

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

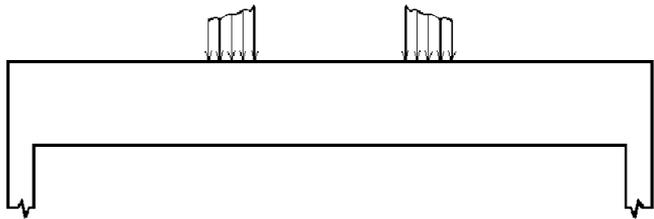
HORMIGÓN I (74.01 y 94.01)

ELU DE AGOTAMIENTO A Flexión y Corte

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

Identificación del Problema:

ELEMENTO DE HORMIGÓN ARMADO TIPO “VIGA ESBELTA”



El diseño de estructuras involucra un proceso de dos etapas:

- 1- Se debe definir el campo de fuerzas internas que actúa en el material estructural
- 2- Se debe determinar la respuesta del material frente a ese campo de fuerzas

ELU DE AGOTAMIENTO A FLEXIÓN Y CORTE

Lámina 2

Herramientas conocidas:

CONCEPTOS DE ESTÁTICA
 ECUACION DE EQUILIBRIO O CONSERVACION DE LA CANTIDAD DE
 MOVIMIENTO (2° LEY DE NEWTON)
 M, N, V

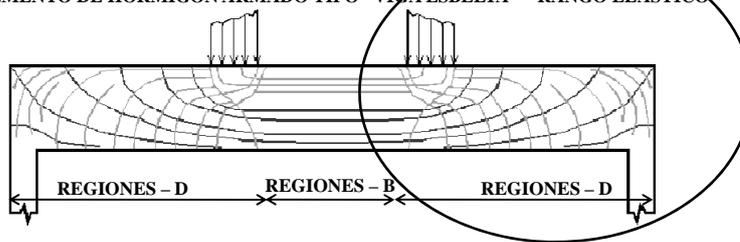


1- Definir el campo de fuerzas internas ✓

$$V = \frac{dM}{dx}$$

- 1- Definido el campo de fuerzas internas
- 2- Determinar la respuesta del material frente a ese campo de fuerzas???

CONCEPTOS DE RESISTENCIA DE MATERIALES
 ELEMENTO DE HORMIGON ARMADO TIPO “VIGA ESBELTA” – RANGO ELÁSTICO



REGIONES – B

- Vale la Hipótesis de Bernoulli
- Tensiones en una dirección

REGIONES – D

- No vale la Hipótesis de Bernoulli
- Discontinuidades geométricas, cargas, vigas que no son esbeltas.
- Tensiones biaxiales

$$M \left\{ \begin{matrix} \sigma_x \end{matrix} \right. \quad \text{TEORÍA DE BERNOULLI-NAVIER}$$

$$M \text{ y } V \left\{ \begin{matrix} \sigma_x & \sigma_I \\ \sigma_y & \sigma_{II} \\ \tau_{xy} \end{matrix} \right. \quad \text{TEORÍA DE JOURAVSKI}$$

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

Viga homogénea esbelta en rango elástico

REGIONES - B

$\sigma = \frac{M}{W}$

TEORÍA DE BERNOULLI-NAVIER

REGIONES - D

$\sigma_I ; \sigma_{II}$

TEORÍA DE JOURAVSKI

$\sigma_x = \frac{M}{W} ; \tau = \frac{V S}{I b}$

$\tau = \frac{V S}{I b}$

TEORÍA DE JOURAVSKI

ELU DE AGOTAMIENTO A FLEXIÓN Y CORTE

Lámina 5

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

Zonas "B" y "D":

VIGAS HOMOGÉNEAS

VIGA ESBELTA ($L/d \geq 2$) – CARGA DISTRIBUIDA

VIGA ESBELTA – CARGA CONCENTRADA MUY CERCA DEL APOYO

VIGA ESBELTA – 2 CARGAS CONCENTRADAS NO TAN CERCA DEL APOYO

**INFLUENCIA DEL
- TIPO DE CARGA
- UBICACIÓN DE LA CARGA**

Leonhardt - "ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN ARMADO" – TOMO I - Fig. 5-7

