

MURO DE CONTENCIÓN H=4.0m

Diseño Vial

Sección Diseño : M-4.00-CC

Capacidad Admisible: 1.5 kg/cm²

I. CARÁCTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES:

MATERIAL DE RELLENO:

Peso Vol. del material de Relleno (γ_{Rel}): 1900 Kg./m³.

MATERIALES DEL MURO:

Resistencia a la Compresión Concreto ($F'c$): 210 Kg./cm²

Límite de Fluencia del acero (F_y): 4200 Kg./cm²

Densidad del Concreto (γ_c): 2300 Kg./m³.

SUELO DE FUNDACIÓN:

$\phi = 0.550$
Esfuerzo Último del Suelo ($\phi(\sigma_{ult})$): 2.48 Kg./cm² (Capacidad Admisible 1.5Kg/cm²)

II. CARÁCTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DEL MURO:

Altura Total del Muro (H): 4.00 m.

Altura de Pantalla (H_p): 3.40 m.

$H_z \geq H/10$ Altura de Zapata (H_z): 0.6 m.

$B/4 \leq B_2 \leq B/3$ Ancho de Punta (B_2): 0.5 m.

Ancho de Talón (B_5): 0.85 m.

$B_3 \geq H/10$ Ancho de cuerpo en la Base (B_3): 1.90 m.

$0.4H \leq B \leq 0.7H$ Ancho de la Zapata (B): 3.25 m.

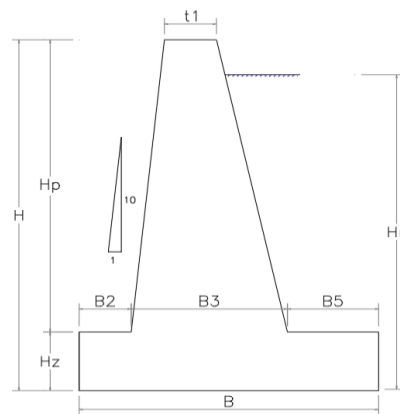
$r_1 \geq 0.25$ Ancho de Sección en Talud (t_1): 0.4 m.

Altura de Muro a nivel de Rasante : 0.40 m.

Altura Total de Relleno (H_r): 3.60 m.

Altura de Pantalla con Relleno (H_{pr}): 3.00 m.

Longitud Talud Posterior: 1.16 m.



III. CALCULO DEL EMPUJE ACTIVO DE TIERRAS

COEFICIENTE DE EMPUJE LATERAL DE TIERRAS AASHTO LRFD (3.11.5.3)

Angulo de Fricción Interna de Relleno (ϕ): 33 °

Angulo del respaldo del muro con la horizontal (θ): 84.29 °

Angulo de Fricción entre el relleno y el muro (δ): 29 ° Table 3.11.5.3-1

Angulo del talud del relleno con la horizontal (β): 0 °

Angulo del respaldo del muro con la vertical (α): 5.71 °

$$K_a = 0.3108775$$

PRESION LATERAL EN LA BASE DE LA ZAPATA, DISTRIBUCION TRIANGULAR:

$$P_{EH} = K_a \times \gamma_{rell} \times H_r = 2126.402 \text{ kg/m}^2.$$

RESULTANTE DE LA PRESION LATERAL DE TIERRAS ACTIVA:

$$EH = 0.50 \times P_{EH} \times H_r = 3827.5236 \text{ kg/m}.$$

COMPONENTES HORIZONTAL Y VERTICAL DE LA PRESION LATERAL DE TIERRA ACTIVA:

$$EH_h = EH \times \cos(\delta) = 3347.628$$

$$EH_v = EH \times \sin(\delta) = 1855.62$$

IV. CALCULO DEL EMPUJE ACTIVO DINAMICO:

ANÁLISIS PSEUDO - DINAMICO (Mononobe - Okabe):

