



UNIVERSIDAD
NACIONAL DE
CHIMBORAZO

UNIDAD 1

ENCUADRE PEDAGÓGICO



**UNIVERSIDAD
NACIONAL DE
CHIMBORAZO**

COMPONENTE DOCENTE (3.5): Pruebas de unidad y prueba semestral.
COMPONENTE PRÁCTICO (3.5): Deberes, talleres y prácticas.
COMPONENTE AUTÓNOMO (3): Consultas y trabajos de investigación.



RÚBRICA EXPOSICIONES

Indicadores del Criterio de Evaluación	Escala de Valoración (Cuantitativa - Cualitativa)			
	Excelente (9-10)	Bueno (6-8)	Satisfactorio (3-5)	Deficiente (1-2)
Comprensión del tema y su significado	La presentación proporcionó una perfecta comprensión del tema tratado y su significado	La presentación proporcionó una clara comprensión del tema tratado y su significado	La presentación proporcionó poca comprensión del tema tratado y su significado	La presentación proporcionó una vaga comprensión del tema tratado y de su significado
Desarrollo del trabajo, conclusiones y resultados	La presentación describió claramente los principales puntos del trabajo desarrollado, discutió sus resultados y razonó sus conclusiones	La presentación describió bien los principales puntos del trabajo desarrollado, expuso sus resultados y presentó sus conclusiones.	La presentación describió someramente los principales puntos del trabajo desarrollado, así como sus resultados y conclusiones	La presentación describió escasamente los principales puntos del trabajo desarrollado, sus resultados y conclusiones
Secuencia y orden de la presentación	La presentación siguió una secuencia clara y lógica.	La presentación siguió una secuencia lógica y comprensible	La presentación en ocasiones se desvió de una secuencia de contenidos	La presentación fue desordenada y no siguió una secuencia clara y lógica de contenidos
Conocimiento del tema y uso del tiempo	El presentador demostró dominio del tema expuesto sin leer las diapositivas o dispositivos y cumplió con el tiempo establecido.	El presentador demostró conocimiento del tema expuesto y casi cumplió con el tiempo establecido	El presentador demostró poco conocimiento del tema expuesto y no cumplió con el tiempo establecido	El presentador demostró desconocimiento del tema expuesto y no cumplió con el tiempo establecido
Material de apoyo para presentación	El material de apoyo es de buena calidad y mejoró la presentación	El material de apoyo es de mediana calidad y ayudó en la presentación	El material de apoyo es de mala calidad, aportó poco a la presentación	El material de apoyo es de mala calidad y no aportó a la presentación
CALIFICACIÓN				

NOTA IMPORTANTE:

Si el informe no se refiere a lo solicitado en la tarea se calificará con 1.0

El informe no debe contener retazos de texto copiados y pegados de internet o de trabajos de otros compañeros. Si sucede esto se calificará con 1.0 En caso de plagio todo el informe se calificará con 1.0



RÚBRICA TAREAS DE INVESTIGACIÓN

Indicadores del Criterio de Evaluación	Escala de Valoración (Cuantitativa - Cualitativa)			
	Excelente (9-10)	Bueno (6-8)	Satisfactorio (3-5)	Deficiente (1-2)
Metodología	El método aplicado es adecuado y se describen claramente sus procedimientos. Respaldar sus decisiones y argumentos con bibliografía pertinente.	El método aplicado es adecuado y la descripción de sus procedimientos es aceptable. Respaldar parcialmente sus decisiones y argumentos con bibliografía.	El método aplicado es poco adecuado, sus procedimientos están incompletos. No respaldar sus decisiones y argumentos con bibliografía.	El método aplicado no es el adecuado para el tema presentado. Las decisiones y argumentos no hacen referencia a la bibliografía.
Marco teórico	La investigación está completa. Se presenta una secuencia lógica de las ideas con apoyo teórico. Información relevante y significativa en relación al tema de investigación	La investigación está parcialmente completa. Se presenta una secuencia lógica de las ideas con apoyo teórico. Información relevante y significativa en relación al tema de investigación con falta de apoyo teórico	No se encuentra secuencia lógica ni coherencia en las ideas, sin apoyo teórico. Incluye información relevante	No se encuentra secuencia lógica ni coherencia en las ideas, sin apoyo teórico. Falta de información relevante relacionados con el tema de investigación
Conclusiones	Las conclusiones son el producto de un contraste entre los resultados obtenidos y el estado del conocimiento actual del tema	Parte de las conclusiones son el resultado de un contraste entre los resultados obtenidos y el estado del conocimiento actual del tema	Las conclusiones no parten del contraste de los resultados obtenidos con el estado del conocimiento actual del tema	Las conclusiones son antojadizas, sin fundamento en el trabajo desarrollado ni el estado del conocimiento del tema
Estructura y presentación	El trabajo se presenta ordenado con una redacción y ortografía correctas. Aplica correctamente las normas en formato, citas y referencias. Cumple con la cantidad de hojas requeridas.	El trabajo se presenta ordenado. Hay pocas fallas de redacción y ortografía. Aplica parcialmente las normas en formato, citas y referencias. Cumple con la cantidad de hojas requeridas, sin embargo, hace uso de gráficas de gran tamaño	El trabajo se presenta poco ordenado. Hay múltiples fallas de redacción y ortografía. Presenta varios errores de formato, referencias y citas. No cumple con la cantidad de hojas requeridas,	El trabajo es desordenado, con una redacción y ortografía incorrecta y no cumple con el formato, referencias y citas. No cumple con la cantidad de hojas requeridas
CALIFICACIÓN				

NOTA IMPORTANTE:

Si la tarea de investigación no se refiere a lo solicitado en la tarea se calificará con 1.0

La tarea de investigación no debe contener retazos de texto copiados de internet o de trabajos de otros compañeros. Si sucede esto se calificará con 1.0

En caso de plagio toda la tarea de investigación se calificará con 1.0



UNIVERSIDAD
NACIONAL DE
CHIMBORAZO

RÚBRICA TALLERES O TAREAS

Indicadores del Criterio de Evaluación	Escala de Valoración (Cuantitativa - Cualitativa)		
	Excelente (9-10)	Satisfactorio (3-5)	Deficiente (1-2)
Aplicación de contenidos	Aplican totalmente los contenidos de la clase	Aplican escasamente los contenidos de la clase	No aplican los contenidos de la clase
Organización del contenido	Totalmente ordenado y organizado, se entiende el contenido	Poco organizado y desordenado difícil de entender	No está organizado ni ordenado.
Obtención de los resultados	Obtiene el resultado correcto.	El resultado es similar pero varia.	Los resultados no son correctos.
CALIFICACION			

NOTA IMPORTANTE:

Si la tarea o el taller no contiene procedimiento de resolución se calificará con 1.0.

Si la tarea o el taller no se desarrolla con los métodos indicados en clase y son resueltos con otros métodos copiados de internet se calificará con 1.0.



**UNIVERSIDAD
NACIONAL DE
CHIMBORAZO**

RÚBRICA DE EVALUACIÓN

Las evaluaciones de cada unidad y la evaluación sumativa de cada parcial contendrán uno de los siguientes (o todos) tipos de preguntas:

Preguntas de opción múltiple respuesta única

En las preguntas de opción múltiple se presentarán al menos 3 posibles opciones de respuesta de las cuales una sola opción es la respuesta correcta. Se asignará el puntaje total de la pregunta si la respuesta seleccionada por el estudiante es la respuesta correcta.

Preguntas abiertas de respuesta corta

Se asignará el total del puntaje de la pregunta si la respuesta definida por el estudiante es correcta, en caso contrario se calificará con cero.

Ejercicios

Los ejercicios presentarán en su enunciado los puntajes correspondientes asignados a cada incógnita que deba ser calculada o determinada, según corresponda. Se asignará el total del puntaje de cada incógnita si el procedimiento y el resultado son correctos, en caso contrario se calificará con cero, no se califica procedimientos con resultados incorrectos.

Si usted no lee el ejercicio y toma otros valores se calificará con cero sin considerar procedimientos.

Cada pregunta presentará su valor en puntos en el cuestionario.

Todas las evaluaciones serán ponderadas sobre 10 puntos.

Intentos permitidos cuando la prueba es aplicada en la plataforma Moodle: 1



**UNIVERSIDAD
NACIONAL DE
CHIMBORAZO**

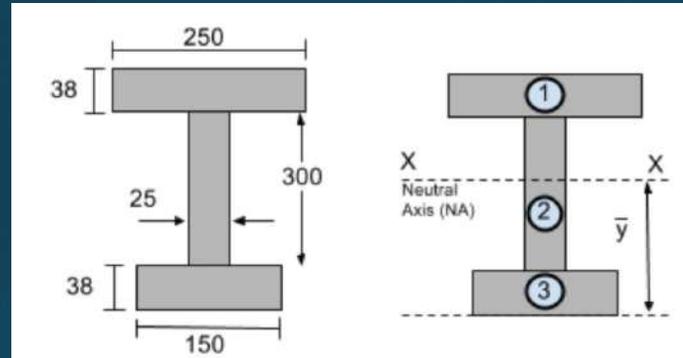
ACUERDOS Y COMPROMISOS

Pag. SICOA

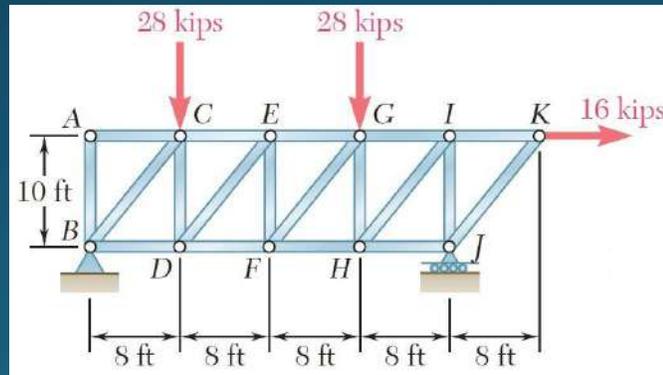


EVALUACIÓN DIAGNÓSTICA

Encontrar la inercia mayor para la siguiente viga de acero:



Determine la fuerza del elemento EF y coloque si esta a compresión o tensión:

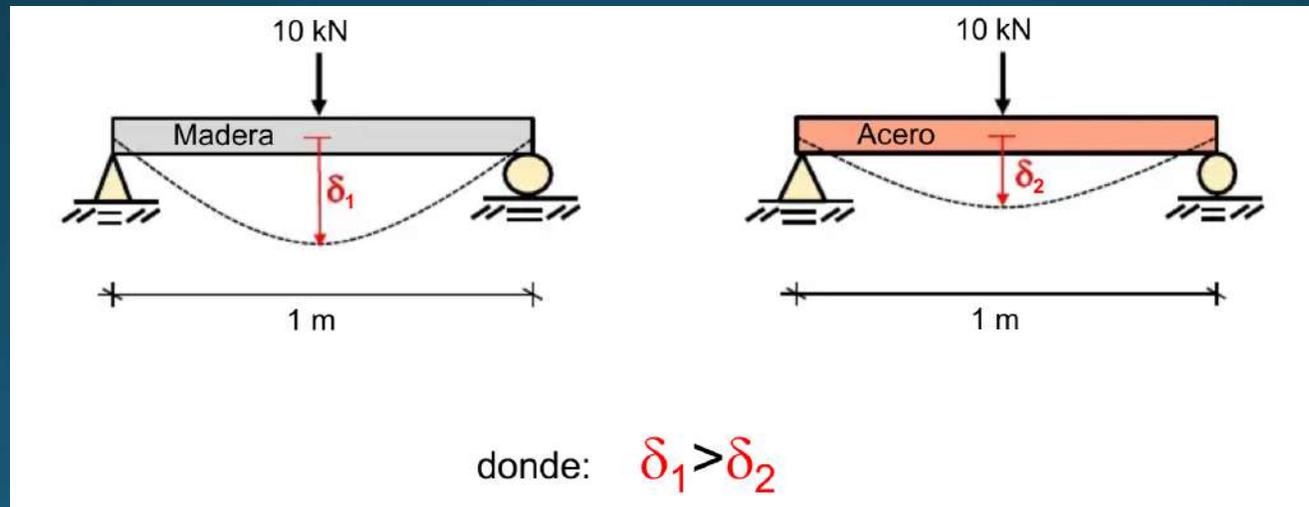




RESISTENCIA DE MATERIALES

El objetivo principal de la Mecánica de Materiales es La determinación de los esfuerzos, deformaciones y deflexiones producidos por las cargas.

Cabe tener presente que los esfuerzos, deformaciones y deflexiones que aparecen en un cuerpo, no sólo dependen de las cargas externas sino también del tipo de material del que está hecho el cuerpo.





UNIVERSIDAD
NACIONAL DE
CHIMBORAZO

ESFUERZOS Y DEFORMACIONES



ESFUERZO

Se define como la fuerza por unidad de superficie que soporta ó se aplica sobre un cuerpo, es decir es la relación entre la fuerza aplicada y la superficie en la cual se aplica.

$$\sigma = P/A$$

Donde:

$P \equiv$ Fuerza axial.

$A \equiv$ Área de la sección transversal.

Unidades de Esfuerzo. Las unidades de esfuerzo se definen como la unidad de fuerza en cada sistema dividida por la unidad de superficie.

$$1 \text{ pascal} = 1 \text{ newton} / \text{m}^2.$$

$$1 \text{ Mpa} = 10^6 \text{ Pa.}$$

$$1 \text{ Gpa} = 10^9 \text{ Pa.}$$



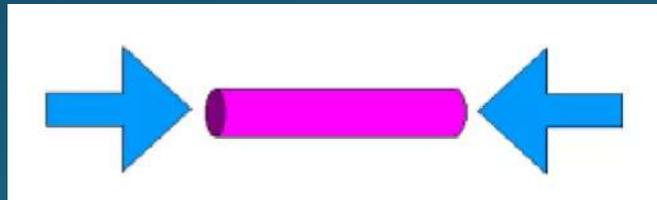
UNIVERSIDAD
NACIONAL DE
CHIMBORAZO

TIPOS DE ESFUERZO

Tracción: Se produce cuando aplicamos dos fuerzas de igual magnitud, misma dirección y sentidos opuestos sobre un cuerpo, de forma tal que éste tiende a alargarse, a aumentar su longitud



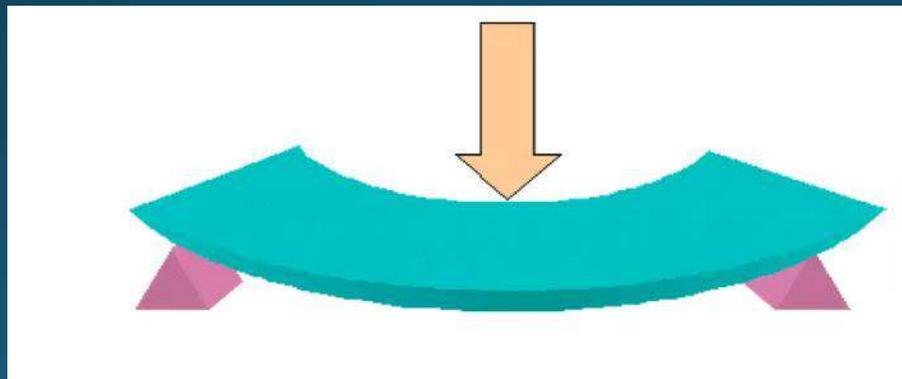
Compresión: Se produce cuando aplicamos dos fuerzas de igual magnitud, misma dirección y sentidos opuestos sobre un cuerpo, de forma tal que éste tiende a acortarse, a disminuir su longitud.





TIPOS DE ESFUERZO

Flexión: Se produce cuando aplicamos una fuerza vertical sobre un cuerpo resistente horizontal de forma tal que el cuerpo tiende a doblarse, a curvarse. La flexión es una mezcla de tracción y compresión, las fibras superiores se acortan (compresión) y las inferiores se alargan (tracción). Si unas fibras se acortan y otras se alargan, alguna, por fuerza, ha de mantener sus dimensiones originales. La fibra cuya longitud no varía se denomina fibra neutra.

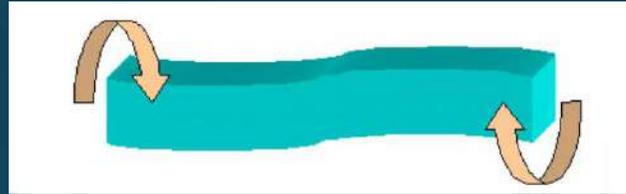




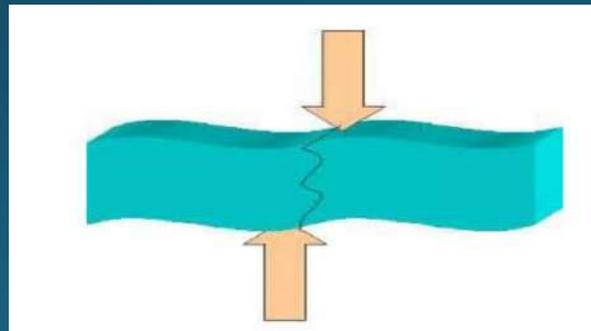
UNIVERSIDAD
NACIONAL DE
CHIMBORAZO

TIPOS DE ESFUERZO

Torsión: Se produce cuando las fuerzas aplicadas tienden a hacer girar el objeto o a retorcerlo.



Cortadura. Se produce cuando aplicamos dos fuerzas perpendiculares al cuerpo de forma que las partículas de éste tienden a deslizarse y el objeto se corta.





DEFORMACIÓN UNITARIA

La deformación unitaria se define como el cambio de longitud, por unidad de longitud, debido a una carga normal sobre un material. Esta se puede relacionar directamente con el esfuerzo generado sobre el material al dividir la carga que genera la deformación entre el área transversal del material.

La deformación unitaria no tiene dimensiones y con frecuencia se expresa en pulg/pulg o en cm/cm.

$$\varepsilon = \delta/L$$

Donde:

δ = alargamiento.

L= longitud inicial.



UNIVERSIDAD
NACIONAL DE
CHIMBORAZO

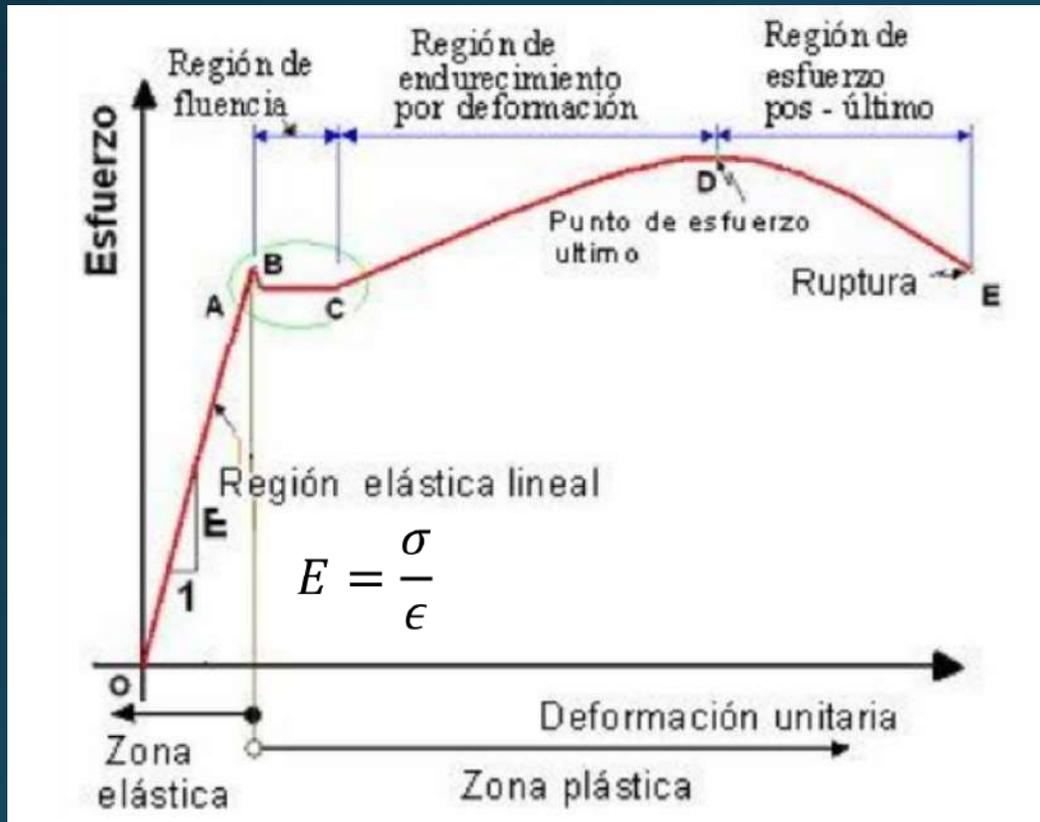
ESFUERZOS Y DEFORMACIONES

Los materiales pueden responder de forma diferente ante los esfuerzos y las deformaciones según sus propiedades mecánicas. Algunos materiales son más resistentes que otros, es decir, soportan mayores esfuerzos sin romperse. Algunos materiales son más dúctiles que otros, es decir, se deforman más antes de romperse. Algunos materiales son más elásticos que otros, es decir, recuperan su forma original al retirar el esfuerzo.