Moretto - "CURSO DE HORMIGÓN ARMADO" – Fig. V-3a

Moretto - "CURSO DE HORMIGÓN ARMADO" – Fig. V-3b

ELU DE AGOTAMIENTO A FLEXIÓN Y CORTE

Lámina 6

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

VIGAS HOMOGÉNEAS

Zonas "B" y "D":

VIGA ESBELTA

**INFLUENCIA DEL
-GEOMETRÍA DE LA VIGA
- ZONA DE APLICACIÓN DE
LA CARGA**

Leonhardt - "ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN ARMADO" – TOMO I - Fig. 5-7

VIGA DE GRAN ALTURA
CARGA SUPERIOR

VIGA DE GRAN ALTURA
CARGA INFERIOR

MENSULA CORTA

Leonhardt - "ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN ARMADO" – TOMO II - Fig. 2-4

Leonhardt - "ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN ARMADO" – TOMO II - Fig. 2-36b

ELU DE AGOTAMIENTO A FLEXIÓN Y CORTE

Lámina 7

OBSERVACIÓN DE ENSAYOS

Estudiemus el comportamiento...

ENSAYOS

ELU DE AGOTAMIENTO A FLEXIÓN Y CORTE

Lámina 8

OBSERVACIÓN DE ENSAYOS

Estudiemus el comportamiento...

**DONDE HAY V,
LAS FISURAS SON
INCLINADAS**



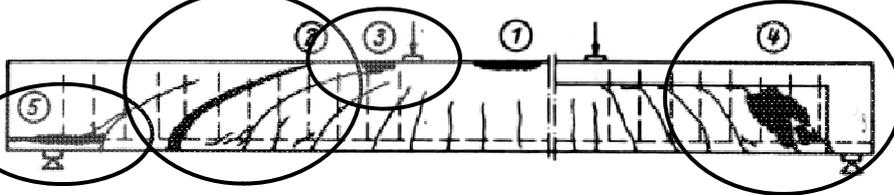
**CUANDO ENSAYAMOS ESTA VIGA
LA ROTURA PUEDE PRODUCIRSE DE DIFERENTES
MODOS**

ELU DE AGOTAMIENTO A FLEXIÓN Y CORTE

Lámina 9

OBSERVACIÓN DE ENSAYOS

DISTINTOS TIPOS DE ROTURA



- 1- ROTURA POR FLEXIÓN PURA
 - a) (cuantías bajas o normales); b) (cuantías altas)
- 2- ROTURA EN EL ALMA DE LA VIGA POR TRACCIÓN DEBIDA A LOS ESFUERZOS DE CORTE
- 3- ROTURA DEL CORDÓN COMPRIMIDO DEBIDO AL ASCENSO EXCESIVO DE FISURAS DEBIDAS A ESFUERZOS DE CORTE
- 4- ROTURA EN EL ALMA DE LA VIGA POR COMPRESIÓN DEBIDA A LOS ESFUERZOS DE CORTE
- 5- ROTURA EN EL APOYO (por anclaje defectuoso)

