


FIGURA 4.8 Índice de fluidez y esfuerzo máximo en comparación con los 5 ciclos de inyección

## 5. CONCLUSIONES

Las propiedades mecánicas presentaron un comportamiento variable debido a que el material que se utilizó era reciclado de post-consumo y el método de separación no fue el adecuado.<sup>1,4</sup>

Las propiedades mecánicas del polietileno de alta densidad con aditivo AOX en base de fosfito, se estabilizan después del tercer ciclo de inyección. Esto nos indica que se puede seguir realizando más ciclos sin tener variaciones dispersas en las propiedades mecánicas.<sup>10</sup>

El grado de degradación de los materiales termoplásticos en cada ciclo de inyección incide en los resultados de las pruebas reológicas realizadas.

El primer ciclo con y sin aditivo debe coincidir, pero en la gráfica 4.1 se puede ver que esto no es así. Esto se debe a que los factores de inyección como velocidad de inyección, temperatura de inyección, no fueron iguales en los dos procesos, por ende se vieron afectados en las propiedades mecánicas y reológicas.

Se observó que el color del material se degradó en cada ciclo de inyección sin aditivo, pero con aditivo este mantuvo su color durante los cinco ciclos.

## 7. Referencias

[1] "Proceso de reciclaje", consulta realizada en Enero 2009, <http://www.concienciaambiental.com.mx/cc/plasticos.html>

[2] "Aditivos y Cargas", consulta realizada en Enero 2009, <http://www.quiminet.com.mx>

[3] "Polietileno", consulta realizada en Enero 2009,

<http://en.wikipedia.org/wiki/Polyethylene>

[4] "Reciclaje Mecánico", consulta realizada en Enero 2009, <http://www.textoscientificos.com/polimeros/polietileno>

[5] "Moldeo por inyección", consulta realizada en Enero 2009, <http://www.wikimedia.com>

[6] "Propiedades de los Polietilenos", consulta realizada en Febrero 2009, <http://www.textoscientificos.com/polimeros/polietileno/propiedades>

[7] "Lazo continuo de Scrap y resina", consulta realizada en Febrero 2009, [http://www.immnet.com/article\\_printable.html?article=83](http://www.immnet.com/article_printable.html?article=83)

[8] "Antioxidante AOX", consulta realizada en Enero 2009, <http://www.cytec.com>

[9] "Las partes de una máquina inyectora", consulta realizada en Enero 2009, <http://www.quiminet.com.mx>

[10] "Efecto del MFI por cambio de temperatura", consulta realizada en Febrero 2009, [http://www.immnet.com/article\\_printable.html?article=1131](http://www.immnet.com/article_printable.html?article=1131)

[11] ASTM Subcommittee D20.30 Standard Test Method for Flow Rates of Thermoplastics by Extrusion Plastometer. "ASTM Standard Method D 1238-00. 2000",

[12] ASTM Subcommittee D20.30 Standard Test Method for Determining the Izod Pendulum impact resistance of Plastics. "ASTM Standard Method D 256-00. 2000"

[13] ASTM Subcommittee D20.30 Standard Test Method for Tensile Properties of Plastics. "ASTM Standard Method D 638-00. 2000"

Nota: Resolución de Consejo de Investigación C. de 1.167.06 del 27 de noviembre de 2006, se transcribe a continuación:

"C. de 1.167.06.- El Consejo de Investigación resuelve que todos los investigadores de la ESPOL que escriban o participen en la escritura de un artículo (autor-coautor), ya sea de investigación o de difusión, deben expresar los datos de identificación de la institución, en forma normalizada de la siguiente manera:

Nicolás Guerra Méndez, Ing. Andrés Rigail  
 Facultad de Ingeniería en mecánica y ciencia de la producción  
 Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL)  
 Campus Gustavo Galindo, Km 30.5 vía Perimetral  
 Apartado 09-01-5863. Guayaquil, Ecuador  
 Email del autor: nguerra@espol.edu.ec

Resolución del Consejo de Investigación 26 de enero del 2007

C.de 1.034.07.- Se establece que la nueva guía del autor para la Revista Tecnológica registrará desde el 15 de febrero del 2007, para la presentación de artículos de los estudiantes en el proceso de graduación, tanto de pregrado como de postgrado.

