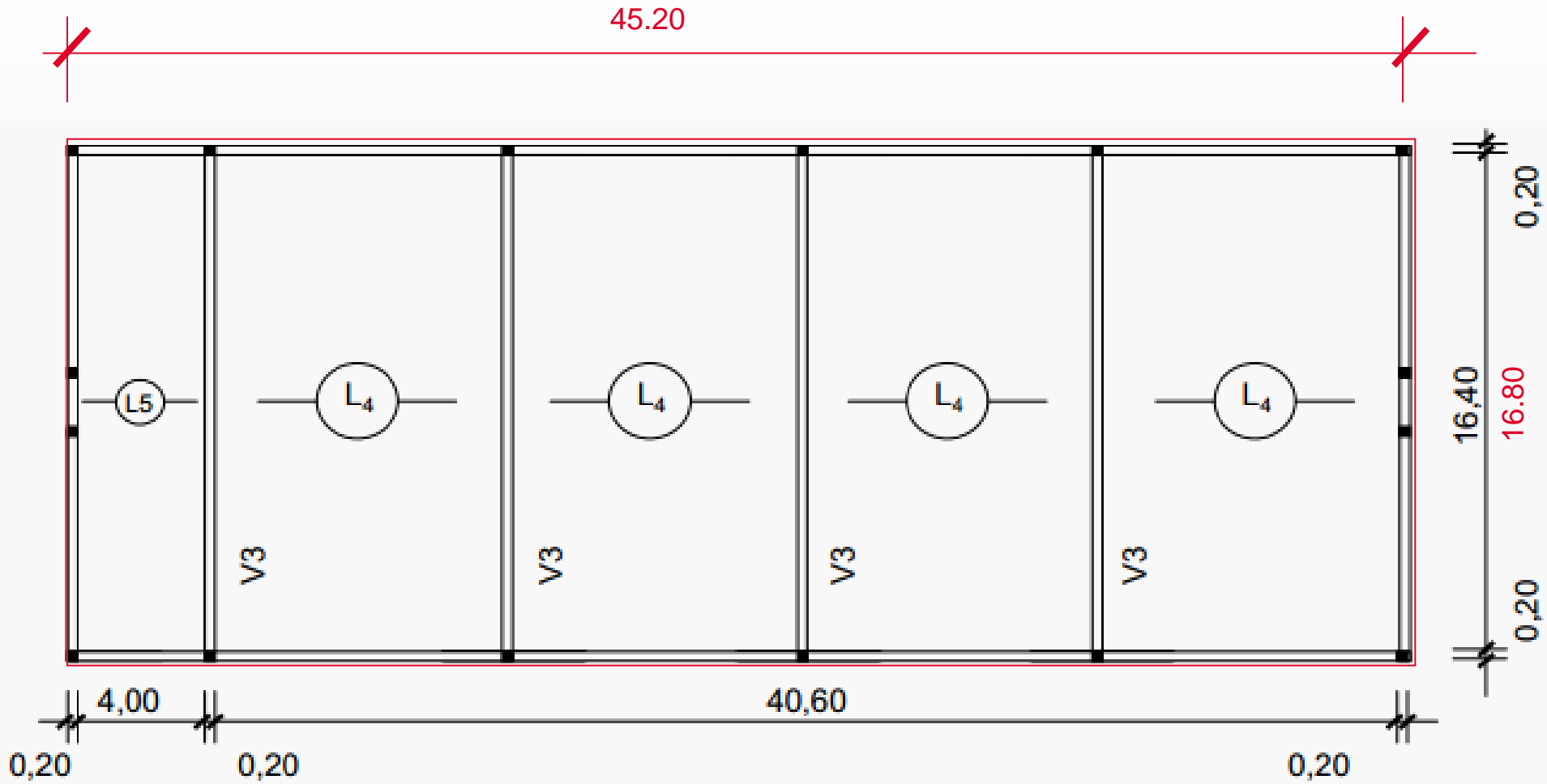


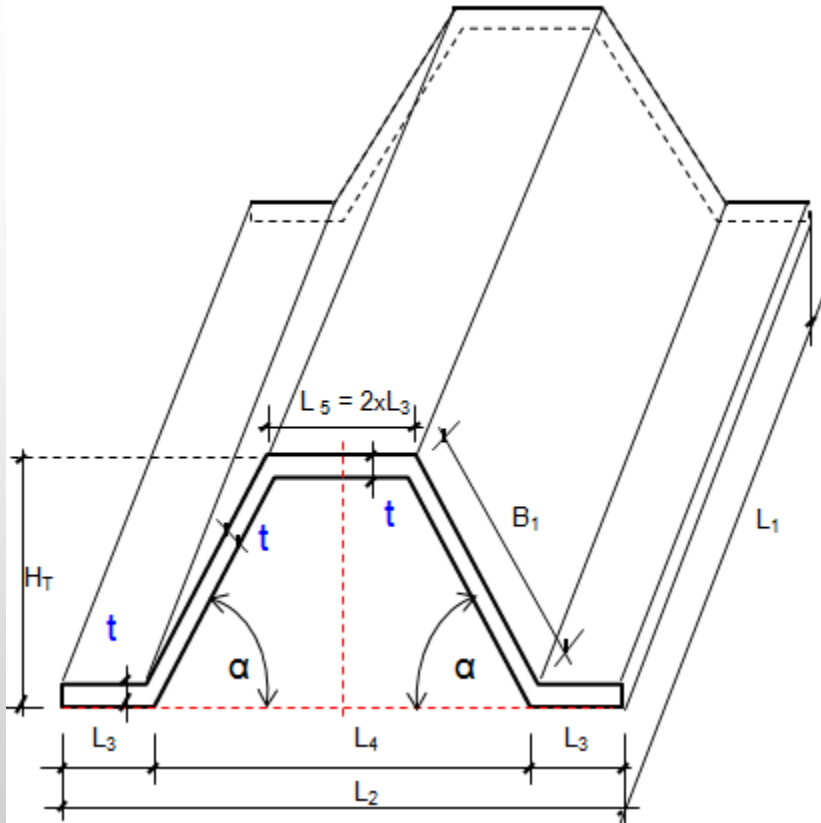
LAMINAS PLEGADAS

TP N° 6
LAMINA TIPO Ω (omega)
Año 2016

Trabajo Práctico de
LAMINA TIPO Ω (omega)



ESTRUCTURA S/PLANTA ALTA



↓ Ingresar datos
 $L_1 = 16,60$ en (m)

RECOMENDADO
 $L_2 = 6,90$ en (m)

VALORES MÁXIMOS

$L_3 =$	0,90	m
$L_4 =$	5,11	m
$L_5 =$	1,79	m
$H_T =$	1,66	m
$B_1 =$	2,34	m
$\alpha =$	45,0	en grados

VALORES MÍNIMOS

$L_3 =$	0,78	m
$L_4 =$	5,33	m
$L_5 =$	1,57	m
$H_T =$	1,09	m
$B_1 =$	2,17	m
$\alpha =$	30,0	en grados

