

FIUBA – Depto. Construcciones y Estructuras
74.01 y 94.01 - HORMIGÓN I

HORMIGÓN I (74.01 y 94.01)

**ELU DE AGOTAMIENTO A
Flexión y Corte
Casos Particulares**

FIUBA – Depto. Construcciones y Estructuras
74.01 y 94.01 - HORMIGÓN I

CARGAS SUSPENDIDAS
DISTRIBUIDAS

ELU DE AGOTAMIENTO A FLEXIÓN Y CORTE – CASOS PARTICULARES

Lámina 2

FIUBA – Depto. Construcciones y Estructuras
74.01 y 94.01 - HORMIGON I

CARGAS APLICADAS EN EL BORDE INFERIOR: Ej. viga invertida

Las cargas suspendidas producen tracción en el alma

Primero, se dimensiona la armadura de corte para V_u de la sección crítica

$$V_{s,nec}^V = \frac{V_u}{\phi} - V_c$$

Luego, se dimensiona la "armadura de suspensión" necesaria:

$$V_{s,nec}^{w,susp} = \frac{w_{u,2}}{\phi} d$$

Fuerza a absorber en una longitud igual a d

Se suman y se adopta diámetro y separación de estribos

$$V_{s,nec} = V_{s,nec}^V + V_{s,nec}^{w,susp}$$

Estribos verticales:

$$V_{s,estr} = \frac{1}{s} A_v f_{yr} d \geq V_{s,nec}$$

ELU DE AGOTAMIENTO A FLEXIÓN Y CORTE – CASOS PARTICULARES

Lámina 3

FIUBA – Depto. Construcciones y Estructuras
74.01 y 94.01 - HORMIGON I

CORTE POR FRICCIÓN

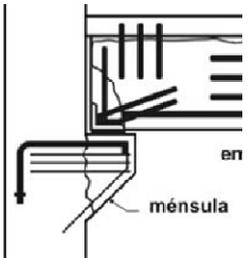
(o CORTE RASANTE)

ELU DE AGOTAMIENTO A FLEXIÓN Y CORTE – CASOS PARTICULARES

Lámina 4

FIUBA – Depto. Construcciones y Estructuras
 74.01 y 94.01 - HORMIGON I

CORTE POR FRICCIÓN



en
ménsula

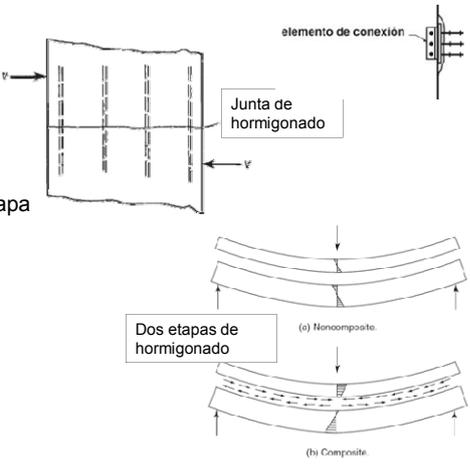
Se denomina **corte por fricción o corte rasante** al esfuerzo de corte que debe transmitirse entre dos elementos o partes de un elemento que pueden deslizarse uno respecto al otro a través de un "plano de deslizamiento" existente o potencial.

El "plano de deslizamiento" puede ser:

- una fisura existente o potencial
- la unión entre hormigones de distinta etapa
- la superficie de contacto entre dos materiales distintos.

Modelos:

- de fricción
- de fricción y cohesión
- de corte horizontal

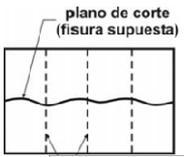


ELU DE AGOTAMIENTO A FLEXIÓN Y CORTE – CASOS PARTICULARES

Lámina 5

FIUBA – Depto. Construcciones y Estructuras
 74.01 y 94.01 - HORMIGON I

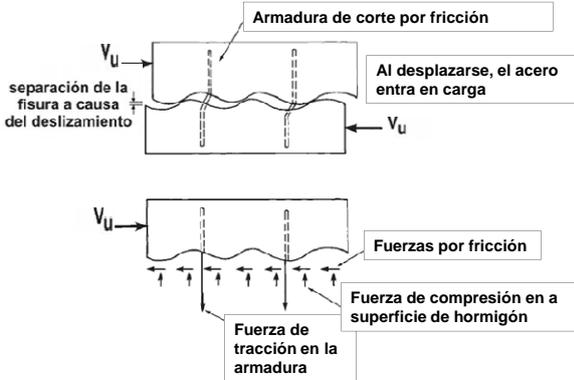
CORTE POR FRICCIÓN: Modelo de fricción



plano de corte
(fisura supuesta)

Armadura de corte por fricción

Se debe suponer que se produce una fisura a lo largo del plano de corte considerado.



