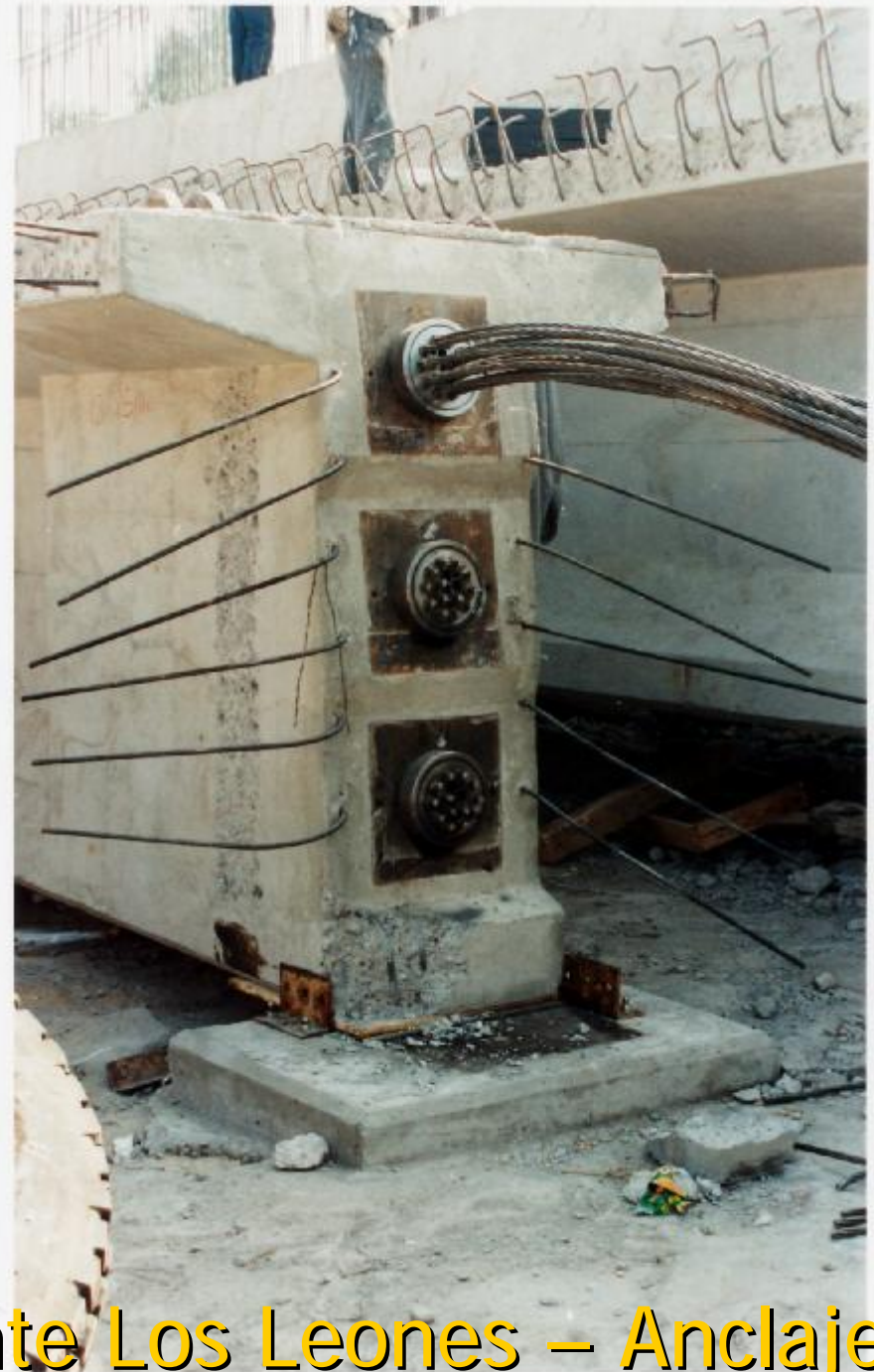


CLASE AUXILIAR #3

Cálculo de Superestructura Vigas Postensadas

Preparado por: Rodrigo Saldivia



Puente Los Leones – Anclajes



Puente Los Leones – Bloque Unión Dentada



Puente Los Leones – Desprendimiento en Cabezal

Puente Los Leones – Gato Multicable





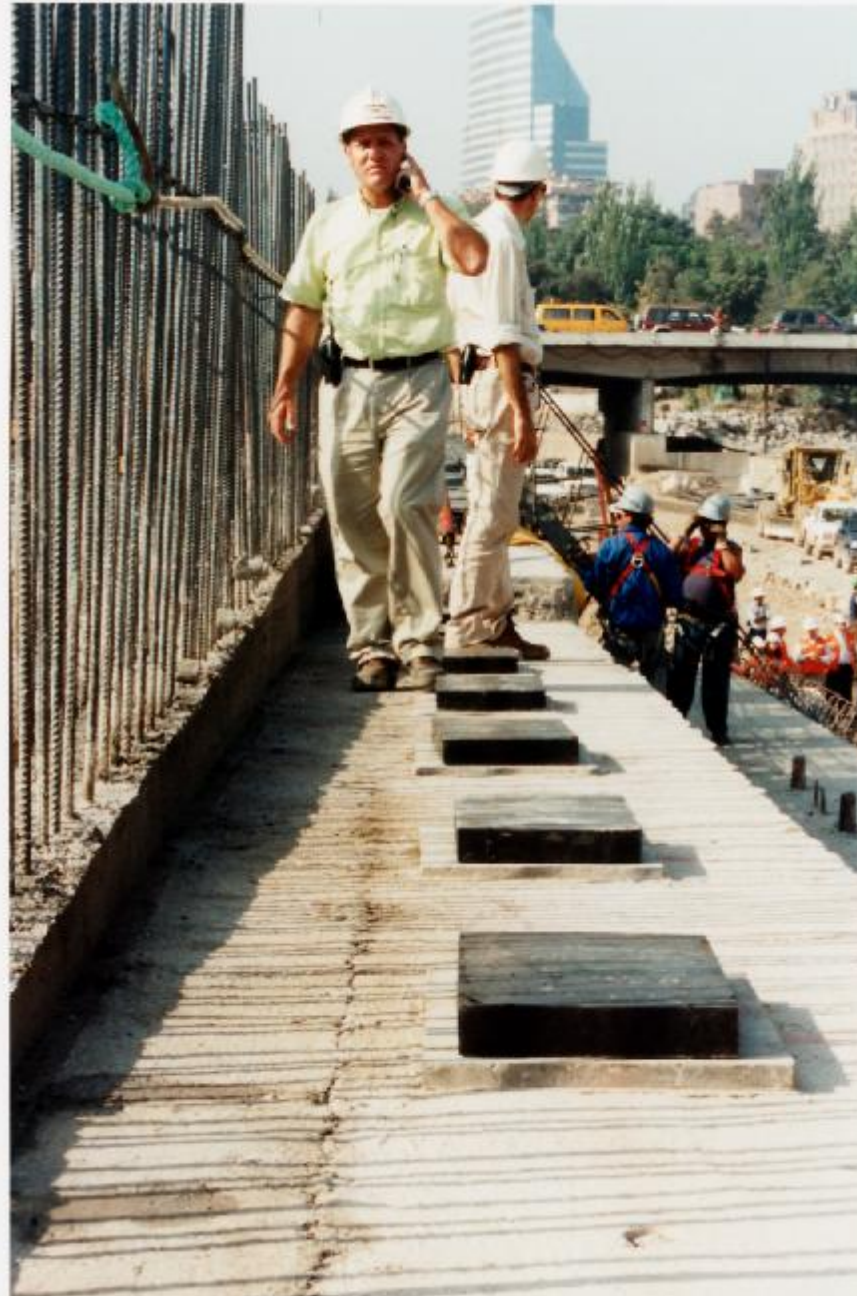
Puente Los Leones – Contraflecha

Puente Los Leones – Unión Vigas Postensadas





Puente Los Leones – Travesaños



Puente Los Leones – Placas de Apoyo

Puente Los Leones – Izaje Vigas Postensadas



ESFUERZOS ADMISIBLES EN EL ACERO DE PRECOMPRESIÓN

Pretensado		Postensado	
Inmediatamente antes de la Transferencia		Inmediatamente antes del Asentamiento	
Acero de Baja Relajación (Lo-lax)	0.75 f_s	En el Anclaje	0.70 f_s
Acero de Esfuerzo Rebajado (Strand Relieve)	0.70 f_s	Al final de la Zona de Pérdidas por Asentamiento	0.90 f^*_y
		Para Cargas de Servicio después de las Pérdidas	0.80 f^*_y

