HORMIGÓN

<u>CÁLCULO DE ROTURA:</u>

<u>HORMIGÖN:</u> *fck*

fcd =

c

H−200 ! fck = 200 K/cm2. fcd = Resistencia de cálculo del hormigón.

H−250 ! fck = 250 K/cm2 fck = Resistencia característica del hormigón

c = Coeficiente de seguridad para el hormigón.

<u>ACERO :</u> *fy(k)*

fyd = s

AEH−400−N ! fy(k) = 4.100 K/cm2 fyd = Resistencia de cálculo de acero.

AEH−500−N ! fy(k) = 5.100 K/cm2 fy(k) = Resistencia de cálculo de acero.
AEH−600−N ! fy(k) = 6.100 K/cm2 s = Coeficiente de seguridad o del acero.

AEH−480−N ! fy(k) = 4.800 K/cm2

<u>ACCIONES :</u>

*fd = Fo * f*

Normales: Nd = No f Fo = Acción real o característica*

Flectores: Md = Mo f f = Coeficiente de mayoración de acciones.*

Cortantes: Vd = Vo f*

	c	s	f		
CONTROL NORMAL	1,5	1,15	1,8	1,6	1,5
INTENSO	1,4	1,1	1,7	1,5	1,4
REDUCIDO	1,7	1,2	−	1,8	1,7
			DAÑOS IMPORTANTES	DAÑOS MEDIOS	DAÑOS MATERIALES

<u>FLEXION SIMPLE:</u>

Hipotesís de cálculo en flexión simple.

1ª − El acero sufre la misma deformación que el hormigón que lo envuelve, es

decir, que existe adherencia perfecta entre acero y hormigón.

2ª − HIPOTESIS DE BERNOULLI: Las secciones planas siguen siendo planas

después de la deformación, salvo en vigas de gran canto (que no

estudiamos en la escuela). L > 2h siendo L= luz y h = canto

3ª − Los materiales se comportan según los diagramas que figuran en la norma

EH−91 y que son:

ACERO

fyd

y 10 deformación de rotura del acero

y = deformación de agotamiento del acero

y = fyk / Ea

HORMIGÓN

0,85 fcd*

2 3,5

- *Viene de lo que se llama factor reológico del hormigón (se estima que el hormigón*

durante el primer año puede perder un 15 % de su resistencia inicial)

***FLEXION SIMPLE** Método Parábola−Rectángulo*

H d

As

d´

b

b = ancho

H = canto

d= canto útil (distancia desde la fibra mas comprimida del hormigón hasta la

armadura de tracción)

d´= recubrimiento

As = área de la armadura de tracción.

As´ = área de la armadura de compresión (si hubiera).

Us = capacidad mecánica o fuerza ejercida por la arm. de tracción.

Us ´= capacidad mecánica o fuerza ejercida por la arm. de compresión.

<u>MOMENTO LÍMITE DE UNA SECCIÓN:</u>

Es el momento máximo que puede absorber una sección de hormigón armado con armadura sencilla (sin armadura de compresión, sólo de tracción) aprovechando la máxima capacidad de ambos materiales, es decir, trabajando al máximo el hormigón y el acero.

Hormigon −−−− » 0,85 fcd*

Acero −−−− » fyd

PASOS A SEGUIR PARA EL CÁLCULO DEL ***MOMENTO LÍMITE***

3,5   y

1.− = X lim

Xlim d − Xlim

fyk

Donde y = Ea

2.− Us lim = Uc1 + Uc2

3,5 2 h2

Xlim h2 h1 = X lim h2

US lim

3.− AS lim =
fyd

*4.− Mlim = Uc1 * z1 + Uc2 * z2*

h1

z1 = d −

2

z2 = d − h1 − (3/8 h2)*

FLEXION SIMPLE *Método Simplificado−Rectángular*

H d

As

d´

b

3,5 y

1.− = X lim

Xlim d − Xlim

fyk

Donde y = Ea

2.− Us lim = 0,85 fcd* b*0,8* X lim*

US lim

3.− AS lim =
fyd

4.− Mlim = 0,85 fcd* b*0,8* X lim*(d−0,4* X lim)*

FLEXION SIMPLE *Problemas de Proyecto*

Datos: fck fyk c s f Mo Incógnitas: As y As´

PASOS:

*1.− Mayoramos el momento Md = Mo * f*

2.− Calculamos el momento límite de la sección.

