

7.2 Línea de Transmisión

7.2 Línea de Transmisión

- (1) Cálculo de Flechas para Conductor ACSR Oriole y Cable de Tierra de Diámetro 55. MM²

A. CONDUCTOR

A-1. Características del Conductor

Tipo de Conductor	:	ACSR Oriole (ASTM B-232-78)
Cableados	:	Aluminio : 30/2,69mm + St: 7/2,69mm
Sección Transversal	:	Aluminio : $A_a = 170,5\text{mm}^2$, Acero : $A_s = 39,8\text{mm}^2$, Total : $A = 210,3\text{mm}^2$
Diámetro de Conductor	:	$D = 18,83\text{mm}$
Peso Unitario del Conductor	:	$w = 0,737\text{kg/m}$
Tensión última de Rotura	:	$T_u = 7.590\text{kg}$
Módulo de Young	:	Aluminio : $E_a = 6.300\text{kg/mm}^2$ Acero : $E_s = 21.000\text{kg/mm}^2$
Coefficiente de Expansión Lineal	:	Aluminio $\alpha_s = 23 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$ Acero $\alpha_s = 1,5 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$
Longitud del Vano Equivalente	:	$S_e = 350\text{m}$
Presión del Viento	:	$w_p = 39\text{kg/m}^2$
Factor de Seguridad Mínima con Relación a Tu	:	2,5 para tensión máxima de trabajo 4,0 para tensión de cada día (E.D.S)
Temperatura del Conductor	:	Máxima 60°C , Mínima 5°C , Promedio 25°C

A-2. Módulo de Young Compuesto (E) para ACSR

$$m = A_a/A_s = 170,5/39,8 = 4,284$$

$$E = (m \times E_a + E_s)/(m + 1) = (4,284 \times 6.300 + 21.000)/(4,284 + 1) = 9,082 \text{ (kg/mm}^2\text{)}$$

A-3. Coeficiente de Expansión Compuesto (α) para ACSR

$$\alpha = (m \times E_a \times \alpha_a + \alpha_s \times E_s)/(m \times E_a + E_s)$$

$$= (4,284 \times 23 \times 10^{-6} \times 6.300 + 1,5 \times 10^{-6} \times 21.000)/(4,284 \times 6.300 + 21.000)$$

$$= 13,59 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$$

A-4. Vanos Viento y Peso Equivalentes

(a) Vano Equivalente = 350m

(b) Presión de viento $W_w (350) = S_e \times D \times 39 \times 10^{-3} \text{kg} = 350 \times 18.83 \times 10^{-3} \times 39 = 257 \text{kg}$

$$W_w (400) = 400 \times 18.83 \times 39 \times 10^{-3} = 294 \text{kg}$$

(c) Peso $W_t (350) = S \times W \text{ kg} = 350 \times 0.737 = 258 \text{kg}$

$$W_t (400) = 400 \times 0.737 = 295 \text{kg}$$

A-5. Factor de Sobrecarga (para viento máximo y temperatura mínima)

$$S_e = 350 \text{m}: \quad q = (W_w^2 + W_t^2)^{1/2} / W_t = (257^2 + 258^2)^{1/2} / 258 = 1.41$$

$$S_e = 400 \text{m}: \quad q = (294^2 + 295^2)^{1/2} / 295 = 1.41$$

A-6. Peso Específico del Conductor

$$\delta = W/A = 0.737/210.3 = 3.50 \times 10^{-3} \text{ (kg/m.mm}^2\text{)}$$

A-7. Tensión Máxima de Trabajo del Conductor (basada en la condición

E.D.S)

Para la condición E.D.S la tensión del conductor es menor al 25% de la tensión de rotura (T_u), o sea que el factor de seguridad para EDS es de 4.0 con relación a T_u .

$$f_1 = 0.25 \times T_u/A = 0.25 \times 7.590 / 210.3 = 9.022 \text{ (kg/mm}^2\text{)}$$

$$\alpha.E.t = 13.59 \times 10^{-6} \times 9.082 \times 10^3 \times (18-25) = -0.864$$

$$q_1 = 1.00, \quad q_2 = 1.41$$

$$K = f_1 - (q_1 \cdot \delta)^2 \cdot S_e^2 \cdot E/24 \cdot f_1^2$$

$$= 9.022 - (1.00 \times 3.50)^2 \times 10^{-6} \times 9.082 \times 10^3 \times S_e^2 / 24 \times 9.022^2$$

$$= 9.022 - 0.0569 \times 10^{-3} \cdot S_e^2$$

$$S_e = 350 \text{m} \quad K = 9.022 - 6.97 = 2.05$$

$$S_e = 400 \text{m} \quad K = 9.022 - 9.104 = -0.082$$

$$M = (q_2 \cdot \delta)^2 \cdot E \cdot S_e^2 / 24 = (1.41 \times 3.50)^2 \times 10^{-6} \times 9.082 \times 10^3 \cdot S_e^2 / 24$$

$$= 9.22 \times 10^{-3} \cdot S_e^2$$

$$S_e = 350 \text{m} \quad M = 1.129$$

$$S_e = 400 \text{m} \quad M = 1.475$$

Esfuerzo y Tensión Máxima de Trabajo

$$f_2^2 \{f_2 - (K - \alpha.E.t)\} = M$$

$$Se = 350m \quad f_2^2 \{f_2 - (2,05 + 0,864)\} = 1.129$$

$$f_2^2 (f_2 - 2,914) = 1.129$$

$$f_2^2 = 11,48 \text{ (kg/mm}^2\text{)} \quad \text{Max. tensi3n de trabajo: } T = f_2.A = 2,414\text{kg}$$

$$Se = 400m \quad f_2^2 \{f_2 - (-0,082 + 0,864)\} = 1.475$$

$$f_2^2 = 11,65 \text{ (kg/mm}^2\text{)} \quad \text{Max. tensi3n de trabajo: } T = f_2.A = 2.450\text{kg}$$

Para la tensi3n máxima de trabajo del conductor se adopta el valor 2.400kg. El factor de seguridad de la tensi3n máxima de trabajo con relaci3n a la tensi3n de rotura es $7.590/2,400 = 3,10$, esto es mayor que el valor requerido 2,5.

