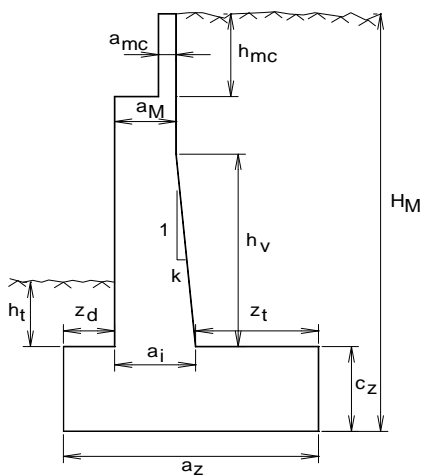


**Diseño de Estribo  
Puente Alfamayo**



- $H_M = 10.10m$
  - $a_z = 7.20m$
  - $h_{mc} = 1.40m$
  - $a_{mc} = 0.25m$
  - $a_M = 0.85m$
  - $h_v = 4.00m$
  - $k = 0.1$
  - $z_d = 2.00m$
  - $c_z = 1.20m$
  - $a_i = 1.250 m$
  - $z_t = 3.95m$
  - $h_t = 1.00m$
- < fricción del relleno  $\phi = 30^\circ$
  - ángulo relleno muro  $\delta = 15.00^\circ$
  - < fricción del terreno con el muro  $\phi' = 30^\circ$
  - Coficiente de Aceleración = 0.3
  - Coef.sismico = 0.15
  - coef hz = 0.150
  - coef vert = 0.075
  - coef. fricción f = 0.577
  - Long. Muro (m) 1.00

	Carga (kN)	Bra Hz (m)	Bra Ver (m)
Carga vertical permanente externa	106.43	2.25	8.70
Carga vertical variable externa	65.25	2.25	
Fuerza de Frenado	14.25		11.9
Carga sísmica horizontal externa	41.717		8.7

(Teoría de Coulomb- superficies de presión  
Ka = 0.320

p.e. relleno = 19.0 kN/m<sup>3</sup>  
p.e. concreto = 25.0 kN/m<sup>3</sup>

$\sigma_{adm} = 3.19 \text{ kgf/cm}^2$

$\sigma_{ult} = 4.79 \text{ kgf/cm}^2$

Para Condiciones no sismicas

$\sigma_{ult} = 6.22 \text{ kgf/cm}^2$

Para Condiciones sismicas

Altura equivalente de suelo para la carga vehicular de estribos  
use  $h_{eq} = 0.60m$   
 $W_L = 11.40 \text{ kN/m}^2$

Cargas verticales y horizontales no factoradas

	Cargas verticales Items	Fuerza (kN)	Brazo (m)	Momento (kN.m)
1	DC Peso muro	404.13	3.087	1247.59
2	EV Peso relleno	720.39	5.068	3650.97
3	DC Carga vertical permanente externa	106.43	2.25	239.47
4	LL Carga vertical variable externa	65.25	2.25	146.81
5	EH Comp.vert. Empuje	80.20	7.2	577.42
6	LS SC sobre relleno	55.18	5.03	277.26
2	EV Peso relleno en punta	38.00	1	38

	Cargas horizontales Items	Fuerza (kN)	Brazo (m)	Momento (kN.m)
1	EH Comp.hz Empuje	299.30	3.367	1007.65
2	LS Empuje por sobrecarga	36.82	5.050	185.92
3	EQ Empuje tierra por sismo (Mononobe Okab)	93.34	6.060	565.63
4	EQ Fuerza inercial del muro + relleno	168.68	4.597	775.35
5	BR Fza de Frenado	14.25	11.900	169.58
6	CR+SH+TU Fluenc, contrac,temp	10.64	8.700	92.59
7	EQ Carga sísmica horizontal externa	41.72	8.700	362.93

**Diseño de Estribo  
Puente Alfamayo**

Combinaciones de Carga

	DC	EV	EH*	LL	BR	LS	CR+SH+TU	EQ
Resistencia I	1.25	1.35	1.50	1.75	1.75	1.75	0.50	0.00
Resistencia Ia	0.90	1.00	1.50	1.75	1.75	1.75	0.50	0.00
Resistencia III	1.25	1.35	1.50	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00
Resistencia IIIa	0.90	1.00	1.50	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00
Evento Extremo I	1.25	1.35	1.50	0.50	0.50	0.50	0.00	1.00
Evento Extremo Ia	0.90	1.00	1.50	0.50	0.50	0.50	0.00	1.00

maximo minimo  
 \* 1.35 0.90 Coeficiente de reposo  
 1.50 0.90 Coeficiente activo