ESFUERZOS ADMISIBLES EN EL HORMIGÓN

			Pretensado	Postensado
Esfuerzos Temporales Antes de Ocurridas las Pérdidas por Retracción y Creep	Compresión		0.60 f _{ci}	0.55 f _{ci}
	Tracción	En Zonas en Tensión por Precompresión	No especificado	
		En Áreas de Tracción sin Refuerzos Adheridos	14 kg/cm ² o $1.6\sqrt{f'_c} \left[\text{kg} / \text{cm}^2 \right]$	
		Donde el esfuerzo de tensión calculado exceda este valor, el acero de refuerzo deberá ser proveído para resistir la fuerza de tracción completa, calculada con el supuesto de la sección no fisurada. El máximo esfuerzo de tracción no deberá exceder:	$2.0\sqrt{f'_c} \left[\text{kg} / \text{cm}^2 \right]$	
Esfuerzos para Cargas de Servicio Después de Ocurridas las Pérdidas Diferidas	Compresión	a.- Los esfuerzos de compresión para todas las combinaciones de carga, excepto las indicadas en (b) y (c) no podrán sobrepasar 0.60 f _c		
		b.- Los esfuerzos de compresión debido al postensado efectivo más las cargas permanentes no podrán sobrepasar 0.40 f _c		
		c.- Los esfuerzos de compresión debido a cargas vivas más la mitad de la suma de los esfuerzos de compresión debido al postensado efectivo y a las cargas permanentes, no podrán exceder 0.40 f _c		
	Tracción	a.- Para miembros con refuerzos adherentes (incluidos los cables)	$1.6\sqrt{f'_c} \left[\text{kg} / \text{cm}^2 \right]$	
		Para condiciones de corrosión extremas	$0.8\sqrt{f'_c} \left[\text{kg} / \text{cm}^2 \right]$	
		b.- Para miembros con refuerzos no adheridos	0	

PÉRDIDAS INSTANTÁNEAS

- Fricción:

$$FR = P_i \cdot e^{\left(k \cdot \frac{L_{ti}}{2} + m \cdot q_{ti} \right)}$$

P_i : fuerza de tensado inicial

k : factor de roce por fricción

m : factor de roce por serpenteo

L_{ti} : longitud del trazado del tramo i

q_{ri} : curvatura del trazado del tramo i

- Asentamiento de Cuñas:

$$L_x = \sqrt{\frac{c \cdot E_s \cdot A_s^* \cdot L_t / 2}{FR}} \quad \Rightarrow \Delta C = \begin{cases} \frac{FR \cdot (L_x - L_t / 2)}{L_t / 2} \\ 0 \quad \text{si} \quad L_x \leq L_t / 2 \end{cases}$$

- Acortamiento Elástico:

$$ES = 0.5 \cdot \frac{E_s f_{cir} A_s^*}{E_{Ci}} \quad E_{Ci} = 2.4^{1.5} \times 4.3 \sqrt{f'_{ci}}$$

f_{cir}: esfuerzo de compresión en el hormigón en el centro de gravedad del acero de precompresión debido a la fuerza de tensado y al peso propio de la viga inmediatamente después de la transferencia.

PÉRDIDAS DIFERIDAS

- Retracción:

$$SH = 0.80 \cdot (1.2 - 1.06 R_h) A_s^*$$

- Creep del Hormigón:

$$CRc = (12 f_{cir} - 7 f_{cds}) A_s^*$$

- Creep del Acero:

$$CRs = 0.352 A_s^* - 0.07 FR - 0.1 E_s - 0.05 (CRc + SH) \quad (Lo - lax)$$

$$CRs = 1.408 A_s^* - 0.07 FR - 0.1 E_s - 0.20 (CRc + SH) \quad (Strand)$$

fcds: esfuerzo de compresión en el hormigón en el centro de gravedad del acero de precompresión debido a todos los pesos propios excepto el peso propio presente al momento que la fuerza de tensado es aplicada.

