



# **Covintec**

*Sistema Estructural*

ANTECEDENTES PARA CÁLCULO DE LOSAS EN PANEL COVINTEC

**Losas**

**Geometría:**

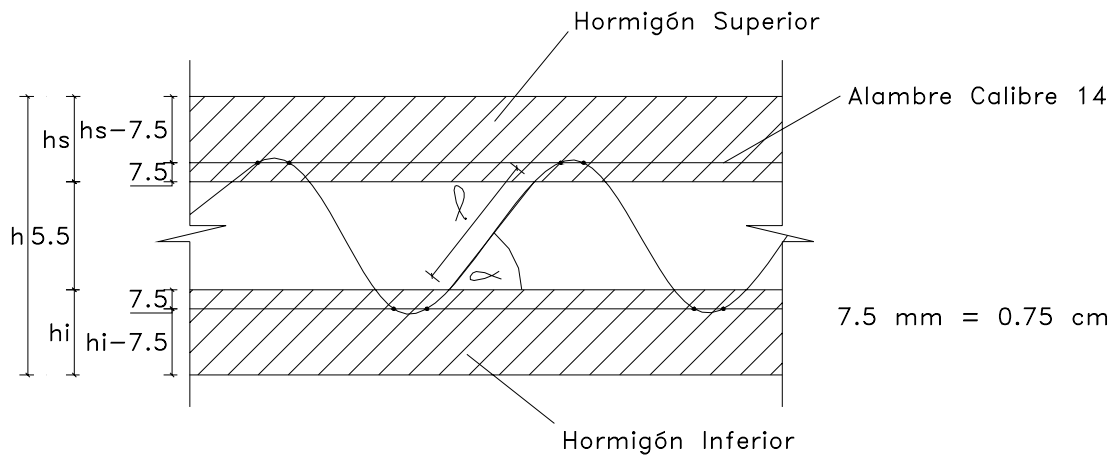


Fig. 1.

**Nomenclatura :**

$h$ : altura total de la losa

$h_s$ : altura del hormigón superior

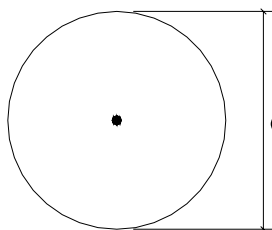
$h_i$ : altura del estuco inferior

Debe cumplirse que:

$$h = h_s + h_i + 5,5$$

$h_s$  y  $h_i$  pueden ser variables, pero habitualmente toman valores de  $h_s=5$ [cm] y  $h_i=3$ [cm]

**Alambre calibre 14:**



$$d = 0.08 \text{ [m]} = 0.2032 \text{ [cm]}$$

$$A = \pi r^2 = 0.03243 \text{ [cm}^2\text{]}$$

## Antecedentes de Cálculo para Losas en Paneles Covintec

El alambre longitudinal va soldado al alambre en forma de zigzag cumpliendo la Nch 218. En donde se especifica la resistencia de la soldadura al cizalle.

$$Q \geq a \cdot S_o \cdot E ; Q : \text{Carga N[Kg]}$$

a : 0.35 alambre liso

a : 0.30 alambre con entalladura

$$S_o = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$$

$S_o$  : sección nominal de mayor diámetro

$$E = 490 \text{ [MN/m}^2\text{]} = 50 \text{ [Kg/mm}^2\text{]}$$

E : limite de fluencia del acero

$$\therefore Q = a \cdot S_o \cdot E$$

$$Q = 0.35 \cdot \pi \cdot \left( \frac{2.032}{2} \right)^2 \cdot 50$$

$$Q = 56,75 \text{ [Kg]}$$

En ensayos realizados por INCHALAM se determinó una tensión de 758 [MN/m<sup>2</sup>] para el alambre galvanizado COVINTEC ( 7734 [Kg/cm<sup>2</sup>] luego se escogió un  $f_s=0.55 \cdot 7500 = 4125 \text{ [Kg/cm}^2\text{]}$  para finalmente adoptar  $f_y = 4000 \text{ [Kg/cm}^2\text{]}$  ;  $f'_c = 70 \text{ [Kg/cm}^2\text{]}$

### Propiedades:

Módulo de elasticidad del hormigón:

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

$$E_c = (\gamma_c)^{1.5} \cdot 4000 \cdot \sqrt{f'_c}$$

$\gamma_c$  : comprendidos entre 1,5 [T/m<sup>3</sup>] y 2,5 [T/m<sup>3</sup>]

