



Vigas

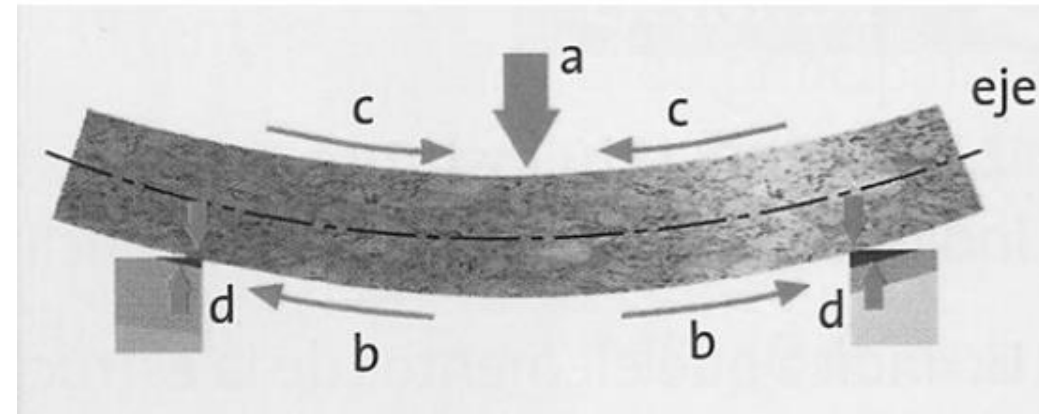
Prediseño, mosaico de cargas, momento máximo en viga continua y dimensionamiento de viga





Vigas (definición)

- Elementos estructurales largo y rectangulares
- Soportan cargas de la estructura
- Trabajan principalmente a flexión



Predimensionamiento de vigas

Altura de viga

Tabla 9.3.1.1 — Altura mínima de vigas no preesforzadas

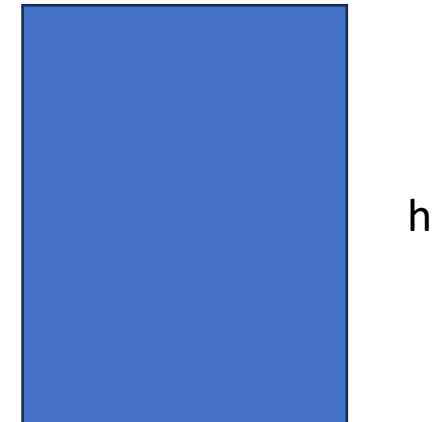
Condición de apoyo	Altura mínima, h ^[1]
Simplemente apoyada	$\ell/16$
Con un extremo continuo	$\ell/18.5$
Ambos extremos continuos	$\ell/21$
En voladizo	$\ell/8$

^[1] Los valores son aplicables al concreto de peso normal y $f_y = 420$ MPa.



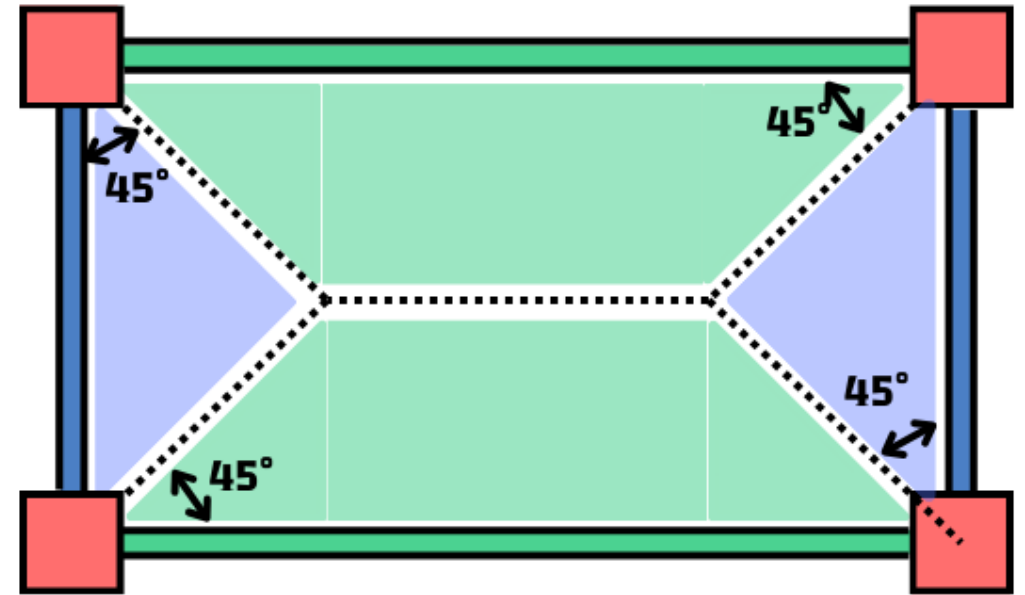
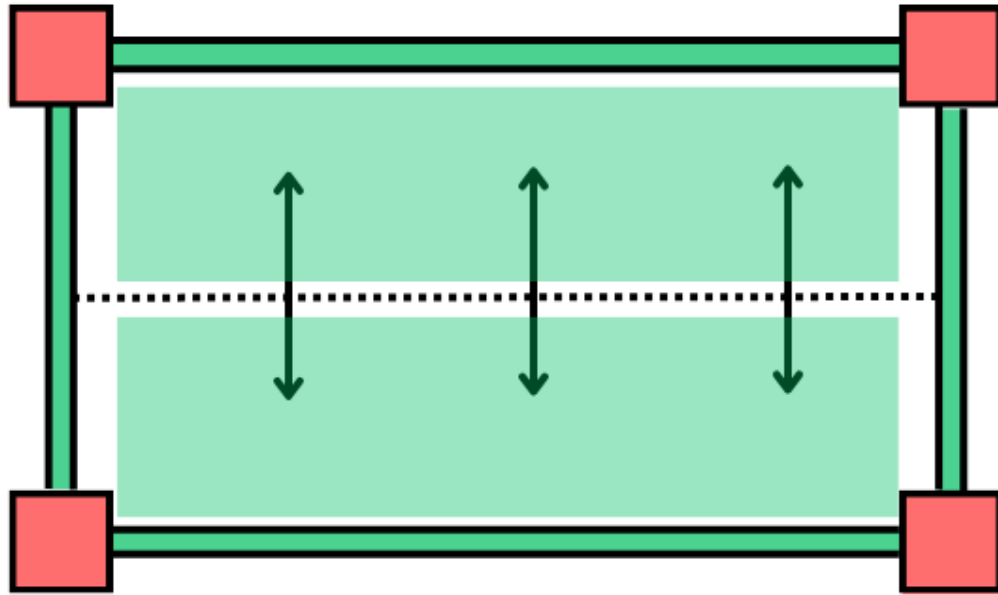
Base de viga

$$b = \frac{h}{2} \quad \text{ó} \quad b \geq 25\text{cm}$$



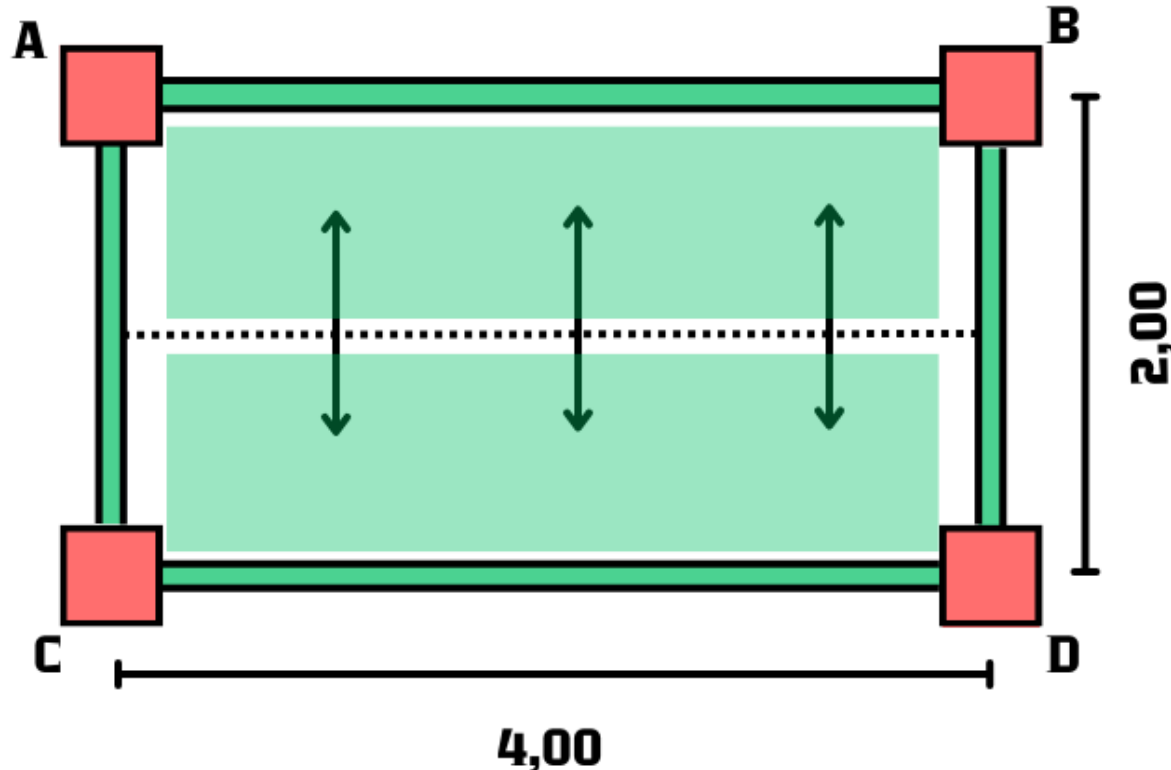
b

Mosaico de cargas



Mosaico de cargas

Ejercicio #1: Determinar el peso total que actúa en la viga A-B



Datos:

$$CM = 320 \text{ kg/m}^2$$

$$CV = 250 \text{ kg/m}^2$$

1. Cálculo de área tributaria

$$\text{Área tributaria} = \text{base} * \text{altura}$$

$$\text{Área tributaria} = 4\text{m} * 1\text{m} = 4\text{m}^2$$

2. Cálculo de carga por metro cuadrado en toda la losa

$$Q = 1,2CM + 1,6CV$$

$$Q = (1,2 * 320 \text{ kg/m}^2) + (1,6 * 250 \text{ kg/m}^2)$$

$$Q = 784 \text{ kg/m}^2$$

3. Cálculo del peso total que actúa en la viga A-B

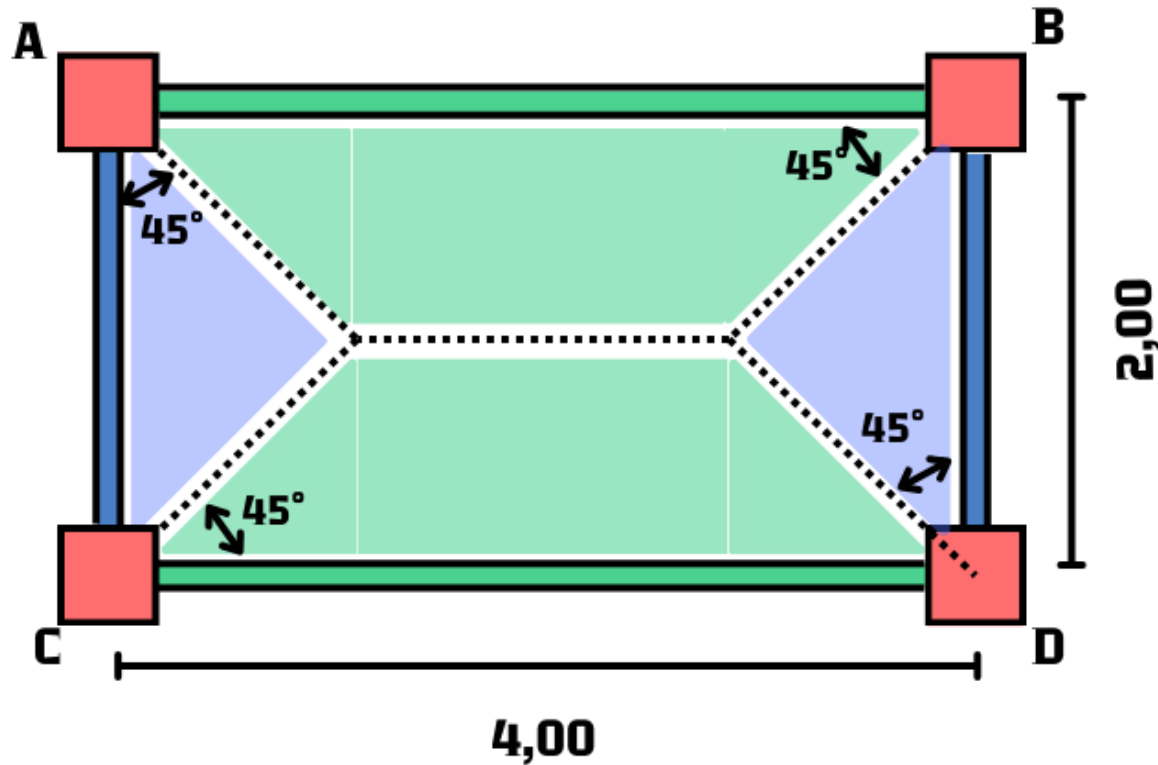
$$W = \text{Área tributaria} * Q$$

$$W = 4\text{m}^2 * 784 \text{ kg/m}^2$$

$$W_{A-B} = 3136\text{kg}$$

Mosaico de cargas

Ejercicio #2: Determinar el peso total que actúa en la viga A-B

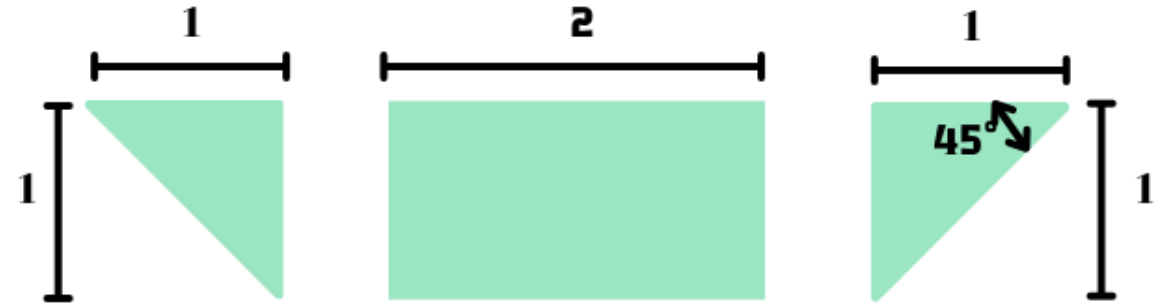


Datos:

CM=320 kg/m²

CV=250 kg/m²

1. Cálculo de área tributaria



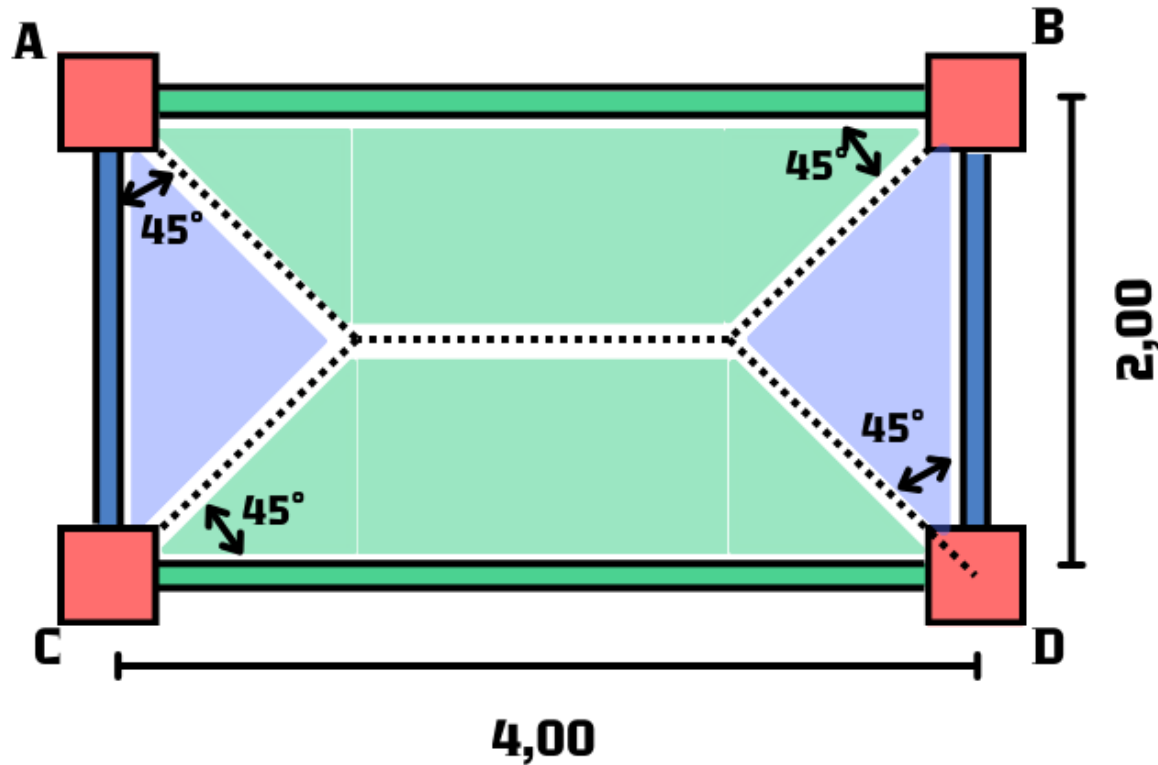
$$\text{Area de rectángulo} = \text{base} * \text{altura} = 2\text{m} * 1\text{m} = 2\text{m}^2$$

$$\text{Area de triángulo} = \frac{\text{base} * \text{altura}}{2} = \frac{1\text{m} * 1\text{m}}{2} = 0,5\text{m}^2$$

$$\text{Area tributaria} = 2\text{m}^2 + 0,5\text{m}^2 + 0,5\text{m}^2 = 3\text{m}^2$$

Mosaico de cargas

Ejercicio #2: Determinar el peso total que actúa en la viga A-B



Datos:

$$CM = 320 \text{ kg/m}^2$$

$$CV = 250 \text{ kg/m}^2$$

2. Cálculo de carga por metro cuadrado en toda la losa

$$Q = 1,2CM + 1,6CV$$

$$Q = (1,2 * 320 \text{ kg/m}^2) + (1,6 * 250 \text{ kg/m}^2)$$

$$Q = 784 \text{ kg/m}^2$$

3. Cálculo del peso total que actúa en la viga A-B

$$W = \text{Area tributaria} * Q$$

$$W = 3\text{m}^2 * 784 \text{ kg/m}^2$$

$$W_{A-B} = 2352 \text{ kg}$$

Predimensionamiento de vigas

Que cargas actúa
sobre la losa



Como distribuye
la carga la losa a
las vigas



Como se
comporta la viga
antes estas cargas

Momentos en vigas

6.5.1 Se permite calcular M_u y V_u para cargas gravitacionales de acuerdo con esta sección para vigas continuas y losas en una dirección que cumplan con (a) hasta (e):

- (a) Los miembros son prismáticos.
- (b) Las cargas están uniformemente distribuidas.
- (c) $L \leq 3D$.
- (d) Haya dos o más vanos.
- (e) La luz del mayor de dos vanos adyacentes no excede en más de 20 por ciento la luz del menor.

