

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**



**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**

**DISEÑO GEOTÉCNICO Y ESTRUCTURAL DE MUROS DE  
CONTENCIÓN PARA ESTABILIZACIÓN DE LA PLATAFORMA, EN  
ZONA URBANA CHINCHE, CARRETERA OYÓN AMBO**

**TOMO II  
ANEXOS**

**PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

**ELABORADO POR**

**ERNESTO FIDEL MANDUJANO CARDENAS  
ID: 0009-0006-6768-7961**

**ASESOR**

**Dr. JORGE LUIS CARDENAS GUILLEN  
ID: 0000-0001-5420-1877**

**LIMA-PERÚ  
2024**

© 2024, Universidad Nacional de Ingeniería. Todos los derechos reservados

**“El autor autoriza a la UNI a reproducir el Trabajo de Suficiencia Profesional en su totalidad o en parte, con fines estrictamente académicos.”**

[emandujanoc@uni.pe](mailto:emandujanoc@uni.pe).

+51915177790

## ANEXOS

<b>Anexo 1:</b> Memorias de cálculo del diseño estructural. ....	181
<b>Anexo 2:</b> Análisis de estabilidad geotécnico. ....	293
<b>Anexo 3:</b> Planos de detalle del acero de refuerzo y geometría de muros de contención. ....	327
<b>Anexo 4:</b> Planos de plantas, elevaciones y secciones de los muros de contención. ....	331
<b>Anexo 5:</b> Resultados de laboratorio del estudio de mecánica de suelos. ....	341
<b>Anexo 6:</b> Especificaciones técnicas de relleno para estructuras. ....	373


## ANEXO 1:

### MEMORIAS DE CÁLCULO DEL DISEÑO ESTRUCTURAL.



**Proyecto:** Prestación Adicional de Supervisión N° 07 al Contrato de Servicio de Consultoría N° 147-2018-MTC/20.2  
**Diseño Estructural**  
Informe de Criterios de Diseño

– **A.01-07** MEMORIA DE CALCULO DE MUROS DE CONTENCIÓN MCA TIPO **MT-7B**

Rev.0	REALIZADO: Ernesto Mandujano C.	
Departamento de Puentes, Estructuras y Obras de Arte	REVISADO: Ing. Jorge Calderon B.	

## ANALISIS Y DISEÑO DE MUROS DE CONTENCIÓN DE C°A° (AASHTO - LRFD 2017)


DESCRIPCIÓN: Muro de Concreto Armado "MT-7B" PAGE 01 OF 27

REALIZADO: Ernesto Mandujano C. & REVISADO: J.R.C.B

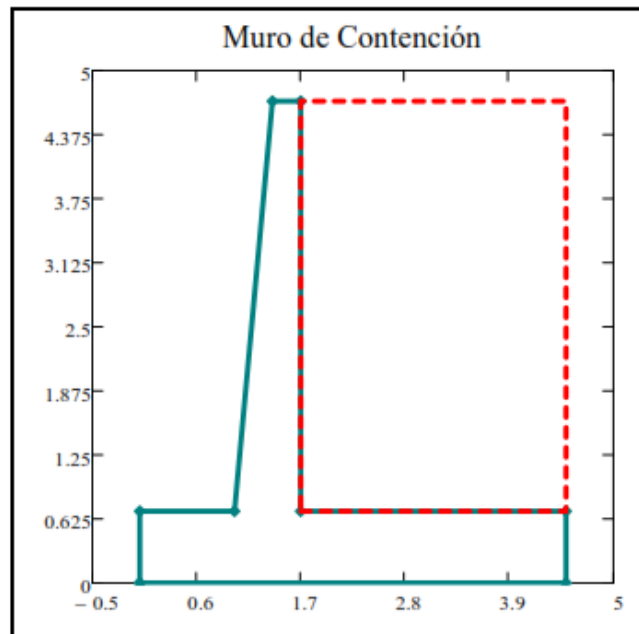
Departamento de Puentes, Estructuras y Obras de Arte - CSOCH

### 1. Geometría:

Longitud del muro:	$B_e := 1.0\text{m}$	
Longitud de relleno:	$L_{rell} := 1.0\text{m}$	
Longitud de apoyo	$N_a := 0\text{m}$	
Ancho del parapeto	$b_p := 0.30\text{m}$	
Altura del parapeto	$h_p := 0\text{m}$	
Altura de la base de apoyo	$h_b := 0\text{m}$	
Altura de apoyo delantero	$h_{ad} := 0\text{m}$	
Ancho de apoyo delantero	$b_{ad} := 0\text{m}$	
Altura de apoyo trasero	$h_{at} := 0\text{m}$	
Ancho de apoyo trasero	$b_{at} := 0.0\text{m}$	
Altura de la pantalla del muro	$h := 4\text{m}$	
Altura del relleno:	$h_r := h - h_p = 4\text{m}$	
Ancho de zapata:	$B_z := 1.00\text{m}$	
Altura de la zapata = H/10	$h_z := 0.70\text{m}$	
Longitud de la zapata = 0.6H	$B := 4.50\text{m}$	
Longitud de la punta de la zapata = B/3	$Punta := 1\text{m}$	
	$P_h := 0.40\text{m}$	
Longitud de talón de la zapata	$Talon := 2.80\text{m}$	
	$T_h := 0\text{m}$	$\frac{P_h}{h} = 0.1$

Rev.0 Departamento de Puentes, Estructuras y Obras de Arte	REALIZADO: Ernesto Mandujano C. REVISADO: Ing. Jorge Calderon B.	
---	---	---



$\Delta_i := B - (Punta + Talon + P_h + T_h) = 0.3 \text{ m}$   
 Garganta Inferior =  $h/8-h/10$        $g_i := \Delta_i + P_h + T_h$        $g_i = 0.7 \text{ m}$   
 Altura del muro:       $H_{est} := h + h_z$   
                                   $H_{est} = 4.7 \text{ m}$   
 Profundidad de Desplante:       $D_f := 1.20 \text{ m}$   
 Altura de relleno sobre la corona del muro:       $h_{rl} := 0 \text{ m}$




**2. Materiales y Parametros de Riesgo Sismico:**


Capacidad portante del terreno       $\sigma_t := 1.50 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$   
 Capacidad del terreno último:       $\sigma_u := 4.50 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$


Prestación Adicional de Supervisión N° 08 al Contrato de Servicio de Consultoría N° 147-2018-MTC/20.2	CONSORCIO SUPERVISOR OYON CHACAYAN	Página 2-27
---	------------------------------------	-------------


Rev.0	REALIZADO: Ernesto Mandujano C..	
Departamento de Puentes, Estructuras y Obras de Arte	REVISADO: Ing. Jorge Calderon B.	
Peso del concreto	$\gamma_c := 2400 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^3}$	
Peso del relleno	$\gamma_s := 1800 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^3}$	
Resistencia del concreto de la pantalla	$f_{c_p} := 210 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$	
Resistencia del concreto en la zapata	$f_{c_z} := 210 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$	
Esfuerzo de fluencia del acero	$f_y := 4200 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$	
Factor de reducción por flexión:	$\phi_f := 0.90$	
Ángulo de fricción interna del relleno:	$\phi := 33^\circ$	
Ángulo de fricción interna del suelo de fundación:	$\phi_s := 24.85^\circ$	
Coefficiente de fricción "Tabla 3.11.5.3.1":	$\mu := \min(\tan(\phi_s), 0.55) \quad \tan(\phi_s) = 0.463$ $\mu = 0.463$	
Ángulo que forma la pared interior del muro con la vertical.	$\theta := 0^\circ$	
Ángulo que forma la superficie del suelo con la horizontal.	$\beta := 0^\circ$	
Ángulo de fricción entre el muro y el suelo.	$\delta_w := \frac{2\phi}{3} = 22.5^\circ$	
Coefficiente del estudio de peligro sísmico :	$k_{PGA} := 0.40$	
Componente horizontal de la aceleración del sismo entre la aceleración de la g.	$k_h := \frac{1}{2} \cdot k_{PGA} = 0.2$	
Componente vertical de la aceleración del sismo entre la aceleración de la g.	$k_v := \frac{1}{2} \cdot k_h = 0.1$	
		
Prestación Adicional de Supervisión N° 08 al Contrato de Servicio de Consultoría N° 147-2018-MTC/20.2	CONSORCIO SUPERVISOR OYON CHACAYAN	Página 3-27

Rev.0 Departamento de Puentes, Estructuras y Obras de Arte	REALIZADO: Ernesto Mandujano C. REVISADO: Ing. Jorge Calderon B.	
<p><b>Coefficiente de presión de tierra activo:</b></p> $k_a = \frac{(\cos(\phi - \theta))^2}{(\cos(\theta))^2 \cdot \cos(\delta + \theta) \cdot \left[ 1 + \sqrt{\frac{(\sin(\delta + \phi) \cdot \sin(\phi - \beta))}{(\cos(\delta + \theta) \cdot \cos(\theta - \beta))}} \right]^2} \quad k_a = 0.264$ <p><b>Coefficiente de presión de tierra pasivo:</b></p> $k_p = \frac{\cos(\phi + \theta)^2}{\cos(\theta)^2 \cdot \cos(\theta - \delta) \cdot \left( 1 - \sqrt{\frac{\sin(\phi - \delta) \cdot \sin(\phi + \beta)}{\cos(\theta - \delta) \cdot \cos(\theta - \beta)}} \right)^2} \quad k_p = 1.714$ <p><b>Coefficiente en reposo:</b></p> $k_0 = 1 - \sin(\phi) \quad k_0 = 0.455$ <p><b>Coefficiente de presión de tierra Mononobe Okabe:</b></p> $k_{ae} = \frac{(\cos(\phi - \theta - \psi))^2}{\cos(\psi) \cdot (\cos(\theta))^2 \cdot \cos(\delta + \theta + \psi) \cdot \left[ 1 + \sqrt{\frac{(\sin(\delta + \phi) \cdot \sin(\omega - \psi))}{(\cos(\delta + \theta + \psi) \cdot \cos(\beta - \theta))}} \right]^2} \quad k_{ae} = 0.432$		
<p>▢</p>		
<p><b>3. Metrado de cargas resistentes:</b></p>		
<p><b>a. Pantalla</b></p>		
Area geométrica de la pantalla:	$A_{g_p} = 2 \text{ m}^2$	
Peso propio de la pantalla:	$P_p := \gamma_c \cdot A_{g_p} \cdot B_e$ $P_p = 4.8 \text{ tonf}$	
Ubicación del centro de gravedad:	$x_p = 1.437 \text{ m}$ $y_p = 2.433 \text{ m}$	
Momento por pantalla:	$M_p := P_p \cdot x_p$ $M_p = 6.896 \text{ tonf} \cdot \text{m}$	
<p><b>b. Zapata</b></p>		
Area geométrica de la zapata:	$A_{g_z} = 3.15 \text{ m}^2$	
Peso propio de la zapata:	$P_z := \gamma_c \cdot A_{g_z} \cdot B_e$	
Prestación Adicional de Supervisión N° 08 al Contrato de Servicio de Consultoría N° 147- 2018-MTC/20.2	CONSORCIO SUPERVISOR OYON CHACAYAN	Página 4-27



<p>Rev.0 Departamento de Puentes, Estructuras y Obras de Arte</p>	<p>REALIZADO: Ernesto Mandujano C. REVISADO: Ing. Jorge Calderon B.</p>	
<p>Ubicación del centro de gravedad:</p> <p>Momento por zapata:</p> <p>c. Relleno</p> <p>Area geométrica del relleno:</p> <p>Peso propio de la relleno:</p> <p>Ubicación del centro de gravedad:</p> <p>Momento por relleno:</p>	$P_z = 7.56 \cdot \text{tonf}$ $x_z = 2.25 \text{ m}$ $y_z = 0.35 \text{ m}$ $M_z := P_z \cdot x_z$ $M_z = 17.01 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$ $A_{g_r} = 11.2 \text{ m}^2$ $P_r := \gamma_s \cdot A_{g_r} \cdot L_{\text{rell}}$ $P_r = 20.16 \cdot \text{tonf}$ $x_r = 3.1 \text{ m}$ $y_r = 2.7 \text{ m}$ $M_r := P_r \cdot x_r$ $M_r = 62.496 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$	
<p><b>e. Sobrecarga Viva uniforme "LS"</b></p> <p>Altura equivalente Tabla 3.11.6.4-2:</p> <p>Sobrecarga aplicada al muro:</p> <p>Carga vertical de sobrecarga:</p> <p>Ubicación del centro de gravedad:</p>	$h_{\text{eq}} := 2.0 \text{ ft}$ $q_s := h_{\text{eq}} \cdot \gamma_s$ $q_s = 1.097 \cdot \frac{\text{tonf}}{\text{m}^2}$ $LS_v := L_{\text{rell}} \cdot \text{Talon} \cdot q_s$ $LS_v = 3.072 \cdot \text{tonf}$ $x_s := B - \frac{\text{Talon}}{2}$ $x_s = 3.1 \text{ m}$	
<p><b>4. Metrado de cargas actuantes:</b></p>		
<p>a. Muro</p> <p>Fuerza Inercial de pantalla:</p>	$FIP := k_h \cdot (P_p + P_z)$ $FIP = 2.47 \cdot \text{tonf}$	
<p>Prestación Adicional de Supervisión N° 08 al Contrato de Servicio de Consultoría N° 147-2018-MTC/20.2</p>	<p>CONSORCIO SUPERVISOR OYON CHACAYAN</p>	<p>Página 5-27</p>

Rev.0 Departamento de Puentes, Estructuras y Obras de Arte	REALIZADO: Ernesto Mandujano C. REVISADO: Ing. Jorge Calderon B.																																																	
<table border="0"> <tr> <td data-bbox="331 387 662 414">Ubicación del centro de gravedad:</td> <td data-bbox="997 416 1141 443"><math>y_{est} = 1.159 \text{ m}</math></td> </tr> <tr> <td data-bbox="331 470 518 497">Momento actuante:</td> <td data-bbox="997 472 1157 499"><math>M_{ip} := FIP \cdot y_{est}</math></td> </tr> <tr> <td></td> <td data-bbox="997 526 1189 553"><math>M_{ip} = 2.865 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}</math></td> </tr> <tr> <td colspan="2" data-bbox="331 555 582 582"><b>b. Presión Activa de tierra</b></td> </tr> <tr> <td data-bbox="331 609 502 636">Fuerza actuante:</td> <td data-bbox="997 611 1157 638"><math>F_a = 5.258 \cdot \text{tonf}</math></td> </tr> <tr> <td data-bbox="331 663 518 689">Momento actuante:</td> <td data-bbox="997 665 1189 692"><math>M_a = 8.237 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}</math></td> </tr> <tr> <td data-bbox="331 694 662 721">Ubicación del centro de gravedad:</td> <td data-bbox="997 696 1125 723"><math>y_a = 1.567 \text{ m}</math></td> </tr> <tr> <td colspan="2" data-bbox="331 761 742 788"><b>c. Presión activa por sobrecarga uniforme</b></td> </tr> <tr> <td data-bbox="331 815 710 842">Fuerza actuante por sobrecarga activa:</td> <td data-bbox="997 817 1173 844"><math>F_{LS} = 1.364 \cdot \text{tonf}</math></td> </tr> <tr> <td data-bbox="331 869 726 896">Momento actuante por sobrecarga activa:</td> <td data-bbox="997 871 1204 898"><math>M_{LS} = 3.205 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}</math></td> </tr> <tr> <td data-bbox="331 922 662 949">Ubicación del centro de gravedad:</td> <td data-bbox="997 925 1125 952"><math>y_{LS} = 2.35 \text{ m}</math></td> </tr> <tr> <td colspan="2" data-bbox="331 981 630 1008"><b>d. Presión en reposo de tierra</b></td> </tr> <tr> <td data-bbox="331 1034 598 1061">Fuerza actuante en reposo:</td> <td data-bbox="997 1037 1157 1064"><math>F_o = 9.053 \cdot \text{tonf}</math></td> </tr> <tr> <td data-bbox="331 1088 630 1115">Momento actuante en reposo:</td> <td data-bbox="997 1090 1204 1117"><math>M_o = 14.183 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}</math></td> </tr> <tr> <td data-bbox="331 1142 662 1169">Ubicación del centro de gravedad:</td> <td data-bbox="997 1144 1125 1171"><math>y_o = 1.567 \text{ m}</math></td> </tr> <tr> <td colspan="2" data-bbox="331 1209 790 1236"><b>e. Presión en reposo por sobrecarga uniforme</b></td> </tr> <tr> <td data-bbox="331 1263 758 1290">Fuerza actuante por sobrecarga en reposo:</td> <td data-bbox="997 1265 1173 1292"><math>F_{oLS} = 2.348 \cdot \text{tonf}</math></td> </tr> <tr> <td data-bbox="331 1317 774 1344">Momento actuante por sobrecarga en reposo:</td> <td data-bbox="997 1319 1204 1346"><math>M_{oLS} = 5.519 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}</math></td> </tr> <tr> <td data-bbox="331 1370 662 1397">Ubicación del centro de gravedad:</td> <td data-bbox="997 1373 1141 1400"><math>y_{oLS} = 2.35 \text{ m}</math></td> </tr> <tr> <td colspan="2" data-bbox="331 1429 534 1456"><b>f. Empuje Dinámico</b></td> </tr> <tr> <td data-bbox="331 1482 502 1509">Fuerza actuante:</td> <td data-bbox="997 1444 1300 1512"> <math display="block">F_{ae} := \frac{(h_r + h_z)^2}{2} \cdot k_{ae} \cdot \gamma_s \cdot L_{rell}</math> </td> </tr> <tr> <td></td> <td data-bbox="997 1541 1157 1568"><math>F_{ae} = 8.586 \cdot \text{tonf}</math></td> </tr> <tr> <td></td> <td data-bbox="997 1617 1157 1644"><math>\Delta F := F_{ae} - F_a</math></td> </tr> <tr> <td data-bbox="331 1706 662 1733">Ubicación del centro de gravedad:</td> <td data-bbox="917 1646 1300 1758"> <math display="block">y_{ae} := \frac{0.6 \cdot (h_r + h_z) \cdot \Delta F + \frac{(h_r + h_z)}{3} \cdot F_a}{F_{ae}}</math> </td> </tr> </table>			Ubicación del centro de gravedad:	$y_{est} = 1.159 \text{ m}$	Momento actuante:	$M_{ip} := FIP \cdot y_{est}$		$M_{ip} = 2.865 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$	<b>b. Presión Activa de tierra</b>		Fuerza actuante:	$F_a = 5.258 \cdot \text{tonf}$	Momento actuante:	$M_a = 8.237 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$	Ubicación del centro de gravedad:	$y_a = 1.567 \text{ m}$	<b>c. Presión activa por sobrecarga uniforme</b>		Fuerza actuante por sobrecarga activa:	$F_{LS} = 1.364 \cdot \text{tonf}$	Momento actuante por sobrecarga activa:	$M_{LS} = 3.205 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$	Ubicación del centro de gravedad:	$y_{LS} = 2.35 \text{ m}$	<b>d. Presión en reposo de tierra</b>		Fuerza actuante en reposo:	$F_o = 9.053 \cdot \text{tonf}$	Momento actuante en reposo:	$M_o = 14.183 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$	Ubicación del centro de gravedad:	$y_o = 1.567 \text{ m}$	<b>e. Presión en reposo por sobrecarga uniforme</b>		Fuerza actuante por sobrecarga en reposo:	$F_{oLS} = 2.348 \cdot \text{tonf}$	Momento actuante por sobrecarga en reposo:	$M_{oLS} = 5.519 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$	Ubicación del centro de gravedad:	$y_{oLS} = 2.35 \text{ m}$	<b>f. Empuje Dinámico</b>		Fuerza actuante:	$F_{ae} := \frac{(h_r + h_z)^2}{2} \cdot k_{ae} \cdot \gamma_s \cdot L_{rell}$		$F_{ae} = 8.586 \cdot \text{tonf}$		$\Delta F := F_{ae} - F_a$	Ubicación del centro de gravedad:	$y_{ae} := \frac{0.6 \cdot (h_r + h_z) \cdot \Delta F + \frac{(h_r + h_z)}{3} \cdot F_a}{F_{ae}}$
Ubicación del centro de gravedad:	$y_{est} = 1.159 \text{ m}$																																																	
Momento actuante:	$M_{ip} := FIP \cdot y_{est}$																																																	
	$M_{ip} = 2.865 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$																																																	
<b>b. Presión Activa de tierra</b>																																																		
Fuerza actuante:	$F_a = 5.258 \cdot \text{tonf}$																																																	
Momento actuante:	$M_a = 8.237 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$																																																	
Ubicación del centro de gravedad:	$y_a = 1.567 \text{ m}$																																																	
<b>c. Presión activa por sobrecarga uniforme</b>																																																		
Fuerza actuante por sobrecarga activa:	$F_{LS} = 1.364 \cdot \text{tonf}$																																																	
Momento actuante por sobrecarga activa:	$M_{LS} = 3.205 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$																																																	
Ubicación del centro de gravedad:	$y_{LS} = 2.35 \text{ m}$																																																	
<b>d. Presión en reposo de tierra</b>																																																		
Fuerza actuante en reposo:	$F_o = 9.053 \cdot \text{tonf}$																																																	
Momento actuante en reposo:	$M_o = 14.183 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$																																																	
Ubicación del centro de gravedad:	$y_o = 1.567 \text{ m}$																																																	
<b>e. Presión en reposo por sobrecarga uniforme</b>																																																		
Fuerza actuante por sobrecarga en reposo:	$F_{oLS} = 2.348 \cdot \text{tonf}$																																																	
Momento actuante por sobrecarga en reposo:	$M_{oLS} = 5.519 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$																																																	
Ubicación del centro de gravedad:	$y_{oLS} = 2.35 \text{ m}$																																																	
<b>f. Empuje Dinámico</b>																																																		
Fuerza actuante:	$F_{ae} := \frac{(h_r + h_z)^2}{2} \cdot k_{ae} \cdot \gamma_s \cdot L_{rell}$																																																	
	$F_{ae} = 8.586 \cdot \text{tonf}$																																																	
	$\Delta F := F_{ae} - F_a$																																																	
Ubicación del centro de gravedad:	$y_{ae} := \frac{0.6 \cdot (h_r + h_z) \cdot \Delta F + \frac{(h_r + h_z)}{3} \cdot F_a}{F_{ae}}$																																																	
Prestación Adicional de Supervisión N° 08 al Contrato de Servicio de Consultoría N° 147-2018-MTC/20.2	CONSORCIO SUPERVISOR OYON CHACAYAN	Página 6-27																																																

Rev.0 Departamento de Puentes, Estructuras y Obras de Arte	REALIZADO: <b>Ernesto Mandujano C.</b> T. REVISADO: Ing. Jorge Calderon B.	
--	---	---

$y_{ae} = 2.052 \text{ m}$

Momento actuante:  $M_{ae} := F_{ae} \cdot y_{ae} \quad M_{ae} = 17.622 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$

**5. Análisis de Estabilidad en condiciones de Servicio**

a. Factor de Seguridad al Deslizamiento

---

$FN_s := 1.0 \cdot P_p + 1.0 \cdot P_z + 1.0 P_T + 1.0 \cdot DD + 1.0 \cdot DC + 1.0 \cdot DW + 0.0 LL_{IM} + 0.0 LS_v$   
 $FN_s = 32.52 \cdot \text{tonf}$   
 $FA_s := 1.0 \cdot BR + 1.0 \cdot FR_{max} + 1.0 F_a + 1.0 F_{LS}$   
 $FA_s = 6.622 \cdot \text{tonf}$

Carga Axial normal:	$FN_s = 32.52 \cdot \text{tonf}$
Fuerza Resistente:	$FR_s := \mu \cdot FN_s = 15.061 \cdot \text{tonf}$
Fuerza Actuante:	$FA_s = 6.622 \cdot \text{tonf}$
Altura del diente:	$h_d := 0.70 \text{ m}$
Ancho del diente:	$b_d := 0.70 \text{ m}$
Peso del diente:	$P_d := h_d \cdot b_d \cdot 1 \text{ m} \cdot \gamma_c$ $P_d = 1.18 \cdot \text{tonf}$ $M_d := P_d \cdot \left( x_d + \frac{b_d}{2} \right) = 1.588 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$

$x_d := 1.00 \text{ m}$

$h_{r2} := 0 \text{ m}$

Fuerza Pasiva:

$$P_{sa} := k_p \cdot \left( \gamma_s \cdot \frac{h_d^2}{2} \right) \cdot 1 \text{ m} + k_p \cdot \left[ \gamma_s \cdot \frac{(h_{r2} + h_z)^2}{2} \right] \cdot 1 \text{ m}$$

$P_{sa} = 1.51 \cdot \text{tonf}$

Factor de Seguridad al Deslizamiento:  $FSD_s := \frac{FR_s + P_{sa} + \mu \cdot P_d}{FA_s} = 2.59$


Verificación 2:


$$\text{Verif2} := \begin{cases} \text{"OK"} & \text{if } FSD_s \geq 1.5 \\ \text{"No cumple"} & \text{if } FSD_s < 1.5 \end{cases}$$


**Verif2 = "OK"**

Prestación Adicional de Supervisión N° 08 al Contrato de Servicio de Consultoría N° 147- 2018-MTC/20.2	<b>CONSORCIO SUPERVISOR OYON CHACAYAN</b>	Página 7-27
--	---	-------------



<p>Rev.0 Departamento de Puentes, Estructuras y Obras de Arte</p>	<p>REALIZADO: Ernesto Mandujano C. REVISADO: Ing. Jorge Calderon B.</p>	
<p>Esfuerzos uniformes en zapata sobre suelo:</p> $\sigma_p := \frac{FVP_{s\_p}}{(B - 2 \cdot  exc\_p_s ) \cdot B_e}$ $\sigma_p = 0.85 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$ <p style="background-color: #90EE90; padding: 2px;"><math>if(\sigma_p \leq \sigma_t, "Ok", "Ng") = "Ok"</math></p> <p><b>6. Análisis de Estabilidad en Resistencia:</b></p> <p><b>a. Verificación al Deslizamiento</b></p> $FN_r := 0.9 \cdot P_p + 0.9 \cdot P_z + 0.9P_d + 1.0P_r + 0.0LS_v + 0.9 \cdot P_d$ $FA_r := 1.50F_a + 1.75F_{LS}$ <p>Tabla 10.5.5.2.2-1: Factores de resistencia</p> <p>Factor de resistencia para deslizamiento: <math>\varphi_r := 0.85</math></p> <p>Factor de resistencia para presión pasiva de tierra: <math>\varphi_{ep} := 0.50</math></p> <p>Carga Axial normal: <math>FN_r = 33.401 \cdot \text{tonf}</math></p> <p>Fuerza Resistente: <math>FR_r := \mu \cdot FN_r = 15.469 \cdot \text{tonf}</math></p> <p>Fuerza Pasiva: <math>P_{sa} = 1.51 \cdot \text{tonf}</math></p> <p>Fuerza Actuante: <math>FA_r = 10.27 \cdot \text{tonf}</math></p> <p>Resistencia al deslizamiento: <math>FA \leq R_R = \varphi R_n = \varphi_r \cdot FR_r + \varphi_{ep} \cdot P_{pas}</math></p> $R_R := \varphi_r \cdot FR_r + \varphi_{ep} \cdot P_{sa}$ $R_R = 13.9 \cdot \text{tonf}$ <p style="background-color: #90EE90; padding: 2px;"><math>if(FA_r \leq R_R, "Ok", "Ng") = "Ok"</math></p> <p><b>b. Verificación al Volteo</b></p> $FV_{V_r} := 0.90 \cdot P_p + 0.90 \cdot P_z + 0.9 \cdot P_d + 1.0P_r + 0.0LS_v$ $MR_{V_r} := 0.90 \cdot M_p + 0.90 \cdot M_z + 0.9 \cdot M_d + 1.0M_r + 0.0LS_v \cdot x_s$ $MA_{V_r} := 1.50M_a + 1.75M_{LS}$ <p>Momento resistente: <math>MR_{V_r} = 85.44 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}</math></p> <p>Momento actuante: <math>MA_{V_r} = 17.965 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}</math></p> <p>Cargas verticales actuantes: <math>FV_{V_r} = 32.342 \cdot \text{tonf}</math></p>		
<p>Prestación Adicional de Supervisión N° 08 al Contrato de Servicio de Consultoría N° 147-2018-MTC/20.2</p>	<p>CONSORCIO SUPERVISOR OYON CHACAYAN</p>	<p>Página 9-27</p>

<p>Rev.0 Departamento de Puentes, Estructuras y Obras de Arte</p>	<p>REALIZADO: Ernesto Mandujano C. REVISADO: Ing. Jorge Calderon B.</p>	
<p>Excentricidad de la carga:</p> $exc_r := \frac{B}{2} - \frac{MR_{Vr} - MA_{Vr}}{FV_{Vr}}$ $exc_r = 0.164 \text{ m}$ <p>Excentricidad máxima:</p> $e_{max_r} := \frac{B}{3} = 1.5 \text{ m}$ <p style="text-align: right; background-color: #90EE90;">if(<math>exc_r \leq e_{max_r}</math>, "Ok", "Ng") = "Ok"</p> <p><b>c. Verificación por presiones</b></p> $FVP_{r_p} := 1.25 \cdot P_p + 1.25 \cdot P_z + 1.25 \cdot P_d + 1.0P_r + 1.75LS_V$ $MR_{r_p} := 1.25 \cdot M_p + 1.25 \cdot M_z + 1.25 \cdot M_d + 1.0M_r + 1.75LS_V \cdot x_s$ $MA_{r_p} := 1.50M_a + 1.75M_{LS}$ <p>Momento resistente: <math>MR_{r_p} = 111.031 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}</math></p> <p>Momento actuante: <math>MA_{r_p} = 17.965 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}</math></p> <p>Cargas verticales actuantes: <math>FVP_{r_p} = 42.457 \cdot \text{tonf}</math></p> <p>Excentricidad de la carga:</p> $exc_{p_r} := \frac{B}{2} - \frac{MR_{r_p} - MA_{r_p}}{FVP_{r_p}}$ $exc_{p_r} = 0.058 \text{ m}$ <p>Esfuerzos uniformes en zapata sobre suelo:</p> $\sigma_{p_r} := \frac{FVP_{r_p}}{(B - 2 \cdot exc_{p_r}) \cdot B_e}$ $\sigma_{p_r} = 0.97 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$ <p>Tabla 10.5.5.2.2-1: Factores de resistencia</p> <p>Factor de resistencia para presiones: <math>\varphi_b := 0.45</math></p> <p>Resistencia a presiones:</p> $\sigma_{max} \leq R_R = \varphi R_n = \varphi_b \cdot FR_r$ $R_{R_r} := \varphi_b \cdot \sigma_{t_u}$ $R_{R_r} = 2.03 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$ <p style="text-align: right; background-color: #90EE90;">if(<math>\sigma_{p_r} \leq R_{R_r}</math>, "Ok", "Ng") = "Ok"</p>		
<p>Prestación Adicional de Supervisión N° 08 al Contrato de Servicio de Consultoría N° 147-2018-MTC/20.2</p>	<p>CONSORCIO SUPERVISOR OYON CHACAYAN</p>	<p>Página 10-27</p>

Rev.0 Departamento de Puentes, Estructuras y Obras de Arte	REALIZADO: Ernesto Mandujano C. REVISADO: Ing. Jorge Calderon B.	
--	---	---

**7. Análisis de Estabilidad por Evento Extremo I**

**a. Verificación al Deslizamiento**

$$FN_{eq} := (0.9 \cdot P_p + 0.9 \cdot P_z + 0.9 P_d) + 1.0 P_r$$

$$FA_{eq} := 1.0 FIP + 1.0 F_{ae} + k_h \cdot P_r$$

Factor de resistencia para deslizamiento:	$\varphi_{\tau_{eq}} := 1.0$
Factor de resistencia para presión pasiva de tierra:	$\varphi_{ep_{eq}} := 1.0$
Carga Axial normal:	$FN_{eq} = 32.342 \cdot \text{tonf}$
Fuerza Resistente:	$FR_{eq} := \mu \cdot FN_{eq} = 14.979 \cdot \text{tonf}$
Fuerza Pasiva:	$P_{sa} = 1.51 \cdot \text{tonf}$
Fuerza Actuante:	$FA_{eq} = 15.09 \cdot \text{tonf}$

Resistencia al deslizamiento:

$$FA \leq R_R = \varphi R_n = \varphi_{\tau_{eq}} \cdot FR_{eq} + \varphi_{ep_{eq}} \cdot P_{pas}$$

$$R_{EQ} := \varphi_{\tau_{eq}} \cdot FR_{eq} + \varphi_{ep_{eq}} \cdot P_{sa}$$

$$R_{EQ} = 16.49 \cdot \text{tonf}$$

**if( $FA_{eq} \leq R_{EQ}$ , "Ok", "Ng") = "Ok"**

**a. Verificación al Volteo**


$$MRV_{eq} := 1.0 \cdot M_p + 1.0 \cdot M_z + 1.0 \cdot M_d + 1.0 \cdot M_r$$

$$FV_{eq} := 1.0 \cdot P_p + 1.0 \cdot P_z + 1.0 \cdot P_d + 1.0 \cdot P_r$$


$$MAV_{eq} := 1.0 \cdot M_{ip} + 1.0 M_{ae} + k_h \cdot P_r \cdot y_r$$


Momento resistente:	$MRV_{eq} = 87.99 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$
Momento actuante:	$MAV_{eq} = 31.373 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$
Cargas verticales actuantes:	$FV_{eq} = 33.696 \cdot \text{tonf}$
Excentricidad de la carga:	$exc_{eq} := \frac{B}{2} - \frac{MRV_{eq} - MAV_{eq}}{FV_{eq}}$ $exc_{eq} = 0.57 \text{ m}$
Excentricidad máxima:	$e_{max_{eq}} := \frac{B}{3} = 1.5 \text{ m}$


Prestación Adicional de Supervisión N° 08 al Contrato de Servicio de Consultoría N° 147- 2018-MTC/20.2	<b>CONSORCIO SUPERVISOR OYON CHACAYAN</b>	Página 11-27
--	---	--------------


<p>Rev.0 Departamento de Puentes, Estructuras y Obras de Arte</p>	<p>REALIZADO: Ernesto Mandujano C. REVISADO: Ing. Jorge Calderon B.</p>	
<p><b>b. Verificación a presiones</b></p> $MRP_{eq} := 1.0 \cdot M_p + 1.0 \cdot M_z + 1.0 \cdot M_d + 1.0 \cdot M_r$ $FVP_{eq} := 1.0 \cdot P_p + 1.0 \cdot P_z + 1.0 \cdot P_d + 1.0 \cdot P_r$ $MAP_{eq} := 1.0 \cdot M_{ip} + 1.0 M_{ae} + k_h \cdot P_r \cdot y_r$ <p>Momento resistente:</p> <p>Momento actuante:</p> <p>Cargas verticales actuantes:</p> <p>Excentricidad de la carga:</p> <p>Esfuerzos uniformes en zapata sobre suelo:</p> <p>Tabla 10.5.5.2.2-1: Factores de resistencia</p> <p>Factor de resistencia para presiones 11.6.5:</p> <p>Resistencia a presiones:</p>	$if(exc_{eq} \leq e_{max_{eq}}, "Ok", "Ng") = "Ok"$ $MRP_{eq} = 87.99 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$ $MAP_{eq} = 31.373 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$ $FVP_{eq} = 33.696 \cdot \text{tonf}$ $exc_{peq} := \frac{B}{2} - \frac{MRP_{eq} - MAP_{eq}}{FVP_{eq}}$ $exc_{peq} = 0.57 \text{ m}$ $\sigma_{p_{eq}} := \frac{FVP_{eq}}{(B - 2 \cdot exc_{peq}) \cdot B_e}$ $\sigma_{p_{eq}} = 1 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$ $\varphi_{b_{eq}} := 1.0$ $\sigma_{max} \leq R_R = \varphi R_n = \varphi_{b_{eq}} \cdot FR_r$ $R_{R_{eq}} := \varphi_{b_{eq}} \cdot \sigma_{tu}$ $R_{R_{eq}} = 4.5 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$	$if(\sigma_{p_{eq}} \leq R_{R_{eq}}, "Ok", "Ng") = "Ok"$
<p><b>9. Diseño de Pantalla</b></p> <p><b>a. Diseño por Flexión</b></p> <p><b>Refuerzo Vertical Interior:</b></p> <p>Peralte del acero en tracción:</p>	$d_{sp} := g_1 - 6 \text{ cm}$	
<p>Prestación Adicional de Supervisión N° 08 al Contrato de Servicio de Consultoría N° 147-2018-MTC/20.2</p>	<p>CONSORCIO SUPERVISOR OYON CHACAYAN</p>	<p>Página 12-27</p>



<p>Rev.0 Departamento de Puentes, Estructuras y Obras de Arte</p>	<p>REALIZADO: Ernesto Mandujano C. REVISADO: Ing. Jorge Calderon B.</p>	 <p>Supervisión de la Obra - Edificación de la Carretera Oyón - Ambo, Tramo Oyón - Chacayan Km. 10.000 - Oyón Chacayan, B.A. (2018)</p>
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p><math>d_{sp} = 0.64 \text{ m}</math></p> <hr/> <p>Momento de diseño en Resistencia I:</p> <math display="block">M_{RI\_p} := 1.50M_{b\_p\_act} + 1.75M_{b\_p\_sc}</math> <math display="block">M_{RI\_p} = 11.68 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}</math> <p>Momento de diseño en Evento Extremo:</p> <math display="block">M_{EE\_p} := 1.0M_{b\_p\_kae}</math> <math display="block">M_{EE\_p} = 10.863 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}</math> <p>Módulo de sección Elástica de la sección:</p> <math display="block">S_b := \frac{1m \cdot g_i^2}{6}</math> <math display="block">S_b = 0.082 \cdot \text{m}^3</math> <p>Módulo de rotura del concreto:</p> <math display="block">f_r := 2 \sqrt{f'c_p \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}}</math> <math display="block">f_r = 28.98 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}</math> <p>Reforzamiento mínimo:</p> <math display="block">\phi_f \cdot Mn \geq \min(M_{cr}, 1.33M_u)</math> <math display="block">\gamma_1 := 1.60</math> <math display="block">\gamma_2 := 1.10</math> <math display="block">\gamma_3 := 1.00</math> <p>Momento de agrietamiento de la sección:</p> <math display="block">M_{cr} := \gamma_3 \cdot (\gamma_1 \cdot f_r \cdot S_b)</math> <math display="block">M_{cr} = 37.87 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}</math> <p>Momento máximo de la sección:</p> <math display="block">M_{max\_p} := \max(M_{RI\_p}, M_{EE\_p}, \min(M_{cr}, 1.33 \max(M_{RI\_p}, M_{EE\_p})))</math> <math display="block">M_{max\_p} = 15.53 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}</math> </div> <div style="width: 5%; text-align: center;"> <p>▶</p> <hr/> <p>▼</p> </div> </div>		
<p>Prestación Adicional de Supervisión N° 08 al Contrato de Servicio de Consultoría N° 147-2018-MTC/20.2</p>	<p>CONSORCIO SUPERVISOR OYON CHACAYAN</p>	<p>Página 13-27</p>