FUERZA DE POSTENSADO

- Inmediatamente después del asentamiento de cuñas:

$$P_0 = P_t - FR - \Delta C - ES$$

- En servicio efectivo:

$$P_{se} = P_0 - SH - CRc - CRs$$

Pte. Tabancura – Viga Postensada (1 de 2)

PEDRO ASTABURUAGA GUTIERREZ

PROYECTO COSMAZAR NORTE

MATERIA VIGAS PUNTE SN. FCO.

CALCULO REVISO 15/03/01 HOJA Nº 33 DE 42

3. VIGAS POSTENSADAS

3.1.- CARGAS Y MOMENTOS MAXIMOS V. INT. $\Delta S = 3.7m$
SON 4 VIGAS $L_v = 33.10m$, $L_n = 32.37m$, $H = 2.00$

PP VIGA $0.771 \times 2.5 = 1.928 Tm$ $M_{PP} = 752.5 Tm$
PP SOBRECARGA $0.20 \times 3.7 \times 2.5 = 1.850$ $M_{SC} = 242.3$
PP P+B+P $(0.53 \times 2.5 + 0.06 \times 2.4 \times 11) / 4 = 0.747$ $M_{P+B+P} = 97.9$

SOBRECARGA CARGA DE RUEDA DE DISCO
VEHICULAR $P_d = 1.2 \times 60 \times C_E \times 1/2 = 19.737 Tm$

CAMION $M_{S20-44+20\%} C_D = (15 + (P/3))^{1/4} (1/4)^{1/2} (1/4)^{1/2} = 1.863$ $M_{SC} = 207.4$

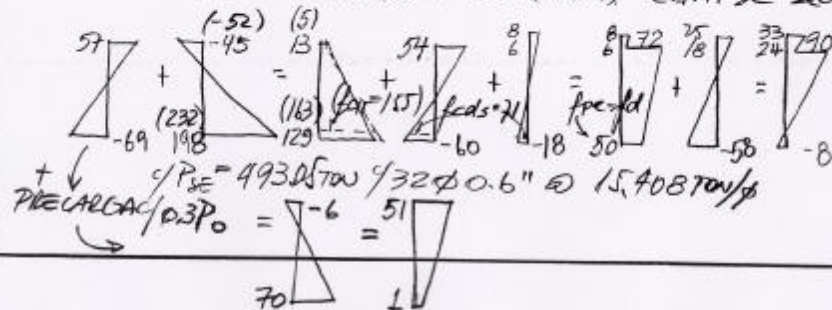
CON: $S/L_n = 0.114$ $C_E = 1 + 15.2T/14178 = 1.217$ $(M_{max} = 1596)$
 $kg/L_n^3 = 3.808$ $2/GUIDE SPECIFICATIONS FOR DISTRIBUTION OF LOADS FOR HIGHWAY BRIDGES AASHTO 1994$

3.2.- PROPIEDADES MECANICAS

ELEM'S 0. HORM. + $M_6 \times 27 \phi 1.20$ $20.11u + R 3.70 \times 20$
- $3 \phi 80 \times 2100$ $A = 0.7562 m^2$ 7831 14423
R 63×3.5 $q_k = 1.0932 m$ 10575 15319
 $\Delta 7 \times -3.5$ $z = 0.400534 m$ 425630 0.810748
R 70×16.5 $W_p =$ 113 1.213585
 $\Delta 50 \times 25$ $W_s = 0.001709$ 452540 1.732103
R 20×170 $W_L = 0.366381$ 401741 529234
 $\Delta 120 \times -15$ $f'_c = 300 kg/cm^2$ $m_p = 7/12$ $m_c = \sqrt{250/300}$
R 140×10 $E_u = 1.77 Tm/cm^2$ $E_s = 1970$

