

DNC
ATP1

Cátedra: **ESTRUCTURAS – NIVEL 2**

Taller: VERTICAL I – DELALOYE - NICO - CLIVIO

Anexo Trabajo Práctico N°1: Flexión en H°A°

Curso 2017

Elaboró: Ing. Walter Morales

Revisión: 0

Fecha: Abril 2017

Objetivo

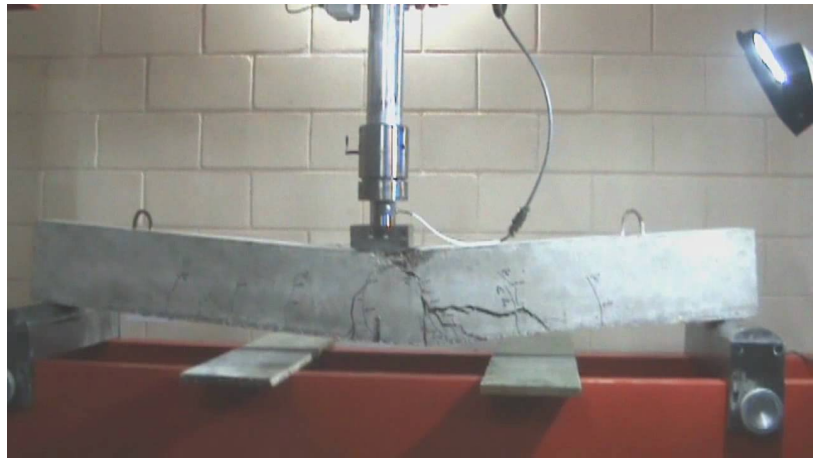
El presente anexo tiene por objeto complementar la guía de estudio y el trabajo práctico correspondiente a flexión en hormigón armado.

Se estudia una sección rectangular de hormigón fija, y se obtendrá la armadura necesaria cuando varía el momento solicitante.

Se adoptarán armaduras comerciales a partir de la obtenida en el cálculo, de manera de familiarizar al alumno con las barras de acero que existen en el mercado.

<https://youtu.be/4ni2oWDNgAA>

(ver video de la url)



Introducción.

En nuestro curso, cuando una sección de hormigón se encuentra sometida a un esfuerzo de flexión, la expresión para el dimensionado en una de sus formas más simples es:

$$A[cm^2] = \frac{\gamma \cdot M_{m\acute{a}x}}{z \cdot \sigma_{ek}}$$

Donde tomando el momento M en las unidades [Kg.cm], el brazo elástico z en [cm] y σ_{ek} en [Kg/cm²], la armadura resultante será efectivamente en [cm²]. Recordemos que γ no tiene unidades, porque es un coeficiente.

Ejercicio:

Vamos a dimensionar una sección de H°A° (puede ser una viga, una losa, tabique, etc.), con los siguientes datos:

Sección 20x50 de H°A° de calidad H30, Acero en barras ADN 420, coef. $\gamma = 1.75$ y recub. 1.5 cm. para $1.0 \text{ tm} \leq M_u \leq 30 \text{ tm}$.

Se varía el momento último ($\gamma \cdot M_{m\acute{a}x}$), entre 1.00 tm y el valor de 30 tm, se realizará un detalle de la sección resultante con la armadura dispuesta en escala para $M_u = 20 \text{ tm}$.

- Para 1.0 tm:
Cambiamos primero las unidades del momento, es así que tenemos $1.0 \text{ tm} = 100000 \text{ Kg.cm}$
Elegimos un valor de z, por ejemplo $z = 0.90 \text{ hu}$.
Si $h = 50 \text{ cm}$, entonces $h_u = 50 \text{ cm} - 1.5 \text{ cm} = 48.5 \text{ cm}$, con lo cual $z = 0.9 \times 48.5 = 43.65 \text{ cm}$
Ahora, con todos los datos, empleando la fórmula, se tiene:

$$A[cm^2] = \frac{100000(Kg.cm)}{43.65(cm) \cdot 4200(Kg/cm^2)} = 0.54 cm^2$$

Si tomamos rigurosamente el valor de 0.54 cm^2 , vemos en una tabla de barras que corresponde a $2\emptyset 6 = 0.57 \text{ cm}^2$, que en principio estaría correcto, pero hay valores mínimos de cuantía que hay que respetar, que veremos más adelante en el TP de losas y/o vigas.