Armadura de corte por fricción

separación de la fisura a causa del deslizamiento

Al desplazarse, el acero entra en carga

Fuerzas por fricción

Fuerza de tracción en la armadura

Fuerza de compresión en a superficie de hormigón

$$N \downarrow \rightarrow S = \mu N$$

A_{vf} : Sección de armadura de corte por fricción

μ : Coeficiente de fricción

ELU DE AGOTAMIENTO A FLEXIÓN Y CORTE – CASOS PARTICULARES

Lámina 6

FIUBA – Depto. Construcciones y Estructuras
74.01 y 94.01 - HORMIGÓN I

CORTE POR FRICCIÓN: Modelo de fricción

μ : Coeficiente de fricción

Tipo de hormigón	μ
Hormigón colocado monolíticamente	1,4 λ
Hormigón colocado sobre hormigón endurecido con la superficie <i>intencionalmente rugosa</i> como se especifica en el artículo 11.7.9.	1,0 λ
Hormigón colocado sobre hormigón endurecido con la superficie <i>no intencionalmente rugosa</i>	0,6 λ
Hormigón anclado a placas o perfiles de acero estructural mediante pasadores con cabeza, o barras de armadura (ver el artículo 11.7.10.)	0,7 λ

$V_u \leq \phi V_n$

$V_c = 0 \Rightarrow V_n = V_{sf} \begin{cases} \leq 0.2 f_c' A_c \\ \leq 5.5 A_c \text{ (en KN)} \end{cases}$

Si la armadura es perpendicular al plano de deslizamiento:

$V_{sf} = A_{vf} f_y \mu$

Si la armadura no es perpendicular al plano de deslizamiento:

$V_{sf} = A_{vf} f_y (\mu \sin(\alpha) + \cos(\alpha))$

ELU DE AGOTAMIENTO A FLEXIÓN Y CORTE – CASOS PARTICULARES

Lámina 7

FIUBA – Depto. Construcciones y Estructuras
74.01 y 94.01 - HORMIGÓN I

CARGA CONCENTRADA CERCANA AL APOYO

ELU DE AGOTAMIENTO A FLEXIÓN Y CORTE – CASOS PARTICULARES

Lámina 8



REGIONES B y D

Discontinuidad – Cambio brusco en la geometría o en las cargas.

Región B – Parte de un elemento a la cual se le puede aplicar la hipótesis de secciones planas de la teoría de flexión.

Región D – Parte de un elemento ubicada dentro de una distancia h , medida a partir de una discontinuidad del esfuerzo o de una discontinuidad geométrica.

Modelo de Bielas y Tirantes

El Reglamento CIRSOC permite diseñar los elementos de hormigón estructural, o las regiones D de los mismos, modelando el elemento estructural o la región D, como un reticulado.

Debe tener puntales, tensores y nodos y debe ser capaz de transferir todas las cargas mayoradas a los apoyos o a las regiones B adyacentes.

Este método no se verá en este curso.

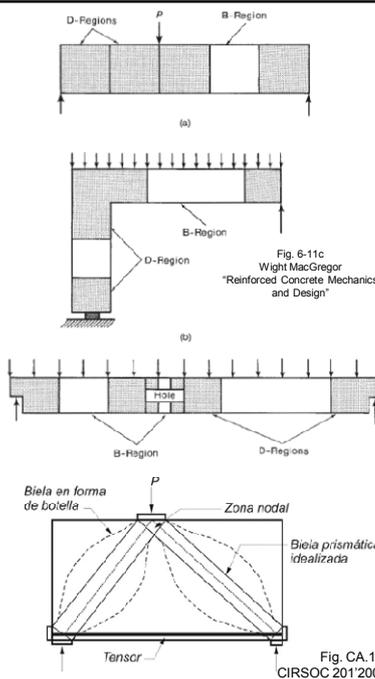
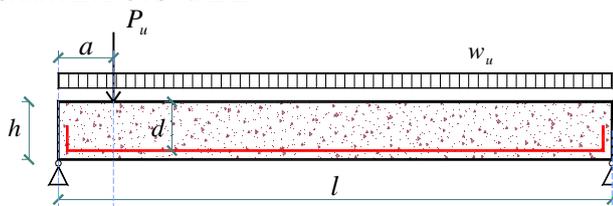


Fig. 6-11c
Wight/MacGregor
"Reinforced Concrete Mechanics and Design"

Fig. CA.1.3
CIRSOC 201'2005

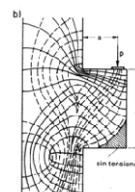
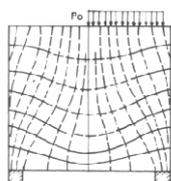


CARGA CERCANA AL APOYO $a \leq 2h$



s/CIRSOC 2005

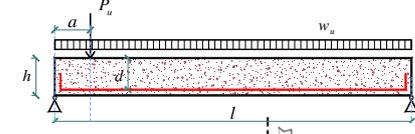
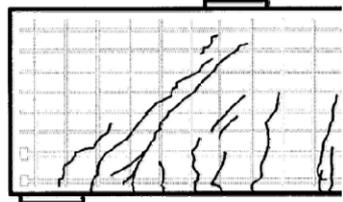
Las zonas de las vigas cargadas con cargas concentradas, ubicadas a una distancia a , desde el apoyo, igual o menor que 2 veces la altura h del elemento, que están cargadas en una cara y apoyadas en la cara contraria, de manera tal que se puedan desarrollar bielas de compresión entre las cargas y los apoyos, se deben tratar como **VIGAS DE GRAN ALTURA**.



