



# Análisis Sísmico



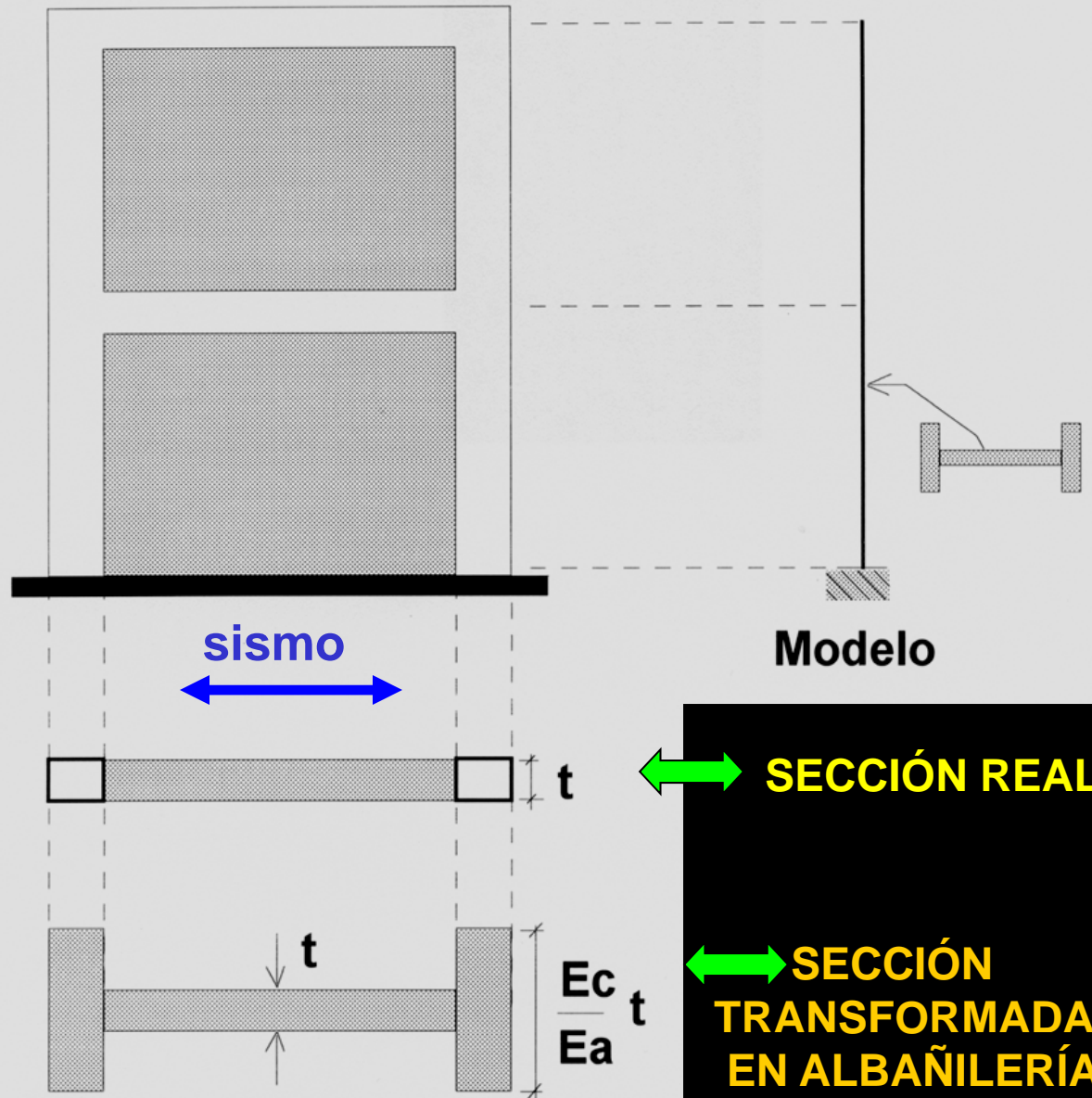
San Bartolomé



**EFFECTOS DEL PROCESO CONSTRUCTIVO EN EL MODELAJE**

**SECCIÓN  
COMPUESTA  
POR DOS  
MATERIALES  
INTEGRADOS**

**MURO CONFINADO**

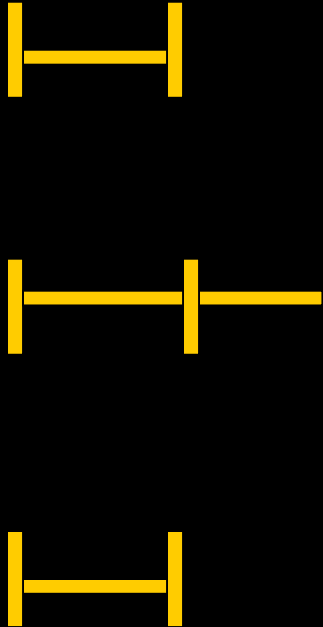
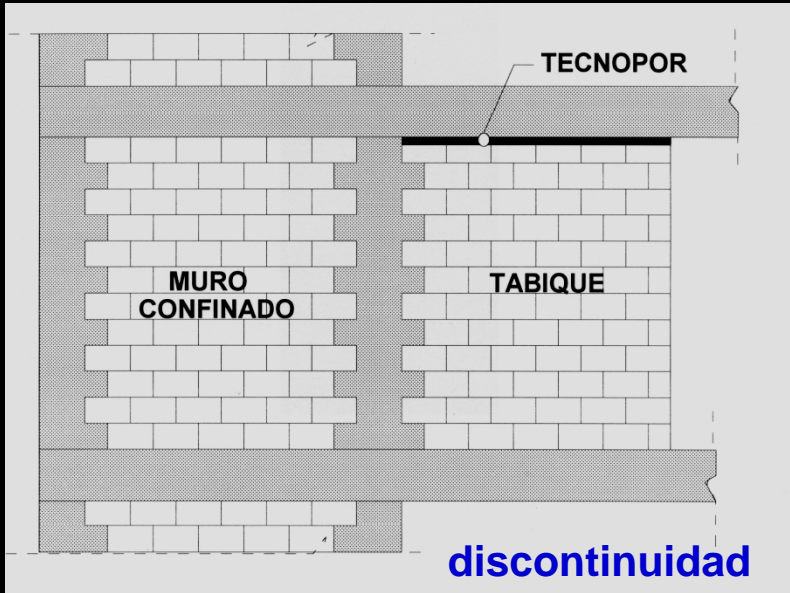
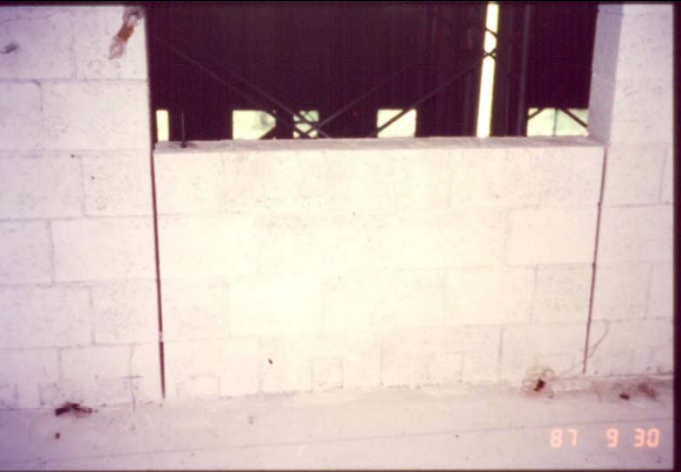


**SECCIÓN REAL**

**SECCIÓN  
TRANSFORMADA  
EN ALBAÑILERÍA**

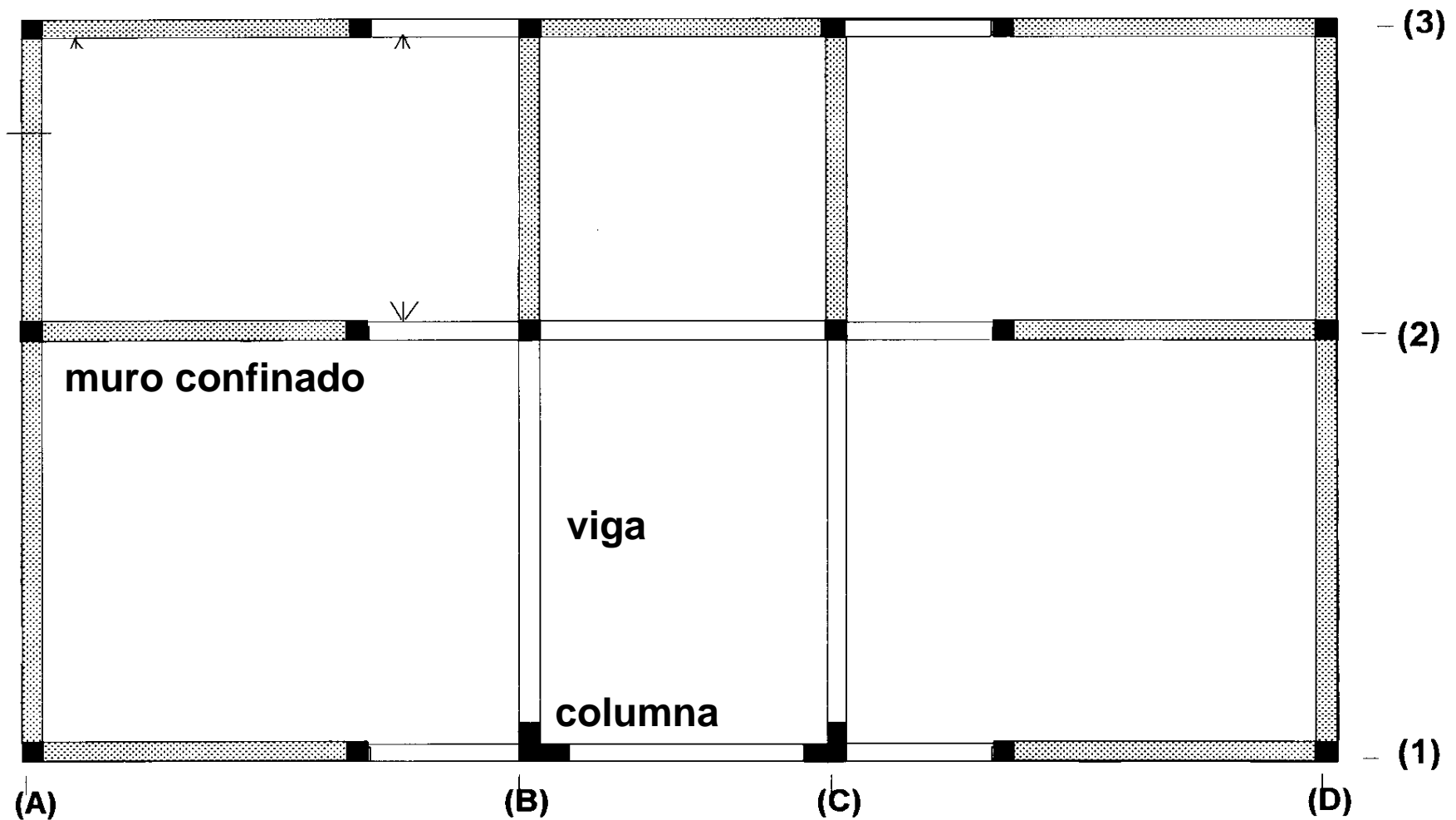


**LA ESTRUCTURA DEBE  
SER SENCILLA DE MODELAR  
PARA COMPRENDER SU  
COMPORTAMIENTO**



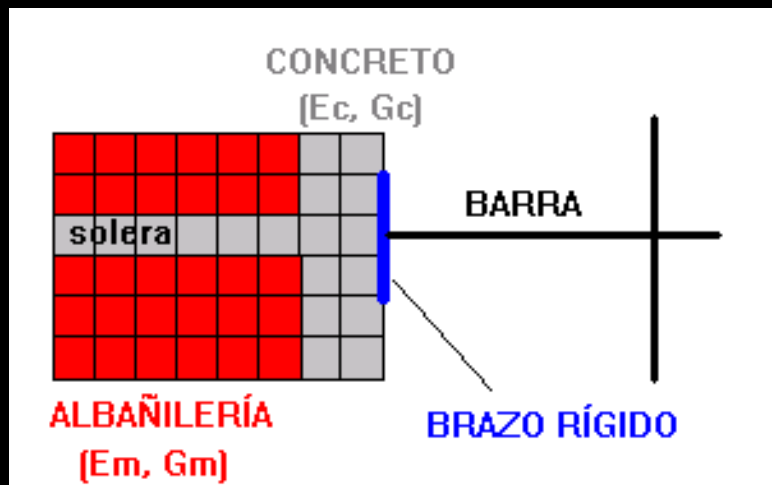
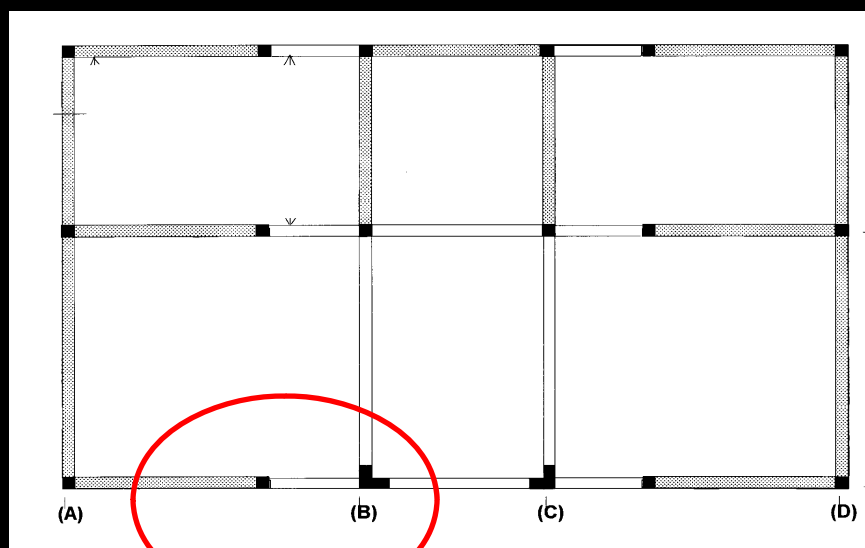
**Aislamiento de Alféizares y Tabiques Discontinuos**