A-8. Flecha Máxima y Mínima del Conductor

$$f_1 = 2.400 / 210,3 = 11,41 \text{ (kg/mm}^2\text{)}, \quad q_1 = 1,41, \quad q_2 = 1,0,$$

$$\alpha.E.t \text{ max} = 13,59 \times 10^{-6} \times 9,082 \times 10^3 \times (60-18) = 5,184$$

$$\alpha.E.t \text{ min} = 13,59 \times 10^{-6} \times 9,082 \times 10^3 \times (5-18) = -1,604$$

$$K = f_1 - (q_1.\delta)^2 .E.Se^2 / 24 \times f_1^2$$
$$= 11,41 - 1,41^2 \times 3,50^2 \times 10^{-6} \times 9,082 \times 10^3 .Se^2 / 24 \times 11,41^2$$
$$= 11,41 - 0,071 \times 10^{-3} .Se^2$$

$$Se = 350m \quad K = 11,41 - 8,70 = 2,71$$

$$Se = 400m \quad K = 11,41 - 11,36 = 0,05$$

$$M = (q_2.\delta)^2 .E.Se^2 / 24 = 3,50^2 \times 10^{-6} \times 9,082 \times 10^3 .Se^2 / 24 = 4,636 \times 10^{-3} .Se^2$$

$$Se = 350m \quad M = 467,91$$

$$Se = 400m \quad M = 741,76$$

Flecha Máxima y Mínima del Conductor

$$Se = 350m \quad f_2^2 \{f_2 - (2,71 - 5,184)\} = 567,91$$

$$f_2 = 7,533 \text{ (kg/mm}^2\text{)}$$

$$Se = 400m \quad f_2^2 \{f_2 - (0,05 - 5,184)\} = 741,76$$

$$f_2 = 7,623 \text{ (kg/mm}^2\text{)}$$

Esfuerzo del conductor para la flecha mínima

$$Se = 350m \quad f_2^2 \{f_2 - (2,71 + 1,604)\} = 567,91$$

$$f_2 = 9,995 \text{ (kg/mm}^2\text{)}$$

$$S_e = 400m \quad f_2^2 \{f_2 - (0,05 + 1,604)\} = 741,76 \quad f_2 = 9,635 \text{ (kg/mm}^2\text{)}$$

A-9. Flechas máximas y mínimas para el conductor

Flechas máximas

$$D_{350m} = 8 \cdot q_2 \cdot S_e^2 / 8 \times f_2 = 3,50 \times 10^{-3} \cdot S_e^2 / 8 \times 7,533 = 0,0581 \times 10^{-3} \times S_e^2$$

$$D_{400m} = 3,50 \times 10^{-3} \cdot S_e^2 / 8 \times 7,623 = 0,0574 \times 10^{-3} \times S_e^2$$

Flechas mínimas

$$D_{350m} = 3,50 \times 10^{-3} \cdot S_e^2 / 8 \times 9,995 = 0,0438 \times 10^{-3} \times S_e^2$$

$$D_{400m} = 3,50 \times 10^{-3} \cdot S_e^2 / 8 \times 9,635 = 0,0454 \times 10^{-3} \times S_e^2$$

	Flecha Máxima (m)		Flecha Mínima (m)	
	Vano Equivalente (m)		Vano Equivalente (m)	
	350m	400m	350m	400m
50m	0,15	0,14	0,11	0,11
100m	0,58	0,57	0,44	0,45
150m	1,31	1,29	0,99	1,02
200m	2,32	2,30	1,75	1,82
250m	3,63	3,59	2,74	2,84
300m	5,23	5,17	3,94	4,09
350m	7,12	7,03	5,37	5,56
400m	9,30	9,18	7,01	7,26
450m	11,77	11,62	8,87	9,19
500m	14,59	14,35	10,95	11,35
550m	17,57	17,36	13,25	13,73
600m	20,92	20,66	15,77	16,34
650m	24,55	24,25	18,51	19,18
700m	28,47	28,13	21,46	22,25
800m	37,18	36,74	28,03	29,06
900m	47,06	46,49	35,48	36,77
1,000m	58,10	57,40	43,80	45,40
1,100m	70,30	69,45	53,00	54,93
1,200m	83,66	82,66	63,07	65,38
1,500m	130,73	129,15	98,55	102,15
2,000m	232,40	229,60	175,20	181,6
2,500m	363,13	158,75	273,75	283,74

7-2-5

B. CABLES DE TIERRA

B-1. Condiciones para el Cálculo de la Flecha

La flecha del cable de tierra para el vano medio de 350 m y 5°C de temperatura, sin viento deberá ser el 80% de la flecha del conductor para las mismas condiciones.

La flecha del conductor para la condición sin viento y 5°C de temperatura es de 5,37 m. La flecha del cable de tierra en esas condiciones, deberá ser de aproximadamente $5,37 \times 0,8 = 4,30\text{m}$.

