

# Transformación del PET para Maquinados, Mediante CNC, y Obtener Bujes de 1 Pulgada para uso Automotriz.

P.Jácome-Onofre<sup>1</sup>, M.Montoya-Nafarrate<sup>1</sup>, H.Amador-Chagala<sup>1</sup>, B.Contreras-Contreras<sup>1</sup>

**Resumen**— El objetivo es obtener bujes con PET RECICLADO se tiene que diseñar y construir el proceso que llevará a la obtención de estos. Un prototipo triturador de PET, ya que para la región de los Tuxtlas Veracruz, es más económico este proceso mecánico que el químico y posteriormente pasar al lavado y secado terminando con el proceso de fundición para poder obtener una materia prima y manufacturar un producto nuevo, como los bujes de 1 pulgada de diámetro para uso automotriz, maquinado mediante Máquinas de Control Numérico Computarizado. Esta probeta o materia prima que se obtiene es analizada mediante Ensayos Destructivos para ver sus propiedades mecánicas. Se trabaja con una metodología que implica concientizar la problemática del medio ambiente, este grupo de colaboradores se forma con diversas disciplinas, (Industrial, Ambiental, Electromecánica), con el apoyo de la ingeniería básica y de detalle, se interactúa con software de diseño SKETCHUP. El material principal de corte del triturador son muelles recicladas de suspensión pesada (Ballestas). E iniciar una línea de negocio para satisfacer necesidades del entorno de la zona tuxtleca.

**Temas claves**—Contaminación ambiental, CNC, Ingeniería, Reciclaje PET, Plan de Negocio.

**Abstract**— The objective is to hubs RECYCLED PET has to design and build the process leading to obtaining these. A prototype PET crusher, since the region of the Tuxtlas Veracruz, is cheaper this mechanical process the chemical and then proceed to wash and dry finishing with the casting process to obtain a raw material and manufacture a new product, bushings and 1 inch in diameter for automotive use, machined using Computer Numerical Control Machines. This specimen or raw material obtained is analyzed by Destructive Testing to see its mechanical properties. It works with a methodology that involves awareness the problems of the environment, this group of collaborators is formed with various disciplines (Industrial, Ambient, Electro), with the support of basic and detailed engineering, interacting with design software SKETCHUP. The main material is recycled cut shredder heavy suspension (Ballestas) docks. E start an online business to meet the needs of the environment Tuxtleca area.

**Keyword**--Contamination environmental, CNC, Engineering, PET Recycling, Business Plan.

## I. INTRODUCCIÓN

La presente investigación tiene como finalidad presentar la situación actual en la región de los Tuxtlas sobre el tema relacionado al PET. Existen en la actualidad diversidad de estudios relacionados sobre este tema, el cual sin embargo no ha podido contar con una visión más allá del desarrollo de un estudio sobre el consumo de este plástico. El estudio se divide en cuatro procesos donde se exhibe la situación actual del PET no solo enfocado aquí en la región, sino también una clara vista sobre la situación actual del PET en otros países y las comparaciones entre ellos. Además del marco legal en materia de plásticos.<sup>1</sup>

**Trituración:** un proceso mecánico más fácil y menos costoso que el proceso químico. Este proceso lleva a la tarea de construir el prototipo de una máquina trituradora para embaces PET en el Instituto Tecnológico Superior de San Andrés Tuxtla; puesto que esta zona de los Tuxtla no cuenta con una empresa propia que triture envases PET debido a esta problemática se realizó la construcción de esta máquina trituradora cuyo proceso consiste en triturar y sacar en pequeños pelles de PET, para que su uso en una nueva transformación en el mercado sea más sencilla y que la gente tenga lugar en donde entregar sus envases PET aún mejor costo y con esto no se tendría que exportar a China a Japón.

