	<b>DISEÑO Y DESARROLLO DE PROBETAS PARA SER ENSAYADAS EN LA MÁQUINA CHARPY PARAMETRIZADA (WEST ARCO), DE ESTA MANERA RECOPIRAR LOS DATOS ARROJADOS POR EL ENSAYO QUE A SU VEZ SERÁN USADOS COMO PATRÓN.</b>		<b>Código: IN-IN-001</b> <b>Versión:01</b>
	<b>Proceso:</b> <b>Investigación</b>	<b>Fecha de emisión:</b> <b>15 – Enero - 2015</b>	<b>Fecha de versión:</b> <b>27 – Enero -2018</b>

1


**DISEÑO Y DESARROLLO DE PROBETAS PARA SER ENSAYADAS EN LA MÁQUINA CHARPY PARAMETRIZADA (WEST ARCO), DE ESTA MANERA RECOPIRAR LOS DATOS ARROJADOS POR EL ENSAYO QUE A SU VEZ SERÁN USADOS COMO PATRÓN.**

**Marlon Alphard Bahamon**

**Karen Madelyn Bernal Mendivelso**

**Jonathan Harold Herrera Muñoz**

**Universidad ECCI**  
**Facultad de Ingeniería**  
**Tecnología en Mecánica Industrial**  
**Bogotá-Colombia**  
**2018**

	<b>DISEÑO Y DESARROLLO DE PROBETAS PARA SER ENSAYADAS EN LA MÁQUINA CHARPY PARAMETRIZADA (WEST ARCO), DE ESTA MANERA RECOPIRAR LOS DATOS ARROJADOS POR EL ENSAYO QUE A SU VEZ SERÁN USADOS COMO PATRÓN.</b>		<b>Código: IN-IN-001</b> <b>Versión:01</b>
	<b>Proceso:</b> <b>Investigación</b>	<b>Fecha de emisión:</b> <b>15 – Enero - 2015</b>	<b>Fecha de versión:</b> <b>27 – Enero -2018</b>

2

**DISEÑO Y DESARROLLO DE PROBETAS PARA SER ENSAYADAS EN LA MÁQUINA CHARPY PARAMETRIZADA (WEST ARCO), DE ESTA MANERA RECOPIRAR LOS DATOS ARROJADOS POR EL ENSAYO QUE A SU VEZ SERÁN USADOS COMO PATRÓN.**

**Marlon Alphard Bahamon**

**Karen Madelyn Bernal Mendivelso**

**Jonathan Harold Herrera Muñoz**

**Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de: Tecnología en Mecánica Industrial**

**Director (a):**

**Msc. Esp. Ing. Germán Pores**

**Línea de Investigación:**

**Materiales y Procesos de Manufactura**


**Universidad ECCI**

**Facultad de Ingeniería**


**Tecnología en Mecánica Industrial**

**Bogotá-Colombia**

**2018**


	<b>DISEÑO Y DESARROLLO DE PROBETAS PARA SER ENSAYADAS EN LA MÁQUINA CHARPY PARAMETRIZADA (WEST ARCO), DE ESTA MANERA RECOPIRAR LOS DATOS ARROJADOS POR EL ENSAYO QUE A SU VEZ SERÁN USADOS COMO PATRÓN.</b>		<b>Código: IN-IN-001</b> <b>Versión:01</b>
	<b>Proceso:</b> <b>Investigación</b>	<b>Fecha de emisión:</b> <b>15 – Enero - 2015</b>	<b>Fecha de versión:</b> <b>27 – Enero -2018</b>

La gratitud debería ser un acto constante  
 de cada hora, de cada día, de toda la vida...  
 De tal manera agradecemos a nuestros padres  
 al ser parte fundamental tanto emocional como  
 actitudinal para llevar a cabo el desarrollo de  
 este proyecto.

	<b>DISEÑO Y DESARROLLO DE PROBETAS PARA SER ENSAYADAS EN LA MÁQUINA CHARPY PARAMETRIZADA (WEST ARCO), DE ESTA MANERA RECOPIAR LOS DATOS ARROJADOS POR EL ENSAYO QUE A SU VEZ SERÁN USADOS COMO PATRÓN.</b>		<b>Código: IN-IN-001</b> <b>Versión:01</b>
	<b>Proceso:</b> <b>Investigación</b>	<b>Fecha de emisión:</b> <b>15 – Enero - 2015</b>	<b>Fecha de versión:</b> <b>27 – Enero -2018</b>


### AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la universidad ECCI por la financiación dada para este proyecto, todas las herramientas brindadas y la oportunidad para ser parte del proyecto, al Ingeniero Germán Pores por ser parte del proyecto como director ya que sus conocimientos y experiencia fueron fundamentales para llevar a cabo este proyecto, al Ingeniero Oscar Piñeros ya que con su ayuda y conocimientos se diseñó el dispositivo para la sujeción de las probetas, a la Ingeniera Sandra Romero por su colaboración en toda la intervención, gestión y conocimiento aportado para llevar a cabo la obtención de resultados finales; al Ingeniero Andrés Guevara por el gestionamiento y préstamo de los talleres de mecánica industrial y a los asistentes de laboratorio por aportar su guía y conocimiento.

	<b>DISEÑO Y DESARROLLO DE PROBETAS PARA SER ENSAYADAS EN LA MÁQUINA CHARPY PARAMETRIZADA (WEST ARCO), DE ESTA MANERA RECOPIAR LOS DATOS ARROJADOS POR EL ENSAYO QUE A SU VEZ SERÁN USADOS COMO PATRÓN.</b>		<b>Código: IN-IN-001</b> <b>Versión:01</b>
	<b>Proceso:</b> <b>Investigación</b>	<b>Fecha de emisión:</b> <b>15 – Enero - 2015</b>	<b>Fecha de versión:</b> <b>27 – Enero -2018</b>

## TABLA DE CONTENIDO

<b>RESUMEN</b> .....	<b>6</b>
<b>1.1 Resumen</b> .....	<b>6</b>
<b>1.1.1 Palabras Claves</b> .....	<b>7</b>
<b>2. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>9</b>
<b>3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN</b> .....	<b>11</b>
<b>3.1 OBJETIVO GENERAL</b> .....	<b>11</b>
<b>3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b> .....	<b>11</b>
<b>4. CAPÍTULO I</b> .....	<b>11</b>
<b>4.1 MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>11</b>
<b>4.1.2 Ensayo de impacto</b> .....	<b>17</b>
<b>4.1.3 Equipo</b> .....	<b>17</b>
<b>4.1.4 Probeta</b> .....	<b>18</b>
<b>4.1.5 Proceso para realizar el ensayo</b> .....	<b>19</b>
<b>2. CAPITULO II</b> .....	<b>20</b>
<b>1.1 ANTECEDENTES</b> .....	<b>20</b>
<b>CAPITULO III</b> .....	<b>22</b>
<b>2. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL</b> .....	<b>22</b>
<b>2.1. Etapa 1: Planeación y estudio del diseño del dispositivo que se utilizara para la fabricación de las probetas.</b> .....	<b>22</b>
<b>2.2. Etapa 2: Mecanizado del dispositivo y probetas de ensayo</b> .....	<b>30</b>
<b>CAPITULO IV</b> .....	<b>36</b>

	<b>DISEÑO Y DESARROLLO DE PROBETAS PARA SER ENSAYADAS EN LA MÁQUINA CHARPY PARAMETRIZADA (WEST ARCO), DE ESTA MANERA RECOPIAR LOS DATOS ARROJADOS POR EL ENSAYO QUE A SU VEZ SERÁN USADOS COMO PATRÓN.</b>		<b>Código: IN-IN-001</b> <b>Versión:01</b>
	<b>Proceso:</b> <b>Investigación</b>	<b>Fecha de emisión:</b> <b>15 – Enero - 2015</b>	<b>Fecha de versión:</b> <b>27 – Enero -2018</b>

6


<b>3.1 Análisis de resultados West Arco .....</b>	<b>36</b>
<b>CAPITULO V.....</b>	<b>37</b>
<b>5.1. CONCLUSIONES .....</b>	<b>37</b>
<b>CAPITULO VI .....</b>	<b>38</b>
<b>4.1. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>38</b>
<b>Bibliografía.....</b>	<b>39</b>

1

## RESUMEN

### 1.1 Resumen

El objetivo de este proyecto fue mecanizar probetas utilizadas en el ensayo de impacto Charpy de acuerdo a la norma ASTM E23-72. Para realizar el proceso de mecanizado en la universidad ECCI fue necesario el diseño y la fabricación de un dispositivo que permite mecanizar probetas en serie lo cual facilita el proceso. Para mecanizar las probetas se utilizó acero AISI 1020, las probetas y el dispositivo fueron mecanizados con proceso de fresado convencional; Se realiza el mecanizado y falla de diez probetas en acero AISI 1020 en West Arco Compañía que actualmente tiene certificado el proceso, con el fin de comparar las probetas que mecanizaron versus las probetas mecanizadas en la universidad, cinco de las diez réplicas mecanizadas por West Arco fueron falladas en sus laboratorios entregando los respectivos resultados.

	<b>DISEÑO Y DESARROLLO DE PROBETAS PARA SER ENSAYADAS EN LA MÁQUINA CHARPY PARAMETRIZADA (WEST ARCO), DE ESTA MANERA RECOPIAR LOS DATOS ARROJADOS POR EL ENSAYO QUE A SU VEZ SERÁN USADOS COMO PATRÓN.</b>		<b>Código: IN-IN-001</b> <b>Versión:01</b>
	<b>Proceso:</b> <b>Investigación</b>	<b>Fecha de emisión:</b> <b>15 – Enero - 2015</b>	<b>Fecha de versión:</b> <b>27 – Enero -2018</b>

7

El proyecto se centra únicamente en el mecanizado de las probetas debido a que la maquina Charpy que se tiene en la Universidad se encontraba fallando electrónicamente.