$$M_u = \frac{W_u * l_n^2}{\alpha}$$

W_u , Carga mayorada por unidad de longitud de la viga
N/mm

α , es un coeficiente de momento

Tabla 6.5.2 — Momentos aproximados para vigas continuas no preesforzadas y losas en una dirección

Momento	Localización	Condición	M_u
Positivo	Vanos extremos	Extremo discontinuo monolítico con el apoyo	$w_u \ell_n^2 / 14$
		El extremo discontinuo no está restringido	$w_u \ell_n^2 / 11$
	Vanos interiores	Todos	$w_u \ell_n^2 / 16$
Negativo ⁽¹⁾	Cara interior de los apoyos exteriores	Miembros contruidos monolíticamente con viga dintel de apoyo	$w_u \ell_n^2 / 24$
		Miembros contruidos monolíticamente con columna como apoyo	$w_u \ell_n^2 / 16$
	Cara exterior del primer apoyo interior	Dos vanos	$w_u \ell_n^2 / 9$
		Más de dos vanos	$w_u \ell_n^2 / 10$
	Las demás caras de apoyos	Todas	$w_u \ell_n^2 / 11$
	Cara de todos los apoyos que cumplan (a) o (b)	(a) Losas con luces que no excedan de 3 m (b) Vigas en las cuales la relación entre la suma de las rigideces de las columnas y la rigidez de la viga exceda de 8 en cada extremo del vano	$w_u \ell_n^2 / 12$

⁽¹⁾ Para calcular los momentos negativos, ℓ_n debe ser el promedio de las luces de los vanos adyacentes.

Dimensionamiento de vigas

Momento en punto de estudio

$$M_u = \frac{W_u * l_n^2}{\alpha}$$

W_U = carga mayorada por unidad de longitud de la viga

l_n = luces o promedio de luces

α = coeficiente de momento ACI

Carga por unidad de área

$$K_U = \frac{M_u}{b * d^2}$$

b = base de la viga

d = peralte efectivo de la viga

Cuantía de acero

$$\rho = \frac{0,85 * f'c}{f_y} * \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 * K_U}{0,85 * f'c * \phi}} \right]$$

$f'c$ = resistencia a la compresión del concreto(

f_y = es el máximo valor del esfuerzo que desarrolla el acero sin que se deforme permanentemente

ϕ = factor por flexión(0,9)

Cuantía balanceada

$$\rho_b = \beta_1 * 0,85 * \frac{f'c}{f_y} * \left(\frac{6000}{6000 + f_y} \right)$$

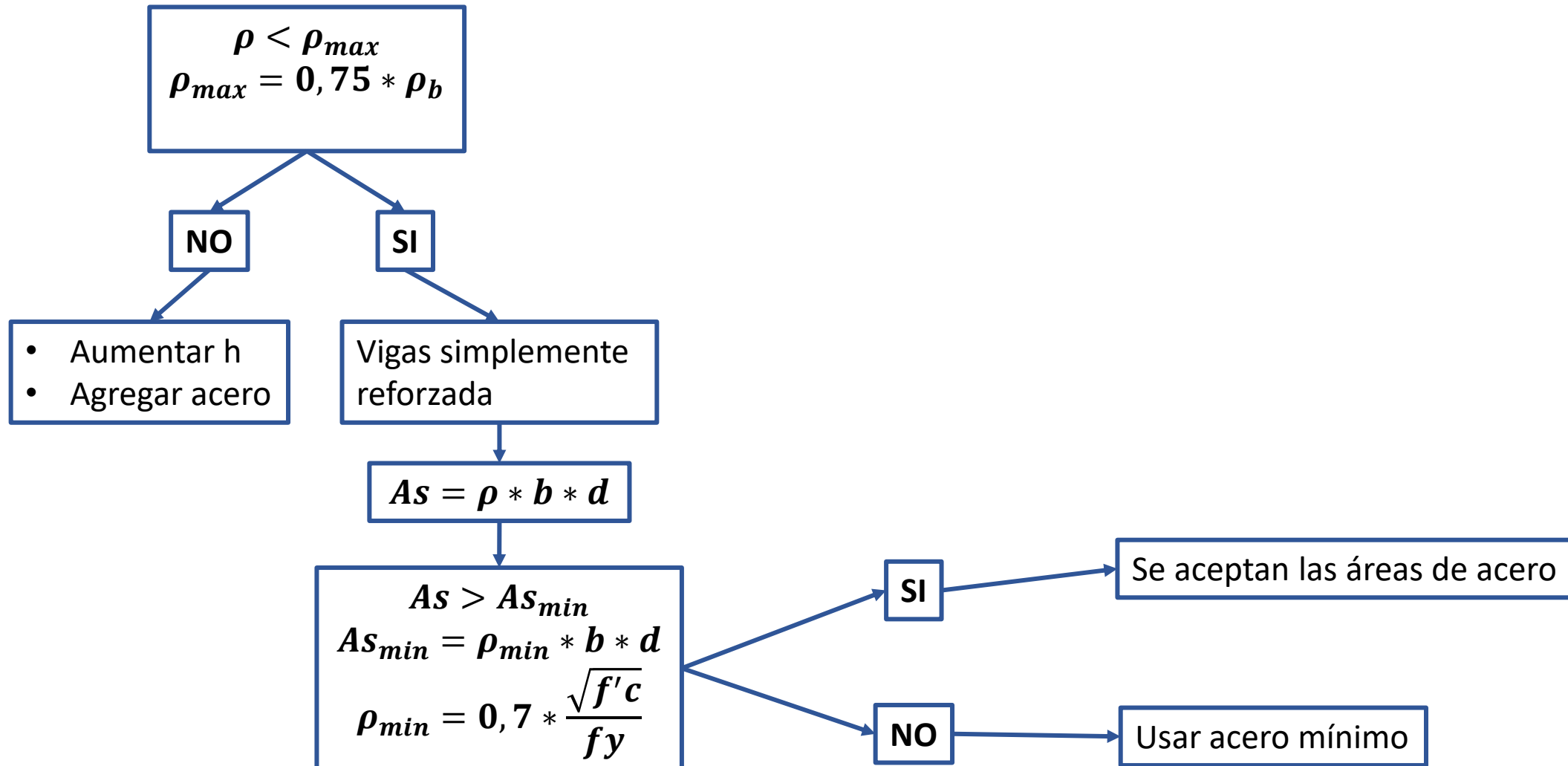
β_1 = factor dado por ACI318

Dimensionamiento de vigas

Tabla 22.2.2.4.3 — Valores de β_1 para la distribución rectangular equivalente de esfuerzos en el concreto.

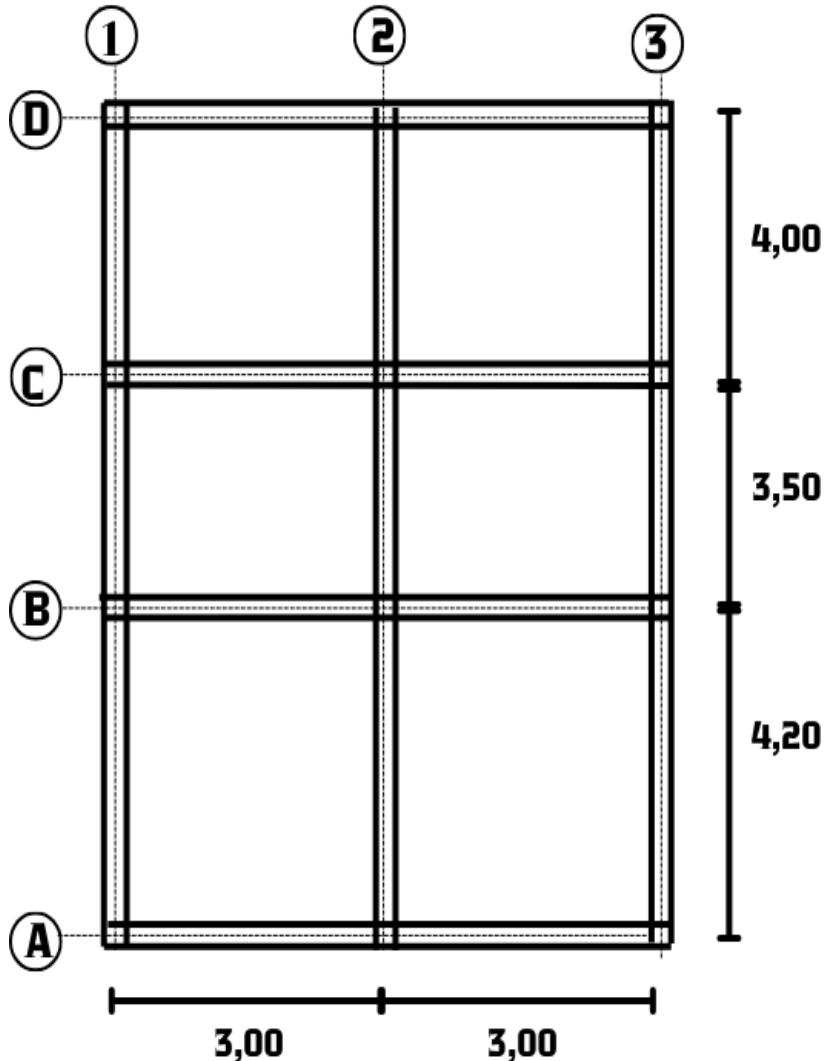
f'_c , MPa	β_1	
$17 \leq f'_c \leq 28$	0.85	(a)
$28 < f'_c < 55$	$0.85 - \frac{0.05(f'_c - 28)}{7}$	(b)
$f'_c \geq 55$	0.65	(c)

