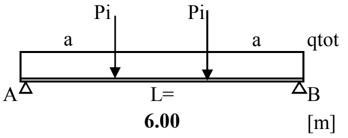
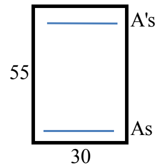
MATERIALES:

HORMIGÓN:	H-30	*f'c=*	30 MPa
ACERO:	ADN 420	*fy=*	420 MPa

DATOS DE CARGA Y GEOMETRÍA:





Longitud:	L=	6.00 m	(L: Longitud de Cálculo)
Ancho:	bo=	30 cm	
Altura total:	d=	55 cm	
Recubrimiento:	rec=	2 cm	
Distancia de As al borde:	h'1=	5.66 cm	
Distancia de A's al borde:	h'2=	3.80 cm	
Altura útil:	h=	49.34 cm	

CARGAS DISTRIBUIDAS:

Peso Propio Viga:	qdl w=	0.41 t/m	
Cargas Permanentes de Losas:	qdl s=	1.35 t/m	
Cargas Permanentes de Paredes:	qdl ns=	0.86 t/m	
	qdl=	2.63 t/m	
Sobrecarga:	qll=	0.90 t/m	
	qtot=qdl+qll=	3.53 t/m	

SOLICITACIONES DEBIDAS A CARGAS DISTRIBUIDAS:

M qdl=	11.82 tm	RA qdl=	7.88 t	RB qdl=	7.88 t
M qll=	4.05 tm	RA qll=	2.70 t	RB qll=	2.70 t
Mqtot=	15.87 tm	RA qtot=	10.58 t	RB qtot=	10.58 t

CARGAS CONCENTRADAS:

Distancia "a":	a=	2.00 m
Cargas Permanentes:	P dl=	6.00 t
Sobrecargas:	P ll=	4.00 t
	Pi=Pdl+Pll=	10.00 t

SOLICITACIONES DEBIDAS A CARGAS CONCENTRADAS:

M Pdl=	12.00 tm	RA Pdl=	6.00 t	RB Pdl=	6.00 t
M Pll=	8.00 tm	RA Pll=	4.00 t	RB Pll=	4.00 t
MPi=	20.00 tm	RA Pi=	10.00 t	RB Pi=	10.00 t

RESUMEN DE SOLICITACIONES:

Cargas permanentes:	M DL=	23.82 tm	RA DL=	13.88 t	RB DL=	13.88 t
Sobrecargas:	M LL=	12.05 tm	RA LL=	6.70 t	RB LL=	6.70 t
Carga Total:	M Tot=	35.87 tm	RA Tot=	20.58 t	RB Tot=	20.58 t

DIMENSIONAMIENTO A FLEXIÓN: S/CIRSOC 1982

M=	35.87 tm	kh=	4.51	ke= 52.90	k'e= 4.00
		h'1/h=	0.11	ρ = 1.00	ρ' = 1.06

As nec=	38.45 cm2						h'	Asi.h'
Se adopta As:	1° Capa:	5	Ø	25	24.54 cm2		4.25	104.3
	2° Capa:	3	Ø	25	14.73 cm2		8.00	117.8
		8	**Ø**	**25**	39.27 cm2		**5.66**	222.1
A's nec=	3.08 cm2							
Se adopta A's:	1° Capa:	**2**	**Ø**	**16**	4.02 cm2		**3.80**	15.3

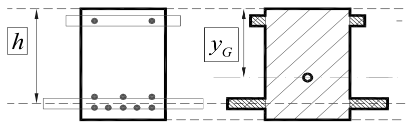
DIMENSIONAMIENTO A CORTE: S/CIRSOC 1982

Apoyo directo en columnas

a col=	25 cm	r=	37.17 cm			
Q=	20.58 t					
Qred=	19.27 t				τo1=	10.00 kg/cm²
z=	38.29 cm			H-30:	τo2=	24.00 kg/cm²
τo=	16.77 kg/cm2	Zona:	2		τo3=	40.00 kg/cm²
τo red=	11.72 kg/cm²	Ø 10	Sep necesaria:	10.7 cm - Máx.:	25 cm	
Se adopta:	Etribos	**Ø** **10**	**c/** **10**			

SECCIÓN HOMOGENEIZADA:

Módulo de Elasticidad del Hormigón:	Ec=	34000 MPa
Módulo de Elasticidad del Acero:	Es=	210000 MPa
	n=	**6.18**



- SIN FISURAR:

		Área=Fi		yi	Fi.yi		Ii x-x	y_Gi	Fi.y_Gi^2	Fi.y_Gi
Hormigón:	bo.d=	1650.0	d/2=	27.5	45375.0	bo.d^3/12=	415938	2.11	7319	3475
Armadura Compresión:	A's.(n-1)=	20.8	h'2=	3.80	79.1		0	25.81	13862	537
Armadura Tracción:	As.(n-1)=	203.3	h=	49.34	10030.6		0	-19.74	79193	-4012
		1874.1			55484.7		415938		100374	0
						---> Iy$_G$=	415938	+	100374	

Baricentro de la sección homogeneizada sin fisurar:

---> y_G= 29.6 cm

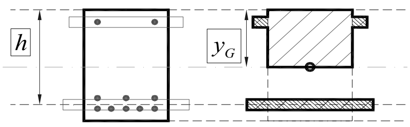
Momento de Inercia de la sección homogeneizada sin fisurar:

---> Iy$_G$= 516311 cm^4

= 1.24 . Momento de Inercia de la sección rectangular de hormigón.

