

elementos sometidos a
compresión axial



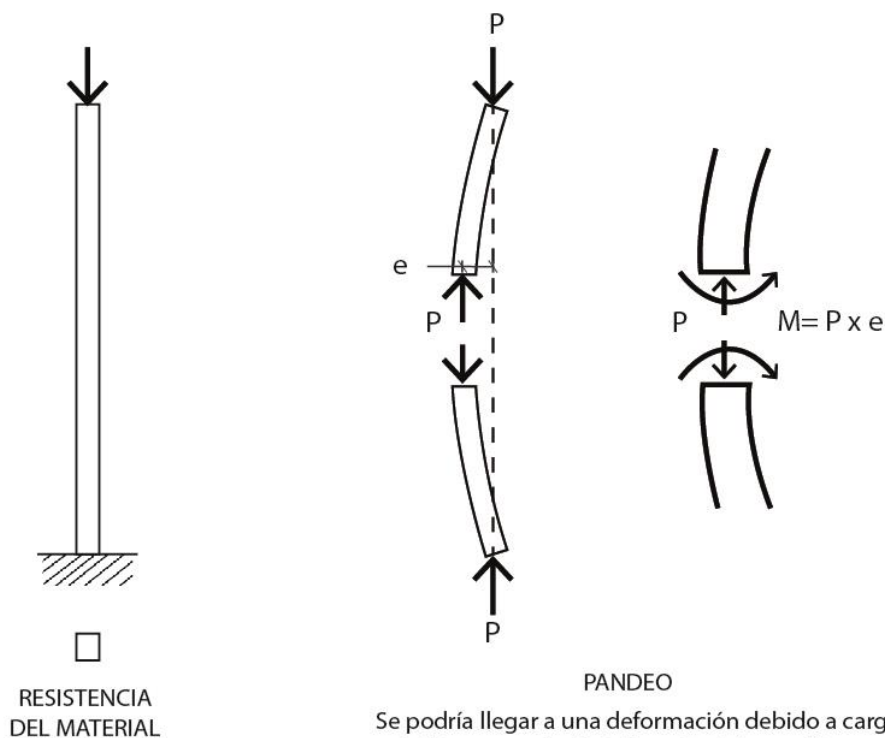
ELEMENTOS SOMETIDOS A COMPRESIÓN AXIL

La estructura en su conjunto y cada uno de los elementos que la componen deben permanecer en equilibrio estable frente a las solicitaciones que resultan del análisis de acciones a las que estará sometida durante su vida útil.

Dentro de los componentes que conforman la estructura las columnas cumplen un papel fundamental para garantizar la estabilidad del conjunto. Son diseñadas con recaudos de seguridad mayores que los demás componentes resistentes, ya que su falla desencadena un catastrófico colapso de la construcción (si falla una columna lo hacen las vigas concurrentes en ella y los planos superiores que se apoyan en las anteriores). Las columnas son piezas que trabajan, fundamentalmente, a esfuerzos normales o axiales y, cuando están sometidas a cargas gravitatorias, esas acciones, en la mayoría de los casos, son de compresión.

Su mal funcionamiento puede ocasionar problemas que impidan al mecanismo estructural transmitir al suelo de fundación toda acción aplicada.

Una barra (columna) empotrada en su extremo inferior y sometida en su extremo superior a una carga P , de compresión, puede fallar por agotamiento de la **resistencia** del material (relación entre carga, sección y resistencia del material empleado) o por **pandeo** (deformaciones transversales a la barra que provocan una situación de inestabilidad del equilibrio que conduce al colapso, sin previo aviso).



