

Bogotá, 06 de abril de 2016

Señores:

ING. PEDRO JOSÉ MORA GRANDAS
Gerente Regional Tolima

Ref. Contrato 1593 de 2016.

Asunto: CARTILLA MUROS DE 3.00 m, 3.50 m, 4.00 m Y 5.00 m.

Cordial Saludo,

En el presente proyecto realizado tiene como objetivo principal el diseño estructural de la cartilla de muros en voladizo para la vía Ataco - Planadas.

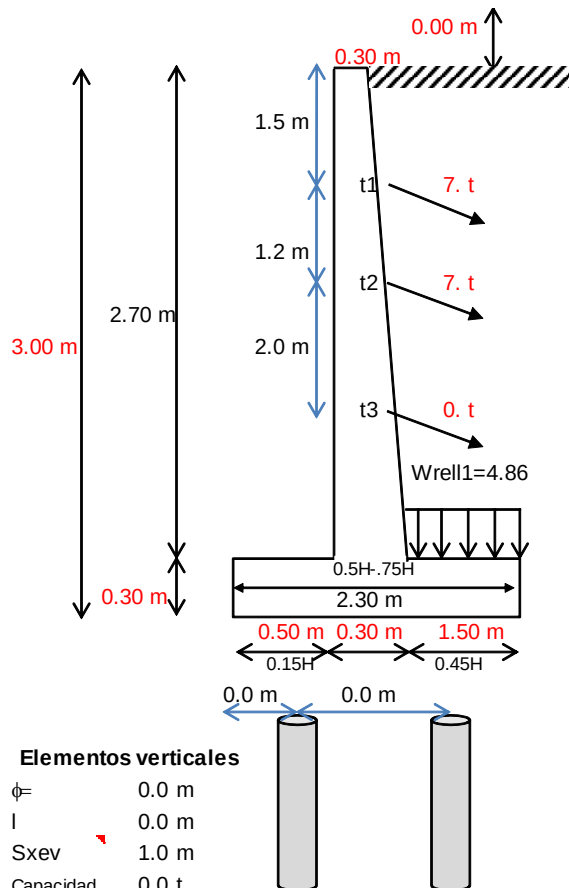
La cartilla corresponde a muros de alturas desde 3.00 m a 5.00 m, con los siguientes parámetros geotécnicos:

Angulo de Fricción Interna	28	grados
Peso Unitario del Relleno Material Mejorado	1,80	t/m ³
Capacidad Portante del Suelo (Estudio de Suelos):	14,3	ton/m ²
Sobrecarga	1,08	ton/m ²
Ka	0,36	
KP	2,77	

$W_{\text{Relleno}_1} = \gamma_{\text{relleno}} H_{\text{relleno}_1}$	6,12	ton/m ²
$PLT = \gamma_{\text{relleno}} H Ka$	2,60	ton/m ²
$SC = W_{sc} Ka$	0,39	ton/m ²
$K_{EQ} = K_{AE} - K_A$	0,09	
$EQ1 = \gamma_{\text{relleno}} H K_{EQ}$	0,58	ton/m ²

Bogotá, 06 de abril de 2016

Muro de H= 3.0 m.



Elementos verticales

$\phi =$	0.0 m
I	0.0 m
S_{xev}	1.0 m
Capacidad	0.0 t

Anclajes

Inclinación	S_{xa}
α_1	30.0 ° 2.5 m
α_2	30.0 ° 2.5 m
α_3	30.0 ° 2.5 m

$\phi =$	28.00 °
$\gamma =$	18.00 kN/m ³
$\sigma_{admisible} =$	0.143 MPa
$\mu =$	0.4

CHEQUEO DE ESTABILIDAD

1.) Volcamiento

F.S =	3.6	CUMPLE
-------	-----	--------

2.) Deslizamiento

F.S =	2.1	CUMPLE
-------	-----	--------

3.) Presión del suelo

$L / 6 =$	OK
h (llave + base) =	0.90 m
base =	0.30 m
llave =	0.60 m

Bogotá, 06 de abril de 2016

DISEÑO VÁSTAGO

Materiales

$f_y =$	4200	kg/cm ²
$f'_c =$	280	kg/cm ²
β_1	0.85	

Geometría

$b =$	100	cm
$h =$	30	cm
$\phi =$	0.9	

Resistencia Última

	d' (cm)	d (cm)	M_u (ton.m)	ρ	A_s (cm ² /m)	$A_{s\ min}$ (cm ² /m)	$1.33A_s$	$1.2M_{cr}$	$\rho\ M_{cr}$
M_{ppal}^+	7.50	22.50	6.40	0.0035	7.77	7.50	10.36	0.75	0.000391
M_{hor}^+	7.50	22.50	1.28	0.0007	1.52	4.50	5.40	0.75	0.000391