FIUBA – Depto. Construcciones y Estructuras
 74.01 y 94.01 - HORMIGÓN I

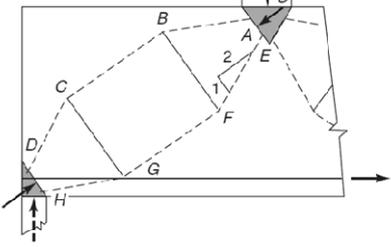
CARGA CERCANA AL APOYO $a \leq 2h$

Zona D donde no se cumple la hip. de Bernoulli.

FISURACIÓN DE VIGA CON MALLA DE ARMADURA

G. Aguilar, A. Matamoros, G. Parra-Montesinos, J. Ramirez, J. Wight, "Experimental Evaluation of Design Procedures for Shear Strength of Deep Reinforced Concrete Beams", ACI Structural Journal, V. 99, No. 4, 2002.



(c) Strut-and-tie model of a bottle-shaped strut.

Fig. 17-4c
Wight MacGregor, "Reinforced Concrete Mechanics and Design"

Se puede analizar mediante un modelo de Bielas y Tirantes.

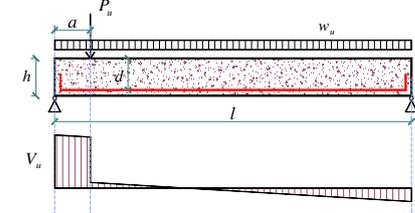
En este curso veremos un procedimiento alternativo.

En general, el método de bielas y tirantes dará una menor armadura necesaria de alma.

ELU DE AGOTAMIENTO A FLEXIÓN Y CORTE – CASOS PARTICULARES
Lámina 11

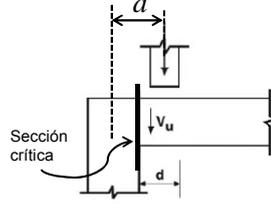
FIUBA – Depto. Construcciones y Estructuras
 74.01 y 94.01 - HORMIGÓN I

CARGA CERCANA AL APOYO $a \leq 2h$



Sección crítica de corte:

Vu SIEMPRE INCLUYE A P!

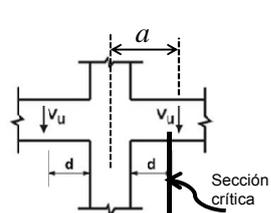


(f)

$a \leq 2h$

y

$a \leq \frac{apoyo}{2} + d$



(d)

$a \leq 2h$

y

$a > \frac{apoyo}{2} + d$

ELU DE AGOTAMIENTO A FLEXIÓN Y CORTE – CASOS PARTICULARES
Lámina 12

FIUBA – Depto. Construcciones y Estructuras
74.01 y 94.01 - HORMIGÓN I

CARGA CERCANA AL APOYO $a \leq 2h$

Para vigas de gran altura la **resistencia nominal** debe ser:

$$V_n \leq \frac{5}{6} \sqrt{f'_c} b_w d$$

→ Lo primero que hay que verificar es que sea $V_u \leq \phi V_n$

Luego, se determina V_c idem vigas esbeltas utilizando alguna de estas dos expresiones si $N_u=0$:

$$\begin{cases} V_c = \frac{1}{6} \sqrt{f'_c} b_w d \\ V_c = \left(\sqrt{f'_c} + 120 \rho_w \frac{V_u d}{M_u} \right) \frac{1}{7} b_w d \leq 0.30 \sqrt{f'_c} b_w d \quad \frac{V_u d}{M_u} \leq 1 \end{cases}$$

o las que correspondan si $N_u \neq 0$

Mu el momento mayorado que actúa simultáneamente con V_u en la sección considerada.

ELU DE AGOTAMIENTO A FLEXIÓN Y CORTE – CASOS PARTICULARES
Lámina 13

FIUBA – Depto. Construcciones y Estructuras
74.01 y 94.01 - HORMIGÓN I

CARGA CERCANA AL APOYO $a \leq 2h$

Si resulta:

$\phi(V_c) < V_u \Rightarrow$ Debe calcularse una armadura de alma

$$V_u \leq \phi(V_c + V_s) \Rightarrow V_s = \frac{V_u}{\phi} - V_c$$

Debe disponerse siempre una **Armadura Vertical** y una **Armadura Horizontal**. Valor mínimos (excepto que se determinen por un modelo de bielas y tirantes):

$$\begin{cases} A_v \geq \frac{2.50}{1000} b_w s & ; s \leq \begin{cases} d/5 \\ 30cm \end{cases} \\ A_{vh} \geq \frac{1.50}{1000} b_w s_2 & ; s_2 \leq \begin{cases} d/5 \\ 30cm \end{cases} \end{cases}$$