Nos quedamos entonces con $2\emptyset 6$ (dos barras de diámetro seis milímetros).

Ahora chequeando el eje neutro será:

$$x[\text{cm}] = \frac{A_s \cdot \sigma_{ek}}{b \cdot \sigma'_{bk}} = \frac{0.57 \text{ cm}^2 \times 4200 \text{ Kg / cm}^2}{20 \text{ cm} \times 300 \text{ Kg / cm}^2} = 0.4 \text{ cm} \leq 9.7 \text{ cm}$$

Recordando que esta expresión surge de una sumatoria de fuerzas entre la compresión que aporta el H^0 y la tracción que la toma el acero.

El valor de 9.7 cm es el valor de x que adoptamos, siendo $x = 0.2h_u = 0.2 \times 48.5 \text{ cm} = 9.7 \text{ cm}$

- Para 2.0 tm :

$$A[\text{cm}^2] = \frac{200000(\text{Kg} \cdot \text{cm})}{43.65(\text{cm}) \cdot 4200(\text{Kg / cm}^2)} = 1.09 \text{ cm}^2$$

Se adopta una armadura de $3\emptyset 8 = 1.51 \text{ cm}^2$

$$x[\text{cm}] = \frac{A_s \cdot \sigma_{ek}}{b \cdot \sigma'_{bk}} = \frac{1.51 \text{ cm}^2 \times 4200 \text{ Kg / cm}^2}{20 \text{ cm} \times 300 \text{ Kg / cm}^2} = 1.06 \text{ cm} \leq 9.7 \text{ cm}$$

- Para 3.0 tm :

$$A[\text{cm}^2] = \frac{300000(\text{Kg} \cdot \text{cm})}{43.65(\text{cm}) \cdot 4200(\text{Kg / cm}^2)} = 1.64 \text{ cm}^2$$

Se adopta una armadura de $2\emptyset 12 = 2.26 \text{ cm}^2$

$$x[\text{cm}] = \frac{A_s \cdot \sigma_{ek}}{b \cdot \sigma'_{bk}} = \frac{2.26 \text{ cm}^2 \times 4200 \text{ Kg / cm}^2}{20 \text{ cm} \times 300 \text{ Kg / cm}^2} = 1.58 \text{ cm} \leq 9.7 \text{ cm}$$

- Para el resto de los valores:

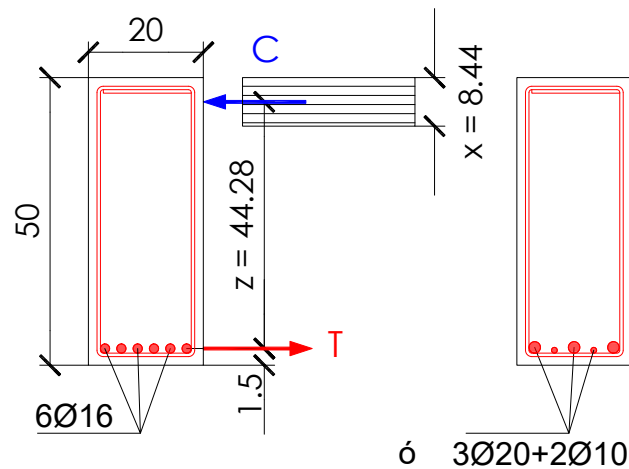
$\mu = \gamma \times M_{\text{máx}}$ [tm]	A_s [cm ²] calculada	Barras adoptadas	A_s [cm ²] adoptada	x [cm]	x [cm] adoptado	
1.0	0.55	2 \emptyset 6	0.57	0.40	9.7	verifica
2.0	1.09	3 \emptyset 8	1.51	1.06	9.7	verifica
3.0	1.64	2 \emptyset 12	2.26	1.58	9.7	verifica
4.0	2.18	2 \emptyset 12	2.26	1.58	9.7	verifica
5.0	2.73	4 \emptyset 10	3.14	2.20	9.7	verifica
6.0	3.27	3 \emptyset 12	3.39	2.38	9.7	verifica
7.0	3.82	2 \emptyset 16	4.02	2.81	9.7	verifica
8.0	4.36	4 \emptyset 12	4.52	3.17	9.7	verifica
9.0	4.91	5 \emptyset 12	5.65	3.96	9.7	verifica
10.0	5.45	5 \emptyset 12	5.65	3.96	9.7	verifica
11.0	6.00	3 \emptyset 16	6.03	4.22	9.7	verifica
12.0	6.55	6 \emptyset 12	6.79	4.75	9.7	verifica
13.0	7.09	4 \emptyset 16	8.04	5.63	9.7	verifica
14.0	7.64	4 \emptyset 16	8.04	5.63	9.7	verifica
15.0	8.18	3 \emptyset 20	9.42	6.60	9.7	verifica

$M_u = \gamma \times M_{m\acute{a}x}$ [tm]	As [cm ²] calculada	Barras adoptadas		As [cm ²] adoptada	x [cm]	x [cm] adoptado	
16.0	8.73	3	Ø 20	9.42	6.60	9.7	verifica
17.0	9.27	3	Ø 20	9.42	6.60	9.7	verifica
18.0	9.82	5	Ø 16	10.05	7.04	9.7	verifica
19.0	10.36	6	Ø 16	12.06	8.44	9.7	verifica
20.0	10.91	6	Ø 16	12.06	8.44	9.7	verifica
21.0	11.45	6	Ø 16	12.06	8.44	9.7	verifica
22.0	12.00	6	Ø 16	12.06	8.44	9.7	verifica
23.0	12.55	4	Ø 20	12.57	8.80	9.7	verifica
24.0	13.09	7	Ø 16	14.07	9.85	9.7	cambiar z
25.0	13.64	7	Ø 16	14.07	9.85	9.7	cambiar z
26.0	14.18	3	Ø 25	14.73	10.31	9.7	cambiar z
27.0	14.73	3	Ø 25	14.73	10.31	9.7	cambiar z
28.0	15.27	5	Ø 20	15.71	11.00	9.7	cambiar z
29.0	15.82	6	Ø 20	18.85	13.19	9.7	cambiar z
30.0	16.36	6	Ø 20	18.85	13.19	9.7	cambiar z

Nota: se puede ajustar mejor las barras adoptadas para que no desperdiciemos acero, es decir, si usamos 2 diámetros distintos, podremos acercarnos más al valor de la armadura de cálculo. Como por ejemplo para $M = 20$ tm, tenemos $6\text{Ø}16 = 12.06$ cm², pero si tomamos $3\text{Ø}20 + 2\text{Ø}10 = 11.0$ cm², mucho más cerca al valor de cálculo de 10.91 cm².

En la tabla anterior, en la última columna, aparece "cambiar z", esto sucede porque la premisa de tomar $z = 0.90$ hu no es válida, y debemos recurrir por ejemplo a $z = 0.85$ hu o $z = 0.80$ hu.

Para $M = 20$ tm, esquemáticamente resulta:



Debemos notar que el valor de z que aparece en el gráfico es el valor exacto del mismo, una vez que elegimos la armadura de nuestra sección. De todas formas, esta armadura debe cumplir con requisitos de armadura mínima y máxima, la cual se verá en los tp correspondientes.