ELU DE AGOTAMIENTO A FLEXIÓN Y CORTE

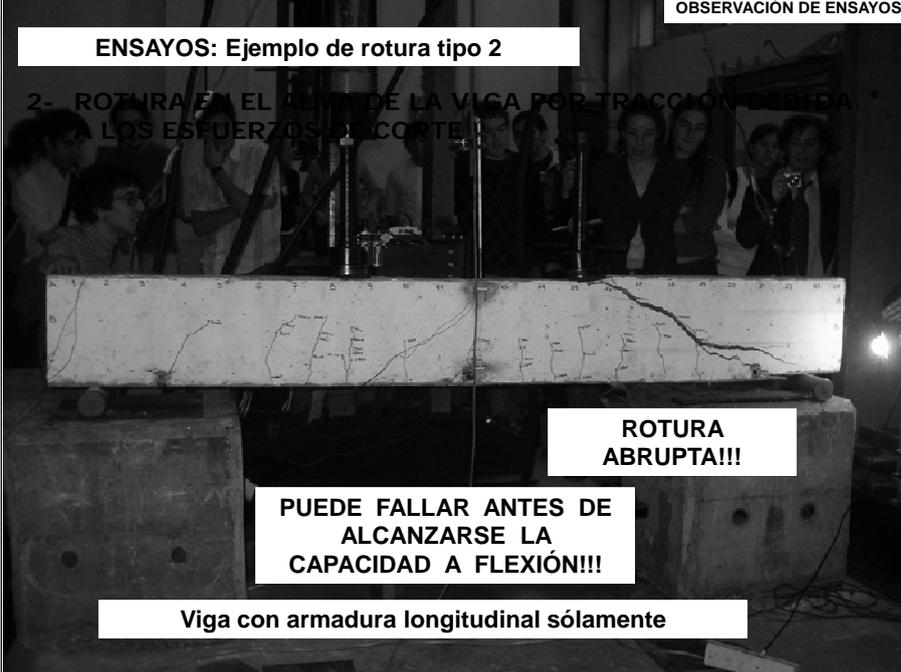
Lámina 10

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

OBSERVACIÓN DE ENSAYOS

ENSAYOS: Ejemplo de rotura tipo 2

2- ROTURA EN EL ALIVIA DE LA VIGA POR TRACCIÓN DEBIDA A LOS ESFUERZOS DE CORTE



ROTURA ABRUPTA!!!

PUEDA FALLAR ANTES DE ALCANZARSE LA CAPACIDAD A FLEXIÓN!!!

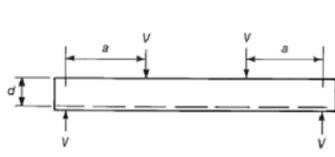
Viga con armadura longitudinal solamente

ELU DE AGOTAMIENTO A FLEXIÓN Y CORTE

Lámina 11

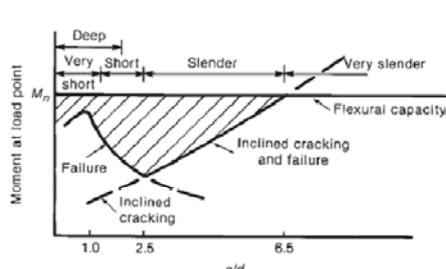
FIUBA – Depto. Construcciones y Estructuras
74.01 y 94.01 - HORMIGON I

OBSERVACIÓN DE ENSAYOS

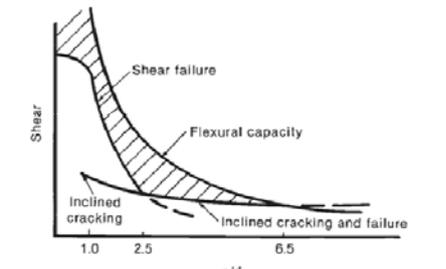


Efecto de la relación a/d en la resistencia a corte en vigas sin armadura de alma

Fig 6-8 - Wight MacGregor
"Reinforced Concrete Mechanics and Design"



