

DE1

Carrera de Arquitectura
Facultad de Ingeniería
Universidad Nacional de Cuyo

DISEÑO ESTRUCTURAL I

MATERIALES ESTRUCTURALES

Eduardo Totter



UNCUYO
UNIVERSIDAD
NACIONAL DE CUYO



FACULTAD DE
INGENIERÍA

MATERIALES ESTRUCTURALES – ASPECTOS GENERALES

El correcto diseño de la estructura resistente de una edificación u obra de arquitectura en general, requiere un profundo conocimiento de los **materiales** disponibles por parte del diseñador y específicamente de aquellos materiales que han sido seleccionados para la construcción de la obra en estudio.



MATERIALES ESTRUCTURALES – ASPECTOS GENERALES

NATURALES

ARTIFICIALES



MATERIALES ESTRUCTURALES – PROPIEDADES

Relacionan al material con su comportamiento ante la acción de cargas aplicadas.



MATERIALES ESTRUCTURALES – PROPIEDADES

Elasticidad

Designa la propiedad mecánica de ciertos materiales de sufrir deformaciones reversibles bajo fuerzas exteriores y de recuperar la forma original si las fuerzas exteriores cesan.

MATERIALES ESTRUCTURALES – PROPIEDADES

Plasticidad

Propiedad que posee un material por el cual se deforma de manera permanente cuando se encuentra sometido a tensiones que superan su límite elástico.

MATERIALES ESTRUCTURALES – PROPIEDADES

Resistencia

Término que se encuentra asociado a la capacidad que posee un determinado material de no alcanzar ciertos estados previamente definidos.

Resistencia a la rotura o resistencia última

Resistencia a fluencia

Resistencia a la fatiga

Resistencia a la torsión

MATERIALES ESTRUCTURALES – PROPIEDADES

Dureza

Propiedad por la cual los materiales resisten el rayado o corte de su superficie.

MATERIALES ESTRUCTURALES – PROPIEDADES

Fragilidad

Propiedad asociada a la capacidad de un material de fracturarse con escasa deformación.

MATERIALES ESTRUCTURALES – PROPIEDADES

Ductilidad

Capacidad de un material de deformarse de manera sostenible sin colapsar bajo la acción de una carga externa.

MATERIALES ESTRUCTURALES MÁS COMUNES

Acero

Hormigón Armado

Madera



MATERIALES ESTRUCTURALES

ACERO

El acero está compuesto principalmente por hierro, al cual se incorpora además una reducida cantidad de carbono (usualmente entre 0.2 y 2.0%) y de otros elementos (tales como manganeso, cromo, vanadio, tungsteno, etc.) para conferirle propiedades especiales.

MATERIALES ESTRUCTURALES

ACERO - FABRICACIÓN

El acero se fabrica a partir del mineral de hierro en procesos sucesivos de reducción y aceración o por aceración cuando se dispone de material ya reducido (ej: chatarra de hierro). Existen distintos tipos de hornos, si bien en la actualidad se usan principalmente dos tipos: hornos de arco eléctrico y hornos básicos de oxígeno.

De estos hornos se obtiene el acero fundido a una temperatura del orden de los 1400 a 1600 °C según un proceso que se denomina “colada”.

El material fundido se extrae del horno y se procesa en forma continua (colada continua).



MATERIALES ESTRUCTURALES

ACERO - FABRICACIÓN

El producto obtenido de los hornos en forma de tochos, planchones o palanquilla (barras de sección cuadrada) es luego sometido al proceso de laminación para obtener distintos productos.