$f'_c$  : en [Kg/cm<sup>2</sup>]

$E_c$  : en [Kg/cm<sup>2</sup>]

$$E_c = (2,5)^{1.5} \cdot 4000 \cdot \sqrt{70}$$

$$E_c = 132288 \text{ [Kg/cm}^2\text{]}$$

**Inercia:**

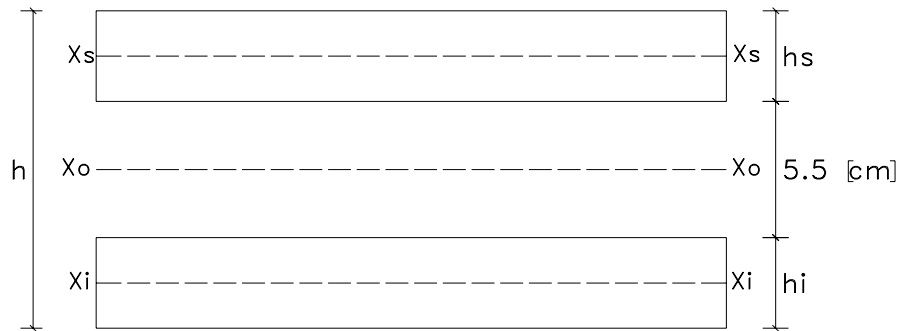


Fig. 2

$$J_{x_s} = \frac{b \cdot h_s^3}{12} ; J_{x_i} = \frac{b \cdot h_i^3}{12}$$

$$J_{x_o} = J_{x_s} + \left(\frac{h}{2} - \frac{h_s}{2}\right)^2 \cdot b \cdot h_s + J_{x_i} + \left(\frac{h}{2} - \frac{h_i}{2}\right)^2 \cdot b \cdot h_i \quad (\text{Steiner})$$

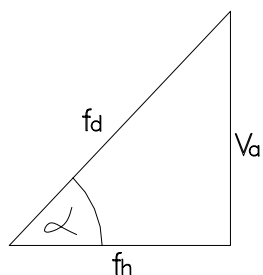
Si  $h_s=5[\text{cm}]$  y  $h_i=3[\text{cm}]$  entonces

$$J_{x_o} = 18567 [\text{cm}^4]$$

**Cortante en losas:**

Contribución de la armadura (zigzag):

En Fig. 1 se tiene que  $\alpha \approx 60^\circ$  entonces



$$V_a = f_d \cdot \text{sen} \alpha$$

## Antecedentes de Cálculo para Losas en Paneles Covintec

La longitud real de pandeo es la que se encuentra dentro de la espuma.

$$l = \frac{5.5}{\sin 60^\circ} = 6.35 [\text{cm}]$$

$$\text{El radio de giro: } r = \frac{d}{4} = \frac{2.032}{4} = 0.508 [\text{mm}]$$

$$\text{Esbeltez efectiva: } \frac{K \cdot l}{r} = \frac{0.65 \cdot 6.35}{0.0508} = 81.25$$

$C_c$  : esbeltez crítica

$$C_c = \sqrt{\frac{2 \cdot \pi^2 \cdot E}{f_y}} = 99.35$$

Si  $\frac{K \cdot l}{r} \leq C_c$  entonces

$$F_a = \frac{\left[ 1 - \frac{\left( \frac{K \cdot l}{r} \right)^2}{2 \cdot C_c^2} \right]}{\frac{5}{3} + \frac{3 \cdot \left( \frac{K \cdot l}{r} \right)}{8 \cdot C_c} - \frac{\left( \frac{K \cdot l}{r} \right)^3}{8 \cdot C_c^3}} \cdot f_y \quad (\text{ASD E2-1})$$

$$F_a = 1397.58 [\text{Kg/cm}^2]$$

Carga resistida por cada alambre:

$$F_{al} = F_a \cdot A_{al} = 1397.58 \cdot 0.03243 = 45.32 [\text{Kg}]$$

$A_{al}$  : Área del alambre

Carga por metro lineal:

$$f_d = F_{al} \cdot \frac{100}{\text{Sep}} = 45.32 \cdot \frac{100}{5.08} = 892.13 [\text{Kg}]$$

$$\text{Sep} = 2 [\text{in}] = 5.08 [\text{cm}]$$

Por lo tanto la carga vertical será:

$$V_a = f_d \cdot \sin \alpha = 891.34 \cdot \sin 60^\circ = 773 [\text{Kg}]$$

Contribución del hormigón:

$$V_c = 0.5 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot 100 \cdot h_s \quad (\text{ACI 11.3.1.1})$$

