



Covintec

Sistema Estructural

ANTECEDENTES PARA CÁLCULO DE VIGAS EN PANEL COVINTEC

Vigas

Geometría:

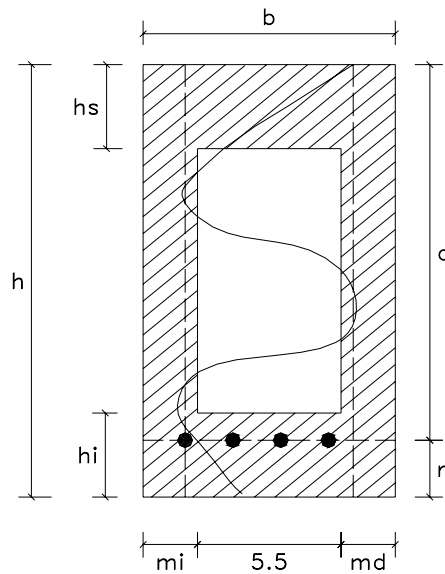


Fig. 1

Nomenclatura:

h: altura total de la viga

h_s : altura del hormigón o mortero superior

h_i : altura del hormigón o mortero inferior

m_i : ancho del hormigón izquierdo

m_d : ancho del hormigón derecho

Debe cumplirse que:

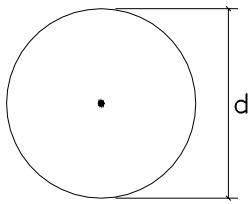
$$m_i = m_d$$

$$b = m_i + m_d + 5,5$$

r: recubrimiento del esfuerzo de tensión

d: distancia entre el C.G. del refuerzo de tensión y la fibra más comprimida

Alambre calibre 14:



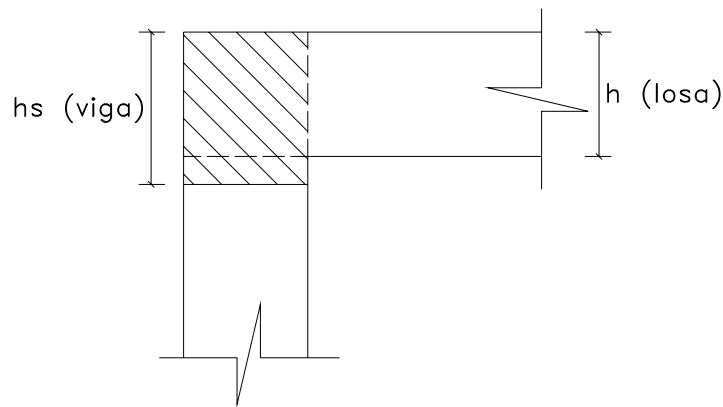
$$d = 0,08[\text{in}] = 0,2032[\text{cm}]$$

$$A = \pi \cdot r^2 = 0,03243[\text{cm}^2]$$

h_s y h_i pueden ser variables, pero sujetos a las restricciones siguientes:

Si la viga se construye en conjunción con una **Losa Covintec**

$$h_s (\text{viga}) \geq h_i (\text{losa})$$



En todo caso h_s (viga) no debe ser menor que: ver tabla 1

h_i debe garantizar un recubrimiento mínimo de 2.25 [cm]

m_i y m_d : deben garantizar un recubrimiento adecuado para el refuerzo de corte (si este existe)

Propiedades:

Módulo de elasticidad del hormigón:

$$E_c = (\gamma_c)^{1,5} \cdot 4000 \cdot \sqrt{f'_c} \quad (\text{ACI 8.5.1})$$

γ_c : comprendidos entre 1,5 [T/m³] y 2,5 [T/m³]

f'_c : en [Kg/cm²]

Antecedentes de Cálculo para Vigas en Paneles Covintec

E_c : en [Kg/cm²]

Inercia:

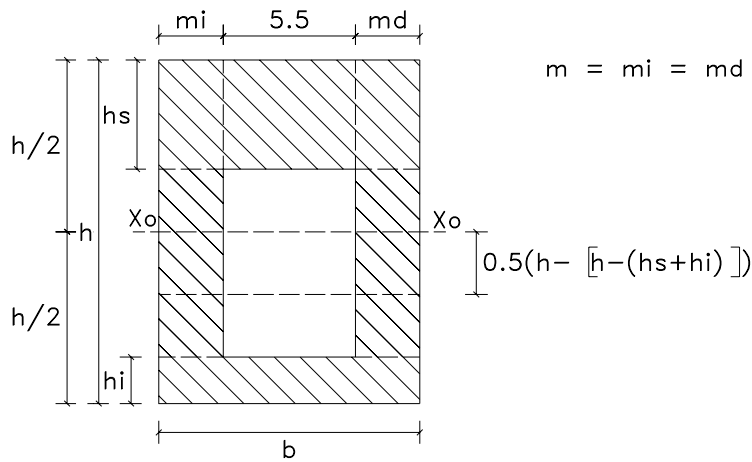


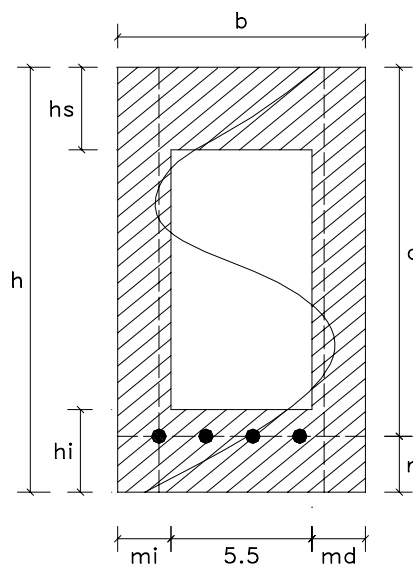
Fig. 2

$$J_{x_s} = \frac{b \cdot h_s^3}{12} ; J_{x_i} = \frac{b \cdot h_i^3}{12} ; J_1 = \frac{(h - (h_s + h_i))^3 \cdot m}{12}$$

$$J_{x_o} = J_{x_s} + \left(\frac{h}{2} - \frac{h_s}{2}\right)^2 \cdot b \cdot h_s + J_{x_i} + \left(\frac{h}{2} - \frac{h_i}{2}\right)^2 \cdot b \cdot h_i + 2 \cdot \left[J_1 + \left(\frac{h}{2} - \left[\frac{h - (h_s + h_i)}{2} + h_i\right]\right) \cdot (h - (h_s + h_i)) \cdot m \right]$$

Se calculó el momento de inercia con respecto a x_o , para lo cual se dividió la viga en tres zonas, zona superior, zona inferior y dos zonas laterales.

Cortante en vigas:



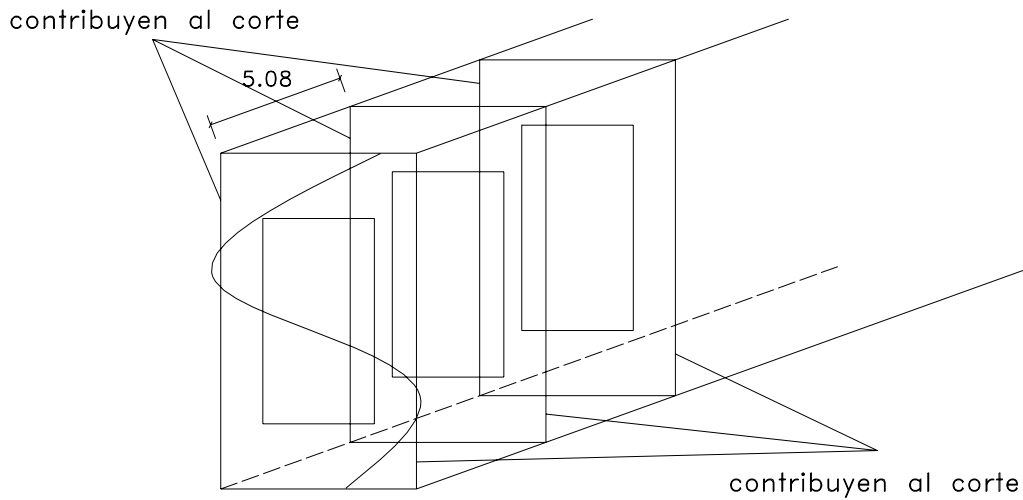
Antecedentes de Cálculo para Vigas en Paneles Covintec