**Lavado y Secado:** Diseño y desarrollo de ingeniería básica y de detalle para la fabricación de un equipo de lavado y secado para integrar al prototipo triturador del PET.<sup>2</sup>

**Fundición:** Los poliésteres no mantienen buenas propiedades cuando se les somete a extrusión soplado se pueden utilizar equipos convencionales de PVC, teniendo más versatilidad temperaturas superiores a los 70 grados. Se han logrado mejoras modificando los equipos para permitir llenado en caliente. Excepción: el PET cristalizado (opaco) tiene buena resistencia a temperaturas de hasta 230 ° C.

El planeta necesita del aporte de diferentes disciplinas para la resolución de sus problemas ambientales: más que multidisciplinariedad requiere de la transdisciplinariedad (que no es más que la unificación de las diferentes disciplinas), como la Ingeniería Industrial, Ambiental, Electromecánica, para estudiar un fenómeno que siempre es complejo. Actualmente, pensamos que la problemática de desechos sólidos debe tomarse a nivel de Municipio y

<sup>1</sup> P. Jácome-Onofre (pjacome72@hotmail.com), M. Montoya-Nafarrate (montoya\_nafa@hotmail.com), H.Amador-Chagala (tetomi1704@hotmail.com), B.Contreras-Contreras (ingbercontreras@gmail.com) , Instituto Tecnológico Superior de San Andrés Tuxtla, Carretera Costera del Golfo s/n km 140+100, Matacapán, San Andrés Tuxtla, Veracruz, México.

no con comunidades piloto. Urge educar ambientalmente a todo el Estado, Instituciones y comunidades. Los envases PET como desechos presentan más del 50% del total de la basura, la falta de cultura para la separación de residuos, el bajo valor de algunos y la falta de infraestructura para reciclar su aprovechamiento. Actualmente el PET se ha convertido en un problema para todos los países del mundo ya que por su alto consumo de este material ha traído consigo grandes problemas como es la contaminación y su vez ha tomado un gran impacto en las grandes metrópolis, debido a que los seres humanos no tienen conciencia y mucho menos cultura que los haga reflexionar del gran daño que este causa al tirarlo, es por eso que hoy en día se da a la tarea de recolectar este material con el único fin de darle un nuevo uso, al pasarlo por un proceso de separación por el tipo de plástico y posteriormente se continúa por el proceso de lavado y secado para obtener una materia prima de buena calidad.

A través de la separación, lavado y secado se constituye un proceso mecánico más fácil y menos costoso que el proceso químico, en esta región de los Tuxtlas no se cuenta con una empresa propia que triture envases PET debido a esta problemática se realizó la construcción de esta máquina trituradora cuyo proceso consiste en triturar y sacar en pelles pequeños de PET.<sup>3</sup>

## II. PARTE TÉCNICA DEL PROTOTIPO

Hoy en día la falta de cultura en el reciclaje en los habitantes de la ciudad de San Andrés Tuxtla con respecto a los desperdicios de los envases PET ocasiona un gran índice de contaminación en dicha ciudad ya que no han sido depositado correctamente, esto ocasiona contaminación al medio ambiente, suelo, agua, y también para los seres vivos, de tal forma que surge la necesidad de darnos a la tarea de recolectar los envases PET para darle un nuevo uso ya que en los últimos años se ha incrementado los desperdicios de este en las calles de esta ciudad provocando la transformación del medio ambiente de forma negativa.

Esto se llevara a cabo con la finalidad de reciclar estos envases para darle un mejor uso para la transformación de nuevos productos reciclados y al mismo tiempo se estaría evitando la contaminación tanto al medio ambiente como a los habitantes de esta ciudad, para que en la región tuxtleca se fomente la cultura de reciclaje para que los pepenadores tengan más oportunidad de entregar su recolectado de envases PET a un precio mejor porque ya no se tendría que exportar a otro país, toda la materia prima se quedaría en el país y en la zona en las Instalaciones del Tecnológico Superior de San Andrés

Tuxtla, transformándolo en hojuelas y luego transformarlos en nuevos productos. Como por ejemplo: Uno de los principales países que son líderes en la recolección del plástico PET son, Suiza, Tokio, Alemania y Japón los cuales utilizan todo su plástico para dar forma a nuevos productos y así también ayudar al medio ambiente.