B-2. Características del Cable de Tierra

Cableado	: St. 7/3,2mm
Sección Transversal	: $A = 56,29\text{mm}^2$
Diámetro	: $D = 9,60\text{mm}$
Peso Unitario	: $w = 0,446\text{kg/m}$
Tensión Última de Rotura	: $T_u = 4.660\text{kg}$
Módulo de Young	: $E_s = 21.000\text{kg/mm}^2$
Coefficiente de Expansión Lineal	: $\alpha_s = 1,5 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$
Presión del Viento	: $w_p = 39\text{kg/m}^2$
Factor de Seguridad Mínimo	: 2,5 veces T_u
Temperatura del Cable	: Máxima: 40 °C Mínima: 5 °C, Promedio: 25 °C

B-3. Presión de Viento, Coeficiente de Sobrecarga y Peso Específico

$$\text{Presión de Viento} \quad W_w = D \times 10^{-3} \times 39 = 0.374 \text{ (kg/m)}$$

$$\text{Coeficiente Sobrecarga} \quad q = (W_w^2 + W^2)^{1/2} / W = 1.305$$

$$\text{Peso Específico} \quad \delta = w/A = 7,923 \times 10^{-3} \text{ (kg/m.mm}^2\text{)}$$

B-4. Esfuerzo del Cable para la Condición sin Viento y 5 °C de Temperatura

$$f = \delta \cdot q_2 \cdot S_e^2 / 8 \times d_2$$

donde, $d_2 = 4.30\text{m}$ (80% de la flecha del Conductor Activo)

$$f = 7,923 \times 10^{-3} \times 1,0 \times 350^2 / 8 \times 4,30 = 28,214 \text{ (kg/mm}^2\text{)}$$

B-5. Tensión Máxima de Trabajo del Cable de Tierra

$$\alpha.E.t = 1,5 \times 10^{-6} \times 21 \times 10^3 \times (18-5) = 0,410$$

$$K = f_1 - (q_1 \cdot \delta)^2 \cdot E \cdot S_e^2 / 24 \times f_1^2,$$

$$M = (q_2 \cdot \delta)^2 \cdot E \cdot S_e^2 / 24$$

$$K = 28,214 - (1 \times 7,923 \times 10^{-3})^2 \times 21 \times 10^3 \times 350^2 / 24 \times 28,214^2 = 19,76$$

$$M = 1,305^2 \times 7,923^2 \times 10^{-6} \times 21 \times 10^3 \times 350^2 / 24 = 11,459$$

$$f_2^2 (f_2 - (K - \alpha.E.t)) = M$$

$$f_2^2 (f_2 - 19,35) = 11,459$$

$$f_2 = 31,155 \text{ (kg/mm}^2\text{)},$$

por lo tanto, la tensión máxima de trabajo será: $T = f_2 \cdot A = 1,754 \text{ (kg)}$

El factor de seguridad con relación a la tensión máxima de rotura es mayor a 2,5 (4,660/1,754 = 2,66).

7.3 Entrada a Conguillo

7.3 Boca de Entrada a Conguillo

(1) Perdidas de Carga en la Tubería

1. Condiciones de diseño

- | | |
|-------------------------------------|---|
| (1) Flujo de diseño | 18 m ³ /s (9 m ³ /s por unidad) |
| (2) Diámetro interior de la tubería | 1200 – 1400 mm |
| (3) Longitud de la tubería | 5.7 m – 26 m |

2. Cálculos

- (1) Pérdida hidráulica en la rejilla

$$h_1 = 0.3 \text{ m}$$

- (2) Pérdida en la tubería de entrada

$$h_2 = f_e \times \frac{V_1^2}{2g}$$

Donde,

f_c : Coeficiente de rozamiento 0.15
(Boca acampanada)

V_1 : Velocidad 7.96 m/s

$$V_1 = \frac{9}{\pi \times 1.2^2 / 4} = 7.96$$

Por lo tanto,

$$h_2 = 0.48491 \text{ m}$$

- (3) Pérdida en la válvula mariposa

$$h_3 = f_e \times \frac{V_1^2}{2g}$$

Donde,

f_c : Coeficiente de rozamiento 0.2

Por lo tanto,

$$h_3 = 0.64618 \text{ m}$$

- (4) Pérdida por rozamiento en la tubería

$$h_4 = f_e \times \frac{L_1}{D_1} \times \frac{V_1^2}{2g}$$

Donde,

f_e : Coeficiente de rozamiento 0.027

$$f_e = \left\{ 0.0144 + 2.5 / (1,000 \times \sqrt{V_1}) \right\} \times 1.5$$

L_1 : Longitud de la tubería 5.7 m

D_1 : Diámetro interior de la tubería 1.2 m

g : Gravedad 9.8 m/s²

Por lo tanto,

$$h_4 = 0.41436 \text{ m}$$

(5) Pérdida en la tubería que se ensanchan

$$h_5 = \frac{(V_1 - V_2)^2}{2g} \times f_e$$

Donde,

f_e : Coeficiente de rozamiento 0.33

$$V_2 = \frac{9}{\pi \times 1.4^2 / 4} = 5.85$$

Por lo tanto,

$$h_5 = 0.07513 \text{ m}$$

(6) Pérdidas en codos

$$h_6 = f_e \times \frac{V^2}{2g}$$

Donde,

f_e : Coeficiente de rozamiento 0.083

$$f_e = \left\{ 0.131 + 1.847 \times (D_2 / 2R)^{3.5} \right\} \times (\theta / 90)^{0.5}$$

