



CONFIGURACION Y DISEÑO SÍSMICO DE EDIFICIOS

DISEÑO DE PÓRTICOS DE HORMIGÓN ARMADO

DISEÑO POR CAPACIDAD

Ing E. Daniel Quiroga

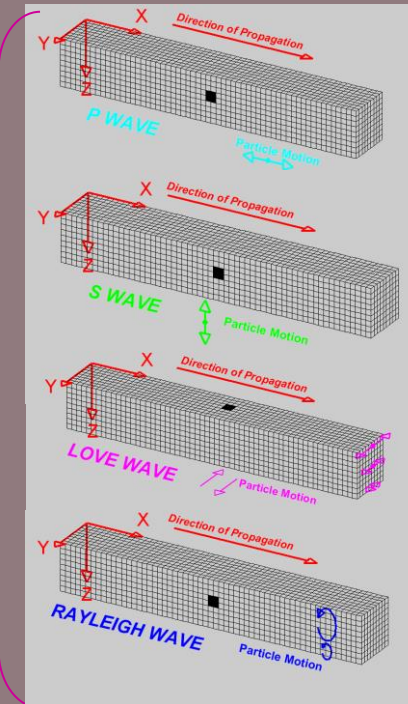
ESTRATEGIAS DE DISEÑO SISMORRESISTENTE

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 **“Ingresa”** 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 Ingresa”** 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 → $V = 5000/5 = 1000 \text{ t}$

- 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

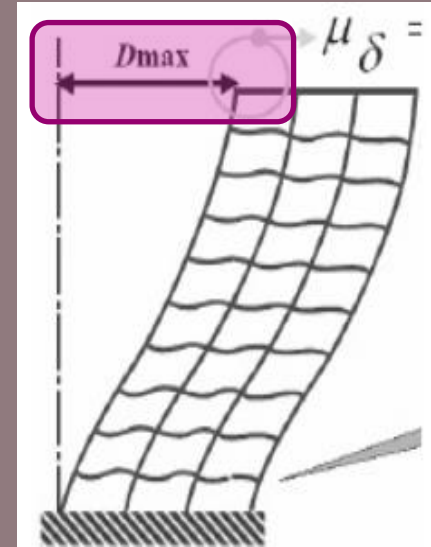




LAS MALAS NOTICIAS !!!



- 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



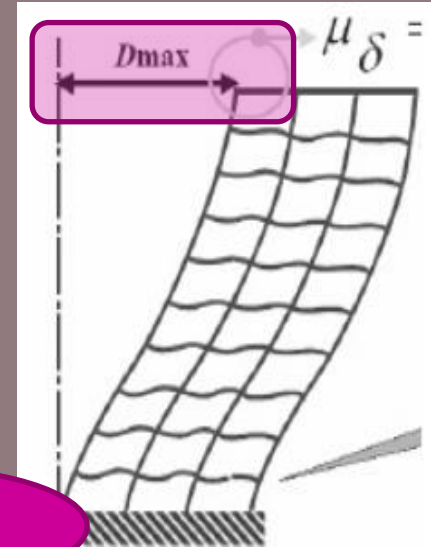
Las acciones sísmicas de diseño, procedimientos de análisis estructural, requisitos de resistencia, rigidez y estabilidad, disposiciones constructivas y previsiones generales se establecen con el propósito principal de evitar colapso total o parcial de la construcción y pérdidas de vida. No se establece 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**



¿Cómo controlo el daño?

→ CONTROL DEL DAÑO ←

1. PROYECTO
Deformación

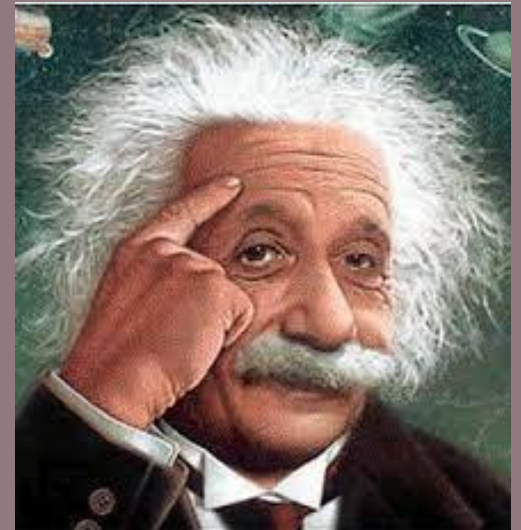
→ Regularidad. Detallado. Control

2. CONSTRUCCIÓN → Dirección Técnica. Control Ejecución



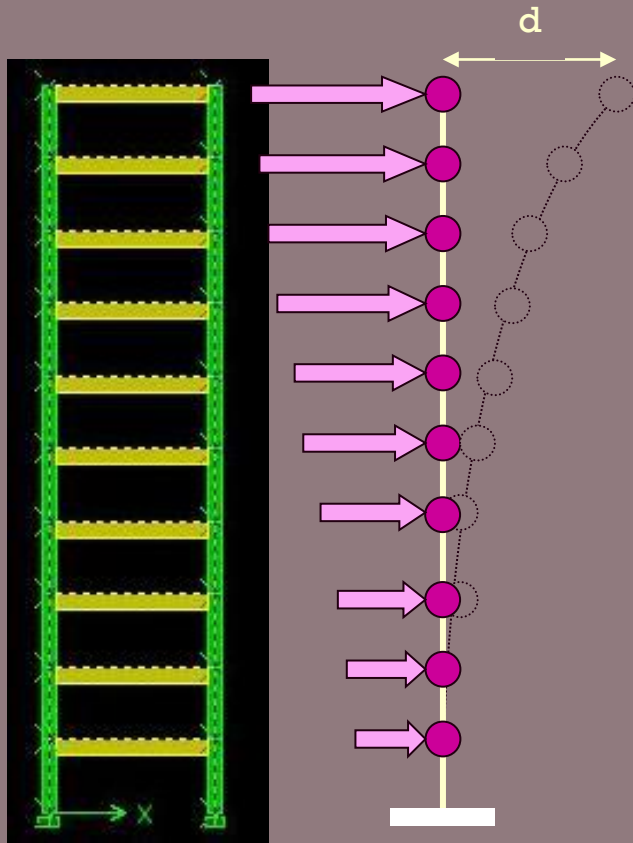
Las acciones sísmicas de diseño, procedimientos de análisis estructural, requisitos de resistencia, rigidez y estabilidad, disposiciones constructivas y previsiones generales se establecen con el propósito principal de evitar colapso total o parcial de la construcción y pérdidas de vida. No se establece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

DISEÑAR
DISEÑAR
DISEÑAR



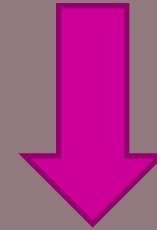
DISEÑO INELÁSTICO DISEÑO DEL MECANISMO DE PLASTIFICACIÓN

MECANISMO DE PLASTIFICACIÓN



VISTA

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

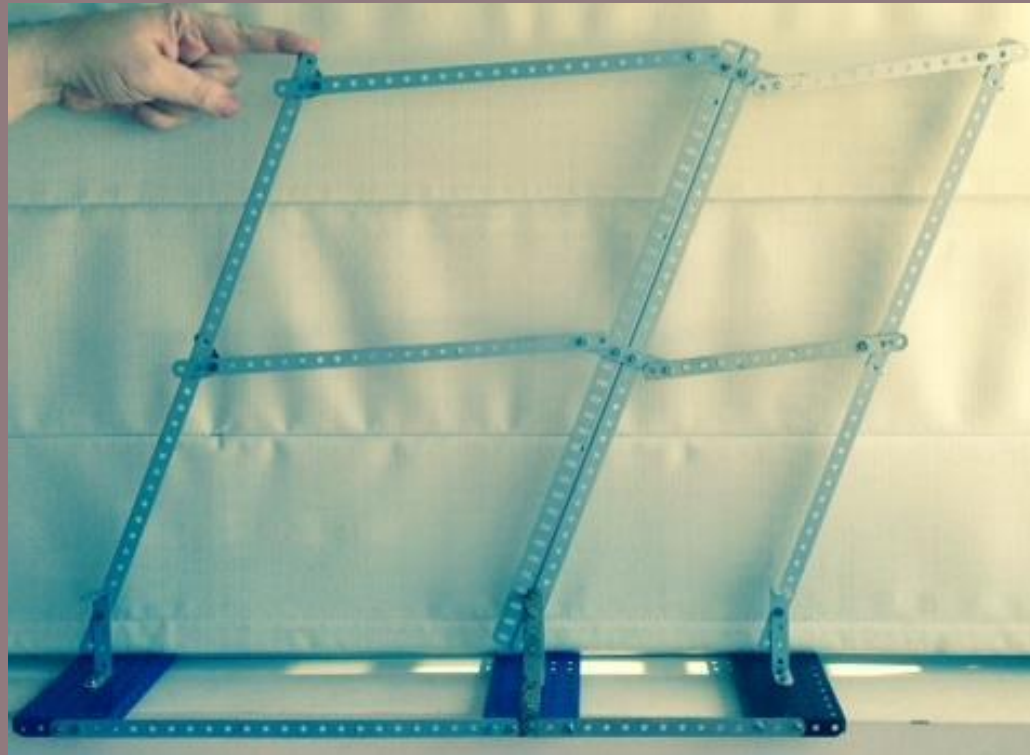


**Diseño del
Mecanismo de Plastificación**

MECANISMO DE PLASTIFICACIÓN



**Plano Estructural sin
deformar
Pórtico**



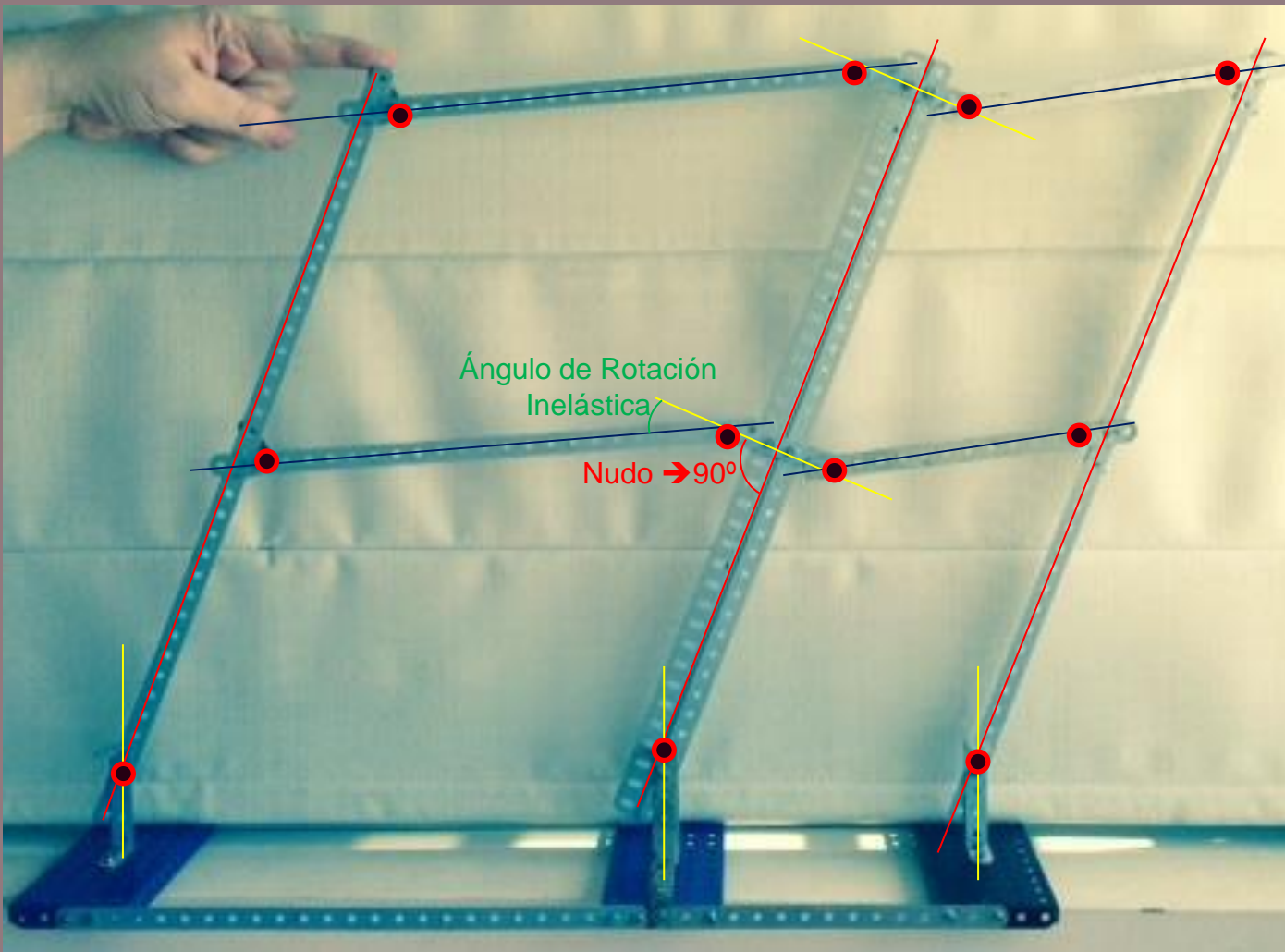
**Plano Estructural
deformado**

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**



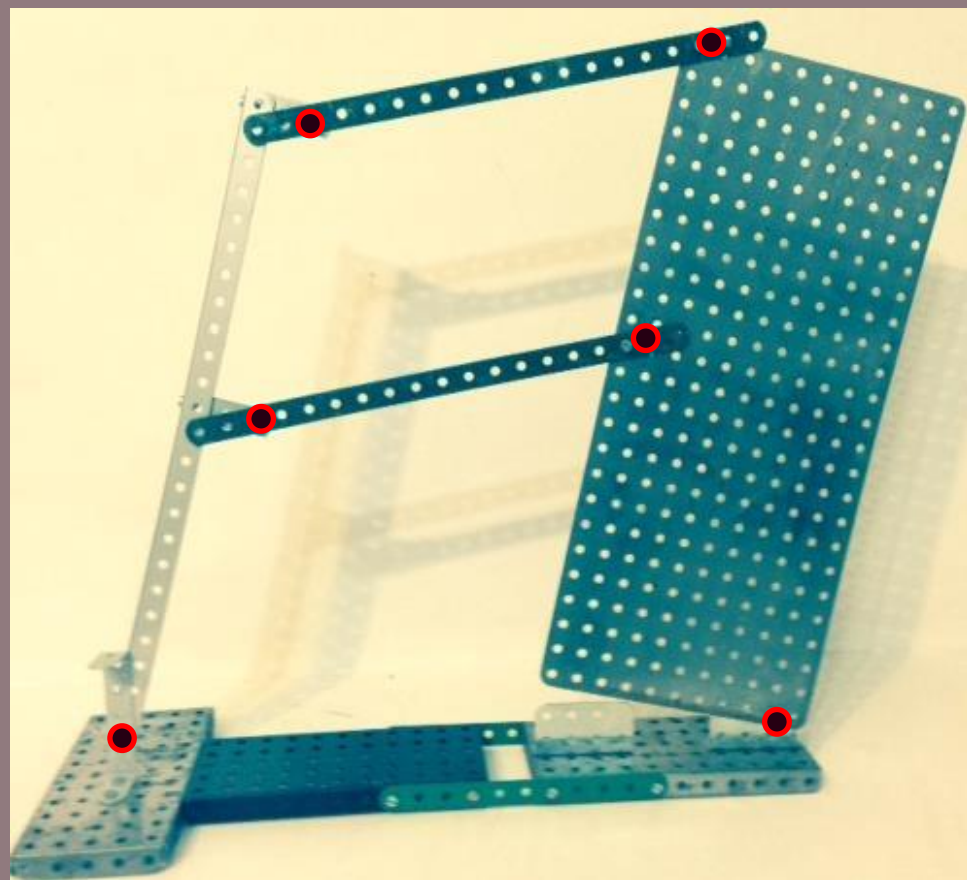
Estructura móvil → Mecanismo de Plastificación

