

# Manual de Ensayos a Carga Uniaxial y Flexión

## 1. Introducción

Los equipos de ensayos axiales son máquinas universales con conjuntos de elementos diseñados para aplicar cargas de tracción y compresión a las probetas, con el propósito de investigar y analizar el comportamiento y la resistencia del material. Independientemente del método utilizado para aplicar la fuerza, las máquinas de ensayos están diseñadas para controlar y conducir un cabezal o pistón a una velocidad controlada por la máquina universal y constante. Por tanto, estas máquinas deben ser capaces de ajustar y modificar la velocidad de aplicación de la carga de manera precisa, al mismo tiempo que tienen la capacidad de medir con exactitud tanto las fuerzas como las deformaciones aplicadas a la probeta [4].

Para la zona de tracción, debe contener dos mordazas, la probeta y un espacio para alargamiento; para la zona de compresión, debe contener dos placas de apoyo, la probeta y un espacio mínimo para la deformación de la probeta. La máquina es la misma para las pruebas de compresión y tracción, pero el menú se adecuará a la prueba, por tal motivo abra unas diferencias en los laboratorios y también en el uso de las normas, como resultado se separa el ensayo de tracción con el ensayo de compresión.

## 2. Ensayo de tracción

### 2.1. Introducción

Es la prueba más fundamental de que se puede realizar en el material, estas pruebas son completamente estandarizadas con la norma ASTM E8 y ASTM E8M. Este ensayo es una prueba axial simple que consiste en fijar en mordazas conectadas a la máquina universal en la cual va a tirar lentamente una muestra de material en trac-

ción hasta que se rompe, con el fin de determinar una o más propiedades mecánicas. La principal intención de este ensayo es obtener el diagrama fuerza vs alargamiento de tracción de una probeta de acero estructural en la cual su longitud inicial de esta es de 5 veces su diámetro como lo especifica la norma [2] [3].

Los valores que se presentan en la fuerza aplicada y su respectivo alargamiento, son obtenidos gracias a laboratorios reales; la interfaz que se tiene el laboratorio de tracción lo puede ver en la Figura 14.



Figura 1: Interfaz del laboratorio de tracción

### 2.2. Objetivos de aprendizaje

- Desarrollar un criterio de compresión de las curvas de fuerza y alargamiento de los materiales.
- Realizar la gráfica de esfuerzo vs deformación unitaria.
- Aprender a calcular el modulo de elasticidad e identificar el limite elástico.

### 2.3. Procedimiento

La interfaz del laboratorio es muy interactivo, en la cual el estudiante tendrá que escoger el tipo de acero estructural que se quiere ensayar

en máquina universal, de las cuales están presentes: Acero A36, Aluminio 6061, Acero A37, Acero A370 y Acero A572. Seguidamente, se debe escoger el número de la barra que ya están predeterminados, los números de barras predeterminados son: #3, #5 y #8; al momento de seleccionar el número de barra, automáticamente se colocara la longitud inicial de la barra, este valor se calcula con el criterio de la Norma ASTM E8 y/o ASTM E8M. Durante el ensayo, se podrá visualizar el esfuerzo axial aplicado a la probeta hasta su ruptura.

## 2.4. Menú

El menú consta de un panel gráfico, dos secciones desplegables en la cual están las diversas probetas y el número de barra, tres botones de acción, un panel en la cual muestra los resultados que tiene la máquina universal ante la carga aplicada a la probeta y una sección en la cual muestra unas vistas predeterminadas; cada sección cuentan con ayudas representadas con el icono de interrogación (?), en la cual brindara información del campo que representa. Ver en la Figura 15 .




Figura 2: Menú

### 2.4.1. Panel gráfico

Este panel muestra la carga axial aplicada por la máquina universal contra el alargamiento que tiene la probeta cuando se está ensayando. Ver en la Figura 16 .