<p>Rev.0</p> <p>Departamento de Puentes, Estructuras y Obras de Arte</p>	<p>REALIZADO: Ernesto Mandujano C.</p> <p>REVISADO: Ing. Jorge Calderon B.</p>	
$As(d_s, M_u, b) := \begin{cases} a1 \leftarrow \frac{d_s}{5} \\ As \leftarrow \frac{M_u}{\phi_f \cdot f_y \cdot \left(d_s - \frac{a1}{2}\right)} \\ a2 \leftarrow \frac{As \cdot f_y}{0.85 \cdot f_{c_z} \cdot b} \\ \text{while }  a1 - a2  \geq 0.001 \text{ cm} \\ \quad \left  \begin{array}{l} a1 \leftarrow a2 \\ As \leftarrow \frac{M_u}{\phi_f \cdot f_y \cdot \left(d_s - \frac{a1}{2}\right)} \\ a2 \leftarrow \frac{As \cdot f_y}{0.85 \cdot f_{c_z} \cdot b} \end{array} \right. \\ a \leftarrow a2 \\ As \leftarrow \frac{M_u}{\phi_f \cdot f_y \cdot \left(d_s - \frac{a}{2}\right)} \end{cases}$		
<p>Area de acero en pantalla por metro:</p>	$As_{pantalla} := As(d_{sp}, M_{max\_p}, B_e)$	
	$As_{pantalla} = 6.5 \cdot \text{cm}^2$	
<p>Ancho del muro tipico:</p>	$b_m := 5 \text{ m}$	
<p>Area de acero minimo (5.10.6-1):</p>	$As_{min\_vp} := \frac{1.3 \cdot \frac{b_m}{\text{in}} \cdot \frac{g_i}{\text{in}}}{2 \cdot \left(\frac{b_m}{\text{in}} + \frac{g_i}{\text{in}}\right) \cdot \frac{f_y}{\text{ksi}}} \cdot \frac{\text{in}^2}{\text{ft}}$	
	$As_{min\_vp} = 5.57 \cdot \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$	
<p>Diámetro de varilla:</p>	$\phi_{v1} := \frac{5}{8} \cdot \text{in}$	
<p>Prestación Adicional de Supervisión N° 08 al Contrato de Servicio de Consultoría N° 147-2018-MTC/20.2</p>	<p>CONSORCIO SUPERVISOR OYON CHACAYAN</p>	<p>Página 14-27</p>

<p>Rev.0 Departamento de Puentes, Estructuras y Obras de Arte</p>	<p>REALIZADO: Ernesto Mandujano C. REVISADO: Ing. Jorge Calderon B.</p>	
<p>Area de la varilla en pantalla interior:</p> $A_{v1} := \pi \cdot \frac{\phi_{v1}^2}{4}$ $A_{v1} = 1.98 \cdot \text{cm}^2$ $A_{s11} := \max\left(\frac{1A_{s_{\text{pantalla}}}}{m}, A_{s_{\text{min\_vp}}}\right) = 6.498 \cdot \frac{\text{cm}^2}{m}$ <p>Espaciamento de la varilla calculado:</p> $s_{v1} := \frac{A_{v1}}{\max\left(\frac{1A_{s_{\text{pantalla}}}}{m}, A_{s_{\text{min\_vp}}}\right)}$ $s_{v1} = 0.3 \text{ m}$ <p style="text-align: center;"><b>Finalmente colocar: <math>\phi 5/8'' @ 0.25</math></b></p> <p><b>Refuerzo Vertical Exterior:</b></p> <p>Refuerzo exterior a colocar:</p> $\phi_{v2} := \frac{1}{2} \cdot i_r$ $A_{v2} := \pi \cdot \frac{\phi_{v2}^2}{4} = 1.267 \cdot \text{cm}^2$ <p>Espaciamento exterior a colocar:</p> $s_{v2} := 0.225 \text{ m}$ <p>Area de acero a colocar:</p> $A_{s12} := \frac{A_{v2}}{s_{v2}}$ $A_{s12} = 5.63 \cdot \frac{\text{cm}^2}{m}$ <p>Area de acero minimo:</p> $A_{s_{\text{min\_vp}}} = 5.57 \cdot \frac{\text{cm}^2}{m}$ <p style="text-align: center;"><b>if(<math>A_{s_{\text{min\_vp}}} \leq A_{s12}</math>, "Ok", "Ng") = "Ok"</b></p> <p><b>Refuerzo transversal Interior:</b></p> <p>Espesor promedio:</p> $e_p := \frac{g_i + b_p}{2}$ $e_p = 0.5 \text{ m}$		
<p>Prestación Adicional de Supervisión N° 08 al Contrato de Servicio de Consultoría N° 147-2018-MTC/20.2</p>	<p>CONSORCIO SUPERVISOR OYON CHACAYAN</p>	<p>Página 15-27</p>

Rev.0 Departamento de Puentes, Estructuras y Obras de Arte	REALIZADO: Ernesto Mandujano C. REVISADO: Ing. Jorge Calderon B.	
---	---	---

Refuerzo interior a colocar:  $\phi_{v3} := \frac{1}{2} \cdot ir$

$A_{v3} := \pi \cdot \frac{\phi_{v3}^2}{4} = 1.267 \cdot \text{cm}^2$

Espaciamiento interior a colocar:  $s_{v3} := 0.275 \text{m}$

Area de acero a colocar:  $A_{s3} := \frac{A_{v3}}{s_{v3}}$

$A_{s3} = 4.606 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$

Altura de la pantalla del muro  $h = 13.123 \cdot f$

S: la longitud efectiva del vano tomada como igual a la longitud efectiva especificada en el Artículo 9.7.2 (ft)

$S_s := 13.123$


Para refuerzo paralelo al trafico:  $\%As_{minti} := \min\left(\frac{100}{\sqrt{S_s}}, 50\right) = 27.605$

$\frac{\%As_{minti}}{100} \cdot A_{s11} = 1.794 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$

Area de acero minimo (5.10.6-1):  $\left[ \frac{1.3 \cdot \frac{h}{\text{in}} \cdot \frac{e_p}{\text{in}}}{2 \cdot \left( \frac{h}{\text{in}} + \frac{e_p}{\text{in}} \right)} \cdot \frac{f_y}{\text{ksi}} \cdot \frac{\text{in}^2}{\text{ft}} \right] = 4.03 \cdot \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$

$As_{min_i} := \max \left[ \left[ \frac{1.3 \cdot \frac{h}{\text{in}} \cdot \frac{e_p}{\text{in}}}{2 \cdot \left( \frac{h}{\text{in}} + \frac{e_p}{\text{in}} \right)} \cdot \frac{f_y}{\text{ksi}} \cdot \frac{\text{in}^2}{\text{ft}} \right], 2.328 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}, \frac{\%As_{minti}}{100} \cdot A_{s11} \right] = 4.03 \cdot \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$

Prestación Adicional de Supervisión N° 08 al Contrato de Servicio de Consultoría N° 147-2018-MTC/20.2	CONSORCIO SUPERVISOR OYON CHACAYAN	Página 16-27
---	------------------------------------	--------------

Rev.0 Departamento de Puentes, Estructuras y Obras de Arte	REALIZADO: Ernesto Mandujano C. REVISADO: Ing. Jorge Calderon B.	
--	---	---

$$Asmin_{ti} = 4.03 \cdot \frac{cm^2}{m}$$

$if(Asmin_{ti} \leq As_{t3}, "Ok", "Ng") = "Ok"$

**Refuerzo transversal Exterior:**

Refuerzo exterior a colocar:  $\phi_{v4} := \frac{1}{2} \cdot ir$

$$A_{v4} := \pi \cdot \frac{\phi_{v4}^2}{4} = 1.267 \cdot cm^2$$

Espaciamiento exterior a colocar:  $s_{v4} := 0.275m$

Area de acero a colocar:  $As_{t4} := \frac{A_{v4}}{s_{v4}}$

$$As_{t4} = 4.606 \cdot \frac{cm^2}{m}$$

Area de acero minimo (5.10.6-1):  $Asmin_{te} := \max \left[ \frac{1.3 \cdot \frac{h}{in} \cdot \frac{e_p}{in} \cdot in^2}{2 \cdot \left( \frac{h}{in} + \frac{e_p}{in} \right) \cdot \frac{f_y}{ksi} \cdot ft}, 2.328 \cdot \frac{cm^2}{m} \right] = 4.03 \cdot \frac{cm^2}{m}$

$if(Asmin_{te} \leq As_{t4}, "Ok", "Ng") = "Ok"$

**b. Verificación por corte**

Factor de reducción por corte:  $\phi_v := 0.90$

Valores de  $\beta$  y  $\theta$ , para el diseño por corte para estructuras de concreto reforzado:  $\beta := 2$


 $\theta := 45^\circ$ 


Fuerza de corte del concreto:  $V_c := 0.0316 \cdot \beta \cdot \sqrt{f_{c_p}} \cdot ksi \cdot lm \cdot d_{sp}$


 $V_c = 49.15 \cdot tonf$ 

Resistencia al corte nominal:  $V_n := V_c$


Prestación Adicional de Supervisión N° 08 al Contrato de Servicio de Consultoría N° 147- 2018-MTC/20.2	<b>CONSORCIO SUPERVISOR OYON CHACAYAN</b>	Página 17-27
--	---	--------------


<p>Rev.0 Departamento de Puentes, Estructuras y Obras de Arte</p>	<p>REALIZADO: Ernesto Mandujano C. REVISADO: Ing. Jorge Calderon B.</p>	
<p>Resistencia al corte: <math>\phi_v \cdot V_n = 44.233 \cdot \text{tonf}</math></p> <p>Cortante último de la sección. <math>V_u := \max(F_{Ar}, F_{ae})</math></p> <p><math>V_u = 10.27 \cdot \text{tonf}</math></p> <p style="background-color: #90EE90; padding: 2px;"><math>\text{if}(V_u \leq \phi_v \cdot V_n, "Ok", "Ng") = "Ok"</math></p> <p><b>9. Diseño de Zapata</b></p> <p>a. Diseño por Flexión - Punta</p> <p>Peralte del acero en tracción: <math>d_z := h_z - 9\text{cm}</math></p> <p><math>d_z = 0.61 \text{ m}</math></p>		
<p><math>\sigma(x, \sigma_1, \sigma_2) := \frac{\sigma_2 - \sigma_1}{B} \cdot x + \sigma_1</math></p> <p><math>F_v(\sigma_1, \sigma_2, a, b) := \int_a^b \sigma(x, \sigma_1, \sigma_2) dx \cdot B_z</math></p> <p><math>M_f(\sigma_1, \sigma_2, a, b) := \int_a^b \sigma(x, \sigma_1, \sigma_2) x dx \cdot B_z</math></p> <p><math>M_{f2}(\sigma_1, \sigma_2, a, b) := \int_a^b \sigma(x, \sigma_1, \sigma_2)(B - x) dx \cdot B_z</math></p> <p>Momento en Resistencia I en punta: <math>M_{r\_punta} := M_f(\sigma_{p\_r}, \sigma_{p\_r}, 0, \text{Punta})</math></p> <p><math>M_{r\_punta} = 4.842 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}</math></p> <p>Momento en Evento Extremo en punta: <math>M_{eq\_punta} := M_f(\sigma_{p\_eq}, \sigma_{p\_eq}, 0, \text{Punta})</math></p> <p><math>M_{eq\_punta} = 5.014 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}</math></p> <p>Momento por peso propio de zapata en punta: <math>\omega_z := h_z \cdot B_z \cdot \gamma_c</math></p> <p><math>\omega_z = 1.68 \cdot \frac{\text{tonf}}{\text{m}}</math></p>		
<p>Prestación Adicional de Supervisión N° 08 al Contrato de Servicio de Consultoría N° 147-2018-MTC/20.2</p>	<p>CONSORCIO SUPERVISOR OYON CHACAYAN</p>	<p>Página 18-27</p>


<p>Rev.0 Departamento de Puentes, Estructuras y Obras de Arte</p>	<p>REALIZADO: Ernesto Mandujano C. REVISADO: Ing. Jorge Calderon B.</p>	
<p>☒</p>	$M_{zap} := \omega_z \cdot \frac{Punta^2}{2}$ $M_{zap} = 0.84 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$	
<p>Momento de diseño en Resistencia I punta:</p>	$M_{RI\_punta} := M_{r\_punta} - 0.9M_{zap}$ $M_{RI\_punta} = 4.09 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$	
<p>Momento de diseño en Evento Extremo punta:</p>	$M_{EE\_punta} := M_{eq\_punta} - 0.9M_{zap}$ $M_{EE\_punta} = 4.26 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$	
<p>Módulo de sección Elástica de la sección:</p>	$S_{xx} := \frac{I_m \cdot h_z^2}{6}$ $S_b = 0.082 \cdot \text{m}^3$	
<p>Reforzamiento mínimo:</p>	$\phi_f \cdot Mn \geq \min(M_{cr}, 1.33M_u)$	
<p>Momento de agrietamiento de la sección:</p>	$M_{max} := \gamma_3 \cdot (\gamma_1 \cdot f_r \cdot S_b)$ $M_{cr} = 37.87 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$	
<p>Momento último: <math>M_u := \max(M_{RI\_punta}, M_{EE\_punta}, \min(M_{cr}, 1.33 \max(M_{RI\_punta}, M_{EE\_punta})))</math></p>	$M_u = 5.66 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$	
<p>Area de acero en pantalla por metro:</p>	$A_{s\_punta} := A_s(d_z, M_u, B_e)$ $A_{s\_punta} = 2.47 \cdot \text{cm}^2$	
<p>Area de acero mínimo (5.10.6-1):</p>	$A_{s\_minlz} := \frac{1.3 \cdot \frac{b_m}{\text{in}} \cdot \frac{h_z}{\text{in}}}{2 \cdot \left( \frac{b_m}{\text{in}} + \frac{h_z}{\text{in}} \right)} \cdot \frac{f_y}{\text{ksi}} \cdot \frac{\text{in}^2}{\text{ft}}$	
<p>Prestación Adicional de Supervisión N° 08 al Contrato de Servicio de Consultoría N° 147-2018-MTC/20.2</p>	<p>CONSORCIO SUPERVISOR OYON CHACAYAN</p>	<p>Página 19-27</p>


Rev.0 Departamento de Puentes, Estructuras y Obras de Arte	REALIZADO: Ernesto Mandujano C. REVISADO: Ing. Jorge Calderon B.	
<div style="text-align: right; margin-bottom: 10px;"> <math display="block">A_{s_{minlz}} = 5.57 \cdot \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}</math> </div> <p>Diámetro de varilla en punta inferior:</p> <div style="text-align: right; margin-bottom: 10px;"> <math display="block">\phi_{v5} := \frac{1}{2} \cdot \text{in}</math> </div> <p>Area de la varilla:</p> <div style="text-align: right; margin-bottom: 10px;"> <math display="block">A_{v5} := \pi \cdot \frac{\phi_{v5}^2}{4}</math> <math display="block">A_{v5} = 1.27 \cdot \text{cm}^2</math> </div> <p>Espaciamiento de la varilla calculado:</p> <div style="text-align: right; margin-bottom: 10px;"> <math display="block">s_{v5} := \frac{A_{v5}}{\max\left(\frac{A_{s_{punta}}}{\text{m}}, A_{s_{minlz}}\right)}</math> <math display="block">s_{v5} = 0.23 \text{ m}</math> </div> <div style="text-align: center; background-color: #e0ffe0; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <b>Finalmente colocar: <math>\phi 1/2'' @ 0.20</math></b> </div> <p><b>Refuerzo Transversal Interior:</b></p> <p>Refuerzo exterior a colocar:</p> <div style="text-align: right; margin-bottom: 10px;"> <math display="block">\phi_{v6} := \frac{1}{2} \cdot \text{in}</math> </div> <div style="text-align: right; margin-bottom: 10px;"> <math display="block">A_{v6} := \pi \cdot \frac{\phi_{v6}^2}{4}</math> </div> <p>Espaciamiento exterior a colocar:</p> <div style="text-align: right; margin-bottom: 10px;"> <math display="block">s_{v6} := 0.225 \text{ m}</math> </div> <p>Area de acero a colocar:</p> <div style="text-align: right; margin-bottom: 10px;"> <math display="block">A_{st6} := \frac{A_{v6}}{s_{v6}}</math> <math display="block">A_{st6} = 5.63 \cdot \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}</math> </div> <p>Area de acero minimo (5.10.6-1):</p> <div style="text-align: right;"> <math display="block">A_{s_{mintz}} := \frac{1.3 \cdot \frac{\text{B}}{\text{in}} \cdot \frac{h_z}{\text{in}}}{2 \cdot \left( \frac{\text{B}}{\text{in}} + \frac{h_z}{\text{in}} \right)} \cdot \frac{\text{in}^2}{\text{ft}} \cdot \frac{\text{ft}}{\text{ksi}}</math> </div>		
Prestación Adicional de Supervisión N° 08 al Contrato de Servicio de Consultoría N° 147- 2018-MTC/20.2	<b>CONSORCIO SUPERVISOR OYON CHACAYAN</b>	Página 20-27





<p>Rev.0 Departamento de Puentes, Estructuras y Obras de Arte</p>	<p>REALIZADO: Ernesto Mandujano C. REVISADO: Ing. Jorge Calderon B.</p>	
$A_{s_{mintz}} = 5.49 \cdot \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$ <p style="background-color: #90EE90; padding: 5px; display: inline-block;">if(<math>A_{s_{mintz}} \leq A_{s_{t6}}</math>, "Ok", "Ng") = "Ok"</p>		
<p><b>b. Diseño por Flexión - Talón</b></p>		
<p><input checked="" type="checkbox"/> Momento en resistencia en talón:</p>	$M_{R\_talón} := \sigma_{p\_r} \cdot B_z \cdot \frac{[B - 2 \cdot exc\_p_r - (Punta + g_i)]^2}{2}$ $M_{R\_talón} = 34.884 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$	
<p>Momento en Evento Extremo en talón:</p>	$M_{ee\_talón} := \sigma_{p\_eq} \cdot B_z \cdot \frac{[B - 2 \cdot exc\_p_{eq} - (Punta + g_i)]^2}{2}$ $M_{ee\_talón} = 13.823 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$	
<p>Momento por peso de zapata en talón:</p>	$M_{zap\_talón} := \omega_z \cdot \frac{\text{Talón}^2}{2}$ $M_{zap\_talón} = 6.586 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$	
<p>Carga de relleno:</p>	$\omega_r := \gamma_s \cdot h \cdot B_z$ $\omega_r = 7200 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$	
<p>Momento por peso de relleno:</p>	$M_{rell\_talón} := \omega_r \cdot \frac{\text{Talón}^2}{2}$ $M_{rell\_talón} = 28.224 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$	
<p><input checked="" type="checkbox"/> Momento de diseño en Resistencia l talón:</p>	$M_{RI\_talón} := M_{R\_talón} - 1.25M_{zap\_talón} - 1.0M_{rell\_talón}$ $M_{RI\_talón} = -1.57 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$	
<p>Momento de diseño en Evento Extremo talón:</p>	$M_{EE\_talón} := M_{ee\_talón} - 1.0M_{zap\_talón} - 1.0M_{rell\_talón}$ $M_{EE\_talón} = -20.99 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$	
<p>Prestación Adicional de Supervisión N° 08 al Contrato de Servicio de Consultoría N° 147-2018-MTC/20.2</p>	<p><b>CONSORCIO SUPERVISOR OYON CHACAYAN</b></p>	<p>Página 21-27</p>

<p>Rev.0 Departamento de Puentes, Estructuras y Obras de Arte</p>	<p>REALIZADO: Ernesto Mandujano C. REVISADO: Ing. Jorge Calderon B.</p>	
<p><b>Momento último:</b></p> $M_u := \max( M_{RI\_talón} ,  M_{EE\_talón} , \min(M_{cr} \cdot 1.33 \max( M_{RI\_talón} ,  M_{EE\_talón} )))$ $M_u = 27.91 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$ <p><b>Area de acero por metro:</b></p> $A_{s\_talón} := A_s(d_z,  M_u , B_e)$ $A_{s\_talón} = 12.4 \cdot \text{cm}^2$ <p><b>Area de acero mínimo (5.10.6-1):</b></p> $A_{s\_minlz} = 5.57 \cdot \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$ <p><b>Diámetro de varilla en talón superior:</b></p> $\phi_{v7} := \frac{5}{8} \cdot \text{in}$ <p><b>Area de la varilla:</b></p> $A_{v7} := \pi \cdot \frac{\phi_{v7}^2}{4}$ $A_{v7} = 1.98 \cdot \text{cm}^2$ <p><b>Espaciamiento de la varilla calculado:</b></p> $s_{v7} := \frac{A_{v7}}{\max\left(\frac{A_{s\_talón}}{\text{m}}, A_{s\_minlz}\right)}$ $s_{v7} = 0.16 \text{ m}$ <p style="text-align: center;"><b>Finalmente colocar: <math>\phi 5/8" @ 0.15</math></b></p> <p><b>Refuerzo Transversal Superior:</b></p> <p><b>Refuerzo exterior a colocar:</b></p> $\phi_{v8} := \frac{1}{2} \cdot \text{in}$ $A_{v8} := \pi \cdot \frac{\phi_{v8}^2}{4}$ <p><b>Espaciamiento exterior a colocar:</b></p> $s_{v8} := 0.225 \text{ m}$ <p><b>Area de acero a colocar:</b></p> $A_{s\_t8} := \frac{A_{v8}}{s_{v8}}$		
<p>Prestación Adicional de Supervisión N° 08 al Contrato de Servicio de Consultoría N° 147-2018-MTC/20.2</p>	<p>CONSORCIO SUPERVISOR OYON CHACAYAN</p>	<p>Página 22-27</p>

<p>Rev.0 Departamento de Puentes, Estructuras y Obras de Arte</p>	<p>REALIZADO: Ernesto Mandujano C. REVISADO: Ing. Jorge Calderon B.</p>	
<p style="text-align: right;"><math>A_{s18} = 5.63 \cdot \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}</math></p> <p>Area de acero mínimo: <span style="float: right;"><math>A_{s\text{mintz}} = 5.49 \cdot \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}</math></span></p> <p style="text-align: center;"><math>\text{if}(A_{s\text{mintz}} \leq A_{s18}, "Ok", "Ng") = "Ok"</math></p>		
<p><b>c. Verificación por corte</b></p>		
<p>Factor de reducción por corte: <span style="float: right;"><math>\phi_v = 0.9</math></span></p>		
<p>Valores de <math>\beta</math> y <math>\theta</math>, para el diseño por corte para estructuras de concreto reforzado:</p> <p style="text-align: right;"><math>\beta = 2</math> <math>\theta = 45^\circ</math></p>		
<p>Fuerza de corte del concreto:</p> <p style="text-align: right;"><math>V_{c\text{ex}} := 0.0316 \cdot \beta \cdot \sqrt{f'_{c_p}} \cdot \text{ksi} \cdot 1\text{m} \cdot d_z</math> <math>V_c = 46.84\text{-tonf}</math></p>		
<p>Resistencia al corte nominal: <span style="float: right;"><math>V_{n\text{ex}} := V_c</math></span></p>		
<p>Resistencia al corte: <span style="float: right;"><math>\phi_v \cdot V_n = 42.16\text{-tonf}</math></span></p>		
<p><b>▶</b> Cortante último de la sección.</p> <p style="text-align: right;"><math>V_{u\text{ex}} := \max(V_{\text{punta}}, V_{\text{talon}})</math> <math>V_u = 8.35\text{-tonf}</math></p> <p style="text-align: center;"><math>\text{if}(V_u \leq \phi_v \cdot V_n, "Ok", "Ng") = "Ok"</math></p>		
<p><b>10. Diseño del Dentellon</b></p>		
<p><b>a. Diseño por Flexión</b></p>		
<p><b>Refuerzo Vertical Exterior:</b></p>		
<p><b>▶</b> Peralte del acero en tracción:</p> <p style="text-align: right;"><math>d_{\text{supa}} := b_d - 6\text{cm}</math> <math>d_{\text{sp}} = 0.64\text{m}</math></p>		
<p>Momento de diseño de dentellón: <span style="float: right;"><math>M_{de} = 1.235\text{-tonf}\cdot\text{m}</math></span></p>		
<p>Prestación Adicional de Supervisión N° 08 al Contrato de Servicio de Consultoría N° 147-2018-MTC/20.2</p>	<p>CONSORCIO SUPERVISOR OYON CHACAYAN</p>	<p>Página 23-27</p>

<p>Rev.0 Departamento de Puentes, Estructuras y Obras de Arte</p>	<p>REALIZADO: Ernesto Mandujano C. REVISADO: Ing. Jorge Calderon B.</p>	
<p>Módulo de sección Elástica de la sección:</p>	$S_{bx} := \frac{1m \cdot b_d^2}{6}$ $S_b = 0.082 \cdot m^3$	
<p>Módulo de rotura del concreto:</p>	$f_{rw} := 2 \sqrt{f'_{cp} \cdot \frac{kgf}{cm^2}}$ $f_r = 28.98 \cdot \frac{kgf}{cm^2}$	
<p>Reforzamiento mínimo:</p>	$\phi_f \cdot Mn \geq \min(M_{cr}, 1.33M_{de})$ $\gamma_{11} := 1.60$ $\gamma_{12} := 1.10$ $\gamma_{13} := 1.00$	
<p>Momento de agrietamiento de la sección:</p>	$M_{cr} := \gamma_{13} \cdot (\gamma_{11} \cdot f_r \cdot S_b)$ $M_{cr} = 37.87 \cdot tonf \cdot m$	
<p>Momento máximo de la sección:</p>	$M_{max\_p} := \max(M_{de}, \min(M_{cr}, 1.33M_{de}))$ $M_{max\_p} = 1.64 \cdot tonf \cdot m$	
<p>Area de acero en pantalla por metro:</p>	$A_{s\_pantalla} := A_s(d_{sp}, M_{max\_p}, B_e)$ $A_{s\_pantalla} = 0.68 \cdot cm^2$	
<p>Ancho del muro típico:</p>	$b_{m} := 5m$	
<p>Area de acero mínimo (5.10.6-1):</p>	$A_{s\_minld} := \frac{1.3 \cdot \frac{b_m}{in} \cdot \frac{b_d}{in}}{2 \cdot \left( \frac{b_m}{in} + \frac{b_d}{in} \right) \cdot \frac{f_y}{ksi}} \cdot \frac{in^2}{ft}$ $A_{s\_minld} = 5.57 \cdot \frac{cm^2}{m}$	
<p>Diámetro de varilla:</p>	$\phi_{varilla} := \frac{1}{2} \cdot in$	
<p>Prestación Adicional de Supervisión N° 08 al Contrato de Servicio de Consultoría N° 147-2018-MTC/20.2</p>	<p>CONSORCIO SUPERVISOR OYON CHACAYAN</p>	<p>Página 24-27</p>

<p>Rev.0 Departamento de Puentes, Estructuras y Obras de Arte</p>	<p>REALIZADO: Ernesto Mandujano C. REVISADO: Ing. Jorge Calderon B.</p>	
<p><b>Area de la varilla en pantalla interior:</b></p> $A_{v1} := \pi \cdot \frac{\phi_{v1}^2}{4}$ $A_{v1} = 1.27 \cdot \text{cm}^2$ <p><b>Espaciamiento de la varilla calculado:</b></p> $s_{v1} := \frac{A_{v1}}{\max\left(\frac{1 A_{s_{pantalla}}}{m}, A_{s_{minld}}\right)}$ $s_{v1} = 0.23 \text{ m}$ <p style="text-align: center;"><b>Finalmente colocar: <math>\phi 1/2" @ 0.225</math></b></p> <p><b>Refuerzo Vertical Interior:</b></p> <p><b>Refuerzo exterior a colocar:</b></p> $\phi_{v2} := \frac{5}{8} \cdot \text{in}$ $A_{v2} := \pi \cdot \frac{\phi_{v2}^2}{4} = 1.979 \cdot \text{cm}^2$ <p><b>Espaciamiento exterior a colocar:</b></p> $s_{v2} := 0.25 \text{ m}$ <p>Para tener continuidad del acero principal de la pantalla.</p> <p><b>Area de acero a colocar:</b></p> $A_{s2} := \frac{A_{v2}}{s_{v2}}$ $A_{s2} = 7.917 \cdot \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$ <p><b>Area de acero minimo (5.10.6-1):</b></p> $A_{s_{minld}} = 5.568 \cdot \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$ <p style="text-align: center;"><b>if(<math>A_{s_{minld}} \leq A_{s2}</math>, "Ok", "Ng") = "Ok"</b></p> <p><b>Refuerzo transversal Interior:</b></p> <p><b>Refuerzo interior a colocar:</b></p> $\phi_{v3} := \frac{1}{2} \cdot \text{in}$ $A_{v3} := \pi \cdot \frac{\phi_{v3}^2}{4} = 1.267 \cdot \text{cm}^2$		
<p>Prestación Adicional de Supervisión N° 08 al Contrato de Servicio de Consultoría N° 147-2018-MTC/20.2</p>	<p>CONSORCIO SUPERVISOR OYON CHACAYAN</p>	<p>Página 25-27</p>

<p>Rev.0 Departamento de Puentes, Estructuras y Obras de Arte</p>	<p>REALIZADO: Ernesto Mandujano C. REVISADO: Ing. Jorge Calderon B.</p>	
<p><b>Espaciamiento interior a colocar:</b> <math>s_{v3} := 0.275\text{m}</math></p> <p><b>Area de acero a colocar:</b> <math>A_{s3} := \frac{A_{v3}}{s_{v3}}</math>  <math>A_{s3} = 4.606 \cdot \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}</math></p> <p><b>Area de acero mínimo (5.10.6-1):</b> <math>A_{s_{mintd}} := \frac{1.3 \cdot \frac{h_d}{\text{in}} \cdot \frac{b_d}{\text{in}}}{2 \cdot \left( \frac{h_d}{\text{in}} + \frac{b_d}{\text{in}} \right) \cdot \frac{f_y}{\text{ksi}}} \cdot \text{in}^2</math>  <math>A_{s_{mintd}} = 3.174 \cdot \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}</math></p> <p><math>\text{if}(A_{s_{mintd}} \leq A_{s3}, \text{"Ok"}, \text{"Ng"}) = \text{"Ok"}</math></p> <p><b>Refuerzo transversal Exterior:</b></p> <p><b>Refuerzo exterior a colocar:</b> <math>\phi_{v4} := \frac{1}{2} \cdot \text{in}</math>  <math>A_{v4} := \pi \cdot \frac{\phi_{v4}^2}{4} = 1.267 \cdot \text{cm}^2</math></p> <p><b>Espaciamiento exterior a colocar:</b> <math>s_{v4} := 0.275\text{m}</math></p> <p><b>Area de acero a colocar:</b> <math>A_{s4} := \frac{A_{v4}}{s_{v4}}</math>  <math>A_{s4} = 4.606 \cdot \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}</math></p> <p><b>Area de acero mínimo (5.10.6-1):</b> <math>A_{s_{mintd}} = 3.174 \cdot \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}</math></p> <p><math>\text{if}(A_{s_{mintd}} \leq A_{s4}, \text{"Ok"}, \text{"Ng"}) = \text{"Ok"}</math></p> <p><b>b. Verificación por corte</b></p> <p><b>Factor de reducción por corte:</b> <math>\phi_{w} = 0.90</math></p> <p><b>Valores de <math>\beta</math> y <math>\theta</math>, para el diseño por corte para estructuras de concreto reforzado:</b> <math>\beta := 2</math>  <math>\theta := 45^\circ</math></p>		
<p>Prestación Adicional de Supervisión N° 08 al Contrato de Servicio de Consultoría N° 147-2018-MTC/20.2</p>	<p>CONSORCIO SUPERVISOR OYON CHACAYAN</p>	<p>Página 26-27</p>

Rev.0

Departamento de Puentes, Estructuras y  
 Obras de Arte

REALIZADO:  
 Ernesto Mandujano C.  
 REVISADO:  
 Ing. Jorge Calderon B.



Fuerza de corte del concreto:

$$V_{c,c} := 0.0316 \cdot \beta \cdot \sqrt{f_{c_p}} \cdot \text{ksi} \cdot l_m \cdot d_{sp}$$

$$V_c = 49.15 \cdot \text{tonf}$$

Resistencia al corte nominal:

$$V_{n,n} := V_c$$

Resistencia al corte:

$$\phi_v \cdot V_n = 44.233 \cdot \text{tonf}$$

Cortante último de la sección.

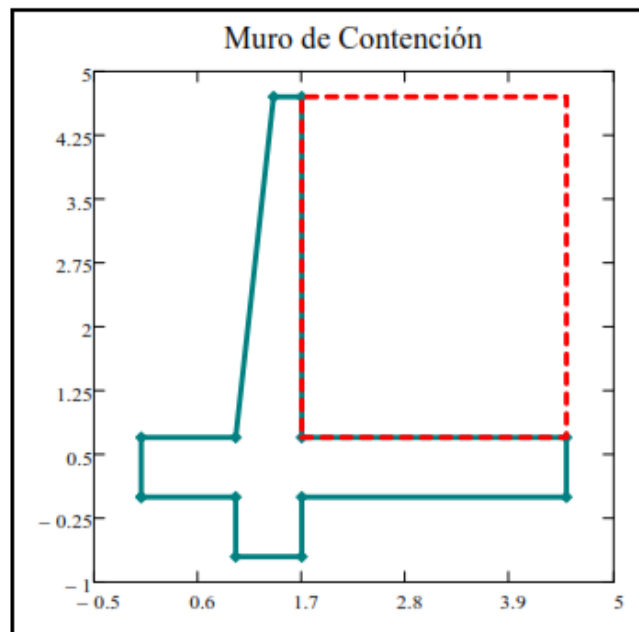
$$V_{u,u} := F_{de}$$

$$V_u = 3.02 \cdot \text{tonf}$$

if( $V_u \leq \phi_v \cdot V_n$ , "Ok", "Ng") = "Ok"

### 10. Geometria Final

$$x_d = 1 \text{ m}$$






**Proyecto:** Prestación Adicional de Supervisión N° 07 al Contrato de Servicio de Consultoría N° 147-2018-MTC/20.2  
Diseño Estructural  
Informe de Criterios de Diseño

Junio 2022  
Página (18)

– **A.01-08** MEMORIA DE CALCULO DE MUROS DE CONTENCIÓN MCA TIPO **MT-9B**



Rev.0	REALIZADO: Ernesto Mandujano C.	
Departamento de Puentes, Estructuras y Obras de Arte	REVISADO: Ing. Jorge Calderon B.	