$h_s = 5 [\text{cm}]$  variable, pero habitualmente toma el valor 5

## Antecedentes de Cálculo para Losas en Paneles Covintec

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

$$V_c = 2092 \text{ [Kg]}$$

$$V_n = V_a + V_c$$

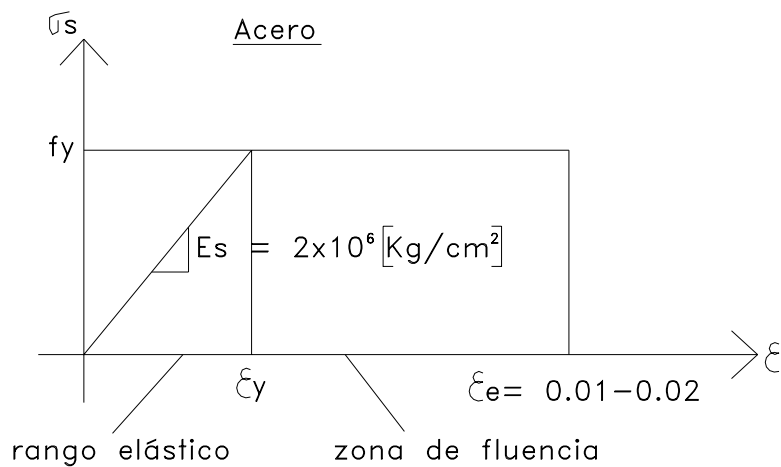
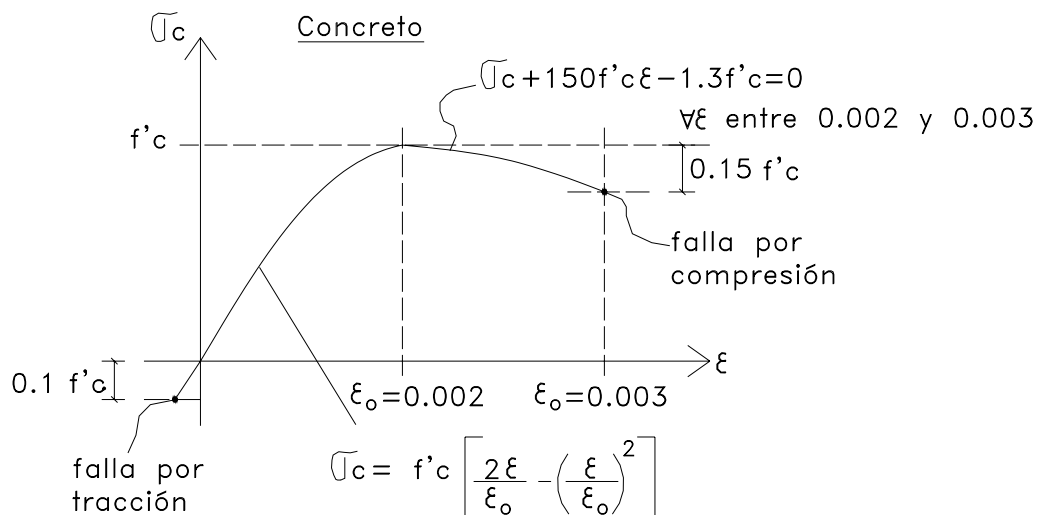
$$V_n = 773 + 2092 = 2865 \text{ [Kg]}$$