En este proyecto se entregan ocho probetas de ensayo realizadas para el procedimiento, un dispositivo para mecanizar las probetas del ensayo y los resultados del ensayo Charpy realizados en una maquina calibrada con acero AISI 1020, con el fin de que otro fase del proyecto posterior pueda utilizar la Maquina Charpy de la Universidad y fallar las probetas que se realizaron en este proyecto comparando resultados con los entregados por West Arco con el propósito que en algún momento la Universidad ECCI pueda prestar el servicio para realizar el ensayo de Impacto Charpy. El primer paso para llevar a cabo esta idea es mecanizar las probetas, por esa razón en este proyecto el objetivo fue diseñar y fabricar un dispositivo que ayudara con la fabricación de las probetas de ensayo Charpy en la Universidad ECCI con procesos de mecanizado convencional.

### 1.1.1 Palabras Claves

**Probeta, calibración, ensayo, maquina, dispositivo Charpy.**

### 1.2. ABSTRACT

The objective of this project was to mechanize the tests used in the Charpy Impact test according to the ASTM E23-72 standard. To carry out the machining process at the Universidad ECCI, it was necessary to design and manufacture a device that allows the

	<b>DISEÑO Y DESARROLLO DE PROBETAS PARA SER ENSAYADAS EN LA MÁQUINA CHARPY PARAMETRIZADA (WEST ARCO), DE ESTA MANERA RECOPIAR LOS DATOS ARROJADOS POR EL ENSAYO QUE A SU VEZ SERÁN USADOS COMO PATRÓN.</b>		<b>Código: IN-IN-001</b> <b>Versión:01</b>
	<b>Proceso:</b> <b>Investigación</b>	<b>Fecha de emisión:</b> <b>15 – Enero - 2015</b>	<b>Fecha de versión:</b> <b>27 – Enero -2018</b>

8


machining of specimens in series, which facilitates the process. AISI 1020 steel was used to machine the specimens, The specimens and the device were machined with conventional milling process; ten AISI 1020 steel test pieces are sent to be machined and failed in West Arco Company that currently has the process certified, in order to compare the specimens that mechanized vs the mechanized specimens in the Universidad, five of the ten replicas machined by West Arco were failed in their laboratories delivering the respective results.

The project focuses solely on the machining of the specimens because the Charpy Machine held at the University was failing electronically.

In this project, eight test specimens made for the procedure are delivered, a device for machining the test specimens and the results of the Charpy test carried out on a machine calibrated with AISI 1020 steel, in order that another subsequent project can use the Charpy Machine of the Universidad and fail the samples that were made in this project comparing results with those delivered by West Arco with the purpose that at some point the Universidad ECCI can provide the service to perform Impact Charpy trial.

The first step to carry out this idea is to mechanise the test tubes, for this reason, in this project the objective was to design and manufacture a device that will help with the fabrication of the Charpy test specimens at the Universidad ECCI with conventional machining processes.



	<b>DISEÑO Y DESARROLLO DE PROBETAS PARA SER ENSAYADAS EN LA MÁQUINA CHARPY PARAMETRIZADA (WEST ARCO), DE ESTA MANERA RECOPIAR LOS DATOS ARROJADOS POR EL ENSAYO QUE A SU VEZ SERÁN USADOS COMO PATRÓN.</b>		<b>Código: IN-IN-001</b> <b>Versión:01</b>
	<b>Proceso:</b> <b>Investigación</b>	<b>Fecha de emisión:</b> <b>15 – Enero - 2015</b>	<b>Fecha de versión:</b> <b>27 – Enero -2018</b>


### 1.2.1 Keywords

Test tube, calibration, test, machine, device, Charpy.

## 2. INTRODUCCIÓN

La tenacidad al impacto es una propiedad importante para evaluar materiales sometidos a golpes súbitos a gran velocidad, estos así mismo deben absorber un determinado valor de energía al impacto hasta su falla por esta causa dichos materiales se deben caracterizar en cuanto a la energía de impacto absorbida a diferentes temperaturas.


Para el desarrollo de proyectos de investigación que tengan como objetivo mejorar la tenacidad al impacto de materiales metálicos es necesario realizar el ensayo de impacto con la máquina de ensayo Charpy; en Colombia varias entidades como la Universidad Nacional, la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, La Universidad Libre, La Universidad ECCI; entre otras y empresas como West Arco cuentan con esta máquina, pero no todas tienen la máquina calibrada lo que implica que no se obtienen datos confiables para ser utilizados en investigación y en la Industria. La Industria Colombiana y las entidades educativas han confiado la realización del ensayo de impacto Charpy a West Arco porque esta Entidad es de las pocas que tienen una máquina de ensayo Charpy calibrada de acuerdo al Instituto Nacional de estándares y tecnología NIST; lo que implica que los datos que entrega son confiables. Para realizar el ensayo de

	<b>DISEÑO Y DESARROLLO DE PROBETAS PARA SER ENSAYADAS EN LA MÁQUINA CHARPY PARAMETRIZADA (WEST ARCO), DE ESTA MANERA RECOPIAR LOS DATOS ARROJADOS POR EL ENSAYO QUE A SU VEZ SERÁN USADOS COMO PATRÓN.</b>		<b>Código: IN-IN-001</b> <b>Versión:01</b>
	<b>Proceso:</b> <b>Investigación</b>	<b>Fecha de emisión:</b> <b>15 – Enero - 2015</b>	<b>Fecha de versión:</b> <b>27 – Enero -2018</b>

impacto no sólo se necesita que la máquina se encuentre calibrada sino que la probeta de ensayo se encuentre debidamente mecanizada de acuerdo a ASTM E23-72 que es el estándar para realizar el ensayo de impacto en materiales metálicos; es de gran importancia obtener la probeta de ensayo con las medidas de acuerdo a las tolerancias de la norma y con un acabado superficial de N4 a N5; para evitar la concentración de tensiones superficiales y la falla del material por la geometría; es por esto que lo ideal es que las probetas también se encuentren fabricadas de acuerdo a la calibración de NIST por esto west arco también certifica el proceso de mecanizado de las probetas de impacto. (WEST ARCO, 2013)

Los costos de ensayo de impacto con la probeta mecanizada, suministrando el cliente el material es cobrado por West Arco a 185.000 pesos por ensayo.

La Universidad ECCI cuenta con una máquina de ensayo Charpy que diseñaron y fabricaron estudiantes en un proyecto de grado ; aunque la máquina funciona sus datos son netamente académicos porque no se han contrastado con los obtenidos con otra máquina que esté calibrada; por esto se hace necesario plantear un proyecto que realice el paso inicial para lograr a futuro la calibración y este paso es mecanizar las probetas que fue el objetivo de este trabajo de acuerdo a la norma ASTM E23-72 y esto se puede realizar en la Universidad ECCI, satisfaciendo la necesidad de abastecer esta prueba para los proyectos de investigación que necesiten caracterizar materiales metálicos.

	<b>DISEÑO Y DESARROLLO DE PROBETAS PARA SER ENSAYADAS EN LA MÁQUINA CHARPY PARAMETRIZADA (WEST ARCO), DE ESTA MANERA RECOPIAR LOS DATOS ARROJADOS POR EL ENSAYO QUE A SU VEZ SERÁN USADOS COMO PATRÓN.</b>		<b>Código: IN-IN-001</b> <b>Versión:01</b>
	<b>Proceso:</b> <b>Investigación</b>	<b>Fecha de emisión:</b> <b>15 – Enero - 2015</b>	<b>Fecha de versión:</b> <b>27 – Enero -2018</b>

### 3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.1 OBJETIVO GENERAL

- Realizar mediante el proceso de mecanizado probetas en serie según la norma **ASTM E23-72** para ser ensayadas en la maquina Charpy de la universidad


#### 3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diseñar el dispositivo de sujeción (determinado para mecanizar la muesca de las probetas de acuerdo a la norma ASTM E23- 72) optimizando así el proceso de fabricación.
- Fabricar el dispositivo adecuado para mecanizar las probetas bajo la norma ASTM E23-72 para ser ensayadas en una maquina parametrizada según la NIST.

## 4. CAPÍTULO I

### 4.1 MARCO TEÓRICO

- 4.1.1 La tenacidad de un material al aplicar cargas dinámicas se define como la energía que este absorbe hasta su fractura cuando se somete a un golpe súbito y esta energía en materiales metálicos se cuantifica aplicando la prueba de impacto Charpy a diferentes temperaturas; en este ensayo una probeta estándar con muesca en v, es impactada por una masa; la probeta primero experimenta una deformación plástica hasta la muesca y continúa absorbiendo energía hasta su rotura. Para este ensayo se requiere la siguiente probeta. (Véase en la figura #1).

	<b>DISEÑO Y DESARROLLO DE PROBETAS PARA SER ENSAYADAS EN LA MÁQUINA CHARPY PARAMETRIZADA (WEST ARCO), DE ESTA MANERA RECOPIRAR LOS DATOS ARROJADOS POR EL ENSAYO QUE A SU VEZ SERÁN USADOS COMO PATRÓN.</b>		<b>Código: IN-IN-001</b> <b>Versión:01</b>
	<b>Proceso:</b> <b>Investigación</b>	<b>Fecha de emisión:</b> <b>15 – Enero - 2015</b>	<b>Fecha de versión:</b> <b>27 – Enero -2018</b>

12

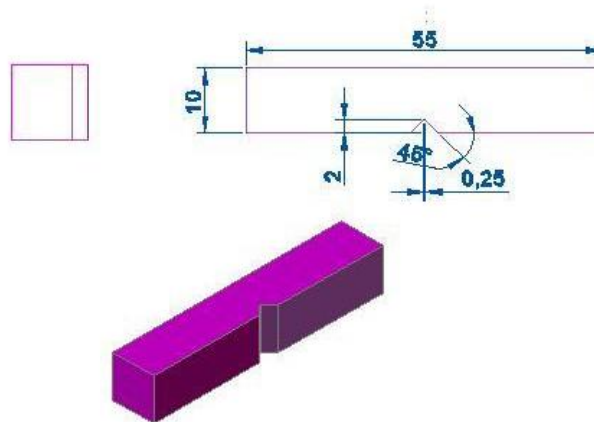




Figura #1. Probeta impacto Charpy norma ASTM E32-72. Fuente (Fundiciones Gomez, 2016)

- Cuando se somete un material a un golpe súbito e intenso, en el cual la velocidad de aplicación del esfuerzo es extremadamente grande, el material puede tener un comportamiento más frágil comparado con el que se observa en el ensayo de tensión. El ensayo de impacto a menudo se utiliza para evaluar la fragilidad de un material bajo estas condiciones. (Askeland, 2011)
- Los materiales poseen una serie de características, entre las cuales se destacan las propiedades mecánicas, tales como: Ductilidad, maleabilidad, resistencia, dureza y tenacidad.
  - Ductilidad: Capacidad que tiene un material para deformarse sin romperse cuando están sometidos a esfuerzos de tracción; por ejemplo, el trefilado de un alambre.