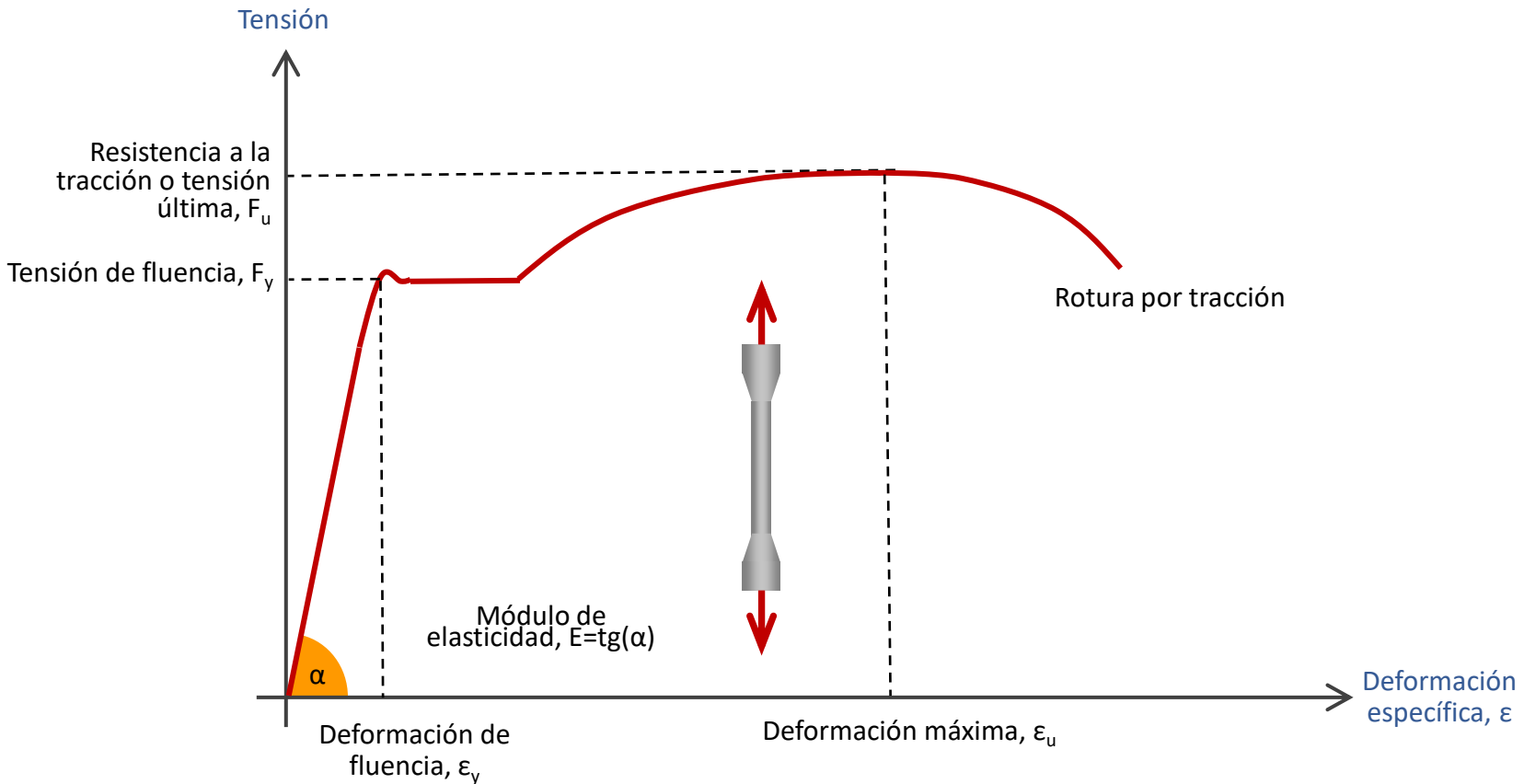
MATERIALES ESTRUCTURALES

ACERO - PROPIEDADES

Las propiedades mecánicas del acero, necesarias en diversas etapas del cálculo y diseño estructural, se relacionan con su resistencia y su deformabilidad. Estas propiedades, usualmente, se obtienen de un ensayo estático uniaxial de tracción

El ensayo consiste aplicar fuerzas de tracción a una probeta de acero (como se indica en la figura de la derecha), midiendo durante la prueba la fuerza aplicada y las deformaciones en la zona central de la probeta. Los resultados se presentan usualmente mediante una curva tensión-deformación.

MATERIALES ESTRUCTURALES



MATERIALES ESTRUCTURALES

ACERO – DIAGRAMA TENSIÓN-DEFORMACIÓN ESPECÍFICA

Rango elástico: en el cual la tensión es directamente proporcional a la deformación y además el material no presenta deformaciones permanentes si se realizan ciclos de carga y descarga.