### MATERIAL EMPLEADO

En el Diseño y construcción de este prototipo, la parte principal son las cuchillas de corte, se realiza por medio de un material llamado (Muelles de Ballestas),<sup>4</sup>

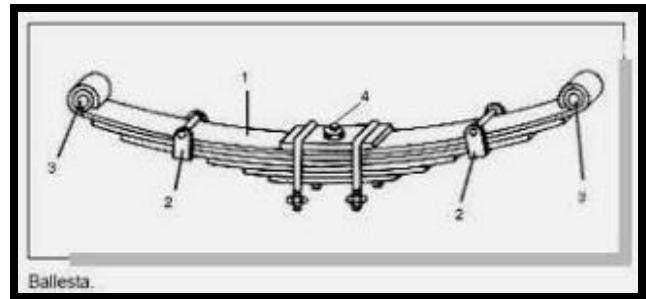


Fig. 1. Muelles de Ballestas (Fuente: [www.pistaseducativas.itc.mx](http://www.pistaseducativas.itc.mx)).

Las ballestas están constituidas por un conjunto de hojas o láminas de acero especial para muelles, unidas mediante abrazaderas, que permiten el deslizamiento entre las hojas cuando éstas se deforman por el peso que soportan como se observa en la Figura 1.

### PROPIEDADES DEL MATERIAL DE CUCHILLAS

Los muelles de ballestas son un tipo de suspensión especial para soporte de grandes cargas, por tanto se puede afirmar que necesitan de un material que proporcione los requerimientos específicos para realizar las funciones primordiales de una ballesta. El material del cual están compuestos la mayoría de los muelles de ballestas es acero **AISI 5160**. Así entonces, en la Tabla 1 se enlistan las propiedades mecánicas del acero **AISI 5160**:<sup>5</sup>

| Propiedad Mecánica              | Sistema Métrico       |
|---------------------------------|-----------------------|
| Módulo de elasticidad           | 205Gpa                |
| Módulo de Poisson               | 0.29                  |
| Resistencia a la Fluencia $S_y$ | 1010Mpa               |
| Densidad                        | 7.85g/cm <sup>3</sup> |

Tabla 1. Propiedades Mecánicas del AISI 5160. (Fuente: [5]).

ACEROS ALEADOS PARA TEMPLE Y REVENIDO. Ejes, reductores, engranajes, transmisión, espárragos, bielas, cinceles, tijeras, rotores de turbinas, y en general piezas que requieran alta resistencia mecánica. A.I.S.I. 4140, 4340, 5160.

Según la Norma internacional ISO 9001:2008, que viene desarrollando año tras años. El alcance del SGC es “**Diseño, Fabricación y comercialización de muelles tipos ballestas y sus hojas**” que fue recertificado por BV (Bureau Veritas) el pasado 2012.<sup>5</sup>

En este presente trabajo se escoge este material, de Ballestas porque tiene un gran concentrado de acero y hace que su dureza sea suficiente para el trabajo a que va ser sometido, solo cortar plástico PET. Según **Robert. L. Mott**; en su libro escrito “Diseño de Elementos de Maquinas”

### METODOLOGIA

- Concientizar el problema del medio ambiente.
- Formar un grupo de trabajo con diversas disciplinas, (Industrial, Ambiental).
- Lluvia de ideas sobre ingeniería básica y de diseño.
- Interactuar con software de diseño SKETCHUP.
- Recopilar material (Muelles de carga, láminas, poleas,
- chumaceras, bandas, tornillerías, etc.).
- Diseño y construcción del prototipo triturador de envase PET.

En estas imágenes se aprecia el Programa de Diseño con el que se termina el prototipo:



Fig. 4. Software SKETCHUP.