Calculado

A_s calculada (cm ² /m)	A_{barra} (cm ²)	ϕ Barra	Refuerzo
7.77	1.27	1/2	# 4 c./ 0.16
4.50	1.27	1/2	# 4 c./ 0.28

Suministrado

ϕ Barra	Refuerzo
1/2	#4 c./ 0.15
1/2	#4 c./ 0.25

$V_{ud} =$	6.40	ton
$d =$	22.50	cm
$\phi =$	0.75	

$$\phi v_c = 6.65 \text{ kg/cm}^2$$

$$V_{ud} = 2.85 \text{ kg/cm}^2$$

$$v_n < \phi v_c \text{ CUMPLE}$$

DISEÑO ZARPA

Materiales

$f_y =$	4200	kg/cm ²
$f'_c =$	280	kg/cm ²
β_1	0.85	

Geometría

$b =$	100	cm
$h =$	30	cm
$\phi =$	0.9	

Resistencia Última

	d' (cm)	d (cm)	M_u (ton.m)	ρ	A_s (cm ² /m)	$A_{s\ min}$ (cm ² /m)	$1.33A_s$	$1.2M_{cr}$	$\rho\ M_{cr}$
M_{ppal}^+	7.50	22.50	5.44	0.0029	6.57	7.50	8.76	0.75	0.000391
M_{hor}^+	7.50	22.50	2.18	0.0011	2.59	4.50	3.45	0.75	0.000391

REFUERZO

Calculado

A_s calculada (cm ² /m)	A_{barra} (cm ²)	ϕ Barra	Refuerzo
7.50	1.27	1/2	# 4 c./ 0.16
3.45	1.27	1/2	# 4 c./ 0.36

Suministrado

ϕ Barra	Refuerzo
1/2	#4 c./ 0.15
1/2	#4 c./ 0.30

$V_{ud} =$	12.96	ton
$d =$	22.50	cm
$\phi =$	0.75	

$$\phi v_c = 6.65 \text{ kg/cm}^2$$

$$V_{ud} = 5.76 \text{ kg/cm}^2$$

$$v_n < \phi v_c \text{ CUMPLE}$$

Bogotá, 06 de abril de 2016

Muro de H= 3.5 m.

$$W_{\text{Relleno}_1} = \gamma_{\text{relleno}} H_{\text{relleno}_1} \quad 5.58 \quad \text{ton/m}^2$$

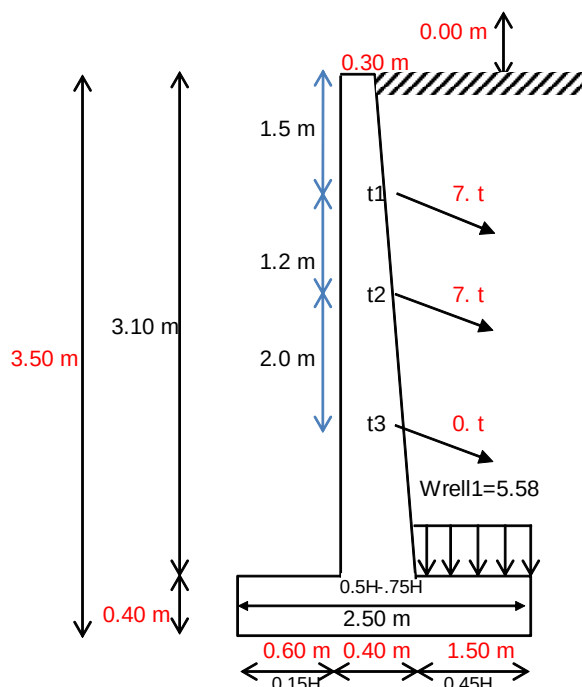
$$PLT = \gamma_{\text{relleno}} H K_a \quad 2.27 \quad \text{ton/m}^2$$

$$SC = W_{sc} K_a \quad 0.39 \quad \text{ton/m}^2$$

$$K_{EQ} = K_{AE} - K_A \quad 0.09$$

$$EQ1 : \gamma_{\text{relleno}} H K_{EQ} \quad 0.52 \quad \text{ton/m}^2$$

Contrafuerte	I1	0	I2	2.45	I3	0.35	s	3.65
peso/m		0 t						



$$\begin{aligned} \phi &= 28.00^\circ \\ \gamma &= 18.00 \text{ kN/m}^3 \\ \sigma_{\text{admissible}} &= 0.143 \text{ MPa} \\ \mu &= 0.4 \end{aligned}$$