$D_2 = 1.4 \text{ m}$

$R = 3.5 \text{ m}$

$\theta = 33^\circ 1' 26''$

Por lo tanto,

$$h_6 = 0.14537 \text{ m}$$

(7) Pérdidas en codos

$$h_7 = 0.14537$$

(8) Pérdida en válvula mariposa

$$h_8 = f_e \times \frac{V_2^2}{2g}$$

Donde,

$$f_c : \text{ Coeficiente de rozamiento } 0.2$$

Por lo tanto,

$$h_8 = 0.34879 \text{ m}$$

(9) Pérdida en válvula mariposa

$$h_9 = 0.34879$$

(10) Pérdida por rozamiento en la tubería

$$h_{10} = f_e \times \frac{L_2}{D_2} \times \frac{V_2^2}{2g}$$

Donde,

$$f_e : \text{ Coeficiente de rozamiento } 0.027$$

$$f_e = \left\{ 0.0144 + 9.5 / (1,000 \times \sqrt{V_2}) \right\} \times 1.5$$

$$L_2 : \text{ Longitud de la tubería } 33 \text{ m}$$

$$D_2 : \text{ Diámetro interior de la tubería } 1.4 \text{ m}$$

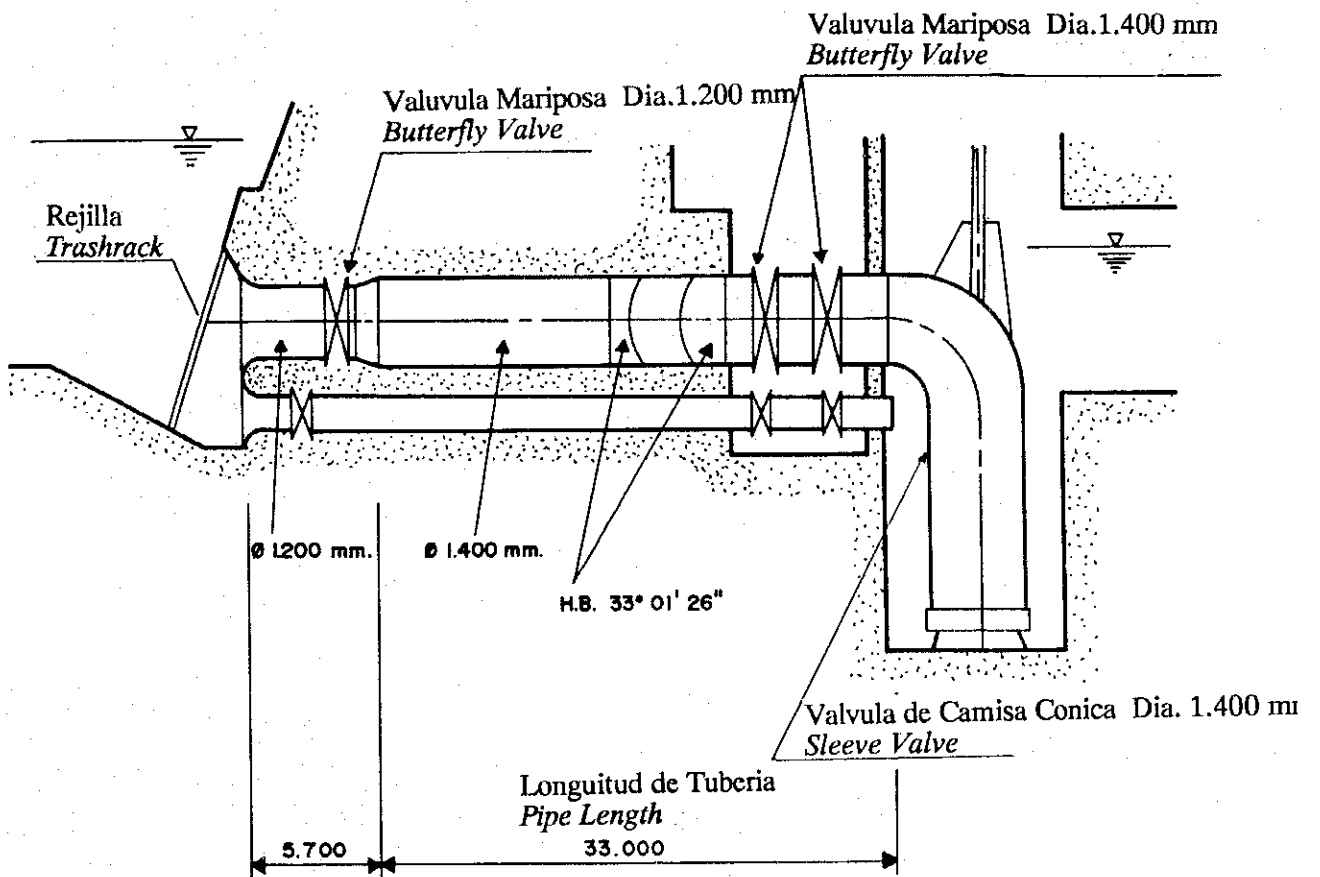
Por lo tanto,

$$h_{10} = 1.10991 \text{ m}$$

(11) Pérdidas por rozamiento en la tubería

$$\begin{aligned}h_e &= h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5 + h_6 + h_7 + h_8 + h_9 + h_{10} \\&= 0.3 + 0.48491 + 0.64618 + 0.41436 + 0.07513 + 0.14537 + \\&\quad 0.14537 + 0.34879 + 0.34879 + 1.10991 \\&= 3.9437 \text{ m} \quad \rightarrow \quad 4.0 \text{ m}\end{aligned}$$