Contribución del hormigón:

$$V_c = 0.5 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b \cdot d \quad \text{donde } d = h_s ; \text{ (ACI 11.3.1.1)}$$

$$V_c = 0.5 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b \cdot h_s \text{ (ACI 11.3.1.1)}$$

Contribución del acero (Malla lateral Covintec)



$$V_{s(\text{cov})} = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{s}$$

$$A_v = 2 \cdot AC14 = 2 \cdot 0.03243 = 0.06486$$

$$f_y = 4000 \text{ [Kg/cm}^2 \text{]} ; \text{ fluencia del acero C14}$$

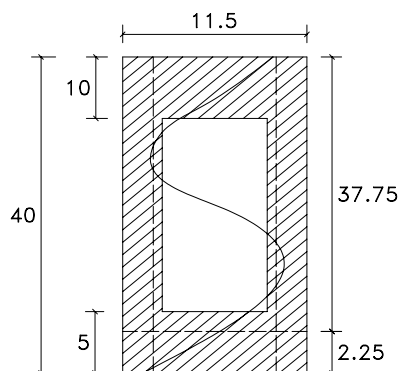
$$d = h - r ; \text{ donde } h : \text{ altura de la viga}$$

r : recubrimiento

$$s = 5.08 \text{ [cm]}$$

Aplicación

Spongamos una **Viga Covintec** como sigue:



Antecedentes de Cálculo para Vigas en Paneles Covintec

$\phi = 0.85$ reducción por corte ACI

$$b = 11.5 \text{ [cm]}$$

$$h = 40 \text{ [cm]}$$

$$d = 37.75 \text{ [cm]}$$

$$r = 2.25 \text{ [cm]}$$

$$h_s = 10 \text{ [cm]}$$

$$h_i = 5 \text{ [cm]}$$

$$m_1 = 3 \text{ [cm]}$$

$$s = 5.08 \text{ [cm]}$$

$$f'_c = 70 \text{ [Kg/cm}^2\text{]}$$

$$f_y = 4000 \text{ [Kg/cm}^2\text{]}$$

Contribución del hormigón o mortero

$$V_c = 0.5\sqrt{f'_c} \cdot b \cdot h_s$$

$$V_c = 481 \text{ [Kg]}$$

Contribución de la malla lateral

$$V_{s(\text{cov})} = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{s}$$

$$V_{s(\text{cov})} = 1928 \text{ [Kg]}$$

$$V_n = V_c + V_{s(\text{cov})}$$

$$V_n = 2409 \text{ [Kg]}$$

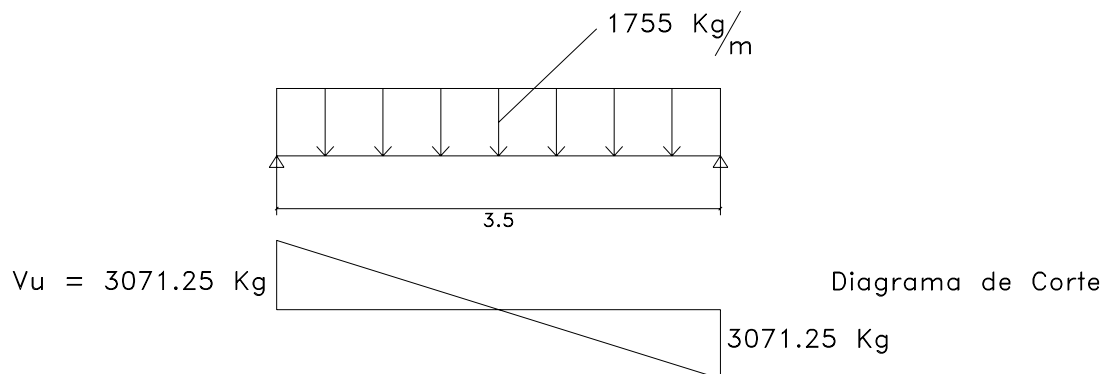
$$V_e = \phi V_n$$

$$V_e = 2048 \text{ [Kg]}$$

Antecedentes de Cálculo para Vigas en Paneles Covintec

Supongamos además que la viga tiene un largo de 3.5m y una carga repartida

$$q_u = 1755 [\text{Kg/m}]$$



El refuerzo que hay que diseñar está dado por:

$$V_{su} = V_u - V_e \quad A_v = 2 \cdot 0.28274 = 0.56548 (2 \text{ ramas})$$

$$V_{su} = 1023.25 [\text{Kg}] \quad f_y = 2800 [\text{Kg/cm}^2]$$

$$\therefore s = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{V_{su}}$$

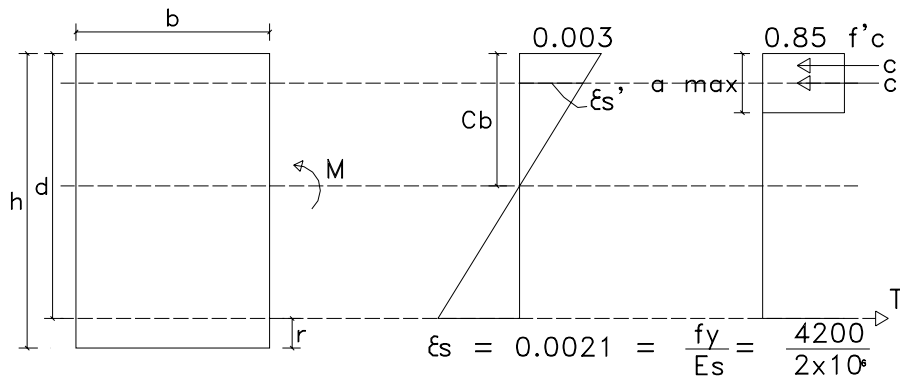
$$s = 58 [\text{cm}] ; \phi \underline{6@58}$$

Por lo tanto hay que reforzar el corte con $\phi \underline{6@58}$

Podría reforzarse también con alambre ACMA de 4.2 [mm] de diámetro obteniéndose

$$s = 51 [\text{cm}] ; \phi \underline{4.26@51}$$

Consideraciones de la **Viga Covintec** a la flexión:



Para la condición de balance:

Supongamos $b = 11[\text{cm}]$; $h = 33.7[\text{cm}]$

$r = 2.7[\text{cm}]$; $f_y = 4200[\text{Kg/cm}^2]$

$$\frac{0.003}{c_b} = \frac{0.0021}{d - c_b}$$

$$c_b = \frac{0.003}{0.003 + 0.0021} \cdot d$$

$c_b = 18.24[\text{cm}]$

$c_{b\text{max}} = 0.75 \cdot c_b$

$c_{b\text{max}} = 13.68[\text{cm}]$

$a_{\text{max}} = \beta_1 \cdot c_{b\text{max}}$; $\beta_1 = 0.85$

$a_{\text{max}} = 11.628[\text{cm}]$

$C = 0.85 \cdot f'_c \cdot a_{\text{max}} \cdot b$

$C = 7618.53[\text{Kg}]$

$$M_n = C \cdot \left(d - \frac{a_{\text{max}}}{2} \right)$$

$M_n = 191679[\text{Kg} \cdot \text{cm}]$

$$A_s = \frac{M_n}{\phi \cdot f_y \cdot \left(d - \frac{a_{\text{max}}}{2} \right)}$$

$A_s = 2.01[\text{cm}^2]$

recálculo de ϵ_s por nueva

posición de la fibra neutra.

$$\frac{\epsilon_c}{a_{\text{max}}} = \frac{\epsilon_s}{d - a_{\text{max}}}$$

$$\epsilon_s = \frac{d - a_{\text{max}}}{a_{\text{max}}} \cdot \epsilon_c$$

$\epsilon_s = 0.005 > \epsilon_y$

luego fluye.

Antecedentes de Cálculo para Vigas en Paneles Covintec

M_n es la capacidad máxima nominal instalada en la viga de las características descritas, sin considerar refuerzo de compresión. A_s es el refuerzo necesario para equilibrar el momento nominal.

