



Instituto Politécnico Nacional

**Centro de Estudios Científicos y
Tecnológicos 7 “Cuauhtémoc”**



**Unidad de aprendizaje: Ensayos Destructivos en la
Soldadura**

**Ensayo de Impacto Izod y Charpy en Acero y
Aluminio**

Profesor Titular: Bernache González César

Profesor Auxiliar: Neri Vega Jesús Gerardo

Alumnos (Equipo 01):

Alvarado Guzmán Erick

Esquivel Maldonado Oswaldo Josafat

González Cabrera Carlos Uriel

Tellez Salgado Eliud

Varela Ramírez Ángel Aarón

Grupo 4IVA

Ciclo Escolar 2024-1

Fecha de entrega: 14/05/24

Índice

1	Introducción.....	3
2	Objetivo de la práctica.....	5
	2.1 Cálculos previos.....	5
3	Introducción Teórica.....	7
4	Descripción de materiales y equipo.....	11
	4.3 Materiales.....	11
	4.3.1 Probetas de Izod.....	11
	4.3.2 Probetas de Charpy.....	12
	4.2 Equipo	13
	4.1 Herramientas	17
	4.1 Accesorios... ..	18
5	Desarrollo de la práctica.....	21
	5.1 Ensayo de impacto en acero método Izod.....	21
	5.2 Ensayo de impacto en acero método Charpy.....	24
	5.3 Ensayo de impacto en aluminio método Izod.....	27
	5.4 Ensayo de impacto en aluminio método Charpy.....	29
6	Observaciones generales.....	31
7	Conclusiones generales.....	33
8	Bibliografía y Cibergrafía.....	35

Introducción

Para el ensayo de impacto cabe aclarar que con este ensayo se busca varias cosas, pero principalmente poner a prueba la tenacidad de los materiales puestos en este ensayo, en este caso fueron 4 probetas, dos de acero y dos de aluminio, pero serian de acuerdo a dos métodos utilizados, CHARPY y IZOD.

En ambos se busca el mismo resultado, pero de diferente método, donde en el método CHARPY se utilizaría el principio del péndulo y sus medidas seria de acuerdo a la norma ASTM A 370-73, donde su colocación seria de acuerdo a la norma ASTM E 23.

Mientras que las probetas IZOD se utilizaría el mismo principio, pero la norma que ejerce en este método seria la ASTM E 23 tanto sus medidas como su colocación.

Las cargas a las que se verán sometidas las probetas, se busca el siguiente resultado, si después del ensayo, la fractura que recibe la probeta es suave y lisa, indicara una buena ductilidad y con un tamaño fino del grano, mientras que si el aspecto del grano es grueso indicara fragilidad del material y poca tenacidad.

Sin embargo hay que tener en cuenta que como sucedió en ensayos pruebas hay variables que provocaran un resultado distinto a la hora de hacer el ensayo, como bien puede ser, el tamaño de la probeta puede que no haya sido realmente el adecuado a pesar de las especificaciones, el ángulo o forma de la ranura de la probeta y también la temperatura de prueba, aunque en estos casos es más frecuente que no se haya llevado un funcionamiento correcto de la máquina que se utilizaría para hacer el ensayo, sin embargo estos errores al inicio nos ayudó mucho para retroalimentar el conocimiento y falta de practica en el ensayo, ya que después se pudo realizar los últimos ensayos de manera correcta a pesar de resultados anteriores.

De todos modos, este ensayo de impacto tiene sus limitaciones de acuerdo a como bien puede ser principalmente la diferencia entre la absorción de energía elástica real y los datos arrojados al golpear las probetas en el ensayo de impacto.

Sin embargo, se busca que de los errores se aprenda y seguir mejorando en los ensayos del futuro, seguir fortaleciendo el conocimiento previo con la práctica y verificar que los ensayos se hayan seguido de acuerdo a lo que se tenía

previamente, aunque los ensayos al inicio no hayan salido por distintas variables que se encuentran durante y antes del ensayo.

Por eso se busca que cuando las probetas sufran el impacto de acuerdo a los 2 métodos empleados en las 4 probetas, después de la ruptura verificar el estado de la fractura para comprobar las propiedades mecánicas de los materiales usados que viene siendo el acero y el aluminio, donde de acuerdo a la norma algunos estarán de manera vertical al recibir el impacto y otros recibiendo el impacto de manera horizontal. De la misma manera se esperan errores en el ensayo de impacto debido a esas variables o la mala ejecución que se lleve a cabo para realizar el ensayo de impacto, como sea se vera de forma más detallada en los siguientes puntos que se van a tocar más a fondo y de manera detallada y breve.

Objetivo de la práctica

El objetivo de la práctica de dureza es poder ver algunas de las propiedades mecánicas de las probetas de aluminio y de acero.

Durante la práctica se harán 4 ensayos los cuales son: Una probeta de aluminio para Charpy, una probeta de acero para Charpy, una probeta de aluminio para Izod y una probeta de acero para Izod donde se pueden ver cómo actúan cada una de ellas bajo sus ensayos respectivos.

Aparte de ver las propiedades de cada una de las probetas, esta práctica también sirve para entender el funcionamiento de la máquina para ensayos de dureza, cada una de sus accesorios y las herramientas necesarias para poner dichos accesorios.

Nótese que el acero utilizado durante las prácticas fue el acero inoxidable 304L.

Al finalizar cada uno de los ensayos se podía calcular el ángulo resultante después de llevarlo a cabo. Donde los siguientes datos eran de suma importancia.

CALCULOS PREVIOS.

Para la energía absorbida.

$$E1 = Wh1 = Wr (1 - \cos \alpha)$$

$$E2 = Wh2 = Wr (1 - \cos \beta)$$

$$E1 = W (h1 - h2) = Wr (\cos \beta - \cos \alpha)$$

$$Ei = Wr (\cos \beta - \cos \alpha)$$

DONDE:

E1= Energía inicial o energía en el momento de producirse el impacto (joule)

E2= Energía final o energía después de producirse el impacto (joule)

Ei = Energía absorbida por la probeta durante el impacto (joule)

W = Peso del péndulo (Newton)

h1 = Altura inicial o altura de caída del centro de gravedad del péndulo (m)

h2 = Altura final o altura que alcanza el centro de gravedad del péndulo (m)

α = Ángulo inicial del brazo del péndulo con respecto a la vertical (grados)

β = Ángulo final del brazo del péndulo con respecto a la vertical (grados)

r = Radio o brazo del péndulo (m)

En la actualidad las máquinas de impacto dan directamente, en una carátula la lectura de la tenacidad o energía absorbida por la probeta al producirse el impacto.