Para el diseño de elementos estructurales es necesario determinar la resistencia y rigidez del material, para esto, se evalúa el material sometido a fuerzas axiales para cual se registra simultáneamente la fuerza aplicada y el alargamiento producido. Estos valores permiten determinar el esfuerzo y la deformación que al graficar originan el denominado diagrama de esfuerzo y deformación.



ESFUERZOS Y DEFORMACIONES



Curva idealizada para materiales dúctiles

OA: sección de proporcionalidad, el esfuerzo es proporcional a la deformación unitaria.

A: es el límite de elasticidad, después de este punto el material no recupera su forma original al ser descargado.

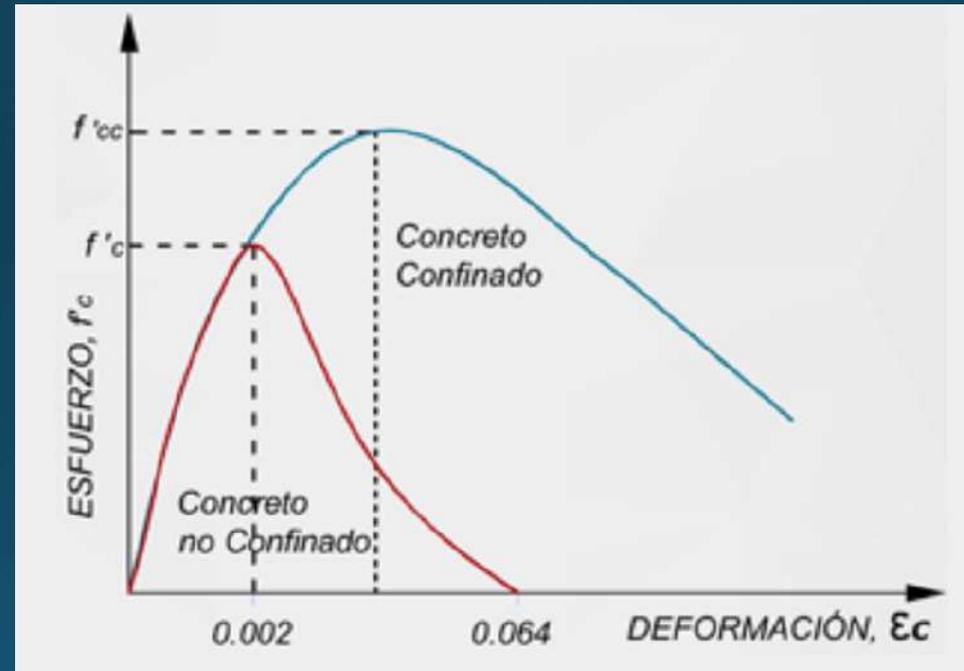
B: es el límite de fluencia, en este punto aparece un considerable alargamiento sin el correspondiente aumento de carga.

D: es el esfuerzo último o límite de resistencia, es la máxima ordenada en el diagrama esfuerzo-deformación.

E: es el punto de ruptura, el material se alarga muy rápidamente y se estrecha al mismo tiempo hasta romperse.



ESFUERZOS Y DEFORMACIONES

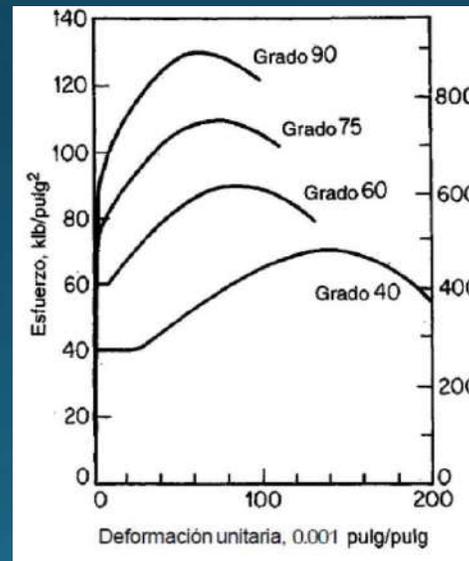


Curva idealizada para materiales frágiles



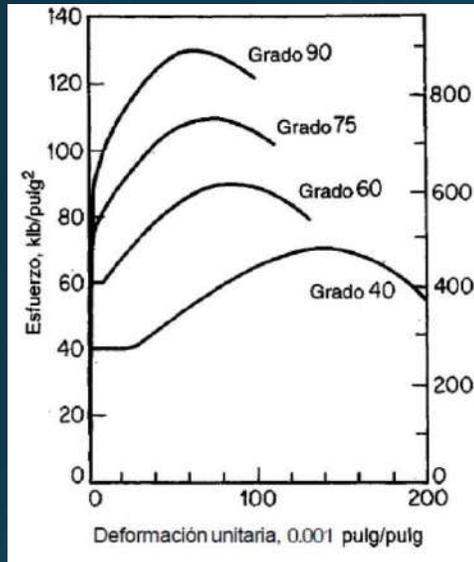
Esfuerzo de fluencia F_y del acero de refuerzo

Grado	Sistema MKS [kg/cm ²]	Sistema inglés [klb/plg ²] o [ksi]	Ductilidad
Grado 40	2800	40	Mayor
Grado 50	3500	50	Moderada
Grado 60	4200	60	Menor





Esfuerzo de fluencia F_y del acero de refuerzo



Los aceros con bajo contenido de carbón, muestran una porción elástica seguida de una plataforma de fluencia. Para deformaciones unitarias mayores, los esfuerzos comienzan a aumentar de nuevo, pero a una tasa menor, un proceso que se conoce como endurecimiento por deformación. La curva tiende a hacerse horizontal cuando alcanza la resistencia a la tensión; ésta comienza a descender hasta que se llega a la rotura. Aceros de alta resistencia y con altos contenidos de carbón, es decir, aquellos con esfuerzos de fluencia de 60 klb/pulg^2 o mayores, tienen una plataforma de fluencia de mucha menor longitud o inician el endurecimiento por deformación inmediatamente sin que se presente una fluencia continuada a esfuerzo constante. En este último caso, el Código ACI especifica que el esfuerzo de fluencia f_y debe determinarse como el esfuerzo que corresponde a una deformación de 0.0035 pulg/pulg .



Esfuerzo de fluencia F_y del acero estructural

ASTM A36: STANDARD SPECIFICATION FOR CARBON STRUCTURAL STEEL

PROP.	ksi	Kg/cm ²
F_y	36	2536.37
F_u	58	4086.37
δ_u	20% EN 8PLG	

INEN I36: ACERO PARA CONSTRUCCION ESTRUCTURAL, GRADOS: A37E Y A37ES

PROP.	Kg/mm ²	Kg/cm ²
F_y	24	2400.00
F_u	37	3700.00
δ_u	24% EN 8PLG	

ASTM A588: STANDARD SPECIFICATION FOR HIGH-STRENGTH LOW-ALLOY STRUCTURAL STEEL WITH 50 ksi

PROP.	ksi	Kg/cm ²
F_y	50	3522.73
F_u	70	4931.83
δ_u	18% EN 8PLG	

INEN 114: PLANCHAS DELGADAS DE ACERO AL CARBONO, GRADOS: A42E Y A42ES

PROP.	Kg/mm ²	Kg/cm ²
F_y	24	2400.00
F_u	42	4200.00
δ_u	13% $\leq \delta_u \leq$ 24%	

F_y : ESFUERZO DE FLUENCIA δ_u : ALARGAMIENTO EN LA ROTURA
 F_u : RESISTENCIA ULTIMA



MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL ACERO

Tabla 2. Módulo de Elasticidad del Acero de refuerzo

Sistema SI [MPa]	Sistema MKS [kg/cm ²]	Sistema inglés [lb/plg ²] o [psi]
$E_s = 200\ 000$	$E_s = 2.1 \times 10^6$	$E_s = 2.9 \times 10^7$

Tabla 3. Módulo de Elasticidad de la Madera de refuerzo

Sistema SI [MPa]	Sistema MKS [kg/cm ²]	Sistema inglés [lb/plg ²] o [psi]
$E_s = 15\ 000$	$E_s = 153\ 959$	$E_s = 2\ 175\ 570$

Tabla 4. Módulo de Elasticidad del Concreto de refuerzo

Sistema SI [MPa]	Sistema MKS [kg/cm ²]	Sistema inglés [lb/plg ²] o [psi]
$E_s = 30\ 000$	$E_s = 305\ 915$	$E_s = 4\ 351\ 140$

El módulo de elasticidad de un material es la relación entre el esfuerzo y la deformación unitaria, indica la rigidez del material.

$$E = \sigma / \varepsilon$$



DIAMETROS DE LAS BARRAS DE ACERO

El acero de refuerzo que se utiliza en la construcción está dado en varillas que siguen una serie de diámetros. En las siguientes tablas se indican la nomenclatura, dimensiones y límites considerados en el diseño.

Tipo	Diámetro mínimo de barra, d_b	Diámetro máximo de barra, d_b
Barras corrugadas	8 mm	36 mm
Alambre para mallas	4 mm	10mm
Estribos	10 mm	16mm



DIAMETROS DE LAS BARRAS DE ACERO

TABLA DE VARILLAS								
Diám /mm	Kg/m	12 m		9m		6 m		TOLERANCIA
		Kg	Var x Qq	Kg	Var x Qq	Kg	Var x Qq	
8	0.395	4.740	9.568	3.555	12.757	2.370	19.136	± 50mm
10	0.617	7.404	6.125	5.553	8.167	3.702	12.251	
12	0.888	10.656	4.256	7.992	5.675	5.328	8.512	
14	1.208	14.496	3.129	10.872	4.171	7.248	6.257	
16	1.578	18.936	2.395	14.202	3.193	9.468	4.790	
18	1.998	23.976	1.892	17.982	2.522	11.988	3.783	
20	2.466	29.592	1.533	22.194	2.043	14.796	3.065	
22	2.984	35.808	1.267	26.856	1.689	17.904	2.533	
25	3.853	46.236	0.981	34.677	1.308	23.118	1.962	
28	4.834	58.008	0.782	43.506	1.042	29.004	1.564	
32	6.313	75.756	0.599	56.817	0.798	37.878	1.197	
36	7.990	95.880	0.473	71.910	0.631	47.940	0.946	

PROPIEDADES MECÁNICAS	MPa	kgf/mm ²
Límite de fluencia mínimo	420	42
Límite de fluencia máximo	540	55
Resistencia a la tracción mínima	550	56
ALARGAMIENTO (%) MÍNIMO CON PROBETA <small>Lo=200mm</small>		
Diámetro nominal (mm)	%	
8-20	14	
22-32	12	

DOBLADO A 180°	
Diámetro nominal (d) mm	Diámetro del mandril
8-18	3d
20-25	4d
28-32	6d