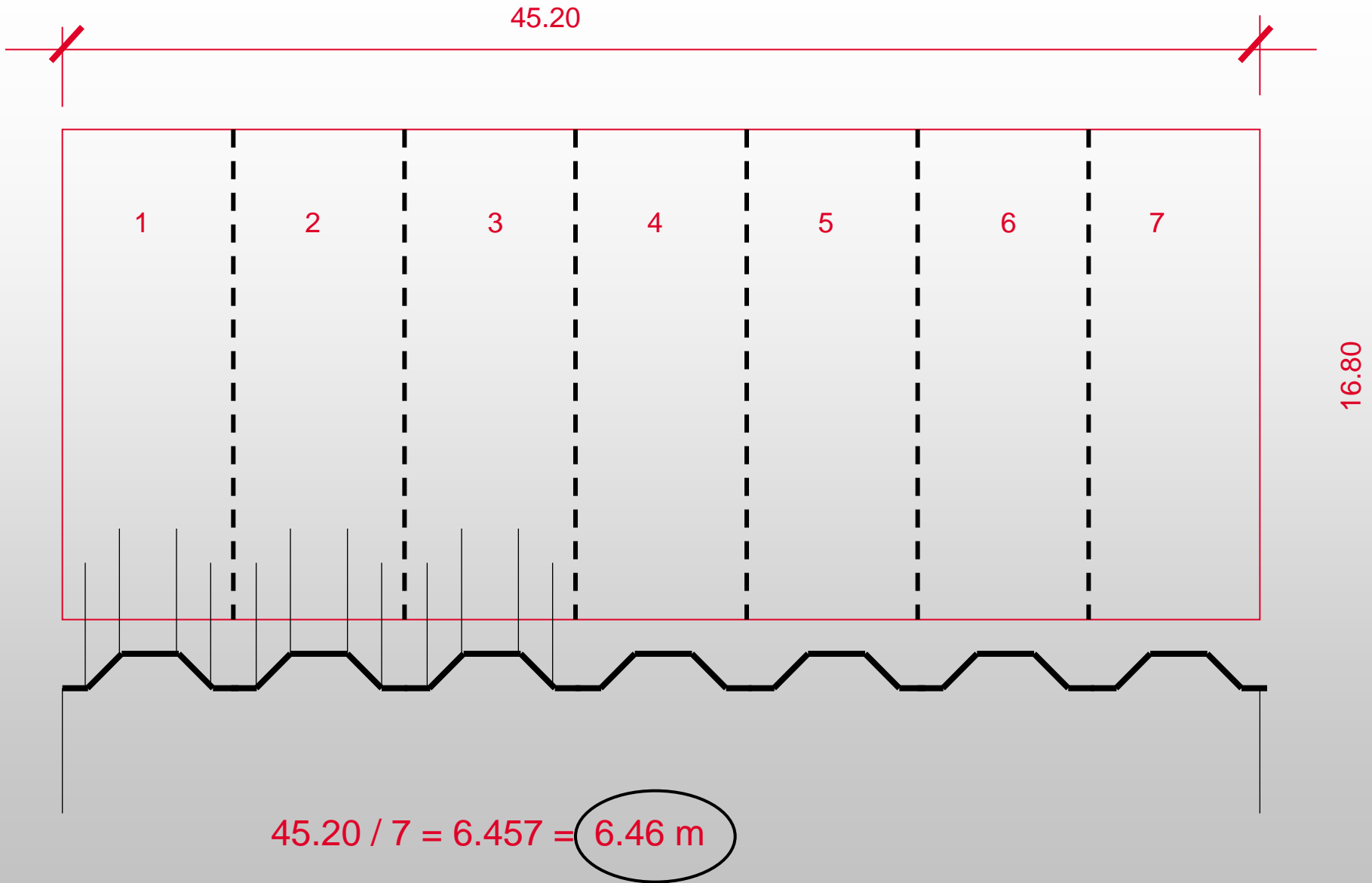
$$L_2 = \frac{L_1}{2,4} = \frac{16.60}{2,4} = 6,92 \text{ m}$$

Relación aproximada para obtener L_2

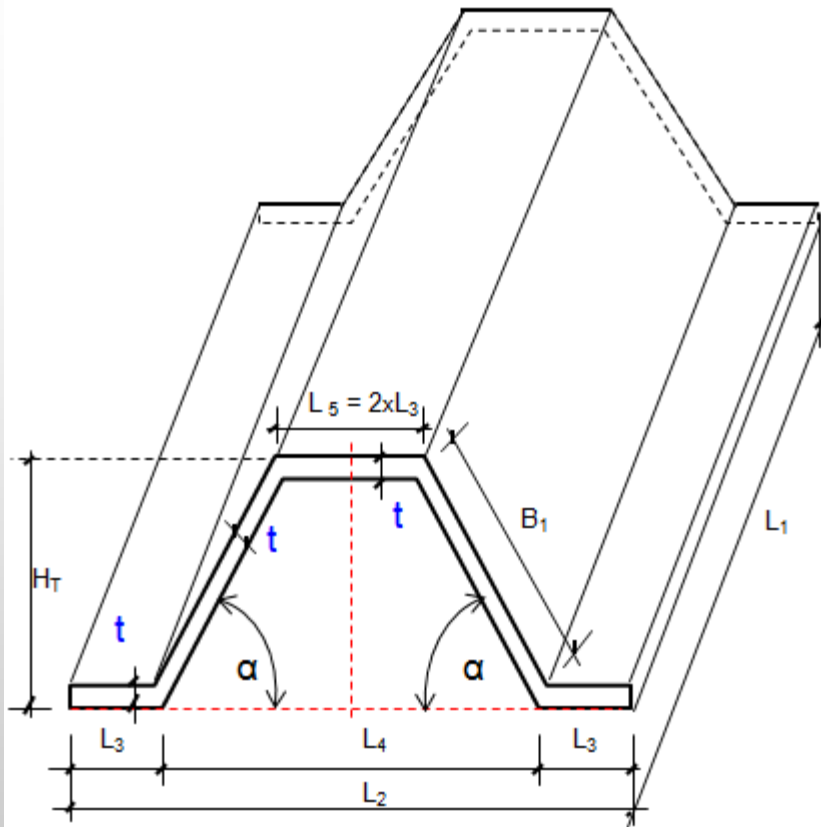
Nº de plegadas: $\frac{45.20}{6} = 7,53 \text{ m}$

$\frac{45.20}{7} = 6,46 \text{ m}$

← adoptado



$$L_5 = 2 \times L_3 = 2 \times 0,65 = 1,30 \text{ m}$$



ESPEORES MÍNIMOS LOSAS	
Voladizo: $h_{min} = L_3/12$	0,05m
Emp-Apoy: $h_{min} = B_1/35$	0,07m
Emp-Emp: $h_{min} = L_3/40$	0,03m

RECOMENDACIONES PARA EL PROYECTO

Tramos simples..... $H_T = L_1 / 10$
 Tramos extremos en disposiciones continuas..... $H_T = L_1 / 12$
 Tramos intermedios. $H_T = L_1 / 15$

Si se aplica pretensado, los valores indicados pueden disminuirse entre un 25% y 50%

Ingresar datos

VALORES ADOPTADOS

t = 7 en (cm)

$L_2 = 6,46$ m

$L_3 = 0,65$ m

$\alpha = 40,0$ en grados

$$L_4 = L_2 - 2 \times L_3$$

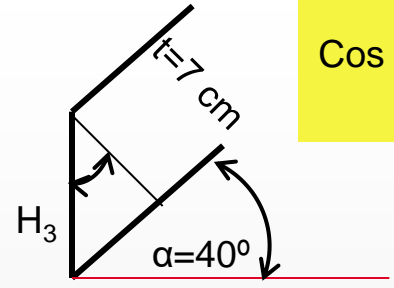
$$L_4 = 6,46 - 2 \times 0,65 = 5,16 \text{ m}$$

RECOMENDACIONES
 Estos valores deben estar comprendidos entre los máximos y los mínimos



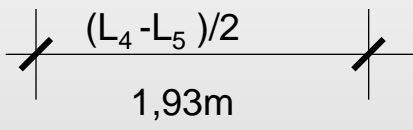
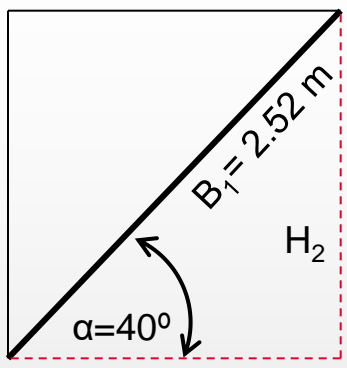
Resultados		
$L_4 =$	5,16	m
$L_5 =$	1,30	m
$H_T =$	1,69	m
$B_1 =$	2,52	m
Area:	0,535	m^2