Dimensionamiento de vigas



Dimensionamiento de vigas

Ejercicio #3: Calcular el área de acero necesario en la viga del eje 2



Datos

Se trabajará con losa aligerada

$$f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

$$CM = 550 \text{ kg/m}^2$$

$$CV = 250 \text{ kg/m}^2$$

Datos de la viga

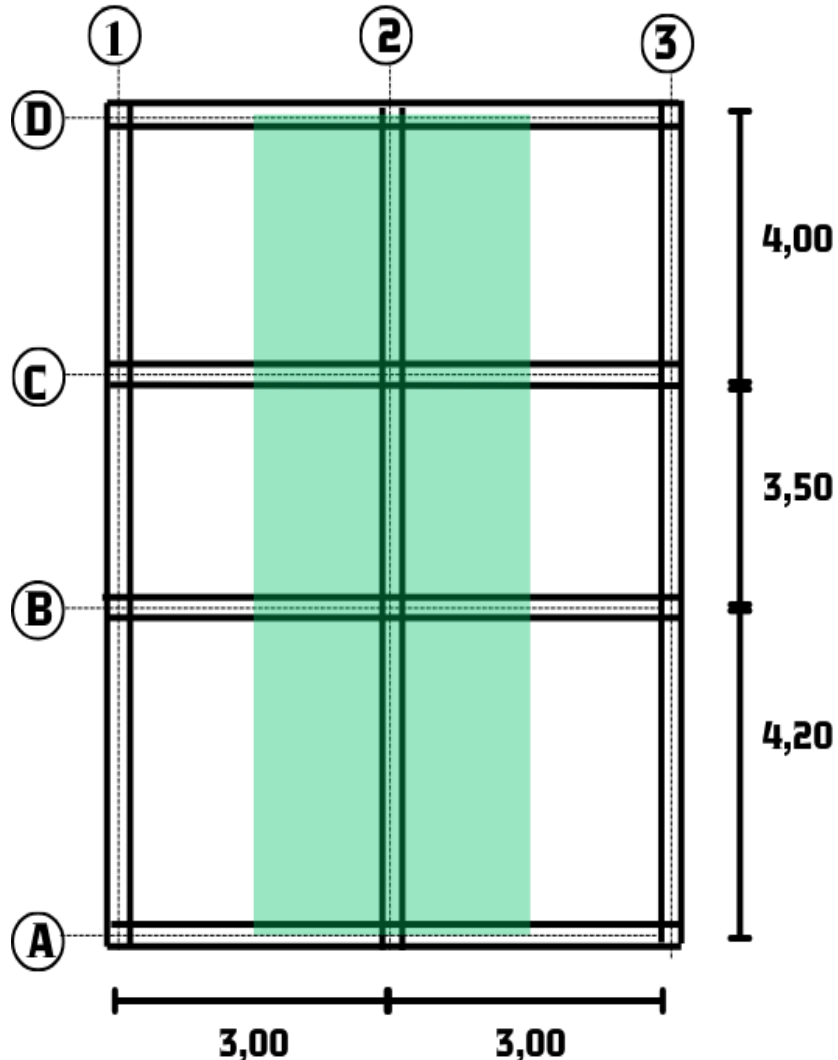
$$h = 35 \text{ cm}$$

$$r = 6 \text{ cm}$$

$$b = 25 \text{ cm}$$

Dimensionamiento de vigas

Ejercicio #3: Calcular el área de acero necesario en la viga del eje 2



1. Cálculo del ancho de influencia de la viga

$$A = \frac{L_{1-2} + L_{2-3}}{2} = \frac{3m + 3m}{2} = 3m$$

2. Cálculo de carga por metro cuadrado en toda la losa

$$Q = 1,2CM + 1,6CV$$

$$Q = (1,2 * 550kg/m^2) + (1,6 * 250 kg/m^2)$$

$$Q = 1060 kg/m^2$$

3. Cálculo del peso lineal que actúa en la viga del eje 2

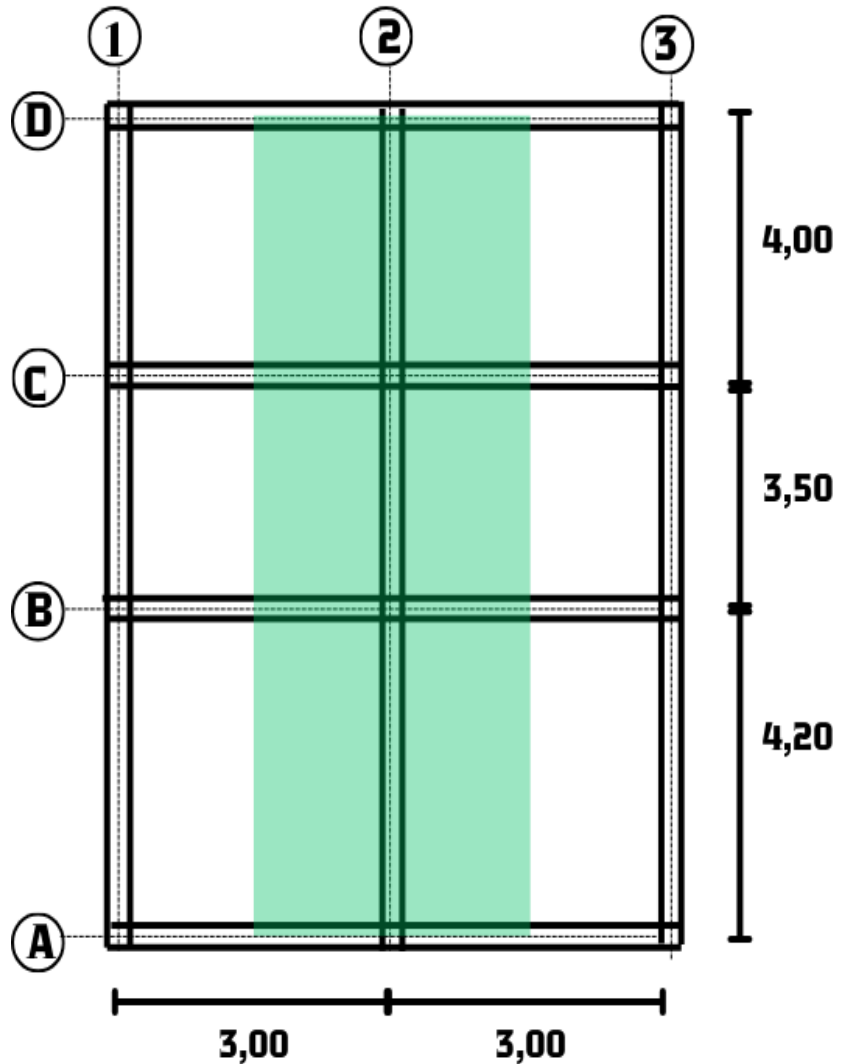
$$W_U = \text{Ancho de influencia} * Q$$

$$W_U = 3m * 1060 kg/m^2$$

$$W_u = 3180 kg/m$$

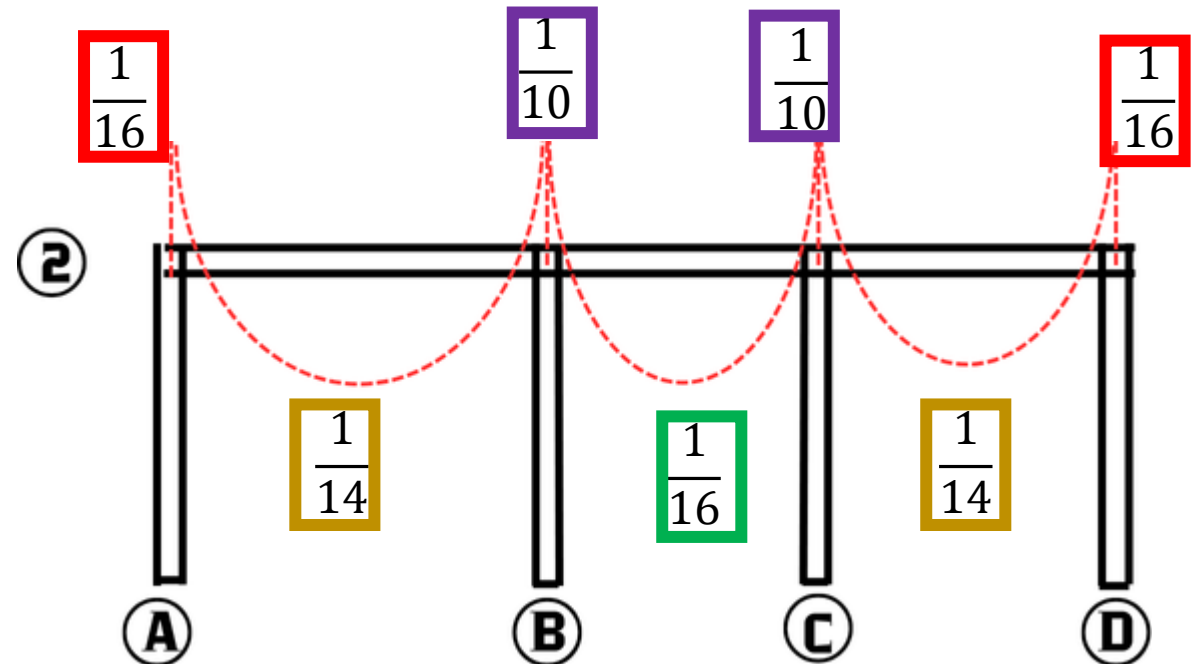
Dimensionamiento de vigas

Ejercicio #3: Calcular el área de acero necesario en la viga del eje 2



4. Selección de los coeficiente de ACI318 para cada punto y tramo

$$M_u = \frac{W_u * l_n^2}{\alpha}$$



Dimensionamiento de vigas

6.5.1 Se permite calcular M_u y V_u para cargas gravitacionales de acuerdo con esta sección para vigas continuas y losas en una dirección que cumplan con (a) hasta (e):

- (a) Los miembros son prismáticos.
- (b) Las cargas están uniformemente distribuidas.
- (c) $L \leq 3D$.
- (d) Haya dos o más vanos.
- (e) La luz del mayor de dos vanos adyacentes no excede en más de 20 por ciento la luz del menor.