Elementos verticales

ϕ	0.0 m
l	0.0 m
S_{xev}	1.0 m
Capacidad	0.0 t

Anclajes

Inclinación	S_{xa}
α_1	30.0° 2.5 m
α_2	30.0° 2.5 m
α_3	30.0° 2.5 m

CHEQUEO DE ESTABILIDAD

1.) Volcamiento

$$F.S. = 3.3 \quad \text{CUMPLE}$$

2.) Deslizamiento

$$F.S. = 1.8 \quad \text{CUMPLE}$$

3.) Presión del suelo

$$L / 6 = \text{OK}$$

$$h (\text{llave} + \text{base}) = 1.00 \text{ m}$$

$$\text{base} = 0.40 \text{ m}$$

$$\text{llave} = 0.60 \text{ m}$$

Bogotá, 06 de abril de 2016

DISEÑO VÁSTAGO

Materiales

$f_y =$	4200	kg/cm ²
$f'_c =$	280	kg/cm ²
β_1	0.85	

Geometría

$b =$	100	cm
$h =$	40	cm
$\phi =$	0.9	

Resistencia Última

	d' (cm)	d (cm)	M_u (ton.m)	ρ	A_s (cm ² /m)	$A_{s\ min}$ (cm ² /m)	$1.33A_s$	$1.2M_{cr}$	$\rho\ M_{cr}$
M_{ppal}^+	7.50	32.50	9.84	0.0025	8.19	10.83	10.92	4.95	0.001254
M_{hor}^+	7.50	32.50	2.95	0.0007	2.42	6.50	4.95	4.95	0.001254

REFUERZO

Calculado

A_s calculada (cm ² /m)	A_{barra} (cm ²)	ϕ Barra
10.83	1.98	5/8
4.95	1.27	1/2
$V_{ud} =$	8.43	ton
$d =$	32.50	cm
$\phi =$	0.75	

Suministrado

ϕ Barra	Refuerzo
5/8	#5 c./ 0.15
1/2	#4 c./ 0.25

$$\phi v_c = 6.65 \text{ kg/cm}^2$$

$$v_{ud} = 2.59 \text{ kg/cm}^2$$

$$v_n < \phi v_c \text{ CUMPLE}$$

DISEÑO ZARPA

Materiales

$f_y =$	4200	kg/cm ²
$f'_c =$	280	kg/cm ²
β_1	0.85	

Geometría

$b =$	100	cm
$h =$	40	cm
$\phi =$	0.9	

Resistencia Última

	d' (cm)	d (cm)	M_u (ton.m)	ρ	A_s (cm ² /m)	$A_{s\ min}$ (cm ² /m)	$1.33A_s$	$1.2M_{cr}$	$\rho\ M_{cr}$
M_{ppal}^+	7.50	32.50	8.36	0.0021	6.94	10.83	9.25	1.33	0.000333
M_{hor}^+	7.50	32.50	3.76	0.0010	3.09	6.50	4.12	1.33	0.000333

REFUERZO

Calculado

A_s calculada (cm ² /m)	A_{barra} (cm ²)	ϕ Barra
9.25	1.98	5/8
4.12	1.27	1/2
$V_{ud} =$	14.14	ton
$d =$	32.50	cm
$\phi =$	0.75	

Suministrado

ϕ Barra	Refuerzo
5/8	#5 c./ 0.20
1/2	#4 c./ 0.30

$$\phi v_c = 6.65 \text{ kg/cm}^2$$

$$v_{ud} = 4.35 \text{ kg/cm}^2$$

$$v_n < \phi v_c \text{ CUMPLE}$$



**INGENIERIA
DE VÍAS S.A.**

INGENIEROS CONTRATISTAS

NIT. 800.186.228-2

Bogotá, 06 de abril de 2016

DISEÑO VÁSTAGO

Materiales

$f_y =$	4200	kg/cm ²
$f'_c =$	210	kg/cm ²
β_1	0.85	

Geometría

$b =$	100	cm
$h =$	40	cm
$\phi =$	0.9	

Resistencia Última

	d' (cm)	d (cm)	M_u (ton.m)	ρ	A_s (cm ² /m)	$A_{s\ min}$ (cm ² /m)	$1.33A_s$	$1.2M_{cr}$	ρ Mcr
M_{ppal}^+	7.50	32.50	14.31	0.0038	12.19	10.83	16.26	1.15	0.000288
M_{hor}^+	7.50	32.50	2.86	0.0007	2.35	6.50	4.95	1.15	0.000288