$\text{Cos } \alpha = \frac{t}{H_3}$



$$H_3 = \frac{t=7 \text{ cm}}{\text{Cos } \alpha}$$

$$H_3 = \frac{t=7 \text{ cm}}{0.766} = \underline{9.1 \text{ cm}}$$



$\text{tag } \alpha = \frac{H_2}{1.93}$

$H_2 = 0.839 \times 1.93$

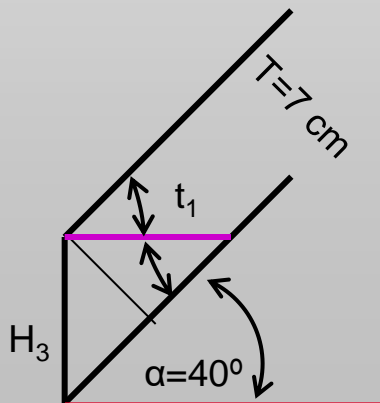
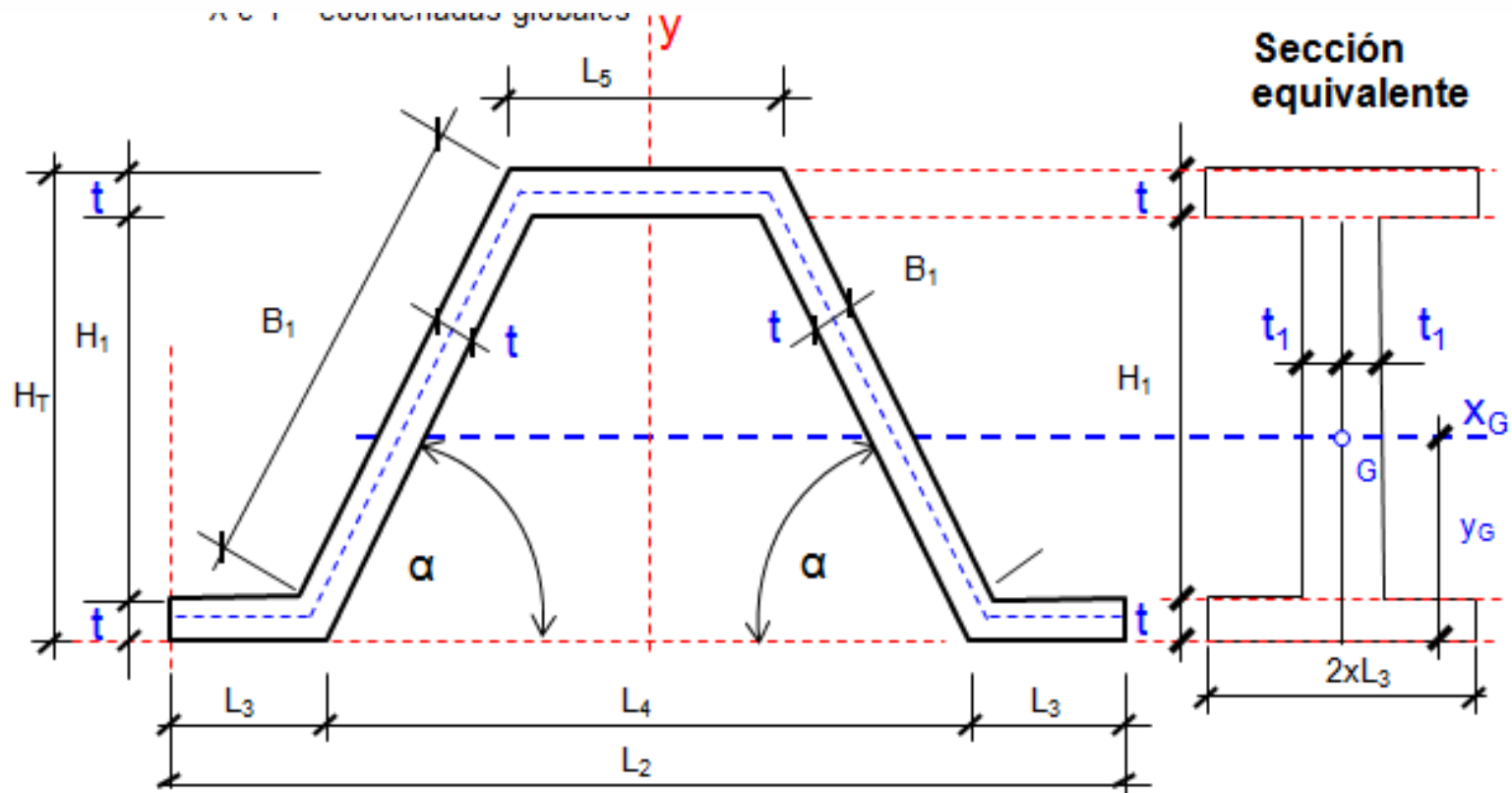
$H_2 = 1.116 \text{ m} = 1.62 \text{ m}$