ARREGLO DE LA BOCA DE ENTRADA A CONGUILLO
ARRANGEMENT OF CONGUILLO INLET



7-3-✓

7.4 Entrada a Poza Honda

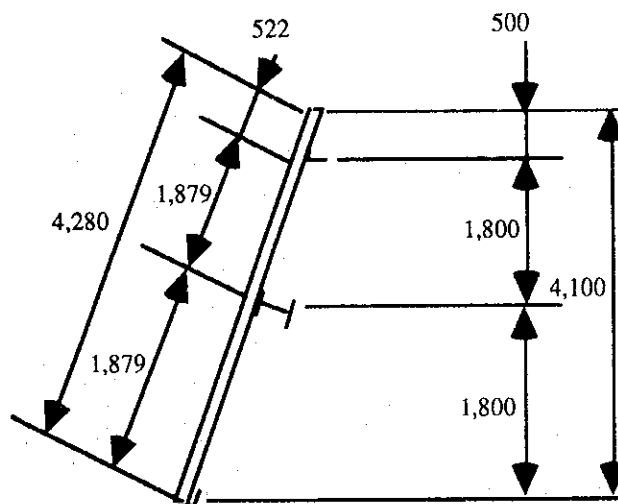
7.4 Boca de Entrada a Poza Honda

(1) Rejilla Fija de la Toma

1. Condiciones de Diseño

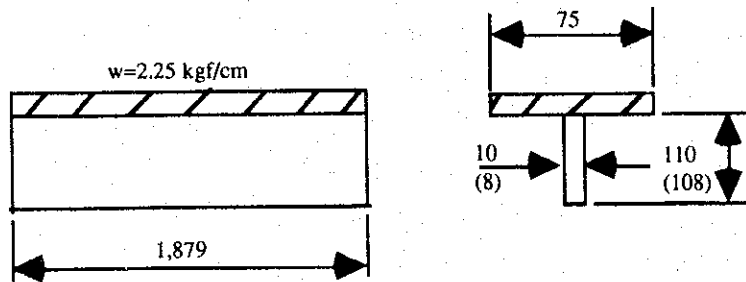
Tipo	: Rejilla fija tipo oblicua
Cantidad	: 1 juego
Ancho libre	: 4.0 m
Altura	: 4.1 m (Losa EL.95.50 m - Solera EL.91.40 m)
Gradiente	: 1 : 0.3 ($\Theta = 73^\circ \sim 18' \sim 3''$)
Longitud oblicua	: 4.28 m
Paso entre barras	: 75 mm (centro a centro)
Carga de diseño	: Carga de agua 3.0 m
Deflexión máxima de las vigas de soporte	: 1/600 distancia entre apoyos
Sobre espesor por corrosión	: 2.0 mm para las barras y las vigas de soporte. (Condición usualmente sumergida en agua)

2. Disposición de la Rejilla



3. Barras

(1) Momento flector y esfuerzo



a. Momento flector

$$M = \frac{W \times L^2}{8}$$

Donde,

M : Momento flector (kgf-cm)

W : Carga unitaria sobre la barra

$$0.3 \text{ kgf/cm}^2 \times 7.5 \text{ cm} = 2.25 \text{ kgf/cm}$$

L : Distancia máxima de centro a centro de las vigas de soporte

187.9 cm

Por lo tanto,

$$M = \frac{2.25 \times 187.9^2}{8} = 9,930 \text{ kgf-cm}$$

b. Esfuerzo de flexión

$$\sigma_b = \frac{M}{Z}$$

donde,

σ_b : Esfuerzo de flexión (kgf/cm²)

M : Momento flector 9930 kgf-cm

Z : Módulo de la sección
FB 110 x 10 15.5 cm³
(108 x 8)

Por lo tanto,

$$\sigma_b = \frac{9,930}{15.5} = 641 \text{ kgf / cm}^2$$

(2) Esfuerzo crítico considerando pandeo horizontal

$$C_r = 0.6 \times Y \times (1.23 - 0.0153 \times L/T)$$

Donde,

C_r : Esfuerzo crítico (kgf/cm²)

Y : Resistencia a punto cedente del material 2400 kgf/cm²

L : Longitud lateral no soportada 35 cm

T : Espesor de la barra 0.8 cm

Por lo tanto,

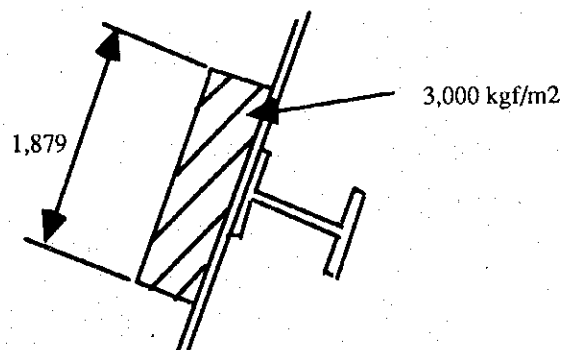
$$C_r = 0.6 \times 2400 \times (1.23 - 0.0153 \times 35 / 0.8)$$
$$= 807 \text{ kgf/cm}^2$$

$$\sigma_b = 641 \text{ kgf/cm}^2 < C_r = 807 \text{ kgf/cm}^2$$

4. Vigas de Soporte Intermedias

(1) Carga de presión de agua

La carga de presión de agua actuando sobre cada viga, es como sigue:



35
x

7-4-3

$$W_w = L \times h \times B$$

Donde,

W_w : Carga de presión de agua (kgf)

L : Distancia centro a centro entre vigas de soporte 1.879 m

h : Carga de diseño 3000 kgf/m²

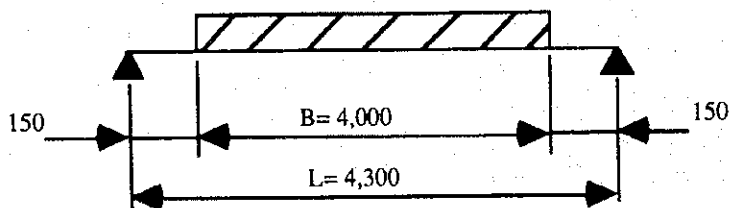
B : Ancho libre 4.0 m

Por lo tanto,

$$W_w = 1.879 \times 3000 \times 4.0$$

$$= 22548 \text{ kgf}$$

(2) Momento flector y fuerza de corte debido a la carga de agua



a. Momento flector

$$M_x = W_w \times (2L - B) / 8$$

Donde,

M_x : Momento flector debido a la carga de agua (kgf-cm)

W_w : Carga de presión de agua 22548 kgf

L : Distancia entre apoyos (B+30) 430 cm

B : Ancho libre 400 cm

Por lo tanto,

$$M_x = 22548 \times (2 \times 430 - 400) / 8$$

$$= 1'296.510 \text{ kg-cm}$$

b. Fuerza de corte

$$S_x = W_w / 2$$

Donde,

S_x : Fuerza de corte debida a la carga de agua (kgf)