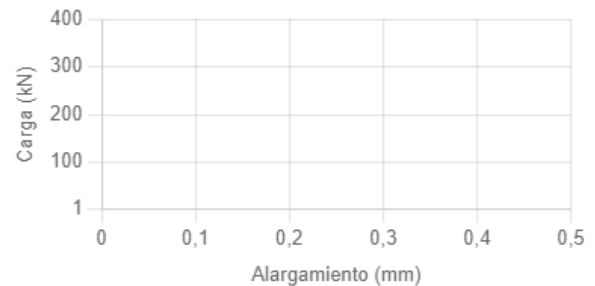


Figura 3: Panel gráfico

### 2.4.2. Sección de selección de valores iniciales

En esta sección podrán ingresar el tipo de probeta y valores iniciales que tendrá la probeta, antes de iniciar la prueba. Ver en la Figura 17 .

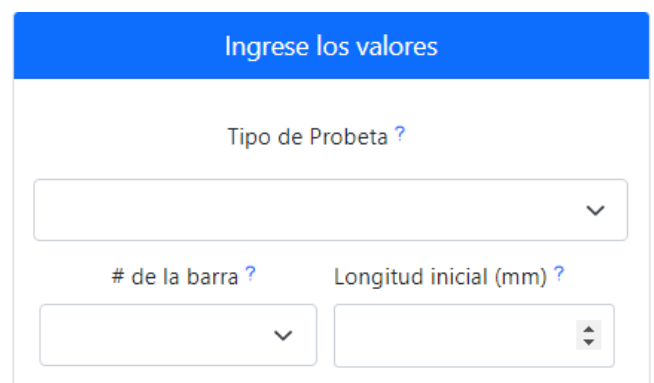


Figura 4: Panel de valores iniciales

### Tipo de probeta:

En este menú desplegable cuenta con los materiales estructurales que se ofrece en el laboratorio virtual, en las cuales están: Acero A36, Aluminio 6061, Acero A37, Acero A370 y Acero A572. Ver en la Figura 18 .

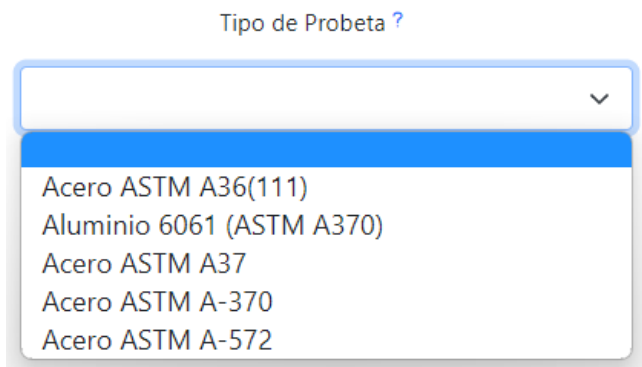


Figura 5: Material de la probeta

#### Número de barra:

En este menú desplegable cuenta con el número (#) de barra de la probeta de cada material, los números de barras predeterminados son: #3, #5 y #8. Ver en la Figura 6 .

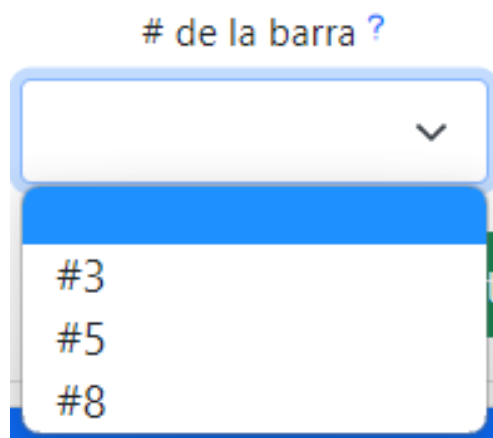


Figura 6: Numero de la barra

#### Longitud inicial:

En este campo va la longitud inicial que tendrá la probeta, que al momento de seleccionar el número de barra, automáticamente se colocará la longitud inicial de la barra, este valor se calcula con el criterio de la Norma ASTM E8 y/o ASTM E8M. Ver en la Figura 19 .