El objeto de estas cuantías de armadura es limitar el ancho de las fisuras

ELU DE AGOTAMIENTO A FLEXIÓN Y CORTE – CASOS PARTICULARES
Lámina 14

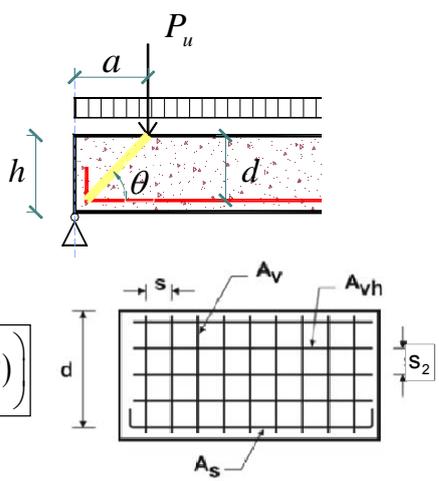
FIUBA – Depto. Construcciones y Estructuras
74.01 y 94.01 - HORMIGÓN I

CARGA CERCANA AL APOYO $a \leq 2h$

Estimar:

$$\operatorname{tg}(\theta) = \frac{d}{a} \rightarrow \theta$$

La resistencia proporcionada por la armadura puede estimarse como

$$V_s = f_{yt} d \left(\frac{A_v}{s} \cos^2(\theta) + \frac{A_{vh}}{s_2} \sin^2(\theta) \right)$$


A_v : Sección de la armadura de estribos verticales
 A_{vh} : Sección de la armadura de horquillas horizontales
 f_{yt} : Tensión de fluencia especificada de la armadura de alma
 n : Ramas de estribos ($A_v = n \cdot A_{estr}$)
 nh : Ramas de horquillas ($A_{vh} = nh \cdot A_{horquillas}$)

ELU DE AGOTAMIENTO A FLEXIÓN Y CORTE – CASOS PARTICULARES Lámina 15

FIUBA – Depto. Construcciones y Estructuras
74.01 y 94.01 - HORMIGÓN I

**VIGAS COMPUESTAS
CORTE HORIZONTAL**

ELU DE AGOTAMIENTO A FLEXIÓN Y CORTE – CASOS PARTICULARES Lámina 16

FIUBA – Depto. Construcciones y Estructuras
 74.01 y 94.01 - HORMIGON I

CORTE HORIZONTAL

- Viga construida en dos etapas
- Una parte premoldeada y la parte superior hormigonada in situ.
- Viga compuesta (acero-hormigón)

(a) Noncomposite.

(b) Composite.

Fig. 6-11
 Wight MacGregor, "Reinforced
 Concrete Mechanics and Design"

ELU DE AGOTAMIENTO A FLEXIÓN Y CORTE – CASOS PARTICULARES Lámina 17

FIUBA – Depto. Construcciones y Estructuras
 74.01 y 94.01 - HORMIGON I

CORTE HORIZONTAL

Viga construida en dos etapas

Para poder considerarlo como un
 único elemento, dos alternativas:
 (Secc. 17.5 CIRSOC 201)

Alternativa 1:

$$V_u \leq \phi V_{nh}$$

V_u : el esfuerzo de corte mayorado en la sección
 analizada.
 V_{nh} : la resistencia nominal a corte horizontal

$$v = \frac{V}{b_w d}$$

- Si se asegura una superficie limpia y rugosa; o
- Si se pone una armadura de vinculación mínima exigida sin darle rugosidad a la superficie de contacto

$$V_{nh} \leq 0.6 b_w d$$

- Si se asegura una superficie limpia y rugosa y ADEMÁS se pone una armadura de vinculación mínima exigida

$$V_{nh} \leq (1.8 + 0.6 \rho_v f_y) \lambda b_w d \leq 3.5 b_w d$$

$$\rho_v = \frac{A_v}{b_v s}$$

Relación entre el área de
 estribos y el área de la
 superficie de contacto

ELU DE AGOTAMIENTO A FLEXIÓN Y CORTE – CASOS PARTICULARES Lámina 18

FIUBA – Depto. Construcciones y Estructuras
74.01 y 94.01 - HORMIGÓN I

CORTE HORIZONTAL
Viga construida en dos etapas

Alternativa 2: $V_u \leq \phi V_{nh}$

17.5.4. Se permite determinar el corte horizontal calculando la variación real del esfuerzo de compresión y de tracción en cualquier segmento, y transferir dicho esfuerzo como corte horizontal al elemento resistente.