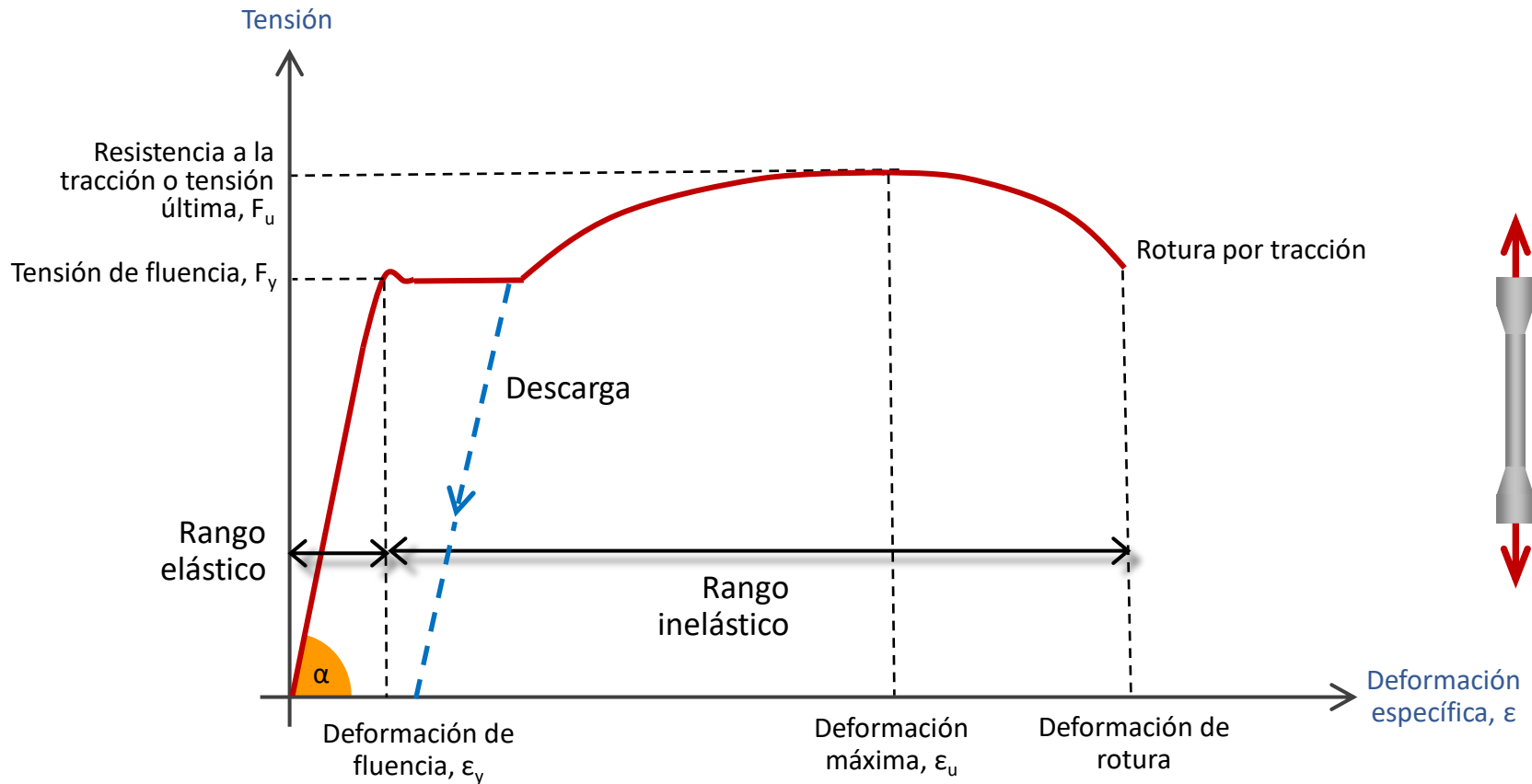
Rango inelástico: el material si presenta deformaciones permanentes si se realizan ciclos de carga y descarga.

Rango plástico: el material fluye (se deforma) a tensión constante.