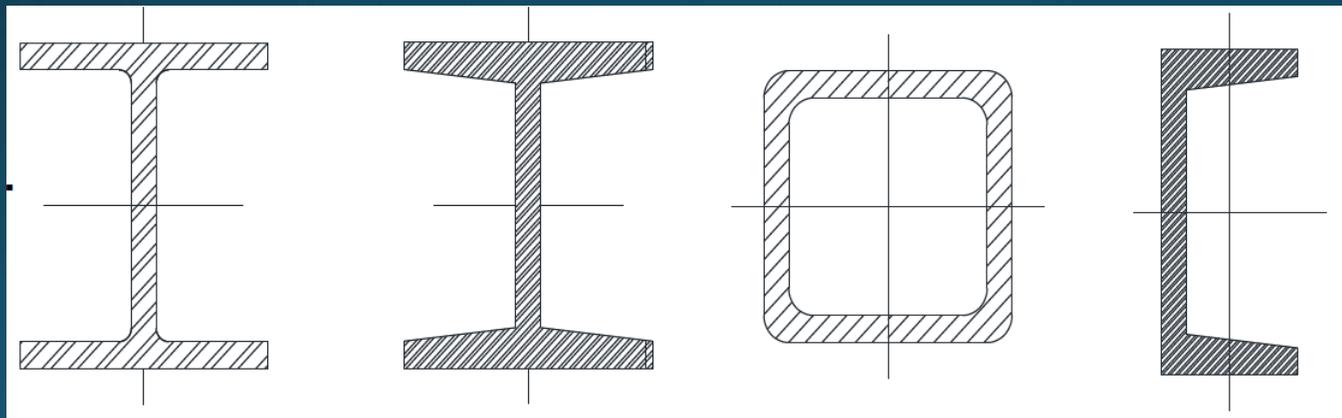


UNIVERSIDAD
NACIONAL DE
CHIMBORAZO

TIPOS DE MIEMBROS ESTRUCTURALES DE ACERO

Perfiles laminados en caliente

Perfiles estándar laminados en caliente: ASTM A6, norma ISO 657, NTE INEN 2215, 2222, 2228 A 2234. barras, perfiles, secciones I, C, L, O se fabrican a elevadas temperaturas, mediante el procedimiento de laminación o rolado. Las propiedades geométricas de las secciones se encuentran en el manual AISC 325- 11 Steel Construction Manual, 14 TH edition. Se usan para cargas grandes.



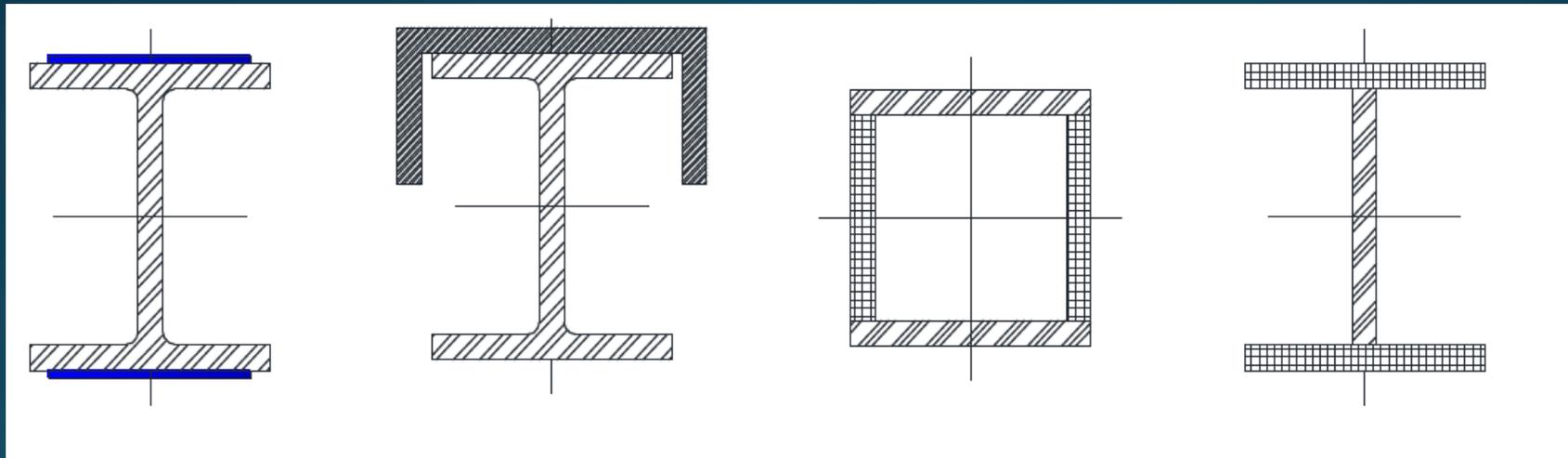


UNIVERSIDAD
NACIONAL DE
CHIMBORAZO

TIPOS DE MIEMBROS ESTRUCTURALES DE ACERO

Secciones armadas

Formadas de perfiles o placas Uniones con pernos, remaches o soldadura.
Cargas grandes



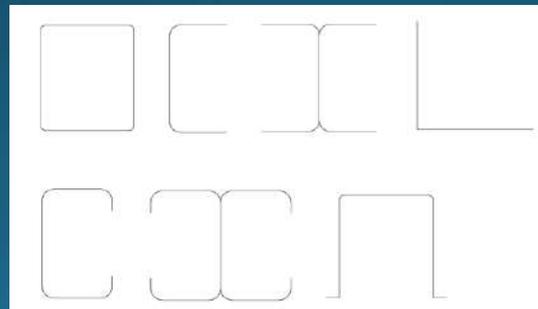


UNIVERSIDAD
NACIONAL DE
CHIMBORAZO

TIPOS DE MIEMBROS ESTRUCTURALES DE ACERO

Secciones de lámina delgada formada en frío.

Lámina de acero de pequeño espesor. No tienen esfuerzos por enfriamiento. Cargas pequeñas. Para estructuras livianas se utilizan los perfiles conformados en frío o perfiles de lámina delgada. La forma se consigue mediante el rolado, o doblado de una plancha, configurando secciones C, G, L, o Z. se los dibuja con una sola línea. Satisface la NTE desde la 1619 a 1622, los perfiles tubulares huecos HSS son ASTM a 500 y a50.





UNIVERSIDAD
NACIONAL DE
CHIMBORAZO

TIPOS DE SECCIONES DE ACERO

LAMINADOS EN CALIENTE:

Perfiles en “I”: IPN, IPE



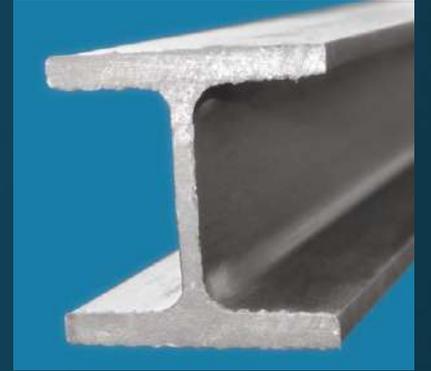
El perfil estructural IPN tiene sección en forma de doble T, con unas proporciones aproximadas de dos a uno entre altura y ancho. Las caras exteriores de sus alas son perpendiculares al alma mientras que las interiores tienen una inclinación de un 14% (mayor que la de los perfiles UPN), disminuyendo su espesor conforme se acerca hacia los bordes. Con las uniones entre las caras interiores de las alas y las del alma redondeadas, son muy utilizados para dinteles, soportes y pilares.

Los perfiles IPE, también denominados como perfiles doble T, son similares con los IPN pero con una diferencia: las caras de sus alas, tanto exteriores como interiores, son paralelas entre sí, manteniendo un espesor constante. La unión entre las caras interiores de las alas y las del alma son redondeadas.



UNIVERSIDAD
NACIONAL DE
CHIMBORAZO

TIPOS DE SECCIONES DE ACERO



Perfiles en “H”: HEA, HEB, HEM

Los perfiles estructurales en H se suelen utilizar en la construcción de edificios para refuerzos estructurales, dinteles, estructuras para escaleras y también en la industria para la construcción de maquinaria.

El perfil HEA es el más ligero de los tres tipos de perfiles en H. De espesor constante, las caras de sus alas, tanto exteriores como interiores, son paralelas entre sí y perpendiculares al alma. La unión entre el alma y las caras internas de sus alas tiene forma redondeada, y sus aristas son vivas.

El perfil HEB presenta las mismas características que el resto de la gama de los perfiles en H, pero con un peso intermedio (mayor que HEA y menor que HEM). Su denominación HEB viene con una numeración adicional que indica su altura total nominal en milímetros, siendo el ancho de las alas idéntico a la altura cuando la nominal es menor o igual a 300 mm, manteniéndose en esta cifra para alturas superiores.

A los perfiles HEM se les podría denominar como la versión pesada y reforzada de sus hermanos de gama. Es la única diferencia, ya que mantienen el paralelismo de las caras interiores y exteriores de sus alas y la forma redondeada de las uniones con el alma.



TIPOS DE SECCIONES DE ACERO

PERFIL ANGULO: El ángulo de acero se caracteriza por su forma en “L” en 90° y por sus secciones que pueden ser iguales o desiguales, se utilizan en la construcción de plataformas, escaleras, y estructuras metálicas ligeras, proporcionando soporte adicional en las esquinas y puntos de unión.

Perfil en T: El perfil en T tiene una forma que se asemeja a la letra «T» y se utiliza en aplicaciones que requieren una distribución uniforme de cargas y una buena capacidad de soporte. Estos perfiles son comunes en la fabricación de estructuras metálicas y componentes de maquinaria. Por ejemplo, los perfiles en T se utilizan en la construcción de sistemas de techado y pisos, proporcionando un soporte intermedio que distribuye el peso de manera uniforme y reduce la flexión.

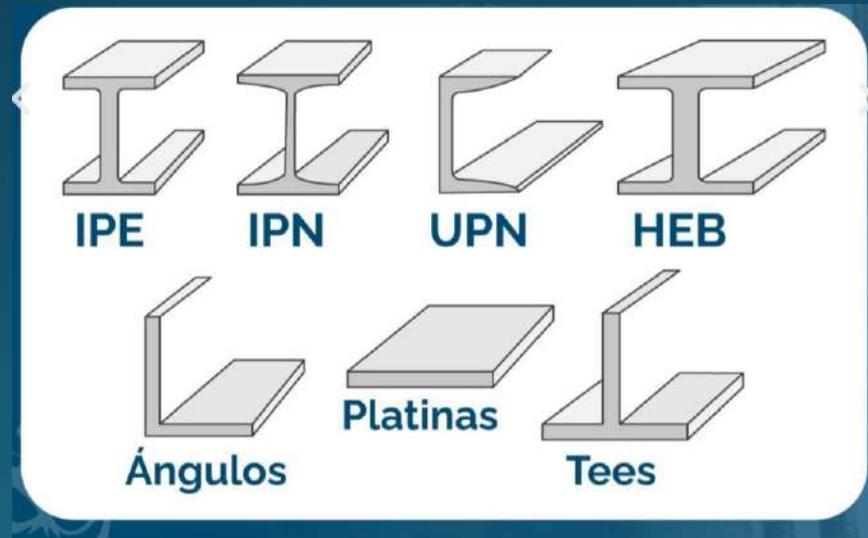




TIPOS DE SECCIONES DE ACERO

PERFIL UPN: Conformación en C y normalmente utilizado en columnas y vigas, tiene una sección transversal con dos alas y un alma central. Esta forma le brinda una alta resistencia en dirección vertical y lateral, y a la vez una facilidad para montarse y conectarse con otros elementos estructurales.