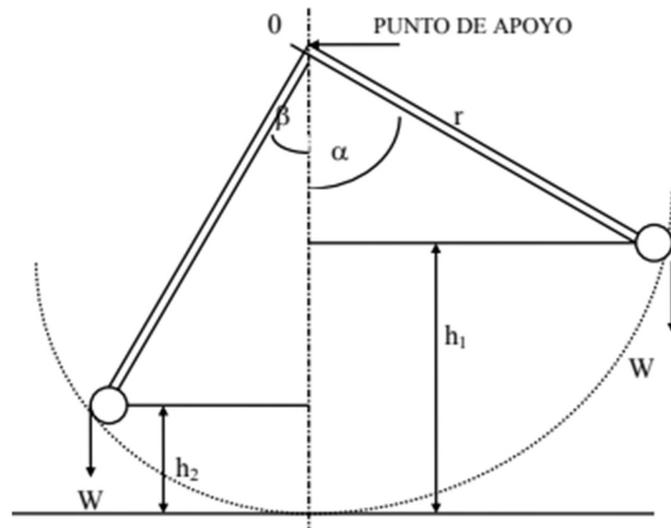


Diagrama de fuerzas en un ensayo de impacto.

w = peso del péndulo

α = Ángulo inicial

β = Ángulo final

h1= Altura de caída del centro de gravedad del péndulo

h2= Altura final

r= Distancia del centro de gravedad del péndulo al eje de rotación

Para el ángulo

$$Ei = Wr (\cos \beta - \cos \alpha)$$

$$\frac{Ei}{Wr} = \cos \beta - \cos \alpha$$

$$\frac{Ei}{Wr} + \cos \alpha = \cos \beta$$

$$\cos^{-1}\left(\frac{Ei}{Wr} + \cos \alpha\right) = \beta$$

Introducción teórica

Ensayo de impacto

Un ensayo de impacto en soldadura es una prueba mecánica que se realiza para evaluar la tenacidad de un material soldado, es decir, su capacidad para absorber energía durante una fractura cuando se somete a un impacto repentino. Este tipo de ensayo es crucial para determinar la resistencia del material soldado a fallos bajo condiciones de impacto, lo cual es importante en aplicaciones donde la soldadura estará expuesta a cargas dinámicas o golpes.

Finalidad del ensayo de impacto en soldadura:

1. Evaluar la tenacidad: Determinar la capacidad del material soldado para resistir fracturas cuando se aplica una carga rápida.
2. Calidad de la soldadura: Verificar si la soldadura cumple con los estándares y requisitos de calidad necesarios para su aplicación específica.
3. Seguridad: Asegurar que las estructuras soldadas sean seguras y no fallen de manera catastrófica bajo condiciones de impacto.
4. Optimización de procesos: Ayudar a los ingenieros y técnicos a ajustar y mejorar los parámetros de soldadura para obtener uniones más resistentes y fiables.
5. Cumplimiento normativo: Garantizar que las soldaduras cumplan con las normas y especificaciones técnicas aplicables a la industria o proyecto en cuestión.

Finalidad de un ensayo de impacto sin soldadura:

1. Caracterización del material base: Determinar la tenacidad del material en su estado no soldado, proporcionando una línea base para comparaciones.
2. Selección de materiales: Ayudar en la selección de materiales adecuados para aplicaciones donde se esperan cargas de impacto.
3. Control de calidad: Verificar que el material base cumpla con las especificaciones y estándares requeridos para su uso en productos o estructuras.
4. Investigación y desarrollo: Estudiar el comportamiento del material bajo condiciones de impacto para mejorar sus propiedades o desarrollar nuevos materiales.
5. Comparación de propiedades: Comparar la tenacidad del material base con la de la unión soldada para evaluar el efecto de la soldadura en la resistencia al impacto.

Propiedades de ensayo de impacto soldadura:

- **Tenacidad:** Mide la capacidad del material para absorber energía antes de romperse. Los materiales tenaces pueden deformarse considerablemente antes de fracturarse, lo que es una indicación de alta capacidad de absorción de energía.
- **Energía de impacto:** La cantidad de energía absorbida por el material al romperse. Esto se mide en joule (J) o pies-libra (ft-lb). Es una medida directa de la tenacidad del material.
- **Ductilidad:** Se observa a partir del comportamiento del material durante el impacto. Los materiales más dúctiles tienden a deformarse más antes de fracturarse.
- **Tipo de fractura:** Se puede observar si la fractura es frágil (quebradiza) o dúctil. Una fractura frágil se caracteriza por una superficie de fractura brillante y una rotura limpia, mientras que una fractura dúctil muestra una superficie más rugosa y una mayor deformación plástica.
- **Temperatura de transición dúctil-frágil:** Algunos materiales, especialmente los metales, pueden exhibir un cambio en la forma en que se fracturan dependiendo de la temperatura. Este ensayo puede identificar la temperatura a la que el material cambia de comportamiento dúctil a frágil.
- **Resistencia al impacto:** Esta propiedad se refiere a la capacidad del material para resistir el impacto sin fracturarse. Es una combinación de la tenacidad y la dureza del material.
- **Trabajo requerido para la fractura:** Calculado a partir de la diferencia en la altura del péndulo antes y después de la fractura del espécimen. Este valor es proporcional a la energía absorbida por el material durante el impacto.
- **Microestructura de la Zona Afectada por el Calor (ZAC)*:** La ZAC es la región del material base alterada térmicamente durante la soldadura. Evaluar la tenacidad de la ZAC es crucial, ya que puede mostrar variaciones en comparación con el material base y la soldadura misma.

Comparación:

Con soldadura: Evalúa la integridad y la calidad de la soldadura y cómo esta afecta la resistencia al impacto del material.

Sin soldadura: Proporciona información sobre las propiedades intrínsecas del material base sin alteraciones por procesos de soldadura.

Los resultados del ensayo de impacto proporcionan información crítica sobre la ductilidad y la resistencia a la fractura del material soldado, factores esenciales para asegurar la integridad estructural en diversas aplicaciones industriales.

Método de utilizados en un ensayo de impacto:

IZOD: El método Izod es una técnica utilizada en ensayos de impacto para determinar la resistencia de materiales, incluida la soldadura. En un ensayo de impacto Izod, una muestra del material se golpea con un péndulo o martillo para medir la cantidad de energía absorbida por el material al fracturarse. Este ensayo es especialmente útil para evaluar la tenacidad de las zonas soldadas y la zona afectada por el calor (ZAC).

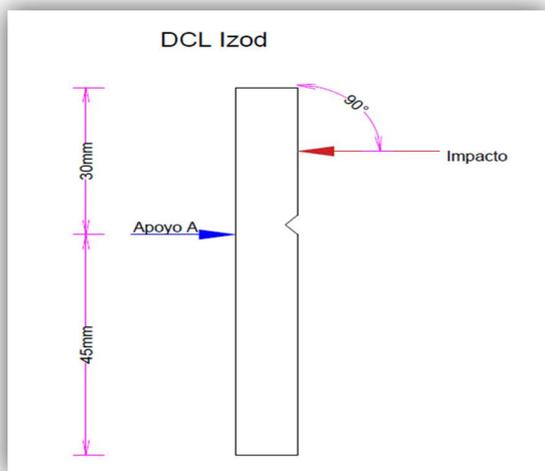


Diagrama de cuerpo libre para el método Izod. El vector rojo representa la fuerza aplicada en el impacto, mientras que los vectores azules las fuerzas de reacción al impacto.