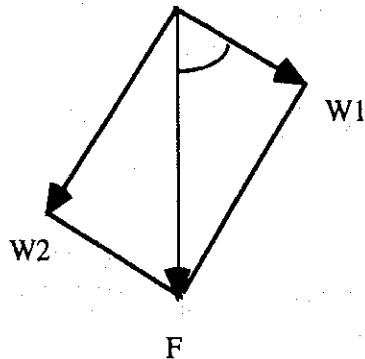
W_w : Carga de presión de agua 22548 kgf

Por lo tanto,

$$S_x = 22548 / 2 \\ = 11274 \text{ kgf}$$

(3) Momento flector y fuerza de corte debida al peso propio

La fuerza debido al peso propio es distribuida como sigue :



$$W_1 = F \cos \theta$$

$$W_2 = F \sin \theta$$

Donde,

W_1, W_2 : Carga unitaria en cada dirección (kgf/cm)

F : Carga unitaria debida al peso propio 0.897 kgf/cm

θ : Ángulo entre "F" y "W1" $73^\circ \sim 18' \sim 3''$

Por lo tanto,

$$W_1 = 0.897 \times \cos 73^\circ \sim 18' \sim 3'' \\ = 0.258 \text{ kgf/cm}$$

$$W_2 = 0.897 \times \sin 73^\circ \sim 18' \sim 3'' \\ = 0.859 \text{ kgf/cm}$$

a. Momento flector

$$M_1 = W_1 \times L^2 / 8$$

$$M_2 = W_2 \times L^2 / 8$$

Donde,

M1, M2 : Momento flector en cada dirección (kgf-cm)

W1, W2 : Carga unitaria en cada dirección (kgf/cm)

$$W1 = 0.258 \text{ kgf/cm}$$

$$W2 = 0.859 \text{ kgf/cm}$$

L : Distancia entre apoyos 430 cm

Por lo tanto,

$$M1 = 0.258 \times 430^2 / 8$$

$$= 5963 \text{ kgf-cm}$$

$$M2 = 0.859 \times 430^2 / 8$$

$$= 19853 \text{ kgf-cm}$$

b. Fuerza de corte

$$S_1 = W_1 \times L / 2$$

Donde,

S1 : Fuerza de corte debida al peso propio (kgf)

W1, L : Igual que arriba

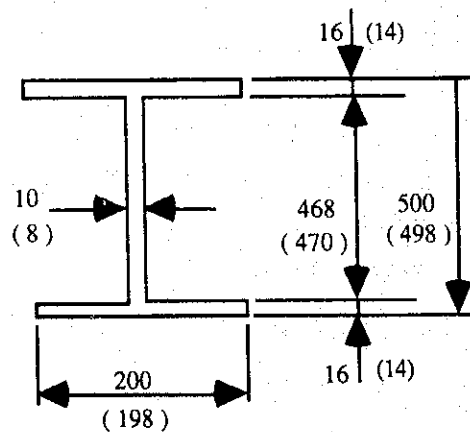
Por lo tanto,

$$S1 = 0.258 \times 430 / 2$$

$$= 55 \text{ kgf}$$

(4) Esfuerzos de flexión y corte

Propiedades de la sección



JIS G 3192 H-500 x 200 x 10/16 a usarse

Momento de inercia

$$I_x = 47800 \text{ cm}^4$$

$$I_y = 2140 \text{ cm}^4$$

Módulo de la sección

$$Z_x = 1910 \text{ cm}^3$$

$$Z_y = 214 \text{ cm}^3$$

$$\text{Área del alma } A_w = 38 \text{ cm}^2$$

a. Esfuerzo de flexión

$$\sigma_b = (M_x + M_1) / Z_x + M_2 / Z_y$$

Donde,

σ_b : Esfuerzo de flexión (kgf/cm²)

M_x : Momento flector debido a la carga de agua 1'296.510 kgf-cm

M_1 : Momento flector debido al peso propio 5963 kgf-cm

Z_x : Módulo de la sección 1910 cm³

M_2 : Momento flector debido al peso propio 19853 kgf-cm

Z_y : Módulo de la sección 214 cm³

Por lo tanto,

$$\sigma_b = (1'296.510 + 5963) / 1910 + 19853 / 214$$

$$= 775 \text{ kgf/cm}^2 < \sigma_{ba} = 1200 \text{ kgf/cm}^2$$

σ_{ba} : Esfuerzo admisible de flexión

b. Esfuerzo de corte

$$\tau_c = (S_x + S_1) / A_w$$

donde,

τ_c : Esfuerzo de corte (kgf/cm²)

S_x : Fuerza de corte debido a la presión de agua 11274 kgf

S_1 : Fuerza de corte debida al peso propio 55 kgf

A_w : Área del alma 38 cm²

38
90

7-4-7

Por lo tanto,

$$\begin{aligned} \tau_c &= (11274 + 55) / 38 \\ &= 298 \text{ kgf/cm}^2 < \tau_{ca} = 0.3 \tau_{ym} \neq 700 \text{ kgf/cm}^2 \\ \tau_{ca} &: \text{Esfuerzo admisible de corte} \end{aligned}$$

(5) Deflexión

$$\delta = \frac{(W_w + W_1 \times B)}{48 \times E \times I_x} (L^3 - L \times B^2 / 2 + B^3 / 8)$$