3.3.- TENSIONES Y POSTENSADO

$P_v + POSTEN = VACIO + EL \cdot A(P+B) = PERM + SC = SDU$



PEDRO ASTABURUAGA GUTIERREZ

PROYECTO

MATERIA

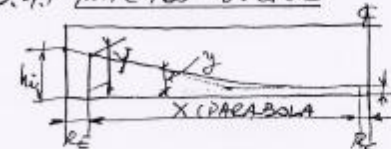
CALCULO

REVISO

FECHA 15/03/01 HOJA Nº 34 DE 42

3.4.- ESTIMACION DE LAS PERDIDAS Y ELONGACIONES

3.4.1 TRAZADO DUCTOS



$$Y = (h-r) - 2ReY/X$$

$$tg \theta_y = 2Y/X$$

$$le = R_e / \cos \theta_y$$

$$lc = X + Y^2/3X$$

DUCT h R_e X Y $tg \theta_y$ le lc $lc/2$

③ 1.500 0.55 16 1.710 1.637 1.557 16.076 16.593

② 1.00 16 0.842 1.053 1.553 16.015 16.568

① 0.500 16 0.374 0.8468 1.551 16.003 16.554

EN ZANITA CON DOBLE CURVATURA PARABOLICA $2Y = 0.15m$
CON LO CUAL SUMAR $2tg \theta_y = 0.050$ EN $X = 12.0m$
TAL QUE $\theta_R = \sqrt{\theta_x^2 + \theta_y^2}$

FUERZAS

DE POSTENSADO DUCTO ③ ② ①

$$P_T = 12 \times 20 + 10 \times 20 + 10 \times 20 = 640.70N$$

3.4.2 PERDIDAS INSTANTANEAS

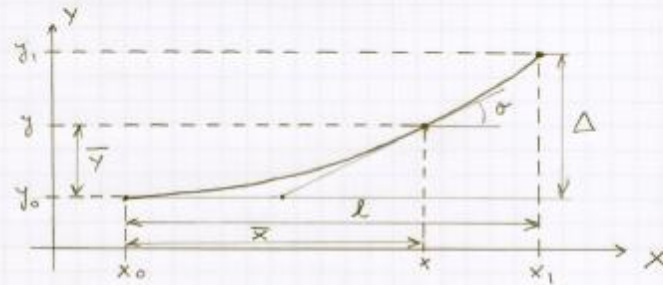
- LA FRICCIÓN $fR = 15.247 + 10.964 + 9.144 = 35.356 Tm$
CON $k = 2\%$ $\mu = 0.20$ 0.0675×240 0.0546×200 0.0459×200
 $kg/2 + HOR = 0.0656$ 0.0564 0.0468

- ASO. CUÑAS SI $L_x = \sqrt{CEA \cdot b} = 14.701, 15.813, 17.316 \leq L_t/2$
 $C = 0.60m$

- ACOPTAMIENTO $ES = 0.50 (E_{sf}/E_c) \times f_{ct} \times A_s$ \therefore NO HAY PERDIDA
ELASTICO CON $ES = 0.50 (1970/277) \times 1.55 \times 44.8 = 24.693 Tm$
TESADO/MONOCABLE

TOTAL PERDIDAS INSTANTANEAS: 60.049

$$P_0 = 579.957 Tm$$



$$y = \frac{(y_1 - y_0)}{(x_1 - x_0)^2} \cdot (x - x_0)^2 + y_0 \Rightarrow y = \frac{\Delta}{l^2} \cdot \bar{x}^2 + y_0$$

$$\text{tg } \alpha = \frac{(y - y_0)}{(x - x_0)/2} \Rightarrow \text{tg } \alpha = \frac{2 \bar{y}}{\bar{x}}$$

$$L_{rac} = (x - x_0) + \frac{8(y - y_0)^2}{3(x - x_0)} \Rightarrow L_{rac} = \bar{x} + \frac{8 \bar{y}^2}{3 \bar{x}}$$

Trazado de Ductos

Pte. Tabancura – Viga Postensada (2 de 2)

PEDRO ASTABURUAGA GUTIERREZ

PROYECTO: _____ MATERIA: _____
 CALCULO: _____ REVISO: 4 FECHA: 15/03/01 HOJA N° 35 DE 42
25/04/01

3.4.3 PERDIDAS DIFERIDAS

RETRACCION SH = 0.8 (1.2 - 0.8 RH) $A_s = 16.415 \text{ TON}$
 CON RH = 70%

RELAJACION $CR_c = (12 f_{cr} - 7 f_{cd}) A_s = 61.062 \checkmark$
 = CREEP TERM.