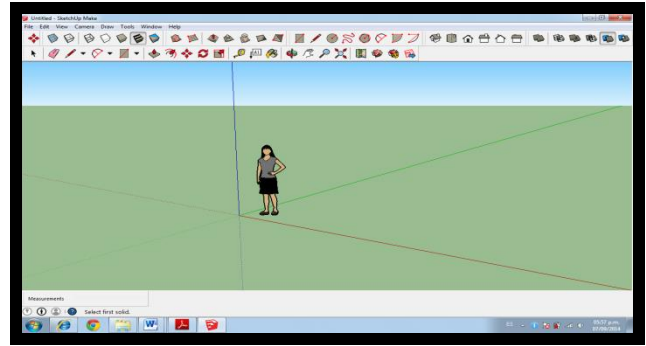


Fig.2. Presentación de ambiente del SKETCHUP

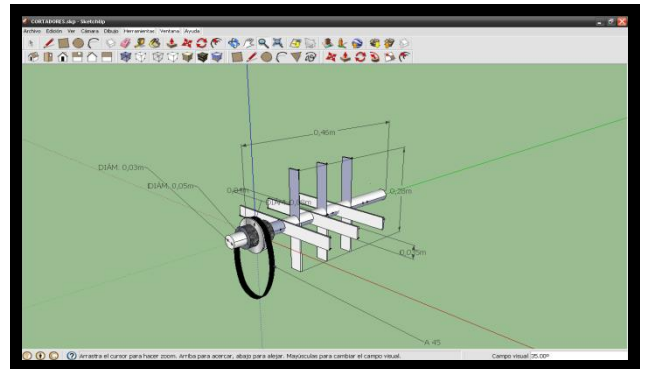


Fig.3. Diseño y Ensamble de cuchillas de corte. (Fuente Propia)

### METAS

- Reducir la contaminación ambiental de la zona de los Tuxtla, Veracruz.
- Crear fuentes de trabajo Y generar ingresos
- Propiciar la elaboración de materia prima y maquinar nuevos productos para la región.
- Disminuir la acumulación de plásticos en los rellenos sanitarios.
- Fomentar en la comunidad una disciplina social y contribuir al desarrollo sustentable.

### DESARROLLO

Es importante darse a la tarea de crear este nuevo diseño de esta máquina trituradora ayuda a convertir las botellas recicladas en pequeñas partículas del plástico para su mejor procesado, por lo tanto esta máquina estará conformada por un motor de un caballo de fuerza que permite dar más impulso a la máquina, posteriormente estará conformada por unas chumaceras, muelles de carros lo cuales serán utilizados como cortadores de la máquina y poleas para hacer el funcionamiento al igual que llevará

una tolva a continuación se muestran las partes que conformaran la máquina.

Descripción de los elementos de la máquina.

- 1 Tolva.
- 2 Poleas.
- 1 Bandas.
- 1 Ejes rotativos.
- 2 Chumaceras.
- 3 Metros de solera para cortadores ( 3 ¼).
- 1 Base metálica rectangular.

Cortadores (cuchillas elaboradas con solera). Estos cortadores tienen forma de barritas con filos y con una medida de 25 cm de largo. A continuación se muestran los cortadores.



Fig.5. Cortadores de Ballestas con Filo (Fuente propia).

#### GUÍA DE ALGUNAS MARCAS DE PRODUCTOS PET, QUE SE TRITURAN CON ESTE PROTOTIPO.

Aguas, refrescos y bebidas energéticas (marcas más conocidas) Bonafont, Nestle, Ciel, Santa María, Be light, Electropura, Coca Cola, Pepsi, Peñafiel, Mundet, Gatorade, Enerplex.

#### MAQUINAS INSTRON PARA ENSAYOS DESTRUCTIVOS

Aquí se aplican análisis y características de las propiedades físicas del PET. Donde se realizan pruebas de ensayos destructivos. A continuación se aborda una breve descripción del equipo de trabajo para realizar las pruebas experimentales del PET Reciclado, a través del programa **Merlín** para el ensayo de materiales, recolección y análisis de datos del mismo.