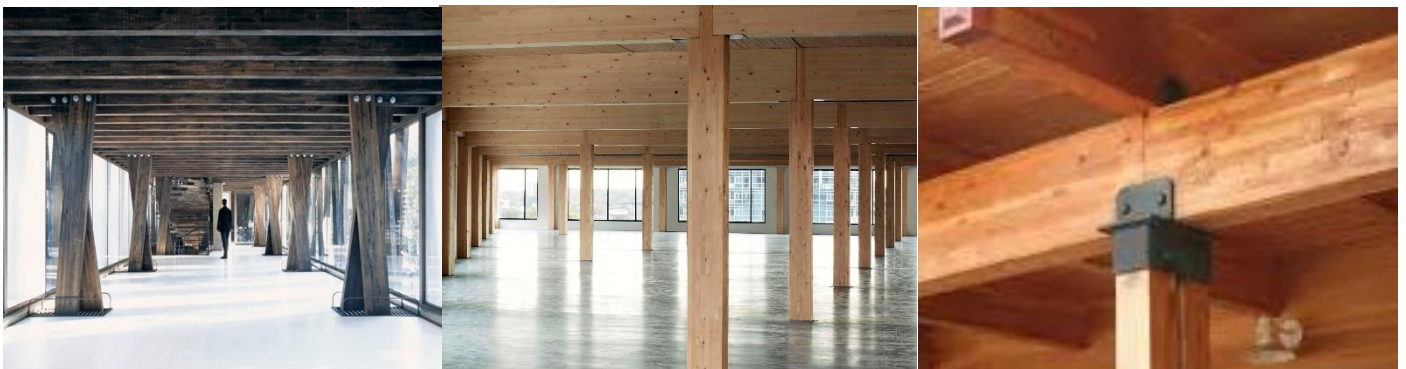
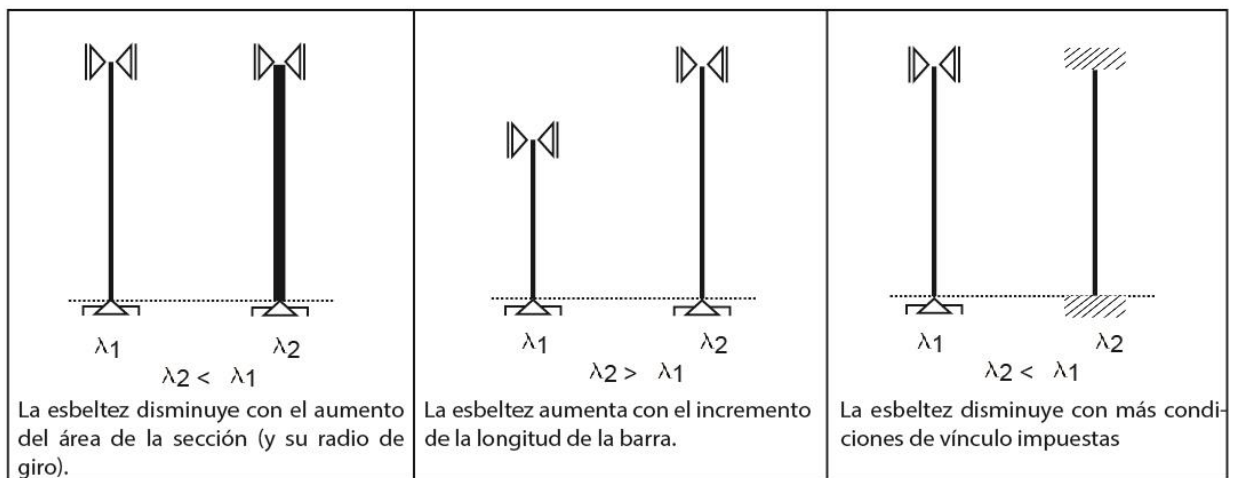
PANDEO

El pandeo es una situación de inestabilidad del equilibrio por deformaciones de la estructura, no es una sollicitación. Se produce exclusivamente en componentes (o partes de componentes) comprimidos esbeltos.