	<b>DISEÑO Y DESARROLLO DE PROBETAS PARA SER ENSAYADAS EN LA MÁQUINA CHARPY PARAMETRIZADA (WEST ARCO), DE ESTA MANERA RECOPIRAR LOS DATOS ARROJADOS POR EL ENSAYO QUE A SU VEZ SERÁN USADOS COMO PATRÓN.</b>		<b>Código: IN-IN-001</b> <b>Versión:01</b>
	<b>Proceso:</b> <b>Investigación</b>	<b>Fecha de emisión:</b> <b>15 – Enero - 2015</b>	<b>Fecha de versión:</b> <b>27 – Enero -2018</b>

- Maleabilidad: Es la capacidad que presenta un material para soportar deformación sin rotura sometida a compresión, caso de forja o laminado.
- Elasticidad: Capacidad de un material que ha sido deformado para regresar a su estado y tamaño original, cuando cesa la acción que ha producido la deformación. Cuando el material no regresa a su estado original, se dice que ha pasado su límite elástico.
- Dureza: Mide la resistencia a la penetración sobre la superficie de un material, efectuado por otro material.
- Tenacidad: Es la energía absorbida por el material durante el proceso de deformación y ruptura; está directamente relacionada con la resistencia y ductilidad. Por ejemplo, el vidrio, el hierro fundido y el acero endurecido son pocos tenaces, porque sus ductilidades son muy bajas y en algunos casos son casi cero, aunque tienen una buena resistencia (bastante duros). Un metal como el cobre es bastante tenaz, pues tiene una buena resistencia y buena ductilidad. (Askeland, 2011)
- Los ensayos dinámicos de impacto (Charpy) son realizados para valorar la capacidad de resistencia de los materiales a las cargas de impacto (tenacidad) y determinar su tendencia a la destrucción.
- Durante el ensayo, un péndulo pesado, que inicia su movimiento desde una altura  $h_0$  describe un arco y posteriormente golpea y rompe la probeta; llega a una altura final  $h_f$

	<b>DISEÑO Y DESARROLLO DE PROBETAS PARA SER ENSAYADAS EN LA MÁQUINA CHARPY PARAMETRIZADA (WEST ARCO), DE ESTA MANERA RECOPIAR LOS DATOS ARROJADOS POR EL ENSAYO QUE A SU VEZ SERÁN USADOS COMO PATRÓN.</b>		<b>Código: IN-IN-001</b> <b>Versión:01</b>
	<b>Proceso:</b> <b>Investigación</b>	<b>Fecha de emisión:</b> <b>15 – Enero - 2015</b>	<b>Fecha de versión:</b> <b>27 – Enero -2018</b>

menor. Si se conoce la altura inicial y final del péndulo, se puede calcular la diferencia en su energía potencial. Esta diferencia es la energía de impacto absorbida durante la falla o rotura de la probeta. En el ensayo Charpy, la energía por lo general se expresa en libra-pie (lb. Pie) o en Joules (J) donde 1 lb. Pie = 1.356 J. (Véase en la figura # 2) (Askeland, 2011)

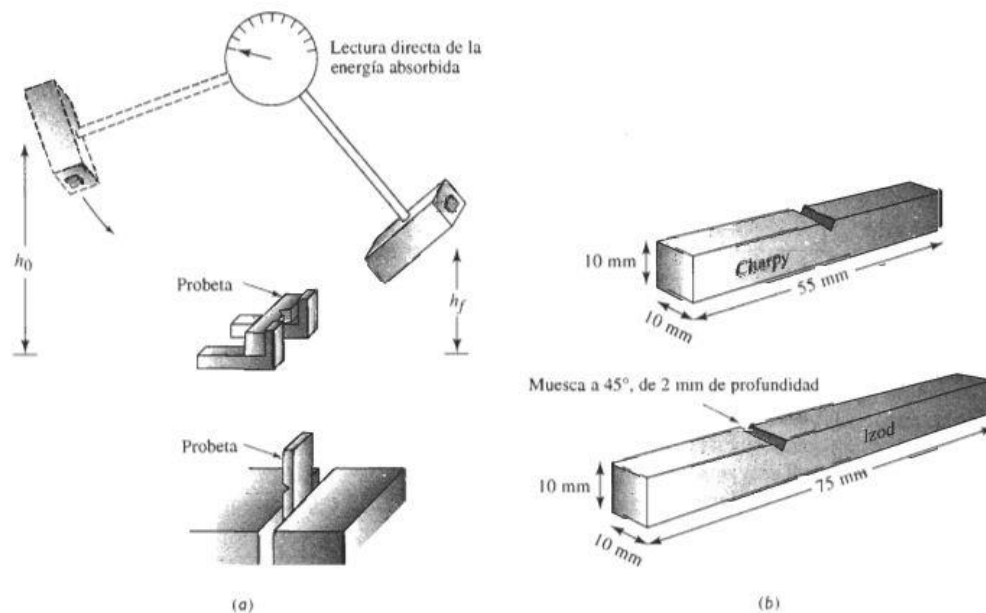



FIGURA # 2 Ensayo de impacto: (a) Los ensayos Charpy e Izod, y (b) dimensiones de las probetas típicas. Fuente (Askeland, 2011)

- La temperatura de transiciones la temperatura a la cual un material cambia de un comportamiento dúctil a un comportamiento frágil. Esta temperatura puede definirse

	<b>DISEÑO Y DESARROLLO DE PROBETAS PARA SER ENSAYADAS EN LA MÁQUINA CHARPY PARAMETRIZADA (WEST ARCO), DE ESTA MANERA RECOPIRAR LOS DATOS ARROJADOS POR EL ENSAYO QUE A SU VEZ SERÁN USADOS COMO PATRÓN.</b>		<b>Código: IN-IN-001</b> <b>Versión:01</b>
	<b>Proceso:</b> <b>Investigación</b>	<b>Fecha de emisión:</b> <b>15 – Enero - 2015</b>	<b>Fecha de versión:</b> <b>27 – Enero -2018</b>

15

como la energía promedio entre las regiones dúctil y frágil, a una energía absorbida específica, o a tener ciertas características en la fractura. Un material sujeto a cargas de impacto durante las condiciones de servicio deberá tener una temperatura de transición por debajo de la temperatura de operación determinada por el ambiente que rodea el material. (Askeland, 2011), (Véase en la figura #3)

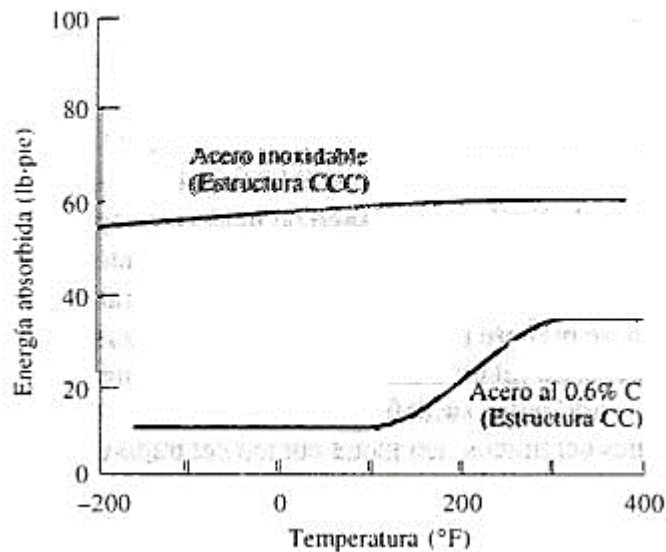



FIGURA #3 Resultados de pruebas Charpy con muesca en V para acero al carbono CC y para acero inoxidable FCC. Fuente (Askeland, 2011)

- La estructura cristalina FCC generalmente absorbe más energía y no tiene temperatura de transición dúctil - frágil.

	<b>DISEÑO Y DESARROLLO DE PROBETAS PARA SER ENSAYADAS EN LA MÁQUINA CHARPY PARAMETRIZADA (WEST ARCO), DE ESTA MANERA RECOPIAR LOS DATOS ARROJADOS POR EL ENSAYO QUE A SU VEZ SERÁN USADOS COMO PATRÓN.</b>		<b>Código: IN-IN-001</b> <b>Versión:01</b>
	<b>Proceso:</b> <b>Investigación</b>	<b>Fecha de emisión:</b> <b>15 – Enero - 2015</b>	<b>Fecha de versión:</b> <b>27 – Enero -2018</b>

16

- El estándar ASTM E23-72 define el ensayo de barras ranuradas el impacto como un ensayo por el cual se observa el comportamiento del metal cuando está sujeto a la aplicación de carga única que genera un estado de esfuerzos multiaxiales asociado a la ranura, en conjunto con altas cargas y en algunos casos altas o bajas temperaturas. (Askeland, 2011)

#### CALCULO DE LA TENACIDAD EN EL PENDULO DE CHARPY

- La energía absorbida en el impacto por la probeta usualmente se calcula como diferencia de alturas inicial y final del péndulo, obviamente despreciar algunas perdidas por rozamiento. La fórmula de cálculo para la energía de impacto es: (Madrid, 2015). Como se observa en la ecuación 1

$$\tau = P(h - h')g = Pl(\cos \beta - \cos \alpha)g \quad (\text{Ecuación 1})$$

Donde:

$\tau$  Es la energía empleada en la rotura en Joule

$P$  Es la masa del péndulo en kg

$g$  Es la gravedad (9,8 m/s<sup>2</sup>)


$h$  Es la altura inicial del péndulo

$h'$  Es la altura final del péndulo

$l$  Es la longitud del péndulo en metros

$\alpha$   $\beta$  Son los ángulos que forma el péndulo con la vertical antes y después de soltarlo, respectivamente.