#### Longitud inicial (mm) ?

Figura 7: Longitud de la probeta

#### 2.4.3. Botones del menú

Existen tres botones principales de acción en la sección de menú, los cuales son: Iniciar, Datos y Reiniciar. Ver en la Figura 20 .



Figura 8: Botones principales

#### Botón Iniciar:

Al momento de darle “Click”, activará todo el laboratorio virtual, activando la máquina universal tridimensional (3D) y una vista auxiliar bidimensional (2D).

#### Botón Datos:

Al momento de darle “Click”, descargará los datos suministrados por la máquina universal, se recomienda darle “Click” una vez termine el ensayo para obtener todos los datos del ensayo, de no ser así solamente se descargará los datos registrados por la máquina universal en ese momento; los datos del ensayo (carga y alargamiento) están en un formato Excel (.xlsx), para tratarlos en su computador personal.

#### Botón Reiniciar:

Al momento de darle “Click”, reinicia todo el laboratorio, dando así un nuevo ensayo a tracción.

#### 2.4.4. Sección resultados

Muestra los resultados proporcionados por la máquina universal. Ver en la Figura 21 .

**Resultados**

Alargamiento (mm) ?

Carga (kN) ?

Figura 9: Sección de resultados

### Alargamiento y carga:

En estos dos campos se muestra los valores actuantes en la probeta, en la cual el alargamiento representa la deformación en milímetros que tiene la probeta ante la carga axial aplicada por la máquina universal, mostrada en el campo de carga con dimensión en kilonewtons.

#### 2.4.5. Vistas predeterminadas

Estas vistas permiten al usuario cambiar de entre vistas predeterminadas. Ver en la Figura 22

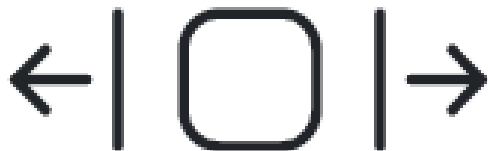


Figura 10: Vistas

#### 2.4.6. Botones auxiliares

Existen cuatro botones auxiliares de acción en la parte superior del laboratorio, los cuales son: Manual Tracción, Compresión, Flexión y Torsión; en la cual el botón “Manual Tracción” se obtendrá el manual del laboratorio de tracción; los botones “Compresión”, “Flexión” y “Torsión”, es un acceso directo hacia los otros laboratorios ofertados. Ver en la Figura 23 .



Figura 11: Botones auxiliares

## 2.5. Resultados

Una vez finalizado el ensayo, el estudiante contará con datos de la prueba (Carga vs alargamiento) (Ver en la Figura 24), junto con la gráfica de carga vs alargamiento mostrada en panel gráfico (Ver en la Figura 25). Con esta información el estudiante deberá construir el diagrama esfuerzo vs deformación y además las propiedades del material.

Alargamiento (mm)	Carga (kN)
0	0,06629656
0,00076	5,15326935
0,001254	5,14938857
0,001786	5,16126768
0,002318	5,16727963
0,002812	5,161566
0,003344	7,62862537
0,003876	7,62370591
0,00437	7,61737395
0,004902	7,60671013
0,005434	8,31844771
0,005966	8,31844771

Figura 12: Ejemplo Datos exportados

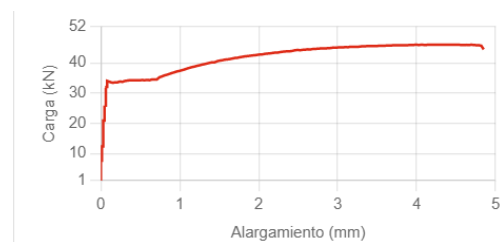


Figura 13: Gráfica Carga vs Alargamiento

### 3. Ensayo de compresión

#### 3.1. Introducción

Es la prueba en la cual se le aplica cargas que empujan hacia dentro a la probeta de acero, esto con el fin de comprimir la probeta, esta muestra se debe colocar entre dos placas de metal muy duro en la cual distribuirá la carga aplicada a toda el área de la superficie de la probeta; estas pruebas están completamente estandarizadas por la norma ASTM D143 [1], con el fin de determinar una o más propiedades mecánicas.