3,5 y

= X lim

Xlim d − Xlim

fyk

Donde y = Ea

M lim = 0,85 fcd* b*0,8* X lim*(d−0,4* X lim)*

3.− Comparamos Md con Mlim y puede surgir 3 casos:

a) Md < Mlim *Us ´ = 0 (no hace falta arm. de compresión pero*

pondremos (2 Ø 12 MONTAJE)

Md = 0,85 fcd* b*y* (d − **y**/2) y*

Us lim = 0,85 fcd* b** ***y***

US lim

AS lim =
fyd

b) Md > Mlim *Us ´ " 0*

Md − M lim

*Md − M lim = Us ´ * (d − d´) Us ´ =*

d − d´

Us lim = 0,85 fcd* b*0,8* X lim + Us ´*

US lim US ´lim

AS lim = AS ´lim =
fyd fyd 4000

c) Md = Mlim *Us ´ = 0*

Us lim = 0,85 fcd* b*0,8* X lim*

US lim

AS lim =

fyd

(caso poco frecuente, es decir, rarísimo)

DIMENSIONAR CON CANTO MÍNIMO dmin o H

Obligamos a que ***Md = M lim***

3,5 y

= f1 (X lim ,d) = 0 ***(1.)***

Xlim d − Xlim

fyk

Donde y = Ea

Md = M lim = 0,85 fcd* b*0,8* X lim*(d−0,4* X lim) f2 (X lim ,d) = 0* ***(2.)***

Resolvemos el sistema (1.) y (2.) y sacamos X lim ,d

FLEXION SIMPLE *Problemas de Comprobación o Peritación*

Datos: fck fyk c s f As As´ Incognitas: ***Mu***

Mu *= Es el momento máximo que puede aguantar una sección de hormigón armado conocidas las armaduras As y As´*

Mo *= Es el momento de servicio*

Mu

Mo *=*

Mf

PASOS:

1.− Calculamos ***Us*** *y* ***Us*** *´ (que son las capacidades mecanicas de las armaduras)*

US *= AS * fyd* ***US´*** *= AS ´* fyd (4000)*

2.− Calculamos ***Us lim***

3,5 y

= X lim

Xlim d − Xlim

fyk

Donde y = Ea

Us lim *= 0,85* fcd* b*0,85* X lim*

3.− Comparamos ***Us*** *con y puede surgir 3 casos:*

a.) Us < Us lim Mu < M lim Agotamiento del Acero

a . 1 Us *= 0* ***a . 2 Us*** *" 0*

Us *= 0,85* fcd* b*y y* ***Us*** *= 0,85* fcd* b* y´+ Us ´ y´*

Mu *= 0,85* fcd* b*y* (d − y/2)* ***Mu*** *= Us ´*(d − d´) + 0,85* fcd* b*y´* (d − y´/2)*

Mu Mu

***Mo** = f **Mo** = f*

b.) Us = Us lim Mu = M lim Agotamiento de ambos materiales a la vez

***Mu** = 0,85* fcd* b*0,8* X lim* (d− 0,4* X lim)*

Mu

***Mo** = f*

c.) Us > Us lim Mu > M lim Agotamiento del hormigón.