REFUERZO

Calculado				Suministrado	
A_s calculada (cm ² /m)	A_{barra} (cm ²)	ϕ Barra	Refuerzo	ϕ Barra	Refuerzo
12.19	2.84	3/4	# 6 c./ 0.23	3/4	#6 c./ 0.20
4.95	1.27	1/2	# 4 c./ 0.25	1/2	#4 c./ 0.20

$V_{ud} =$	10.74	ton
$d =$	32.50	cm
$\phi =$	0.75	

$$\phi v_c = 5.76 \text{ kg/cm}^2$$

$$V_{ud} = 3.30 \text{ kg/cm}^2$$

$$v_n < \phi v_c \text{ CUMPLE}$$

DISEÑO ZARPA

Materiales

$f_y =$	4200	kg/cm ²
$f'_c =$	280	kg/cm ²
β_1	0.85	

Geometría

$b =$	100	cm
$h =$	40	cm
$\phi =$	0.9	

Resistencia Última

	d' (cm)	d (cm)	M_u (ton.m)	ρ	A_s (cm ² /m)	$A_{s\ min}$ (cm ² /m)	$1.33A_s$	$1.2M_{cr}$	ρ Mcr
M_{ppal}^+	7.50	32.50	12.88	0.0033	10.80	10.83	14.41	1.33	0.000333
M_{hor}^+	7.50	32.50	6.44	0.0016	5.32	6.50	7.09	1.33	0.000333

REFUERZO

Calculado				Suministrado	
A_s calculada (cm ² /m)	A_{barra} (cm ²)	ϕ Barra	Refuerzo	ϕ Barra	Refuerzo
10.83	1.98	5/8	# 5 c./ 0.18	5/8	#5 c./ 0.15
6.50	1.27	1/2	# 4 c./ 0.19	1/2	#4 c./ 0.20

$V_{ud} =$	13.62	ton
$d =$	32.50	cm
$\phi =$	0.75	

$$\phi v_c = 6.65 \text{ kg/cm}^2$$

$$V_{ud} = 4.19 \text{ kg/cm}^2$$

$$v_n < \phi v_c \text{ CUMPLE}$$

Bogotá, 06 de abril de 2016

Muro de H= 5.0 m.

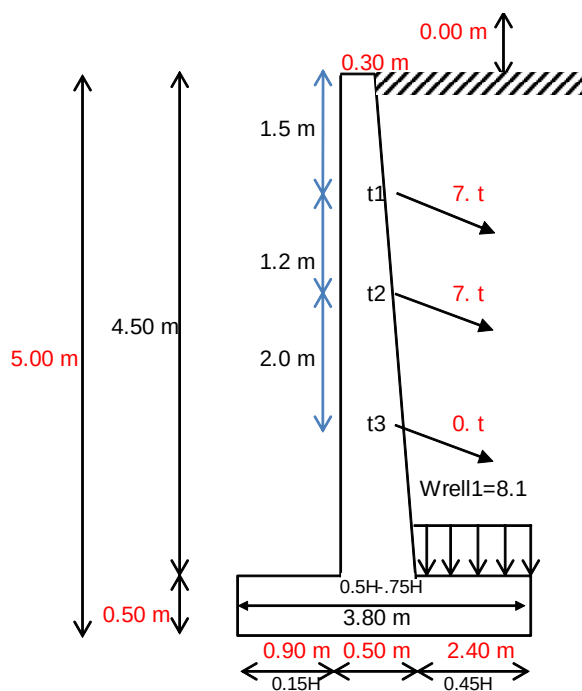
$$W_{\text{relleno}_1} = \gamma_{\text{relleno}} H_{\text{relleno}_1} \quad 8.1 \quad \text{ton/m}^2$$

$$PLT = \gamma_{\text{relleno}} H K_a \quad 3.25 \quad \text{ton/m}^2$$

$$SC = W_{sc} K_a \quad 0.39 \quad \text{ton/m}^2$$

$$K_{EQ} = K_{AE} - K_A \quad 0.09$$

$$EQ1 : \gamma_{\text{relleno}} H K_{EQ} \quad 0.75 \quad \text{ton/m}^2$$



$$\begin{aligned} \phi &= 28.00^\circ \\ \gamma &= 18.00 \text{ kN/m}^3 \\ \sigma_{\text{admissible}} &= 0.143 \text{ MPa} \\ \mu &= 0.4 \end{aligned}$$

