



TRACCIÓN DE MATERIALES METÁLICOS

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL:

- Determinar las principales propiedades mecánicas del acero, a partir del ensayo de tracción uniaxial realizado en la maquina universal de ensayos (MTS).

OBJETIVOS ESPECIFICOS:

- Realizar el ensayo de tracción uniaxial de acero, siguiendo el procedimiento establecido en la norma NTC 2.
- Obtener y analizar las propiedades mecánicas del acero, tales como el límite de fluencia, la resistencia última a la tracción, el porcentaje de elongación y el comportamiento esfuerzo-deformación, a partir de los resultados experimentales.

INTRODUCCIÓN

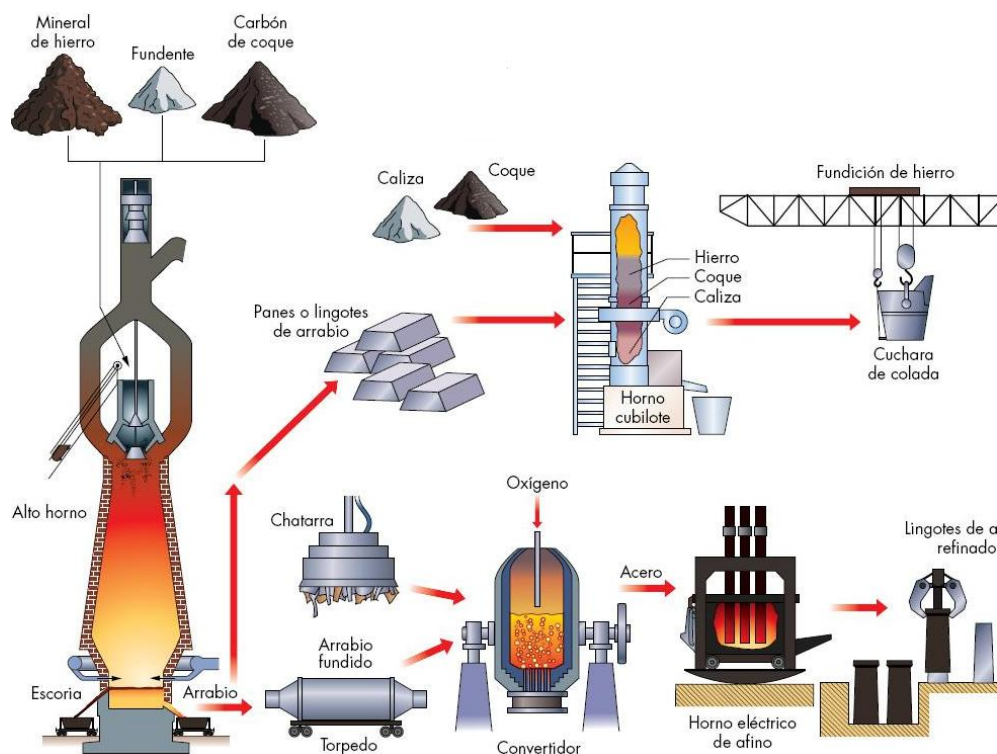
El acero es uno de los materiales más utilizados en todo el mundo, muy importante para la ingeniería civil, es un tipo de aleación de hierro y de carbono, que en función del proceso al que se le someta puede tener una dureza, resistencia, elasticidad o ductilidad diferente. Es un material utilizado principalmente en la industria de la construcción por sus propiedades mecánicas entre ellas la resistencia, la maleabilidad, la dureza, la tenacidad, la plasticidad, entre otras (Solutions & Ad_Ulmapp, 2024).

El hierro es el principal componente del acero y es uno de los elementos más abundantes en la corteza terrestre, que se mezcla con el carbono para formar el acero. El proceso de fabricación parte de dos rutas principales de producción: la siderúrgica integrada, a partir de mineral de hierro reducido en alto horno, o la ruta de reciclaje mediante horno de arco eléctrico, en el cual la chatarra se funde con el paso de una corriente eléctrica introducida mediante electrodos de grafito (Hernández, 2022).

Cuando se habla es una siderúrgica integrada, se refiere a una planta que emplea un Alto Horno que es un horno vertical gigante donde se funde el mineral de hierro usando carbón de coque a altas temperaturas, además se le quita el oxígeno al mineral para obtener lo que se conoce como el arrabio. Luego se emplea un horno de oxígeno que es un horno en forma de pera donde se vierte el hierro líquido que, del alto horno, aquí se inyecta oxígeno puro a alta velocidad para quemar el exceso de carbono y eliminar otras impurezas, transformando el hierro en acero. (Chakraborty, 2013).