ÁNGULOS, TEES, Y PLATINAS: Perfiles complementarios para apoyos o elementos adicionales.





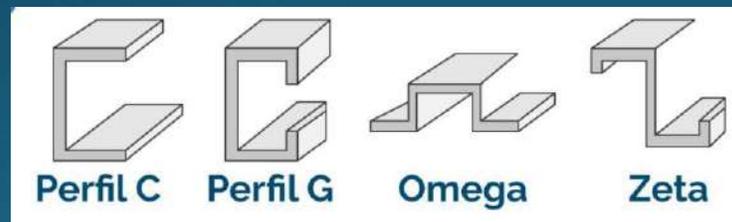
TIPOS DE SECCIONES DE ACERO

LAMINADOS EN FRÍO:

PERFIL C: Denominado así por su apariencia a la letra c, utilizado como canales o para perfiles conformados.

PERFIL G: A diferencia del perfil C, tiene en su composición dos puntas adicionales, usualmente se utiliza para perfiles conformados de columnas.

PERFIL OMEGA Y ZETA: Ambos representados por su similitud en apariencia, y utilizados normalmente para perfilería interior o exterior de otros elementos compositivos.





UNIVERSIDAD
NACIONAL DE
CHIMBORAZO

TIPOS DE SECCIONES DE ACERO

PERFIL HSS: Se encuentran en presentaciones de formas cuadradas, rectangulares y redondas. A diferencia de otros perfiles tiene un mayor acabado estético, lo que le brinda una mejor apariencia y versatilidad en el diseño.

Se utilizan en la construcción de edificios, columnas de soporte, vigas, tubos, alambres y láminas. También, es útil para señalamientos de carreteras, postes de alumbrado.





UNIVERSIDAD
NACIONAL DE
CHIMBORAZO

MÉTODOS DE DISEÑO

FACTOR DE SEGURIDAD:

Se refiere a la relación entre la carga máxima que puede soportar un elemento estructural y la carga real que se le aplica. Este factor asegura la integridad y durabilidad de las estructuras, previniendo fallos y garantizando la seguridad de los usuarios.

Todos los diseños mecánicos se conceptualizan para que funcionen dentro de la zona elástica del material, es decir una vez retiradas las condiciones a las que se encuentra sometido regresará a su forma original.



FACTOR DE SEGURIDAD:

CAPACIDAD \geq DEMANDA
REDUCIDA MAYORADA

RESISTENCIA NOMINAL \geq RESISTENCIA REQUERIDA
FACTOR DE SEGURIDAD COMBINACIÓN DE CARGAS

$$\frac{C}{C} \geq \frac{D}{C}$$

$$\frac{D}{C} \leq 1.00$$

$\frac{D}{C} = 0.5$ Capacidad es el doble de la demanda (**SOBREDIMENSIONADO**)

$\frac{D}{C} = 2.0$ Capacidad es la mitad de la demanda (**SUBDIMENSIONADO**)

$\frac{D}{C} = 0.75$ Relación Aceptable



UNIVERSIDAD
NACIONAL DE
CHIMBORAZO

MÉTODOS DE DISEÑO

DISEÑO POR ESFUERZOS PERMISIBLES: Método para dimensionar los componentes estructurales de manera que la resistencia admisible es igual o mayor que la resistencia requerida del componente bajo las combinaciones de carga DRA. En inglés se traduce como Allowable Strength Design (ASD).

$$\frac{R_n}{\Omega} \geq R_q$$

R_n = Resistencia nominal

Ω = Factor de seguridad

R_q = resistencia requerida de acuerdo con las combinaciones de cargas ASD

R_n / Ω = Resistencia admisible



MÉTODOS DE DISEÑO

DISEÑO POR FACTORES DE CARGA Y RESISTENCIA: Método para dimensionar los componentes estructurales de manera que la resistencia de diseño es igual o mayor que la resistencia requerida del componente bajo las combinaciones de carga DFCR. En inglés se traduce como Load and Resistance Factor Design (LRFD).

$$\phi * Rn \geq Ru$$
$$\phi * Rn \geq \sum \gamma_i * Q_i$$

Rn = Resistencia Nominal

ϕ = Factor reducción de resistencia

Ru= resistencia requerida por las combinaciones LRFD

γ_i = Factor de carga i

Qi= Carga nominal (Servicio) i.

ϕRn = resistencia de diseño



FACTORES DE REDUCCIÓN DE RESISTENCIA PARA LRFD Y ASD

CONDICION DE CARGA	Ω (ASD)	Φ (LRFD)
Cortante	1.67	0.9
Compresión	1.67	0.9
Flexión	1.67	0.9
Tensión por fluencia	1.67	0.9
Tensión por Ruptura	2.0	0.75
Combinación de carga axial y momento	1.67	0.9
Soldadura a tensión	1.88	0.8
Soldadura a compresión	1.88	0.8
Soldadura a cortante	2.0	0.75
Tensión y cortante en pemos	2.0	0.75
Aplastamiento de placas	2.0	0.75

FUENTE: NORMA AISC 360-16



FACTORES DE CARGA Y COMBINACIONES DE CARGA

D : Carga muerta debida al peso propio de los miembros estructurales y acciones permanentes en la estructura.

L : Carga viva debida a la ocupación y equipo

Lr: Carga viva de techo

W : Carga de viento

S : Carga de nieve

E : Carga sísmica

R : Carga debida al agua pluvial o hielo, exclusiva de la contribución del encharcamiento.

FUENTE: ASCE-7 (formalmente ANSI A58.1)



FACTORES DE CARGA Y COMBINACIONES DE CARGA

Combinación de carga	Acciones de diseño (cargas factorizadas)
(CC-1)	1.4D
(CC-2)	1.2D + 1.6L + 0.5 (L _r o S o R)
(CC-3)	1.2D + 1.6L (L _r o S o R) + (0.5L o 0.8 W)
(CC-4)	1.2D + 1.6W + 0.5L + 0.5 (L _r o S o R)
(CC-5)	1.2D + 1.0E + 0.5L + 0.25
(CC-6)	0.9 + 1.6W
(CC-7)	0.9D + 1.0E

FUENTE: ASCE-7 (formalmente ANSI A58.1)

Combinación 1

1.4 D

Combinación 2

1.2 D + 1.6 L + 0.5max[L_r ; S ; R]

Combinación 3*

1.2 D + 1.6 max[L_r ; S ; R] + max[L ; 0.5W]

Combinación 4*

1.2 D + 1.0 W + L + 0.5 max[L_r ; S ; R]

Combinación 5*

1.2 D + 1.0 E + L + 0.2 S

Combinación 6

0.9 D + 1.0 W

Combinación 7

0.9 D + 1.0 E

FUENTE: NEC-SE-CG-Cargas-No-Sismicas



FACTORES DE CARGA Y COMBINACIONES DE CARGA

METODO ASD	METODO LRFD
1. D	1. 1.4D
2. D+L	2. 1.2D + 1.6L + 0.5(Lr o S o R)
3. D + (Lr o S o R)	3. 1.2D + 1.6(Lr o S o R) + (0.5L o 0.8W)
4. D + 0.75L + 0.75(Lr o S o R)	4. 1.2D + 1.6W + 0.5L + 0.5(Lr o S o R)
5. D ± (W o 0.7E)	5. 1.2D ± 1.0E + 0.5L + 0.2S
6. D + 0.75(W o 0.7E) + 0.75L + 0.75(Lr o S o R)	6. 0.9D ± (1.6W o 1.0E)
7. 0.6D ± (W o 0.7E)	

FUENTE: ASCE-7 (formalmente ANSI A58.1)



CHEQUEO Y DISEÑO

Fórmulas para Chequeo y Diseño

<i>RESISTENCIA AXIAL \geq DEMANDA AXIAL</i>	$\phi * P_n \geq P_u$
<i>RESISTENCIA FLEXIÓN \geq DEMANDA FLEXIÓN</i>	$\phi * M_n \geq M_u$
<i>RESISTENCIA CORTANTE \geq DEMANDA CORTANTE</i>	$\phi * V_n \geq V_u$
<i>RESISTENCIA TORSIÓN \geq DEMANDA TORSIÓN</i>	$\phi * M_{tn} \geq M_{tu}$
<i>RESISTENCIA TENSIÓN \geq DEMANDA TENSIÓN</i>	$\phi * T_n \geq T_u$

Mu = momento flector mayorado (resistencia a la flexión requerida)

Pu = carga axial mayorada (resistencia a la carga axial requerida) para una excentricidad dada

Vu = fuerza de corte mayorada (resistencia al corte requerida)

Tu = momento torsor mayorado (resistencia a la torsión requerida)



ESFUERZOS DE FLUENCIA DEL ACERO

STEEL A36	$F_y = 36 \text{ ksi}$ $F_y = 2531 \text{ kg/cm}^2$
STEEL A50	$F_y = 50 \text{ ksi}$ $F_y = 3515 \text{ kg/cm}^2$
REBAR Gr 60	$F_y = 60 \text{ ksi}$ $F_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$



**UNIVERSIDAD
NACIONAL DE
CHIMBORAZO**

VALORES DE LAS CARGAS MUERTAS Y VIVAS

Quizá la tarea más importante y difícil que debe enfrentar un diseñador de estructuras, es la estimación precisa de las cargas que recibirá una estructura durante su vida útil. No debe omitirse la consideración de cualquier carga que pueda llegar a presentarse. Después de haber estimado las cargas, es necesario investigar las combinaciones más desfavorables que pueden ocurrir en un momento dado

CARGAS MUERTAS

Las cargas muertas son cargas de magnitud constante que permanecen fijas en un mismo lugar. Éstas son el peso propio de la estructura y otras cargas permanentemente unidas a ella.