$V_{nh} = C = T = A_s f_y$

$v_{nh} = \frac{V_{nh}}{Ac / K} \leq 0.6$ Si no da, se disponen estribos, tal que se verifique:

$$v_{nh} \leq (1.8 + 0.6 \rho_v f_y) \lambda$$

Para poder considerarlo como un único elemento, dos alternativas:
(Secc. 17.5 CIRSOC 201)

Fig. 6-12
Wight MacGregor, "Reinforced Concrete Mechanics and Design"

ELU DE AGOTAMIENTO A FLEXIÓN Y CORTE – CASOS PARTICULARES

Lámina 19

FIUBA – Depto. Construcciones y Estructuras
74.01 y 94.01 - HORMIGÓN I

CORTE HORIZONTAL
Viga construida en dos etapas

Armadura de estribos para corte horizontal
(Secc. 17.5 CIRSOC 201)

$$A_{v,min} = \frac{1}{16} \sqrt{f'_c} \frac{b_w s}{f_{yt}} \geq 0.33 \frac{b_w s}{f_{yt}}$$

$s \begin{cases} \leq 4 \text{ veces la menor dimensión del elemento soportado} \\ \leq 40 \text{ cm} \end{cases}$

Los estribos se deben ubicar lo más cerca posible del recubrimiento siempre que lo permitan otras armaduras. Es práctica habitual una prolongación de 75 mm en el segmento hormigonado "in situ"

(a) estribo simple en "U" prolongado (b) estribo tipo "horquilla" embebido en hormigón plástico (c) estribo en "U" de dos ramas extendidas

Figura 17.6.3. Estribos para corte horizontal

Se calcula a corte y luego se verifica el corte horizontal.

Se adopta estribos al finalizar los dos cálculos.
Se cubre el mayor de los dos valores obtenidos.

ELU DE AGOTAMIENTO A FLEXIÓN Y CORTE – CASOS PARTICULARES

Lámina 20

FIUBA – Depto. Construcciones y Estructuras
 74.01 y 94.01 - HORMIGON I

VIGAS PLACA

CORTE EN LA UNIÓN DEL NERVIO CON EL ALA

ELU DE AGOTAMIENTO A FLEXIÓN Y CORTE – CASOS PARTICULARES

Lámina 21

FIUBA – Depto. Construcciones y Estructuras
 74.01 y 94.01 - HORMIGON I

CORTE EN LA UNIÓN CON ALAS

Planta

- Trayectorias de tracción
- Trayectorias de compresión

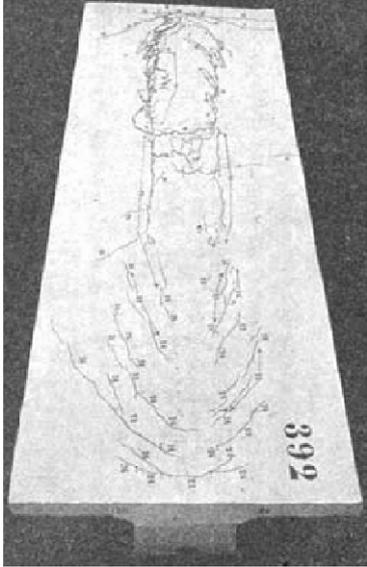
VIGA CON PLACA COMPRIMIDA

ELU DE AGOTAMIENTO A FLEXIÓN Y CORTE – CASOS PARTICULARES

Lámina 22

FIUBA – Depto. Construcciones y Estructuras
 74.01 y 94.01 - HORMIGÓN I

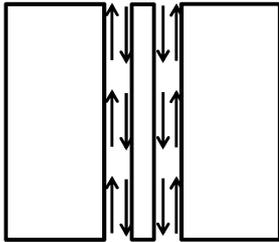
CORTE EN LA UNIÓN CON ALAS



VIGA CON PLACA COMPRESIDA

VISTA DE LA CARA SUPERIOR EN ESTADO LÍMITE ÚLTIMO

Esfuerzos de resbalamiento entre el nervio y las alas



Mörsch — Teoría y Práctica del Hormigón Armado (1927)

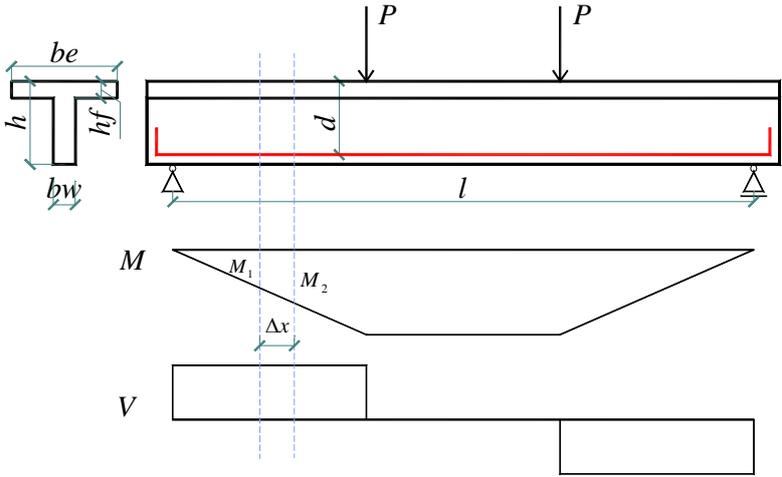
ELU DE AGOTAMIENTO A FLEXIÓN Y CORTE – CASOS PARTICULARES

Lámina 23

FIUBA – Depto. Construcciones y Estructuras
 74.01 y 94.01 - HORMIGÓN I

CORTE EN LA UNIÓN CON ALAS

CUÁL ES EL ESFUERZO A TRANSMITIR?