Nº rótulas = 11

R = 7

Cd = 5,5

MECANISMO DE PLASTIFICACIÓN

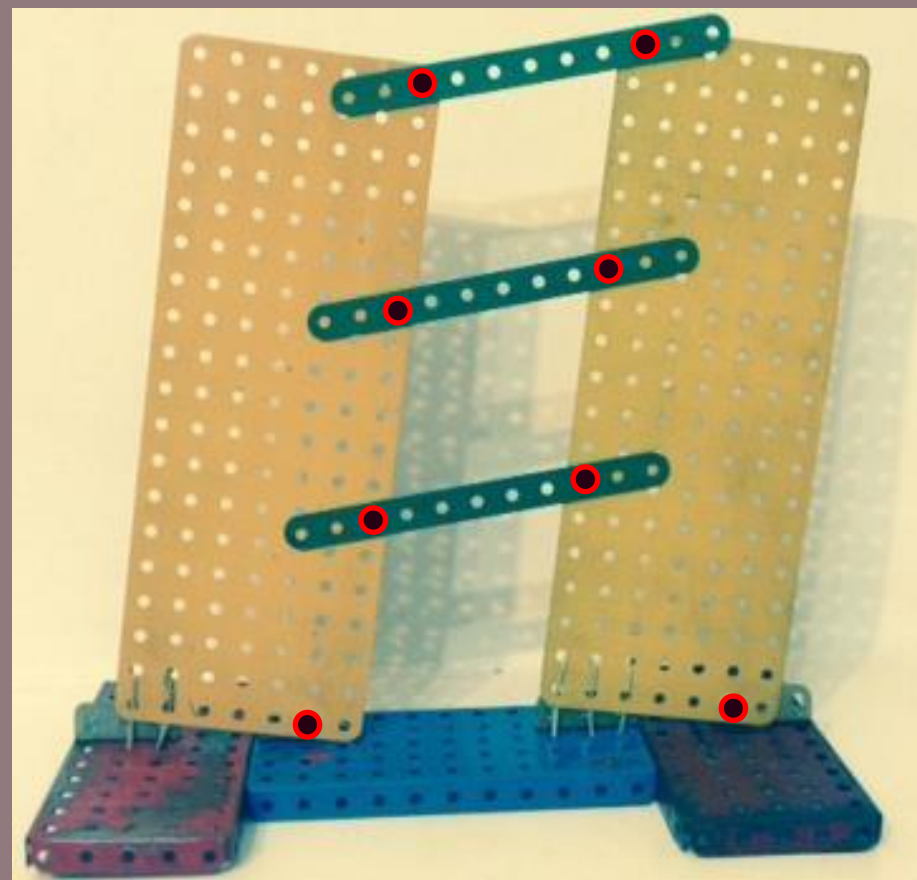


Mecanismo de Plastificación
Estructura Dual: Pórtico – Tabique

Nº rótulas = 6

$R = 6$

$Cd = 5$



Mecanismo de Plastificación
Tabique Acoplado con vigas

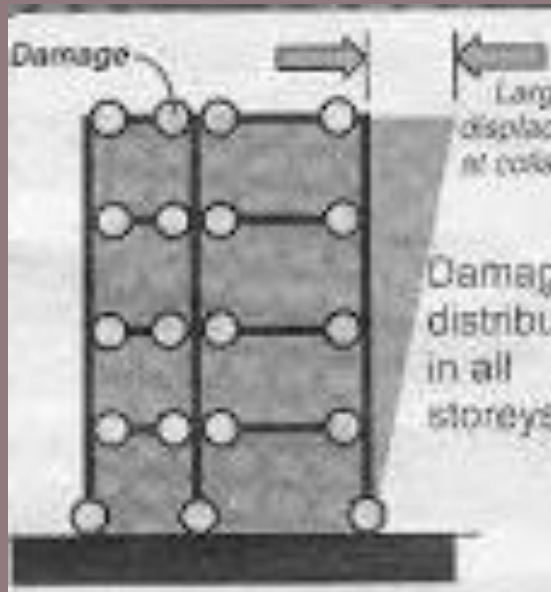
Nº rótulas = 8

$R = 5 \text{ a } 7$

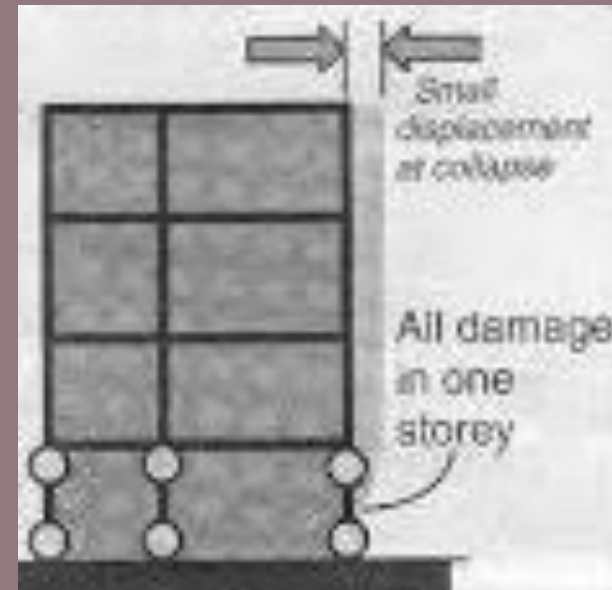
$Cd = R$

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
 - $V = C.W$
 - $F_{si} = V \cdot [m_i \cdot h_i / \sum (m_i \cdot h_i)]$
 - Rígidos o flexibles:
 - Dimensiones, 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 **L**ímite **Ú**ltimo

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

$$E = E_H + E_V$$

Suma de Efectos


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

CON E_V HACIA
ABAJO


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

CON E_V HACIA
ARRIBA

Recordar que $E_V = \pm 0.20 D_i$

COMBINACIÓN DE ACCIONES

Estado **L**ímite **Ú**ltimo

COMBINACIÓN
BÁSICA DE
ACCIONES

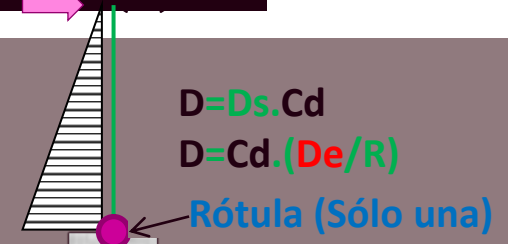
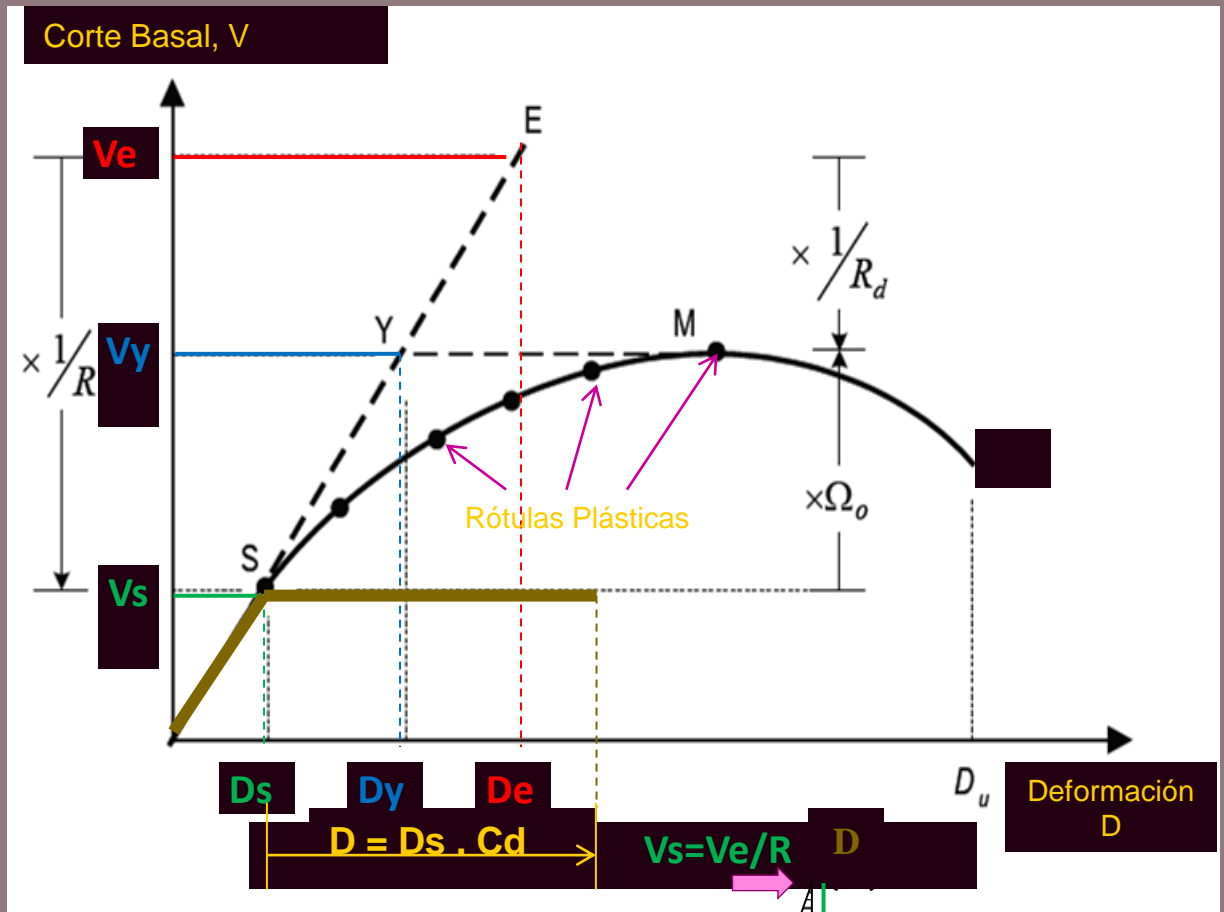
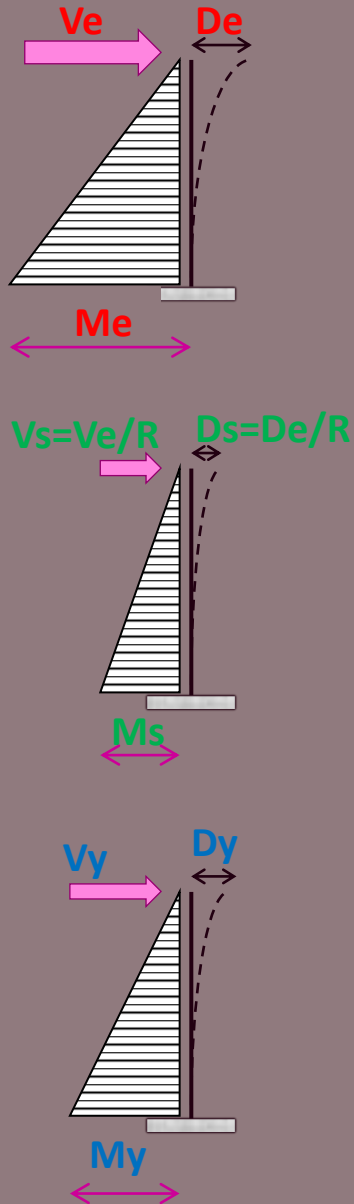
$$1,20 D \pm 1,0 E_H + f_1 L + f_2 S$$
$$0,80 D + f_1 L \pm 1,0 E_H$$