Donde,

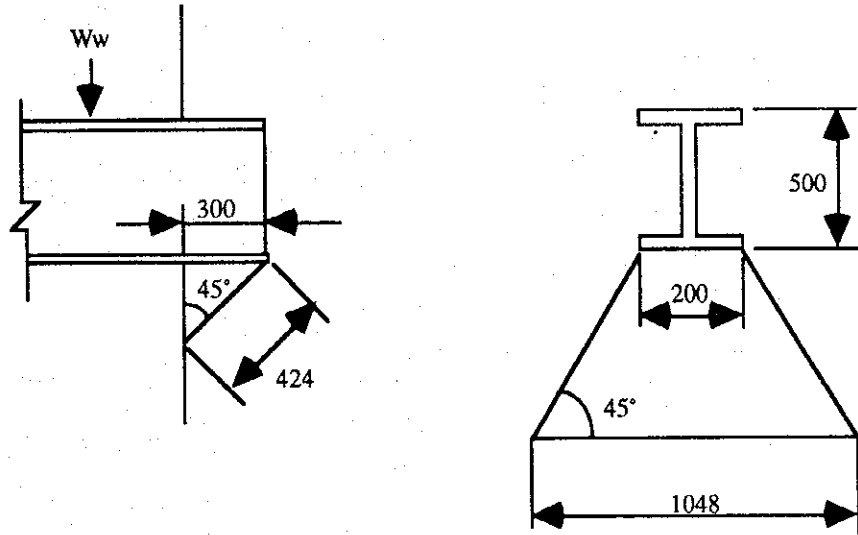
	δ :	Deflexión de la viga	(cm)
	W_w :		Carga de presión
de agua		22548 kgf	
	W_1 :		Carga unitaria
debido al peso propio		0.258 kgf/cm	
	B :	Ancho libre	400 cm
	L :	Distancia entre apoyos	430 cm
	E :	Módulo de young	$2.1 \times 10^6 \text{ kgf/cm}^2$
	I_x :	Momentode inercia	47800 cm^4

Por lo tanto,

$$\begin{aligned} \delta &= \frac{(22,548 + 0.258 \times 400)}{48 \times 2.1 \times 10^6 \times 47,800} (430^3 - 430 \times 400^2 / 2 + 400^3 / 8) \\ &= 0.250 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\delta/L = 0.250 / 430 = 1 / 1720 < 1 / 600$$

5. Resistencia del Hormigón



(1) Esfuerzo de aplastamiento del hormigón

$$\sigma_c = W_w / (2 \times A_1)$$

Donde,

σ_c : Esfuerzo de aplastamiento del hormigón (kgf/cm²)

W_w : Carga de presión de agua 22548 kgf

A_1 : Área de aplastamiento del hormigón 30 x 20 = 600 cm²

Por lo tanto,

$$\sigma_c = 22,548 / (2 \times 600)$$

$$= 18.79 \text{ kgf/cm}^2 < 60 \text{ kgf/cm}^2$$

(Esfuerzo admisible de aplastamiento de hormigón)

(2) Esfuerzo de corte del hormigón

$$\tau_c = W_w / (2 \times A_2)$$

Donde,

τ_c : Esfuerzo de corte del hormigón (kgf/cm²)

W_w : Carga de presión de agua 22548 kgf

$$A2 : \text{Área de corte del hormigón} \quad 2646 \text{ cm}^2$$
$$(20 + 104.8) / 2 \times 42.4$$

Por lo tanto,

$$\tau_c = 22548 / (2 \times 2646)$$

$$= 4.3 \text{ kgf/cm}^2 < 8 \text{ kgf/cm}^2$$

(Esfuerzo admisible de corte del hormigón)

(2) Perdidas de Carga en la Tubería

1. Condiciones de Diseño

- (1) Flujo de diseño $4\text{ m}^3/\text{s}$ ($2\text{ m}^3/\text{s}$ por unidad)
- (2) Tamaño del tunel de entrada $2.5 \times 4.0\text{ m}$
- (3) Longitud del tunel de entrada 39.3 m
- (4) Diámetro interior de la tubería 900 mm
- (5) Longitud de la tubería 15.9 m

2. Cálculos

- (1) Pérdida hidráulica en la rejilla
 $h_1 = 0.3\text{ m}$

- (2) Pérdida en el tunel de entrada

$$h_2 = f_e \times \frac{V_1^2}{2g}$$

Donde,

f_e : Coeficiente de rozamiento 0.2
(Boca acampanada)

V_1 : Velocidad 0.4 m/s

$$V_1 = \frac{4}{2.5 \times 4} = 0.4$$

Por lo tanto,

$$h_2 = 0.00163$$

- (3) Pérdidas por rozamiento en el tunel

$$h_3 = \frac{n^2 \times V_1^2}{rh^{4/3}} \times L_1$$

Donde,

n : Coeficiente de rugosidad 0.015

V_1 : Velocidad 0.4 m/s

L_1 : Longitud del tunel 5.8 m

rh : Radio hidráulico 0.77 m

$$rh = \frac{2.5 \times 4}{2 \times (2.5 + 4)} = 0.77$$

Por lo tanto,

$$h_3 = 0.00030 \text{ m}$$

(4) Pérdidas en el tunel de transición

$$h_4 = f_e \times \frac{V_1^2 - V_2^2}{2g}$$

Donde,

f_e : Coeficiente de rozamiento 0.05

V_2 : Velocidad

$$V_2 = \frac{4}{\{4 \times 0.5 + \pi \times 2^2 / 2\}} = 0.48$$

por lo tanto,

$$h_4 : 0.00019 \text{ m}$$

(5) Pérdidas por rozamiento en el tunel

$$h_5 = \frac{n^2 \times V_2^2}{rh^{4/3}} \times L_2$$

Donde,

n : Coeficiente de rugosidad 0.015

V_2 : Velocidad 0.48 m/s

L_2 : Longitud del tunel 33.5 m

rh : Radio hidráulico

$$rh = \frac{\frac{\pi \times 2^2}{2} + 4 \times 2.5}{\pi \times 2 + 2 \times 2.5 + 4} = 1.07$$