CHARPY: El método Charpy es una técnica estándar utilizada en ensayos de impacto para evaluar la tenacidad y capacidad de absorción de energía de materiales, incluidas las soldaduras. En el contexto de las soldaduras, este método es crucial para determinar la integridad y resistencia de las juntas soldadas.

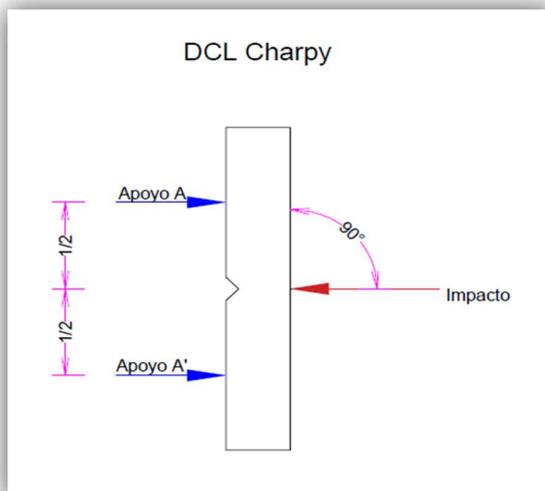


Diagrama de cuerpo libre para el método Charpy. El vector rojo representa la fuerza aplicada en el impacto, mientras que los vectores azules las fuerzas de reacción al impacto.

Sus resultados se pueden interpretar de la siguiente manera:

- **Energía Absorbida:**
Valor Absoluto: La energía absorbida por la muestra se mide en joule (J) o pies-libra (ft-lb). Este valor refleja la capacidad del material para absorber energía durante el impacto.
- **Tipo de Fractura:**
Fractura Frágil: Se caracteriza por una superficie de fractura brillante y lisa. Indica que el material absorbió poca energía antes de fracturarse, lo que es típico en materiales quebradizos.
Fractura Dúctil: Muestra una superficie de fractura rugosa y fibrosa. Indica que el material absorbió una mayor cantidad de energía antes de fracturarse, lo que es típico en materiales tenaces.
Mixta: La fractura puede ser una combinación de ambas, lo que puede sugerir una transición de comportamiento dúctil a frágil en diferentes áreas de la muestra.
- **Modo de Fractura**
Fractura Transgranular: La fractura atraviesa los granos del material, generalmente asociada con una fractura dúctil.
Fractura Intergranular: La fractura sigue los límites de los granos, generalmente asociada con una fractura frágil.

Descripción de materiales y equipo

Materiales

Probetas IZOD	
Medidas de las probetas Izod: Largo:75mm Ancho:10mm Profundidad de ranura:2mm Distancia 1 entre la ranura y esquina:28mm Distancia 2 entre la ranura y esquina:47mm	
Composición del acero: Acero de bajo contenido de carbono también conocida como hierro colado, donde el contenido de carbono generalmente se encuentra en el rango de 0.05% a 1%.	Composición del aluminio: Aleación de Aluminio AW 5754 una aleación de la familia del aluminio forjado y el magnesio.

Probetas CHARPY

Medidas de las probetas Charpy:

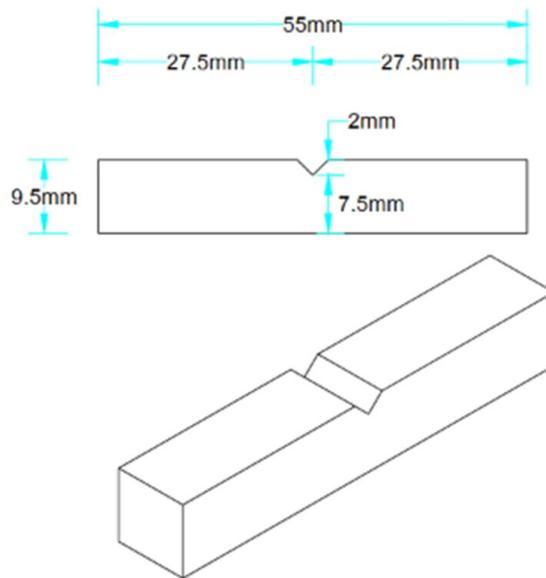
Largo:55mm

Ancho:9.5mm

Profundidad de ranura:2mm

Distancia 1 entre la ranura y esquina:27.5mm

Distancia 2 entre la ranura y esquina:27.5mm



Composición del acero:

Acero de bajo contenido de carbono también conocida como hierro colado, donde el contenido de carbono generalmente se encuentra en el rango de 0.05% a 1%.

Composición del aluminio:

Aleación de Aluminio AW 5754 una aleación de la familia del aluminio forjado y el magnesio.

Equipo

Maquina de impacto Avery-Denison:

Fabricada en Inglaterra por la compañía Avery-Denison, es una maquina que solo es usada para ensayos de impacto, con una capacidad de 150J/300J; esta compuesta por distintas partes, mas otra maquina que forma parte de su mecanismo.

Partes de la maquina:

Panel de control neumático:

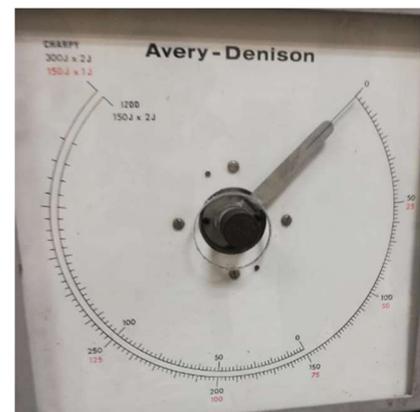
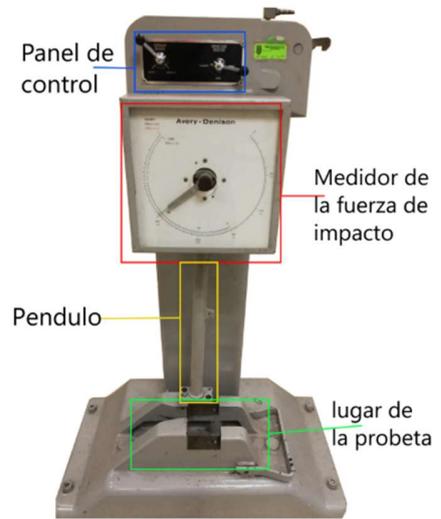
Aquí seleccionamos los parámetros del modo de liberación del péndulo y la selección de prueba de impacto, dependiendo de cada ensayo. El modo de liberación cuenta con dos modos el automático y el manual;

⑩ Manual: este modo es cuando una persona agarra el péndulo y se engancha en la campana o en la maquina, este es liberado con aire comprimido o se libera gracias a una herramienta como un desarmador para liberar el gancho

