



Diseño a la Rotura por Carga Sísmica Coplanar



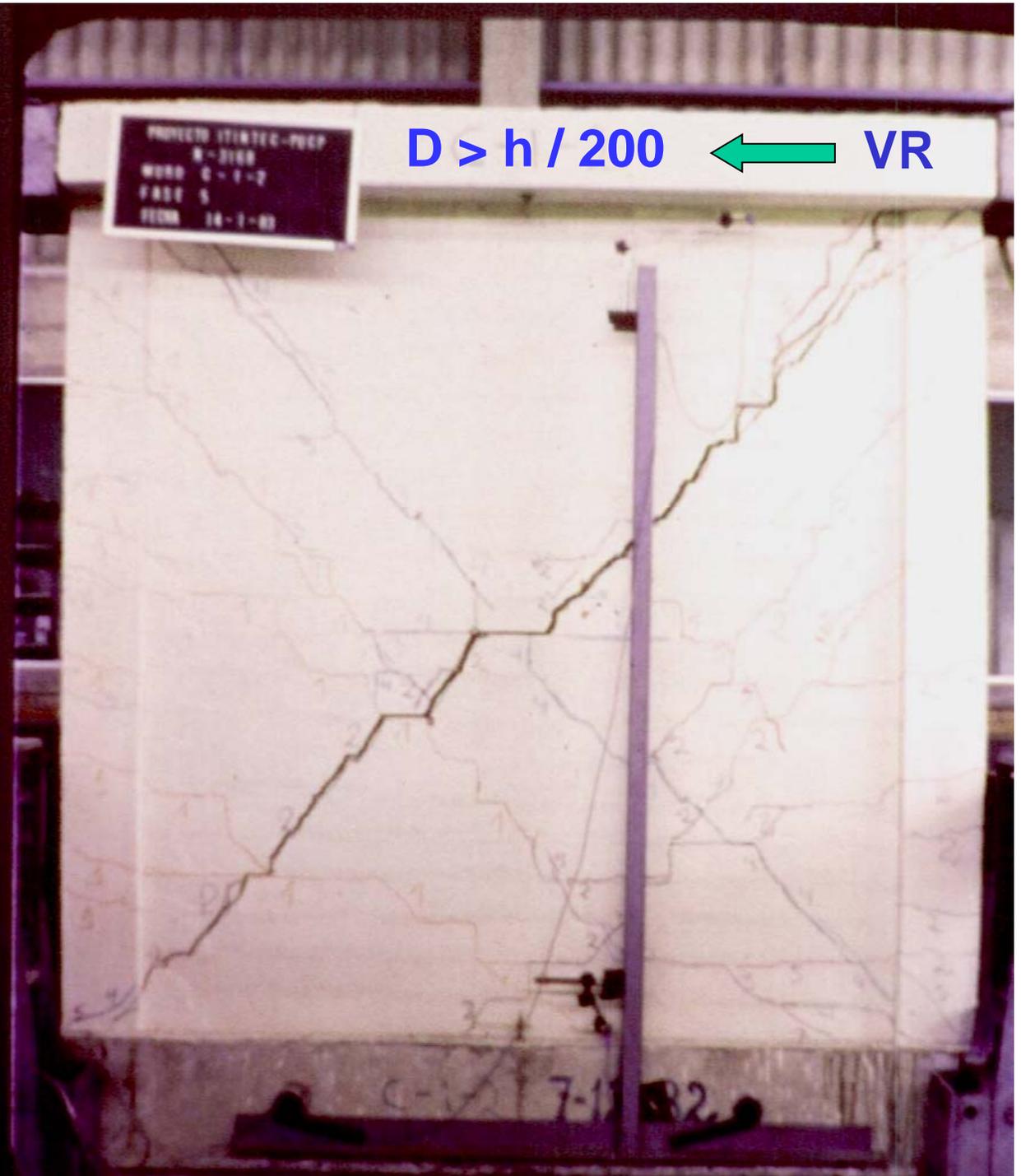
San Bartolomé



Albañilería Confinada

**SE ACEPTA
LA FALLA
POR CORTE**

**Muro con
confinamientos
diseñados
para soportar
“VR”**



ESPECÍMEN JAPONÉS



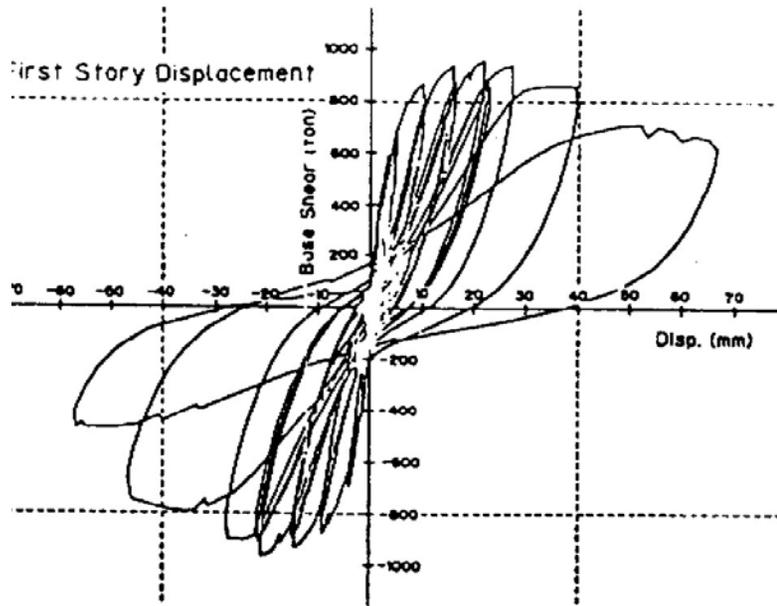
Ensayo de Carga Lateral Cíclica





Envolvente de los lazos histeréticos

0.005



b) First Story Displacement

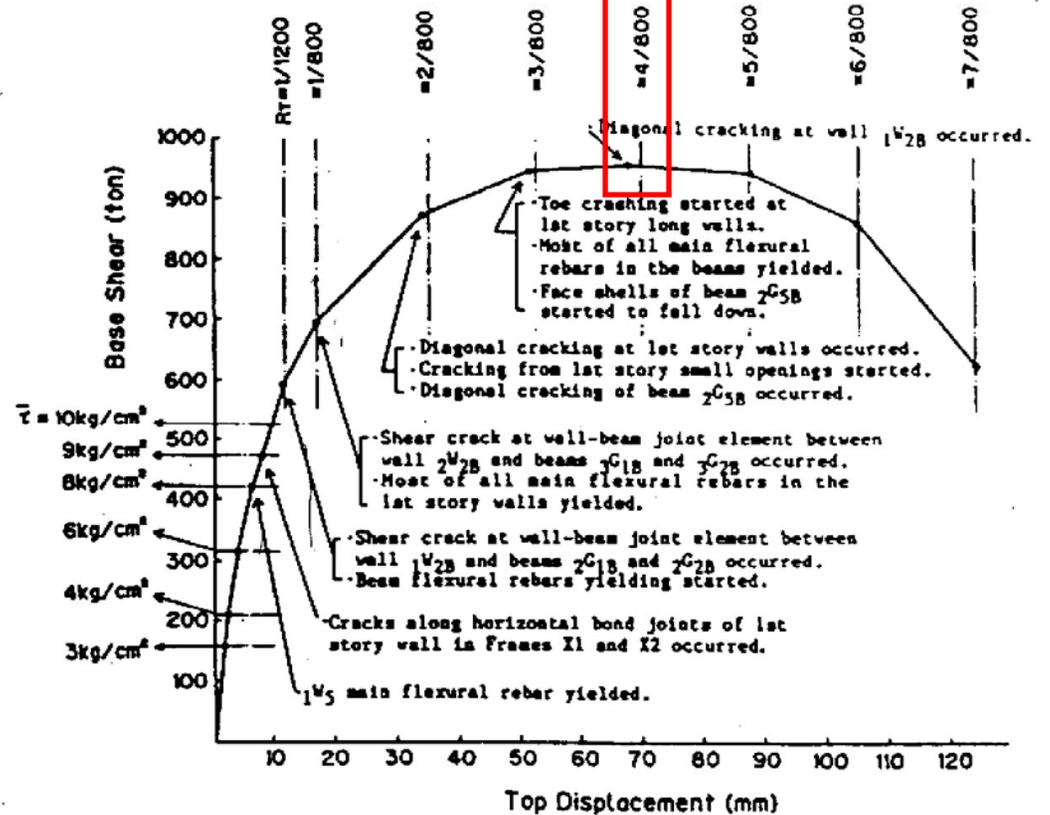


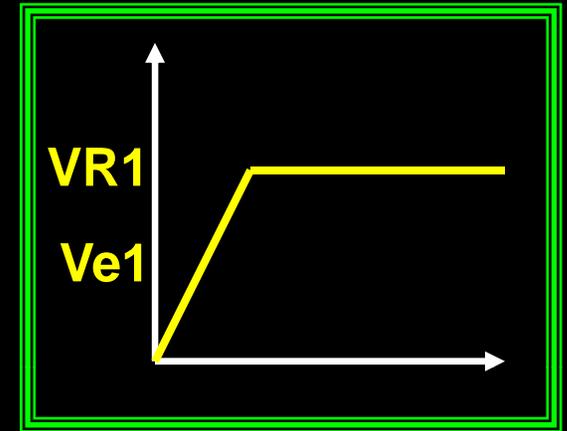
Fig.14 Base shear vs. Top Displacement Envelop Curve for Static Cyclic Loading Tests