# Modelaje Estructural

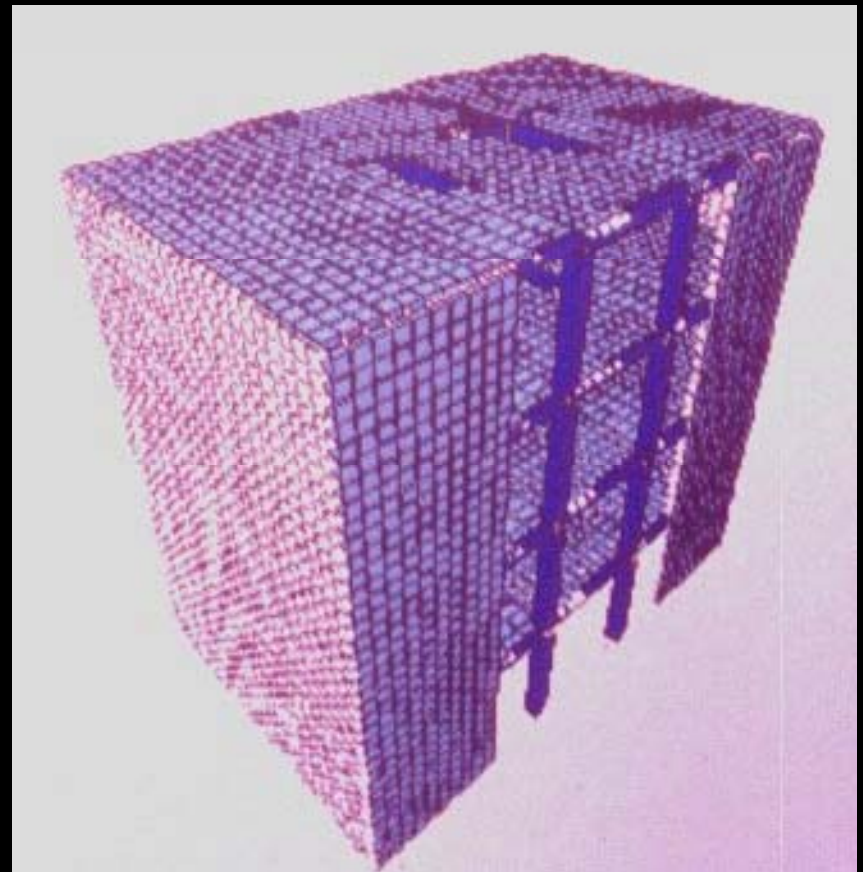


# ELEMENTOS FINITOS

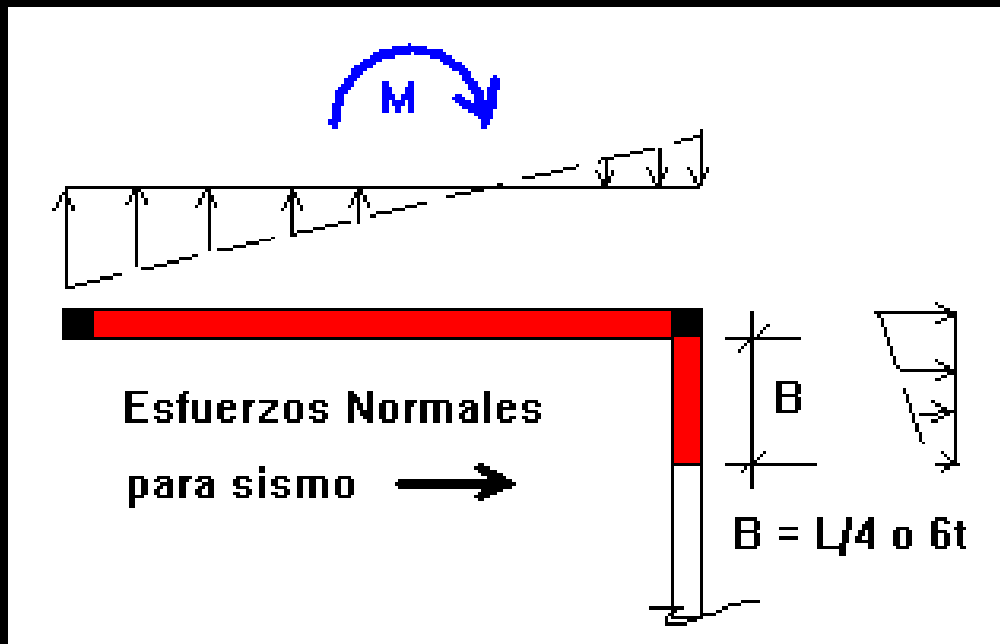
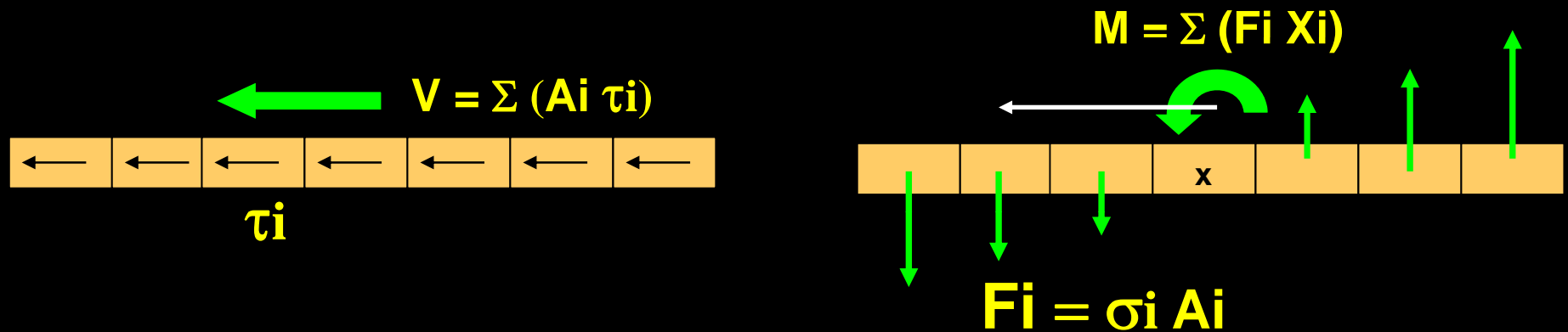
Los muros y sus confinamientos se enmallan con elementos tipo Shell. Las vigas y columnas pueden modelarse con elementos "Frame"



Cada elemento tiene su propio E, G, t

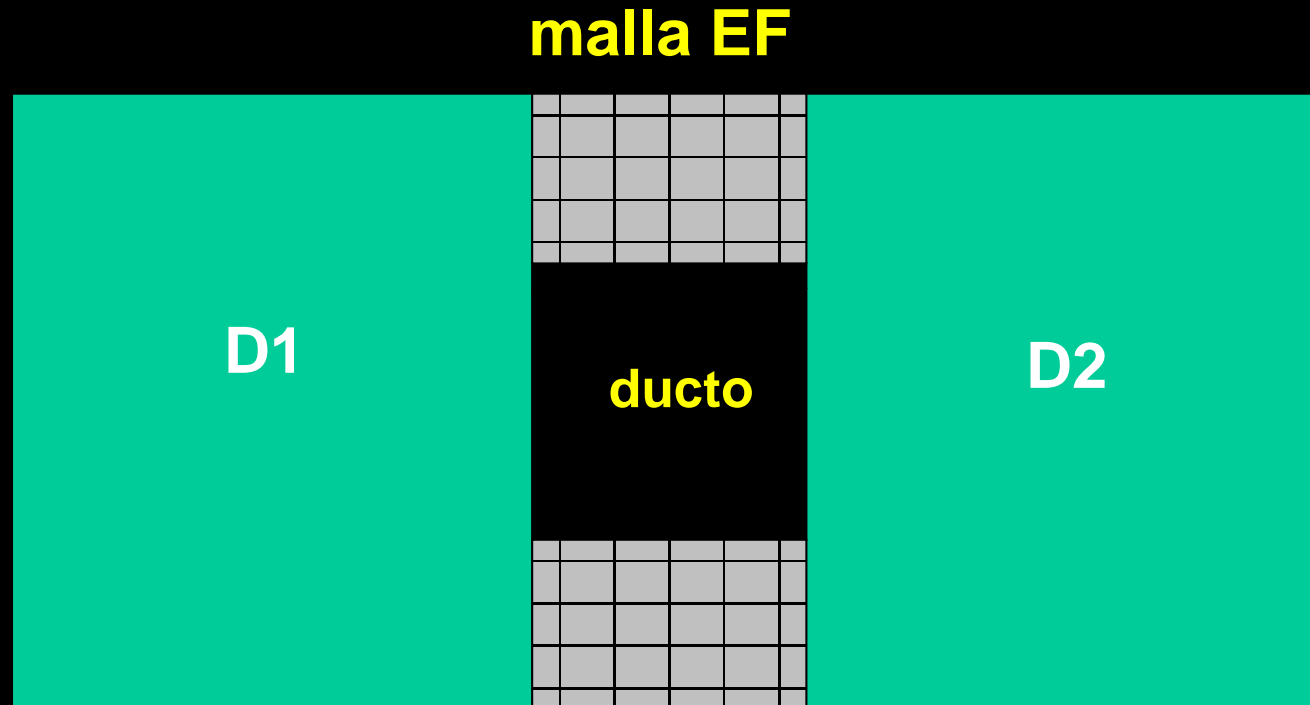


La desventaja de esta técnica es: la gran cantidad de información que hay que proporcionar y procesar. Por ejemplo, el programa SAP2000 proporciona esfuerzos cortantes ( $\tau_i$ ) en cada elemento, luego hay que integrarlos para hallar el cortante  $V$ .



**Considerar ancho efectivo de muro T**

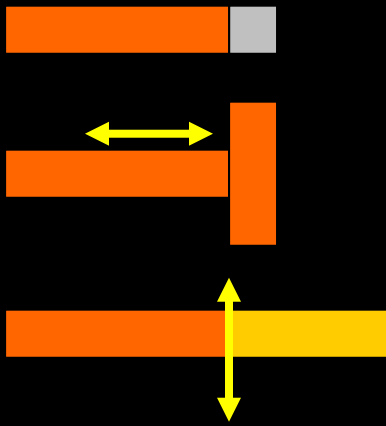
**Sin embargo, puede modelarse situaciones complicadas:**



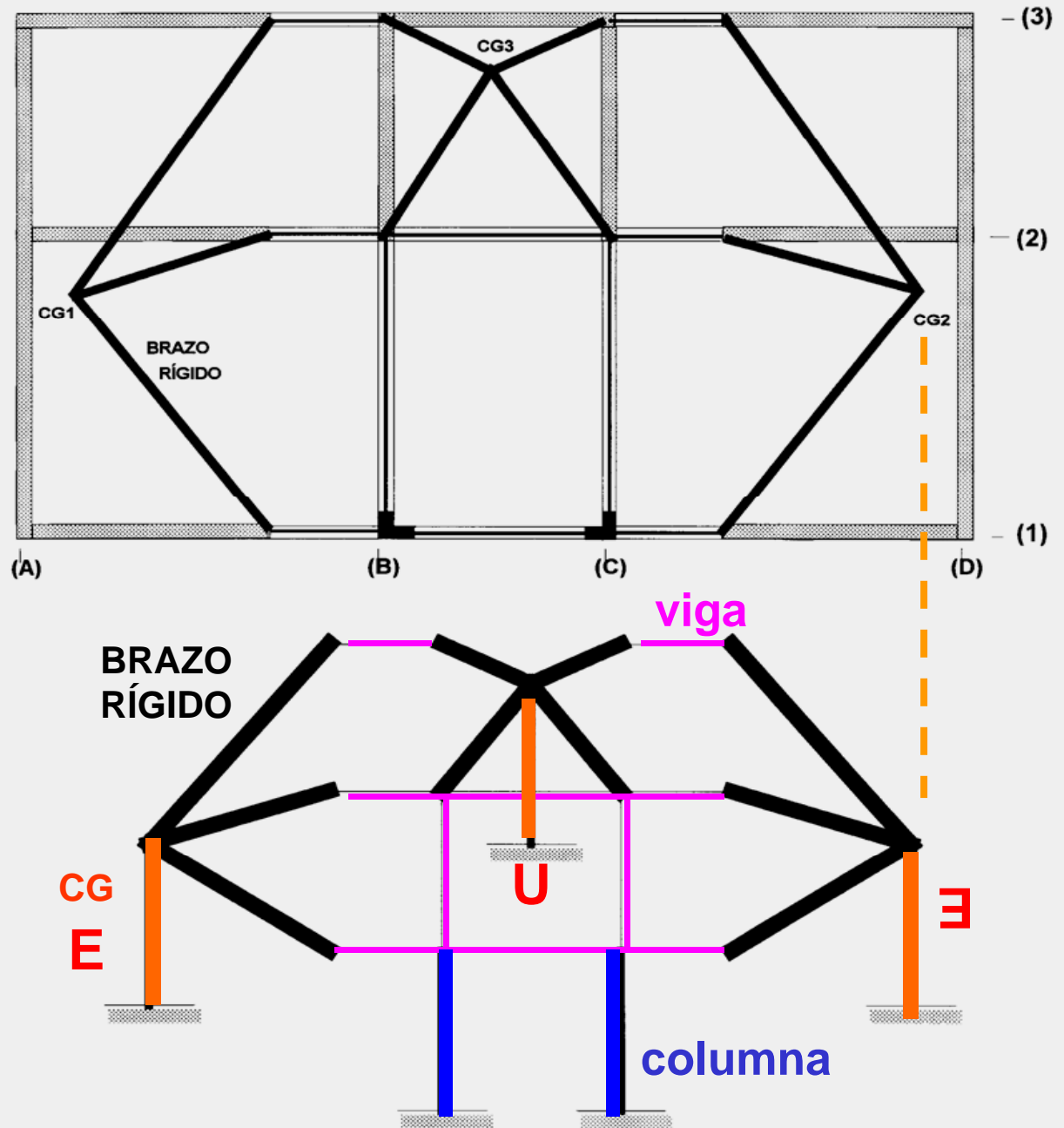
**Planta con 2 diafragmas  
conectadas con zonas flexibles**