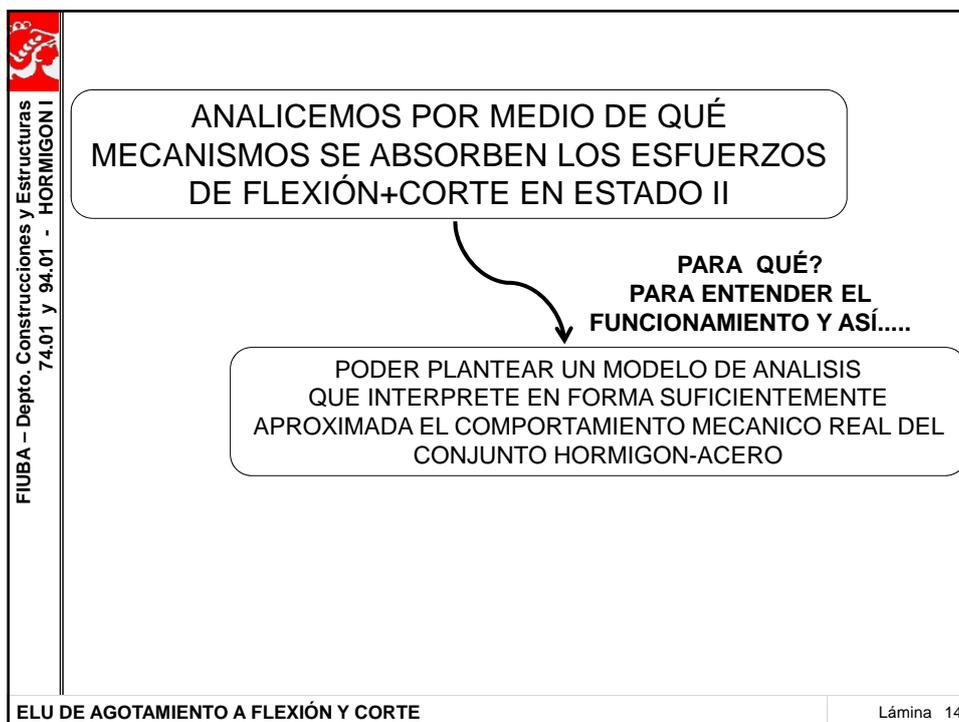
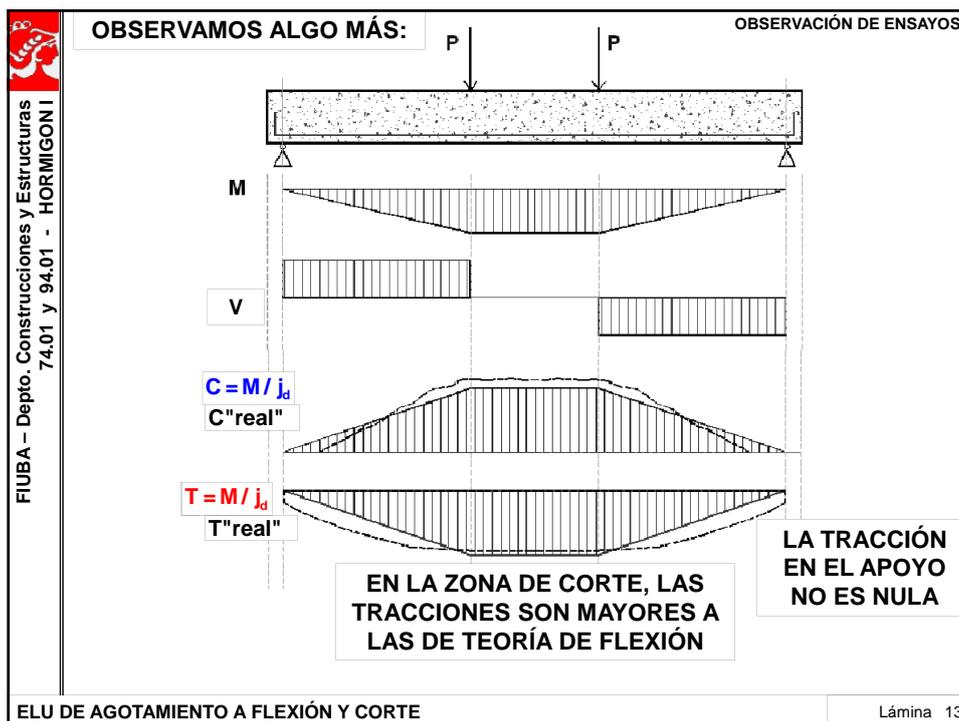
(b) Moments at cracking and failure.



(c) Shear at cracking and failure.

ELU DE AGOTAMIENTO A FLEXIÓN Y CORTE

Lámina 12



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

Viga fisurada (Estado II)

$$V = \frac{dM}{dx}$$
~~$$\tau = \frac{V s}{I b}$$~~

Analicemos un tramo típico con M y V entre fisuras inclinadas

CORDÓN COMPRIMIDO

BIELAS

ARMADURA TRACCIONADA

ELU DE AGOTAMIENTO A FLEXIÓN Y CORTE

Lámina 15

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

Viga fisurada (Estado II) – Mecanismos para la absorción del esfuerzo de corte

ESTAS FUERZAS NO ACTÚAN EN EL MISMO "x"

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

$$V = \frac{\Delta M}{\Delta x} \Rightarrow \Delta M = V \cdot \Delta x$$

Analicemos un tramo típico con M y V entre fisuras inclinadas
 - VIGA SIN ARMADURA DE ALMA -