## ANÁLISIS Y DISEÑO DE MUROS DE CONTENCIÓN DE CºAº (AASHTO - LRFD 2017)


DESCRIPCIÓN: Muro de Concreto Armado "MT-9B" PAGE 01 OF 27

REALIZADO: Ernesto Mandujano C. & REVISADO: J.R.C.B

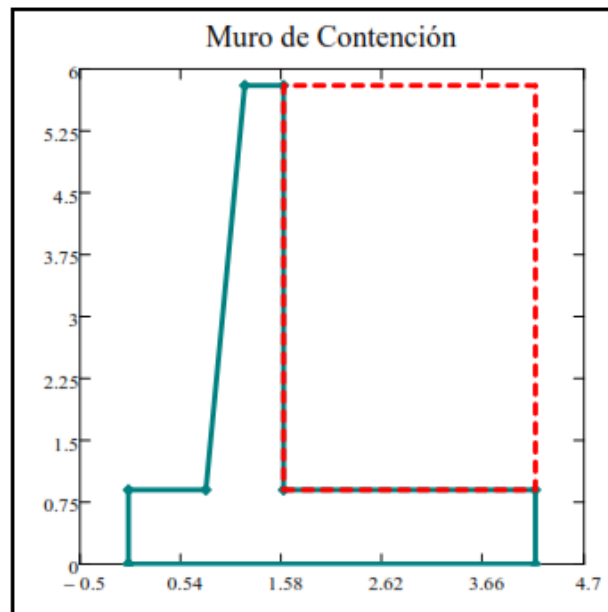
Departamento de Puentes, Estructuras y Obras de Arte - CSOCH

### 1. Geometría:

Longitud del muro:	$B_e := 1.0m$	
Longitud de relleno:	$L_{rell} := 1.0m$	
Longitud de apoyo	$N_a := 0m$	
Ancho del parapeto	$b_p := 0.40m$	
Altura del parapeto	$h_p := 0m$	
Altura de la base de apoyo	$h_b := 0.m$	
Altura de apoyo delantero	$h_{ad} := 0m$	
Ancho del apoyo delantero	$b_{ad} := 0m$	
Altura de apoyo trasero	$h_{at} := 0m$	
Ancho de apoyo trasero	$b_{at} := 0.0m$	
Altura de la pantalla del muro	$h := 4.90m$	
Altura del relleno:	$h_r := h - h_p = 4.9m$	
Ancho de zapata:	$B_z := 1.00m$	
Altura de la zapata = H/10	$h_z := 0.90m$	
Longitud de la zapata = 0.6H	$B := 4.20m$	
Longitud de la punta de la zapata = B/3	$Punta := 0.80m$	
	$P_h := 0.40m$	
Longitud de talón de la zapata	$Talon := 2.60m$	
	$T_h := 0m$	$\frac{P_h}{h} = 0.082$



Rev.0	REALIZADO: Ernesto Mandujano C. REVISADO: Ing. Jorge Calderon B.	
Departamento de Puentes, Estructuras y Obras de Arte		


Garganta Inferior = $h/8-h/10$	$\Delta_i := B - (Punta + Talon + P_h + T_h) = 0.4 \text{ m}$	$g_i := \Delta_i + P_h + T_h$	$g_i = 0.8 \text{ m}$
Altura del muro:	$H_{est} := h + h_z$	$H_{est} = 5.8 \text{ m}$	
Profundidad de Desplante:	$D_f := 1.20 \text{ m}$		
Altura de relleno sobre la corona del muro:	$h_{rl} := 0 \text{ m}$		



**2. Materiales y Parametros de Riesgo Sismico:**

Capacidad portante del terreno	$\sigma_t := 1.50 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$
Capacidad del terreno último:	$\sigma_{t_u} := 4.50 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$

Rev.0 Departamento de Puentes, Estructuras y Obras de Arte	REALIZADO: Ernesto Mandujano C. REVISADO: Ing. Jorge Calderon B.	
Peso del concreto	$\gamma_c := 2400 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^3}$	
Peso del relleno	$\gamma_s := 1800 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^3}$	
Resistencia del concreto de la pantalla	$f_{c_p} := 210 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$	
Resistencia del concreto en la zapata	$f_{c_z} := 210 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$	
Esfuerzo de fluencia del acero	$f_y := 4200 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$	
Factor de reducción por flexión:	$\phi_f := 0.90$	
Ángulo de fricción interna del relleno:	$\phi := 33^\circ$	
Ángulo de fricción interna del suelo de fundación:	$\phi_s := 24.85^\circ$	
Coeficiente de fricción "Tabla 3.11.5.3.1":	$\mu := \min(\tan(\phi_s), 0.55) \quad \tan(\phi_s) = 0.463$ $\mu = 0.463$	
Ángulo que forma la pared interior del muro con la vertical.	$\theta := 0^\circ$	
Ángulo que forma la superficie del suelo con la horizontal.	$\beta := 0^\circ$	
Ángulo de fricción entre el muro y el suelo.	$\delta_w := \frac{2\phi}{3} = 22.5^\circ$	
Coeficiente del estudio de peligro sísmico :	$k_{PGA} := 0.40$	
Componente horizontal de la aceleración del sismo entre la aceleración de la g.	$k_h := \frac{1}{2} \cdot k_{PGA} = 0.2$	
Componente vertical de la aceleración del sismo entre la aceleración de la g.	$k_v := \frac{1}{2} \cdot k_h = 0.1$	
		
Prestación Adicional de Supervisión N° 08 al Contrato de Servicio de Consultoría N° 147- 2018-MTC/20.2	CONSORCIO SUPERVISOR OYON CHACAYAN	Página 3-27

Rev.0 Departamento de Puentes, Estructuras y Obras de Arte	REALIZADO: Ernesto Mandujano C. REVISADO: Ing. Jorge Calderon B.	
--	---	---

Coefficiente de presión de tierra activo:

$$k_a = \frac{(\cos(\phi - \theta))^2}{(\cos(\theta))^2 \cdot \cos(\delta + \theta) \cdot \left[ 1 + \sqrt{\frac{\sin(\delta + \phi) \cdot \sin(\phi - \beta)}{(\cos(\delta + \theta) \cdot \cos(\theta - \beta))}} \right]^2} \quad k_a = 0.264$$

Coefficiente de presión de tierra pasivo:

$$k_p = \frac{\cos(\phi + \theta)^2}{\cos(\theta)^2 \cdot \cos(\theta - \delta) \cdot \left( 1 - \sqrt{\frac{\sin(\phi - \delta) \cdot \sin(\phi + \beta)}{\cos(\theta - \delta) \cdot \cos(\theta - \beta)}} \right)^2} \quad k_p = 1.714$$

Coefficiente en reposo:

$$k_0 = 1 - \sin(\phi) \quad k_0 = 0.455$$

Coefficiente de presión de tierra Mononobe Okabe:

$$k_{ae} = \frac{(\cos(\phi - \theta - \psi))^2}{\cos(\psi) \cdot (\cos(\theta))^2 \cdot \cos(\delta + \theta + \psi) \cdot \left[ 1 + \sqrt{\frac{\sin(\delta + \phi) \cdot \sin(\omega - \psi)}{(\cos(\delta + \theta + \psi) \cdot \cos(\beta - \theta))}} \right]^2} \quad k_{ae} = 0.432$$




### 3. Metrado de cargas resistentes:


a. Pantalla


Area geométrica de la pantalla:	$A_{g_p} = 2.94 \text{ m}^2$
Peso propio de la pantalla:	$P_p := \gamma_c \cdot A_{g_p} \cdot B_e$ $P_p = 7.056 \text{ tonf}$
Ubicación del centro de gravedad:	$x_p = 1.289 \text{ m}$ $y_p = 3.078 \text{ m}$
Momento por pantalla:	$M_p := P_p \cdot x_p$ $M_p = 9.094 \text{ tonf} \cdot \text{m}$

b. Zapata

Area geométrica de la zapata:	$A_{g_z} = 3.78 \text{ m}^2$
Peso propio de la zapata:	$P_z := \gamma_c \cdot A_{g_z} \cdot B_e$

Rev.0 Departamento de Puentes, Estructuras y Obras de Arte	REALIZADO: Ernesto Mandujano C. REVISADO: Ing. Jorge Calderon B.	
Ubicación del centro de gravedad:	$P_z = 9.072 \cdot \text{tonf}$ $x_z = 2.1 \text{ m}$ $y_z = 0.45 \text{ m}$	
Momento por zapata:	$M_z := P_z \cdot x_z$ $M_z = 19.051 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$	
<b>c. Relleno</b>		
Area geométrica del relleno:	$A_{g_r} = 12.74 \text{ m}^2$	
Peso propio de la relleno:	$P_r := \gamma_s \cdot A_{g_r} \cdot L_{\text{rell}}$ $P_r = 22.932 \cdot \text{tonf}$	
Ubicación del centro de gravedad:	$x_r = 2.9 \text{ m}$ $y_r = 3.35 \text{ m}$	
Momento por relleno:	$M_r := P_r \cdot x_r$ $M_r = 66.503 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$	
▢		
<b>e. Sobrecarga Viva uniforme "LS"</b>		
Altura equivalente Tabla 3.11.6.4-2:	$h_{\text{eq}} := 2.0 \text{ f}$	
Sobrecarga aplicada al muro:	$q_s := h_{\text{eq}} \cdot \gamma_s$ $q_s = 1.097 \cdot \frac{\text{tonf}}{\text{m}^2}$	
Carga vertical de sobrecarga:	$LS_v := L_{\text{rell}} \cdot \text{Talon} \cdot q_s$ $LS_v = 2.853 \cdot \text{tonf}$	
Ubicación del centro de gravedad:	$x_s := B - \frac{\text{Talon}}{2}$ $x_s = 2.9 \text{ m}$	
<b>4. Metrado de cargas actuantes:</b>		
<b>a. Muro</b>		
Fuerza Inercial de pantalla:	$FIP := k_h \cdot (P_p + P_z)$ $FIP = 3.23 \cdot \text{tonf}$	
Prestación Adicional de Supervisión N° 08 al Contrato de Servicio de Consultoría N° 147- 2018-MTC/20.2	CONSORCIO SUPERVISOR OYON CHACAYAN	Página 5-27

Rev.0 Departamento de Puentes, Estructuras y Obras de Arte	REALIZADO: Ernesto Mandujano C. REVISADO: Ing. Jorge Calderon B.	
Ubicación del centro de gravedad: $y_{est} = 1.6 \text{ m}$		
Momento actuante: $M_{ip} := FIP \cdot y_{est}$ $M_{ip} = 5.16 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$		
b. Presión Activa de tierra		
Fuerza actuante: $F_a = 8.007 \cdot \text{tonf}$		
Momento actuante: $M_a = 15.48 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$		
Ubicación del centro de gravedad: $y_a = 1.933 \text{ m}$		
c. Presión activa por sobrecarga uniforme		
Fuerza actuante por sobrecarga activa: $F_{LS} = 1.683 \cdot \text{tonf}$		
Momento actuante por sobrecarga activa: $M_{LS} = 4.881 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$		
Ubicación del centro de gravedad: $y_{LS} = 2.9 \text{ m}$		
d. Presión en reposo de tierra		
Fuerza actuante en reposo: $F_o = 13.787 \cdot \text{tonf}$		
Momento actuante en reposo: $M_o = 26.654 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$		
Ubicación del centro de gravedad: $y_o = 1.933 \text{ m}$		
e. Presión en reposo por sobrecarga uniforme		
Fuerza actuante por sobrecarga en reposo: $F_{oLS} = 2.898 \cdot \text{tonf}$		
Momento actuante por sobrecarga en reposo: $M_{oLS} = 8.404 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$		
Ubicación del centro de gravedad: $y_{oLS} = 2.9 \text{ m}$		
f. Empuje Dinámico		
Fuerza actuante: $F_{ae} := \frac{(h_r + h_z)^2}{2} \cdot k_{ae} \cdot \gamma_s \cdot L_{rell}$ $F_{ae} = 13.075 \cdot \text{tonf}$		
Ubicación del centro de gravedad: $y_{ae} := \frac{0.6 \cdot (h_r + h_z) \cdot \Delta F + \frac{(h_r + h_z)}{3} \cdot F_a}{F_{ae}}$		
Prestación Adicional de Supervisión N° 08 al Contrato de Servicio de Consultoría N° 147- 2018-MTC/20.2		
CONSORCIO SUPERVISOR OYON CHACAYAN		
Página 6-27		

Rev.0 Departamento de Puentes, Estructuras y Obras de Arte	REALIZADO: Ernesto Mandujano C. REVISADO: Ing. Jorge Calderon B.	
--	---	---

$y_{ae} = 2.533 \text{ m}$

Momento actuante:  $M_{ae} := F_{ae} \cdot y_{ae} \quad M_{ae} = 33.116 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$

**5. Análisis de Estabilidad en condiciones de Servicio**

a. Factor de Seguridad al Deslizamiento

$FN_s := 1.0 \cdot P_p + 1.0 \cdot P_z + 1.0 \cdot P_r + 1.0 \cdot DD + 1.0 \cdot DC + 1.0 \cdot DW + 0.0 \cdot LL_{IM} + 0.0 \cdot LS_v$   
 $FN_s = 39.06 \cdot \text{tonf}$   
 $FA_s := 1.0 \cdot BR + 1.0 \cdot FR_{max} + 1.0 \cdot F_a + 1.0 \cdot F_{LS}$   
 $FA_s = 9.69 \cdot \text{tonf}$

Carga Axial normal:	$FN_s = 39.06 \cdot \text{tonf}$
Fuerza Resistente:	$FR_s := \mu \cdot FN_s = 18.09 \cdot \text{tonf}$
Fuerza Actuante:	$FA_s = 9.69 \cdot \text{tonf}$
Altura del diente:	$h_d := 1.00 \text{ m}$
Ancho del diente:	$b_d := 0.80 \text{ m}$
Peso del diente:	$P_d := h_d \cdot b_d \cdot 1 \text{ m} \cdot \gamma_c$ $P_d = 1.92 \cdot \text{tonf}$ $M_d := P_d \cdot \left( x_d + \frac{b_d}{2} \right) = 2.304 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$

$x_d := 0.80 \text{ m}$

$h_{r2} := 0 \text{ m}$

Fuerza Pasiva:

$$P_{sa} := k_p \cdot \left( \gamma_s \cdot \frac{h_d^2}{2} \right) \cdot 1 \text{ m} + k_p \cdot \left[ \gamma_s \cdot \frac{(h_{r2} + h_z)^2}{2} \right] \cdot 1 \text{ m}$$

$P_{sa} = 2.79 \cdot \text{tonf}$


Factor de Seguridad al Deslizamiento:  $FSD_s := \frac{FR_s + P_{sa} + \mu \cdot P_d}{FA_s} = 2.25$

Verificación 2:


$$\text{Verif2} := \begin{cases} \text{"OK"} & \text{if } FSD_s \geq 1.5 \\ \text{"No cumple"} & \text{if } FSD_s < 1.5 \end{cases}$$


**Verif2 = "OK"**


Prestación Adicional de Supervisión N° 08 al Contrato de Servicio de Consultoría N° 147- 2018-MTC/20.2	<b>CONSORCIO SUPERVISOR OYON CHACAYAN</b>	Página 7-27
--	---	-------------

Rev.0  Departamento de Puentes, Estructuras y Obras de Arte	REALIZADO: Ernesto Mandujano C. REVISADO: Ing. Jorge Calderon B.																															
<p><b>b. Factor de Seguridad al Volteo</b></p> <p><input checked="" type="checkbox"/></p> $MR_s := 1.0 \cdot M_p + 1.0 \cdot M_z + 1.0 \cdot M_d + 1.0 \cdot M_r + 0.0 \cdot LS_v \cdot x_s$ $MA_s := 1.0 \cdot M_a + 1.0 \cdot M_{LS}$ $FV_{V_s} := 1.0 \cdot P_p + 1.0 \cdot P_z + 1.0 \cdot P_d + 1.0 \cdot P_r + 0.0 \cdot LS_v$ <p><input type="checkbox"/></p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30%;">Momento Resistente:</td> <td style="width: 30%;"><math>MR_s = 96.952 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}</math></td> <td style="width: 40%;"></td> </tr> <tr> <td>Momento Actuante:</td> <td><math>MA_s = 20.361 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}</math></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Factor de Seguridad al Volteo:</td> <td><math>FSV_s := \frac{MR_s}{MA_s} = 4.762</math></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Verificación 1:</td> <td> <math display="block">\text{Verifl} := \begin{cases} \text{"OK"} &amp; \text{if } FSV_s \geq 1.75 \\ \text{"No cumple"} &amp; \text{if } FSV_s &lt; 1.75 \end{cases}</math> </td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td style="background-color: #e0ffe0; text-align: center;"><b>Verifl = "OK"</b></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td> <math display="block">e_x := \frac{B}{2} - \frac{MR_s - MA_s}{FV_{V_s}} = 0.231 \text{ m}</math> </td> <td style="vertical-align: middle;"><math> e_x  = 0.231 \text{ m}</math></td> </tr> <tr> <td></td> <td> <math display="block">e_{\max} := \frac{B}{6} = 0.7 \text{ m}</math> </td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td style="background-color: #e0ffe0; text-align: center;"><b>if (<math> e_x  \leq e_{\max}</math>, "Ok", "Ng") = "Ok"</b></td> <td></td> </tr> </table> <p><b>c. Verificación de Presiones</b></p> <p><input checked="" type="checkbox"/></p> $FVP_{s_p} := 1.0 \cdot P_p + 1.0 \cdot P_z + 1.0 \cdot P_d + 1.0 \cdot P_r + 1.0 \cdot DD + 1.0 \cdot DC + 1.0 \cdot DW + 1.0 \cdot LL_{IM} + 1.0 \cdot LS_v$ $MR_{s_p} := 1.0 \cdot M_p + 1.0 \cdot M_z + 1.0 \cdot M_d + 1.0 \cdot M_r + 1.0 \cdot LS_v \cdot x_s$ $MA_{s_p} := 1.0 \cdot M_a + 1.0 \cdot M_{LS}$ <p><input type="checkbox"/></p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30%;">Excentricidad de la carga:</td> <td style="width: 30%;"> <math display="block">exc_{p_s} := \frac{B}{2} - \frac{MR_{s_p} - MA_{s_p}}{FVP_{s_p}}</math> </td> <td style="width: 40%;"></td> </tr> <tr> <td></td> <td><math>exc_{p_s} = 0.164 \text{ m}</math></td> <td></td> </tr> </table>			Momento Resistente:	$MR_s = 96.952 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$		Momento Actuante:	$MA_s = 20.361 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$		Factor de Seguridad al Volteo:	$FSV_s := \frac{MR_s}{MA_s} = 4.762$		Verificación 1:	$\text{Verifl} := \begin{cases} \text{"OK"} & \text{if } FSV_s \geq 1.75 \\ \text{"No cumple"} & \text{if } FSV_s < 1.75 \end{cases}$			<b>Verifl = "OK"</b>			$e_x := \frac{B}{2} - \frac{MR_s - MA_s}{FV_{V_s}} = 0.231 \text{ m}$	$ e_x  = 0.231 \text{ m}$		$e_{\max} := \frac{B}{6} = 0.7 \text{ m}$			<b>if (<math> e_x  \leq e_{\max}</math>, "Ok", "Ng") = "Ok"</b>		Excentricidad de la carga:	$exc_{p_s} := \frac{B}{2} - \frac{MR_{s_p} - MA_{s_p}}{FVP_{s_p}}$			$exc_{p_s} = 0.164 \text{ m}$	
Momento Resistente:	$MR_s = 96.952 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$																															
Momento Actuante:	$MA_s = 20.361 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$																															
Factor de Seguridad al Volteo:	$FSV_s := \frac{MR_s}{MA_s} = 4.762$																															
Verificación 1:	$\text{Verifl} := \begin{cases} \text{"OK"} & \text{if } FSV_s \geq 1.75 \\ \text{"No cumple"} & \text{if } FSV_s < 1.75 \end{cases}$																															
	<b>Verifl = "OK"</b>																															
	$e_x := \frac{B}{2} - \frac{MR_s - MA_s}{FV_{V_s}} = 0.231 \text{ m}$	$ e_x  = 0.231 \text{ m}$																														
	$e_{\max} := \frac{B}{6} = 0.7 \text{ m}$																															
	<b>if (<math> e_x  \leq e_{\max}</math>, "Ok", "Ng") = "Ok"</b>																															
Excentricidad de la carga:	$exc_{p_s} := \frac{B}{2} - \frac{MR_{s_p} - MA_{s_p}}{FVP_{s_p}}$																															
	$exc_{p_s} = 0.164 \text{ m}$																															
Prestación Adicional de Supervisión N° 08 al Contrato de Servicio de Consultoría N° 147- 2018-MTC/20.2	CONSORCIO SUPERVISOR OYON CHACAYAN	Página 8-27																														



<p>Rev.0 Departamento de Puentes, Estructuras y Obras de Arte</p>	<p>REALIZADO: Ernesto Mandujano C. REVISADO: Ing. Jorge Calderon B.</p>	
<p>Esfuerzos uniformes en zapata sobre suelo:</p> $\sigma_p := \frac{FVP_{s_p}}{(B - 2 \cdot  exc_{ps} ) \cdot B_e}$ $\sigma_p = 1.13 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$ <p style="background-color: #90EE90; padding: 2px;"><math>if(\sigma_p \leq \sigma_t, "Ok", "Ng") = "Ok"</math></p>		
<p><b>6. Análisis de Estabilidad en Resistencia:</b></p>		
<p><b>a. Verificación al Deslizamiento</b></p>		
<p><math>FN_r := 0.9 \cdot P_p + 0.9 \cdot P_z + 0.9P_d + 1.0P_r + 0.0LS_v + 0.9 \cdot P_d</math>  <math>FA_r := 1.50F_a + 1.75F_{LS}</math></p>		
<p>Tabla 10.5.5.2.2-1: Factores de resistencia</p>		
<p>Factor de resistencia para deslizamiento:</p>	<p><math>\varphi_\tau := 0.85</math></p>	
<p>Factor de resistencia para presión pasiva de tierra:</p>	<p><math>\varphi_{ep} := 0.50</math></p>	
<p>Carga Axial normal:</p>	<p><math>FN_r = 40.903 \cdot \text{tonf}</math></p>	
<p>Fuerza Resistente:</p>	<p><math>FR_r := \mu \cdot FN_r = 18.943 \cdot \text{tonf}</math></p>	
<p>Fuerza Pasiva:</p>	<p><math>P_{sa} = 2.79 \cdot \text{tonf}</math></p>	
<p>Fuerza Actuante:</p>	<p><math>FA_r = 14.96 \cdot \text{tonf}</math></p>	
<p>Resistencia al deslizamiento:</p>	<p><math>FA \leq R_R = \varphi R_n = \varphi_\tau \cdot FR_r + \varphi_{ep} \cdot P_{pas}</math></p>	
	<p><math>R_R := \varphi_\tau \cdot FR_r + \varphi_{ep} \cdot P_{sa}</math></p>	
	<p><math>R_R = 17.5 \cdot \text{tonf}</math></p>	
	<p style="background-color: #90EE90; padding: 2px;"><math>if(FA_r \leq R_R, "Ok", "Ng") = "Ok"</math></p>	
<p><b>b. Verificación al Volteo</b></p>		
<p><math>FV_{V_r} := 0.90 \cdot P_p + 0.90 \cdot P_z + 0.9 \cdot P_d + 1.0P_r + 0.0LS_v</math></p>		
<p><math>MR_{V_r} := 0.90 \cdot M_p + 0.90 \cdot M_z + 0.9 \cdot M_d + 1.0M_r + 0.0LS_v \cdot x_s</math></p>		
<p><math>MA_{V_r} := 1.50M_a + 1.75M_{LS}</math></p>		
<p>Momento resistente:</p>	<p><math>MR_{V_r} = 93.907 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}</math></p>	
<p>Momento actuante:</p>	<p><math>MA_{V_r} = 31.761 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}</math></p>	
<p>Cargas verticales actuantes:</p>	<p><math>FV_{V_r} = 39.175 \cdot \text{tonf}</math></p>	
<p>Prestación Adicional de Supervisión N° 08 al Contrato de Servicio de Consultoría N° 147-2018-MTC/20.2</p>	<p><b>CONSORCIO SUPERVISOR OYON CHACAYAN</b></p>	<p>Página 9-27</p>

Rev.0 Departamento de Puentes, Estructuras y Obras de Arte	REALIZADO: Ernesto Mandujano C.  REVISADO: Ing. Jorge Calderon B.	
Excentricidad de la carga:    Excentricidad máxima:	$exc_r := \frac{B}{2} - \frac{MR_{V_r} - MA_{V_r}}{FV_{V_r}}$ $exc_r = 0.514 \text{ m}$ $e_{max_r} := \frac{B}{3} = 1.4 \text{ m}$ <p style="background-color: #e0ffe0; padding: 2px;"><math>if(exc_r \leq e_{max_r}, "Ok", "Ng") = "Ok"</math></p>	
<p><b>c. Verificación por presiones</b></p>		
$FVP_{r_p} := 1.25 \cdot P_p + 1.25 \cdot P_z + 1.25 \cdot P_d + 1.0P_r + 1.75LS_v$ $MR_{r_p} := 1.25 \cdot M_p + 1.25 \cdot M_z + 1.25 \cdot M_d + 1.0M_r + 1.75LS_v \cdot x_s$ $MA_{r_p} := 1.50M_a + 1.75M_{LS}$		
Momento resistente:	$MR_{r_p} = 119.043 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$	
Momento actuante:	$MA_{r_p} = 31.761 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$	
Cargas verticales actuantes:	$FVP_{r_p} = 50.485 \cdot \text{tonf}$	
Excentricidad de la carga:   Esfuerzos uniformes en zapata sobre suelo:	$exc_{p_r} := \frac{B}{2} - \frac{MR_{r_p} - MA_{r_p}}{FVP_{r_p}}$ $exc_{p_r} = 0.371 \text{ m}$ $\sigma_{p_r} := \frac{FVP_{r_p}}{(B - 2 \cdot exc_{p_r}) \cdot B_e}$ $\sigma_{p_r} = 1.46 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$	
<p>Tabla 10.5.5.2.2-1: Factores de resistencia</p>		
Factor de resistencia para presiones:	$\varphi_b := 0.45$	
Resistencia a presiones:	$\sigma_{max} \leq R_R = \varphi R_n = \varphi_b \cdot FR_r$	
	$R_{R_r} := \varphi_b \cdot \sigma_{t_u}$	
	$R_{R_r} = 2.03 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$	
<p style="text-align: right; background-color: #e0ffe0; padding: 2px;"><math>if(\sigma_{p_r} \leq R_{R_r}, "Ok", "Ng") = "Ok"</math></p>		
Prestación Adicional de Supervisión N° 08 al Contrato de Servicio de Consultoría N° 147- 2018-MTC/20.2	CONSORCIO SUPERVISOR OYON CHACAYAN	Página 10-27

Rev.0 Departamento de Puentes, Estructuras y Obras de Arte	REALIZADO: Ernesto Mandujano REVISADO: Ing. Jorge Calderon B.	
---	--	---

## 7. Análisis de Estabilidad por Evento Extremo I

### a. Verificación al Deslizamiento

$$FN_{eq} := (0.9 \cdot P_p + 0.9 \cdot P_z + 0.9 P_d) + 1.0 P_r$$

$$FA_{eq} := 1.0 FIP + 1.0 F_{ae} + k_h \cdot P_r$$

Factor de resistencia para deslizamiento:

$$\varphi_{\tau_{eq}} := 1.0$$

Factor de resistencia para presión pasiva de tierra:

$$\varphi_{ep_{eq}} := 1.0$$

Carga Axial normal:

$$FN_{eq} = 39.175 \cdot \text{tonf}$$

Fuerza Resistente:

$$FR_{eq} := \mu \cdot FN_{eq} = 18.143 \cdot \text{tonf}$$

Fuerza Pasiva:

$$P_{sa} = 2.79 \cdot \text{tonf}$$

Fuerza Actuante:

$$FA_{eq} = 20.89 \cdot \text{tonf}$$

Resistencia al deslizamiento:

$$FA \leq R_R = \varphi R_n = \varphi_{\tau_{eq}} \cdot FR_{eq} + \varphi_{ep_{eq}} \cdot P_{pas}$$

$$R_{EQ} := \varphi_{\tau_{eq}} \cdot FR_{eq} + \varphi_{ep_{eq}} \cdot P_{sa}$$

$$R_{EQ} = 20.94 \cdot \text{tonf}$$

$$\text{if}(FA_{eq} \leq R_{EQ}, "Ok", "Ng") = "Ok"$$

### a. Verificación al Volteo

$$MRV_{eq} := 1.0 \cdot M_p + 1.0 \cdot M_z + 1.0 \cdot M_d + 1.0 \cdot M_r$$

$$FV_{eq} := 1.0 \cdot P_p + 1.0 \cdot P_z + 1.0 \cdot P_d + 1.0 \cdot P_r$$

$$MAV_{eq} := 1.0 \cdot M_{ip} + 1.0 M_{ae} + k_h \cdot P_r \cdot Y_r$$

Momento resistente:

$$MRV_{eq} = 96.952 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$$

Momento actuante:

$$MAV_{eq} = 53.64 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$$

Cargas verticales actuantes:

$$FV_{eq} = 40.98 \cdot \text{tonf}$$

Excentricidad de la carga:


$$exc_{eq} := \frac{B}{2} - \frac{MRV_{eq} - MAV_{eq}}{FV_{eq}}$$


$$exc_{eq} = 1.04 \text{ m}$$


Excentricidad máxima:


$$e_{max_{eq}} := \frac{B}{3} = 1.4 \text{ m}$$

$$\text{if}(exc_{eq} \leq e_{max_{eq}}, "Ok", "Ng") = "Ok"$$

<p>Rev.0 Departamento de Puentes, Estructuras y Obras de Arte</p>	<p>REALIZADO: Ernesto Mandujano C. REVISADO: Ing. Jorge Calderon B.</p>	
<p><b>b. Verificación a presiones</b></p> $MRP_{eq} := 1.0 \cdot M_p + 1.0 \cdot M_z + 1.0 \cdot M_d + 1.0 \cdot M_r$ $FVP_{eq} := 1.0 \cdot P_p + 1.0 \cdot P_z + 1.0 \cdot P_d + 1.0 \cdot P_r$ $MAP_{eq} := 1.0 \cdot M_{ip} + 1.0 M_{ae} + k_h \cdot P_r \cdot y_r$ <p>Momento resistente: <math>MRP_{eq} = 96.952 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}</math></p> <p>Momento actuante: <math>MAP_{eq} = 53.64 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}</math></p> <p>Cargas verticales actuantes: <math>FVP_{eq} = 40.98 \cdot \text{tonf}</math></p> <p>Excentricidad de la carga:</p> $exc_{peq} := \frac{B}{2} - \frac{MRP_{eq} - MAP_{eq}}{FVP_{eq}}$ $exc_{peq} = 1.043 \text{ m}$ <p>Esfuerzos uniformes en zapata sobre suelo:</p> $\sigma_{peq} := \frac{FVP_{eq}}{(B - 2 \cdot exc_{peq}) \cdot B_e}$ $\sigma_{peq} = 1.94 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$ <p>Tabla 10.5.5.2.2-1: Factores de resistencia</p> <p>Factor de resistencia para presiones 11.6.5:</p> $\varphi_{b_{eq}} := 1.0$ <p>Resistencia a presiones:</p> $\sigma_{max} \leq R_R = \varphi R_n = \varphi_{b_{eq}} \cdot FR_r$ $R_{R_{eq}} := \varphi_{b_{eq}} \cdot \sigma_{tu}$ $R_{R_{eq}} = 4.5 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$ <p style="background-color: #e0ffe0; padding: 2px;"><math>if(\sigma_{peq} \leq R_{R_{eq}}, "Ok", "Ng") = "Ok"</math></p> <p><b>9. Diseño de Pantalla</b></p> <p><b>a. Diseño por Flexión</b></p> <p><b>Refuerzo Vertical Interior:</b></p> <p>Peralte del acero en tracción:</p> $d_{sp} := g_i - 6 \text{ cm}$ $d_{sp} = 0.74 \text{ m}$		
<p>Prestación Adicional de Supervisión N° 08 al Contrato de Servicio de Consultoría N° 147-2018-MTC/20.2</p>	<p>CONSORCIO SUPERVISOR OYON CHACAYAN</p>	<p>Página 12-27</p>

<p>Rev.0 Departamento de Puentes, Estructuras y Obras de Arte</p>	<p>REALIZADO: Ernesto Mandujano C. REVISADO: Ing. Jorge Calderon B.</p>	
<div style="border: 1px solid black; padding: 10px;"> <p><input type="checkbox"/></p> <p>Momento de diseño en Resistencia I: <math>M_{RI\_p} := 1.50M_{b\_p\_act} + 1.75M_{b\_p\_sc}</math> <math>M_{RI\_p} = 20.1 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}</math></p> <p>Momento de diseño en Evento Extremo: <math>M_{EE\_p} := 1.0M_{b\_p\_kae}</math> <math>M_{EE\_p} = 21.349 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}</math></p> <p>Módulo de sección Elástica de la sección: <math>S_b := \frac{1 \text{ m} \cdot g_i^2}{6}</math> <math>S_b = 0.107 \cdot \text{m}^3</math></p> <p>Módulo de rotura del concreto: <math>f_r := 2 \sqrt{f'_{c_p} \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}}</math> <math>f_r = 28.98 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}</math></p> <p>Reforzamiento mínimo: <math>\phi_f \cdot M_n \geq \min(M_{cr}, 1.33M_u)</math> <math>\gamma_1 := 1.60</math> <math>\gamma_2 := 1.10</math> <math>\gamma_3 := 1.00</math></p> <p>Momento de agrietamiento de la sección: <math>M_{cr} := \gamma_3 \cdot (\gamma_1 \cdot f_r \cdot S_b)</math> <math>M_{cr} = 49.46 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}</math></p> <p>Momento máximo de la sección: <math>M_{\max\_p} := \max(M_{RI\_p}, M_{EE\_p}, \min(M_{cr}, 1.33 \max(M_{RI\_p}, M_{EE\_p})))</math> <math>M_{\max\_p} = 28.39 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}</math></p> <p><input type="checkbox"/></p> </div>		
<p>Prestación Adicional de Supervisión N° 08 al Contrato de Servicio de Consultoría N° 147- 2018-MTC/20.2</p>	<p>CONSORCIO SUPERVISOR OYON CHACAYAN</p>	<p>Página 13-27</p>

Rev.0 Departamento de Puentes, Estructuras y Obras de Arte	REALIZADO: Ernesto Mandujano CREVISADO: Ing. Jorge Calderon B.	
$As(d_s, M_u, b) := \left  \begin{array}{l} a1 \leftarrow \frac{d_s}{5} \\ As \leftarrow \frac{M_u}{\phi_f \cdot f_y \cdot \left(d_s - \frac{a1}{2}\right)} \\ a2 \leftarrow \frac{As \cdot f_y}{0.85 \cdot f_{c_z} \cdot b} \\ \text{while }  a1 - a2  \geq 0.001\text{cm} \\ \quad \left  \begin{array}{l} a1 \leftarrow a2 \\ As \leftarrow \frac{M_u}{\phi_f \cdot f_y \cdot \left(d_s - \frac{a1}{2}\right)} \\ a2 \leftarrow \frac{As \cdot f_y}{0.85 \cdot f_{c_z} \cdot b} \end{array} \right. \\ a \leftarrow a2 \\ As \leftarrow \frac{M_u}{\phi_f \cdot f_y \cdot \left(d_s - \frac{a}{2}\right)} \end{array} \right.$		
Area de acero en pantalla por metro:	$As_{pantalla} := As(d_{sp}, M_{max\_p}, B_e)$ $As_{pantalla} = 10.32 \cdot \text{cm}^2$	
Ancho del muro típico:	$b_m := 5\text{m}$	
Area de acero minimo (5.10.6-1):	$As_{min\_vp} := \frac{1.3 \cdot \frac{b_m}{\text{in}} \cdot \frac{g_i}{\text{in}}}{2 \cdot \left(\frac{b_m}{\text{in}} + \frac{g_i}{\text{in}}\right)} \cdot \frac{f_y}{\text{ksi}} \cdot \frac{\text{in}^2}{\text{ft}}$ $As_{min\_vp} = 6.25 \cdot \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$	
Diámetro de varilla:	$\phi_{v1} := \frac{5}{8} \cdot \text{in}$	
Prestación Adicional de Supervisión N° 08 al Contrato de Servicio de Consultoría N° 147- 2018-MTC/20.2	CONSORCIO SUPERVISOR OYON CHACAYAN	Página 14-27

Rev.0  Departamento de Puentes, Estructuras y Obras de Arte	REALIZADO: Ernesto Mandujano C. REVISADO: Ing. Jorge Calderon B.	
--	---	---

**Area de la varilla en pantalla interior:**

$$A_{v1} := \pi \cdot \frac{\phi_{v1}^2}{4}$$

$$A_{v1} = 1.98 \cdot \text{cm}^2$$

$$A_{s11} := \max\left(\frac{1A_{s_{\text{pantalla}}}}{m}, A_{s_{\text{min\_vp}}}\right) = 10.32 \cdot \frac{\text{cm}^2}{m}$$

**Espaciamiento de la varilla calculado:**

$$s_{v1} := \frac{A_{v1}}{\max\left(\frac{1A_{s_{\text{pantalla}}}}{m}, A_{s_{\text{min\_vp}}}\right)}$$

$$s_{v1} = 0.19 \text{ m}$$

**Finalmente colocar:  $\phi 5/8'' @ 0.15$**

**Refuerzo Vertical Exterior:**

**Refuerzo exterior a colocar:**

$$\phi_{v2} := \frac{5}{8} \text{ in}$$

$$A_{v2} := \pi \cdot \frac{\phi_{v2}^2}{4} = 1.979 \cdot \text{cm}^2$$

**Espaciamiento exterior a colocar:**

$$s_{v2} := 0.30 \text{ m}$$

**Area de acero a colocar:**

$$A_{s2} := \frac{A_{v2}}{s_{v2}}$$

$$A_{s2} = 6.598 \cdot \frac{\text{cm}^2}{m}$$

**Area de acero minimo:**

$$A_{s_{\text{min\_vp}}} = 6.25 \cdot \frac{\text{cm}^2}{m}$$

**if( $A_{s_{\text{min\_vp}}} \leq A_{s2}$ , "Ok", "Ng") = "Ok"**


**Refuerzo transversal Interior:**

**Espesor promedio:**


$$e_p := \frac{g_i + b_p}{2}$$

$$e_p = 0.6 \text{ m}$$

Prestación Adicional de Supervisión N° 08 al Contrato de Servicio de Consultoría N° 147- 2018-MTC/20.2	<b>CONSORCIO SUPERVISOR OYON CHACAYAN</b>	Página 15-27
--	---	--------------

<p>Rev.0 Departamento de Puentes, Estructuras y Obras de Arte</p>	<p>REALIZADO: Ernesto Mandujano C. REVISADO: Ing. Jorge Calderon B.</p>	
<p>Refuerzo interior a colocar: <math>\phi_{v3} := \frac{1}{2} \cdot \text{in}</math></p> <p><math>A_{v3} := \pi \cdot \frac{\phi_{v3}^2}{4} = 1.267 \cdot \text{cm}^2</math></p> <p>Espaciamiento interior a colocar: <math>s_{v3} := 0.25\pi</math></p> <p>Area de acero a colocar: <math>A_{s3} := \frac{A_{v3}}{s_{v3}}</math></p> <p><math>A_{s3} = 5.067 \cdot \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}</math></p> <p>Altura de la pantalla del muro <math>h = 16.076 \cdot \text{ft}</math></p> <p>S: la longitud efectiva del vano tomada como igual a la longitud efectiva especificada en el Artículo 9.7.2 (ft)</p> <p><math>S_s := 16.076</math></p> <p>Para refuerzo paralelo al trafico: <math>\%As_{\text{minti}} := \min\left(\frac{100}{\sqrt{S_s}}, 50\right) = 24.941</math></p> <p><math>\frac{\%As_{\text{minti}}}{100} \cdot A_{s11} = 2.574 \cdot \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}</math></p> <p>Area de acero minimo (5.10.6-1): <math>\left[ \frac{1.3 \cdot \frac{h}{\text{in}} \cdot \frac{e_p}{\text{in}}}{2 \cdot \left(\frac{h}{\text{in}} + \frac{e_p}{\text{in}}\right)} \cdot \frac{f_y}{\text{ksi}} \cdot \frac{\text{in}^2}{\text{ft}} \right] = 4.847 \cdot \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}</math></p> <p><math>As_{\text{minti}} := \max\left[\left[ \frac{1.3 \cdot \frac{h}{\text{in}} \cdot \frac{e_p}{\text{in}}}{2 \cdot \left(\frac{h}{\text{in}} + \frac{e_p}{\text{in}}\right)} \cdot \frac{f_y}{\text{ksi}} \cdot \frac{\text{in}^2}{\text{ft}} \right], 2.328 \cdot \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}, \frac{\%As_{\text{minti}}}{100} \cdot A_{s11}\right] = 4.847 \cdot \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}</math></p> <p><math>As_{\text{minti}} = 4.847 \cdot \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}</math></p>		
<p>Prestación Adicional de Supervisión N° 08 al Contrato de Servicio de Consultoría N° 147-2018-MTC/20.2</p>	<p>CONSORCIO SUPERVISOR OYON CHACAYAN</p>	<p>Página 16-27</p>



Rev.0 Departamento de Puentes, Estructuras y Obras de Arte	REALIZADO: Ernesto Mandujano C. REVISADO: Ing. Jorge Calderon B.	
--	---	---

$\text{if}(As_{\text{min}_{ti}} \leq As_{t3}, "Ok", "Ng") = "Ok"$

**Refuerzo transversal Exterior:**

Refuerzo exterior a colocar:  $\phi_{v4} := \frac{1}{2} \cdot \text{in}$

$A_{v4} := \pi \cdot \frac{\phi_{v4}^2}{4} = 1.267 \cdot \text{cm}^2$

Espaciamiento exterior a colocar:  $s_{v4} := 0.25\text{m}$

Area de acero a colocar:  $As_{t4} := \frac{A_{v4}}{s_{v4}}$

$As_{t4} = 5.067 \cdot \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$

Area de acero mínimo (5.10.6-1):  $As_{\text{min}_{te}} := \max \left[ \frac{1.3 \cdot \frac{h}{\text{in}} \cdot \frac{e_p}{\text{in}}}{2 \cdot \left( \frac{h}{\text{in}} + \frac{e_p}{\text{in}} \right)} \cdot \frac{f_y}{\text{ksi}} \cdot \frac{\text{in}^2}{\text{ft}}, 2.328 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}} \right] = 4.847 \cdot \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$

$\text{if}(As_{\text{min}_{te}} \leq As_{t4}, "Ok", "Ng") = "Ok"$

**b. Verificación por corte**

Factor de reducción por corte:  $\phi_v := 0.90$

Valores de  $\beta$  y  $\theta$ , para el diseño por corte para estructuras de concreto reforzado:  $\beta := 2$