COMBINACIÓN
ESPECIAL DE
ACCIONES

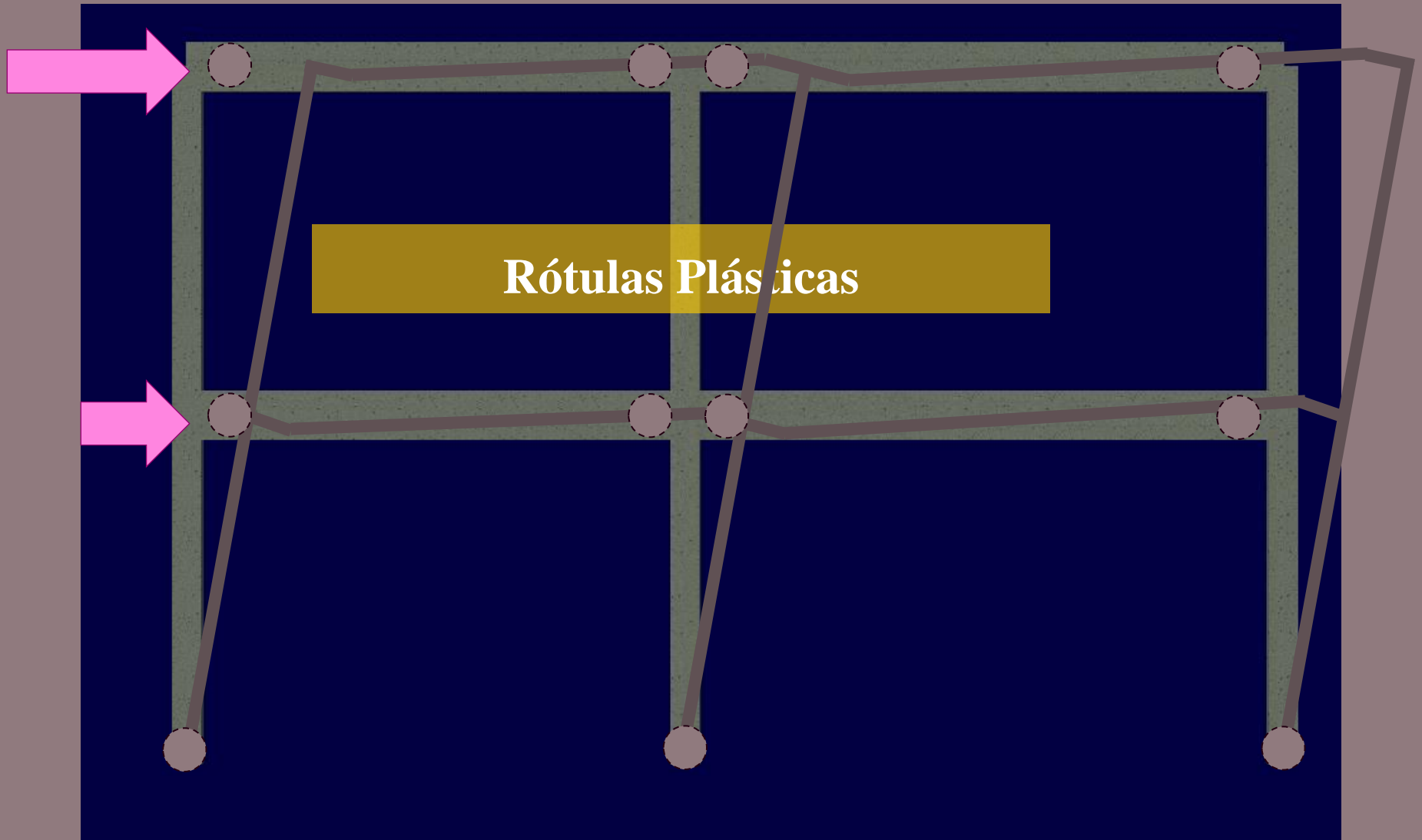
$$1,20 D \pm \Omega_o E_H + f_1 L + f_2 S$$
$$0,80 D + f_1 L \pm \Omega_o E_H$$

DISEÑO por DEFORMACIÓN

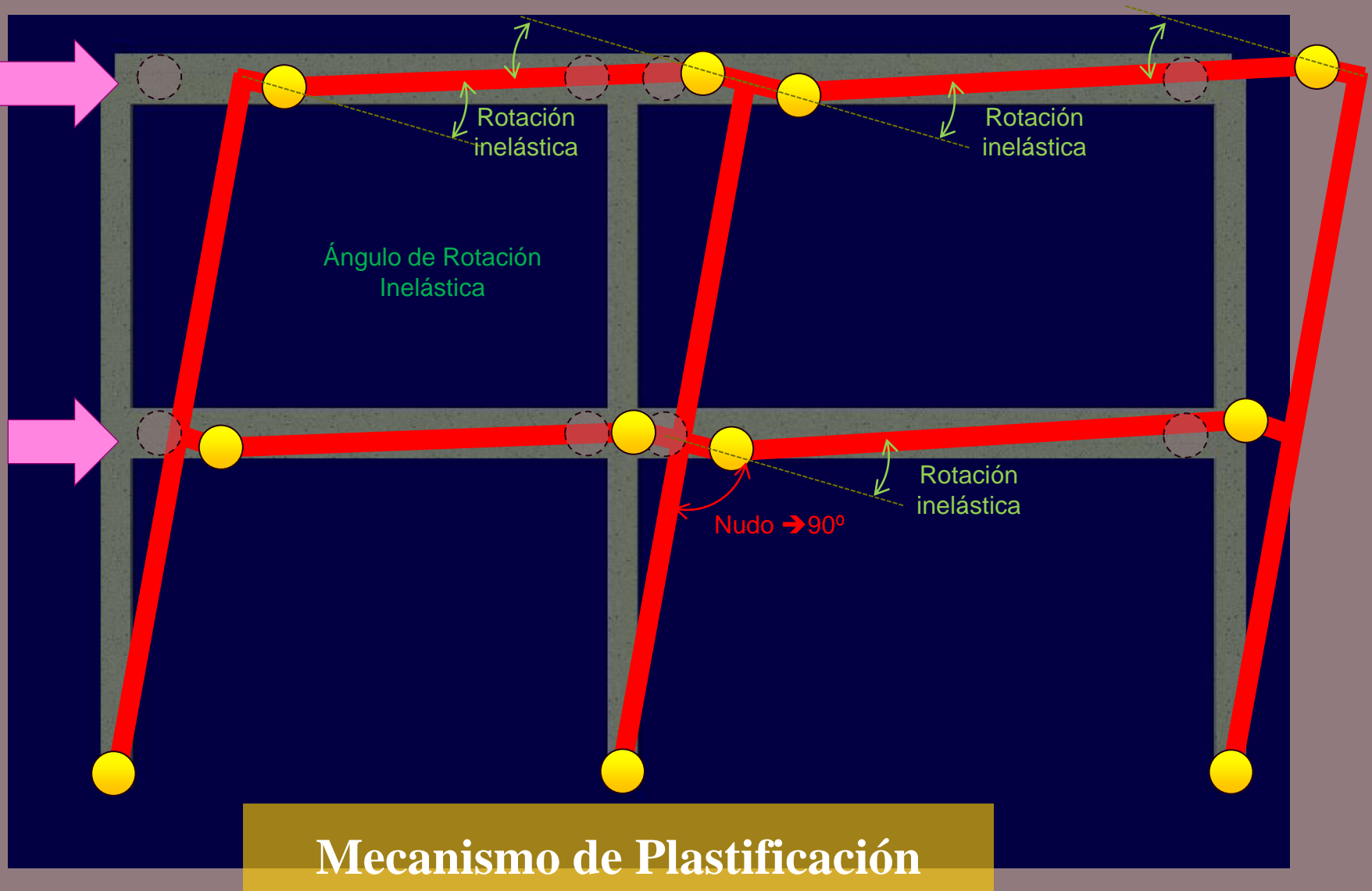
COEFICIENTE SÍSMICO Y CORTE BASAL



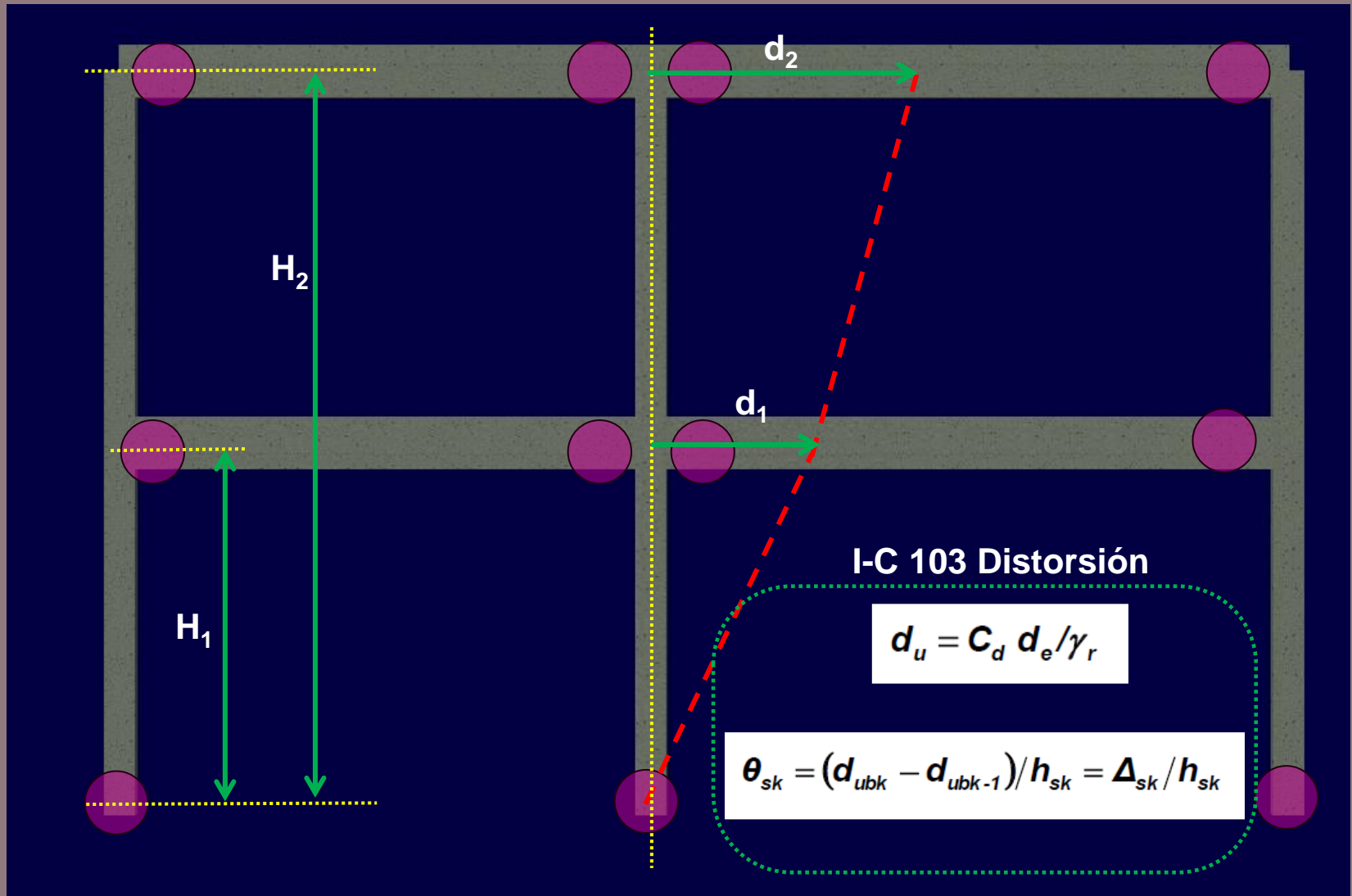
Definición del Mecanismo de Plastificación (MdP)



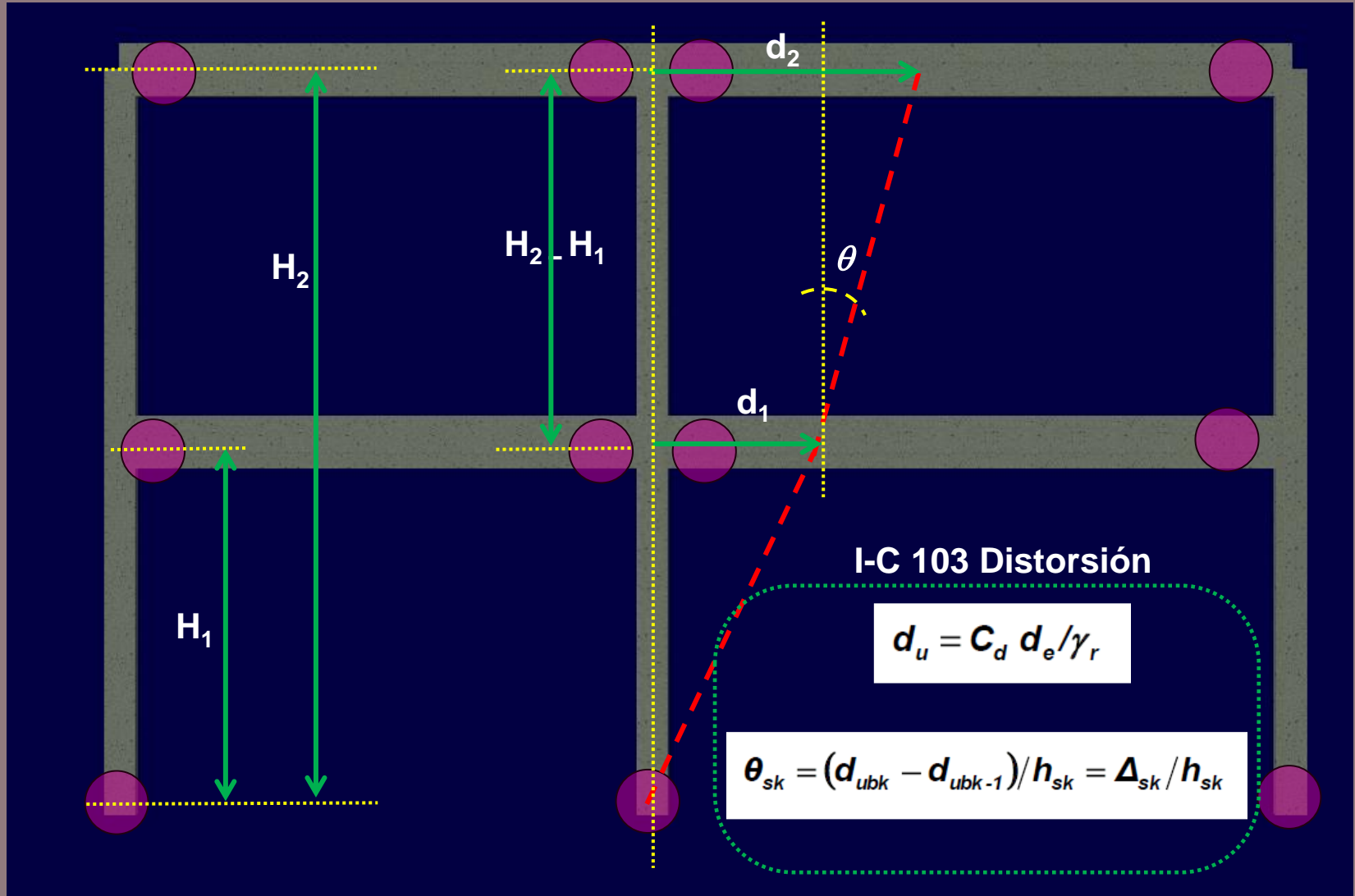
Definición del Mecanismo de Plastificación (MdP)



