

# CURSO DE DISEÑO SÍSMICO Y CÁLCULO CON SAP2000

Bloque 3:

Mecanismos

sismorresistentes de las  
estructuras.



ACADEMIA  
**INGNOVA**  
FORMACIÓN TÉCNICA Y UNIVERSITARIA

### **3.1 CONCEPTO.**

Vamos a ver a continuación los mecanismos resistentes que podemos configurar en las estructuras para hacer frente a la acción del sismo.

### **3.2 COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL Y CONFIGURACIÓN DEL MECANISMO SISMORRESISTENTE.**

Como ya se ha visto a lo largo de este curso, la estructura sísmica se ha de diseñar para que desarrolle un comportamiento inelástico.

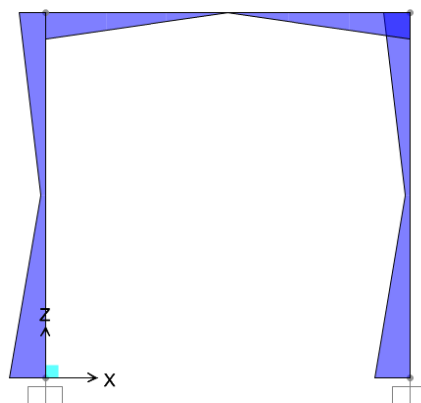
Ya vimos que permanecer en rango elástico ante el sismo generaría estructuras muy caras y, lo que se hace, es permitir que plastifiquen, aunque, claro está, esto debe ser de forma controlada y en determinadas partes de la estructura. Estas partes dedicadas a disipar la energía ante la acción sísmica son las denominadas zonas disipativas de la estructura.

En función de donde estén estas zonas disipativas y qué mecanismo de disipación utilicen se obtendrán unas estructuras u otras, fundamentalmente pórticos no arriostrados, pórticos arriostrados concéntricamente o pórticos arriostrados excéntricamente, todos ellos los vamos a ver a continuación.

### **3.3 PÓRTICOS NO ARRIOSTRADOS EN SAP2000.**

Los pórticos no arriostrados, conocidos también como pórticos a momento, son estructuras, como su propio nombre indica, que no llevan arriostramientos, con lo que la disipación de energía se produce por flexión y cortante en las barras.

El esquema típico de flectores que se produce en un pórtico a momento ante el sismo es:

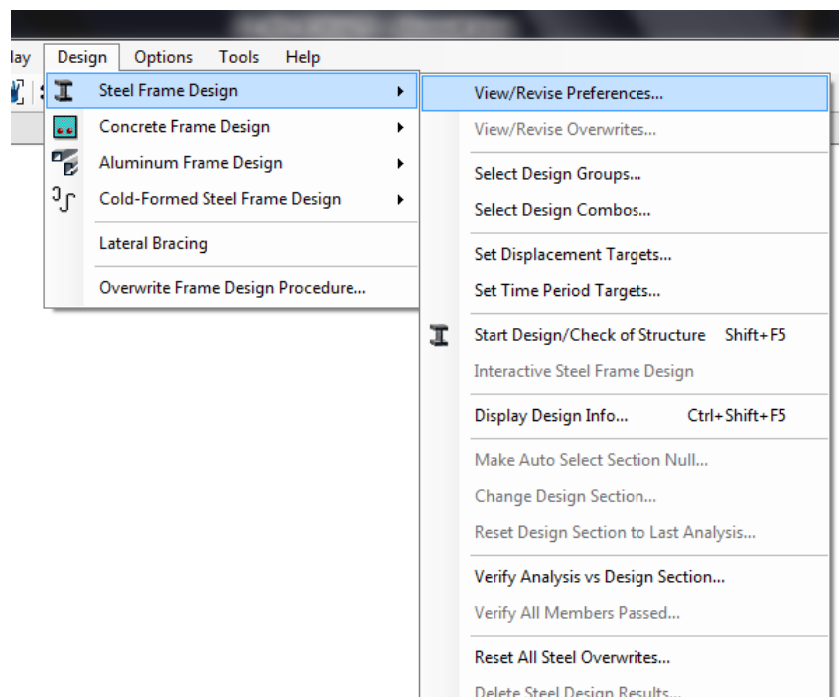


Como ya comentamos los valores máximos van en los nudos, siendo aquí donde se forman las rótulas plásticas, que hemos de llevar a las vigas y no a las columnas.