$$M_u = \frac{W_u * l_n^2}{\alpha}$$

W_u , Carga mayorada por unidad de longitud de la viga
N/mm

α , es un coeficiente de momento

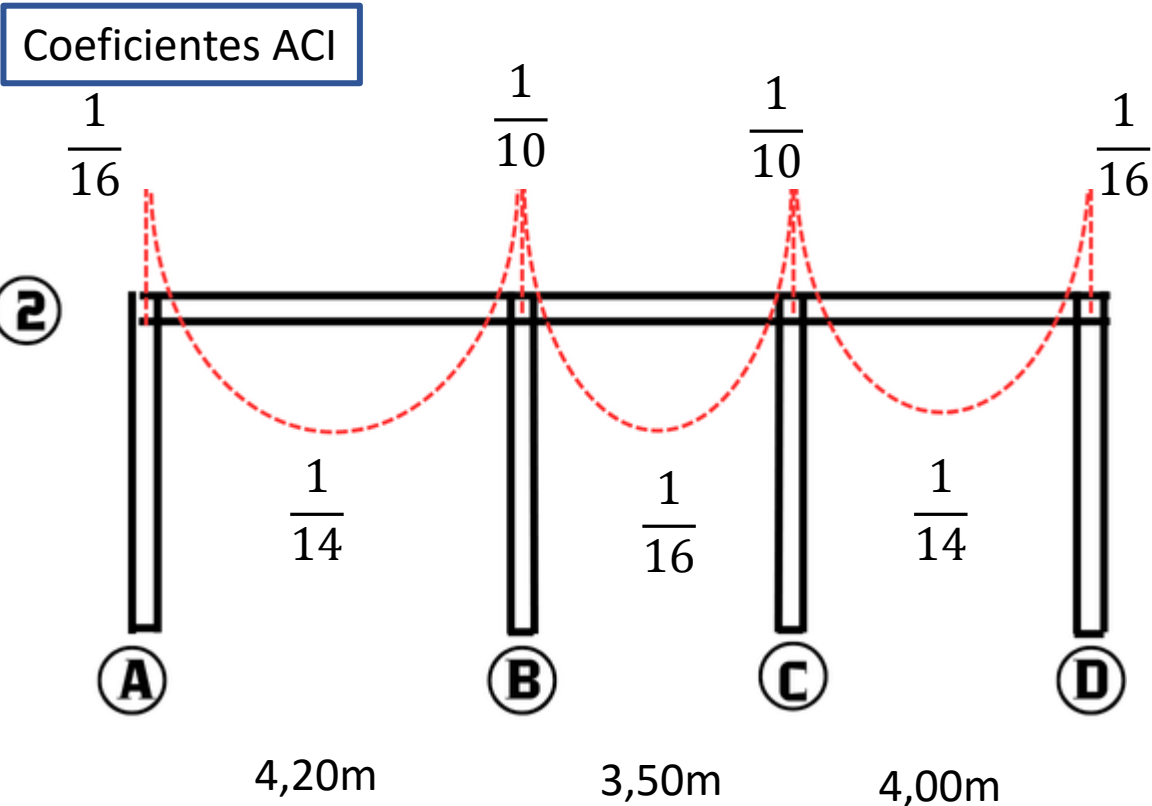
Tabla 6.5.2 — Momentos aproximados para vigas continuas no preesforzadas y losas en una dirección

Momento	Localización	Condición	M_u
Positivo	Vanos extremo	Extremo discontinuo monolítico con el apoyo	$w_u \ell_n^2 / 14$
		El extremo discontinuo no está restringido	$w_u \ell_n^2 / 11$
	Vanos interiores	Todos	$w_u \ell_n^2 / 16$
Negativo ⁽¹⁾	Cara interior de los apoyos exteriores	Miembros construidos monolíticamente con viga dintel de apoyo	$w_u \ell_n^2 / 24$
		Miembros construidos monolíticamente con columna como apoyo	$w_u \ell_n^2 / 16$
	Cara exterior del primer apoyo interior	Dos vanos	$w_u \ell_n^2 / 9$
		Más de dos vanos	$w_u \ell_n^2 / 10$
	Las demás caras de apoyos	Todas	$w_u \ell_n^2 / 11$
	Cara de todos los apoyos que cumplan (a) o (b)	(a) Losas con luces que no excedan de 3 m (b) Vigas en las cuales la relación entre la suma de las rigideces de las columnas y la rigidez de la viga exceda de 8 en cada extremo del vano	$w_u \ell_n^2 / 12$

⁽¹⁾ Para calcular los momentos negativos, ℓ_n debe ser el promedio de las luces de los vanos adyacentes.

Dimensionamiento de vigas

Ejercicio #3: Calcular el área de acero necesario en la viga del eje 2



5.1 Cálculo de momentos en tramos

$$M_{A-B} = \frac{W_u * l_n^2}{\alpha} = \frac{3180 \text{ kg/m} * (4,20\text{m})^2}{14} = 4006,8 \text{ kg.m}$$

$$M_{B-C} = 2434,7 \text{ kg.m}$$

$$M_{C-D} = 3634,3 \text{ kg.m}$$

5.2 Cálculo de momentos en apoyos

$$M_A = \frac{W_u * l_n^2}{\alpha} = \frac{3180 \text{ kg/m} * (4,20\text{m})^2}{16} = 3506 \text{ kg.m}$$

$$M_B = \frac{W_u * l_n^2}{\alpha} = \frac{3180 \text{ kg/m} * \left(\frac{4,20\text{m} + 3,50\text{m}}{2}\right)^2}{10} = 4713,6 \text{ kg.m}$$

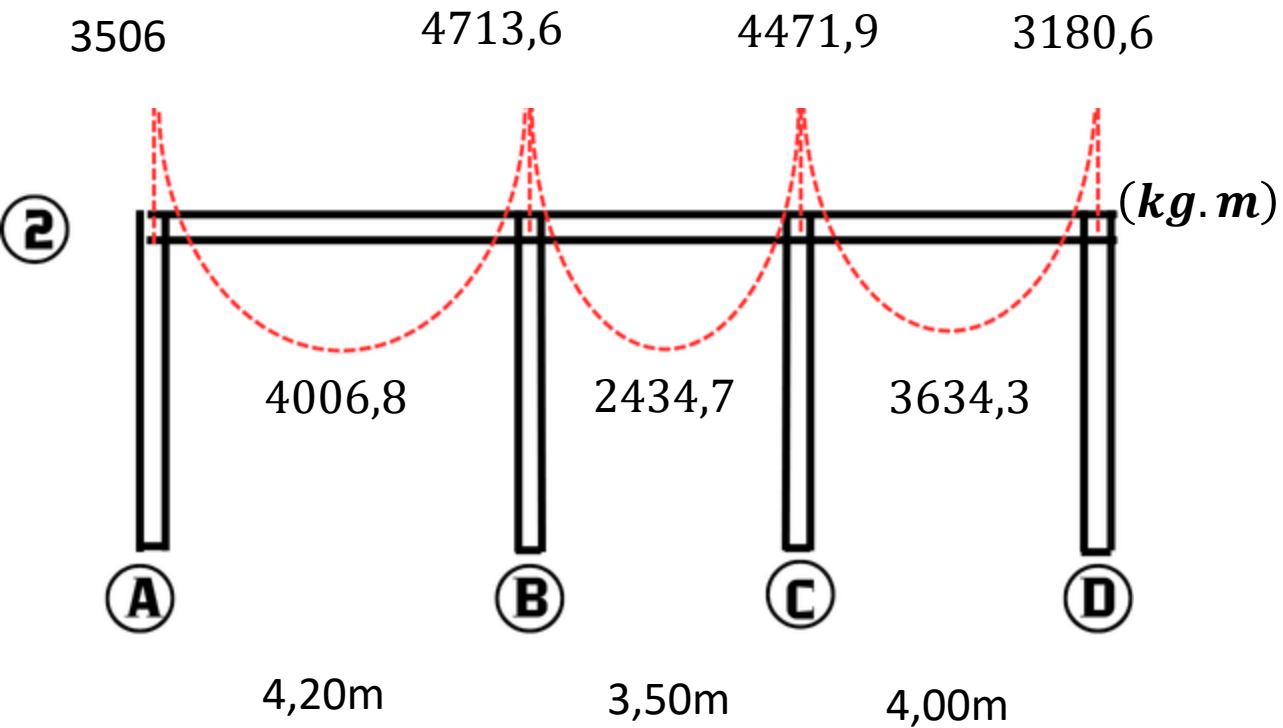
$$M_C = 4471,9 \text{ kg.m}$$

$$M_D = 3180,6 \text{ kg.m}$$

Dimensionamiento de vigas

Ejercicio #3: Calcular el área de acero necesario en la viga del eje 2

Momentos



6,1. Carga por unidad de área en tramos

$$K_{A-B} = \frac{M_u}{b * d^2} = \frac{4006,8 * 100kg.cm}{25cm * (29cm)^2} = 19,06 kg/cm^2$$

$$K_{B-C} = 11,58 kg/cm^2 \quad K_{C-D} = 17,29 kg/cm^2$$

6,2. Carga por unidad de área en apoyos

$$K_A = \frac{M_u}{b * d^2} = \frac{3506 * 100kg.cm}{25cm * (29cm)^2} = 16,68 kg/cm^2$$