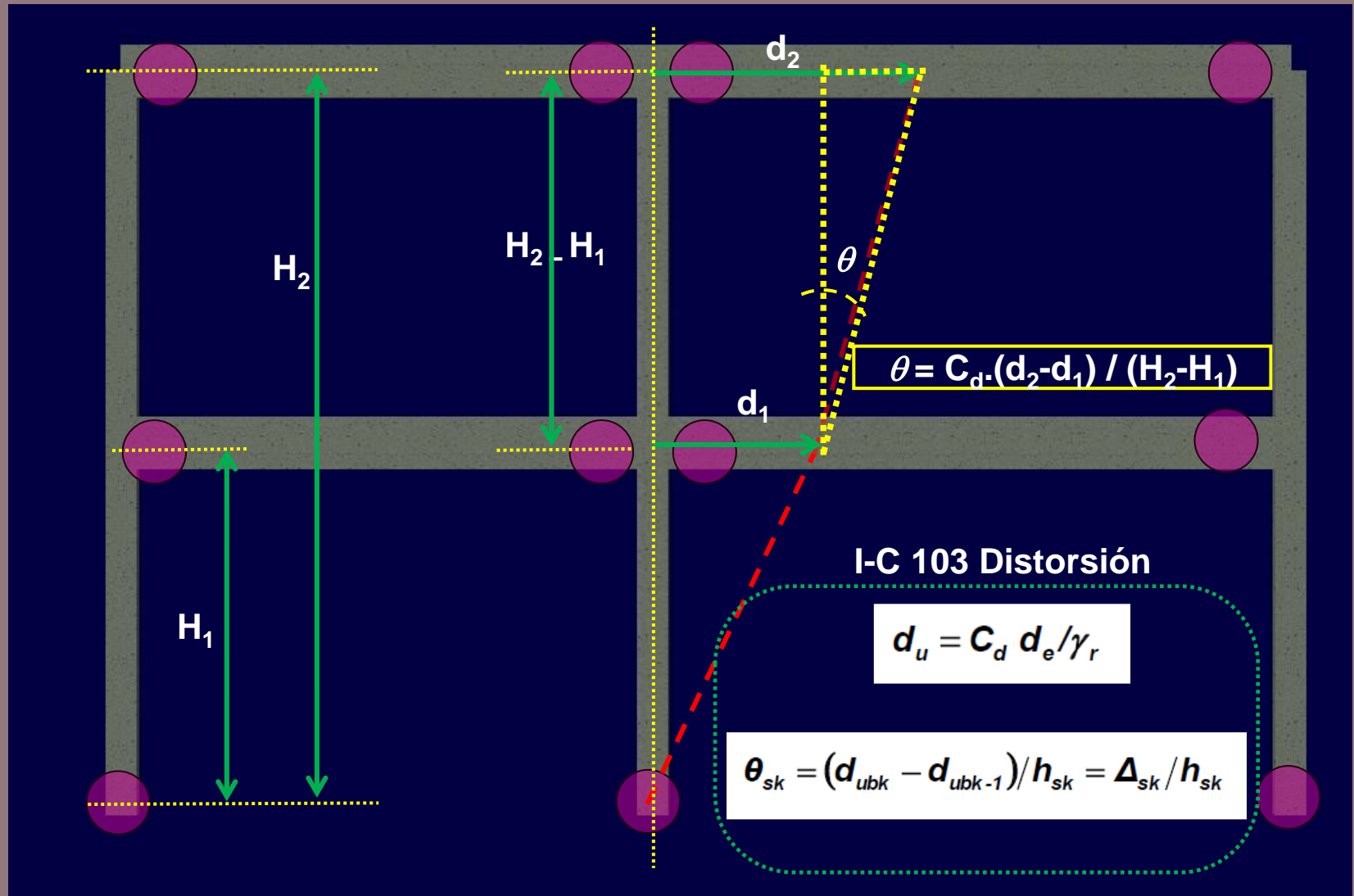
Control de deformaciones: **Distorsión de pisos**



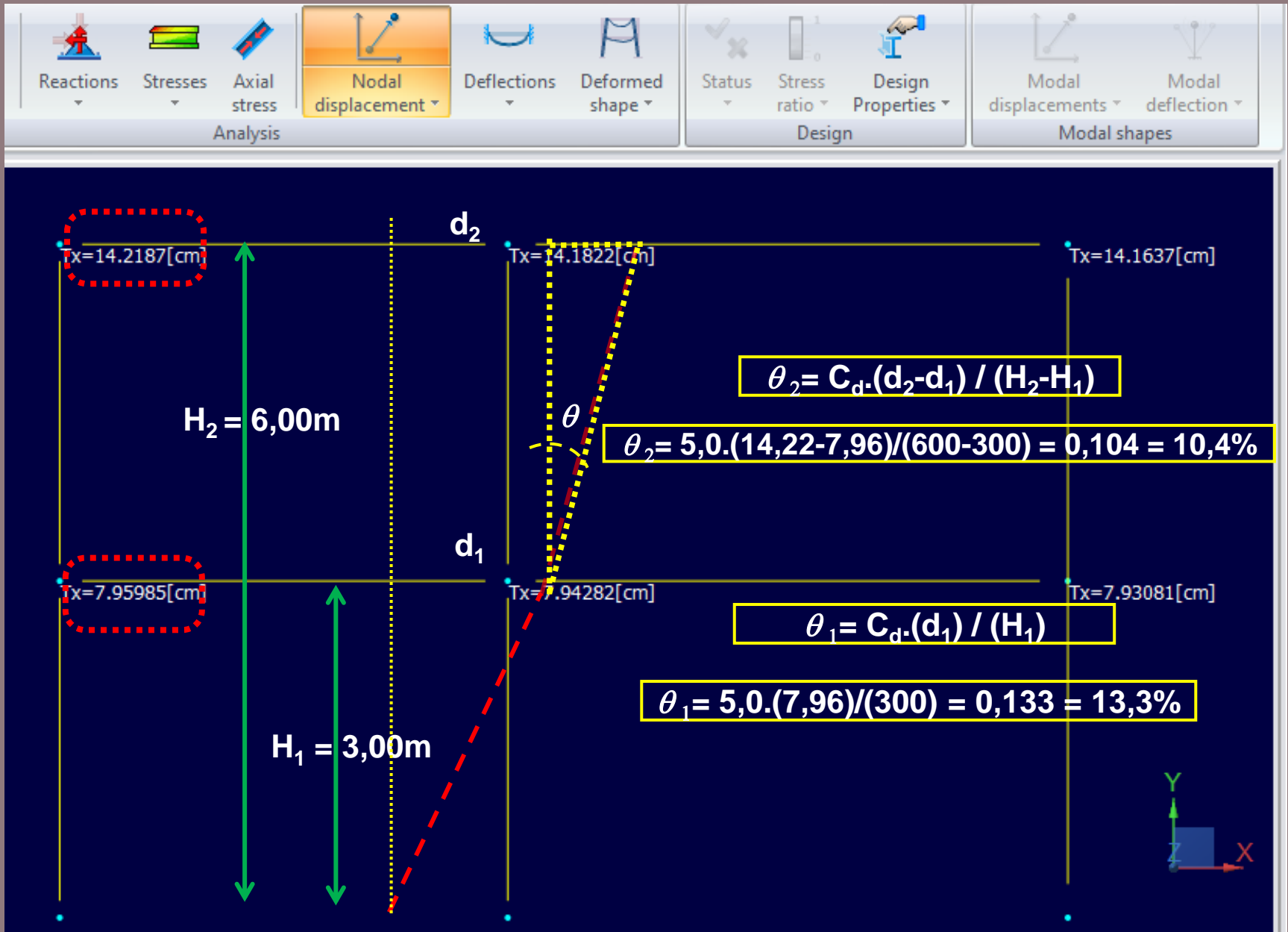
Control de deformaciones: **Distorsión de pisos**



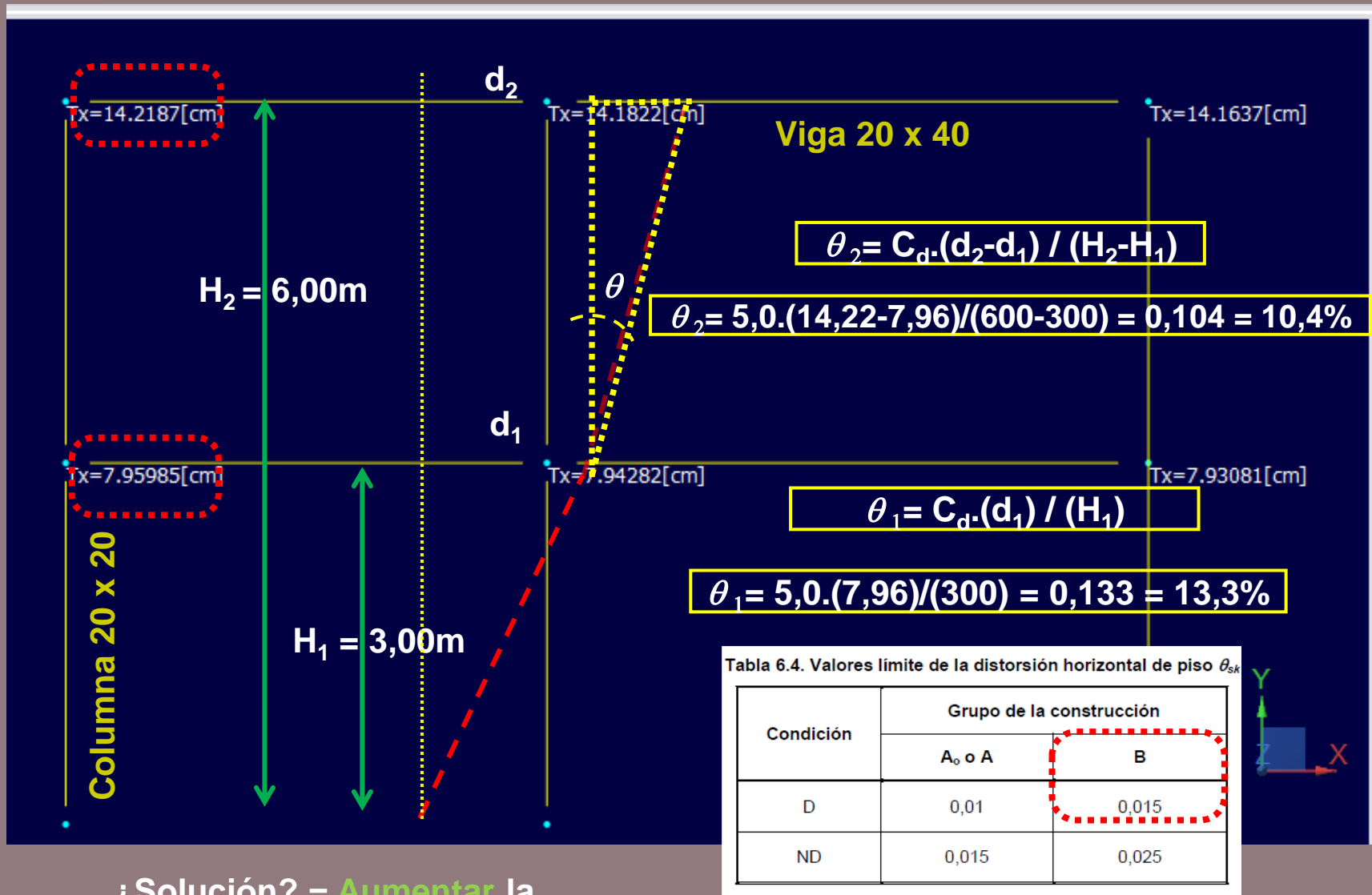
Control de deformaciones: **Distorsión de pisos**