La Máquina Instron sirve para ensayar probetas y determinar las propiedades mecánicas y físicas y el comportamiento de distintos materiales, componentes y estructuras.<sup>6</sup>

#### ¿Qué es Merlín?

Merlín es un paquete de programas de ensayo de materiales diseñados para funcionar en el entorno de Microsoft Windows. Merlín actúa como base de una serie de aplicaciones que ayudan a ensayar materiales y componentes, y a recoger y analizar datos de los mismos. Para bastidores electromecánicos, Merlín se ejecuta en un ordenador conectado a través de una tarjeta de interfaz digital y en el caso de los bastidores servo hidráulicos (en un sistema servo hidráulico, el bastidor se compone generalmente de una mesa base, dos columnas y una cruceta móvil fijada a las columnas).<sup>6</sup>

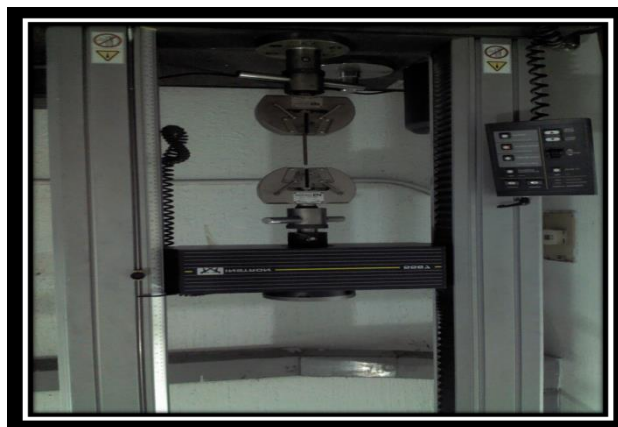


Fig.6. Maquina Instron del ITSSAT. (Fuente: Lab. De Manufactura.)

#### PRUEBAS EXPERIMENTALES DE ESFUERZOS DEL PET RECICLADO CON SOPORTE BAJO LA NORMA ASTM 695.

Tomando como referencia estudios realizados del PET reciclado se establecerá un cuadro comparativo para analizar las variantes que estarán en función de los distintos métodos de prueba, pero que se espera tener similitudes cercanas a las que se han de realizar.

Tabla 2. Características del PET y RPET

|   | PET virgen  | RPET        |
|---|-------------|-------------|
| Módulo de Young [MPa]                       | 1890        | 1630        |
| Resistencia a la rotura [MPa]               | 47          | 24          |
| Elongación a la rotura [%]                  | 3,2         | 110         |
| Resistencia al impacto [J m <sup>-1</sup> ] | 12          | 20          |
| IV (dl g <sup>-1</sup> )                    | 0.72 – 0.84 | 0.46 – 0.76 |
| Temperatura de fusión (°C)                  | 244 - 254   | 247 - 253   |
| Peso molecular (g mol <sup>-1</sup> )       | 81600       | 58400       |

**Procedimiento de prueba:**

La muestra se coloca entre las placas de compresión paralelas a la superficie. El espécimen se comprime a continuación, a una velocidad uniforme. La carga máxima se registra junto con los datos de tensión-deformación. Un extensómetro unido a la parte delantera del dispositivo de fijación se utiliza para determinar el módulo.

**Tamaño de la pieza:**

Las muestras pueden ser o bien bloques o cilindros. Para ASTM, los bloques típicos son 12,7 x 12,7 x 25,4 mm (½ por ½ por 1 pulgada). Y los cilindros son de 12,7 mm (½ pulgadas) de diámetro y 25,4 mm (1 pulgada) de largo. Para la norma ISO, los especímenes preferidos son 50 x 10 x 4 mm para el módulo y de 10 x 10 x 4 mm para la fuerza.