Estabilidad y condiciones de seguridad

**Exentricidad**

	V <sub>L</sub>	H <sub>L</sub>	M <sub>v</sub>	M <sub>H</sub>	X <sub>o</sub>	e	e <sub>máx</sub>	Margen de diseño %
Resistencia I	1993.06	543.64	8447.20	2179.88	3.145	0.455	1.800	74.70
Resistencia Ia	1452.37	543.64	6150.38	2179.88	2.734	0.866	1.800	51.88
Resistencia III	1782.31	454.27	7705.07	1557.77	3.449	0.151	1.800	91.61
Resistencia IIIa	1338.18	454.27	5893.46	1557.77	3.240	0.360	1.800	80.00
Evento Extremo I	1842.52	778.22	7917.11	3393.13	2.455	1.145	2.400	52.30
Evento Extremo Ia	1365.77	778.22	6032.09	3393.13	1.932	1.668	2.400	30.51
Servicio I	1469.56		6177.53	1455.73	3.213	0.387		

**Deslizamiento**

	V <sub>L</sub>	u	F <sub>r</sub>	Φ <sub>s</sub>	Φ <sub>v</sub> F <sub>r</sub>	H <sub>L</sub>	Margen de diseño %
Resistencia I	1993.06	0.58	1150.69	0.80	920.553	543.64	40.94
Resistencia Ia	1452.37	0.58	838.53	0.80	670.820	543.64	18.96
Resistencia III	1782.31	0.58	1029.02	0.80	823.214	454.27	44.82
Resistencia IIIa	1338.18	0.58	772.60	0.80	618.079	454.27	26.50
Evento Extremo I	1842.52	0.58	1063.78	1.00	1063.781	778.22	26.84
Evento Extremo Ia	1365.77	0.58	788.53	1.00	788.527	778.22	1.31

**Capacidad portante**

	Presión trapezoidal				Presión rectangular equivalente		
	(1) V <sub>L</sub> /B	(2) 6V <sub>L</sub> .e/B <sup>2</sup>	σ <sub>máx</sub> (Mpa)	σ <sub>mín</sub> (Mpa)	Long. Comprimida	σ <sub>m</sub> (Mpa)	
Resistencia I	276.81	105.06	0.382	0.172	7.200	0.317	OK
Resistencia Ia	201.72	145.60	0.347	0.056	7.200	0.266	OK
Resistencia III	247.54	31.14	0.279	0.216	7.200	0.258	OK
Resistencia IIIa	185.86	55.76	0.242	0.130	7.200	0.207	OK
Evento Extremo I	255.91	244.11	0.500	0.012	7.200	0.375	OK
Servicio I	204.11	65.81	0.270	0.138	7.200	0.229	OK

**Diseño de Estribo  
Puente Alfamayo**

**DISEÑO**

altura zapata = 1.20m       $f_y = 420$  MPa  
 espesor garganta pantalla = 1.25m       $f'_c = 21$  MPa      H = 10.10m  
 long punta = 2.00m  
 long. Talon = 3.95m

**ZAPATA ANTERIOR (PUNTA)**

Considerando zapata flexible

**Evento Extremo I**

$M_u = 834.6$  kN.m

$d = 113.7$  cm

$A_s = 17.81$  cm<sup>2</sup>

$1.2M_{cr} = 831.5$  kN.m

$A_{s_{cr}} = 19.75$  cm<sup>2</sup>

Familia	$\phi_1$
$\phi$ (pulg)	1
sep(cm)	17.5 cm
Adisp <sup>(*)</sup>	28.95

Zapata rígida

se resuelve por el método puntal tirante

USE  $A_s = 27.02$  cm<sup>2</sup>

	$\sigma_{m\acute{a}x}$ (kN/m <sup>2</sup> )	$\sigma_{m\acute{i}n}$ (kN/m <sup>2</sup> )	Long. Comprimida	$\sigma_d$ (kN/m <sup>2</sup> )	R1d (kN)	x1 (m)	0.85*d (x)	T (kN)	As (cm <sup>2</sup> )
Resistencia I	381.87	171.76	7.200	314.39	718.33	1.198	0.966	890.51	23.56
Resistencia Ia	347.32	56.11	7.200	253.79	632.60	1.222	0.966	799.97	21.16
Resistencia III	278.68	216.41	7.200	258.68	534.60	1.173	0.966	648.81	17.16
Resistencia IIIa	241.62	130.10	7.200	205.80	454.89	1.191	0.966	560.74	14.83
Evento Extremo I	500.02	11.80	7.200	343.21	888.26	1.235	0.966	1135.01	27.02

**ZAPATA POSTERIOR (TALON)**

	$\sigma_{m\acute{a}x}$ (kN/m <sup>2</sup> )	$\sigma_{m\acute{i}n}$ (kN/m <sup>2</sup> )	Long. Comprimida	$\sigma_d$ (kN/m <sup>2</sup> )	Md (kN.m)	As cm <sup>2</sup>	As <sub>min</sub> cm <sup>2</sup>	As <sub>requer.</sub> cm <sup>2</sup>
Resistencia I	381.87	171.76	7.200	287.03	589.42	13.91	19.75	18.55
Resistencia Ia	347.32	56.11	7.200	215.87	676.63	16.01	19.75	19.75
Resistencia III	278.68	216.41	7.200	250.57	296.37	6.95	19.75	9.26
Resistencia IIIa	241.62	130.10	7.200	191.28	355.80	8.35	19.75	11.13
Evento Extremo I	500.02	11.80	7.200	279.64	1329.39	28.69	19.75	28.69