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

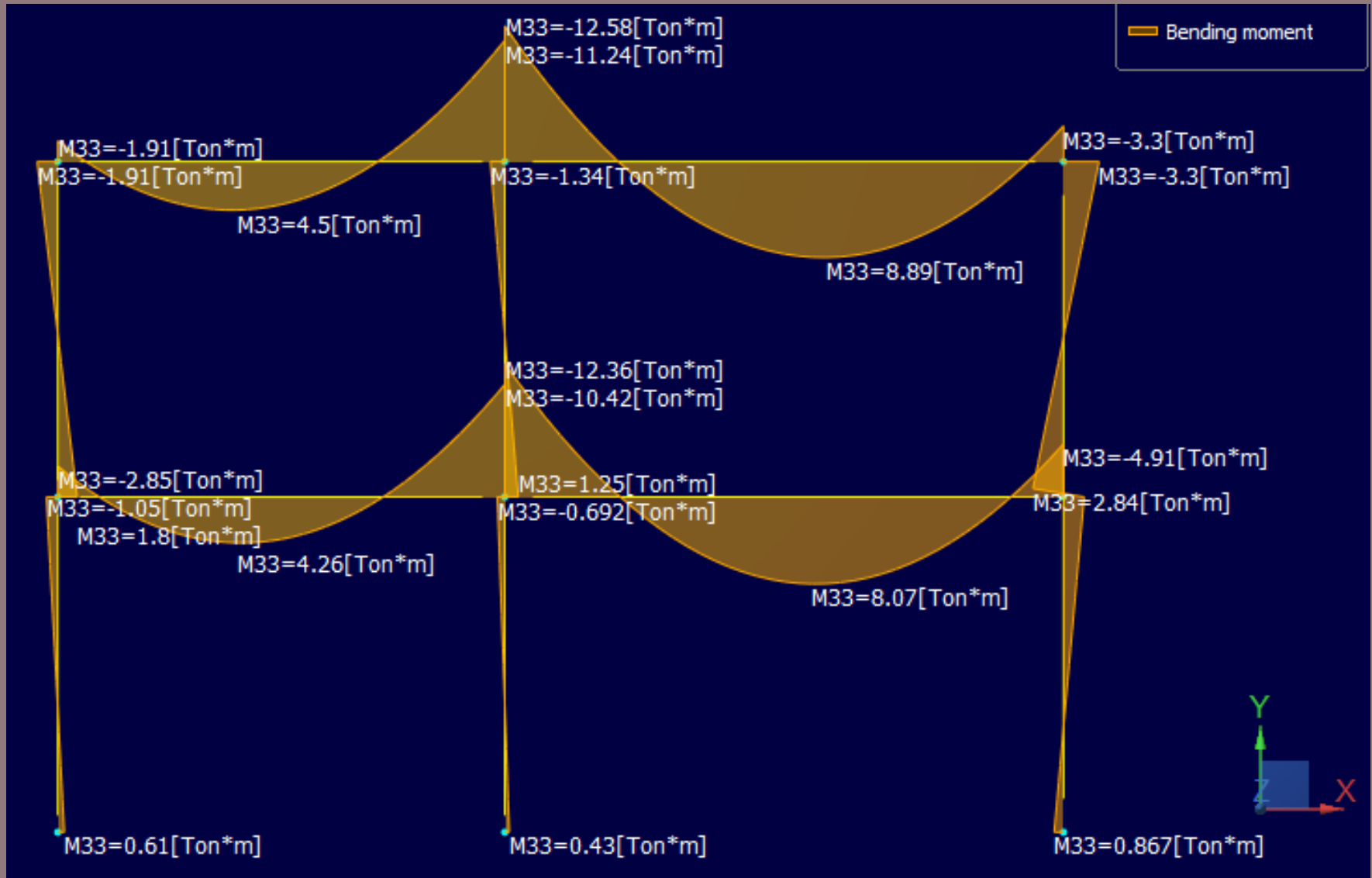
Cargar desplazamientos leído del RAM

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

DISEÑO por RESISTENCIA

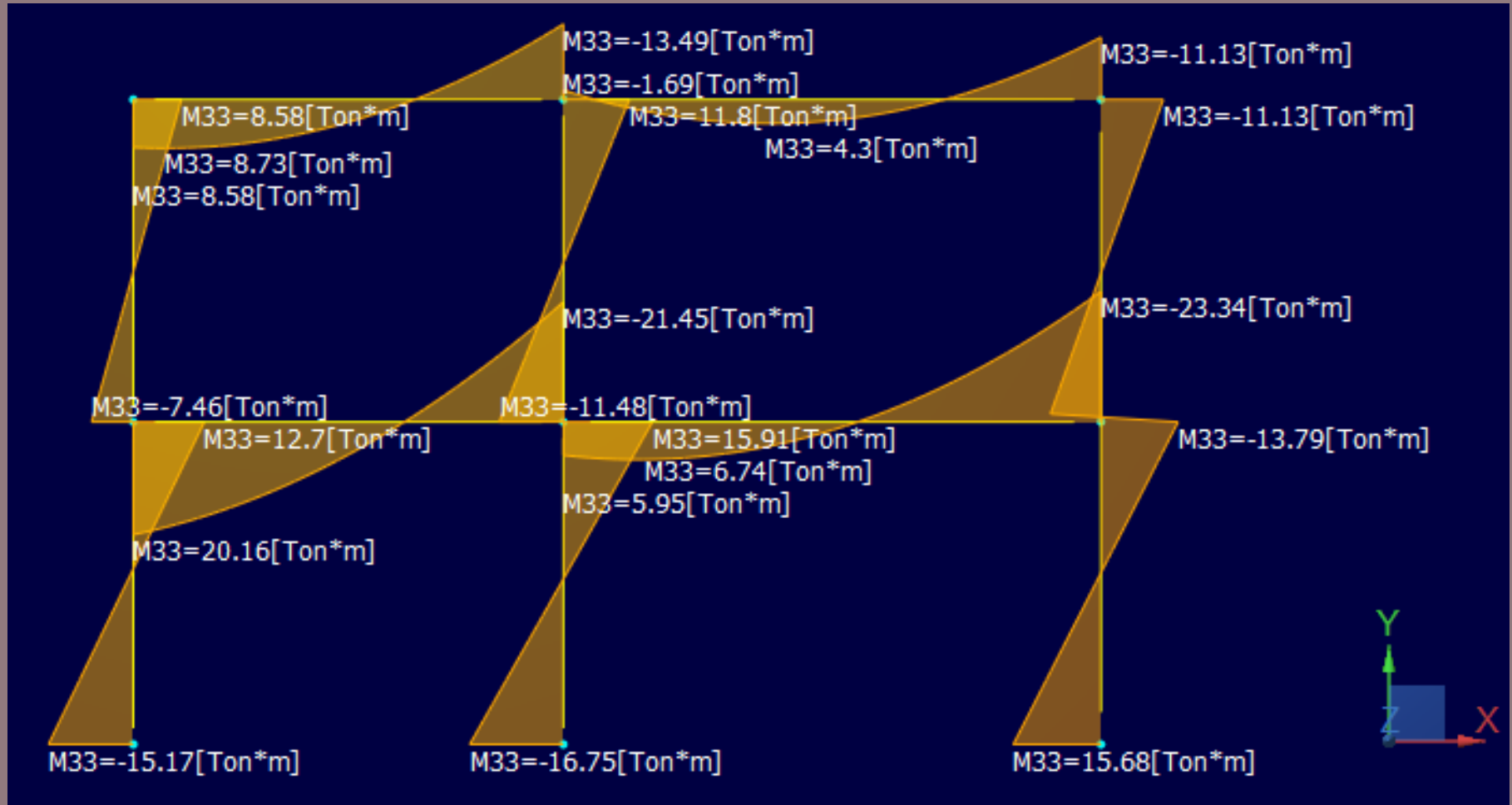
Dimensionado: Diagrama de Momentos Flectores

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



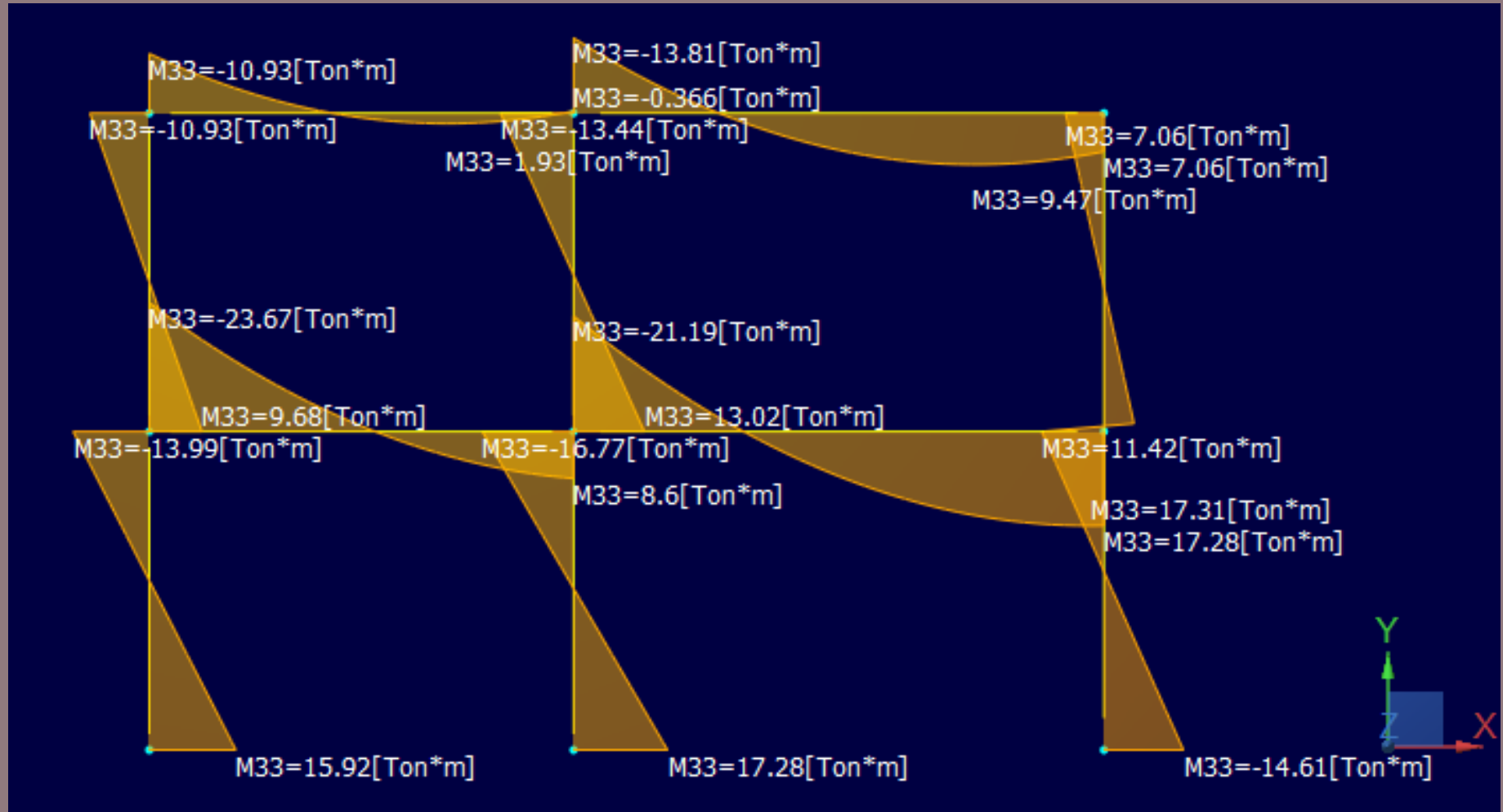
Dimensionado: Diagrama de Momentos Flectores

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



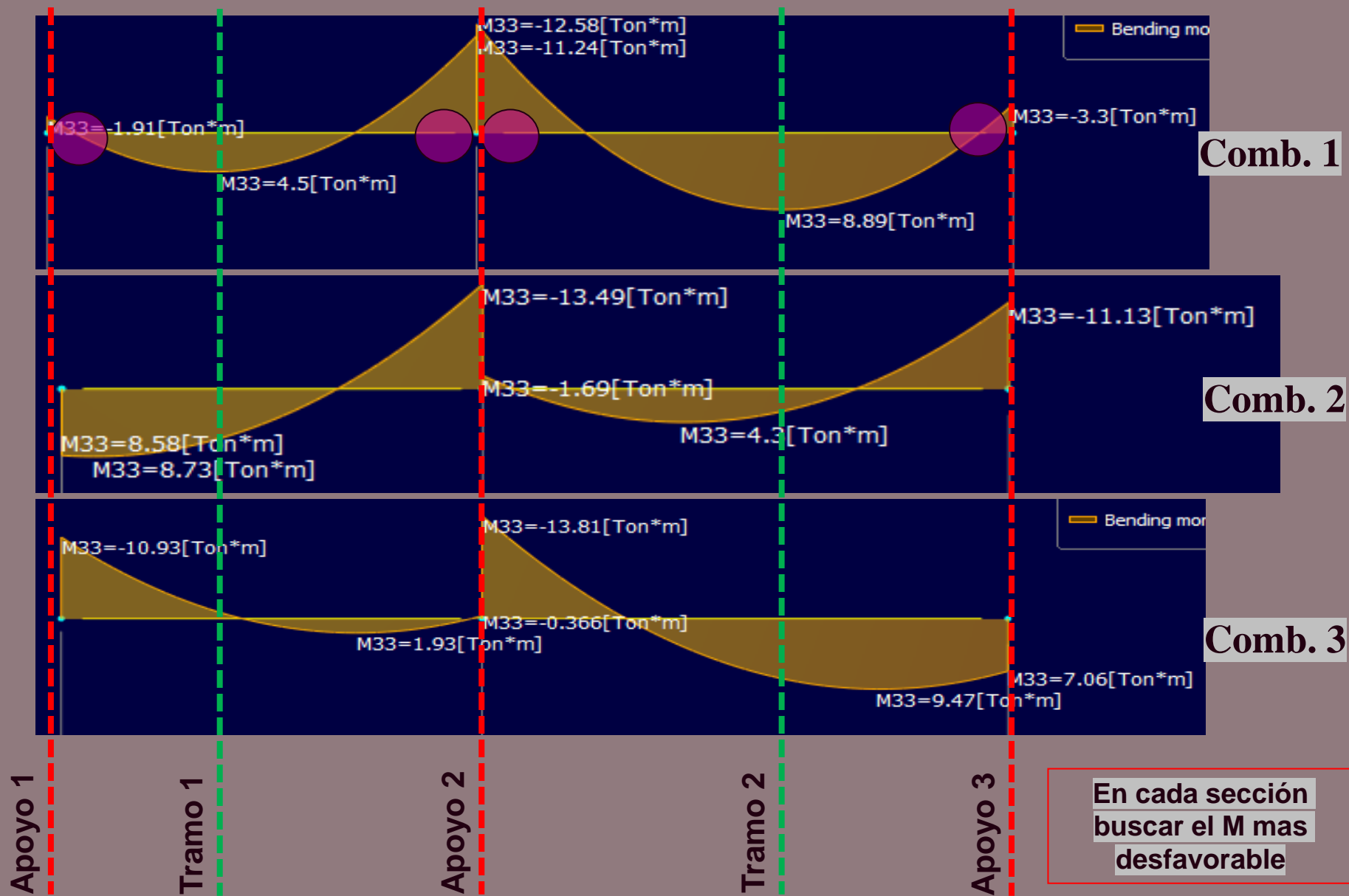
Dimensionado: Diagrama de Momentos Flectores