Realizaremos un cálculo de las fuerzas sísmicas del suelo que actuarían sobre el muro utilizando la aceleración sísmica de acuerdo a la zona de estudio:

$$A = 0.45 \text{ g}$$

$$k_h = 0.50 \cdot A \quad k_h = 0.23 \text{ g}$$

$$k_v = 0.50 \cdot k_h \quad k_v = 0.113 \text{ g}$$

$$\theta = \arctan\left(\frac{k_h}{1 - k_v}\right)$$

$$\theta = 14.2260^\circ$$

Donde:

k_h : Coeficiente Sísmico Horizontal

k_v : Coeficiente Sísmico Vertical

COEFICIENTE DE EMPUJE LATERAL DINÁMICO DE TIERRAS (Kae):

$$K_{ae} = \frac{M}{[N \cdot x(1 + P^{1/2})^2]}$$

Donde:

$$K_{ae} = \frac{M}{[N \cdot x(1 + P^{1/2})^2]} \quad M = \cos^2(\phi - \alpha - \theta) = 0.949$$

$$N = \cos \theta \cdot \cos^2 \alpha \cdot \cos(\alpha + \theta + \delta) = 0.63$$

$$P = \frac{\sin(\phi + \delta) \sin(\phi - \theta - \beta)}{[\cos(\alpha + \delta + \theta) \cos(\beta - \alpha)]} = 0.435$$

$$K_{ae} = 0.5469$$

EMPUJE ACTIVO DINÁMICO:

$$E_d = 0.50 \cdot x \gamma_{rell} \cdot x H_r^2 \cdot x(1 - K_v) \cdot x K_{ae} = 5975.922$$

INCREMENTO DINÁMICO DEL EMPUJE ACTIVO DE LA TIERRA:

$$EH_h = EH_x \cos(\delta) = 5226.659$$

$$EH_v = EH_x \sin(\delta) = 2897.184$$

INCREMENTO DINÁMICO DEL EMPUJE ACTIVO DE LA TIERRA:

$$\Delta EQ = E_d - EH_h = 1879.031 \text{ Kg/m.}$$

V. CÁLCULO DE LA PRESIÓN LATERAL DE TIERRA DEBIDO A LA SOBRECARGA VIVA:

CÁLCULO DE LA ALTURA EQUIVALENTE DE TIERRAS: AASHTO LRFD (1.3.11.6.4-2).

Altura de suelo equivalente por sobrecarga vehicular, en muros de sostenimiento paralelo al tráfico:

H (m.)	h _{eq} (m.)
1.5	1.5
3	1.05
> 6	0.6

$$H(m.) = 4.00 \text{ m.}$$

$$h_{eq}(m.) = 0.750 \text{ m.}$$

PRESIÓN LATERAL EQUIVALENTE DE TIERRA DEBIDO A LA SOBRECARGA VIVA:

$$P_{LSH} = K_a \cdot x \gamma_{rell} \cdot x h_{eq} = 443.00039 \text{ Kg/m}^2.$$

RESULTANTE DE LA PRESIÓN LATERAL EQUIVALENTE DE TIERRA DEBIDO A LA SOBRECARGA VIVA:

$$LS_h = P_{LSH} \cdot x H_r = 1594.801405 \text{ Kg/m.}$$

VI. CÁLCULO DE LA PRESIÓN VERTICAL DE TIERRA DEBIDO A LA SOBRECARGA VIVA:

PRESIÓN VERTICAL DEBIDO A LA SOBRECARGA VIVA:

$$P_{LSV} = \gamma_{rell} \cdot x h_{eq} = 1425.0 \text{ kg./m}^2$$

RESULTANTE DE LA PRESIÓN VERTICAL DEBIDO A LA SOBRECARGA VIVA:

$$LS_v = P_{L_v} \cdot x (B_5 + B_7) = 2280 \text{ Kg/m.}$$

VII. CÁLCULO DE LAS FUERZAS ESTABILIZADORAS Y DESESTABILIZADORAS:

FUERZAS ESTABILIZADORAS:

CARGAS	Vi (Ton./m2)	Di (m.) X	Mu (Ton.-m.)
DC Peso del muro	13.478	1.110	14.955
EHV Componente Vertical del Empuje	1.856	3.250	6.031
EV Peso del relleno	5.700	1.921	10.950
L.S. Presión por Sobrecarga Viva	2.280	2.825	6.441

FUERZAS DESESTABILIZADORAS

CARGAS		Hi (Ton./m2)	Di (m.) (Y)	Mu (Ton.-m.)
EH_h	Componente Horizontal del Empuje	3.348	1.200	4.018
ΔEQ	Empuje Lateral por Sismo	1.879	2.160	4.059
F_{spp}	Fuerza Sismica del Muro	3.033	1.401	4.250
F_{svett}	Fuerza Sismica del Relleno	1.283	2.179	2.795
LS_h	Empuje por Sobrecarga Viva	1.595	1.800	2.871

VIII. CÁLCULO DE LAS FUERZAS ESTABILIZADORAS MAYORADAS:

COMBINACIONES DE CARGA Y FACTORES DE CARGA POR RESISTENCIA Y SERVICIO:

Combinaciones de Carga	Factores de Carga					
	DC	EH	EV	LL	LS	EQ
Resistencia I	1.2500	1.5000	1.3500	1.7500	1.7500	1.0000
Resistencia I-a	0.9000	1.5000	1.0000	1.7500	1.7500	1.0000
Servicio I	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
Evento Extremo I	1.2500	1.5000	1.3500	0.5000	0.5000	1.0000
Evento Extremo I-a	0.9000	1.5000	1.0000	0.5000	0.5000	1.0000

FUERZAS ESTABILIZADORAS MAYORADAS:

Cargas Estabilizadoras (Ton./m)

Notations	DC	EV	LS_v	EHv	TOTAL
V _i	13.478	5.700	2.280	1.856	(Ton./m.)
Resistencia I	16.850	7.700	3.990	2.780	31.320
Resistencia I-a	12.130	5.700	3.990	2.780	24.600
Servicio I	13.480	5.700	2.280	1.860	23.320
Evento Extremo I	16.850	7.700	1.140	2.780	28.470
Evento Extremo I-a	12.130	5.700	1.140	2.780	21.750

Momentos Estabilizantes (Ton.-m/m)

Notations	DC	EV	LS_v	EHv	TOTAL
MV _i	14.9547	10.9497	6.4410	6.0308	(Ton./m.)
Resistencia I	18.690	14.780	11.270	9.050	53.790
Resistencia I-a	13.460	10.950	11.270	9.050	44.730
Servicio I	14.950	10.950	6.440	6.030	38.370
Evento Extremo I	18.690	14.780	3.220	9.050	45.740
Evento Extremo I-a	13.460	10.950	3.220	9.050	36.680

IX. CÁLCULO DE LAS FUERZAS DESESTABILIZADORAS MAYORADAS:

Cargas Desestabilizadoras (Ton./m)

Notations	EH_h	ΔEQ	F_{spp}	F_{svett}	LS_h	TOTAL
V _h	3.348	1.879	3.033	1.283	1.595	(Ton./m.)
Resistencia I	5.020	0.000	0.000	0.000	2.790	7.810
Resistencia I-a	5.020	0.000	0.000	0.000	2.790	7.810
Servicio I	3.350	0.000	0.000	0.000	1.600	4.950
Evento Extremo I	5.020	1.879	3.033	1.283	0.800	12.014
Evento Extremo I-a	5.020	1.879	3.033	1.283	0.800	12.014

Momento Desestabilizadores (Ton.-m/m)

Notations	EH_h	ΔEQ	F_{spp}	F_{svett}	LS_h	TOTAL
MV _h	4.018	4.059	4.250	2.795	2.871	(Ton./m.)
Resistencia I	6.030	0.000	0.000	0.000	5.020	11.050
Resistencia I-a	6.030	0.000	0.000	0.000	5.020	11.050
Servicio I	4.020	0.000	0.000	0.000	2.870	6.890
Evento Extremo I	6.030	4.059	4.250	2.795	1.440	18.573
Evento Extremo I-a	6.030	4.059	4.250	2.795	1.440	18.573