	<b>DISEÑO Y DESARROLLO DE PROBETAS PARA SER ENSAYADAS EN LA MÁQUINA CHARPY PARAMETRIZADA (WEST ARCO), DE ESTA MANERA RECOPIRAR LOS DATOS ARROJADOS POR EL ENSAYO QUE A SU VEZ SERÁN USADOS COMO PATRÓN.</b>		<b>Código: IN-IN-001</b> <b>Versión:01</b>
	<b>Proceso:</b> <b>Investigación</b>	<b>Fecha de emisión:</b> <b>15 – Enero - 2015</b>	<b>Fecha de versión:</b> <b>27 – Enero -2018</b>

#### 4.1.2 Ensayo de impacto

- El ensayo de impacto se realiza de acuerdo con la norma ASTM E23-72 denominada “métodos de ensayos normalizados para el ensayo de impacto de una barra de materiales metálicos con muesca”. El ensayo se usa para determinar la tenacidad del material.

#### 4.1.3 Equipo

- El equipo utilizado para realizar este ensayo es la Máquina de Impacto Charpy el aparato es una máquina tipo péndulo constituida por cuatro partes principales: (Véase en la figura #4 Máquina de ensayo Charpy)
- Martillo o Péndulo
- Yunque para colocar la Probeta
- Dispositivo para la liberación del Péndulo
- Escala graduada para la medición de la tenacidad

	<b>DISEÑO Y DESARROLLO DE PROBETAS PARA SER ENSAYADAS EN LA MÁQUINA CHARPY PARAMETRIZADA (WEST ARCO), DE ESTA MANERA RECOPIRAR LOS DATOS ARROJADOS POR EL ENSAYO QUE A SU VEZ SERÁN USADOS COMO PATRÓN.</b>		<b>Código: IN-IN-001</b> <b>Versión:01</b>
	<b>Proceso:</b> <b>Investigación</b>	<b>Fecha de emisión:</b> <b>15 – Enero - 2015</b>	<b>Fecha de versión:</b> <b>27 – Enero -2018</b>

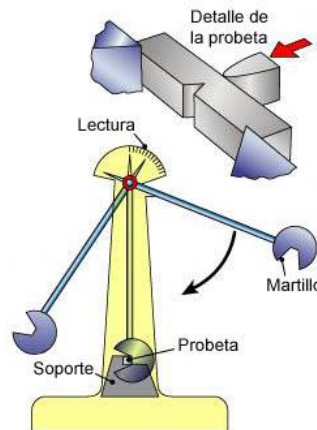



FIGURA #4 Máquina de Impacto Charpy. Fuente (Dumontier, 2009)

- Existen dos tipos de Maquinas de Impacto la Charpy que es para materiales metálicos y la Máquina Izod para materiales no metálicos principalmente. (manufactura)

#### 4.1.4 Probeta

- La probeta utilizada en el ensayo Charpy se denomina probeta de impacto o probeta Charpy y tiene forma de paralelepípedo. Las probetas Charpy pueden ser de tres tipos A, B y C. la probeta A tiene  $1\text{cm}^2$  de sección transversal de 5,5 cm de longitud.
- La probeta tiene una muesca tipo V maquinada a la mitad de su longitud la cual tiene 2mm de profundidad y 0,25mm de radio. La muestra constituye un concentrador o intensificador de esfuerzos e introduce un estado triaxial de esfuerzos en su base, de tal forma que el esfuerzo aplicado a la probeta se intensifique en la raíz de la muesca. Por esto la función de la muesca es asegurar la fractura de la probeta. (Véase en la figura # 5 probeta) (manufactura)

	<b>DISEÑO Y DESARROLLO DE PROBETAS PARA SER ENSAYADAS EN LA MÁQUINA CHARPY PARAMETRIZADA (WEST ARCO), DE ESTA MANERA RECOPIAR LOS DATOS ARROJADOS POR EL ENSAYO QUE A SU VEZ SERÁN USADOS COMO PATRÓN.</b>		<b>Código: IN-IN-001</b> <b>Versión:01</b>
	<b>Proceso:</b> <b>Investigación</b>	<b>Fecha de emisión:</b> <b>15 – Enero - 2015</b>	<b>Fecha de versión:</b> <b>27 – Enero -2018</b>

19

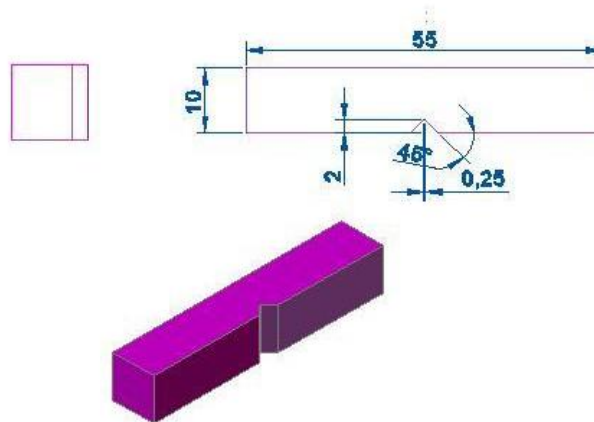



FIGURA #5 Probeta

Fuente. (Fundiciones Gomez, 2016)

#### 4.1.5 Proceso para realizar el ensayo

- El ensayo comienza con la inmersión de la probeta en medio del calentamiento o enfriamiento cuando el ensayo se realiza a una temperatura diferente a la ambiente, el tiempo de inmersión es de mínimo 5 minutos si se usa un medio líquido y 30 minutos si se usa un medio gaseoso.
- A continuación se coloca el indicador de la escala graduada en la posición de máxima energía. Algunos equipos experimentan una pérdida de energía por fricción durante el ensayo. La magnitud de esta medida podrá ser medida liberando el péndulo y leyendo el valor correspondiente en la escala graduada, la lectura deberá realizarse antes de colocar el péndulo en su posición inicial.


	<b>DISEÑO Y DESARROLLO DE PROBETAS PARA SER ENSAYADAS EN LA MÁQUINA CHARPY PARAMETRIZADA (WEST ARCO), DE ESTA MANERA RECOPIRAR LOS DATOS ARROJADOS POR EL ENSAYO QUE A SU VEZ SERÁN USADOS COMO PATRÓN.</b>		<b>Código: IN-IN-001</b> <b>Versión:01</b>
	<b>Proceso:</b> <b>Investigación</b>	<b>Fecha de emisión:</b> <b>15 – Enero - 2015</b>	<b>Fecha de versión:</b> <b>27 – Enero -2018</b>

- Se coloca nuevamente el indicador de la escala graduada en la posición de máxima energía. Posteriormente la probeta es extraída del medio y se coloca en el soporte del yunque. El péndulo es liberado inmediatamente. La carga de impacto aplicada por el péndulo generalmente provoca la fractura de la probeta.
- La probeta se deforma por contracción en la base de la muesca y expansión en el lado opuesto debido al estado triaxial de esfuerzos impuestos por la entalladura. La pérdida de energía del péndulo en el ensayo deberá ser leída directamente en la escala graduada antes de regresar el péndulo a su posición inicial. (manufactura)

## 2. CAPITULO II

### 1.1 ANTECEDENTES


- En 1896 S. B. Russell introdujo la idea de la energía de fractura residual e ideó un ensayo de fractura con péndulo. Las pruebas iniciales de Russell midieron muestras sin tallar.
- En 1897 Fremont introdujo una prueba que trataba de medir el mismo fenómeno usando una máquina de resorte.
- En 1901 Georges Charpy propuso un método estandarizado que mejoraba el de Russell rediseñando un péndulo, con muestras entalladas y, en general dando especificaciones precisas. Se aplica extensamente en la industria puesto que es fácil preparar y manejar, los resultados se pueden obtener de forma rápida y económica.

	<b>DISEÑO Y DESARROLLO DE PROBETAS PARA SER ENSAYADAS EN LA MÁQUINA CHARPY PARAMETRIZADA (WEST ARCO), DE ESTA MANERA RECOPIAR LOS DATOS ARROJADOS POR EL ENSAYO QUE A SU VEZ SERÁN USADOS COMO PATRÓN.</b>		<b>Código: IN-IN-001</b> <b>Versión:01</b>
	<b>Proceso:</b> <b>Investigación</b>	<b>Fecha de emisión:</b> <b>15 – Enero - 2015</b>	<b>Fecha de versión:</b> <b>27 – Enero -2018</b>

Pero una desventaja importante es que todos los resultados son solamente comparativos.

La prueba fue desarrollada, donde era necesario entender los problemas de la fractura de naves durante la segunda guerra mundial. («Instituto Nacional de Estándares y Tecnología, 2015)

- Sistema de Información de Laboratorios de ensayos de impacto (Charpy) Bogotá
- Hoy día la empresa West Arco cuenta con un laboratorio de ensayos de impacto destructivos (Charpy) certificado por la Organización Nacional de Acreditación en Colombia (ONAC) desde 2013 para prestar el servicio confiable, eficiente y de calidad para toda la industria colombiana y el mercado andino. (WEST ARCO, 2013)
- El laboratorio de ensayos de la Universidad Nacional de Colombia cuenta con una amplia experiencia en ensayos de impacto Charpy para materiales plásticos con muesca, según la norma ASTM D4812, fundado desde el año 2007, con el objetivo de prestar servicios de apoyo a docencia, investigación y extensión, tanto a la comunidad universitaria como a empresas y particulares. (Universidad Nacional de Colombia, 2007)
- La empresa Ferrotérmicos cuenta con un laboratorio de ensayos para pruebas de impacto Charpy y una certificación de ISO 9001, fundada en 1988 especializada en el sector de los tratamientos térmicos.
- Por último pero no menos importante el laboratorio de la Universidad ECCI cuenta con una máquina de ensayo de impacto Charpy, la cual fue desarrollada por estudiantes de la

	<b>DISEÑO Y DESARROLLO DE PROBETAS PARA SER ENSAYADAS EN LA MÁQUINA CHARPY PARAMETRIZADA (WEST ARCO), DE ESTA MANERA RECOPIRAR LOS DATOS ARROJADOS POR EL ENSAYO QUE A SU VEZ SERÁN USADOS COMO PATRÓN.</b>		<b>Código: IN-IN-001</b> <b>Versión:01</b>
	<b>Proceso:</b> <b>Investigación</b>	<b>Fecha de emisión:</b> <b>15 – Enero - 2015</b>	<b>Fecha de versión:</b> <b>27 – Enero -2018</b>

universidad, con el fin de dejar un legado a las generaciones venideras, por ese motivo y por mejorar la calidad de la universidad, este proyecto está centrado en el desarrollo del mecanismo para la producción de las probetas a ensayar y dar un punto de comparación con las empresa certificada por la (ONAC), siendo esta un punto de referencia para precisar y calibrar la máquina según la norma establecida. (ONAC, 2017)

## CAPITULO III

### 2. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

- a. El procedimiento experimental planteado en este proyecto se divide en tres etapas:


Etapa 1: Planeación y estudio del diseño del dispositivo que se utilizara para la fabricación de las probetas.