# PÓRTICO ESPACIAL

1. No apta  
para albañilería  
confinada:

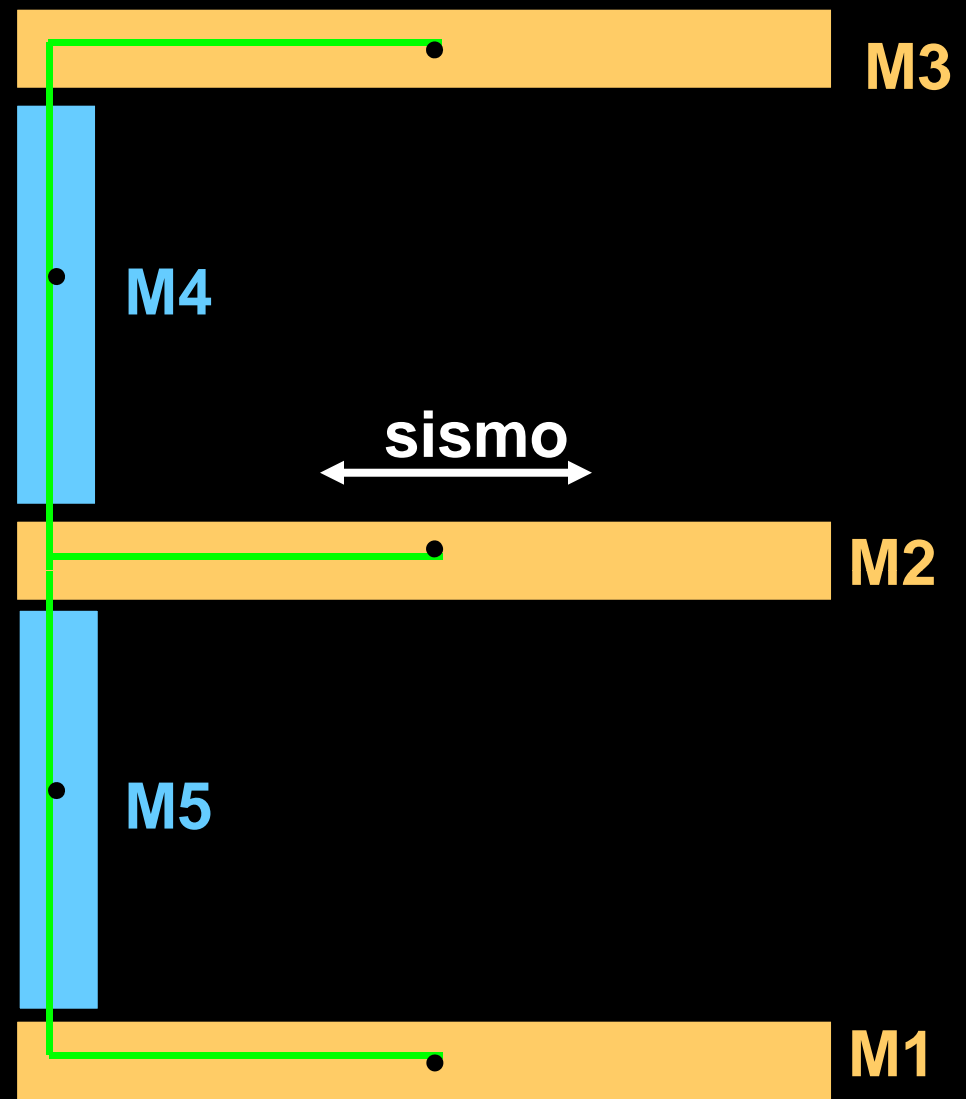
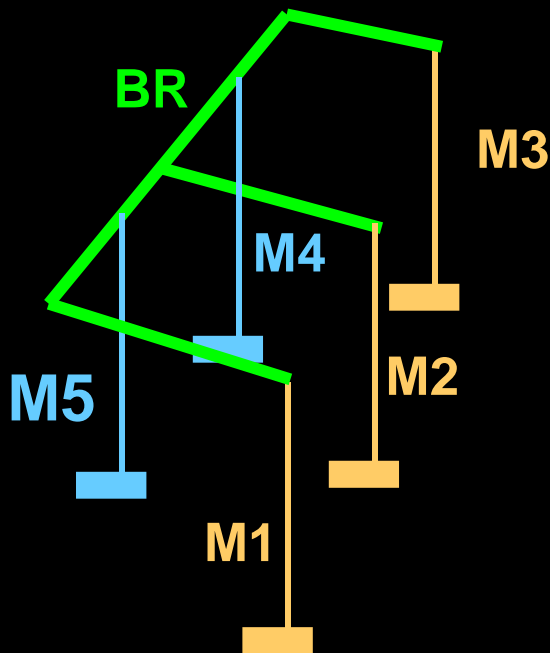


2. Para sismo X-X,  
se obtiene V para  
la E, pero no se  
sabe  $V_i$  en cada  
muro X de la E





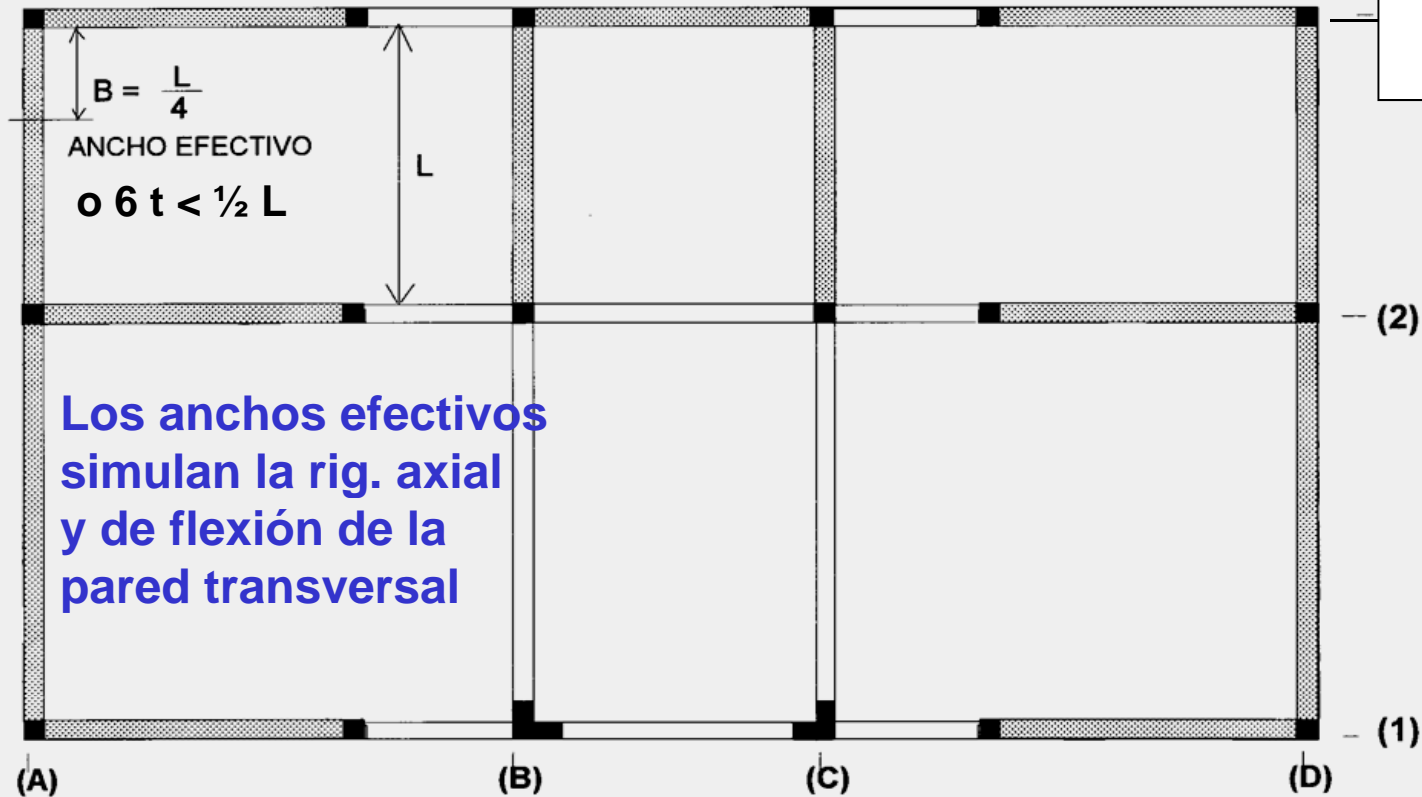
Algunos subdividen en rectángulos a los muros como si hubiesen juntas verticales, esto es aproximado, ya que los muros transversales están conectados, lo cual los hace más rígidos



Por ejemplo, M4 y M5 es un solo muro  
 $I_{(M4+M5)} = 4 (I_{M4} + I_{M5}) \rightarrow \text{ERROR}$   
También, los centroides no están a  $L/2$ .

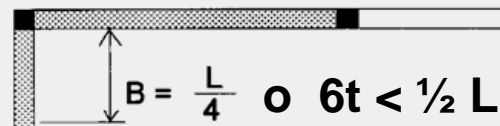
# PÓRTICOS PLANOS: ejemplo Eje 3

El edificio se subdivide en una serie de pórticos conectados por el diafragma



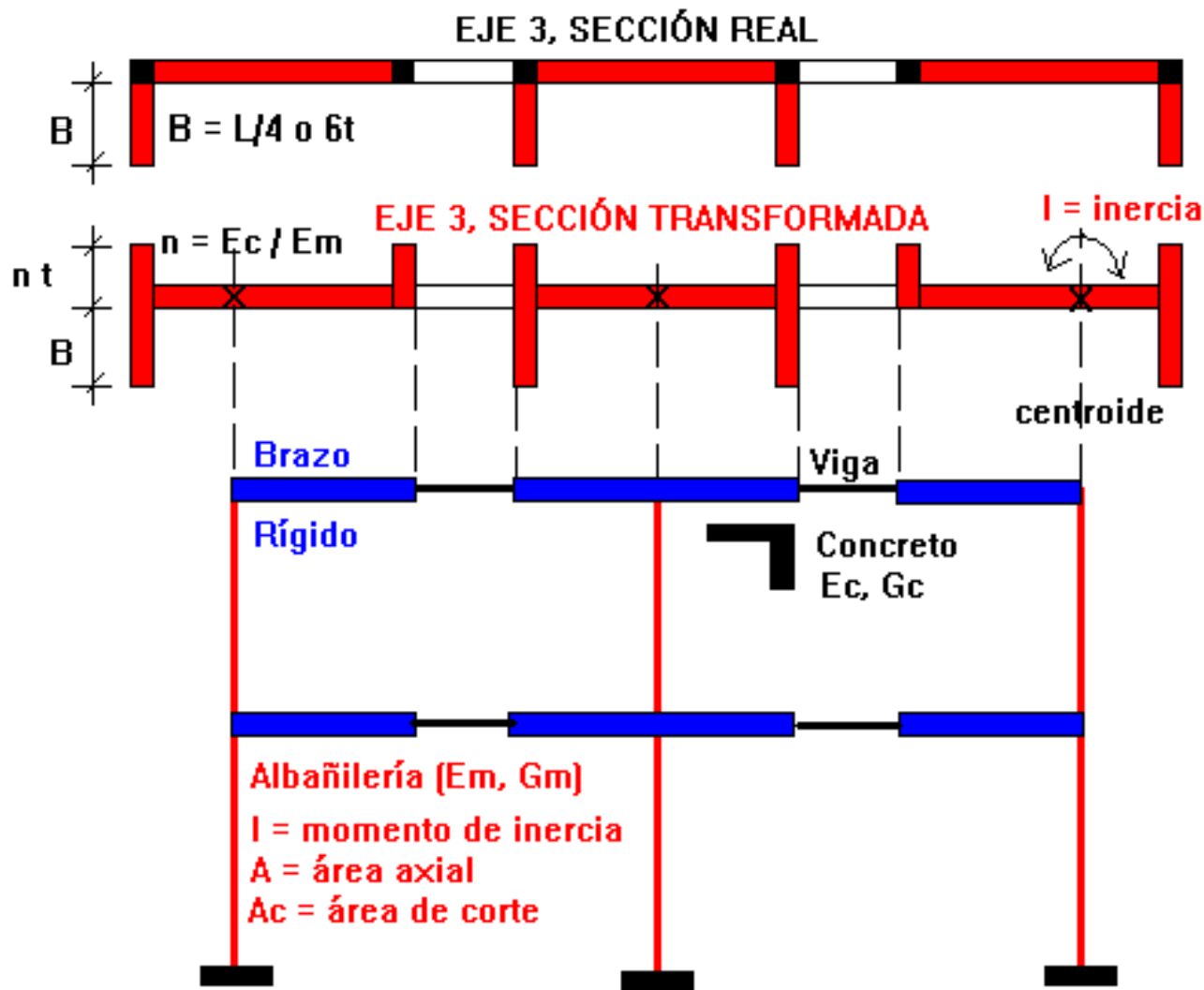
(3)

EJE 3, SECCIÓN REAL

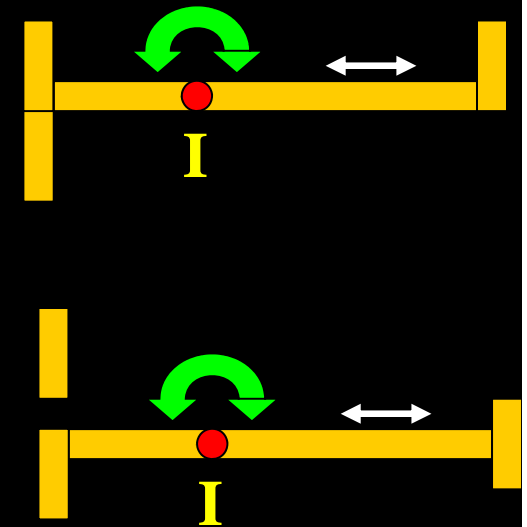


(3)

Cada pórtico está compuesto por una serie de barras tipo "Frame" que pasan por el centroide de cada elemento.

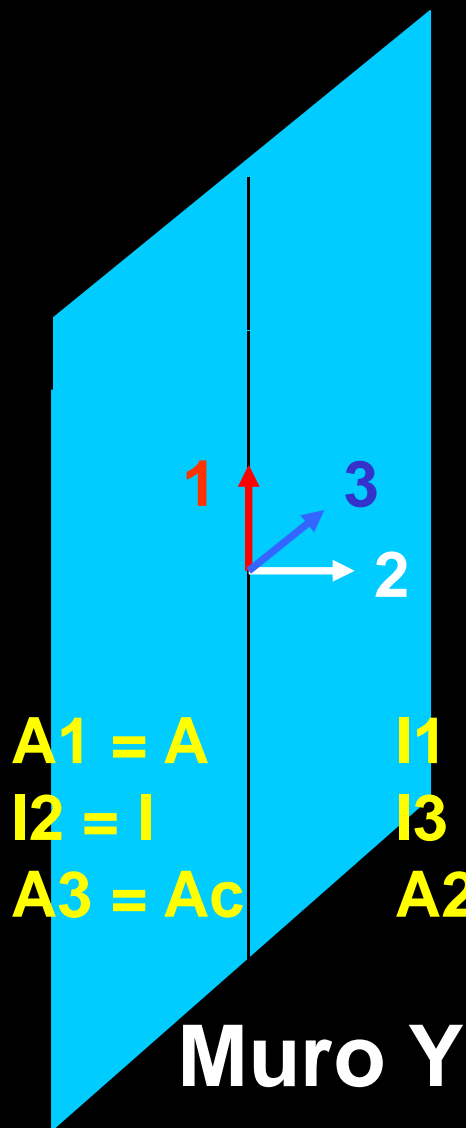


Los centroides se fuerzan a que estén en el plano del eje.