ELU DE AGOTAMIENTO A FLEXIÓN Y CORTE

Lámina 16

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

Viga fisurada (Estado II) – Mecanismos para la absorción del esfuerzo de corte

- Geometría de la cabeza comprimida
- Calidad del hormigón

- Abertura de la fisura
- Forma de los agregados

- Sección y calidad de la armadura de tracción

$V_n = V_1 + V_2 + V_3$

V1- CORTE EN EL CORDÓN COMPRIMIDO

V2- TRABAZÓN DE LOS AGREGADOS

V3- CORTE EN LA ARMADURA TRACCIONADA (EFECTO PASADOR)

$$\Delta T = \Delta C = \frac{\Delta M}{j_d} \quad \Rightarrow \quad \Delta T = \Delta C = \frac{V \cdot \Delta x}{j_d}$$

$$V = \frac{\Delta M}{\Delta x} \Rightarrow \Delta M = V \cdot \Delta x$$

Tramo típico con M y V entre fisuras inclinadas
- VIGA SIN ARMADURA DE ALMA -

ELU DE AGOTAMIENTO A FLEXIÓN Y CORTE
Lámina 17

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

Viga fisurada (Estado II) – Tensión de comparación

$$\tau_0 = \frac{\Delta T}{b_w \Delta x} = \frac{V \Delta x}{j_d} \frac{1}{b_w \Delta x}$$

$$\Rightarrow \tau_0 = \frac{V}{b_w j_d} \quad \tau = \frac{V S}{I b}$$

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

$$\Delta T = \Delta C = \frac{\Delta M}{j_d} \quad \Rightarrow \quad \Delta T = \Delta C = \frac{V \cdot \Delta x}{j_d}$$

$$V = \frac{\Delta M}{\Delta x} \Rightarrow \Delta M = V \cdot \Delta x$$

Tramo típico con M y V entre fisuras inclinadas
- VIGA SIN ARMADURA DE ALMA -

ELU DE AGOTAMIENTO A FLEXIÓN Y CORTE
Lámina 18

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

Viga fisurada (Estado II)

**ADOPTAMOS COMO PARAMETRO DE DIMENSIONAMIENTO
 ESTA TENSION DE CORTE MEDIA**

$$v = \frac{V}{b_w d}$$
CIRSOC-ACI

ELU DE AGOTAMIENTO A FLEXIÓN Y CORTE

Lámina 19

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

Viga fisurada (Estado II)

Analicemos ahora
qué pasa en el apoyo.....

ELU DE AGOTAMIENTO A FLEXIÓN Y CORTE

Lámina 20

EL CORDÓN COMPRIMIDO:

ZONA DE jd VARIABLE ZONA DE jd CONSTANTE ZONA DE jd VARIABLE

ELU DE AGOTAMIENTO A FLEXIÓN Y CORTE

Lámina 21

Viga fisurada (Estado II)

Analícemos ahora qué pasa en la zona cercana al apoyo.....

ELU DE AGOTAMIENTO A FLEXIÓN Y CORTE

Lámina 22

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

Viga fisurada (Estado II) – Mecanismos para la absorción del esfuerzo de corte

V4- INCLINACIÓN DEL CORDÓN COMPRIMIDO

- Esbeltez de la viga
- Tipo de carga
- Punto de aplicación de la carga

LA TRACCIÓN EN EL APOYO NO ES NULA

$$V_n = V_1 + V_2 + V_3 + V_4$$

**Zona de apoyo
- VIGA SIN ARMADURA DE ALMA -**

ELU DE AGOTAMIENTO A FLEXIÓN Y CORTE Lámina 23

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

Viga fisurada (Estado II)

VIGA:
jd ~ cte

$$V = \frac{dT}{dx} j_d$$

ARCO:
jd var

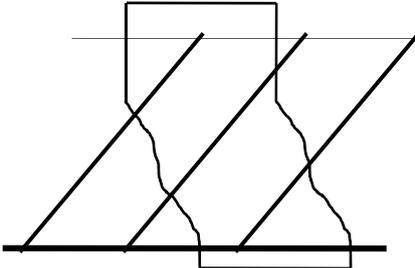
$$V = T \frac{dj_d}{dx}$$

EFFECTO DE VIGA versus EFFECTO DE ARCO

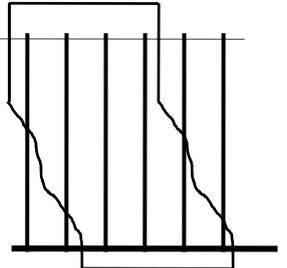
ELU DE AGOTAMIENTO A FLEXIÓN Y CORTE Lámina 24