Los valores que se presentan en la fuerza aplicada y su respectivo encogimiento, son obtenidos gracias a laboratorios reales; la interfaz que se tiene el laboratorio de compresión lo puede ver en la Figura 14.



Figura 14: Interfaz del laboratorio de compresión

#### 3.2. Objetivos de aprendizaje

- Desarrollar un criterio de compresión de las curvas de fuerza y encogimiento de los materiales.
- Realizar la gráfica de esfuerzo vs deformación unitaria.
- Aprender a calcular el módulo de elasticidad e identificar el límite elástico.

#### 3.3. Procedimiento

La interfaz del laboratorio es muy interactivo, en la cual el estudiante tendrá que escoger

el tipo de madera que se quiere ensayar en la máquina universal, de las cuales están presentes: Madera de pino en fibras paralelas y Madera de pino en fibras perpendiculares; al momento de seleccionar el tipo de madera, automáticamente se colocará la longitud inicial, y sus dimensiones restantes, estos valores son calculados con el criterio de la Norma ASTM D143 [1]. Durante el ensayo, se podrá visualizar el esfuerzo axial aplicado a la probeta hasta su ruptura.

#### 3.4. Menú

El menú consta de un panel gráfico, dos secciones desplegables en la cual están las probetas, tres botones de acción, un panel en la cual muestra los resultados que tiene la máquina universal ante la carga aplicada a la probeta y una sección en la cual muestra unas vistas predeterminadas; cada sección cuentan con ayudas representadas con el icono de interrogación (?), en la cual brindara información del campo que representa. Ver en la Figura 15 .

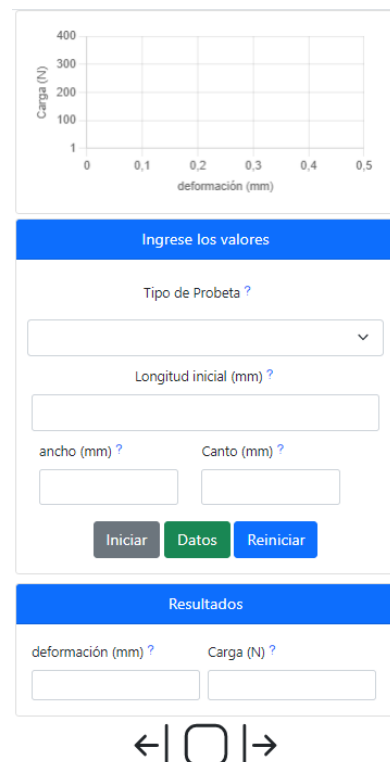


Figura 15: Menú

### 3.4.1. Panel gráfico

Este panel muestra la carga axial aplicada por la máquina universal contra el encogimiento que tiene la probeta cuando se está ensayando. Ver en la Figura 16 .



Figura 16: Panel gráfico

### 3.4.2. Sección de selección de valores iniciales

En esta sección podrán ingresar el tipo de probeta y valores iniciales que tendrá la probeta, antes de iniciar la prueba. Ver en la Figura 17 .