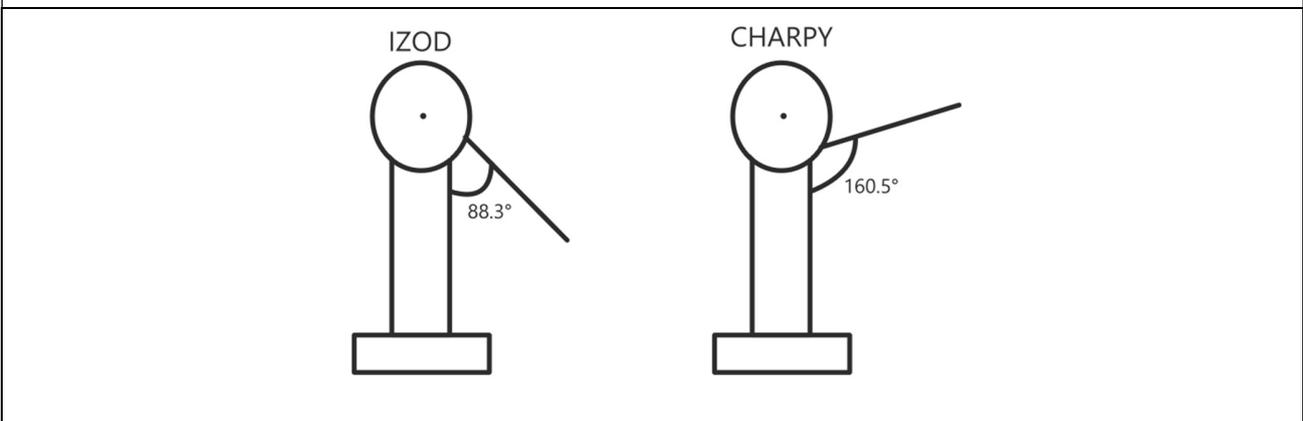
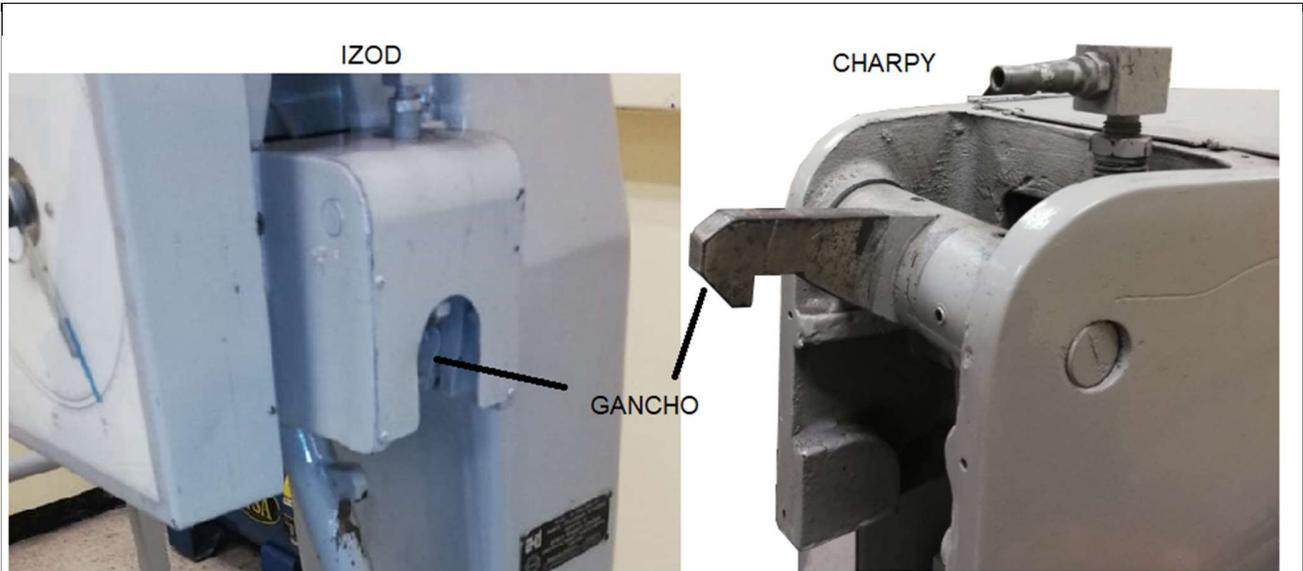
⑩ Automático: aquí simplemente el aire comprimido hace todo al conectar el conector rápido a la maquina, desde levantar el péndulo y soltarlo

La selección de prueba de impacto cuenta con 3 modos; IZOD, CHATPY y TEST, aunque nosotros solo usamos izod y charpy.

Medidor de la maquina: aquí nos muestra los Julios que se utilizaron dependiendo de la prueba izod o charpy, al golpear la probeta; para que la manecilla del medidor de los julios dados en el ensayo, este se ajusta al máximo de julios donde indica 150J o 300J, si no se hace al hacer el ensayo este no nos indicara nada.



Péndulo: al péndulo se le colocan los accesorios martillos, ya sea izod o charpy dependiendo del ensayo; dependiendo de si en izod el péndulo se engancha a la campana dándonos un ángulo de 88.3° , pero si es charpy se engancha a la maquina y esto nos da un ángulo de 160.5°



Lugar de la probeta:

En este lugar va la probeta, pero dependiendo de la prueba si es IZOD o CHARPY, como va la probeta y los accesorios que van puestos en esas parte puede cambiar.

IZOD	CHARPY
<p>En IZOD los accesorios a colocar son: Martillo tipo Izod Prensa y contraparte de la prensa Sujetadores Campana Y la probeta se coloca de manera Vertical.</p> 	<p>En CHARPY los accesorios a colocar son: Martillo tipo Charpy Apoyos para probeta Charpy Sujetadores Y la probeta se coloca de manera Horizontal.</p> 

En caso de que el martillo ya aya sido colocado, pero se necesita poner la probeta o accesorios, la maquina cuenta con un seguro en la parte donde va la probeta, para evitar accidentes; como el que alguien este sujetando el péndulo con el martillo puesto y por error se le resbala, o engancha el péndulo a la campana o maquina también corre riesgo de que el gancho se suelte.



Compresor de aire:

Esta es una maquina ajena al de impacto, su funcion es el recolectar el aire del exterior y presurizarlo, de esta forma permitiendo el uso del modo automatico de la maquina y la liberación del pendulo.