VIGA CON PLACA COMPRESIDA

ELU DE AGOTAMIENTO A FLEXIÓN Y CORTE – CASOS PARTICULARES

Lámina 24

FIUBA - Depto. Construcciones y Estructuras
74.01 y 94.01 - HORMIGON I

CORTE EN LA UNIÓN CON ALAS

CUÁL ES EL ESFUERZO A TRANSMITIR?

VIGA CON PLACA
COMPRIMIDA

$$C = T = M_1 / j_d$$

$$C + \Delta C = T + \Delta T = M_2 / j_d$$

ELU DE AGOTAMIENTO A FLEXIÓN Y CORTE - CASOS PARTICULARES

Lámina 25

FIUBA - Depto. Construcciones y Estructuras
74.01 y 94.01 - HORMIGON I

CORTE EN LA UNIÓN CON ALAS

CUÁL ES EL ESFUERZO A TRANSMITIR?

VIGA CON PLACA
COMPRIMIDA

$$b_e = b_1 + b_w + b_2$$

$$\Delta C = \Delta C_1 + \Delta C_w + \Delta C_2$$

$$\Delta C = b_e h_f \begin{cases} \Delta C_w = b_w h_f \\ \Delta C_1 = b_1 h_f \\ \Delta C_2 = b_2 h_f \end{cases}$$

$$\frac{\Delta C_1}{\Delta C} = \frac{b_1 h_f}{b_e h_f} = \frac{(b_e - b_w) 1}{2 b_e}$$

$$\Delta C = \frac{\Delta M}{j_d} = \frac{V \Delta x}{j_d}$$

$$\Delta C_1 = \frac{(b_e - b_w) 1}{2 b_e} \frac{V \Delta x}{j_d}$$

$$\Rightarrow \frac{\Delta C_1}{\Delta x} = \frac{(b_e - b_w) 1}{2 b_e j_d} V$$

ESFUERZO POR UNIDAD DE LONGITUD A TRANSMITIR EN LA UNIÓN CON EL ALA

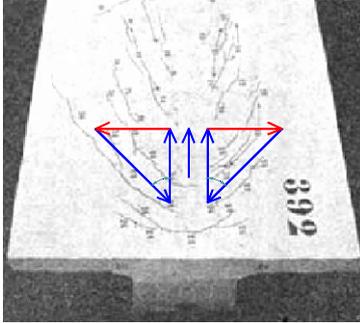
EL ESFUERZO A TRANSMITIR A TRAVÉS DE ESTA SECCIÓN ES ΔC_1

ELU DE AGOTAMIENTO A FLEXIÓN Y CORTE - CASOS PARTICULARES

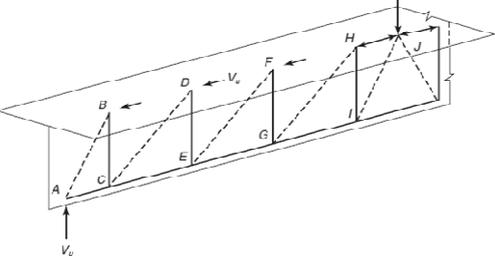
Lámina 26

FIUBA – Depto. Construcciones y Estructuras
74.01 y 94.01 - HORMIGÓN I

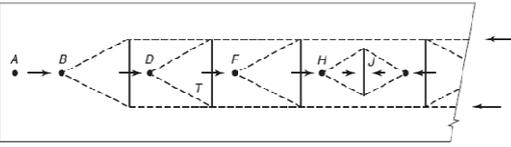
CORTE EN LA UNIÓN CON ALAS
SE OBSERVAN FISURAS INCLINADAS



Mörsch — *Teoría y Práctica del Hormigón Armado* (1927)

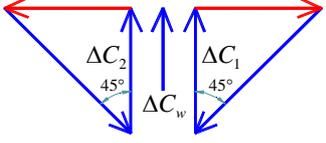


(a) Strut-and-tie model of beam web.



(b) Strut and tie model of compression flange.

MODELO DE BIELAS Y TIRANTES DE LA DISTRIBUCIÓN HORIZONTAL DE LOS ESFUERZOS EN LA PLACA



VIGA CON PLACA COMPRIMIDA

Fig. 17-59 - Wight MacGregor "Reinforced Concrete Mechanics and Design"

ELU DE AGOTAMIENTO A FLEXIÓN Y CORTE – CASOS PARTICULARES

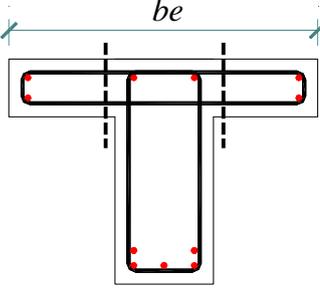
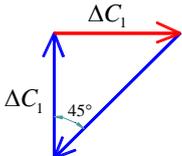
Lámina 27