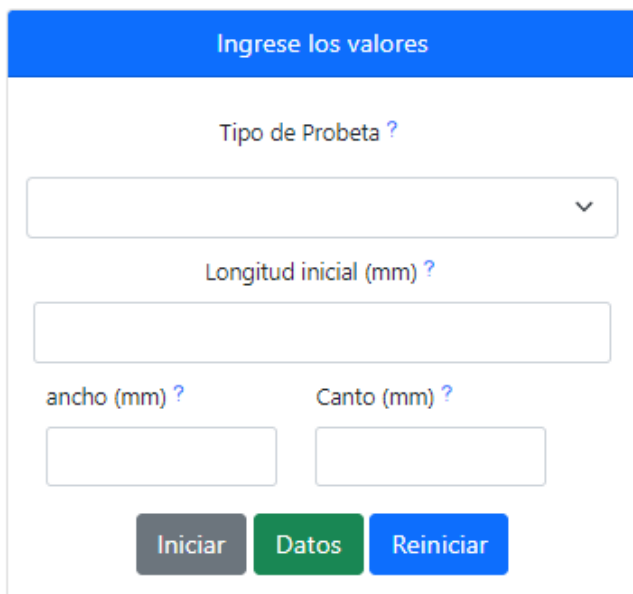


Figura 17: Panel de valores iniciales

**Tipo de probeta:**

En este menú desplegable cuenta con los materiales estructurales que se ofrece en el laboratorio virtual, en las cuales están: Madera de pino con fibras en perpendiculares y Madera de pino con fibras en paralelo. Ver en la Figura 18 .

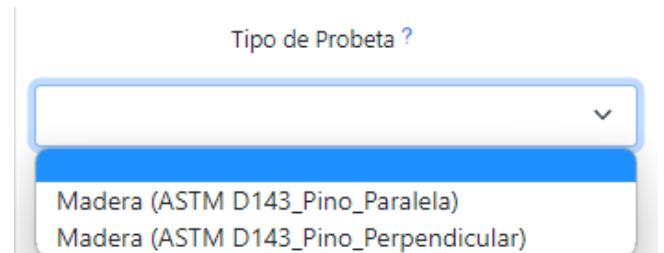


Figura 18: Material de la probeta

### Valores iniciales:

En este campo va la longitud inicial, el ancho y el canto que tendrá la probeta, al momento de seleccionar la probeta, automáticamente se colocara los valores correspondientes, estos valores se calcula con el criterio de la Norma ASTM D143 [1]. Ver en la Figura 19.

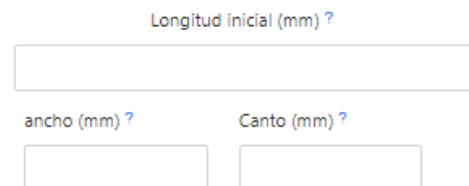


Figura 19: Valores iniciales de la probeta

### 3.4.3. Botones del menú

Existen tres botones principales de acción en la sección de menú, los cuales son: Iniciar, Datos y Reiniciar. Ver en la Figura 20 .



Figura 20: Botones principales

**Botón Iniciar:**

Al momento de darle “Click”, activará todo el laboratorio virtual, activando la máquina universal tridimensional (3D) y una vista auxiliar bidimensional (2D).

#### Botón Datos:

Al momento de darle “Click”, descargará los datos suministrados por la máquina universal, se recomienda darle “Click” una vez termine el ensayo para obtener todos los datos del ensayo, de no ser así solamente se descargará los datos registrados por la máquina universal en ese momento; los datos del ensayo (carga y alargamiento) están en un formato Excel (.xlsx), para tratarlos en su computador personal.

#### Botón Reiniciar:

Al momento de darle “Click”, reinicia todo el laboratorio, dando así un nuevo ensayo a compresión.

### 3.4.4. Sección resultados

Muestra los resultados proporcionados por la máquina universal. Ver en la Figura 21.

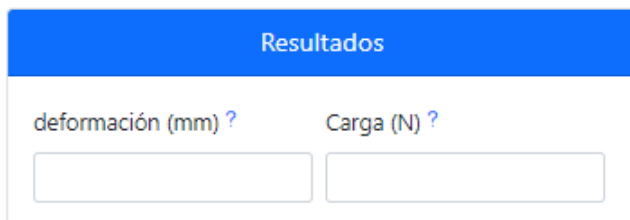


Figura 21: Sección de resultados

#### Deformación y carga:

En estos dos campos se muestra los valores actuantes en la probeta, en la cual la deformación se representa en milímetros que tiene la probeta, ante la carga axial aplicada por la máquina universal, mostrada en el campo de carga con dimensión en kilonewtons.