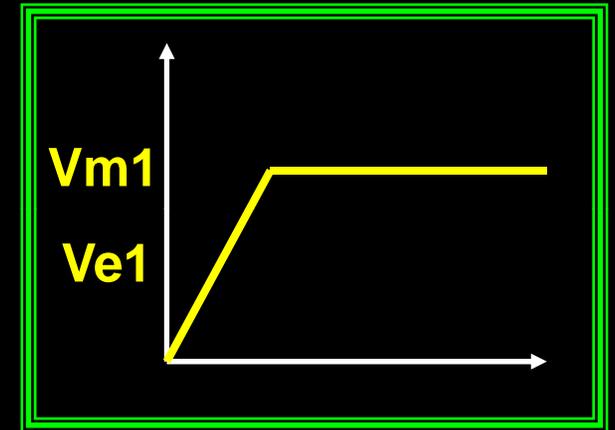
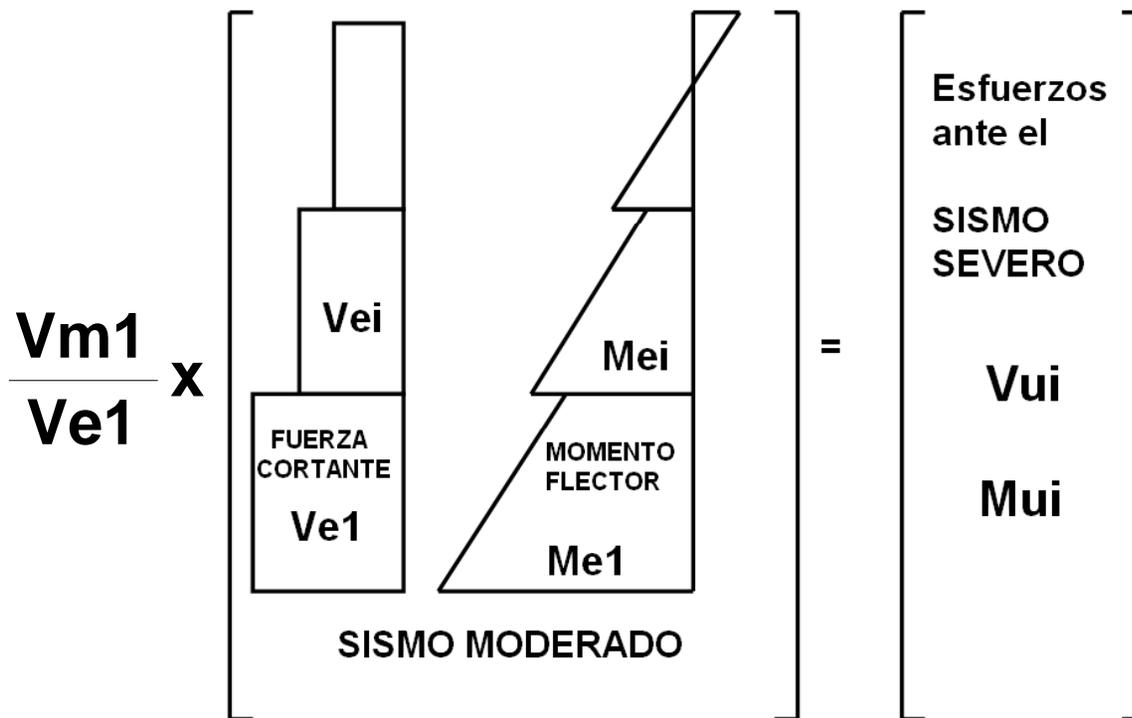
estado final

Etapas del Diseño

Ante el sismo severo, se supone que todos los muros del primer piso se agrietan diagonalmente, con lo cual, la fuerza cortante V_{e1} en cada muro se amplifica hasta alcanzar su resistencia V_{R1} .



1) Transformación de los Esfuerzos Elásticos (V_e , M_e) obtenidos del análisis ante el Sismo Moderado a condición de Rotura ante el Sismo Severo (V_u , M_u)



$$V_{u1} = V_{R1}$$

$$V_{ui} = V_{ei} (V_{m1}/V_{e1})$$

$$M_{ui} = M_{ei} (V_{m1}/V_{e1})$$

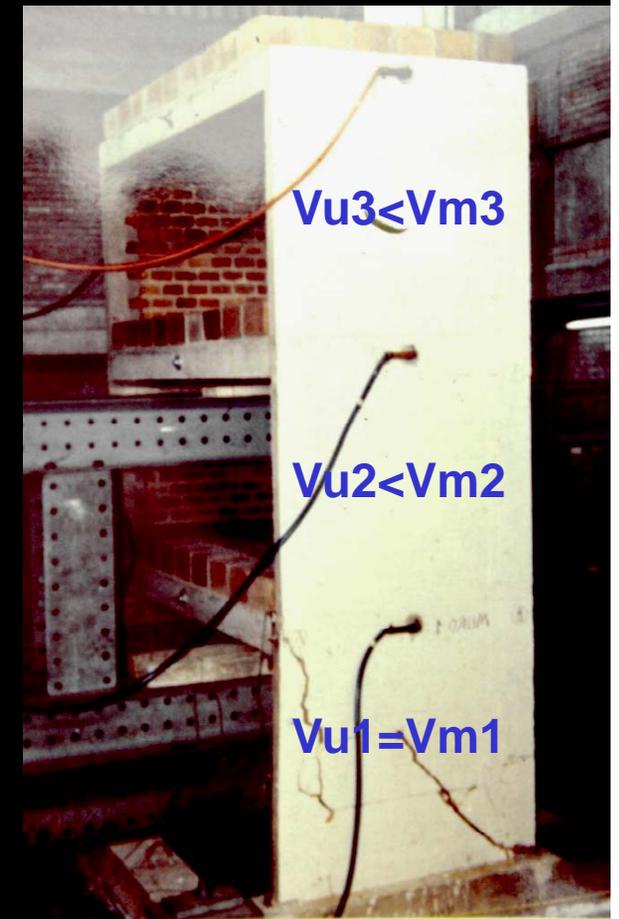
El factor de amplificación V_{m1}/V_{e1} se calcula sólo para el primer piso de cada muro independientemente y no debe ser mayor que $R = 3$ ni menor que 2 (relación de fuerzas del sismo severo vs. moderado).

2) Verificación del Agrietamiento Diagonal en los Muros de Pisos Superiores ($i > 1$)

En el sismo severo:

$$V_{ui} = V_{ei} (V_{m1} / V_{e1})$$

Sí: $V_{ui} > V_{mi}$ → el muro se agrieta y sus confinamientos deberán diseñarse para soportar V_{mi} , en forma similar que el primer piso.



Los 2 pasos pueden sintetizarse en tablas como las siguientes:

Piso 1:

Tabla 17. Piso 1 – Sismo en Y-Y (VE = 144 ton)

Muro	L (m)	Pg (ton)	Ve (ton)	Me (tn-m)	α	Vm (ton)	0.55Vm (ton)	Vm1/Ve1	Vu (ton)	Mu (tn-m)
Y1-Y2	2.60	12.91	4.91	21.30	0.60	11.18	6.15	2.28	11.18	48.56
Y3	3.10	21.69	5.99	28.04	0.66	15.76	8.67	2.63	15.76	73.74
Y4	3.10	17.36	6.57	31.57	0.65	14.60	8.03	2.22	14.60	70.08
Y5	3.10	19.02	6.60	20.82	0.98	20.37	11.20	3.00	19.80	62.46
Y6	3.10	15.15	6.29	22.02	0.88	17.85	9.82	2.84	17.85	62.54
Y7	4.13	19.59	8.30	42.36	0.81	22.12	12.16	2.66	22.12	112.68

- Los muros del piso 1 no se agrietan por corte ante el sismo moderado ($V_e < 0.55 V_m$).
- $\Sigma V_m = 204.00 \text{ ton} > V_E = 144 \text{ ton}$ ($\Sigma V_m = 1.42 V_E < 3 V_E$) → Resistencia global Ok.