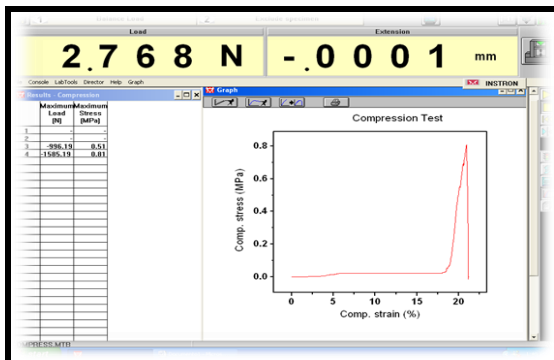
Este ensayo es útil para determinar el módulo de elasticidad, el esfuerzo en fluencia, la resistencia a la compresión y la deformación más allá del punto de fluencia. El método mediante el que se lleva a cabo el ensayo de compresión se define en ASTM D695.

Sometiendo estos especímenes a los ensayos NO Destructivos, quedan como lo indica la Figura



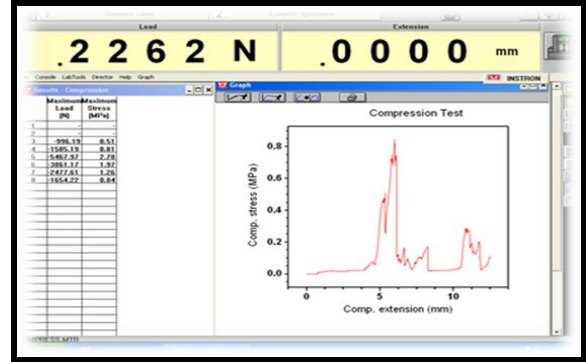
7. **Fig.8.** Probetas bajo las Normas ASTM D695. (Fuente Propia)

Las siguientes graficas nos muestra el Comportamiento de compresión en este Ensayo Destructivo.<sup>6</sup>



**Fig. 9.** Diagrama del Esfuerzo-Deformación del PET. (Fuente Propia)<sup>6</sup>

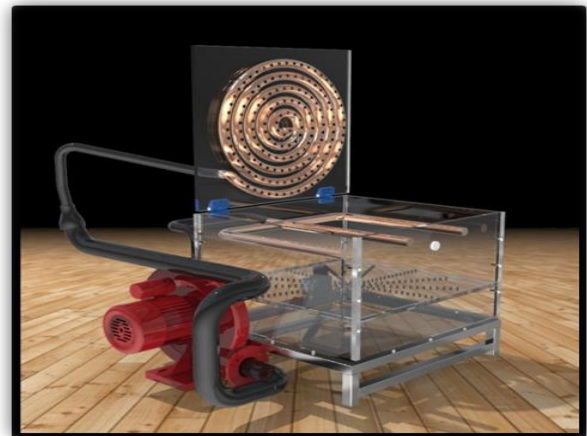
La grafica de la figura 9 que a continuación se presenta muestra los niveles máximos de esfuerzos, donde el material PET reciclado se fractura en capas longitudinales al cilindro observándose solo una parte de desprendimiento y así mismo vuelve a cargarse, donde el resto del material se fractura a mínimos esfuerzos hasta la ruptura final del espécimen.<sup>6</sup>



**Fig. 7.** Diagrama final de Esfuerzo del PET. (Fuente Propia).<sup>6</sup>

Este es el resultado de las botellas que se encuentran en las calles, basureros, en los contenedores de centros educativos de gobierno y privados dentro del municipio de San Andrés Tuxtla, Veracruz.

### III. APENDICE A: LAVADO, SECADO Y FUNDICIÓN.



**Fig. 10.** Diseño del prototipo con lavadora y secadora en Solidworks Versión 2014. (Fuente Propia).

Se ha diseñado un equipo de lavado a la máquina trituradora del PET que sea capaz de limpiar los residuos generados por la misma a través de la ingeniería simultánea y el proceso de la manufactura.



**Fig. 11.** Fundiendo PET a 260°C. En Lab.Quimica en el ITSSAT. (Fuente Propia).

Se observó que durante la fundición el PET se reblandece a 190° C. Se requiere llegar a una temperatura de 260° C para alcanzar la fundición. Cambiando su estructura flexible y cristalina a una estructura rígida y opaca en tono blanco. Una vez fundido se debe de transportar el PET fundido en el recipiente a una superficie fría. La dureza del PET que se realiza por fundición aumenta cuando se enfría la masa fundida inmediatamente en una superficie fría. Por enfriamiento lento podemos observar que el PET reciclado presenta fragilidad y esto ocasiona que la placa se vaya bretando.