### 3.4.5. Vistas predeterminadas

Estas vistas permiten al usuario cambiar de entre vistas predeterminadas. Ver en la Figura 22



Figura 22: Vistas

### 3.4.6. Botones auxiliares

Existen cuatro botones auxiliares de acción en la parte superior del laboratorio, los cuales son: Manual Compresión, Tracción, Flexión y Torsión; en la cual el botón “Manual Compresión” se obtendrá el manual del laboratorio de Compresión; los botones “Tracción”, “Flexión” y “Torsión”, es un acceso directo hacia los otros laboratorios ofertados. Ver en la Figura 23 .



Figura 23: Botones auxiliares

## 3.5. Resultados

Una vez finalizado el ensayo, el estudiante contará con datos de la prueba (Carga vs Deformación) (Ver en la Figura 24), junto con la gráfica de carga vs Deformación mostrada en panel gráfico (Ver en la Figura 25). Con esta información el estudiante deberá construir el diagrama esfuerzo vs deformación y además las propiedades del material.



Deformacion (mm)	Carga (kN)
0	0
0,338325	2756,54641
0,575835	4217,57762
0,813345	6052,19204
1,05105	7647,08554
1,28856	9292,41308
1,52607	11020,5143
1,76358	12917,0041
2,00109	14917,9205
2,2386	16414,184
2,476305	18362,196
2,713815	20205,6186
2,951325	21777,4878
3,188835	23349,3569

Figura 24: Ejemplo Datos exportados

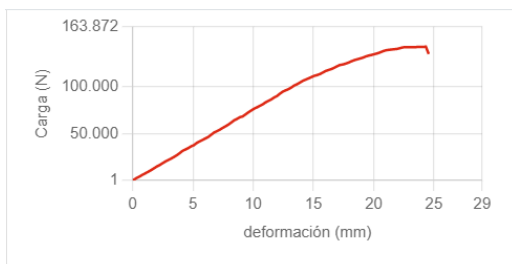


Figura 25: Gráfica Carga vs Alargamiento

## 4. Ensayo de Flexión

### 4.1. Introducción

Debido a la gran variedad de especies que existe en este material, se hace una necesidad de clasificar estas especies mediante la evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de unas muestras del material; estas pruebas son completamente estandarizadas con la norma ASTM D143 [1]. Este ensayo es una prueba que consiste en aplicar una carga lateral con la máquina universal a una probeta, hasta que se rompa, con el fin de determinar una o más propiedades mecánicas.

Los valores que se presentan en la fuerza aplicada y su respectiva deflexión, son obteni-

dos gracias a laboratorios reales; la interfaz que se tiene el laboratorio de compresión lo puede ver en la Figura 26.



Figura 26: Interfaz del laboratorio de flexión

### 4.2. Objetivos de aprendizaje

- Desarrollar un criterio del concepto a flexión de las probetas en madera y entender las curvas de fuerza y deflexión del material.
- Realizar la gráfica de esfuerzo vs Deflexión unitaria.
- Aprender a calcular el módulo de elasticidad e identificar el límite elástico y otras propiedades.

### 4.3. Procedimiento

La interfaz del laboratorio es muy interactivo, en la cual el estudiante tendrá que tomar el tipo de madera que se va a ensayar en la máquina universal, de las cuales está presente la madera; al momento de seleccionar el tipo de madera, automáticamente se colocara la longitud inicial, y sus dimensiones restantes, estos valores son calculados con el criterio de la Norma ASTM D143 [1]. Durante el ensayo, se podrá visualizar el esfuerzo lateral aplicado a la probeta hasta su ruptura.