Piso 2:

Tabla 19. Piso 2 – Sismo en Y-Y (VE = 127.60 ton)

Muro	L (m)	Pg (ton)	Ve (ton)	Me (tn-m)	α	Vm (ton)	0.55Vm (ton)	Vm1/Ve1	Vu (ton)	Mu (tn-m)
Y1-Y2	2.60	9.40	3.73	10.64	0.91	14.62	8.04	2.28	8.50	24.26
Y3	3.10	15.96	4.72	14.62	1.00	19.99	11.00	2.63	12.41	38.45
Y4	3.10	12.73	5.81	17.98	1.00	19.25	10.59	2.22	12.90	39.92
Y5 (*)	3.10	14.30	7.08	13.91	1.00	19.61	10.79	3.00	21.21	41.73
Y6	3.10	11.08	6.21	14.07	1.00	18.87	10.38	2.84	17.64	39.96
Y7	4.13	14.18	7.72	25.44	1.00	25.00	13.75	2.66	20.53	67.67

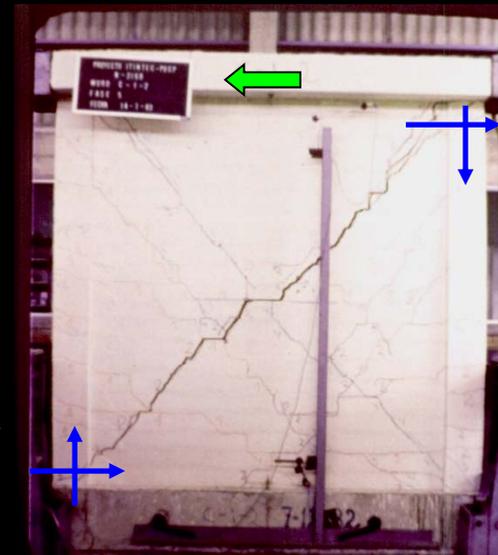
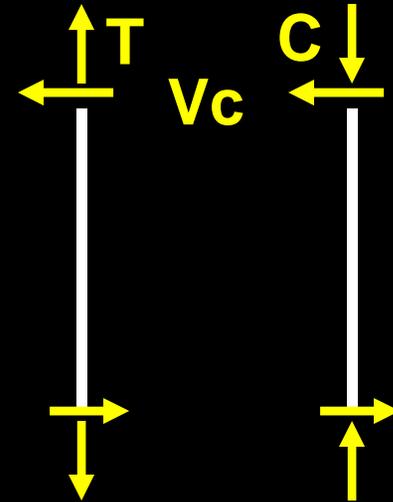
- Los muros del piso 2 no se agrietan por corte ante el sismo moderado ($V_e < 0.55 V_m$).
- Los muros del piso 2 no se agrietan por corte ante el sismo severo ($V_u < V_m$), excepto Y5, donde V_u es 8% mayor que V_m . Y5 en el piso 2 deberá diseñarse en forma similar al piso 1.
- $\Sigma V_m = 238.92 \text{ ton} > V_E = 127.6 \text{ ton}$ → Resistencia global Ok.

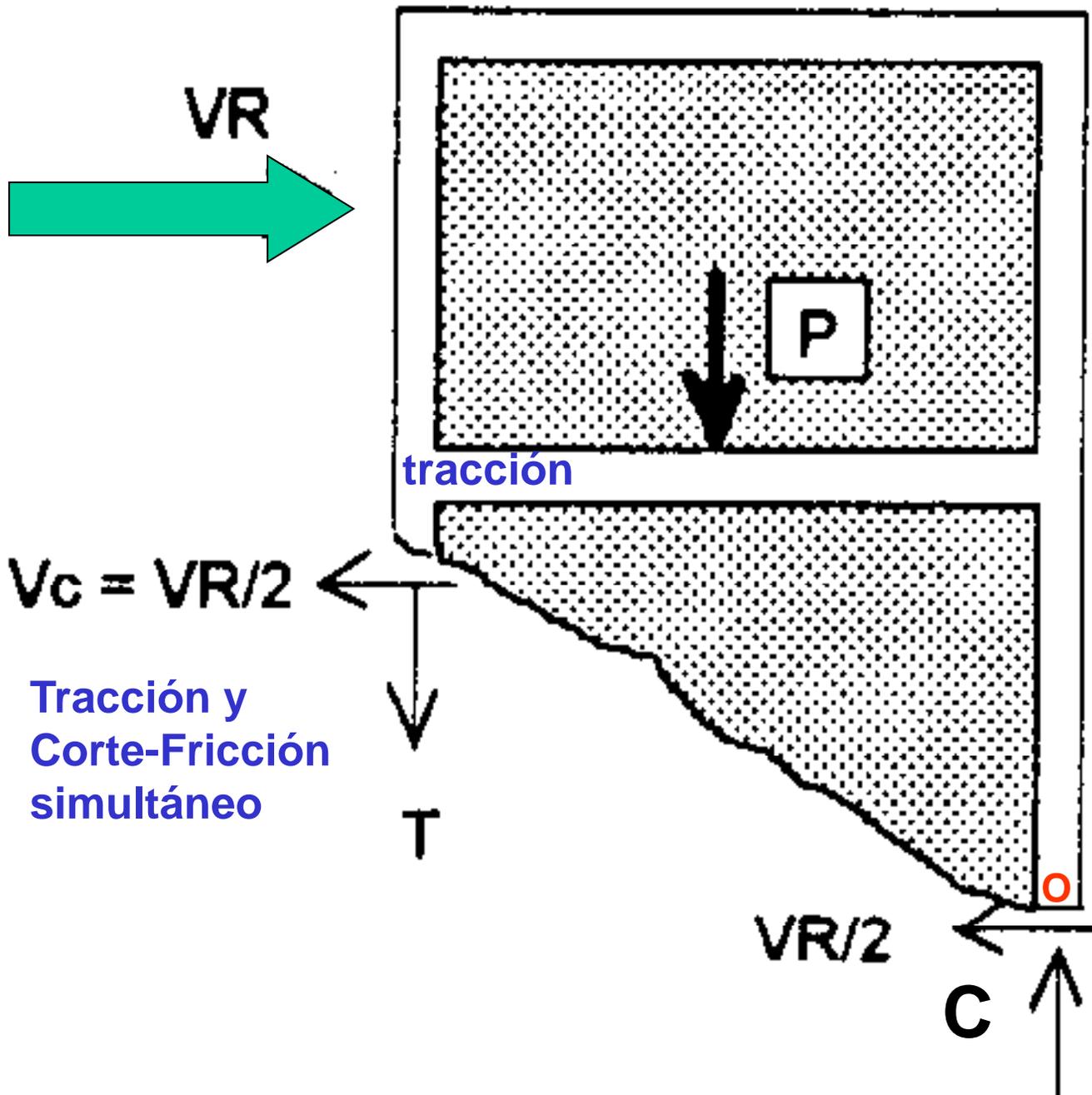
3) Determinación de las Fuerzas Internas en las Columnas de Confinamiento del Primer Piso

T = TRACCIÓN
C = COMPRESIÓN
V_c = FUERZA CORTANTE

No existe momento flector, ya que la columna no se deforma por flexión por estar conectada al muro.

En primer lugar, se indicará cómo hallar estas fuerzas por equilibrio en un muro de un paño, luego se presentará fórmulas para los casos complejos.





$F = VR / N$

$N = \text{número de pisos}$

$F = VR / N$

Por equilibrio:

$\Sigma F_x = 0 \rightarrow V_c$

$\Sigma M_o = 0 \rightarrow T$

$\Sigma F_y = 0 \rightarrow C$

$C = T + P$

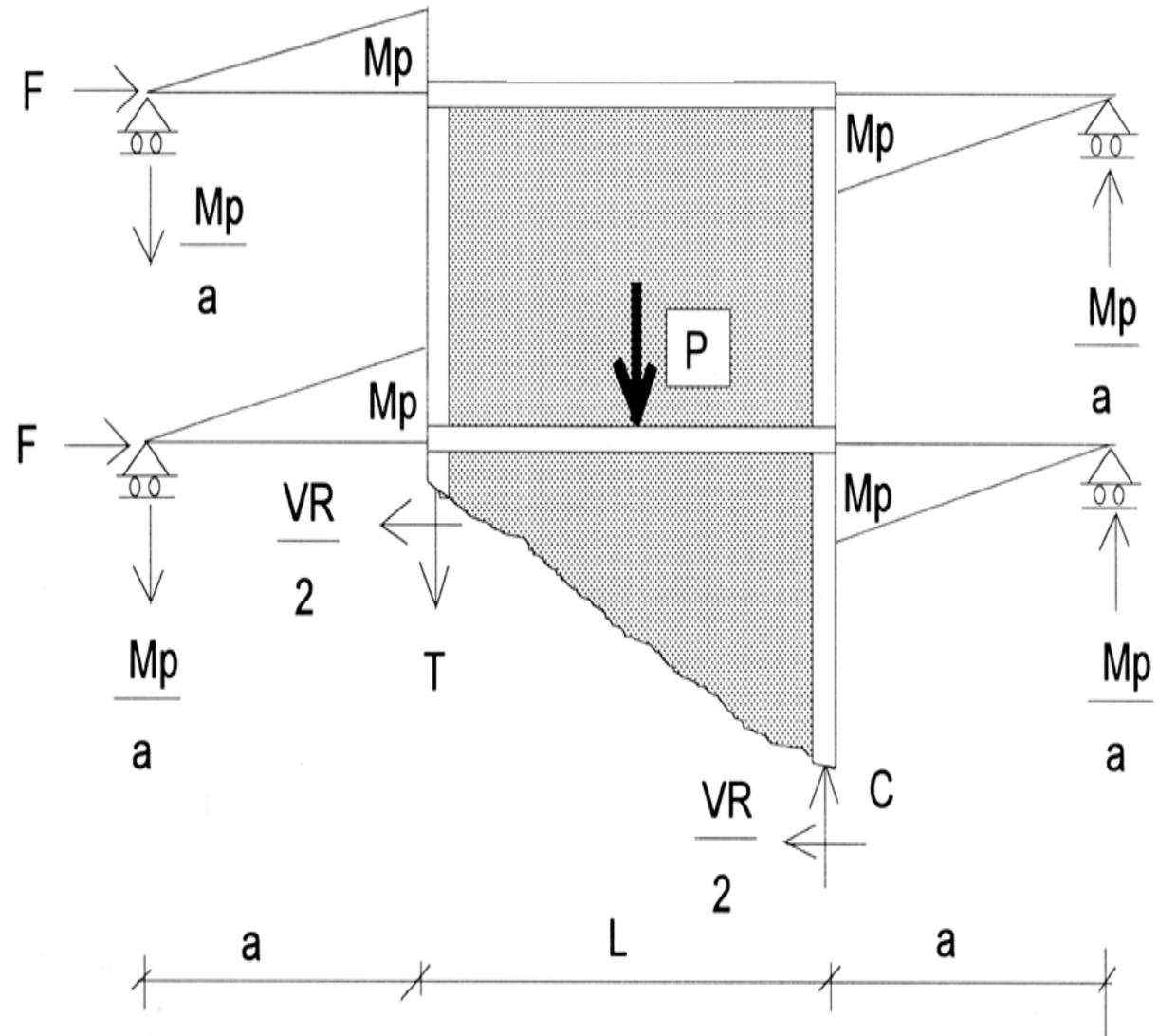
$V_c = VR/2$

**Tracción y
Corte-Fricción
simultáneo**

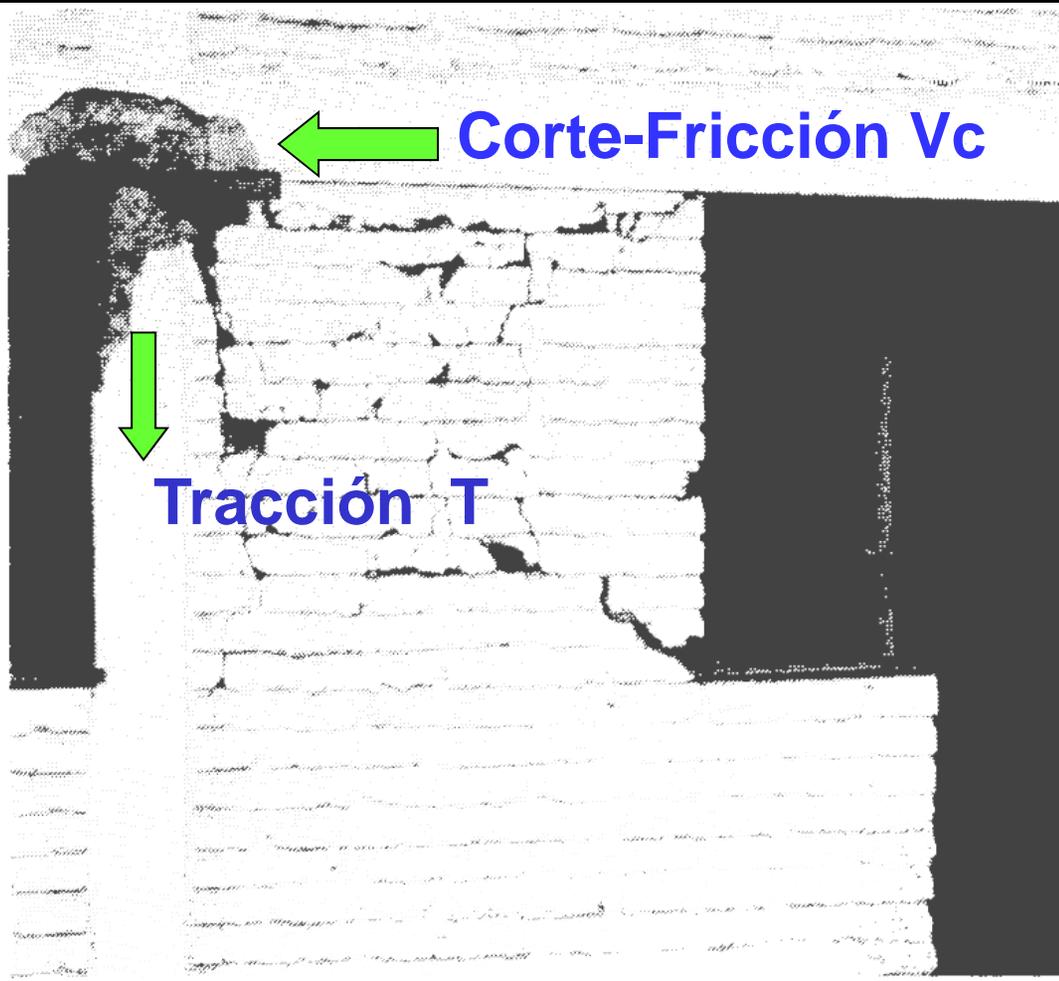
**MURO
CON
DINTELES**

$F = VR1 / N$

T y P se reducen



DISEÑO DE LAS COLUMNAS DE CONFINAMIENTO



**Extremo Superior
(T y V_c simultáneos)**

La base se diseña sólo a compresión porque C eleva la resistencia a fricción

Base



a.- DISEÑO POR CORTE-FRICCIÓN y TRACCIÓN COMBINADA

$$f'c > 175 \text{ kg/cm}^2$$

$$\phi = 0.85$$

$$\mu = 0.8 \text{ o } 1.0$$

CONCRETO:

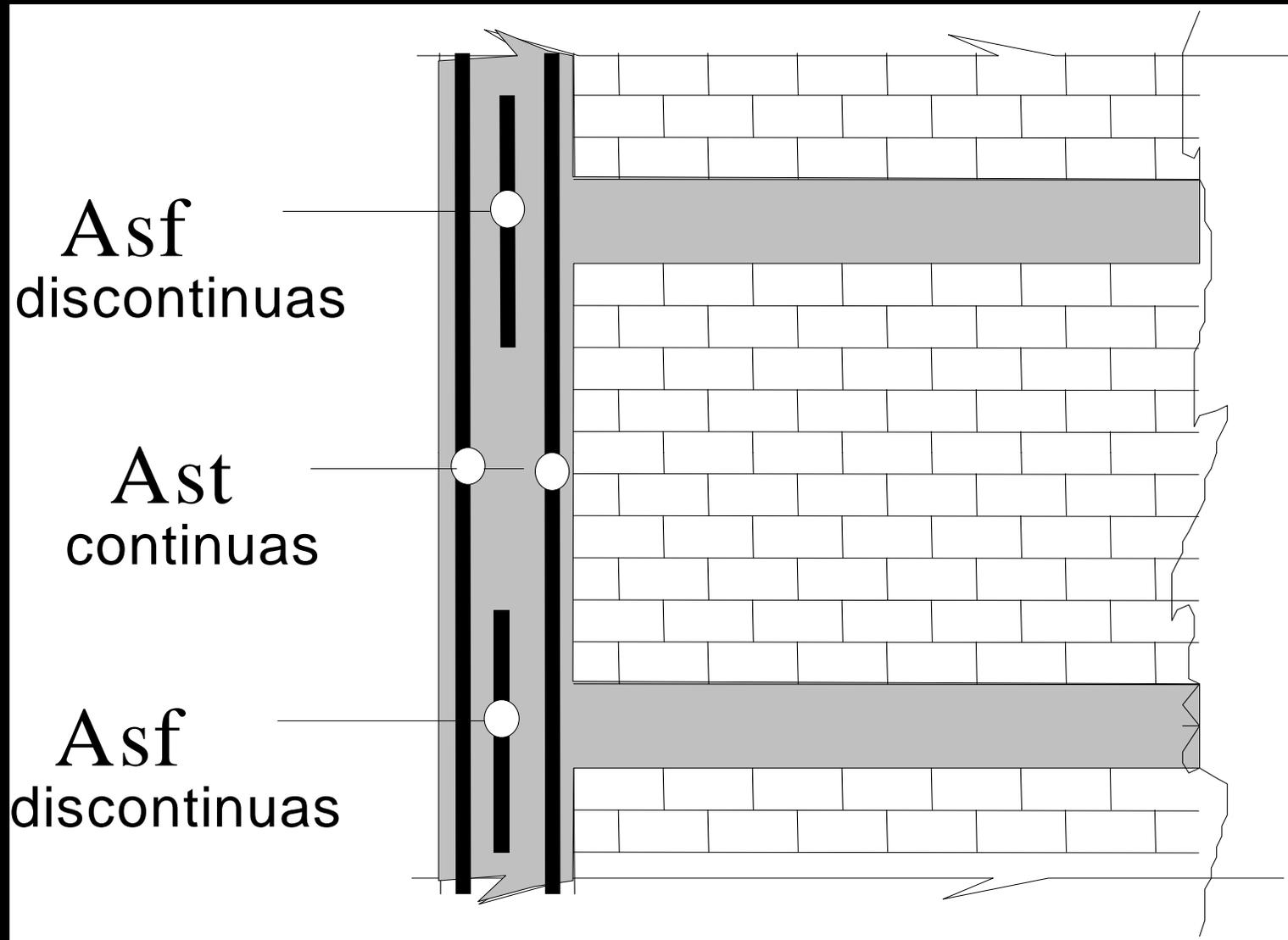
$$A_{cf} = \frac{Vc}{0.2 f'c \phi} \geq 15 t \dots (cm^2)$$