$\theta := 45^\circ$

Fuerza de corte del concreto:  $V_c := 0.0316 \cdot \beta \cdot \sqrt{f_{c_p}} \cdot \text{ksi} \cdot 1\text{m} \cdot d_{sp}$


$V_c = 56.83 \cdot \text{tonf}$

Resistencia al corte nominal:  $V_n := V_c$

Resistencia al corte:  $\phi_v \cdot V_n = 51.145 \cdot \text{tonf}$

Cortante último de la sección.  $V_u := \max(F_{A_r}, F_{A_e})$

Prestación Adicional de Supervisión N° 08 al Contrato de Servicio de Consultoría N° 147-2018-MTC/20.2	<b>CONSORCIO SUPERVISOR OYON CHACAYAN</b>	Página 17-27
---	---	--------------

Rev.0 Departamento de Puentes, Estructuras y Obras de Arte	REALIZADO: Ernesto Mandujano C. REVISADO: Ing. Jorge Calderon B.	
--	---	---

$V_u = 14.96 \cdot \text{tonf}$

$\text{if}(V_u \leq \phi_v \cdot V_n, "Ok", "Ng") = "Ok"$

**9. Diseño de Zapata**

**a. Diseño por Flexión - Punta**

Peralte del acero en tracción:  $d_z := h_z - 9\text{cm}$   
 $d_z = 0.81 \text{ m}$

---

$$\sigma(x, \sigma_1, \sigma_2) := \frac{\sigma_2 - \sigma_1}{B} \cdot x + \sigma_1$$


$F_v(\sigma_1, \sigma_2, a, b) := \int_a^b \sigma(x, \sigma_1, \sigma_2) dx \cdot B_z$   
 $M_f(\sigma_1, \sigma_2, a, b) := \int_a^b \sigma(x, \sigma_1, \sigma_2) x dx \cdot B_z$   
 $M_{f2}(\sigma_1, \sigma_2, a, b) := \int_a^b \sigma(x, \sigma_1, \sigma_2)(B - x) dx \cdot B_z$


Momento en Resistencia I en punta:  $M_{r\_punta} := M_f(\sigma_{p\_r}, \sigma_{p\_r}, 0, \text{Punta})$   
 $M_{r\_punta} = 4.672 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$

Momento en Evento Extremo en punta:  $M_{eq\_punta} := M_f(\sigma_{p\_eq}, \sigma_{p\_eq}, 0, \text{Punta})$   
 $M_{eq\_punta} = 6.204 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$

Momento por peso propio de zapata en punta:  $\omega_z := h_z \cdot B_z \cdot \gamma_c$   
 $\omega_z = 2.16 \cdot \frac{\text{tonf}}{\text{m}}$   
 $M_{zap} := \omega_z \cdot \frac{\text{Punta}^2}{2}$   
 $M_{zap} = 0.691 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$

Prestación Adicional de Supervisión N° 08 al Contrato de Servicio de Consultoría N° 147- 2018-MTC/20.2	<b>CONSORCIO SUPERVISOR OYON CHACAYAN</b>	Página 18-27
--	---	--------------

<p>Rev.0 Departamento de Puentes, Estructuras y Obras de Arte</p>	<p>REALIZADO: Ernesto Mandujano C. REVISADO: Ing. Jorge Calderon B.</p>	
<p>Momento de diseño en Resistencia I punta:</p>	$M_{RI\_punta} := M_{r\_punta} - 0.9M_{zap}$ $M_{RI\_punta} = 4.05 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$	
<p>Momento de diseño en Evento Extremo punta:</p>	$M_{EE\_punta} := M_{eq\_punta} - 0.9M_{zap}$ $M_{EE\_punta} = 5.58 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$	
<p>Módulo de sección Elástica de la sección:</p>	$S_{bx} := \frac{I_m \cdot h_z^2}{6}$ $S_b = 0.135 \cdot \text{m}^3$	
<p>Reforzamiento mínimo:</p>	$\phi_f \cdot Mn \geq \min(M_{cr}, 1.33M_u)$	
<p>Momento de agrietamiento de la sección:</p>	$M_{cr} := \gamma_3 (\gamma_1 \cdot f_t \cdot S_b)$ $M_{cr} = 62.6 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$	
<p>Momento último: <math>M_u := \max(M_{RI\_punta}, M_{EE\_punta}, \min(M_{cr}, 1.33 \max(M_{RI\_punta}, M_{EE\_punta})))</math></p>	$M_u = 7.42 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$	
<p>Area de acero en pantalla por metro:</p>	$A_{spunta} := As(d_z, M_u, B_e)$ $A_{spunta} = 2.43 \cdot \text{cm}^2$	
<p>Area de acero minimo (5.10.6-1):</p>	$A_{s_{minlz}} := \frac{1.3 \cdot \frac{b_m}{\text{in}} \cdot \frac{h_z}{\text{in}}}{2 \cdot \left( \frac{b_m}{\text{in}} + \frac{h_z}{\text{in}} \right)} \cdot \frac{f_y}{\text{ksi}} \cdot \frac{\text{in}^2}{\text{ft}}$ $A_{s_{minlz}} = 6.92 \cdot \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$	
<p>Diámetro de varilla en punta inferior:</p>	$\phi_{v5} := \frac{5}{8} \cdot \text{in}$	
<p>Prestación Adicional de Supervisión N° 08 al Contrato de Servicio de Consultoría N° 147-2018-MTC/20.2</p>	<p>CONSORCIO SUPERVISOR OYON CHACAYAN</p>	<p>Página 19-27</p>

Rev.0  Departamento de Puentes, Estructuras y Obras de Arte	REALIZADO: Ernesto Mandujano C. REVISADO: Ing. Jorge Calderon B.	
---	---	---

**Area de la varilla:**

$$A_{v5} := \pi \cdot \frac{\phi_{v5}^2}{4}$$

$$A_{v5} = 1.98 \cdot \text{cm}^2$$

**Espaciamiento de la varilla calculado:**

$$s_{v5} := \frac{A_{v5}}{\max\left(\frac{A_{s_{\text{punta}}}}{m}, A_{s_{\text{min}lz}}\right)}$$

$$s_{v5} = 0.29 \text{ m}$$

**Finalmente colocar:  $\phi 5/8'' @ 0.275$**

**Refuerzo Transversal Inferior:**

**Refuerzo exterior a colocar:**

$$\phi_{v6} := \frac{1}{2} \cdot \text{in}$$

$$A_{v6} := \pi \cdot \frac{\phi_{v6}^2}{4}$$

**Espaciamiento exterior a colocar:**

$$s_{v6} := 0.175 \text{ m}$$

**Area de acero a colocar:**

$$A_{s_{t6}} := \frac{A_{v6}}{s_{v6}}$$

$$A_{s_{t6}} = 7.239 \cdot \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$


**Area de acero minimo (5.10.6-1):**

$$A_{s_{\text{mintz}}} := \frac{1.3 \cdot \frac{B}{\text{in}} \cdot \frac{h_z}{\text{in}}}{2 \cdot \left(\frac{B}{\text{in}} + \frac{h_z}{\text{in}}\right)} \cdot \frac{f_y}{\text{ksi}} \cdot \frac{\text{in}^2}{\text{ft}}$$


$$A_{s_{\text{mintz}}} = 6.72 \cdot \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$


**if( $A_{s_{\text{mintz}}} \leq A_{s_{t6}}$ , "Ok", "Ng") = "Ok"**

Prestación Adicional de Supervisión N° 08 al Contrato de Servicio de Consultoría N° 147-2018-MTC/20.2	<b>CONSORCIO SUPERVISOR OYON CHACAYAN</b>	Página 20-27
---	---	--------------

Rev.0 Departamento de Puentes, Estructuras y Obras de Arte	REALIZADO: Ernesto Mandujano C. REVISADO: Ing. Jorge Calderon B.	
<p><b>b. Diseño por Flexión - Talón</b></p> <hr/> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 35%;"> <p>Momento en resistencia en talón:</p> <p>Momento en Evento Extremo en talón:</p> <p>Momento por peso de zapata en talón:</p> <p>Carga de relleno:</p> <p>Momento por peso de relleno:</p> </div> <div style="width: 60%;"> <math display="block">M_{r\_talón} := \sigma_{p\_r} \cdot B_z \cdot \frac{[B - 2 \cdot exc\_p_r - (Punta + g_i)]^2}{2}</math> <math display="block">M_{r\_talón} = 25.195 \cdot tonf \cdot m</math> <math display="block">M_{ee\_talón} := \sigma_{p\_eq} \cdot B_z \cdot \frac{[B - 2 \cdot exc\_peq - (Punta + g_i)]^2}{2}</math> <math display="block">M_{ee\_talón} = 11.426 \cdot tonf \cdot m</math> <math display="block">M_{zap\_talón} := \omega_z \cdot \frac{Talón^2}{2}</math> <math display="block">M_{zap\_talón} = 7.301 \cdot tonf \cdot m</math> <math display="block">\omega_r := \gamma_s \cdot h \cdot B_z</math> <math display="block">\omega_r = 8820 \cdot \frac{kgf}{m}</math> <math display="block">M_{rell\_talón} := \omega_r \cdot \frac{Talón^2}{2}</math> <math display="block">M_{rell\_talón} = 29.812 \cdot tonf \cdot m</math> </div> </div> <hr/> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 35%;"> <p>Momento de diseño en Resistencia I talón:</p> <p>Momento de diseño en Evento Extremo talón:</p> <p>Momento último:</p> </div> <div style="width: 60%;"> <math display="block">M_{RI\_talón} := M_{r\_talón} - 1.25M_{zap\_talón} - 1.0M_{rell\_talón}</math> <math display="block">M_{RI\_talón} = -13.74 \cdot tonf \cdot m</math> <math display="block">M_{EE\_talón} := M_{ee\_talón} - 1.0M_{zap\_talón} - 1.0M_{rell\_talón}</math> <math display="block">M_{EE\_talón} = -25.69 \cdot tonf \cdot m</math> <math display="block">M_{max} := \max( M_{RI\_talón} ,  M_{EE\_talón} , \min(M_{cr}, 1.33 \max( M_{RI\_talón} ,  M_{EE\_talón} )))</math> </div> </div>		
Prestación Adicional de Supervisión N° 08 al Contrato de Servicio de Consultoría N° 147-2018-MTC/20.2	CONSORCIO SUPERVISOR OYÓN CHACAYÁN	Página 21-27




Rev.0 Departamento de Puentes, Estructuras y Obras de Arte	REALIZADO: Ernesto Mandujano C. REVISADO: Ing. Jorge Calderon B.	
$\text{if}(A_{s_{mintz}} \leq A_{s18}, "Ok", "Ng") = "Ok"$		
<p><b>c. Verificación por corte</b></p>		
Factor de reducción por corte:	$\phi_v = 0.9$	
Valores de $\beta$ y $\theta$ , para el diseño por corte para estructuras de concreto reforzado:	$\beta = 2$ $\theta = 45^\circ$	
Fuerza de corte del concreto:	$V_{cn} := 0.0316 \cdot \beta \cdot \sqrt{f_{cp}} \cdot \text{ksi} \cdot 1\text{m} \cdot d_z$	
	$V_c = 62.2 \cdot \text{tonf}$	
Resistencia al corte nominal:	$V_{nn} := V_c$	
Resistencia al corte:	$\phi_v \cdot V_n = 55.98 \cdot \text{tonf}$	
<p>▶</p>		
Cortante último de la sección.	$V_{uu} := \max(V_{punta}, V_{talon})$	
	$V_u = 10.46 \cdot \text{tonf}$	
$\text{if}(V_u \leq \phi_v \cdot V_n, "Ok", "Ng") = "Ok"$		
<p><b>10. Diseño del Dentellón</b></p>		
<p><b>a. Diseño por Flexión</b></p>		
<p><b>Refuerzo Vertical Exterior:</b></p>		
<p>▶</p>		
Peralte del acero en tracción:	$d_{sp} := b_d - 6\text{cm}$	
	$d_{sp} = 0.74 \text{ m}$	
Momento de diseño de dentellón:	$M_{de} = 3.343 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$	
Módulo de sección Elástica de la sección:	$S_{bx} := \frac{1\text{m} \cdot b_d^2}{6}$	
	$S_b = 0.107 \cdot \text{m}^3$	
Prestación Adicional de Supervisión N° 08 al Contrato de Servicio de Consultoría N° 147- 2018-MTC/20.2	<b>CONSORCIO SUPERVISOR OYON CHACAYAN</b>	Página 23-27


Rev.0 Departamento de Puentes, Estructuras y Obras de Arte	REALIZADO: Ernesto Mandujano C. REVISADO: Ing. Jorge Calderon B.	
--	---	---

Módulo de rotura del concreto:	$f_{cr} := 2 \sqrt{f_{c_p} \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}}$ $f_{cr} = 28.98 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$
Reforzamiento mínimo:	$\phi_f \cdot M_n \geq \min(M_{cr}, 1.33M_{de})$ $\gamma_{1a} := 1.60$ $\gamma_{2a} := 1.10$ $\gamma_{3a} := 1.00$
Momento de agrietamiento de la sección:	$M_{max} := \gamma_3 \cdot (\gamma_1 \cdot f_{cr} \cdot S_b)$ $M_{cr} = 49.46 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$
Momento máximo de la sección:  $M_{max\_p} := \max(M_{de}, \min(M_{cr}, 1.33M_{de}))$	$M_{max\_p} = 4.45 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$
Area de acero en pantalla por metro:	$A_{s\_pantalla} := A_s(d_{sp}, M_{max\_p}, B_e)$ $A_{s\_pantalla} = 1.59 \cdot \text{cm}^2$
Ancho del muro típico:	$b_{muro} := 5\text{m}$
Area de acero minimo (5.10.6-1):	$A_{s\_minld} := \frac{1.3 \cdot \frac{b_m}{\text{in}} \cdot \frac{b_d}{\text{in}}}{2 \cdot \left( \frac{b_m}{\text{in}} + \frac{b_d}{\text{in}} \right)} \cdot \frac{f_y}{\text{ksi}} \cdot \frac{\text{in}^2}{\text{ft}}$ $A_{s\_minld} = 6.25 \cdot \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$
Diámetro de varilla:	$\phi_{varilla} := \frac{5}{8} \cdot \text{in}$
Area de la varilla en pantalla interior:	$A_{vl} := \pi \cdot \frac{\phi_{vl}^2}{4}$

Prestación Adicional de Supervisión N° 08 al Contrato de Servicio de Consultoría N° 147- 2018-MTC/20.2	CONSORCIO SUPERVISOR OYON CHACAYAN	Página 24-27
--	---------------------------------------	--------------



Rev.0 Departamento de Puentes, Estructuras y Obras de Arte	REALIZADO: Ernesto Mandujano C. REVISADO: Ing. Jorge Calderon B.	
<div style="text-align: right; margin-bottom: 10px;"> <math>A_{v1} = 1.98 \cdot \text{cm}^2</math> </div> <p>Espaciamiento de la varilla calculado:</p> $s_{v1} := \frac{A_{v1}}{\max\left(\frac{1A_{s_{\text{pantalla}}}}{m}, A_{s_{\text{minld}}}\right)}$ $s_{v1} = 0.32 \text{ m}$ <p style="text-align: center; background-color: #90EE90; padding: 5px;"><b>Finalmente colocar: <math>\phi 5/8'' @ 0.30</math></b></p> <p><b>Refuerzo Vertical Interior:</b></p> <p>Refuerzo exterior a colocar:</p> $\phi_{v2} := \frac{5}{8} \cdot \text{in}$ $A_{v2} := \pi \cdot \frac{\phi_{v2}^2}{4} = 1.979 \cdot \text{cm}^2$ <p>Espaciamiento exterior a colocar:</p> $s_{v2} := 0.15 \text{ m}$ <p>Area de acero a colocar:</p> $A_{s2} := \frac{A_{v2}}{s_{v2}}$ $A_{s2} = 13.196 \cdot \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$ <p>Area de acero minimo (5.10.6-1):</p> $A_{s_{\text{minld}}} = 6.253 \cdot \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$ <p style="text-align: center; background-color: #90EE90; padding: 5px;"><b>if(<math>A_{s_{\text{minld}}} \leq A_{s2}</math>, "Ok", "Ng") = "Ok"</b></p> <p><b>Refuerzo transversal Interior:</b></p> <p>Refuerzo interior a colocar:</p> $\phi_{v3} := \frac{1}{2} \cdot \text{in}$ $A_{v3} := \pi \cdot \frac{\phi_{v3}^2}{4} = 1.267 \cdot \text{cm}^2$ <p>Espaciamiento interior a colocar:</p> $s_{v3} := 0.30 \text{ m}$		
Prestación Adicional de Supervisión N° 08 al Contrato de Servicio de Consultoría N° 147- 2018-MTC/20.2	CONSORCIO SUPERVISOR OYON CHACAYAN	Página 25-27

Rev.0 Departamento de Puentes, Estructuras y Obras de Arte	REALIZADO: Ernesto Mandujano C. REVISADO: Ing. Jorge Calderon B.	 <p>Supervisión de la Obra "Mejoramiento de la Carretera Oyón - Ambo, Etapa 02" dentro del Contrato de Servicio de Consultoría N° 147-2018-MTC/20.2</p>
--	---	--

**Area de acero a colocar:**

$$A_{s_{t3}} := \frac{A_{v3}}{s_{v3}}$$

$$A_{s_{t3}} = 4.223 \cdot \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

**Area de acero minimo (5.10.6-1):**

$$A_{s_{mintd}} := \frac{1.3 \cdot \frac{h_d}{\text{in}} \cdot \frac{b_d}{\text{in}}}{2 \cdot \left( \frac{h_d}{\text{in}} + \frac{b_d}{\text{in}} \right)} \cdot \frac{f_y}{\text{ksi}} \cdot \frac{\text{in}^2}{\text{ft}}$$

$$A_{s_{mintd}} = 4.03 \cdot \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

**if(A<sub>s<sub>mintd</sub></sub> ≤ A<sub>s<sub>t3</sub></sub>, "Ok", "Ng") = "Ok"**

**Refuerzo transversal Exterior:**

**Refuerzo exterior a colocar:**

$$\phi_{v4} := \frac{1}{2} \cdot \text{in}$$

$$A_{v4} := \pi \cdot \frac{\phi_{v4}^2}{4} = 1.267 \cdot \text{cm}^2$$

**Espaciamiento exterior a colocar:**

$$s_{v4} := 0.30\text{m}$$

**Area de acero a colocar:**

$$A_{s_{t4}} := \frac{A_{v4}}{s_{v4}}$$

$$A_{s_{t4}} = 4.223 \cdot \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

**Area de acero minimo (5.10.6-1):**

$$A_{s_{mintd}} = 4.03 \cdot \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

**if(A<sub>s<sub>mintd</sub></sub> ≤ A<sub>s<sub>t4</sub></sub>, "Ok", "Ng") = "Ok"**

**b. Verificación por corte**


**Factor de reducción por corte:**

$$\phi_{ww} := 0.90$$

**Valores de β y θ, para el diseño por corte para estructuras de concreto reforzado:**

$$\beta := 2$$

Prestación Adicional de Supervisión N° 08 al Contrato de Servicio de Consultoría N° 147-2018-MTC/20.2	CONSORCIO SUPERVISOR OYON CHACAYAN	Página 26-27
---	---------------------------------------	--------------

Rev.0 Departamento de Puentes, Estructuras y Obras de Arte	REALIZADO: Ernesto Mandujano C. REVISADO: Ing. Jorge Calderon B.	
---	---	---

Fuerza de corte del concreto:

Resistencia al corte nominal:

Resistencia al corte:

Cortante último de la sección.

$\theta := 45^\circ$

$V_c := 0.0316 \cdot \beta \cdot \sqrt{f'_{c_p}} \cdot \text{ksi} \cdot l_m \cdot d_{sp}$

$V_c = 56.83 \cdot \text{tonf}$

$V_n := V_c$

$\phi_V \cdot V_n = 51.145 \cdot \text{tonf}$

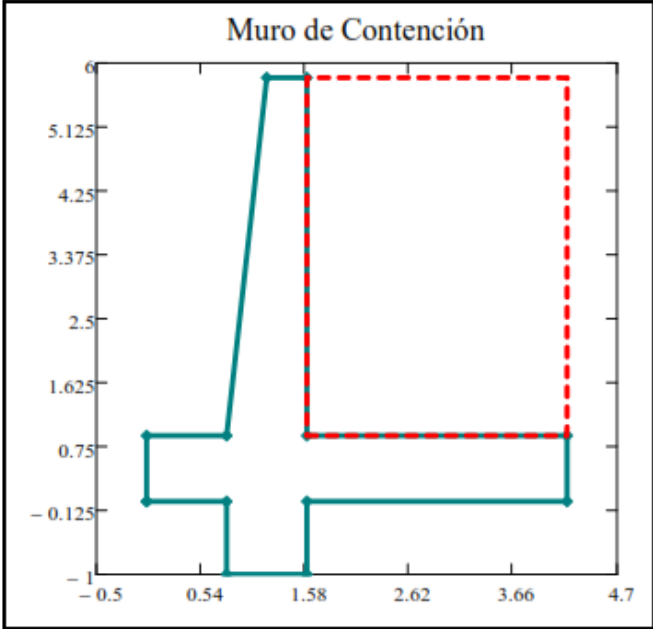
$V_u := F_{de}$

$V_u = 5.71 \cdot \text{tonf}$

$\text{if}(V_u \leq \phi_V \cdot V_n, \text{"Ok"}, \text{"Ng"}) = \text{"Ok"}$

**10. Geometría Final**

$x_d = 0.8 \text{ m}$



**Muro de Contención**


Prestación Adicional de Supervisión N° 08 al Contrato de Servicio de Consultoría N° 147-2018-MTC/20.2	<b>CONSORCIO SUPERVISOR OYON CHACAYAN</b>	Página 27-27
---	---	--------------



**Proyecto:** Prestación Adicional de Supervisión N° 07 al Contrato de Servicio de Consultoría N° 147-2018-MTC/20.2  
[Diseño Estructural](#)  
Informe de Criterios de Diseño

Junio 2022  
[Página \(19\)](#)

– **A.01-09** MEMORIA DE CALCULO DE MUROS DE CONTENCIÓN MCA TIPO **MT-11B**

Rev.0	REALIZADO: Ernesto Mandujano C.	
Departamento de Puentes, Estructuras y Obras de Arte	REVISADO: Ing. Jorge Calderon B.	

## ANÁLISIS Y DISEÑO DE MUROS DE CONTENCIÓN DE C°A° (AASHTO - LRFD 2017)


DESCRIPCIÓN: Muro de Concreto Armado "MT-11B" PAGE 01 OF 27

REALIZADO: Ernesto. Mandujano C. & REVISADO: J.R.C.B

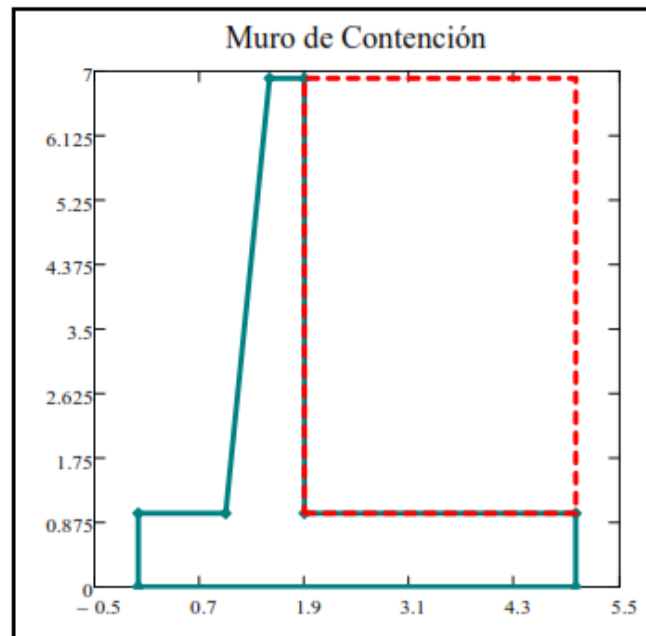
Departamento de Puentes, Estructuras y Obras de Arte - CSOCH

### 1. Geometría:

Longitud del muro:	$B_e := 1.0m$	
Longitud de relleno:	$L_{rell} := 1.0m$	
Longitud de apoyo	$N_a := 0m$	
Ancho del parapeto	$b_p := 0.40m$	
Altura del parapeto	$h_p := 0m$	
Altura de la base de apoyo	$h_b := 0.m$	
Altura de apoyo delantero	$h_{ad} := 0m$	
Ancho del apoyo delantero	$b_{ad} := 0m$	
Altura de apoyo trasero	$(h_{at} := 0m$	
Ancho de apoyo trasero	$b_{at} := 0.0m$	
Altura de la pantalla del muro	$h := 5.90m$	
Altura del relleno:	$h_r := h - h_p = 5.9m$	
Ancho de zapata:	$B_z := 1.00m$	
Altura de la zapata = H/10	$h_z := 1.00m$	
Longitud de la zapata = 0.6H	$B := 5.00m$	
Longitud de la punta de la zapata = B/3	$Punta := 1.00m$	
	$P_h := 0.50m$	
Longitud de talón de la zapata	$Talon := 3.10m$	
	$T_h := 0m$	$\frac{P_h}{h} = 0.085$

Rev.0 Departamento de Puentes, Estructuras y Obras de Arte	REALIZADO: Ernesto Mandujano C. REVISADO: Ing. Jorge Calderon B.	
---	---	---



Garganta Inferior = $h/8-h/10$	$\Delta_i := B - (Punta + Talon + P_h + T_h) = 0.4 \text{ m}$
Altura del muro:	$g_i := \Delta_i + P_h + T_h \quad g_i = 0.9 \text{ m}$ $H_{est} := h + h_z$ $H_{est} = 6.9 \text{ m}$
Profundidad de Desplante:	$D_f := 1.20 \text{ m}$
Altura de relleno sobre la corona del muro:	$h_{rl} := 0 \text{ m}$




**2. Materiales y Parametros de Riesgo Sismico:**

Capacidad portante del terreno	$\sigma_t := 1.50 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$
Capacidad del terreno último:	$\sigma_{t_u} := 4.50 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$

Prestación Adicional de Supervisión N° 08 al Contrato de Servicio de Consultoría N° 147-2018-MTC/20.2	CONSORCIO SUPERVISOR OYON CHACAYAN	Página 2-27
---	------------------------------------	-------------

Rev.0	REALIZADO: Ernesto Mandujano C.	
Departamento de Puentes, Estructuras y Obras de Arte	REVISADO: Ing. Jorge Calderon B.	
Peso del concreto	$\gamma_c := 2400 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^3}$	
Peso del relleno	$\gamma_s := 1800 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^3}$	
Resistencia del concreto de la pantalla	$f_{c_p} := 210 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$	
Resistencia del concreto en la zapata	$f_{c_z} := 210 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$	
Esfuerzo de fluencia del acero	$f_y := 4200 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$	
Factor de reducción por flexión:	$\phi_f := 0.90$	
Ángulo de fricción interna del relleno:	$\phi := 33^\circ$	
Ángulo de fricción interna del suelo de fundación:	$\phi_s := 24.85^\circ$	
Coefficiente de fricción "Tabla 3.11.5.3.1":	$\mu := \min(\tan(\phi_s), 0.55) \quad \tan(\phi_s) = 0.463$ $\mu = 0.463$	
Ángulo que forma la pared interior del muro con la vertical.	$\theta := 0^\circ$	
Ángulo que forma la superficie del suelo con la horizontal.	$\beta := 0^\circ$	
Ángulo de fricción entre el muro y el suelo.	$\delta_w := \frac{2\phi}{3} = 22.9^\circ$	
Coefficiente del estudio de peligro sísmico :	$k_{PGA} := 0.40$	
Componente horizontal de la aceleración del sismo entre la aceleración de la g.	$k_h := \frac{1}{2} \cdot k_{PGA} = 0.2$	
Componente vertical de la aceleración del sismo entre la aceleración de la g.	$k_v := \frac{1}{2} \cdot k_h = 0.1$	
		
Prestación Adicional de Supervisión N° 08 al Contrato de Servicio de Consultoría N° 147-2018-MTC/20.2	CONSORCIO SUPERVISOR OYON CHACAYAN	Página 3-27

Rev.0 Departamento de Puentes, Estructuras y Obras de Arte	REALIZADO: Ernesto Mandujano C. REVISADO: Ing. Jorge Calderon B.	
--	---	---

**Coefficiente de presión de tierra activo:**

$$k_a = \frac{(\cos(\phi - \theta))^2}{(\cos(\theta))^2 \cdot \cos(\delta + \theta) \cdot \left[ 1 + \sqrt{\frac{\sin(\delta + \phi) \cdot \sin(\phi - \beta)}{(\cos(\delta + \theta) \cdot \cos(\theta - \beta))}} \right]^2} \quad k_a = 0.264$$

**Coefficiente de presión de tierra pasivo:**

$$k_p = \frac{\cos(\phi + \theta)^2}{\cos(\theta)^2 \cdot \cos(\theta - \delta) \cdot \left( 1 - \sqrt{\frac{\sin(\phi - \delta) \cdot \sin(\phi + \beta)}{\cos(\theta - \delta) \cdot \cos(\theta - \beta)}} \right)^2} \quad k_p = 1.714$$

**Coefficiente en reposo:**

$$k_0 = 1 - \sin(\phi) \quad k_0 = 0.455$$

**Coefficiente de presión de tierra Mononobe Okabe:**

$$k_{ae} = \frac{(\cos(\phi - \theta - \psi))^2}{\cos(\psi) \cdot (\cos(\theta))^2 \cdot \cos(\delta + \theta + \psi) \cdot \left[ 1 + \sqrt{\frac{\sin(\delta + \phi) \cdot \sin(\omega - \psi)}{(\cos(\delta + \theta + \psi) \cdot \cos(\beta - \theta))}} \right]^2} \quad k_{ae} = 0.432$$

**3. Metrado de cargas resistentes:**

**a. Pantalla**


Area geométrica de la pantalla:	$A_{g_p} = 3.835 \text{ m}^2$
Peso propio de la pantalla:	$P_p := \gamma_c \cdot A_{g_p} \cdot B_e$ $P_p = 9.204 \text{ tonf}$
Ubicación del centro de gravedad:	$x_p = 1.559 \text{ m}$ $y_p = 3.572 \text{ m}$
Momento por pantalla:	$M_p := P_p \cdot x_p$ $M_p = 14.349 \text{ tonf} \cdot \text{m}$


**b. Zapata**


Area geométrica de la zapata:	$A_{g_z} = 5 \text{ m}^2$
Peso propio de la zapata:	$P_z := \gamma_c \cdot A_{g_z} \cdot B_e$

Prestación Adicional de Supervisión N° 08 al Contrato de Servicio de Consultoría N° 147- 2018-MTC/20.2	<b>CONSORCIO SUPERVISOR OYON CHACAYAN</b>	Página 4-27
--	---	-------------



<p>Rev.0 Departamento de Puentes, Estructuras y Obras de Arte</p>	<p>REALIZADO: Ernesto Mandujano C. REVISADO: Ing. Jorge Calderon B.</p>	
<p>Ubicación del centro de gravedad:</p>	$P_z = 12 \cdot \text{tonf}$ $x_z = 2.5 \text{ m}$ $y_z = 0.5 \text{ m}$	
<p>Momento por zapata:</p>	$M_z := P_z \cdot x_z$ $M_z = 30 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$	
<p>c. Relleno</p>		
<p>Area geométrica del relleno:</p>	$A_{g_r} = 18.29 \text{ m}^2$	
<p>Peso propio de la relleno:</p>	$P_r := \gamma_s \cdot A_{g_r} \cdot L_{\text{rell}}$ $P_r = 32.922 \cdot \text{tonf}$	
<p>Ubicación del centro de gravedad:</p>	$x_r = 3.45 \text{ m}$ $y_r = 3.95 \text{ m}$	
<p>Momento por relleno:</p>	$M_r := P_r \cdot x_r$ $M_r = 113.581 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$	
<p>▶</p>		
<p>e. Sobrecarga Viva uniforme "LS"</p>		
<p>Altura equivalente Tabla 3.11.6.4-2:</p>	$h_{\text{eq}} := 2.0 \text{ f}$	
<p>Sobrecarga aplicada al muro:</p>	$q_s := h_{\text{eq}} \cdot \gamma_s$ $q_s = 1.097 \cdot \frac{\text{tonf}}{\text{m}^2}$	
<p>Carga vertical de sobrecarga:</p>	$LS_v := L_{\text{rell}} \cdot \text{Talon} \cdot q_s$ $LS_v = 3.402 \cdot \text{tonf}$	
<p>Ubicación del centro de gravedad:</p>	$x_s := B - \frac{\text{Talon}}{2}$ $x_s = 3.45 \text{ m}$	
<p><b>4. Medrado de cargas actuantes:</b></p>		
<p>a. Muro</p>		
<p>Fuerza Inercial de pantalla:</p>	$FIP := k_h \cdot (P_p + P_z)$ $FIP = 4.24 \cdot \text{tonf}$	
<p>Prestación Adicional de Supervisión N° 08 al Contrato de Servicio de Consultoría N° 147-2018-MTC/20.2</p>	<p>CONSORCIO SUPERVISOR OYON CHACAYAN</p>	<p>Página 5-27</p>

Rev.0 Departamento de Puentes, Estructuras y Obras de Arte	REALIZADO: Ernesto Mandujano C. REVISADO: Ing. Jorge Calderon B.	 <p style="font-size: small;">                     Consorcio Supervisor Oyon Chacayan                      Superintendencia de la Obra - Administración de la Obra                      Avenida 1400 - Alameda - Pisco 17 - Perú                      Tel: 051-81-1000 - 1000000000                      Fax: 051-81-1000                 </p>																																												
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 60%;">Ubicación del centro de gravedad:</td> <td style="text-align: right;"><math>y_{est} = 1.833 \text{ m}</math></td> </tr> <tr> <td>Momento actuante:</td> <td style="text-align: right;"><math>M_{ip} := FIP \cdot y_{est}</math></td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: right;"><math>M_{ip} = 7.775 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}</math></td> </tr> <tr> <td colspan="2"><b>b. Presión Activa de tierra</b></td> </tr> <tr> <td><b>Fuerza actuante:</b></td> <td style="text-align: right;"><math>F_a = 11.332 \cdot \text{tonf}</math></td> </tr> <tr> <td><b>Momento actuante:</b></td> <td style="text-align: right;"><math>M_a = 26.063 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}</math></td> </tr> <tr> <td><b>Ubicación del centro de gravedad:</b></td> <td style="text-align: right;"><math>y_a = 2.3 \text{ m}</math></td> </tr> <tr> <td colspan="2"><b>c. Presión activa por sobrecarga uniforme</b></td> </tr> <tr> <td><b>Fuerza actuante por sobrecarga activa:</b></td> <td style="text-align: right;"><math>F_{LS} = 2.002 \cdot \text{tonf}</math></td> </tr> <tr> <td><b>Momento actuante por sobrecarga activa:</b></td> <td style="text-align: right;"><math>M_{LS} = 6.908 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}</math></td> </tr> <tr> <td><b>Ubicación del centro de gravedad:</b></td> <td style="text-align: right;"><math>y_{LS} = 3.45 \text{ m}</math></td> </tr> <tr> <td colspan="2"><b>d. Presión en reposo de tierra</b></td> </tr> <tr> <td><b>Fuerza actuante en reposo:</b></td> <td style="text-align: right;"><math>F_o = 19.512 \cdot \text{tonf}</math></td> </tr> <tr> <td><b>Momento actuante en reposo:</b></td> <td style="text-align: right;"><math>M_o = 44.877 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}</math></td> </tr> <tr> <td><b>Ubicación del centro de gravedad:</b></td> <td style="text-align: right;"><math>y_o = 2.3 \text{ m}</math></td> </tr> <tr> <td colspan="2"><b>e. Presión en reposo por sobrecarga uniforme</b></td> </tr> <tr> <td><b>Fuerza actuante por sobrecarga en reposo:</b></td> <td style="text-align: right;"><math>F_{oLS} = 3.448 \cdot \text{tonf}</math></td> </tr> <tr> <td><b>Momento actuante por sobrecarga en reposo:</b></td> <td style="text-align: right;"><math>M_{oLS} = 11.894 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}</math></td> </tr> <tr> <td><b>Ubicación del centro de gravedad:</b></td> <td style="text-align: right;"><math>y_{oLS} = 3.45 \text{ m}</math></td> </tr> <tr> <td colspan="2"><b>f. Empuje Dinámico</b></td> </tr> <tr> <td><b>Fuerza actuante:</b></td> <td style="text-align: right;"> <math display="block">F_{ae} := \frac{(h_r + h_z)^2}{2} \cdot k_{ae} \cdot \gamma_s \cdot L_{rell}</math> <math display="block">F_{ae} = 18.504 \cdot \text{tonf}</math> </td> </tr> <tr> <td><b>Ubicación del centro de gravedad:</b></td> <td style="text-align: right;"> <math display="block">\Delta F := F_{ae} - F_a</math> <math display="block">y_{ae} := \frac{0.6 \cdot (h_r + h_z) \cdot \Delta F + \frac{(h_r + h_z)}{3} \cdot F_a}{F_{ae}}</math> </td> </tr> </table>			Ubicación del centro de gravedad:	$y_{est} = 1.833 \text{ m}$	Momento actuante:	$M_{ip} := FIP \cdot y_{est}$		$M_{ip} = 7.775 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$	<b>b. Presión Activa de tierra</b>		<b>Fuerza actuante:</b>	$F_a = 11.332 \cdot \text{tonf}$	<b>Momento actuante:</b>	$M_a = 26.063 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$	<b>Ubicación del centro de gravedad:</b>	$y_a = 2.3 \text{ m}$	<b>c. Presión activa por sobrecarga uniforme</b>		<b>Fuerza actuante por sobrecarga activa:</b>	$F_{LS} = 2.002 \cdot \text{tonf}$	<b>Momento actuante por sobrecarga activa:</b>	$M_{LS} = 6.908 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$	<b>Ubicación del centro de gravedad:</b>	$y_{LS} = 3.45 \text{ m}$	<b>d. Presión en reposo de tierra</b>		<b>Fuerza actuante en reposo:</b>	$F_o = 19.512 \cdot \text{tonf}$	<b>Momento actuante en reposo:</b>	$M_o = 44.877 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$	<b>Ubicación del centro de gravedad:</b>	$y_o = 2.3 \text{ m}$	<b>e. Presión en reposo por sobrecarga uniforme</b>		<b>Fuerza actuante por sobrecarga en reposo:</b>	$F_{oLS} = 3.448 \cdot \text{tonf}$	<b>Momento actuante por sobrecarga en reposo:</b>	$M_{oLS} = 11.894 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$	<b>Ubicación del centro de gravedad:</b>	$y_{oLS} = 3.45 \text{ m}$	<b>f. Empuje Dinámico</b>		<b>Fuerza actuante:</b>	$F_{ae} := \frac{(h_r + h_z)^2}{2} \cdot k_{ae} \cdot \gamma_s \cdot L_{rell}$ $F_{ae} = 18.504 \cdot \text{tonf}$	<b>Ubicación del centro de gravedad:</b>	$\Delta F := F_{ae} - F_a$ $y_{ae} := \frac{0.6 \cdot (h_r + h_z) \cdot \Delta F + \frac{(h_r + h_z)}{3} \cdot F_a}{F_{ae}}$
Ubicación del centro de gravedad:	$y_{est} = 1.833 \text{ m}$																																													
Momento actuante:	$M_{ip} := FIP \cdot y_{est}$																																													
	$M_{ip} = 7.775 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$																																													
<b>b. Presión Activa de tierra</b>																																														
<b>Fuerza actuante:</b>	$F_a = 11.332 \cdot \text{tonf}$																																													
<b>Momento actuante:</b>	$M_a = 26.063 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$																																													
<b>Ubicación del centro de gravedad:</b>	$y_a = 2.3 \text{ m}$																																													
<b>c. Presión activa por sobrecarga uniforme</b>																																														
<b>Fuerza actuante por sobrecarga activa:</b>	$F_{LS} = 2.002 \cdot \text{tonf}$																																													
<b>Momento actuante por sobrecarga activa:</b>	$M_{LS} = 6.908 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$																																													
<b>Ubicación del centro de gravedad:</b>	$y_{LS} = 3.45 \text{ m}$																																													
<b>d. Presión en reposo de tierra</b>																																														
<b>Fuerza actuante en reposo:</b>	$F_o = 19.512 \cdot \text{tonf}$																																													
<b>Momento actuante en reposo:</b>	$M_o = 44.877 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$																																													
<b>Ubicación del centro de gravedad:</b>	$y_o = 2.3 \text{ m}$																																													
<b>e. Presión en reposo por sobrecarga uniforme</b>																																														
<b>Fuerza actuante por sobrecarga en reposo:</b>	$F_{oLS} = 3.448 \cdot \text{tonf}$																																													
<b>Momento actuante por sobrecarga en reposo:</b>	$M_{oLS} = 11.894 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$																																													
<b>Ubicación del centro de gravedad:</b>	$y_{oLS} = 3.45 \text{ m}$																																													
<b>f. Empuje Dinámico</b>																																														
<b>Fuerza actuante:</b>	$F_{ae} := \frac{(h_r + h_z)^2}{2} \cdot k_{ae} \cdot \gamma_s \cdot L_{rell}$ $F_{ae} = 18.504 \cdot \text{tonf}$																																													
<b>Ubicación del centro de gravedad:</b>	$\Delta F := F_{ae} - F_a$ $y_{ae} := \frac{0.6 \cdot (h_r + h_z) \cdot \Delta F + \frac{(h_r + h_z)}{3} \cdot F_a}{F_{ae}}$																																													
Prestación Adicional de Supervisión N° 08 al Contrato de Servicio de Consultoría N° 147-2018-MTC/20.2	<b>CONSORCIO SUPERVISOR OYON CHACAYAN</b>	Página 6-27																																												