Etapa 2: Mecanizado del dispositivo y probetas de ensayo

Etapa 3: Análisis de resultados proyecto Charpy

#### 2.1. Etapa 1: Planeación y estudio del diseño del dispositivo que se utilizara para la fabricación de las probetas.

- 2.1.1. Se llevó a cabo reunión con los Ingenieros Oscar Piñeros y Germán Pores para diseñar el mecanismo para la fabricación de las probetas de acuerdo al material suministrado por la universidad. (Véase en la figura # 6 placa de acero1045).

	<b>DISEÑO Y DESARROLLO DE PROBETAS PARA SER ENSAYADAS EN LA MÁQUINA CHARPY PARAMETRIZADA (WEST ARCO), DE ESTA MANERA RECOPIRAR LOS DATOS ARROJADOS POR EL ENSAYO QUE A SU VEZ SERÁN USADOS COMO PATRÓN.</b>		<b>Código: IN-IN-001</b> <b>Versión:01</b>
	<b>Proceso:</b> <b>Investigación</b>	<b>Fecha de emisión:</b> <b>15 – Enero - 2015</b>	<b>Fecha de versión:</b> <b>27 – Enero -2018</b>

23



Figura #6. Fuente (Autores, Dispositivo, 2016)

2.1.2. Después de un acuerdo se llegó al diseño de fabricar un dispositivo donde se pueda mecanizar probetas en serie, en este caso un total de dieciséis probetas simultáneas.

Figura # 7, 8, 9, 10. (bosquejo futuro dispositivo).

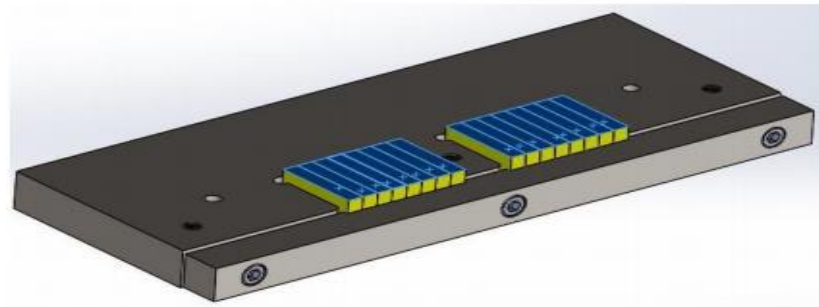



Figura #7. Fuente (Autores, Bosquejo plano dispositivo, 2017)

	<b>DISEÑO Y DESARROLLO DE PROBETAS PARA SER ENSAYADAS EN LA MÁQUINA CHARPY PARAMETRIZADA (WEST ARCO), DE ESTA MANERA RECOPIAR LOS DATOS ARROJADOS POR EL ENSAYO QUE A SU VEZ SERÁN USADOS COMO PATRÓN.</b>		<b>Código: IN-IN-001</b> <b>Versión:01</b>
	<b>Proceso:</b> <b>Investigación</b>	<b>Fecha de emisión:</b> <b>15 – Enero - 2015</b>	<b>Fecha de versión:</b> <b>27 – Enero -2018</b>

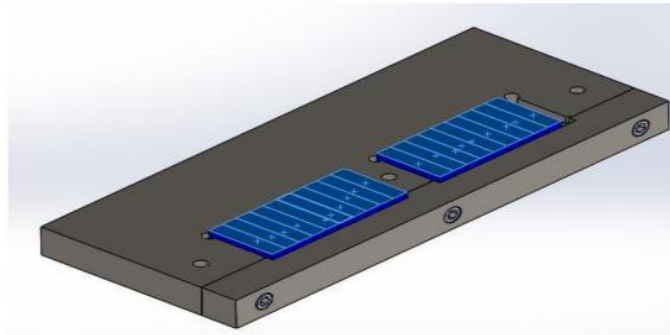


Figura #8. Fuente (Autores, Bosquejo plano dispositivo, 2017)

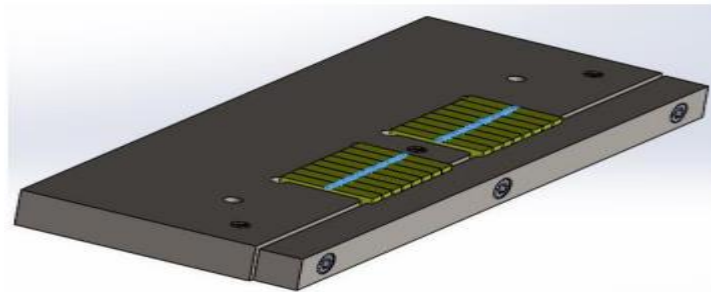

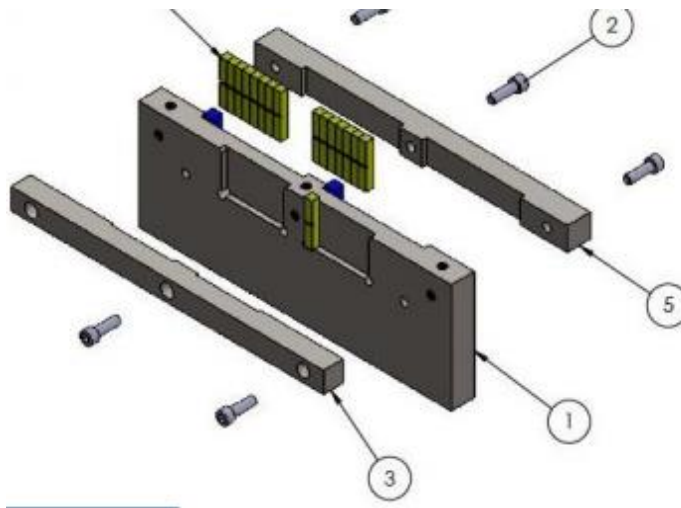


Figura #9. Fuente (Autores, Bosquejo plano dispositivo, 2017)



	<b>DISEÑO Y DESARROLLO DE PROBETAS PARA SER ENSAYADAS EN LA MÁQUINA CHARPY PARAMETRIZADA (WEST ARCO), DE ESTA MANERA RECOPIAR LOS DATOS ARROJADOS POR EL ENSAYO QUE A SU VEZ SERÁN USADOS COMO PATRÓN.</b>		<b>Código: IN-IN-001</b> <b>Versión:01</b>
	<b>Proceso:</b> <b>Investigación</b>	<b>Fecha de emisión:</b> <b>15 – Enero - 2015</b>	<b>Fecha de versión:</b> <b>27 – Enero -2018</b>

25



Figuras # 10. Fuente (Autores, Bosquejo plano dispositivo, 2017)

2.1.3. De acuerdo al bosquejo realizado se traslada a las dimensiones reales del material para su diseño y fabricación tomando como base el libro para fabricación de mecanismos y cálculos mecánicos utilizado comúnmente en la industria metalmecánica.

(CASILLAS, 1997)

#### 2.1.4. CALCULOS MECANIZADO DE PLACA Y DADOS

##### Velocidad de corte.


$$vc = \frac{\pi * Dc * n}{1000}$$

$$n = \frac{vc * 1000}{\pi * Dc}$$

VC = Velocidad de corte m/min

N = Revoluciones / min "RPM"

**Acero SAE 1020**

	<b>DISEÑO Y DESARROLLO DE PROBETAS PARA SER ENSAYADAS EN LA MÁQUINA CHARPY PARAMETRIZADA (WEST ARCO), DE ESTA MANERA RECOPIAR LOS DATOS ARROJADOS POR EL ENSAYO QUE A SU VEZ SERÁN USADOS COMO PATRÓN.</b>		<b>Código: IN-IN-001</b> <b>Versión:01</b>
	<b>Proceso:</b> <b>Investigación</b>	<b>Fecha de emisión:</b> <b>15 – Enero - 2015</b>	<b>Fecha de versión:</b> <b>27 – Enero -2018</b>

26

Profundidad corte	HSS		Carburo	
	Vel m/mm	Avance mm/rev	Vel m/min	Avance mm/rev
1	43	0,18	180	0,18
4	35	0,4	140	0,5
8	27	0,5	110	0,75

### **MECANIZADO DE CAJAS**

Hss escariador  $\varnothing = 12.7$  mm; VC = 35 profundidad de corte 4 mm

$$n = \left[ \frac{(35m/min)(1000)}{(\pi)(0.0127m)} \right] = 879.39 \text{ rev/min}$$

$$VC = \left[ \frac{(\pi)(0.0127m)(879.39 \text{ rev/min})}{1000} \right] = 0.0350 \text{ m/min} = 35 \text{ mm/min}$$

### **SEPARACION DE PIEZAS EN 3 SECCIONES**

Escariador de Hss  $\varnothing = 25.4$  mm; VC = 35 profundidad de corte 4 mm

$$n = \left[ \frac{(35m/min)(1000)}{(\pi)(0.0254m)} \right] = 439.14 \text{ rev/min}$$

$$VC = \left[ \frac{(\pi)(0.0127m)(439.14 \text{ rev/min})}{1000} \right] = 0.0350 \text{ m/min} = 35 \text{ mm/min}$$

### **MECANIZADO DE PLACAS (LATERALES)**


Escariador de Hss  $\varnothing = 50.8$  mm; VC = 35 profundidad de corte 4 mm

$$n = \left[ \frac{(35m/min)(1000)}{(\pi)(0.0508m)} \right] = 220.125 \text{ rev/min}$$

$$VC = \left[ \frac{(\pi)(0.0508m)(220.125 \text{ rev/min})}{1000} \right] = 0.0350 \text{ m/min} = 35.1 \text{ mm/min}$$