ACERO:

$$A_{sf} = \frac{Vc}{\phi \mu fy} \quad A_{st} = \frac{T}{\phi fy}$$

$$A_s = A_{sf} + A_{st} \geq \frac{0.1 f'c A_c}{fy} \dots \text{mín } 4 \phi 8 \text{ mm}$$



Esta disposición de refuerzo es posible emplear, pero complica la construcción

b.- DISEÑO POR COMPRESIÓN ($\phi = 0.7$)

NÚCLEO DE CONCRETO:

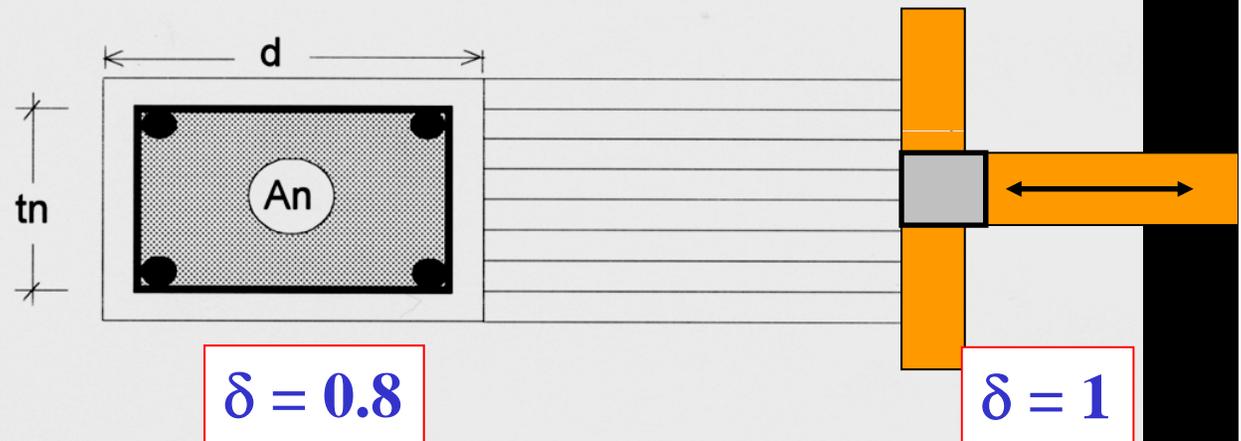


ESTRIBOS:



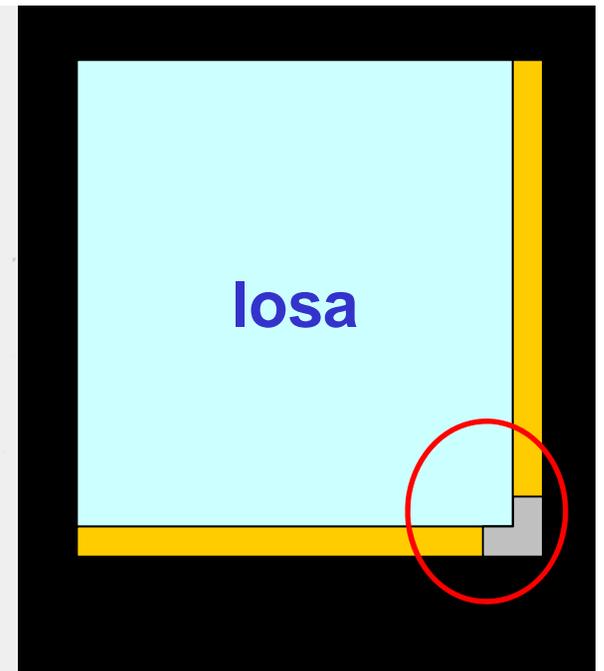
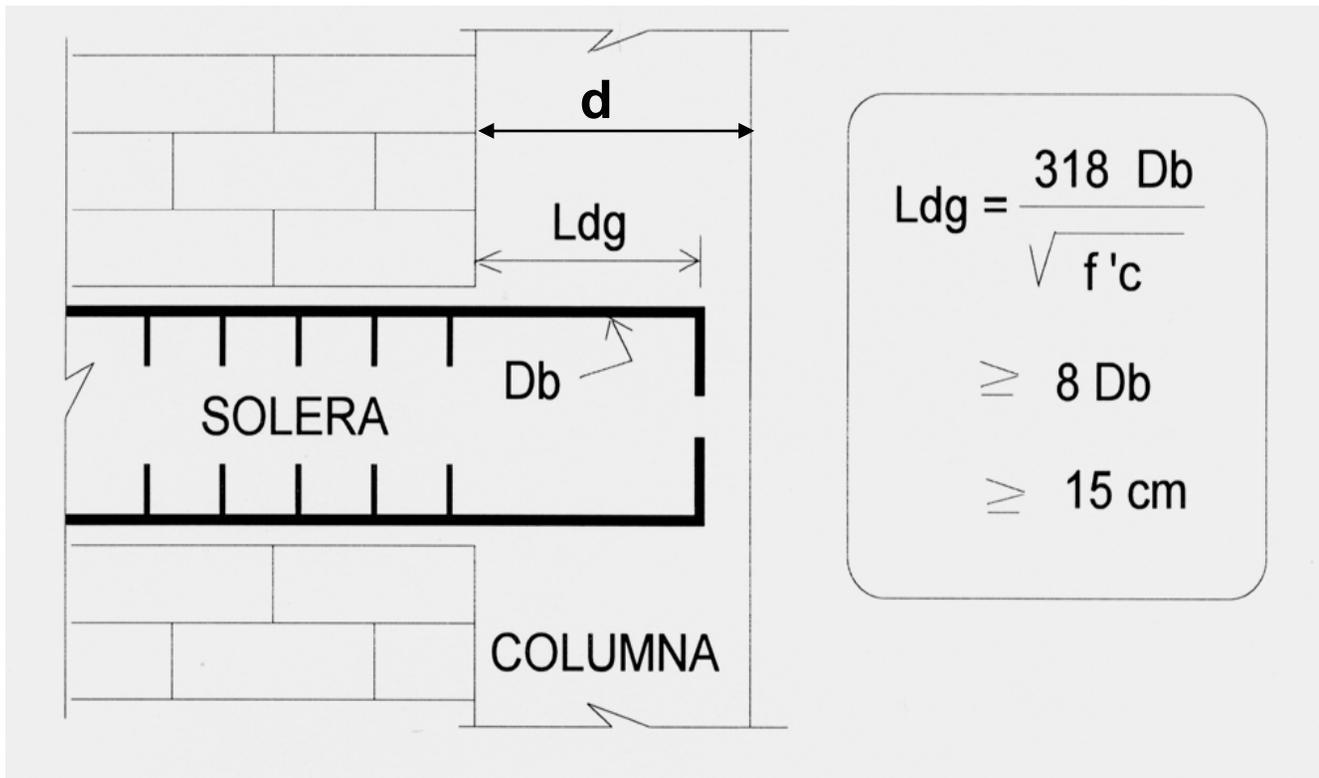
$$A_n = A_s + \frac{C / \phi - A_s f_y}{0.85 \delta f'_c}$$

A_c (incluyendo recubrimiento) $>$ A_{cf}



$$s_1 = \frac{A_v f_y}{0.3 t_n f'_c (A_c / A_n - 1)} \leq 10 \text{ cm}$$

$$s_2 = \frac{A_v f_y}{0.12 t_n f'_c} \leq \frac{d}{4} \quad s_2 > 5 \text{ cm}$$