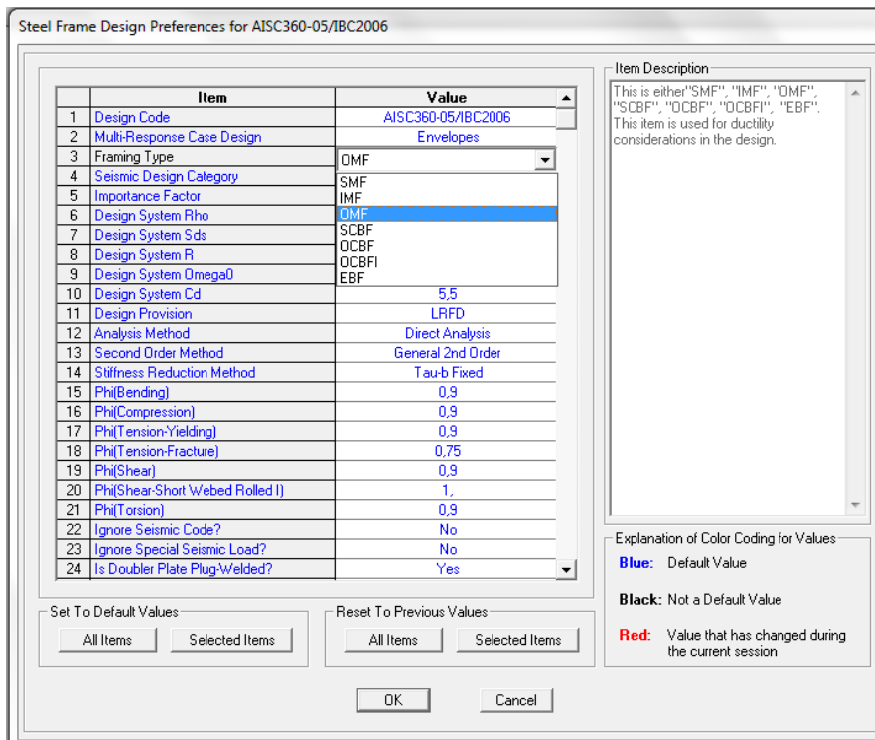
En función del nivel de ductilidad del que dotemos a estos pórticos se van a distinguir 3 niveles:

- Pórticos a momento ordinarios ("Ordinary Moment frames, OMF): son los menos dúctiles, la norma nos permite darles menos detalles encaminados a la plasticidad de las uniones y demás elementos. Por este motivo, son más sencillos de ejecutar, pero, al ser menos dúctiles, el valor de R es el más bajo, es decir, no nos deja reducir mucho el sismo.
- Pórticos a momento especiales ("Special Moment frames, SMF): son los más dúctiles, la norma nos exige más detalles encaminados a la plasticidad de las uniones y demás elementos. Son más complicados de ejecutar, pero, al ser más dúctiles, el valor de R que nos permiten es más alto, es decir, nos deja reducir mucho el sismo. Son estructuras más complicadas en cuanto a detalles de ejecución, pero menos pesadas en cuanto a perfilería.
- Pórticos a momento intermedios ("Intermediate Moment frames, IMF): son una solución intermedia entre las 2 anteriores.