$$K_B = 22,42 kg/cm^2$$

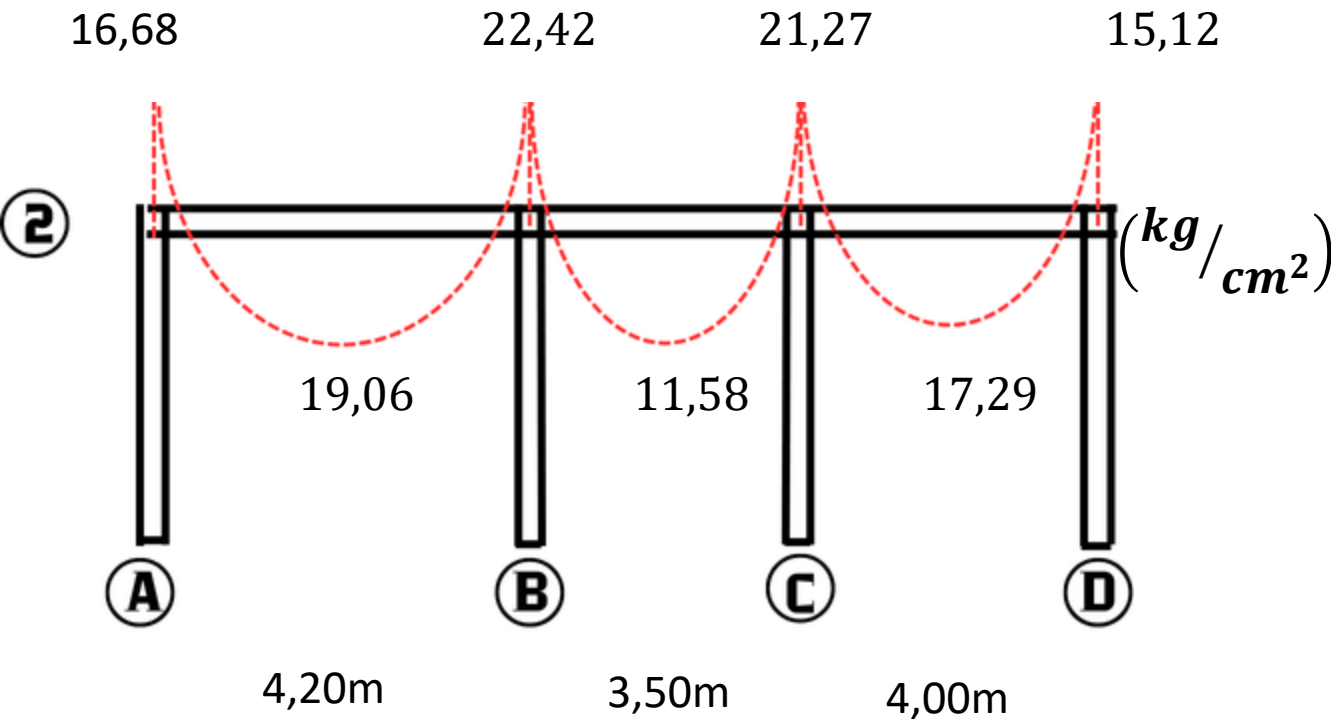
$$K_C = 21,27 kg/cm^2$$

$$K_D = 15,12 kg/cm^2$$

Dimensionamiento de vigas

Ejercicio #3: Calcular el área de acero necesario en la viga del eje 2

Cargas por unidad de área



7.1. Cálculo de cuantía por tramo

$$\rho_{A-B} = \frac{0,85 * f'_c}{f_y} * \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 * K_u}{0,85 * f'_c * \phi}} \right]$$

$$= \frac{0,85 * 210 \text{ kg/cm}^2}{4200 \text{ kg/cm}^2} * \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 * 19,06 \text{ kg/cm}^2}{0,85 * 210 \text{ kg/cm}^2 * 0,9}} \right]$$

$$= 0,0054$$

$$\rho_{B-C} = 0,0032$$

$$\rho_{C-D} = 0,0048$$

7.2. Cálculo de cuantía por apoyo

$$\rho_A = 0,0047$$

$$\rho_C = 0,0061$$

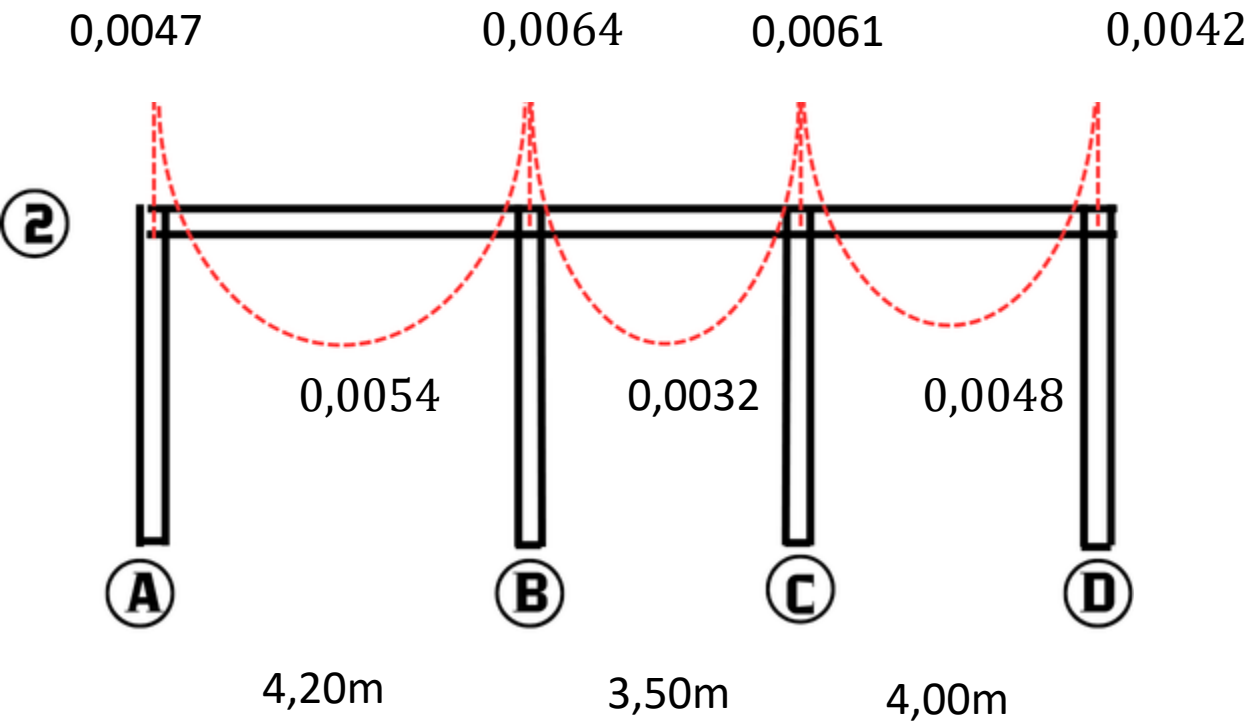
$$\rho_B = 0,0064$$

$$\rho_D = 0,0042$$

Dimensionamiento de vigas

Ejercicio #3: Calcular el área de acero necesario en la viga del eje 2

Cuantías



8. Cálculo de cuantía balanceada, cuantía máxima y posterior verificación

$$\begin{aligned}\rho_b &= \beta_1 * 0,85 * \frac{f'_c}{f_y} * \left(\frac{6000}{6000 + f_y} \right) \\ &= 0,85 * 0,85 * \frac{210 \text{ kg/cm}^2}{4200 \text{ kg/cm}^2} * \left(\frac{6000}{6000 + 4200 \text{ kg/cm}^2} \right) \\ &= 0,0213\end{aligned}$$

$$\rho_{max} = 0,75 \rho_b = 0,75 * 0,0213 = 0,0159$$

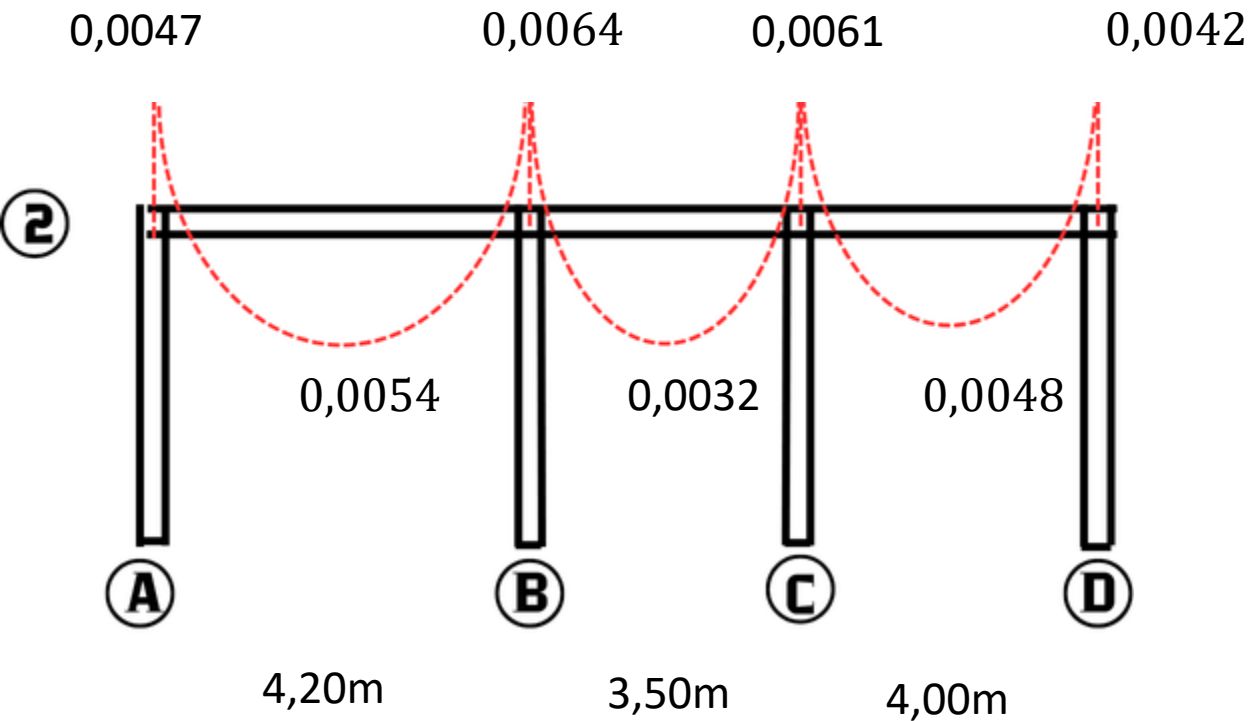
$$\rho < \rho_{max}$$

Tanto en apoyos como en tramos las cuantías son menores a la cuantía máxima, por lo que se estará trabajando con vigas simplemente reforzadas