$H_T = H_2 + t = 1.62 + 0.07 = \underline{1.69 \text{ m}}$

$B_1 = \sqrt{[1.93]^2 + [H_2=1.62]^2} = 2.52 \text{ m}$

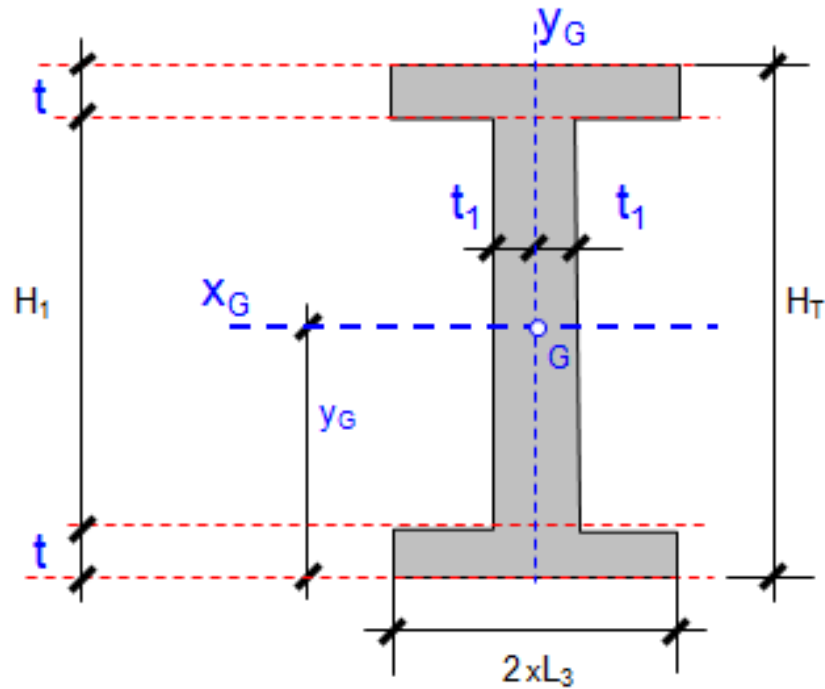
$B_1 = \underline{2.52 \text{ m}}$

$A = (0,65+2,52+1,30+2,52+0,65) \times 0.07 = 0.535 \text{ m}^2$



$$\text{Sen } \alpha = \frac{t}{t_1}$$

$$t_1 = \frac{t=7\text{ cm}}{0.643} = \underline{\underline{10.9\text{ cm}}}$$



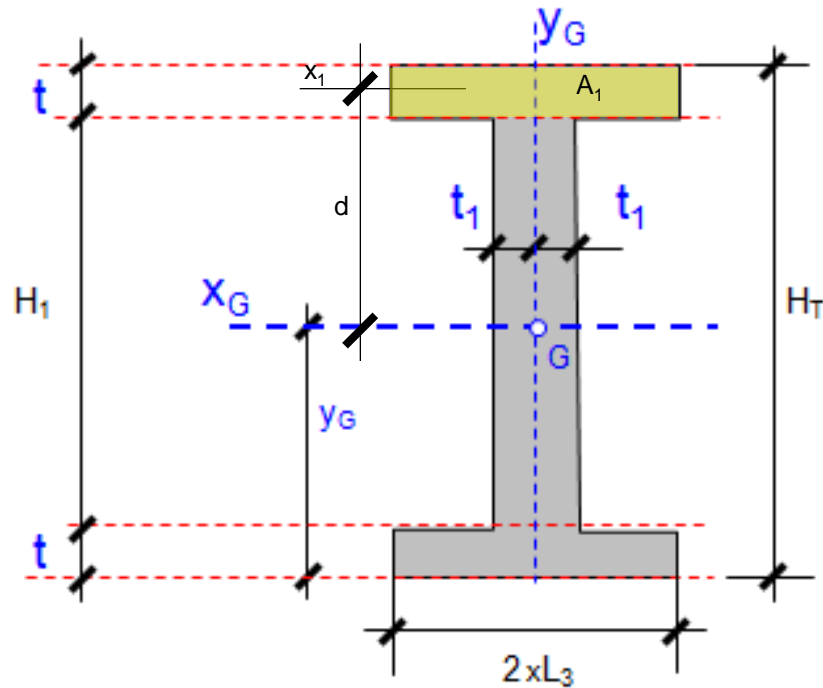
Características de la sección equivalente

$2 \times L_3 = L_5 =$	1,30	m
$t_1 =$	10,9	cm
$2 \times t_1 =$	21,8	cm
$t =$	7,00	cm
$H_1 =$	1,55	m
$H_T =$	1,69	m
$y_G =$	0,845	m
$J_x =$	0,187	m^4
$W_{sup} =$	0,221	m^3
$W_{inf} =$	0,221	m^3

El cálculo de J_x es aproximado, con un error estimado del 3%

$$H_1 = H_T - 2t = 1,69 \text{ m} - 2 \times 0,07 \text{ m} = 1,55 \text{ m}$$

$$y_G = H_T / 2 = 1,69 \text{ m} / 2 = 0,845 \text{ m}$$



Características de la sección equivalente

$2 \times L_3 = L_5 =$	1,30	m
$t_1 =$	10,9	cm
$2 \times t_1 =$	21,8	cm
$t =$	7,00	cm
$H_1 =$	1,55	m
$H_T =$	1,69	m
$y_G =$	0,845	m
$J_x =$	0,187	m ⁴
$W_{sup} =$	0,221	m ³
$W_{inf} =$	0,221	m ³

El cálculo de J_x es aproximado, con un error estimado del 3%

$$J_x = 2 \times \left[\left(\frac{1,30 \times 0,07^3}{12} \right) + 1,30 \times 0,07 \times \left(0,845 - \frac{0,07}{2} \right)^2 \right] + 0,218 \times \frac{1,55^3}{12}$$

$$d=0,81$$

$$J_x = 2 \times \left[(0,000037) + 0,0597 \right] + 0,06765 = 0,188 \text{ m}^4$$

$$W_{sup} = W_{inf} = 0,188 / 0,845 = 0,222 \text{ m}^3$$

Steiner: El momento de inercia de una sección respecto de un eje paralelo al eje baricéntrico, es igual al momento de inercia propio de la sección respecto de su eje baricéntrico, más el área de la sección por la distancia entre ejes al cuadrado $J_{x_G} = J_{x_1} + A_1 d^2$

Análisis de cargas

Area de la sección en m²: 0,535 m²
 Ancho total del plegado L₂= 6,46 m
 Longitud total del plegado: L_T= 2 x (L₃+B₁)+L₅= 7,64 m

Peso propio:

Impermeabilización e= 2,00 cm (e(cm).2200kg/m².L_T(m)/100)

Otras cargas, aberturas, c. raso, etc. A distribuir en la parte plana

Sobrecarga

Sobrecarga p= 15,0kg/m² x L₂ =



Cubierta inaccesible, ángulo > 30°, según tabla adjunta de CIRSOC 101

Toda la sección en 1 metro de profundidad

1283 kg

336 kg

200 kg

g = 1819 kg

p = 97 kg

q = 1916,3 kg

Según CIRSOC 101 (1982), art. 4.1.7.1.2 para otro tipo de cubierta (que no son livianas) accesibles solo con fines de mantenimiento, corresponde aplicar, según las pendientes de las mismas, los siguientes valores:

Tabla de sobrecargas en kg/m²

		α	\leq	3	100	Kg/m ²
3	<	α	\leq	10	45	Kg/m ²
10	<	α	\leq	15	33	Kg/m ²
15	<	α	\leq	20	23	Kg/m ²
20	<	α	\leq	30	18	Kg/m ²
30	<	α			15	Kg/m ²

Análisis en el plano transversal

Para este análisis es necesario considerar una franja o rebanada de 1.00 m de ancho. Los quiebres en las aristas entre placas se suponen, en primera instancia como apoyos rígidos (en realidad son apoyos elásticos)

CARGAS Y LUCES

$$\begin{aligned} p_p &= 2400 \times t/100 = 168,0 \text{ kg/m} \\ \text{Otras cargas } / (L_2) &= 31,0 \text{ kg/m} \\ p_{imp} &= 2200 \times e/100 = 44,0 \text{ kg/m} \\ \hline g_1 &= 243,0 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} p_{p1} &= p_p / \cos \alpha = 219,3 \text{ kg/m} \\ \text{Otras cargas } / (L_2) &= 31,0 \text{ kg/m} \\ p_{imp1} &= p_{imp} / \cos \alpha = 57,4 \text{ kg/m} \\ \hline g_2 &= 307,7 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