X. CRITERIOS DE ESTABILIDAD:

X.1 EXCENTRICIDAD:

AASHTO LRFD (11.6.3.3)

$$\% = \frac{(e_{Mdx} - e)}{e_{Mdx}} \times 100\%$$



Notations	VESTABILIZANTE	VDESESTABILIZANTE	MESTABILIZANTE	MDESESTABILIZANTE	Xo (3-4)/1	e (m.) B/2-Xo	emax B/4	
	VL (Ton.) 1	HL (Ton.) 2	MV (Ton.-m.) 3	MH (Ton.-m.) 4				
Resistencia I	31.320	7.810	53.790	11.050	1.365	0.260	0.813	OK
Resistencia I-a	24.600	7.810	44.730	11.050	1.369	0.256	0.813	OK
Servicio I	23.320	4.950	38.370	6.890	1.350	0.275	0.813	OK
Evento Extremo I	28.470	12.014	45.740	18.573	0.954	0.671	1.083	OK
Evento Extremo I-a	21.750	12.014	36.680	18.573	0.832	0.793	1.083	OK

X.2 DESLIZAMIENTO:

AASHTO LRFD (11.6.3.6.10.6.33)

$$\% = \frac{(\phi_s F_r - H_L)}{\phi_s F_r} \times 100\%$$

ϕ_s

S	R	E
1	0.8	1

	$u = \tan(\delta)$		Carga Desestabilizante				
	Carga Estabilizante	Coef. Fricción	Fr	ϕ_s	$\phi_s Fr$	Hl	
	Fr (Ton.) 1	u 2	Fr 2*1	ϕ_s 3	$\phi_s Fr$ 3*2*1	Hl 4	
Resistencia I	31.320	0.554	17.361	0.800	13.890	7.810	OK
Resistencia I-a	24.600	0.554	13.636	0.800	10.910	7.810	OK
Servicio I	23.320	0.554	12.926	1.000	12.930	4.950	OK
Evento Extremo I	28.470	0.554	15.781	1.000	15.780	12.014	OK
Evento Extremo I-a	21.750	0.554	12.056	1.000	12.060	12.014	OK

X.3 PRESIONES:

AASHTO LRFD (11.6.3.2)

$$e_x \leq \frac{B}{6}$$

$$\sigma_{Min} = \frac{F_e}{B} \left(1 - \frac{6e_x}{B} \right)$$

$$\sigma_{Max} = \frac{F_e}{B} \left(1 + \frac{6e_x}{B} \right)$$

TRANSMITIDAS

	Excentricidad	Excentric. Máx B/6	Presión Máx (Ton./m2)	Presión Min. (Ton./m2)	Presión Rectangular (Ton./m2)	
Resistencia I	0.260	0.542	14.269	5.004	11.476	OK
Resistencia I-a	0.256	0.542	11.145	3.993	8.984	OK
Servicio I	0.275	0.542	10.819	3.531	8.638	OK
Evento Extremo I	0.671	0.542	19.891	0.000	14.918	OK
Evento Extremo I-a	0.793	0.542	17.418	0.000	13.063	OK

$$\sigma_{Max} = \frac{F_e}{(B - 2e)}$$

XI.- VERIFICACION DEL CONCRETO POR CORTANTE

FUERZA CORTANTE RESISTENTE:

$$\begin{aligned} H_p &= 3.40 \text{ m} \\ b &= 100 \text{ cm} \\ d &= 190 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$V_c = 0.53 \sqrt{F_c} b.d = 145928.16 \text{ Kg}$$

$$\phi V_c = 131335.34 \text{ Kg}$$

FUERZA CORTANTE ACTUANTE:

$$q_{s/c} = 1425.00 \text{ Kg./m}^2$$

$$T = \frac{1.5 \gamma x k_a x h^2}{2} + 1.75 k_a x q_{(s/c)} x h = 7756.94 \text{ Kg OK!!}$$