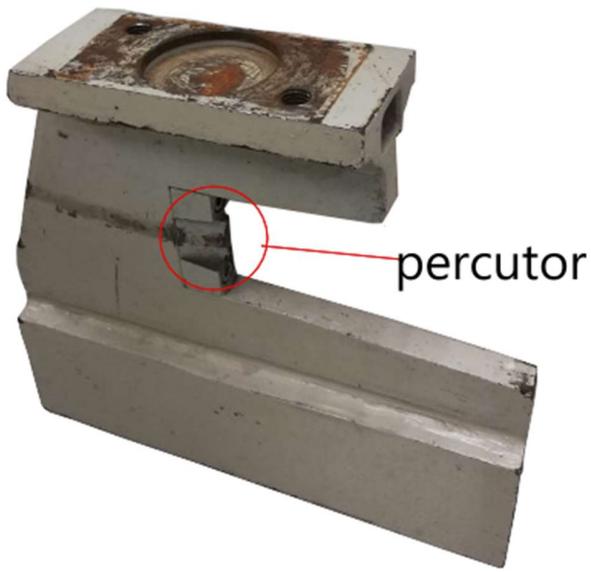
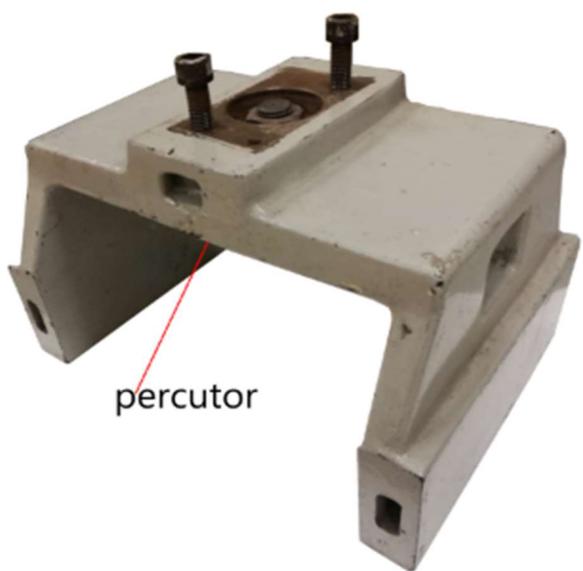
El compresor esta conectado a un filtro para se para la humedad del aire y este asu ves esta conectado a la maquina de impacto, la forma en que como permite soltar es simple, en la ubicación de cada gancho hay un conector hembra, donde se inserta al conector rapido el cual al ser conectado al hembra este libera el aire permitiendo que el gancho libere el péndulo. Hay 2 conectores hembra uno en la campana y otro en la parte superior de la maquina de impacto.

Conector neumático rápido	Conector hembra o suministro de aire
	
 <p data-bbox="632 1473 895 1507" style="text-align: center;">Compresor de aire</p>	

Herramientas

<p>Llaves allen</p> <p>son herramientas cuyo uso básico es atornillar o desatornillar tuercas con cabeza interior hexagonal, en este caso los tornillos de la campana y la de los martillos.</p>	
<p>vernier digital:</p> <p>Instrumento de medición que permite registrar mediciones de alta precisión, en este caso para tomar las medidas de la probeta de impacto.</p>	

Accesorios

<p>Martillo tipo Charpy</p> <p>Esta pieza de gran tamaño con unos 26cm de largo, 23cm de alto y 6cm de ancho, que es para la prueba de impacto CHARPY, se sujeta al péndulo de la maquina con dos tornillos en la parte superior, utiliza su gran peso para caer a un angulo de 160.5° para que el percutor (este esta en la parte de en medio a lo alto de esta y esta vertical) de este golpee a la probeta de impacto donde no esta la cara de la ranura específicamente del lado contrario al de la ranura, y así generar la herida.</p>	
<p>Martillo tipo Izod</p> <p>Esta pieza de gran tamaño y muchos mas peso que el martillo anterior, mide 30cm de largo, 22cm de alto y 18.5 de ancho. Usado para las pruebas de IZOD, nuevamente este se sujeta al péndulo con dos tornillos, el angulo de inclinación al que se pone son 88.3° y su percutor se encuentra en la parte inferior de la cara horizontal, el lugar de donde golpee el percutor a la probeta de impacto es el del lado de la cara donde esta la ranura</p>	

<p>Prensa y contraparte de la prensa</p> <p>Usados para el tipo de prueba IZOD, cumplen la función de posicionar la probeta verticalmente, de manera que la contraparte de la prensa sostenga la probeta para que esta quede parada y la prensa pueda aplicar presión a la probeta y esta no se caiga, estas se insertan en la parte inferior de la maquina junto a los sujetadores.</p>	
<p>Apoyos para probeta Charpy</p> <p>Usados en el tipo de prueba Charpy estas permiten que la probeta se posicione de manera horizontal, esta se coloca en la parte inferior de la maquina junto a los sujetadores.</p>	
<p>Sujetadores</p> <p>Estos accesorios son ensamblados para sostener a los demas accesorios que se colocan en la parte inferior de la maquina donde se colocan las probetas, ya sea en la prueba de IZOD o CHARPY.</p>	

Campana

La campana es usada en la prueba de IZOD para darle un angulo predeterminado al ensayo, esta se coloca y atornilla en la parte superior derecha de la maquina, en su unterior tiene un gancho para enganchar la barra del péndulo, para que al momento de hacer la prueba ya sea manual o automática esta lo suelte. En la parte superior derecha de esta se encuentra el conector hembra para insertar el conector rapido y que el gancho se libere a base de aire comprimido, esto en caso que el ensayo sea automático.



Desarrollo de la práctica

Ensayo de impacto en acero método Izod

Esta ocasión, no fue necesario prender la compresora de aire para que vaya generando presión acumulada y se pueda liberar el martillo con percutor con aire a presión, si no que se utilizó un desarmador para soltar manualmente el seguro.

Ya con la máquina prendida la máquina toca poner los accesorios adecuados para este ensayo, los cuales son:

Martillo con percutor para ensayos IZOD, campana para método IZOD, sujetadores y apoyos para probetas IZOD



Tornillo para el martillo (10mm)



Campana para método IZOD



Martillo para método IZOD

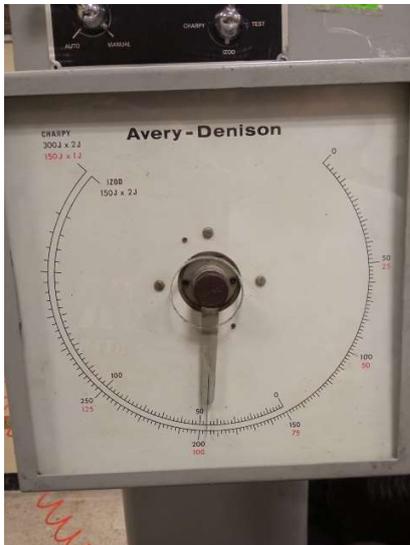
Todos estos accesorios se lograban colocar en su lugar con ayuda de unas llaves "Allen" del número 8 y 10.

Después de haber colocado ya todos los accesorios a la máquina, se posiciona la probeta de tal forma que la muesca de esta quede al lado del impacto con el martillo. Ya hecho eso se pone la escala pertinente para la práctica la cual es de 150 Julios porque es IZOD.

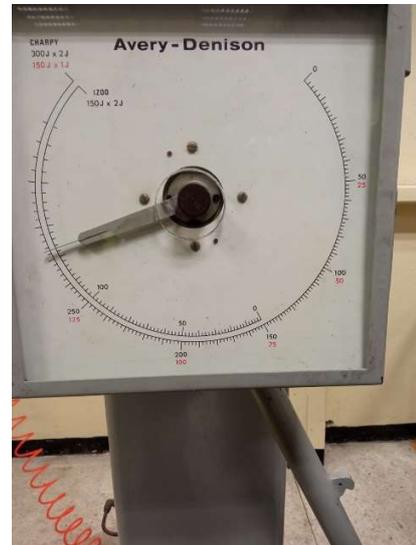


Probeta después del impacto

La fricción fue de 46 julios y el impacto fue de 122 julios.