Rev.0 Departamento de Puentes, Estructuras y Obras de Arte	REALIZADO: Ernesto Mandujano C. REVISADO: Ing. Jorge Calderon B.	
--	---	---

$y_{ae} = 3.013 \text{ m}$

Momento actuante:  $M_{ae} := F_{ae} \cdot y_{ae} \quad M_{ae} = 55.757 \text{ tonf} \cdot \text{m}$

**5. Análisis de Estabilidad en condiciones de Servicio**

a. Factor de Seguridad al Deslizamiento

---

$FN_s := 1.0 \cdot P_p + 1.0 \cdot P_z + 1.0 P_r + 1.0 \cdot DD + 1.0 \cdot DC + 1.0 \cdot DW + 0.0LL\_IM + 0.0LS_v$   
 $FN_s = 54.126 \text{ tonf}$   
 $FA_s := 1.0 \cdot BR + 1.0 \cdot FR_{max} + 1.0 F_a + 1.0 F_{LS}$   
 $FA_s = 13.334 \text{ tonf}$

---

Carga Axial normal:	$FN_s = 54.126 \text{ tonf}$
Fuerza Resistente:	$FR_s := \mu \cdot FN_s = 25.067 \text{ tonf}$
Fuerza Actuante:	$FA_s = 13.334 \text{ tonf}$
Altura del diente:	$h_d := 1.20 \text{ m}$
Ancho del diente:	$b_d := 0.90 \text{ m}$
Peso del diente:	$P_d := h_d \cdot b_d \cdot 1 \text{ m} \cdot \gamma_c$ $P_d = 2.59 \text{ tonf}$ $M_d := P_d \cdot \left( x_d + \frac{b_d}{2} \right) = 3.758 \text{ tonf} \cdot \text{m}$

$x_d := 1.00 \text{ m}$   
 $h_{r2} := 0 \text{ m}$

---

Fuerza Pasiva:

$$P_{sa} := k_p \cdot \left( \gamma_s \cdot \frac{h_d^2}{2} \right) \cdot 1 \text{ m} + k_p \cdot \left[ \gamma_s \cdot \frac{(h_{r2} + h_z)^2}{2} \right] \cdot 1 \text{ m}$$

$P_{sa} = 3.76 \text{ tonf}$


Factor de Seguridad al Deslizamiento:  $FSD_s := \frac{FR_s + P_{sa} + \mu \cdot P_d}{FA_s} = 2.25$


Verificación 2:

$$\text{Verif2} := \begin{cases} \text{"OK"} & \text{if } FSD_s \geq 1.5 \\ \text{"No cumple"} & \text{if } FSD_s < 1.5 \end{cases}$$

Verif2 = "OK"

Prestación Adicional de Supervisión N° 08 al Contrato de Servicio de Consultoría N° 147- 2018-MTC/20.2	CONSORCIO SUPERVISOR OYON CHACAYAN	Página 7-27
--	---------------------------------------	-------------

Rev.0 Departamento de Puentes, Estructuras y Obras de Arte	REALIZADO: Ernesto Mandujano C. REVISADO: Ing. Jorge Calderon B.	
<b>b. Factor de Seguridad al Volteo</b>		
$MR_s := 1.0 \cdot M_p + 1.0 \cdot M_z + 1.0 \cdot M_d + 1.0 \cdot M_r + 0.0 \cdot LS_v \cdot x_s$ $MA_s := 1.0 \cdot M_a + 1.0 \cdot M_{LS}$ $FV_{V_s} := 1.0 \cdot P_p + 1.0 \cdot P_z + 1.0 \cdot P_d + 1.0 \cdot P_r + 0.0 \cdot LS_v$		
Momento Resistente:	$MR_s = 161.688 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$	
Momento Actuante:	$MA_s = 32.971 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$	
Factor de Seguridad al Volteo:	$FSV_s := \frac{MR_s}{MA_s} = 4.904$	
Verificación 1:	$\text{Verif1} := \begin{cases} \text{"OK"} & \text{if } FSV_s \geq 1.75 \\ \text{"No cumple"} & \text{if } FSV_s < 1.75 \end{cases}$	
$\text{Verif1} = \text{"OK"}$		
$e_x := \frac{B}{2} - \frac{MR_s - MA_s}{FV_{V_s}} = 0.231 \text{ m} \quad  e_x  = 0.231 \text{ m}$		
$e_{\text{max}} := \frac{B}{6} = 0.833 \text{ m}$		
$\text{if}( e_x  \leq e_{\text{max}}, \text{"Ok"}, \text{"Ng"}) = \text{"Ok"}$		
<b>c. Verificación de Presiones</b>		
$FVP_{s_p} := 1.0 \cdot P_p + 1.0 \cdot P_z + 1.0 \cdot P_d + 1.0 \cdot P_r + 1.0 \cdot DD + 1.0 \cdot DC + 1.0 \cdot DW + 1.0 \cdot LL_{IM} + 1.0 \cdot LS_v$ $MR_{s_p} := 1.0 \cdot M_p + 1.0 \cdot M_z + 1.0 \cdot M_d + 1.0 \cdot M_r + 1.0 \cdot LS_v \cdot x_s$ $MA_{s_p} := 1.0 \cdot M_a + 1.0 \cdot M_{LS}$		
Excentricidad de la carga:	$\text{exc}_{p_s} := \frac{B}{2} - \frac{MR_{s_p} - MA_{s_p}}{FVP_{s_p}}$	
$\text{exc}_{p_s} = 0.164 \text{ m}$		
Prestación Adicional de Supervisión N° 08 al Contrato de Servicio de Consultoría N° 147-2018-MTC/20.2	CONSORCIO SUPERVISOR OYON CHACAYAN	Página 8-27

Rev.0 Departamento de Puentes, Estructuras y Obras de Arte	REALIZADO: Ernesto Mandujano C. REVISADO: Ing. Jorge Calderon B.	
--	---	---

Esfuerzos uniformes en zapata sobre suelo:

$$\sigma_p := \frac{FVP_{s_p}}{(B - 2 \cdot |exc_{ps}|) \cdot B_e}$$

$$\sigma_p = 1.29 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$\text{if}(\sigma_p \leq \sigma_t, "Ok", "Ng") = "Ok"$

**6. Análisis de Estabilidad en Resistencia:**

**a. Verificación al Deslizamiento**

$FN_r := 0.9 \cdot P_p + 0.9 \cdot P_z + 0.9P_d + 1.0P_r + 0.0LS_v + 0.9 \cdot P_d$   
 $FA_r := 1.50F_a + 1.75F_{LS}$

Tabla 10.5.5.2.2-1: Factores de resistencia

Factor de resistencia para deslizamiento:  $\varphi_r := 0.85$

Factor de resistencia para presión pasiva de tierra:  $\varphi_{ep} := 0.50$

Carga Axial normal:  $FN_r = 56.671 \cdot \text{tonf}$

Fuerza Resistente:  $FR_r := \mu \cdot FN_r = 26.246 \cdot \text{tonf}$

Fuerza Pasiva:  $P_{sa} = 3.76 \cdot \text{tonf}$

Fuerza Actuante:  $FA_r = 20.5 \cdot \text{tonf}$

Resistencia al deslizamiento:

$$FA \leq R_R = \varphi R_n = \varphi_r \cdot FR_r + \varphi_{ep} \cdot P_{pas}$$

$$R_R := \varphi_r \cdot FR_r + \varphi_{ep} \cdot P_{sa}$$

$$R_R = 24.19 \cdot \text{tonf}$$

$\text{if}(FA_r \leq R_R, "Ok", "Ng") = "Ok"$

**b. Verificación al Volteo**


$FV_{V_r} := 0.90 \cdot P_p + 0.90 \cdot P_z + 0.9 \cdot P_d + 1.0P_r + 0.0LS_v$   
 $MR_{V_r} := 0.90 \cdot M_p + 0.90 \cdot M_z + 0.9 \cdot M_d + 1.0M_r + 0.0LS_v \cdot x_s$   
 $MA_{V_r} := 1.50M_a + 1.75M_{LS}$


Momento resistente:  $MR_{V_r} = 156.877 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$

Momento actuante:  $MA_{V_r} = 51.184 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$

Cargas verticales actuantes:  $FV_{V_r} = 54.338 \cdot \text{tonf}$

Prestación Adicional de Supervisión N° 08 al Contrato de Servicio de Consultoría N° 147- 2018-MTC/20.2	<b>CONSORCIO SUPERVISOR OYON CHACAYAN</b>	Página 9-27
--	---	-------------

<p>Rev.0 Departamento de Puentes, Estructuras y Obras de Arte</p>	<p>REALIZADO: Ernesto Mandujano C. REVISADO: Ing. Jorge Calderon B.</p>	
<p>Excentricidad de la carga:</p> $exc_r := \frac{B}{2} - \frac{MR_{V_r} - MA_{V_r}}{FV_{V_r}}$ $exc_r = 0.555 \text{ m}$ <p>Excentricidad máxima:</p> $e_{max_r} := \frac{B}{3} = 1.667 \text{ m}$ <p style="text-align: right; background-color: #90EE90;">if(<math>exc_r \leq e_{max_r}</math>, "Ok", "Ng") = "Ok"</p> <p><b>c. Verificación por presiones</b></p> $FVP_{r_p} := 1.25 \cdot P_p + 1.25 \cdot P_z + 1.25 \cdot P_d + 1.0P_r + 1.75LS_v$ $MR_{r_p} := 1.25 \cdot M_p + 1.25 \cdot M_z + 1.25 \cdot M_d + 1.0M_r + 1.75LS_v \cdot x_s$ $MA_{r_p} := 1.50M_a + 1.75M_{LS}$ <p>Momento resistente:</p> $MR_{r_p} = 194.252 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$ <p>Momento actuante:</p> $MA_{r_p} = 51.184 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$ <p>Cargas verticales actuantes:</p> $FVP_{r_p} = 68.62 \cdot \text{tonf}$ <p>Excentricidad de la carga:</p> $exc_{p_r} := \frac{B}{2} - \frac{MR_{r_p} - MA_{r_p}}{FVP_{r_p}}$ $exc_{p_r} = 0.415 \text{ m}$ <p>Esfuerzos uniformes en zapata sobre suelo:</p> $\sigma_{p_r} := \frac{FVP_{r_p}}{(B - 2 \cdot exc_{p_r}) \cdot B_e}$ $\sigma_{p_r} = 1.65 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$ <p>Tabla 10.5.5.2.2-1: Factores de resistencia</p> <p>Factor de resistencia para presiones:</p> $\varphi_b := 0.45$ <p>Resistencia a presiones:</p> $\sigma_{max} \leq R_R = \varphi R_n = \varphi_b \cdot FR_r$ $R_{R_r} := \varphi_b \cdot \sigma_{t_u}$ $R_{R_r} = 2.03 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$ <p style="text-align: right; background-color: #90EE90;">if(<math>\sigma_{p_r} \leq R_{R_r}</math>, "Ok", "Ng") = "Ok"</p>		
<p>Prestación Adicional de Supervisión N° 08 al Contrato de Servicio de Consultoría N° 147-2018-MTC/20.2</p>	<p>CONSORCIO SUPERVISOR OYON CHACAYAN</p>	<p>Página 10-27</p>

Rev.0 Departamento de Puentes, Estructuras y Obras de Arte	REALIZADO: Ernesto Mandujano C. REVISADO: Ing. Jorge Calderon B.	
---	---	---

**7. Análisis de Estabilidad por Evento Extremo I**

**a. Verificación al Deslizamiento**

$$FN_{eq} := (1.0 \cdot P_p + 1.0 \cdot P_z + 1.0 \cdot P_d) + 1.0 \cdot P_r$$

$$FA_{eq} := 1.0 \cdot FIP + 1.0 \cdot F_{ae} + k_h \cdot P_r$$

Factor de resistencia para deslizamiento:	$\varphi_{\tau_{eq}} := 1.0$
Factor de resistencia para presión pasiva de tierra:	$\varphi_{ep_{eq}} := 1.0$
Carga Axial normal:	$FN_{eq} = 56.718 \cdot \text{tonf}$
Fuerza Resistente:	$FR_{eq} := \mu \cdot FN_{eq} = 26.267 \cdot \text{tonf}$
Fuerza Pasiva:	$P_{sa} = 3.76 \cdot \text{tonf}$
Fuerza Actuante:	$FA_{eq} = 29.33 \cdot \text{tonf}$
Resistencia al deslizamiento:	$FA \leq R_R = \varphi R_n = \varphi_{\tau_{eq}} \cdot FR_{eq} + \varphi_{ep_{eq}} \cdot P_{pas}$ $R_{EQ} := \varphi_{\tau_{eq}} \cdot FR_{eq} + \varphi_{ep_{eq}} \cdot P_{sa}$ $R_{EQ} = 30.03 \cdot \text{tonf}$

$if(FA_{eq} \leq R_{EQ}, "Ok", "Ng") = "Ok"$

**a. Verificación al Volteo**

$$MRV_{eq} := 1.0 \cdot M_p + 1.0 \cdot M_z + 1.0 \cdot M_d + 1.0 \cdot M_r$$


$$FV_{eq} := 1.0 \cdot P_p + 1.0 \cdot P_z + 1.0 \cdot P_d + 1.0 \cdot P_r$$

$$MAV_{eq} := 1.0 \cdot M_{ip} + 1.0 \cdot M_{ae} + k_h \cdot P_r \cdot y_r$$

Momento resistente:	$MRV_{eq} = 161.688 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$
Momento actuante:	$MAV_{eq} = 89.541 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$
Cargas verticales actuantes:	$FV_{eq} = 56.718 \cdot \text{tonf}$
Excentricidad de la carga:	$exc_{eq} := \frac{B}{2} - \frac{MRV_{eq} - MAV_{eq}}{FV_{eq}}$ $exc_{eq} = 1.23 \text{ m}$
Excentricidad máxima:	$e_{max_{eq}} := \frac{B}{3} = 1.667 \text{ m}$

$if(exc_{eq} \leq e_{max_{eq}}, "Ok", "Ng") = "Ok"$

Prestación Adicional de Supervisión N° 08 al Contrato de Servicio de Consultoría N° 147-2018-MTC/20.2	<b>CONSORCIO SUPERVISOR OYON CHACAYAN</b>	Página 11-27
---	---	--------------

Rev.0 Departamento de Puentes, Estructuras y Obras de Arte	REALIZADO: Ernesto Mandujano C. REVISADO: Ing. Jorge Calderon B.	
---	---	---

### b. Verificación a presiones

$$MRP_{eq} := 1.0 \cdot M_p + 1.0 \cdot M_z + 1.0 \cdot M_d + 1.0 \cdot M_r$$

$$FVP_{eq} := 1.0 \cdot P_p + 1.0 \cdot P_z + 1.0 \cdot P_d + 1.0 \cdot P_r$$

$$MAP_{eq} := 1.0 \cdot M_{ip} + 1.0 \cdot M_{ae} + k_h \cdot P_r \cdot Y_r$$

Momento resistente:  $MRP_{eq} = 161.688 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$

Momento actuante:  $MAP_{eq} = 89.541 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$

Cargas verticales actuantes:  $FVP_{eq} = 56.718 \cdot \text{tonf}$

Excentricidad de la carga:  $exc_{peq} := \frac{B}{2} - \frac{MRP_{eq} - MAP_{eq}}{FVP_{eq}}$

$$exc_{peq} = 1.228 \text{ m}$$

Esfuerzos uniformes en zapata sobre suelo:

$$\sigma_{p\_eq} := \frac{FVP_{eq}}{(B - 2 \cdot exc_{peq}) \cdot B_e}$$

$$\sigma_{p\_eq} = 2.23 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Tabla 10.5.5.2.2-1: Factores de resistencia

Factor de resistencia para presiones 11.6.5:

$$\varphi_{b\_eq} := 1.0$$

Resistencia a presiones:

$$\sigma_{max} \leq R_R = \varphi R_n = \varphi_{b\_eq} \cdot FR_T$$

$$R_{R\_eq} := \varphi_{b\_eq} \cdot \sigma_{tu}$$

$$R_{R\_eq} = 4.5 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$\text{if}(\sigma_{p\_eq} \leq R_{R\_eq}, "Ok", "Ng") = "Ok"$$

## 9. Diseño de Pantalla

### a. Diseño por Flexión


#### Refuerzo Vertical Interior:

Peralte del acero en tracción:

$$d_{sp} := g_i - 6 \text{ cm}$$


$$d_{sp} = 0.84 \text{ m}$$



Rev.0 Departamento de Puentes, Estructuras y Obras de Arte	REALIZADO: Ernesto Mandujano C. REVISADO: Ing. Jorge Calderón B.	
--	---	---


<input type="checkbox"/>	
Momento de diseño en Resistencia I:	$M_{RI\_p} := 1.50M_{b\_p\_act} + 1.75M_{b\_p\_sc}$ $M_{RI\_p} = 33.28 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$
Momento de diseño en Evento Extremo:	$M_{EE\_p} := 1.0M_{b\_p\_kae}$ $M_{EE\_p} = 37.253 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$
Módulo de sección Elástica de la sección:	$S_b := \frac{I_m \cdot g_i^2}{6}$ $S_b = 0.135 \cdot \text{m}^3$
Módulo de rotura del concreto:	$f_r := 2 \sqrt{f'_{c_p} \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}}$ $f_r = 28.98 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$
Reforzamiento mínimo:	$\phi_F \cdot Mn \geq \min(M_{cr}, 1.33M_u)$ $\gamma_1 := 1.60$ $\gamma_2 := 1.10$ $\gamma_3 := 1.00$
Momento de agrietamiento de la sección:	$M_{cr} := \gamma_3 (\gamma_1 \cdot f_r \cdot S_b)$ $M_{cr} = 62.6 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$
Momento máximo de la sección:	$M_{\max\_p} := \max(M_{RI\_p}, M_{EE\_p}, \min(M_{cr}, 1.33 \max(M_{RI\_p}, M_{EE\_p})))$ $M_{\max\_p} = 49.55 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$
<input type="checkbox"/>	

Prestación Adicional de Supervisión N° 08 al Contrato de Servicio de Consultoría N° 147- 2018-MTC/20.2	CONSORCIO SUPERVISOR OYON CHACAYAN	Página 13-27
--	---------------------------------------	--------------

Rev.0 Departamento de Puentes, Estructuras y Obras de Arte	REALIZADO: Ernesto Mandujano C. REVISADO: Ing. Jorge Calderon B.	
--	---	---

$$\begin{aligned}
 A_s(d_s, M_u, b) := & \left. \begin{aligned}
 & a1 \leftarrow \frac{d_s}{5} \\
 & A_s \leftarrow \frac{M_u}{\phi_f \cdot f_y \cdot \left(d_s - \frac{a1}{2}\right)} \\
 & a2 \leftarrow \frac{A_s \cdot f_y}{0.85 \cdot f_{c_z} \cdot b} \\
 & \text{while } |a1 - a2| \geq 0.001 \text{cm} \\
 & \left. \begin{aligned}
 & a1 \leftarrow a2 \\
 & A_s \leftarrow \frac{M_u}{\phi_f \cdot f_y \cdot \left(d_s - \frac{a1}{2}\right)} \\
 & a2 \leftarrow \frac{A_s \cdot f_y}{0.85 \cdot f_{c_z} \cdot b} \\
 & a \leftarrow a2 \\
 & A_s \leftarrow \frac{M_u}{\phi_f \cdot f_y \cdot \left(d_s - \frac{a}{2}\right)}
 \end{aligned} \right.
 \end{aligned} \right.
 \end{aligned}$$

Area de acero en pantalla por metro:	$A_{spantalla} := A_s(d_{sp}, M_{max\_p}, B_e)$ $A_{spantalla} = 15.96 \cdot \text{cm}^2$
Ancho del muro tipico:	$b_m := 5 \text{m}$
Area de acero minimo (5.10.6-1):	$A_{smin\_vp} := \frac{1.3 \cdot \frac{b_m}{\text{in}} \cdot \frac{g_i}{\text{in}}}{2 \cdot \left(\frac{b_m}{\text{in}} + \frac{g_i}{\text{in}}\right) \cdot \frac{f_y}{\text{ksi}}} \cdot \frac{\text{in}^2}{\text{ft}}$ $A_{smin\_vp} = 6.92 \cdot \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$
Diámetro de varilla:	$\phi_{vl} := \frac{3}{4} \cdot \text{in}$
Area de la varilla en pantalla interior:	$A_{vl} := \pi \cdot \frac{\phi_{vl}^2}{4}$

Rev.0 Departamento de Puentes, Estructuras y Obras de Arte	REALIZADO: Ernesto Mandujano C. REVISADO: Ing. Jorge Calderon B.	
--	---	---

$A_{v1} = 2.85 \cdot \text{cm}^2$

$A_{s11} := \max\left(\frac{1A_{s_{\text{pantalla}}}}{m}, A_{s_{\text{min\_vp}}}\right) = 15.961 \cdot \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$

Espaciamiento de la varilla calculado:

$s_{v1} := \frac{A_{v1}}{\max\left(\frac{1A_{s_{\text{pantalla}}}}{m}, A_{s_{\text{min\_vp}}}\right)}$

$s_{v1} = 0.18 \text{ m}$

**Finalmente colocar:  $\phi 3/4" @ 0.15$**

**Refuerzo Vertical Exterior:**

Refuerzo exterior a colocar:

$\phi_{v2} := \frac{5}{8} \cdot \text{in}$

$A_{v2} := \pi \cdot \frac{\phi_{v2}^2}{4} = 1.979 \cdot \text{cm}^2$

Espaciamiento exterior a colocar:

$s_{v2} := 0.275 \text{ m}$

Area de acero a colocar:

$A_{s2} := \frac{A_{v2}}{s_{v2}}$

$A_{s2} = 7.198 \cdot \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$

Area de acero minimo:

$A_{s_{\text{min\_vp}}} = 6.92 \cdot \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$

$\text{if}(A_{s_{\text{min\_vp}}} \leq A_{s2}, \text{"Ok"}, \text{"Ng"}) = \text{"Ok"}$

**Refuerzo transversal Interior:**

Espesor promedio:


$e_p := \frac{g_i + b_p}{2}$

$e_p = 0.65 \text{ m}$

Refuerzo interior a colocar:

$\phi_{v3} := \frac{1}{2} \cdot \text{in}$

Prestación Adicional de Supervisión N° 08 al Contrato de Servicio de Consultoría N° 147- 2018-MTC/20.2	<b>CONSORCIO SUPERVISOR OYON CHACAYAN</b>	Página 15-27
--	---	--------------

Rev.0 Departamento de Puentes, Estructuras y Obras de Arte	REALIZADO: Ernesto Mandujano C. REVISADO: Ing. Jorge Calderon B.	
--	---	---

$A_{v3} := \pi \cdot \frac{\phi_{v3}^2}{4} = 1.267 \cdot \text{cm}^2$

Espaciamiento interior a colocar:  $s_{v3} := 0.225\text{m}$

Area de acero a colocar:  $A_{s3} := \frac{A_{v3}}{s_{v3}}$

$A_{s3} = 5.63 \cdot \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$

Altura de la pantalla del muro  $h = 19.357\text{f}$

S: la longitud efectiva del vano tomada como igual a la longitud efectiva especificada en el Artículo 9.7.2 (ft)

$S_s := 19.357$

Para refuerzo paralelo al trafico:  $\%As_{\text{minti}} := \min\left(\frac{100}{\sqrt{S_s}}, 50\right) = 22.729$

$\frac{\%As_{\text{minti}}}{100} \cdot A_{s11} = 3.628 \cdot \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$


Area de acero minimo (5.10.6-1):  $\left[ \frac{1.3 \cdot \frac{h}{\text{in}} \cdot \frac{e_p}{\text{in}}}{2 \cdot \left( \frac{h}{\text{in}} + \frac{e_p}{\text{in}} \right)} \cdot \frac{f_y}{\text{ksi}} \right] \cdot \frac{\text{in}^2}{\text{ft}} = 5.309 \cdot \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$


$As_{\text{min}_{ti}} := \max \left[ \left[ \frac{1.3 \cdot \frac{h}{\text{in}} \cdot \frac{e_p}{\text{in}}}{2 \cdot \left( \frac{h}{\text{in}} + \frac{e_p}{\text{in}} \right)} \cdot \frac{f_y}{\text{ksi}} \right] \cdot \frac{\text{in}^2}{\text{ft}}, 2.328 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}, \frac{\%As_{\text{minti}}}{100} \cdot A_{s11} \right] = 5.309 \cdot \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$

$As_{\text{min}_{ti}} = 5.309 \cdot \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$

$\text{if}(As_{\text{min}_{ti}} \leq A_{s3}, "Ok", "Ng") = "Ok"$

Prestación Adicional de Supervisión N° 08 al Contrato de Servicio de Consultoría N° 147- 2018-MTC/20.2	<b>CONSORCIO SUPERVISOR OYON CHACAYAN</b>	Página 16-27
--	---	--------------

Rev.0 Departamento de Puentes, Estructuras y Obras de Arte	REALIZADO: Ernesto Mandujano C. REVISADO: Ing. Jorge Calderon B.	
<p><b>Refuerzo transversal Exterior:</b></p> <p>Refuerzo exterior a colocar: <span style="float: right; border: 1px solid black; padding: 2px;"><math>\phi_{v4} := \frac{1}{2} \cdot ir</math></span></p> <p style="text-align: right;"><math>A_{v4} := \pi \cdot \frac{\phi_{v4}^2}{4} = 1.267 \cdot \text{cm}^2</math></p> <p>Espaciamiento exterior a colocar: <span style="float: right; border: 1px solid black; padding: 2px;"><math>s_{v4} := 0.225\text{m}</math></span></p> <p>Area de acero a colocar: <span style="float: right;"><math>As_{t4} := \frac{A_{v4}}{s_{v4}}</math></span></p> <p style="text-align: right;"><math>As_{t4} = 5.63 \cdot \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}</math></p> <p>Area de acero minimo (5.10.6-1): <span style="float: right;"><math>As_{min_{te}} := \max \left[ \frac{1.3 \cdot \frac{h}{in} \cdot \frac{e_p}{in} \cdot \frac{in^2}{ft}}{2 \cdot \left( \frac{h}{in} + \frac{e_p}{in} \right) \cdot \frac{f_y}{ksi}}, 2.328 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}} \right] = 5.309 \cdot \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}</math></span></p> <p style="text-align: center; background-color: #e0ffe0; padding: 5px;"><math>\text{if} (As_{min_{te}} \leq As_{t4}, "Ok", "Ng") = "Ok"</math></p> <p><b>b. Verificación por corte</b></p> <p>Factor de reducción por corte: <span style="float: right;"><math>\phi_v := 0.90</math></span></p> <p>Valores de <math>\beta</math> y <math>\theta</math>, para el diseño por corte para estructuras de concreto reforzado: <span style="float: right;"><math>\beta := 2</math></span></p> <p style="text-align: right;"><math>\theta := 45^\circ</math></p> <p>Fuerza de corte del concreto: <span style="float: right;"><math>V_c := 0.0316 \cdot \beta \cdot \sqrt{f'_{c_p} \cdot \text{ksi}} \cdot 1\text{m} \cdot d_{sp}</math></span></p> <p style="text-align: right;"><math>V_c = 64.51 \cdot \text{tonf}</math></p> <p>Resistencia al corte nominal: <span style="float: right;"><math>V_n := V_c</math></span></p> <p>Resistencia al corte: <span style="float: right;"><math>\phi_v \cdot V_n = 58.056 \cdot \text{tonf}</math></span></p> <p>Cortante último de la sección. <span style="float: right;"><math>V_u := \max(F_{A_T}, F_{ae})</math></span></p> <p style="text-align: right;"><math>V_u = 20.5 \cdot \text{tonf}</math></p>		
Prestación Adicional de Supervisión N° 08 al Contrato de Servicio de Consultoría N° 147- 2018-MTC/20.2	<b>CONSORCIO SUPERVISOR OYON CHACAYAN</b>	Página 17-27

Rev.0 Departamento de Puentes, Estructuras y Obras de Arte	REALIZADO: <b>Ernesto Mandujano C.</b> REVISADO: Ing. Jorge Calderon B.	
--	--	---

if( $V_u \leq \phi_V \cdot V_n$ , "Ok" , "Ng") = "Ok"

**9. Diseño de Zapata**

**a. Diseño por Flexión - Punta**

Peralte del acero en tracción:  $d_z := h_z - 9\text{cm}$   
 $d_z = 0.91\text{ m}$

---

$$\sigma(x, \sigma_1, \sigma_2) := \frac{\sigma_2 - \sigma_1}{B} \cdot x + \sigma_1$$

$$F_V(\sigma_1, \sigma_2, a, b) := \int_a^b \sigma(x, \sigma_1, \sigma_2) dx \cdot B_z$$

$$M_F(\sigma_1, \sigma_2, a, b) := \int_a^b \sigma(x, \sigma_1, \sigma_2) x dx \cdot B_z$$

$$M_{I2}(\sigma_1, \sigma_2, a, b) := \int_a^b \sigma(x, \sigma_1, \sigma_2)(B - x) dx \cdot B_z$$

Momento en Resistencia I en punta:  $M_{r\_punta} := M_f(\sigma_{p\_r}, \sigma_{p\_r}, 0, \text{Punta})$   
 $M_{r\_punta} = 8.228\text{-tonf}\cdot\text{m}$


Momento en Evento Extremo en punta:  $M_{eq\_punta} := M_f(\sigma_{p\_eq}, \sigma_{p\_eq}, 0, \text{Punta})$   
 $M_{eq\_punta} = 11.147\text{-tonf}\cdot\text{m}$


Momento por peso propio de zapata en punta:  $\omega_z := h_z \cdot B_z \cdot \gamma_c$   
 $\omega_z = 2.4 \cdot \frac{\text{tonf}}{\text{m}}$   
 $M_{zap} := \omega_z \cdot \frac{\text{Punta}^2}{2}$   
 $M_{zap} = 1.2\text{-tonf}\cdot\text{m}$

---

Momento de diseño en Resistencia I punta:  $M_{RI\_punta} := M_{r\_punta} - 0.9M_{zap}$

Prestación Adicional de Supervisión N° 08 al Contrato de Servicio de Consultoría N° 147- 2018-MTC/20.2	<b>CONSORCIO SUPERVISOR OYON CHACAYAN</b>	Página 18-27
--	---	--------------

<p>Rev.0 Departamento de Puentes, Estructuras y Obras de Arte</p>	<p>REALIZADO: Ernesto Mandujano C. REVISADO: Ing. Jorge Calderon B.</p>	
	$M_{RI\_punta} = 7.15 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$	
<p>Momento de diseño en Evento Extremo punta:</p>	$M_{EE\_punta} := M_{eq\_punta} - 0.9M_{zap}$	
	$M_{EE\_punta} = 10.07 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$	
<p>Módulo de sección Elástica de la sección:</p>	$S_b := \frac{I_m \cdot h_z^2}{6}$ $S_b = 0.167 \cdot \text{m}^3$	
<p>Reforzamiento mínimo:</p>	$\phi_f \cdot Mn \geq \min(M_{cr}, 1.33M_u)$	
<p>Momento de agrietamiento de la sección:</p>	$M_{max} := \gamma_3 (\gamma_1 \cdot f_r \cdot S_b)$ $M_{cr} = 77.29 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$	
<p>Momento último: <math>M_u := \max(M_{RI\_punta}, M_{EE\_punta}, \min(M_{cr}, 1.33 \max(M_{RI\_punta}, M_{EE\_punta})))</math></p>	$M_u = 13.39 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$	
<p>Area de acero en pantalla por metro:</p>	$A_{spunta} := A_s(d_z, M_u, B_e)$ $A_{spunta} = 3.91 \cdot \text{cm}^2$	
<p>Area de acero minimo (5.10.6-1):</p>	$A_{s_{minlz}} := \frac{1.3 \cdot \frac{b_m}{in} \cdot \frac{h_z}{in} \cdot \frac{in^2}{ft}}{2 \cdot \left( \frac{b_m}{in} + \frac{h_z}{in} \right) \cdot \frac{f_y}{ksi}}$ $A_{s_{minlz}} = 7.56 \cdot \frac{\text{cm}^2}{m}$	
<p>Diámetro de varilla en punta inferior:</p>	$\phi_{v5} := \frac{5}{8} \text{ in}$	
<p>Area de la varilla:</p>	$A_{v5} := \pi \cdot \frac{\phi_{v5}^2}{4}$	
<p>Prestación Adicional de Supervisión N° 08 al Contrato de Servicio de Consultoría N° 147-2018-MTC/20.2</p>	<p>CONSORCIO SUPERVISOR OYON CHACAYAN</p>	<p>Página 19-27</p>

Rev.0 Departamento de Puentes, Estructuras y Obras de Arte	REALIZADO: Ernesto Mandujano C. REVISADO: Ing. Jorge Calderon B.	
--	---	---

$A_{v5} = 1.98 \cdot \text{cm}^2$

Espaciamiento de la varilla calculado:

$$s_{v5} := \frac{A_{v5}}{\max\left(\frac{A_{s_{\text{punta}}}}{m}, A_{s_{\text{min}lz}}\right)}$$

$s_{v5} = 0.26 \text{ m}$

**Finalmente colocar:  $\phi 5/8'' @ 0.25$**

**Refuerzo Transversal Inferior:**

Refuerzo exterior a colocar:

$$\phi_{v6} := \frac{1}{2} \cdot \text{if}$$

$$A_{v6} := \pi \cdot \frac{\phi_{v6}^2}{4}$$

Espaciamiento exterior a colocar:

$$s_{v6} := 0.15 \text{ m}$$

Area de acero a colocar:

$$A_{s_{t6}} := \frac{A_{v6}}{s_{v6}}$$

$$A_{s_{t6}} = 8.445 \cdot \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

Area de acero minimo (5.10.6-1):

$$A_{s_{\text{mintz}}} := \frac{1.3 \cdot \frac{B}{\text{in}} \cdot \frac{h_z}{\text{in}}}{2 \cdot \left(\frac{B}{\text{in}} + \frac{h_z}{\text{in}}\right)} \cdot \frac{f_y}{\text{ksi}} \cdot \frac{\text{in}^2}{\text{ft}}$$


$$A_{s_{\text{mintz}}} = 7.56 \cdot \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$


**if( $A_{s_{\text{mintz}}} \leq A_{s_{t6}}$ , "Ok", "Ng") = "Ok"**


**b. Diseño por Flexión - Talón**


Prestación Adicional de Supervisión N° 08 al Contrato de Servicio de Consultoría N° 147- 2018-MTC/20.2	<b>CONSORCIO SUPERVISOR OYON CHACAYAN</b>	Página 20-27
--	---	--------------




<p>Rev.0 Departamento de Puentes, Estructuras y Obras de Arte</p>	<p>REALIZADO: Ernesto Mandujano C. REVISADO: Ing. Jorge Calderon B.</p>	
<p>Momento en resistencia en talón:</p> <p>Momento en Evento Extremo en talón:</p> <p>Momento por peso de zapata en talón:</p> <p>Carga de relleno:</p> <p>Momento por peso de relleno:</p>	$M_{r\_talón} := \sigma_{p_r} \cdot B_z \cdot \frac{[B - 2 \cdot exc_{p_r} - (Punta + g_i)]^2}{2}$ $M_{r\_talón} = 42.394 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$ $M_{ee\_talón} := \sigma_{p_{eq}} \cdot B_z \cdot \frac{[B - 2 \cdot exc_{peq} - (Punta + g_i)]^2}{2}$ $M_{ee\_talón} = 19.97 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$ $M_{zap\_talón} := \omega_z \cdot \frac{Talón^2}{2}$ $M_{zap\_talón} = 11.532 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$ $\omega_r := \gamma_s \cdot h \cdot B_z$ $\omega_r = 10620 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$ $M_{rell\_talón} := \omega_r \cdot \frac{Talón^2}{2}$ $M_{rell\_talón} = 51.029 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$	
<p>Momento de diseño en Resistencia I talón:</p> <p>Momento de diseño en Evento Extremo talón:</p> <p>Momento último:</p> <p>Area de acero por metro:</p>	$M_{RI\_talón} := M_{r\_talón} - 1.25M_{zap\_talón} - 1.0M_{rell\_talón}$ $M_{RI\_talón} = -23.05 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$ $M_{EE\_talón} := M_{ee\_talón} - 1.0M_{zap\_talón} - 1.0M_{rell\_talón}$ $M_{EE\_talón} = -42.59 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$ $M_u := \max( M_{RI\_talón} ,  M_{EE\_talón} , \min(M_{cr}, 1.33 \max( M_{RI\_talón} ,  M_{EE\_talón} )))$ $M_u = 56.65 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$ $A_{s\_talón} := A_s(d_z,  M_u , B_e)$	
<p>Prestación Adicional de Supervisión N° 08 al Contrato de Servicio de Consultoría N° 147-2018-MTC/20.2</p>	<p>CONSORCIO SUPERVISOR OYON CHACAYAN</p>	<p>Página 21-27</p>