Consideremos un momento externo aplicado a la viga de 17322.5 [Kg·cm]

$$\phi = 0.9 \quad \text{flexión ACI}$$

$$A_s = \frac{M_n}{\phi \cdot f_y \cdot \left(d - \frac{a_{\max}}{2} \right)}$$

$$A_s = \frac{17322.5}{0.9 \cdot 4200 \cdot \left(31 - \frac{11.625}{2} \right)} = 0.18 \text{ [cm}^2\text{]}$$

Malla ACMA.

$$A_s = 0.15 \text{ [cm}^2\text{]} \rightarrow 2\phi 4,2 = 0.28 \text{ [cm}^2\text{]}$$

Acero con resalte

$$A_s = 0.18 \text{ [cm}^2\text{]} \rightarrow 2\phi 6 = 0.57 \text{ [cm}^2\text{]}$$

Revisemos la cuantía

$$M_u = \phi b d^2 f'_c \omega (1 - 0.59\omega) ; \rho = \omega \frac{f'_c}{f_y}$$

Sustituyendo y despejando ω :

$$\omega^2 - 1.69492\omega + 0.04408 = 0$$

$$\omega = 0.02642$$

$$\therefore \rho = \omega \frac{f'_c}{f_y} = 0.02642 \frac{70}{4200} = 0.00044$$

$$A = \rho \cdot b \cdot d = 0.00044 \cdot 11 \cdot 31 = 0.15 \text{ [cm}^2\text{]}$$

Limitaciones del refuerzo:

$$\rho_{\min} = \frac{14}{f_y} = \frac{14}{4200} = 0.0033$$

$$\rho_{\max} = 0.75\rho_b ; \text{ donde } \rho_b : \text{ cuantía de balance}$$

$$\rho_b = \frac{\beta_1 \cdot 0.85 \cdot f'_c}{f_y} \cdot \frac{6000}{6000 + f_y} ; \beta_1 = 0.85$$

$$\rho_b = 0.00708$$

$$\therefore \rho_{\max} = 0.00531$$

por lo tanto ρ debe encontrarse en el rango

$$\rho_{\min} \leq \rho \leq \rho_{\max}$$

$$0.0033 \leq \rho \leq 0.00531$$

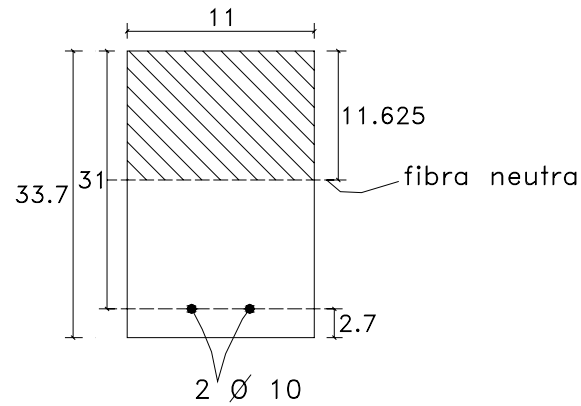
$$\text{adoptemos } \rho = \rho_{\min} = 0.0033$$

Antecedentes de Cálculo para Vigas en Paneles Covintec

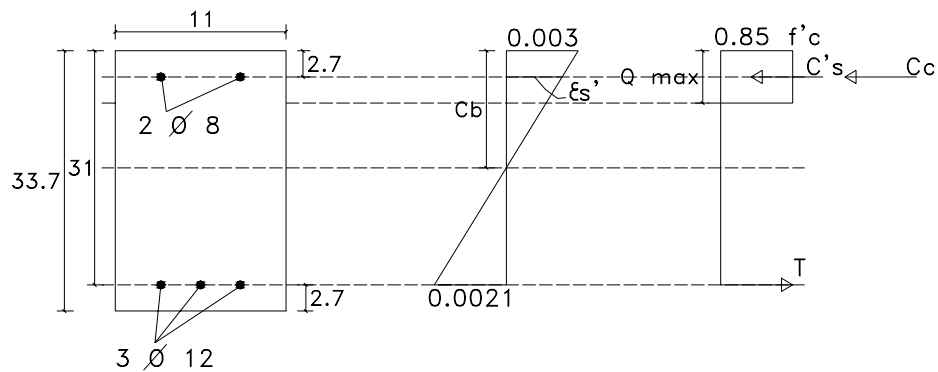
$$A_s = 0.0033 \cdot 11 \cdot 31 = 1.13 [\text{cm}^2]$$