Las columnas son elementos que pueden ser esbeltos. Las variables que intervienen en la esbeltez (λ) de una barra son:

- Longitud: obedece, en general, al diseño arquitectónico.
- Sección: relaciona con la resistencia necesaria.
- Radio de giro: es una característica geométrica, que vincula la sección de la barra con el momento de inercia de la misma. Esta última variable, depende de cómo se distribuye la masa alrededor del eje centroidal, es decir, que en columnas rectangulares va a existir una posición más desfavorable que otra. Es importante analizar la peor situación.
- Condiciones de vínculo: dependerán del tipo de uniones entre viga y columna y, entre columna y fundación.

En general, para construcciones de madera y metal podemos trabajar con elementos biarticulados, porque es el tipo de vínculo apropiado y de uso corriente para estas materialidades.



Unión columna-viga



Unión columna-fundación

DIMENSIONADO DE COLUMNAS DE MADERA

Para dimensionar una columna de madera se deben considerar los efectos del pandeo, por lo tanto es necesario ajustar la tensión de diseño en compresión paralela a las fibras F'_c a través de un factor C_p que es el factor de estabilidad lateral del miembro comprimido. Este factor reduce la tensión F'_c .

$$F'_{cp} = C_p \times F'_c$$

Las variables que intervienen en la obtención del C_p son:

- F'_c : Tensión de Diseño en Compresión paralela a las fibras
- E' : Módulo de Elasticidad
- l_e : Longitud efectiva de pandeo; para barras biarticuladas es igual a la longitud de la columna.
- d : Ancho de la sección transversal en la dirección perpendicular respecto del eje del cual se produce el pandeo.

$$C_p = \frac{1 + (F_{CE}/F'_c)}{2c} - \sqrt{\left[\frac{1 + (F_{CE}/F'_c)}{2c} \right]^2 - \frac{F_{CE}/F'_c}{c}}$$

Donde:

$$F_{CE} = \frac{0.822E'}{\left(\frac{l_e}{d}\right)^2}$$

c = es un coeficiente de ajuste igual a 0,8 para madera aserrada y 0.9 para madera laminada estructural

Se desarrollan las siguientes tablas para diferentes tipos de madera que permiten determinar el valor de C_p y F'_{cp} para predimensionar de forma rápida y simplificada componentes sometidos sólo a esfuerzos axiales.

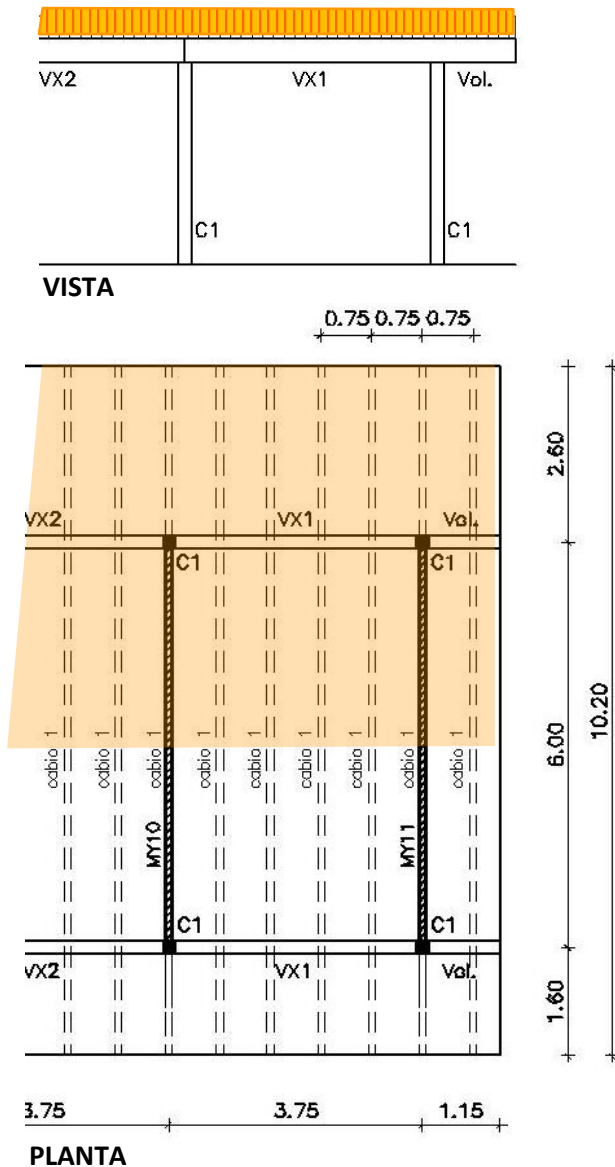
En este caso el proceso de dimensionado de columnas es iterativo.