Energía absorbida por fricción



Energía absorbida por impacto más fricción

Resultados:

Charpy de acero

$$ER = E_i - E_{fricc}$$

Charpy Energía inicial = 150 J

Energía absorbida = 122 J

Energía absorbida por fricción = 46 J

$$ER = 122J - 46J = 76 J$$

Energía absorbida real = 76 J = 0.076 kJ

$$\text{Área} = 10\text{mm} * 10\text{mm} = 0.01\text{m} * 0.01\text{m} = 0.0001 \text{ m}^2$$

Tenacidad

$$T = ER / A$$

$$T = 0.076 \text{ kJ} / 0.0001 \text{ m}^2 = 760 \text{ kJ/m}^2$$

Para el ángulo

$$\beta = \cos^{-1}\left(\frac{E_i}{w * r} + \cos \alpha\right)$$

$$\beta = \cos^{-1}\left(\frac{(76 J)}{(193.11 N) * (0.8 m)} + \cos(88.3^\circ)\right)$$

Entonces el ángulo resultante es el siguiente:

$$\beta = 58.55^\circ$$

Ensayo de impacto en acero método Charpy

Antes que nada, fue necesario el prender la compresora de aire para que valla generando presión acumulada y se pueda liberar el martillo con percutor (Tiene que llegar a los 60 psi como mínimo para que sea efectivo).



Compresora



Manómetro de la compresora

Una vez prendida la máquina toca poner los accesorios adecuados para este ensayo, los cuales son:

Martillo con percutor para ensayos Charpy, sujetadores y apoyos para probetas Charpy.



Martillo con percutor para ensayos Charpy (primera imagen). Sujetadores y apoyos para probetas Charpy ordenados como se deben colocar en la máquina (Segunda, tercera y cuarta imagen)

Todos estos accesorios se lograban colocar en su lugar con ayuda de unas llaves "Allen" del número 8 y 10.

Después de haber puesto ya todos los accesorios a la máquina, se coloca la probeta de tal forma que la muesca de esta quede al lado contrario del impacto con el martillo. Ya hecho eso se pone la escala pertinente para la práctica la cual es de 300 Julios.

Luego de eso se liberó algo de presión de la manguera para que el martillo se soltara y poder impactar así con la probeta colocada previamente.



Resultado de impacto

Resultados:

Charpy de acero

$$ER = E_i - E_{fricc}$$

Charpy Energía inicial = 300 J

Energía absorbida = 295 J

Energía absorbida por fricción = 40 J

$$ER = 295J - 40J = 255 J$$

Energía absorbida real = 255 J = 0.255 kJ

$$\text{Área} = 9.5\text{mm} * 7.5\text{mm} = 0.0095\text{m} * 0.0075\text{m} = 0.00007125 \text{ m}^2$$

Tenacidad

$$T = ER / A$$

$$T = 0.255 \text{ kJ} / 0.00007125 \text{ m}^2 = 3,578.94 \text{ kJ/m}^2$$

Para el ángulo

$$\beta = \cos^{-1} \left(\frac{E_i}{w * r} + \cos \alpha \right)$$

$$\beta = \cos^{-1} \left(\frac{(255 \text{ J})}{(192.62 \text{ N}) * (0.8 \text{ m})} + \cos(160.5^\circ) \right)$$

Entonces el ángulo resultante es el siguiente:

$$\beta = 44.58^\circ$$

Ensayo de impacto en aluminio método Izod

Antes de empezar con la práctica fue necesario encender la compresora de aire ya que esta debe de tener una presión de 60 PSI esto para que se conecte a la máquina de impacto y se pueda quitar el seguro el cual va a sujetar el martillo y este caiga sobre la probeta.



Manómetro y mangueras de la compresora



Compresora

Después de que la compresora llegara a la presión especificada se van a poner posteriormente los accesorios a la máquina los cuales van a constar de un martillo, una campaña, una prensa y la parte posterior de la prensa.

Estos se van a colocar con unas herramientas las cuales van a ser unas llaves Allen de 8mm y 10mm.

Después de haber puesto los accesorios se le va a poner la escala a la máquina con y sin probeta para verificar que esta se haya puesto de la manera correcta. Y posteriormente se va a poner la probeta de aluminio en forma horizontal de tal manera que cuando el martillo caiga le dé a la cuesca y se prodiga el impacto.

Ya por último cuando libere la presión del aire en la máquina el martillo va a caer sobre la probeta y se va a causar alguna deformación (posteriormente se debe de calcular el ángulo final que tuvo la probeta al igual que su densidad y energía)

Izod de aluminio

$$ER = E_i - E_{fricc}$$

$$Izod \text{ Energía inicial} = 150 J$$

$$Energía \text{ absorbida} = 66 J$$

$$Energía \text{ absorbida por fricción} = 44 J$$

$$ER = 66J - 44J = 22 J$$

$$Energía \text{ absorbida} = 22 J = 0.022 kJ$$

$$\text{Área} = 10mm * 8mm = 0.01m * 0.008m = 0.00008 m^2$$

Tenacidad

$$T = ER / A$$

$$T = \frac{0.022kJ}{0.00008} m^2 = 275 \frac{kJ}{m^2}$$

Ángulo final

$$\beta = \cos^{-1} \left(\frac{E_i}{w * r} + \cos \alpha \right)$$

$$\beta = \cos^{-1} \left(\frac{(22 J)}{(193.11 N) * (0.8 m)} + \cos(88.3^\circ) \right)$$

$$\beta = 80.09^\circ$$

Ensayo de impacto en aluminio método Charpy

Para el ensayo de aluminio primero se dan los parámetros en el panel de control en este caso el modo de liberación lo ponemos en manual y en la selección de prueba de impacto lo ponemos en CHARPY, luego ponemos la manecilla del indicador en los 150J (la última medida), si esto no se hace esto no nos dará nada. Si anteriormente están los accesorios de Izod los retiramos y una vez hecho eso procedemos a colocar los accesorios primero ponemos los apoyos para probeta Charpy, seguido de los sujetadores para poner presión en los apoyos, y por último atornillamos la campana para Charpy para que no resultara una inconveniencia al poner los accesorios anteriores, para todos estos accesorios se utilizaron llaves Allen para atornillar y desatornillar los accesorios. Ya con los accesorios puestos se pone la probeta de manera horizontal, posicionada de manera que el percutor golpee la cara contraria donde está la ranura.

Como en este caso la prueba es Charpy no se pone la campana para que el péndulo alcance el gancho que está en la máquina de impacto y así tener un mayor ángulo que Izod, pues para Charpy el ángulo que se utiliza son 160.5° .

Para comenzar el ensayo y liberar el Péndulo hay que asegurarse que el compresor de aire este marcando 60 en su medidor y se le sea fácil liberar el péndulo enganchado, para activarlo se inserta el conector rápido al conector hembra que se ubica en la parte superior de la máquina de impacto. El péndulo carea con gran fuerza, pero es necesario detenerlo una vez que este allí impactado con la probeta, esto resulta peligroso así que debe hacerse con cautela, agarrando el péndulo firmemente con las 2 manos mientras este va de regreso.

Una vez finalizado el ensayo con la probeta, repetimos el ensayo, pero sin la probeta para saber la fricción de caída.