USE  $A_s = 28.69$  cm<sup>2</sup>

Familia	$\phi_2$
$\phi$ (pulg)	1
sep(cm)	15.0 cm
Adisp <sup>(*)</sup>	33.78

Fisuración (SERVICIO I)

$M = 375.53$  kN.m

$A_{s_{dispuesto}} = 33.78$  cm<sup>2</sup>

$n = 8.6$

$f_s = 104.83$  MPa

$\gamma_c = 0.500$

$\beta_s = 1.062$

Espac.máx = 300 mm

$E_s = 200000$  Mpa

$E_c = 23168.3$  MPa

relación modular

Esfuerzo actuante en el acero

para estructuras enterradas y en contacto con el agua

**Refuerzo transversal**

Se suministrará en las superficies expuestas por efecto de contracción y temperatura

$A_s > 9.18$  cm<sup>2</sup>/m

USE  $\phi$  5/8 @ 20cm

# Diseño de Estribo Puente Alfamayo

## Cálculo a FlexoCompresión de la Pantalla

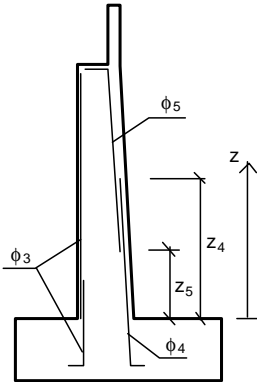
h = 8.90m

por Resistencia  $M_u = 1567.0 \text{ kN.m}$   
 $N_u = 512.293 \text{ kN}$

$\eta = 0.95$   
 $A_s = 36.21 \text{ cm}^2$

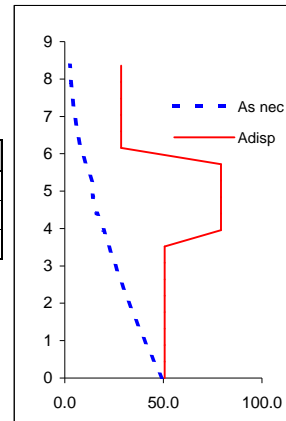
Por evento Extremo  $M_u = 2351.2 \text{ kN.m}$

$A_s = 49.59 \text{ cm}^2$



Familia	$\phi_3$	$\phi_4$	$\phi_5$
$\phi(\text{pulg})$	5/8	1	3/4
sep(cm)	12.5 cm	10.0 cm	10.0 cm
Adisp <sup>(*)</sup>	15.83	50.67	

Intervalo de armadura	
$z_4 \text{ (m)}$	6.00
$z_5 \text{ (m)}$	3.00



## Comprobación a cortante

$V_u = 339.708 \text{ kN}$   
 $d_v = 106.857 \text{ cm}$   
 $ag = 3/4 \text{ in}$   
 $e_x (\times 10^3) = 1.291$   
 $s_{xe} = 1067 \text{ mm}$   
 $\theta = 60.1$   
 $\beta = 1.21$   
 $V_c = 491.79 \text{ BIEN}$

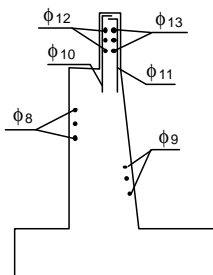
(Tamaño del agregado)

## Comprobación a Fisuración

$M = 1066.13 \text{ kN.m}$   
 $A_{s\text{dispuesto}} = 50.67 \text{ cm}^2$   
 $n = 8.6$   
 $f_s = 192.39 \text{ MPa}$   
 $\gamma_c = 0.700$   
 $\beta_s = 1.060$   
Espac.máx = 30.0 cm

$E_s = 200000 \text{ Mpa}$   
 $E_c = 23168.3 \text{ MPa}$   
relación modular  
Esfuerzo actuante en el acero

## Resto de armadura



espesor del muro contra = 0.25m  
cuantía geométrica horizontal de muro = 1.80 o/oo  
cuantía geométrica vertical de muro = 1.80 o/oo

Familia	$\phi_8 + \phi_9$	$\phi_{10} + \phi_{11}$	$\phi_{12} + \phi_{13}$
Aneq <sup>(*)</sup> (cm)	18.9	4.5	4.5
$\phi(\text{in})$	5/8	5/8	1/2
sep(cm)	12.5	20.0	25.0
Adisp (cm)	25.7	10.1	10.1

<sup>(\*)</sup> Armadura necesaria estrictamente por cuantía geométrica