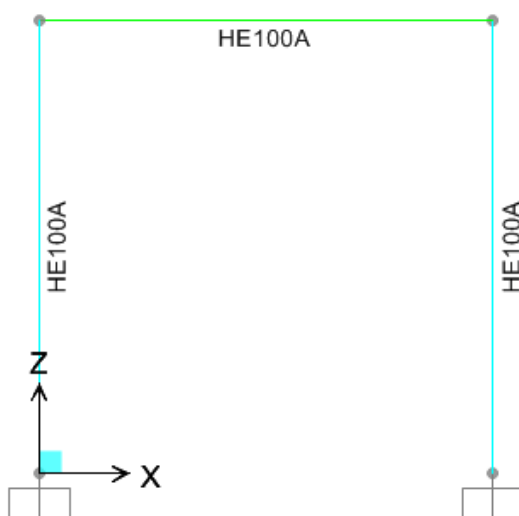
En SAP2000, los identificamos por sus iniciales en inglés y la forma de considerarlos es en Design – Steel Frame Design – View /Revise Preferences:



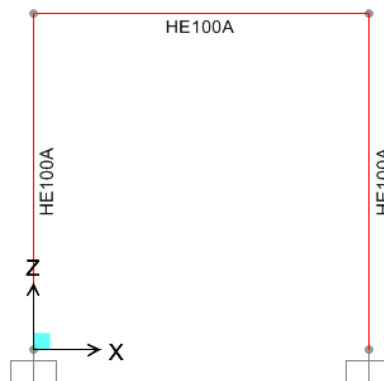
En la casilla Framing Type, podemos seleccionar cualquiera de las 3:



Así, podemos comprobar este pórtico de 3 metros de alto y largo, en perfiles HEA100 y con una carga L distribuida en el dintel de 1000 kg/m, si lo sometemos a la acción del sismo y dimensionamos como OMF o IMF, cumple:



Pero considerado como SMF, ya no cumple:



En el dintel da un fallo de esbeltez:

Steel Stress Check Information (AISC360-05/IBC2006)

Frame ID: 17      Analysis Section: HE100A  
 Design Code: AISC360-05/IBC2006      Design Section: HE100A

COMBO ID	STATION LOC	----MOMENT INTERACTION CHECK-----	MAJ-SHR	MIN-SHR
ID	LOC	RATIO = AXL + B-MAJ + B-MIN	RATIO	RATIO
DSTL8	0,50	Lb/ry > 0.086*E/Fy (AISC 341-PartI 9.8)		
DSTL8	1,00	Lb/ry > 0.086*E/Fy (AISC 341-PartI 9.8)		
DSTL8	1,50	Lb/ry > 0.086*E/Fy (AISC 341-PartI 9.8)		
DSTL8	2,00	Lb/ry > 0.086*E/Fy (AISC 341-PartI 9.8)		
DSTL8	2,50	Lb/ry > 0.086*E/Fy (AISC 341-PartI 9.8)		
DSTL8	3,00	Lb/ry > 0.086*E/Fy (AISC 341-PartI 9.8)		

Strength     
 Deflection     
     
     

Stylesheet: Default

Y en los pilares falla la relación de capacidad viga-columna (peligro de formación de rótula plástica en el pilar):

Steel Stress Check Information (AISC360-05/IBC2006)

Frame ID: 13      Analysis Section: HE100A  
 Design Code: AISC360-05/IBC2006      Design Section: HE100A

COMBO ID	STATION LOC	----MOMENT INTERACTION CHECK-----	MAJ-SHR	MIN-SHR
ID	LOC	RATIO = AXL + B-MAJ + B-MIN	RATIO	RATIO
DSTL7	0,00	0,154 (C) = 0,001 + 0,002 + 0,152	0,000	0,002
DSTL7	1,50	0,077 (C) = 0,000 + 0,000 + 0,076	0,000	0,002
DSTL7	3,00	Beam/Column capacity ratio exceeds limit		
DSTL8	0,00	0,003 (C) = 0,001 + 0,002 + 0,000	0,000	0,000
DSTL8	1,50	0,002 (C) = 0,000 + 0,000 + 0,000	0,000	0,000
DSTL8	3,00	Beam/Column capacity ratio exceeds limit		

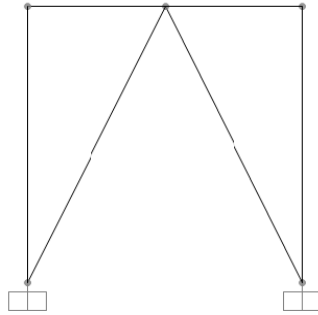
Strength     
 Deflection     
     
     