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



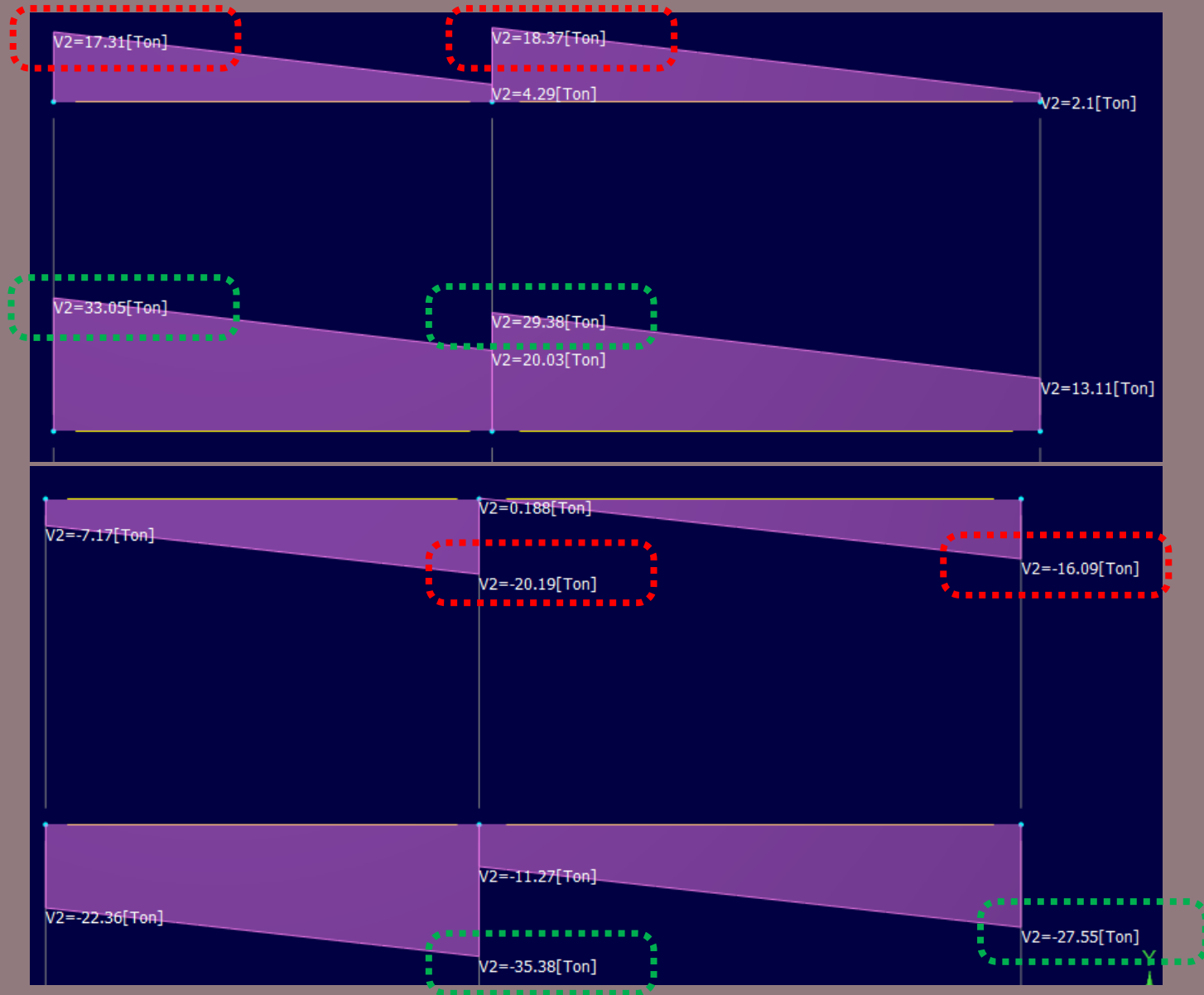
Dimensionado de Zonas con Disipación (ZdD).

combinaciones básicas del Reglamento (Vigas Planta alta)



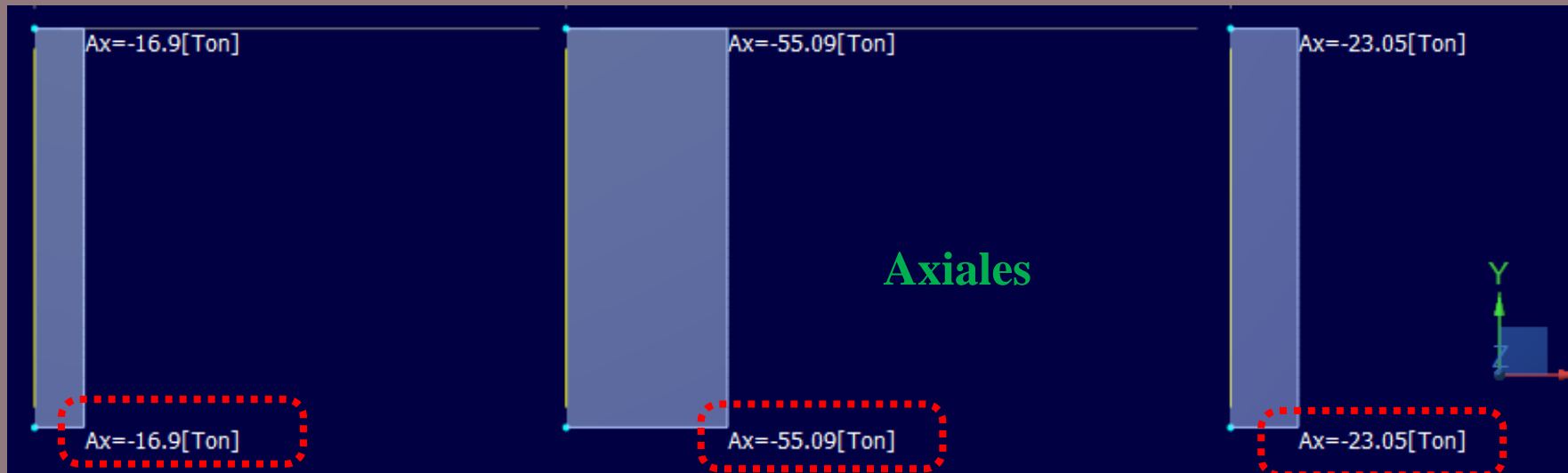
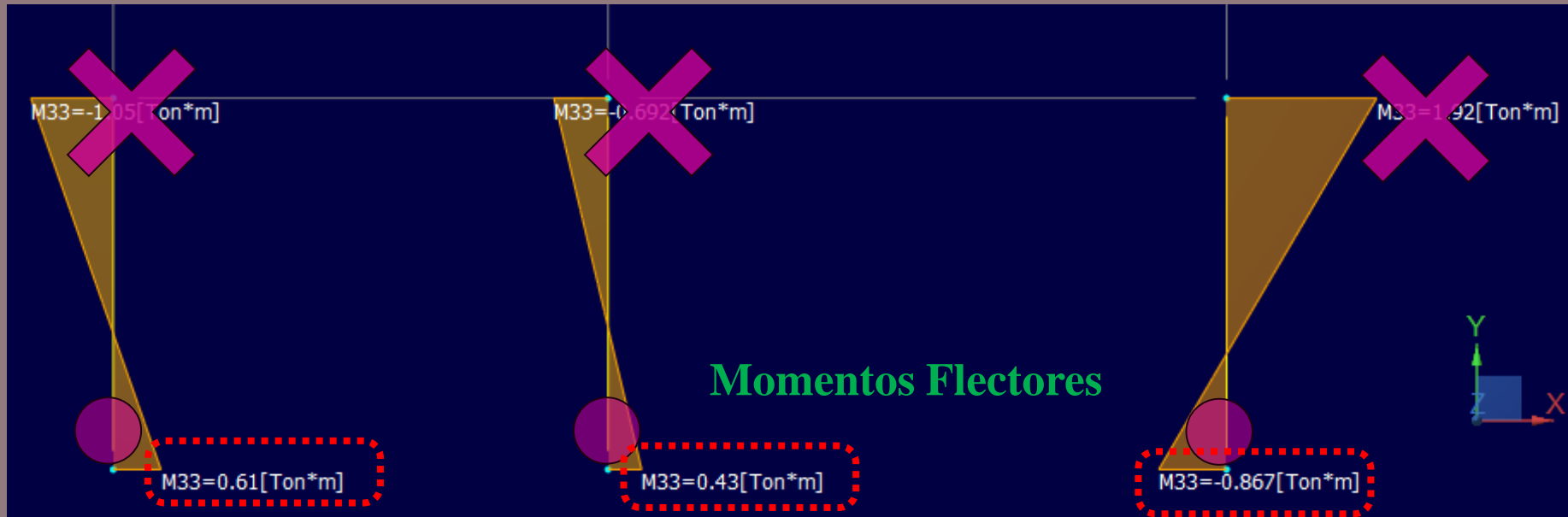
Dimensionar y proteger ZdD (Corte).

Usar combinaciones especiales del Reglamento (Solicitaciones mayoradas por Ω_0)



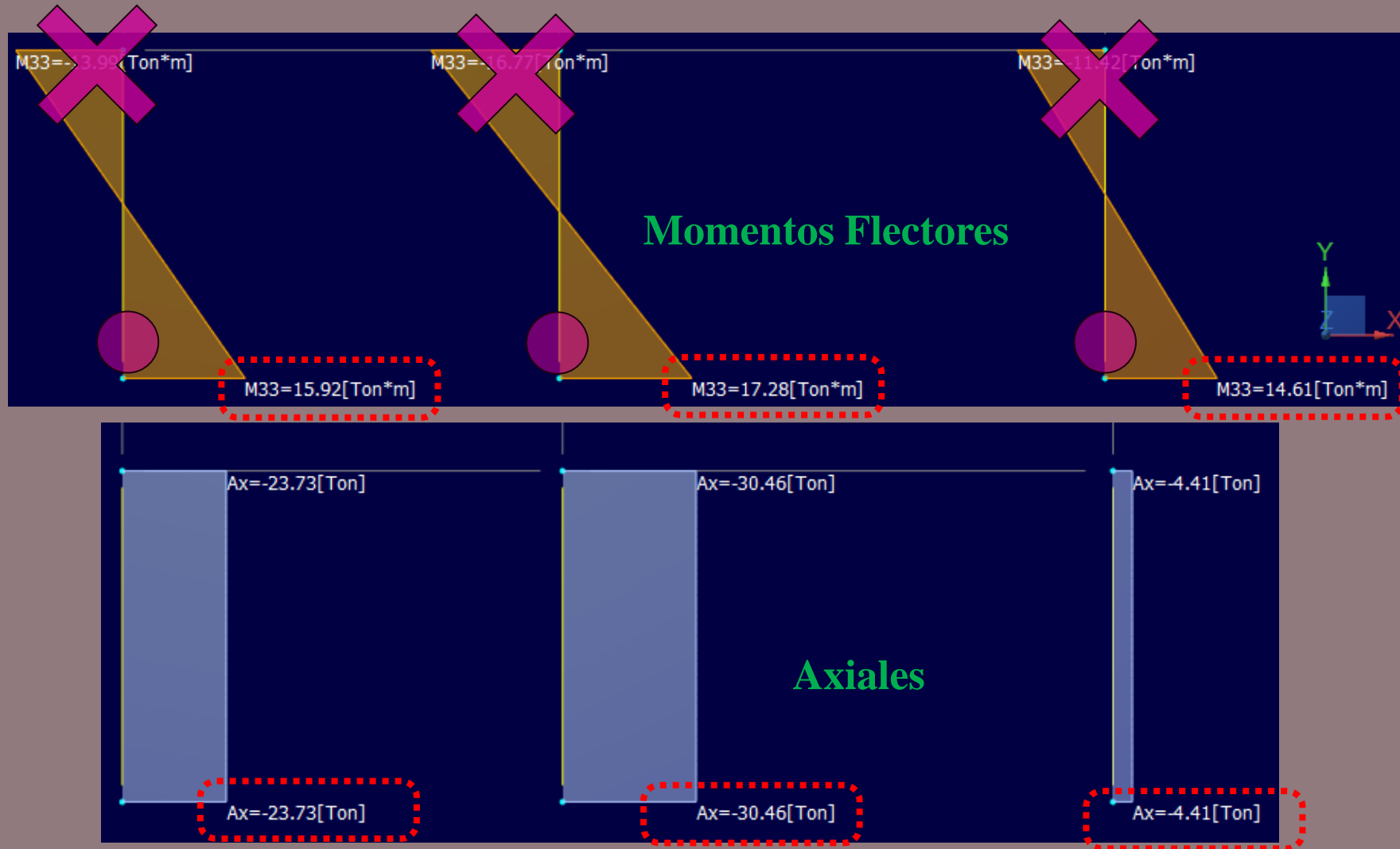
Dimensionado de Zonas con Disipación (ZdD).