Soluciones:

$$4\phi 6 = 1.13 [\text{cm}^2] ; 3\phi 8 = 1.51 [\text{cm}^2] ; 2\phi 10 = 1.57 [\text{cm}^2]$$



Adicionemos acero de refuerzo en compresión



Sabemos que:

$$a_{max} = 11.628 [\text{cm}]$$

$$C_{max} = 7610.53 [\text{Kg}]$$

$$M_{nmax} = 191679 [\text{Kg} \cdot \text{cm}]$$

deformaciones unitarias en el acero de compresión

$$\frac{0.003}{11.628} = \frac{\epsilon'_s}{11.628 - 2.7}$$

$$\epsilon'_s = 0.00230 > \epsilon_y \text{ entonces } f'_s = f_y$$

Antecedentes de Cálculo para Vigas en Paneles Covintec

$$\text{pongamos } 2\phi 8 = 1.01 [\text{cm}^2]$$

$$C'_s = 4200 \cdot 1.01 = 4242 [\text{Kg}]$$

Acero de tensión total

$$T = C_{\text{max}} + C'_s = 11850.56 [\text{Kg}]$$

$$A_s = \frac{11850.56}{4200} = 2.82 [\text{cm}^2]$$

$$3\phi 12 = 3.39 [\text{cm}^2] > 2.82 [\text{cm}^2] \text{ okey}$$

Si recalculamos la fibra neutra dado el refuerzo de acero de tensión tenemos:

$$0.85 \cdot f'_c \cdot y \cdot b + 4242 = 14238$$

$$\text{donde: } 2\phi 8 = 1.01 \cdot 4200 = 4242 [\text{Kg}]$$

$$3\phi 12 = 3.39 \cdot 4200 = 14238 [\text{Kg}]$$

ambos fluyen

$$y = \frac{9996}{0.85 \cdot f'_c \cdot b}$$

$$y = 15.29 [\text{cm}]$$

Observamos que la fibra neutra cambió de posición, sin embargo la zona de compresión permanece trabajando con la posición de la fibra anteriormente calculada.

Observaciones:

1.- La altura de la cabeza de compresión debe seguir las indicaciones de la tabla 1.

Tabla 1

h (cm)	A44 - 28H	A63 - 42H
	fibra neutra (cm)	
25	9.89	8.53
30	12.06	10.41
35	14.24	12.28
40	16.41	14.16
45	18.58	16.03

Esta tabla muestra la ubicación de la fibra neutra para la condición de balance, ya sea, para refuerzos A44-28H como A63-42H en vigas cuyas alturas varían entre 25[cm] y 45[cm] con recubrimientos mínimos de 2.25[cm]

Lo importante aquí es que la zona de compresión debe equilibrar el refuerzo de tensión, por lo tanto, dichas distancias constituyen el mínimo necesario para satisfacer dicho equilibrio.

Antecedentes de Cálculo para Vigas en Paneles Covintec

Usar refuerzos en A63-42H con $h_s \geq 13[\text{cm}]$ para vigas hasta 35[cm] de alto y $h_s \geq 17[\text{cm}]$ para vigas hasta 45[cm] de alto.

2.- Respetar las cuantías mínimas de refuerzo, esto es ρ debe encontrarse entre ρ_{\min} y

$$\rho_{\max} \left(\frac{14}{f_y} \leq \rho \leq 0.75\rho_b \right) ; \text{ donde } \rho_b \text{ es la cuantía de balance.}$$

Deflexión en vigas Covintec.

El tratamiento de la deflexión es similar al expuesto y tratado para losas Covintec, se consideran cuatro condiciones de apoyo y se limita la deflexión máxima a un 1/360 (un trescientos sesenta avos de la luz)

También como en el caso de losas, existe un módulo computacional que sintetiza y formaliza todos los aspectos aquí tratados.