### **AGUJEROS DE LA PLACA**

Broca Hss  $\varnothing 9$ mm VC = 27

	<b>DISEÑO Y DESARROLLO DE PROBETAS PARA SER ENSAYADAS EN LA MÁQUINA CHARPY PARAMETRIZADA (WEST ARCO), DE ESTA MANERA RECOPIAR LOS DATOS ARROJADOS POR EL ENSAYO QUE A SU VEZ SERÁN USADOS COMO PATRÓN.</b>		<b>Código: IN-IN-001</b> <b>Versión:01</b>
	<b>Proceso:</b> <b>Investigación</b>	<b>Fecha de emisión:</b> <b>15 – Enero - 2015</b>	<b>Fecha de versión:</b> <b>27 – Enero -2018</b>

27

$$n = \left[ \frac{(27m/min)(1000)}{(\pi)(0.009 m)} \right] = 957.44 \text{ rev/min}$$

$$VC = \left[ \frac{(\pi)(0.0045m)(1914 \text{ rev/min})}{1000} \right] = 0.027 \text{ m/min} = 27 \text{ mm/min}$$

Broca Hss Ø 4.5mm VC = 27

$$n = \left[ \frac{(27m/min)(1000)}{(\pi)(0.0045 m)} \right] = 1.914 \text{ rev/min}$$

$$VC = \left[ \frac{(\pi)(0.0045m)(1914 \text{ rev/min})}{1000} \right] = 0.027 \text{ m/min} = 27 \text{ mm/min}$$

### **PIÑA DE INSERTOS DE CARBURO**

Piña de insertos de carburo Ø 60 mm VC= 110

$$n = \left[ \frac{(110m/min)(1000)}{(\pi)(0.060 m)} \right] = 583.86 \text{ rev/min}$$

$$VC = \left[ \frac{(\pi)(0.060m)(583.86 \text{ rev/min})}{1000} \right] = 0.110 \text{ m/min} = 110 \text{ mm/min}$$

2.1.5. Se analizó cálculos para los procesos de fresado, taladrado y roscado utilizados en el diseño, tomado como referencia los ejemplos dados en el libro referenciado anteriormente.

2.1.6. Levantamiento de planos en software asistido por computador (Solidworks), para realizar los planos de fabricación y entrar a mecanizar. (Véase en las figuras # 11...16 planos de placa, y dados de sujeción).

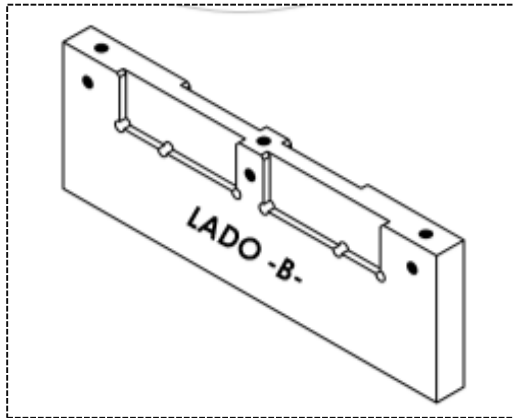


Figura # 11 Placa lado B

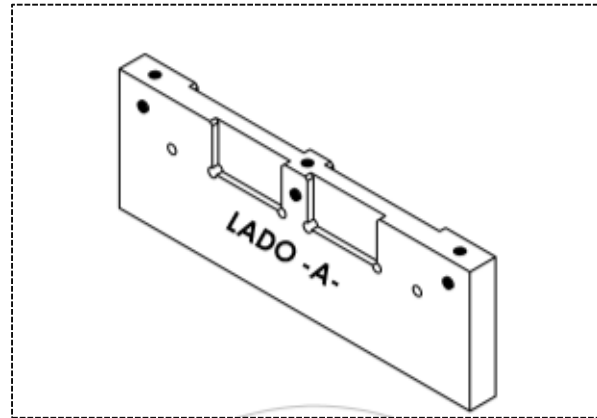


Figura # 12 Placa lado A

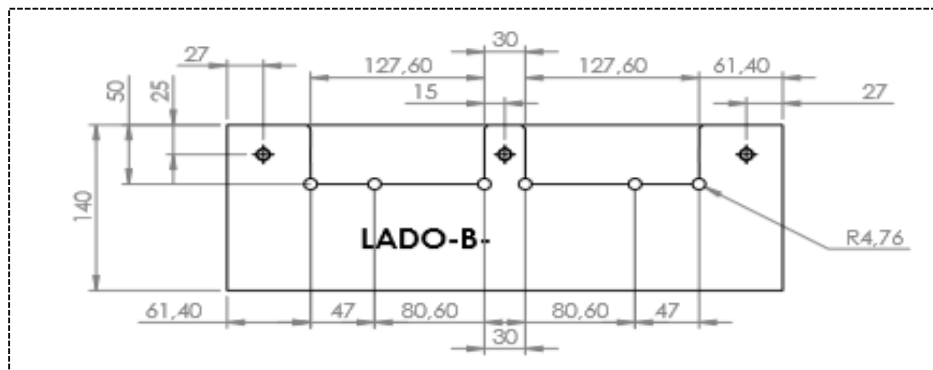


Figura # 13 Placa B vista posterior. Fuente (Autores, Dispositivo, 2016)

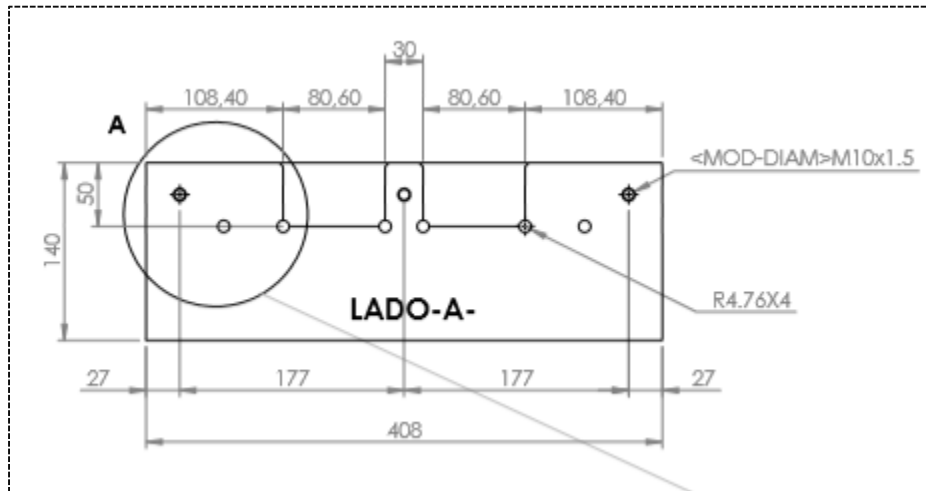


Figura #14 Placa A vista frontal. Fuente (Autores, Dispositivo, 2016)

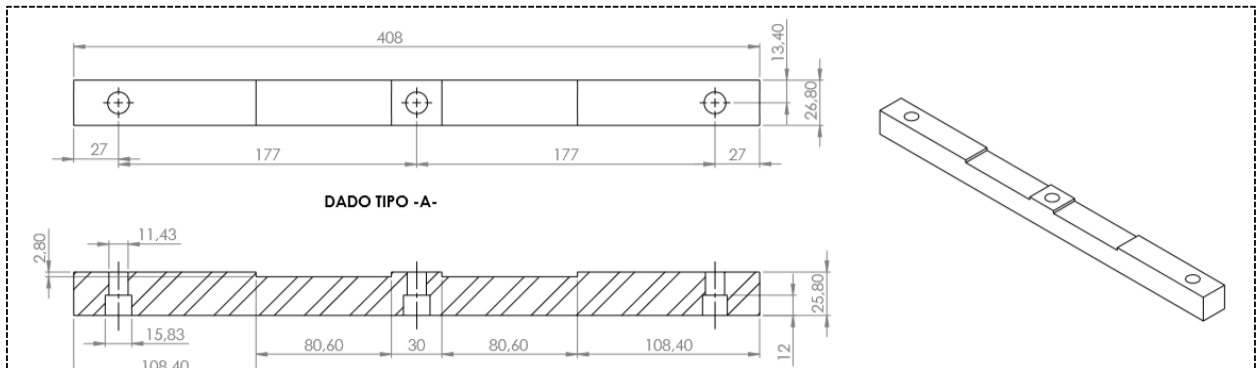



Figura 15. Planos dado tipo A. Fuente (Autores, Planos Dados, 2016)

	<b>DISEÑO Y DESARROLLO DE PROBETAS PARA SER ENSAYADAS EN LA MÁQUINA CHARPY PARAMETRIZADA (WEST ARCO), DE ESTA MANERA RECOPIAR LOS DATOS ARROJADOS POR EL ENSAYO QUE A SU VEZ SERÁN USADOS COMO PATRÓN.</b>		<b>Código: IN-IN-001</b> <b>Versión:01</b>
	<b>Proceso:</b> <b>Investigación</b>	<b>Fecha de emisión:</b> <b>15 – Enero - 2015</b>	<b>Fecha de versión:</b> <b>27 – Enero -2018</b>

30

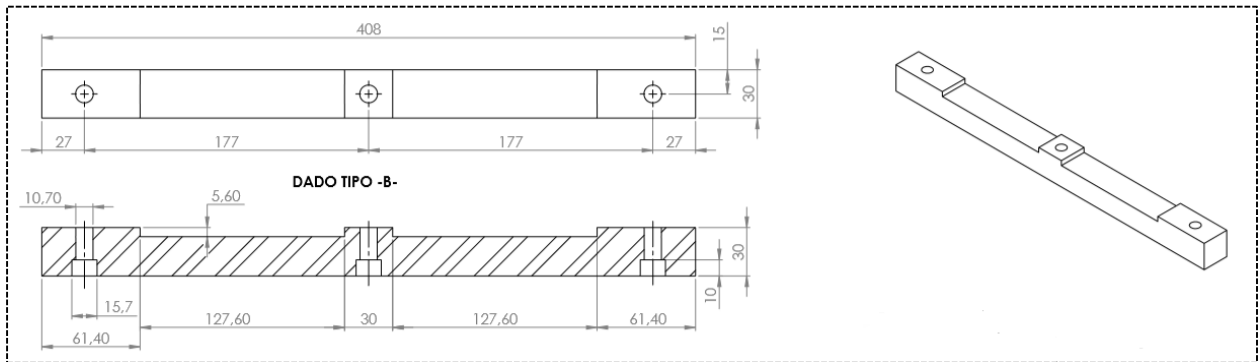


Figura 16. Planos dados. Fuente (Autores, Planos Dados, 2016)

## 2.2. Etapa 2: Mecanizado del dispositivo y probetas de ensayo

- 2.2.1. Corte de varilla para realizar probetas de ensayo, cada probeta se cortó a una medida de 60mm de longitud con un espesor de ½ in. (Véase en la figura 17).