<p>Rev.0 Departamento de Puentes, Estructuras y Obras de Arte</p>	<p>REALIZADO: Ernesto Mandujano C. REVISADO: Ing. Jorge Calderon B.</p>	
<p>Area de acero minimo (5.10.6-1):</p> <p>Diámetro de varilla en talón superior:</p> <p>Area de la varilla:</p> <p>Espaciamiento de la varilla calculado:</p>	$A_{s_{talon}} = 16.83 \cdot \text{cm}^2$ $A_{s_{minlz}} = 7.56 \cdot \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$ $\phi_{v7} := \frac{3}{4} \cdot \text{in}$ $A_{v7} := \pi \cdot \frac{\phi_{v7}^2}{4}$ $A_{v7} = 2.85 \cdot \text{cm}^2$ $s_{v7} := \frac{A_{v7}}{\max\left(\frac{A_{s_{talon}}}{\text{m}}, A_{s_{minlz}}\right)}$ $s_{v7} = 0.17 \text{ m}$ <p style="background-color: #90EE90; padding: 2px;">Finalmente colocar: <math>\phi 3/4" @ 0.15</math></p>	
<p><b>Refuerzo Transversal Superior:</b></p> <p>Refuerzo exterior a colocar:</p> <p>Espaciamiento exterior a colocar:</p> <p>Area de acero a colocar:</p> <p>Area de acero minimo:</p>	$\phi_{v8} := \frac{1}{2} \cdot \text{in}$ $A_{v8} := \pi \cdot \frac{\phi_{v8}^2}{4}$ $s_{v8} := 0.15 \text{ m}$ $A_{s_{t8}} := \frac{A_{v8}}{s_{v8}}$ $A_{s_{t8}} = 8.445 \cdot \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$ $A_{s_{mintz}} = 7.56 \cdot \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$ <p style="background-color: #90EE90; padding: 2px;"><math>\text{if}(A_{s_{mintz}} \leq A_{s_{t8}}, "Ok", "Ng") = "Ok"</math></p>	
<p>Prestación Adicional de Supervisión N° 08 al Contrato de Servicio de Consultoría N° 147-2018-MTC/20.2</p>	<p>CONSORCIO SUPERVISOR OYON CHACAYAN</p>	<p>Página 22-27</p>

Rev.0 Departamento de Puentes, Estructuras y Obras de Arte	REALIZADO: Ernesto Mandujano C. REVISADO: Ing. Jorge Calderon B.	
<p><b>c. Verificación por corte</b></p>		
Factor de reducción por corte:	$\phi_V = 0.9$	
Valores de $\beta$ y $\theta$ , para el diseño por corte para estructuras de concreto reforzado:	$\beta = 2$ $\theta = 45^\circ$	
Fuerza de corte del concreto:	$V_{c_n} := 0.0316 \cdot \beta \cdot \sqrt{f'_{c_p}} \cdot \text{ksi} \cdot 1 \text{ m} \cdot d_z$	
	$V_c = 69.88 \text{ tonf}$	
Resistencia al corte nominal:	$V_{n_n} := V_c$	
Resistencia al corte:	$\phi_V \cdot V_n = 62.89 \text{ tonf}$	
<hr/>		
Cortante último de la sección.	$V_u := \max(V_{\text{punta}}, V_{\text{talon}})$	
	$V_u = 14.78 \text{ tonf}$	
	$\text{if}(V_u \leq \phi_V \cdot V_n, \text{"Ok"}, \text{"Ng"}) = \text{"Ok"}$	
<p><b>10. Diseño del Dentellon</b></p>		
<p><b>a. Diseño por Flexión</b></p>		
<p><b>Refuerzo Vertical Exterior:</b></p>		
<hr/>		
Peralte del acero en tracción:	$d_{\text{spn}} := b_d - 6 \text{ cm}$	
	$d_{\text{sp}} = 0.84 \text{ m}$	
Momento de diseño de dentellón:	$M_{\text{de}} = 5.48 \text{ tonf} \cdot \text{m}$	
Módulo de sección Elástica de la sección:	$S_{b_n} := \frac{1 \text{ m} \cdot b_d^2}{6}$	
	$S_b = 0.135 \text{ m}^3$	
Módulo de rotura del concreto:	$f_{\text{cr}} := 2 \sqrt{f'_{c_p} \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}}$	
<hr/>		
Prestación Adicional de Supervisión N° 08 al Contrato de Servicio de Consultoría N° 147-2018-MTC/20.2	CONSORCIO SUPERVISOR OYON CHACAYAN	Página 23-27

<p>Rev.0 Departamento de Puentes, Estructuras y Obras de Arte</p>	<p>REALIZADO: Ernesto Mandujano C. REVISADO: Ing. Jorge Calderon B.</p>	 <p>Consorcio Supervisor Oyón Chacayan Supervisor de la Obra - Edificación de la Carretera Oyón - Ambo - Tramo CE (Km 0 + 000) - Km 0 + 000 - Km 0 + 000</p>
<p>Reforzamiento mínimo:</p>	$f_r = 28.98 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$ $\phi_f \cdot M_n \geq \min(M_{cr}, 1.33M_{de})$	
<p>Momento de agrietamiento de la sección:</p>	$\gamma_{1s} := 1.60$ $\gamma_{2s} := 1.10$ $\gamma_{3s} := 1.00$ $M_{max} := \gamma_{3s} (\gamma_{1s} \cdot f_r \cdot S_b)$	
<p>Momento máximo de la sección:</p>	$M_{cr} = 62.6 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$	
<p>Area de acero en pantalla por metro:</p>	$M_{max\_p} := \max(M_{de}, \min(M_{cr}, 1.33M_{de}))$ $M_{max\_p} = 7.29 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$ $A_{s\_pantalla} := A_s(d_{sp}, M_{max\_p}, B_e)$ $A_{s\_pantalla} = 2.3 \cdot \text{cm}^2$	
<p>Ancho del muro típico:</p>	$b_{muro} := 5 \text{ m}$	
<p>Area de acero minimo (5.10.6-1):</p>	$A_{s\_minId} := \frac{1.3 \cdot \frac{b_m}{\text{in}} \cdot \frac{b_d}{\text{in}}}{2 \cdot \left( \frac{b_m}{\text{in}} + \frac{b_d}{\text{in}} \right)} \cdot \frac{\text{in}^2}{\frac{f_y}{\text{ksi}}}$ $A_{s\_minId} = 6.92 \cdot \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$	
<p>Diámetro de varilla:</p>	$\phi_{varilla} := \frac{5}{8} \cdot \text{in}$	
<p>Area de la varilla en pantalla interior:</p>	$A_{v1} := \pi \cdot \frac{\phi_{v1}^2}{4}$ $A_{v1} = 1.98 \cdot \text{cm}^2$	
<p>Prestación Adicional de Supervisión N° 08 al Contrato de Servicio de Consultoría N° 147-2018-MTC/20.2</p>	<p>CONSORCIO SUPERVISOR OYON CHACAYAN</p>	<p>Página 24-27</p>

Rev.0 Departamento de Puentes, Estructuras y Obras de Arte	REALIZADO: Ernesto Mandujano C. REVISADO: Ing. Jorge Calderon B.	
--	---	---

Espaciamiento de la varilla calculado:

$$s_{v1} := \frac{A_{v1}}{\max\left(\frac{1A_{s_{pantalla}}}{m}, A_{s_{minld}}\right)}$$

$s_{v1} = 0.29 \text{ m}$

**Finalmente colocar:  $\phi 5/8"@0.275$**

**Refuerzo Vertical Interior:**

Refuerzo exterior a colocar:

$$\phi_{v2} := \frac{3}{4} \cdot \text{in}$$

$$A_{v2} := \pi \cdot \frac{\phi_{v2}^2}{4} = 2.85 \cdot \text{cm}^2$$

Espaciamiento exterior a colocar:

$$s_{v2} := 0.15 \text{ m}$$

Area de acero a colocar:

$$A_{s2} := \frac{A_{v2}}{s_{v2}}$$

$$A_{s2} = 19.002 \cdot \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

Area de acero minimo (5.10.6-1):

$$A_{s_{minld}} = 6.916 \cdot \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

**if( $A_{s_{minld}} \leq A_{s2}$ , "Ok", "Ng") = "Ok"**

**Refuerzo transversal Interior:**

Refuerzo interior a colocar:

$$\phi_{v3} := \frac{1}{2} \cdot \text{in}$$

$$A_{v3} := \pi \cdot \frac{\phi_{v3}^2}{4} = 1.267 \cdot \text{cm}^2$$


Espaciamiento interior a colocar:

$$s_{v3} := 0.25 \text{ m}$$

Area de acero a colocar:

$$A_{s3} := \frac{A_{v3}}{s_{v3}}$$

Prestación Adicional de Supervisión N° 08 al Contrato de Servicio de Consultoría N° 147- 2018-MTC/20.2	<b>CONSORCIO SUPERVISOR OYON CHACAYAN</b>	Página 25-27
--	---	--------------

Rev.0 Departamento de Puentes, Estructuras y Obras de Arte	REALIZADO: Ernesto Mandujano C. REVISADO: Ing. Jorge Calderon B.	
--	---	---

$$As_{t3} = 5.067 \cdot \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

Area de acero minimo (5.10.6-1):

$$As_{mintd} := \frac{1.3 \cdot \frac{h_d}{\text{in}} \cdot \frac{b_d}{\text{in}}}{2 \cdot \left( \frac{h_d}{\text{in}} + \frac{b_d}{\text{in}} \right)} \cdot \frac{f_y}{\text{ksi}} \cdot \frac{\text{in}^2}{\text{ft}}$$

$$As_{mintd} = 4.663 \cdot \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

if( $As_{mintd} \leq As_{t3}$ , "Ok", "Ng") = "Ok"

**Refuerzo transversal Exterior:**

Refuerzo exterior a colocar:

$$\phi_{w4} := \frac{1}{2} \cdot \text{in}$$

$$A_{w4} := \pi \cdot \frac{\phi_{w4}^2}{4} = 1.267 \cdot \text{cm}^2$$

Espaciamiento exterior a colocar:

$$s_{w4} := 0.25 \text{m}$$

Area de acero a colocar:

$$As_{v4} := \frac{A_{w4}}{s_{v4}}$$

$$As_{t4} = 5.067 \cdot \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

Area de acero minimo (5.10.6-1):

$$As_{mintd} = 4.663 \cdot \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

if( $As_{mintd} \leq As_{t4}$ , "Ok", "Ng") = "Ok"

**b. Verificación por corte**

Factor de reducción por corte:

$$\phi_w = 0.90$$

Valores de  $\beta$  y  $\theta$ , para el diseño por corte para estructuras de concreto reforzado:

$$\beta := 2$$

$$\theta := 45^\circ$$

Prestación Adicional de Supervisión N° 08 al Contrato de Servicio de Consultoría N° 147- 2018-MTC/20.2	CONSORCIO SUPERVISOR OYON CHACAYAN	Página 26-27
--	---------------------------------------	--------------

Rev.0

Departamento de Puentes, Estructuras y  
Obras de Arte

REALIZADO:  
Ernesto Mandujano C.  
REVISADO:  
Ing. Jorge Calderon B.



Fuerza de corte del concreto:

$$V_{cw} := 0.0316 \cdot \beta \cdot \sqrt{f_{c_p}} \cdot k \cdot l_m \cdot d_{sp}$$

$$V_c = 64.51 \cdot \text{tonf}$$

Resistencia al corte nominal:

$$V_{nw} := V_c$$

Resistencia al corte:

$$\phi_v \cdot V_n = 58.056 \cdot \text{tonf}$$

Cortante último de la sección.

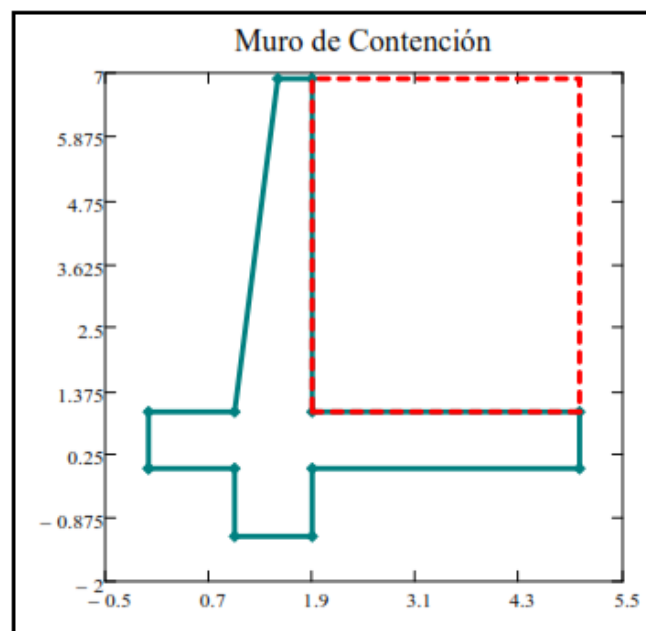
$$V_u := F_{de}$$

$$V_u = 7.78 \cdot \text{tonf}$$

if( $V_u \leq \phi_v \cdot V_n$ , "Ok", "Ng") = "Ok"

## 10. Geometría Final

$$x_d = 1 \text{ m}$$



Prestación Adicional de Supervisión N° 08 al  
Contrato de Servicio de Consultoría N° 147-  
2018-MTC/20.2

CONSORCIO SUPERVISOR OYON  
CHACAYAN

Página 27-27




**Proyecto:** Prestación Adicional de Supervisión N° 07 al Contrato de Servicio de Consultoría N° 147-2018-MTC/20.2  
**Diseño Estructural**  
Informe de Criterios de Diseño

Junio 2022  
Página (20)

– **A.01-10** MEMORIA DE CALCULO DE MUROS DE CONTENCION MCA TIPO **MT-12B**



Rev.0	REALIZADO: Ernesto Mandujano C.	
Departamento de Puentes, Estructuras y Obras de Arte	REVISADO: Ing. Jorge Calderon B.	

## ANÁLISIS Y DISEÑO DE MUROS DE CONTENCIÓN DE C°A° (AASHTO - LRFD 2017)


DESCRIPCIÓN: Muro de Concreto Armado "MT-12B" PAGE 01 OF 27

REALIZADO: Ing. Ernesto Mandujano C. & REVISADO: J.R.C.B

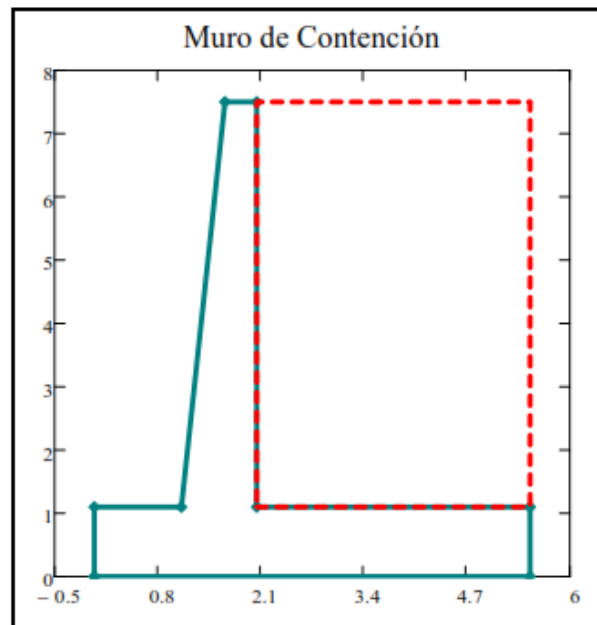
Departamento de Puentes, Estructuras y Obras de Arte - CSOCH

### 1. Geometría:

Longitud del muro:	$B_e := 1.0m$	
Longitud de relleno:	$L_{rell} := 1.0m$	
Longitud de apoyo	$N_a := 0m$	
Ancho del parapeto	$b_p := 0.40m$	
Altura del parapeto	$h_p := 0m$	
Altura de la base de apoyo	$h_b := 0m$	
Altura de apoyo delantero	$h_{ad} := 0m$	
Ancho del apoyo delantero	$b_{ad} := 0m$	
Altura de apoyo trasero	$(h_{at} := 0m$	
Ancho de apoyo trasero	$b_{at} := 0.0m$	
Altura de la pantalla del muro	$h := 6.40m$	
Altura del relleno:	$h_r := h - h_p = 6.4m$	
Ancho de zapata:	$B_z := 1.00m$	
Altura de la zapata = H/10	$h_z := 1.10m$	
Longitud de la zapata = 0.6H	$B := 5.50m$	
Longitud de la punta de la zapata = B/3	$Punta := 1.10m$	
	$P_h := 0.55m$	
Longitud de talón de la zapata	$Talon := 3.45m$	
	$T_h := 0m$	$\frac{P_h}{h} = 0.086$

Rev.0 Departamento de Puentes, Estructuras y Obras de Arte	REALIZADO: Ernesto Mandujano C. REVISADO: Ing. Jorge Calderon B.	
---	---	---



$\Delta_i := B - (\text{Punta} + \text{Talon} + P_h + T_h) = 0.4 \text{ m}$   
 Garganta Inferior =  $h/8-h/10$        $g_i := \Delta_i + P_h + T_h$        $g_i = 0.95 \text{ m}$   
 Altura del muro:       $H_{est} := h + h_z$   
                                   $H_{est} = 7.5 \text{ m}$   
 Profundidad de Desplante:       $D_f := 1.20 \text{ m}$   
 Altura de relleno sobre la corona del muro:       $h_{rl} := 0 \text{ m}$





**2. Materiales y Parametros de Riesgo Sismico:**


Capacidad portante del terreno       $\sigma := 1.50 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$   
 Capacidad del terreno último:       $\sigma_u := 4.50 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$


Prestación Adicional de Supervisión N° 08 al Contrato de Servicio de Consultoría N° 147-2018-MTC/20.2	CONSORCIO SUPERVISOR OYON CHACAYAN	Página 2-27
---	------------------------------------	-------------

Rev.0	REALIZADO: Ernesto Mandujano C. REVISADO: Ing. Jorge Calderon B.	
Departamento de Puentes, Estructuras y Obras de Arte		
Peso del concreto	$\gamma_c := 2400 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^3}$	
Peso del relleno	$\gamma_s := 1800 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^3}$	
Resistencia del concreto de la pantalla	$f_{c_p} := 210 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$	
Resistencia del concreto en la zapata	$f_{c_z} := 210 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$	
Esfuerzo de fluencia del acero	$f_y := 4200 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$	
Factor de reducción por flexión:	$\phi_f := 0.90$	
Ángulo de fricción interna del relleno:	$\phi := 33^\circ$	
Ángulo de fricción interna del suelo de fundación:	$\phi_s := 24.85^\circ$	
Coefficiente de fricción "Tabla 3.11.5.3.1":	$\mu := \min(\tan(\phi_s), 0.55)$ $\tan(\phi_s) = 0.463$ $\mu = 0.463$	
Ángulo que forma la pared interior del muro con la vertical.	$\theta := 0^\circ$	
Ángulo que forma la superficie del suelo con la horizontal.	$\beta := 0^\circ$	
Ángulo de fricción entre el muro y el suelo.	$\delta_w := \frac{2\phi}{3} = 22.2^\circ$	
Coefficiente del estudio de peligro sísmico :	$k_{PGA} := 0.40$	
Componente horizontal de la aceleración del sismo entre la aceleración de la g.	$k_h := \frac{1}{2} \cdot k_{PGA} = 0.2$	
Componente vertical de la aceleración del sismo entre la aceleración de la g.	$k_v := \frac{1}{2} \cdot k_h = 0.1$	
		
Prestación Adicional de Supervisión N° 08 al Contrato de Servicio de Consultoría N° 147-2018-MTC/20.2	CONSORCIO SUPERVISOR OYON CHACAYAN	Página 3-27

Rev.0 Departamento de Puentes, Estructuras y Obras de Arte	REALIZADO: Ernesto Mandujano C. REVISADO: Ing. Jorge Calderon B.	
<p><b>Coefficiente de presión de tierra activo:</b></p> $k_a = \frac{(\cos(\phi - \theta))^2}{(\cos(\theta))^2 \cdot \cos(\delta + \theta) \cdot \left[ 1 + \frac{(\sin(\delta + \phi) \cdot \sin(\phi - \beta))}{(\cos(\delta + \theta) \cdot \cos(\theta - \beta))} \right]^2} \quad k_a = 0.264$ <p><b>Coefficiente de presión de tierra pasivo:</b></p> $k_p = \frac{\cos(\phi + \theta)^2}{\cos(\theta)^2 \cdot \cos(\theta - \delta) \cdot \left( 1 - \frac{\sin(\phi - \delta) \cdot \sin(\phi + \beta)}{\cos(\theta - \delta) \cdot \cos(\theta - \beta)} \right)^2} \quad k_p = 1.714$ <p><b>Coefficiente en reposo:</b></p> $k_o = 1 - \sin(\phi) \quad k_o = 0.455$ <p><b>Coefficiente de presión de tierra Mononobe Okabe:</b></p> $k_{ae} = \frac{(\cos(\phi - \theta - \psi))^2}{\cos(\psi) \cdot (\cos(\theta))^2 \cdot \cos(\delta + \theta + \psi) \cdot \left[ 1 + \frac{(\sin(\delta + \phi) \cdot \sin(\omega - \psi))}{(\cos(\delta + \theta + \psi) \cdot \cos(\beta - \theta))} \right]^2} \quad k_{ae} = 0.432$		
<p>▶</p>		
<p><b>3. Metrado de cargas resistentes:</b></p>		
<p>a. Pantalla</p>		
Area geométrica de la pantalla:	$A_{g_p} = 4.32 \text{ m}^2$	
Peso propio de la pantalla:	$P_p := \gamma_c \cdot A_{g_p} \cdot B_e$	
	$P_p = 10.368 \cdot \text{tonf}$	
Ubicación del centro de gravedad:	$x_p = 1.694 \text{ m}$	
	$y_p = 3.865 \text{ m}$	
Momento por pantalla:	$M_p := P_p \cdot x_p$	
	$M_p = 17.562 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$	
<p>b. Zapata</p>		
Area geométrica de la zapata:	$A_{g_z} = 6.05 \text{ m}^2$	
Peso propio de la zapata:	$P_z := \gamma_c \cdot A_{g_z} \cdot B_e$	
Prestación Adicional de Supervisión N° 08 al Contrato de Servicio de Consultoría N° 147- 2018-MTC/20.2	CONSORCIO SUPERVISOR OYON CHACAYAN	Página 4-27

<p>Rev.0 Departamento de Puentes, Estructuras y Obras de Arte</p>	<p>REALIZADO: Ernesto Mandujano C. REVISADO: Ing. Jorge Calderon B.</p>	
<p>Ubicación del centro de gravedad:</p> <p>Momento por zapata:</p> <p>c. Relleno</p> <p>Area geométrica del relleno:</p> <p>Peso propio de la relleno:</p> <p>Ubicación del centro de gravedad:</p> <p>Momento por relleno:</p>	$P_Z = 14.52 \cdot \text{tonf}$ $x_Z = 2.75 \text{ m}$ $y_Z = 0.55 \text{ m}$ $M_Z := P_Z \cdot x_Z$ $M_Z = 39.93 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$ $A_{gR} = 22.08 \text{ m}^2$ $P_R := \gamma_s \cdot A_{gR} \cdot L_{\text{rell}}$ $P_R = 39.744 \cdot \text{tonf}$ $x_R = 3.775 \text{ m}$ $y_R = 4.3 \text{ m}$ $M_R := P_R \cdot x_R$ $M_R = 150.034 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$	
<p>e. Sobrecarga Viva uniforme "LS"</p> <p>Altura equivalente Tabla 3.11.6.4-2:</p> <p>Sobrecarga aplicada al muro:</p> <p>Carga vertical de sobrecarga:</p> <p>Ubicación del centro de gravedad:</p>	$h_{\text{eq}} := 2.0 \text{ f}$ $q_s := h_{\text{eq}} \cdot \gamma_s$ $q_s = 1.097 \cdot \frac{\text{tonf}}{\text{m}^2}$ $L_{S_V} := L_{\text{rell}} \cdot \text{Talon} \cdot q_s$ $L_{S_V} = 3.786 \cdot \text{tonf}$ $x_s := B - \frac{\text{Talon}}{2}$ $x_s = 3.775 \text{ m}$	
<p><b>4. Metrado de cargas actuantes:</b></p>		
<p>a. Muro</p> <p>Fuerza Inercial de pantalla:</p>	$FIP := k_h \cdot (P_P + P_Z)$ $FIP = 4.98 \cdot \text{tonf}$	
<p>Prestación Adicional de Supervisión N° 08 al Contrato de Servicio de Consultoría N° 147-2018-MTC/20.2</p>	<p>CONSORCIO SUPERVISOR OYON CHACAYAN</p>	<p>Página 5-27</p>

Rev.0 Departamento de Puentes, Estructuras y Obras de Arte	REALIZADO: Ernesto Mandujano C. REVISADO: Ing. Jorge Calderon B.																																															
<table border="0"> <tr> <td>Ubicación del centro de gravedad:</td> <td><math>y_{est} = 1.931 \text{ m}</math></td> </tr> <tr> <td>Momento actuante:</td> <td><math>M_{ip} := FIP \cdot y_{est}</math></td> </tr> <tr> <td></td> <td><math>M_{ip} = 9.613 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}</math></td> </tr> <tr> <td colspan="2"><b>b. Presión Activa de tierra</b></td> </tr> <tr> <td colspan="2"><b>D</b></td> </tr> <tr> <td>Fuerza actuante:</td> <td><math>F_a = 13.388 \cdot \text{tonf}</math></td> </tr> <tr> <td>Momento actuante:</td> <td><math>M_a = 33.471 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}</math></td> </tr> <tr> <td>Ubicación del centro de gravedad:</td> <td><math>y_a = 2.5 \text{ m}</math></td> </tr> <tr> <td colspan="2"><b>c. Presión activa por sobrecarga uniforme</b></td> </tr> <tr> <td>Fuerza actuante por sobrecarga activa:</td> <td><math>F_{LS} = 2.176 \cdot \text{tonf}</math></td> </tr> <tr> <td>Momento actuante por sobrecarga activa:</td> <td><math>M_{LS} = 8.161 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}</math></td> </tr> <tr> <td>Ubicación del centro de gravedad:</td> <td><math>y_{LS} = 3.75 \text{ m}</math></td> </tr> <tr> <td colspan="2"><b>d. Presión en reposo de tierra</b></td> </tr> <tr> <td>Fuerza actuante en reposo:</td> <td><math>F_o = 23.053 \cdot \text{tonf}</math></td> </tr> <tr> <td>Momento actuante en reposo:</td> <td><math>M_o = 57.632 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}</math></td> </tr> <tr> <td>Ubicación del centro de gravedad:</td> <td><math>y_o = 2.5 \text{ m}</math></td> </tr> <tr> <td colspan="2"><b>e. Presión en reposo por sobrecarga uniforme</b></td> </tr> <tr> <td>Fuerza actuante por sobrecarga en reposo:</td> <td><math>F_{oLS} = 3.747 \cdot \text{tonf}</math></td> </tr> <tr> <td>Momento actuante por sobrecarga en reposo:</td> <td><math>M_{oLS} = 14.053 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}</math></td> </tr> <tr> <td>Ubicación del centro de gravedad:</td> <td><math>y_{oLS} = 3.75 \text{ m}</math></td> </tr> <tr> <td colspan="2"><b>f. Empuje Dinámico</b></td> </tr> <tr> <td>Fuerza actuante:</td> <td> <math display="block">F_{ae} := \frac{(h_r + h_z)^2}{2} \cdot k_{ae} \cdot \gamma_s \cdot L_{rell}</math> <math display="block">F_{ae} = 21.862 \cdot \text{tonf}</math> <math display="block">\Delta F := F_{ae} - F_a</math> <math display="block">y_{ae} := \frac{0.6(h_r + h_z) \cdot \Delta F + \frac{(h_r + h_z)}{3} \cdot F_a}{F_{ae}}</math> </td> </tr> <tr> <td>Ubicación del centro de gravedad:</td> <td></td> </tr> </table>			Ubicación del centro de gravedad:	$y_{est} = 1.931 \text{ m}$	Momento actuante:	$M_{ip} := FIP \cdot y_{est}$		$M_{ip} = 9.613 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$	<b>b. Presión Activa de tierra</b>		<b>D</b>		Fuerza actuante:	$F_a = 13.388 \cdot \text{tonf}$	Momento actuante:	$M_a = 33.471 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$	Ubicación del centro de gravedad:	$y_a = 2.5 \text{ m}$	<b>c. Presión activa por sobrecarga uniforme</b>		Fuerza actuante por sobrecarga activa:	$F_{LS} = 2.176 \cdot \text{tonf}$	Momento actuante por sobrecarga activa:	$M_{LS} = 8.161 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$	Ubicación del centro de gravedad:	$y_{LS} = 3.75 \text{ m}$	<b>d. Presión en reposo de tierra</b>		Fuerza actuante en reposo:	$F_o = 23.053 \cdot \text{tonf}$	Momento actuante en reposo:	$M_o = 57.632 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$	Ubicación del centro de gravedad:	$y_o = 2.5 \text{ m}$	<b>e. Presión en reposo por sobrecarga uniforme</b>		Fuerza actuante por sobrecarga en reposo:	$F_{oLS} = 3.747 \cdot \text{tonf}$	Momento actuante por sobrecarga en reposo:	$M_{oLS} = 14.053 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$	Ubicación del centro de gravedad:	$y_{oLS} = 3.75 \text{ m}$	<b>f. Empuje Dinámico</b>		Fuerza actuante:	$F_{ae} := \frac{(h_r + h_z)^2}{2} \cdot k_{ae} \cdot \gamma_s \cdot L_{rell}$ $F_{ae} = 21.862 \cdot \text{tonf}$ $\Delta F := F_{ae} - F_a$ $y_{ae} := \frac{0.6(h_r + h_z) \cdot \Delta F + \frac{(h_r + h_z)}{3} \cdot F_a}{F_{ae}}$	Ubicación del centro de gravedad:	
Ubicación del centro de gravedad:	$y_{est} = 1.931 \text{ m}$																																															
Momento actuante:	$M_{ip} := FIP \cdot y_{est}$																																															
	$M_{ip} = 9.613 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$																																															
<b>b. Presión Activa de tierra</b>																																																
<b>D</b>																																																
Fuerza actuante:	$F_a = 13.388 \cdot \text{tonf}$																																															
Momento actuante:	$M_a = 33.471 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$																																															
Ubicación del centro de gravedad:	$y_a = 2.5 \text{ m}$																																															
<b>c. Presión activa por sobrecarga uniforme</b>																																																
Fuerza actuante por sobrecarga activa:	$F_{LS} = 2.176 \cdot \text{tonf}$																																															
Momento actuante por sobrecarga activa:	$M_{LS} = 8.161 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$																																															
Ubicación del centro de gravedad:	$y_{LS} = 3.75 \text{ m}$																																															
<b>d. Presión en reposo de tierra</b>																																																
Fuerza actuante en reposo:	$F_o = 23.053 \cdot \text{tonf}$																																															
Momento actuante en reposo:	$M_o = 57.632 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$																																															
Ubicación del centro de gravedad:	$y_o = 2.5 \text{ m}$																																															
<b>e. Presión en reposo por sobrecarga uniforme</b>																																																
Fuerza actuante por sobrecarga en reposo:	$F_{oLS} = 3.747 \cdot \text{tonf}$																																															
Momento actuante por sobrecarga en reposo:	$M_{oLS} = 14.053 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$																																															
Ubicación del centro de gravedad:	$y_{oLS} = 3.75 \text{ m}$																																															
<b>f. Empuje Dinámico</b>																																																
Fuerza actuante:	$F_{ae} := \frac{(h_r + h_z)^2}{2} \cdot k_{ae} \cdot \gamma_s \cdot L_{rell}$ $F_{ae} = 21.862 \cdot \text{tonf}$ $\Delta F := F_{ae} - F_a$ $y_{ae} := \frac{0.6(h_r + h_z) \cdot \Delta F + \frac{(h_r + h_z)}{3} \cdot F_a}{F_{ae}}$																																															
Ubicación del centro de gravedad:																																																
Prestación Adicional de Supervisión N° 08 al Contrato de Servicio de Consultoría N° 147-2018-MTC/20.2	<b>CONSORCIO SUPERVISOR OYON CHACAYAN</b>	Página 6-27																																														

Rev.0 Departamento de Puentes, Estructuras y Obras de Arte	REALIZADO: Ernesto Mandujano C. REVISADO: Ing. Jorge Calderon B.	
--	---	---

$y_{ae} = 3.275 \text{ m}$

Momento actuante:  $M_{ae} := F_{ae} \cdot y_{ae} \quad M_{ae} = 71.604 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$

**5. Análisis de Estabilidad en condiciones de Servicio**

**a. Factor de Seguridad al Deslizamiento**

$FN_s := 1.0 \cdot P_p + 1.0 \cdot P_z + 1.0 \cdot P_r + 1.0 \cdot DD + 1.0 \cdot DC + 1.0 \cdot DW + 0.0 \cdot LL_{IM} + 0.0 \cdot LS_v$   
 $FN_s = 64.632 \cdot \text{tonf}$

$FA_s := 1.0 \cdot BR + 1.0 \cdot FR_{max} + 1.0 \cdot F_a + 1.0 \cdot F_{LS}$   
 $FA_s = 15.565 \cdot \text{tonf}$

---

Carga Axial normal:  $FN_s = 64.632 \cdot \text{tonf}$

Fuerza Resistente:  $FR_s := \mu \cdot FN_s = 29.933 \cdot \text{tonf}$

Fuerza Actuante:  $FA_s = 15.565 \cdot \text{tonf}$

Altura del diente:  $h_d := 1.20 \text{ m}$

Ancho del diente:  $b_d := 0.95 \text{ m}$

Peso del diente:  $P_d := h_d \cdot b_d \cdot 1 \text{ m} \cdot \gamma_c$   
 $P_d = 2.74 \cdot \text{tonf}$


$M_d := P_d \cdot \left( x_d + \frac{b_d}{2} \right) = 4.309 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$

Fuerza Pasiva:  $P_{sa} := k_p \cdot \left( \gamma_s \cdot \frac{h_d^2}{2} \right) \cdot 1 \text{ m} + k_p \cdot \left[ \gamma_s \cdot \frac{(h_{r2} + h_z)^2}{2} \right] \cdot 1 \text{ m}$   
 $P_{sa} = 4.09 \cdot \text{tonf}$

Factor de Seguridad al Deslizamiento:  $FSD_s := \frac{FR_s + P_{sa} + \mu \cdot P_d}{FA_s} = 2.27$

Verificación 2:  $Verif2 := \begin{cases} \text{"OK"} & \text{if } FSD_s \geq 1.5 \\ \text{"No cumple"} & \text{if } FSD_s < 1.5 \end{cases}$

**Verif2 = "OK"**

Rev.0 Departamento de Puentes, Estructuras y Obras de Arte	REALIZADO: Ernesto Mandujano C. REVISADO: Ing. Jorge Calderon B.	
--	---	---

**b. Factor de Seguridad al Volteo**

$MR_s := 1.0 \cdot M_p + 1.0 \cdot M_z + 1.0 \cdot M_d + 1.0 \cdot M_r + 0.0 \cdot LS_v \cdot x_s$   
 $MA_s := 1.0 \cdot M_a + 1.0 \cdot M_{LS}$   
 $FV_{V_s} := 1.0 \cdot P_p + 1.0 \cdot P_z + 1.0 \cdot P_d + 1.0 \cdot P_r + 0.0 \cdot LS_v$

Momento Resistente:  $MR_s = 211.834 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$   
 Momento Actuante:  $MA_s = 41.632 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$   
 Factor de Seguridad al Volteo:  $FSV_s := \frac{MR_s}{MA_s} = 5.088$   
 Verificación 1:  $\text{Verifl} := \begin{cases} \text{"OK"} & \text{if } FSV_s \geq 1.75 \\ \text{"No cumple"} & \text{if } FSV_s < 1.75 \end{cases}$   
Verifl = "OK"

$e_x := \frac{B}{2} - \frac{MR_s - MA_s}{FV_{V_s}} = 0.224 \text{ m} \quad |e_x| = 0.224 \text{ m}$   
 $e_{\max} := \frac{B}{6} = 0.917 \text{ m}$   
if (|e\_x| ≤ e\_max, "Ok", "Ng") = "Ok"


**c. Verificación de Presiones**

$FVP_{s_p} := 1.0 \cdot P_p + 1.0 \cdot P_z + 1.0 \cdot P_d + 1.0 \cdot P_r + 1.0 \cdot DD + 1.0 \cdot DC + 1.0 \cdot DW + 1.0 \cdot LL_{IM} + 1.0 \cdot LS_v$   
 $MR_{s_p} := 1.0 \cdot M_p + 1.0 \cdot M_z + 1.0 \cdot M_d + 1.0 \cdot M_r + 1.0 \cdot LS_v \cdot x_s$   
 $MA_{s_p} := 1.0 \cdot M_a + 1.0 \cdot M_{LS}$

Excentricidad de la carga:  $\text{exc}_{p_s} := \frac{B}{2} - \frac{MR_{s_p} - MA_{s_p}}{FVP_{s_p}}$   
 $\text{exc}_{p_s} = 0.157 \text{ m}$

Prestación Adicional de Supervisión N° 08 al Contrato de Servicio de Consultoría N° 147- 2018-MTC/20.2	<b>CONSORCIO SUPERVISOR OYON CHACAYAN</b>	Página 8-27
--	---	-------------



Rev.0 Departamento de Puentes, Estructuras y Obras de Arte	REALIZADO: Ernesto Mandujano C. REVISADO: Ing. Jorge Calderon B.	
--	---	---

Esfuerzos uniformes en zapata sobre suelo:

$$\sigma_p := \frac{FVP_{s_p}}{(B - 2 \cdot |exc_{p_s}|) \cdot B_e}$$

$$\sigma_p = 1.37 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

if( $\sigma_p \leq \sigma_t$ , "Ok", "Ng") = "Ok"