RELAJACION $CR_s = 0.75 A_s - 5\% (8 H C R_c) = 9.426 \checkmark$
 DEL ACERO
 Y $f_{cr} = 0$
 - 7% FR
 - 10% ES

TOTAL PERDIDAS DIFERIDAS: 86.904 TON

$P_{SE} = 493.047 \text{ TON}$

3.4.4 ELONGACIONES DUCRO

(TENDIDO MONOCABLE) ③ ② ①
 $\Delta e = \frac{16.1 \text{ TON}}{E_s A_s} (1 - \frac{f_{cr}}{f_{ti}}) (l_{ti} + 60) = \frac{161}{104} \quad \frac{162}{105} \quad \frac{164}{107}$

+ ASO. WMA OP. - ACTIVA = -0.002 -0.002 -0.002

DIFERENCIA PRECARGA A CARGA: $\frac{0.182}{159} \quad \frac{0.183}{160} \quad \frac{1.85}{162}$

3.5.- VERIFICACION CAPACIDAD FLEXURAL

$\phi M_u \geq M_{um} = 13 (2 M_{pp} + M_{sc} / a_6) = 1437.7 \text{ TM}$

$1525 \text{ TM} \geq M_{cr} = 1.2 W_c (f_r + f_{pc} - f_{cl}) = 555.7 \text{ TM}$
 $1.2 W_c (37.4 + 150)$

$(f_r = 2 \sqrt{f'_c} = 7)$
 $\phi M_u = 0.90 \times A_s \times f_{su} (d - a/2) = 1525.7 \text{ TM}$

$f_{su} = f'_s (1 - 0.5 \rho^* f'_s / f'_c) = 18.565 \text{ TON/cm}^2$
 $f'_s = 18.983 \text{ TON/cm}^2 \quad f'_c = 0.250 \text{ TON/cm}^2$

$a = 220 - 11 = 209 \text{ cm} \quad \rho^* = 0.579\%$
 $b = 370 \text{ cm} \quad A_s = 44.8 \text{ cm}^2$
 $a = A_s f_{su} / 0.856 f'_c = 10.6 \text{ cm}$

PEDRO ASTABURUAGA GUTIERREZ

PROYECTO: _____ MATERIA: _____
 CALCULO: _____ REVISO: _____ FECHA: 15/03/01 HOJA N° 37 DE 42

3.7.- ARMADURAS PASIVAS

3.7.1 CABEZALES

TRACCION ENTRE ANCLAJES (Y HAY)

CON $A_s = 0.20 P_o \text{ Sxb} / f_s \times A_c = 11.5 \text{ cm}^2$
 $A_c = b \times H = 70 \times 200 = 14000 \text{ cm}^2$
 $f_s = 2.52 \text{ TON/cm}^2$
 $S = 50$
 CON 4 #18 + 2 #12
 = 19.2 cm²
 D.F.

DESCARRAMIENTO FRONTAL

$T_o'' = 0.22 P_o i = 42.5 \text{ TON}$

$A_{req} = 17.9 \text{ cm}^2$ / 8 #12 25.1 cm $\phi e = 39 \text{ cm}$
 A44 28 H (SOLAPERA INV.)

TRACCION POR REDUCCION DEL ALMA

$T_1 = \frac{(70 - 20)}{4 \times 75} \times P_o' = 90.8 \text{ TON}$

$P_o' = P_o - f_r = 544.6 \text{ TON}$

$A_{req} = \frac{T_1 \times 20 \times 120}{200 \times 70 \times 0.85 f_y} = 4.7 \text{ cm}^2$
 / 6 #12 EN 3 #12 M 10

TRACCION FRONTAL X ENSANCHE FUERZAS

$T_2 = \frac{(70 - 30)}{4 \times 70} \times P_o' / 2 = 13.8 \text{ TON}$

$A_{req} = 3.9 \text{ cm}^2$ EN 3 #12 FRONTERAS
 6.8 cm²

Pte. Tabancura – Viga Postensada (Plano)