$$L_2 = 6,46 \text{ m}$$

$$L_3 = 0,65 \text{ m}$$

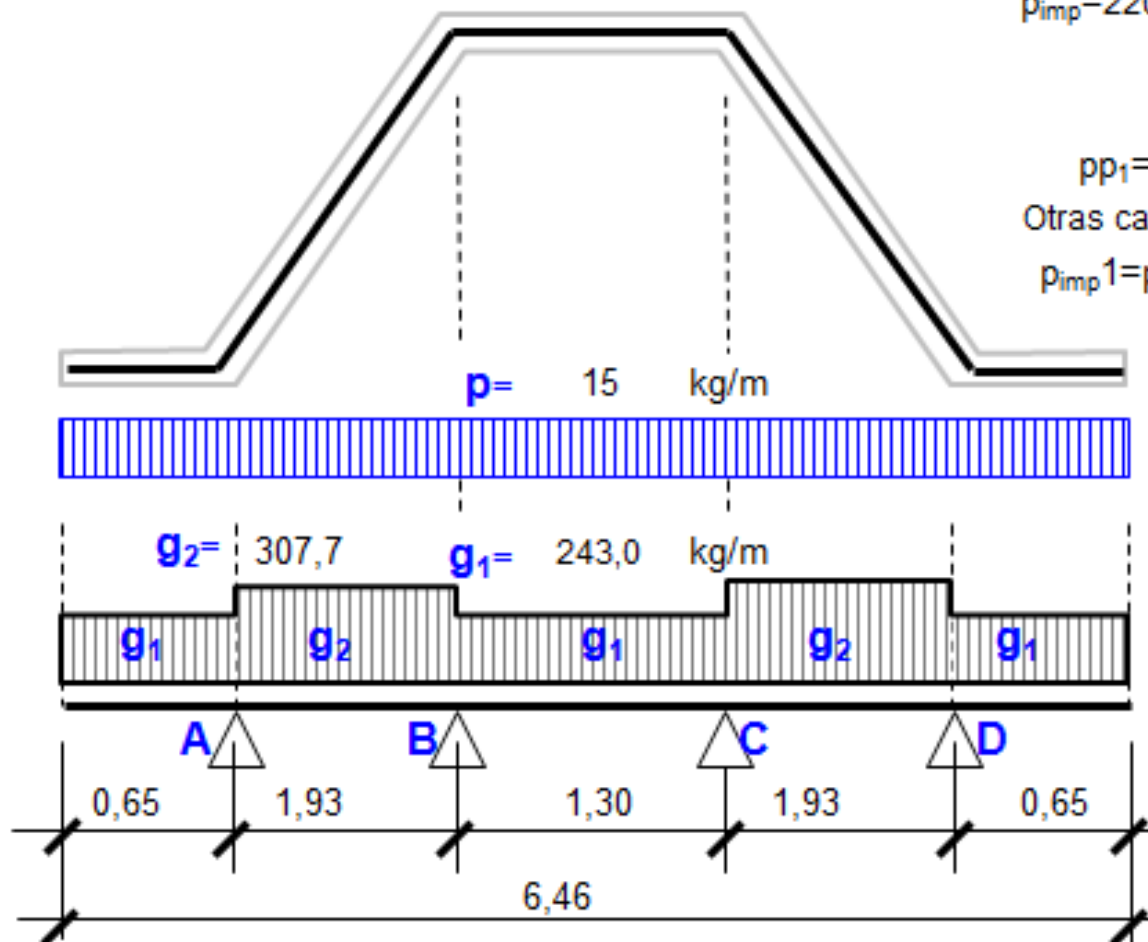
$$L_4 - L_5 = 3,86 \text{ m}$$

$$L_5 = 1,30 \text{ m}$$

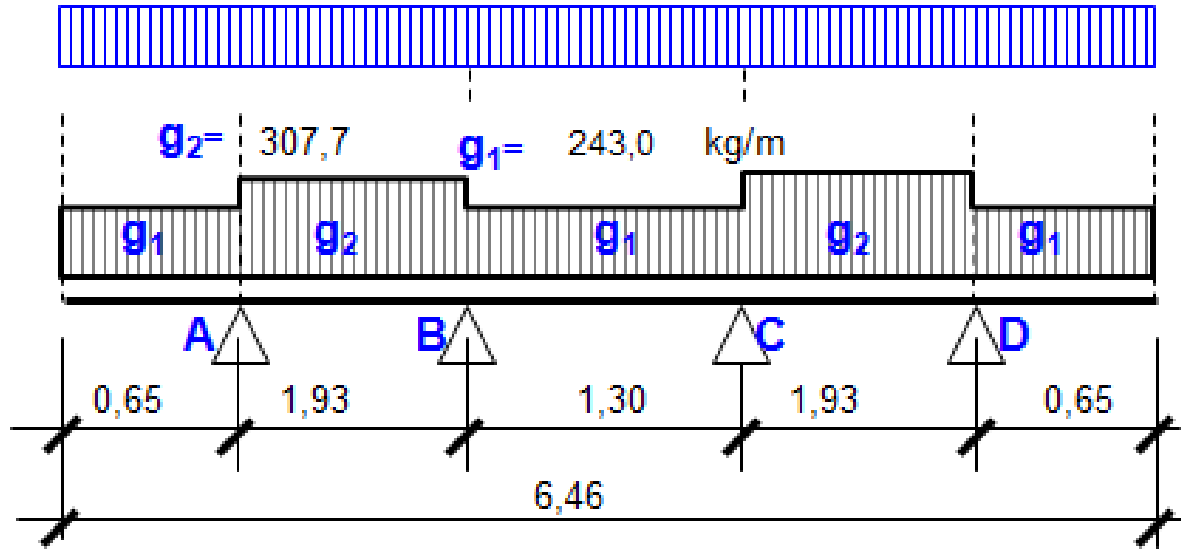
$$L_5 = 1,30 \text{ m}$$

$$q_t = 1916,3 \text{ kg}$$

Verificación: sumamos las cargas multiplicadas por las luces



$$\rho = 15 \text{ kg/m}^2$$



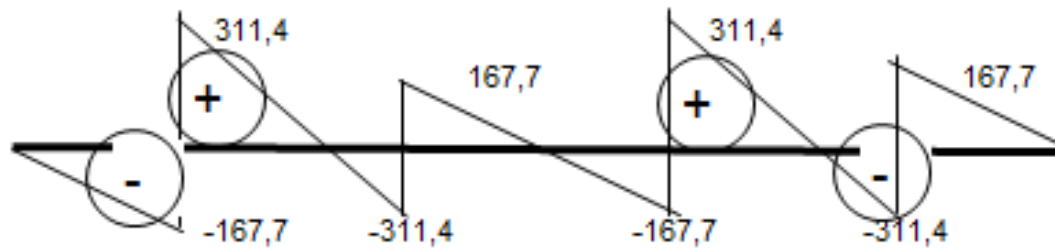
Para 1,00 m de ancho

$$M_A = \frac{(15 \text{ kg/m} + 243 \text{ kg/m}) \times (0,65 \text{ m}^2)}{2} = 54,5 \text{ kgm} = \underline{0,05 \text{ tm}}$$

$$M_{B_i} = \frac{(15 \text{ kg/m} + 307 \text{ kg/m}) \times (1,93 \text{ m}^2)}{12} = 99,95 \text{ kgm}$$

$$M_{B_d} = \frac{(15 \text{ kg/m} + 243 \text{ kg/m}) \times (1,30 \text{ m}^2)}{12} = 36,33 \text{ kgm}$$

$$M_B = \frac{99,95 + 36,33}{2} = 68 \text{ kgm} = \underline{0,07 \text{ tm}}$$

**Diagrama de Corte****Solicitaciones:****Momentos flectores**

$$M_B = M_C = -0,07 \text{ tm}$$

$$\text{Promedio de } M = q \times L^2 / 12$$

$$M_A = M_D = -0,05 \text{ tm}$$

$$M = q \times L^2 / 2$$

$$\text{tramo 1 } M_{\text{máx}} \text{ A-B: } 0,10 \text{ tm}$$

$$\text{A una distancia: } 0,97 \text{ m del apoyo A}$$

$$\text{tramo 2 } M_{\text{máx}} \text{ B-C: } -0,01 \text{ tm}$$

$$\text{En el centro del tramo}$$

Corte

Corte a la derecha del voladizo izquierdo:

$$Q_{V_{\text{izq}}D} = -167,7 \text{ Kg/m}$$

Corte a la izquierda del tramo 1:

$$Q_{1_{\text{izq}}} = 311,4 \text{ Kg/m}$$

Corte a la derecha del tramo 1:

$$Q_{1_{\text{der}}} = -311,4 \text{ Kg/m}$$

Corte a la izquierda del tramo 2:

$$Q_{2_{\text{izq}}} = 167,7 \text{ Kg/m}$$

Corte a la derecha del tramo 2:

$$Q_{2_{\text{der}}} = -167,7 \text{ Kg/m}$$

Corte a la izquierda del tramo 3:

$$Q_{3_{\text{izq}}} = 311,4 \text{ Kg/m}$$

Corte a la derecha del tramo 3:

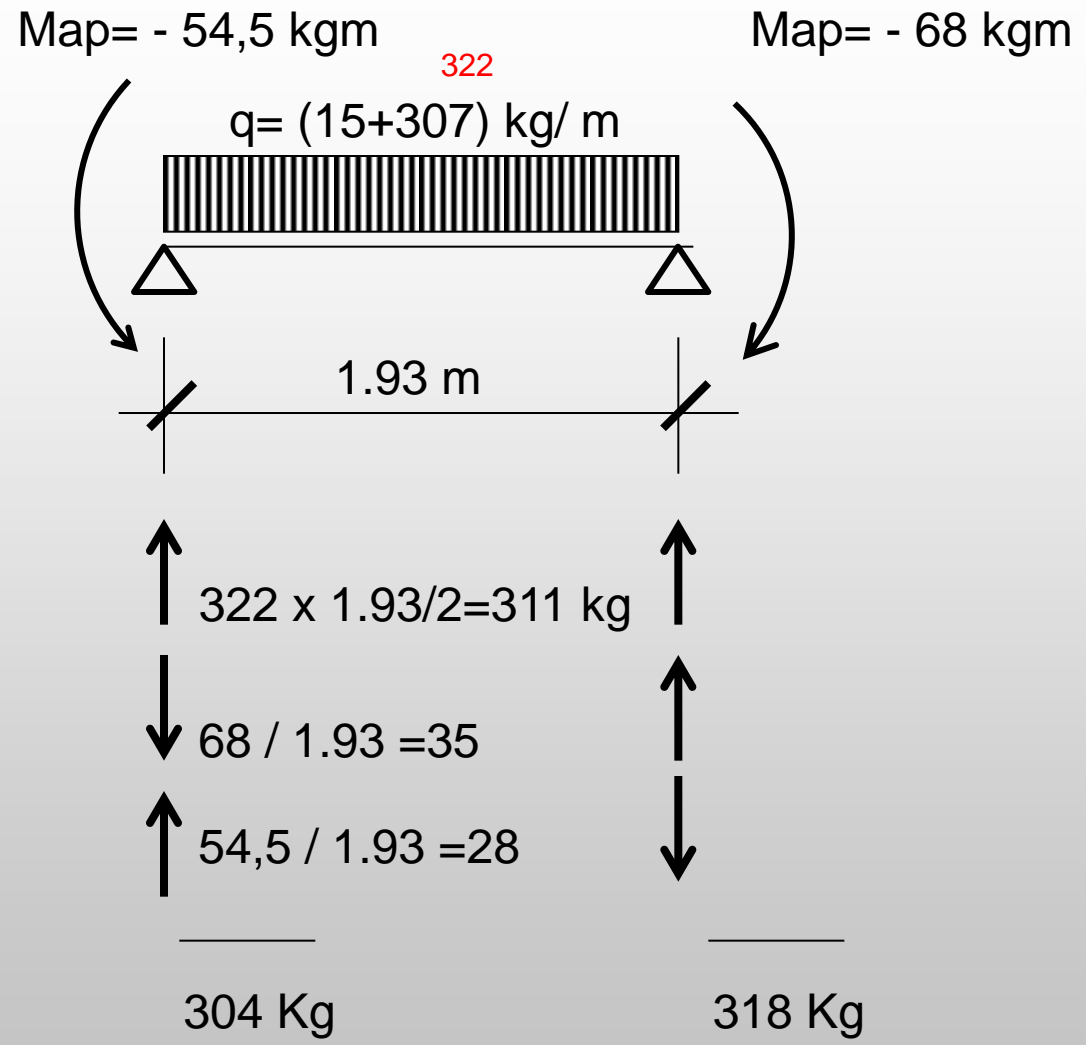
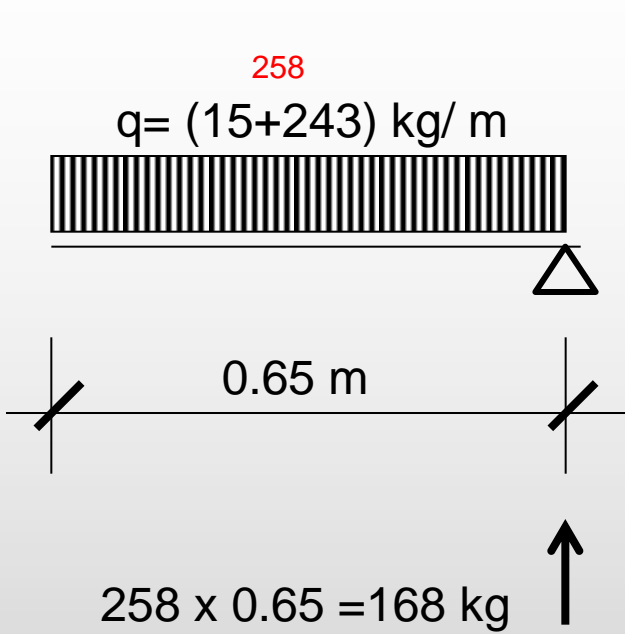
$$Q_{3_{\text{der}}} = -311,4 \text{ Kg/m}$$

Corte a la izquierda del voladizo derecho:

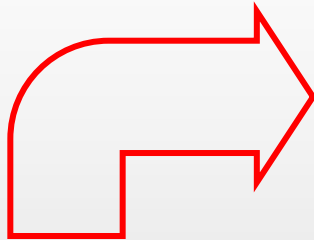
$$Q_{V_{\text{izq}}I} = 167,7 \text{ Kg/m}$$

Posición en el tramo donde M es máximo (tramo 1):

$$X_{\text{izq}} = 0,965 \text{ m}$$

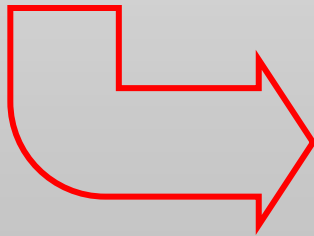


Cálculo de armaduras



$$A = \frac{M}{\xi \times \sigma_{adm}}$$

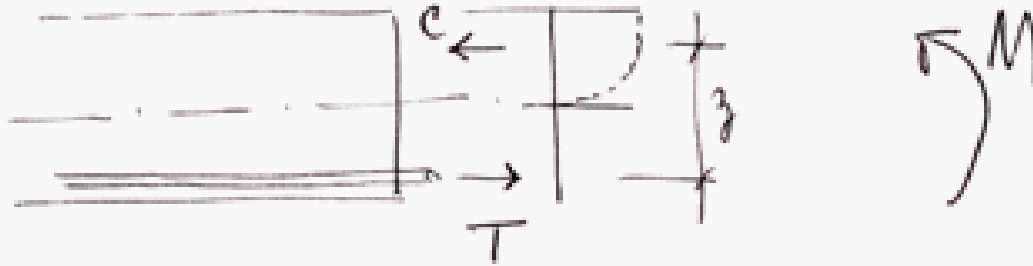
Es indistinto usar una u otra fórmula



$$A = \frac{0,5 M_{(tm)}}{h_{(m)}}$$

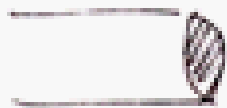
Cálculo de armaduras

$$A = \frac{M}{z \times \sigma_{adm}}$$



$$T \cdot z = M$$

Tomando $z = 0,85 h$



A

$$\sigma_{adm} \text{ acero: } 2,4 \frac{t}{cm^2} = 2400 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\sigma_{adm} = \frac{T}{A}$$

Cálculo de armaduras

$$A \cdot \sigma_{adm} \cdot 0,85 h = M$$

$[cm^2] \quad [\frac{t}{cm^2}] \quad [m] \quad [tm]$

$$A = \frac{M}{h} \frac{1}{2,4 \times 0,85} = \frac{M}{h \times 2,04}$$

$$= 0,5 \frac{M (tm)}{h (m)}$$

Armaduras mínimas

$$\omega = \mu_o \frac{\beta_{st}}{\beta_R}$$

ω = cuantía mecánica >0,03

μ_o = cuantía geométrica = A/B

A = sección de acero

B = sección de hormigón

β_{st} : resistencia del acero

β_R : resistencia del hormigón

CIRSOC

MN/m²=mega newton sobre metro cuadrado = 10 kg/cm²

DIMENSIONAMIENTO A FLEXION

Tabla 7. Valores de cálculo β_R de la resistencia del hormigón, valores de cálculo del módulo de elasticidad del hormigón y del acero y β_S/β_R