Stylesheet: Default

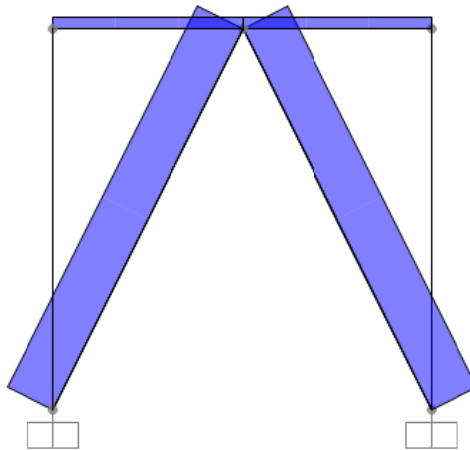
Fallos que no aparecían en las configuraciones menos dúctiles.

### 3.4 PÓRTICOS ARRIOSTRADOS CONCÉNTRICAMENTE EN SAP2000.

Estos pórticos llevan un arriostrado simétrico, puede ser de varios tipos, habitualmente en V invertida:



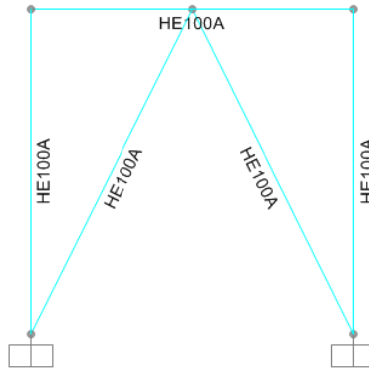
En este caso la disipación de energía se va a producir por esfuerzo axial de las vigas riostras, de forma que, ante la acción del sismo, el esquema típico de axiles es:



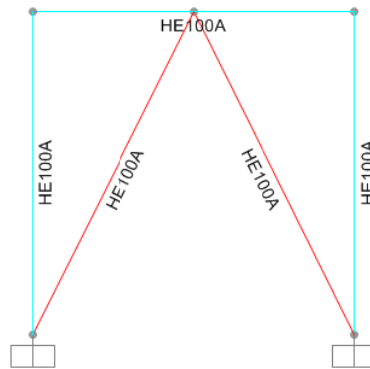
Paralelamente a lo anterior, en este caso también se distinguen niveles de ductilidad:

- Pórticos arriostrados concéntricamente ordinarios (“Ordinary Concentrically Braced Frames”, OCBF): los menos dúctiles, se nos permite una R menor.
- Pórticos arriostrados concéntricamente especiales (“Special Concentrically Braced Frames”, SCBF): los más dúctiles, se nos permite una R mayor.

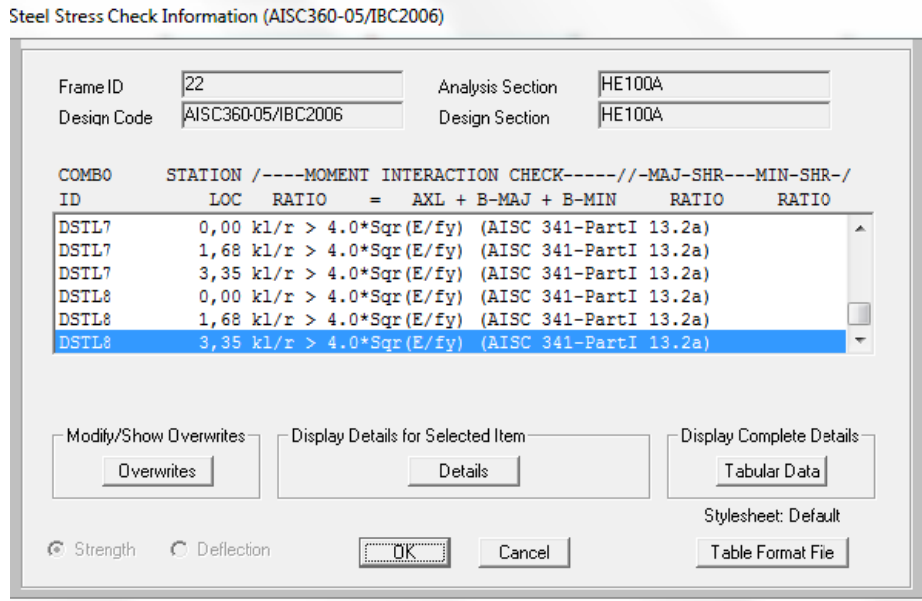
Así, podemos comprobar este pórtico de 3 metros de alto y largo con riostras, todos en perfiles HEA100 y con una carga L distribuida en el dintel de 1000 kg/m, si lo sometemos a la acción del sismo y dimensionamos como OCBF, cumple:



Sin embargo, como SCBF falla:

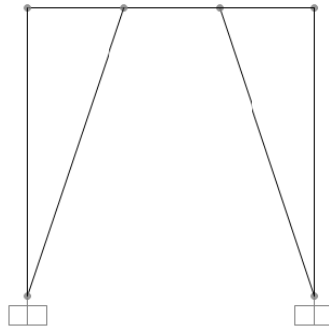


El fallo que nos da en las diagonales es de esbeltez excesiva:

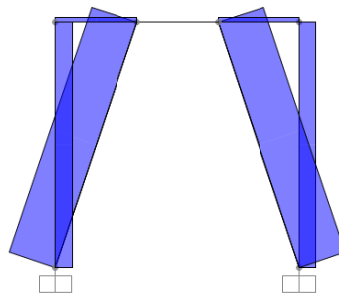


### 3.5 PÓRTICOS ARRIOSTRADOS EXCÉNTRICAMENTE EN SAP2000.

En este caso tenemos una excentricidad en los arriostros, de tal forma que un esquema típico es:

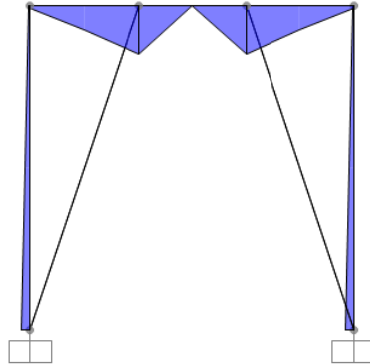


La disipación de energía es por axil y flexión, el esquema de axiles:





Y los flectores:



Paralelamente a lo anterior, en este caso también se distinguen 2 niveles de ductilidad:

- Pórticos arriostrados excéntricamente ordinarios (“Ordinary Excentrically Braced Frames”, ECBF): los menos dúctiles, se nos permite una R menor.
- Pórticos arriostrados excéntricamente especiales (“Special Excentrically Braced Frames”): los más dúctiles, se nos permite una R mayor.

En SAP2000, sólo podemos elegir los primeros.

### 3.6 CRITERIOS DE ELECCIÓN. VENTAJAS E INCONVENIENTES DE CADA CONFIGURACIÓN.

Como hemos visto, la normativa nos permite una cierta libertad a la hora de calcular una estructura sísmica.

Podemos elegir niveles altos de ductilidad, la ventaja en este caso será que la estructura se diseñará para esfuerzos menores y, por tanto, saldrán perfiles menores, pero, a cambio, la norma nos requerirá detalles de uniones más complicados, compacidad de determinadas secciones...

En cada caso habrá que ver que compensa más, si un menor peso global o una sencillez de ejecución.

Todo lo anterior en cuanto a nivel de ductilidad, a nivel de configuración, tenemos que los pórticos a momento son idóneos en el sentido de que

dejan el paño libre, mientras que los pórticos arriostrados son estructuralmente más ventajosos, pero geoméricamente más invasivos.

Siempre que se puede se arriostra la estructura, salvo en casos en los que geoméricamente no es posible porque hay que dejar paso en ese paño a algún elemento.