**6. Análisis de Estabilidad en Resistencia:**

**a. Verificación al Deslizamiento**

$FN_r := 0.9 \cdot P_p + 0.9 \cdot P_z + 0.9P_d + 1.0P_r + 0.0LS_v + 0.9 \cdot P_d$   
 $FA_r := 1.50F_a + 1.75F_{LS}$

Tabla 10.5.5.2.2-1: Factores de resistencia

Factor de resistencia para deslizamiento:  $\varphi_r := 0.85$

Factor de resistencia para presión pasiva de tierra:  $\varphi_{ep} := 0.50$

Carga Axial normal:  $FN_r = 67.068 \cdot \text{tonf}$

Fuerza Resistente:  $FR_r := \mu \cdot FN_r = 31.061 \cdot \text{tonf}$

Fuerza Pasiva:  $P_{sa} = 4.09 \cdot \text{tonf}$

Fuerza Actuante:  $FA_r = 23.89 \cdot \text{tonf}$

Resistencia al deslizamiento:

$$FA \leq R_R = \varphi R_n = \varphi_r \cdot FR_r + \varphi_{ep} \cdot P_{pas}$$

$$R_R := \varphi_r \cdot FR_r + \varphi_{ep} \cdot P_{sa}$$

$$R_R = 28.45 \cdot \text{tonf}$$

if( $FA_r \leq R_R$ , "Ok", "Ng") = "Ok"

**b. Verificación al Volteo**


$FV_{V_r} := 0.90 \cdot P_p + 0.90 \cdot P_z + 0.9 \cdot P_d + 1.0P_r + 0.0LS_v$   
 $MR_{V_r} := 0.90 \cdot M_p + 0.90 \cdot M_z + 0.9 \cdot M_d + 1.0M_r + 0.0LS_v \cdot x_s$   
 $MA_{V_r} := 1.50M_a + 1.75M_{LS}$


Momento resistente:  $MR_{V_r} = 205.654 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$

Momento actuante:  $MA_{V_r} = 64.489 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$

Cargas verticales actuantes:  $FV_{V_r} = 64.606 \cdot \text{tonf}$

Prestación Adicional de Supervisión N° 08 al Contrato de Servicio de Consultoría N° 147- 2018-MTC/20.2	<b>CONSORCIO SUPERVISOR OYON CHACAYAN</b>	Página 9-27
--	---	-------------

<p>Rev.0 Departamento de Puentes, Estructuras y Obras de Arte</p>	<p>REALIZADO: Ernesto Mandujano C. REVISADO: Ing. Jorge Calderon B.</p>	
<p>Excentricidad de la carga:</p> $exc_r := \frac{B}{2} - \frac{MR_{V_r} - MA_{V_r}}{FV_{V_r}}$ $exc_r = 0.565 \text{ m}$ <p>Excentricidad máxima:</p> $e_{max_r} := \frac{B}{3} = 1.833 \text{ m}$ <p style="background-color: #90EE90; padding: 2px;"><math>if(exc_r \leq e_{max_r}, "Ok", "Ng") = "Ok"</math></p> <p><b>c. Verificación por presiones</b></p> $FVP_{r_p} := 1.25 \cdot P_p + 1.25 \cdot P_z + 1.25 \cdot P_d + 1.0P_r + 1.75LS_v$ $MR_{r_p} := 1.25 \cdot M_p + 1.25 \cdot M_z + 1.25 \cdot M_d + 1.0M_r + 1.75LS_v \cdot x_s$ $MA_{r_p} := 1.50M_a + 1.75M_{LS}$ <p>Momento resistente:</p> $MR_{r_p} = 252.293 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$ <p>Momento actuante:</p> $MA_{r_p} = 64.489 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$ <p>Cargas verticales actuantes:</p> $FVP_{r_p} = 80.899 \cdot \text{tonf}$ <p>Excentricidad de la carga:</p> $exc_{p_r} := \frac{B}{2} - \frac{MR_{r_p} - MA_{r_p}}{FVP_{r_p}}$ $exc_{p_r} = 0.429 \text{ m}$ <p>Esfuerzos uniformes en zapata sobre suelo:</p> $\sigma_{p_r} := \frac{FVP_{r_p}}{(B - 2 \cdot exc_{p_r}) \cdot B_e}$ $\sigma_{p_r} = 1.74 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$ <p>Tabla 10.5.5.2.2-1: Factores de resistencia</p> <p>Factor de resistencia para presiones:</p> $\varphi_b := 0.45$ <p>Resistencia a presiones:</p> $\sigma_{max} \leq R_R = \varphi R_n = \varphi_b \cdot FR_r$ $R_{R_r} := \varphi_b \cdot \sigma_{t_u}$ $R_{R_r} = 2.03 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$ <p style="background-color: #90EE90; padding: 2px;"><math>if(\sigma_{p_r} \leq R_{R_r}, "Ok", "Ng") = "Ok"</math></p>		
<p>Prestación Adicional de Supervisión N° 08 al Contrato de Servicio de Consultoría N° 147-2018-MTC/20.2</p>	<p>CONSORCIO SUPERVISOR OYON CHACAYAN</p>	<p>Página 10-27</p>

Rev.0	REALIZADO: Ernesto Mandujano C. REVISADO: Ing. Jorge Calderon B.	
Departamento de Puentes, Estructuras y Obras de Arte		

## 7. Análisis de Estabilidad por Evento Extremo I

### a. Verificación al Deslizamiento

$$FN_{eq} := (1.0 \cdot P_p + 1.0 \cdot P_z + 1.0 \cdot P_d) + 1.0 \cdot P_r$$

$$FA_{eq} := 1.0 \cdot FIP + 1.0 \cdot F_{ae} + k_h \cdot P_r$$

Factor de resistencia para deslizamiento:

$$\varphi_{\tau_{eq}} := 1.0$$

Factor de resistencia para presión pasiva de tierra:

$$\varphi_{ep_{eq}} := 1.0$$

Carga Axial normal:

$$FN_{eq} = 67.368 \cdot \text{tonf}$$

Fuerza Resistente:

$$FR_{eq} := \mu \cdot FN_{eq} = 31.2 \cdot \text{tonf}$$

Fuerza Pasiva:

$$P_{sa} = 4.09 \cdot \text{tonf}$$

Fuerza Actuante:

$$FA_{eq} = 34.79 \cdot \text{tonf}$$

Resistencia al deslizamiento:

$$FA \leq R_R = \varphi R_n = \varphi_{\tau_{eq}} \cdot FR_{eq} + \varphi_{ep_{eq}} \cdot P_{pas}$$

$$R_{EQ} := \varphi_{\tau_{eq}} \cdot FR_{eq} + \varphi_{ep_{eq}} \cdot P_{sa}$$

$$R_{EQ} = 35.29 \cdot \text{tonf}$$

$$\text{if}(FA_{eq} \leq R_{EQ}, "Ok", "Ng") = "Ok"$$

### a. Verificación al Volteo

$$MRV_{eq} := 1.0 \cdot M_p + 1.0 \cdot M_z + 1.0 \cdot M_d + 1.0 \cdot M_r$$

$$FV_{eq} := 1.0 \cdot P_p + 1.0 \cdot P_z + 1.0 \cdot P_d + 1.0 \cdot P_r$$

$$MAV_{eq} := 1.0 \cdot M_{ip} + 1.0 \cdot M_{ae} + k_h \cdot P_r \cdot y_r$$

Momento resistente:

$$MRV_{eq} = 211.834 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$$

Momento actuante:

$$MAV_{eq} = 115.396 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$$

Cargas verticales actuantes:

$$FV_{eq} = 67.368 \cdot \text{tonf}$$

Excentricidad de la carga:


$$exc_{eq} := \frac{B}{2} - \frac{MRV_{eq} - MAV_{eq}}{FV_{eq}}$$


$$exc_{eq} = 1.32 \text{ m}$$


Excentricidad máxima:

$$e_{max_{eq}} := \frac{B}{3} = 1.833 \text{ m}$$

$$\text{if}(exc_{eq} \leq e_{max_{eq}}, "Ok", "Ng") = "Ok"$$

<p>Rev.0 Departamento de Puentes, Estructuras y Obras de Arte</p>	<p>REALIZADO: Ernesto Mandujano C. REVISADO: Ing. Jorge Calderon B.</p>	 <p>Supervisor: Oyon Chacayan Ingeniería Civil y de Estructuras Calle 14 de Agosto, s/n. - San Juan de Dios, Arequipa Tel: 052 201 200 - 2001 Chacayan Bn 151 0002</p>
<p><b>b. Verificación a presiones</b></p> $MRP_{eq} := 1.0 \cdot M_p + 1.0 \cdot M_z + 1.0 \cdot M_d + 1.0 \cdot M_r$ $FVP_{eq} := 1.0 \cdot P_p + 1.0 \cdot P_z + 1.0 \cdot P_d + 1.0 \cdot P_r$ $MAP_{eq} := 1.0 \cdot M_{ip} + 1.0 M_{ae} + k_h \cdot P_r \cdot Y_r$ <p>Momento resistente: <math>MRP_{eq} = 211.834 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}</math></p> <p>Momento actuante: <math>MAP_{eq} = 115.396 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}</math></p> <p>Cargas verticales actuantes: <math>FVP_{eq} = 67.368 \cdot \text{tonf}</math></p> <p>Excentricidad de la carga: <math>exc_{peq} := \frac{B}{2} - \frac{MRP_{eq} - MAP_{eq}}{FVP_{eq}}</math></p> $exc_{peq} = 1.318 \text{ m}$ <p>Esfuerzos uniformes en zapata sobre suelo: <math>\sigma_{peq} := \frac{FVP_{eq}}{(B - 2 \cdot exc_{peq}) \cdot B_e}</math></p> $\sigma_{peq} = 2.35 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$ <p>Tabla 10.5.5.2.2-1: Factores de resistencia</p> <p>Factor de resistencia para presiones 11.6.5: <math>\varphi_{b_{eq}} := 1.0</math></p> <p>Resistencia a presiones: <math>\sigma_{max} \leq R_R = \varphi R_n = \varphi_{b_{eq}} \cdot FR_r</math></p> $R_{R_{eq}} := \varphi_{b_{eq}} \cdot \sigma_{tu}$ $R_{R_{eq}} = 4.5 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$ <p style="background-color: #90EE90; padding: 2px;"><math>\text{if}(\sigma_{peq} \leq R_{R_{eq}}, "Ok", "Ng") = "Ok"</math></p> <p><b>9. Diseño de Pantalla</b></p> <p><b>a. Diseño por Flexión</b></p> <p><b>Refuerzo Vertical Interior:</b></p> <p>Peralte del acero en tracción: <math>d_{sp} := g_1 - 6 \text{ cm}</math></p>		
<p>Prestación Adicional de Supervisión N° 08 al Contrato de Servicio de Consultoría N° 147- 2018-MTC/20.2</p>	<p>CONSORCIO SUPERVISOR OYON CHACAYAN</p>	<p>Página 12-27</p>

Rev.0  Departamento de Puentes, Estructuras y Obras de Arte	REALIZADO: Ernesto Mandujano C. REVISADO: Ing. Jorge Calderon B.	
▶	$d_{sp} = 0.89 \text{ m}$	
Momento de diseño en Resistencia I:	$M_{RI\_p} := 1.50M_{b\_p\_act} + 1.75M_{b\_p\_sc}$ $M_{RI\_p} = 41.6 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$	
Momento de diseño en Evento Extremo:	$M_{EE\_p} := 1.0M_{b\_p\_kae}$ $M_{EE\_p} = 47.555 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$	
Módulo de sección Elástica de la sección:	$S_b := \frac{I_m \cdot g_i^2}{6}$ $S_b = 0.15 \cdot \text{m}^3$	
Módulo de rotura del concreto:	$f_r := 2 \sqrt{f'_{cp} \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}}$ $f_r = 28.98 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$	
Reforzamiento mínimo:	$\phi_f \cdot M_n \geq \min(M_{cr}, 1.33M_u)$ $\gamma_1 := 1.60$ $\gamma_2 := 1.10$ $\gamma_3 := 1.00$	
Momento de agrietamiento de la sección:	$M_{cr} := \gamma_3 \cdot (\gamma_1 \cdot f_r \cdot S_b)$ $M_{cr} = 69.75 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$	
Momento máximo de la sección:	$M_{max\_p} := \max(M_{RI\_p}, M_{EE\_p}, \min(M_{cr}, 1.33 \max(M_{RI\_p}, M_{EE\_p})))$ $M_{max\_p} = 63.25 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$	
▼		
Prestación Adicional de Supervisión N° 08 al Contrato de Servicio de Consultoría N° 147-2018-MTC/20.2	<b>CONSORCIO SUPERVISOR OYON CHACAYAN</b>	Página 13-27

Rev.0	REALIZADO: Ernesto Mandujano C. REVISADO: Ing. Jorge Calderon B.	
Departamento de Puentes, Estructuras y Obras de Arte		

$$As(d_s, M_u, b) := \left| \begin{array}{l} a1 \leftarrow \frac{d_s}{5} \\ As \leftarrow \frac{M_u}{\phi_f \cdot f_y \cdot \left(d_s - \frac{a1}{2}\right)} \\ a2 \leftarrow \frac{As \cdot f_y}{0.85 \cdot f_{c_z} \cdot b} \\ \text{while } |a1 - a2| \geq 0.001 \text{ cm} \\ \left| \begin{array}{l} a1 \leftarrow a2 \\ As \leftarrow \frac{M_u}{\phi_f \cdot f_y \cdot \left(d_s - \frac{a1}{2}\right)} \\ a2 \leftarrow \frac{As \cdot f_y}{0.85 \cdot f_{c_z} \cdot b} \end{array} \right. \\ a \leftarrow a2 \\ As \leftarrow \frac{M_u}{\phi_f \cdot f_y \cdot \left(d_s - \frac{a}{2}\right)} \end{array} \right.$$


Area de acero en pantalla por metro:  $As_{pantalla} := As(d_{sp}, M_{max\_p}, B_e)$   
 $As_{pantalla} = 19.29 \cdot \text{cm}^2$

Ancho del muro tipico:  $b_m := 5 \text{ m}$

Area de acero minimo (5.10.6-1):  $As_{min\_vp} := \frac{1.3 \cdot \frac{b_m}{\text{in}} \cdot \frac{g_i}{\text{in}} \cdot \frac{\text{in}^2}{\text{ft}}}{2 \cdot \left(\frac{b_m}{\text{in}} + \frac{g_i}{\text{in}}\right) \cdot \frac{f_y}{\text{ksi}}}$   
 $As_{min\_vp} = 7.24 \cdot \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$

Diámetro de varilla:  $\phi_{v1} := \frac{3}{4} \cdot \text{in}$

Prestación Adicional de Supervisión N° 08 al Contrato de Servicio de Consultoría N° 147-2018-MTC/20.2	CONSORCIO SUPERVISOR OYON CHACAYAN	Página 14-27
---	------------------------------------	--------------

Rev.0 Departamento de Puentes, Estructuras y Obras de Arte	REALIZADO: Ernesto Mandujano C. REVISADO: Ing. Jorge Calderon B.	
--	---	---

**Area de la varilla en pantalla interior:**

$$A_{v1} := \pi \cdot \frac{\phi_{v1}^2}{4}$$

$$A_{v1} = 2.85 \cdot \text{cm}^2$$

$$A_{s11} := \max\left(\frac{1A_{s_{\text{pantalla}}}}{m}, A_{s_{\text{min\_vp}}}\right) = 19.293 \cdot \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

**Espaciamento de la varilla calculado:**

$$s_{v1} := \frac{A_{v1}}{\max\left(\frac{1A_{s_{\text{pantalla}}}}{m}, A_{s_{\text{min\_vp}}}\right)}$$

$$s_{v1} = 0.15 \text{ m}$$

**Finalmente colocar:  $\phi 3/4'' @ 0.15$**

**Refuerzo Vertical Exterior:**

**Refuerzo exterior a colocar:**

$$\phi_{v2} := \frac{5}{8} \cdot \text{in}$$

$$A_{v2} := \pi \cdot \frac{\phi_{v2}^2}{4} = 1.979 \cdot \text{cm}^2$$

**Espaciamento exterior a colocar:**

$$s_{v2} := 0.25 \text{ m}$$

**Area de acero a colocar:**

$$A_{s12} := \frac{A_{v2}}{s_{v2}}$$

$$A_{s12} = 7.917 \cdot \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

**Area de acero minimo:**

$$A_{s_{\text{min\_vp}}} = 7.24 \cdot \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

**if( $A_{s_{\text{min\_vp}}} \leq A_{s12}$ , "Ok", "Ng") = "Ok"**


**Refuerzo transversal Interior:**

**Espesor promedio:**

$$e_p := \frac{g_i + b_p}{2}$$

$$e_p = 0.675 \text{ m}$$

Prestación Adicional de Supervisión N° 08 al Contrato de Servicio de Consultoría N° 147- 2018-MTC/20.2	<b>CONSORCIO SUPERVISOR OYON CHACAYAN</b>	Página 15-27
--	---	--------------

Rev.0 Departamento de Puentes, Estructuras y Obras de Arte	REALIZADO: Ernesto Mandujano C. REVISADO: Ing. Jorge Calderon B.	
--	---	---

Refuerzo interior a colocar:  $\phi_{v3} := \frac{1}{2} \cdot \text{in}$

$A_{v3} := \pi \cdot \frac{\phi_{v3}^2}{4} = 1.267 \cdot \text{cm}^2$

Espaciamiento interior a colocar:  $s_{v3} := 0.225 \text{m}$

Area de acero a colocar:  $A_{s_{t3}} := \frac{A_{v3}}{s_{v3}}$

$A_{s_{t3}} = 5.63 \cdot \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$

Altura de la pantalla del muro  $h = 20.997 \text{f}$

S: la longitud efectiva del vano tomada como igual a la longitud efectiva especificada en el Artículo 9.7.2 (ft)

$S_s := 20.997$

Para refuerzo paralelo al trafico:  $\%As_{\text{minti}} := \min\left(\frac{100}{\sqrt{S_s}}, 50\right) = 21.823$

$\frac{\%As_{\text{minti}}}{100} \cdot A_{s_{t1}} = 4.21 \cdot \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$


Area de acero minimo (5.10.6-1):  $\left[ \frac{1.3 \cdot \frac{h}{\text{in}} \cdot \frac{e_p}{\text{in}}}{2 \cdot \left(\frac{h}{\text{in}} + \frac{e_p}{\text{in}}\right)} \cdot \frac{\text{in}^2}{\text{ft}} \right] = 5.537 \cdot \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$

$As_{\text{minti}} := \max \left[ \left[ \frac{1.3 \cdot \frac{h}{\text{in}} \cdot \frac{e_p}{\text{in}}}{2 \cdot \left(\frac{h}{\text{in}} + \frac{e_p}{\text{in}}\right)} \cdot \frac{\text{in}^2}{\text{ft}} \right], 2.328 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}, \frac{\%As_{\text{minti}}}{100} \cdot A_{s_{t1}} \right] = 5.537 \cdot \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$

$As_{\text{minti}} = 5.537 \cdot \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$

Prestación Adicional de Supervisión N° 08 al Contrato de Servicio de Consultoría N° 147- 2018-MTC/20.2	CONSORCIO SUPERVISOR OYON CHACAYAN	Página 16-27
--	---------------------------------------	--------------



Rev.0 Departamento de Puentes, Estructuras y Obras de Arte	REALIZADO: Ernesto Mandujano C. REVISADO: Ing. Jorge Calderon B.	
--	---	---

if(Asmin<sub>ti</sub> ≤ As<sub>t3</sub>, "Ok", "Ng") = "Ok"

**Refuerzo transversal Exterior:**

Refuerzo exterior a colocar:  $\phi_{v4} := \frac{1}{2} \cdot ir$

$A_{v4} := \pi \cdot \frac{\phi_{v4}^2}{4} = 1.267 \cdot \text{cm}^2$

Espaciamiento exterior a colocar:  $s_{v4} := 0.225\text{m}$

Area de acero a colocar:  $As_{t4} := \frac{A_{v4}}{s_{v4}}$

$As_{t4} = 5.63 \cdot \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$

Area de acero mínimo (5.10.6-1):  $As_{min_{te}} := \max \left[ \frac{1.3 \cdot \frac{h}{\text{in}} \cdot \frac{e_p}{\text{in}} \cdot \frac{\text{in}^2}{\text{ft}}}{2 \cdot \left( \frac{h}{\text{in}} + \frac{e_p}{\text{in}} \right) \cdot \frac{f_y}{\text{ksi}}}, 2.328 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}} \right] = 5.537 \cdot \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$

if(Asmin<sub>te</sub> ≤ As<sub>t4</sub>, "Ok", "Ng") = "Ok"

**b. Verificación por corte**

Factor de reducción por corte:  $\phi_v := 0.90$

Valores de  $\beta$  y  $\theta$ , para el diseño por corte para estructuras de concreto reforzado:  $\beta := 2$

$\theta := 45^\circ$

Fuerza de corte del concreto:  $V_c := 0.0316 \cdot \beta \cdot \sqrt{f_{c_p} \cdot \text{ksi}} \cdot 1\text{m} \cdot d_{sp}$


$V_c = 68.35 \cdot \text{tonf}$

Resistencia al corte nominal:  $V_n := V_c$

Resistencia al corte:  $\phi_v \cdot V_n = 61.512 \cdot \text{tonf}$

Cortante último de la sección.  $V_u := \max(F_{A_r}, F_{a_e})$

Prestación Adicional de Supervisión N° 08 al Contrato de Servicio de Consultoría N° 147-2018-MTC/20.2	<b>CONSORCIO SUPERVISOR OYON CHACAYAN</b>	Página 17-27
---	---	--------------

Rev.0 Departamento de Puentes, Estructuras y Obras de Arte	REALIZADO: Ernesto Mandujano C. REVISADO: Ing. Jorge Calderon B.	
---	---	---

$V_u = 23.89 \cdot \text{tonf}$

$\text{if}(V_u \leq \phi_v \cdot V_n, "Ok", "Ng") = "Ok"$

**9. Diseño de Zapata**

**a. Diseño por Flexión - Punta**

Peralte del acero en tracción:  $d_z := h_z - 9\text{cm}$   
 $d_z = 1.01 \text{ m}$

$$\sigma(x, \sigma_1, \sigma_2) := \frac{\sigma_2 - \sigma_1}{B} \cdot x + \sigma_1$$

$$F_v(\sigma_1, \sigma_2, a, b) := \int_a^b \sigma(x, \sigma_1, \sigma_2) dx \cdot B_z$$

$$M_f(\sigma_1, \sigma_2, a, b) := \int_a^b \sigma(x, \sigma_1, \sigma_2) x dx \cdot B_z$$


$$M_{\sigma}(\sigma_1, \sigma_2, a, b) := \int_a^b \sigma(x, \sigma_1, \sigma_2)(B - x) dx \cdot B_z$$


Momento en Resistencia I en punta:  $M_{r\_punta} := M_f(\sigma_{p\_r}, \sigma_{p\_r}, 0, \text{Punta})$   
 $M_{r\_punta} = 10.542 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$

Momento en Evento Extremo en punta:  $M_{eq\_punta} := M_f(\sigma_{p\_eq}, \sigma_{p\_eq}, 0, \text{Punta})$   
 $M_{eq\_punta} = 14.236 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$


Momento por peso propio de zapata en punta:  $\omega_z := h_z \cdot B_z \cdot \gamma_c$   
 $\omega_z = 2.64 \cdot \frac{\text{tonf}}{\text{m}}$   
 $M_{zap} := \omega_z \cdot \frac{\text{Punta}^2}{2}$   
 $M_{zap} = 1.597 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$


Prestación Adicional de Supervisión N° 08 al Contrato de Servicio de Consultoría N° 147-2018-MTC/20.2	CONSORCIO SUPERVISOR OYON CHACAYAN	Página 18-27
---	---------------------------------------	--------------


<p>Rev.0 Departamento de Puentes, Estructuras y Obras de Arte</p>	<p>REALIZADO: Ernesto Mandujano C. REVISADO: Ing. Jorge Calderon B.</p>	
<p>Momento de diseño en Resistencia I punta:</p>	$M_{RI\_punta} := M_{r\_punta} - 0.9M_{zap}$ $M_{RI\_punta} = 9.1 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$	
<p>Momento de diseño en Evento Extremo punta:</p>	$M_{EE\_punta} := M_{eq\_punta} - 0.9M_{zap}$ $M_{EE\_punta} = 12.8 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$	
<p>Módulo de sección Elástica de la sección:</p>	$S_{bx} := \frac{1m \cdot h_z^2}{6}$ $S_b = 0.202 \cdot \text{m}^3$	
<p>Reforzamiento mínimo:</p>	$\phi_f \cdot Mn \geq \min(M_{cr}, 1.33M_u)$	
<p>Momento de agrietamiento de la sección:</p>	$M_{max} := \gamma_3 \cdot (\gamma_1 \cdot f_t \cdot S_b)$ $M_{cr} = 93.52 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$	
<p>Momento último: <math>M_u := \max(M_{RI\_punta}, M_{EE\_punta}, \min(M_{cr}, 1.33 \max(M_{RI\_punta}, M_{EE\_punta})))</math></p>	$M_u = 17.02 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$	
<p>Area de acero en pantalla por metro:</p>	$A_{s\_punta} := A_s(d_z, M_u, B_e)$ $A_{s\_punta} = 4.48 \cdot \text{cm}^2$	
<p>Area de acero mínimo (5.10.6-1):</p>	$A_{s\_minlz} := \frac{1.3 \cdot \frac{b_m}{\text{in}} \cdot \frac{h_z}{\text{in}}}{2 \cdot \left( \frac{b_m}{\text{in}} + \frac{h_z}{\text{in}} \right)} \cdot \frac{f_y}{\text{ksi}} \cdot \frac{\text{in}^2}{\text{ft}}$ $A_{s\_minlz} = 8.18 \cdot \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$	
<p>Diámetro de varilla en punta inferior:</p>	$\phi_{v5} := \frac{5}{8} \cdot \text{in}$	
<p>Prestación Adicional de Supervisión N° 08 al Contrato de Servicio de Consultoría N° 147-2018-MTC/20.2</p>	<p>CONSORCIO SUPERVISOR OYON CHACAYAN</p>	<p>Página 19-27</p>

<p>Rev.0 Departamento de Puentes, Estructuras y Obras de Arte</p>	<p>REALIZADO: Ernesto Mandujano C. REVISADO: Ing. Jorge Calderon B.</p>	 <p>Supervisión de la Ejecución del Proyecto de la Obra de Infraestructura de la Carretera Oyon Ambo Nº 147-2018-MTC/20.2</p>
<p>Area de la varilla:</p> $A_{v5} := \pi \cdot \frac{\phi_{v5}^2}{4}$ $A_{v5} = 1.98 \cdot \text{cm}^2$ <p>Espaciamiento de la varilla calculado:</p> $s_{v5} := \frac{A_{v5}}{\max\left(\frac{A_{s_{\text{punta}}}}{m}, A_{s_{\text{min}l_z}}\right)}$ $s_{v5} = 0.24 \text{ m}$ <p style="text-align: center;"><b>Finalmente colocar: <math>\phi 5/8'' @ 0.225</math></b></p> <p><b>Refuerzo Transversal Inferior:</b></p> <p>Refuerzo exterior a colocar:</p> $\phi_{v6} := \frac{1}{2} \cdot i_n$ <p>Espaciamiento exterior a colocar:</p> $s_{v6} := 0.15 \text{ m}$ <p>Area de acero a colocar:</p> $A_{s_{t6}} := \frac{A_{v6}}{s_{v6}}$ $A_{s_{t6}} = 8.445 \cdot \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$ <p>Area de acero minimo (5.10.6-1):</p> $A_{s_{\text{mintz}}} := \frac{1.3 \cdot \frac{B}{\text{in}} \cdot \frac{h_z}{\text{in}} \cdot \frac{\text{in}^2}{\text{ft}}}{2 \cdot \left(\frac{B}{\text{in}} + \frac{h_z}{\text{in}}\right) \cdot \frac{f_y}{\text{ksi}}}$ $A_{s_{\text{mintz}}} = 8.31 \cdot \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$ <p style="text-align: center;"><b>if(<math>A_{s_{\text{mintz}}} \leq A_{s_{t6}}</math>, "Ok", "Ng") = "Ok"</b></p>		
<p>Prestación Adicional de Supervisión N° 08 al Contrato de Servicio de Consultoría N° 147-2018-MTC/20.2</p>	<p>CONSORCIO SUPERVISOR OYON CHACAYAN</p>	<p>Página 20-27</p>




<p>Rev.0 Departamento de Puentes, Estructuras y Obras de Arte</p>	<p>REALIZADO: Ernesto Mandujano C. REVISADO: Ing. Jorge Calderon B.</p>	
<p>Area de acero por metro:</p> <p>Area de acero minimo (5.10.6-1):</p> <p>Diámetro de varilla en talón superior:</p> <p>Area de la varilla:</p> <p>Espaciamiento de la varilla calculado:</p>	$A_{s_{talon}} := A_s(d_z,  M_u , B_e)$ $A_{s_{talon}} = 19.7 \cdot \text{cm}^2$ $A_{s_{minlz}} = 8.18 \cdot \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$ $\phi_{v7} := \frac{3}{4} \cdot \text{in}$ $A_{v7} := \pi \cdot \frac{\phi_{v7}^2}{4}$ $A_{v7} = 2.85 \cdot \text{cm}^2$ $s_{v7} := \frac{A_{v7}}{\max\left(\frac{A_{s_{talon}}}{\text{m}}, A_{s_{minlz}}\right)}$ $s_{v7} = 0.14 \text{ m}$	<p style="text-align: center; background-color: #90EE90;"><b>Finalmente colocar: <math>\phi 3/4" @ 0.125</math></b></p>
<p><b>Refuerzo Transversal Superior:</b></p> <p>Refuerzo exterior a colocar:</p> <p>Espaciamiento exterior a colocar:</p> <p>Area de acero a colocar:</p> <p>Area de acero minimo:</p>	$\phi_{v8} := \frac{1}{2} \cdot \text{in}$ $A_{v8} := \pi \cdot \frac{\phi_{v8}^2}{4}$ $s_{v8} := 0.15 \text{ m}$ $A_{s_{t8}} := \frac{A_{v8}}{s_{v8}}$ $A_{s_{t8}} = 8.445 \cdot \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$ $A_{s_{mintz}} = 8.31 \cdot \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$	
<p>Prestación Adicional de Supervisión N° 08 al Contrato de Servicio de Consultoría N° 147-2018-MTC/20.2</p>	<p style="text-align: center;"><b>CONSORCIO SUPERVISOR OYON CHACAYAN</b></p>	<p style="text-align: right;">Página 22-27</p>

<p>Rev.0 Departamento de Puentes, Estructuras y Obras de Arte</p>	<p>REALIZADO: Ernesto Mandujano C. REVISADO: Ing. Jorge Calderon B.</p>	
<p><math>if(A_{s_{mintz}} \leq A_{s18}, "Ok", "Ng") = "Ok"</math></p>		
<p><b>c. Verificación por corte</b></p>		
<p>Factor de reducción por corte:</p>	<p><math>\phi_V = 0.9</math></p>	
<p>Valores de <math>\beta</math> y <math>\theta</math>, para el diseño por corte para estructuras de concreto reforzado:</p>	<p><math>\beta = 2</math> <math>\theta = 45^\circ</math></p>	
<p>Fuerza de corte del concreto:</p>	<p><math>V_{c_{max}} := 0.0316 \cdot \beta \cdot \sqrt{f'_{c_p}} \cdot ksi \cdot l_m \cdot d_z</math> <math>V_c = 77.56 \cdot tonf</math></p>	
<p>Resistencia al corte nominal:</p>	<p><math>V_{nn} := V_c</math></p>	
<p>Resistencia al corte:</p>	<p><math>\phi_V \cdot V_n = 69.81 \cdot tonf</math></p>	
<hr/>		
<p>Cortante último de la sección.</p>	<p><math>V_{u_{max}} := \max(V_{punta}, V_{talon})</math> <math>V_u = 17.1 \cdot tonf</math></p>	
<p><math>if(V_u \leq \phi_V \cdot V_n, "Ok", "Ng") = "Ok"</math></p>		
<p><b>10. Diseño del Dentellon</b></p>		
<p><b>a. Diseño por Flexión</b></p>		
<p><b>Refuerzo Vertical Exterior:</b></p>		
<hr/>		
<p>Peralte del acero en tracción:</p>	<p><math>d_{sp} := b_d - 6cm</math> <math>d_{sp} = 0.89m</math></p>	
<p>Momento de diseño de dentellón:</p>	<p><math>M_{de} = 5.851 \cdot tonf \cdot m</math></p>	
<p>Módulo de sección Elástica de la sección:</p>	<p><math>S_{xx} := \frac{1m \cdot b_d^2}{6}</math> <math>S_b = 0.15 \cdot m^3</math></p>	
<p>Prestación Adicional de Supervisión N° 08 al Contrato de Servicio de Consultoría N° 147-2018-MTC/20.2</p>	<p>CONSORCIO SUPERVISOR OYON CHACAYAN</p>	<p>Página 23-27</p>

<p>Rev.0 Departamento de Puentes, Estructuras y Obras de Arte</p>	<p>REALIZADO: Ernesto Mandujano C. REVISADO: Ing. Jorge Calderon B.</p>	
<p>Módulo de rotura del concreto:</p>	$f_{cr} := 2 \sqrt{f'_{c_p} \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}}$ $f_{cr} = 28.98 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$	
<p>Reforzamiento mínimo:</p>	$\phi_f \cdot M_n \geq \min(M_{cr}, 1.33M_{de})$ $\gamma_1 := 1.60$ $\gamma_2 := 1.10$ $\gamma_3 := 1.00$	
<p>Momento de agrietamiento de la sección:</p>	$M_{cr} := \gamma_3 \cdot (\gamma_1 \cdot f_{cr} \cdot S_b)$ $M_{cr} = 69.75 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$	
<p>Momento máximo de la sección:</p>	$M_{\max_p} := \max(M_{de}, \min(M_{cr}, 1.33M_{de}))$ $M_{\max_p} = 7.78 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$	
<p>Area de acero en pantalla por metro:</p>	$A_{s_{pantalla}} := A_s(d_{sp}, M_{\max_p}, B_e)$ $A_{s_{pantalla}} = 2.32 \cdot \text{cm}^2$	
<p>Ancho del muro típico:</p>	$b_{muro} := 5 \text{ m}$	
<p>Area de acero mínimo (5.10.6-1):</p>	$A_{s_{\min ld}} := \frac{1.3 \cdot \frac{b_m}{\text{in}} \cdot \frac{b_d}{\text{in}}}{2 \cdot \left( \frac{b_m}{\text{in}} + \frac{b_d}{\text{in}} \right)} \cdot \frac{\text{in}^2}{\text{ksi} \cdot \text{ft}}$ $A_{s_{\min ld}} = 7.24 \cdot \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$	
<p>Diámetro de varilla:</p>	$\phi_{varilla} := \frac{5}{8} \cdot \text{in}$	
<p>Area de la varilla en pantalla interior:</p>	$A_{v1} := \pi \cdot \frac{\phi_{v1}^2}{4}$	
<p>Prestación Adicional de Supervisión N° 08 al Contrato de Servicio de Consultoría N° 147-2018-MTC/20.2</p>	<p>CONSORCIO SUPERVISOR OYON CHACAYAN</p>	<p>Página 24-27</p>



Rev.0	REALIZADO: Ernesto Mandujano C. REVISADO: Ing. Jorge Calderon B.	
Departamento de Puentes, Estructuras y Obras de Arte		

$A_{v1} = 1.98 \cdot \text{cm}^2$

Espaciamiento de la varilla calculado:

$$s_{v1} := \frac{A_{v1}}{\max\left(\frac{1 \cdot A_{s_{\text{pantalla}}}}{m}, A_{s_{\text{minld}}}\right)}$$

$s_{v1} = 0.27 \text{ m}$

**Finalmente colocar:  $\phi 5/8''@0.25$**

**Refuerzo Vertical Interior:**

Refuerzo exterior a colocar:

$$\phi_{v2} := \frac{1}{2} \cdot \text{in}$$

$$A_{v2} := \pi \cdot \frac{\phi_{v2}^2}{4} = 1.267 \cdot \text{cm}^2$$

Espaciamiento exterior a colocar:

$$s_{v2} := 0.15 \text{ m}$$

Para tener continuidad del acero principal de la pantalla.