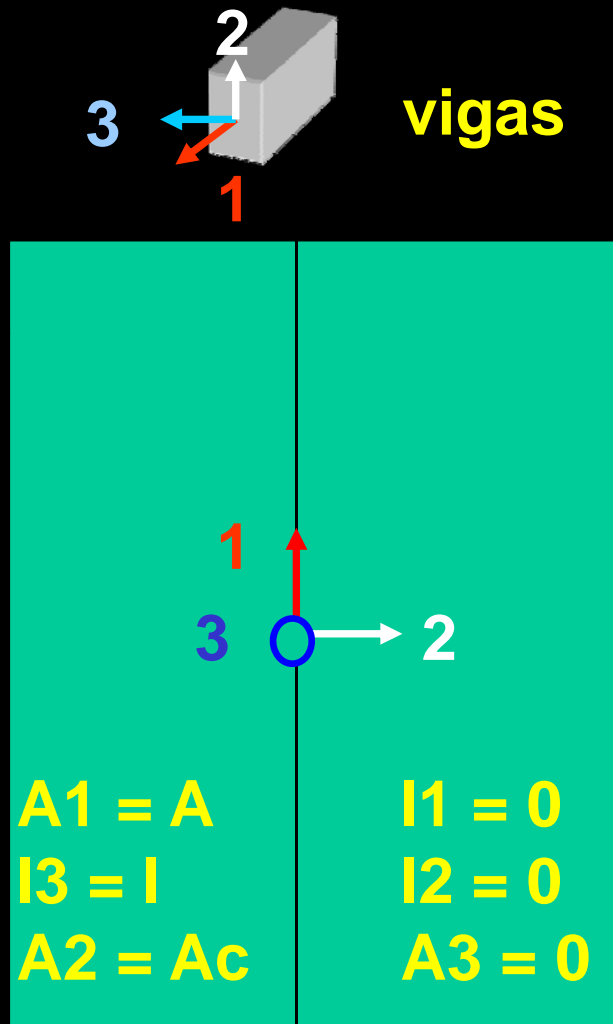
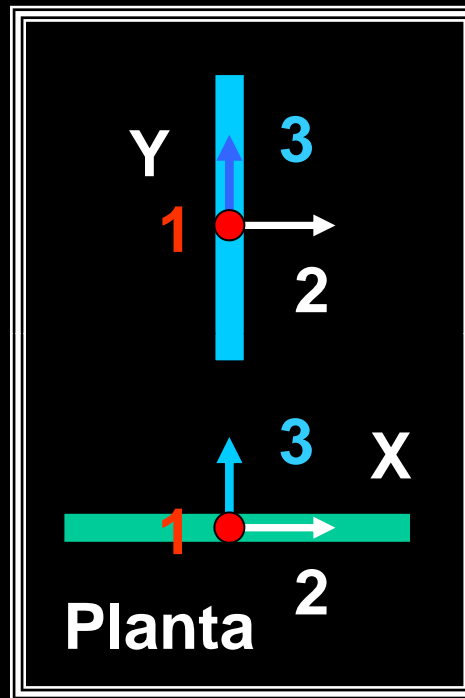


# SAP2000 (ejes locales)

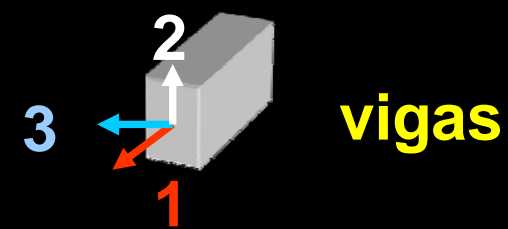
Los muros se tratan como láminas con rigidez sólo en su plano



$A1 = A$	$I1 = 0$
$I2 = I$	$I3 = 0$
$A3 = Ac$	$A2 = 0$



$A1 = A$	$I1 = 0$
$I3 = I$	$I2 = 0$
$A2 = Ac$	$A3 = 0$



**La razón por la cual los muros deben ser tratados como láminas (sin resistencia ni rigidez ante cargas perpendiculares al plano) es porque no soportan grandes desplazamientos transversales.**



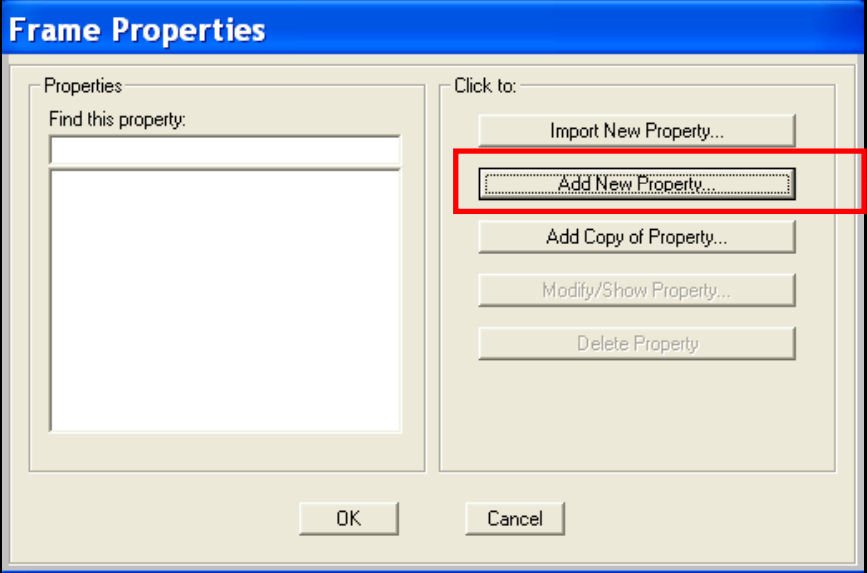
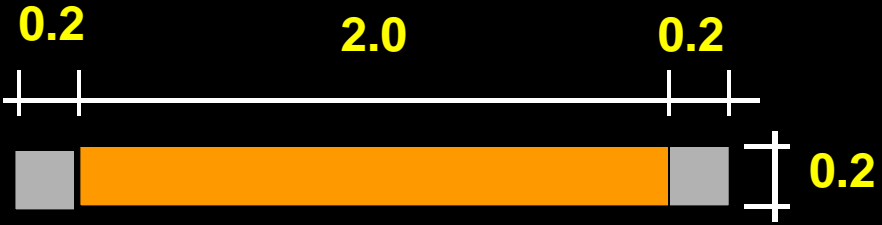
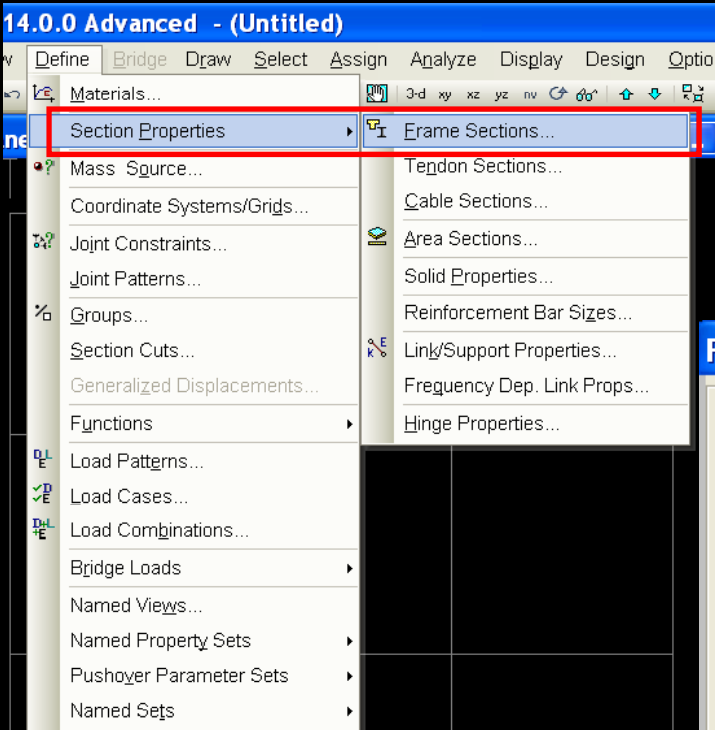
**Tacna, 2001**



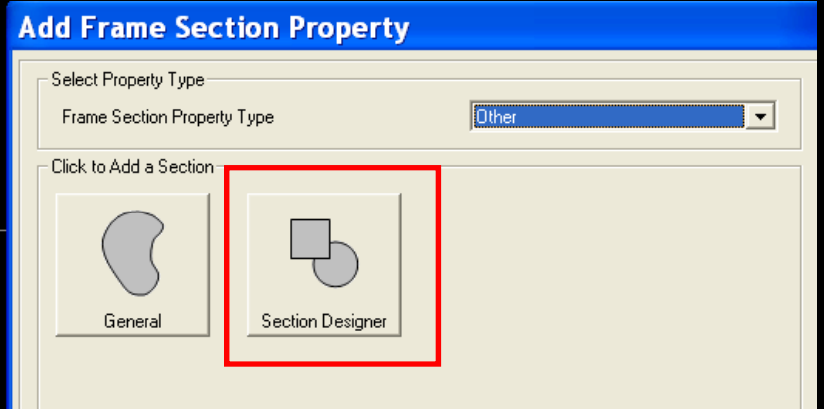
**Pisco, 2007**

2:24 PM

# Sección Compuesta en SAP2000



**$E_c = 2000000 \text{ ton/m}^2$**   
 **$E_m = 500000 \text{ ton/m}^2$**



# Normalizado en albañilería

## SD Section Data

Section Name: Muro Confinado  
Section Notes: Modify/Show Notes...

Base Material: ALBAÑILERÍA

### Design Type

- No Check/Design
- General Steel Section
- Concrete Column

### Concrete Column Check/Design

- Reinforcement to be Checked
- Reinforcement to be Designed

### Define/Edit/Show Section

Section Designer...

### Section Properties

Properties...

### Property Modifiers

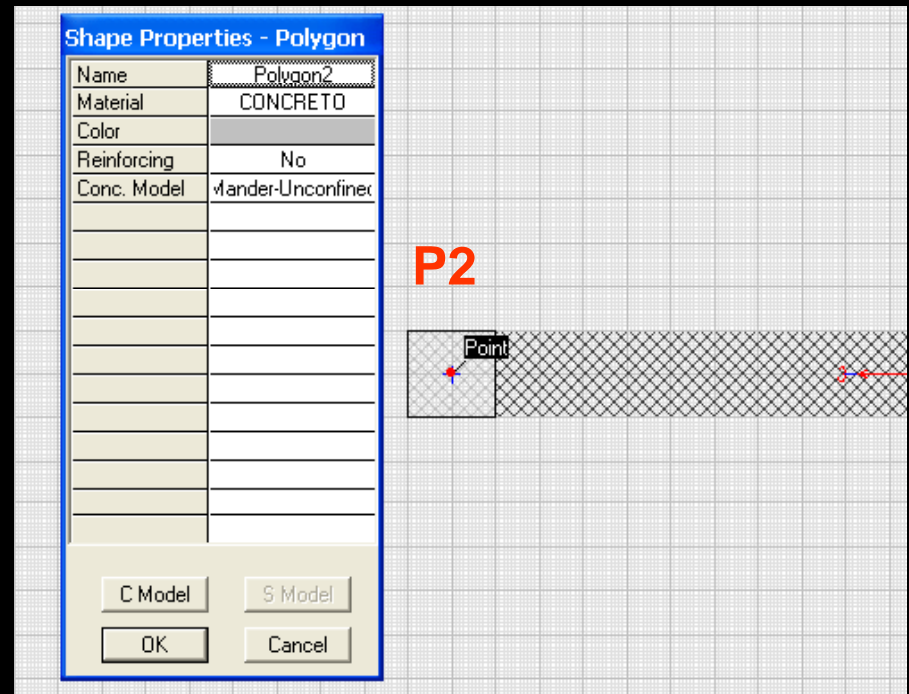
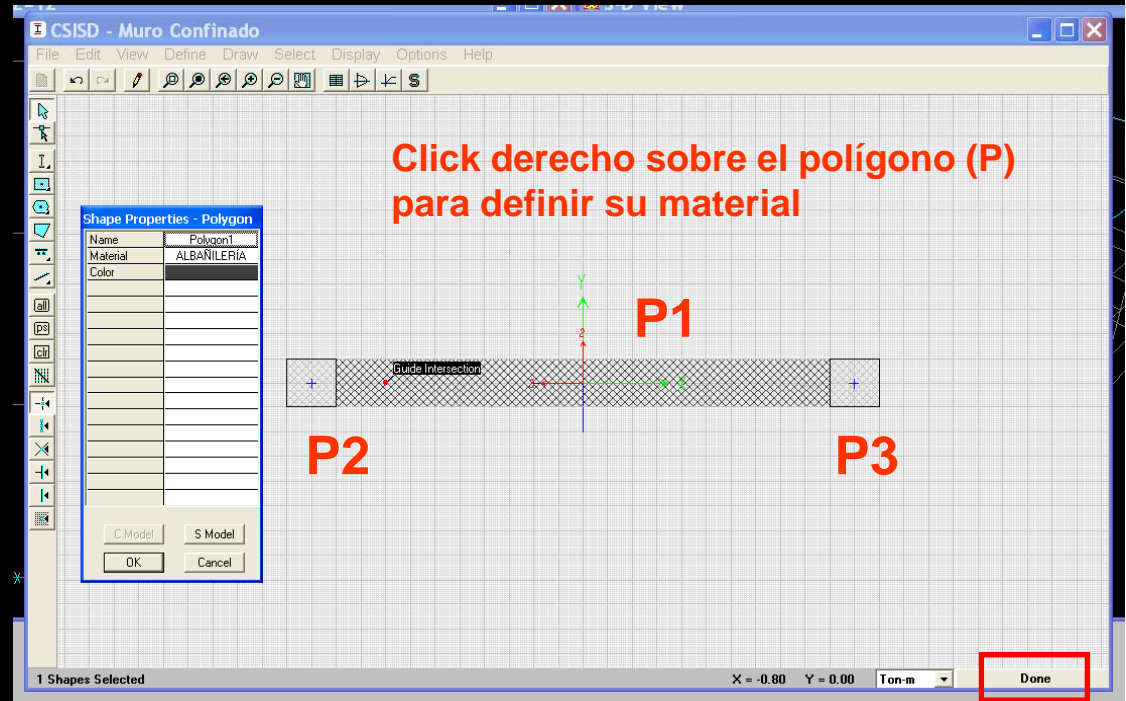
Set Modifiers...

Display Color

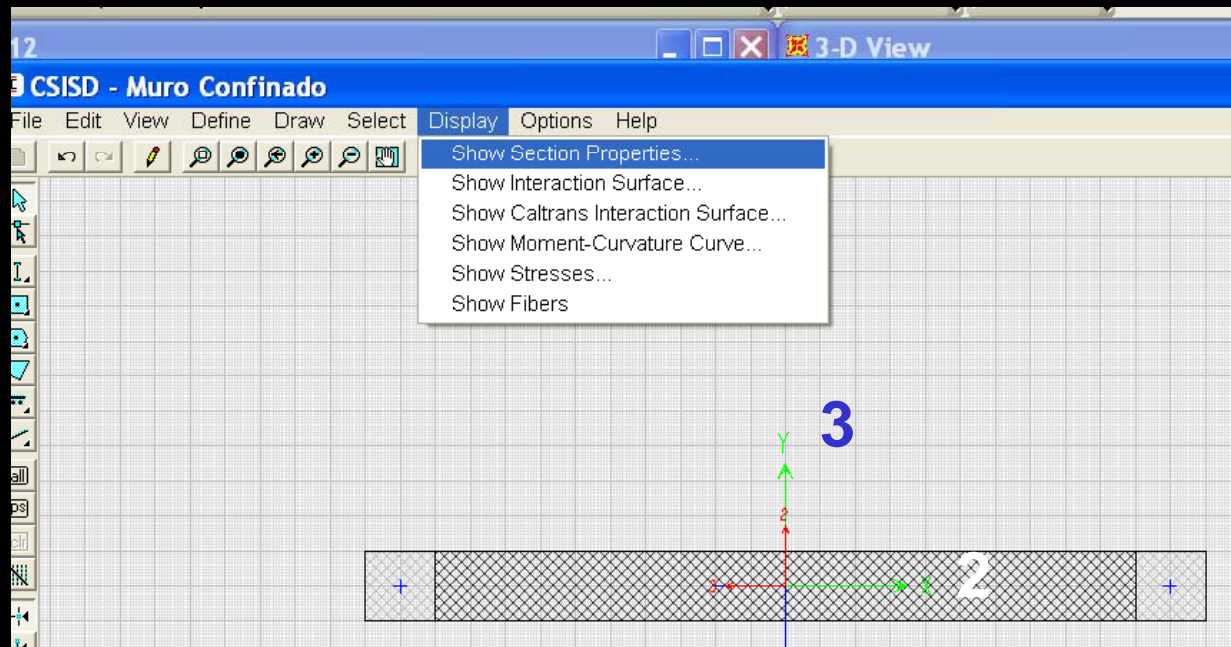


OK

Cancel



# Propiedades de la Sección Transformada en albañilería



Axis Angle = 0 → muro X-X

### Properties

Base Material: ALBAÑILERÍA

Xcg: 0.  
Ycg: 0.