- FISURADA:

		Área		yi	y_Gi		
Hormigón:	bo.y_G=	=30.y_G	y_G/2=	=y_G/2	=y_G/2	10.4	6545.8
Armadura Compresión:	A's.(n-1)=	20.8	h'2=	3.80	=y_G-3.80	17.1	355.7
Armadura Tracción:	As.(n)=	242.5	h=	49.34	=y_G-49.34	-28.5	-6901.5
		263.4					0.0



$$\sum F_i . y_{Gi} = 0 \quad \Rightarrow b_o . y_G . \frac{y_G}{2} + A_s^{'} . (n-1) . \left(y_G - h_2^{'} \right) + A_s . n . \left(y_G - h \right) = 0$$

$$\Rightarrow \frac{b_o}{2} . y_G^2 + \left(A_s^{'} . (n-1) + A_s . n \right) . y_G - A_s^{'} . (n-1) . h_2^{'} - A_s . n . h = 0$$

$$y_G = \frac{1}{b_o} . \left\{ -\left(A_s^{'} . (n-1) + A_s . n \right) \pm \sqrt{\left(A_s^{'} . (n-1) + A_s . n \right)^2 + 2 . b_o . \left(A_s^{'} . (n-1) . h_2^{'} + A_s . n . h \right)} \right\}$$

Baricentro de la sección homogeneizada fisurada:

---> y_G= 20.9 cm

Resultando:		Área		yi	y_Gi	Fi.y_Gi		Ii x-x		Fi.y_Gi^2
Hormigón:	bo.y_G=	626.7	y_G/2=	10.4	10.4	6546	bo.y_G^3/12=	22790		68370
Armadura Compresión:	A's.(n-1)=	20.8	0.00	3.80	17.1	356		0		6079
Armadura Tracción:	As.(n)=	242.5	0.00	49.34	-28.5	-6901		0		196375
		890.1				0		22790		270824
							---> Icr y_G=	22790	+	270824

Momento de Inercia de la sección homogeneizada fisurada: (El subíndice "cr" indica "cracking")

---> Icr y_G= 293614 cm^4

= 0.71 . Momento de Inercia de la sección rectangular de hormigón.

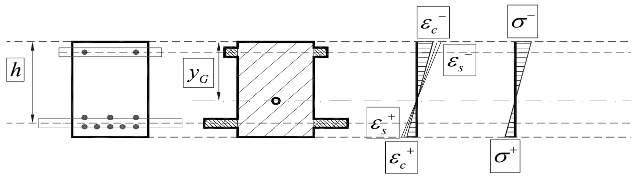
= 0.57 . Momento de Inercia de la sección homogeneizada sin fisurar.

Se observa la importante reducción de la rigidez debida a la fisuración.

LAS TENSIONES EN LA SECCIÓN HOMOGENEIZADA:

- SIN FISURAR: Aceptamos la teoría elástica de flexión.

Ms=	35.87 tm
y_G=	29.6 cm
Iy_G=	516311 cm^4



Por lo tanto:

--> σ= Ms / W = Ms . y / Iy_G

σc^-=	-20.57 MPa	yc= $-y_G$=	-29.6 cm
σc^+=	17.64 MPa	yt= d-y_G=	25.39 cm

Módulo de Rotura del Hormigón o Resistencia a la Tracción por Flexión del Hormigón: $f_r = 0.625.\sqrt{f_c^{'}}$ [$f'c$ en MPa]

fr= 3.42 MPa

Pero, se observa que : $\sigma c^+ > fr$ **---> El hormigón esta fisurado.**

El "Momento de Fisuración" para el cual la tensión en el hormigón en la fibra más traccionada alcanza la resistencia a tracción por flexión, puede calcularse como:

Mcr= *fr* . Iy_G / yt

Mcr= 6.96 tm

Como simplificación, en general para ver si la sección está fisurada o no, puede despreciarse el efecto de la armadura.

En ese caso:

Mcr= *fr* . Ig / yt

Ig= bo.d^3/12= 415938 cm^4 Nota: Si fuera una viga con placa comprimida, debería evaluarse el Ig de la sección de hormigón

yt= d/2= 27.5 cm

Mcr= 5.18 tm

Como Mcr es mayor que el momento de Servicio Ms, se considera que la sección está fisurada.

(El subíndice "cr" indica "cracking")

LAS TENSIONES EN LA SECCIÓN HOMOGENEIZADA:

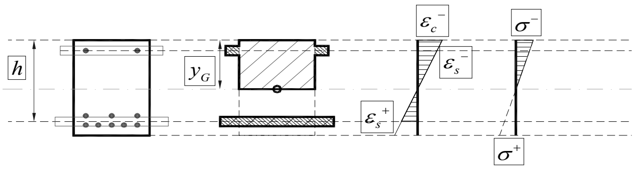
- FISURADA: Aceptamos la teoría elástica de flexión.

