El empleo es de todos

Mintrabajo

Técnico en mantenimiento, reparación y construcción de estructuras en guadua

Competencia técnica

Replantear los diseños de acuerdo con planos y especificaciones técnicas de construcción.

SENA

GC-F-004v.05

Resultado de aprendizaje
EVALUAR TRAZADO EN EL TERRENO SEGÚN PLANOS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.

Introducción al diseño de estructuras en guadua

Introducción al diseño estructuras en guadua

Se pretende dar una aproximación a las estructuras de forma global, Evitando una aproximación matemática, pero sin dejar a un lado los **principios fundamentales,** esto en referencia a los elementos, sus conexiones y sistemas estructurales, con el fin de servir de guía en el proceso preliminar de proyecto.

Sistema estructural…

Es la **unión estable de elementos** diseñados para que funcionen como una **unidad** que soporta y transmite al terreno las cargas correspondientes, de una forma segura y sin exceder la resistencia de cada uno de los elementos.

Intensión formal…

Existen tres vías fundamentales por las cuales el **sistema estructural** puede relacionarse con la **forma** de un proyecto:

- Exponer el sistema estructural
- Ocultar la estructura
- Enfatizar la estructura

Intensión formal

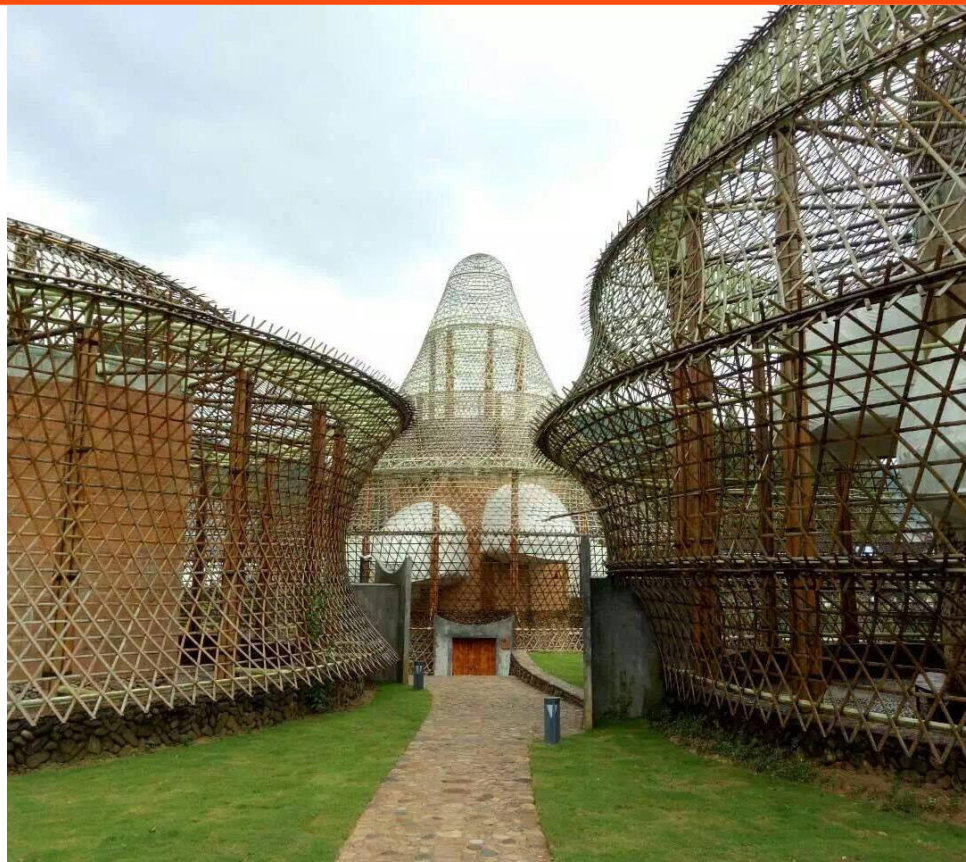
EXPONER EL SISTEMA ESTRUCTURAL

Un claro ejemplo son los sistemas de muros de carga también funcionan como cerramientos y, por tanto, expresaban la forma de la arquitectura. (casas bareque encementado)

Intensión formal

OCULTAR LA ESTRUCTURA
En esta estrategia, el sistema estructural queda oculto por el revestimiento exterior y la cubierta del edificio.

Algunas de las razones para ocultar la estructura son de orden práctico, como cuando los elementos estructurales deben contar con un revestimiento para protegerlos del fuego; o contextuales, como cuando la forma exterior que se busca no se corresponde con los requisitos del espacio interior.



Intensión formal

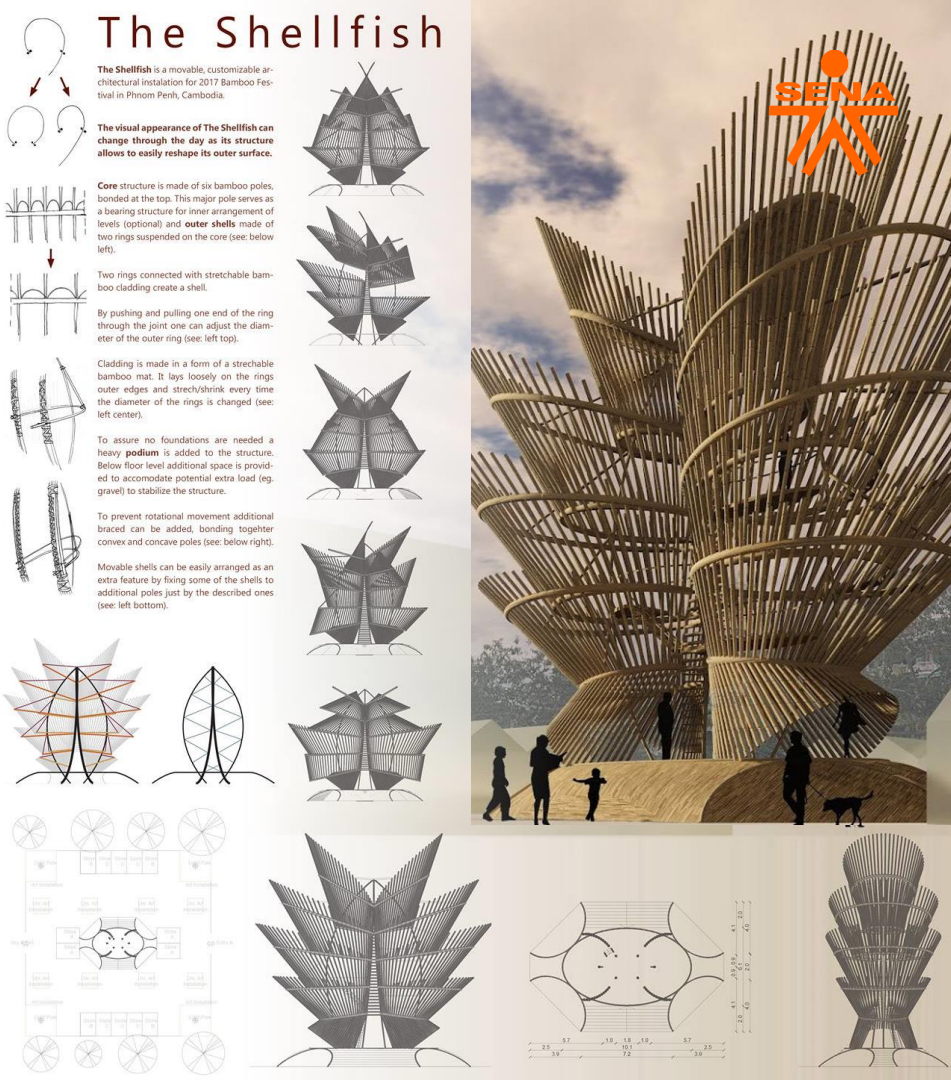
ENFATIZAR LA ESTRUCTURA

La característica del diseño es su sistema estructural, la exposición de este resulta interesante enfatizando la forma y la materialidad de la estructura.

La naturaleza nos da **ejemplos** de estructuras basadas en láminas o membranas, esto las convierte en candidatas perfectas para esta categoría.

Concepto

Es la **idea generadora**, el plan o el enfoque, que convierte una idea abstracta a la realidad, la claridad del concepto guía la **función** y el valor **estético**, con esto evitamos caer en caprichos formales.



Concepto

“firmitas, utilitas y venustas”
Los 10 libros de la arquitectura - 15 a.c
Marco vitruvio

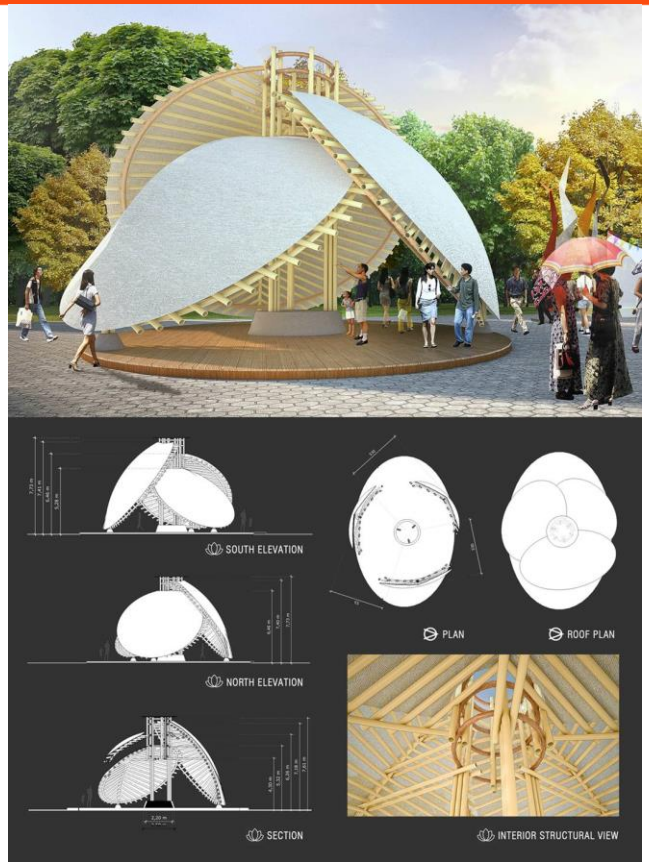
“no hay arquitectura sin concepto”
El concepto , no la forma, es lo que distingue a la arquitectura de la mera construcción.
Bernard Tschumi

Concepto arquitectónico

CONCEPTOS GENERALES

Analogía con la naturaleza: formas orgánicas de animales, vegetales o minerales, para interpretarlas y expresarlas en un diseño.

Analogía con otros proyectos: Abstrayendo la forma, materialidad o idea de un proyecto ya existente

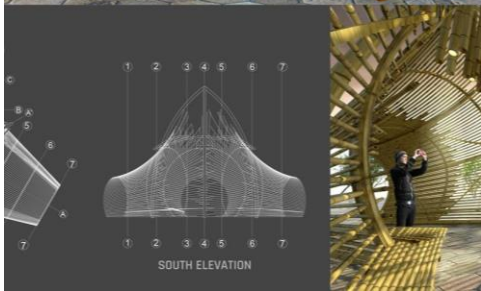


Concepto arquitectónico

CONCEPTOS GENERALES

Metáforas formales:
Relaciona su diseño formalmente con objetos conocidos

Explotación formal:
Predomina el lenguaje formal, regular o irregular, pudiéndose emplear el módulo. Entra en acción el juego perceptivo, luz y sombra.