### 4.4. Menú

El menú consta de un panel gráfico, una sección desplegable en la cual está la probeta, tres



botones de acción, un panel en la cual muestra los resultados que tiene la máquina universal ante la carga lateral aplicada a la probeta y una sección en la cual muestra unas vistas predeterminadas; cada sección cuentan con ayudas representadas con el icono de interrogación (?), en la cual brindara información del campo que representa. Ver en la Figura 27

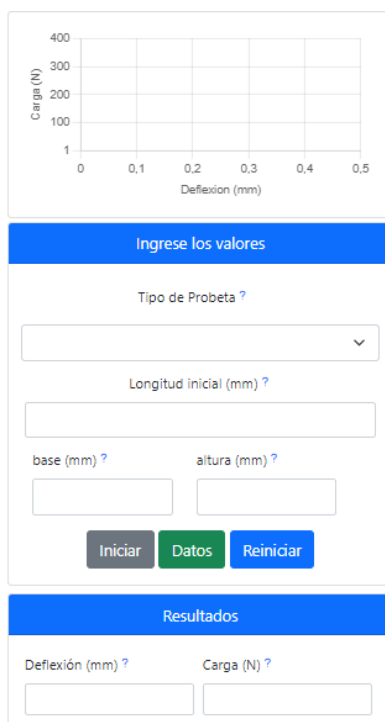



Figura 27: Menú

#### 4.4.1. Panel gráfico

Este panel muestra la carga lateral aplicada por la máquina universal contra la deflexión que tiene la probeta cuando se está ensayando. Ver en la Figura 28.

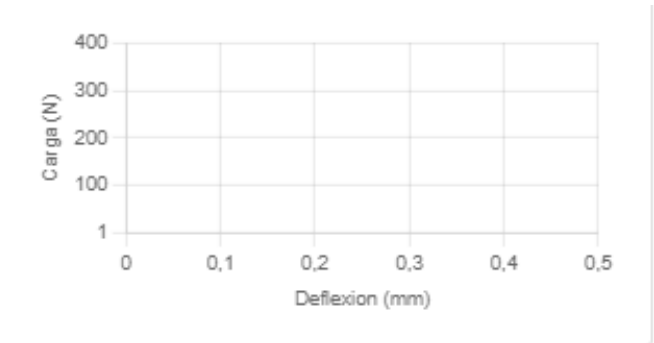


Figura 28: Panel gráfico

#### 4.4.2. Sección de selección de valores iniciales

En esta sección podrán ingresar el tipo de probeta y valores iniciales que tendrá la probeta, antes de iniciar la prueba. Ver en la Figura 29.

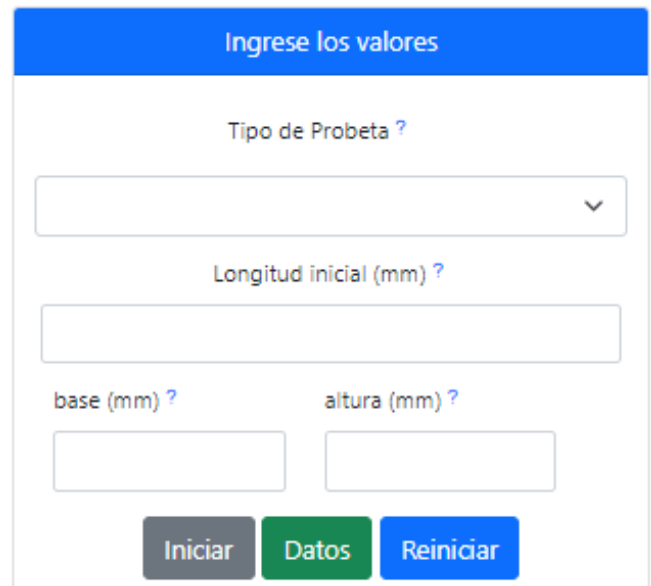


Figura 29: Panel de valores iniciales

#### Tipo de probeta:

En este menú desplegable cuenta con el material estructural que se ofrece en el laboratorio virtual, en las cual está Madera. Ver en la Figura 30.

Tipo de Probeta ?

Madera (ASTM D143)

Figura 30: Material de la probeta

#### Valores iniciales:

En este campo va la longitud inicial, el ancho y el canto que tendrá la probeta, al momento de seleccionar la probeta, automáticamente se colocara los valores correspondientes, estos valores se calcula con el criterio de la Norma ASTM D143 [1]. Ver en la Figura 31.

Longitud inicial (mm) ?

base (mm) ? altura (mm) ?