Axis Angle: 0

A	0.72
J	8.097E-03
I33	0.5216
I22	2.400E-03
I23	0.
AS2	0.4533
AS3	0.603
S33(+face)	0.4347
S33(-face)	0.4347
S22(+face)	0.024
S22(-face)	0.024
Z33	0.288
Z22	0.024
r33	0.8511
r22	0.0577
d33pna	0.
d22pna	0.

OK



# Anulación de las propiedades ante acciones transversales

## Frame Properties

Properties

Find this property:

Muro Confinado

Muro Confinado

Click to:

Import New Property...

Add New Property...

Add Copy of Property...

Modify/Show Property...

Delete Property

OK Cancel

## SD Section Data

Section Name: Muro Confinado

Section Notes: Modify/Show Notes...

Base Material: + ALBAÑILERÍA

Design Type

No Check/Design

General Steel Section

Concrete Column

Concrete Column Check/Design

Reinforcement to be Checked

Reinforcement to be Designed

Define/Edit/Show Section

Section Designer...

Section Properties: Properties...

Property Modifiers: Set Modifiers...

Display Color:

OK Cancel

## Frame Property/Stiffness Modificatio...

Property/Stiffness Modifiers for Analysis

Cross-section (axial) Area: 1

Shear Area in 2 direction: 1

Shear Area in 3 direction: 0.000001

Torsional Constant: 0.000001

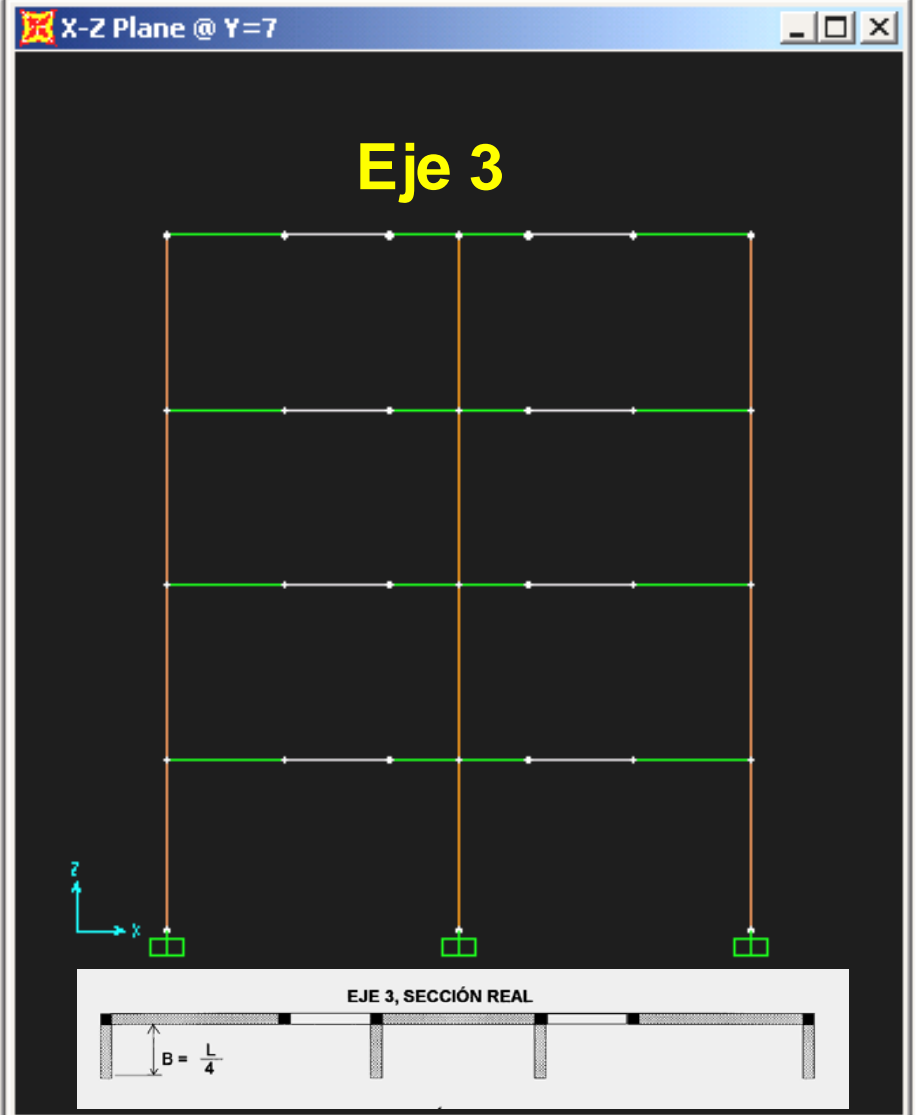
Moment of Inertia about 2 axis: 0.000001

Moment of Inertia about 3 axis: 1

Mass: 1

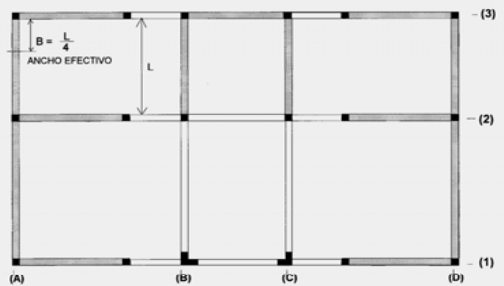
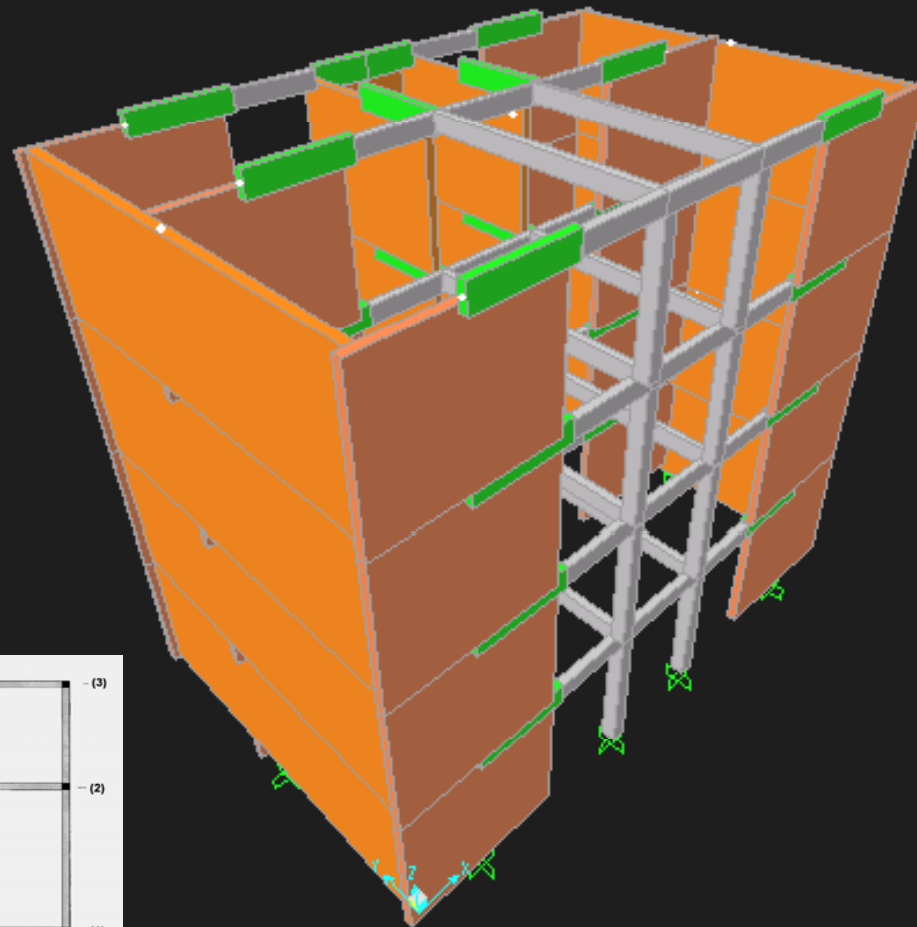
Weight: 1

OK Cancel



# Eje A o D

The image displays the SAP2000 software interface. The main window is titled "SAP2000 - Ejm" and features a menu bar (File, Edit, View, Define, Bridge, Draw, Select, Assign, Analyze, Display, Design, Options) and a toolbar. The left sidebar contains various tool icons. The main workspace is split into two views: a 2D view on the left and a 3D view on the right. The 2D view shows a bridge deck with four vertical supports, a vertical dashed line representing a section line, and a coordinate system with a vertical Z-axis. The 3D view shows the bridge structure in perspective, with axes labeled A, B, C, and D. Axis A is vertical, B is horizontal, and C and D are diagonal. A small inset window at the top right shows a 2D cross-section of a rectangular frame with nodes labeled (1), (2), and (3). The status bar at the bottom indicates "4 Frames Selected" and "X0.00 Y0.00 Z0.00". The Windows taskbar at the very bottom shows the system tray with the time "05:32 p.m." and various application icons.



# Respecto a las vigas con brazo rígido:

1) Una sola barra con extremos rígidos



**I = infinito en todas las direcciones**

**(como default en el SAP el brazo es igual a la zona flexible)**

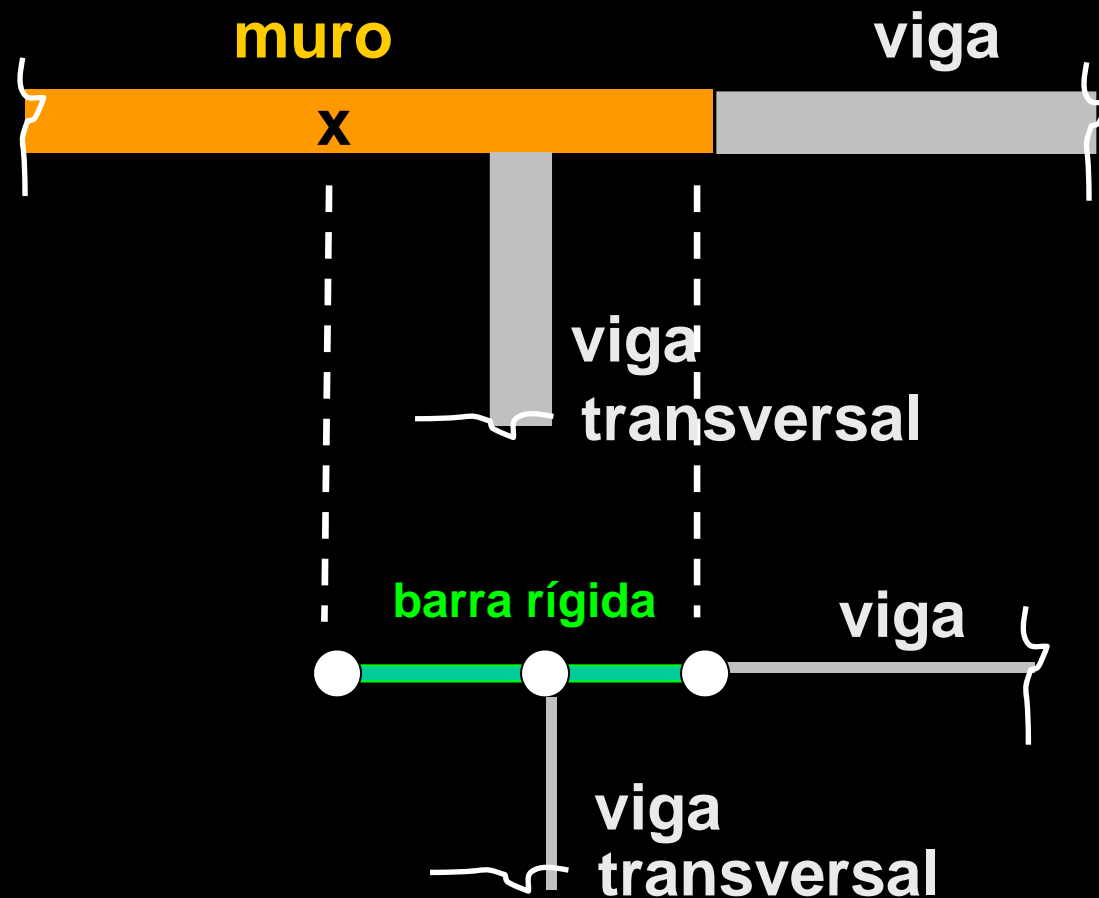
2) Subdividir la barra en 2 o varias partes:

**Barra rígida**



**E = muy grande = 200'000,000 ton/m<sup>2</sup>**

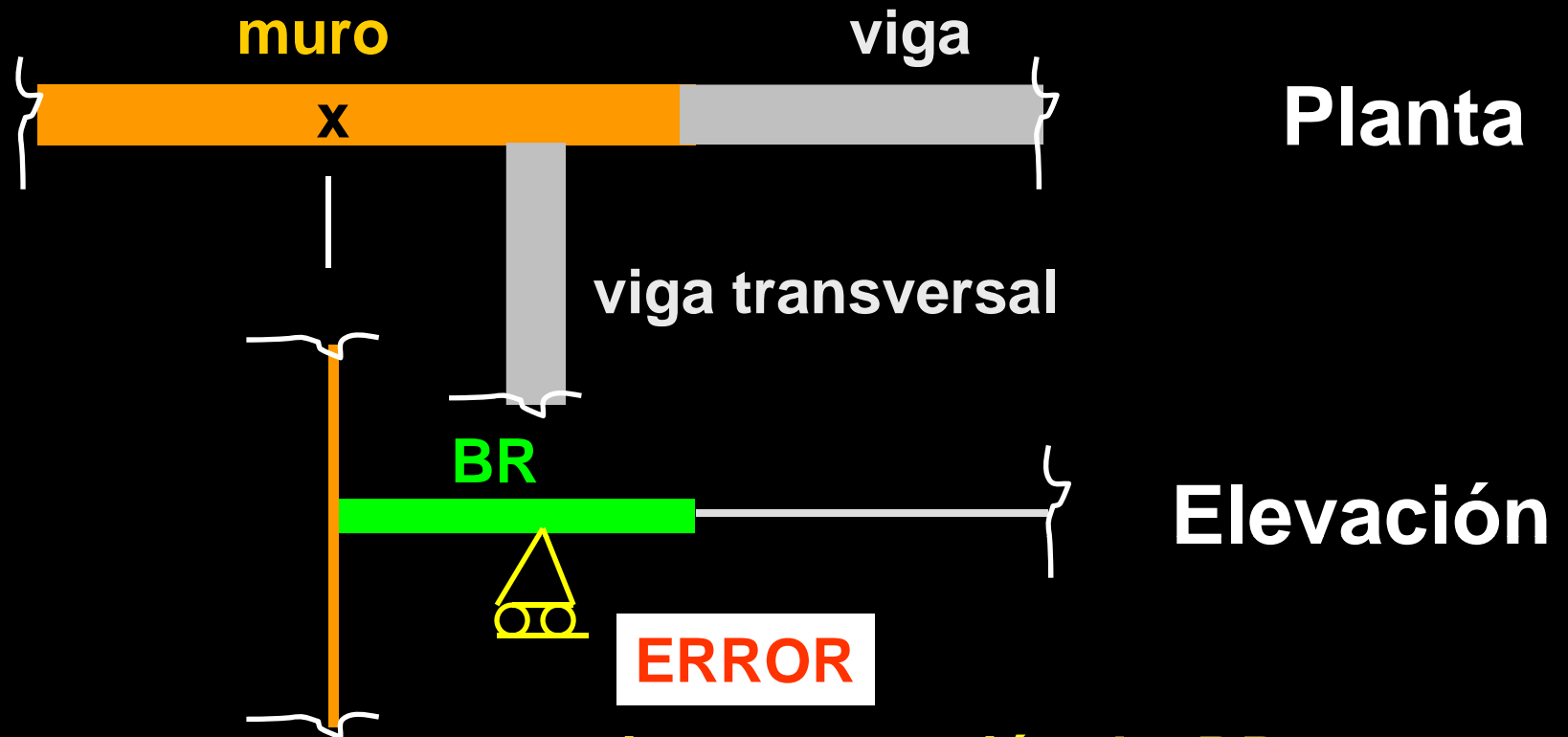
**Se tiene control sobre la rigidez torsional y se puede adicionar nudos intermedios**



