



# **CONSTRUCCIONES METÁLICAS Y DE MADERAS I**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**CICLO 2023**

**ACCIONES – COMBINACIONES – MÉTODOS. PARTE 1**

Equipo de Cátedra: Ings. Francisco Crisafulli. Daniel Bonilla. Eduardo Toter. Daniel Quiroga

# **CLASIFICACIÓN DE ACCIONES**

## Qué son?

Las acciones o cargas son **fuerzas** u otras acciones que resultan del peso de todos los materiales de construcción, del peso y actividad de sus ocupantes y del peso del equipamiento.

También se incluyen los efectos ambientales, tales como nieve, viento, sismo, etc., movimientos diferenciales de los vínculos y los efectos debidos a variaciones dimensionales restringidas.



## Qué producen?

Los distintos tipos de cargas que actúan sobre una estructura originan en los miembros componentes **solicitaciones** (fuerzas y momentos) y **deformaciones**.

Estos efectos se determinan mediante el análisis estructural, el cual se puede realizar a partir de procedimientos analíticos o numéricos.

En la actualidad, los ingenieros estructurales usualmente realizan la etapa de análisis con programas computacionales que permiten modelar complejas estructuras.



## Clasificación de las acciones según

### Origen

- **Gravitacionales:**  
pesos propios
- **Naturales (ord.):**  
viento, nieve
- **Naturales (ext.)**  
sísmicas
- **Deformaciones**  
impuestas

### Tiempo de aplicación

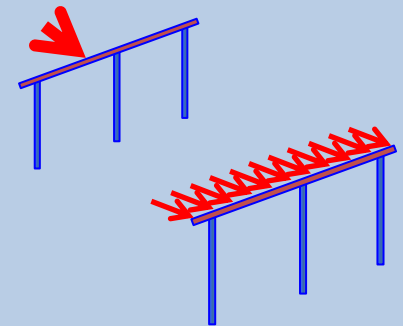
- **Estáticas**
- **Dinámicas**  
móviles  
impacto

### Variación en el tiempo

- **Permanentes**
- **Variables**
- **Accidentales**

### Forma de incidencia

- **Concentradas**
- **Distribuidas**  
superficialmente  
linealmente



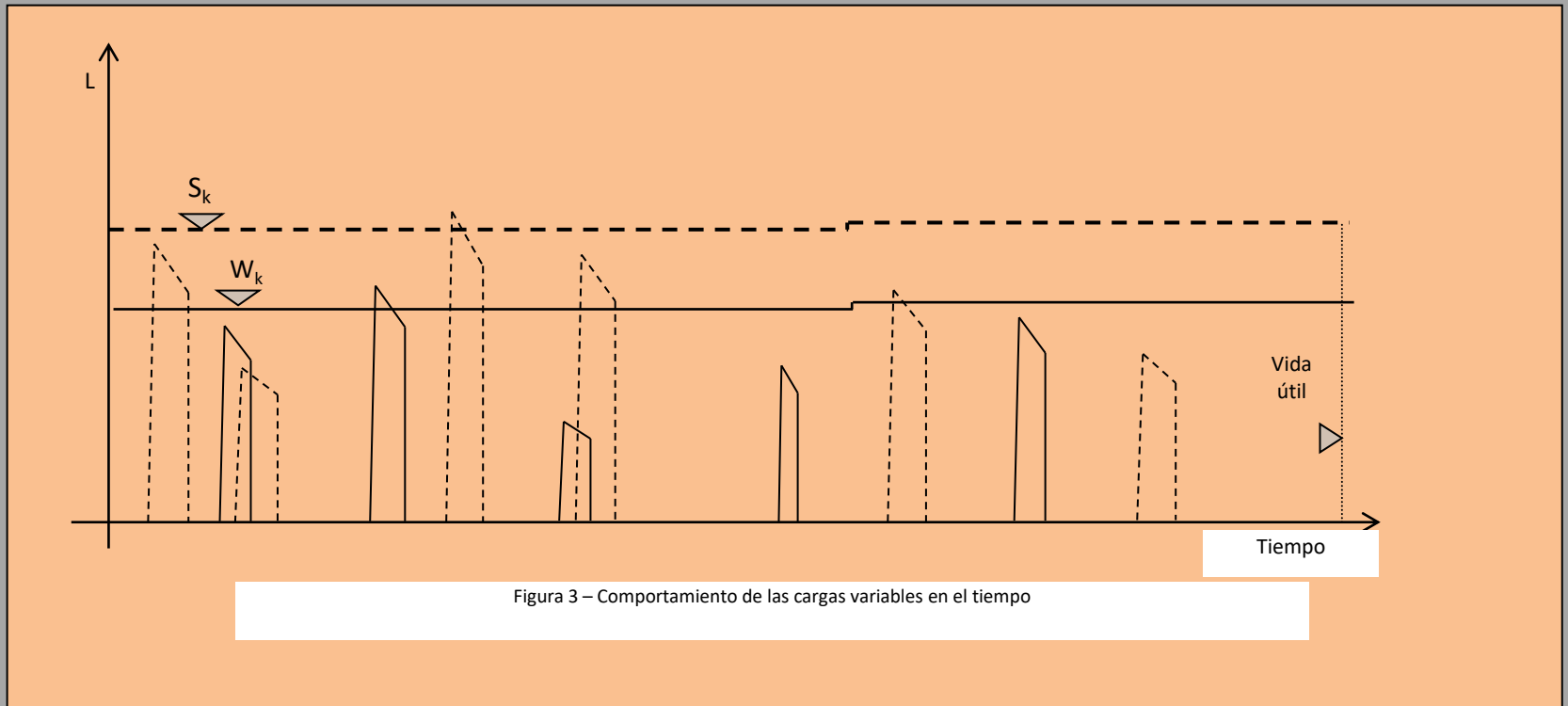
# ACCIONES

## CARGAS PERMANENTES (D)



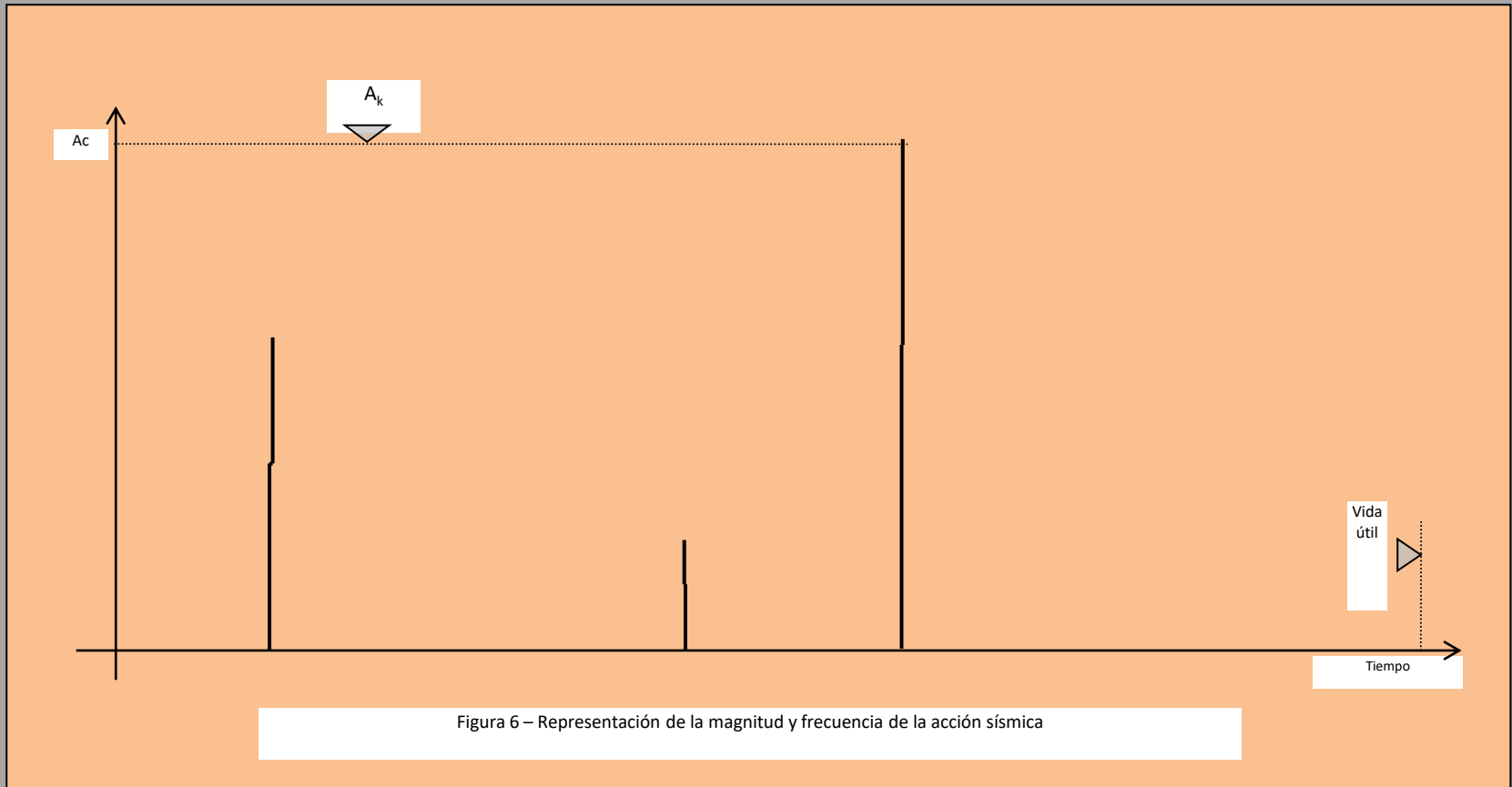
Variación en el tiempo

## CARGAS VARIABLES O VIVAS (L)



Variación en el tiempo

## CARGAS ACCIDENTALES: SISMO (E)



Variación en el tiempo



## 1. Acciones Permanentes

Son las que tienen pequeñas e infrecuentes variaciones, durante la vida útil de la construcción, con tiempos de aplicación prolongados, tales como las debidas a :

- Peso propio de la estructura **(D)**, de acuerdo con el Reglamento CIRSOC 101-2005.
- Peso propio de todo elemento de la construcción previsto con carácter permanente **(D)**, de acuerdo con el Reglamento CIRSOC 101-2005.
- Fuerzas resultantes del impedimento de cambios dimensionales debidos a variaciones térmicas climáticas o funcionales de tipo normativo, contracción de fraguado, fluencia lenta o efectos similares **(T)**.
- Fuerzas resultantes del proceso de soldadura **(T)**, de acuerdo con el Reglamento CIRSOC 304-2007.
- Acciones de líquidos en general en caso de presencia continuada y con presiones y máxima altura bien definidas **(F)**.
- Asentamientos de apoyo (cedimientos de vínculo en general) **(T)**.
- Pesos de maquinarias adheridas o fijas a la estructura, de valor definido **(D)**.

## 2. Acciones Variables

Son las que tienen elevada probabilidad de actuación, variaciones frecuentes y continuas no despreciables en relación a su valor medio, tales como las debidas a :

- La ocupación y el uso en **pisos** (cargas útiles y sobrecargas) (**L**), de acuerdo con el Reglamento CIRSOC 101-2005.
- Montaje en **pisos** (**L**), de acuerdo con el Reglamento CIRSOC 101-2005 y situación particular).
- Cargas útiles en **techo** (**L<sub>r</sub>**), de acuerdo con el Reglamento CIRSOC 101-2005.
- Mantenimiento de cubiertas (**L<sub>r</sub>**), de acuerdo con el Reglamento CIRSOC 101-2005.
- Montaje en **techos** (**L<sub>r</sub>**), de acuerdo con el Reglamento CIRSOC 101-2005.
- Acción del viento (**W**), de acuerdo con el Reglamento CIRSOC 102-2005.
- Acción de la nieve y el hielo (**S**), de acuerdo con el Reglamento CIRSOC 104-2005.
- Acciones térmicas generadas por equipamientos o funcional, no derivadas de especificaciones normativas (**L**).
- Acciones de líquidos en general (**L**).
- Acciones de granos y materiales sueltos (**L**).
- Acciones de maquinarias, equipos, cargas móviles como puentes grúas y monorrieles, incluyendo el efecto dinámico cuando el mismo sea significativo, y efecto dinámico del peso de maquinarias consideradas como carga permanente (**L**).
- Peso y empuje lateral del suelo y del agua en el suelo (**H**).
- Acción debida al agua de lluvia o al hielo sin considerar los efectos producidos por la acumulación de agua (**R**), de acuerdo con el Reglamento CIRSOC 101-2005.

## 3. Acciones Accidentales

Son las que tienen pequeña probabilidad de actuación, pero con valor significativo, durante la vida útil de la construcción, cuya intensidad puede llegar a ser muy importante para algunas estructuras, tales como las debidas a :

- Sismos de ocurrencia excepcional.(E), de acuerdo con el Reglamento INPRES - CIRSOC 103, Parte I -1991 (hasta tanto no este vigente la versión 2010 de esta Parte I) y Parte IV-2005.
- Tornados.
- Impacto de vehículos terrestres o aéreos.
- Explosiones.
- Movimientos de suelos.
- Avalanchas de nieve o piedras.

## 4. Acciones de Impacto

Las sobrecargas nominales deberán incrementarse en las combinaciones **(A.4-2)** y **(A.4-3)** de la Sección **A.4.2.** en el caso de estructuras que soporten sobrecargas que produzcan impacto.

• Para vigas carril de puentes grúas y sus uniones .....	<b>25%</b>
• Para monorieles y sus uniones .....	<b>10%</b>
• Para soportes de maquinaria ligera impulsada por motores eléctricos y en general equipamientos livianos con funcionamiento caracterizado por movimientos rotativos .....	<b>20%</b>
• Para soportes de máquinas con motores a explosión o unidades de potencia y grupos generadores y en general equipamientos cuyo funcionamiento es caracterizado por movimientos alternativos .....	<b>50%</b>
• Para tensores que soportan balcones y sus uniones .....	<b>33%</b>
• Para apoyos de ascensores y montacargas .....	<b>100%</b>

## 5. Acciones de Puente Grúa

- **Fuerza lateral:** La fuerza lateral total sobre ambas vigas carril se debe calcular como el **20 %** de la suma de la carga nominal del puente grúa y del peso del carro de carga transversal y del aparejo de izaje, con exclusión del peso de las otras partes de la grúa. Se considerará como una fuerza horizontal de dirección perpendicular a la viga carril, actuando en ambos sentidos en la superficie superior del riel y será distribuida según la rigidez lateral de las vigas carril y de la estructura de soporte de las mismas.
- **Fuerza longitudinal:** Se debe adoptar como mínimo, el **10 %** de la máxima carga por rueda del carro frontal del puente grúa. Se considerará como una fuerza horizontal de dirección paralela a la viga carril, actuando en ambos sentidos en la superficie superior del riel.

## Ejemplo

La determinación de las cargas permanentes se realiza según el tipo de miembro estructural o componente de la construcción que se analiza.

### Ejemplo: Peso de un viga de acero

Peso específico del acero:  $77 \text{ kN/m}^3$

Área de la sección:  $5500 \text{ mm}^2 = 0.0055 \text{ m}^2$

Longitud de la viga:  $5.0 \text{ m}$

a. Peso por unidad de longitud

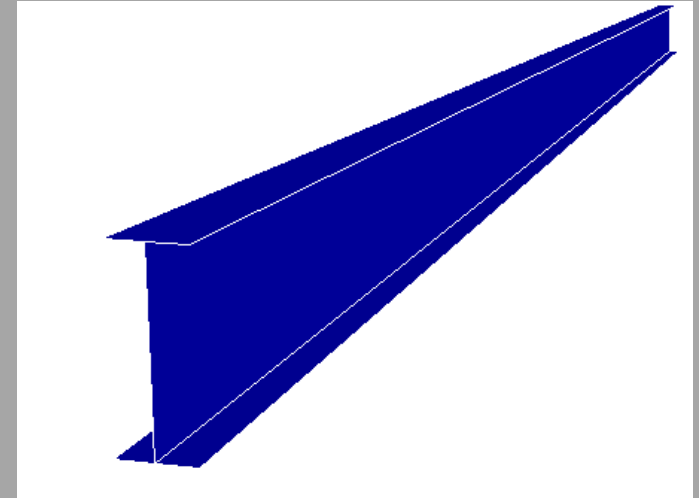
Área de la sección x peso específico del material

$$D = 0.0055 \cdot 77 = 0.42 \text{ kN/m}$$

b. Peso total

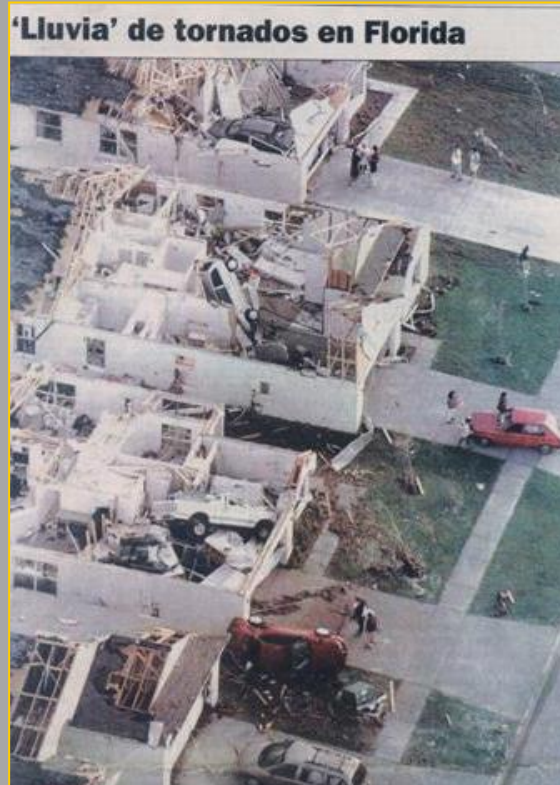
Peso por unidad de longitud x longitud

$$D = 0.42 \cdot 5.0 = 2.1 \text{ kN}$$



## 1. Clasificación de las acciones según su origen

### Viento



### Nieve



#### Dependen:

- Ubicación geográfica
- Altura s/Nivel del Mar
- Densidad y velocidad del viento
- Ángulo de incidencia o de la cubierta
- Forma y rigidez de la estructura
- Rugosidad de la superficie
- Atura de la edificación

## 1. Clasificación de las acciones según su origen

### Sismos



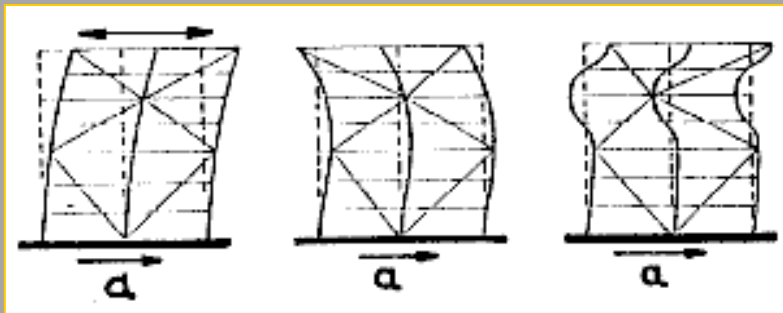
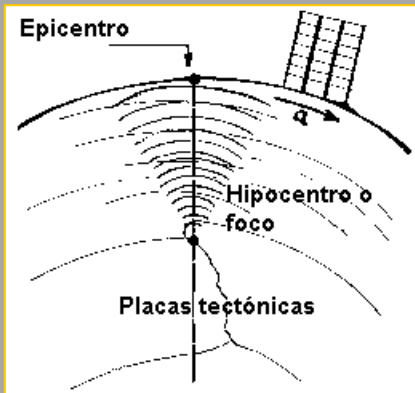
Mendoza 1985



Rieles deformados



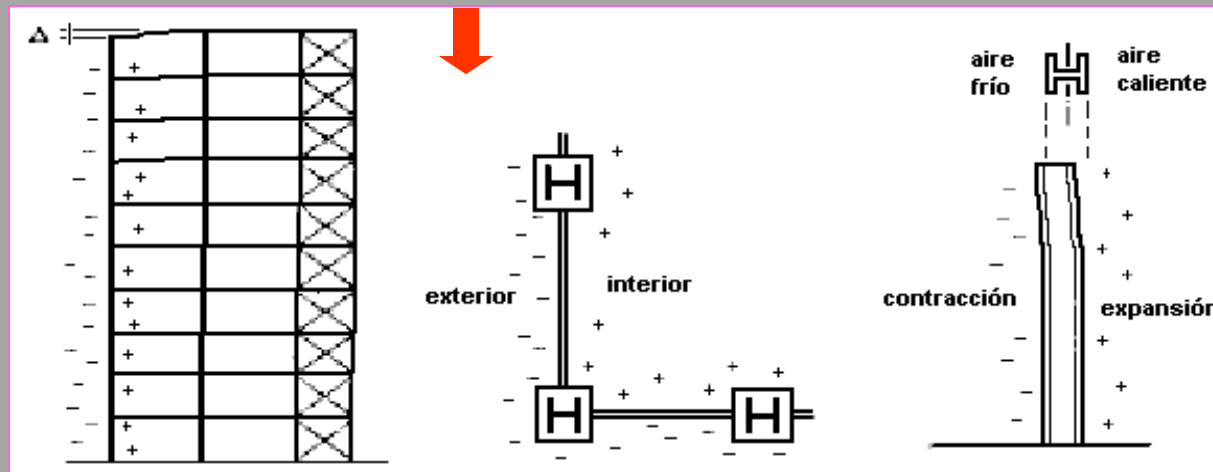
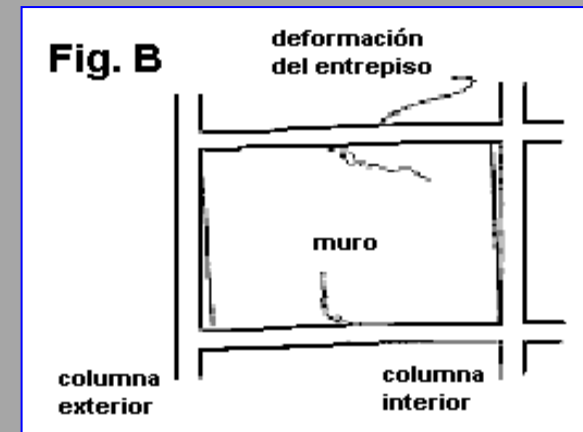
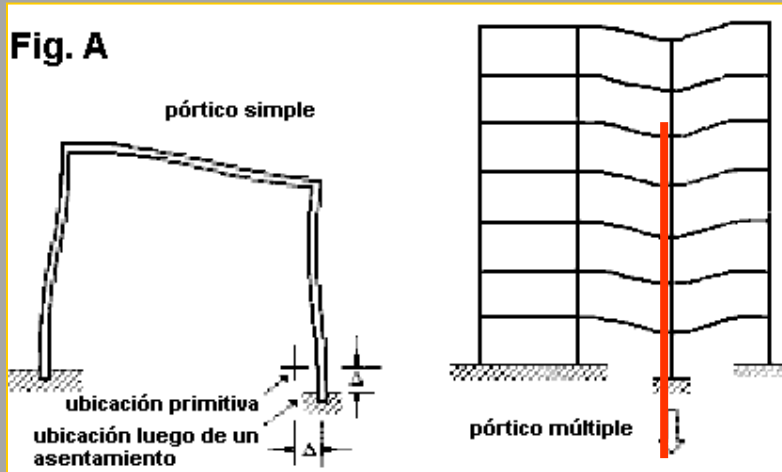
Kobe 1995



Armenia 1999

## 1. Clasificación de las acciones según su origen

Por deformaciones impuestas:





# **CÓDIGOS DE CONSTRUCCIÓN**

# CÓDIGOS DE CONSTRUCCIÓN

## HISTÓRICOS (Hamurabi 1870 aC)

Art. 228: Si el constructor erige una vivienda para y la completa, tendrá derecho a obtener dos “shekels” en moneda por cada “sar” de superficie

Art 229: Si el constructor erige una vivienda y no ha sido realizada apropiadamente, y la vivienda colapsa y mata al propietario, entonces el constructor será ejecutado

Art 230: Si el colapso produce la muerte de un hijo del propietario, se deberá ejecutar al hijo del constructor.

Art: 232: Si el colapso arruinara mercaderías, el constructor deberá compensar por toda la mercadería afectada, y debido a que la vivienda no ha sido ejecutada apropiadamente, deberá demolerla y rehacerla por sus propios medios.

Art 233: Si el constructor erige una vivienda y no la ha completado, y las paredes se derrumban, deberá rehacerlas sólidas por sus propios medios

1 shekel (siclo de plata) = U\$S 2.20; 1 sar = 35 m<sup>2</sup>

2 shekel/sar = U\$S 4.40/35m<sup>2</sup> = U\$S 0.13/m<sup>2</sup>

Honorarios = \$ 40/m<sup>2</sup> (29/08/22)!!!!



# CÓDIGOS DE CONSTRUCCIÓN

## PROPÓSITO DE LOS CÓDIGOS MODERNOS

- **Proteger** la salud y seguridad pública.
- **No proteger** los derechos de los propietarios, diseñadores ni constructores.
- Tendencias: Códigos basados en **desempeño**
- El código es como un manual de conducción de automóvil: uno lo puede seguir al pie de la letra y, a pesar de ello, ser muy **inseguro**.

# **DISEÑO ESTRUCTURAL**

## **ESTADOS LÍMITES**

## Principios de Diseño (condiciones óptimas)

- Peso de material
- Montaje
- Tiempo de Ejecución



# ESTADOS LÍMITES

## Estados Límites

- E.L.U.

(Resistencia)

- Máxima resistencia
- Máxima ductilidad
- Pandeo
- Fractura
- Vuelco
- Deslizamiento

- E.L.S.

(Uso u ocupación)

- Deformaciones o desplazamientos
- Vibraciones
- Fatiga
- Fisuración

## Análisis y Estabilidad Estructural (cap. "C" CIRSOC 301)

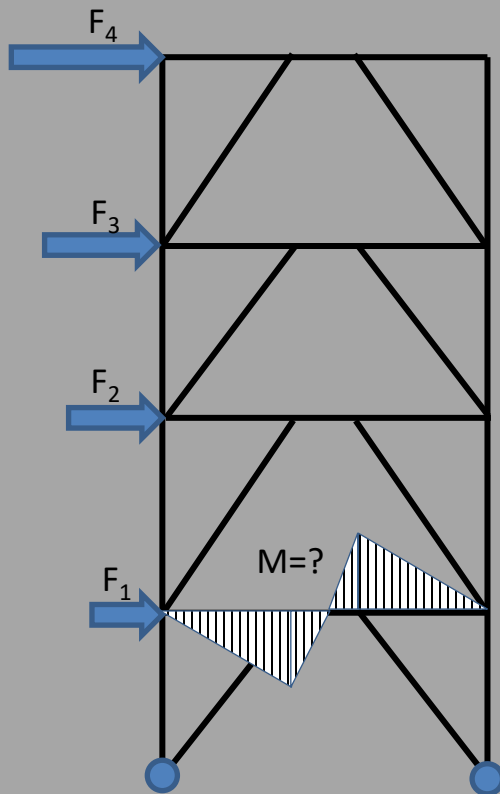
### Análisis Global

- Métodos de análisis
  - Análisis Global Elástico
  - Análisis Global Plástico
- Efecto de las deformaciones (2º orden)

### Estabilidad Estructural

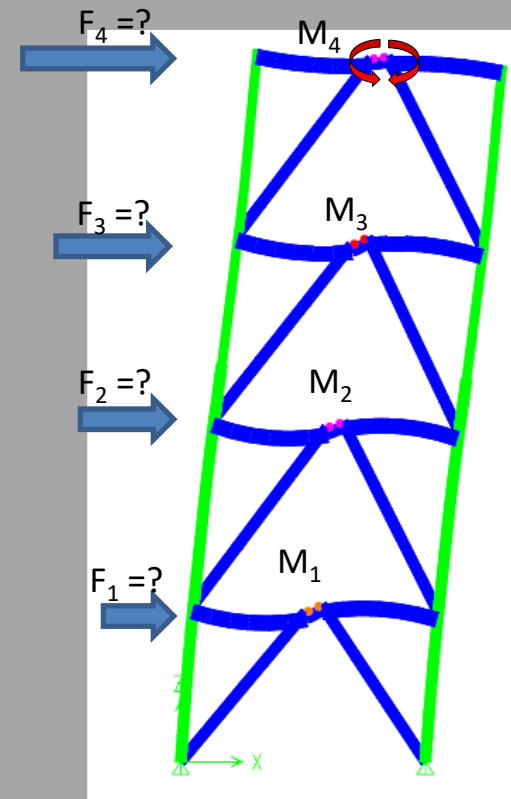
- Estabilidad lateral: sistema completo
- Rigidez lateral: control desplazamientos
- Método Longitud Efectiva
  - Pórticos desplazables → Nomogramas
  - Pórticos arriostrados (no desplazables)
- Método de Análisis Directo (2017)

### Análisis Global Elástico



- Acciones = dato
- Solicitaciones = incógnitas

### Análisis Global Plástico



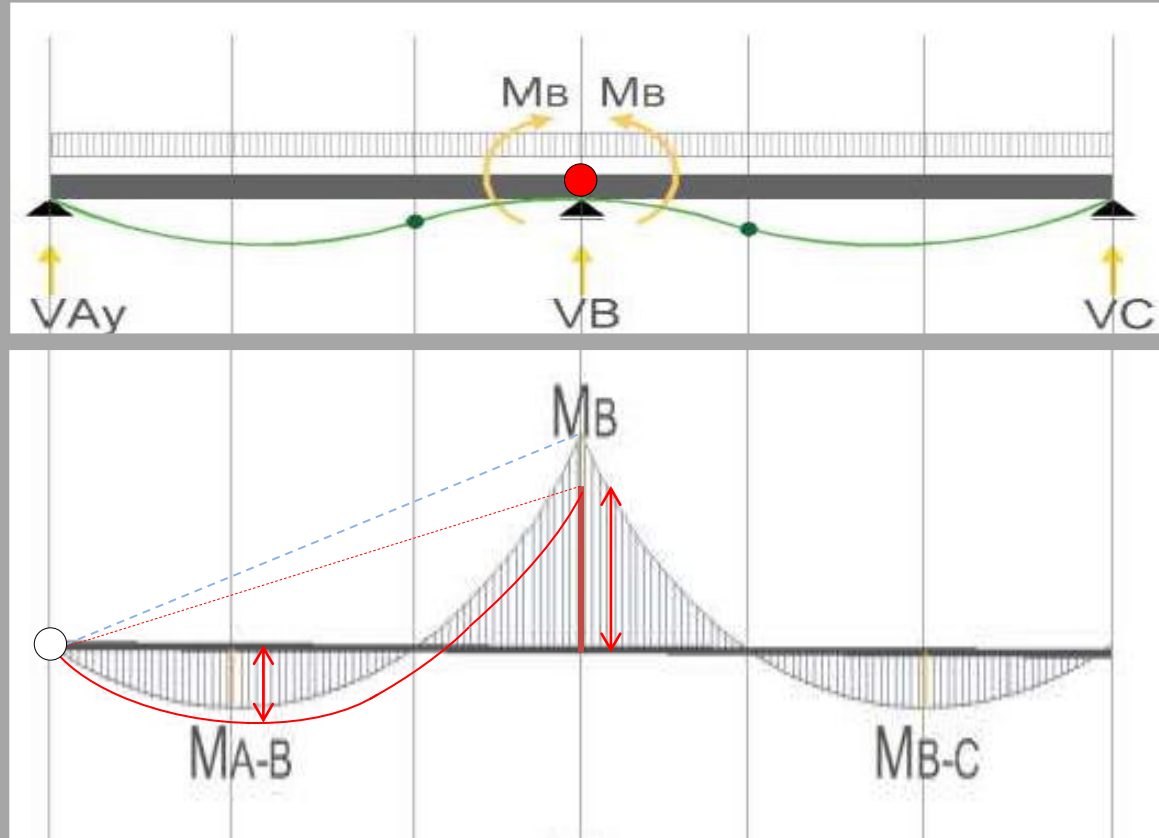
- Definir Mecanismo de Plastificación
- Acciones = incógnitas
- Solicitaciones = dato



# MÉTODOS DE ANÁLISIS

Análisis y Estabilidad Estructural (cap. "C" CIRSOC 301)

Redistribución de Momentos



## Condiciones

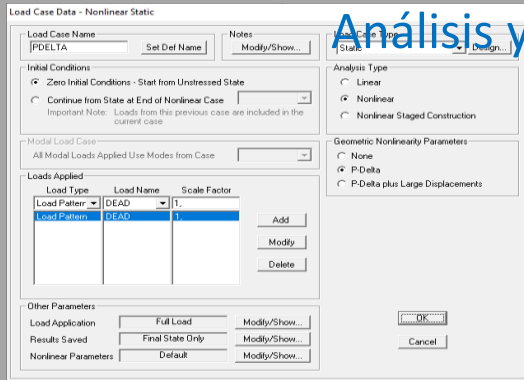
- Se admite (10%).  $M (-)$
- Aumenta  $M (+)$   $[q.L^2/8]$
- No necesita A. Plástico riguroso
- Mantener equilibrio (reacciones)

# MÉTODOS DE ANÁLISIS

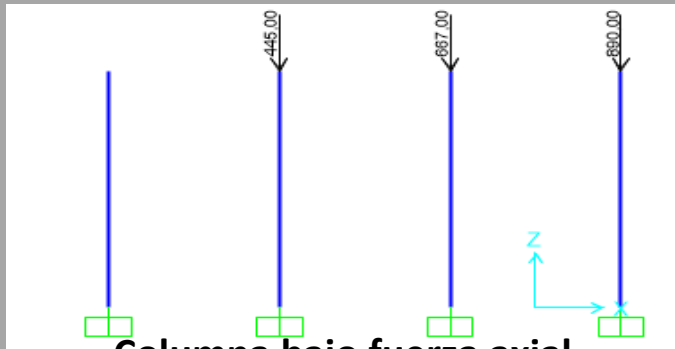
## Análisis y Estabilidad Estructural (cap. "C" CIRSOC 301)

### Efectos de segundo orden (P-δ y P-Δ)

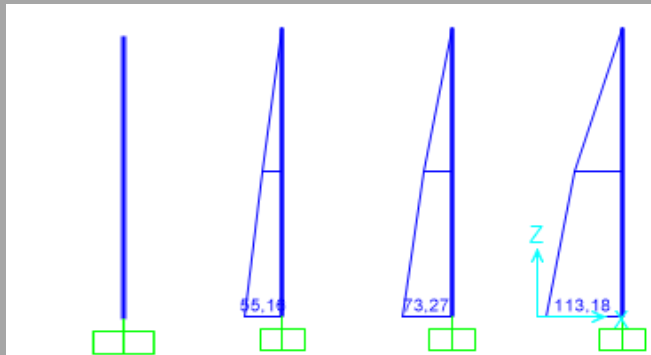
### Método Aproximados de Amplificación de Momentos (CIRSOC 301 - 2005)



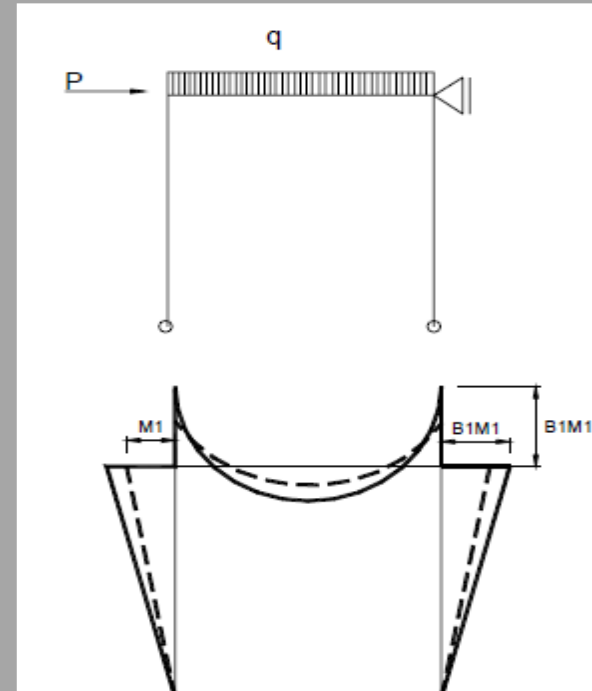
### Método de Análisis Directo (MAD) (CIRSOC 301 - 2017) c/software



Columna bajo fuerza axial



Momentos de 2º orden



--- Momento de primer orden  
 — Momento  $M_u$

$$M_u = B_1 M_{nt} + B_2 M_{lt}$$

# MÉTODOS DE ANÁLISIS

## Análisis y Estabilidad Estructural (cap. "C" CIRSOC 301)

### Método de Longitud Efectiva (MLE)

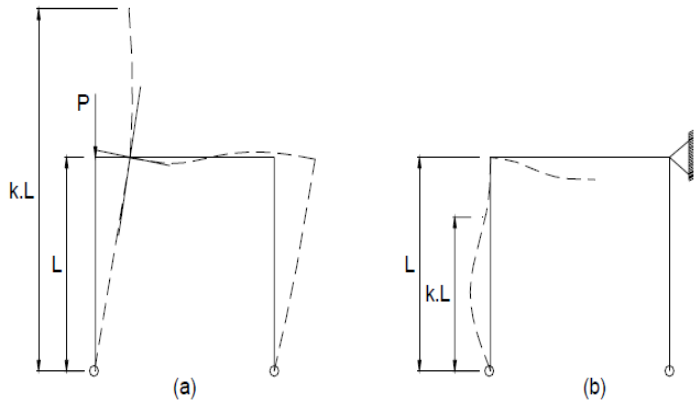
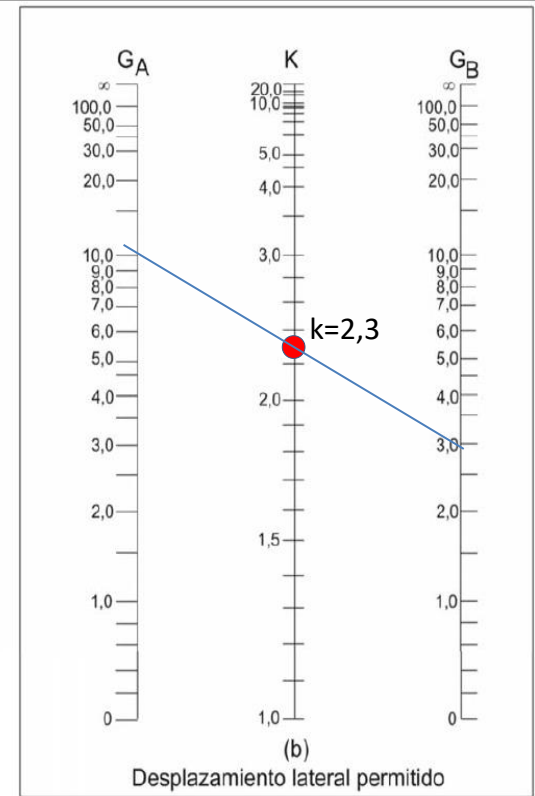
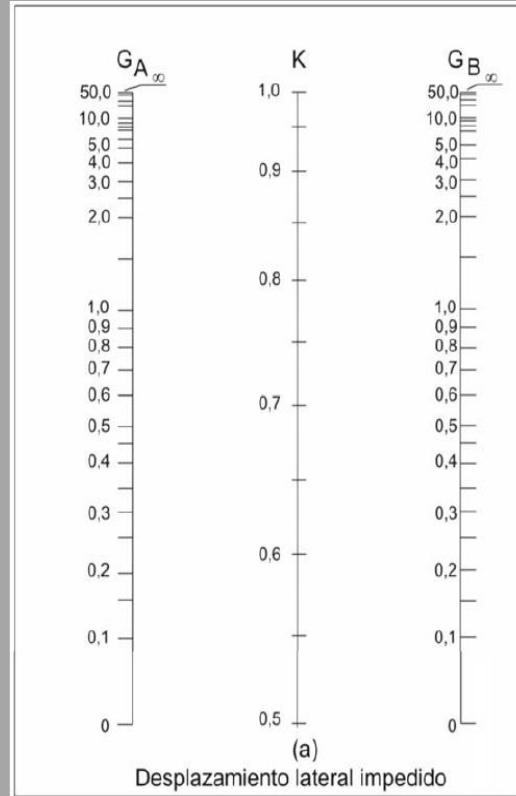


Figura C-C.2-1  
Longitud efectiva de pandeo de columnas



La forma de pandeo se indica en línea de puntos	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)
Valores teóricos de K	0,5	0,7	1,0	1,0	2,0	2,0
Valores recomendados de proyecto para condiciones reales	0,65	0,80	1,2	1,0	2,10	2,0

Valores k. Columnas aisladas

$$G = \frac{\sum (E I / L)_c}{\sum (E I / L)_g}$$

Extremos articulados, G = 10

Extremos empotrados G=1

Nomograma para pórticos

# MÉTODOS DE DISEÑO

Diseño por Tensiones Admisibles (ASD  
Allowable Stress Design):

$$\sigma_{trabajo} \leq \sigma_{adm} = \frac{\sigma_f}{CS}$$

$$R_{adm} = \frac{R_n}{CS} \geq \sum \gamma_i \cdot Q_i$$

$$R_{adm} = \frac{R_n}{CS \cdot \gamma} = \frac{R_n}{\Omega} \geq \sum Q_i$$

Diseño por Factores de Carga y Resistencia  
(LRFD: Load and Resistance Factor Design)

Resistencia Requerida  
 $\leq$   
Resistencia de Diseño

$$R_u \leq R_d$$

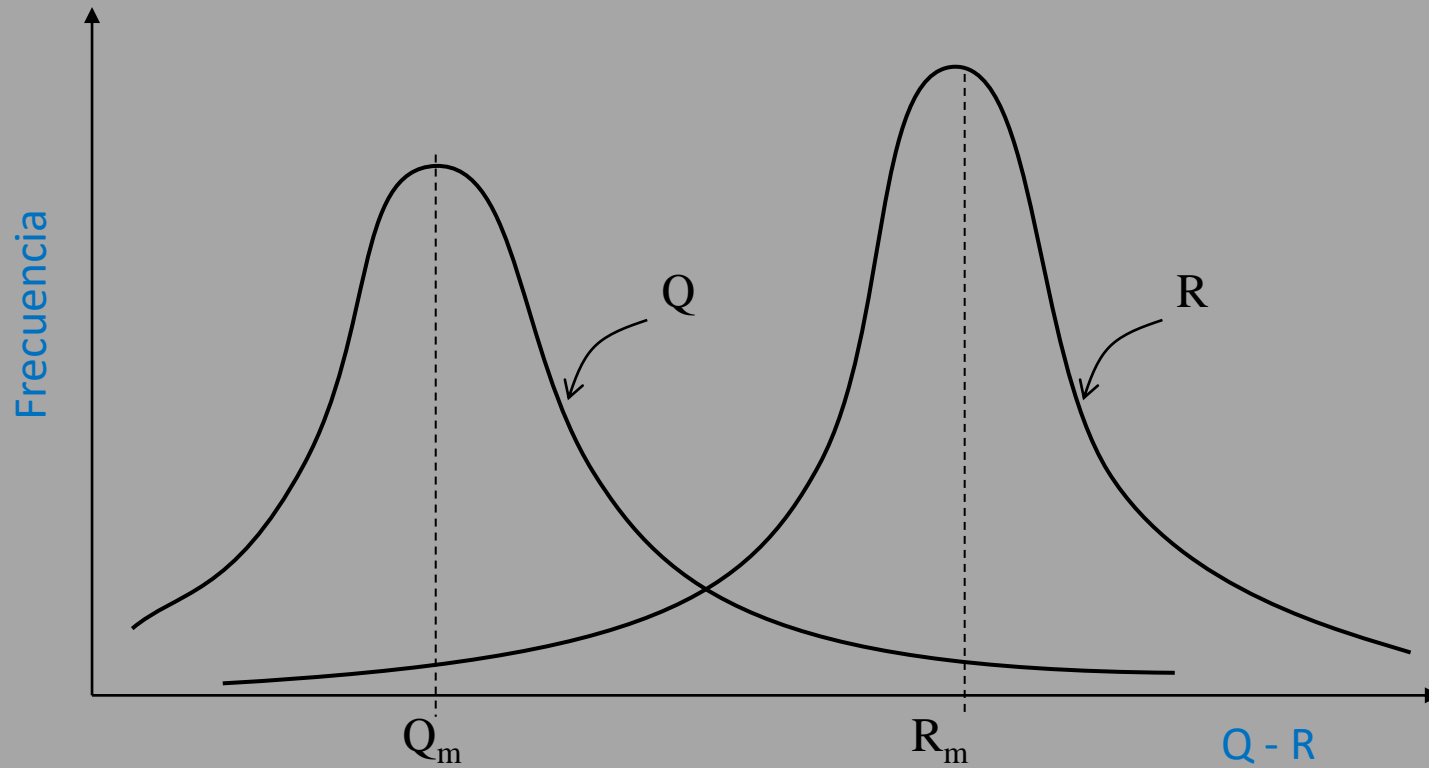
$$R_a \leq \frac{R_n}{\Omega}$$

$R_a$ =Resistencia Requerida  
 $R_n$ =Resistencia Nominal  
 $\Omega$  =Factor de Seguridad

$$\sum \gamma_i \cdot Q_i \leq \phi \cdot R_n$$

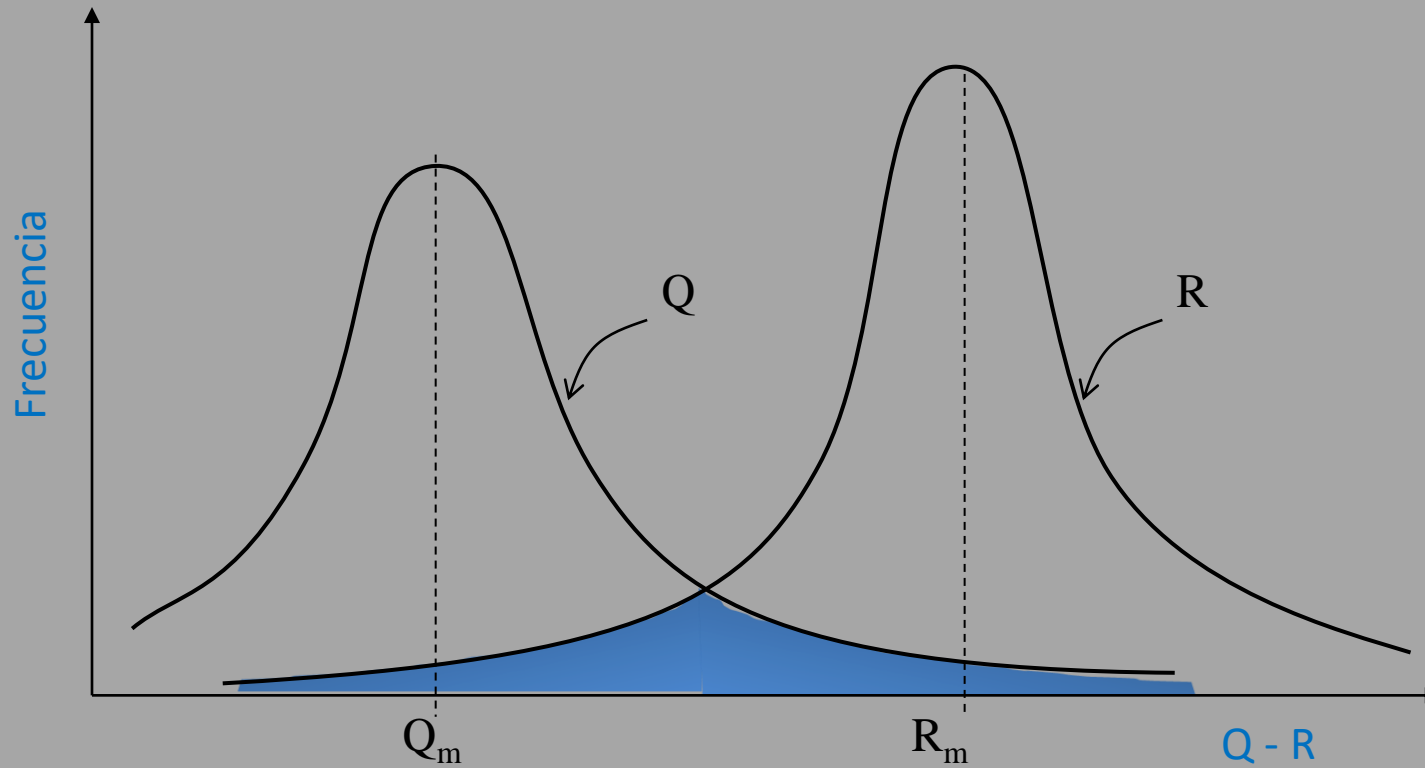
$R_u$ =Resistencia Requerida  
 $R_n$ =Resistencia Nominal  
 $\gamma$ =Factor de Carga  
 $\phi$ =Factor de Resistencia

## Distribución de Frecuencias LRFD



Distribución de Frecuencia para Resistencia (R) y Acciones (Q)

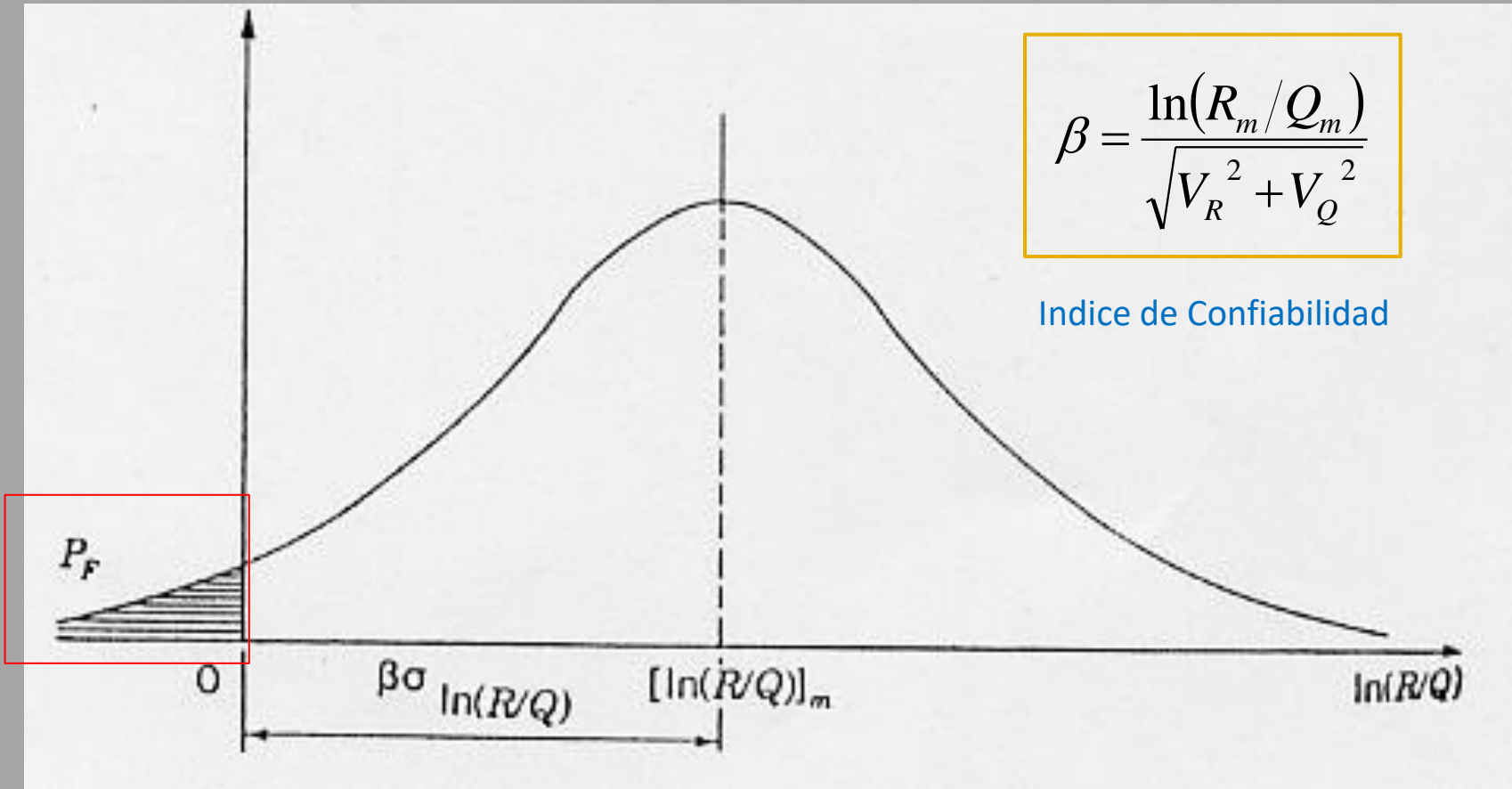
## Distribución de Frecuencias LRFD



Distribución de Frecuencia para Resistencia (R) y Acciones (Q)

# MÉTODOS PROBABILÍSTICOS

## Probabilidad de falla LRFD



Índice de confiabilidad y Probabilidad de Falla

# ÍNDICE DE CONFIABILIDAD

## Calibración de Índices

Combinaciones de carga	$\beta$
Carga permanente + carga viva (o nieve)	3 para miembros 4 a 5 para uniones
Carga permanente + carga viva + viento	2.5 para miembros
Carga permanente + carga viva + sismo	1.75 para miembros



# FACTORES DE RESISTENCIA

CIRSOC 301 EL (Cap. E a H) – AISC ASD y LRFD (Según capítulos B a K)

Esfuerzo	Factor de Resistencia $\phi$ (LRFD)	Factor de Seguridad $\Omega$ (ASD)
Tracción (Fluencia Área Bruta)	<b>0.90</b>	<b>1.67</b>
Tracción (Rotura Área Neta)	<b>0.75</b>	<b>2.00</b>
Compresión	<b>0.85</b>	<b>1.67</b>
Flexión y Corte	<b>0.90</b>	
Uniones Soldadas (metal base)	<b>0.90</b>	<b>1.67</b>
Uniones Soldadas (soldadura)	<b>0.60</b>	<b>1.88</b>
Uniones Soldadas (corte)	<b>0.75</b>	<b>2.00</b>
Uniones apernadas	<b>0.75</b>	<b>2.00</b>
Uniones a deslizamiento crítico (ELS)	<b>1.00</b>	<b>1.50</b>
Uniones a deslizamiento crítico (ELU)	<b>0.85</b>	<b>1.76</b>

## Factores de carga y resistencia (LRFD)

- Acciones → s/CIRSOC 301 (Para acero)



## Estado Límite Último

Combinaciones según LRFD

$$1,4 (D + F) \quad (A.4.1)$$

$$1,2 (D + F + T) + 1,6 (L + H) + (f_1 L_r \text{ ó } 0,5 S \text{ ó } 0,5 R) \quad (A.4.2)$$

$$1,2 D + 1,6 (L_r \text{ ó } S \text{ ó } R) + (f_1 L \text{ ó } 0,8 W) \quad (A.4.3)$$

$$1,2 D + 1,6 W + f_1 L + (f_1 L_r \text{ ó } 0,5 S \text{ ó } 0,5 R) \quad (A.4.4)$$

$$1,2 D + 1,0 E + f_1 (L + L_r) + f_2 S \quad (A.4.5)$$

$$0,9 D + (1,6 W \text{ ó } 1,0 E) + 1,6 H \quad (A.4.6)$$

### A.4.2. Combinaciones de acciones para los Estados Límites Últimos

La **resistencia requerida** de la estructura y de sus distintos elementos estructurales se debe determinar en función de la combinación de acciones mayoradas más desfavorable (combinación crítica). **Se tendrá en cuenta que muchas veces la mayor resistencia requerida resulta de una combinación en que una o más acciones no están actuando.**

# COMBINACIÓN DE ACCIONES

## Factores de carga y resistencia (LRFD)

- Acciones → s/CIRSOC 301 y 601 (para acero y madera)

Se verifican deformaciones:

- Verticales
- Horizontales



Estado Límite de Servicio

$$(D + F) + (\Sigma L_i \text{ ó } W \text{ ó } T)$$

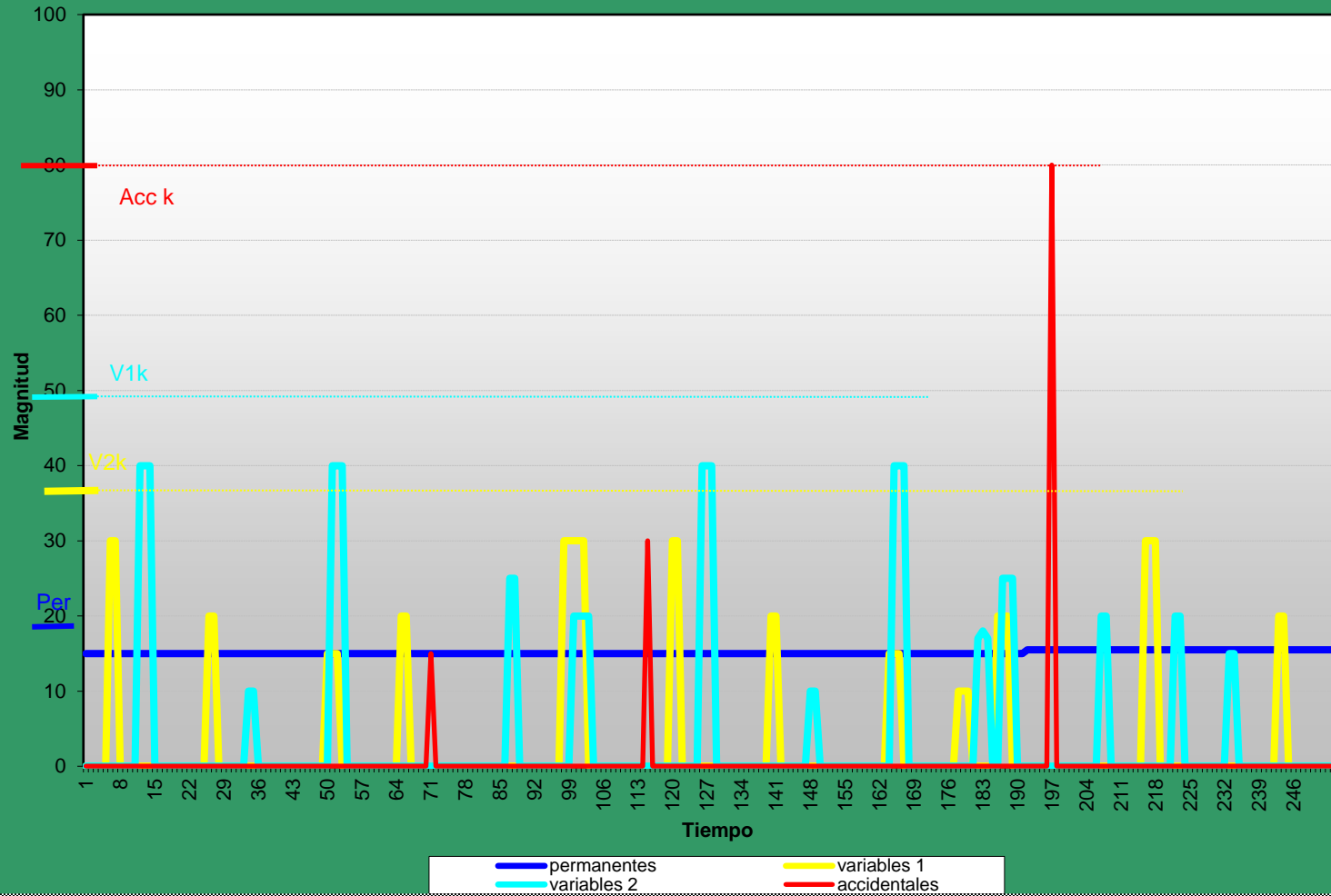
$$(D + F) + 0,7 [(\Sigma L_i + W) \text{ ó } (W + T) \text{ ó } (\Sigma L_i + T)]$$

$$(D + F) + 0,6 \Sigma L_i + 0,6 W + 0,6 T$$

$$\Sigma L_i = (L \text{ ó } L_r \text{ ó } S \text{ ó } R \text{ ó } H)$$

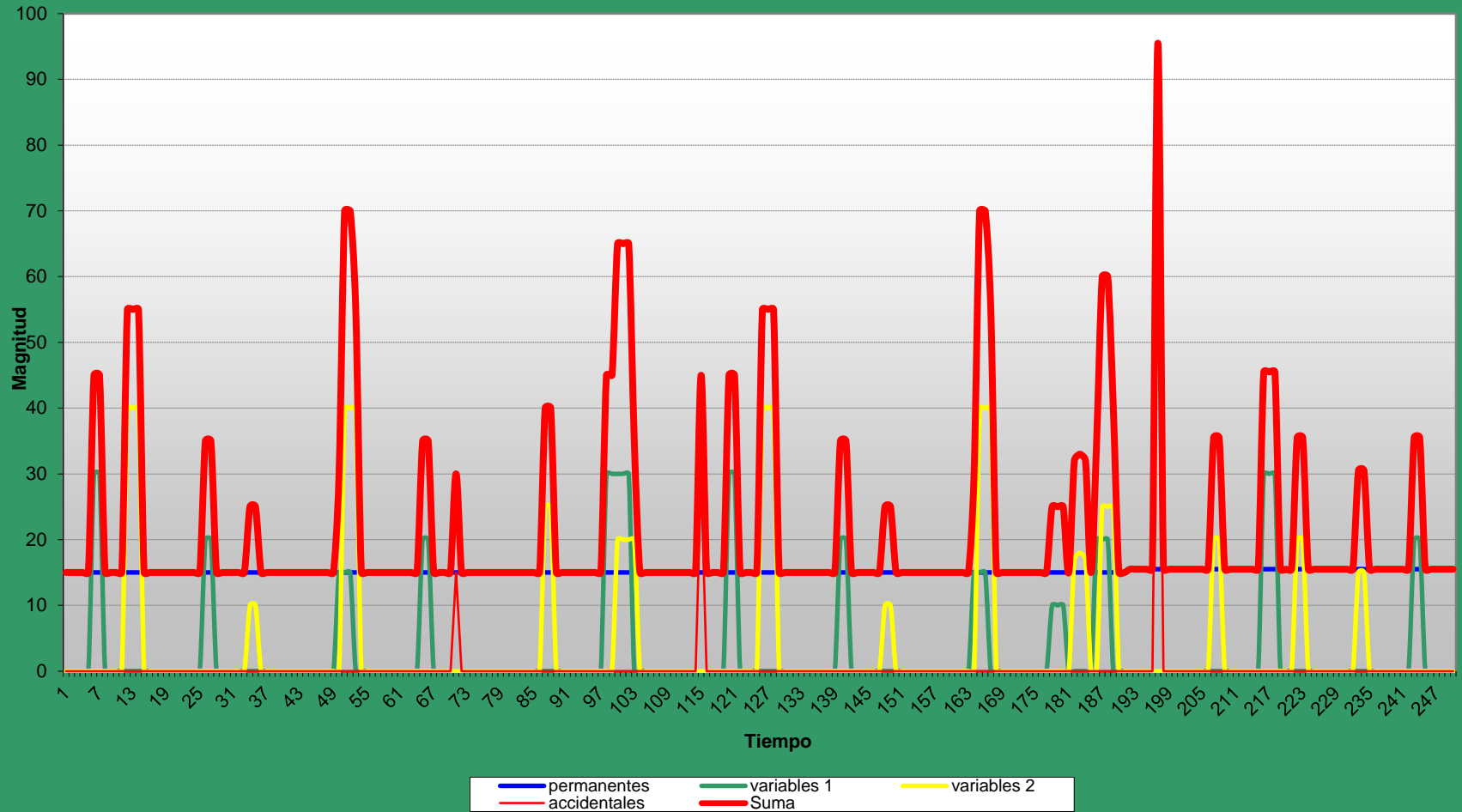
# COMBINACIÓN DE ACCIONES

## ACCIONES SOBRE UNA CONSTRUCCIÓN



# COMBINACIÓN DE ACCIONES

## SUMA DE ACCIONES



# COMBINACIÓN DE ACCIONES

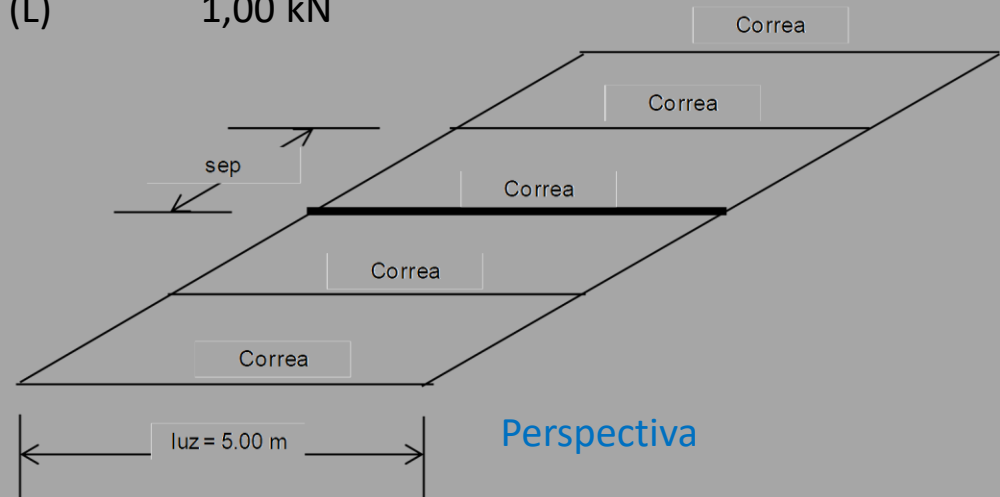
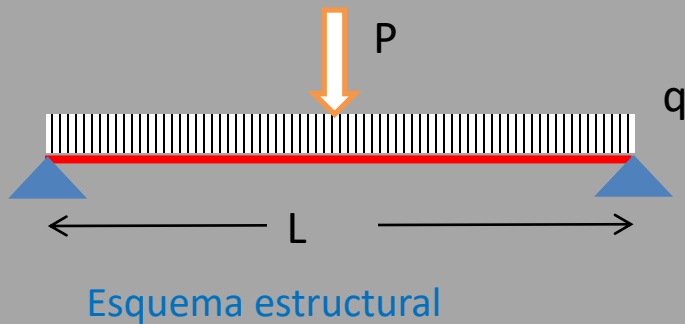
## Ejercitación: Combinación de cargas

### Enunciado

Determinar combinaciones de carga que conduzcan a un estado límite para correas de techo con una luz entre apoyos de 5,00 m y separación 0,90 m entre sí.

De los códigos locales se han determinado las siguientes cargas:

- Permanentes (D) 0,20 kN/m<sup>2</sup>
- Nieve (S) 0,30 kN/m<sup>2</sup>
- Viento (presión) (W<sub>1</sub>) 0,80 kN/m<sup>2</sup>
- Viento (succión) (W<sub>2</sub>) -0,50 kN/m<sup>2</sup>
- Mantenimiento de cubierta (Lr) 0,96 kN/m<sup>2</sup>
- Montaje (Carga puntual a L/2) (L) 1,00 kN



# COMBINACIÓN DE ACCIONES

## Ejercitación: Combinación de cargas

### Cargas sobre el miembro analizado

Al presentarse cargas puntuales y distribuidas, no es posible combinarlas. Por ello se determina el efecto que produce cada carga en términos de momentos flectores. Así se determina el Estado Límite de Flexión en términos de Resistencia Requerida a Flexión  $M_u$ . Igual se procede para el corte  $V_u$ .

En este ejemplo se analiza la sección de la correa ubicada en la mitad de la luz  $L/2$ .

Dado que las correas están separadas 0,90 m entre sí, el ancho tributario es 0,90 m, por ello las cargas distribuidas a aplicar “q” son:

• Permanentes	(D)	$0,20 \text{ kN/m}^2 \times 0,90 \text{ m} =$	0,180 kN/m
• Nieve	(S)	$0,30 \text{ kN/m}^2 \times 0,90 \text{ m} =$	0,270 kN/m
• Viento (presión)	( $W_1$ )	$0,80 \text{ kN/m}^2 \times 0,90 \text{ m} =$	0,720 kN/m
• Viento (succión)	( $W_2$ )	$-0,50 \text{ kN/m}^2 \times 0,90 \text{ m} =$	-0,450 kN/m
• Mantenimiento de cubierta	(Lr)	$0,96 \text{ kN/m}^2 \times 0,90 \text{ m} =$	0,864 kN/m

La carga puntual no se modifica

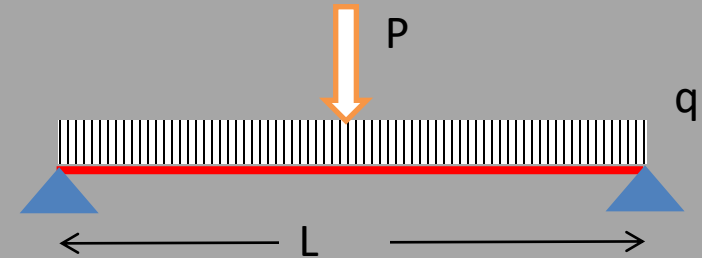
• Montaje (Carga puntual a $L/2$ )	(L)	1,00 kN
------------------------------------	-----	---------

# COMBINACIÓN DE ACCIONES

## Ejercitación: Combinación de cargas

### Solicitaciones

Determinar solicitaciones de Momento Flector para cada una de las cargas indicadas en la sección ubicada a la mitad de la luz ( $L/2$ ) = 2,50 m. Dibuje los diagramas de Momento correspondientes



Esquema Estructural

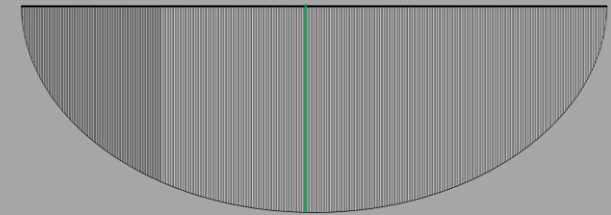


Diagrama M debido a la carga q

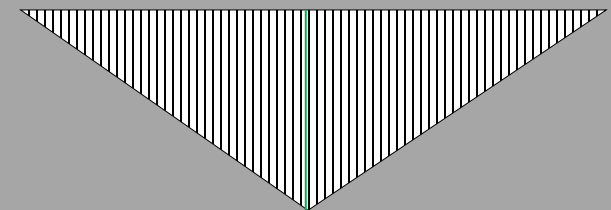


Diagrama M debido a la carga P

### Momentos Flectores

	D	S	W1	W2	L	Lr
	Cargas muertas	Nieve	Viento P	Viento S	Montaje	Mant. Cub
Carga	0,200	0,300	0,800	-0,500	1,000	0,960
Carga lineal	0,180	0,270	0,720	-0,450	1,000	0,864
Momento [kNm]	<b>0,563</b>	<b>0,844</b>	<b>2,250</b>	<b>-1,406</b>	<b>1,250</b>	<b>2,700</b>



# COMBINACIÓN DE ACCIONES

## Ejercitación: Combinación de cargas

Según LRFD

Comb.	ESTADO LÍMITE ÚLTIMO						Momento Requerido [kNm]
	D	S	W1	W2	L	Lr	
	Cargas muertas	Nieve	Viento P	Viento S	Montaje	Mant. Cub	
	0,563	0,844	2,250	-1,406	1,250	2,700	
C1	1,40						0,788
	0,79	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
C2.a	1,20				1,60		2,675
	0,68	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	
C2.b	1,20	0,50					1,097
	0,68	0,42	0,00	0,00	0,00	0,00	
C3.a	1,20		0,50			1,60	6,120
	0,68	0,00	1,13	0,00	0,00	4,32	
C3.b	1,20	1,60	0,50				3,150
	0,68	1,35	1,13	0,00	0,00	0,00	
C4.a	1,20		1,00			0,50	4,275
	0,68	0,00	2,25	0,00	0,00	1,35	
C4.b	1,20	0,50	1,00				3,347
	0,68	0,42	2,25	0,00	0,00	0,00	
C6	0,90			1,00			-0,900
	0,51	0,00	0,00	-1,41	0,00	0,00	

**Momento Flector  
Requerido**

$$M (+) = 6,120 \text{ kNm}$$

$$M (-) = -0,900 \text{ kNm}$$

**Consideraciones**

No se ha considerado la superposición de algunos estados, dado que se supone que no se presentarán simultáneamente.

C2. L (montaje) y Lr.

C2. L (montaje) y S.

# COMBINACIÓN DE ACCIONES

## Ejercitación: Combinación de cargas

### Estado Límite de Servicio

Comb.	ESTADO LÍMITE DE SERVICIO						Momento Requerido [kNm]
	D	S	W1	W2	L	Lr	
	Cargas muertas	Nieve	Viento P	Viento S	Montaje	Mant. Cub	
	0,563	0,844	2,250	-1,406	1,250	2,700	
C1							
C2							
C3.a							
C3.b							
C5							
C6.a							
C6.b							
C7							

### Tarea:

- Determinar el ELS.
- Elegir una sección de un Perfil IPN.
- Verificar deformaciones según CIRSOC 301.



# **CONSTRUCCIONES METÁLICAS Y DE MADERAS I**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**CICLO 2023**

**FIN . PARTE 1**

**ACCIONES – COMBINACIONES – MÉTODOS. PARTE 1**

Equipo de Cátedra: Ings. Francisco Crisafulli. Daniel Bonilla. Eduardo Toter. Daniel Quiroga