Por lo tanto,

$$h_5 = 0.00159 \text{ m}$$

(6) Pérdidas en la tubería de entrada

$$h_6 = f_e \times \frac{V_3^2}{2g}$$

Donde,

f_e : Coeficiente de rozamiento 0.15
(Boca acampanada)

V_3 : Velocidad 3.14 m/s

$$V_3 = \frac{2}{\pi \times 0.9^2 / 4} = 3.14$$

Por lo tanto,

$$h_6 = 0.07564 \text{ m}$$

(7) Pérdidas en codos

$$h_7 = f_e \times \frac{V_3^2}{2g}$$

Donde,

f_e : Coeficiente de rozamiento 0.078
 $f_e = \{0.131 + 1.847 \times (D/2R)^{3.5}\} \times (\theta/90)^{0.5}$

$D = 0.9 \text{ m}$

$R = 2.25 \text{ m}$

$\theta = 28^\circ 48' 38.84''$

Por lo tanto,

$$h_7 = 0.03926 \text{ m}$$

(8) Pérdidas en codos

$$h_8 = 0.03926$$

(9) Pérdidas en válvula mariposa

$$h_9 = f_e \times \frac{V_3^2}{2g}$$

Donde,

$f_e =$ Coeficiente de rozamiento 0.2

Por lo tanto

$$h_9 = 0.10085 \text{ m}$$

(10) Pérdidas por rozamiento en la tubería

$$h_{10} = f_e \times \frac{L}{D} \times \frac{V_3^2}{2g}$$

Donde,

$$f_e : \text{Coeficiente de rozamiento} \quad 0.030$$

$$f_e = \left\{ 0.0144 + 9.5 / (1,000 \times \sqrt{V_3}) \right\} \times 1.5$$

$$L : \text{Longitud de la tubería} \quad 15.9 \text{ m}$$

$$D : \text{Diámetro interior de la tubería} \quad 0.9 \text{ m}$$

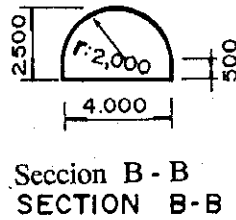
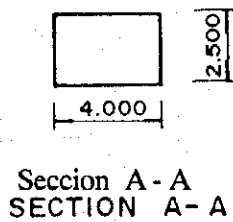
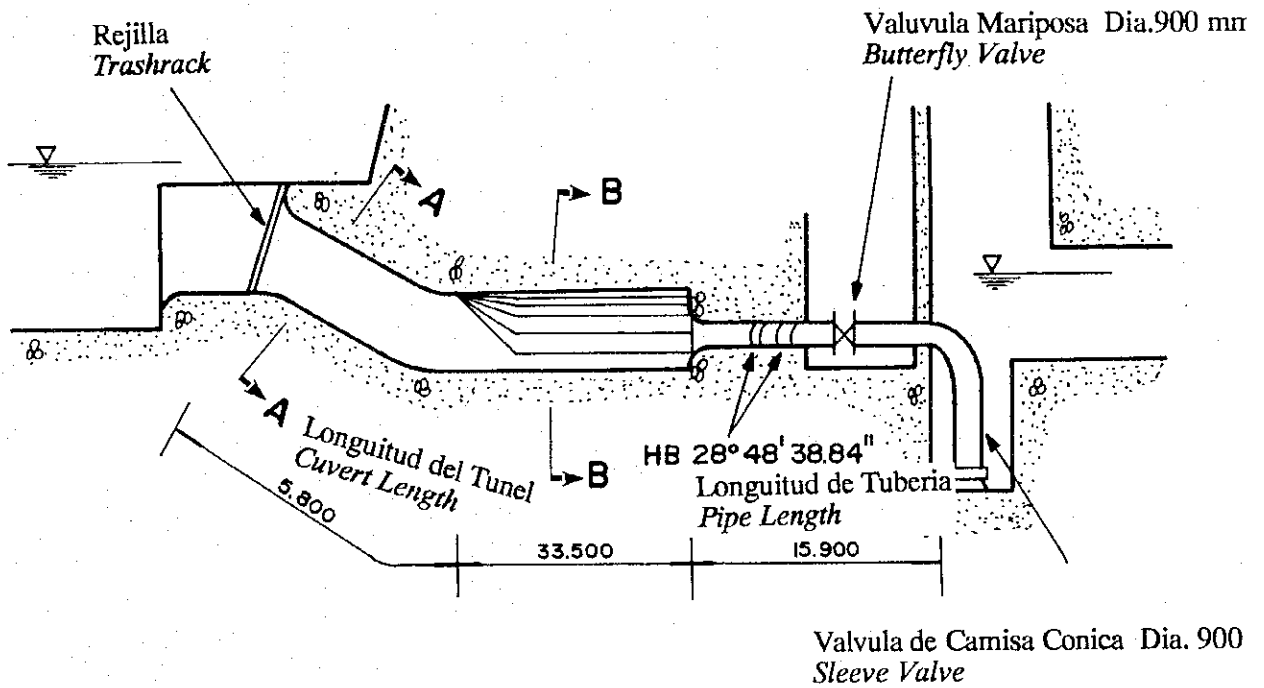
Por lo tanto,

$$h_{10} = 0.26726 \text{ m}$$

(11) Pérdida por rozamiento de la tubería

$$\begin{aligned} h_e &= h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5 + h_6 + h_7 + h_8 + h_9 + h_{10} \\ &= 0.3 + 0.00163 + 0.00030 + 0.00019 + 0.00159 + \\ &\quad 0.07564 + 0.03926 + 0.03926 + 0.10085 + 0.26726 \\ &= 0.826 \quad \rightarrow \quad 0.85 \text{ m} \end{aligned}$$

ARREGRO DE LA BOCA DE ENTRADA A POZA HONDA
ARRANGEMENT OF POZA HONDA INLET



JICA