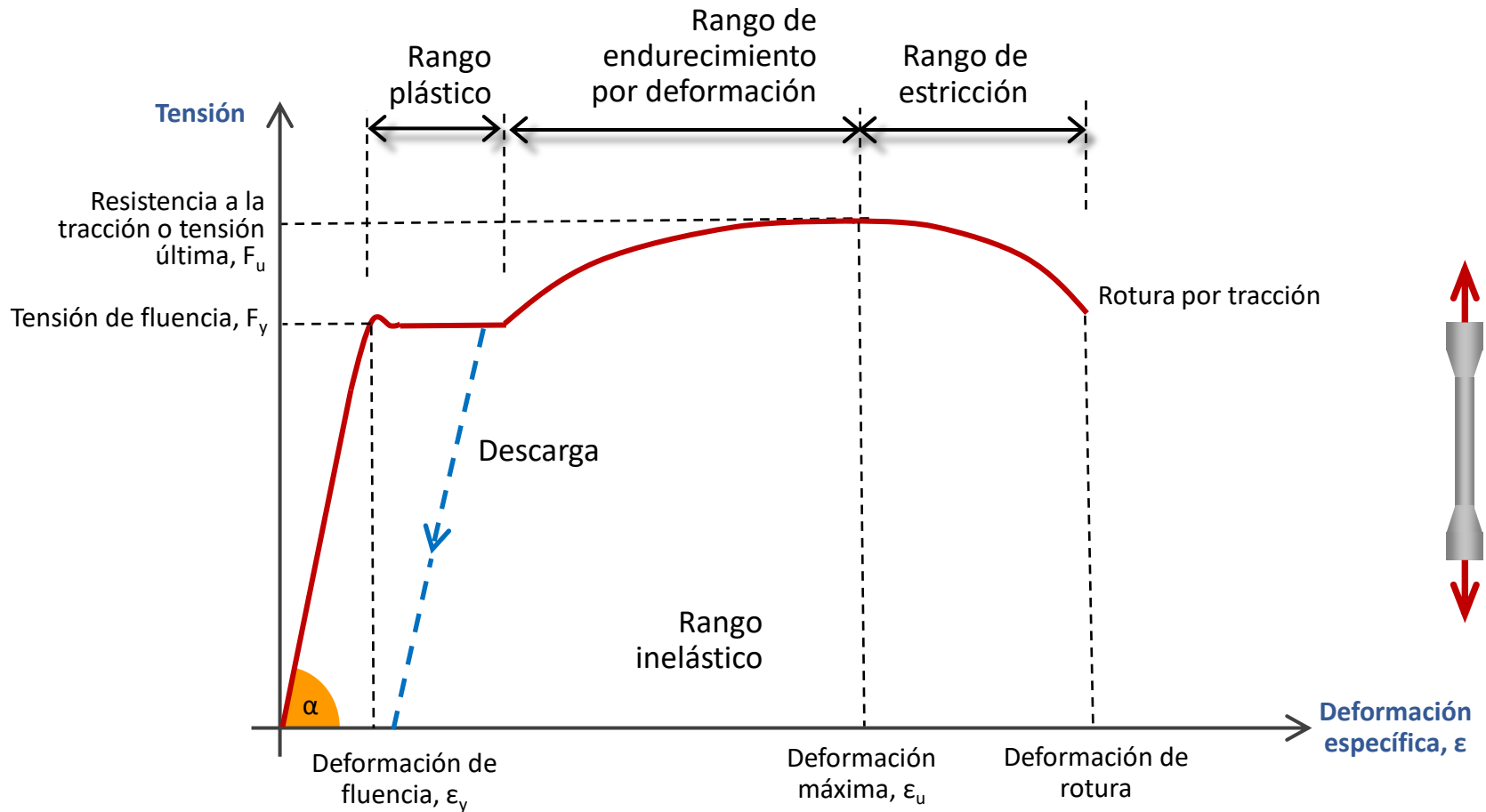
Rango de endurecimiento por deformación: el material se deforma pero muestra un aumento de la resistencia.

