



*Universidad de Buenos Aires*

FACULTAD DE INGENIERIA



# ESTÁTICA

## TEMA 4

### Estructuras reticuladas (o de Alma Calada)

C1-2025  
(TB036)

# RETICULADOS



- **DEFINICIÓN:** Estructuras formada por barras vinculadas entre sí en sus extremos por articulaciones, constituyendo un sistema rígido e indeformable.
- **BARRA:** Elemento rígido e indeformable con una dimensión predominante respecto de las otras dos.
- **NUDO:** Punto donde se unen entre si las barras.
- **Cargas:** no hay cargas entre nudos



Universidad de Buenos Aires

FACULTAD DE INGENIERIA



# Tren de la Costa





**Ferrocarril Belgrano**  
**Quebrada de Humahuaca**



**Tren a las Nubes**

**Salta**



**Pte. Dreirosen - Suiza Basilea**

**Río Rhin - 128 m**





**Puentes Nicolás Avellaneda – Riachuelo – Buenos Aires**



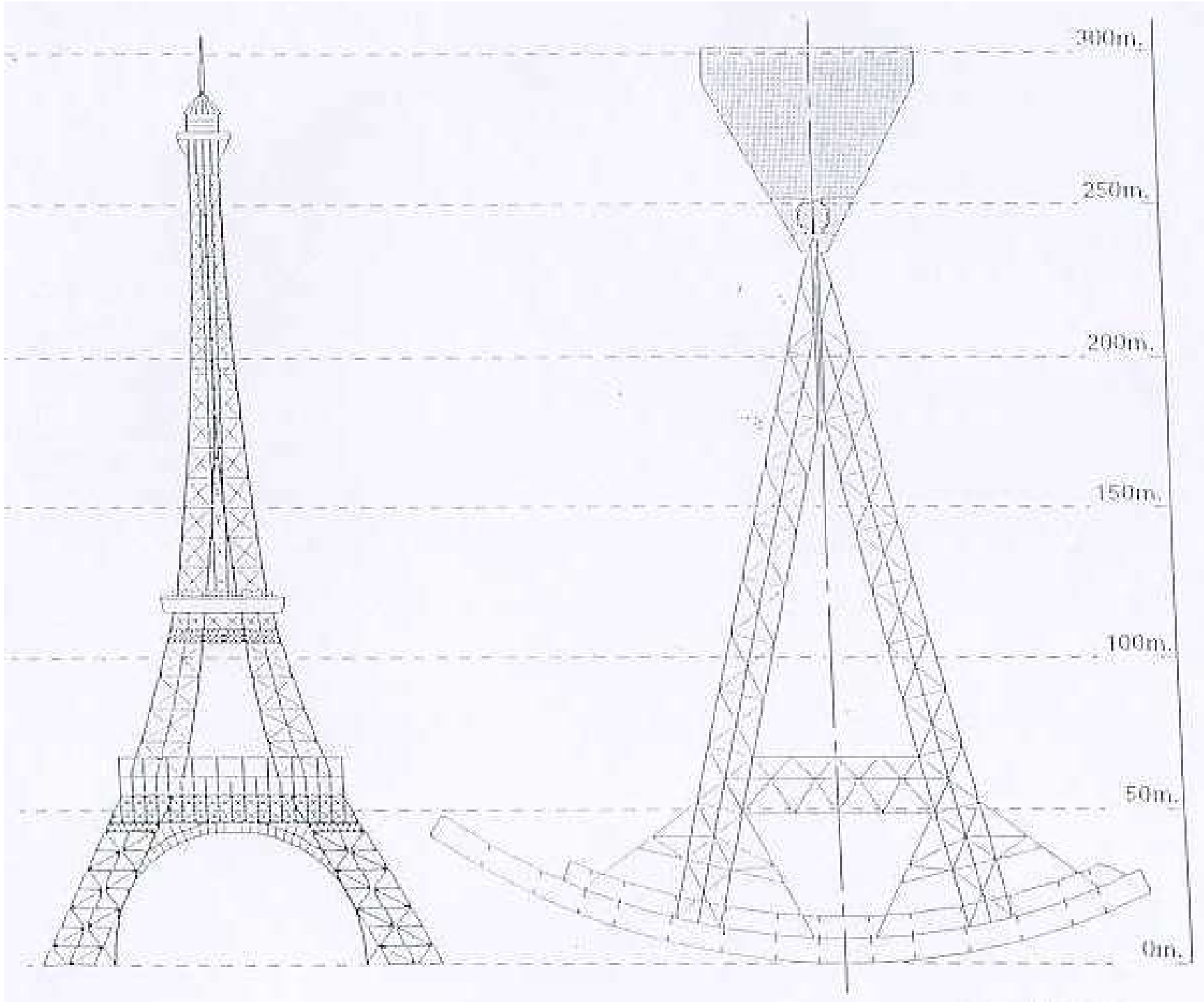


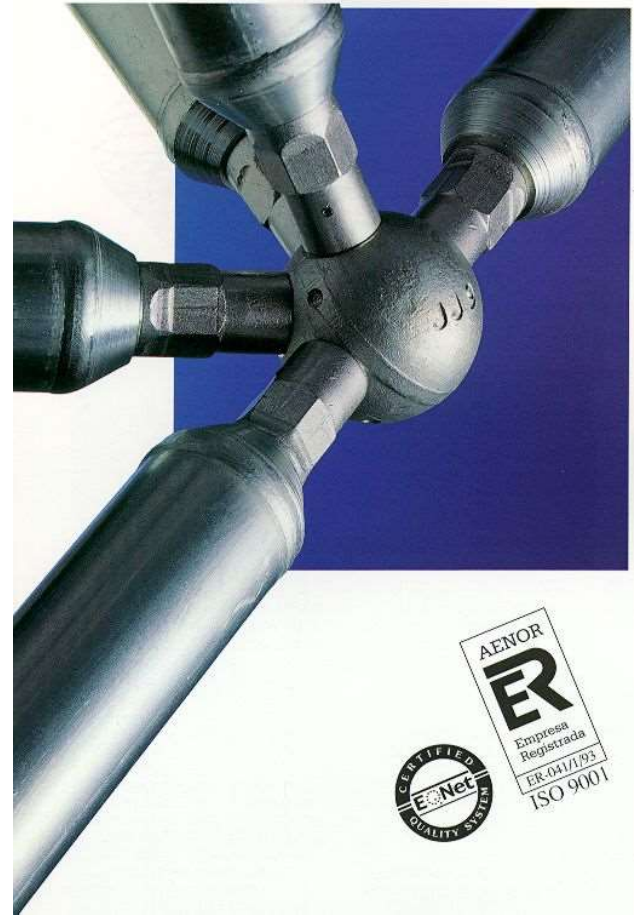
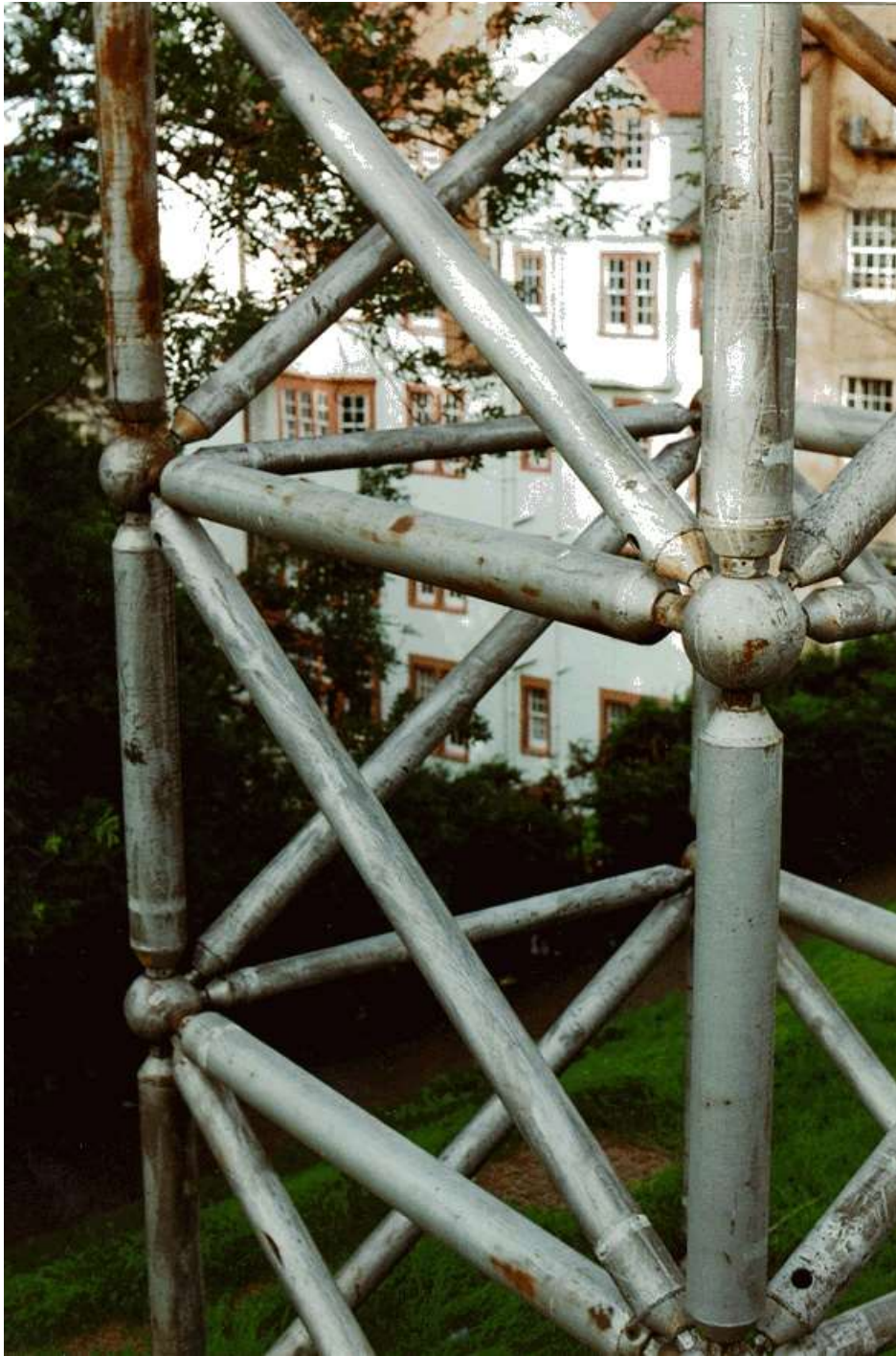
**Puente levadizo basculante BARRACA PEÑA - 1913**  
**Riachuelo – Buenos Aires**

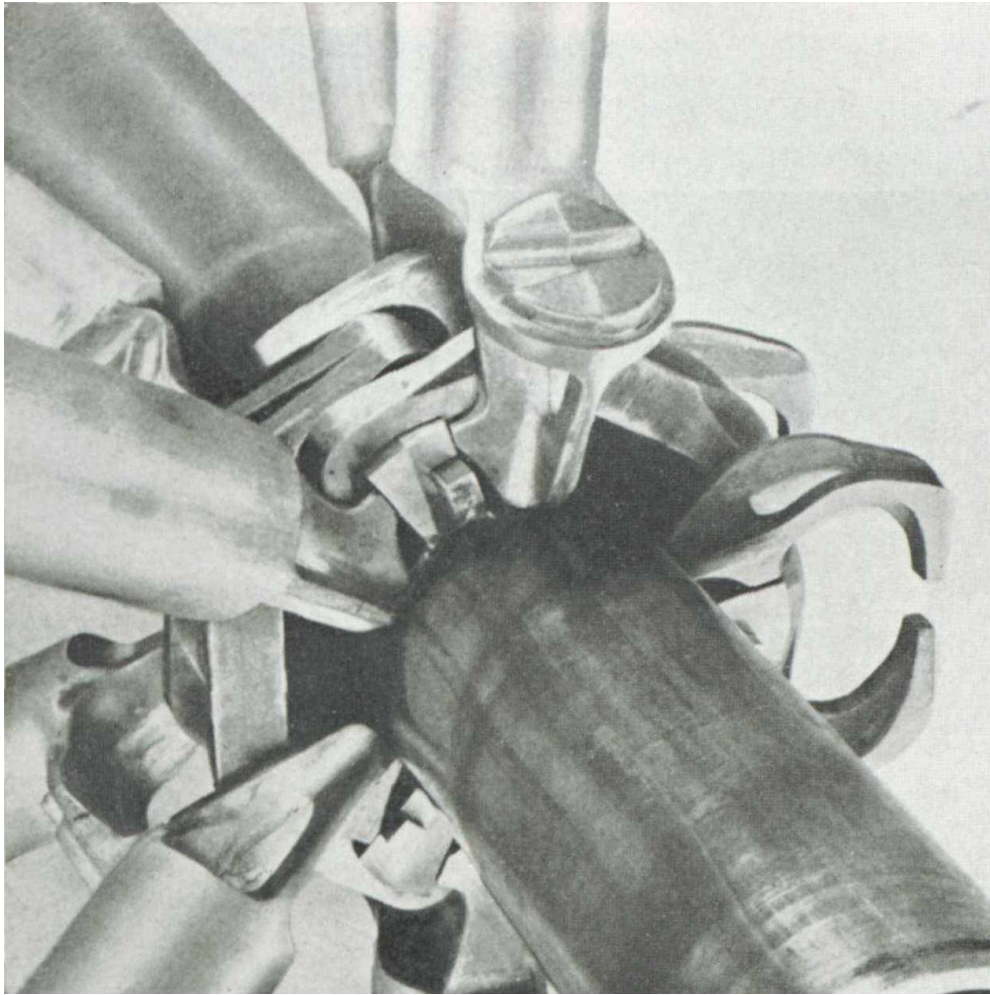




**ENTRADA AL PUERTO DE ROTTERDAM**

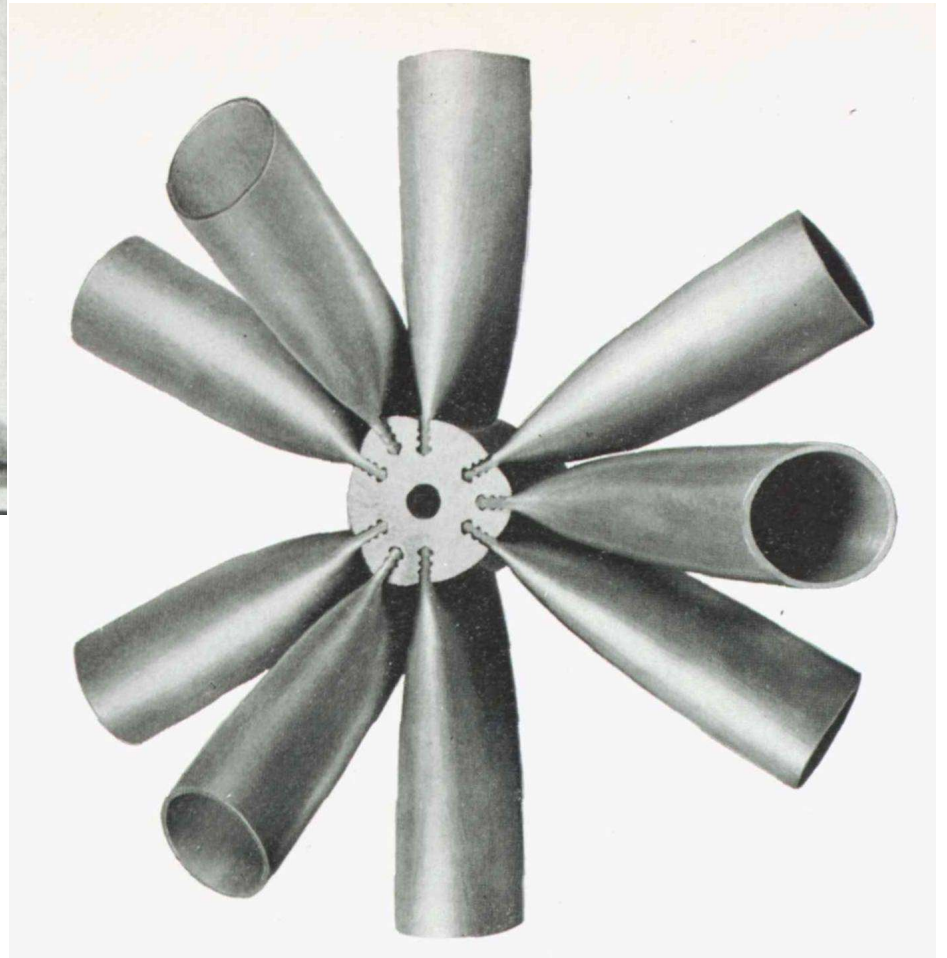






**Sistema  
K. WACHSMANN**

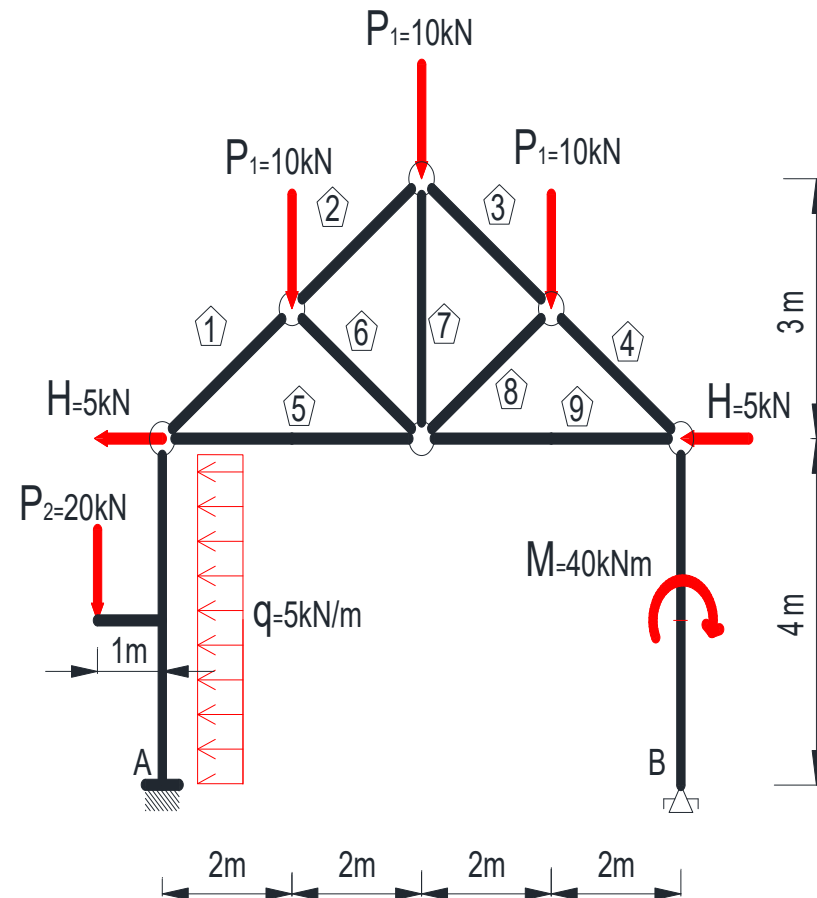
**Sistema  
TRIODETTIC**



# RETICULADOS PLANOS



Si todos los componentes estructurales, incluyendo soportes y cargas, quedan contenidos en un plano al reticulado se lo denomina plano.

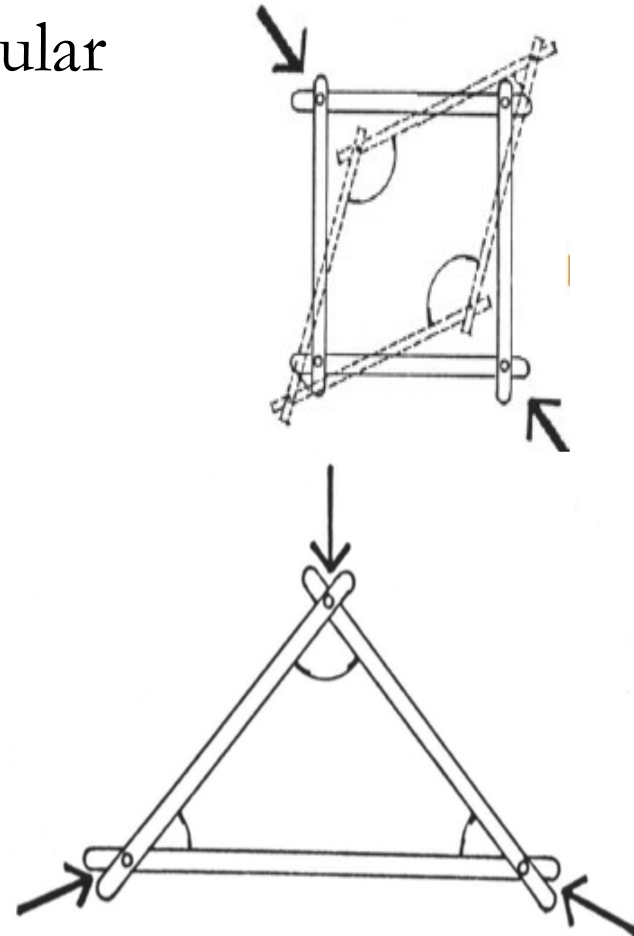


# FORMACIÓN DE UNA ESTRUCTURA RETICULADA

## TRIÁNGULO BASE



- Si planteamos un conjunto cuadrangular de barras unidas entre si por articulaciones obtenemos un mecanismo
- Disponiendo tres barras en triangulo articuladas entre si, se genera una estructura rígida.

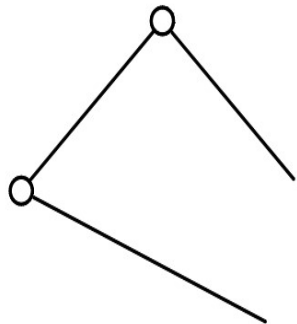


# GENERACIÓN DE UN RETICULADO PLANO



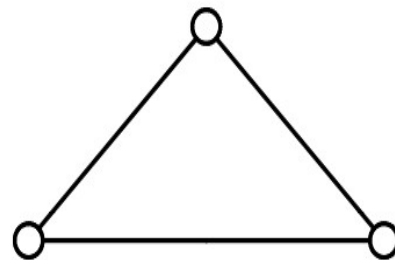
## GRADOS DE LIBERTAD DE UN RETICULADO PLANO

**Cadena  
abierta**



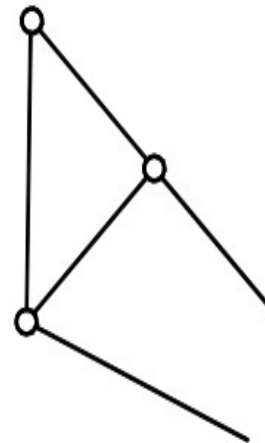
$$GL = 5$$

**Cadena  
cerrada**

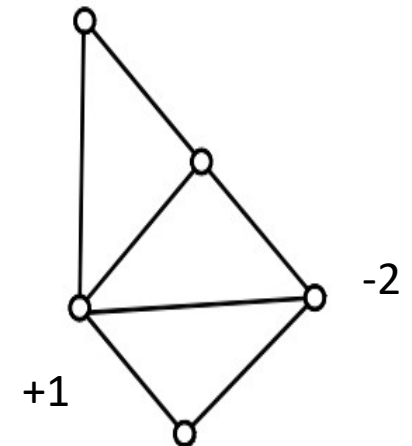


$$GL = 5 - 2 = 3$$

**Formación del  
Reticulado**



$$GL = 5$$



$$GL = 5 - 2 = 3$$

$$GL = 3 + 1 + 1 - 2 = 3$$

# CONDICIÓN DE RIGIDEZ



## Reticulado Plano

Es posible obtener una relación entre el número de barras "b" y el número de nudos "n" de un reticulado plano, si al triángulo de base se agregan sucesivamente pares de barras "p"

$$b = 3 + 2 p$$

p = cantidad de pares de barras que se agregan al triángulo primitivo

$$n = 3 + p$$

n = cantidad de nudos

$$b = 2n - 3$$

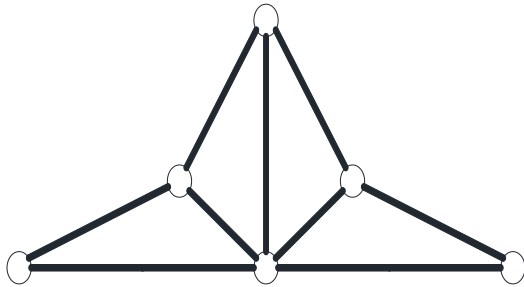
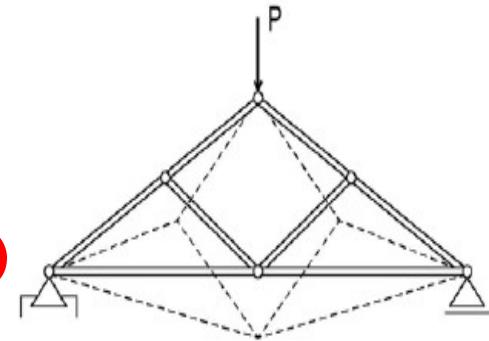
# ANÁLISIS DE LA ISOSTATICIDAD DEL SISTEMA



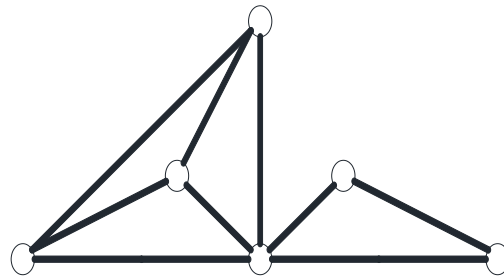
Si  $b < 2n - 3 \rightarrow$  Mecanismo

Si  $b = 2n - 3 \rightarrow$  Isostático

(condición necesaria NO SUFICIENTE)

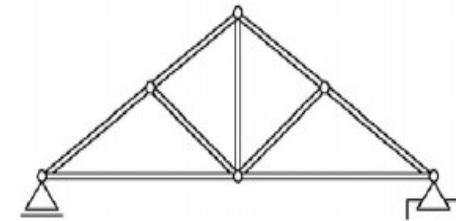


$$b=9 = 2n-3 = 9$$

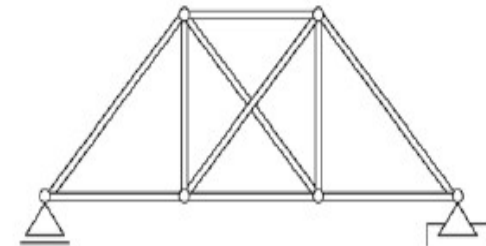


$$b=6 > 2n-3 = 5$$

$$b=3 = 2n-3 = 3$$



Si  $b > 2n - 3 \rightarrow$  Hiperestático  
(por vínculo interno)

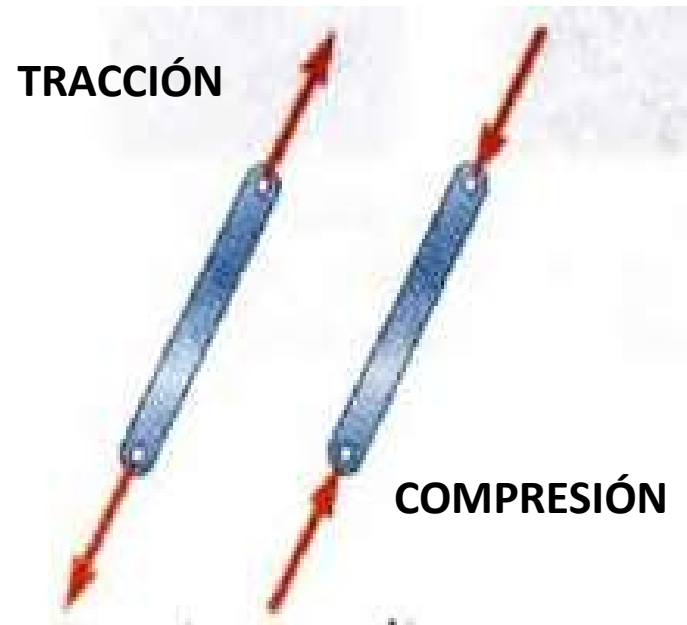


# HIPÓTESIS DE LOS SISTEMAS DE RETICULADO



- I. Barras de eje recto.
- II. Articuladas en los nudos
- III. Cargas concentradas aplicadas únicamente en los nudos

*BARRAS  
TRABAJANDO  
EXCLUSIVAMENTE A  
SOLICITACIÓN  
AXIL*

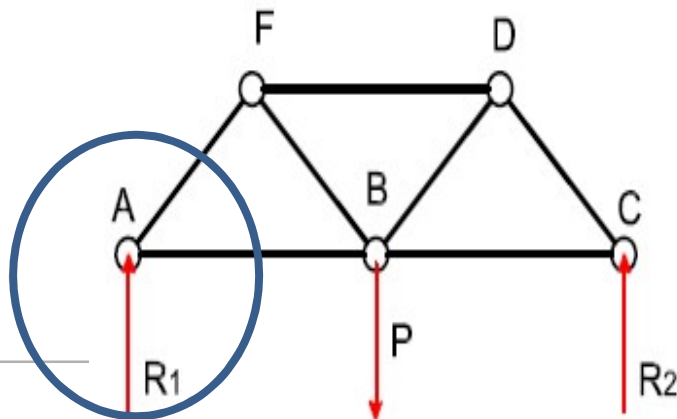
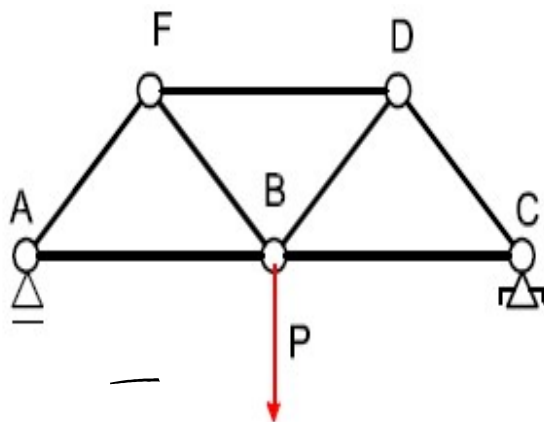


# MÉTODOS DE RESOLUCIÓN

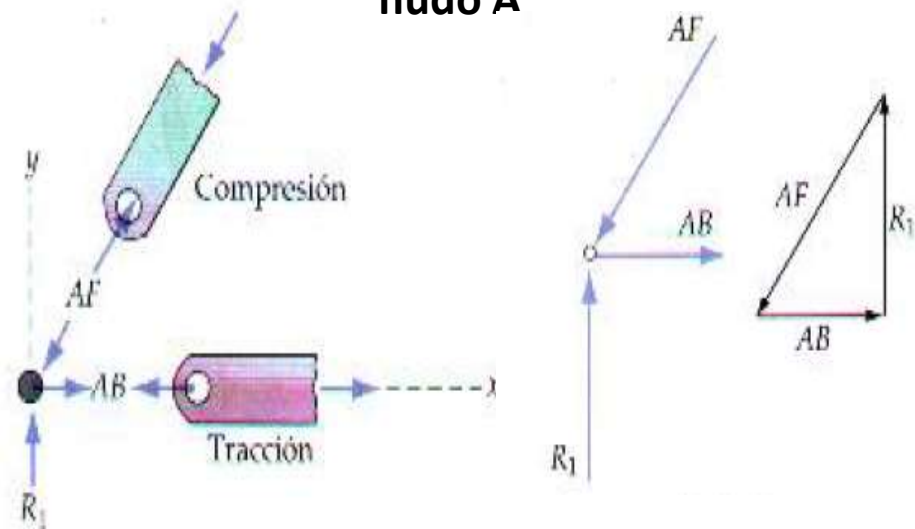


## MÉTODO DE LOS NUDOS

Como las cargas se aplican en los nudos en cada uno de ellos se genera un sistema de fuerzas concurrentes en equilibrio estático.



**Equilibrio del nudo A**



**Analíticamente**

$$\sum F_x = 0 \quad \sum F_y = 0$$

# MÉTODOS DE RESOLUCIÓN



## Método de los nudos

En todos los casos, el análisis debe comenzar en un nudo que tenga por lo menos una fuerza conocida y cuando mucho dos fuerzas desconocidas, como en la figura 6-7b. De esta manera, la aplicación de  $\Sigma F_x = 0$  y  $\Sigma F_y = 0$  resulta en dos ecuaciones algebraicas que pueden ser resueltas para las dos incógnitas. Al aplicar esas ecuaciones, el sentido correcto de una fuerza de miembro desconocida puede ser determinado usando uno de dos posibles métodos:

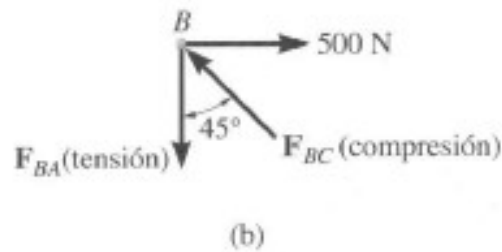
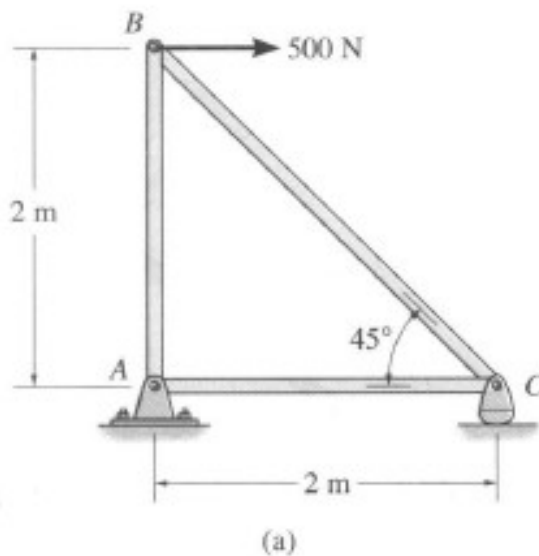
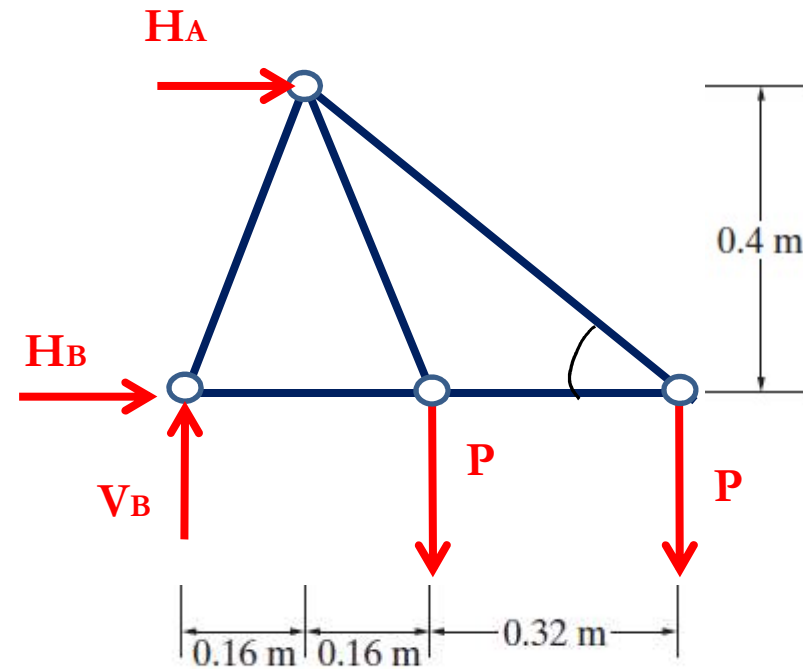
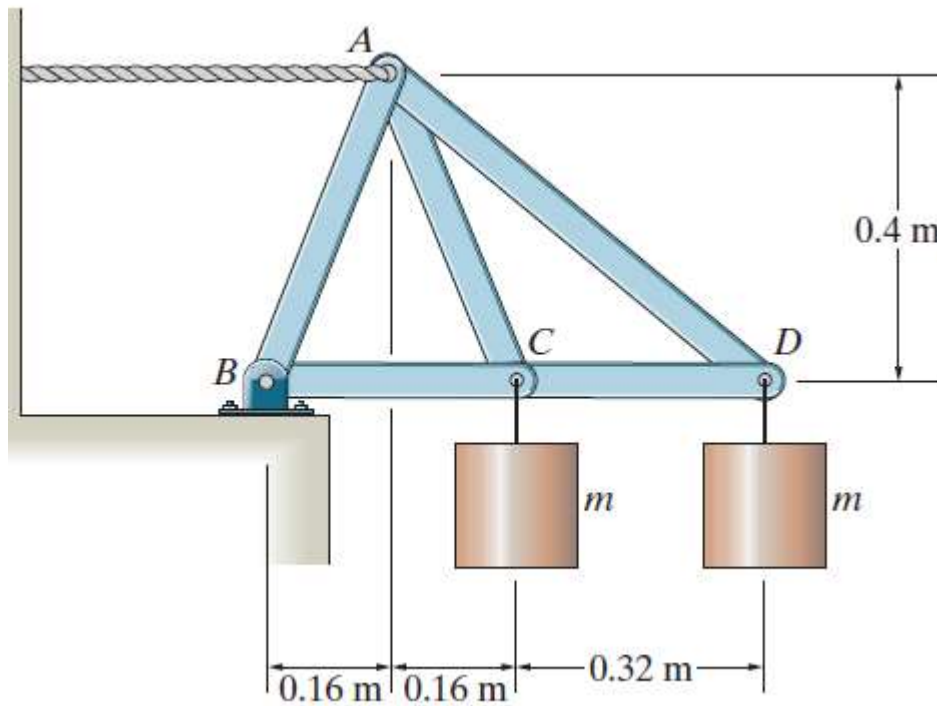


Fig. 6-7

# MÉTODOS DE RESOLUCIÓN



Cada elemento suspendido tiene una masa  $m=20$  kg. Calcular los esfuerzos en las barras  
**Método de los nudos**



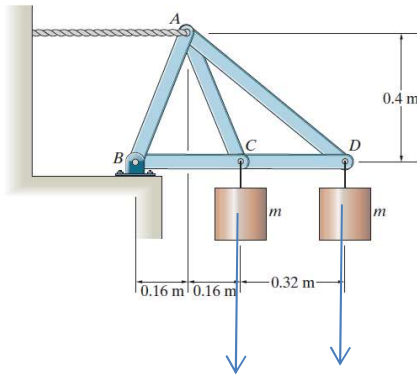
$m=20$  kg  $\Rightarrow$   $P=196.2$  N  $\rightarrow$   $V_B=392,4$  N;  $H_A=-470,88$  N;  $H_B=470,88$  N

# MÉTODOS DE RESOLUCIÓN



## Método de los nudos

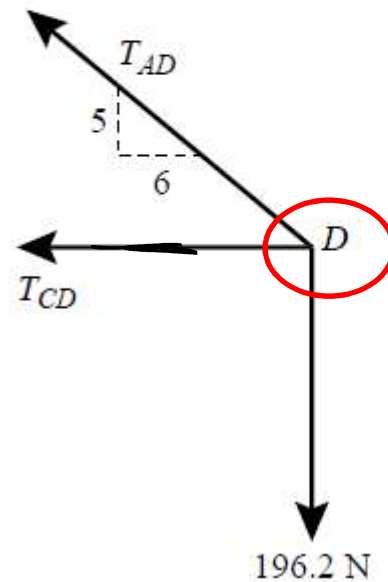
$$m=20 \text{ kg} \Rightarrow P=196.2 \text{ N}$$



$$\sum F_y : \frac{5}{\sqrt{61}} T_{AD} - 196.2 \text{ N} = 0$$

$$\sum F_x : -\frac{6}{\sqrt{61}} T_{AD} - T_{CD} = 0$$

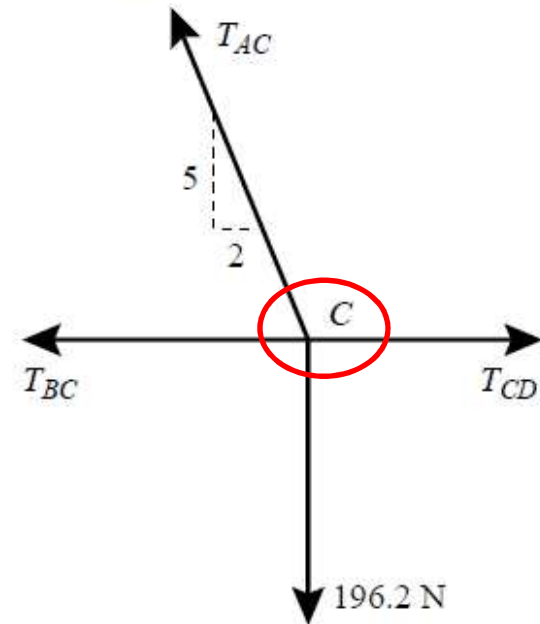
$$\text{Solving: } T_{AD} = 306 \text{ N}, T_{CD} = -235 \text{ N}$$



$$\sum F_y : \frac{5}{\sqrt{29}} T_{AC} - 196.2 \text{ N} = 0$$

$$\sum F_x : -\frac{2}{\sqrt{29}} T_{AC} - T_{BC} + T_{CD} = 0$$

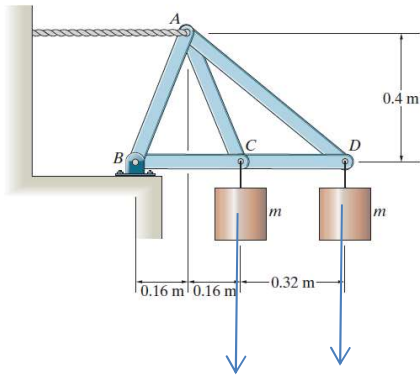
$$\text{Solving: } T_{AC} = 211 \text{ N}, T_{BC} = -313 \text{ N}$$



# MÉTODOS DE RESOLUCIÓN



Método de los nudos  $m=20 \text{ kg} \Rightarrow P=196.2 \text{ N}$

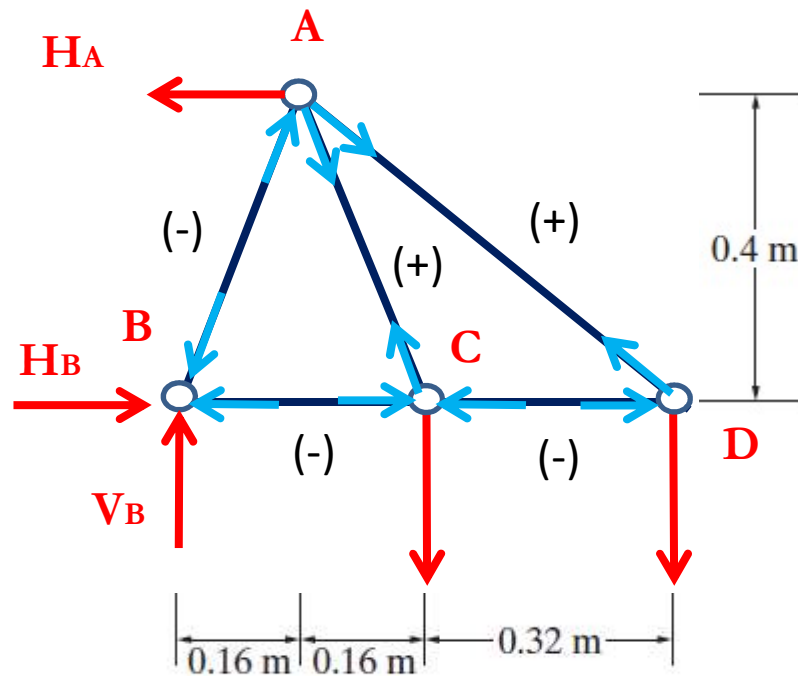


$$\sum F_y : -\frac{5}{\sqrt{29}}(T_{AB} + T_{AC}) - \frac{5}{\sqrt{61}}T_{AD} = 0$$
$$\Rightarrow T_{AB} = -423 \text{ N}$$

# MÉTODOS DE RESOLUCIÓN



## Método de los nudos



|                             |
|-----------------------------|
| $T_{AB} = 423 \text{ N}(C)$ |
| $T_{AC} = 211 \text{ N}(T)$ |
| $T_{AD} = 306 \text{ N}(T)$ |
| $T_{BC} = 314 \text{ N}(C)$ |
| $T_{CD} = 235 \text{ N}(C)$ |

(Esfuerzos expresados en valor absoluto)

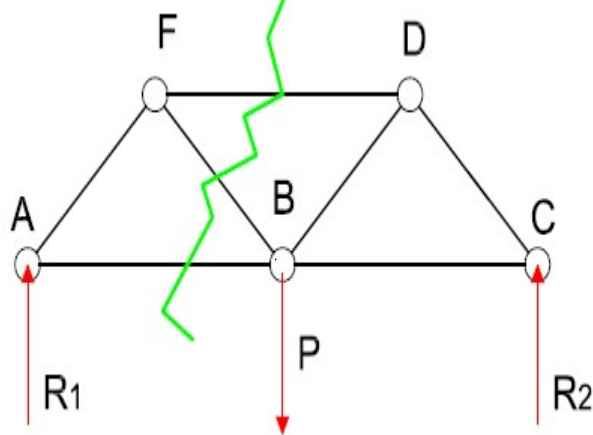
$P=196.2 \text{ N}$      $V_B=392,4 \text{ N}$ ;  $H_A=470,88 \text{ N}$ ;  $H_B=470,88 \text{ N}$

# MÉTODOS DE RESOLUCIÓN



## MÉTODO DE LAS SECCIONES

Este método aprovecha las tres ecuaciones de equilibrio en el plano y ofrece la ventaja de que permite hallar directamente la fuerza en casi cualquier barra analizando una determinada sección de corte

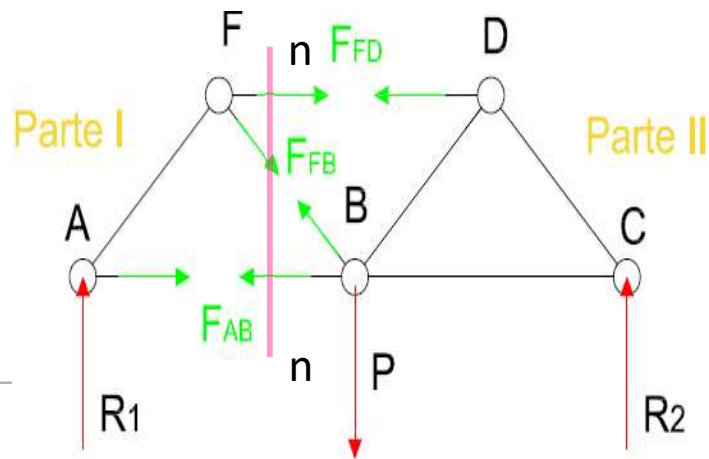


Considerando el equilibrio de la Parte I

$$\sum M^F = 0 \Rightarrow F_{AB}$$

$$\sum M^B = 0 \Rightarrow F_{FD}$$

$$\sum \text{Proy}^{n-n} = 0 \Rightarrow F_{FB}$$



# MÉTODOS DE RESOLUCIÓN



## BARRAS INACTIVAS(ó miembros de fuerza cero)

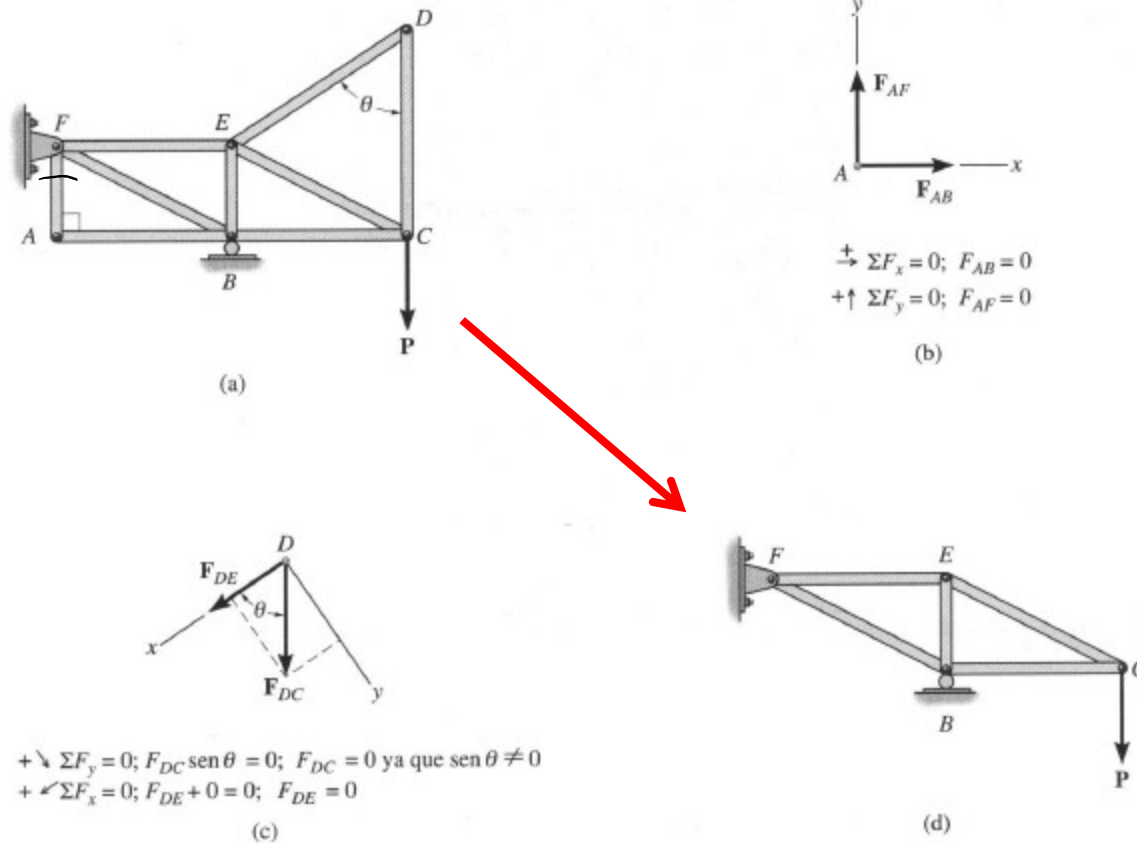
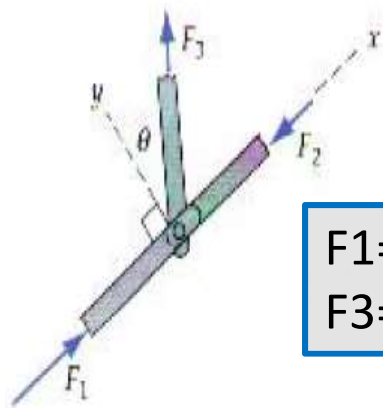


Fig. 6-11

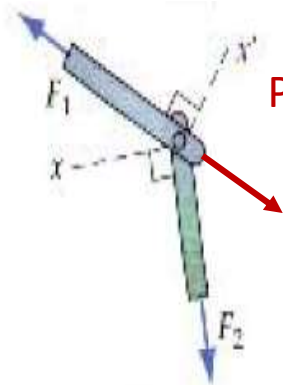
# MÉTODOS DE RESOLUCIÓN



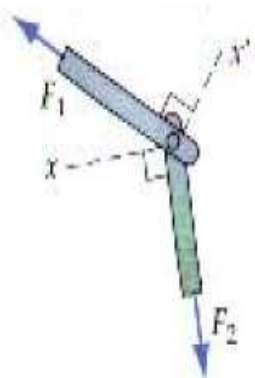
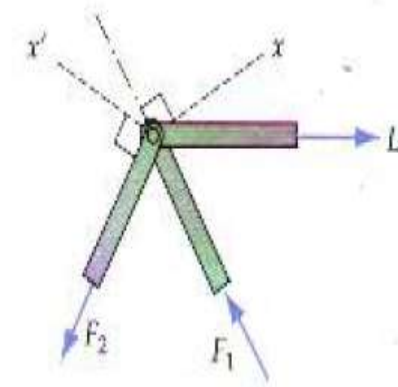
## BARRAS INACTIVAS y CASOS PARTICULARES



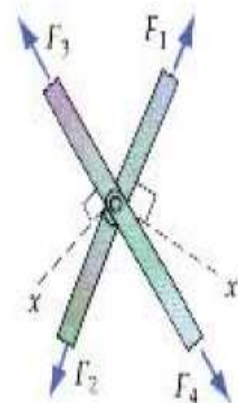
$$\begin{aligned} F_1 &= F_2 \\ F_3 &= 0 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} F_1 &= P \\ F_2 &= 0 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} F_1 &= 0 \\ F_2 &= 0 \end{aligned}$$



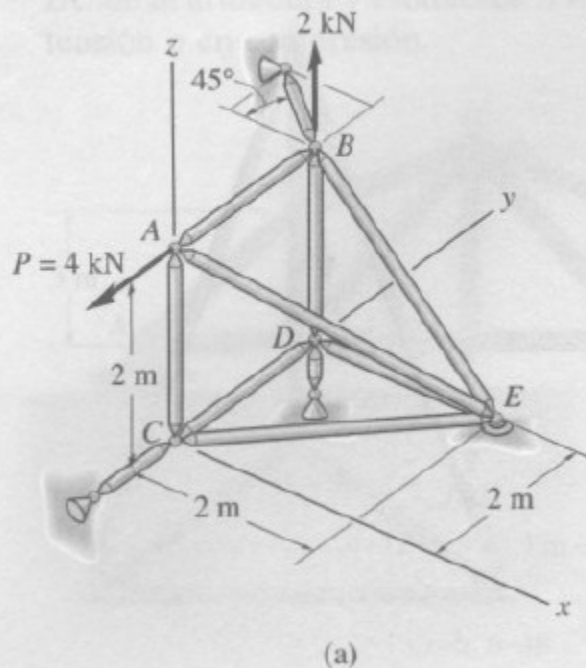
$$\begin{aligned} F_1 &= F_2 \\ F_3 &= F_4 \end{aligned}$$

ELECCIÓN DE EJES  
CONVENIENTES,  
OBTENCIÓN DE UN  
SISTEMA DE  
ECUACIONES  
DESACOPLADAS

# RETICULADOS ESPACIAL (3D)



## EJEMPLO 6.8



Determine las fuerzas que actúan en los miembros de la armadura espacial mostrada en la figura 6-20a. Indique si los miembros están en tensión o en compresión.

### Solución

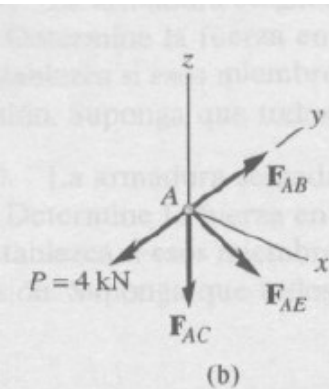
Como hay una fuerza conocida y tres fuerzas desconocidas actuando en el nudo *A*, el análisis de fuerzas de esta armadura comenzará en este nudo.

*Nudo A* (Figura 6-20b). Expresando cada fuerza que actúa en el diagrama de cuerpo libre del nudo *A* en notación vectorial, tenemos

$$\mathbf{P} = \{-4\mathbf{j}\} \text{ kN}, \quad \mathbf{F}_{AB} = F_{AB}\mathbf{j}, \quad \mathbf{F}_{AC} = -F_{AC}\mathbf{k},$$

$$\mathbf{F}_{AE} = F_{AE} \left( \frac{\mathbf{r}_{AE}}{r_{AE}} \right) = F_{AE}(0.577\mathbf{i} + 0.577\mathbf{j} - 0.577\mathbf{k})$$

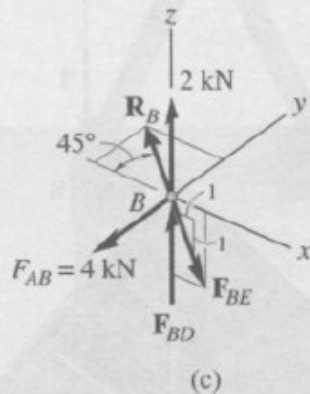
# RETICULADOS ESPACIAL (3D)



Por equilibrio,

$$\begin{aligned} \Sigma \mathbf{F} &= \mathbf{0}; & \mathbf{P} + \mathbf{F}_{AB} + \mathbf{F}_{AC} + \mathbf{F}_{AE} &= \mathbf{0} \\ -4\mathbf{j} + F_{AB}\mathbf{j} - F_{AC}\mathbf{k} + 0.577F_{AE}\mathbf{i} + 0.577F_{AE}\mathbf{j} - 0.577F_{AE}\mathbf{k} &= \mathbf{0} \\ \Sigma F_x &= 0; & 0.577F_{AE} &= 0 \\ \Sigma F_y &= 0; & -4 + F_{AB} + 0.577F_{AE} &= 0 \\ \Sigma F_z &= 0; & -F_{AC} - 0.577F_{AE} &= 0 \\ & & F_{AC} = F_{AE} &= 0 & \text{Resp.} \\ & & F_{AB} = 4 \text{ kN (T)} & & \text{Resp.} \end{aligned}$$

Como  $F_{AB}$  es conocida, se puede proceder con el análisis del nudo B.

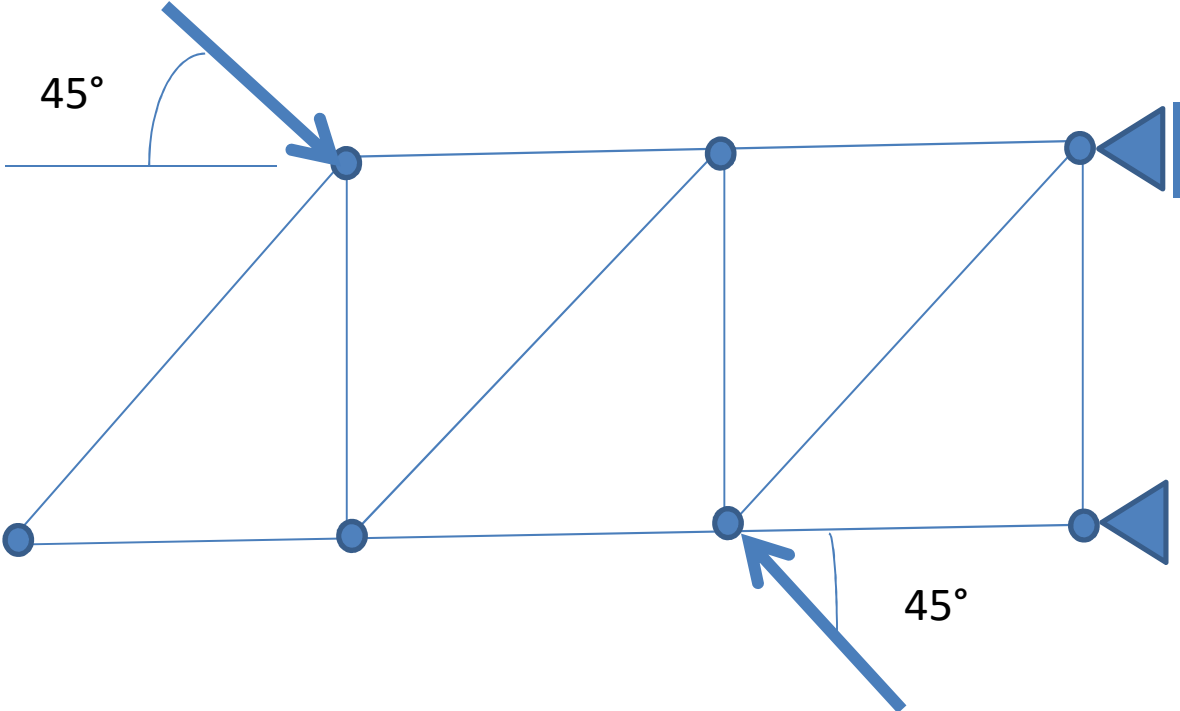


Nudo B (Figura 6-20c).

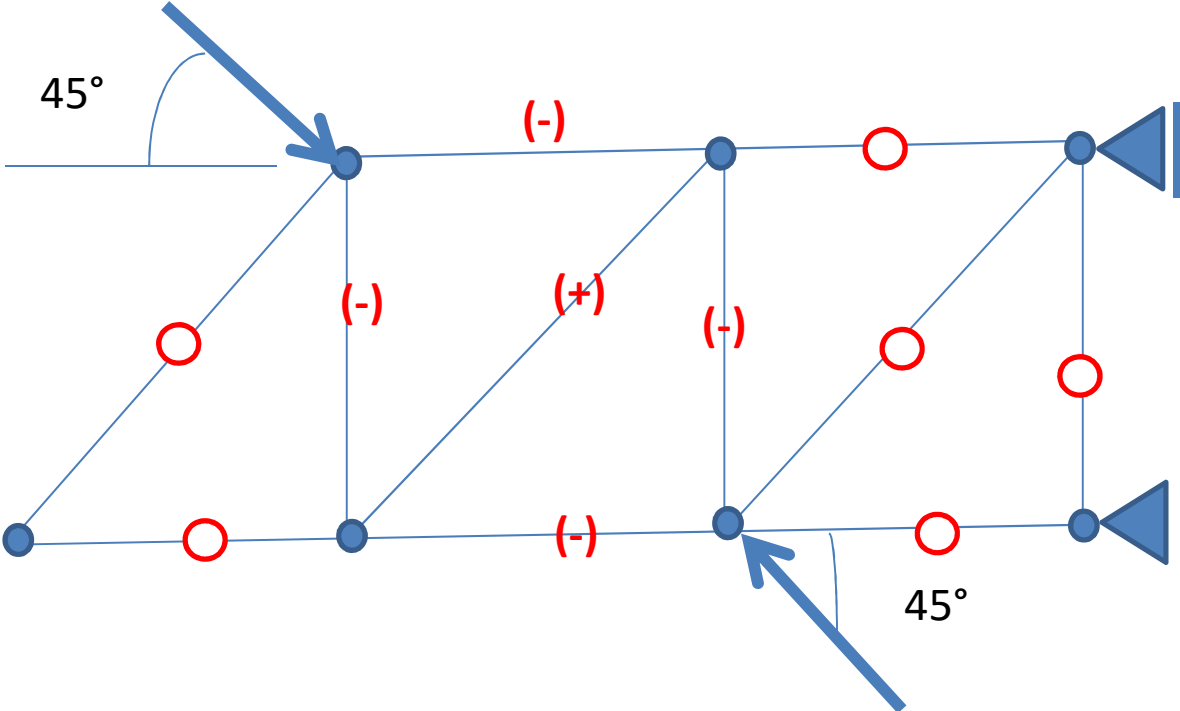
$$\begin{aligned} \Sigma F_x &= 0; & -R_B \cos 45^\circ + 0.707F_{BE} &= 0 \\ \Sigma F_y &= 0; & -4 + R_B \sin 45^\circ &= 0 \\ \Sigma F_z &= 0; & 2 + F_{BD} - 0.707F_{BE} &= 0 \\ & & R_B = F_{BE} = 5.66 \text{ kN (T)}, & F_{BD} = 2 \text{ kN (C)} & \text{Resp.} \end{aligned}$$

Fig. 6-20

# EJERCICIOS PROPUESTOS



# EJERCICIOS PROPUESTOS



# EJERCICIOS PROPUESTOS



## Estructura Mixta