Clase de hormigón		H-I		H-II	
Tipo de hormigón		H-13	H-17	H-21	H-30
Valores de cálculo β_R (MN/m ²)		10,5	14	17,5	23
Módulo de elasticidad E_b (MN/m ²)		24 000	27 500	30 000	34 000
Módulo de elasticidad del acero E_s (MN/m ²)		210 000			
Coeficiente de cálculo		β_S/β_R			
β_S MN/m ²	220 (I)	21	15,7	12,6	9,6
	420 (III)	40	30	24	18,3
	500 (IV)	47,6	35,7	28,6	21,7
	600 (V)	57,1	42,8	34,3	26,1

B_R : resistencia del hormigón

17,5 MN/m²

175 kg/cm²

B_{st} : resistencia del acero

420 MN/m²

4200 kg/cm²

Armaduras mínimas

$$\omega = \mu_o \frac{\beta_{st}}{\beta_R}$$

A= sección de acero

B= sección de hormigón = h x 100 cm

β_{st} : 4200 kg/cm²

β_R : 175 kg/cm²

$$\omega = 0,03$$

$$\mu_o = A/B$$

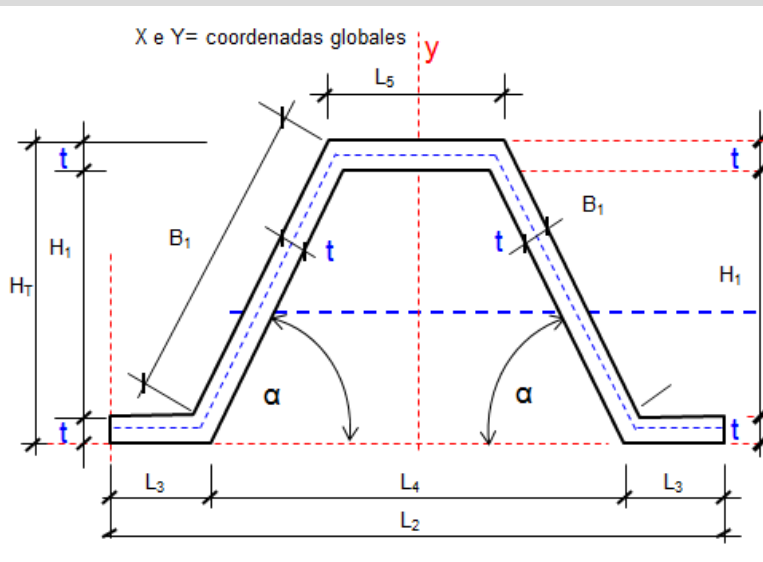
h = t – 2 cm de recubrimiento

$$\omega = \frac{A}{h \times 100} \frac{4200 \text{ kg/cm}^2}{175 \text{ kg/cm}^2} = 0,03$$

$$h = 5 \text{ cm}$$

$$A_{\min} = \frac{0,03 \times 5 \text{ cm} \times 100 \text{ cm} \times 175 \text{ kg/cm}^2}{4200 \text{ kg/cm}^2}$$

$$A_{\min} = 0,63 \text{ cm}^2$$



Armadura:

Acero ADN 420, tensión admisible = $4200 \text{ kg/cm}^2 / 1.75 = 2400 \text{ kg/cm}^2 = 2.4 \text{ t/cm}^2$

$$A \approx M(\text{tm}) / (0.85 * 2.4 \text{ t/cm}^2 * h(\text{m})) = 0.5 * M(\text{tm}) / h(\text{m})$$

$$A \approx 0.5 * M(\text{tm}) / h(\text{m})$$

$$A_{\text{mín}} = 0.03 * (\beta_r / \beta_s) * b * h, \beta_r = 175 \text{ kg/cm}^2, \beta_s = 4200 \text{ kg/cm}^2, b = 100 \text{ cm}$$

Apoyo A:	espesor de la placa plegada					
						0,07m
Apoyo D:	h= 0,05m	M= -0,05	tm	A=	0,54	cm ²
				A _{mín} =	0,63	cm ²
Se adopta para: 0,63 cm ² / m Ø 6 c/ 25 1,13 cm ²						
Tramo 1:	h= 0,05m	M= 0,10	tm	A=	0,96	cm ²
				A _{mín} =	0,63	cm ²
Se adopta para: 0,96 cm ² / m Ø 6 c/ 25 1,13 cm ²						
Apoyo B:	h= 0,05m	M= -0,07	tm	A=	0,68	cm ²
				A _{mín} =	0,63	cm ²
Se adopta para: 0,68 cm ² / m Ø 6 c/ 25 1,13 cm ²						
Tramo 2:	h= 0,05m	M= -0,01	tm	A=	-0,14	cm ²
				A _{mín} =	0,63	cm ²
Se adopta para: 0,63 cm ² / m Ø 6 c/ 25 1,13 cm ²						

Análisis en el plano longitudinal

Solicitaciones, se analizan en sentido longitudinal (global)