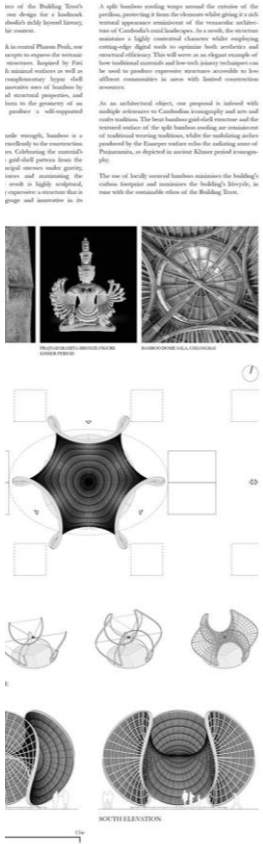


Concepto arquitectónico

CONCEPTOS GENERALES

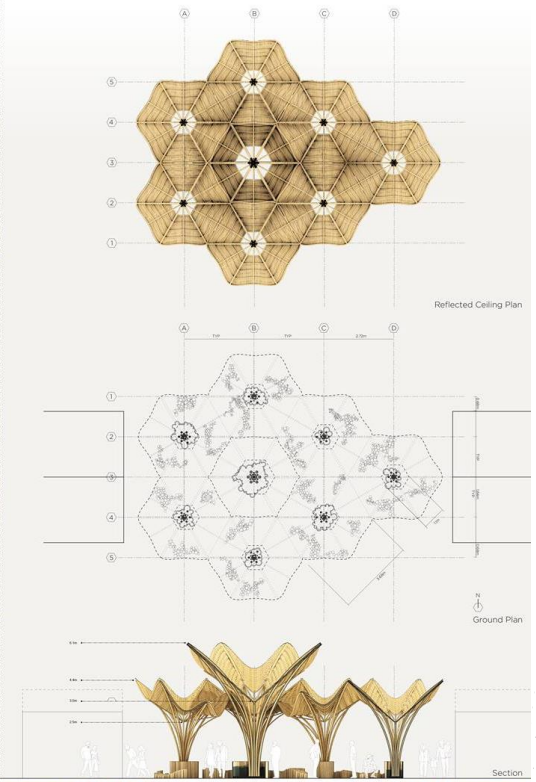
Inspiraciones religiosas, mitológicas: Expresa de forma material, conceptos espirituales basado en creencias comunes con interpretación personal o en ideas individuales.

Metáfora de alguna idea:
El diseñador expresa en tres dimensiones alguna idea intangible como la tranquilidad, el silencio, la pasión.



estructuras

Entender el comportamiento de los elementos estructurales bajo distintos estados de carga es fundamental, ya que de ahí se deriva la habilidad de elegir los materiales, las formas, las dimensiones y los sistemas constructivos



Composición espacial…

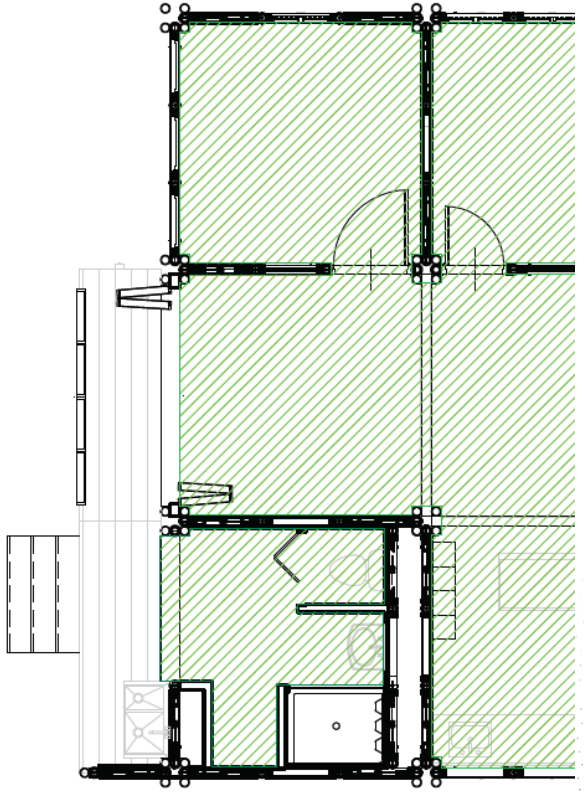
La forma de un sistema estructural y la distribución de sus elementos verticales y horizontales pueden relacionarse con la organización y la composición de un proyecto de dos maneras fundamentales.

Composición espacial

La primera consiste en hacer **corresponder** las formas del sistema estructural y de la composición espacial.

Composición espacial

La segunda opción supone plantear una **relación menos rígida**, un contraste, de modo que la forma y el esquema estructural permitan una mayor libertad y flexibilidad a la distribución espacial.

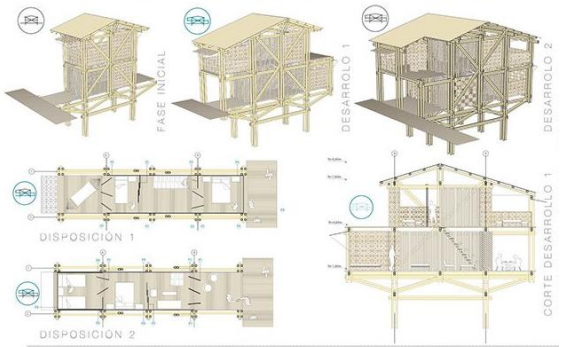


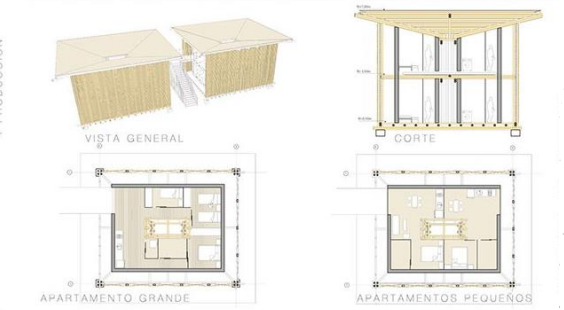
Correspondencia

la distribución de **columnas y vigas** dicta la disposición de espacios dentro del edificio, o que la **distribución espacial** sugiera un determinado tipo estructural.

Contraste

Cuando no existe correspondencia entre **forma estructural** y **composición espacial**, alguna de ellas puede asumir el protagonismo. La estructura puede ser lo bastante grande como para albergar una serie de espacios dentro de su volumen, o la composición espacial puede dominar sobre una estructura que se oculta.





SISTEMAS ESTRUCTURALES…

Estos pueden definirse como la unión de partes interrelacionadas o interdependientes que forman un conjunto más complejo y unificado al servicio de un propósito común.

SISTEMAS ESTRUCTURALES

Es la unión estable de una serie de **elementos estructurales**, diseñados y construidos para **soportar y transmitir las cargas** aplicadas al terreno de una forma segura, sin exceder las esfuerzos admisibles de cada uno de los componentes.

SISTEMAS ESTRUCTURALES

Esfuerzos admisibles F_i (MPa), CH=12%

F_b Flexión	F_t Tracción	F_c Compresión ∥	F_{p^*} Compresión ⊥	F_v Corte
15	18	14	1.4	1.2

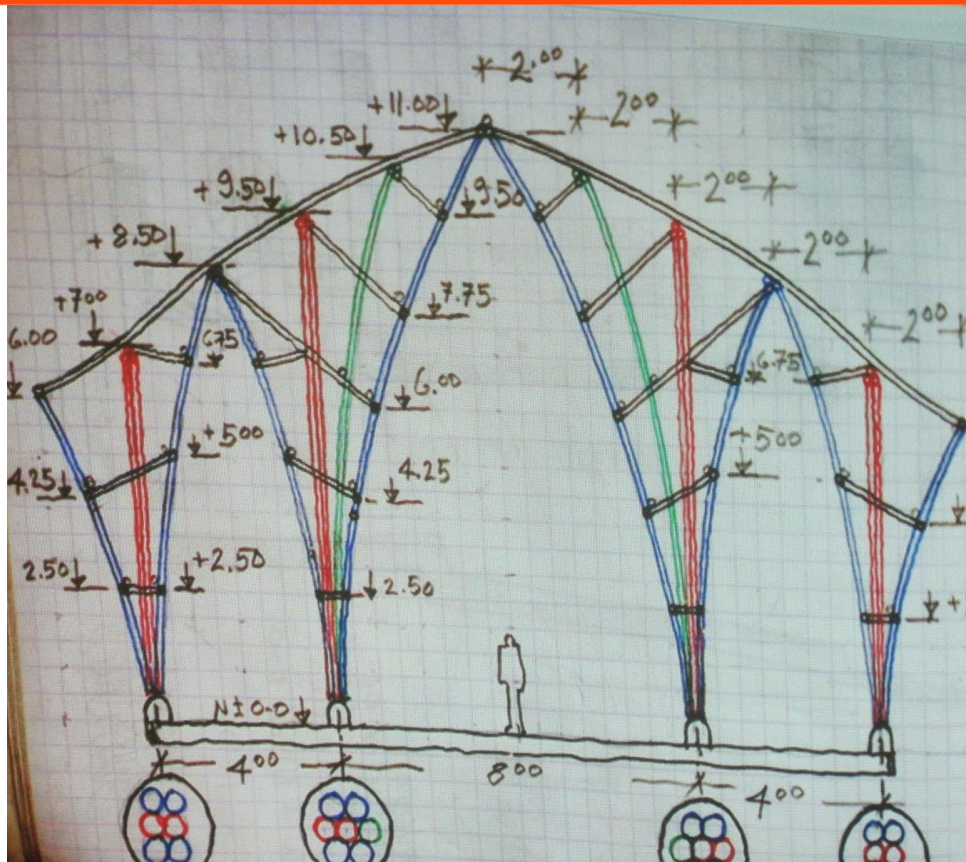
2,29 T	**2,75 T**	**2,14 T**	**0,21 T**	**0,18 T**
4,29 T	5,15 T	4,00 T	0,40 T	0,34 T

SISTEMAS ESTRUCTURALES

Cada uno de los elementos constituyentes de la estructura tiene un carácter unitario y muestra un comportamiento único bajo una determinada carga.

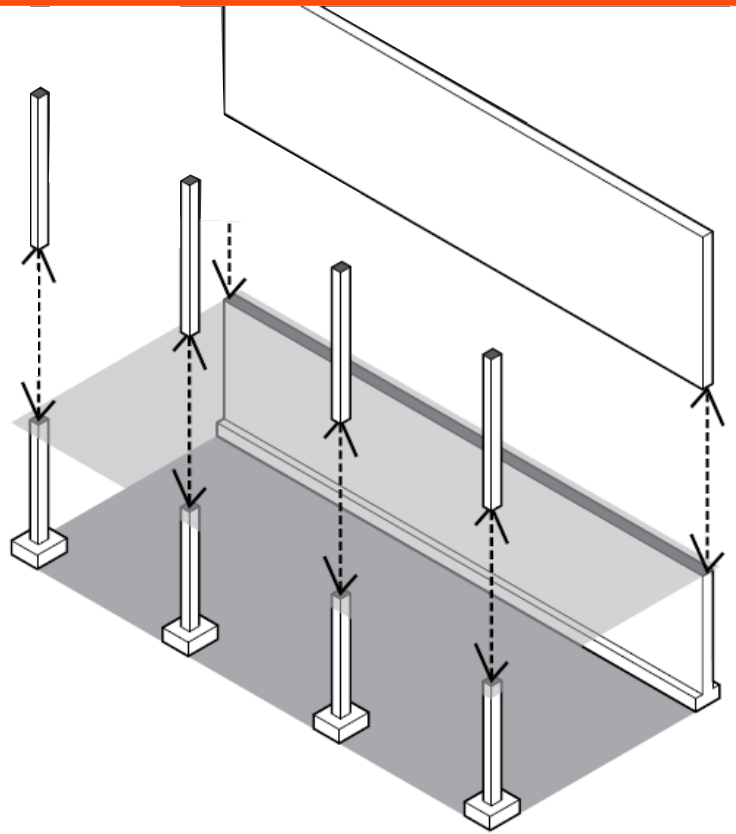
SISTEMAS ESTRUCTURALES

es importante que el diseñador comprenda cómo se acomoda el sistema estructural y soporta de forma global las formas geométricas, los espacios y las relaciones derivadas del proyecto



SISTEMAS ESTRUCTURALES

LOS CIMIENTOS:
son la parte inferior de un edificio, y están construidos parcial o totalmente bajo la superficie del terreno. Su **función primaria** consiste en soportar y anclar la estructura superior y transmitir las cargas al terreno de forma segura.



SISTEMAS ESTRUCTURALES

TIPOS DE CIMENTACION:

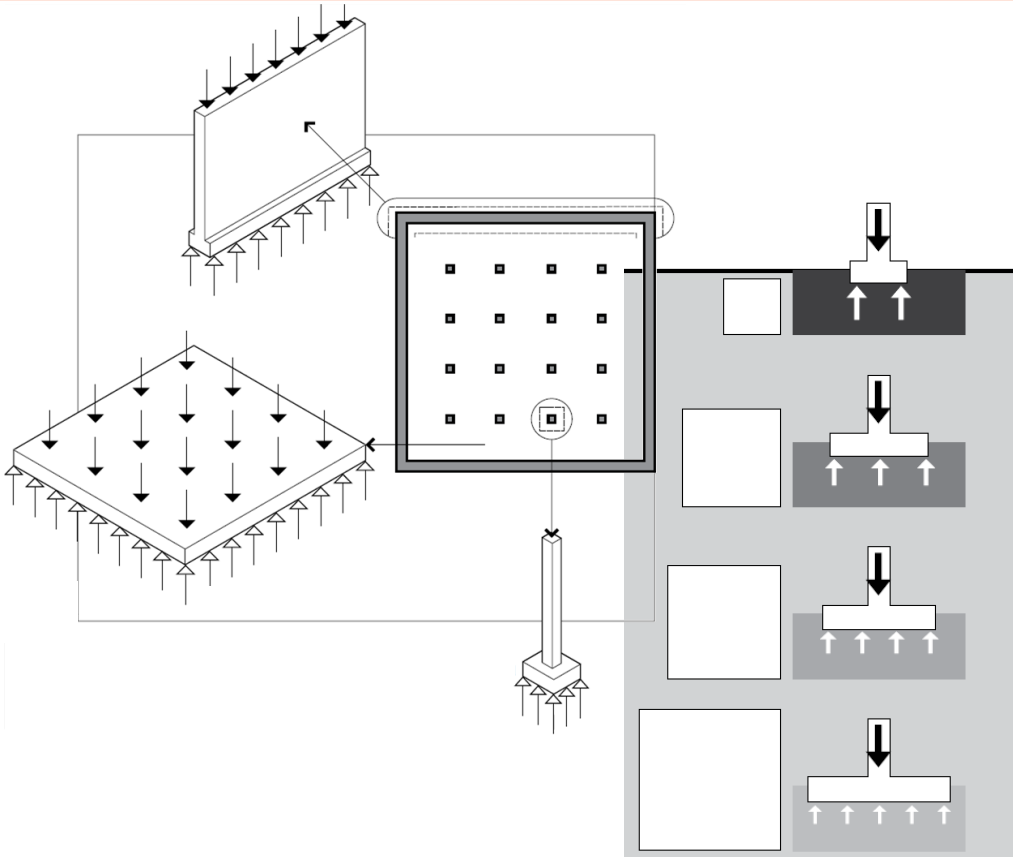
Cimentaciones superficiales: se emplean cuando a poca profundidad hay un suelo estable y con suficiente capacidad de carga.

SISTEMAS ESTRUCTURALES

TIPOS DE CIMENTACION:

Cimentaciones superficiales:
•Puntuales: zapatas aisladas
•Lineales: muros, vigas de cimentación
•Planas: placa de cimentación o flotante

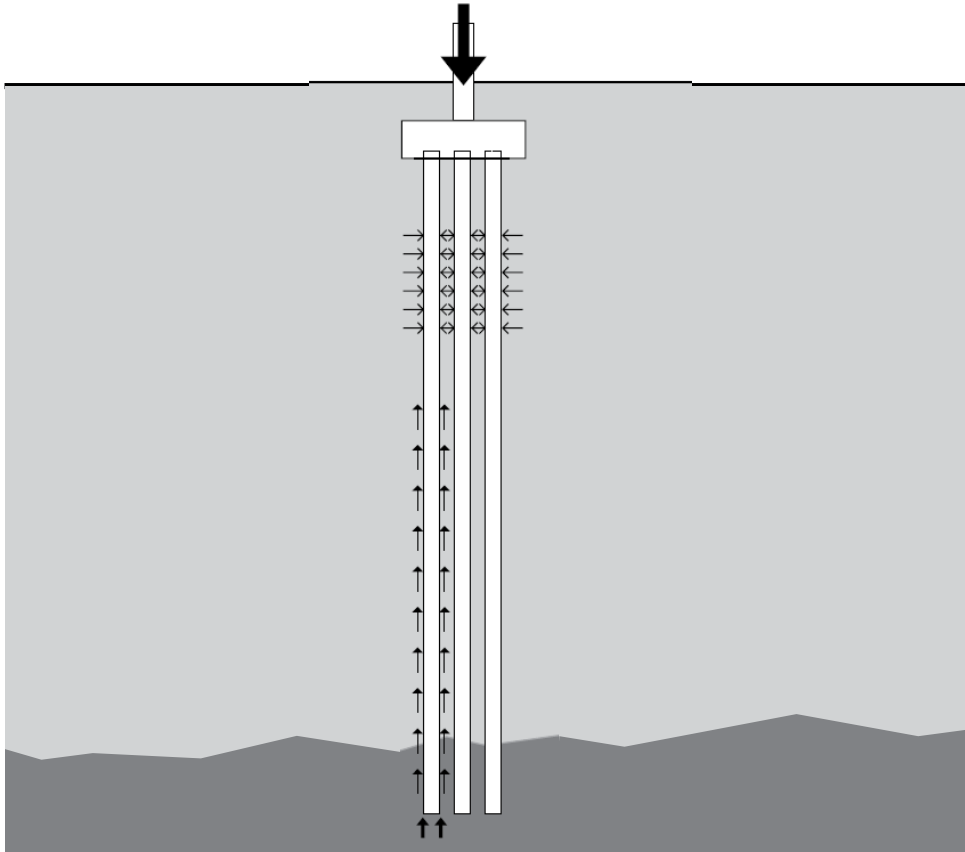
El tamaño de la cimentación viene determinado por la carga transmitida y la capacidad de carga del terreno sobre el cual se apoya.



SISTEMAS ESTRUCTURALES

TIPOS DE CIMENTACION:

Cimentaciones profundas: básicamente consisten en pilotes que atraviesan el terreno no resistente y transmiten las cargas hasta un estrato de roca o gravas y arenas densas con la suficiente resistencia.



SISTEMAS ESTRUCTURALES

ESTRUCTURA:

Para soportar el cerramiento de un edificio, así como de los entrepisos y divisiones interiores, se requiere un **sistema estructural** que transfiera las cargas aplicadas a los cimientos.

SISTEMAS ESTRUCTURALES

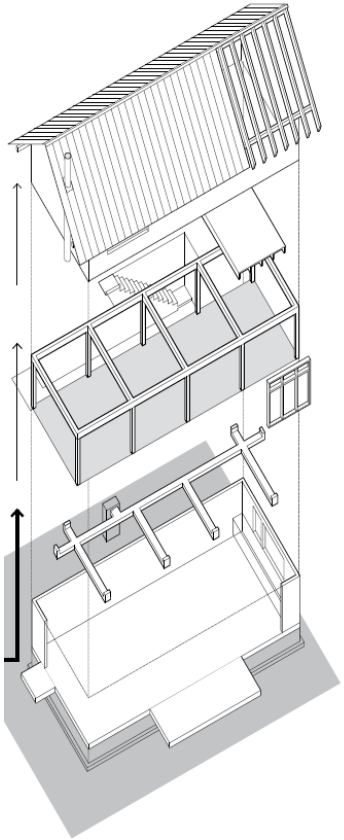
ESTRUCTURA:

•columnas, vigas y muros de carga soportan los entrepisos y la cubierta.

•Los entrepisos son planos horizontales que forman el suelo de los espacios interiores y soportan las actividades y el mobiliario del interior.

•Los muros divisorios interiores subdividen el interior de un edificio en unidades espaciales.

•Los elementos de arriostramiento se encargan de proporcionar estabilidad lateral frente a cargas horizontales.



SISTEMAS ESTRUCTURALES

TIPOS DE ESTRUCTURA:

•Las estructuras a flexión redirigen las cargas exteriores recurriendo principalmente a la masa y la continuidad de sus componentes, como **vigas** y **columnas**.

SISTEMAS ESTRUCTURALES

COLUMNAS :
Es el elemento estructural proyectado para soportar cargas axiales de compresión aplicadas a sus extremos

1culmo GAK **10cm diam exter** y espesor de **pared 1cm**, puede admitir un esfuerzo **compresión** paralela a las fibras de hasta 4 toneladas de peso.

SISTEMAS ESTRUCTURALES

EJEMPLO :
Formula del esfuerzo: $\sigma = \frac{F}{A}$

σ= compresión 14MPa
A= área donde se aplica
F= magnitud de la fuerza

Formula del área neta de la sección transversal de un culmo, según NSR-10:

$$A = \frac{\pi}{4}(D^2 - (D - 2t)^2)$$

D= diámetro exterior
t= espesor de la pared

$$A = \frac{\pi}{4}(100mm^2 - (100mm - 2.10mm)^2)$$

$$A = 0{,}78\ (3600)$$

$$\boxed{A = 2808mm^2}$$

$$F = \sigma . A$$

$$F = 14MPa\ .2808mm^2$$

$$\boxed{F = 39312N}$$

$$\text{m} = \frac{F}{a} \qquad \text{m} = \frac{39312N}{9{,}81m/s2} \qquad \text{m} = 4007{,}33kg$$

$$\boxed{\text{m} = 4{,}00\text{t}}$$

SISTEMAS ESTRUCTURALES

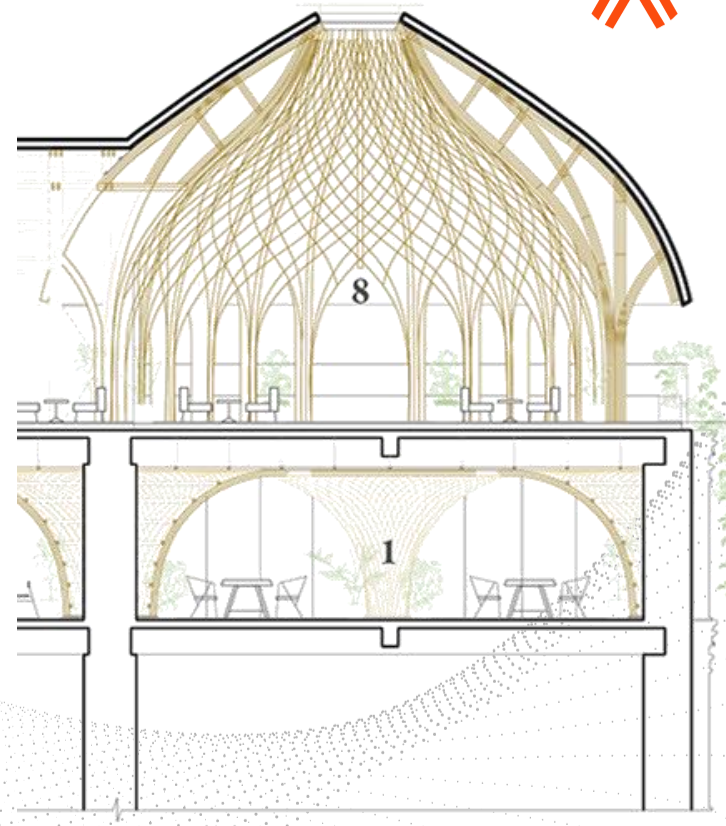
DISEÑO DE ELEMENTOS SOLICITADOS POR FUERZA AXIAL :
Cuando diseñamos una estructura en guadua y los elementos como las columnas son solicitados a compresión axial, la **relación de esbeltez** se convierte en el punto de partida para saber cuantos culmos conforman una columna.

EJERCICIO#1

Determinar la clasificación según su esbeltez de columnas de guadua rolliza (**1 culmo – 10cm diámetro exterior – pared 1cm**) a continuación :

Longitud culmo (m)	1	2	3	4	5	6
esbeltez	31,24	62,48	93,72	124,96	156,2	187,44

Donde la relación de esbeltez es: $\lambda = \frac{l_e}{r}$



EJEMPLO:

para determinar la clasificación de esbeltez de un **culmo de guadua rolliza de 10cm diámetro exterior y pared 1cm** nos remitimos a la Tabla G.12.9-2 de la NSR-10 continuación :

Columna	Esbeltez
Corta	$\lambda < 30$
Intermedia	$30 < \lambda < C_k$
Larga	$C_k < \lambda < 150$

La primera incógnita es determinar el **C_k** :

Nos remitimos a la siguiente formula:

$$C_k = 2.565\sqrt{\frac{E_{0.05}}{F'_c}}$$

Remplazamos:

$E_{0,05}$: 7500(Mpa)

F_c : 14 (Mpa)

EJEMPLO:

$$C_k = 2{,}565\sqrt{\frac{7500}{14}}$$

$$C_k = 2{,}565\sqrt{535{,}71}$$

$$C_k = 2{,}565 \text{ x } 23{,}14$$

$$C_k = 59{,}35$$

Columna	Esbeltez
Corta	$\lambda < 30$
Intermedia	$30 < \lambda < C_k$
Larga	$C_k < \lambda < 150$

La segunda incógnita es determinar el **radio de giro** en la formula de esbeltez ya que estamos realizando el ejercicio sobre un culmo de guadua:

$$\lambda = \frac{l_e}{r}$$

Donde el radio de giro es:

$$r = \frac{\sqrt{\left(D_e^2 + \left(D_e - 2t\right)^2\right)}}{4}$$

EJEMPLO:

$$\boldsymbol{r} = \frac{\sqrt{(De^2 + (De - 2t)^2)}}{4}$$

$$\boldsymbol{r} = \frac{\sqrt{(100mm^2 + (100 - 2.10mm)^2)}}{4}$$

$$\boldsymbol{r} = \frac{\sqrt{(10000 + (80)^2)}}{4}$$

$$\boldsymbol{r} = \frac{\sqrt{16400}}{4}$$

$$\boldsymbol{r} = \frac{128{,}06}{4} \qquad \boldsymbol{r} = 32{,}01$$

Donde la esbeltez es igual:

$$\lambda = \frac{L_e}{r}$$

$$\lambda = \frac{1000mm}{32{,}01} \qquad \lambda = 31{,}24$$

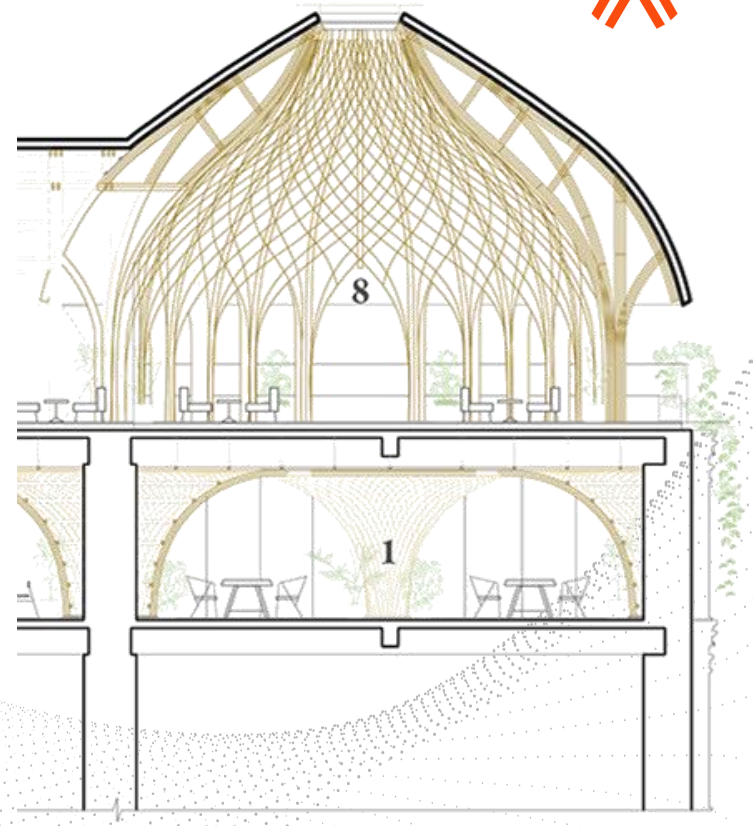
Longitud culmo (m)	1	2	3
esbeltez	31,24		

Esto quiere decir que un culmo funcionando como columna con longitud de 1m – pared 1cm y diámetro de 10cm , esta clasificada como columna **intermedia**

EJERCICIO#2

Determinar la clasificación según su esbeltez de columnas de guadua rolliza (**2 culmos – 10cm diámetro exterior – pared 1cm**) a continuación :

Longitud culmo (m) /# culmos	1	2	3	4	5	6
2 culmos /esbeltez	5,77					



Donde la relación de esbeltez es: $\lambda = \frac{l_e}{r}$

EJEMPLO:

La incógnita es determinar el **radio de giro** en la formula de esbeltez, según la **NSR-10** para elementos constituidos por dos (2) o más culmos, nos remitimos a la siguiente formula:

$$r = \sqrt{\frac{I}{A}}$$

I= inercia de la sección calculada mm4
A= área de la sección transversal mm2
r= radio de giro de la sección

Tenemos dos formas de calcular la inercia del conjunto, elementos en comprensión **tipo celosía**, elementos en comprensión **unidos en toda su longitud.**

$$I = \sum (A, d_i^2)$$

A= área para el i-esimo culmo mm2
di= distancia entre el centroide del conjunto de culmos y el centroide del i-esimo culmo

EJEMPLO:

$$I = \sum (A\, d_i^2)$$

$$I = \sum (2808mm2\ .\ 10000mm2)$$

$$I = \sum (28080000)\ suma\ 3$$

$$I = 84240000$$

$$r = \sqrt{\frac{I}{A}}$$

$$r = \sqrt{\frac{84240000}{2808mm^2}} \qquad r = 173{,}20$$

$$\lambda = \frac{L}{r} \qquad \lambda = \frac{1000mm}{173{,}20mm} \qquad \lambda = 5{,}77$$

SISTEMAS ESTRUCTURALES

Entonces, según la **relación de esbeltez**, podemos sugerir una aproximación relativa de cuantos culmos necesita una columna para cumplir esa proporcionalidad

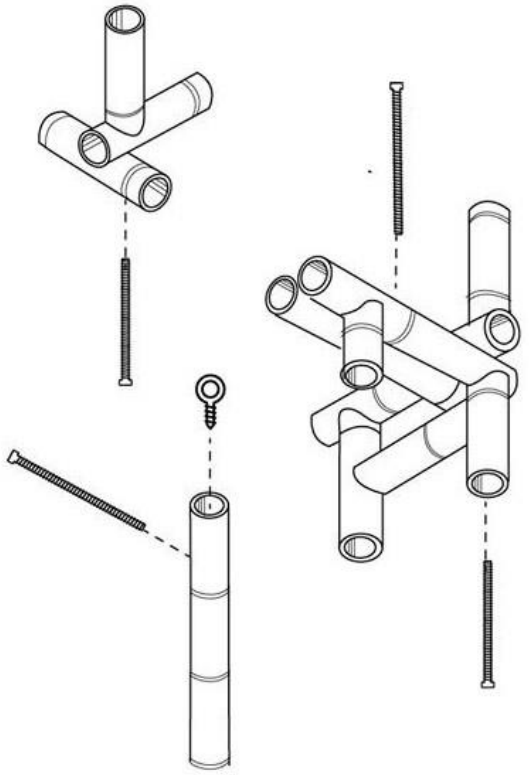
$$C_k = 59{,}35$$

Columna	Esbeltez
Corta	$\lambda < 30$
Intermedia	$30 < \lambda < C_k$
Larga	$C_k < \lambda < 150$

Longitud culmo (m) /# culmos	1	2	3	4	5	6
1 culmo /esbeltez	31,24	62,48	93,72	124,96	156,2	187,44
2 culmos /esbeltez	7,07	14,14	21,21	28,28	35,35	42,42
3 culmos /esbeltez	5,02	10,04	15,06	20,08	25,10	30,12
4 culmos /esbeltez	5,77	7,09	10,63	14,18	17,73	21,27
5 culmos /esbeltez						
6 culmos /esbeltez						

SISTEMAS ESTRUCTURALES

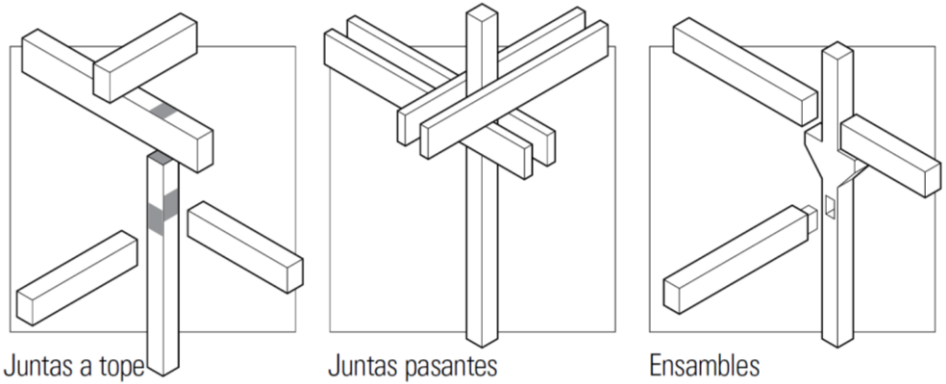
UNIONES:
otra forma en la cual podemos sugerir una aproximación relativa de cuantos culmos necesita una columna es en la conformación de las **uniones**.



SISTEMAS ESTRUCTURALES

UNIONES:
los **tipos de juntas** y **uniones** transfieren las cargas de un componente estructural al siguiente y el funcionamiento del sistema estructural en su conjunto depende en gran medida de ellos.

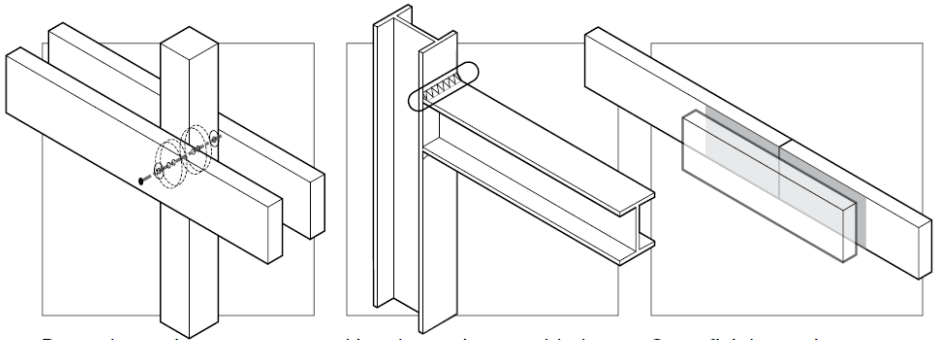
Estos pueden estar unidos de 3 maneras: juntas a **ras** o **tope**, junta **pasante** y por **ensamble**.



SISTEMAS ESTRUCTURALES

Las **uniones estructurales** también pueden clasificarse según su geometría:

- **Puntuales**: uniones atornilladas
- **Lineales**: uniones soldadas
- **Superficiales**: uniones encoladas



Puntuales: uniones atornilladas

Lineales: uniones soldadas

Superficiales: uniones encoladas

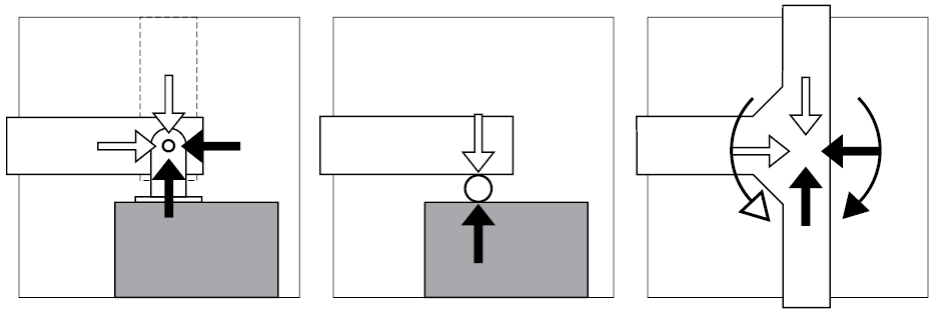
SISTEMAS ESTRUCTURALES

Existen tres tipos fundamentales de conexiones estructurales.

Articulaciones: permiten la rotación pero impiden el desplazamiento en cualquier dirección.

Apoyos simples: permiten la rotación pero impiden el desplazamiento en perpendicular a su plano.

Empotramientos o uniones rígidas: mantienen un determinado ángulo entre los componentes unidos, restringen la rotación y la traslación en cualquier dirección,



SISTEMAS ESTRUCTURALES

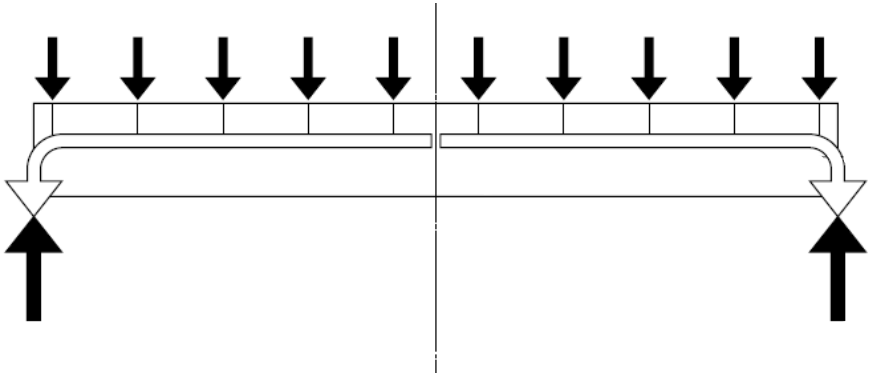
VIGAS :

Las estructuras de cualquier planta y cubierta están compuestas de elementos lineales y planos, como **vigas, viguetas y placas**, diseñados para transferir las cargas transversales a lo largo del espacio hasta los **soportes verticales**.

SISTEMAS ESTRUCTURALES

Para comprender el comportamiento estructural de estos elementos horizontales, debemos entender como funcionan:

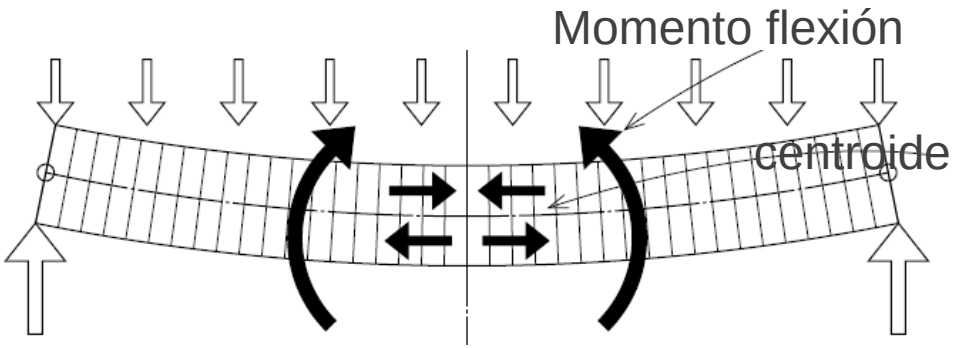
La **luz** es la distancia que debe salvar una estructura entre dos soportes.



SISTEMAS ESTRUCTURALES

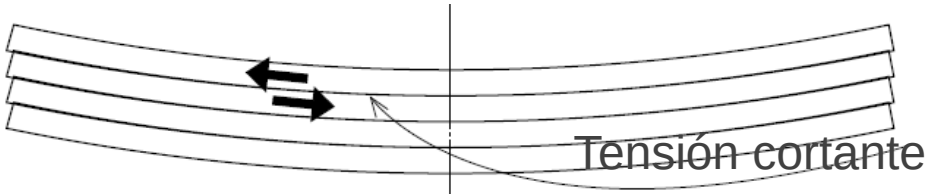
El momento de **flexión** es el originado por las cargas externas que tiende a rotar o deformar una estructura.

F_b Flexión	2,29 T
15	4,29 T



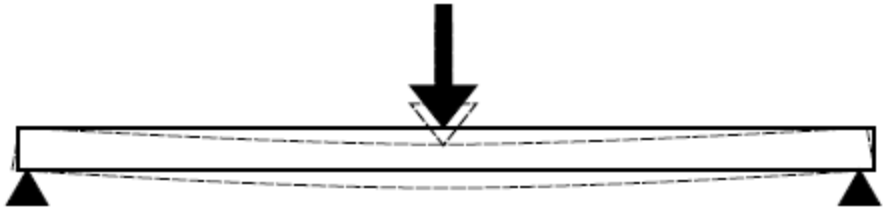
SISTEMAS ESTRUCTURALES

Las **tensiones cortantes** se desarrollan a lo largo de los planos horizontales de una viga sometida a cargas transversales, siendo iguales en cada punto a las tensiones cortantes verticales existentes en el mismo.

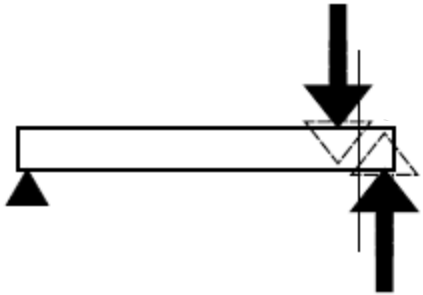


SISTEMAS ESTRUCTURALES

Las **vigas** con mayores luces y cargas puntuales en el centro , están sujetas a mayores momentos de flexión.

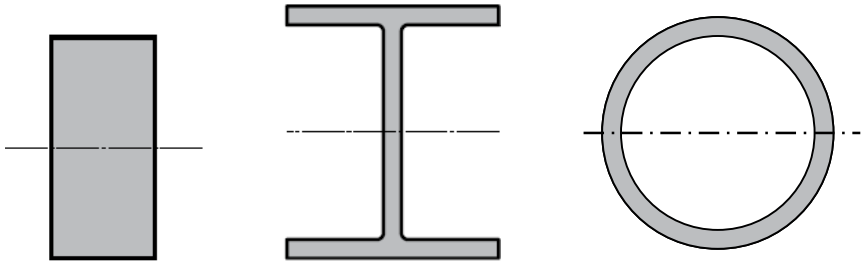


En las **vigas** de menor luz y con cargas puntuales en las proximidades de sus apoyos, los esfuerzos cortantes son más significativos que los de flexión; por ello, resulta importante que la sección tenga una anchura suficiente para soportarlos.



SISTEMAS ESTRUCTURALES

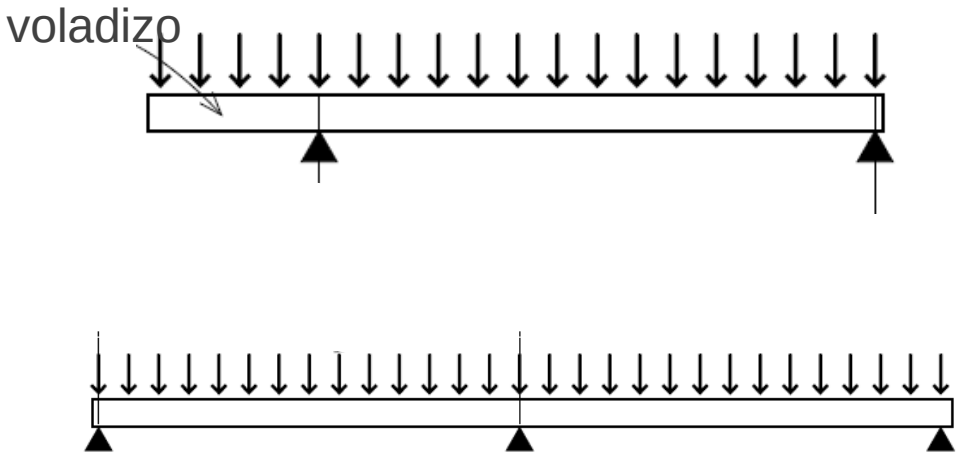
La **eficiencia de una viga** puede aumentarse concentrando la mayor parte del material en los extremos de la sección (lo más lejos posible de la línea neutra), allí donde se producen las mayores tensiones debidas a la flexión.



SISTEMAS ESTRUCTURALES

Los **voladizos** reducen el momento flector positivo en el centro de la viga y provocan un momento negativo sobre el apoyo.

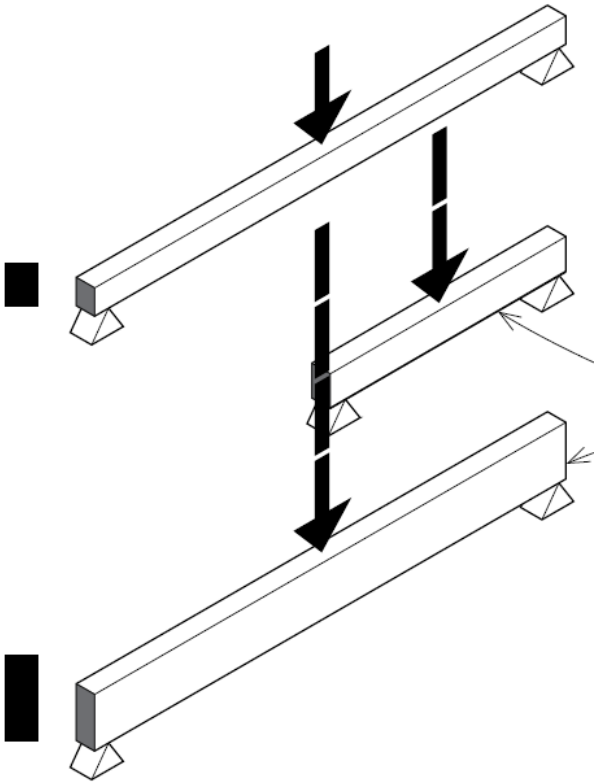
Las **vigas continuas** que se extienden más allá de dos soportes tienen mayor rigidez y menores momentos que una serie de vigas simples con luces y cargas similares.



SISTEMAS ESTRUCTURALES

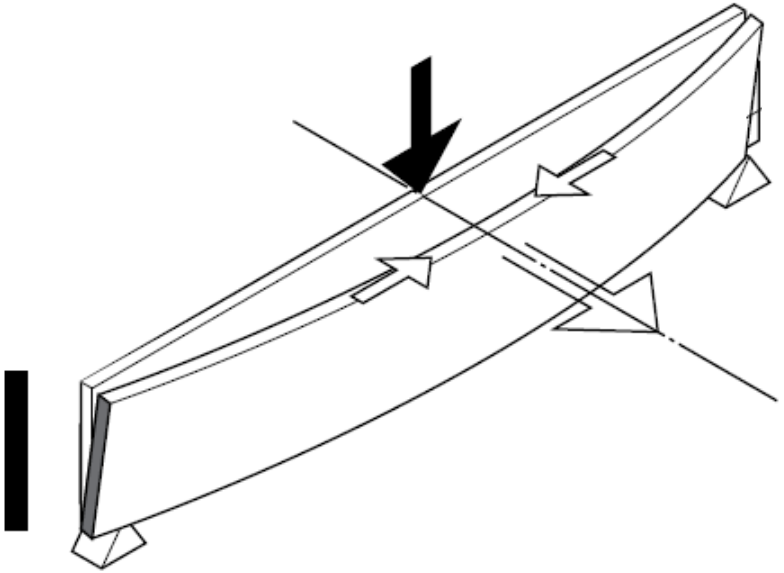
El **canto** de la viga es una variable importante para reducir las tensiones debidas a la flexión

Dividir la luz a la mitad o duplicar la anchura de una viga **reduce las tensiones** debidas a la flexión a la mitad, pero duplicar el canto divide las tensiones por cuatro.



SISTEMAS ESTRUCTURALES

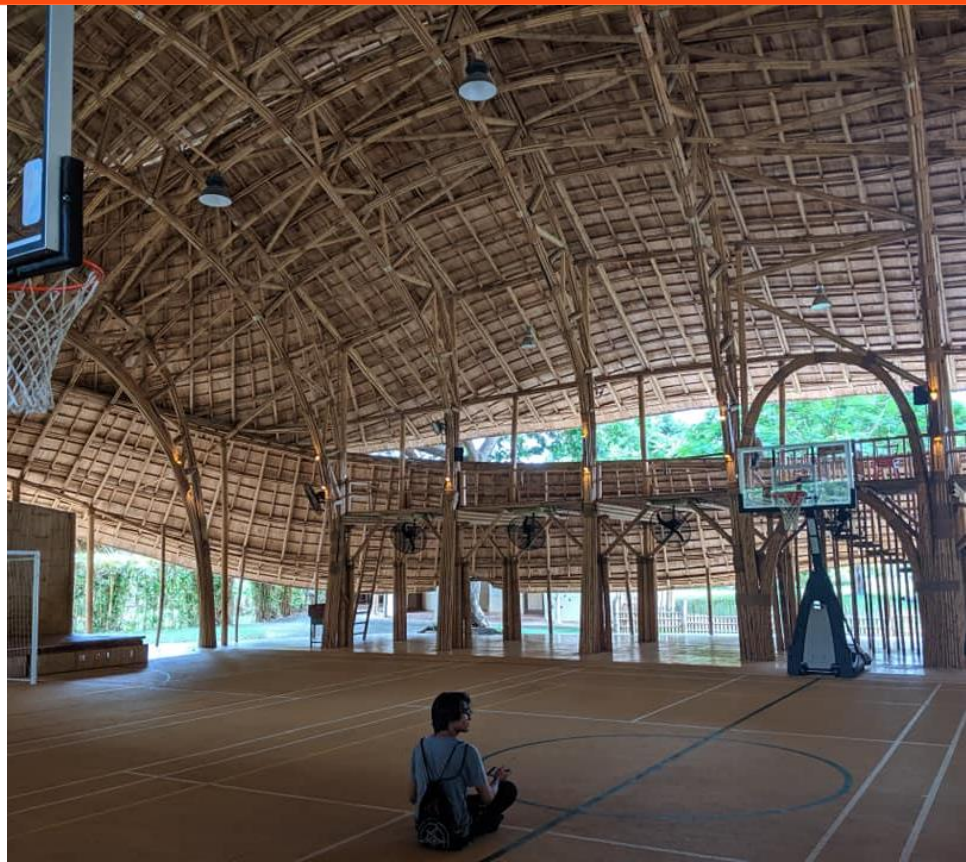
Se puede producir un pandeo lateral en elementos estructurales debido a **tensiones de compresión** que actúan sobre una **sección esbelta** insuficientemente rígida en la dirección lateral.



SISTEMAS ESTRUCTURALES

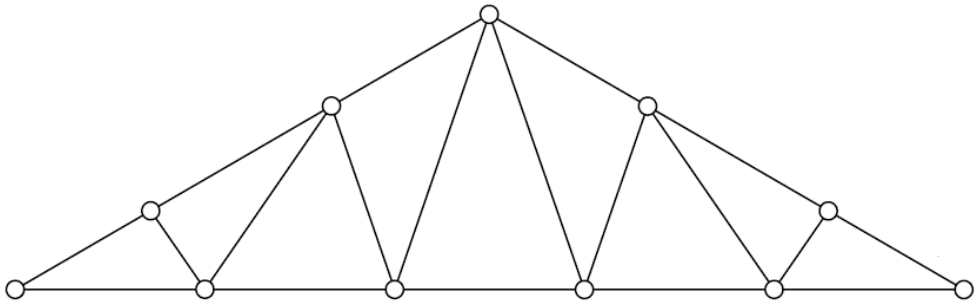
TIPOS DE ESTRUCTURA:

•Las estructuras de vector activo redirigen las cargas exteriores principalmente a través de la tracción y la compresión de sus componentes, como es el caso de las **cerchas**.



SISTEMAS ESTRUCTURALES

Las **cerchas o vigas de celosía** son elementos formados por barras simples, unidas entre sí mediante articulaciones que forman una malla triangulada.



SISTEMAS ESTRUCTURALES

Cada una de las barras trabaja exclusivamente a **tracción** o **compresión**, mientras que los momentos flectores se resuelven mediante esfuerzos combinados de **compresión** y **tracción** en los cordones superior e inferior de la cercha.

SISTEMAS ESTRUCTURALES

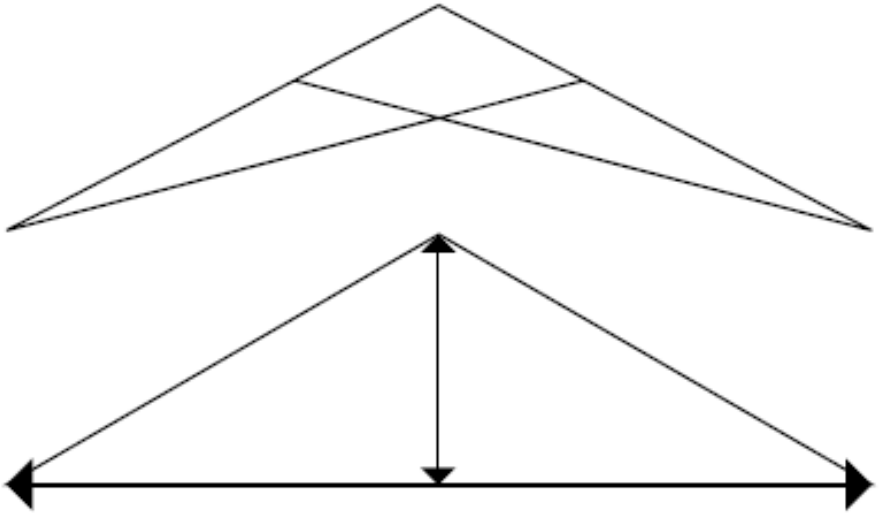
Las **vigas de celosía** o **cerchas de canto** constante tienen cordones paralelos. Estas cerchas no suelen ser tan eficientes como las cerchas triangulares o curvas.

• Rango de luces para vigas de celosía: hasta 37 m.
• Rango de cantos para vigas de celosía: entre luz/10 y luz/15.

SISTEMAS ESTRUCTURALES

Las **cerchas en tijera** tienen barras a tracción que unen el arranque de cada cordón superior con un punto intermedio el cordón superior opuesto.

•Rango de luces de cerchas triangulares: hasta 46 m.
•Rango de cantos para cerchas triangulares: entre luz/6 y luz/10.



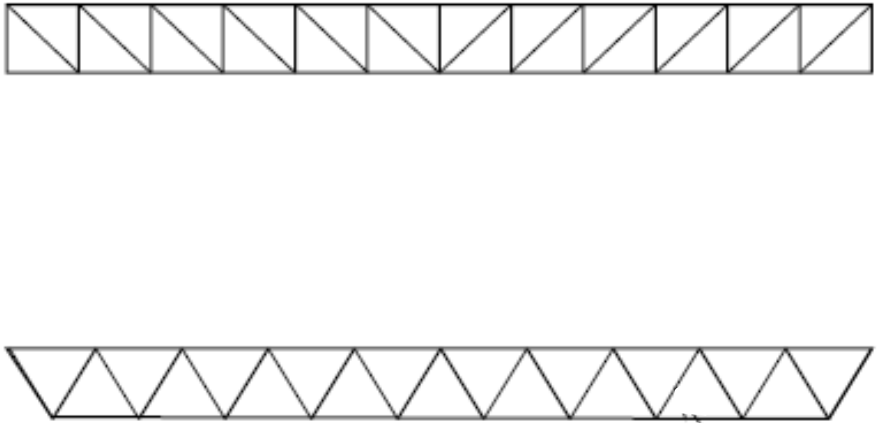
SISTEMAS ESTRUCTURALES

Las **cerchas en media luna** tienen ambos cordones curvos, elevándose a partir de un punto común en cada lado.

Las **cerchas de arco** tienen el cordón superior curvo que se encuentra en los extremos con el cordón inferior recto.

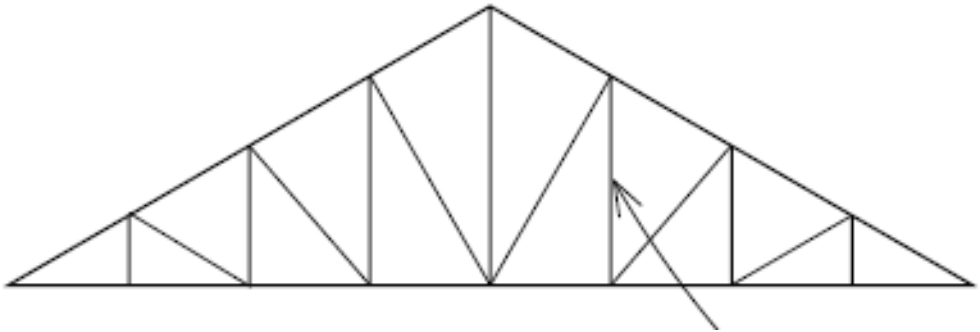
SISTEMAS ESTRUCTURALES

Las **vigas o cercha Warren** tienen todas las barras interiores inclinadas formando triángulos equiláteros. A veces se introducen montantes verticales para reducir la longitud del cordón superior, sometido a compresión.



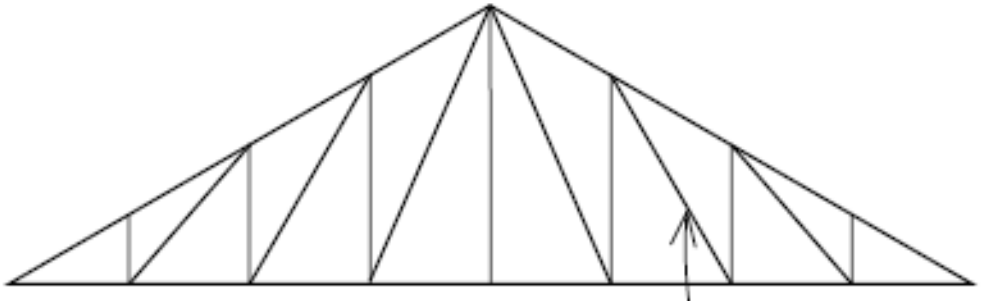
SISTEMAS ESTRUCTURALES

Las **vigas o cercha tipo Pratt** tienen montantes verticales a compresión y barras diagonales a tracción. Por lo general, resulta más eficiente utilizar un tipo de cercha en el cual las barras más largas estén sometidas a tracción.



SISTEMAS ESTRUCTURALES

Las **vigas o cercha tipo Howe** tienen montantes verticales a compresión y barras diagonales también a compresión.

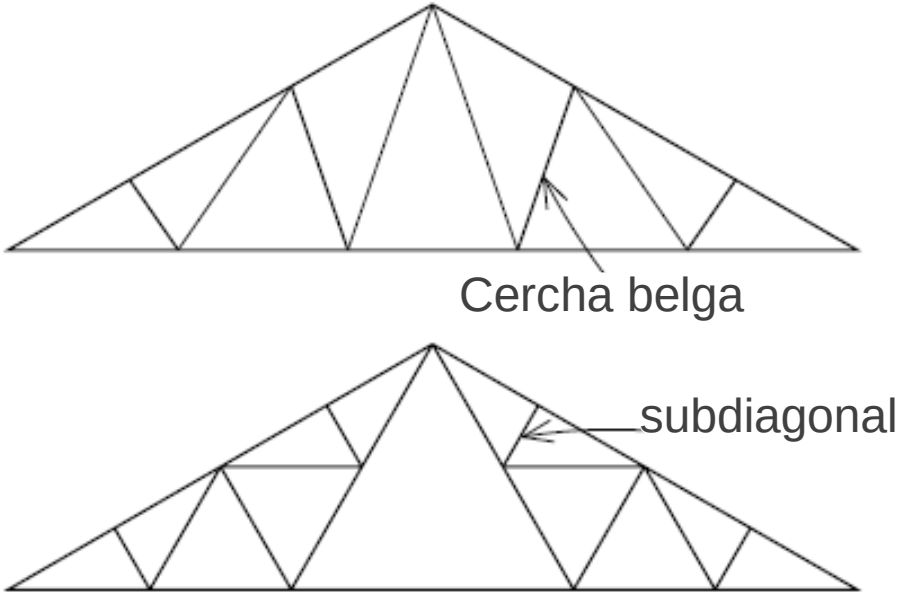


Barra diagonal

SISTEMAS ESTRUCTURALES

Las **cerchas belgas** solo tienen barras interiores inclinadas.

Las **armaduras Fink** son una variante de la cercha belga que cuenta con subdiagonales para reducir la longitud de las barras comprimidas en la parte central de la luz.



SISTEMAS ESTRUCTURALES

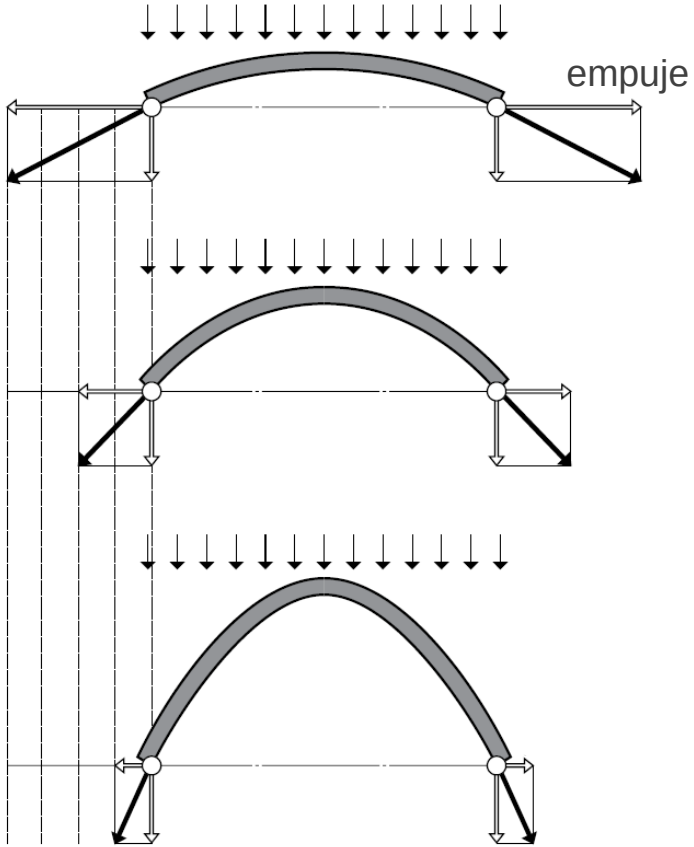
ARCOS :

Los arcos están diseñados para soportar **cargas verticales** principalmente mediante **compresión axial**. Aprovechan su forma curvilínea para transformar las cargas verticales en componentes **inclinados** y transmitirlos a soportes situados en cada lado del arco.

SISTEMAS ESTRUCTURALES

COMPORTAMIENTO DE LOS ARCOS :
El **empuje** se refiere a cualquiera de las fuerzas que tienden a desplazar los apoyos de un arco hacia afuera, este es mayor en el caso de los **arcos más tendidos** (menor relación altura/luz) y menor en el caso de los **arcos más altos** (mayor relación altura/luz).

El empuje de un arco debe contrarrestarse mediante tirantes o contrafuertes.

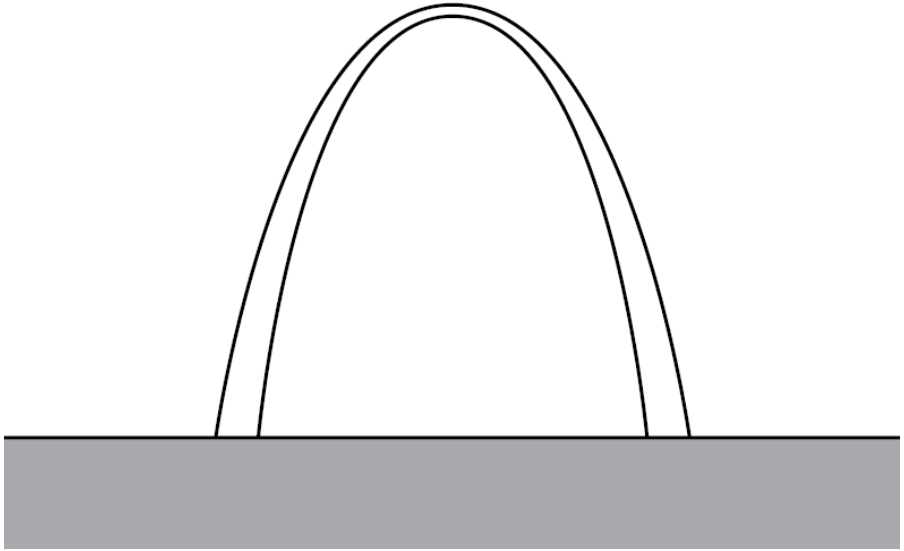


SISTEMAS ESTRUCTURALES

TIPOS DE ARCOS :

Un **arco empotrado** está diseñado como un elemento continuo y conectado rígidamente a sus dos soportes.

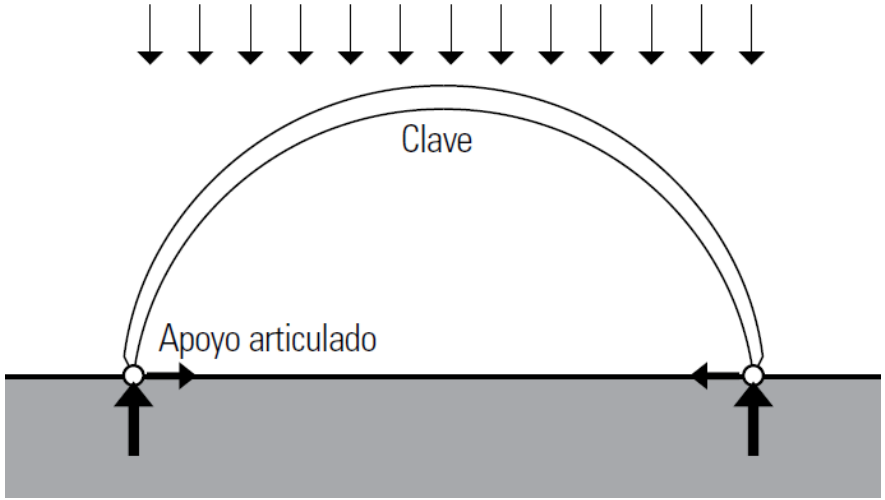
Por lo general, la forma del arco empotrado mostrará una **mayor sección** en los **soportes**, con un progresivo adelgazamiento hacia la parte mas alta de la curva.



SISTEMAS ESTRUCTURALES

TIPOS DE ARCOS :

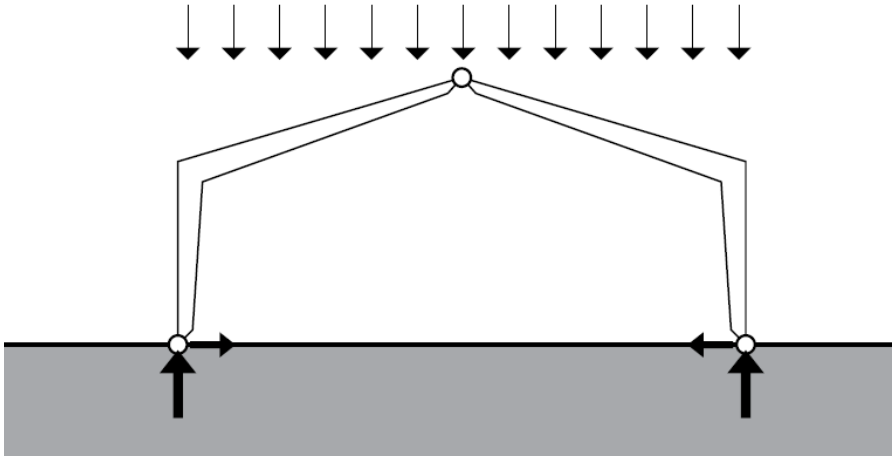
Arcos **biarticulados** están diseñados como estructuras continuas, con dos articulaciones en sus apoyos. Las articulaciones evitan que se generen grandes esfuerzos de flexión, permiten que el arco rote ligeramente como una unidad cuando entra en carga, y que se flexione mínimamente cuando se dilate o contraiga por cambios de temperatura.



SISTEMAS ESTRUCTURALES

TIPOS DE ARCOS :

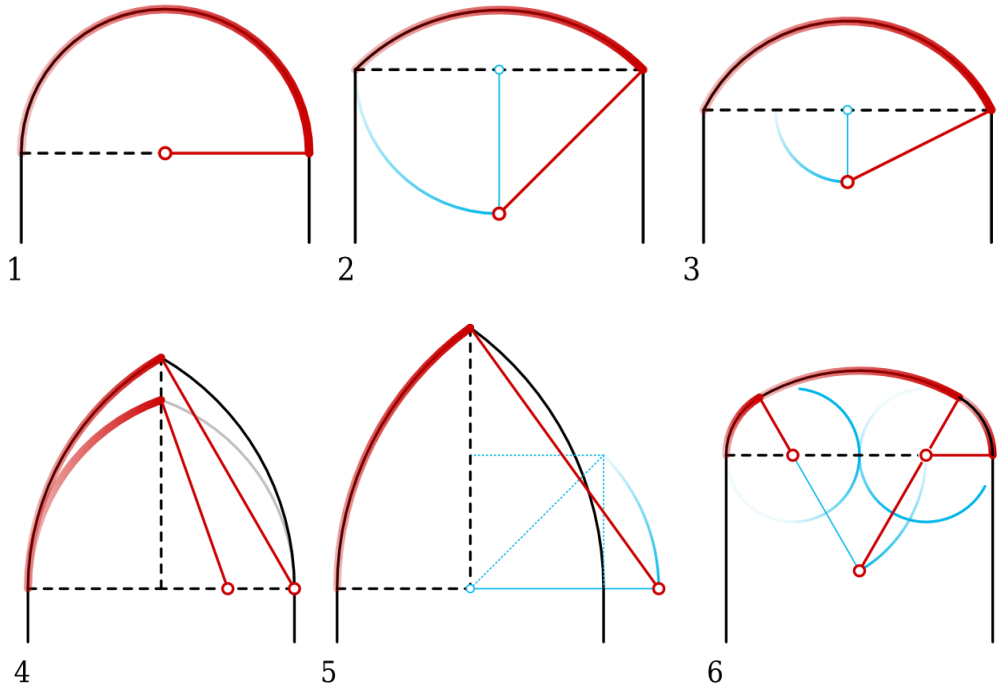
Los arcos **triarticulados** son estructuras compuestas por la unión de dos secciones rígidas, conectadas entre sí en la parte mas alta del arco y articuladas en su base. Aunque son más sensibles a la flexión que los arcos **empotrados** o **biarticulados**, los arcos **triarticulados** se ven menos afectados por los asientos en los soportes o los cambios de temperatura.



SISTEMAS ESTRUCTURALES

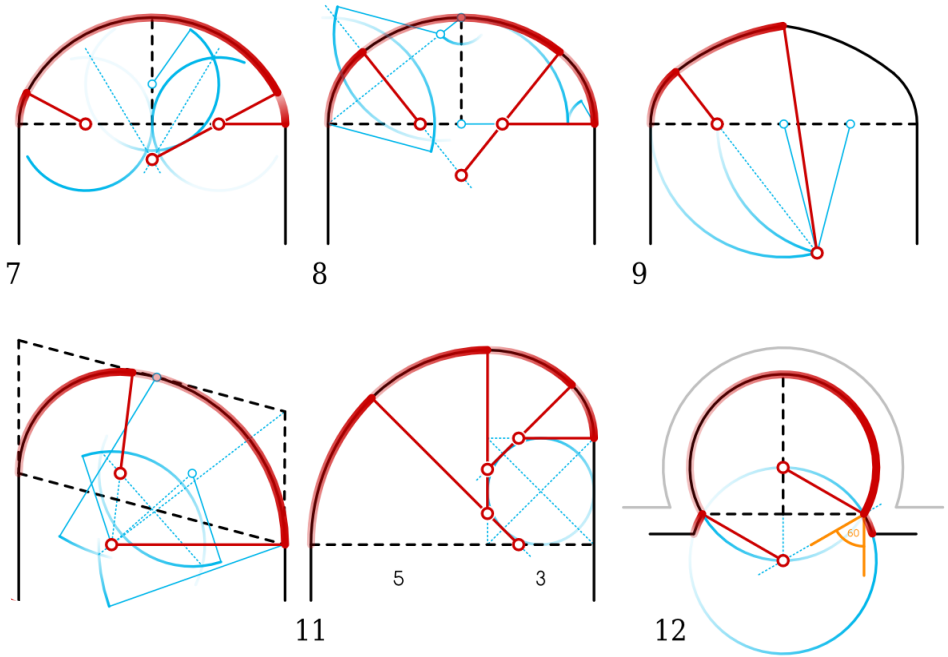
DISEÑO DE ARCOS :

Para el diseño de arcos , debemos tener en cuenta principios fundamentales de geometría, conociendo la **luz** a cubrir como punto de partida, así mismo destinaremos el punto de apertura de **la curva**.



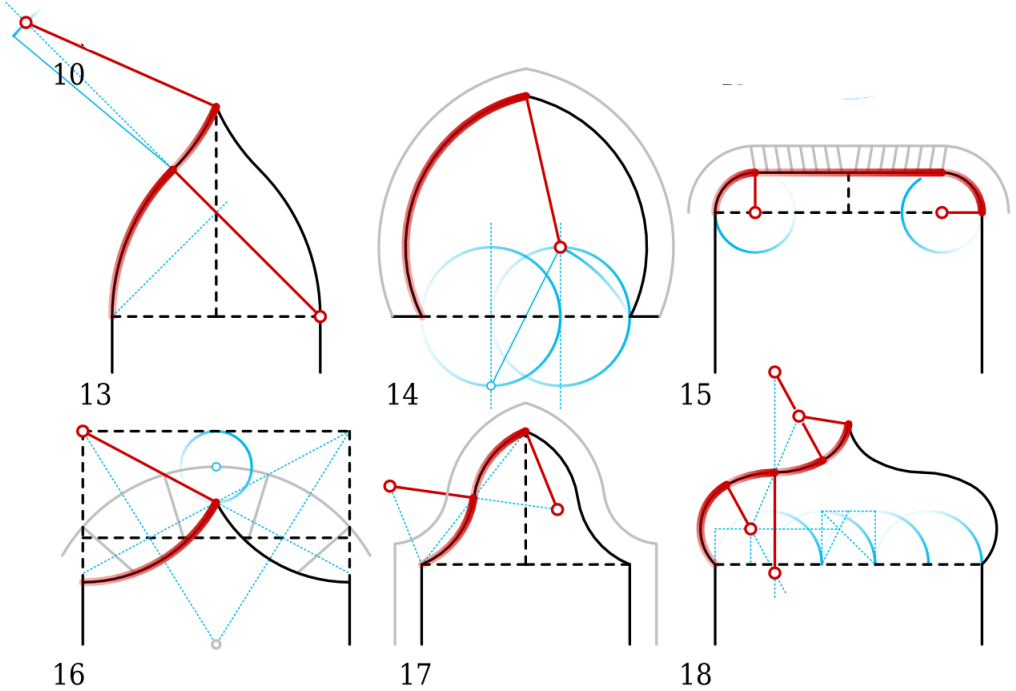
SISTEMAS ESTRUCTURALES

DISEÑO DE ARCOS :



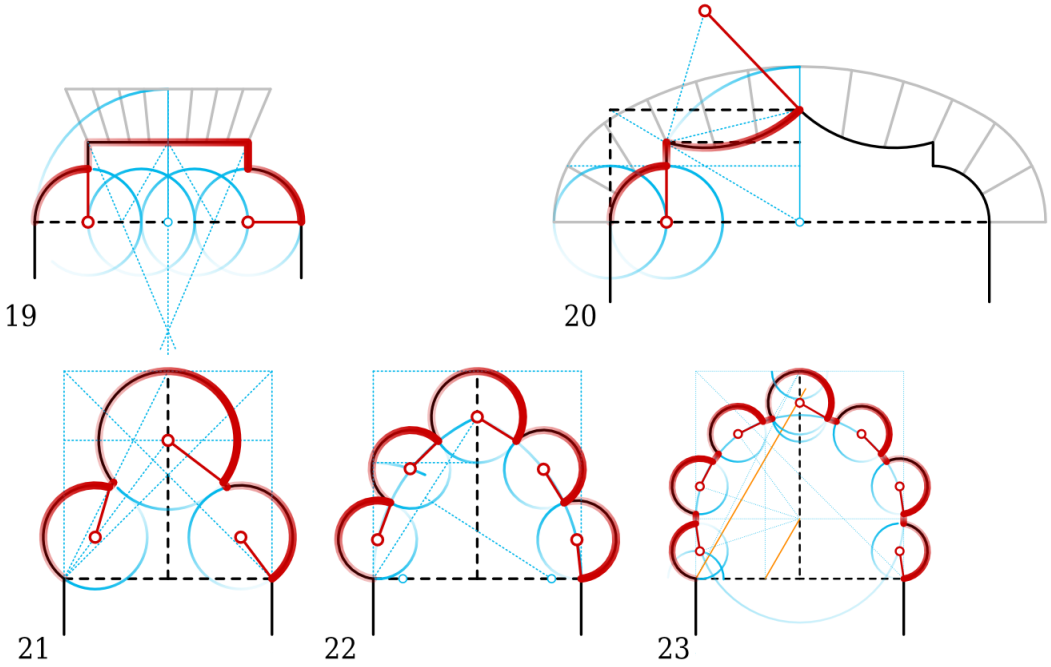
SISTEMAS ESTRUCTURALES

DISEÑO DE ARCOS :



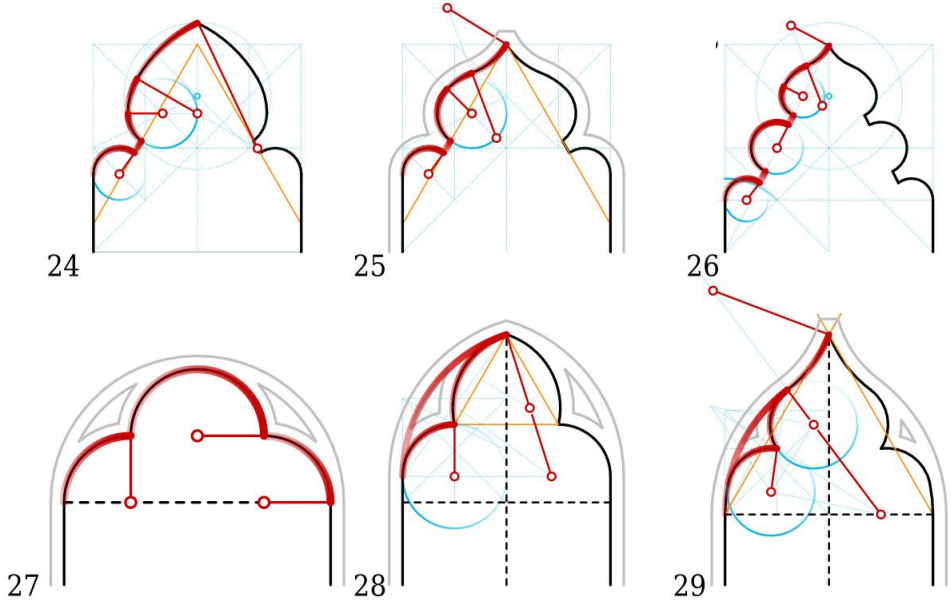
SISTEMAS ESTRUCTURALES

DISEÑO DE ARCOS :



SISTEMAS ESTRUCTURALES

DISEÑO DE ARCOS :



ACTIVIDAD

Simulación puente en guadua – aplicando conocimientos previos

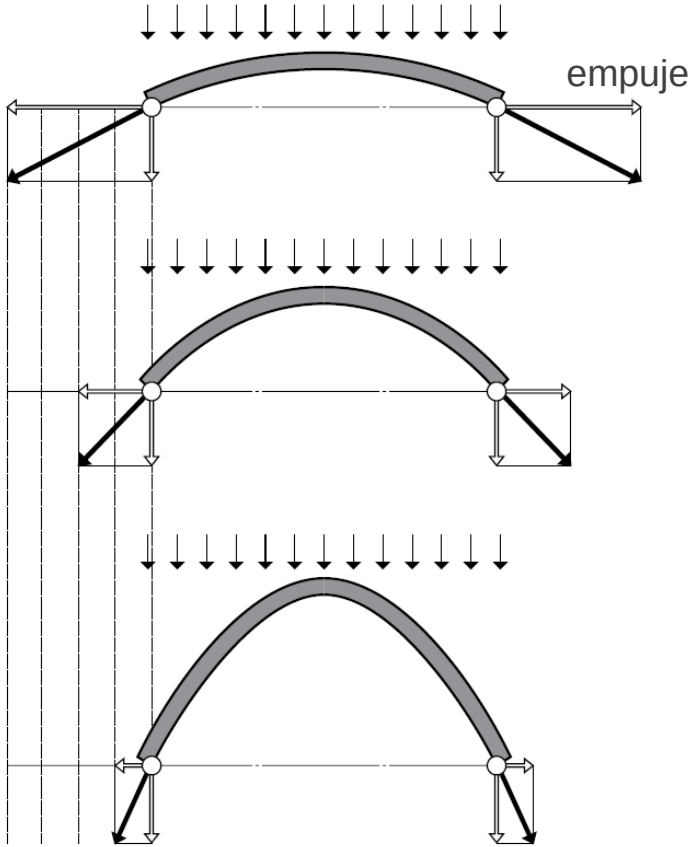
Recomendaciones

La estructura a **escala** es una construcción que debe pesar lo mínimo y al mismo tiempo, debe soportar un peso determinado por un periodo establecido (esto aplicado en la simulación de puentes)

SISTEMAS ESTRUCTURALES

COMPORTAMIENTO DE LOS ARCOS :
El **empuje** se refiere a cualquiera de las fuerzas que tienden a desplazar los apoyos de un arco hacia afuera, este es mayor en el caso de los **arcos más tendidos** (menor relación altura/luz) y menor en el caso de los **arcos más altos** (mayor relación altura/luz).

El empuje de un arco debe contrarrestarse mediante tirantes o contrafuertes.



G R A C I A S

Línea de atención al ciudadano: 018000 910270
Línea de atención al empresario: 018000 910682

@SENAcomunica

www.sena.edu.co