Por otra parte, la fabricación de acero en horno eléctrico es un proceso donde se utiliza la chatarra de acero como materia prima principal y a diferencia del alto horno la fuente de calor es la electricidad. Algunos ejemplos de este tipo de hornos son el de arco eléctrico (EAF) o el de inducción (IF) que son utilizados en la producción de diversos tipos de acero como el acero inoxidable, acero de alta aleación, entre otros. Este proceso tiene como característica principal la reducción en la contaminación ambiental, promoviendo la reutilización de recursos metálicos, además son equipos sencillos con una fuerte capacidad para fundir grados de acero de alta calidad, con una alta eficiencia técnica y amplias capacidades de refinación como la desoxidación, desulfuración, desgasificación y aleación del acero (Chen, 2025).

Figura 1. Proceso de producción del acero.



Nota. Proceso obtención de acero y fundiciones. Tomado de Pelandintecno-Tecnología ESO [Infografía], 2013.

El ensayo de tracción de acero es un método de ensayo mecánico que consiste en aplicar un esfuerzo axial a una probeta hasta el punto de su rotura, y es utilizado para determinar la resistencia del material. Este ensayo es vital para realizar el control de calidad dentro de la industria de la construcción, donde se utilizan grandes cantidades de acero, ya sea como refuerzo en elementos de concreto o como perfiles estructurales. A través de este ensayo es posible obtener parámetros mecánicos fundamentales del material, tales como el esfuerzo de fluencia, la resistencia última a la tracción, el módulo de elasticidad y el porcentaje de

elongación, propiedades que permiten verificar si el acero cumple con los requisitos mínimos establecidos en las normas técnicas correspondientes (NTC 2289 para acero de refuerzo, o las normas aplicables según el tipo de producto) y, en consecuencia, si es apto para ser utilizado en elementos estructurales que garanticen la seguridad de las construcciones (Mishra, 2024).

MATERIALES Y EQUIPOS

- (a) Máquina universal de ensayos (MTS)
- (b) Calibrador o pie de rey
- (c) Flexómetro
- (d) Mordazas

Figura 2. Materiales y equipos.



Nota. Registro fotográfico materiales y equipos de laboratorio.

Fuente. Rivera (2026).

PROCEDIMIENTO

Nota: Se debe tener en cuenta que este ensayo debe ser realizado y supervisado por el técnico encargado en el laboratorio para manejar este tipo de máquinas, utilizando los equipos de protección adecuados.

- Primero se deben tomar las medidas iniciales del espécimen de ensayo, normalmente se ensayan varillas corrugadas no maquinadas. Las medidas que se deben registrar son la longitud total inicial de la barrilla junto a 3 diámetros en diferentes puntos para determinar el diámetro inicial.



Nota: La longitud inicial de la varilla debe ser de mínimo 40 cm, ya que durante el ensayo las mordazas retienen aproximadamente 9,5 cm cada una, por lo que queda una luz aproximada de 21 cm, esto es importante ya que por normativa la luz libre mínima debe ser de 20 cm.

- Luego se procede a colocar las mordazas en el equipo con ayuda del técnico, y a colocar la varilla que es sujeta por uno de sus extremos, luego se ajusta el equipo para que se encargue de sujetar adecuadamente el espécimen de ensayo.
- Con la varilla en la máquina, se deben tomar la medida de la luz libre que queda entre las mordazas y marcar dos o más puntos de referencia en los extremos de esta longitud. Ya que la falla del espécimen debe ocurrir dentro de esta luz, de lo contrario no se considera válido el ensayo.
- Se deben ajustar los parámetros del ensayo en el computador del equipo, tales como la velocidad del ensayo y el registro de datos. La velocidad del ensayo depende de varios factores, en este caso se busca analizar el comportamiento elástico del acero y el punto de fluencia la velocidad, por tanto, se puede utilizar una velocidad conveniente que permita la fluencia del material. Este valor es definido por el técnico de laboratorio (normalmente es velocidad de cruceta mm/s) antes de la realización del ensayo, así como la cantidad de datos por segundo que va a ir registrado el equipo.

Nota: La velocidad del ensayo puede estar definida en función de la deformación (mm/mm/min), el esfuerzo (Mpa/s), velocidad de cruceta (mm/s) que se refiere al desplazamiento de la cabeza móvil del equipo, o del tiempo transcurrido. Rangos en los que están estas velocidades por ejemplo para esfuerzo son 1,15-11,5 Mpa/s o para deformación $0,015 \pm 0,006$ mm/mm/min, todo depende el tipo de ensayo a realizar.