Una vez fría la superficie de la placa del PET se observaron burbujas de aire en la superficie superior. Por lo cual hace que la placa se valla bretando. Una vez fría la superficie de la placa del PET se observaron burbujas de aire en la superficie superior. Por lo cual se recomienda no agitar demasiado el PET cuando se va fundiendo. Es recomendable fundir pequeñas hojuelas de PET para que la fundición sea más exitosa.

#### APENDICE B: MAQUINADO DE BUJES DERIVADOS DEL PET QUE SE RECICLA EN EL TECNOLÓGICO DE SAN ANDRÉS TUXTLA.

En el proceso experimental, El comportamiento del espécimen al ensayarse, presentó desprendimientos de fragmentos, el cual son característicos de un material frágil. Sin embargo al someterse el material en un proceso de manufactura por máquina CNC, el material no presentó ninguna propagación de falla al ser penetrada por la herramienta de corte de 5mm y de 12mm, el cual fue maquinado la muestra a una velocidad de 4000 rev/min. Ver **figura 12**. Como propuesta para la realización experimental de maquinado de este material, Sí es factible la utilización de material del RE-PET en el desarrollo de prácticas de laboratorio de manufactura avanzada y para la

manufactura de bujes de 1”pulgada de diámetro para una empresa de la región tuxtleca.



**Fig. 12.** Maquinado de bujes de 1 Pulg. En PET reciclado.(Fuente: Lab. De Manufactura del ITSSAT).

#### APENDICE C: OBTENCIÓN DE BUJES DE 1 PULGADA DE DIAMETRO PARA USO AUTOMOTRIZ.

Se recomienda que el material PET reciclado en muestras cilíndricas o placas para un proceso de manufactura, sean realizadas en la fase de fundición a temperaturas y presiones controladas, además de mezclar con un tipo de resina con determinadas características para cambiar las propiedades mecánicas del material con tendencias a la ductilidad y garantizar la manufactura para productos de piezas industriales.



**Fig. 13.** Bujes de 1 pulgada maquinado en equipo CNC del Instituto Tecnológico Superior de San Andrés Tuxtla.

## IV. REFERENCIAS

- [1] APREPET. Asociación para Promover el Reciclaje del PET. 2008.
- [2] Héctor, P. M. (2005). Física II. México: Mc Graw Hill.
- [3] Domínguez Gonzales, P. Et al. El PET y su Impacto Ambiental en el Medio Ambiente. IPN. 2011.
- [4] Cálculo de ballestas de suspensión para camión. En <http://es.scribd.com>. R.: Mayo-2012.
- [5] Matweb. AISI 5160 Steel, annealed, 25mm (1 in.) round. En <http://www.matweb.com>. R.: Mayo-2012.
- [6] Hernández Ayala B. (2014) “Determinación de propiedades mecánicas del PET reciclado para la aplicación en manufactura por CNC.” Licenciatura Ingeniería Industrial, Instituto Tecnológico Superior de San Andrés Tuxtla, Veracruz, México.
- [7] Groover, M. (1997). Fundamentos de Manufactura Moderna. México Mc.Graw Hill

## V. BIOGRAFÍA



Acayucan, Veracruz. 29 de Junio de 1972 Ingeniero Industrial, Egresado del Instituto Tecnológico de Orizaba, Veracruz, México, Titulado en el 1997. Actualmente cursando el segundo cuatrimestre de la Maestría en Ingeniería Administrativa. Actualmente labora en el Instituto Tecnológico Superior de San Andrés Tuxtla, Veracruz como docente investigador de la carrera de Ingeniería Industrial y participando directamente con el Tecnológico Nacional de México en desarrollos de proyectos de investigación perteneciendo a una línea de investigación “Diseño y Análisis de Elementos Mecánicos a Partir de Material Reciclado”. **PROFESOR ASOCIADO “A”**

## Ing. Jácome

- Presidente de Academia de Ingeniería Industrial
- Asesor en Proyectos de Innovación tecnológica
- Participaciones en las semanas de Ciencia y Tecnología.
- Líder de Proyecto LGAC. “Transformación del PET para la obtención de placas rectangulares para su uso en un proceso de manufactura mediante el Control Numérico Computarizado”.