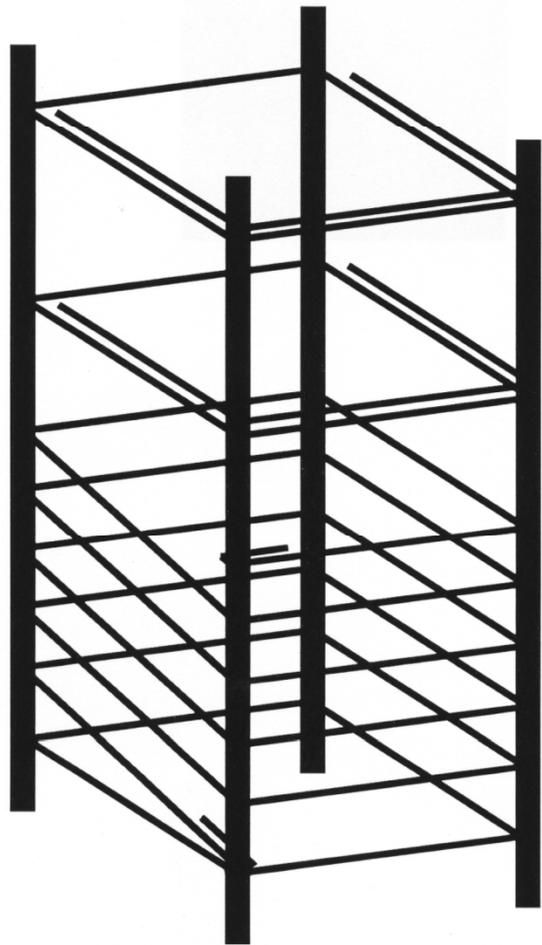


PERALTE MÍNIMO DE LAS COLS. DE CONFINAMIENTO CUANDO LA SOLERA PIERDE CONTINUIDAD:

$$d = Ldg + 2 \text{ cm}$$



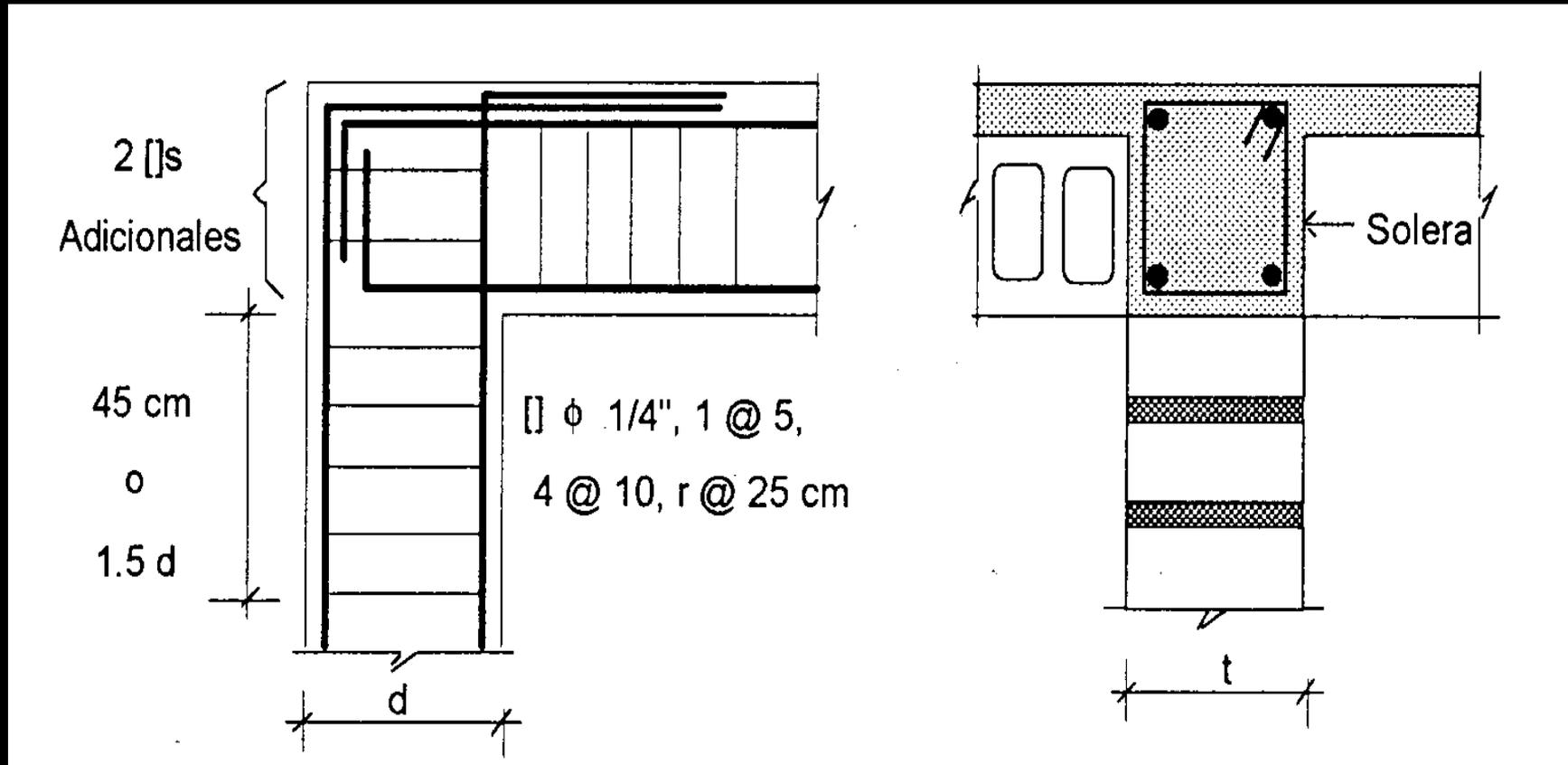
$$\phi = 0.75$$



ZUNCHOS y
□ 1 3/4 VUELTA



DISPOSICIÓN MÍNIMA DE ESTRIBOS

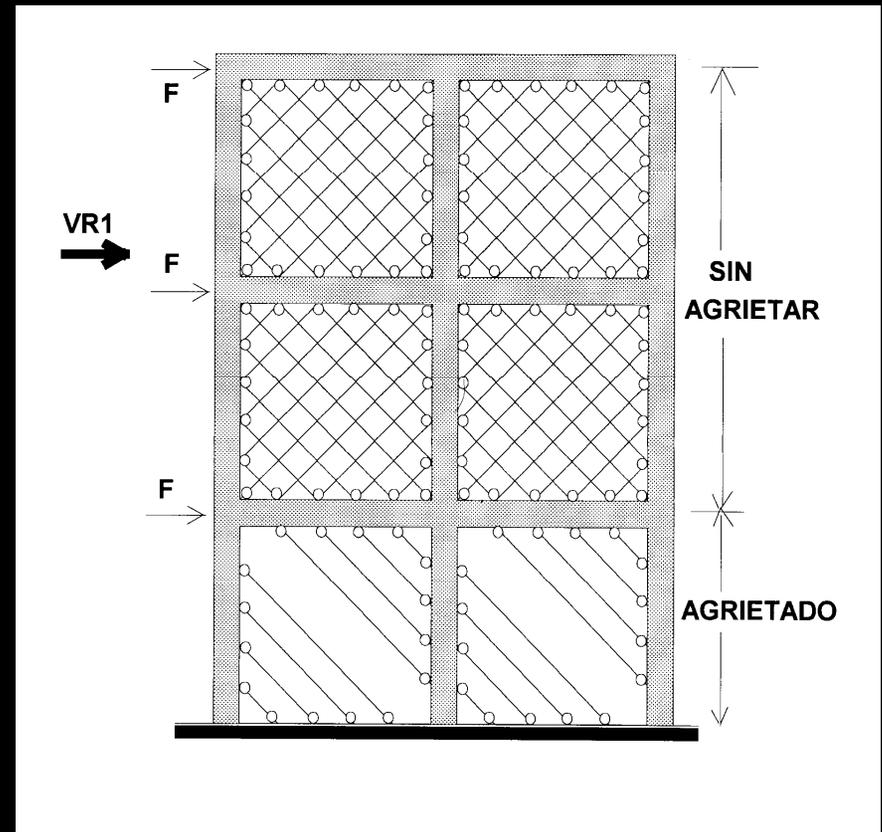
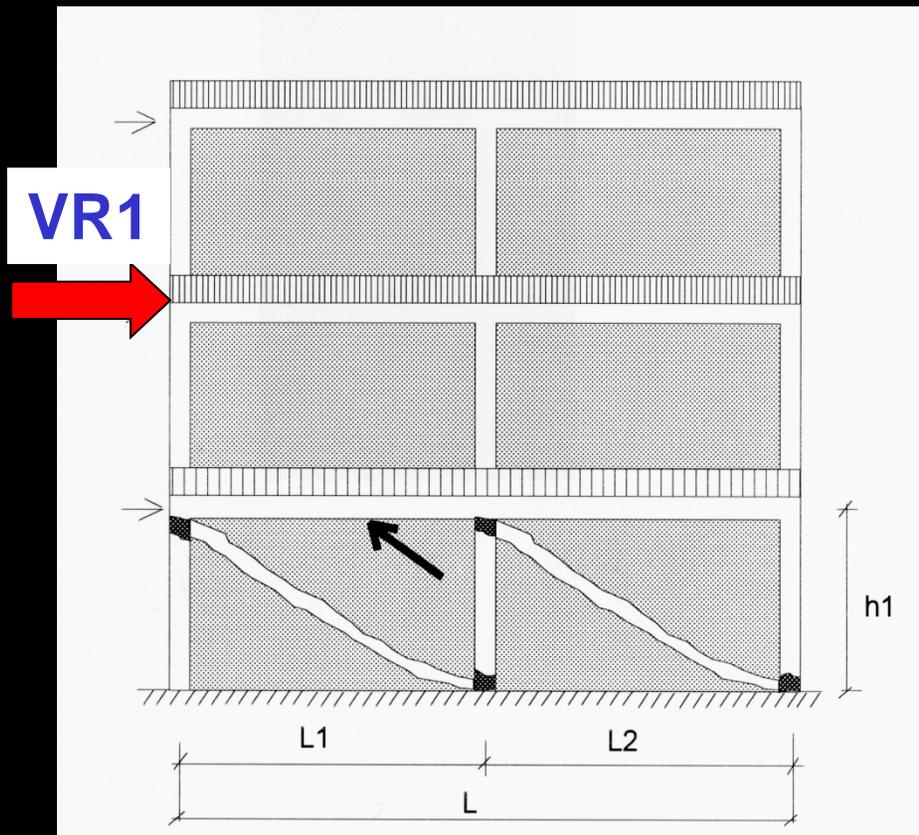