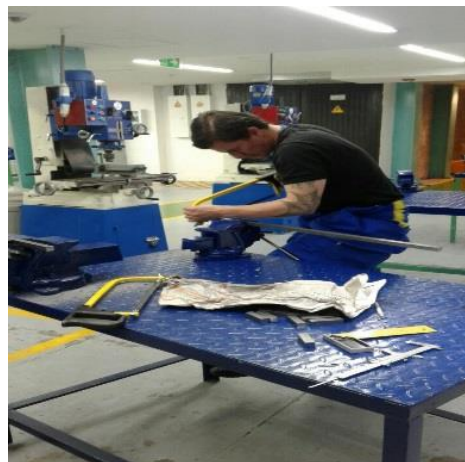



Figura 17. Fuente (autores, 2016-2017)

	<b>DISEÑO Y DESARROLLO DE PROBETAS PARA SER ENSAYADAS EN LA MÁQUINA CHARPY PARAMETRIZADA (WEST ARCO), DE ESTA MANERA RECOPIAR LOS DATOS ARROJADOS POR EL ENSAYO QUE A SU VEZ SERÁN USADOS COMO PATRÓN.</b>		<b>Código: IN-IN-001</b> <b>Versión:01</b>
	<b>Proceso:</b> <b>Investigación</b>	<b>Fecha de emisión:</b> <b>15 – Enero - 2015</b>	<b>Fecha de versión:</b> <b>27 – Enero -2018</b>

2.2.1.1. Se hace retiro de rebaba de los cortes de la probeta. (Véase en la Figura 14)



Figura 18. Fuente (autores, 2016-2017)

2.2.1.2. Planeado de la placa para retirar defectos de la misma. (Véase en la Figura 15, 16 y 17)



Figura 19. Fuente (autores, 2016-2017)



Figura 20. Fuente (autores, 2016-2017)




	<b>DISEÑO Y DESARROLLO DE PROBETAS PARA SER ENSAYADAS EN LA MÁQUINA CHARPY PARAMETRIZADA (WEST ARCO), DE ESTA MANERA RECOPIAR LOS DATOS ARROJADOS POR EL ENSAYO QUE A SU VEZ SERÁN USADOS COMO PATRÓN.</b>		<b>Código: IN-IN-001</b> <b>Versión:01</b>
	<b>Proceso:</b> <b>Investigación</b>	<b>Fecha de emisión:</b> <b>15 – Enero - 2015</b>	<b>Fecha de versión:</b> <b>27 – Enero -2018</b>

Figura 21. Fuente (autores, 2016-2017)

2.2.1.3. Corte de placa en tres secciones: dos de ellas (dados) con una medida de 27 mm (altura) x 28 mm (ancho) x 420 mm (longitud); y otra (placa base) con una medida de 122 mm (altura) x 16 mm (ancho) x 420 mm (longitud)

2.2.1.4. Por medio de la máquina fresadora utilizando el procedimiento de fresado superficial realizando 2 milímetros por pasada hasta separar la pieza en dichas secciones.

### 2.3. Mecanizado de placa

2.2.1. Se realizó mecanizado placa base desde espesor en bruto de 122 mm (altura) x 16 mm (ancho) x 420 mm (longitud) para un mecanizado final de 118 mm (altura) x 14.8 mm (ancho) x 409 mm (longitud)

2.2.2. Se perforo la placa base en las dimensiones específicas, con los diámetros laterales de M10x2, y cuatro agujeros centrales de  $\varnothing 10$  mm (véase en la imagen # 22), lo anterior con el único fin ser usado como guía principal en cuanto al mecanizado de las “cajas” donde estarán sujetas las probetas. (Vease la figura # 22). (Autores, Planos Cajas, 2016)

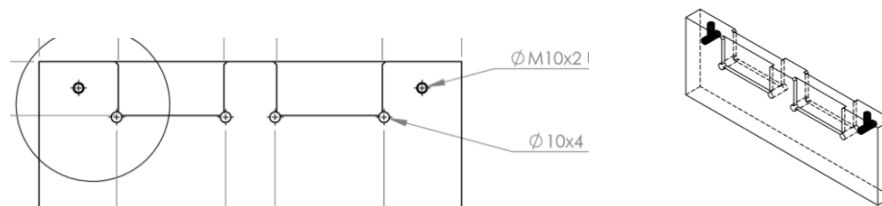



Figura # 22 Cajas de placa.Fuente (Autores, Dispositivo, 2016)



	<b>DISEÑO Y DESARROLLO DE PROBETAS PARA SER ENSAYADAS EN LA MÁQUINA CHARPY PARAMETRIZADA (WEST ARCO), DE ESTA MANERA RECOPIAR LOS DATOS ARROJADOS POR EL ENSAYO QUE A SU VEZ SERÁN USADOS COMO PATRÓN.</b>		<b>Código: IN-IN-001</b> <b>Versión:01</b>
	<b>Proceso:</b> <b>Investigación</b>	<b>Fecha de emisión:</b> <b>15 – Enero - 2015</b>	<b>Fecha de versión:</b> <b>27 – Enero -2018</b>

33

2.2.3. Obtenidos los agujeros se inició el mecanizado desbastando con una fresa vertical o escariador en tungsteno de 7.8 mm en conjunto con una profundidad de corte de 0,5 mm para cada pasada, hasta obtener una profundidad de 6 mm por las dos caras de dicha placa.

2.2.4. Se elaboraron 2 agujeros en la parte superior de diámetro 11.11mm (sección B-B del plano; véase la imagen).

2.2.5. Se realizó roscado con macho M10x2 en la sección B-B


### **Mecanizado de dados**

2.3.1. Se realizó mecanizado de los dos dados desde las dimensiones 27 mm (altura) x 28 mm (ancho) x 420 mm (longitud) para llevar a cabo un mecanizado final de 25.5 mm (altura) x 26.9 mm (ancho) x 409 mm (longitud)

2.3.2. De acuerdo al plano se realizó el mecanizado para las cajas específicas con una fresa vertical o escariador de 7.5 mm hasta una longitud de 80.4 mm de longitud y 0.5 mm de profundidad por pasada de mecanizado hasta un total de 4 mm

2.3.3. Los agujeros de los dados se mecanizaron en los siguientes pasos:

2.4.3.1. Se inició el proceso perforando con una broca de centros,

	<b>DISEÑO Y DESARROLLO DE PROBETAS PARA SER ENSAYADAS EN LA MÁQUINA CHARPY PARAMETRIZADA (WEST ARCO), DE ESTA MANERA RECOPIAR LOS DATOS ARROJADOS POR EL ENSAYO QUE A SU VEZ SERÁN USADOS COMO PATRÓN.</b>		<b>Código: IN-IN-001</b> <b>Versión:01</b>
	<b>Proceso:</b> <b>Investigación</b>	<b>Fecha de emisión:</b> <b>15 – Enero - 2015</b>	<b>Fecha de versión:</b> <b>27 – Enero -2018</b>

34

2.4.3.2. Seguidamente se perfora con una broca de  $\varnothing 11,11$ ; y finalmente una broca de  $\varnothing 5/8'$  para el respectivo avellanado, para un total de 3 agujeros cada dado.

## 2.4. Mecanizado de probetas

2.4.1. Después de realizados los cortes con segueta a la varilla de  $\frac{1}{2}$  pulgada; se procedió a mecanizar dichos segmentos de varilla en el dispositivo, dando el corte en cada uno de sus lados para obtener las probetas con las dimensiones 55 mm (ancho) x 10mm (longitud), (véase en la figura 23, 24 y 25 ). (Autores, Dispositivo, 2016)

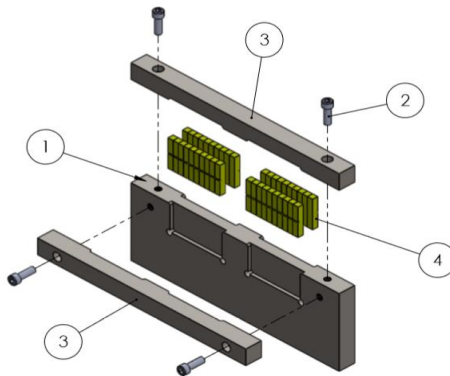



Figura # 23 Dispositivo explosionado. Fuente (Autores, Dispositivo, 2016)

	<b>DISEÑO Y DESARROLLO DE PROBETAS PARA SER ENSAYADAS EN LA MÁQUINA CHARPY PARAMETRIZADA (WEST ARCO), DE ESTA MANERA RECOPIAR LOS DATOS ARROJADOS POR EL ENSAYO QUE A SU VEZ SERÁN USADOS COMO PATRÓN.</b>		<b>Código: IN-IN-001</b> <b>Versión:01</b>
	<b>Proceso:</b> <b>Investigación</b>	<b>Fecha de emisión:</b> <b>15 – Enero - 2015</b>	<b>Fecha de versión:</b> <b>27 – Enero -2018</b>

35

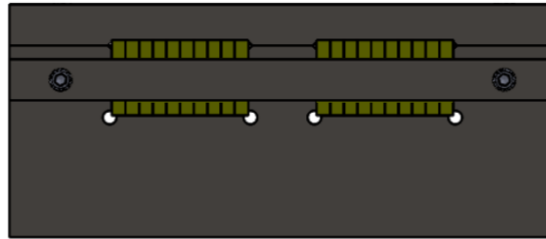
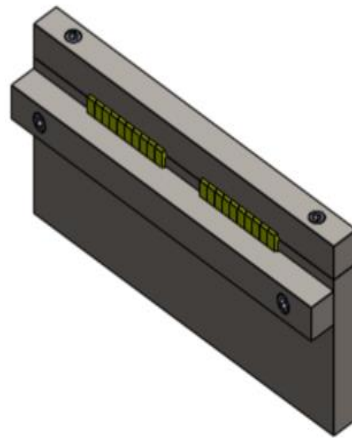