Figura 31: Valores iniciales de la probeta

#### 4.4.3. Botones del menú

Existen tres botones principales de acción en la sección de menú, los cuales son: Iniciar, Datos y Reiniciar. Ver en la Figura 32.

Iniciar
Datos
Reiniciar

Figura 32: Botones principales

#### Botón Iniciar:

Al momento de darle “Click”, activará todo el laboratorio virtual, activando la máquina universal tridimensional (3D) y una vista auxiliar bidimensional (2D).

#### Botón Datos:

Al momento de darle “Click”, descargará los datos suministrados por la máquina universal, se

recomienda darle “Click” una vez termine el ensayo para obtener todos los datos del ensayo, de no ser así solamente se descargará los datos registrados por la máquina universal en ese momento; los datos del ensayo (carga y deflexión) están en un formato Excel (.xlsx), para tratarlos en su computador personal.

#### Botón Reiniciar:

Al momento de darle “Click”, reinicia todo el laboratorio, dando así un nuevo ensayo a flexión.

#### 4.4.4. Sección resultados

Muestra los resultados proporcionados por la máquina universal. Ver en la Figura 33.

Resultados

Deflexión (mm) ?
Carga (N) ?

Figura 33: Sección de resultados

#### Deformación y carga:

En estos dos campos se muestra los valores actuantes en la probeta, en la cual la deflexión se representa en milímetros, siendo la deformación que tiene la probeta, ante la carga lateral aplicada por la máquina universal, mostrada en el campo de carga con dimensión en Newtons.

#### 4.4.5. Vistas predeterminadas

Estas vistas permiten al usuario cambiar de entre vistas predeterminadas. Ver en la Figura 34



Figura 34: Vistas

#### 4.4.6. Botones auxiliares

Existen cuatro botones auxiliares de acción en la parte superior del laboratorio, los cuales son: Manual Flexión, Tracción, Compresión y Torsión; en la cual el botón “Manual Flexión” se obtendrá el manual del laboratorio de flexión; los botones “Tracción”, “Compresión” y “Torsión”, es un acceso directo hacia los otros laboratorios ofertados. Ver en la Figura 35.



Figura 35: Botones auxiliares

#### 4.5. Resultados

Una vez finalizado el ensayo, el estudiante contará con datos de la prueba (Carga vs Deflexión) (Ver en la Figura 36), junto con la gráfica de Carga vs Deflexión mostrada en panel gráfico (Ver en la Figura 37). Con esta información el estudiante deberá construir el diagrama esfuerzo vs deformación y además las propiedades del material.

Deflexion (mm)	Carga (N)
0	0
0.144118	31.3532174
0.288235	62.7062173
0.432353	94.0594348
0.576471	123.900248
0.720588	152.402975
0.864706	180.9059
1.008824	209.408825
1.152941	237.911552
1.297059	266.414177

Figura 36: Ejemplo Datos exportados

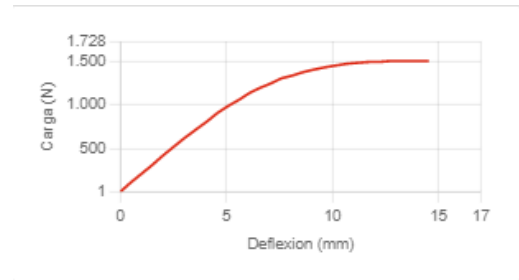


Figura 37: Gráfica Carga vs Alargamiento

#### Referencias

- [1] American Society for Testing and Materials. *Standard Test Methods for Small Clear Specimens of Timber*. Ed. por Subcommittee E28.04. 2022.
- [2] American Society for Testing and Materials. *Standard Test Methods for Tension Testing of Metallic Materials*. Ed. por Subcommittee E28.04. 2003.
- [3] American Society for Testing and Materials. *Standard Test Methods for Tension Testing of Metallic Materials Modified*. Ed. por Subcommittee E28.04. 2013.
- [4] *Máquina universal de ensayos*. URL: <https://www.euromotor.org/mod/resource/view.php?id=22426>.