VIGA SOLERA:

El estribaje y la sección de la solera es mínimo, debido al gran peralte que hay encima de ella.

$$\begin{aligned}
 T(\text{solera}) &= V_c = \phi A_s f_y \\
 &= 0.9 A_s f_y \\
 &\rightarrow A_s(\text{solera})
 \end{aligned}$$

MUROS COMPUESTOS POR VARIOS PAÑOS

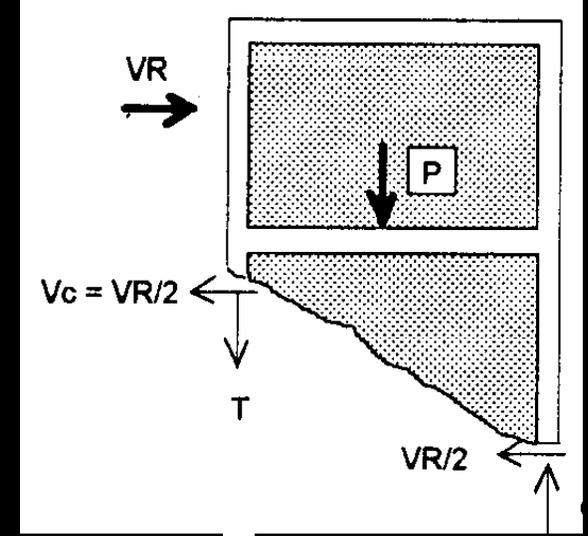
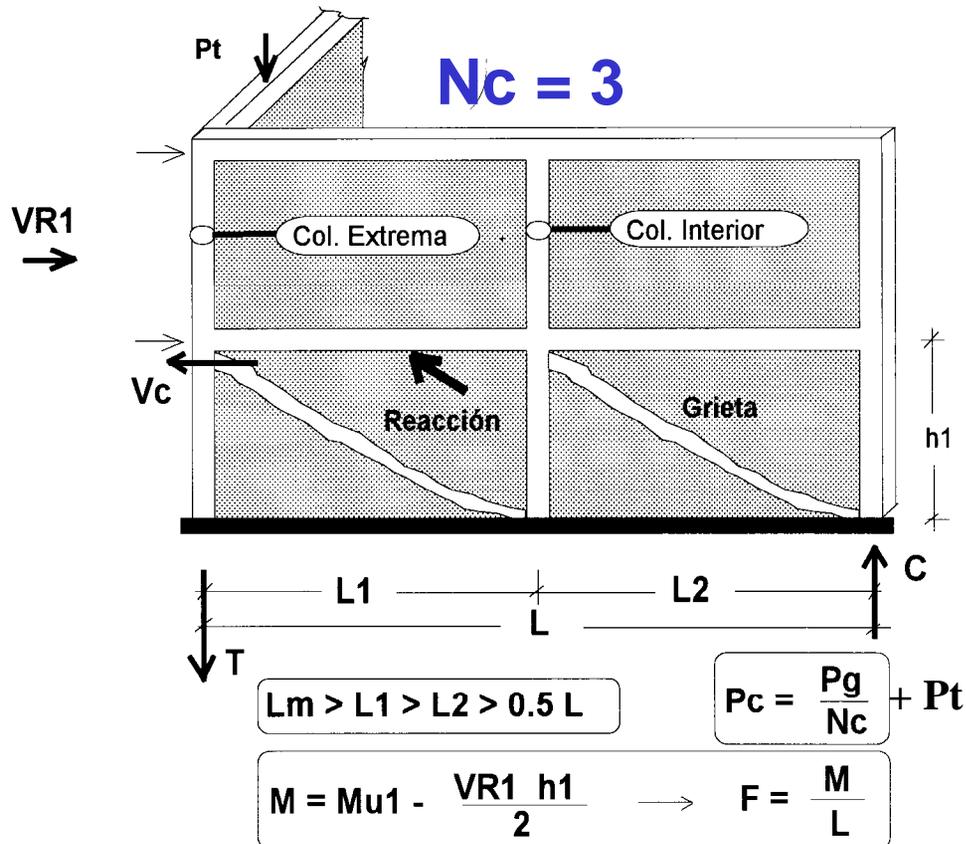


En la zona agrietada se eliminaron las bielas traccionadas

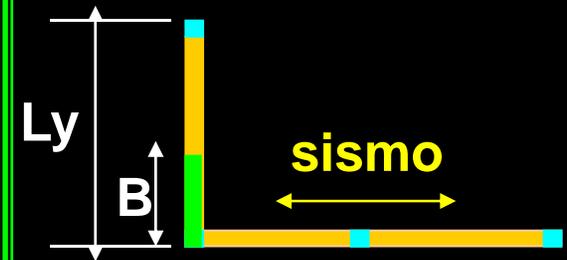
Este análisis permitió plantear fórmulas simplificadas para hallar V_c , T y C :

FUERZAS INTERNAS EN CADA COLUMNA DE CONFINAMIENTO

COLUMNA	Vc (fuerza cortante)	T (tracción)	C (compresión)
Interior	$\frac{VR1 Lm}{L (Nc + 1)}$	$VR1 \frac{h}{L} - Pc$	$Pc - \frac{VR1 h}{2L}$
Extrema	$1.5 \frac{VR1 Lm}{L (Nc + 1)}$	$F - Pc$	$Pc + F$

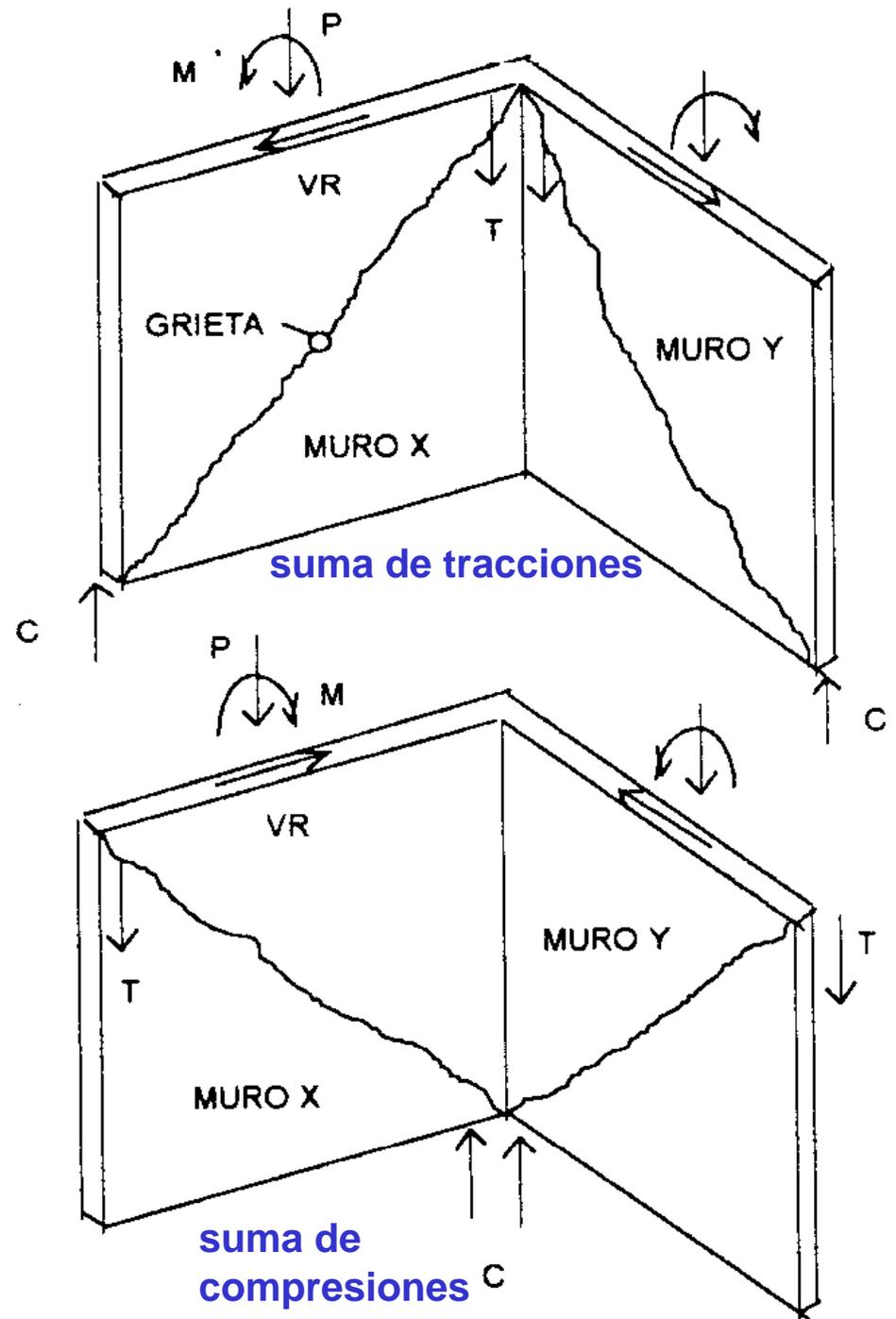
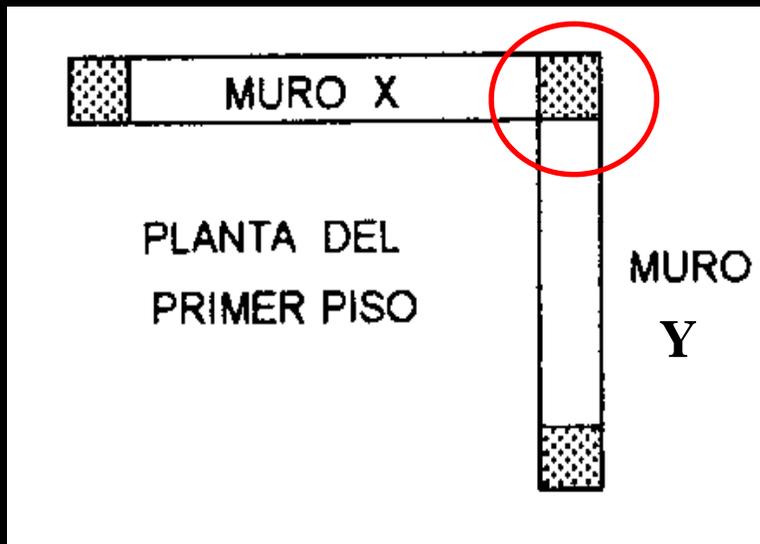