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

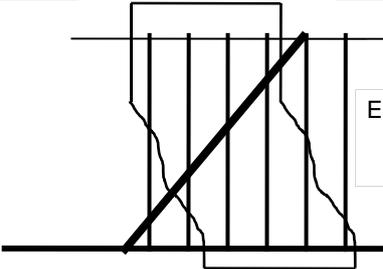
Viga fisurada (Estado II) – ARMADURA DE ALMA ó DE CORTE



ESTRIBOS INCLINADOS



ESTRIBOS VERTICALES



ESTRIBOS VERTICALES
+
BARRAS DOBLADAS

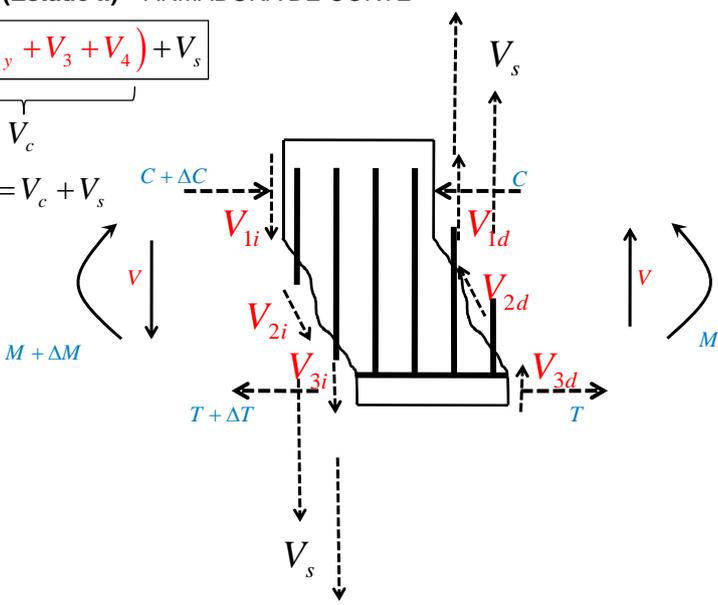
ELU DE AGOTAMIENTO A FLEXIÓN Y CORTE
Lámina 25

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

Viga fisurada (Estado II) – ARMADURA DE CORTE

$$V_n = (V_1 + V_{2y} + V_3 + V_4) + V_s$$

$$\Rightarrow V_n = V_c + V_s$$



ELU DE AGOTAMIENTO A FLEXIÓN Y CORTE
Lámina 26

Viga fisurada (Estado II) – ARMADURA DE CORTE

$$V_n = (V_1 + V_{2y} + V_3 + V_4) + V_s$$

V_c

$$\Rightarrow V_n = V_c + V_s$$

Vn: Resistencia Nominal al Corte

Vc: Resistencia Nominal proporcionada por el hormigón y la armadura de flexión (en un elemento sin armadura de alma)

Vs: Resistencia Nominal proporcionada por la armadura de alma

Se deberá verificar que:

$$V_u \leq \phi(V_n) = \phi(V_c + V_s)$$

$$\phi = 0.75$$

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

ELU DE AGOTAMIENTO A FLEXIÓN Y CORTE

Lámina 27

Factores que influyen en la Capacidad Portante a Corte:

$$V_n = V_c + V_s \quad \text{Resistencia Nominal al Corte}$$

- CALIDAD DEL HORMIGON
- TIPO DE CARGA (distribuida o uniforme?)
- UBICACION DE LA CARGA Y ESBELTEZ DE LA VIGA (distancia al apoyo)
- ZONA DE APLICACION DE LA CARGA (superior o suspendida)
- CUANTIA DE LA ARMADURA LONGITUDINAL
- CUANTIA DE ARMADURA DE ALMA

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

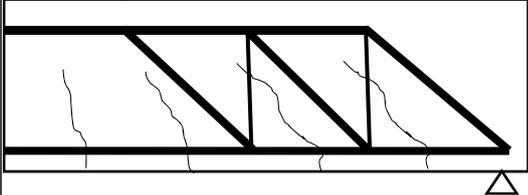
ELU DE AGOTAMIENTO A FLEXIÓN Y CORTE

Lámina 28

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

EL MODELO DE ANALISIS

Viga fisurada (Estado II)



ANALOGÍA DEL RETICULADO

ELU DE AGOTAMIENTO A FLEXIÓN Y CORTE

Lámina 29

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

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

GRACIAS POR SU ATENCION !!!