Dimensionamiento de vigas

Ejercicio #3: Calcular el área de acero necesario en la viga del eje 2

Cuantías



9.1. Cálculo de área de acero en tramos

$$As_{A-B} = \rho * b * d = 0,0054 * 25 * 29 = 3,90cm^2$$

$$As_{B-C} = 2,31cm^2$$

$$As_{B-C} = 3,52cm^2$$

9.2. Cálculo de área de acero en apoyos

$$As_A = 3,38cm^2$$

$$As_B = 4,65cm^2$$

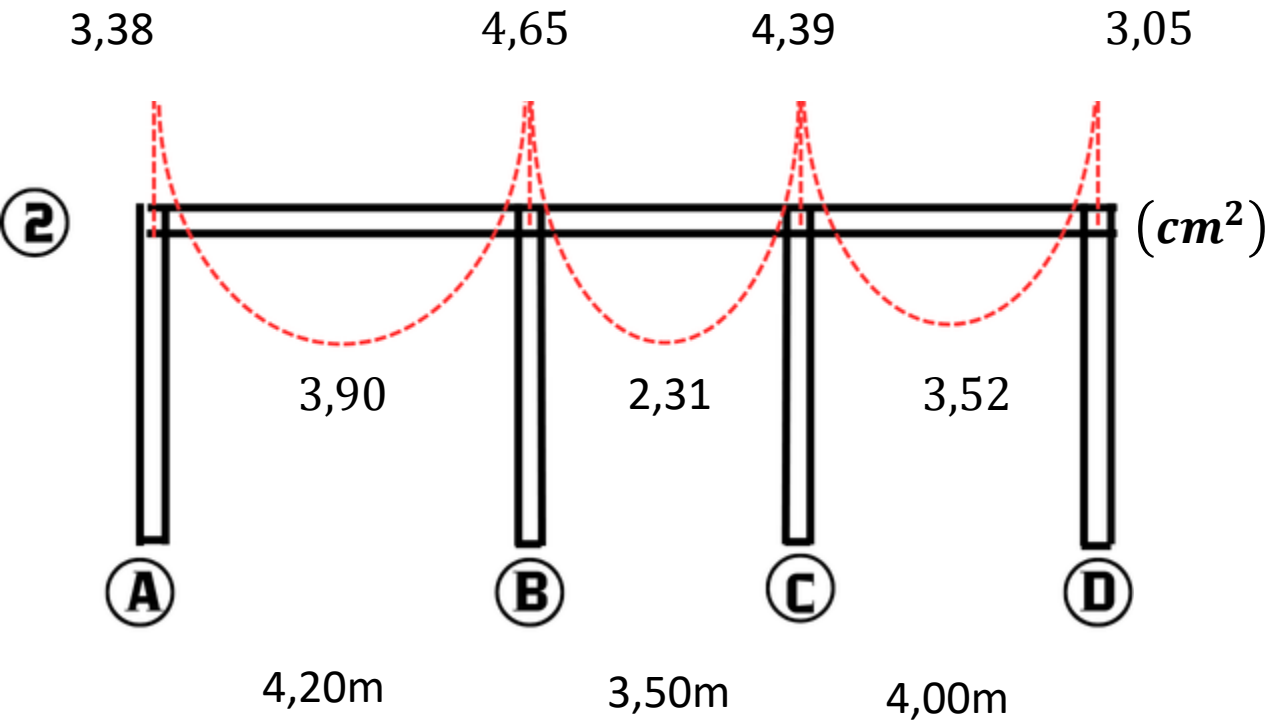
$$As_C = 4,39cm^2$$

$$As_D = 3,05cm^2$$

Dimensionamiento de vigas

Ejercicio #3: Calcular el área de acero necesario en la viga del eje 2

Áreas de acero



10. Cálculo de cuantía mínima, acero mínimo y posterior verificación

$$\rho_{min} = 0,7 * \frac{\sqrt{f'c}}{f_y} = 0,7 * \frac{\sqrt{210}}{4200} = 0,0024$$

$$As_{min} = \rho_{min} * b * d = 0,0024 * 25 * 29 = 1,75 cm^2$$

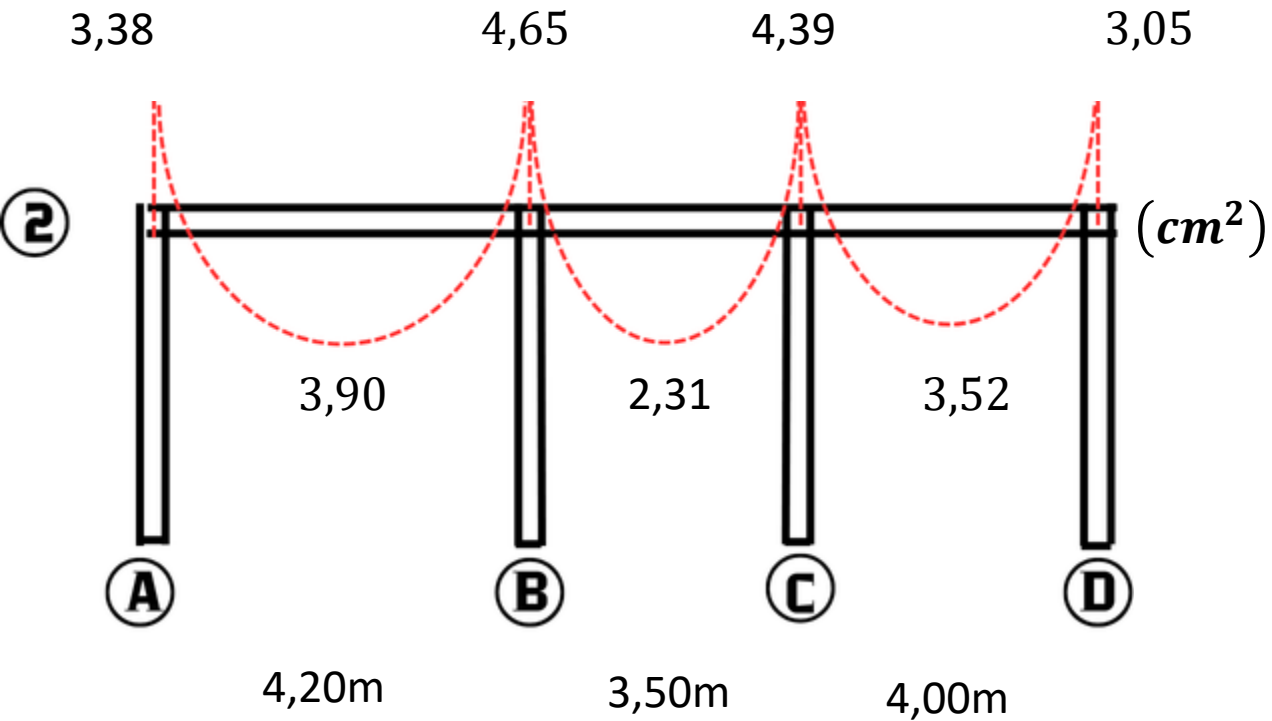
$$As > As_{min}$$

Tanto en apoyos como en tramos las áreas de acero son mayores al área de acero mínimo, por lo que se aceptan la áreas calculadas

Dimensionamiento de vigas

Disposición de acero en la viga

Áreas de acero



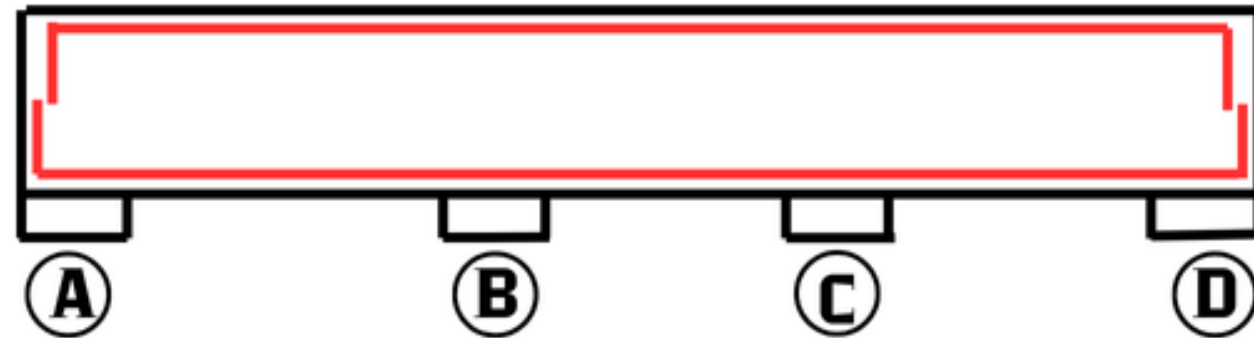
Área de Barras de Acero Corrugado (cm ²)									
N° Barras	Diámetro de las Barras								
	6 mm	1/4"	8 mm	3/8"	12 mm	1/2"	5/8"	3/4"	1"
1	0.28	0.32	0.50	0.71	1.13	1.27	1.98	2.85	5.07
2	0.57	0.63	1.01	1.43	2.26	2.53	3.96	5.70	10.13
3	0.85	0.95	1.51	2.14	3.39	3.80	5.94	8.55	15.20
4	1.13	1.27	2.01	2.85	4.52	5.07	7.92	11.40	20.27
5	1.41	1.58	2.51	3.56	5.65	6.33	9.90	14.25	25.34
6	1.70	1.90	3.02	4.28	6.79	7.60	11.88	17.10	30.40
7	1.98	2.22	3.52	4.99	7.92	8.87	13.86	19.95	35.47
8	2.26	2.53	4.02	5.70	9.05	10.13	15.83	22.80	40.54
9	2.54	2.85	4.52	6.41	10.18	11.40	17.81	25.65	45.60
10	2.83	3.17	5.03	7.13	11.31	12.67	19.79	28.50	50.67
11	3.11	3.48	5.53	7.84	12.44	13.93	21.77	31.35	55.74
12	3.39	3.80	6.03	8.55	13.57	15.20	23.75	34.20	60.80