**Planta**

**Modelo  
(planta)**

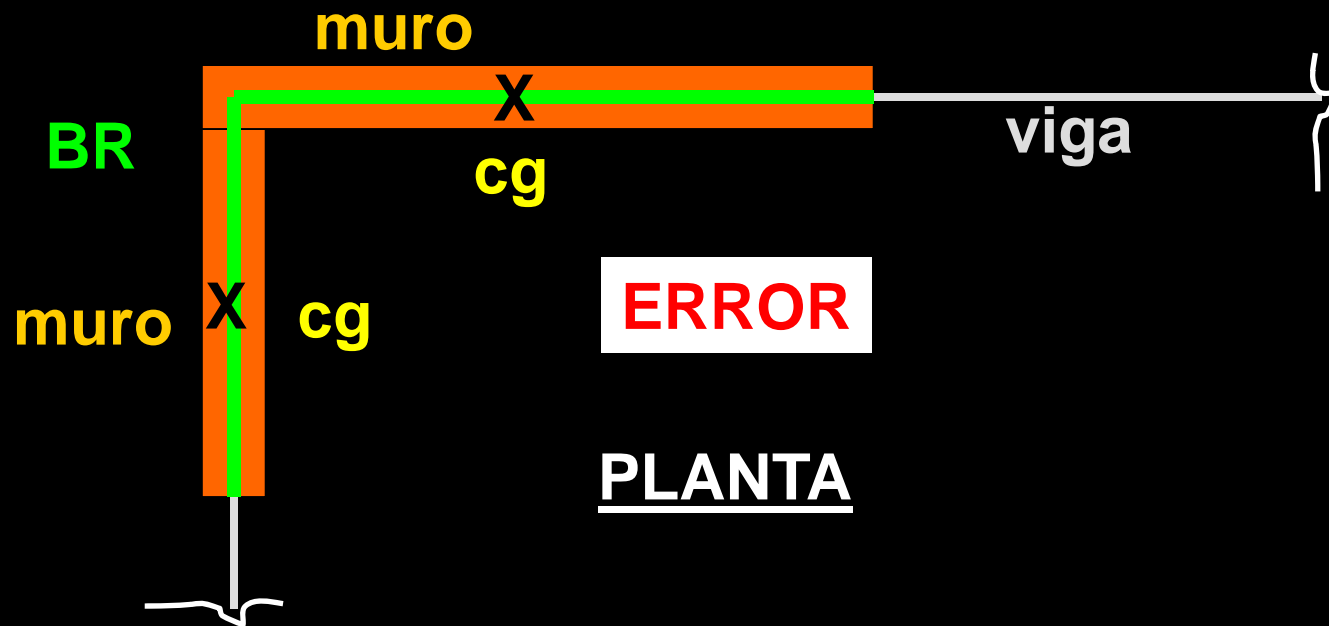
**Proporcionar rigidez torsional nula a la barra rígida ( $I_1 = 0$ ), de lo contrario la viga transversal se empotraría en el muro.**



restringe la rotación del BR y no deja que el muro rote por flexión

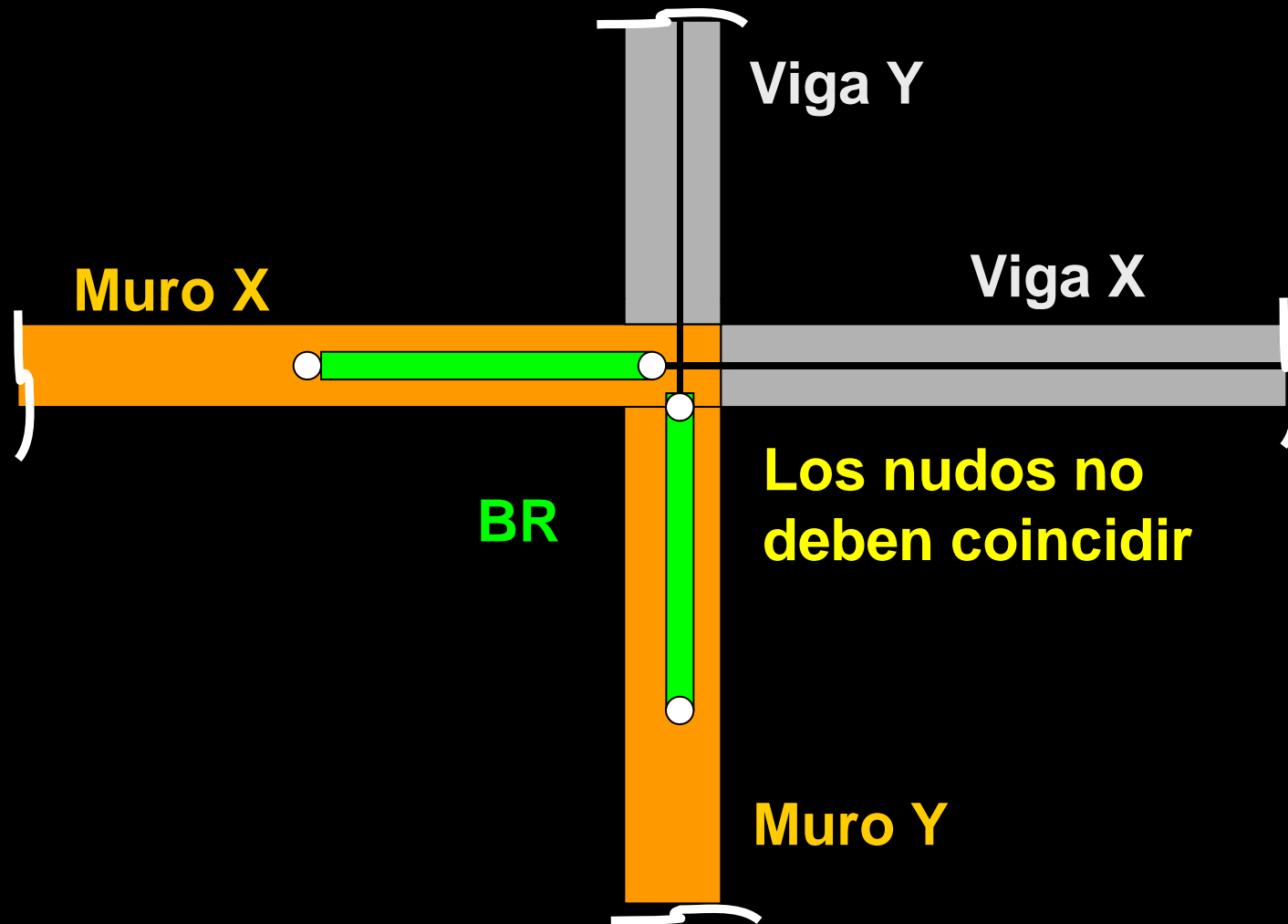
Si se pretende modelar de esta forma, entonces el apoyo simple debe correrse un centímetro fuera del plano del pórtico (no debe verse cuando se proyecta la elevación del pórtico)

No conectar con B.R. a los muros transversales. Porque el efecto de la pared transversal ya fue contemplado usando su ancho efectivo.

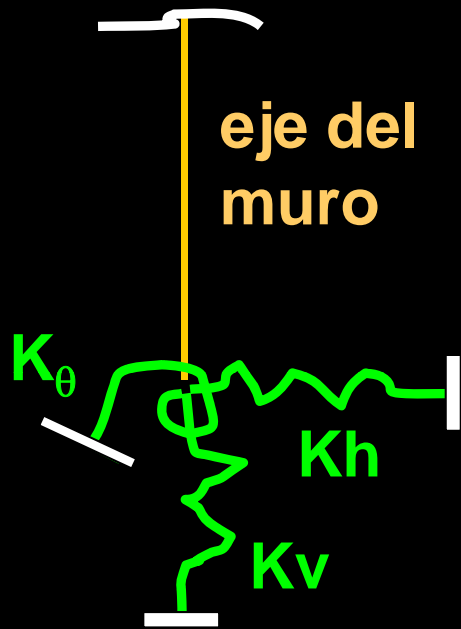




**Caso en que se encuentran 2 muros, ambos con vigas coplanares (vista en planta):**

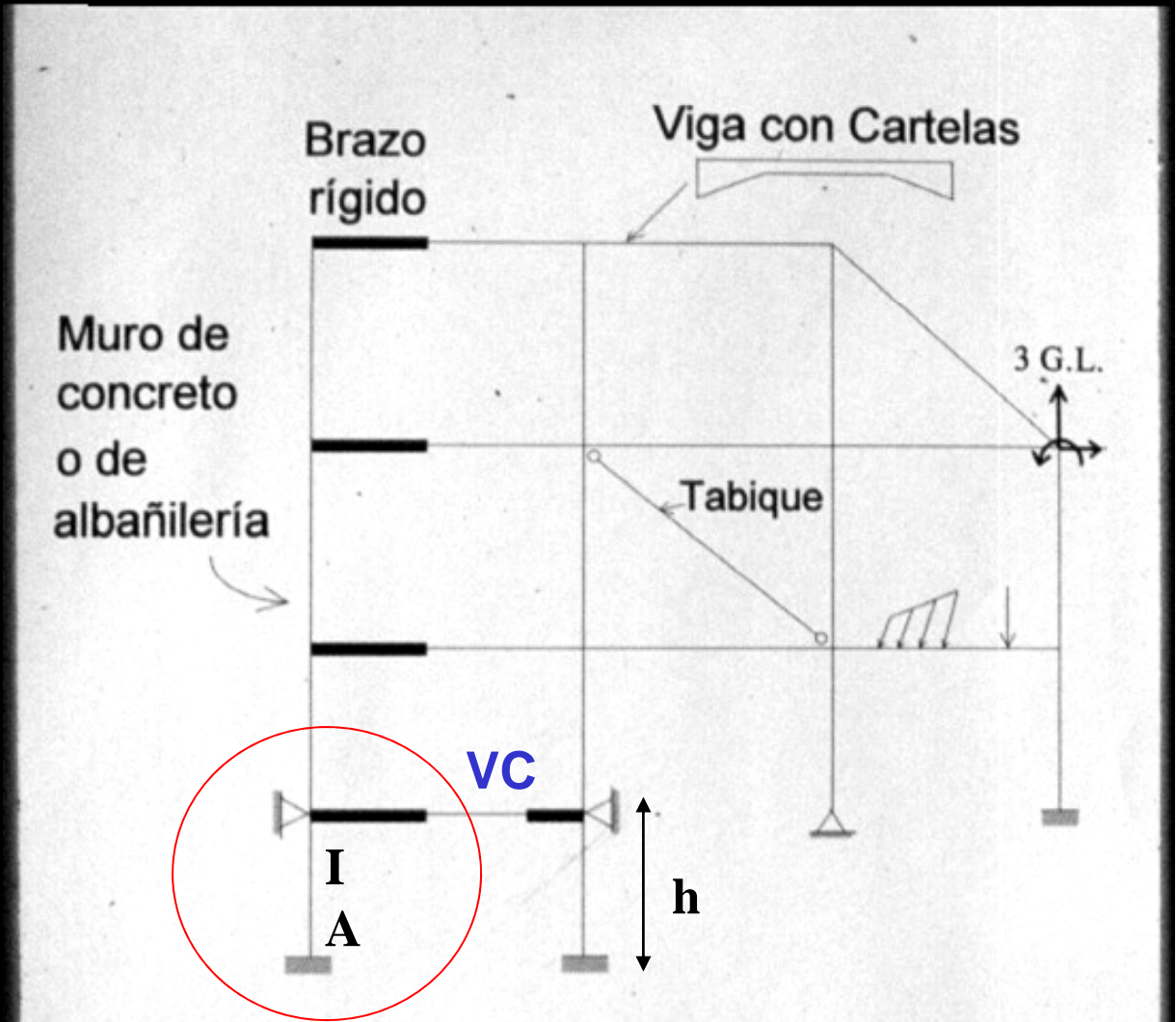


# Suelo Flexible:



Estos resortes también pueden reemplazarse por una barra:

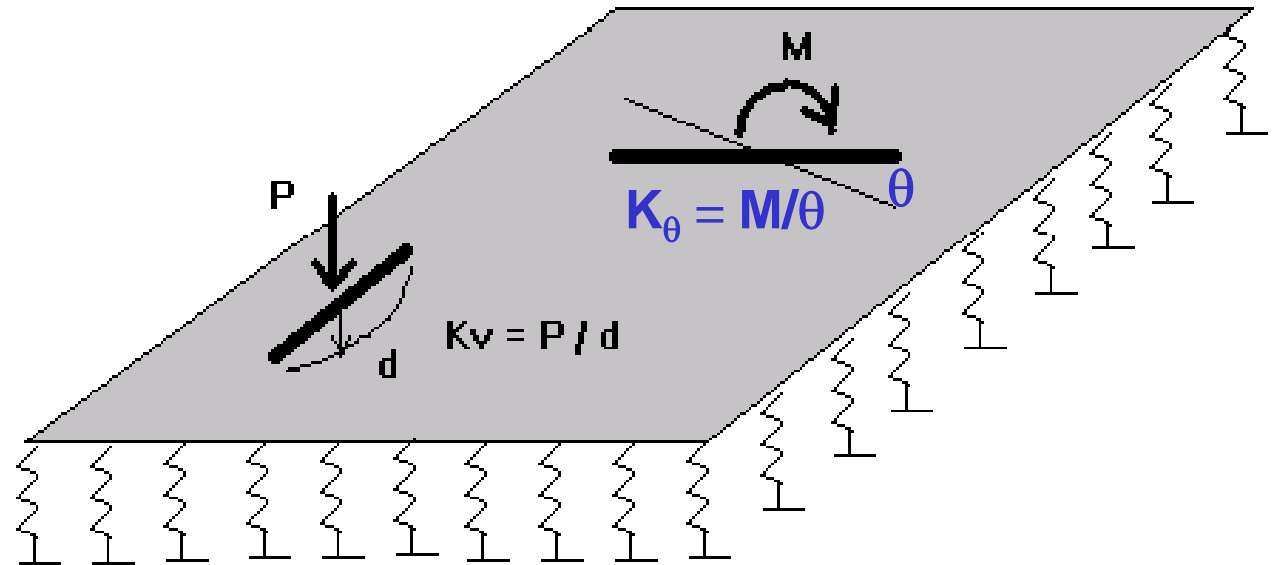
$$4EI/h = K_\theta \rightarrow I$$
$$EA/h = K_v \rightarrow A$$