Ms= 35.87 tm

Ec= 34000 t/cm²

y_G= 20.9 cm

Iy_G= 293614 cm^4



Partiendo de la linealidad de tensiones en la sección homogeneizada, las tensiones máximas en la sección homogeneizada son:

--> σ= M/W= M.y/I

Compresión en el H°: **σc^-=** **-25.52 MPa** y-=-y_G= -20.9 cm

Dc=σc.bo.y_G/2= **79.97 t**

Punto de Aplicación de Dc: ac=y_G/3= 6.96 cm

Tracción Homog. a la altura de As: σ^+= 34.76 MPa y+=h-y_G= 28.45 cm

--> **Zs=** As. n . σ^+= **84.31 t**

--> **σs=** Zs / As = **214.7 MPa**

Punto de Aplicación de Zs: $a_{A's}$=h= 49.34 cm

Compresión Homog. a la altura de A's: σ^+'= -20.88 MPa -=-y_G+h'2= -17.09 cm

--> **D's=** A's. (n-1) . σ^+'= **4.35 t**

--> **σs'=** D's / A's= **108.1 MPa**

Punto de Aplicación de D's: $a_{A's}$=h'2= 3.80 cm

Otra forma de hacerlo:

$Ms=$ 35.87 tm

$y_G=$ 20.9 cm

$Icr\ y_G=$ 293614 cm^4

Fuerza de Compresión= Fuerza de Compresión en el H° + Fuerza de Compresión en la Armadura Comprimida A's

Fuerza de Compresión en el H°: $Dc= Ec.\varepsilon c.bo.y_G/2$

Fuerza de Compresión en A's: $D's= Ec.\varepsilon's.A's.(n-1)$

Fuerza de Tracción= Fuerza de Tracción en la Armadura Traccionada As

Fuerza de Tracción en As: $Zs= Ec.\varepsilon s.As.n$

Ecuaciones de Compatibilidad: $\varepsilon's= \varepsilon c.(y_G-h'2)/y_G$

$\varepsilon s= \varepsilon c.(h-y_G)/y_G$

Ecuaciones de Equilibrio: Fuerzas: $Zs= Dc+D's$

Momentos: $Ms= Zs.\ z$ z: brazo elástico Ms: Momento de Servicio Actuante.

$$Ec.\varepsilon s.As.n= Ec.\varepsilon c.bo.y_G/2 + Ec.\varepsilon's.A's.(n-1)$$

$$Ec.\varepsilon c.(h-y_G)/y_G.As.n= Ec.\varepsilon c.bo.y_G/2 + Ec.\varepsilon c.(y_G-h'2)/y_G.A's.(n-1)$$

$$(h-y_G).As.n= bo.y_G^2/2 + (y_G-h'2).A's.(n-1)$$

$$bo.y_G^2/2 + (A's.(n-1)+As.n).y_G- A's.(n-1).h'2+As.n.h= 0$$

La ecuación de Equilibrio de Fuerzas conduce a la misma ecuación de la que se obtuvo y_G.

Punto de Aplicación de Dc: $ac=y_G/3=$ 6.96 cm

Punto de Aplicación de D's: $a_{A's}=h'2=$ 3.80 cm

Punto de Aplicación de Dtot:

$$a=\frac{Ec.\varepsilon c.bo.y_G^2/6 + Ec.\varepsilon's.A's.(n-1).h'2}{Ec.\varepsilon c.bo.y_G/2 + Ec.\varepsilon's.A's.(n-1)}$$

$$a=\frac{Ec.\varepsilon c.bo.y_G^2/6 + Ec.(\varepsilon c.(y_G-h'2)/y_G).A's.(n-1).h'2}{Ec.\varepsilon c.bo.y_G/2 + Ec.(\varepsilon c.(y_G-h'2)/y_G).A's.(n-1)}$$

$$a=\frac{bo.y_G^2/6 + ((y_G-h'2)/y_G).A's.(n-1).h'2}{bo.y_G/2 + ((y_G-h'2)/y_G).A's.(n-1)}$$

$a=$ 6.80 cm

Brazo elástico: $z= h-a=$ 42.54 cm

De la Ecuación de Momentos: $Ms= Zs.\ z$

$$\text{-->}\ Zs= Ms / z = \frac{35.87}{0.4254} = 84.31\ t$$

--> $\sigma s= Zs / As =$ 214.7 MPa

La Tensión de Trabajo del Acero, en el Estado de Servicio es : 214.7 MPa

--> $\varepsilon s^+= \sigma s / Es=$ 0.001022

--> $\varepsilon c^-=$ 0.000751 $Dc= Ec.\varepsilon c.bo.y_G/2 =$ 79.97 t

--> $\varepsilon s^-=$ 0.000614 $D's= Ec.\varepsilon's.A's.(n-1) =$ 4.35 t

$Dc+D's=$ 84.31 t = Zs