Charpy de aluminio

$$ER = E_i - E_{fricc}$$

$$\text{Charpy Energía inicial} = 3000 J$$

$$\text{Energía absorbida} = 90 J$$

$$\text{Energía absorbida por fricción} = 40 J$$

$$ER = 90 J - 40 J = 50 J$$

$$\text{Energía absorbida} = 50 J = 0.050 kJ$$

$$\text{Área} = 9.5 \text{ mm} * 7.5 \text{ mm} = 0.0095 \text{ m} * 0.0075 \text{ m} = 0.00007125 \text{ m}^2$$

Tenacidad

$$T = ER / A$$

$$T = \frac{0.050 kJ}{0.000080.00007125 \text{ m}^2} = 701.75 \frac{kJ}{\text{m}^2}$$

Ángulo final

$$\beta = \cos^{-1} \left(\frac{E_i}{w * r} + \cos \alpha \right)$$

$$\beta = \cos^{-1} \left(\frac{(50 J)}{(192.62 N) * (0.8 m)} + \cos(160.5^\circ) \right)$$

Entonces el ángulo resultante es el siguiente:

$$\beta = 128.821^\circ$$

Observaciones generales

La escala debe ser seleccionada correctamente en el punto máximo de energía al colocar el martillo, ya sea con la configuración del método Charpy o Izod. De no ser así, la máquina no registrará un cambio en la energía del martillo, aunque se haya golpeado la probeta.

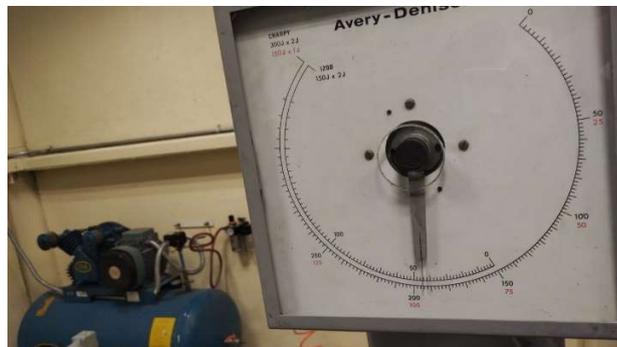
El viento juega un papel importante en el registro de la energía final. La fricción con el aire absorbe la energía cinética del martillo en movimiento, por lo que se debe considerar como parte del ensayo. El encender la máquina sin utilizar una probeta es suficiente para que esta registre la energía absorbida por la fricción con el aire.

El péndulo funciona como una especie de martillo. Estos tienen un peso establecido para adecuarse a la escala y método utilizados en la máquina. Este se acciona mediante una manguera que conduce aire a presión con una boquilla de conexión rápida. Dicho accionamiento funciona de una manera óptima si la compresora tiene una presión de salida de 60 psi.



Manómetro de la compresora

La escala deberá estar bien posicionada en el punto máximo de energía. De no ser así, la energía absorbida no se registrará.



Escala

Las diferencias entre un método y otro radica básicamente en la magnitud de la energía aplicada.

En el método Charpy, la probeta se coloca horizontalmente, con la muesca en dirección contraria al impacto, el cual es aplicado detrás de esta en una superficie menor desde un ángulo elevado, como si se tratase de un hacha. Las probetas ensayadas con este método se fracturaron.

En el método Izod, la probeta se coloca verticalmente, con la muesca de cara al impacto ubicada al ras del sujetador, cuyo impacto se aplica en la cabeza menor superior a la muesca, en una superficie mayor con un ángulo poco elevado. Las probetas ensayadas con este método presentaron doblez y fractura.

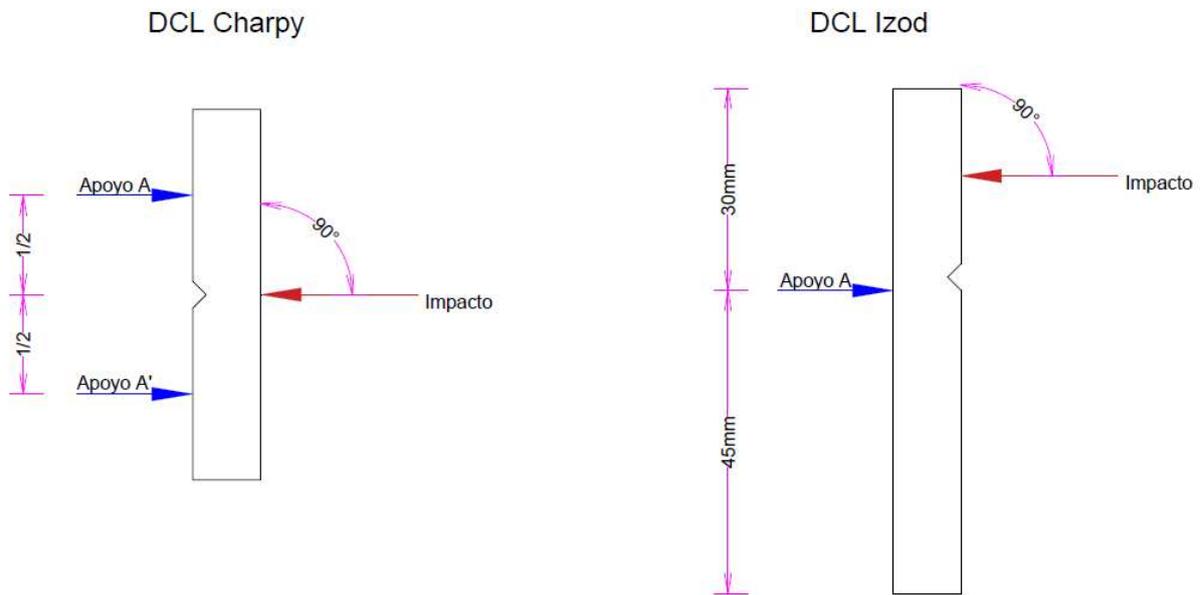


Diagrama de cuerpo libre para método Charpy (izquierda) e Izod (derecha)

Otra observación es que, en la realización del ensayo, la temperatura fue la ambiente (tomada del registro del clima) de 27°C o 80.6°F en todos los ensayos.

En cuanto al material entre probetas, se puede apreciar una fractura más limpia en el aluminio que en el acero.