TABLA 6									
MADERA ASERRADA DE EUCALIPTUS GRANDIS					MADERA ASERRADA DE PINO PARANÁ				
ELEMENTOS BIARTICULADOS					ELEMENTOS BIARTICULADOS				
F´ _c	66 kg/cm ²				F´ _c	63 kg/cm ²			
E	72000 kg/cm ²				E	76000 kg/cm ²			
b	L	C _p	F´ _{cp}		b	L	C _p	F´ _{cp}	
(m)	(m)		(kg/cm ²)		(m)	(m)		(kg/cm ²)	
0,15	3,00	0,30	20		0,15	3,00	0,31	19	
0,20	3,00	0,34	22		0,20	3,00	0,34	22	
0,25	3,00	0,36	24		0,25	3,00	0,36	23	
b	L	C _p	F´ _{cp}		b	L	C _p	F´ _{cp}	
(m)	(m)		(kg/cm ²)		(m)	(m)		(kg/cm ²)	
0,15	2,50	0,33	21		0,15	2,50	0,33	21	
0,20	2,50	0,36	23		0,20	2,50	0,36	23	
0,25	2,50	0,37	24		0,25	2,50	0,37	24	
MADERA LAMINADA ENCOLADA DE EUCALIPTUS GRANDIS					MADERA LAMINADA ENCOLADA DE PINO PARANÁ				
ELEMENTOS BIARTICULADOS					ELEMENTOS BIARTICULADOS				
F´ _c	66 kg/cm ²				F´ _c	63 kg/cm ²			
E	78000 kg/cm ²				E	77000 kg/cm ²			
b	L	C _p	F´ _{cp}		b	L	C _p	F´ _{cp}	
(m)	(m)		(kg/cm ²)		(m)	(m)		(kg/cm ²)	
0,15	3,00	0,31	20		0,15	3,00	0,31	19	
0,20	3,00	0,34	23		0,20	3,00	0,34	22	
0,25	3,00	0,36	24		0,25	3,00	0,36	23	
b	L	C _p	F´ _{cp}		b	L	C _p	F´ _{cp}	
(m)	(m)		(kg/cm ²)		(m)	(m)		(kg/cm ²)	
0,15	2,50	0,33	22		0,15	2,50	0,33	21	
0,20	2,50	0,36	24		0,20	2,50	0,36	23	
0,25	2,50	0,37	25		0,25	2,50	0,37	24	
MADERA ASERRADA DE PINO ELIOTIS					MADERA ASERRADA DE PINO ELIOTIS				
ELEMENTOS BIARTICULADOS					ELEMENTOS BIARTICULADOS				
F´ _c	45 kg/cm ²				F´ _c	45 kg/cm ²			
E	43000 kg/cm ²				E	45000 kg/cm ²			
b	L	C _p	F´ _{cp}		b	L	C _p	F´ _{cp}	
(m)	(m)		(kg/cm ²)		(m)	(m)		(kg/cm ²)	
0,15	3,00	0,29	13		0,15	3,00	0,29	13	
0,20	3,00	0,33	15		0,20	3,00	0,33	15	
0,25	3,00	0,35	16		0,25	3,00	0,36	16	
b	L	C _p	F´ _{cp}		b	L	C _p	F´ _{cp}	
(m)	(m)		(kg/cm ²)		(m)	(m)		(kg/cm ²)	
0,15	2,50	0,32	14		0,15	2,50	0,32	14	
0,20	2,50	0,35	16		0,20	2,50	0,35	16	
0,25	2,50	0,37	17		0,25	2,50	0,37	17	