Dimensionamiento de vigas

Disposición de acero en la viga

1. Disponer el acero mínimo en la parte superior e inferior de la viga

$$A_{s_{min}} = 1,75\text{cm}^2 \rightarrow 3\Phi 3/8'' \rightarrow A_{s_{min}} = 2,14\text{cm}^2$$



Área de Barras de Acero Corrugado (cm ²)									
N° Barras	Diámetro de las Barras								
	6 mm	1/4"	8 mm	3/8"	12 mm	1/2"	5/8"	3/4"	1"
1	0.28	0.32	0.50	0.71	1.13	1.27	1.98	2.85	5.07
2	0.57	0.63	1.01	1.43	2.26	2.53	3.96	5.70	10.13
3	0.85	0.95	1.51	2.14	3.39	3.80	5.94	8.55	15.20
4	1.13	1.27	2.01	2.85	4.52	5.07	7.92	11.40	20.27
5	1.41	1.58	2.51	3.56	5.65	6.33	9.90	14.25	25.34
6	1.70	1.90	3.02	4.28	6.79	7.60	11.88	17.10	30.40
7	1.98	2.22	3.52	4.99	7.92	8.87	13.86	19.95	35.47
8	2.26	2.53	4.02	5.70	9.05	10.13	15.83	22.80	40.54
9	2.54	2.85	4.52	6.41	10.18	11.40	17.81	25.65	45.60
10	2.83	3.17	5.03	7.13	11.31	12.67	19.79	28.50	50.67
11	3.11	3.48	5.53	7.84	12.44	13.93	21.77	31.35	55.74
12	3.39	3.80	6.03	8.55	13.57	15.20	23.75	34.20	60.80

Dimensionamiento de vigas

Disposición de acero en la viga

2.1 A cada área de acero calculada se restará el área de acero ya colocado ($3\Phi 3/8''$ $2,14cm^2$) para la obtención del área restante y su barra correspondiente

$$A \rightarrow 3,38cm^2 - 2,14cm^2 = 1,24cm^2 \rightarrow 1\Phi 1/2''$$

$$B \rightarrow 4,65cm^2 - 2,14cm^2 = 2,51cm^2 \rightarrow 2\Phi 1/2''$$

$$C \rightarrow 4,39cm^2 - 2,14cm^2 = 2,25cm^2 \rightarrow 2\Phi 1/2''$$

$$D \rightarrow 3,05cm^2 - 2,14cm^2 = 0,91cm^2 \rightarrow 1\Phi 1/2''$$

Área de Barras de Acero Corrugado (cm ²)									
N° Barras	Diámetro de las Barras								
	6 mm	1/4"	8 mm	3/8"	12 mm	1/2"	5/8"	3/4"	1"
1	0.28	0.32	0.50	0.71	1.13	1.27	1.98	2.85	5.07
2	0.57	0.63	1.01	1.43	2.26	2.53	3.96	5.70	10.13
3	0.85	0.95	1.51	2.14	3.39	3.80	5.94	8.55	15.20
4	1.13	1.27	2.01	2.85	4.52	5.07	7.92	11.40	20.27
5	1.41	1.58	2.51	3.56	5.65	6.33	9.90	14.25	25.34
6	1.70	1.90	3.02	4.28	6.79	7.60	11.88	17.10	30.40
7	1.98	2.22	3.52	4.99	7.92	8.87	13.86	19.95	35.47
8	2.26	2.53	4.02	5.70	9.05	10.13	15.83	22.80	40.54
9	2.54	2.85	4.52	6.41	10.18	11.40	17.81	25.65	45.60
10	2.83	3.17	5.03	7.13	11.31	12.67	19.79	28.50	50.67
11	3.11	3.48	5.53	7.84	12.44	13.93	21.77	31.35	55.74
12	3.39	3.80	6.03	8.55	13.57	15.20	23.75	34.20	60.80

Dimensionamiento de vigas

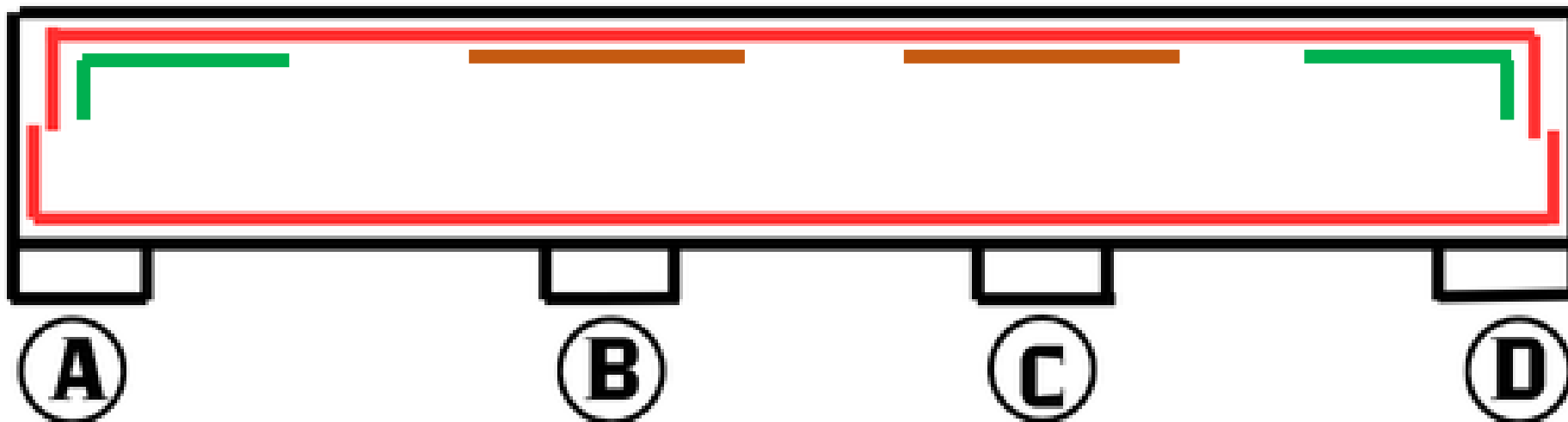
Disposición de acero en la viga

$$A \rightarrow 3,38\text{cm}^2 - 2,14\text{cm}^2 = 1,24\text{cm}^2 \rightarrow 1\Phi 1/2''$$

$$B \rightarrow 4,65\text{cm}^2 - 2,14\text{cm}^2 = 2,51\text{cm}^2 \rightarrow 2\Phi 1/2''$$

$$C \rightarrow 4,39\text{cm}^2 - 2,14\text{cm}^2 = 2,25\text{cm}^2 \rightarrow 2\Phi 1/2''$$

$$D \rightarrow 3,05\text{cm}^2 - 2,14\text{cm}^2 = 0,91\text{cm}^2 \rightarrow 1\Phi 1/2''$$



Dimensionamiento de vigas

Disposición de acero en la viga

2.2 A cada área de acero calculada se restará el área de acero ya colocado ($3\Phi 3/8''$ $2,14\text{cm}^2$) para la obtención del área restante y su barra correspondiente

$$A-B \rightarrow 3,90\text{cm}^2 - 2,14\text{cm}^2 = 1,76\text{cm}^2 \rightarrow 3\Phi 3/8''$$

$$B-C \rightarrow 2,31\text{cm}^2 - 2,14\text{cm}^2 = 0,17\text{cm}^2 \rightarrow 1\Phi 3/8''$$

$$C-D \rightarrow 3,52\text{cm}^2 - 2,14\text{cm}^2 = 1,38\text{cm}^2 \rightarrow 2\Phi 3/8''$$

Área de Barras de Acero Corrugado (cm^2)									
N° Barras	Diámetro de las Barras								
	6 mm	1/4"	8 mm	3/8"	12 mm	1/2"	5/8"	3/4"	1"
1	0.28	0.32	0.50	0.71	1.13	1.27	1.98	2.85	5.07
2	0.57	0.63	1.01	1.43	2.26	2.53	3.96	5.70	10.13
3	0.85	0.95	1.51	2.14	3.39	3.80	5.94	8.55	15.20
4	1.13	1.27	2.01	2.85	4.52	5.07	7.92	11.40	20.27
5	1.41	1.58	2.51	3.56	5.65	6.33	9.90	14.25	25.34
6	1.70	1.90	3.02	4.28	6.79	7.60	11.88	17.10	30.40
7	1.98	2.22	3.52	4.99	7.92	8.87	13.86	19.95	35.47
8	2.26	2.53	4.02	5.70	9.05	10.13	15.83	22.80	40.54
9	2.54	2.85	4.52	6.41	10.18	11.40	17.81	25.65	45.60
10	2.83	3.17	5.03	7.13	11.31	12.67	19.79	28.50	50.67
11	3.11	3.48	5.53	7.84	12.44	13.93	21.77	31.35	55.74
12	3.39	3.80	6.03	8.55	13.57	15.20	23.75	34.20	60.80

Dimensionamiento de vigas

Disposición de acero en la viga

$$A-B \rightarrow 3,90\text{cm}^2 - 2,14\text{cm}^2 = 1,76\text{cm}^2 \rightarrow 3\Phi 3/8''$$

$$B-C \rightarrow 2,31\text{cm}^2 - 2,14\text{cm}^2 = 0,17\text{cm}^2 \rightarrow 1\Phi 3/8''$$

$$C-D \rightarrow 3,52\text{cm}^2 - 2,14\text{cm}^2 = 1,38\text{cm}^2 \rightarrow 2\Phi 3/8''$$