Material	Peso Unitario kN/m ³	Material	Peso Unitario kN/m ³	Material	Peso Unitario kN/m ³
A. Rocas		Bloque hueco de hormigón	12.0	Cobre	89.0
Basalto	29.0 - 30.0	Bloque hueco de hormigón alivianado	8.5	Estaño	74.0
Granito	26.0 - 28.0	C. Materiales granulares		Fundición gris	72.0
Andesita	26.0 - 28.0	Arena seca	14.5	Latón	85.0
Sienita	27.0 - 29.0	Arena húmeda	16.0	Plomo	114.0
Pórfido	26.0 - 27.0	Arena saturada	18.0	Zinc	72.0
Gabro	29.0 - 31.0	Arena de pómez seca	7.0	F. Materiales diversos	
Arenisca	26.0 - 27.5	Ripio seco	16.0	Alquitrán	12.0
Calizas compactas y mármoles	27.0 - 28.0	Ripio húmedo	20.0	Asfalto	13.0
Pizarra para tejados	28.0	Grava (canto rodado)	16.0	Cal	12.0
B. Piedras artificiales		Gravilla seca	15.5	Hielo	9.0
Adobe	16.0	Gravilla húmeda	20.0	Libros y documentos	8.5
Amianto-cemento	20.0	Tierra seca	14.0	Papel	11.0
Baldosa cerámica	18.0	Tierra húmeda	18.0	Plástico en planchas	21.0
Baldosa de gres	19.0	Tierra saturada	20.0	Vidrio plano	26.0
Hormigón simple	22.0	D. Morteros		Elementos secundarios	
Hormigón armado	24.0	Cemento compuesto y arena 1:3 a 1:5	20.0	G. Contrapisos y recubrimientos	
Ladrillo cerámico prensado (0 a 10% de huecos)	19.0	Cemento compuesto cal y arena	18.0	kN/m ²	
Ladrillo cerámico perforado (20 a 30% de huecos)	14.0	Cal y arena	16.0	Baldosa de mármol reconstituido, con mortero de cemento: por cada cm, de espesor	0.22
Ladrillo cerámico hueco (40 a 50% de huecos)	10.0	Yeso	10.0	Baldosa de cerámica, con mortero de cemento: por cada cm, de espesor	0.20
Ladrillo artesanal	16.0	E. Metales		Contrapiso de hormigón ligero simple, por cada cm, de espesor	0.16
		Acero	78.5	Contrapiso de hormigón simple, por cada cm, de espesor	0.22
		Aluminio	27.0	H. Cielorrasos y Cubiertas	
		Bronce	85.0	kN/m ²	
				De yeso sobre listones de madera (incluidos los listones)	0.20
				De mortero de cemento compuesto de cal y arena	0.55



UNIVERSIDAD
NACIONAL DE
CHIMBORAZO

Material	Peso Unitario kN/m ³
Plancha ondulada de fibrocemento: de 8 mm de espesor	0.20
de 6 mm de espesor	0.15
Chapa ondulada de acero galvanizado: de 0,5 mm de espesor	0.07
de 0.8 mm de espesor	0.09
de 1.3 mm de espesor	0.14
Teja de barro cocido sin mortero	0.50
Teja plana con mortero de cemento	0.85
Teja de hormigón con mortero	1.15

Fuente: NEC-SE-CG-Cargas-No-Sismicas



UNIVERSIDAD
NACIONAL DE
CHIMBORAZO

VALORES DE LAS CARGAS MUERTAS Y VIVAS

CARGAS VIVAS (sobrecargas mínimas)

Las cargas vivas son aquellas que pueden cambiar de lugar y magnitud. Son causadas cuando una estructura se ocupa, se usa y se mantiene. Las cargas que se mueven bajo su propio impulso como camiones, gente y grúas, se denominan cargas móviles



Ocupación o Uso	Carga uniforme (kN/m ²)	Carga concentrada (kN)	Ocupación o Uso	Carga uniforme (kN/m ²)	Carga concentrada (kN)
Almacenes			^c Estas cargas se aplican en espacios de almacenamiento de bibliotecas y librerías que soportan anaqueles fijos con doble acceso, sujetos a las siguientes limitaciones: <ul style="list-style-type: none"> • altura máxima de 2300 mm, • ancho máximo de 300 mm por lado de acceso • distancia entre anaqueles mayor o igual a 900 mm. 		
Venta al por menor					
Primer piso	4.80	4.50			
Pisos superiores	3.60	4.50			
Venta al por mayor. Todos los pisos	6.00	4.50			
Armerías y salas de instrucción militar	7.20				
Áreas de reunión y teatros			Bodegas de almacenamiento (serán diseñadas para la mayor carga prevista)		
Asientos fijos	2.90		Livianas	6.00	
Áreas de recepción	4.80		Pesada	12.00	
Asientos móviles	4.80		Coliseos (ver estadios y graderíos)		
Plataformas de reunión	4.80		Comedores y restaurantes	4.80	
Escenarios	7.20		Construcción ligera de placa de piso sobre un área de 625 mm²		0.90
Áreas de almacenamiento sobre techos	1.00		Corredores-pasarelas-plataformas para mantenimiento	2.00	1.33
Barreras vehiculares	Véase sección 4.5 ASCE 7-10		Corredores		
Balcones	4.80		Primer Piso		
Bibliotecas			Otros pisos de igual ocupación, excepto si existe otra indicación	4.80	
Salas de lectura	2.90	4.50			
Estanterías	7.20 ^c	4.50			
Corredores en pisos superiores a planta baja	4.00	4.50			



Ocupación o Uso	Carga uniforme (kN/m ²)	Carga concentrada (kN)
Cubiertas		
Cubiertas planas, inclinadas y curvas	0.70	
Cubiertas destinadas para áreas de paseo	3.00	
Cubiertas destinadas en jardinería o patios de reunión.	4.80	
Cubiertas destinadas para propósitos especiales		
Toldos y carpas	i	i
Construcción en lona apoyada sobre una estructura ligera	0.24 (no reduc.)	
Todas las demás	1.00	
Elementos principales expuestos a áreas de trabajo		8.90
Carga puntual en los nudos inferiores de la celosía de cubierta, miembros estructurales que soportan cubiertas sobre fábricas, bodegas y talleres de reparación vehicular		1.40
Todos los otros usos		1.40
Todas las superficies de cubiertas sujetas a mantenimiento de trabajadores		
En la región andina y sus estribaciones, desde una cota de 1000 m sobre el nivel del mar, no se permite la reducción de carga viva en cubiertas para prevenir caídas de granizo o ceniza.		
Departamentos (ver Residencias)		
Edificios de oficinas		
Salas de archivo y computación (se diseñará para la mayor carga prevista)		
Áreas de recepción y corredores del primer piso	4.80	9.00
Oficinas	2.40	9.00
Corredores sobre el primer piso	4.00	9.00
Escaleras fijas	Ver sección 4.5 ASCE/SEI 7-10	
Escaleras y rutas de escape	4.80	g
Únicamente residencias unifamiliares y bifamiliares	2.00	
^q Cuando la sobrecarga reducida de cubierta (menor a 1.0 N/m ²), calculada de conformidad con el [3.2.1] , sea utilizada para el diseño de miembros estructurales continuos, la sobrecarga se aplicará en dos tramos adyacentes y en tramos alternados para obtener las máximas solicitaciones.		

Ocupación o Uso	Carga uniforme (kN/m ²)	Carga concentrada (kN)
Estadios y coliseos		
Graderíos	4.80 ^d	
Asientos fijos	3.00 ^d	
^d Adicional a las cargas vivas verticales, el diseño incluirá fuerzas horizontales aplicadas a cada fila de asientos, como sigue: <ul style="list-style-type: none"> • 400 N/m en dirección paralela, • 150 N/m en dirección perpendicular. Estas fuerzas no serán consideradas en forma simultánea.		
Fábricas/Industria/Manufactura		
Livianas	6.00	9.0
Pesadas	12.00	13.40
Garaje (únicamente vehículos para pasajeros)		
	2.0 ^{a,b}	
Camiones y buses	a,b	
^a Los pisos de estacionamientos o partes de los edificios utilizados para almacenamiento de vehículos, serán diseñados para las cargas vivas uniformemente distribuidas de esta tabla o para las siguientes cargas concentradas: <ul style="list-style-type: none"> • Para vehículos particulares (hasta 9 pasajeros) actuando en una superficie de 100 mm por 100 mm, 13.4 kN; y • Para losas en contacto con el suelo que son utilizadas para el almacenamiento de vehículos particulares, 10 kN por rueda. ^b Los estacionamientos para camiones y buses serán diseñados por algún método recomendado por AASHTO, MTOP, que contenga las especificaciones para cargas de camiones y buses.		
Gimnasios	4.80	
Graderíos para estadios y similares	4.80 ^d	
^d véase Estadios y coliseos		
Hoteles (ver residencias)		



**UNIVERSIDAD
NACIONAL DE
CHIMBORAZO**

Ocupación o Uso	Carga uniforme (kN/m ²)	Carga concentrada (kN)
Soportes para luces cenitales y cielos rasos accesibles		0.90
Unidades educativas		
Aulas	2.00	4.50
Corredores segundo piso y superior	4.00	4.50
Corredores primer piso	4.80	4.50
Veredas, áreas de circulación vehicular y patios que puedan estar cargados por camiones	12.00	35.60 ^e

^e La carga concentrada de rueda será aplicada en un área de 100 mm x 100 mm

Ocupación o Uso	Carga uniforme (kN/m ²)	Carga concentrada (kN)
Hospitales		
Sala de quirófanos, laboratorios	2.90	4.50
Sala de pacientes	2.00	4.50
Corredores en pisos superiores a la planta baja	4.00	4.50
Instituciones penales		
Celdas	2.00	
Corredores	4.80	
Pasamanos, guardavías y agarraderas de seguridad	Véase sección 4.5 ASCE/SEI 7-10	
Pasarelas y plataformas elevadas (excepto rutas de escape)	3.00	
Patios y terrazas peatonales	4.80	
Pisos para cuarto de máquinas de elevadores (áreas de 2600 mm²)		1.40
Residencias		
Viviendas (unifamiliares y bifamiliares)	2.00	
Hoteles y residencias multifamiliares	2.00	
Habitaciones	4.80	
Salones de uso público y sus corredores		
Salas de baile	4.80	
Salas de billar, bolos y otras áreas de recreación similares	3.60	
Salida de emergencia		
Únicamente para residencias unifamiliares	2.00	
Sistemas de pisos para circulación		
Para oficinas	2.40	9.00
Para centros de cómputo	4.80	9.00

Fuente: NEC-SE-CG-Cargas-No-Sismicas



SEGURIDAD ESTRUCTURAL DE LAS EDIFICACIONES:

1. NEC-SE-CG: Cargas (no sísmicas)
2. NEC-SE-DS: Peligro Sísmico, diseño sísmo resistente parte 1
3. NEC-SE-DS: Peligro Sísmico, diseño sísmo resistente parte 2
4. NEC-SE-DS: Peligro Sísmico, diseño sísmo resistente parte 3
5. NEC-SE-DS: Peligro Sísmico, diseño sísmo resistente parte 4
6. NEC-SE-RE: Riesgo Sísmico, Evaluación, Rehabilitación de Estructuras
7. NEC-SE-GC: Geotécnia y Cimentaciones
8. NEC-SE-HM: Estructuras de Hormigón Armado
9. NEC-SE-AC: Estructuras de Acero
10. NEC-SE-MP: Mampostería Estructural
11. NEC-SE-MD: Estructuras de Madera
12. NEC-SE-VIVIENDA: Viviendas de hasta 2 pisos con luces de hasta 5m parte 1
13. NEC-SE-VIVIENDA: Viviendas de hasta 2 pisos con luces de hasta 5m parte 2
14. NEC-SE-VIVIENDA: Viviendas de hasta 2 pisos con luces de hasta 5m parte 3
15. NEC-SE-VIVIENDA: Viviendas de hasta 2 pisos con luces de hasta 5m parte 4
16. NEC-SE-GUADÚA: Estructuras de Guadúa



**UNIVERSIDAD
NACIONAL DE
CHIMBORAZO**

NORMAS EXTRANJERAS

Designación	Descripción
AISC 360	Especificación ANSI AISC 360 para Construcciones de Acero
AISI	Especificaciones para Acero Conformado en Frío, AISI
FEMA 350	Recommended Seismic Design Criteria for New Steel Moment – Frame Buildings



UNIVERSIDAD
NACIONAL DE
CHIMBORAZO

ESFUERZOS

ANÁLISIS DE ARMADURA

Una armadura es un montaje de elementos delgados y rectos que soportan cargas axiales de tensión o compresión. Estos elementos son llamados «*elementos a dos fuerzas*».

Análisis de una Armadura Cálculo de las Tensiones

- Método de los NODOS
- Método de las SECCIONES



UNIVERSIDAD
NACIONAL DE
CHIMBORAZO

DISEÑO CONSIDERANDO ESFUERZOS

Esfuerzo:

Para cualquier elemento sometido a fuerzas, la intensidad de estas se distribuyen a través de una sección dada del mismo. Esta fuerza por unidad de área se denomina Esfuerzo y se denota con la letra σ cuando se trabaja con fuerzas normales (cargas axiales) o con la letra τ cuando se trabaja con fuerzas cortantes.

$$\sigma = \frac{P}{A}$$

$$\tau = \frac{P}{A}$$



UNIVERSIDAD
NACIONAL DE
CHIMBORAZO

DISEÑO CONSIDERANDO ESFUERZOS

Cuando se habla del diseño considerando esfuerzos en esta asignatura, se refiere a la manera en que se planifican y diseñan las estructuras teniendo en cuenta las fuerzas y los esfuerzos a los que estarán sometidas.

Algunos conceptos clave que se consideran en el diseño considerando esfuerzos en ingeniería civil incluyen:

Cargas aplicadas: Esto implica identificar y cuantificar las diferentes cargas que actuarán sobre la estructura, como cargas muertas (peso propio de la estructura), cargas vivas (cargas móviles como personas y vehículos), cargas de viento, cargas sísmicas, entre otras.

Distribución de esfuerzos: Se analiza cómo se distribuyen las fuerzas a lo largo de la estructura y cómo afectan a sus diferentes componentes.



UNIVERSIDAD
NACIONAL DE
CHIMBORAZO

DISEÑO CONSIDERANDO ESFUERZOS

Esfuerzos internos: Se estudian los esfuerzos internos que se generan en los materiales de la estructura, como la tensión, la compresión, el corte y el momento flector.

Selección de materiales: Se eligen materiales adecuados que puedan resistir los esfuerzos esperados y que sean apropiados para las condiciones ambientales y de carga específicas de la estructura.

Dimensionamiento de elementos estructurales: Se dimensionan los elementos estructurales, como vigas, columnas, losas y cimentaciones, de manera que puedan soportar los esfuerzos previstos dentro de los límites de seguridad y de servicio.



DISEÑO CONSIDERANDO ESFUERZOS

RESISTENCIA TENSIÓN \geq DEMANDA TENSIÓN

$$\phi * T_n \geq T_u$$

1. Fluencia en la sección bruta

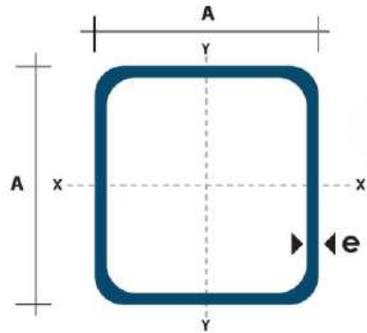
$$\phi_t T_n = \phi_t F_y A_g \quad \phi_t = 0.9$$

F_y : esfuerzo de fluencia nominal

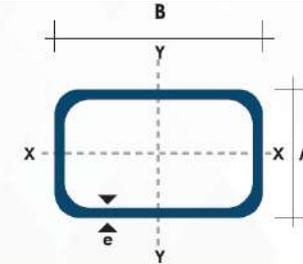
A_g : área total o bruta



DISEÑO CONSIDERANDO ESFUERZOS



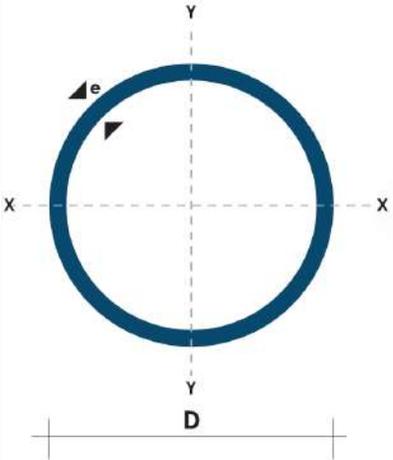
Dimensiones			Área	Ejes X-Xe Y-Y		
A mm	Espesor mm (e)	Peso Kg/m	Área cm ²	I cm ⁴	W cm ³	i cm ³
20	1.2	0.72	0.90	0.53	0.53	0.77
20	1.5	0.88	1.05	0.58	0.58	0.74
20	2.0	1.15	1.34	0.69	0.69	0.72
25	1.2	0.90	1.14	1.08	0.87	0.97
25	1.5	1.12	1.35	1.21	0.97	0.95
25	2.0	1.47	1.74	1.48	1.18	0.92
30	1.2	1.09	1.38	1.91	1.28	1.18
30	1.5	1.35	1.65	2.19	1.46	1.15
30	2.0	1.78	2.14	2.71	1.81	1.13
40	1.2	1.47	1.80	4.38	2.19	1.25
40	1.5	1.82	2.25	5.48	2.74	1.56
40	2.0	2.41	2.94	6.93	3.46	1.54
40	3.0	3.54	4.44	10.20	5.10	1.52
50	1.5	2.29	2.85	11.06	4.42	1.97
50	2.0	3.03	3.74	14.13	5.65	1.94
50	3.0	4.48	5.61	21.20	8.48	1.91
60	2.0	3.66	3.74	21.26	7.09	2.39
60	3.0	5.42	6.61	35.06	11.69	2.34
75	2.0	4.52	5.74	50.47	13.46	2.97
75	3.0	6.71	8.41	71.54	19.08	2.92
75	4.0	8.59	10.95	89.98	24.00	2.87
100	2.0	6.17	7.74	122.99	24.60	3.99
100	3.0	9.17	11.41	176.95	35.39	3.94
100	4.0	12.13	14.95	226.09	45.22	3.89
100	5.0	14.40	18.36	270.57	54.11	3.84



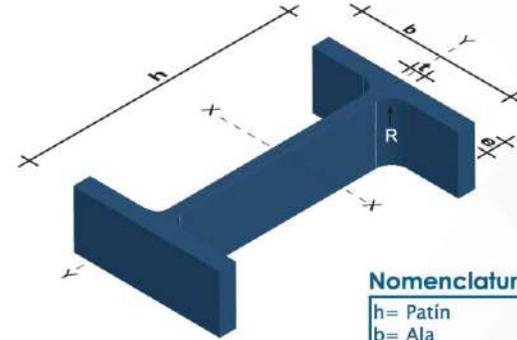
Dimensiones				Área	Ejes Y-Y			Ejes X-X		
A mm	B mm	Espesor (e) mm	Peso Kg/m	Área cm ²	I cm ⁴	W cm ³	i cm	i cm ⁴	W cm ³	i cm ³
20	40	1.2	1.09	1.32	2.61	1.30	1.12	0.88	0.88	0.83
20	40	1.5	1.35	1.65	3.26	1.63	1.40	1.09	1.09	0.81
20	40	2.0	1.78	2.14	4.04	2.02	1.37	1.33	1.33	0.79
25	50	1.5	1.71	2.10	6.39	2.56	1.74	2.19	1.75	1.02
25	50	2.0	2.25	2.74	8.37	3.35	1.75	2.80	2.24	1.01
25	50	3.0	3.30	4.14	12.56	5.02	1.74	3.99	3.19	0.99
30	50	1.5	1.88	2.25	7.27	2.91	1.80	3.32	2.21	1.21
30	50	2.0	2.41	2.94	9.52	3.81	1.80	4.28	2.85	1.21
30	50	3.0	3.30	4.21	12.78	5.11	1.74	5.66	3.77	1.16
30	70	2.0	3.03	3.74	22.20	6.34	2.44	5.85	3.90	1.25
30	70	3.0	4.48	5.41	30.50	8.71	2.37	7.84	5.23	1.20
40	60	1.5	2.29	2.91	14.90	4.97	2.26	7.94	3.97	1.65
40	60	2.0	3.03	3.74	18.08	6.13	2.22	9.81	4.90	1.62
40	60	3.0	4.48	5.41	25.31	8.44	2.16	13.37	6.69	1.57
30	70	1.5	2.34	2.91	18.08	5.17	2.49	4.76	3.17	1.28
30	70	2.0	2.93	3.74	22.20	6.34	2.44	5.85	3.90	1.25
30	70	3.0	4.25	5.41	30.50	8.71	2.37	7.84	5.23	1.20
40	80	1.5	2.76	3.74	31.75	7.94	2.91	10.77	5.39	1.70
40	80	2.0	3.66	4.54	37.32	9.33	2.87	12.70	6.35	1.67
40	80	3.0	5.42	6.61	52.16	13.04	2.81	17.49	8.75	1.63
50	100	2.0	4.52	5.74	74.94	14.99	3.61	25.65	10.26	2.11
50	100	3.0	6.71	8.41	106.34	21.27	3.56	35.97	14.39	2.07
50	150	2.0	6.17	7.74	207.45	27.66	5.18	37.17	14.87	2.19
50	150	3.0	9.17	11.41	298.35	39.78	5.11	52.54	21.02	2.15