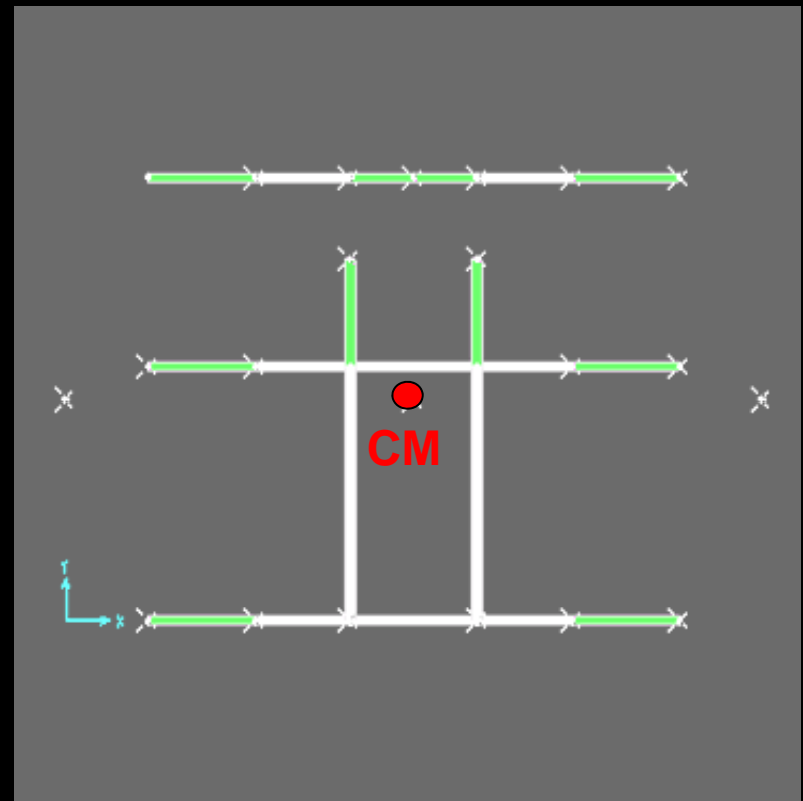
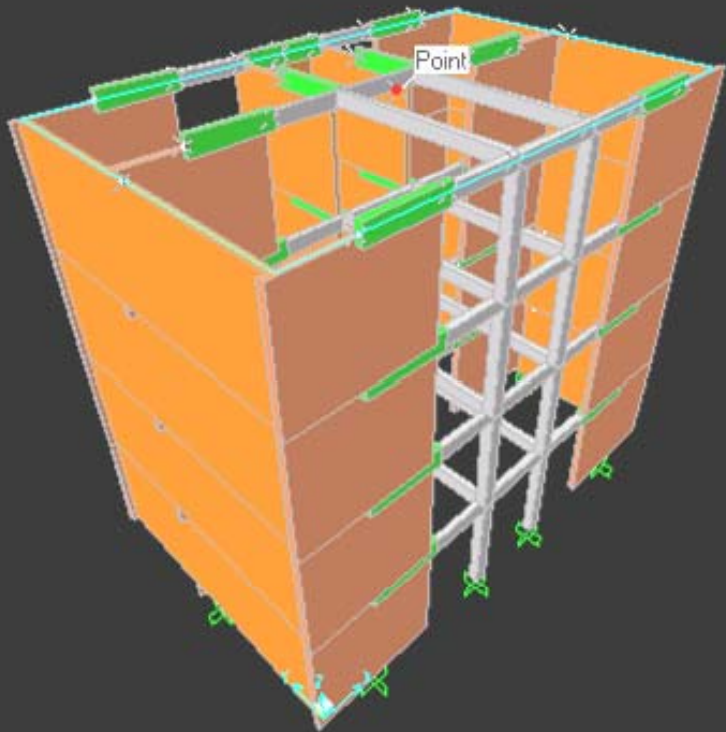




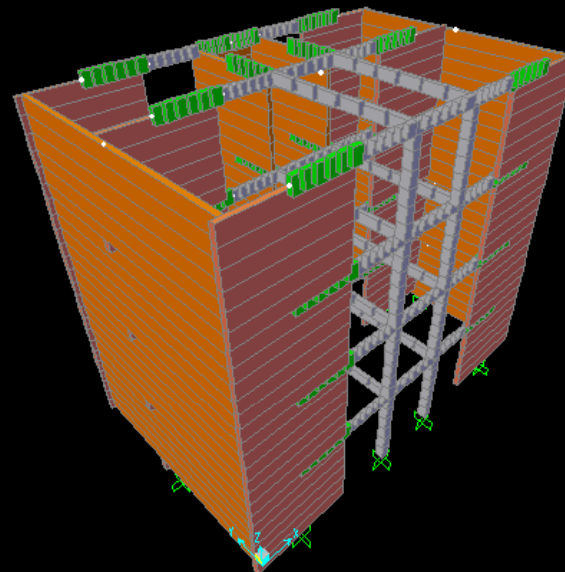
**Solado**

**SAFE**





**Definir CM e  
interconectar  
a los nudos de  
los pórticos  
planos con el  
diafragma rígido  
de cada nivel.**



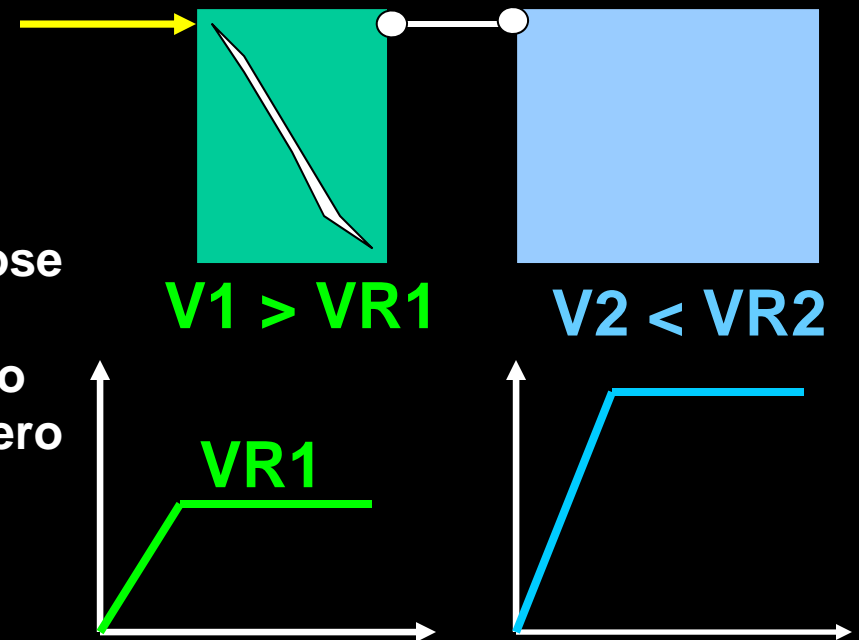
## ANÁLISIS SÍSMICO ELÁSTICO (SISMO MODERADO R = 6)

El “Sismo Moderado” es aquél que proporciona fuerzas de inercia iguales a la mitad de las que produce el “Sismo Severo”:

$$V \text{ (severo)} = Z U S C P / (R = 3) \dots \text{ Norma E.030}$$

$$H \text{ (moderado)} = \frac{1}{2} V \text{ (severo)} = Z U S C P / (R = 6)$$

No se utiliza el sismo severo porque podría obtenerse cortantes mayores a la resistencia del muro. Esto no quiere decir que el muro agrietado colapse, sino que ingresó al régimen inelástico, produciéndose una redistribución de cortantes entre los muros que todavía no hayan fallado. Con lo cual, el análisis elástico para el sismo severo perdería validez.

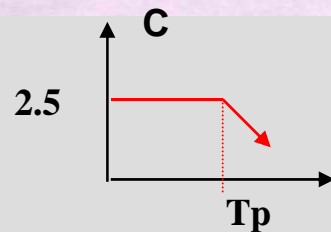


# Cálculo del Cortante Basal "H" y de las Fuerzas de Inercia "Fi" Sismo Moderado: R = 6

$$H = \frac{Z U S C}{R} P$$

$$C = 2.5 \left( \frac{T_p}{T} \right) \leq 2.5$$

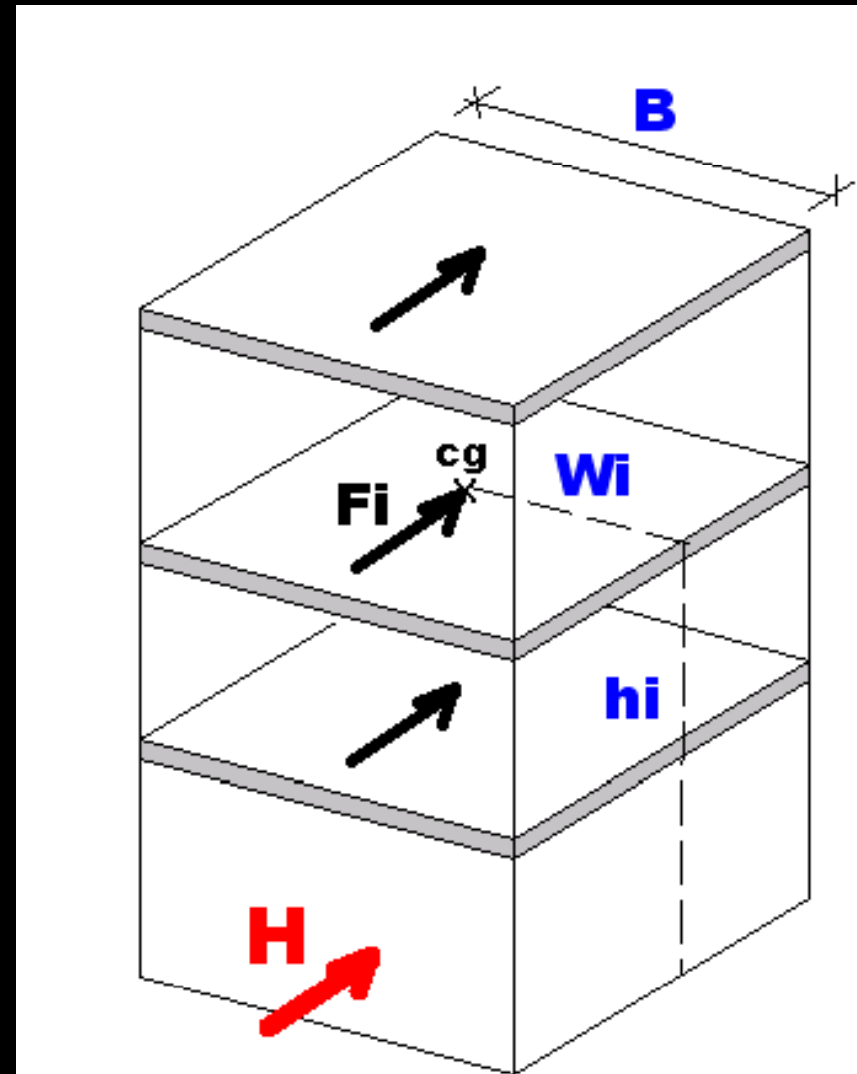
$$T = h/60$$

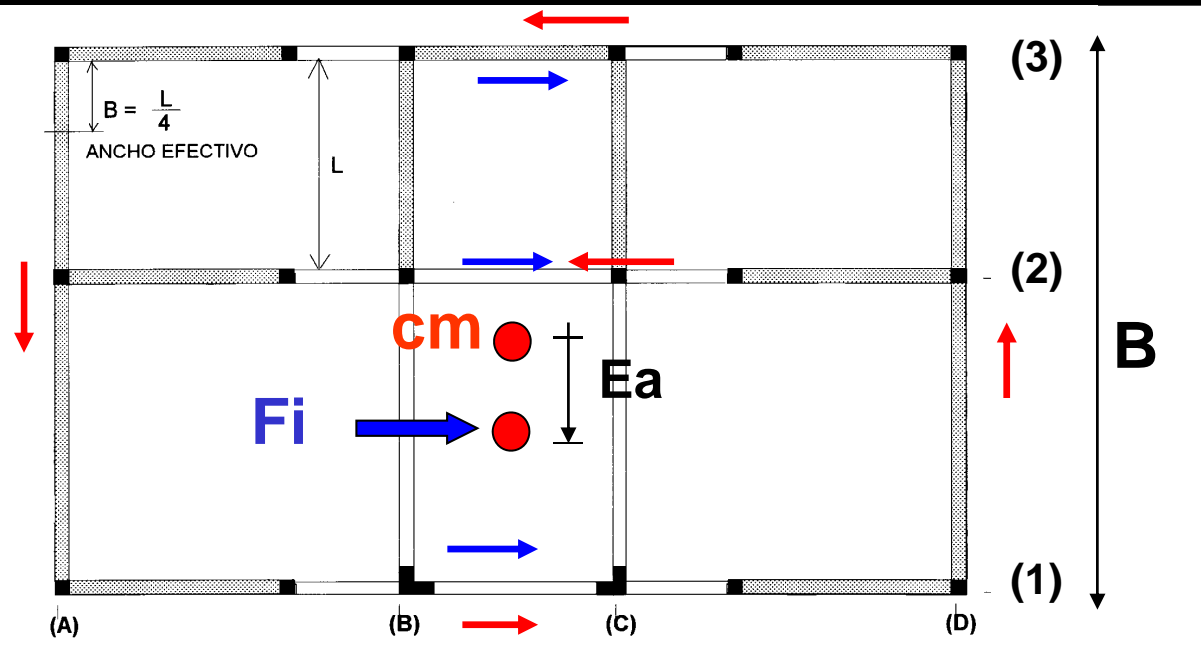


Usualmente  $T < T_p \rightarrow C = 2.5$

$$H = 0.42 Z U S P$$

$$F_i = \frac{W_i h_i}{\sum W_i h_i} H$$



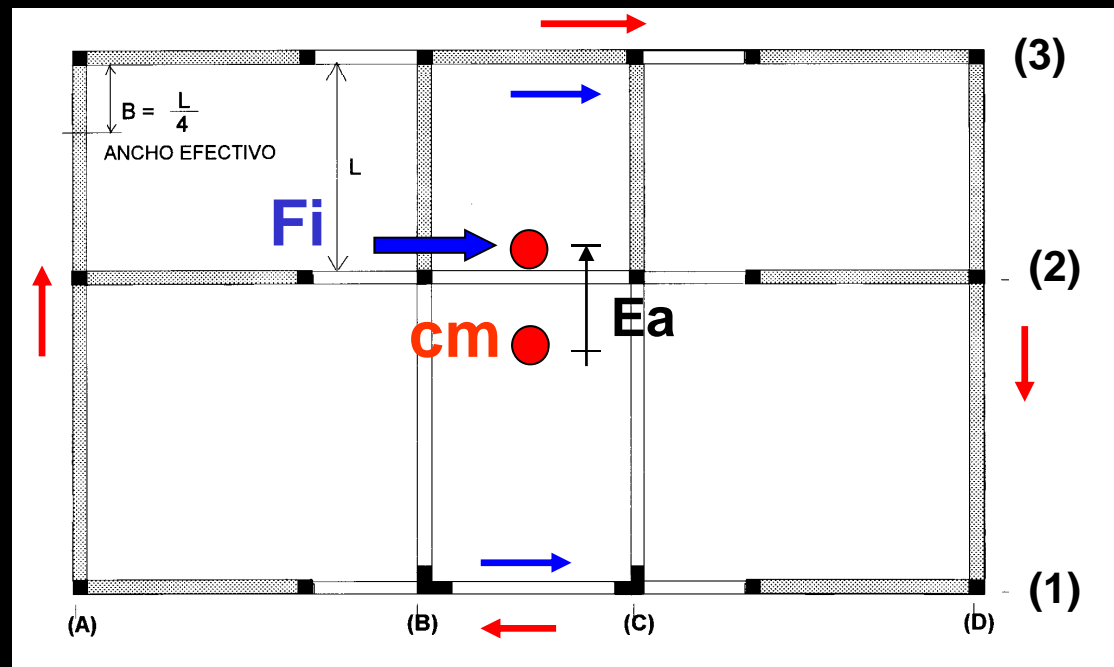


**Excentricidad  
Accidental:  
 $E_a = 0.05 B$**

**Traslación** →  
**Torsión** →

**Sismo XX-1,  
diseño del eje 1**

**Sismo XX-2  
diseño de ejes 2 y 3**



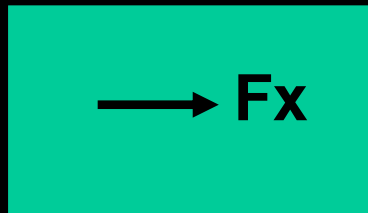
## VERIFICAR:

1)  $0.75 R D / h < 0.005$

$R = 6$

## 2) Regularidad torsional

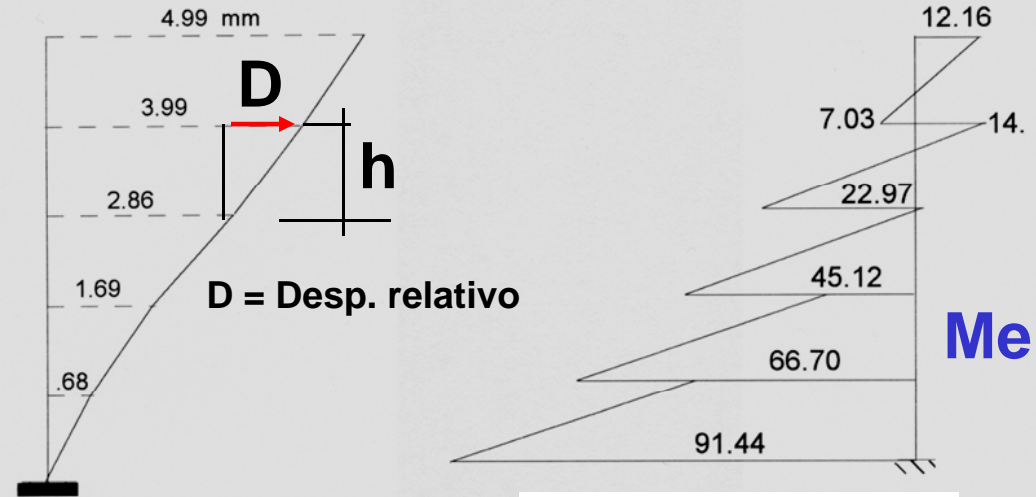
$\rightarrow D2$



$\rightarrow D1 > D2$

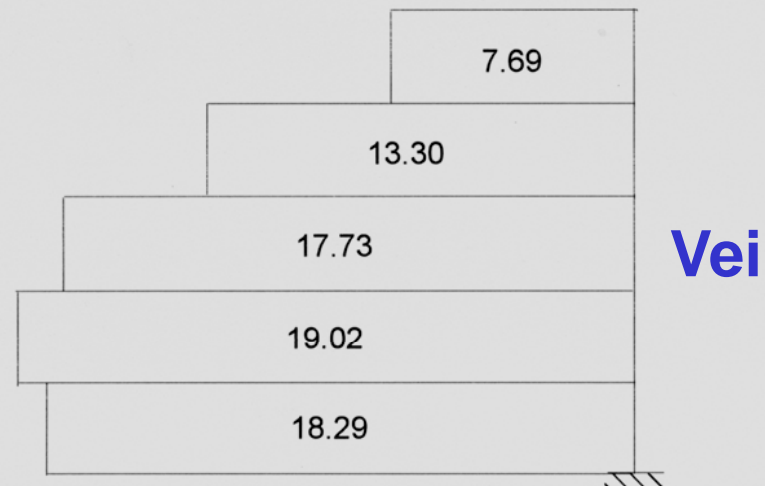
$D = \frac{1}{2} (D1 + D2)$

$D1 / D < 1.3$



Desplazamientos Laterales

Momento Flector Mei



Fuerza Cortante Vei

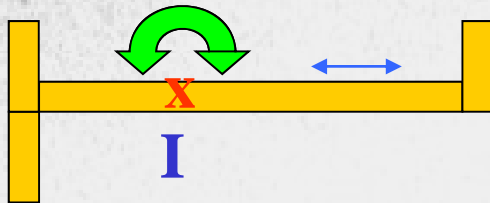
DESPLAZAMIENTOS y FUERZAS INTERNAS (sismo moderado)



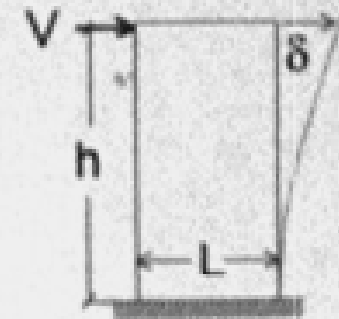
# Análisis Sísmico Aproximado

Se realiza sólo para el primer piso

1.- RIGIDEZ LATERAL:



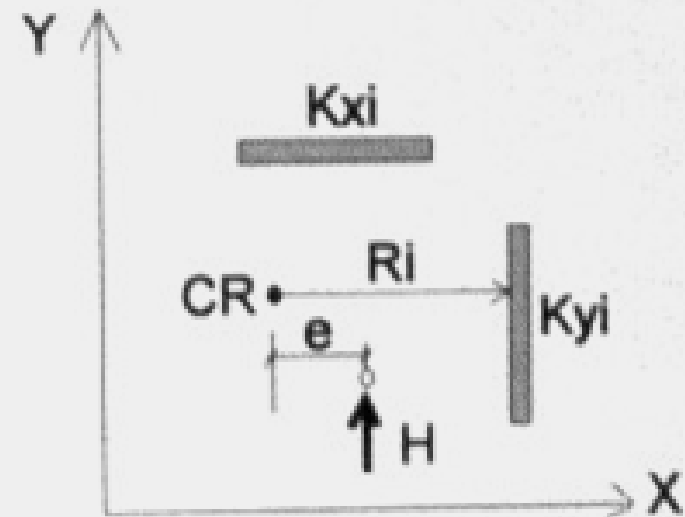
$$K = \frac{E}{\frac{h^3}{3I} + \frac{2.5 h}{L t}}$$



$$K = V / \delta$$

2.- CR:

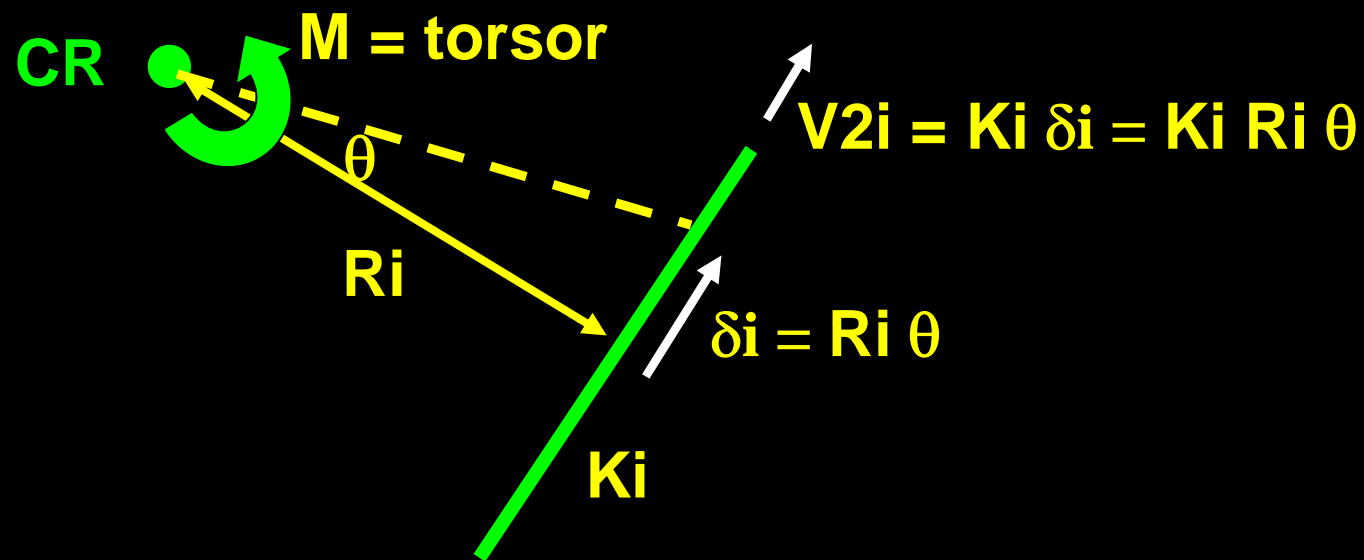
$$X_{CR} = \frac{\sum K_{yi} X_i}{\sum K_{yi}}$$
$$Y_{CR} = \frac{\sum K_{xi} Y_i}{\sum K_{xi}}$$



3.-R.TORSIONAL:

$$RT = \sum K_i R_i^2$$

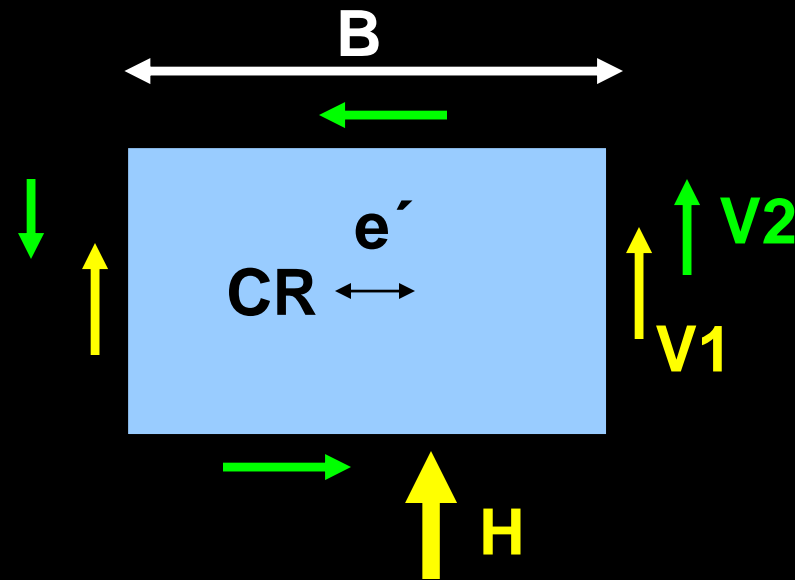
## CORRECCIÓN POR TORSIÓN (V2i), Vista en PLANTA



$$M = \sum (V_{2i} R_i) = \sum (K_i R_i \theta R_i) = \theta \sum (K_i R_i^2)$$

$$RT = M / \theta = \sum (K_i R_i^2) \rightarrow \theta = M / RT$$

$$V_{2i} = K_i R_i \theta = K_i R_i M / RT$$



$$e' = e + 0.05B$$

$$M = H e'$$

4.- CORTANTE POR TORSION:

$$V_{2i} = \frac{K_i R_i}{RT} M$$

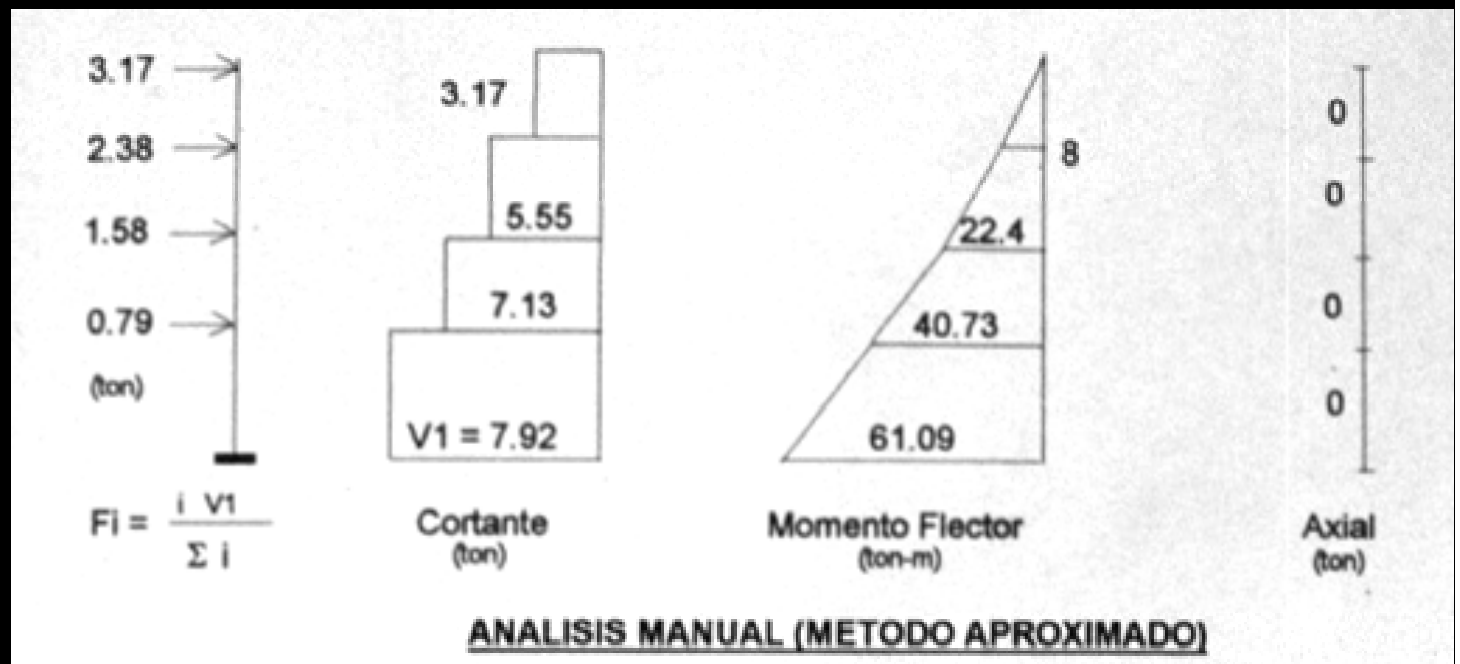
5.- CORTANTE POR TRASLACION:

$$V_{1i} = \frac{K_i}{\sum K_i} H$$

6.- CORTANTE TOTAL:

$$V_{ti} = V_{1i} + V_{2i}$$

Conociendo V1 se halla Fi y se analiza al muro como si estuviese en voladizo (isostático)



Vi son parecidos pero Mi son muy diferentes