Rango de estricción: el material continúa elongándose, pero la sección transversal se reduce en la zona donde finalmente se producirá la rotura por tracción

MATERIALES ESTRUCTURALES



MATERIALES ESTRUCTURALES



MATERIALES ESTRUCTURALES

ACERO – DIAGRAMA TENSIÓN-DEFORMACIÓN ESPECÍFICA

Las propiedades mecánicas del acero que pueden observarse en el diagrama tensión deformación visto y que resultan de mayor interés para el cálculo y diseño estructural son las siguientes:

Módulo de elasticidad, E: es una medida de la rigidez del material. Gráficamente queda representado por la pendiente de la curva tensión-deformación en rango elástico (que en dicha zona es una recta). Los aceros estructurales tienen un módulo de elasticidad prácticamente constante, del orden de 200.000 MPa.

Resistencia a la tracción, F_u : tensión máxima que puede resistir el acero.

MATERIALES ESTRUCTURALES

ACERO – DIAGRAMA TENSIÓN-DEFORMACIÓN ESPECÍFICA

Tensión de fluencia, F_y : es la tensión para la cual el material se deforma a tensión constante (meseta en el diagrama tensión-deformación). Los aceros aleados no presentan una zona de fluencia bien definida y por lo tanto este valor se determina en forma convencional.

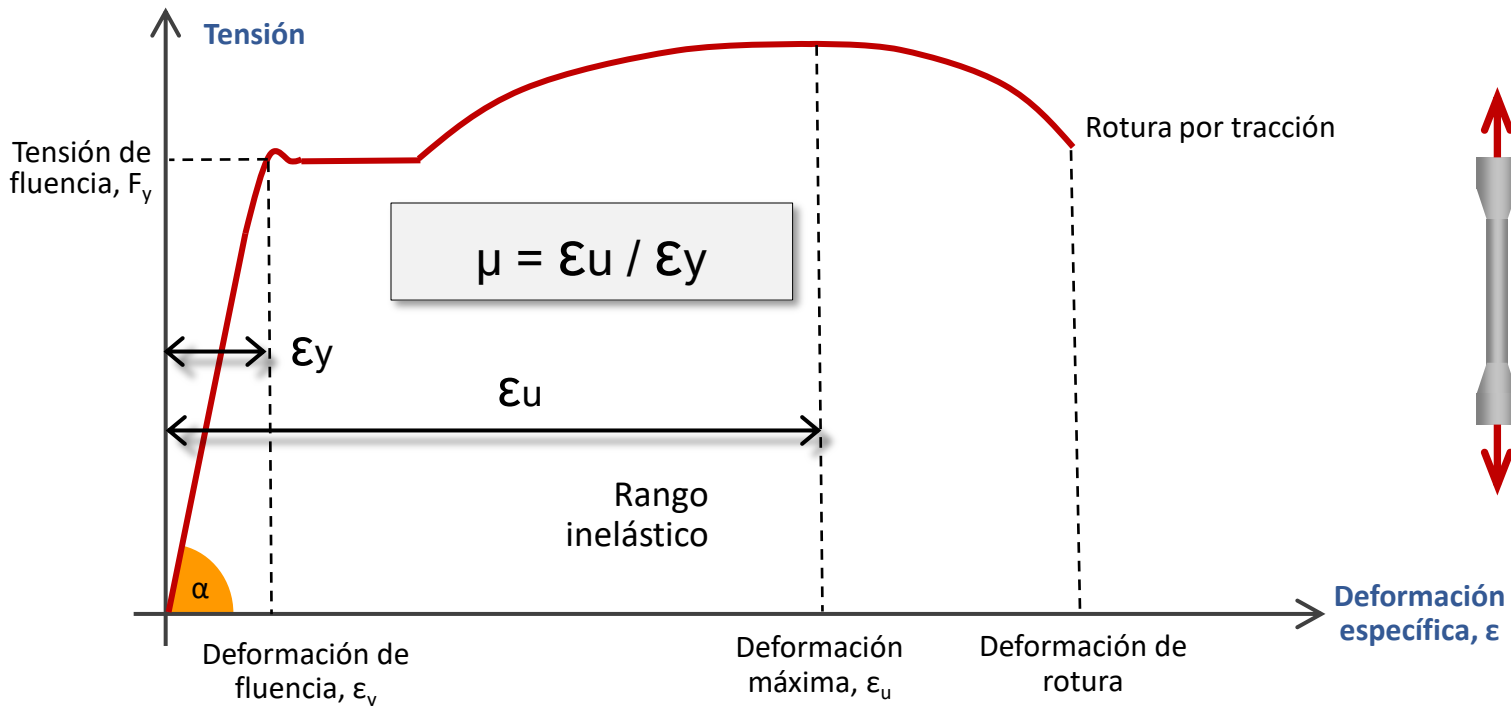
Deformación de fluencia, ϵ_y : la deformación a la cual se inicia la fluencia.