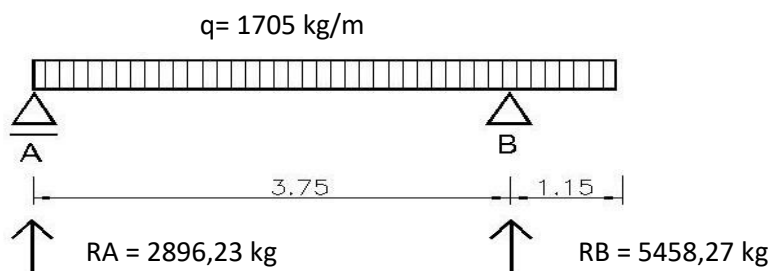
ELEMENTOS SOMETIDOS A COMPRESIÓN AXIL
Estructuras IA

EJERCICIO

Se continúa con el ejemplo de la CASA EN EL LAGO RUPANCO de los Arq. Izquierdo-Lehman, desarrollado en el libro de la cátedra.



Del análisis del equilibrio externo de la viga VX1 y su voladizo, se obtuvo:



Las reacciones de las vigas resultan ser acciones sobre las columnas, por lo tanto, se debe verificar la sección necesaria de la columna con una carga de compresión de 5428,27 kg.

Como se mencionó, se trata de un proceso iterativo, por lo tanto se propone verificar una columna de 20 cm X 20 cm y una altura de 3,00 m.
Se recuerda que todos los componentes estructurales se consideran de madera laminada encolada de Eucaliptus Grandis.

A la carga de compresión se le suma el peso propio de la columna:

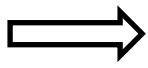
Peso propio de la columna:

$$P_p = 0,20m \times 0,20m \times 3,00m \times 430kg/m^3 = 516kg$$

Valor total de la carga de compresión axial es:

$$P_t = 5428,27kg + 516kg = 5944,27kg$$

Conociendo la sección puedo leer en la Tabla 6 el valor de la Tensión de Diseño a la Compresión paralela a las fibras que considera el pandeo para un ancho de 0,20 m y una altura de 3,00m.



MADERA LAMINADA ENCOLADA DE EUCALIPTUS GRANDIS			
ELEMENTOS BIARTICULADOS			
F _c	66 kg/cm ²		
E	78000 kg/cm ²		
b	L	C _p	F _{cp}
(m)	(m)		(kg/cm ²)
0,15	3,00	0,31	20
0,20	3,00	0,34	23
0,25	3,00	0,36	24
b	L	C _p	F _{cp}
(m)	(m)		(kg/cm ²)
0,15	2,50	0,33	22
0,20	2,50	0,36	24
0,25	2,50	0,37	25

Por lo tanto la sección necesaria para la columna es de:

$$A(cm^2) = \frac{P_t}{F_{cp}} = \frac{5944,27kg}{23kg/cm^2} = 258cm^2$$

Como la sección propuesta es de 400 cm², **VERIFICA**

Nota: A continuación se transcribe parte de la tabla 2 desarrollada en el libro “estructuras y arquitectura” con la finalidad de comparar las Tensiones de Diseño.

TABLA 2**MADERA LAMINADA ENCOLADA (para las especies anteriores)**

ESPECIE	CLASE	PROCEDENCIA	$F'_b(\text{Kg/cm}^2)$	$F'_v(\text{Kg/cm}^2)$	$F'_c(\text{Kg/cm}^2)$	$E'(\text{Kg/cm}^2)$	$P_e(\text{Kg/m}^3)$
Eucaliptus grandis	2	Mesopotamia	66	8	66	78.000	430

- **Tensión de Diseño en Compresión sin considerar pandeo: 66 Kg/cm^2**
- **Tensión de Diseño en Compresión considerando pandeo: 23 Kg/cm^2** (para este caso)
La Tensión de Diseño en Compresión considerando pandeo es casi 3 veces menor a la primera