$$M = q \cdot l^2 / 8 =$$

$$M_L = \boxed{66008} \text{ kgm} \quad \boxed{66,01} \text{ tm}$$

Luz a cubrir $L_1 = 16,6 \text{ m}$

Carga $q = 1916 \text{ kg/m}$

$$H_T = 1,69 \text{ m}$$

$$2 \times t_1 = 21,8 \text{ cm}$$

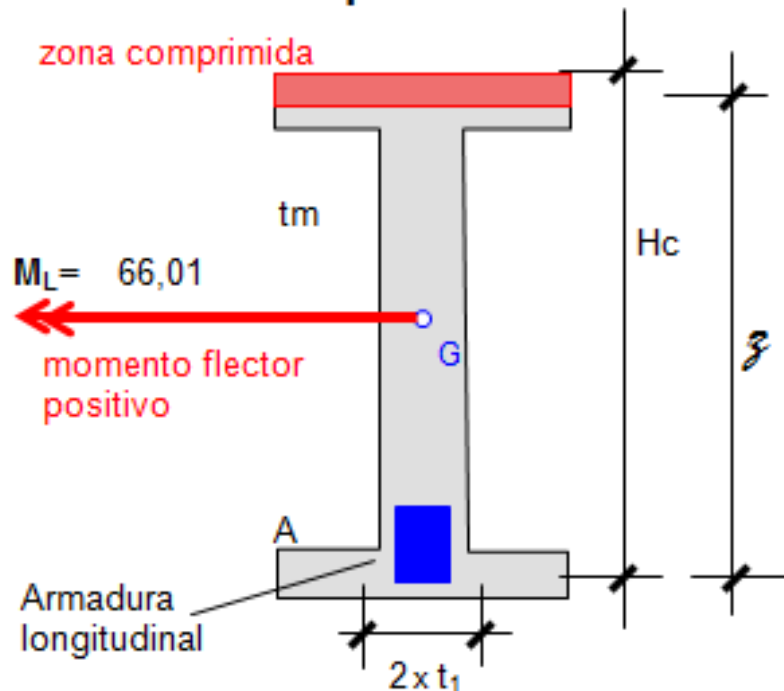
$$h = 1,52 \text{ m}$$

$$z = 1,29 \text{ m}$$

$$A = 21,66 \text{ cm}^2$$

$$A_{\min} = 6,91 \text{ cm}^2$$

Sección equivalente



Se adopta para: 21,66 cm²

18 Ø 12

A = 22,62 cm²

Verificación de las tensiones del hormigón

$$\beta_R = 175 \text{ kg/cm}^2$$

$$W_{sup}=W_{inf}= 0,221 \text{ m}^3$$

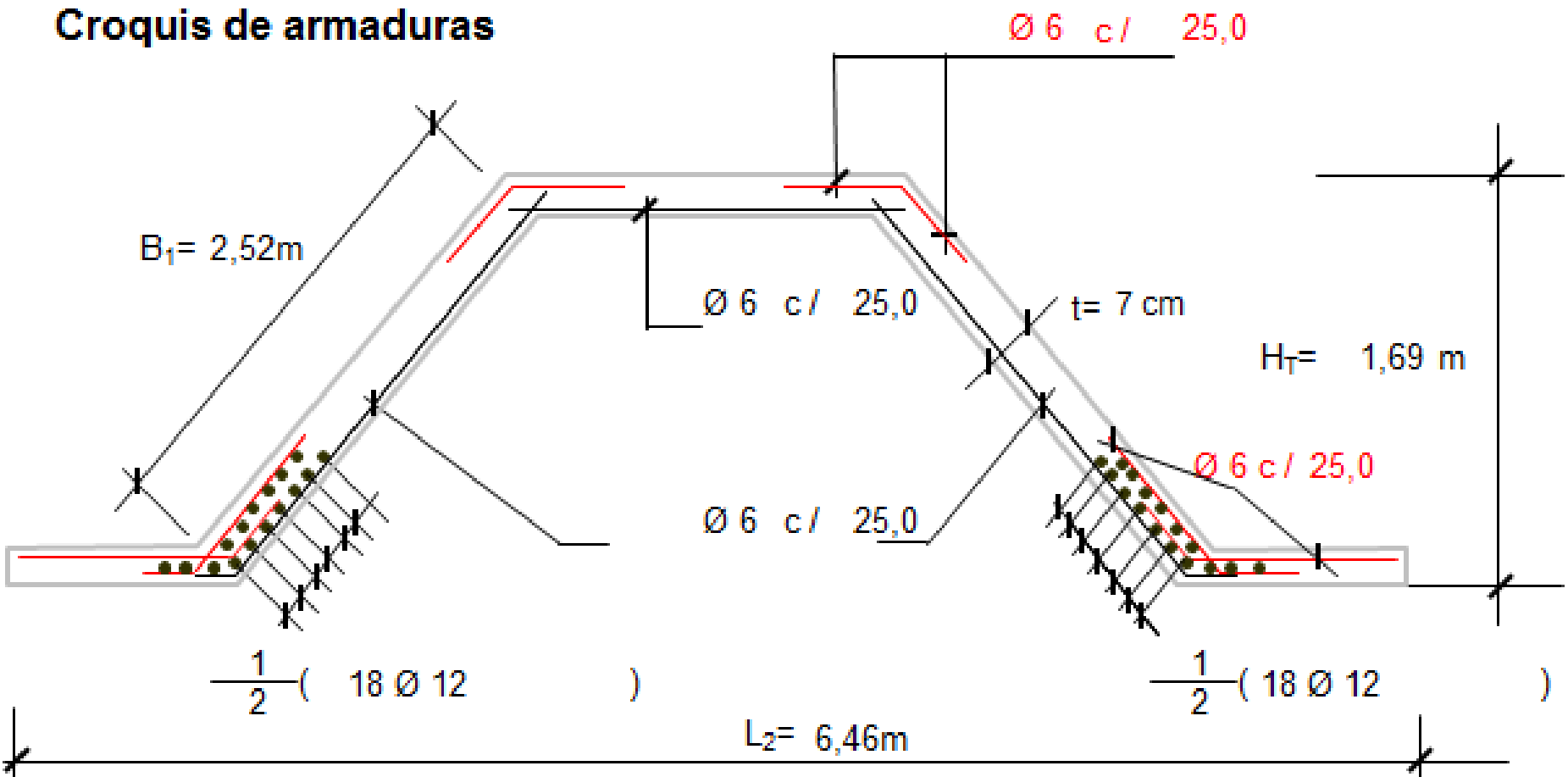
$$M_L= 66,0 \text{ tm}$$

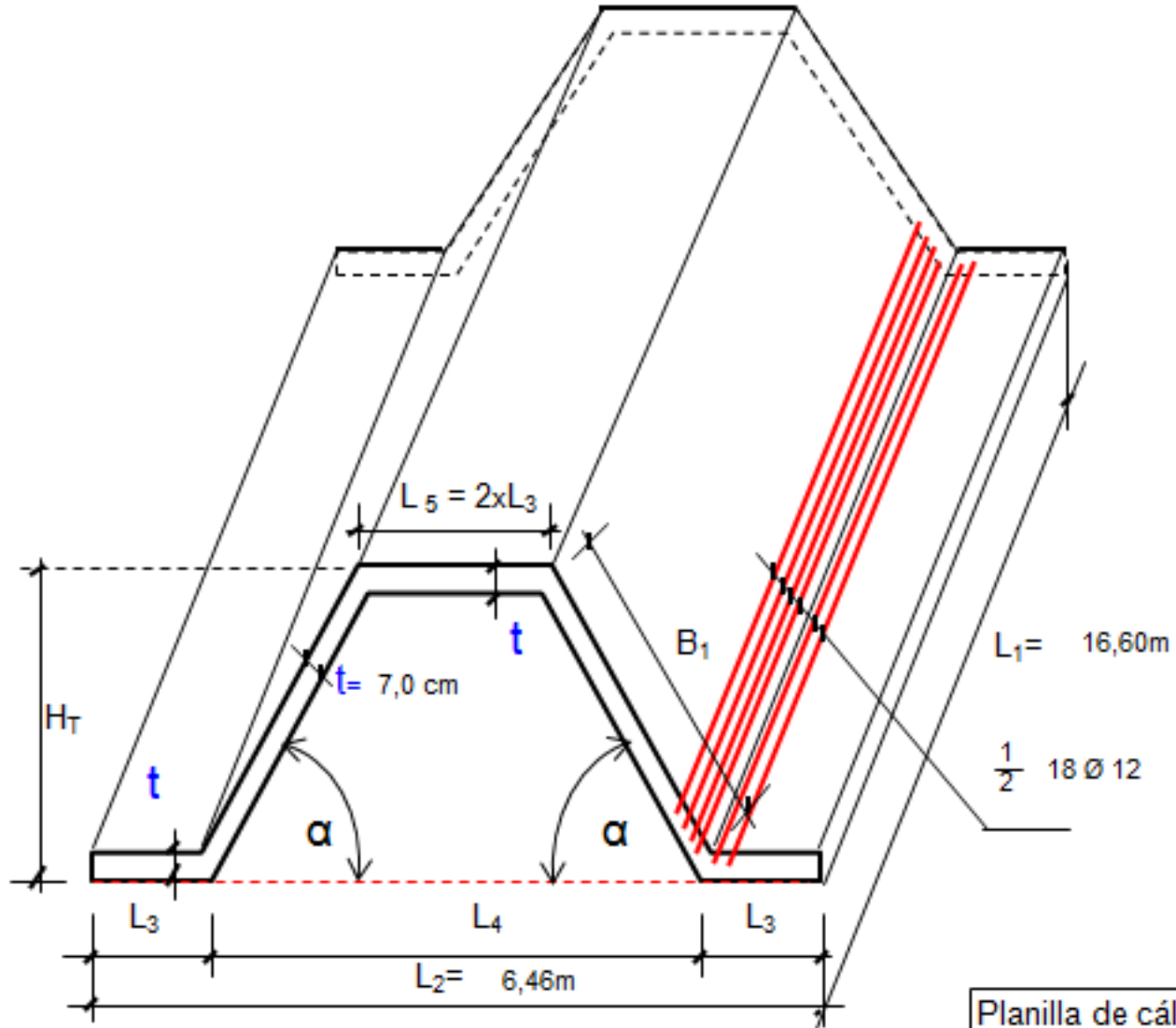
$$\sigma'_{b_{adm}} = 80 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma'_b = \frac{M_L}{W_{sup}} = \frac{66,0}{0,221} = 298,3 \text{ t/m}^2 = 29,83 \text{ kg/cm}^2$$

Debe cumplirse que:

$$\sigma'_h \leq \sigma'_{b_{adm}}$$

Croquis de armaduras



Planilla de cálculo de uso didáctico, exclusivamente

... **fin**