Deformación máxima, ϵ_u : la deformación correspondiente a la máxima tensión o resistencia de tracción. Es importante que desde el punto de vista estructural no se considere la rama descendente previa a la rotura. En los aceros al carbono esta deformación es del orden del 0.20 (o 20%).

MATERIALES ESTRUCTURALES

ACERO – DIAGRAMA TENSIÓN-DEFORMACIÓN ESPECÍFICA

Ductilidad: es la capacidad del material de deformarse en rango inelástico y se define como la relación entre la deformación máxima y la de fluencia : $\mu = \epsilon_u / \epsilon_y$. Esta propiedad es muy importante para **estructuras sismorresistentes de acero**, dado que en estos casos los códigos de diseño usualmente admiten que la estructura se deforme en rango inelástico.



MATERIALES ESTRUCTURALES

ACERO – DIAGRAMA TENSIÓN-DEFORMACIÓN ESPECÍFICA

Otras propiedades de importancia son las siguientes:

Tenacidad: esta propiedad representa la capacidad del material de absorber energía sin que ocurra la rotura. Desde el punto de vista práctico, la tenacidad se determina a través del ensayo de Charpy, que consiste en medir la energía absorbida por una probeta, la cual presenta una entalladura en V, al ser impactada por una péndulo en condiciones normalizadas.

El control de la tenacidad del material es importante en estructuras sometidas a bajas temperaturas y cuando se usan perfiles laminados o armados con chapas de espesor mayor a 50mm.

MATERIALES ESTRUCTURALES

ACERO – DIAGRAMA TENSIÓN-DEFORMACIÓN ESPECÍFICA

Otras propiedades de importancia son las siguientes:

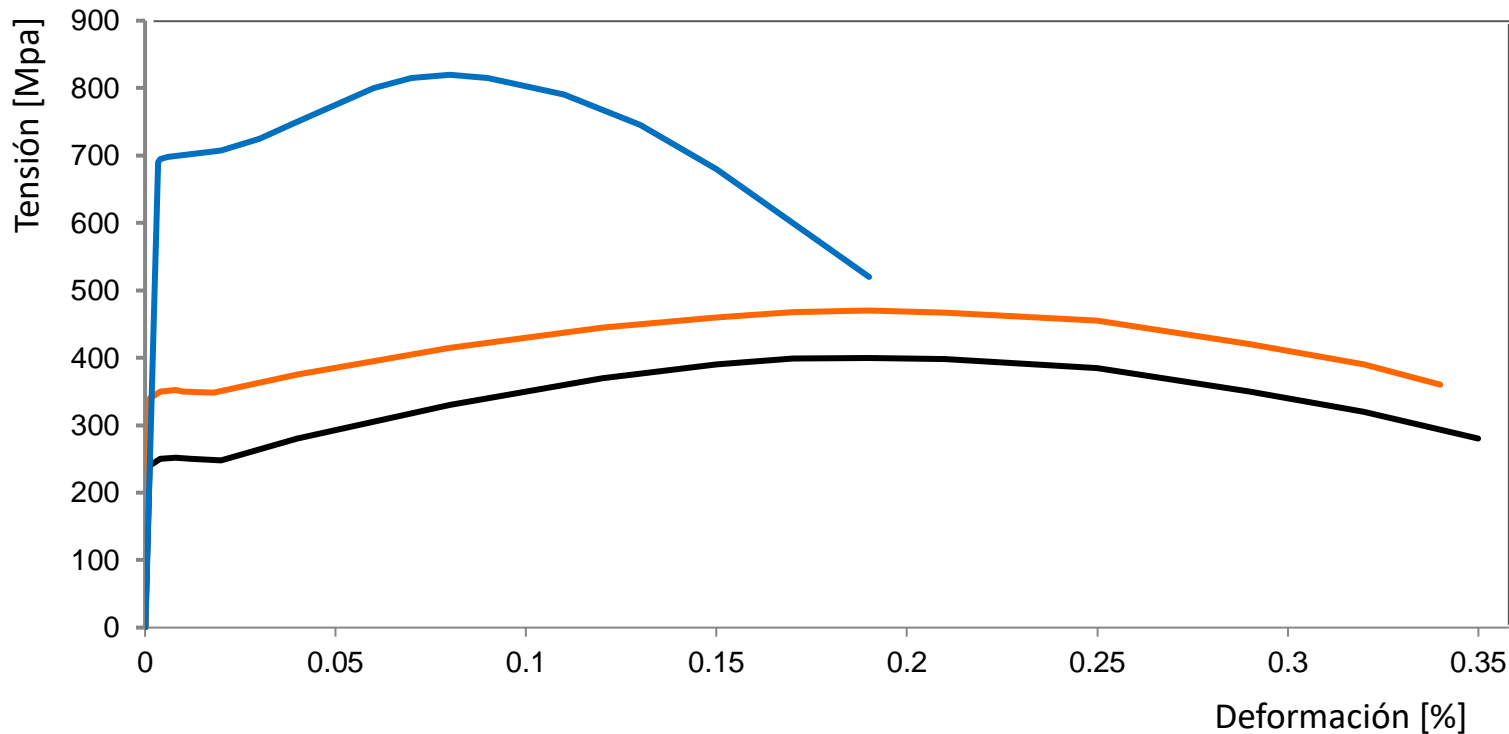
Tenacidad: esta propiedad representa la capacidad del material de absorber energía sin que ocurra la rotura. Desde el punto de vista práctico, la tenacidad se determina a través del ensayo de Charpy, que consiste en medir la energía absorbida por una probeta, la cual presenta una entalladura en V, al ser impactada por una péndulo en condiciones normalizadas.