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



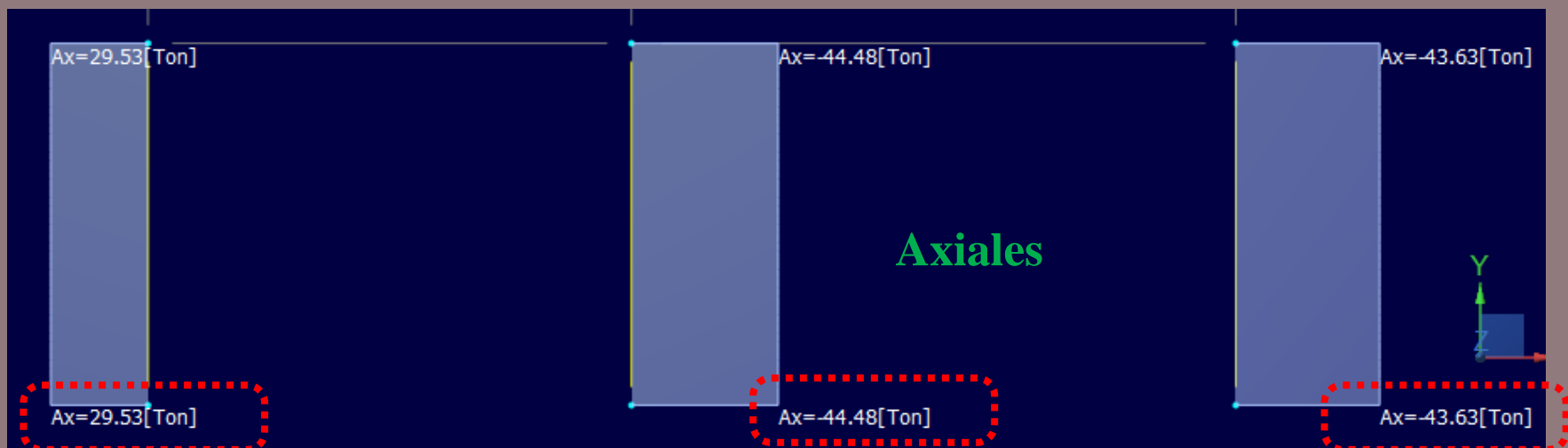
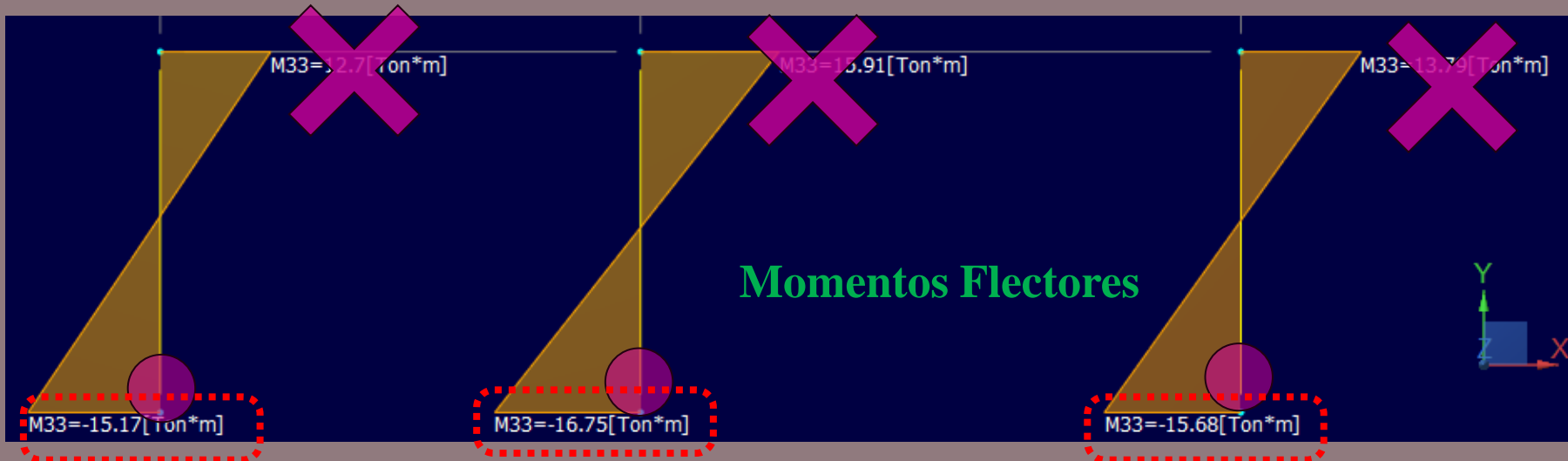
Dimensionado de Zonas con Disipación (ZdD).

- 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).

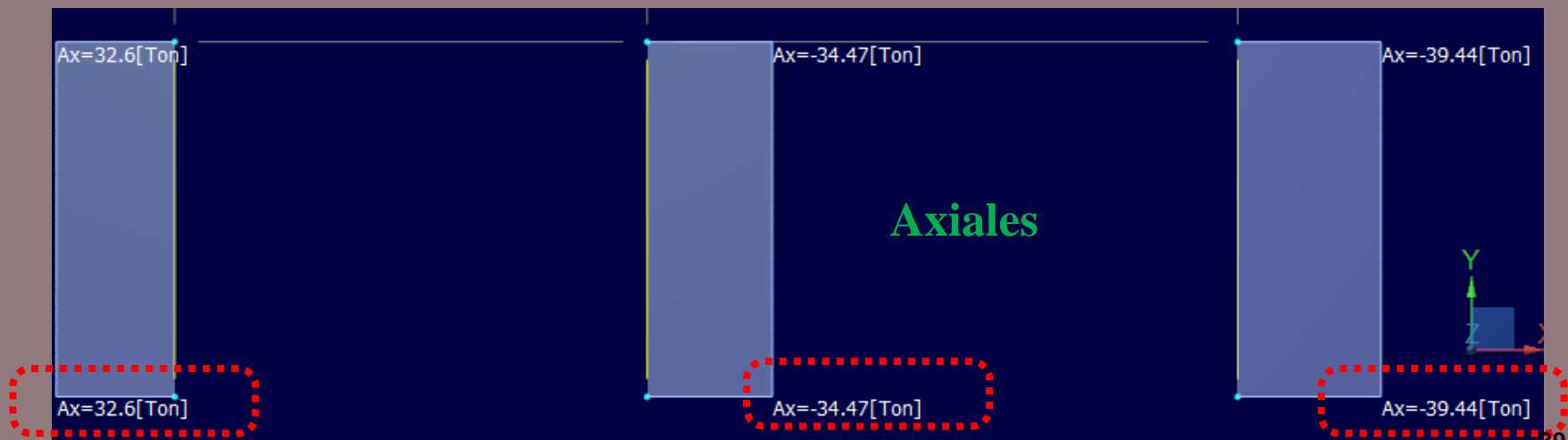
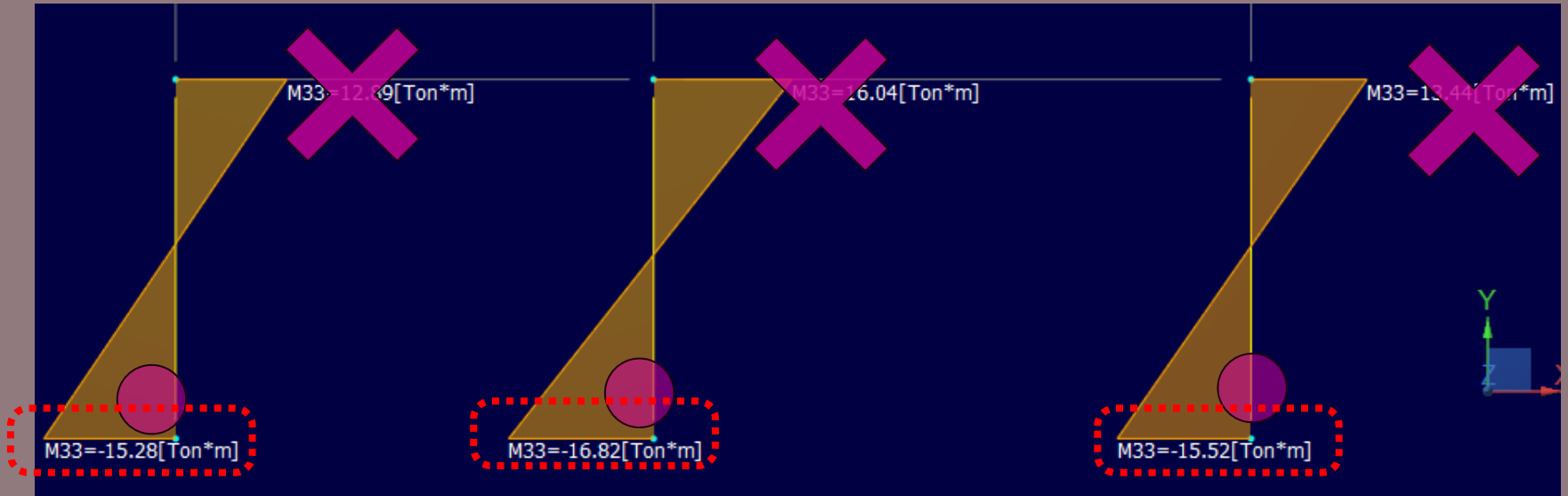
- 1) Flexión = Combinaciones **básicas** del Reglamento. $1,2D + 0,25L + 1,0E$
- 2) Axial = Combinaciones **Especiales**. $1,2D + 0,25L + 3,0E$



Dimensionado de Zonas con Disipación (ZdD).

1) Flexión = Combinaciones **básicas** del Reglamento. $0,8D + 0,25L + 1,0E$

2) Axial = Combinaciones **Especiales**. $0,8D + 0,25L + 3,0E$



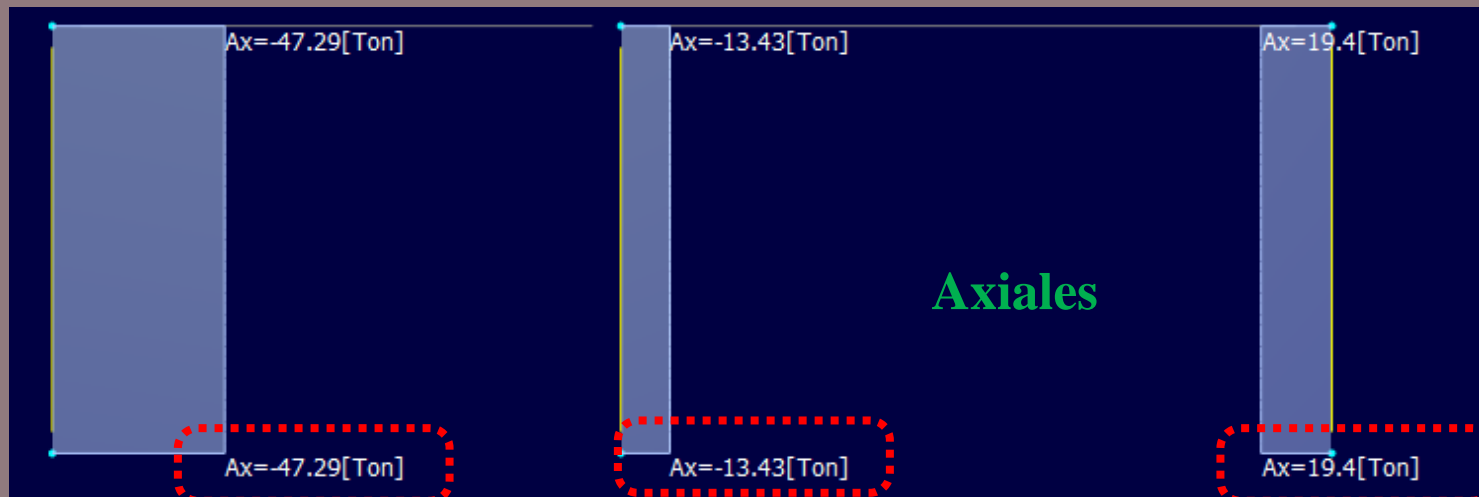
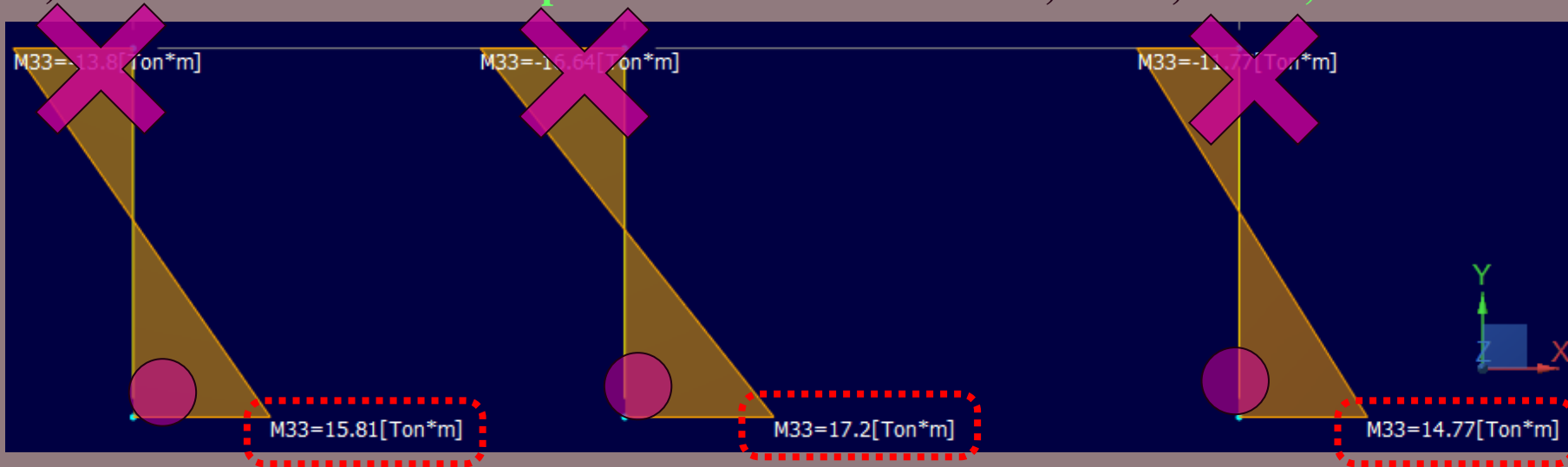
Dimensionado de Zonas con Disipación (ZdD).

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

$$0,8D + 0,25L - 1,0E$$

2) Axial = Combinaciones **Especiales**.