$$V_e = \phi \cdot V_n ; \phi = 0.85$$

$$V_e = 2435 \text{ [Kg]}$$

### Flexión en losas:

Funciones esfuerzo-deformación del concreto y el acero



$$\text{Si } f_y = 4200 \Rightarrow \epsilon_y = 0.0021$$

## Antecedentes de Cálculo para Losas en Paneles Covintec

### Análisis de la losa Covintec a la flexión:

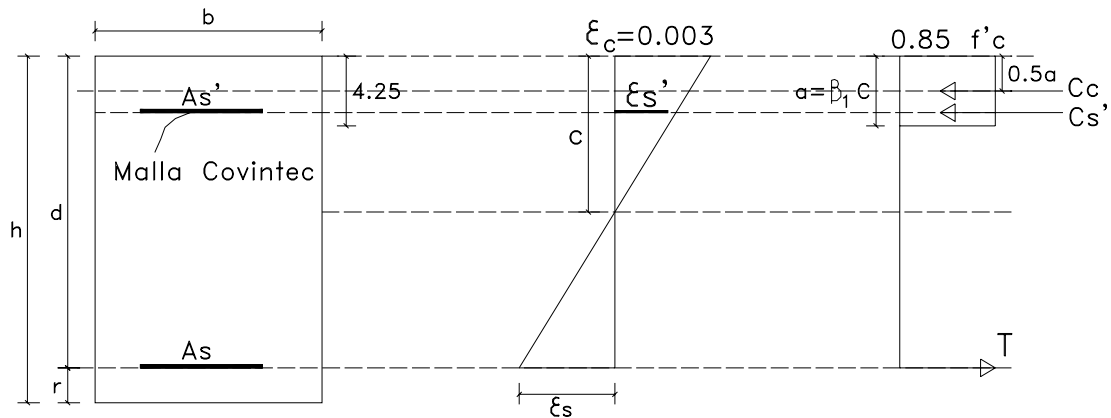


Fig. 4.

$$b = 100[\text{cm}] ; h = 13,5[\text{cm}] ; r = 2,25[\text{cm}] ; d = 11,25[\text{cm}]$$

determinamos la profundidad de la fibra neutra para la situación de balance; es decir el instante en que la fibra más comprimida toma el valor  $\epsilon_c = 0.003$  y el acero de refuerzo alcanza el valor  $\epsilon_s = \epsilon_y$  y que para  $f_y = 4200[\text{kg/cm}^2]$   $\epsilon_y = 0.0021$

$$c_b = \frac{\epsilon_c}{\epsilon_c + \epsilon_y} \cdot d = 6.62[\text{cm}] \quad f'_c = 70[\text{Kg/cm}^2] ; f = 4200[\text{Kg/cm}^2]$$

$$c_{b\max} = 0.75 \cdot c_b = 4.965[\text{cm}]$$

$$a_{\max} = \beta_1 \cdot c_{b\max} = 4.22[\text{cm}]$$

$$\beta_1 = \left( 1.05 - \frac{f'_c}{1406.2} \right) ; f'_c \text{ en } [\text{Kg/cm}^2]$$

$$0.65 \leq \beta_1 \leq 0.85 \quad (\text{ACI } 10.2.7.3)$$

La deformación unitaria de  $\epsilon'_s$  (Malla Covintec)

$$\frac{\epsilon_c}{c_b} = \frac{\epsilon'_s}{c_b - 4.25} ; c_b = 6.62[\text{cm}] ; h_s = 5[\text{cm}] \rightarrow h_s - 0.75 = 4.25[\text{cm}]$$

Antecedentes de Cálculo para Losas en Paneles Covintec

$$\varepsilon'_s = \frac{c_b - 4.25}{c_b} \cdot \varepsilon_c = 0.00107 \quad ; \quad \text{por lo tanto}$$

$$\sigma'_s = \varepsilon'_s \cdot E_s = 2140 \left[ \text{Kg/cm}^2 \right]$$

Las contribuciones del hormigón y de la malla Covintec son:

$$C_c = 0.85 \cdot f'_c \cdot a_{\max} \cdot b = 25109 \left[ \text{Kg} \right]$$

$$C'_s = \frac{100}{\text{Sep}} \cdot A \cdot \sigma'_s = 1366 \left[ \text{Kg} \right] \quad ; \quad \text{Sep} = 5.08 \left[ \text{cm} \right]; A = 0.03243 \left[ \text{cm}^2 \right]$$

Por equilibrio:

$$T = C_c + C'_s$$

$$T = 26475 \left[ \text{Kg} \right]$$

$$M_n = C_c \cdot \left( d - \frac{a_{\max}}{2} \right) + C'_s \cdot (d - 4.25)$$

$$M_n = 239058 \left[ \text{Kg} \cdot \text{cm} \right]$$

$$\phi M_n = 0.9 \cdot M_n = 215152 \left[ \text{Kg} \cdot \text{cm} \right] = 2152 \left[ \text{Kg} \cdot \text{m} \right]$$

Verificación de la deformación unitaria del fierro de refuerzo dada la nueva posición de la fibra neutra.

$$\varepsilon_s = \frac{d - c_b}{c_b} \cdot \varepsilon_c \quad ; \quad c_b = a_{\max}$$

$$\varepsilon_s = 0.005 > \varepsilon_y$$

Por lo tanto el acero de refuerzo está fluyendo, lo que asegura una falla dúctil.