- Con los parámetros iniciales definidos, se da inicio al ensayo a través del computador del equipo, donde se van registrando los datos de esfuerzo vs deformación, al mismo tiempo que se puede observar en un gráfico el comportamiento del material en tiempo real hasta que ocurre la falla.
- Luego de que ocurre la falla del material se retira el espécimen del equipo y se lleva a la mesa de trabajo para tomar las medidas finales. Se unen las partes de la varilla, y se mide la longitud final desde los puntos de referencia que se tomaron antes del ensayo, además, con ayuda del calibrador se deben medir el diámetro final en la zona de estricción, es decir donde se da la falla del espécimen.



ANÁLISIS DE RESULTADOS

De acuerdo con los datos registrados en el laboratorio y obtenidos por la máquina universal de ensayos determinar lo siguiente:

Calcular el porcentaje de alargamiento (%A) y el porcentaje de reducción del área (% Red).

$$\%A = \frac{L_f - L_o}{L_o} \quad [1]$$

$$\%Red = \frac{A_f - A_o}{A_o} \quad [2]$$

Procesar la tabla de datos entregada por el equipo y calcular esfuerzo ingenieril (σ_e), deformación ingenieril (ε_e), esfuerzo verdadero (σ_T), deformación verdadera (ε_T).

$$\sigma_e = \frac{P}{A_o} \quad [3] \quad \varepsilon_e = \frac{\delta}{L_o} \quad [4]$$

$$\sigma_T = \sigma_e(1 + \varepsilon_e) \quad [5] \quad \varepsilon_T = Ln(1 + \varepsilon_e) \quad [6]$$

Graficar la curva esfuerzo vs deformación del acero y comparar gráficamente la curva ingenieril con la curva verdadera, además de identificar las diferentes zonas dentro la curva.

Determinar gráficamente el módulo de elasticidad del acero a partir de la curva.

Hallar el esfuerzo de fluencia del acero utilizando el método del corrimiento al 0,2 %.

Determinar el esfuerzo último del acero dentro de la gráfica.

A partir de los resultados obtenidos, responder las siguientes preguntas:

- ¿Cuál fue el valor del esfuerzo de fluencia obtenido mediante el método del corrimiento al 0,2 %?
- ¿Cuál fue el valor del esfuerzo último (σ_u) determinado a partir de la curva?
- ¿Cuál fue el valor del módulo de elasticidad (E) obtenido gráficamente? ¿Qué tan cercano es este valor al módulo de elasticidad teórico del acero (200 GPa)?
- ¿Qué diferencias se observan entre la curva esfuerzo-deformación ingenieril y la curva verdadera? ¿En qué tramo de la curva estas diferencias son más notorias y por qué?
- ¿Qué valores se obtuvieron de %A y %Red? Según estos resultados, ¿el acero ensayado se puede clasificar como un material dúctil o frágil?
- ¿Los resultados obtenidos (esfuerzo de fluencia, esfuerzo último, %A) cumplen con los valores mínimos especificados por la norma técnica correspondiente para este tipo de acero?



BIBLIOGRAFÍA

- Solutions, U. a. F., & Ad_Ulmapp. (2024, April 23). *El acero: características, propiedades y usos*. Ulma Forged Solutions. <https://www.ulmaforge.com/noticia/el-acero-caracteristicas-propiedades-y-usos/>
- Hernández, S. (2022, 5 de abril). *Proceso de fabricación del acero*. Protoss Metales. <https://protossmetales.com/proceso-de-fabricacion-del-acero/>
- Chakraborty, S. (2013). *Ferrous Metallurgical Process industry*. In Elsevier eBooks (pp. 1341–1374). <https://doi.org/10.1016/b978-0-08-096988-6.09982-x>
- Chen, M. (2025, June 6). *Introducción y características de la fabricación de acero en hornos eléctricos*. Shanghai Metallurgy Equipment Group. <https://www.sme-group.com/es/blog/introduccion-y-caracteristicas-de-la-fabricacion-de-acero-en-hornos-electricos>
- Mishra, R. (2024, 18 de noviembre). *What is tensile testing? Importance and applications explained*. Testronix Instruments. <https://www.testronixinstruments.com/blog/what-is-tensile-testing-importance-and-applications-explained/>
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. (2024). *Métodos de ensayo de tracción de materiales metálicos* (NTC 2). ICONTEC.



FORMATO TOMA DE DATOS

Tabla 1. Formato para registro de datos.

DATOS DEL ESPECIMÉN				
ID	Descripción	Medida		
Lt	Longitud Inicial de la varilla (cm)			
Do	Diámetro inicial (mm)			
Lo	Longitud libre inicial(cm)			
Df	Diámetro final (mm)			
Lf	Longitud libre final (cm)			

OBSERVACIONES: