

CONFIGURACION Y DISEÑO SÍSMICO DE EDIFICIOS

**DISEÑO DE PÓRTICOS DE
HORMIGÓN ARMADO**

DISEÑO POR CAPACIDAD

Ing E. Daniel Quiroga

ESTRATEGIAS DE DISEÑO SISMORRESISTENTE

ESTRATEGIAS DE DISEÑO SISMORRESISTENTE

Terremoto entrega → Energía al Edificio

¿Qué hacemos??

- ¿Cómo se comporta el edificio?.
- ¿Puede resistir elásticamente un terremoto?
- ¿Qué hacemos con ¡tanta! energía?

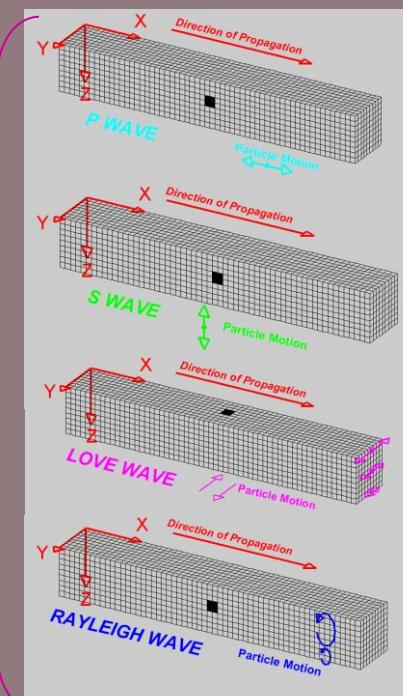
ESTRATEGIAS DE DISEÑO

• Energía “Ingresá” a la Estructura:

1. Resistir con la estructura
2. Disipar con la estructura
3. Disipar con dispositivos

- Respuesta Elástica
→ Respuesta Inelástica
→ Aumentar Amortiguamiento

• Energía “No Ingresá” a la Estructura: → Aislamiento Sísmico





LAS BUENAS NOTICIAS !!!



- Puedo diseñar la estructura para una acción mucho menor que la de Respuesta Elástica.

Por ejemplo 5 veces menos $\rightarrow V = 5000/5 = 1000$ t

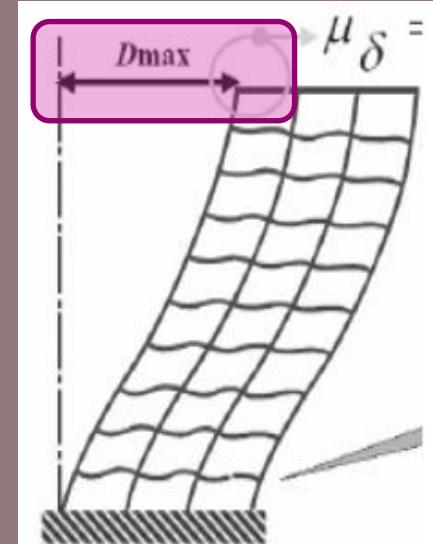
- Deberá soportar varios **ciclos** de carga (ida y vuelta)
- Deberá ser capaz de deformar 5 o 6 veces más allá de la deformación de **fluencia**
- No deberá perder resistencia. **Evitar** el colapso
- Puede quedar totalmente **dañado**, incluso para demolerse
- **Objetivo** primario: minimizar pérdida de vidas

**NECESITA DETALLES Y
CONSTRUCCIÓN ADECUADOS**



:(LAS MALAS NOTICIAS !!! :(

- La Fuerza Sísmica **Real** será mayor que la de cálculo
→ (Espectro Elástico Reducido)
- La Estructura sufrirá grandes desplazamientos por deformaciones **inelásticas**
→ (Disipación de Energía)
- Habrá **daño** estructural y no estructural



"NUEVAS" OBLIGACIONES DEL DISEÑADOR

→ CONTROL DEL DAÑO ←

1. PROYECTO
Deformación

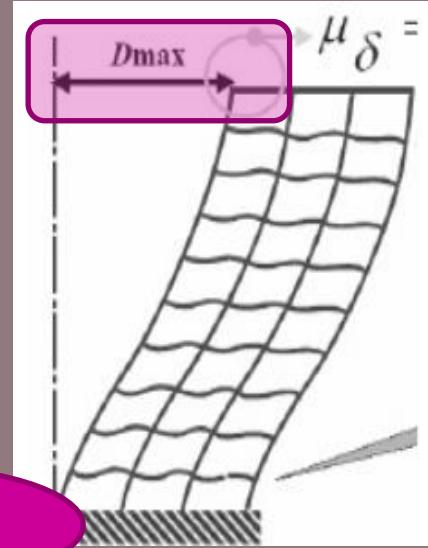
→ Regularidad. Detallado. Control

2. CONSTRUCCIÓN → Dirección Técnica. Control Ejecución

Las acciones sísmicas de diseño, procedimientos de análisis estructural, requisitos de resistencia, rigidez y estabilidad, disposiciones constructivas y previsiones generales se establecen con el propósito principal de evitar colapso total o parcial de la construcción y pérdidas de vida. **No se establece como objetivo limitar los daños ni mantener las funciones de las construcciones luego de la ocurrencia de un terremoto.**

:(LAS MALAS NOTICIAS !!! :(

- La Fuerza Sísmica **Real** será mayor que la de cálculo
→ (Espectro Elástico Reducido)
- La Estructura sufrirá grandes desplazamientos por deformaciones **inelásticas**



- **How to control damage?**

→ **CONTROL DEL DANO** ←



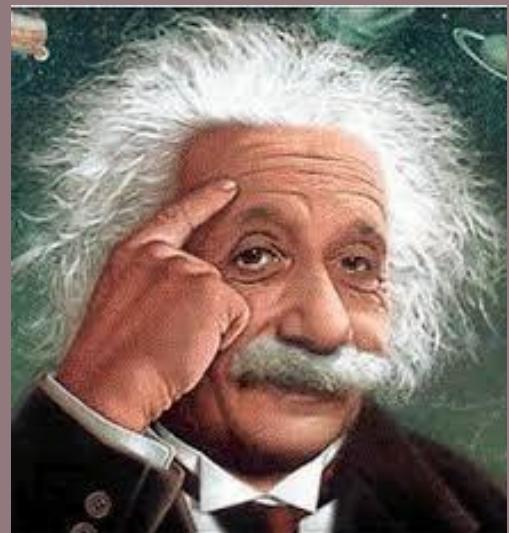
1. PROYECTO
Deformación

→ **Regularidad. Detallado. Control**

2. CONSTRUCCIÓN → Dirección Técnica. Control Ejecución

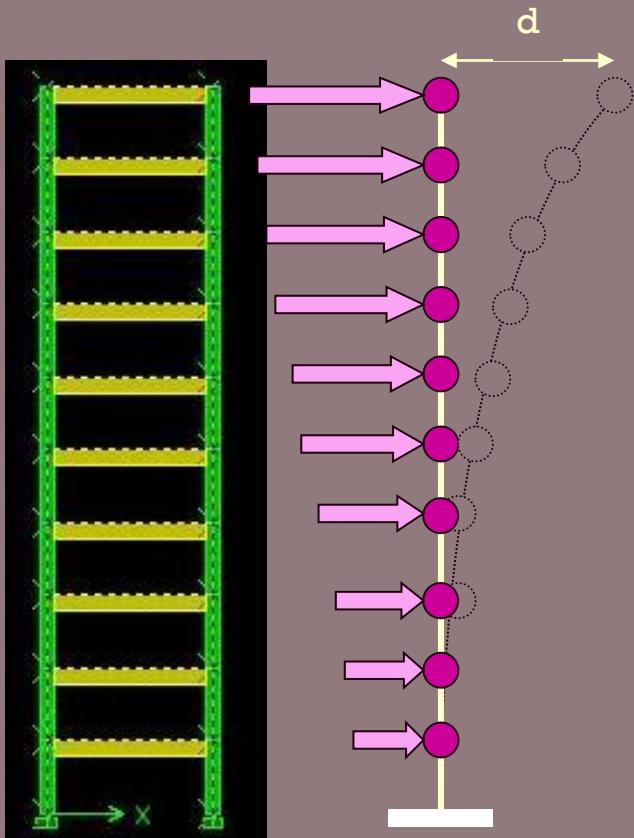
Las acciones sísmicas de diseño, procedimientos de análisis estructural, requisitos de resistencia, rigidez y estabilidad, disposiciones constructivas y previsiones generales se establecen con el propósito principal de evitar colapso total o parcial de la construcción y pérdidas de vida. No se establece como objetivo limitar los daños ni mantener las funciones de las construcciones luego de la ocurrencia de un terremoto.

DISEÑAR
DISEÑAR
DISEÑAR



DISEÑO INELÁSTICO DISEÑO DEL MECANISMO DE PLASTIFICACIÓN

MECANISMO DE PLASTIFICACIÓN



- Cómo deforma?
- Cómo disipa energía?
- Dónde disipa energía?



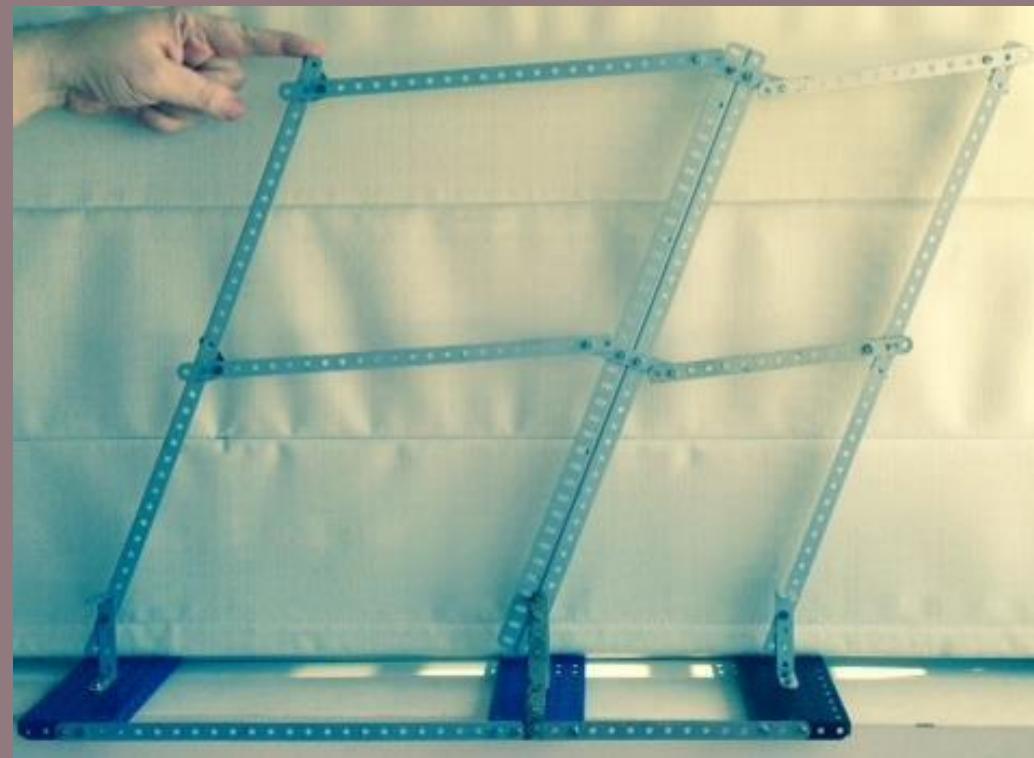
Diseño del
Mecanismo de Plastificación

VISTA

MECANISMO DE PLASTIFICACIÓN

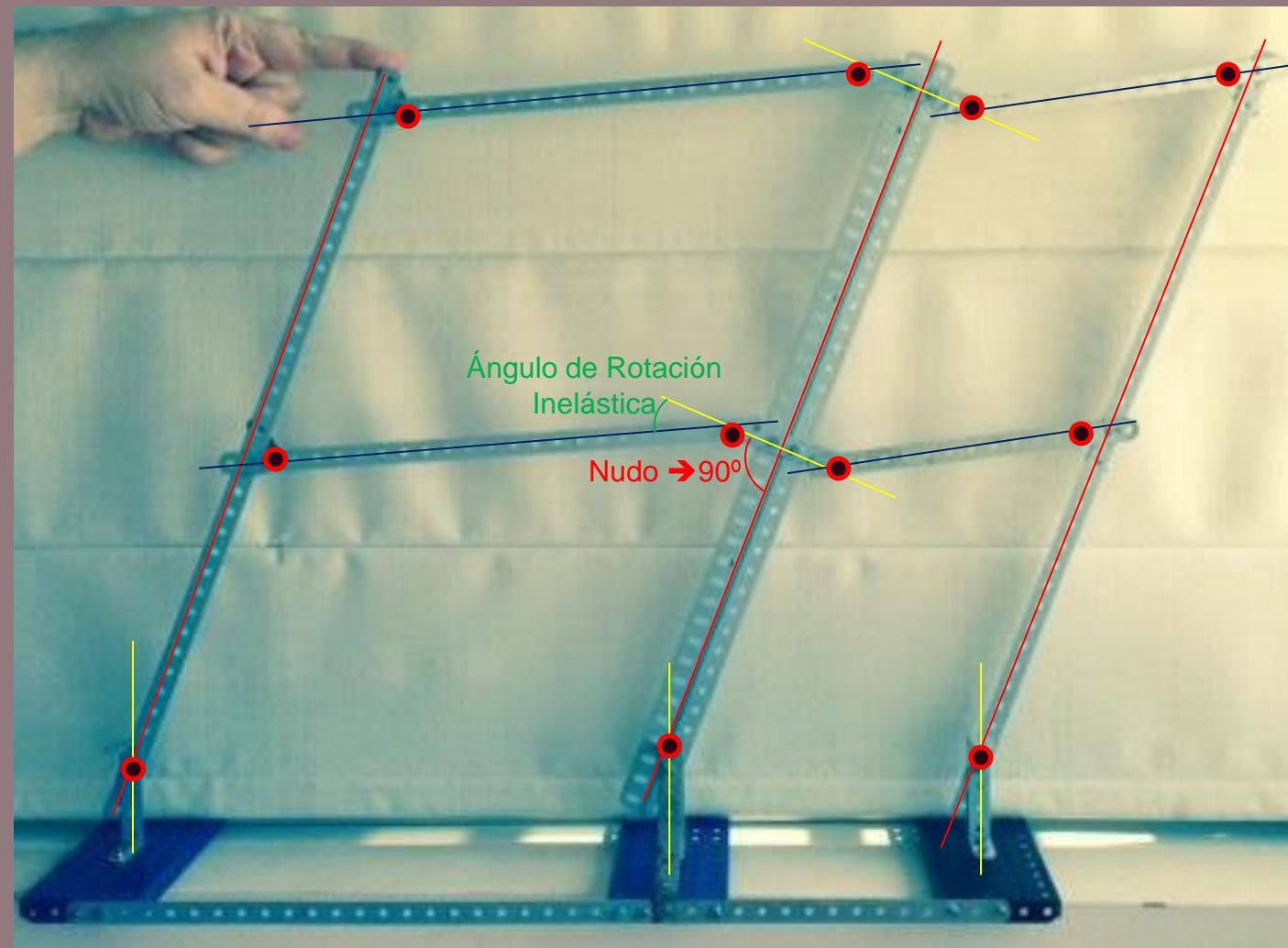


**Plano Estructural sin
deformar
Pórtico**



**Plano Estructural
deformado**

MECANISMO DE PLASTIFICACIÓN



**Rótula
Plástica**



- Puntos de **Disipación** de Energía
- Protección de fallas **Frágiles**
- Factores de Comportamiento
- R y Cd (Tabla 5.1-IC 103)
- Dependen del **Tipo Estructural**

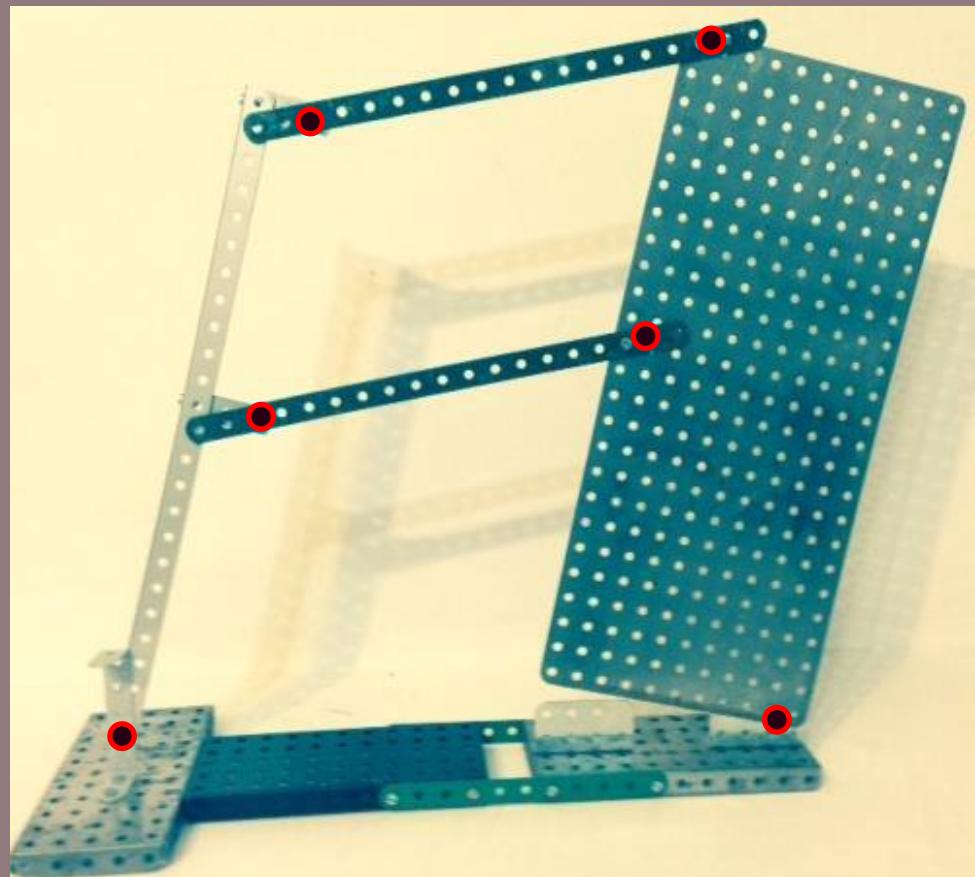
Estructura móvil → Mecanismo de Plastificación

Nº rótulas = 11

R = 7

Cd = 5,5

MECANISMO DE PLASTIFICACIÓN

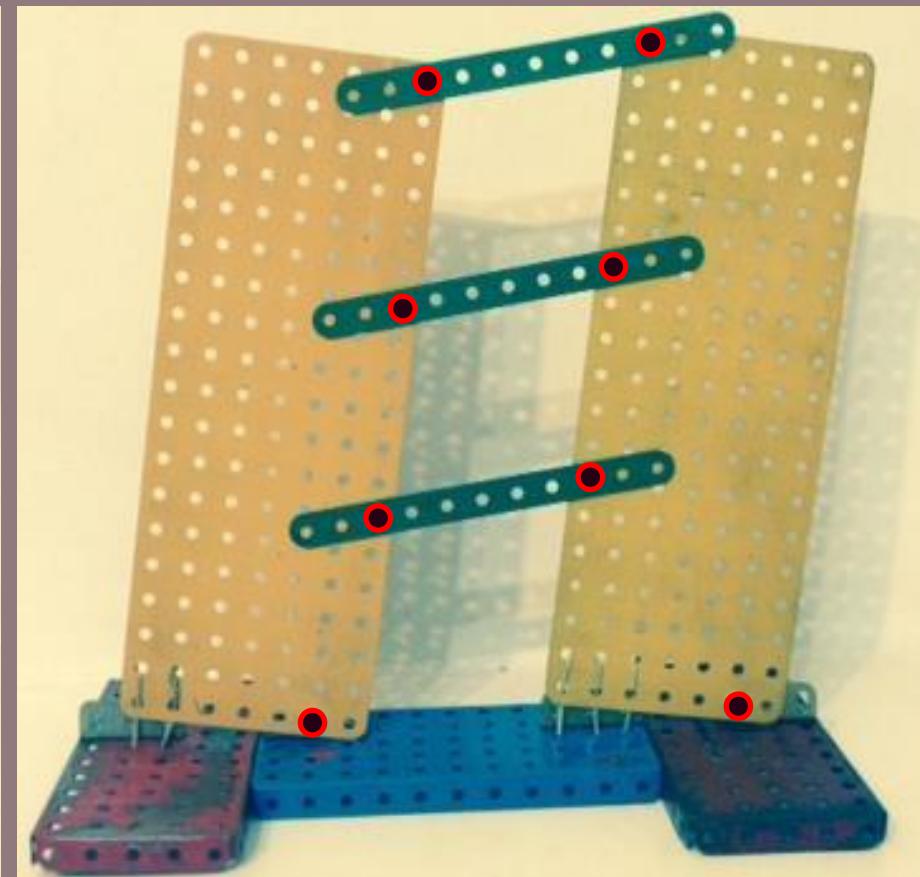


Mecanismo de Plastificación
Estructura Dual: Pórtico – Tabique

Nº rótulas = 6

R = 6

Cd = 5



Mecanismo de Plastificación
Tabique Acoplado con vigas

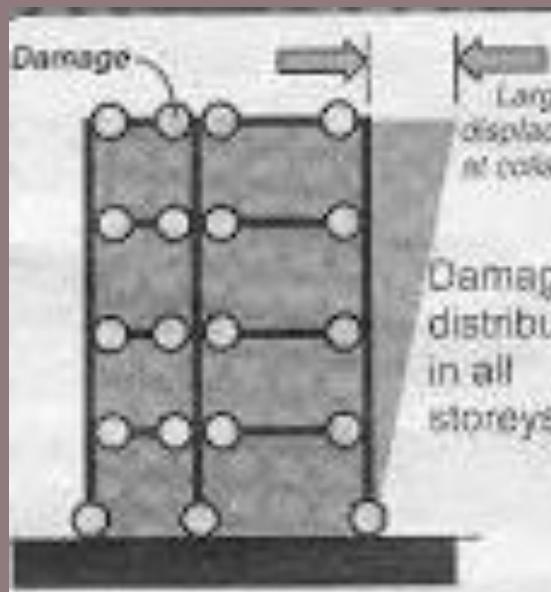
Nº rótulas = 8

R = 5 a 7

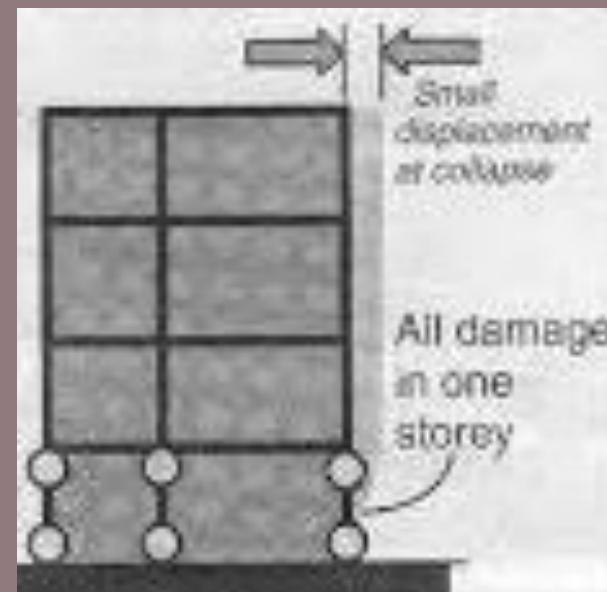
Cd = R

MECANISMO DE PLASTIFICACIÓN

- Puntos de **Disipación** de Energía
- Protección de fallas **Frágiles**
- Rótulas estables (histéresis)
- Evitar mecanismos de piso (piso débil)



Viga débil – Columna Fuerte
Daño distribuido



Mecanismo de Piso
Daño concentrado

DISEÑO SÍSMICO CONVENCIONAL

DISEÑO SÍSMICO CONVENCIONAL

- Prop. dinámicas del edificio
- Espectro Elástico y Reducción
- Coeficiente Sísmico (Riesgo)
- Corte Sísmico Basal
- Distrib. de Fuerzas en altura
- Deformabilidad de Diafragmas
- Distribución en planta:
- Diafragma rígido
- Diafragma flexible
- Control de distorsión
- Período
- Códigos. Ductilidad Destino del Edificio
- $V = C \cdot W$
- $F_{si} = V \cdot [m_i \cdot h_i / \sum (m_i \cdot h_i)]$
- Rígidos o flexibles:
 - Dimensions, agujeros, esquinas
- Corte + Torsión
 - [Torsión baja → por áreas elementos]
- Corte sin Torsión
 - [Por área tributaria]
- Deformaciones últimas → C_d

DISEÑO SÍSMICO CONVENCIONAL

1. Definición del Mecanismo de Plastificación (MdP)
2. Control de distorsiones de piso
3. Dimensionado de Zonas con Disipación (ZdD) (Flexión). **Usar combinaciones básicas del Reglamento (Acciones reducidas por R).**
Por ej: vigas en flexión, riostras en compresión.
4. Dimensionar y proteger ZdD (Corte). **Usar combinaciones especiales del Reglamento (Solicitaciones mayoradas por Ω_0)**
5. Dimensionar resto de elementos (Diseño por Capacidad). **Usar combinaciones especiales del Reglamento (Solicitaciones mayoradas por Ω_0)**

3.6. ACCIONES GRAVITATORIAS A CONSIDERAR

p/ Acción Sísmica Vertical E_V

$$W_i(\text{vert}) = D_i$$

D_i Carga Permanente

$$E_V = C_a/2 \cdot D_i$$

$$E_V = 0.20 D_i \text{ (para zona 4)}$$

COMBINACIÓN DE ACCIONES

Estado Límite Último

$$1,0 D \pm 1,0 E + f_1 L + f_2 S$$

$$E = E_H + E_V$$

Suma de Efectos

$$1,0 D \pm 1,0 E_H + E_V + f_1 L + f_2 S$$

$$1,0 D \pm 1,0 E_H - E_V$$

CON E_V HACIA
ABAJO

CON E_V HACIA
ARRIBA

Recordar que $E_V = \pm 0.20 D_i$

COMBINACIÓN DE ACCIONES

Estado Límite Último

COMBINACIÓN BÁSICA DE ACCIONES

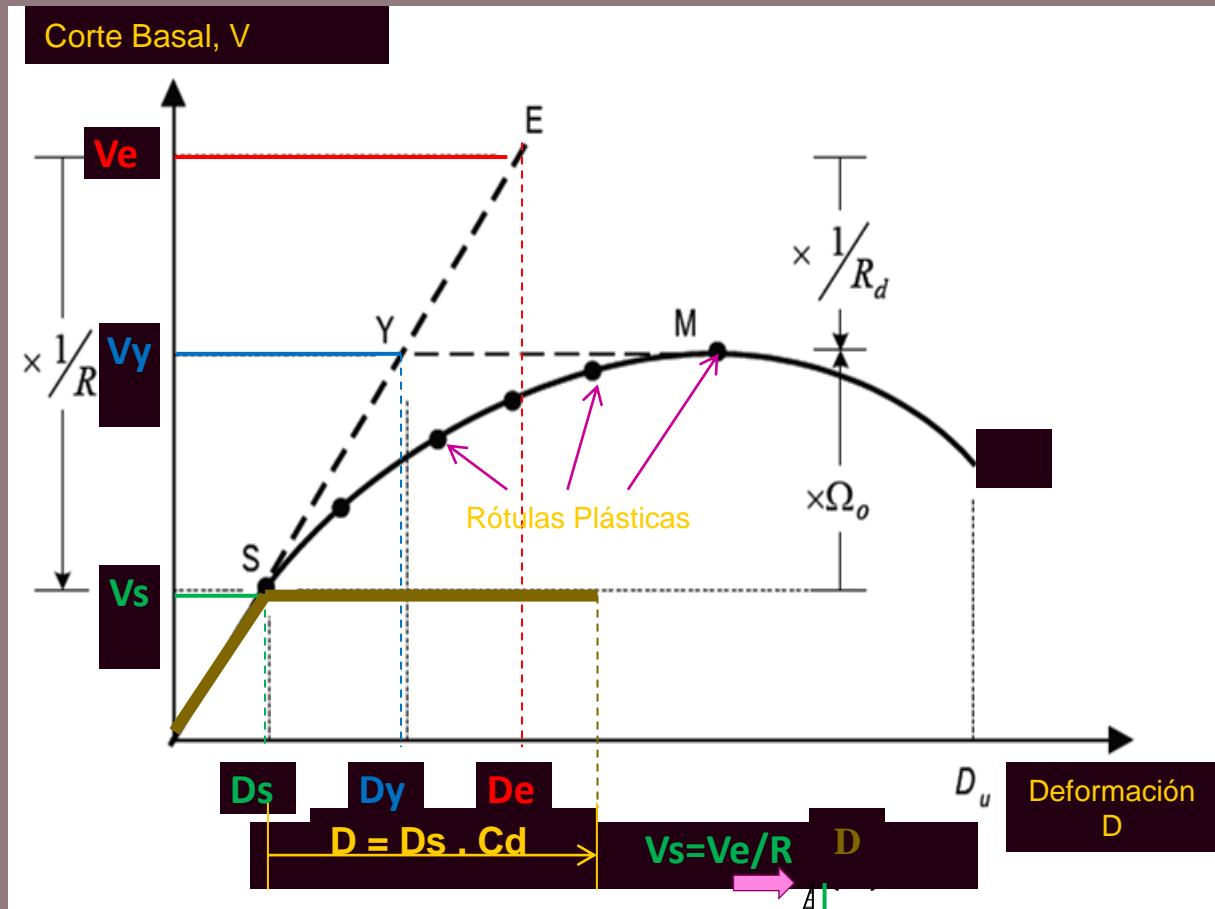
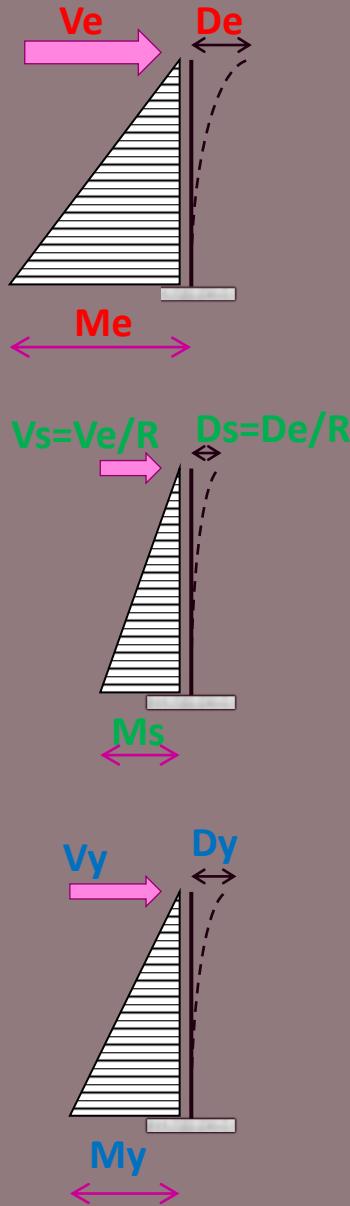
$$1,20 D \pm 1,0 E_H + f_1 L + f_2 S$$
$$0,80 D + f_1 L \pm 1,0 E_H$$

COMBINACIÓN ESPECIAL DE ACCIONES

$$1,20 D \pm \Omega_o E_H + f_1 L + f_2 S$$
$$0,80 D + f_1 L \pm \Omega_o E_H$$

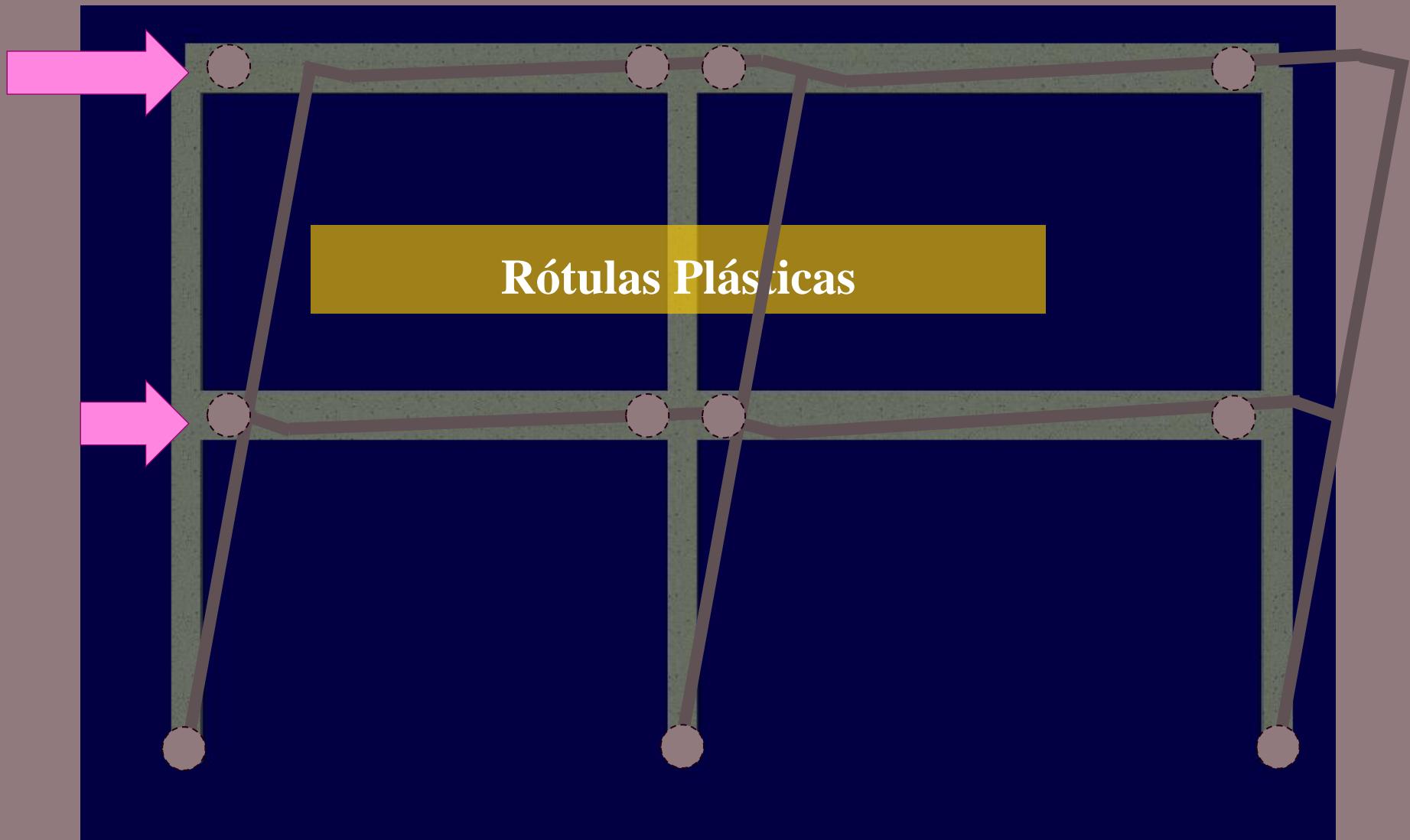
DISEÑO por DEFORMACIÓN

COEFICIENTE SÍSMICO Y CORTE BASAL

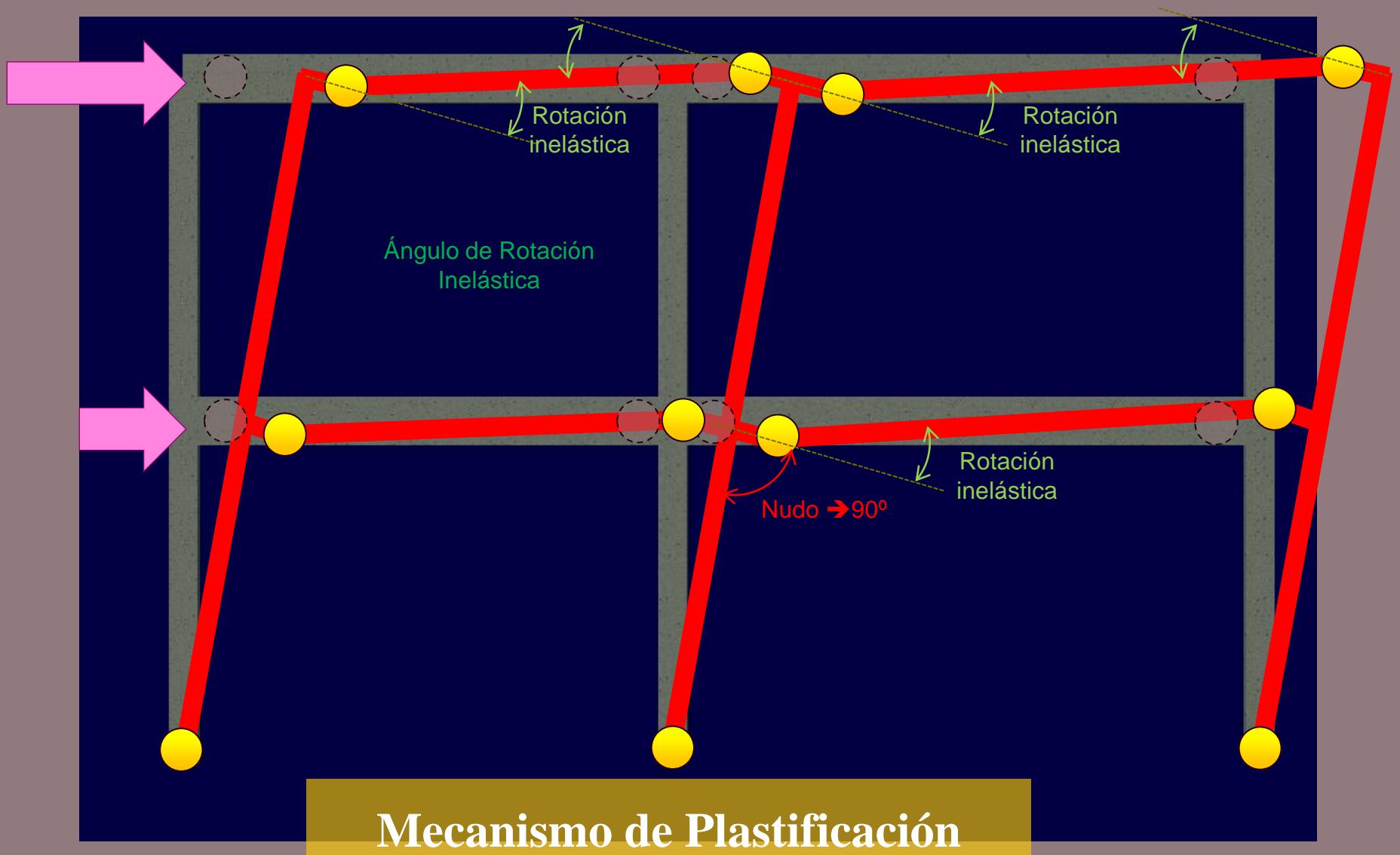


$D = Ds \cdot Cd$
 $D = Cd \cdot (De/R)$
 Rótula (Sólo una)

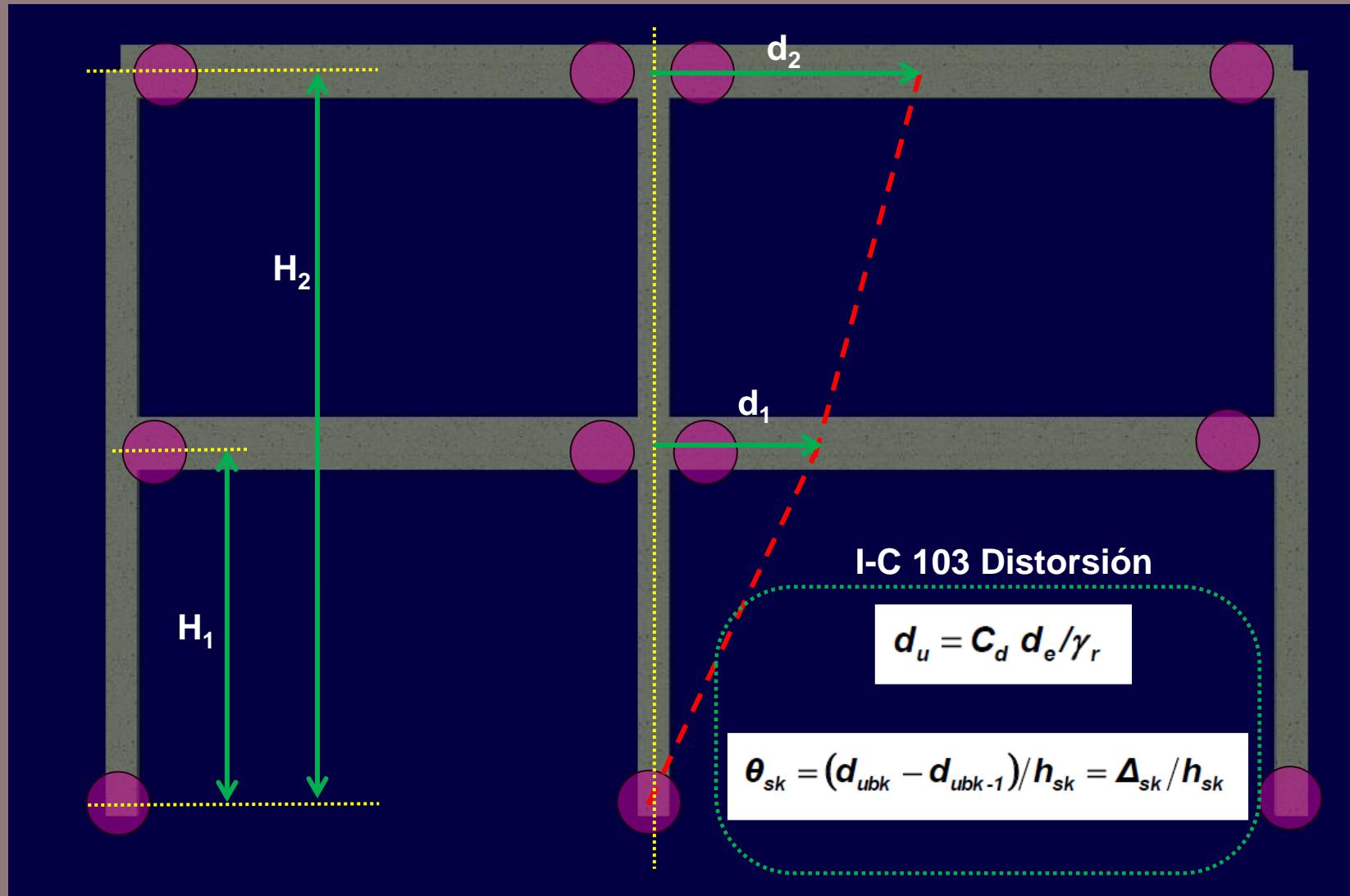
Definición del Mecanismo de Plastificación (MdP)



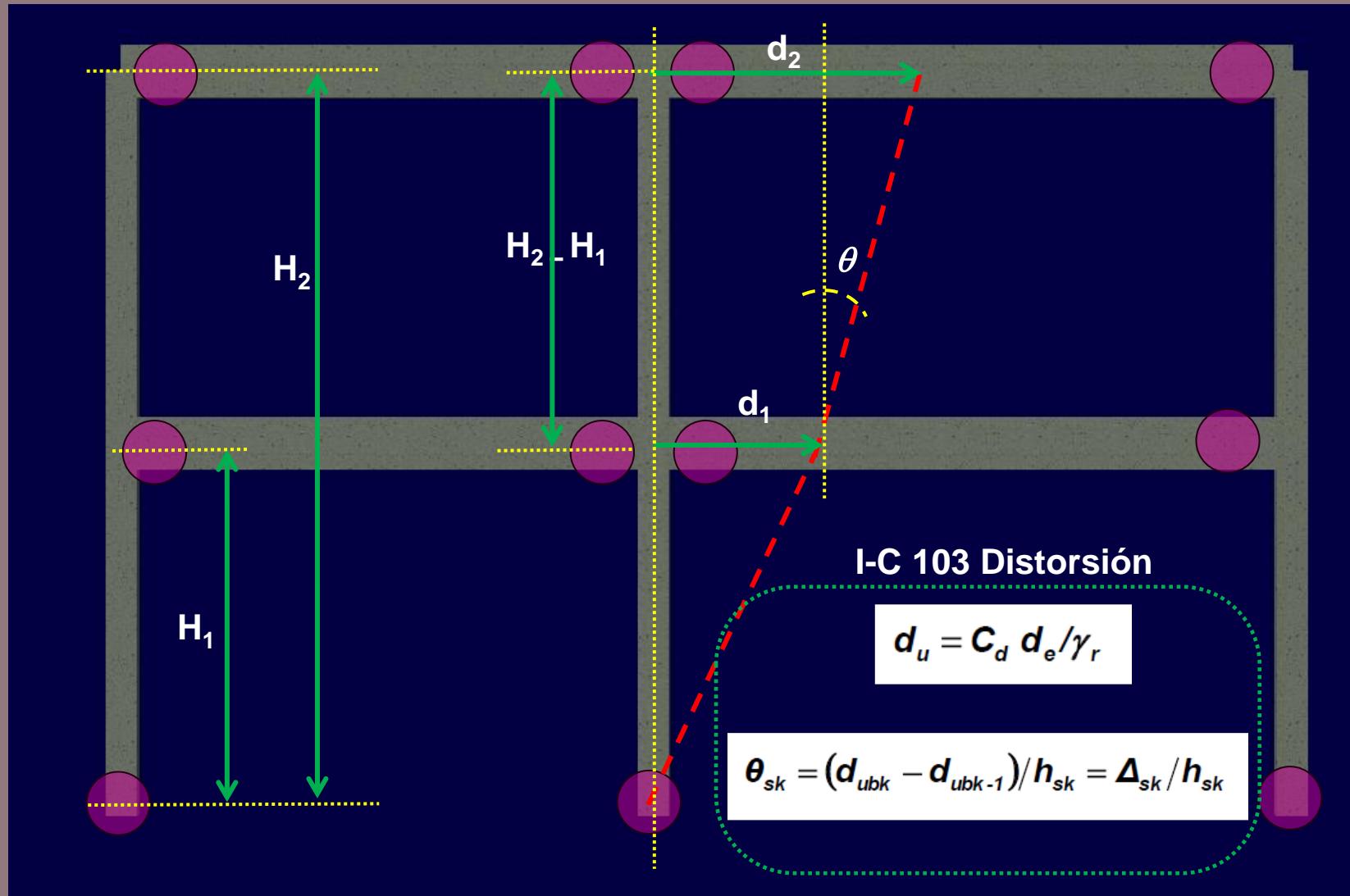
Definición del Mecanismo de Plastificación (MdP)



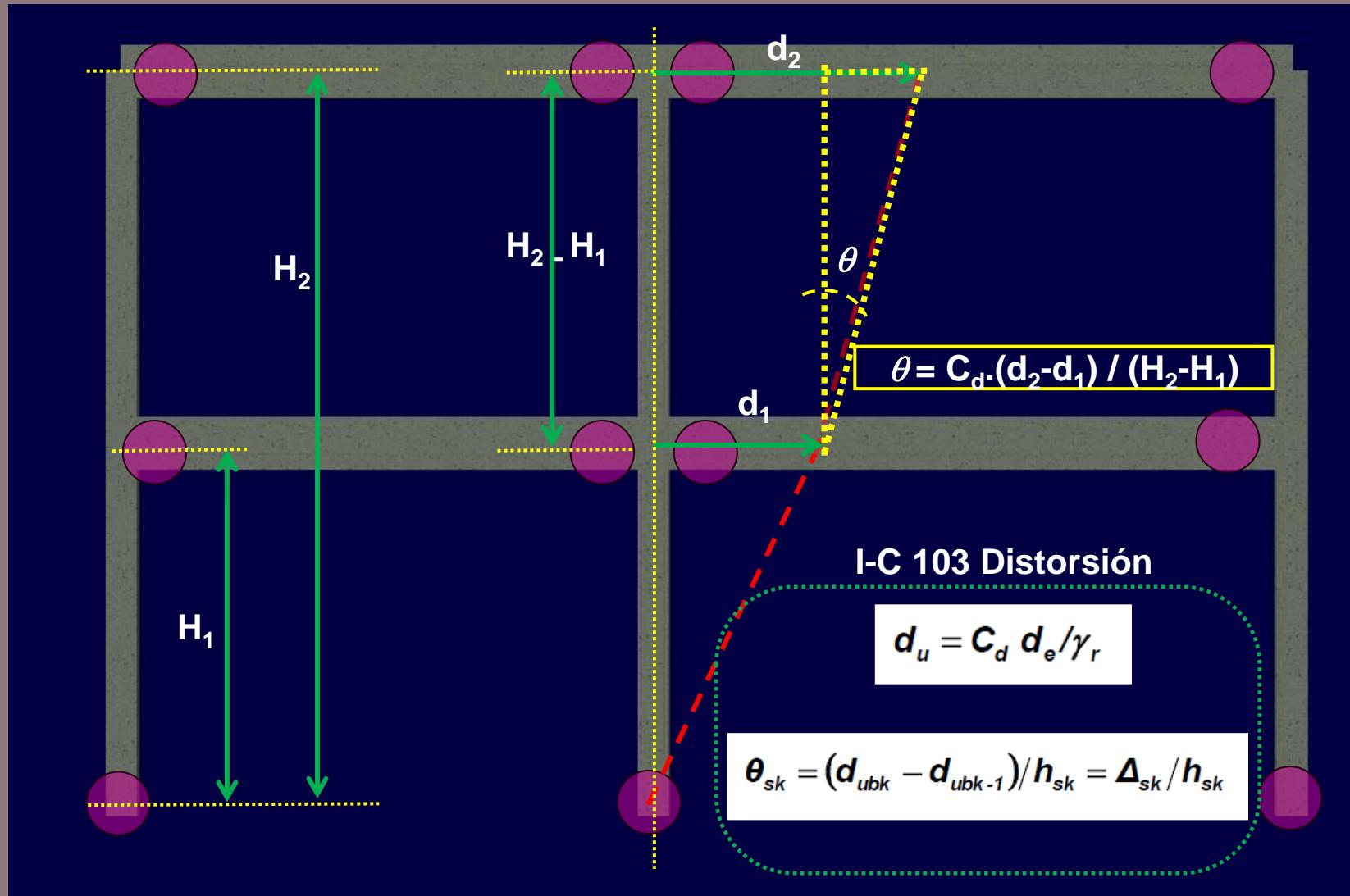
Control de deformaciones: Distorsión de pisos



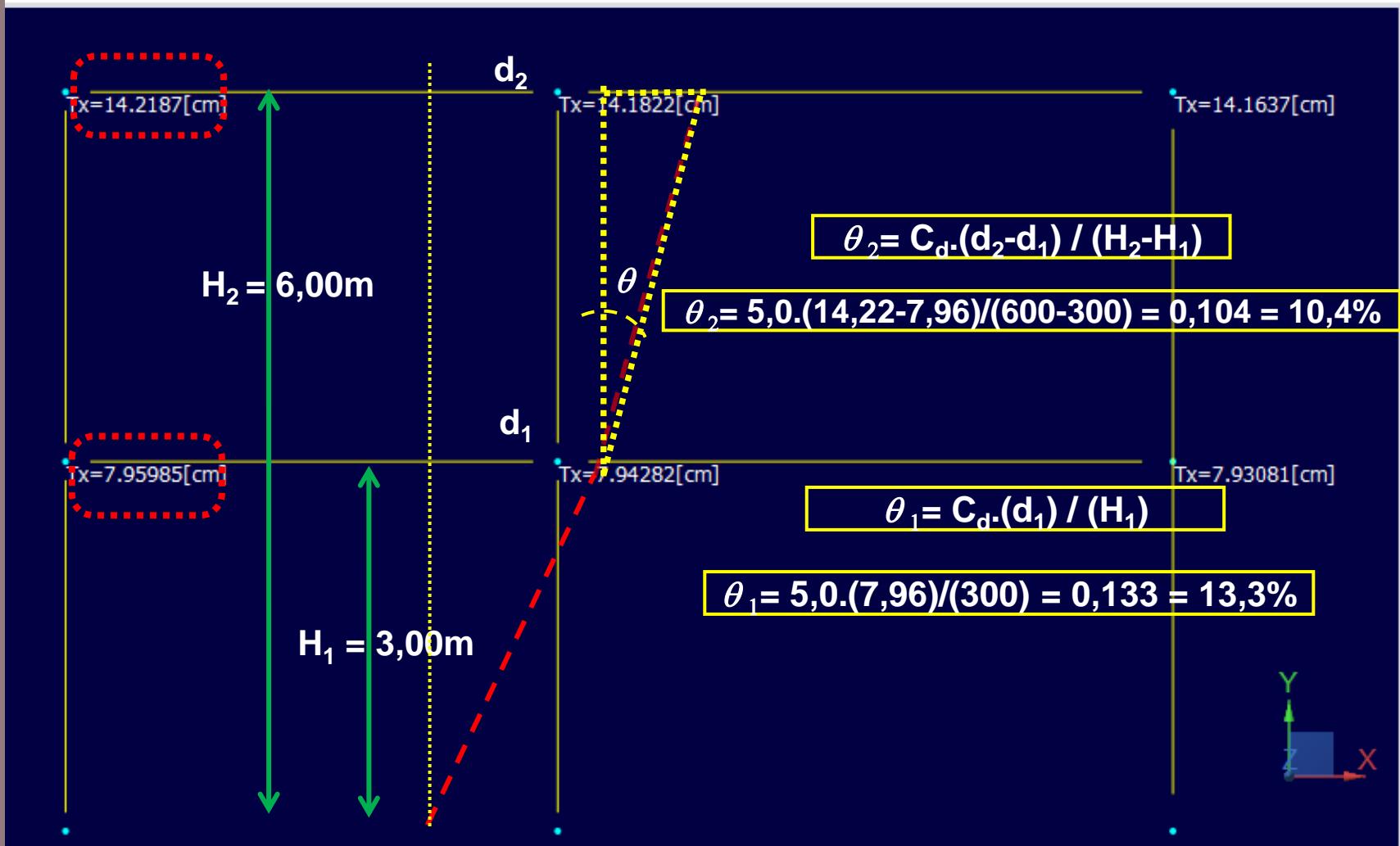
Control de deformaciones: Distorsión de pisos



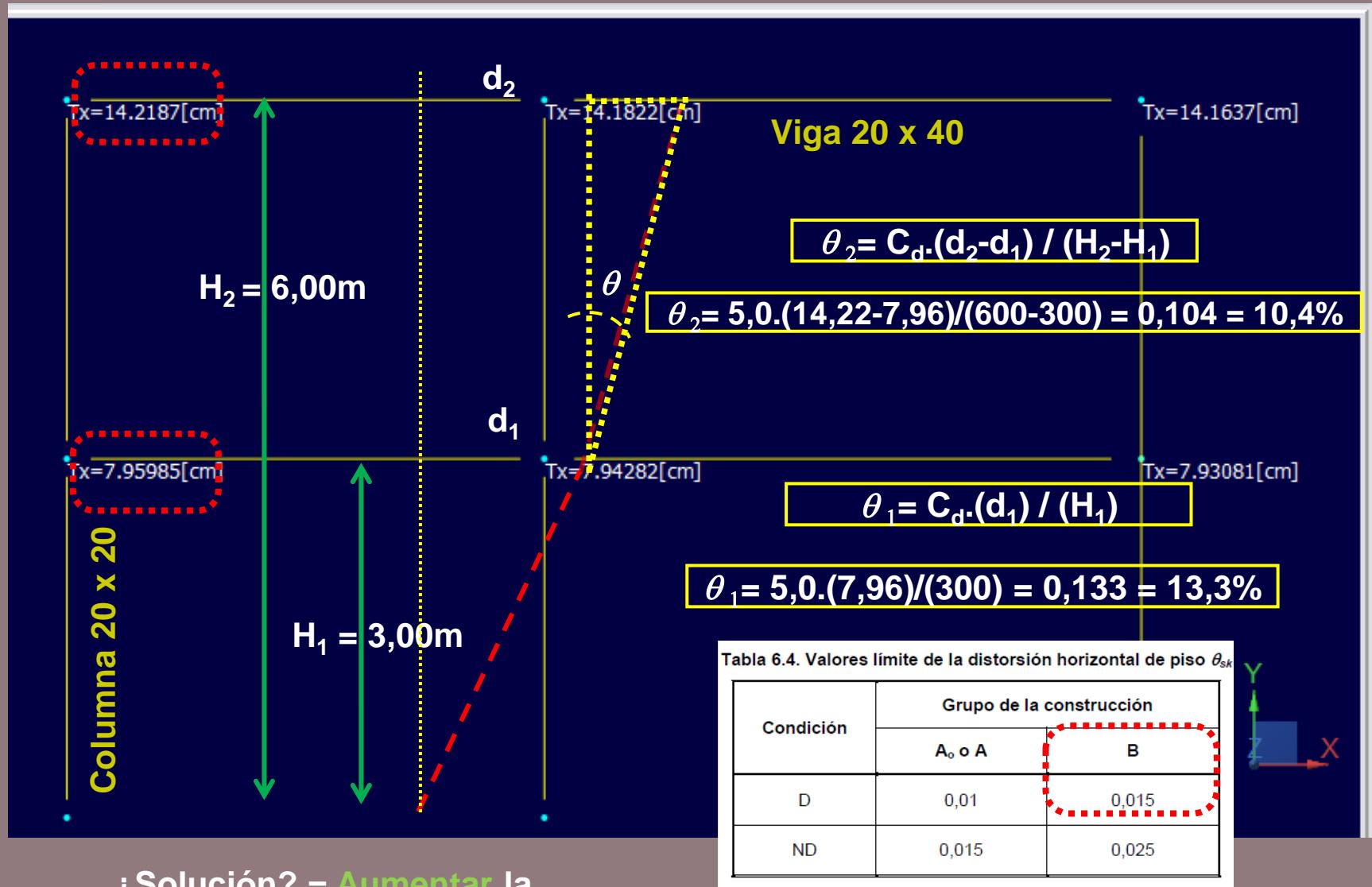
Control de deformaciones: Distorsión de pisos



Control de deformaciones: Distorsión de pisos



Control de deformaciones: Distorsión de pisos



¿Solución? = Aumentar la rigidez del pórtico

Control de deformaciones: Distorsión de pisos

Control del Daño. Evitar deformaciones excesivas entre pisos

Control de la Distorsión θ

CONTROL DE DISTORSIÓN DE PÓRTICOS							
		Cd	5,5	Distorsión Límite		0,025	
NIVEL	H piso	Despl.	Despl.	Δ despl.	Distorsión θ	Control	
		Elástico (De)	inelástico				
		[cm]	[cm]	[cm]	[cm]		
				Di=Cd x De	Entre pisos	$\Delta_{despl.}/H$	
2	600	14,16	77,88	34,27	0,0571	NO VERIFICA	
1	300	7,93	43,62	43,62	0,1454	NO VERIFICA	

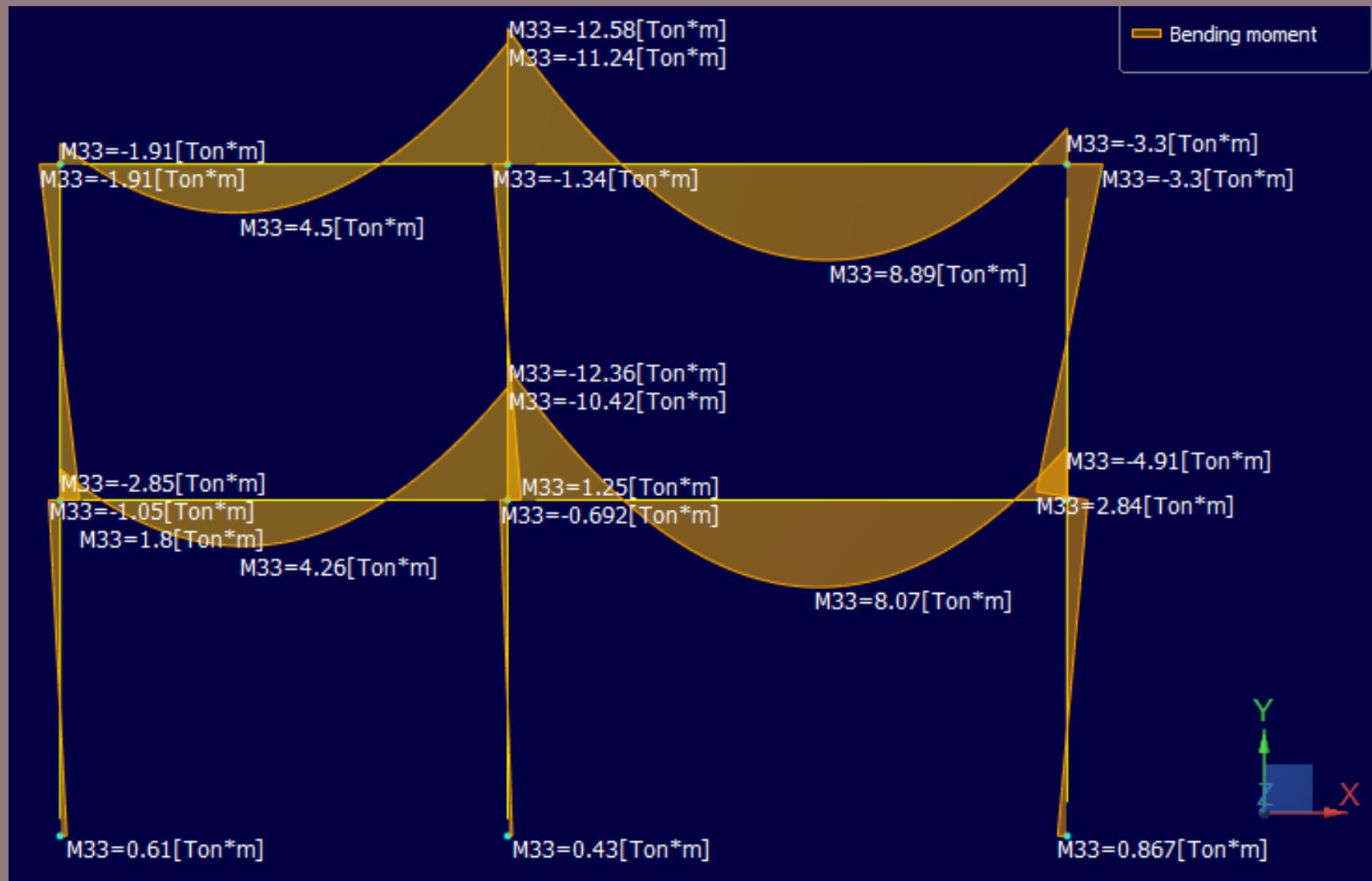
Cargar desplazamientos leído del RAM

¿Solución? = Aumentar la **rigidez** del pórtico
Columna sugerida $hc = L \times H / 80$

DISEÑO por RESISTENCIA

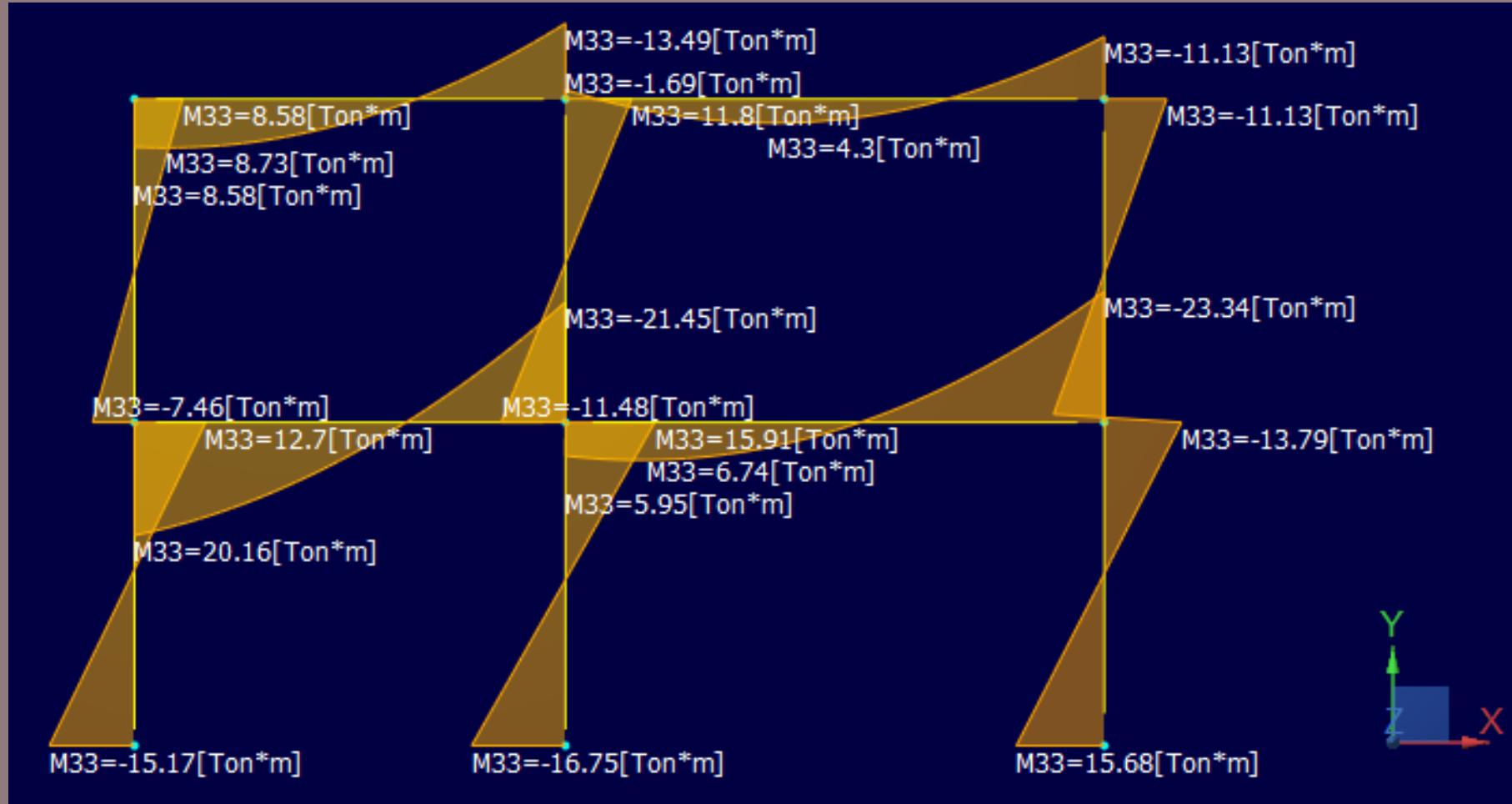
Dimensionado: Diagrama de Momentos Flectores

$$C1 = 1,2 D + 1,6 L$$



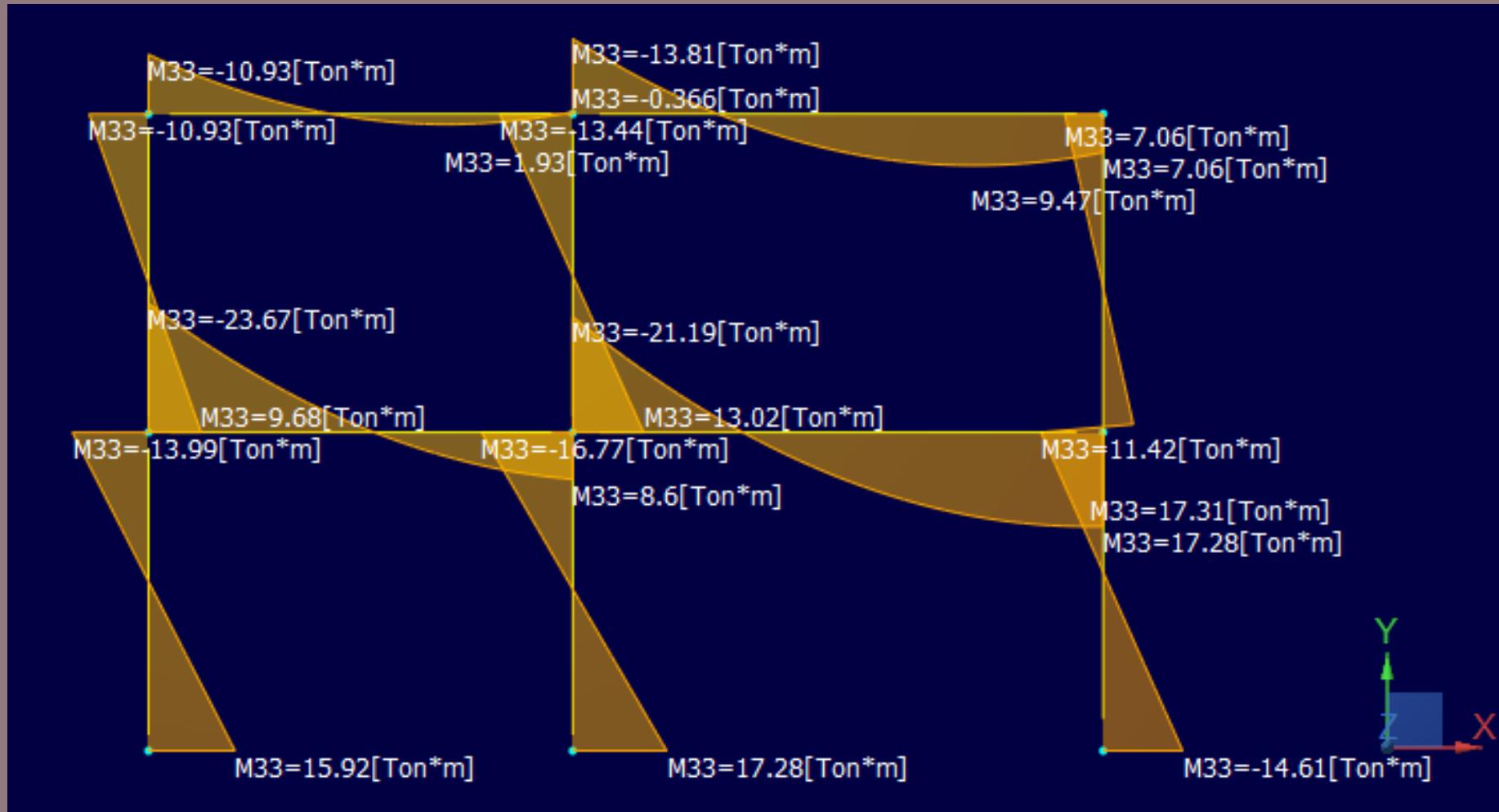
Dimensionado: Diagrama de Momentos Flectores

$$C1 = 1,2 D + 0,25 L + E$$

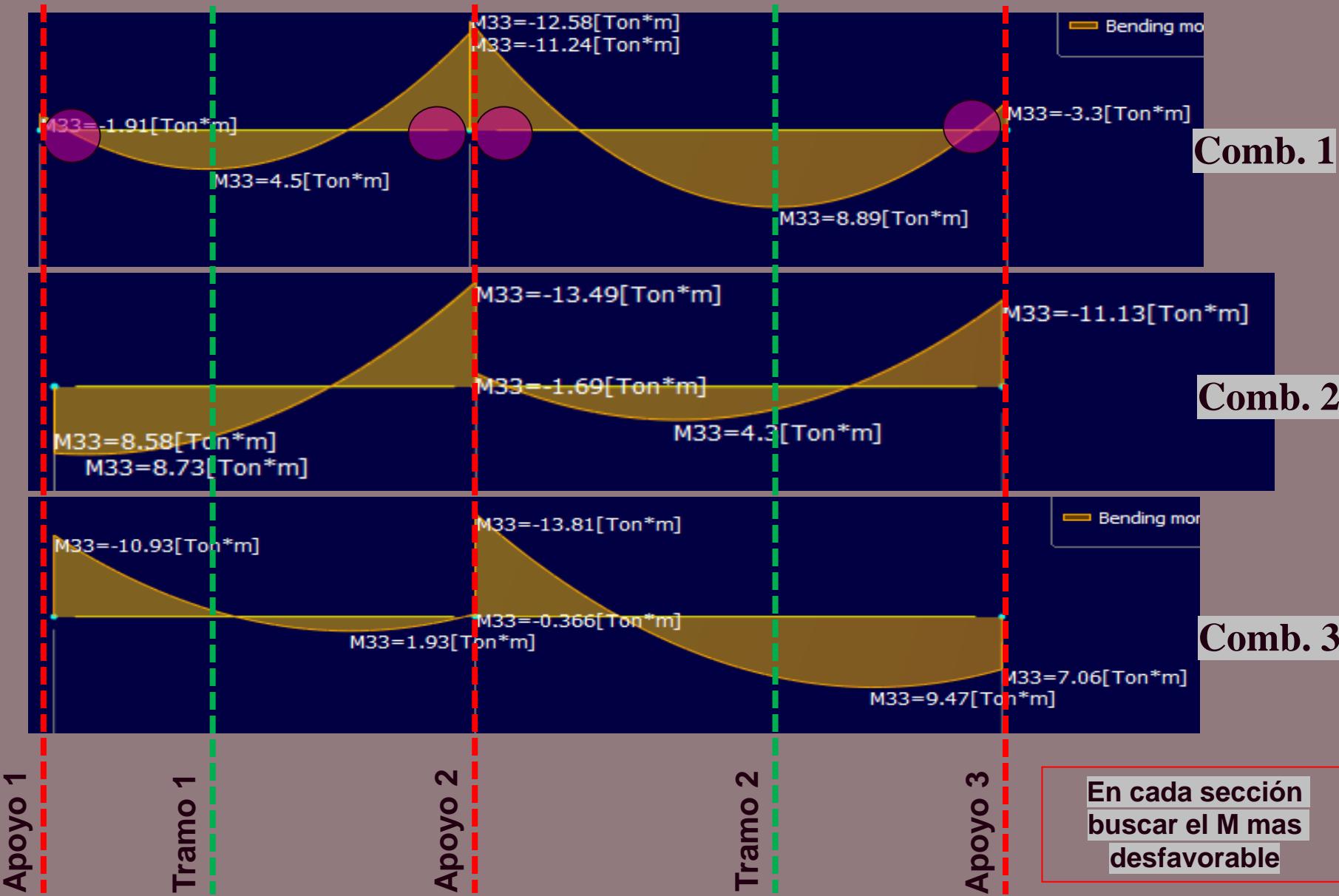


Dimensionado: Diagrama de Momentos Flectores

$$C1 = 1,2 D + 0,25 L - E$$

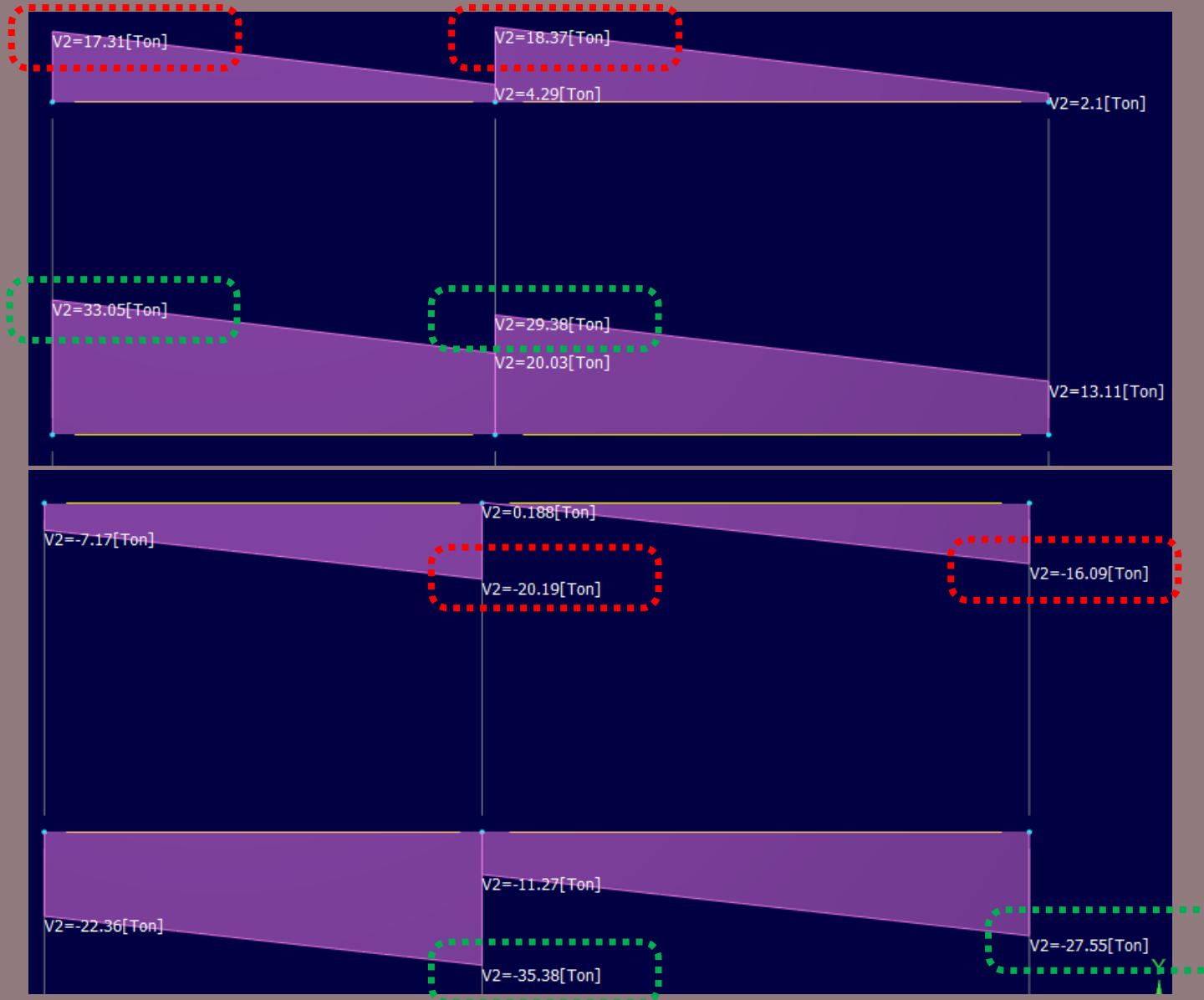


Dimensionado de Zonas con Disipación (ZdD). combinaciones básicas del Reglamento (Vigas Planta alta)



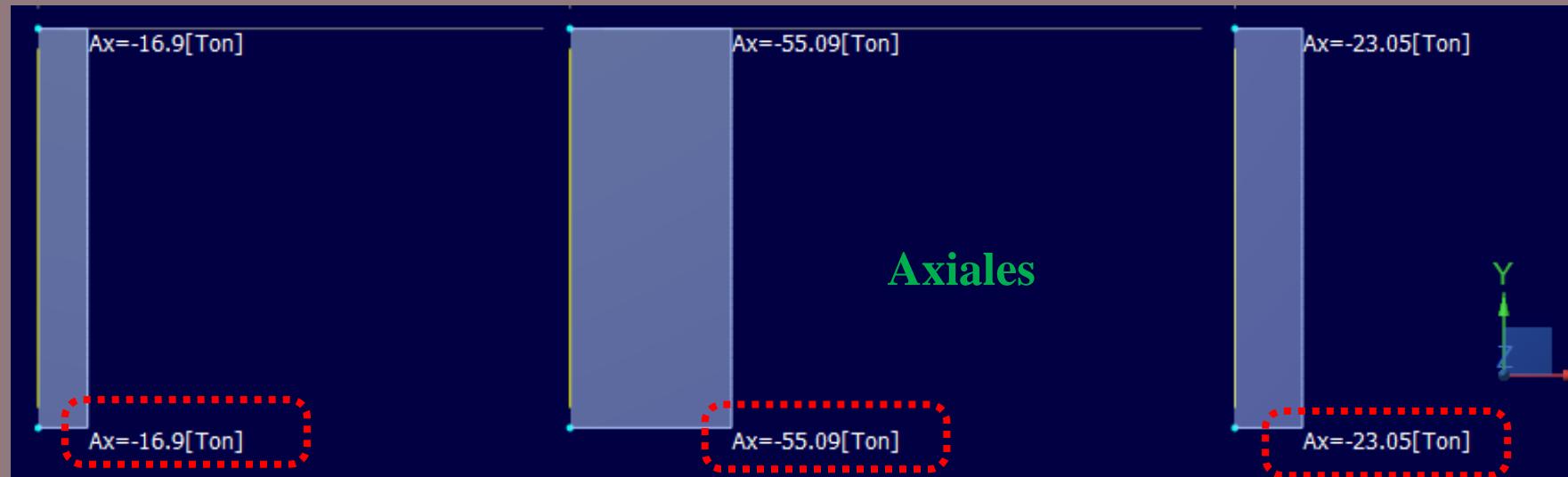
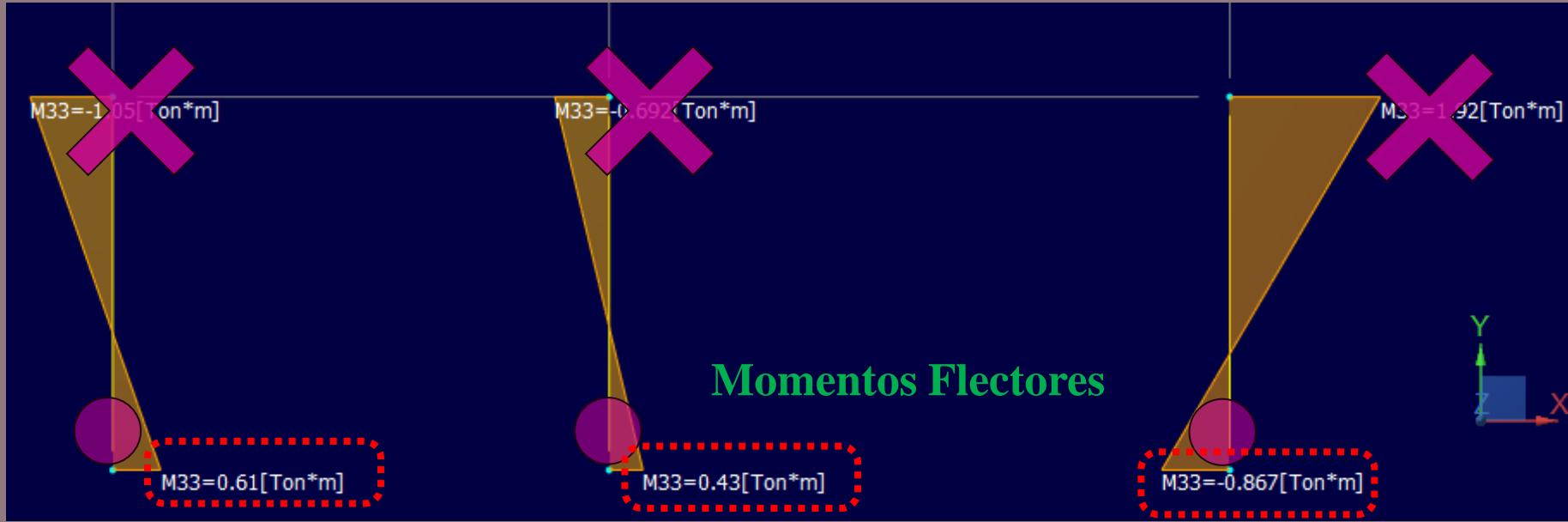
Dimensionar y proteger ZdD (Corte).

Usar combinaciones especiales del Reglamento (Solicitudes mayoradas por Ω_0)



Dimensionado de Zonas con Disipación (ZdD).

- 1) Flexión y Axial = Combinaciones **básicas** del Reglamento (Rótulas)
Combinación 1,2 D + 1,6 L



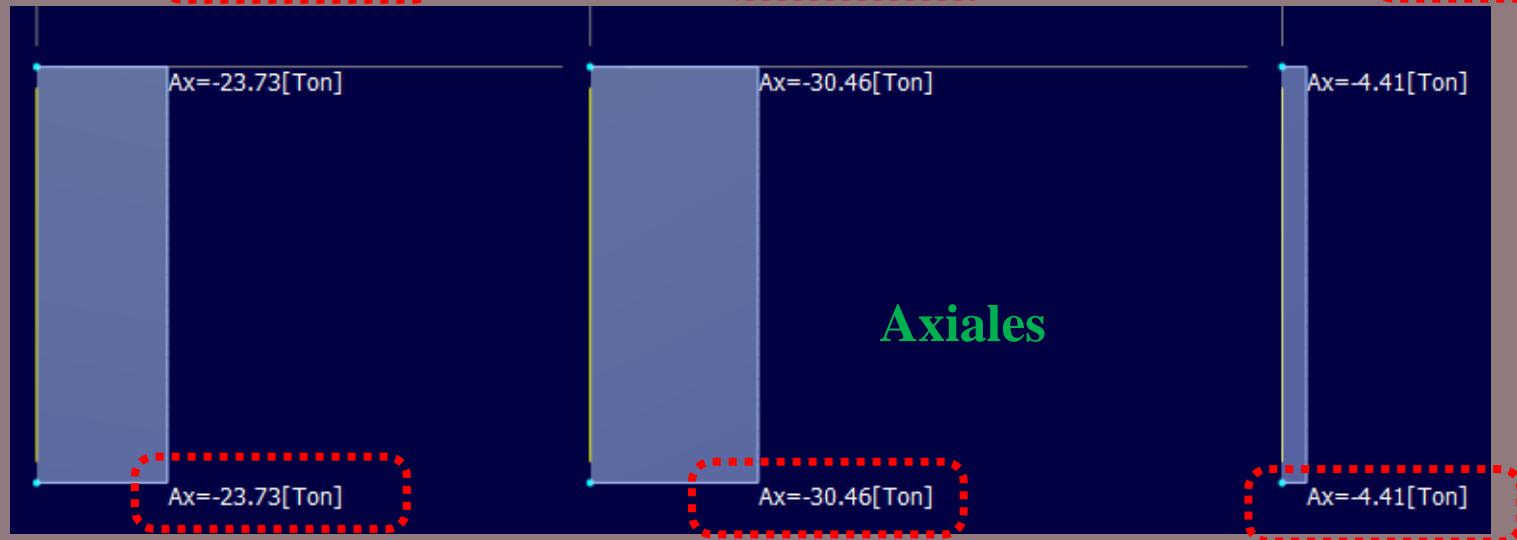
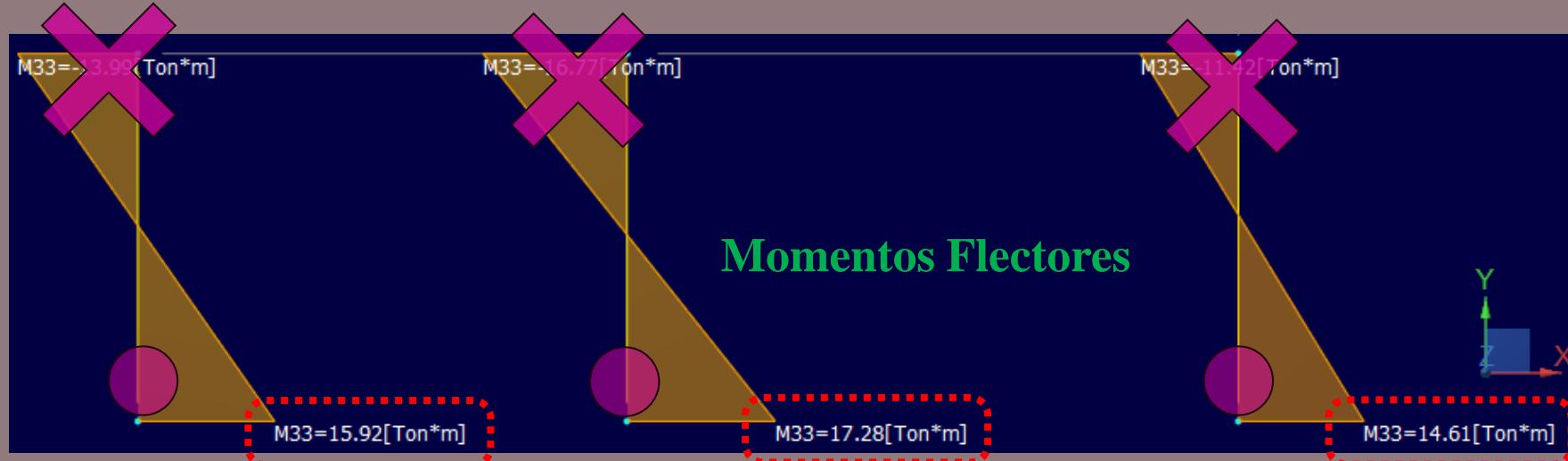
Dimensionado de Zonas con Disipación (ZdD).

1) Flexión = Combinaciones **básicas** del Reglamento.

$$1,2D + 0,25L - 1,0E$$

2) Axial = Combinaciones **Especiales**.

$$1,2D + 0,25L - 3,0E$$



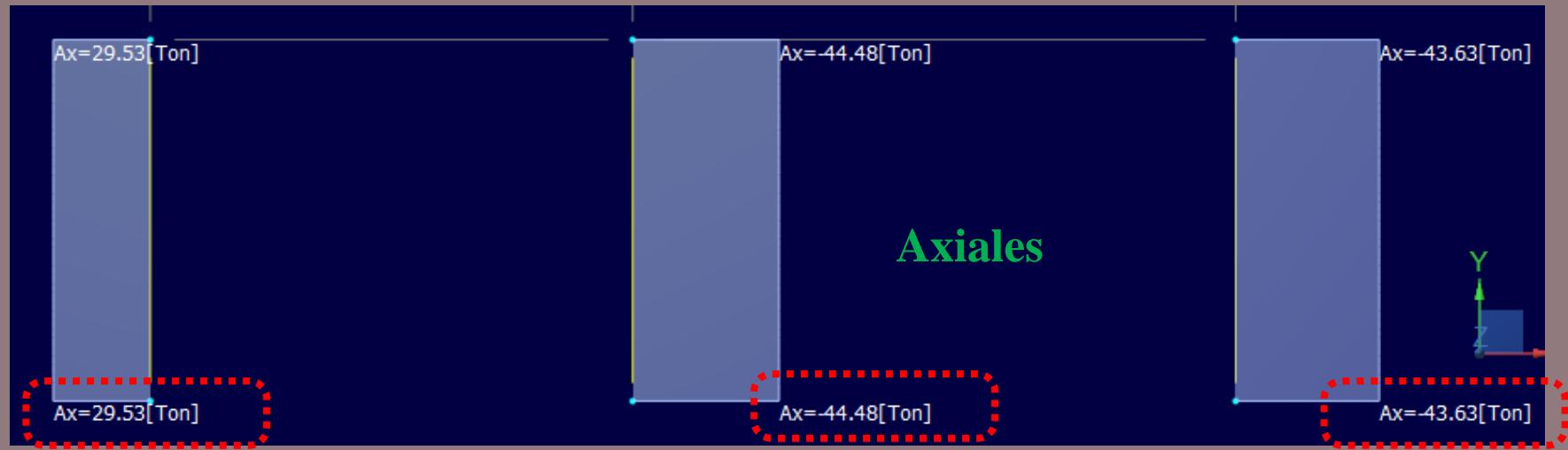
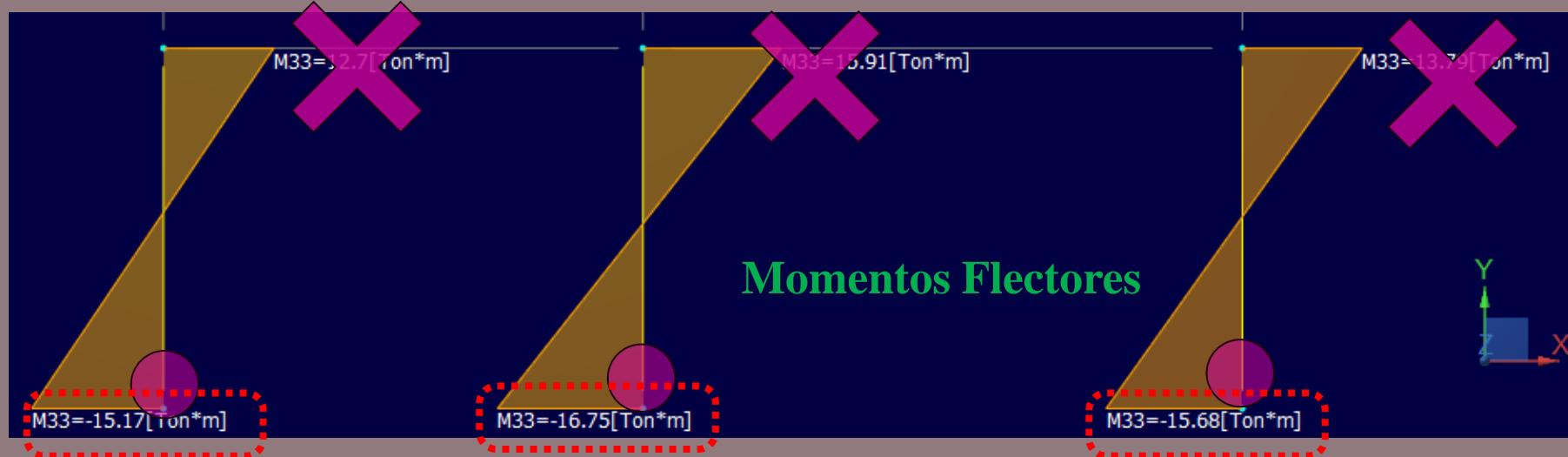
Dimensionado de Zonas con Disipación (ZdD).

1) Flexión = Combinaciones **básicas** del Reglamento.

$$1,2D + 0,25L + 1,0E$$

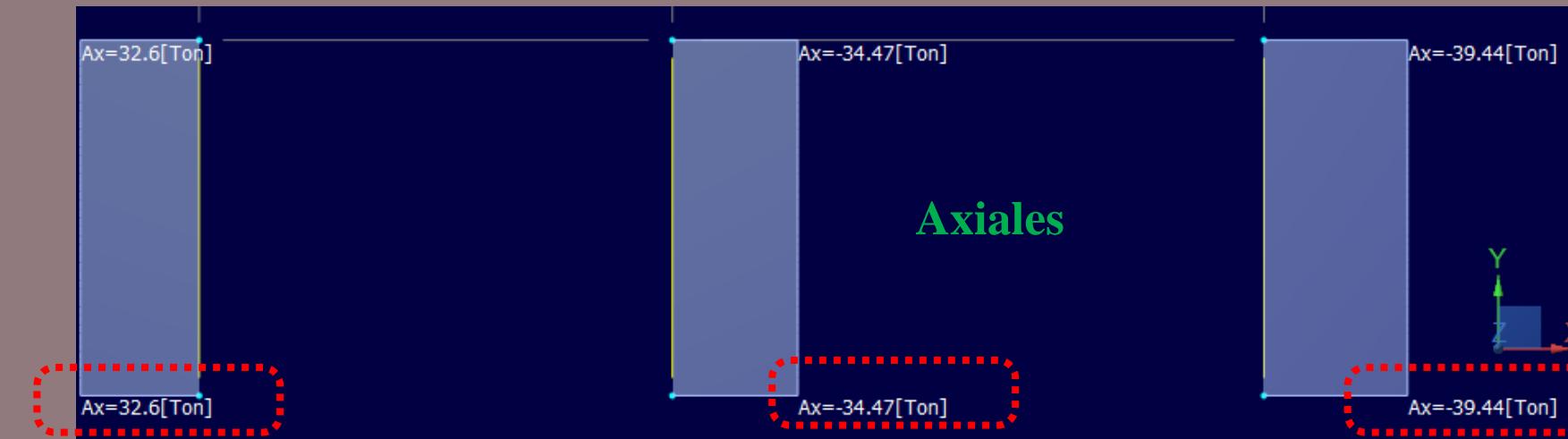
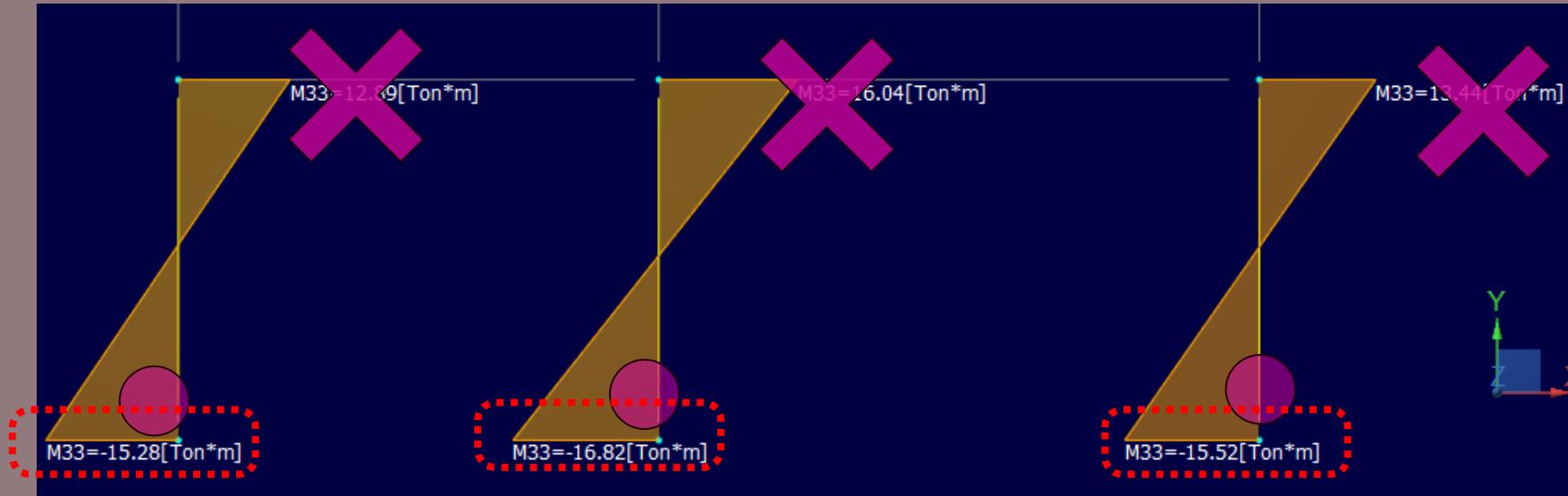
2) Axial = Combinaciones **Especiales**.

$$1,2D + 0,25L + 3,0E$$



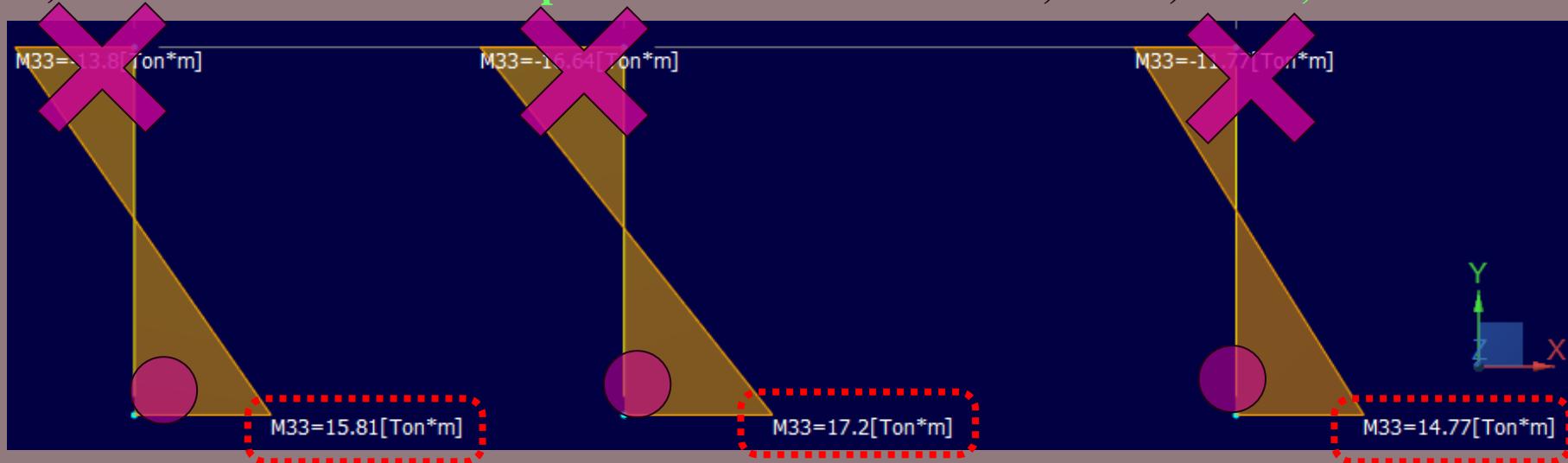
Dimensionado de Zonas con Disipación (ZdD).

- 1) Flexión = Combinaciones **básicas** del Reglamento. $0,8D + 0,25L + 1,0E$
2) Axial = Combinaciones **Especiales**. $0,8D + 0,25L + 3,0E$



Dimensionado de Zonas con Disipación (ZdD).

- 1) Flexión = Combinaciones **basicas** del Reglamento. $0,8D + 0,25L - 1,0E$
2) Axial = Combinaciones **Especiales**. $0,8D + 0,25L - 3,0E$



Dimensionado de Columnas a Esfuerzos Combinados Flexión + Compresión o Tracción

RESUMEN COLUMNA C1. SECCIÓN INFERIOR = PIE (RÓTULA)

COMB 1

$M33=-1.05[\text{Ton} \cdot \text{m}]$

COMB 2

$M33=-13.95[\text{Ton} \cdot \text{m}]$

COMB 3

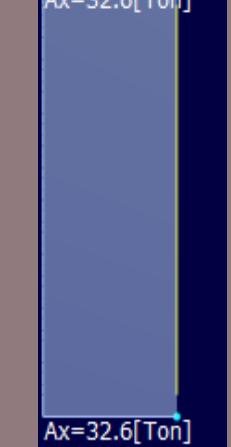
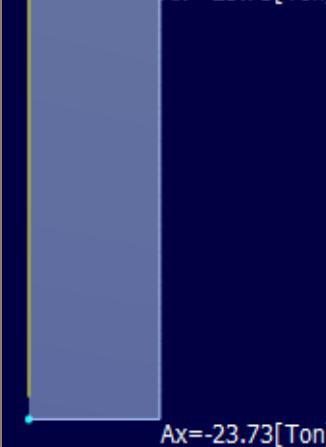
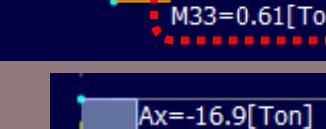
$M33=-$

COMB 4

$M33=-13.8[\text{Ton} \cdot \text{m}]$

COMB 5

$M33=$



Dimensionado de Columnas a Esfuerzos Combinados

Flexión + Compresión o Tracción

RESUMEN COLUMNA C1. SECCIÓN INFERIOR = PIE (RÓTULA)

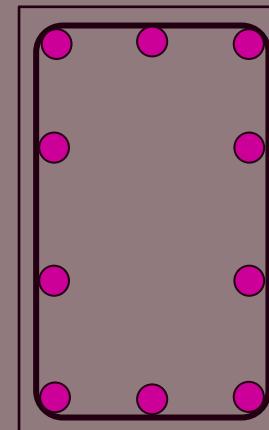
H-25	$f'c =$	25 MPa	$fy =$	420 MPa
$\gamma =$	0,9		Diagrama	II-10
$b =$	200 mm		$h =$	350 mm
Columna C1				
Sección inferior = pie				
Combinación	Mu [tm]	Pu [t]	mu [MPa]	pu [MPa]
				Cuantía ρ
C1	0,61	16,90	0,25	2,41
C2	15,92	23,73	6,50	3,39
C3	15,17	29,53	6,19	4,22
C4	15,28	32,60	6,24	4,66
C5	15,81	47,29	6,45	6,76

Para practicar:

1. Determine la cuantía de cada combinación.
2. Calcule la armadura total
3. Proponga una forma de armado
4. ¿Qué le agregaría al detalle de armado aquí presentado?

Tips:

Use la planilla de AA



Dimensionado de Columnas a Esfuerzos Combinados

Flexión + Compresión o Tracción

RESUMEN COLUMNA C2. SECCIÓN INFERIOR = PIE (RÓTULA)

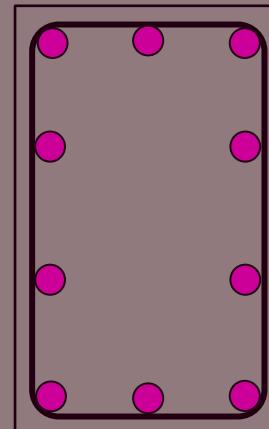
H-25	$f'c =$	25 MPa	$fy =$	420 MPa
$\gamma =$	0,9		Diagrama	II-10
$b =$	200 mm		$h =$	350 mm
Columna C2				
Sección inferior = pie				
Combinación	Mu [tm]	Pu [t]	mu [MPa]	pu [MPa]
				Cuantía ρ
C1	0,42	55,09	0,17	7,87
C2	17,28	30,46	7,05	4,35
C3	16,75	44,48	6,84	6,35
C4	16,82	34,47	6,87	4,92
C5	17,20	13,43	7,02	1,92

Para practicar:

1. Determine la cuantía de cada combinación.
2. Calcule la armadura total
3. Proponga una forma de armado
4. ¿Qué le agregaría al detalle de armado aquí presentado?

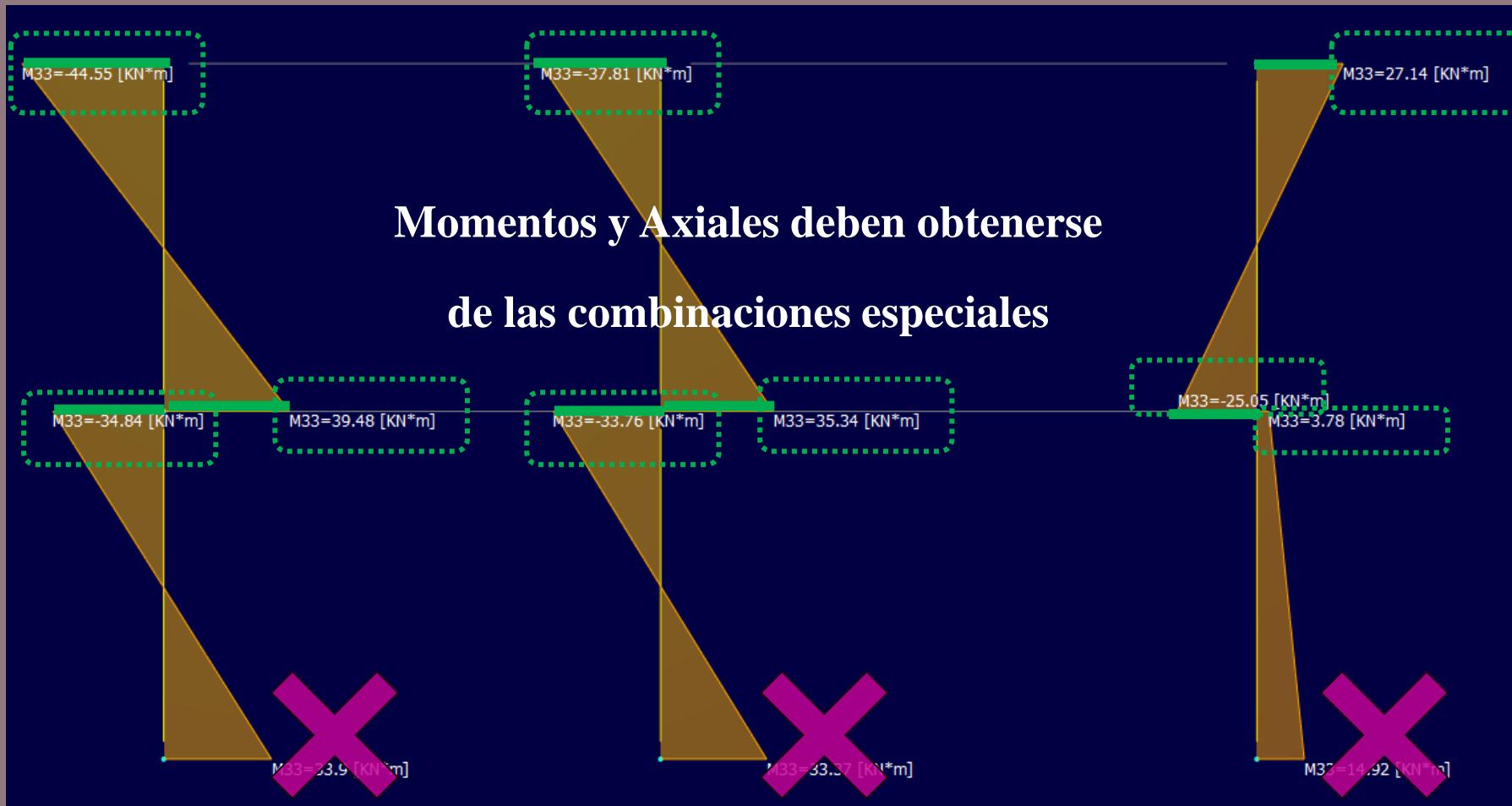
Tips:

Use la planilla de AA



Dimensionar resto de elementos (Diseño por Capacidad).

Usar combinaciones **especiales** del Reglamento (Solicitudes mayoradas por Ω_0)

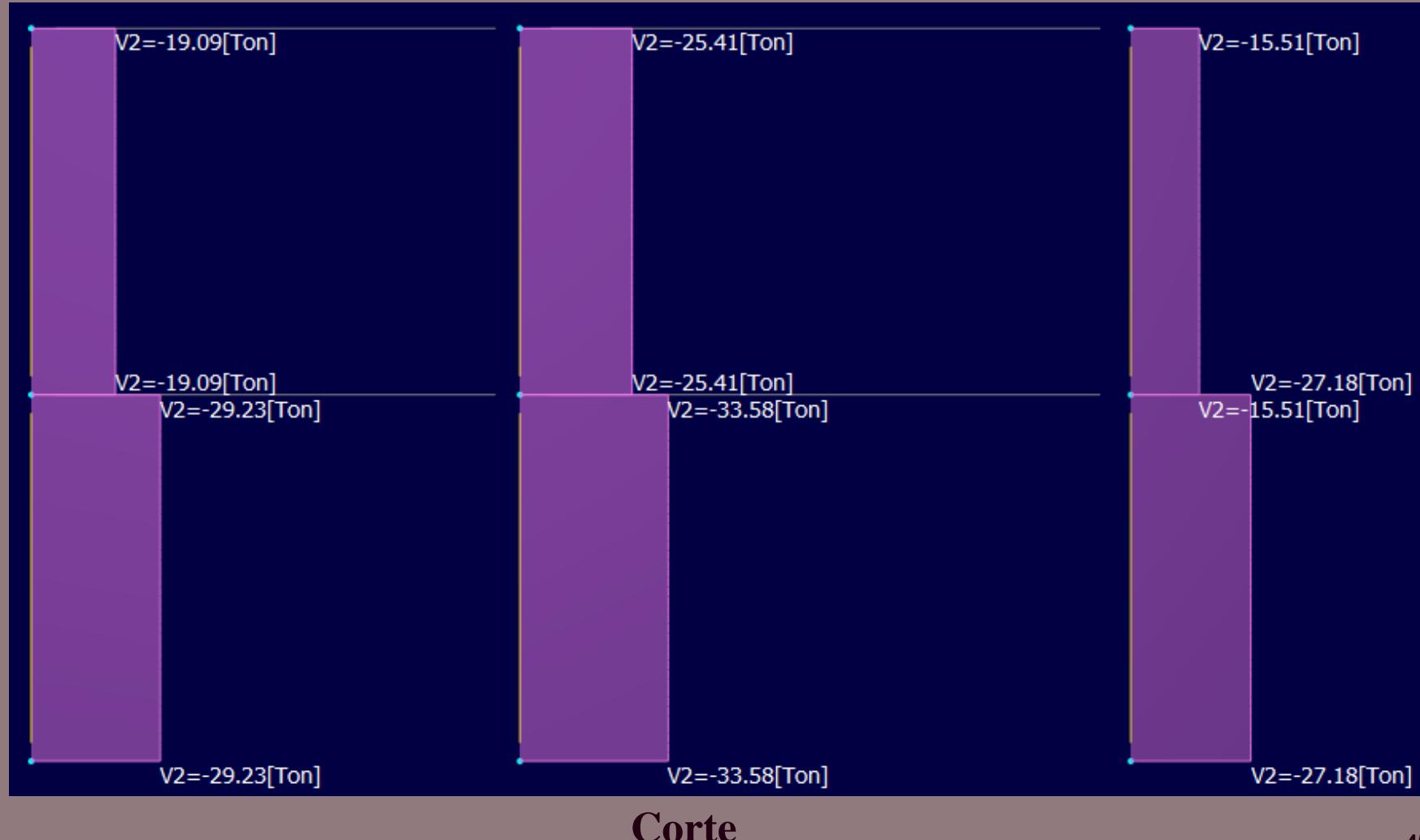


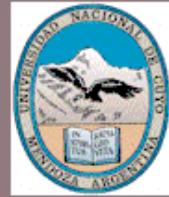
Dimensionar y proteger ZdD (Corte).

Usar combinaciones **especiales** del Reglamento (Solicitudes mayoradas por Ω_0)

1) Corte = Combinaciones Especiales. Por ejemplo

$$1,2D + 0,25L - 3,0E$$





FIN

**DISEÑO DE PÓRTICOS DE HORMIGÓN ARMADO
DISEÑO POR CAPACIDAD**

Ing E. Daniel Quiroga