FIUBA – Depto. Construcciones y Estructuras
74.01 y 94.01 - HORMIGÓN I

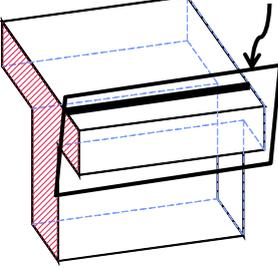
CORTE EN LA UNIÓN CON ALAS

$$V_s' = \frac{\Delta C_1}{\Delta x} = \frac{(b_e - b_w)}{2} \frac{1}{b_e} \frac{V_u}{j_d} = \frac{A_{vf} f_y}{s}$$

APORTE DE LA ARMADURA

EL ESFUERZO A TRANSMITIR A TRAVÉS DE ESTA SECCIÓN ES ΔC_1



VIGA CON PLACA COMPRIMIDA

ELU DE AGOTAMIENTO A FLEXIÓN Y CORTE – CASOS PARTICULARES

Lámina 28

FIUBA – Depto. Construcciones y Estructuras
 74.01 y 94.01 - HORMIGON I

CORTE EN LA UNIÓN CON ALAS

Y si la placa está traccionada?

- Para el cálculo, se toma rectangular.
- SI SE DISPONE PARTE DE LA ARMADURA EN LAS ALAS:

EL ESFUERZO A TRANSMITIR A TRAVÉS DE ESTA SECCIÓN ES ΔT_1

ESFUERZO POR UNIDAD DE LONGITUD

$$\frac{\Delta T_1}{\Delta x} = \frac{A_{s1}}{A_{s,tot}} \frac{V}{j_d}$$

$$V_s' = \frac{\Delta T_1}{\Delta x} = \frac{A_{s1}}{A_{s,tot}} \frac{V_u}{\phi} = \frac{A_{vf} f_y}{s}$$

FIUBA – Depto. Construcciones y Estructuras
 74.01 y 94.01 - HORMIGON I

ELU DE AGOTAMIENTO A FLEXIÓN Y CORTE – CASOS PARTICULARES

Lámina 29

FIUBA – Depto. Construcciones y Estructuras
 74.01 y 94.01 - HORMIGON I

CORTE EN VIGAS DE ALTURA VARIABLE

FIUBA – Depto. Construcciones y Estructuras
 74.01 y 94.01 - HORMIGON I

ELU DE AGOTAMIENTO A FLEXIÓN Y CORTE – CASOS PARTICULARES

Lámina 30

FIUBA – Depto. Construcciones y Estructuras
74.01 y 94.01 - HORMIGÓN I

VIGAS DE ALTURA VARIABLE

(a) Forces on segment of beam.

V_r : Valor del Corte
"modificado" considerando
la incidencia de los
cordones inclinados

Puede ser menor o mayor
que V.

(b) Internal forces and shears.

Fig. 6-43
Wight MacGregor
"Reinforced Concrete
Mechanics and Design"

ELU DE AGOTAMIENTO A FLEXIÓN Y CORTE – CASOS PARTICULARES

Lámina 31

FIUBA – Depto. Construcciones y Estructuras
74.01 y 94.01 - HORMIGÓN I

VIGAS DE ALTURA VARIABLE: Variación del corte con la altura

$$V_u \leq \phi \left\{ V_m \pm C \operatorname{tg}(\alpha_c) \pm T \operatorname{tg}(\alpha_t) \right\}$$

Aporte del
hormigón y
los estribos

Aporte de los
cordones
inclinados

$$V_{ru} \leq \phi V_m = \phi (V_c + V_s)$$

$V_n = (V_c + V_s) \pm C \operatorname{tg}(\alpha_c) \pm T \operatorname{tg}(\alpha_t)$ resistencia nominal a corte total

$$C = T = \frac{M_u}{j_d}$$

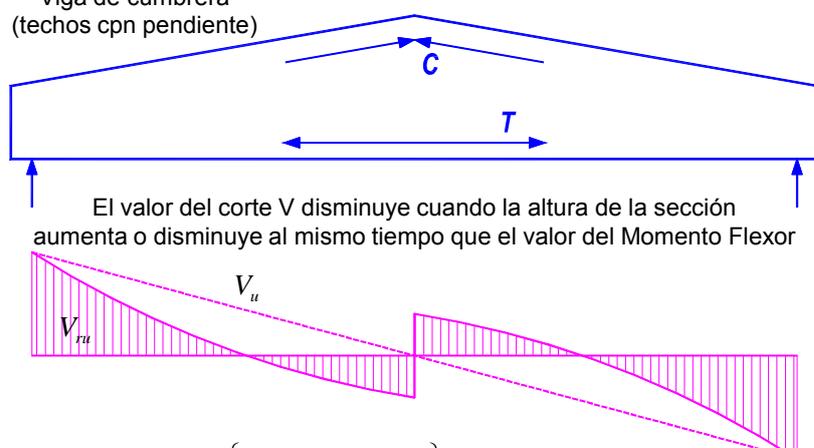
$$\Rightarrow V_u = \phi \left\{ V_m \pm \frac{M_u}{j_d} \operatorname{tg}(\alpha_c) \pm \frac{M_u}{j_d} \operatorname{tg}(\alpha_t) \right\}$$