Figura # 24 Ensamble del dispositivo.Fuente (Autores, Dispositivo, 2016)



Figuras # 25 Dispositivo vista isometrica.Fuente (Autores, Dispositivo, 2016)

2.4.2. Finalmente se realizó el montaje para mecanizar la muesca en “v” de la probeta con una fresa biconica elaborada especialmente para este proyecto con especificaciones según la norma.( Véase en la Figura 26)


	<b>DISEÑO Y DESARROLLO DE PROBETAS PARA SER ENSAYADAS EN LA MÁQUINA CHARPY PARAMETRIZADA (WEST ARCO), DE ESTA MANERA RECOPIRAR LOS DATOS ARROJADOS POR EL ENSAYO QUE A SU VEZ SERÁN USADOS COMO PATRÓN.</b>		<b>Código: IN-IN-001</b> <b>Versión:01</b>
	<b>Proceso:</b> <b>Investigación</b>	<b>Fecha de emisión:</b> <b>15 – Enero - 2015</b>	<b>Fecha de versión:</b> <b>27 – Enero -2018</b>




Figura # 26. Probeta ensayo Charpy terminada. Fuente (Autores, Probeta Ensayo Charpy, 2017)

### 2.1.3. Análisis de resultados obtenidos Proyecto Charpy:

- Fabricación del dispositivo mecánico de sujeción para mecanizar las probetas para el ensayo de Impacto Charpy
- Se realiza mecanizado de ocho probetas utilizando el dispositivo fabricado
- Con este mecanismo los estudiantes podrán realizar probetas y llevar a cabo el ensayo de Impacto Charpy en un futuro

## CAPITULO IV

### 3.1 Análisis de resultados West Arco

	<b>DISEÑO Y DESARROLLO DE PROBETAS PARA SER ENSAYADAS EN LA MÁQUINA CHARPY PARAMETRIZADA (WEST ARCO), DE ESTA MANERA RECOPIAR LOS DATOS ARROJADOS POR EL ENSAYO QUE A SU VEZ SERÁN USADOS COMO PATRÓN.</b>		<b>Código: IN-IN-001</b> <b>Versión:01</b>
	<b>Proceso:</b> <b>Investigación</b>	<b>Fecha de emisión:</b> <b>15 – Enero - 2015</b>	<b>Fecha de versión:</b> <b>27 – Enero -2018</b>


37

Instrumento : Péndulo de Impacto				Promedio:		10
Fabricante: Tinius Olsen Testing Machine Co				Desviación:		2,34520788
Modelo: IT 406				Coeficiente de Variación:		23,4520788
Serie: 308207				Resultados Obtenidos		
Ensayo de Impacto Charpy-V a metal base, Numeral 19 a 29						
Dimensiones iniciales de la probeta para ensayo de impacto Charpy normal de tamaño completo. Figura 11.a.						
Fecha de verificación indirecta: 2016-09-05						
Verificación por: NIST						
Identificación:	Longitud (mm):	Ancho (mm):	Espesor (mm):	Ubicación de la entalla:	Temperatura de ensayo (°C):	Energía absorbida (J)
1 209	54.4	10.015	10.025	en el metal base	20	11
2 209	54.4	10.015	10.017	en el metal base	20	12
3 209	54.4	10.017	10.022	en el metal base	20	7
4 209	54.4	10.015	10.017	en el metal base	20	8
5 209	54.4	10.017	10.022	en el metal base	20	12
Fecha de verificación directa: 2015-10-28						
Observaciones: Los resultados de energía absorbida menores de 1, 8 J y mayores 326,2 J, no está incluidos en el alcance de la acreditación						
Calibrado por: UNIÓN METROLÓGICA						

## CAPITULO V

### 5.1. CONCLUSIONES

- Se culminó la fabricación del dispositivo según las especificaciones planteadas.

	<b>DISEÑO Y DESARROLLO DE PROBETAS PARA SER ENSAYADAS EN LA MÁQUINA CHARPY PARAMETRIZADA (WEST ARCO), DE ESTA MANERA RECOPIAR LOS DATOS ARROJADOS POR EL ENSAYO QUE A SU VEZ SERÁN USADOS COMO PATRÓN.</b>		<b>Código: IN-IN-001</b> <b>Versión:01</b>
	<b>Proceso:</b> <b>Investigación</b>	<b>Fecha de emisión:</b> <b>15 – Enero - 2015</b>	<b>Fecha de versión:</b> <b>27 – Enero -2018</b>

38

- Fue posible desarrollar las probetas como producto final del proyecto según la norma ASTM

E23-72

- Gracias a los conocimientos obtenidos en la formación académica (tecnología en mecánica industrial) fue viable la culminación del proyecto.


## CAPITULO VI

### 4.1. RECOMENDACIONES

- Para incrementar una mayor exactitud en los procesos de mecanizado se recomienda que las máquinas de que posee la universidad sean calibradas correctamente, puesto que en este proyecto no fue posible que tanto el dispositivo como las probetas quedaran exactas a como se había planificado


- Continuar en el futuro con este proyecto llevándolo a la parametrización de la Máquina de Impacto Charpy, donde permita a los estudiantes en su parte académica y práctica llevar a cabo el mecanizado de probetas y la realización del ensayo de Impacto Charpy.

- Realizar un instructivo para el manejo dispositivo y fabricación de probetas

	<b>DISEÑO Y DESARROLLO DE PROBETAS PARA SER ENSAYADAS EN LA MÁQUINA CHARPY PARAMETRIZADA (WEST ARCO), DE ESTA MANERA RECOPIAR LOS DATOS ARROJADOS POR EL ENSAYO QUE A SU VEZ SERÁN USADOS COMO PATRÓN.</b>		<b>Código: IN-IN-001</b> <b>Versión:01</b>
	<b>Proceso:</b> <b>Investigación</b>	<b>Fecha de emisión:</b> <b>15 – Enero - 2015</b>	<b>Fecha de versión:</b> <b>27 – Enero -2018</b>

## Bibliografía

- «Instituto Nacional de Estándares y Tecnología, ». 2. (2015). *I. N. d. E. y. T. NIST,*.
- *A. E. 23, Standard Test Methods for Notched Bar Impact Testing of Metallic.* (2014).
- A.L.CASILLAS. (1981). *MAQUINAS CALCULOS DE TALLER.* MADRID: EDICIONES MAQUINAS.
- Askeland, D. R. (2011). *Materiales, Ciencia e Ingeniería de Materiales.* Mexico D.F.
- Autores, L. (2016). *Dispositivo.*
- Autores, L. (2016). *Planos Cajas.*
- Autores, L. (2016). *Planos Dados.*
- autores, L. (2016-2017). *Fabricación Dispositivo.* Bogotá: autores.
- Autores, L. (2017). *Bosquejo plano dispositivo.*
- Autores, L. (2017). *Probeta Ensayo Charpy.*
- CASILLAS, A. L. (1997). *Libro Casillas.* España: COPYRIGHT BY EDICIONES.
- Dumontier. (26 de 3 de 2009). *wikimedia commos.* Recuperado el 6 de 10 de 2017, de [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Mouton\\_charpy.JPG](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Mouton_charpy.JPG)
- Fundiciones Gomez. (8 de 1 de 2016). *Fundiciones Gomez.* Recuperado el 1 de 8 de 2017, de <http://www.fundicionesgomez.com/Probeta-para-Ensayo-de-Impacto-Charpy>
- I. N. d. E. y. T. NIST, «. N. (s.f.).
- Madrid, U. C. (3 de 11 de 2015). *Departamento de Física de Materiales, Facultad de Ciencias Físicas.* Recuperado el 24 de 1 de 2018, de [https://es.wikipedia.org/wiki/P%C3%A9ndulo\\_de\\_Charpy](https://es.wikipedia.org/wiki/P%C3%A9ndulo_de_Charpy)
- manufactura, T. d. (s.f.). *Tecnología de los metales y procesos de manufactura.*
- ONAC. (25 de 4 de 2017). *ONAC ORGANIZACIÓN NACIONAL DE ACREDITACIÓN DE COLOMBIA.* Recuperado el 11 de 9 de 2017, de <http://www.onac.org.co/modulos/contenido/default.asp?idmodulo=168&idmoduloreferer=207&pagina=32&objid=156&tipooec=Laboratorio%20de%20Ensayos>

	<b>DISEÑO Y DESARROLLO DE PROBETAS PARA SER ENSAYADAS EN LA MÁQUINA CHARPY PARAMETRIZADA (WEST ARCO), DE ESTA MANERA RECOPIAR LOS DATOS ARROJADOS POR EL ENSAYO QUE A SU VEZ SERÁN USADOS COMO PATRÓN.</b>		<b>Código: IN-IN-001</b> <b>Versión:01</b>
	<b>Proceso:</b> <b>Investigación</b>	<b>Fecha de emisión:</b> <b>15 – Enero - 2015</b>	<b>Fecha de versión:</b> <b>27 – Enero -2018</b>

40

- Universidad Nacional de Colombia. (segundo semestre de 6 de 2007). *Laboratorio de ensayos mecánicos, Universidad Nacional de Colombia,*. Obtenido de <http://www.laboratorios.bogota.unal.edu.co/vercontenido.php?idc=40&idp=8&idh=15>
- W. Arco, «West arco, Laboratorio de Ensayos Destructivos,» [En línea]. (s.f.).
- W. Arco, «West arco, Laboratorio de Ensayos Destructivos,» [En línea]. (s.f.).
- WEST ARCO. (12 de 1 de 2013). *Laboratorio de ensayos WESTARCO certificado (ONAC)* . Obtenido de <http://www.westarco.com/westarco/sp/products/laboratorio/index.cfm>
- WEST ARCO. (12 de 6 de 2013). *WESTARCO*. Recuperado el 8 de DICIEMBRE de 2017, de <http://www.westarco.com>