El control de la tenacidad del material es importante en estructuras sometidas a bajas temperaturas y cuando se usan perfiles laminados o armados con chapas de espesor mayor a 50mm.

MATERIALES ESTRUCTURALES

ACERO – DIAGRAMA TENSIÓN-DEFORMACIÓN ESPECÍFICA

Curvas tensión-deformación específica características:



MATERIALES ESTRUCTURALES

ACERO – REGLAMENTOS DE APLICACIÓN

INTI Instituto Nacional de Tecnología Industrial
CIRSOC Centro de Investigación de los Reglamentos Nacionales de Seguridad para las Obras Civiles



REGLAMENTO ARGENTINO DE ESTRUCTURAS DE ACERO PARA EDIFICIOS

Julio 2016

INTI Instituto Nacional de Tecnología Industrial
CIRSOC Centro de Investigación de los Reglamentos Nacionales de Seguridad para las Obras Civiles



REGLAMENTO ARGENTINO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE TUBOS DE ACERO PARA EDIFICIOS

Julio 2005

INTI Instituto Nacional de Tecnología Industrial
CIRSOC Centro de Investigación de los Reglamentos Nacionales de Seguridad para las Obras Civiles



REGLAMENTO ARGENTINO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE ACERO DE SECCIÓN ABIERTA CONFORMADOS EN FRÍO

Julio 2009

MATERIALES ESTRUCTURALES

ACERO – REGLAMENTOS DE APLICACIÓN



MATERIALES ESTRUCTURALES

ACERO – REGLAMENTOS DE APLICACIÓN

A.3.5. Propiedades generales del acero

Las propiedades generales tendrán los siguientes valores:

- (a) Módulo de elasticidad longitudinal: $E = 200000 \text{ MPa}$
- (b) Módulo de Elasticidad transversal: $G = 77200 \text{ MPa}$
- (c) Coeficiente de Poisson en período elástico: $\mu = 0,30$
- (d) Coeficiente de dilatación térmica: $\alpha_a = 12 \cdot 10^{-6} \text{ cm/cm}^\circ\text{C}$
- (e) Peso específico: $\gamma_a = 77,3 \text{ kN/m}^3$