ELU DE AGOTAMIENTO A FLEXIÓN Y CORTE – CASOS PARTICULARES

Lámina 32

VIGAS DE ALTURA VARIABLE: Variación del corte con la altura

Viga de cumbrera
(techos con pendiente)



El valor del corte V disminuye cuando la altura de la sección aumenta o disminuye al mismo tiempo que el valor del Momento Flexor

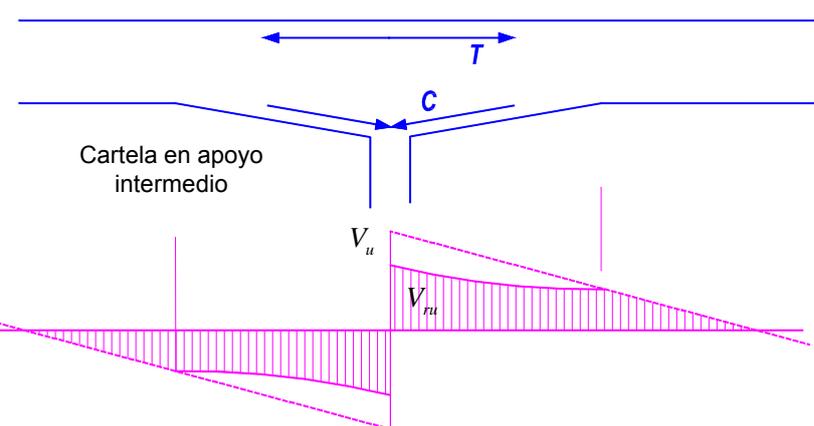
En este caso: $V_u = \phi \left\{ V_{ru} + \frac{M_u}{j_d} \operatorname{tg}(\alpha_c) \right\}$

$V_{ru} = \phi V_{rm} = V_u - \phi \frac{M_u}{j_d} \operatorname{tg}(\alpha_c)$

ELU DE AGOTAMIENTO A FLEXIÓN Y CORTE – CASOS PARTICULARES Lámina 33

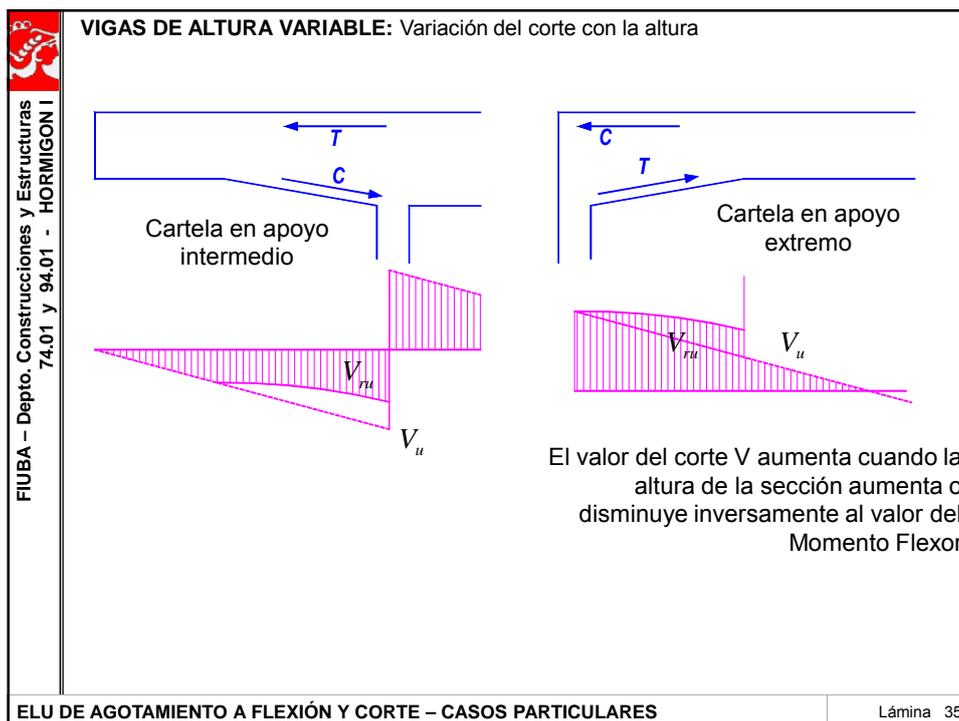
VIGAS DE ALTURA VARIABLE: Variación del corte con la altura

Cartela en apoyo intermedio



El valor del corte V disminuye cuando la altura de la sección aumenta o disminuye al mismo tiempo que el valor del Momento Flexor

ELU DE AGOTAMIENTO A FLEXIÓN Y CORTE – CASOS PARTICULARES Lámina 34



**FIN –
ELU DE AGOTAMIENTO A
FLEXIÓN Y CORTE
CASOS PARTICULARES**

GRACIAS POR SU ATENCION !!!

FIUBA – Depto. Construcciones y Estructuras
74.01 y 94.01 - HORMIGON I