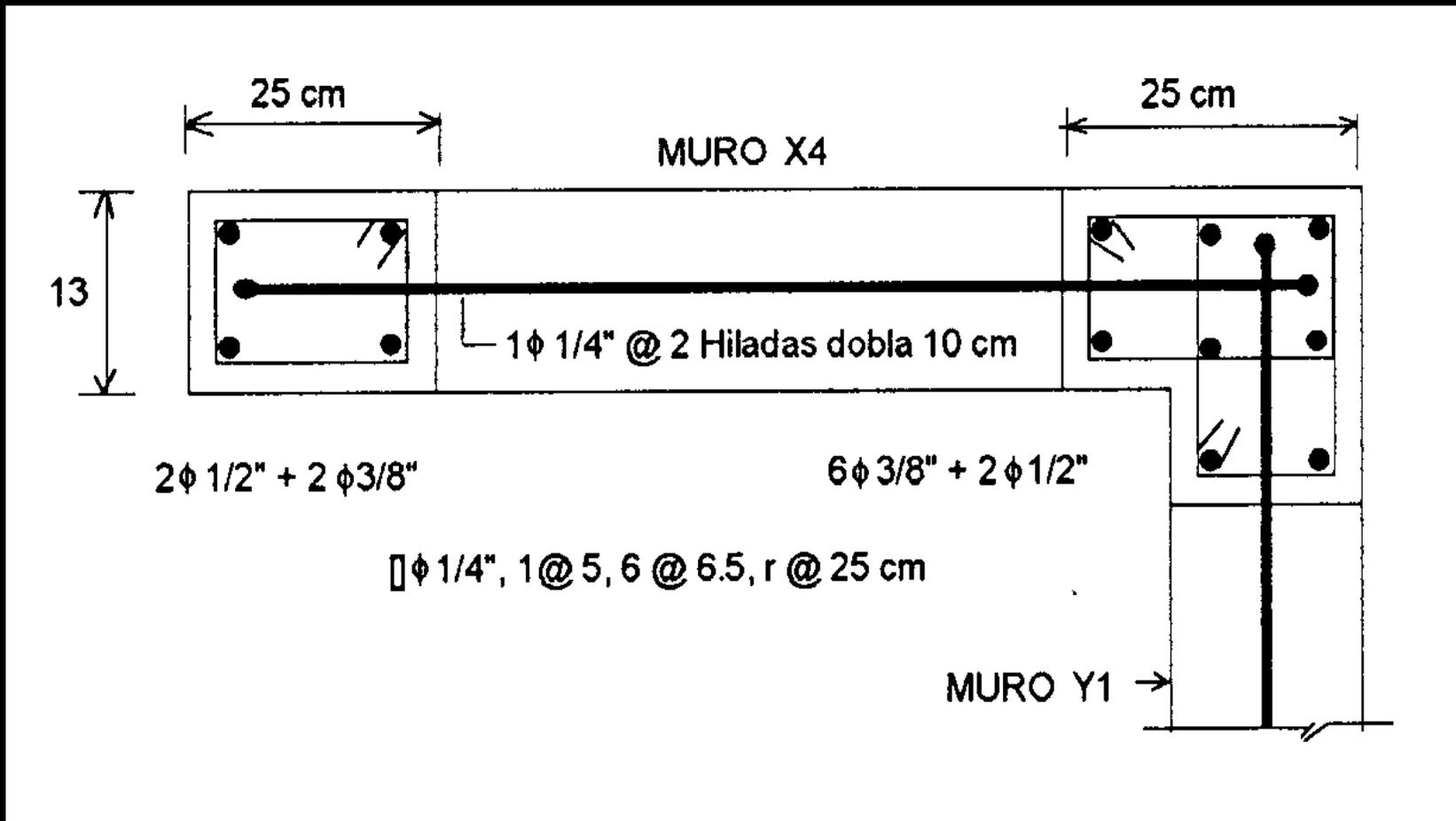
En muros de un paño hay 2 cols. extremas: $Nc = 2$ y $Lm = L$



$Pt = Py (B/Ly)$

COLUMNA DE LA INTERSECCIÓN EN MUROS PERPENDICULARES





COLUMNA DE LA INTERSECCIÓN

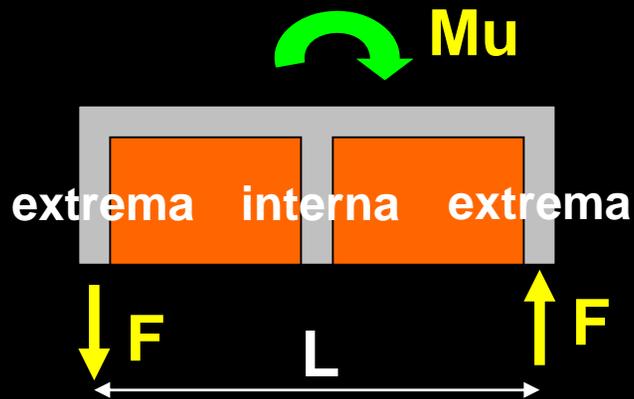
Cada muro se diseña independientemente, reconociendo Pt, luego:

Usar lo mayor:	Asx	Acx	Estribos x
	Asy	Acy	Estribos y

DISEÑO DE LOS PISOS SUPERIORES NO AGRIETADOS

$$V_u < V_R$$

$$M_u = M_e (V_{R1}/V_{e1})$$



La albañilería absorbe el corte-fricción

• COLUMNAS EXTREMAS

Diseño por Tracción

$$F = \frac{M_u}{L}$$

$$P_c = \frac{P_g}{N_c}$$

$$T = F - P_c - P_t > 0$$

$$A_s = \frac{T}{\phi f_y} \geq \frac{0.1 f'_c A_c}{f_y} \dots \text{mín } 4 \phi 8 \text{ mm} \quad \phi = 0.9$$

Diseño por Compresión (usar estribos mínimos)

$$C = P_c + F$$

$$A_n = A_s + \frac{C/\phi - A_s f_y}{0.85 \delta f'_c} \quad \phi = 0.7$$

- COLUMNAS INTERNAS: USAR REFUERZO MÍNIMO (solidarias con la albañilería no agrietada)

- SOLERAS (diseño por tracción $\phi = 0.9$)

$$T_s = V_u \frac{L_m}{2L}$$

$$A_s = \frac{T_s}{\phi f_y} \geq \frac{0.1 f'_c A_c s}{f_y} \dots (\text{mínimo } 4 \phi 8 \text{ mm})$$