DISEÑO CONSIDERANDO ESFUERZOS



(D) Diámetro	Espesor	Peso	Área	I	W	i
Pulgadas	mm	Kg/m	cm ²	cm ⁴	cm ³	cm ³
7/8"	1.50	0.77	0.98	0.53	0.47	0.73
1"	1.50	0.88	1.13	0.81	0.64	0.85
1 1/4"	1.50	1.12	1.43	1.63	1.03	1.07
1 1/2"	1.50	1.35	1.72	2.89	1.52	1.30
1 3/4"	1.50	1.59	2.02	4.67	2.10	1.52
2"	1.50	1.82	2.32	7.06	2.78	1.74
2 1/2"	1.50	2.29	2.92	14.05	4.42	2.19
3"	1.50	2.76	3.52	24.56	6.45	2.64
1"	2.00	1.15	1.47	1.01	0.80	0.83
1 1/4"	2.00	1.47	1.87	2.08	1.31	1.05
1 1/2"	2.00	1.78	2.27	3.71	1.95	1.29
1 3/4"	2.00	2.09	2.67	6.02	2.71	1.50
2"	2.00	2.41	3.07	9.14	3.60	1.73
2 1/2"	2.00	3.03	3.86	18.29	5.76	2.18
3"	2.00	3.66	4.66	32.11	8.43	2.62
2"	3.00	3.54	4.51	12.92	5.09	1.69
2 1/2"	3.00	4.48	5.70	26.15	8.24	2.14
3"	3.00	5.42	6.90	46.29	12.15	2.59



Nomenclatura

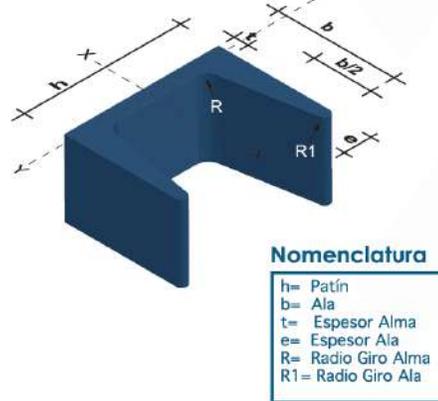
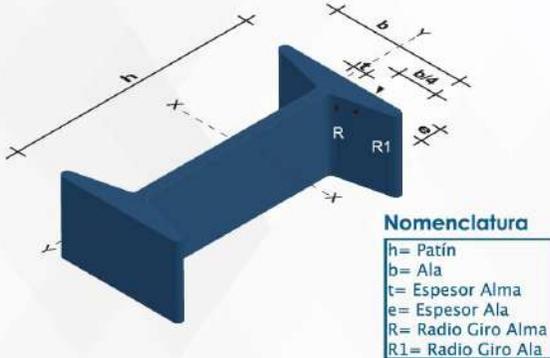
- h= Patín
- b= Ala
- t= Espesor Alma
- e= Espesor Ala
- R= Radio Giro Alma



DENOMINACIÓN	DIMENSIONES					ÁREA SECCIÓN cm ²	PESOS kg/mts	PROPIEDADES			
	h	b	t	e	R			INERCIA (cm ⁴)		MÓDULO RESISTENCIA (cm ³) SECCIÓN	
	mm	mm	mm	mm	mm			Eje x-x	Eje y-y	Eje x-x	Eje y-y
IPE 80	80	46	3.80	5.20	5	7.64	6.00	80	8.49	20.00	3.69
IPE 100	100	55	4.10	5.70	5	10.30	8.10	171	15.90	34.20	5.79
IPE 120	120	64	4.40	6.30	5	13.20	10.40	318	27.70	53.00	8.65
IPE 160	160	82	5.00	7.40	7	20.10	15.80	869	68.30	109.00	16.70
IPE 200	200	100	5.60	8.50	9	28.50	22.40	1940	142.00	194.00	28.50
IPE 220	220	110	5.90	9.20	9	33.40	26.20	2770	205.00	252.00	37.30
IPE 240	240	120	6.20	9.80	12	39.10	30.70	3890	284.00	324.00	47.30
IPE 300	300	150	7.10	10.70	15	53.80	42.20	8360	604.00	557.00	80.50
IPE 400	400	180	8.60	13.50	118	84.50	63.30	23130	1320.00	1160.00	146.00
IPE 450	450	190	9.40	14.60	21	98.80	77.70	33740	1680.00	1500.00	176.00
IPE 500	500	200	10.20	16.00	21	116.00	90.70	48200	2140.00	1930.00	214.00



DISEÑO CONSIDERANDO ESFUERZOS



PROPIEDADES MECÁNICAS			
RESISTENCIA MECÁNICA		PUNTO FLUENCIA	
Kg/mm ²	Mpa	Kg/mm ²	Mpa
37 - 52	370 - 520	24	235

PROPIEDADES MECÁNICAS			
RESISTENCIA MECÁNICA		PUNTO FLUENCIA	
Kg/mm ²	Mpa	Kg/mm ²	Mpa
37 - 52	370 - 520	24	235

DENOMINACIÓN	DIMENSIONES						PROPIEDADES					
	h	b	t	e	R	R1	ÁREA SECCIÓN cm ²	PESOS kg/mt	INERCIA (cm ⁴)		MÓDULO RESISTENCIA (cm ³) SECCIÓN	
	mm	mm	mm	mm	mm	mm			Eje x-x	Eje y-y	Eje x-x	Eje y-y
IPN 80	80	42	3.90	5.90	30.90	2.30	7.58	5.95	77	6.29	19.50	3.00
IPN 100	100	50	4.50	6.80	4.50	2.70	10.60	8.32	171	12.20	34.20	4.88
IPN 120	120	64	4.40	6.30	4.50	3.00	13.20	10.40	318	27.70	53.00	8.65
IPN 140	140	66	5.70	8.60	5.70	3.40	18.30	14.40	573	35.20	81.90	10.70
IPN 160	160	74	6.30	9.50	6.30	3.80	22.80	17.90	935	54.70	117.00	14.80
IPN 200	200	90	7.50	11.30	7.50	4.50	33.50	26.30	2140	117.00	214.00	26.00
IPN 240	240	106	8.70	13.10	8.70	5.20	46.10	36.20	4250	221.00	354.00	41.70
IPN 300	300	125	10.80	16.20	10.80	6.50	69.10	54.20	9800	451.00	653.00	72.20
IPN 400	400	155	14.40	21.60	14.40	8.60	118.00	92.60	29210	1160.00	1460.00	149.00
IPN 450	450	170	16.20	24.30	16.20	9.70	147.00	115.00	45850	1730.00	2040.00	203.00

DENOMINACIÓN	DIMENSIONES						PROPIEDADES					
	h	b	t	e	R	R1	ÁREA SECCIÓN cm ²	PESOS kg/mts	INERCIA (cm ⁴)		RESISTENCIA (cm ³)	
	mm	mm	mm	mm	mm	cm ⁴			Eje x-x	Eje y-y	Eje x-x	Eje y-y
UPN 80	80	45	6.00	8.00	8.00	4.00	1.10	8.64	106.00	19.40	26.50	6.36
UPN 100	100	50	6.00	8.50	8.50	4.50	13.50	10.60	206.00	29.30	41.20	8.49
UPN 120	120	55	7.00	9.00	9.00	4.50	17.00	13.40	364.00	43.20	60.70	11.10
UPN 140	140	60	7.00	10.00	10.00	5.00	20.40	16.00	605.00	62.70	86.40	14.80
UPN 160	160	65	7.50	10.50	10.50	5.50	24.00	18.80	905.00	85.30	116.00	18.30
UPN 180	180	70	8.00	11.00	11.00	5.50	28.00	22.00	1350.00	114.00	150.00	22.40
UPN 200	200	75	8.50	11.50	11.50	6.00	32.20	25.30	1910.00	148.00	191.00	27.00
UPN 220	220	80	9.00	12.50	12.50	6.50	37.40	29.40	2690.00	197.00	245.00	33.60
UPN 240	240	85	9.50	13.00	13.00	6.50	42.30	33.20	3600.00	248.00	300.00	39.60
UPN 300	300	100	10.00	16.00	16.00	8.00	58.80	46.20	8030.00	495.00	535.00	67.80



UNIVERSIDAD
NACIONAL DE
CHIMBORAZO

DISEÑO CONSIDERANDO DEFORMACIONES DEFORMACIÓN AXIAL

En ingeniería civil, el conocimiento de esta es esencial para el diseño y la evaluación de estructuras como columnas, pilares, vigas y otros elementos sometidos a cargas axiales permitiendo determinar la capacidad de carga de los materiales y garantizar que las estructuras sean seguras y cumplan con los requisitos de resistencia y estabilidad.

La comprensión de la deformación axial es fundamental para analizar y prevenir posibles fallos estructurales identificando puntos críticos donde pueden ocurrir deformaciones excesivas, agrietamiento o fallos catastróficos debido a la carga aplicada, al comprender cómo los materiales se deforman bajo carga axial, los ingenieros pueden optimizar el diseño de secciones transversales y seleccionar materiales adecuados para maximizar la capacidad de carga y minimizar la deformación excesiva.



UNIVERSIDAD
NACIONAL DE
CHIMBORAZO

DISEÑO CONSIDERANDO DEFORMACIONES DEFORMACIÓN AXIAL

Para elementos homogéneos de longitud (L) y área transversal uniforme (A) sujeta a una carga axial centrada P y si no supera el esfuerzo elástico, se puede aplicar la ley de Hooke

$$\delta = \frac{F * L}{A * E}$$

δ = Deformación

F = Fuerza

L = Longitud

A = Área

E = Módulo de elasticidad

AE = Rigidez por axial



DISEÑO CONSIDERANDO DEFORMACIONES

DEFORMACIÓN AXIAL

COMPATIBILIDAD DE DEFORMACIÓN	EQUILIBRIO
$\delta_s = \delta_c$	$F = F_s + F_c$
$\frac{\delta_s}{L} = \frac{\delta_c}{L}$	AXIAL
$\epsilon_s = \epsilon_c$	$F = \sigma * A$
RANGO ELÁSTICO	$F = \sigma_s * A_s + \sigma_c * A_c$
$\sigma = E * \epsilon$	$F = \left(\frac{E_s}{E_c} * \sigma_c\right) * A_s + \sigma_c * A_c$
$\frac{\sigma_s}{E_s} = \frac{\sigma_c}{E_c}$	$F = \frac{\sigma_c [A_s * E_s] + \sigma_c [A_c * E_c]}{E_c}$
$\sigma_s = \frac{E_s}{E_c} * \sigma_c$	$\sigma_c = \frac{F * E_c}{A_s * E_s + A_c * E_c}$