México, D.F. 31 de Julio de 1964 Ingeniero Químico, Egresado de la Universidad Nacional Autónoma de México, D.F, México, en 1994 y Titulado. Actualmente labora en el Instituto Tecnológico Superior de San Andrés Tuxtla, Veracruz como docente investigador de la carrera de Ingeniería Ambiental y participando directamente con el Tecnológico Nacional de México en desarrollos de proyectos de investigación perteneciendo a una línea de investigación “Diseño y Análisis de Elementos Mecánicos a Partir de Material Reciclado”. Esta por obtener su plaza de **PROFESOR ASOCIADO A.**

## Ing. Montoya

- Asesor en Proyectos de Innovación tecnológica
- Participaciones en las semanas de Ciencia y Tecnología.
- Colaborador de Proyecto LGAC. “Transformación del PET para la obtención de placas rectangulares para su uso en un proceso de manufactura mediante el Control Numérico Computarizado”.



Lerdo, Veracruz. 31 de Octubre de 1966 Ingeniero Industrial, Egresado del Instituto Tecnológico de Veracruz, Veracruz, México, Titulado en el 1997. En el 2004-2006 Cursó la Maestría en Ingeniería Industrial en el Instituto Tecnológico de Orizaba, Veracruz, México Actualmente labora en el Instituto Tecnológico Superior de San Andrés Tuxtla, Veracruz como docente investigador de la carrera de Ingeniería Industrial y participando directamente con el Tecnológico Nacional de México en desarrollos de proyectos de investigación perteneciendo a una línea de investigación “Diseño y Análisis de Elementos Mecánicos a Partir de Material Reciclado”. **PROFESOR ASOCIADO “B”**

## Ing. Contreras

- Asesor en Proyectos de Innovación tecnológica
- Participaciones en las semanas de Ciencia y Tecnología.
- Líder de Proyecto LGAC. “Diseño de equipo electrónico para destetar Becerros”.
- Líder de LGAC. “Diseño y Análisis de Elementos Mecánicos a Partir de Material Reciclado”.



San Andrés Tuxtla, Veracruz. 17 de Abril de 1965 Maestro en Ciencias En Ingeniería Mecánica, Egresado del Instituto Politécnico Nacional, D.F, México, Titulado el 4 de junio del 2010. Ingeniero Industrial Mecánico, egresado del Instituto Tecnológico de Orizaba. Veracruz, México, Titulado el 3 de Mayo de 1991. Actualmente cursando el Primer Trimestre del Doctorado en Manufactura Avanzada y el Octavo cuatrimestre de la licenciatura en Psicopedagogía. Laborando actualmente en el Instituto Tecnológico Superior de San Andrés Tuxtla como **PROFESOR INVESTIGADOR ASOCIADO C** de tiempo Completo, en la Carrera de Ingeniería Electromecánica, y participante de la línea de investigación de “Diseño y Análisis de Elementos Mecánicos a partir de Material Reciclado”.

## M.C. Amador

- Presidente de Academia de Ingeniería Electromecánica.
- Asesor de Proyectos de Innovación Tecnológica.
- Líder de Proyecto LGAC. “Sistema de Control y Automatización Orientado a Procesos Productivos”
- Generación de Proyecto de Investigación en el “Mejoramiento de la Eficiencia Térmica en el Generador de Calor para Automatizar el Sistema de Secado de Tabaco en las Galeras de los Tuxtlas”.
- Colaborador de proyecto LGAC en la “Determinación de Propiedades Mecánicas del PET Reciclado para la Aplicación en Manufactura por CNC.”