Apartado A3.5. Reglamento CIRSOC 301

MATERIALES ESTRUCTURALES

ACERO – REGLAMENTOS DE APLICACIÓN

1.3.5. Características mecánicas de los tubos para la utilización de las especificaciones dadas en este Reglamento

- **Tubos con costura** (según Tabla 1 de la Norma IRAM-IAS U 500-2592:2004)

Tabla C.1. Características Mecánicas

Denominación del tubo*	Resistencia a la tracción mínima F_u (MPa)		Limite de fluencia mínimo F_y (MPa)			Alargamiento de rotura** mínimo $L_0 = 50$ mm (%)	
	sección circular	sección cuadrada y rectangular	sección circular		sección cuadrada y rectangular	sección circular	sección cuadrada y rectangular
			$D/t \leq 10$	$D/t > 10$			
TE-20	310	310	200	200	220	15	13
TE-22	320-470	320-470	225	215	237	22	20
TE-30	460-610	460-610	310	295	325	19	17
TE-36	500-650	500-650	373	355	390	19	17

* La denominación de estos tubos en sus dos últimos dígitos corresponde a la denominación adoptada en las normas IRAM-IAS U 500-42 e IRAM-IAS U 500-180, que definen la chapa base.

** Debido al envejecimiento natural que experimentan los aceros al carbono, los valores mínimos de alargamiento se garantizan con ensayos realizados inmediatamente después de fabricados los tubos.

Tabla C.1. Características Mecánicas. Reglamento CIRSOC 302

MATERIALES ESTRUCTURALES

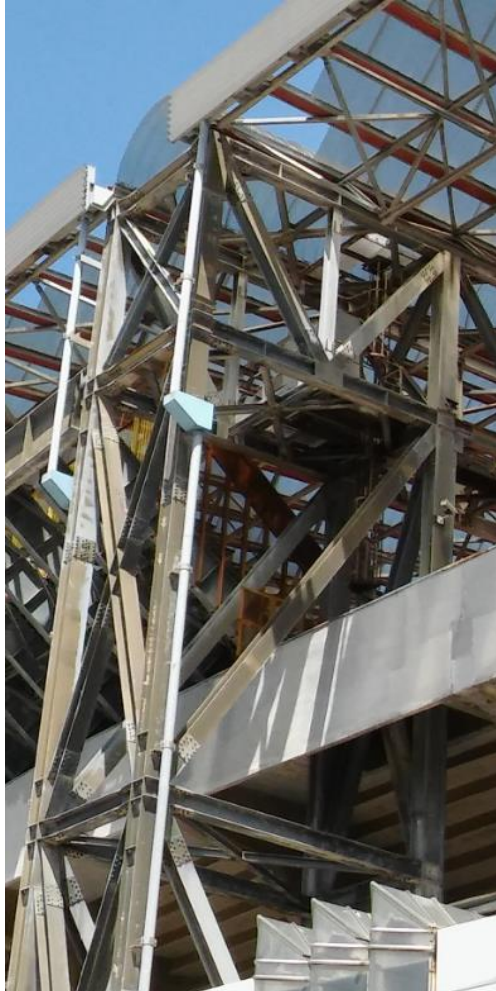
ACERO – APLICACIONES ESTRUCTURALES



Cubierta de acero de grandes luces. Estación Terminal Ferroviaria

MATERIALES ESTRUCTURALES

ACERO – APLICACIONES ESTRUCTURALES



Estructura resistente cubierta de techos y tribunas.
Estadio San Paolo. Nápoles.

MATERIALES ESTRUCTURALES

ACERO – APLICACIONES ESTRUCTURALES



Estructura resistente vigas de eje curvo cubierta acristalada. Estación Afragola. Nápoles.



MATERIALES ESTRUCTURALES

ACERO – APLICACIONES ESTRUCTURALES



Estructura resistente cubierta de techos. Vigas reticuladas de grandes luces. Estadio Giuseppe Meazza. Milán.

MATERIALES ESTRUCTURALES

ACERO – APLICACIONES ESTRUCTURALES



Cubiertas de techos de variadas formas y configuraciones estructurales.

Diseño Estructural I. Eduardo Totter
Carrera de Arquitectura - Facultad de Ingeniería - Universidad Nacional de Cuyo