Elementos verticales

ϕ	0.0 m
l	0.0 m
S_{xev}	1.0 m
Capacidad	0.0 t

Anclajes

Inclinación	S_{xa}
α_1	30.0 ° 2.5 m
α_2	30.0 ° 2.5 m
α_3	30.0 ° 2.5 m

CHEQUEO DE ESTABILIDAD

1.) Volcamiento

$$F.S. = 3.6 \quad \text{CUMPLE}$$

2.) Deslizamiento

$$F.S. = 1.5 \quad \text{REQUIERE LLAVE}$$

3.) Presión del suelo

$$L / 6 = \text{OK}$$

$$h (\text{llave} + \text{base}) = 1.00 \text{ m}$$

$$\text{base} = 0.50 \text{ m}$$

$$\text{llave} = 0.50 \text{ m}$$



**INGENIERIA
DE VÍAS S.A.**

INGENIEROS CONTRATISTAS

NIT. 800.186.228-2

Bogotá, 06 de abril de 2016

DISEÑO VÁSTAGO

Materiales

$f_y =$	4200	kg/cm ²
$f'_c =$	210	kg/cm ²
β_1	0.85	

Geometría

$b =$	100	cm
$h =$	50	cm
$\phi =$	0.9	

Resistencia Última

	d' (cm)	d (cm)	M _u (ton.m)	ρ	A _s (cm ² /m)	A _{s min} (cm ² /m)	1.33A _s	1.2M _{cr}	ρ M _{cr}
M _{ppal} ⁺	7.50	42.50	26.94	0.0041	17.63	14.17	23.51	1.79	0.000263
M _{hor} ⁺	7.50	42.50	5.39	0.0008	3.39	8.50	5.85	1.79	0.000263

REFUERZO

Calculado				Suministrado	
A _s calculada (cm ² /m)	A _{barra} (cm ²)	ϕ Barra	Refuerzo	ϕ Barra	Refuerzo
17.63	2.84	3/4	# 6 c./ 0.16	3/4	#6 c./ 0.15
5.85	1.27	1/2	# 4 c./ 0.21	1/2	#4 c./ 0.20
V _{ud} =	16.17	ton			
d =	42.50	cm			
$\phi =$	0.75				

$$\phi v_c = 5.76 \text{ kg/cm}^2$$

$$v_{ud} = 3.80 \text{ kg/cm}^2$$

$$v_n < \phi v_c \text{ CUMPLE}$$

DISEÑO ZARPA

Materiales

$f_y =$	4200	kg/cm ²
$f'_c =$	280	kg/cm ²
β_1	0.85	

Geometría

$b =$	100	cm
$h =$	50	cm
$\phi =$	0.9	

Resistencia Última

	d' (cm)	d (cm)	M _u (ton.m)	ρ	A _s (cm ² /m)	A _{s min} (cm ² /m)	1.33A _s	1.2M _{cr}	ρ M _{cr}
M _{ppal} ⁺	7.50	42.50	22.90	0.0035	14.71	14.17	19.61	2.07	0.000304
M _{hor} ⁺	7.50	42.50	13.74	0.0020	8.71	8.50	11.61	2.07	0.000304

REFUERZO

Calculado				Suministrado	
A _s calculada (cm ² /m)	A _{barra} (cm ²)	ϕ Barra	Refuerzo	ϕ Barra	Refuerzo
14.71	2.84	3/4	# 6 c./ 0.19	3/4	#6 c./ 0.15
8.71	1.98	5/8	# 5 c./ 0.22	5/8	#5 c./ 0.20
V _{ud} =	14.44	ton			
d =	42.50	cm			
$\phi =$	0.75				

$$\phi v_c = 6.65 \text{ kg/cm}^2$$

$$v_{ud} = 3.40 \text{ kg/cm}^2$$

$$v_n < \phi v_c \text{ CUMPLE}$$

Bogotá, 06 de abril de 2016

El alcance de las recomendaciones contenidas en este concepto aplican a las estructuras diseñadas según los criterios relacionados.

Cualquier condición no prevista deberá informarse inmediatamente a los autores del presente concepto. Este documento no podrá ser alterado o modificado sin autorización explícita de los autores.

Elaboró



MAURICIO BUSTAMANTE GÓMEZ
Especialista Estructural.