### **Deflexión de losas Covintec:**

Se consideraron cuatro condiciones de apoyo diferentes para el análisis de la deflexión en losas Covintec.

$$\text{Apoyado – Apoyado} \quad f_{\max} = \frac{5wl^4}{384EI} \quad (\text{en el centro})$$

$$\text{Apoyado – Empotrado} \quad f_{\max} = \frac{wl^4}{185EI} \quad (\text{en } x = 0.4215l)$$

$$\text{Empotrado – Empotrado} \quad f_{\max} = \frac{wl^4}{384EI} \quad (\text{en el centro})$$



## Antecedentes de Cálculo para Losas en Paneles Covintec

$$\text{Empotrado – Libre} \quad f_{\max} = \frac{wl^4}{8EI} \quad (\text{en el extremo libre})$$

Nomenclatura:

w : carga uniformemente repartida

l : largo de la losa

$E_h$  : módulo de elasticidad del hormigón

I : inercia de la losa

Análisis del caso: Apoyado – Empotrado

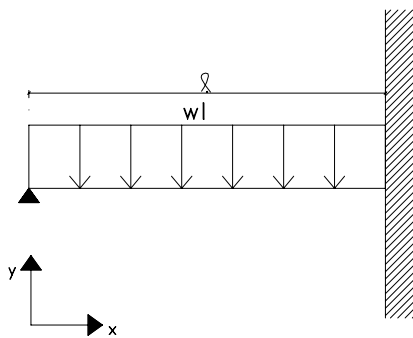


Fig. 5.

La función que define la flecha es:

$$f_x = \frac{w}{48EI} (l^3x - 30x^3 + 2x^4)$$

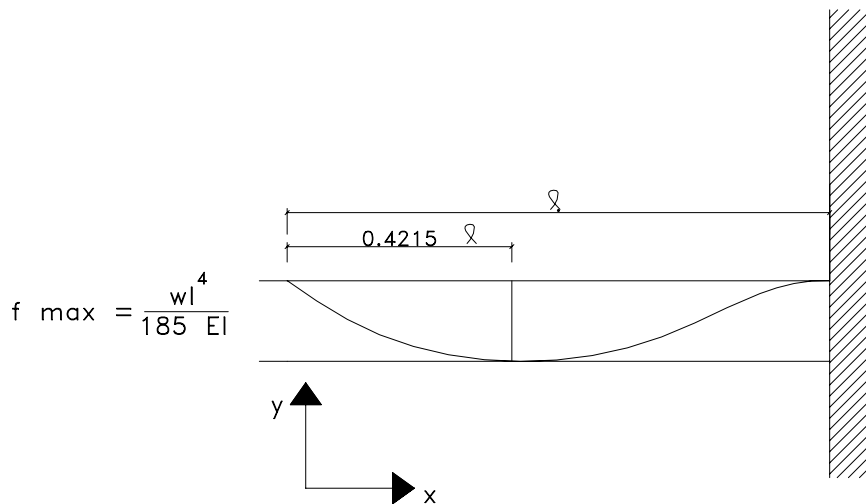


Fig. 6.

## Antecedentes de Cálculo para Losas en Paneles Covintec

Si la función  $f_x$  se deriva, se iguala a cero y se despeja  $x$  tenemos:

$$f'_x = l^3 - 9lx^2 + 8x^3$$

$$8x^3 - 9lx^2 + l^3 = 0$$

$$x = \frac{1}{16}(1 + \sqrt{33}) = 0.4215 \cdot l$$

haciendo:

$$l = 3.5[\text{m}] ; E_c = 132288[\text{Kg/cm}^2] ; I = 18567[\text{cm}^4]$$

$$w = 817[\text{Kg/m}] = 8.17[\text{Kg/cm}]$$

tenemos:

$$x = 0.4215 \cdot l = 1.48[\text{cm}]$$

$$f_{\max} = \frac{wl^4}{185EI} = 0.27[\text{cm}]$$

Limitaciones:

No están contemplados en este análisis condiciones más complejas como losas continuas, o sea, un campo de losas con más de dos condiciones de apoyo.

La **Losa Covintec** es una losa que trabaja en una sólo dirección, aún cuando es posible diseñarla para que trabaje en dos direcciones, no es recomendable.