***c. 1− Us ´ " Us** (Us −− Us lim) (Sobra armadura de compresión)*

***Mu** = 0,85* fcd* b*0,8* X lim*(d− 0,4* X lim) + (Us − Us lim) * (d − d´)*

Mu

***Mo** = f*

***c. 2− Us ´ < Us** (Us −− Us lim) (Sobra armadura de tracción)*

***Mu** = 0,85* fcd* b*0,8* X lim*(d− 0,4* X lim) + [Us ´* (d − d´)]*

Mu

***Mo** = f*

MOMENTO DE ROTURA DE UNA SECCIÓN

Caso A. Sin armadura de compresión Us ´ = 0

rot = Te la tienen que dar, si no te dan la rot pondremos rot = 1,25 fck*

*A**s*** fyk = rot * b* y**rot** y**rot***

***Mrot** = rot * b* y**rot** * (d − yrot / 2)*

Caso B. Con armadura de compresión Us ´ " 0

*A**s*** fyk = rot * b* y´**rot** **+** A**s ´*** fyk y´**rot***

Mrot** = rot * b* y´**rot** * (d − yrot / 2) **+** [A**s ´ fyk * (d − d´)]*

SEGURIDAD (S) CON LA QUE SE HA DIMENSIONADO UNA

SECCION

Mrot

S =

Mo

FLEXIÓN Y COMPRESIÓN COMPUESTA

Una sección trabaja a flexión o compresión compuesta cuando esta sometida a una solicitación normal de compresión No y a un momento flector Mo. Esto equivale a un normal descentrado, es decir, aplicado en un punto que no este aplicado en el centro de gravedad. No

d2

A2

eo

No

H d = e

A1

d1

b

*Lamamos flexión compuesta cuando la fibra neutra corta a la sección y la divide en tracciones y compresiones. Llamaremos **A1** = Armadura de tracción.*

***A2** = Armadura de tracción.*

*Compresión compuesta es cuando la fibra neutra no corta a la sección y por tanto toda la sección trabaja a compresión. Llamaremos **A1** = Armadura más comprimida*

***A2** = Armadura menos comprimida.*

FLEXION COMPUESTA

*Datos: fck fyk c s f Mo No Incognitas: **A1 A2***

Es el caso de grandes excentricidades.

En el examen empezamos por flexión compuesta y si la armadura sale negativa pasaremos a compresión compuesta.

PASOS:

*1.− Calculamos la excentricidad (**eo**) respecto del centro de gravedad:*

Mo

***eo** =*

No

*2.− Mayoramos el Axil (**Nd**)*

***Nd** = No * f*

3.− Obtenemos la excentricidad de las fuerzas respecto de la armadura de tracción

*(**e**)*

***e** = **e**o + h/2 − d1*

4.− Trasladamos las fuerzas Nd con el momento que produce (Md) a la arm. de

tracción.

***Md** = Nd * e*

*5.− Calculamos el **M lim** de la sección:*

3,5   y

= X lim

Xlim d − Xlim

fyk

Donde y = Ea

M lim = 0,85 fcd* b*0,8* X lim*(d−0,4* X lim)*

6.− Comparamos Md con Mlim y puede surgir 3 casos:

(Tanto en flex. compuesta como en compr. Compuesta

***a) Md < Mlim U2**= 0 (0.05* Nd) la capacidad mecánica de las armaduras es el 5 % de Nd)*

Md = 0,85 fcd* b*y* (d − **y**/2) y*

Us = 0,85 fcd* b* **y U1 =** 0,85* fcd* b* **y** − Nd*

U1 U2

A 1 = A 2 =
fyd fyd 4000

***b) Md > Mlim** U2 " 0*

Md − M lim

U2 =

d − d2

Us= 0,85 fcd* b*0,8* X lim + U2 U1= 0,85* fcd* b*0,8* X lim + U2 − Nd*

U1 U2

A1 = A2 =
fyd fyd 4000

***c) Md = Mlim U2**= 0 (0.05* Nd)*

Us = 0,85 fcd* b*0,8* X lim **U1 =** 0,85* fcd* b* 0,8* X lim − Nd*

U1 U2

A 1 = A 2 =
fyd fyd 4000

EN CUALQUIERA DE LOS CASOS ANTERIORES, SI

***U1** SALE NEGATIVO PASAMOS A COMPRESIÓN COMPUESTA*

COMPRESIÓN COMPUESTA

Es el caso de pequeñas excentricidades en donde toda la sección

*trabaja a compresión. Llamaremos **A1** = Armadura menos comprimida*

***A2** = Armadura más comprimida.*

*Datos: fck fyk c s f Mo No Incognitas: **A1 A2***

PASOS:

*1.− Calculamos la excentricidad (**eo**) respecto del centro de gravedad:*

Mo

***eo** =*

No

*2.− Mayoramos el Axil (**Nd**)*

***Nd** = No * f*

3.− Obtenemos la excentricidad de las fuerzas respecto de la armadura más

*comprimida (**e2**)*

***e 2** = h/2 − eo − d2*

4.− Trasladamos las fuerzas Nd con el momento que produce (Md) a la arm. de

tracción.

***Md** = Nd * e2*

*5.− Calculamos el **M máx** que es capaz de absorber el hormigón junto con la arm.*

más comprimida.

Mmáx = 0,85 fcd* b* h* (h/2 − d 2)*

6.− Comparamos Md con Mmáx y puede surgir 3 casos:

(Tanto en flex. compuesta como en compr. Compuesta

***a) Md < Mmáx U1**= 0 (0.05* Nd) la capacidad mecánica de las armaduras es el 5 % de Nd)*

Md = 0,85 fcd* b*y* (**y**/2 − d2) y*

*(Si **U2** sale negativa, quiere*

decir que no hace falta arnadura

***U2 =** Nd − 0,85* fcd* b* **y** ni arriba **ni** abajo, pondremos*

0,05 Nd)

U1 U2

A 1 = A 2 =
fyd 4000 fyd 4000

***b) Md > Mmáx** U1 " 0*

Md − M máx

U1 =

d − d2

U2= Nd − 0,85 fcd* b* h − U1*

U1 U2

A1 = A2 =
fyd 4000 fyd 4000

***c) Md = Mlim U1**= 0 (0.05* Nd)*

***U2 =** Nd − 0,85* fcd* b * h*

U1 U2

A 1 = A 2 =
fyd 4000 fyd 4000

TANTO EN FLEXIÓN COMPUESTA COMO EN COMPRESIÓN COMPUESTA EN CASO DE HORMIGONADO VERTICAL (PILARES) CONSIDERA LA NORMA QUE:

*fcd = 0,9 * fck / c*

COMPRESIÓN SIMPLE

Se produce cuando sobre la sección actua un axil en el centro de gravedad.

No " 0

Mo = 0

Lo haremos como compresión compuesta añadiendo una excentricidad mínima que sera el mayor de estos dos valores:

h / 20

***eo** "*

2 cm.

TEORÍA

H − 175 INDICA que la resistencia característica (fck) es de 175 K/cm2.

u es la deformación de aplastamiento o de rotura del hormigón a flexión y su

valor normalizado es 3.5 .

fcm es la resistencia estimada del hormigón.

b en teoría clásica es la tensión admisible del hormigón y su valor aproximado se

obtiene dividiendo la rot entre un coeficiente de seguridad n = 3.

fck

fcd es la resistencia de cálculo del hormigón y su valor se obtiene fcd = −−−−−−−−

c

Eb es el módulo es elasticidad del hormigón.

Ea

n en teoría clásica es el coeficiente de equivalencia, y su valor se obtiene n =

Eb

AEH−500−N indica que la resistencia característica de este acero es de 5.100

K/cm2.

fyk es la resistencia característica o límite elástico del acero.

s es el coeficiente de seguridad del acero y su valor de 1,15 corresponde a nivel

de control NORMAL.

S es la deformación del acero.