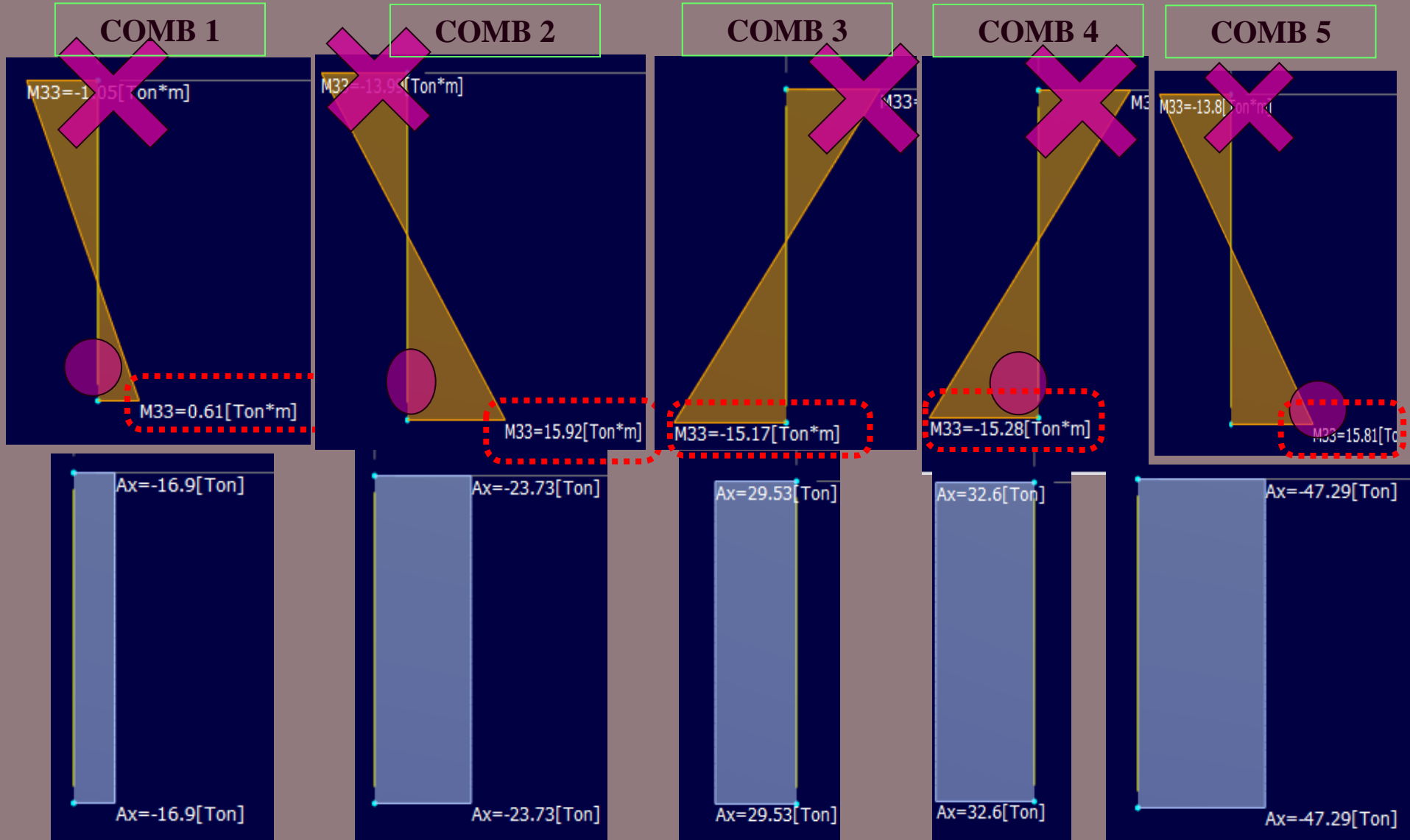
$$0,8D + 0,25L - 3,0E$$



Dimensionado de Columnas a Esfuerzos Combinados

Flexión + Compresión o Tracción

RESUMEN COLUMNA C1. SECCIÓN INFERIOR = PIE (RÓTULA)



Dimensionado de Columnas a Esfuerzos Combinados

Flexión + Compresión o Tracción

RESUMEN COLUMNA C1. SECCIÓN INFERIOR = PIE (RÓTULA)

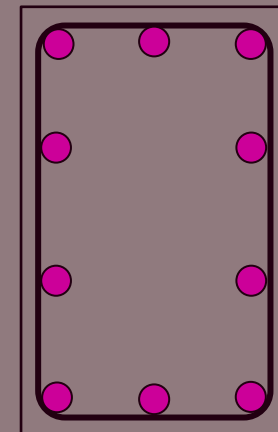
H-25	f'c =	25 MPa	fy =	420 MPa	
γ =	0,9		Diagrama	II-10	
b =	200	mm	h =	350 mm	
Combinación	Columna C1				
	Sección inferior = pie				
	Mu	Pu	mu	pu	Cuantía
	[tm]	[t]	[MPa]	[MPa]	ρ
C1	0,61	16,90	0,25	2,41	
C2	15,92	23,73	6,50	3,39	
C3	15,17	29,53	6,19	4,22	
C4	15,28	32,60	6,24	4,66	
C5	15,81	47,29	6,45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

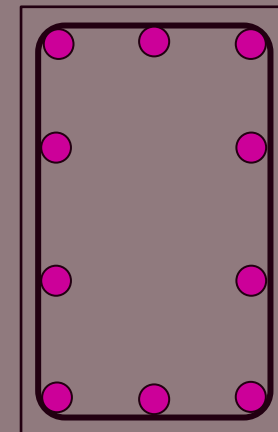
H-25	f'c =	25 MPa	fy =	420 MPa	
γ =	0,9		Diagrama	II-10	
b =	200	mm	h =	350 mm	
Combinación	Columna C2				
	Sección inferior = pie				
	Mu	Pu	mu	pu	Cuantía
	[tm]	[t]	[MPa]	[MPa]	ρ
C1	0,42	55,09	0,17	7,87	
C2	17,28	30,46	7,05	4,35	
C3	16,75	44,48	6,84	6,35	
C4	16,82	34,47	6,87	4,92	
C5	17,20	13,43	7,02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

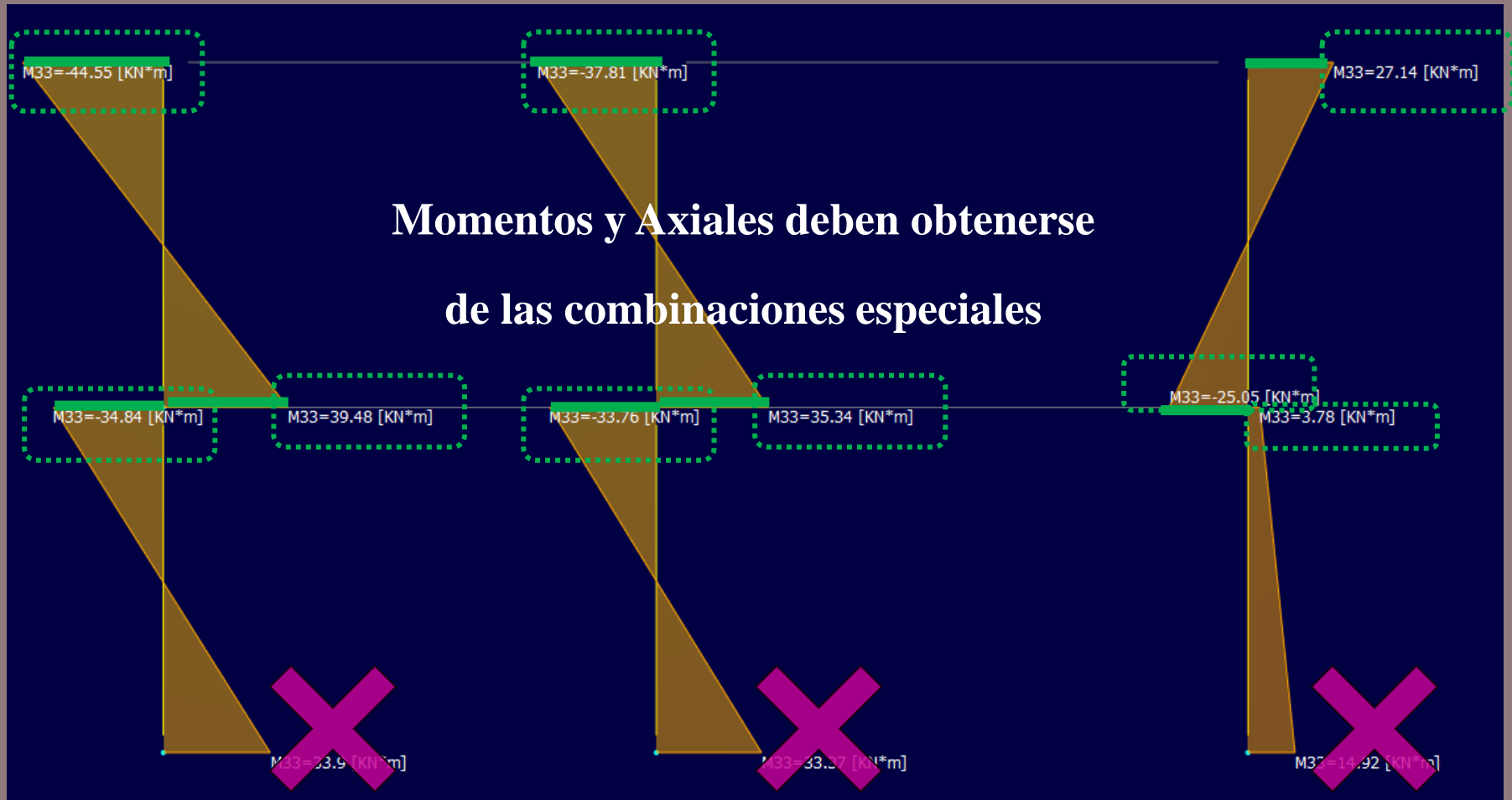
Tips:

Use la planilla de AA



Dimensionar resto de elementos (Diseño por Capacidad).

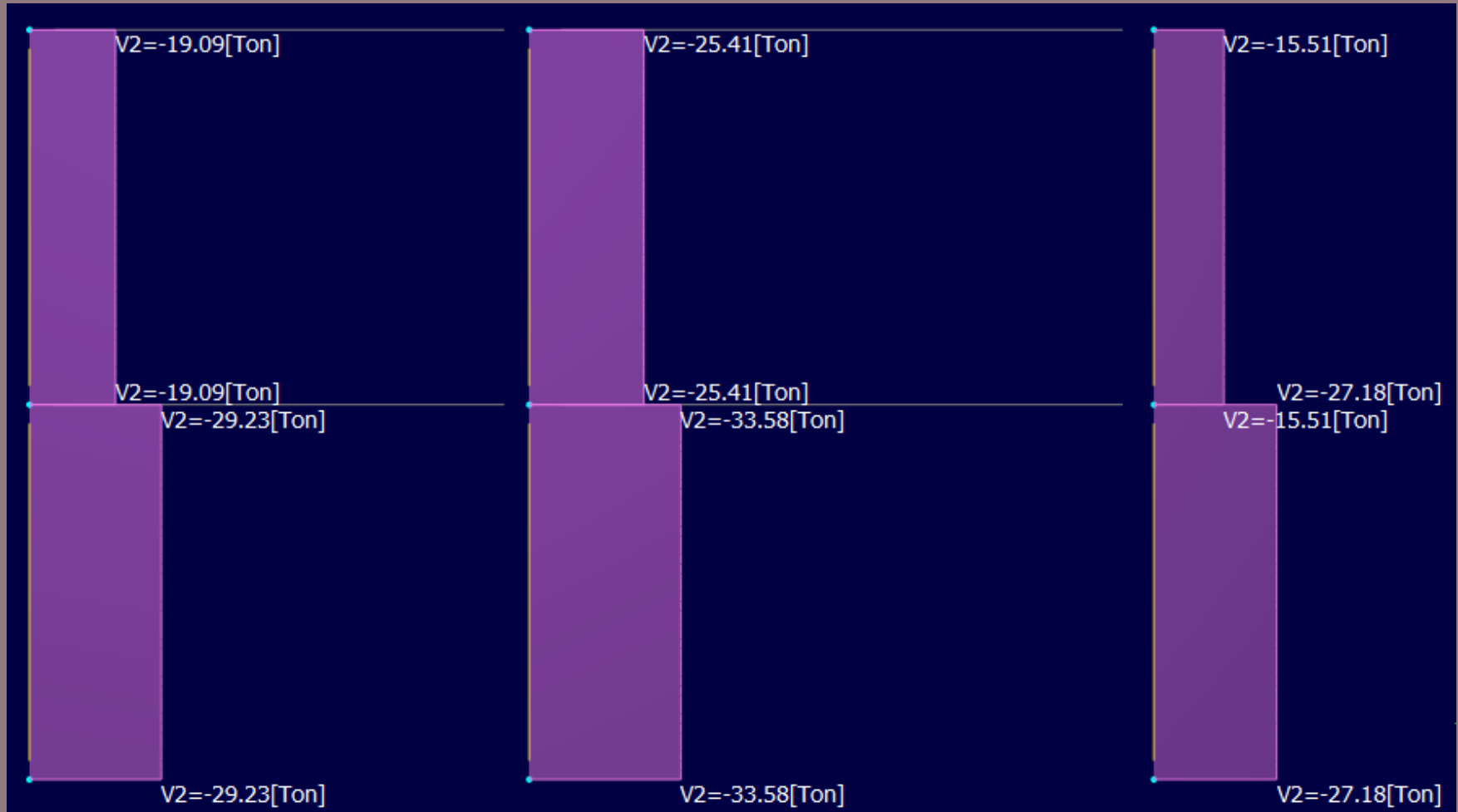
Usar combinaciones **especiales** del Reglamento (Solicitaciones mayoradas por Ω_0)



Dimensionar y proteger ZdD (Corte).

Usar combinaciones especiales del Reglamento (Solicitaciones mayoradas por Ω_o)

1) Corte = Combinaciones Especiales. Por ejemplo $1,2D + 0,25L - 3,0E$



Corte



FIN

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

Ing E. Daniel Quiroga