Probeta de aluminio

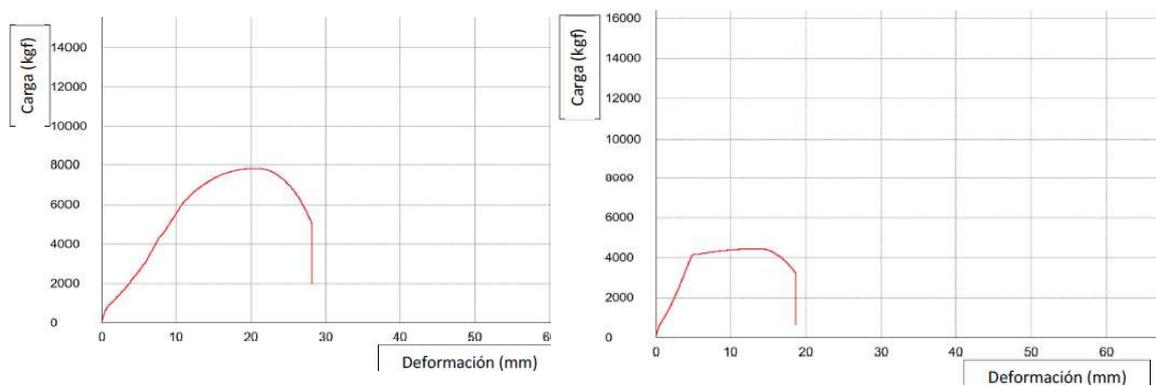


Probeta de acero inoxidable

Conclusiones Generales

Al comparar las fracturas y teniendo en cuenta los datos de energía absorbida, se puede concluir que el acero es obviamente más tenaz que el aluminio. Realizando los cálculos de tenacidad y comparando los resultados de un mismo método para ambos materiales, se observa que el aluminio tiene una tenacidad de 701.75 kJ/m^2 mientras que el acero $3,578.94 \text{ kJ/m}^2$, siendo el acero claramente superior al aluminio al absorber energía de impacto.

Otra comparación en la tenacidad se puede observar en las gráficas previamente realizadas en los ensayos de tensión, siendo las siguientes.



Gráfica de tensión de acero (izquierda) y aluminio (derecha)

Donde se puede comparar que, el área es mayor en la gráfica de acero respecto a la de aluminio, concluyendo de nuevo en que el acero es más tenaz que el aluminio.

También se puede observar la ductilidad del acero, analizando que, este presenta dobles en sus probetas a contraparte del aluminio, el cual presenta fracturas bastante limpias. Con esto se puede concluir que, el acero es más dúctil que el aluminio.

Este ensayo nos plantea una interesante utilidad de estos materiales, basándonos en que tanta energía son capaces de absorber. Por ejemplo, un automóvil está propenso a estrellarse, produciendo un impacto. Si el objetivo es mantener lo más intacto el auto del choque, lo más prudente sería crear su carrocería de acero, el cual puede soportar más energía de impacto. Sin embargo, si se quiere desviar el choque de los pasajeros, se puede optar por una carrocería diferente, como la del aluminio, la cual absorbería mayoritariamente los daños del impacto, filtrándolos para hacer que las personas reciban el menor impacto posible. Con esto se puede explicar el por qué los automóviles más recientes son menos resistentes respecto a los automóviles del pasado.

Otra utilidad de esta propiedad está en el blindaje, una pared de acero soportará una energía mayor proveniente de un proyectil balístico, evitando que pueda perforar. En cambio, una pared de aluminio de iguales dimensiones no podría soportar la misma energía del proyectil, permitiendo que penetre. Con esto se explicaría el uso de paredes gruesas y pesadas en vehículos blindados del ejército, como camionetas, helicópteros y tanques.

Finalmente, el uso de herramientas que tengan que ver con un impacto (como martillos, yunques, cinceles, clavos, punzones, etc.) deberán elaborarse de un material que lo resista, como el acero. Sin embargo, en los casos de cinceles, clavos, punzones y demás, se tendrá que sacrificar la resistencia al impacto para aumentar su dureza, debido que al hacer esto se pierde la tenacidad. Esto explica el por qué un mal golpe en, un clavo o un punzón, ya sea por impactar demasiado fuerte o en un punto frágil, puede fracturar dicha herramienta.

Bibliografía y cibergrafía

Nash, W. (1995). *Resistencia de materiales (2.a ed.)*. McGraw-Hill INC.

Ortiz, L. (2007). *Resistencia de materiales. (3.a ed.)*. GAAP Editorial SL.

Velé, L. M. (2008). *Materiales industriales. Teoría y aplicaciones. (1.a ed.)*. Instituto Tecnológico Metropolitano (ITM).

Acero inoxidable AISI 304L (Bajo carbón) - Integriinox Monterrey. (n.d.).
<https://www.integriinox.com/tipos-de-acero/aisi304L>

Velé, L. M. (2008). *Materiales industriales. Teoría y aplicaciones. (1.a ed.)*. Instituto Tecnológico Metropolitano (ITM).

Tema, G. (2023, 6 julio). *Aluminio 1008: Conozca Sus Propiedades y Usos - Jabrían*. Jabrían. <https://www.gabrian.com/es/aluminio-1008-conozca-suspropiedades-y-usos>

ASTM D6110 Determination of Charpy Impact Properties. (n.d.).
<https://www.instron.com/es-es/testing-solutions/astm-standards/astm-d6110-charpy-impact-properties>

Péndulo de Charpy ...: Tecnimetal:... (n.d.).
<https://www.tecnimetal.es/pendulo%20de%20charpy.htm>

ISO 180 Resistencia al impacto Izod. (n.d.). *ISO 180 Resistencia Al Impacto Izod*.
<https://www.zwickroell.com/es/es/sectores/plasticos/termoplasticos-y-materiales-termoendurecibles/resistencia-al-impacto-izod-segun-iso-180/>

Gianfranco. (n.d.). *ENSAYO DE IZOD*. Scribd.
<https://es.scribd.com/document/384670813/ENSAYO-DE-IZOD>

Revista Mexicana de Física Sociedad Mexicana de Física
Fisicarmf@smf2.fciencias.unam.mx ISSN (Versión impresa): 0035-001X MÉXICO
2006 Y. Ortega PRUEBA DE IMPACTO: ENSAYO CHARPY *Revista Mexicana de Física*, junio, año/vol. 52, número enseñanza 1 Sociedad Mexicana de Física Distrito Federal, México pp. 51-57
https://www.researchgate.net/publication/26476903_Prueba_de_impacto_Ensayo_Charpy

Ensayo de Propiedades mecánicas de Materiales. (n.d.). INFINITIA Industrial Consulting. <https://www.infinitiaresearch.com/laboratorio-ingenieria-industrial/propiedades-mecanicas/>

Studocu. (n.d.). 1075098 Ensayo de impacto - LABORATORIO DE CIENCIA E INGENIERÍA DE LOS MATERIALES (INI383L) Sección: - Studocu. <https://www.studocu.com/latam/document/instituto-tecnologico-de-santo-domingo/ciencia-e-ingenieria-de-los-materiales/1075098-ensayo-de-impacto/23630870>

Izod impact. (n.d.) INSTRON. <https://www.instron.com/es-es/resources/glossary/izod-impact>

¿Cómo se valida y verifica el resultado de una prueba de Izod? (2024, February 5). [www.linkedin.com. https://es.linkedin.com/advice/0/how-do-you-validate-verify-izod-test-result?lang=es](https://es.linkedin.com/advice/0/how-do-you-validate-verify-izod-test-result?lang=es)

Master Supply. (2023, February 12). METROTEC PIT-25 Modulo de Impacto "CHARPY-IZOD - Master Supply. <https://mastersupply.com.mx/productos/equipo-de-prueba/pendulo-de-impacto/metrotec-pit-25-modulo-de-impacto-charpy-izod/>