Area de acero a colocar:

$$A_{s2} := \frac{A_{v2}}{s_{v2}}$$

$$A_{s2} = 8.445 \cdot \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

Area de acero minimo (5.10.6-1):

$$A_{s_{\text{minld}}} = 7.239 \cdot \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

**if( $A_{s_{\text{minld}}} \leq A_{s2}$ , "Ok", "Ng") = "Ok"**

**Refuerzo transversal Interior:**

Refuerzo interior a colocar:

$$\phi_{v3} := \frac{1}{2} \cdot \text{in}$$

$$A_{v3} := \pi \cdot \frac{\phi_{v3}^2}{4} = 1.267 \cdot \text{cm}^2$$


Espaciamiento interior a colocar:


$$s_{v3} := 0.25 \text{ m}$$

Area de acero a colocar:

$$A_{s3} := \frac{A_{v3}}{s_{v3}}$$

Prestación Adicional de Supervisión N° 08 al Contrato de Servicio de Consultoría N° 147-2018-MTC/20.2	<b>CONSORCIO SUPERVISOR OYON CHACAYAN</b>	Página 25-27
---	---	--------------

<p>Rev.0 Departamento de Puentes, Estructuras y Obras de Arte</p>	<p>REALIZADO: Ernesto Mandujano C. REVISADO: Ing. Jorge Calderon B.</p>	
<div style="text-align: right; margin-bottom: 10px;"> <math display="block">A_{s_{t3}} = 5.067 \cdot \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}</math> </div> <p>Area de acero minimo (5.10.6-1):</p> $A_{s_{mintd}} := \frac{1.3 \cdot \frac{h_d}{\text{in}} \cdot \frac{b_d}{\text{in}}}{2 \cdot \left( \frac{h_d}{\text{in}} + \frac{b_d}{\text{in}} \right)} \cdot \frac{f_y}{\text{ksi}} \cdot \frac{\text{in}^2}{\text{ft}}$ $A_{s_{mintd}} = 4.808 \cdot \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$ <p style="background-color: #90EE90; padding: 2px; display: inline-block;">if(<math>A_{s_{mintd}} \leq A_{s_{t3}}</math>, "Ok", "Ng") = "Ok"</p> <p><b>Refuerzo transversal Exterior:</b></p> <p>Refuerzo exterior a colocar:</p> $\phi_{v4} := \frac{1}{2} \cdot \text{in}$ $A_{v4} := \pi \cdot \frac{\phi_{v4}^2}{4} = 1.267 \cdot \text{cm}^2$ <p>Espaciamiento exterior a colocar:</p> $s_{v4} := 0.25 \text{m}$ <p>Area de acero a colocar:</p> $A_{s_{t4}} := \frac{A_{v4}}{s_{v4}}$ $A_{s_{t4}} = 5.067 \cdot \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$ <p>Area de acero minimo (5.10.6-1):</p> $A_{s_{mintd}} = 4.808 \cdot \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$ <p style="background-color: #90EE90; padding: 2px; display: inline-block;">if(<math>A_{s_{mintd}} \leq A_{s_{t4}}</math>, "Ok", "Ng") = "Ok"</p> <p><b>b. Verificación por corte</b></p> <p>Factor de reducción por corte:</p> $\phi_{vv} := 0.90$ <p>Valores de <math>\beta</math> y <math>\theta</math>, para el diseño por corte para estructuras de concreto reforzado:</p> $\beta := 2$ $\theta := 45^\circ$ <p>Fuerza de corte del concreto:</p> $V_{vv} := 0.0316 \cdot \beta \cdot \sqrt{f'_{c_p} \cdot \text{ksi}} \cdot \text{lm} \cdot d_{sp}$		
<p>Prestación Adicional de Supervisión N° 08 al Contrato de Servicio de Consultoría N° 147-2018-MTC/20.2</p>	<p>CONSORCIO SUPERVISOR OYON CHACAYAN</p>	<p>Página 26-27</p>

Rev.0 Departamento de Puentes, Estructuras y Obras de Arte	REALIZADO: Ernesto Mandujano C. REVISADO: Ing. Jorge Calderon B.	
---	---	---

$V_c = 68.35 \cdot \text{tonf}$

Resistencia al corte nominal:  $V_{\text{nom}} := V_c$

Resistencia al corte:  $\phi_V \cdot V_n = 61.512 \cdot \text{tonf}$

Cortante último de la sección.  $V_{\text{de}} := F_{\text{de}}$

$V_u = 8.33 \cdot \text{tonf}$

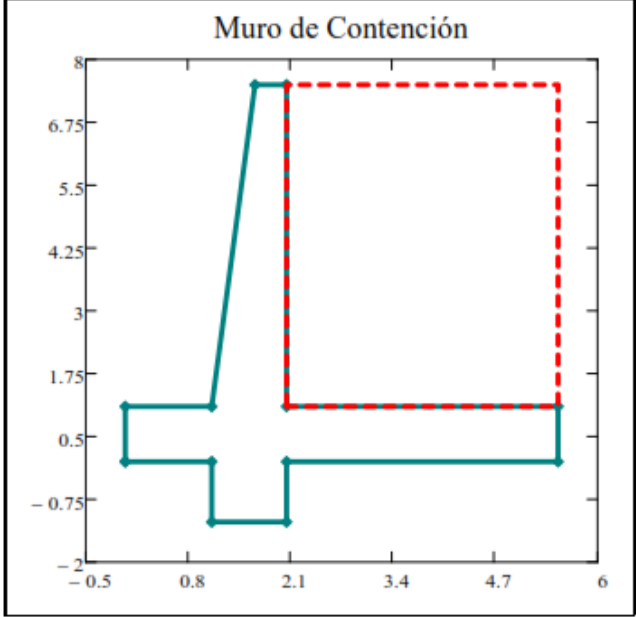
$\text{if}(V_u \leq \phi_V \cdot V_n, "Ok", "Ng") = "Ok"$

**10. Geometría Final**

$x_d = 1.1 \text{ m}$

---

**Muro de Contención**



Prestación Adicional de Supervisión N° 08 al Contrato de Servicio de Consultoría N° 147-2018-MTC/20.2	<b>CONSORCIO SUPERVISOR OYON CHACAYAN</b>	Página 27-27
---	---	--------------

## ANEXO 2:

### ANÁLISIS DE ESTABILIDAD GEOTÉCNICO.



**Proyecto:** Prestación Adicional de Supervisión N° 07 al Contrato de Servicio de Consultoría N° 147-2018-MTC/20.2

#### ANÁLISIS DE ESTABILIDAD GLOBAL PARA TALUDES EN SUELO CONSIDERANDO UN COEFICIENTE SISMICO DE 0.195 g DEL PELIGRO SISMICO ZU-CHINCHE TINGO

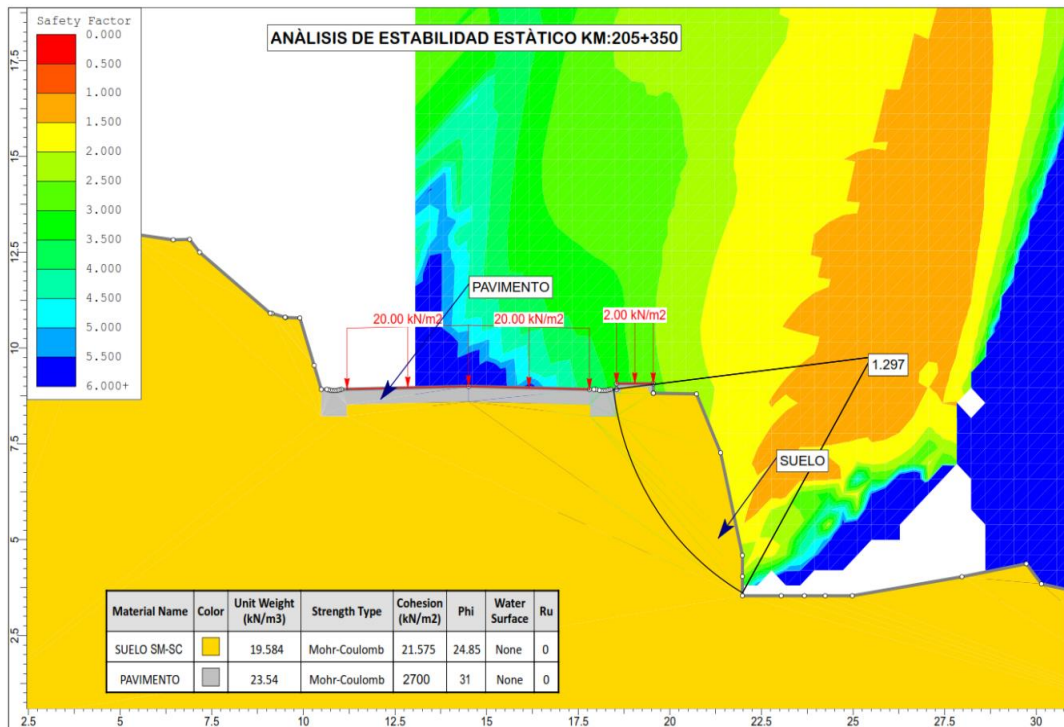
Sector II

Desvío Cerro de Pasco – Chacayán  
(km:181+000 – km:230+000)

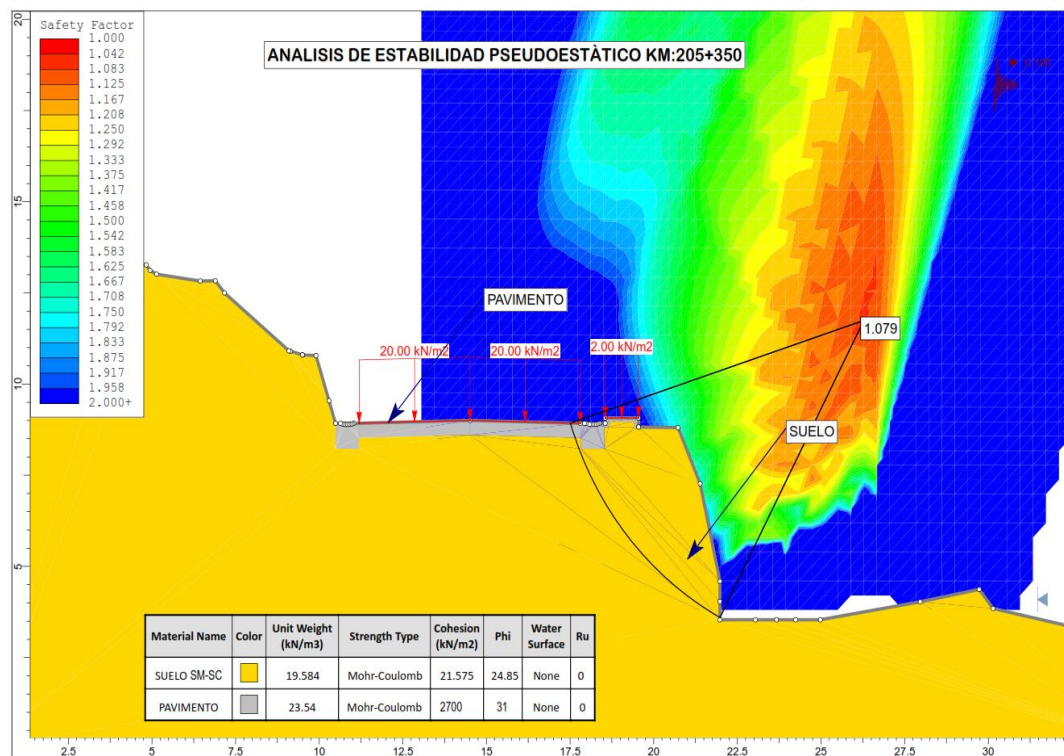
**(SECTOR KM:205+340-KM:205+445)**

**SECCION KM:205+350**  
**CONDICIÓN NATURAL - LD**

## ANÁLISIS DE ESTABILIDAD POR EL METODO BISHOP SIMPLIFICADO SECTOR KM:205+340-KM:205+445.

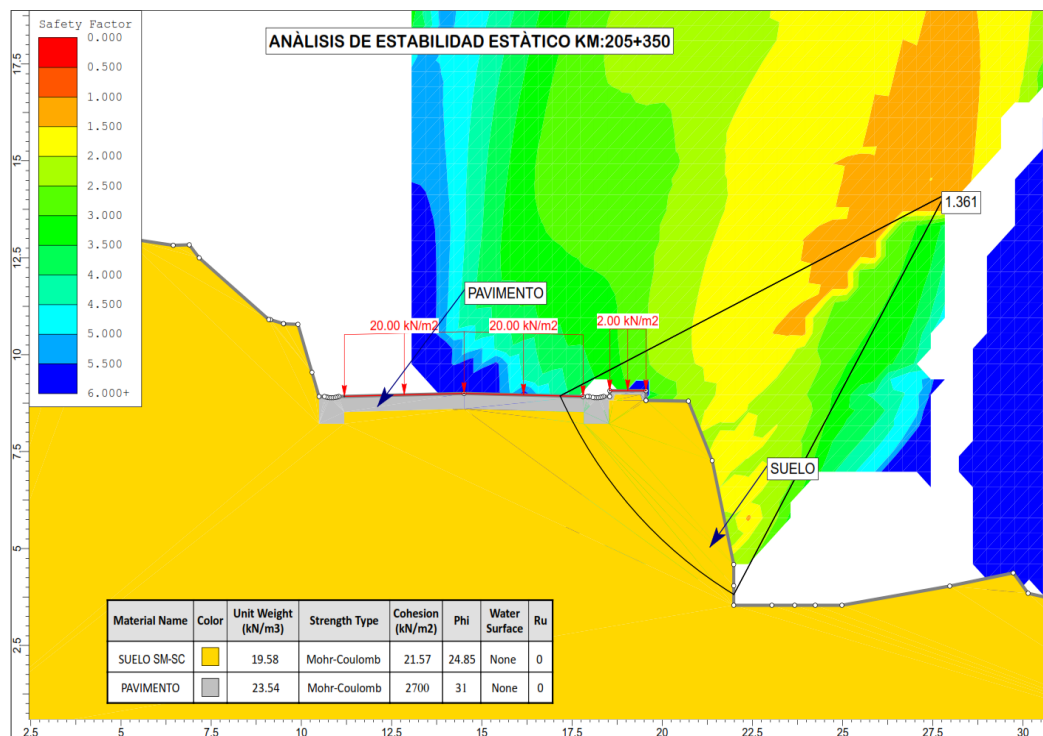


**Análisis de Estabilidad Estático** en el km:205+350 con un **Factor de Seguridad** de 1.297 (sin sismo).

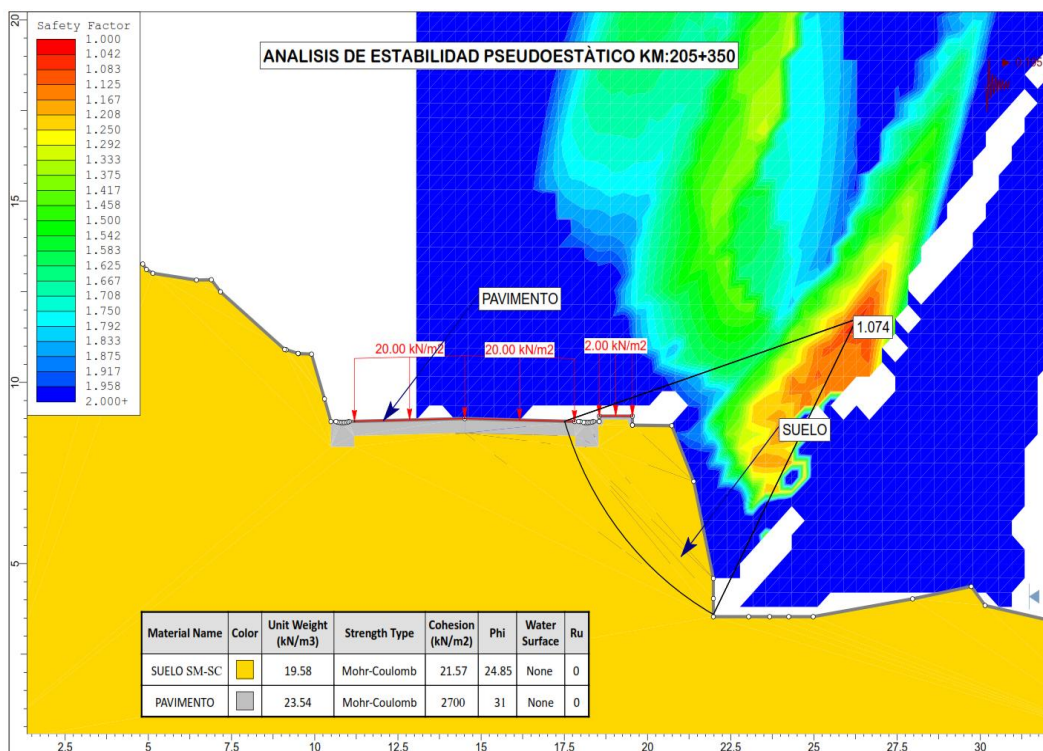


**Análisis de Estabilidad Pseudoestático** en el km:205+350 con un **Factor de Seguridad** de 1.079 (coeficiente sísmico de 0.195g).

## ANÁLISIS DE ESTABILIDAD POR EL METODO DE SPENCER SECTOR KM:205+340-KM:205+445.

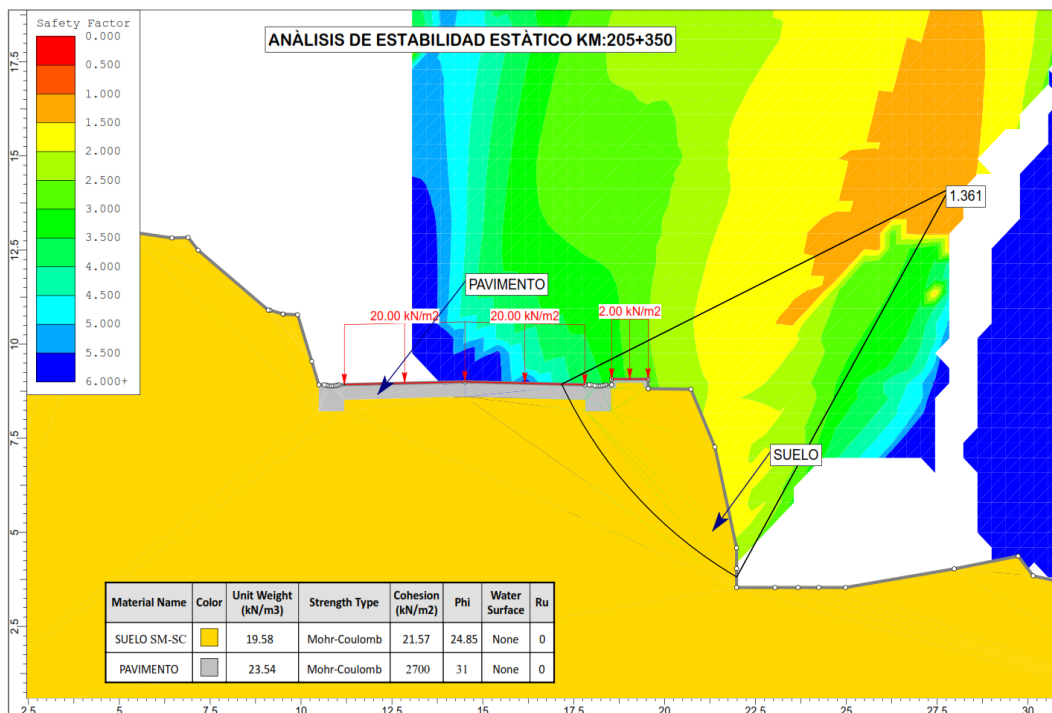


**Análisis de Estabilidad Estático** en el km:205+350 con un **Factor de Seguridad** de 1.361 (sin sismo).

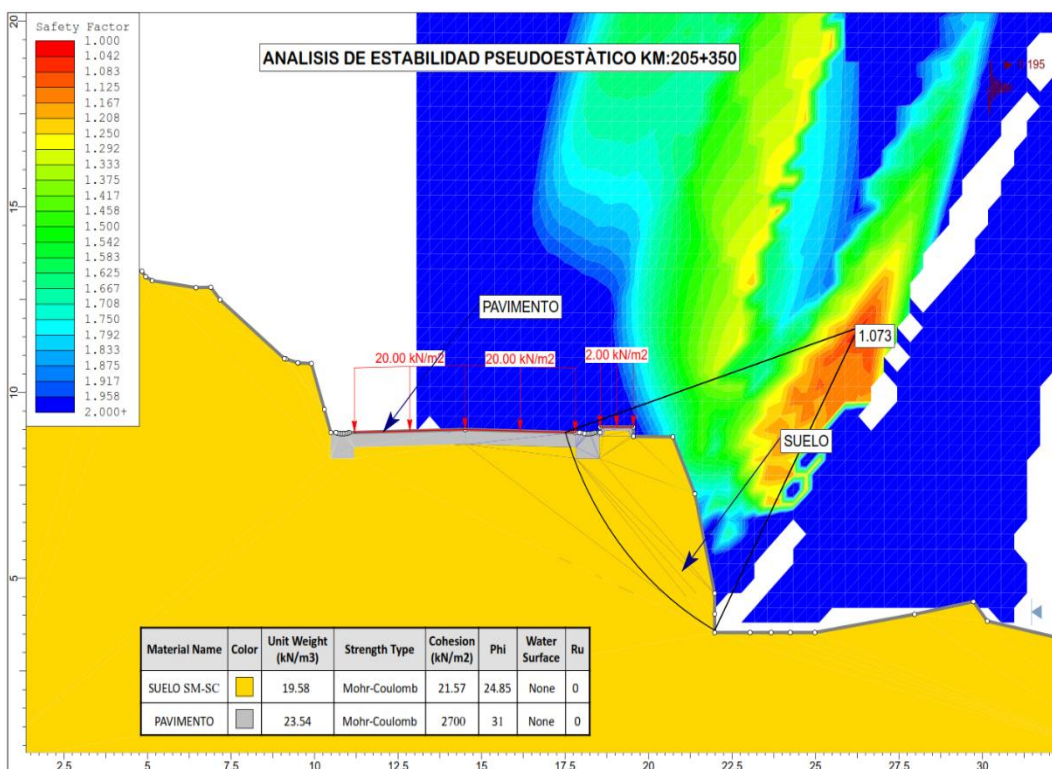


**Análisis de Estabilidad Pseudoestático** en el km:205+350 con un **Factor de Seguridad** de 1.074 (coeficiente sísmico de 0.195g).

### ANÁLISIS DE ESTABILIDAD POR EL METODO MORGENSTERN Y PRICE SECTOR KM:205+340-KM:205+445.



**Análisis de Estabilidad Estático** en el km:205+350 con un **Factor de Seguridad** de 1.361 (sin sismo).

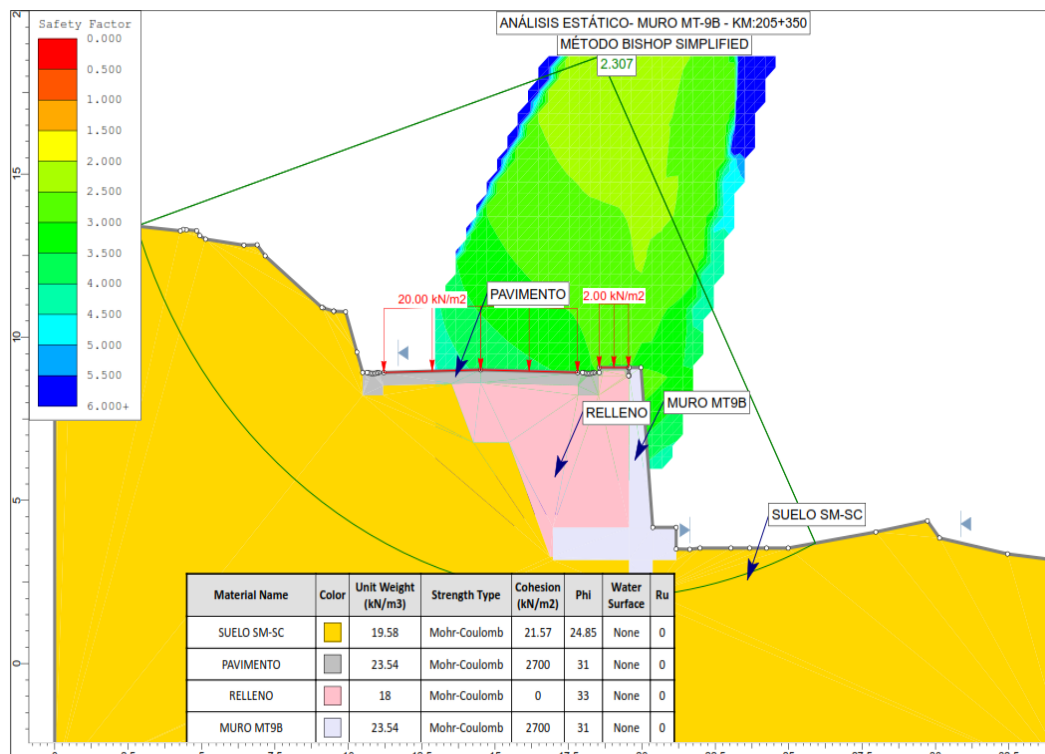


**Análisis de Estabilidad Pseudoestático** en el km:205+350 con un **Factor de Seguridad** de 1.073 (coeficiente sísmico de 0.195g).

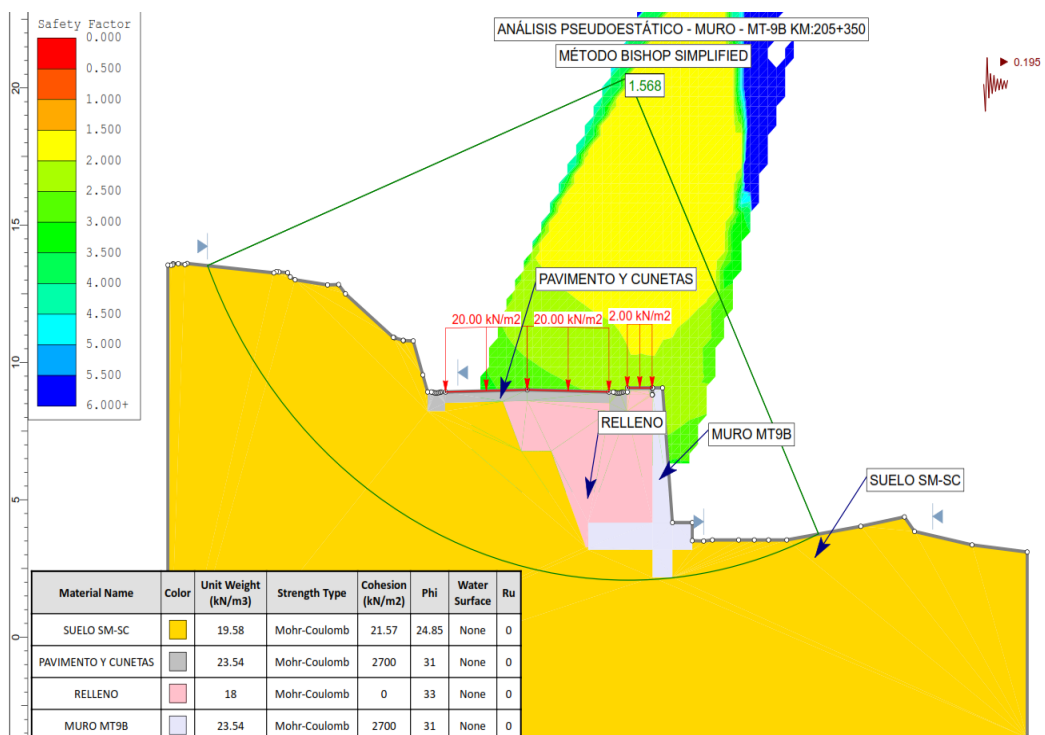


**SECCION KM:205+350  
CON MURO DE CONTENCIÓN – LD**

### ANÁLISIS DE ESTABILIDAD POR EL METODO BISHOP SIMPLIFICADO SECTOR KM:205+340-KM:205+445-MT9B.

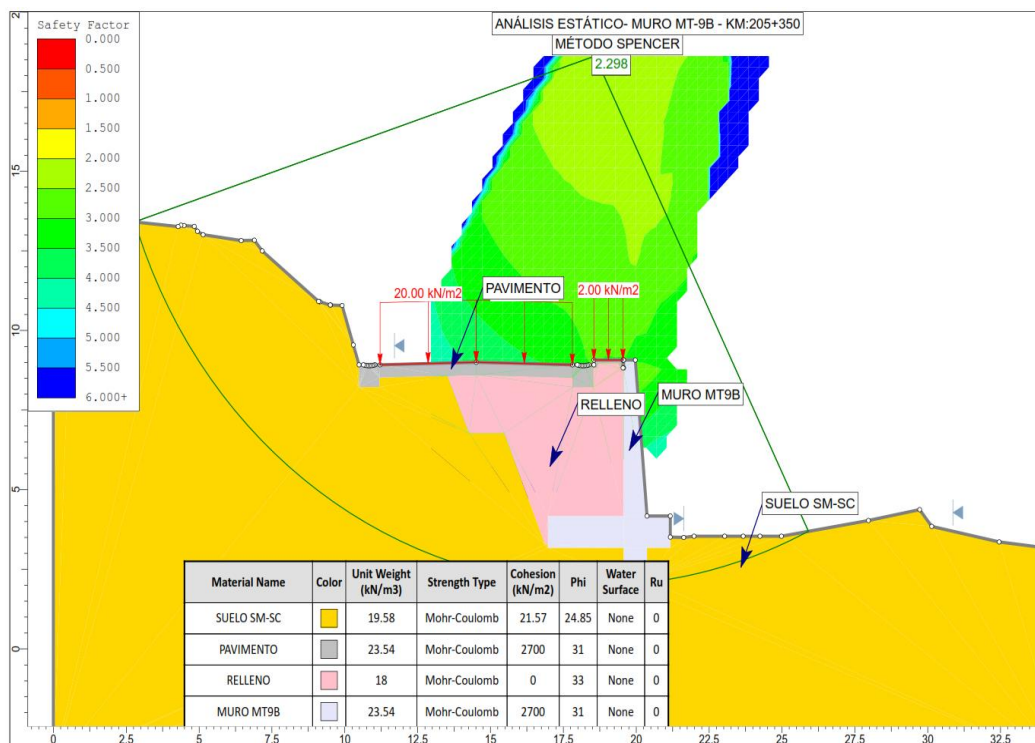


Análisis de Estabilidad Estático en el km:205+350 con un Factor de Seguridad de 2.307 (sin sismo).

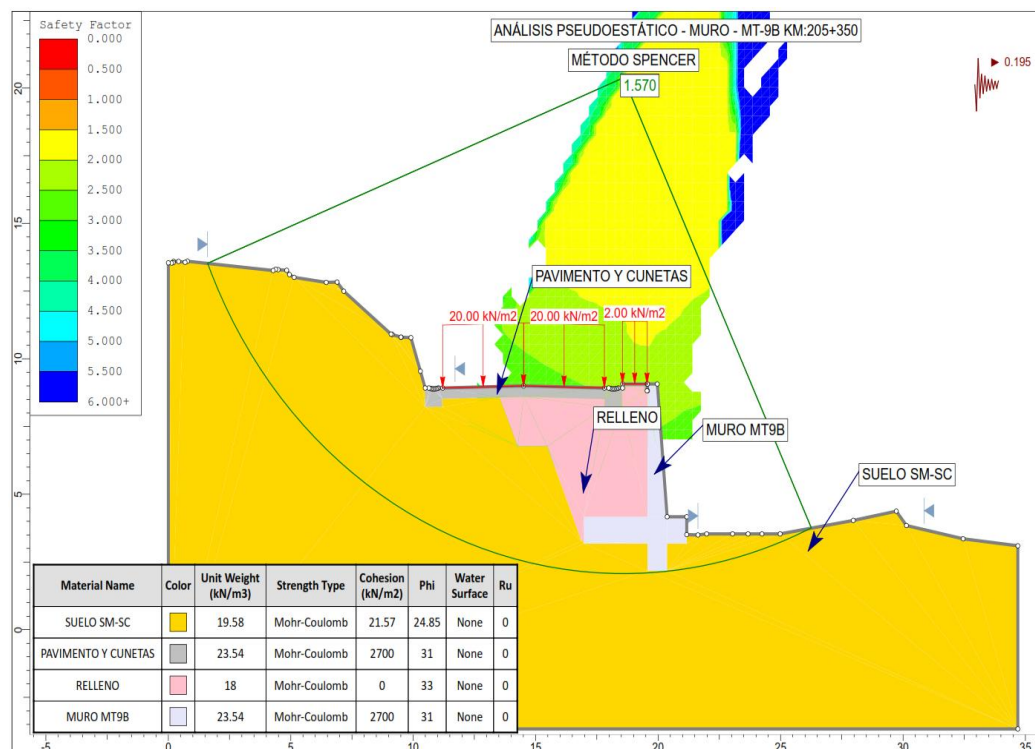


Análisis de Estabilidad Pseudoestático en el km:205+350 con un Factor de Seguridad de 1.568 (coeficiente sísmico de 0.195g).

### ANÁLISIS DE ESTABILIDAD POR EL METODO DE SPENCER SECTOR KM:205+340-KM:205+445.

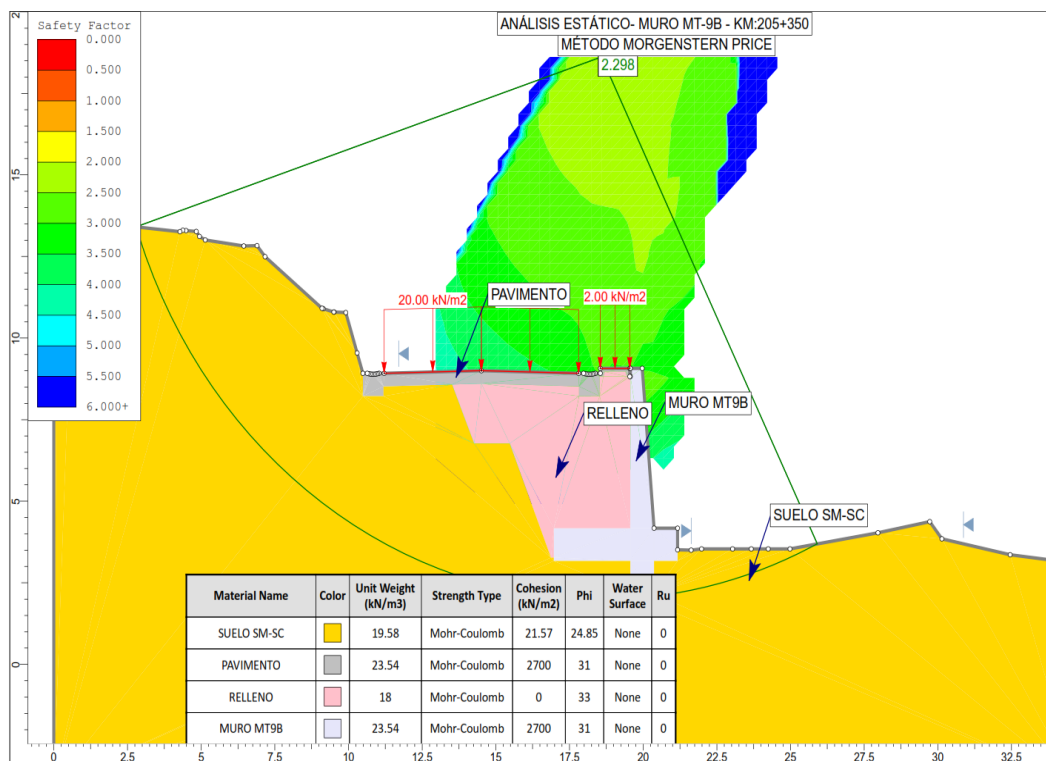


Análisis de Estabilidad Estático en el km:205+350 con un Factor de Seguridad de 2.298 (sin sismo).

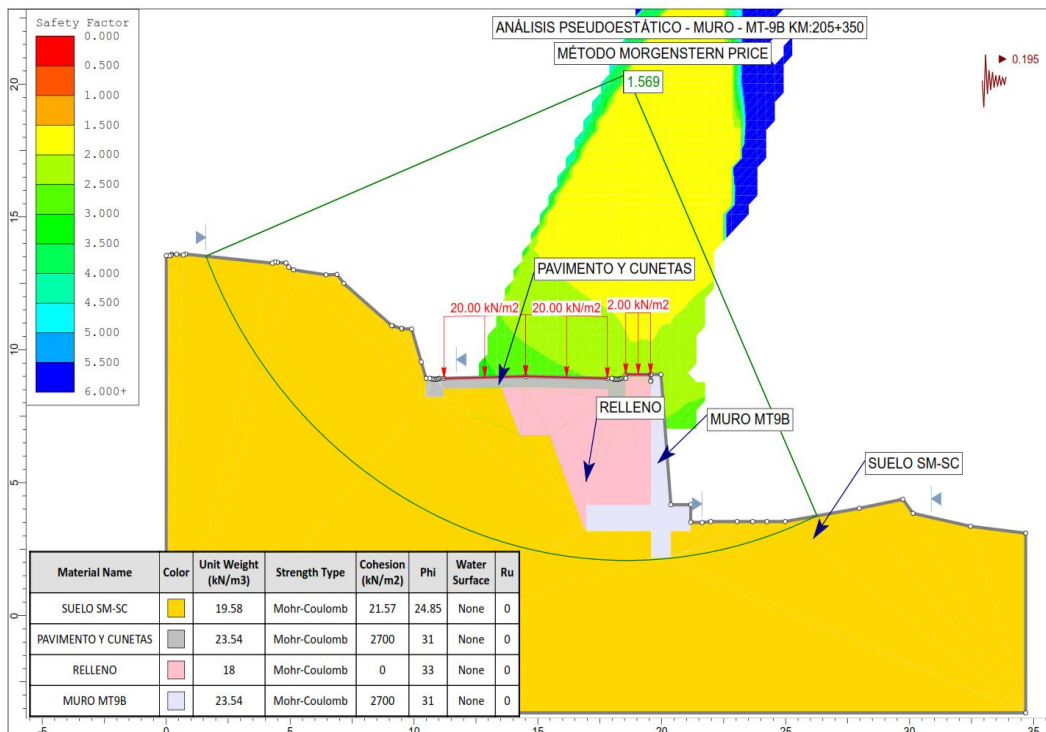


Análisis de Estabilidad Pseudoestático en el km:205+350 con un Factor de Seguridad de 1.570 (coeficiente sísmico de 0.195g).

### ANÁLISIS DE ESTABILIDAD POR EL METODO MORGENSTERN Y PRICE SECTOR KM:205+340-KM:205+445.



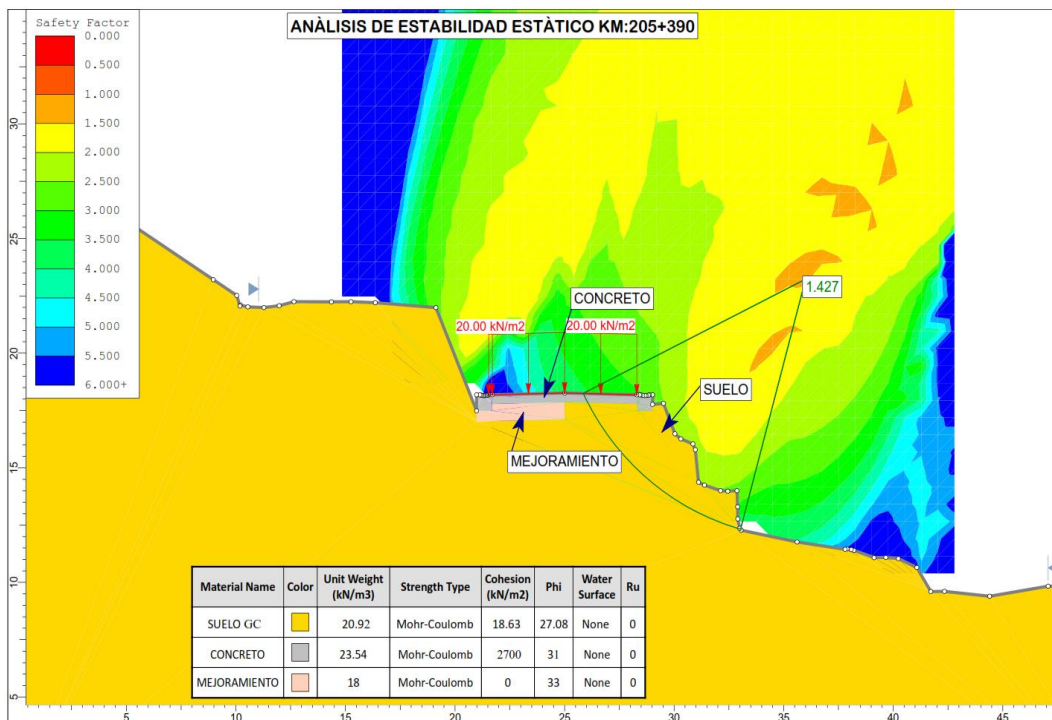
**Análisis de Estabilidad Estático en el km:205+350 con un Factor de Seguridad de 2.298 (sin sismo).**



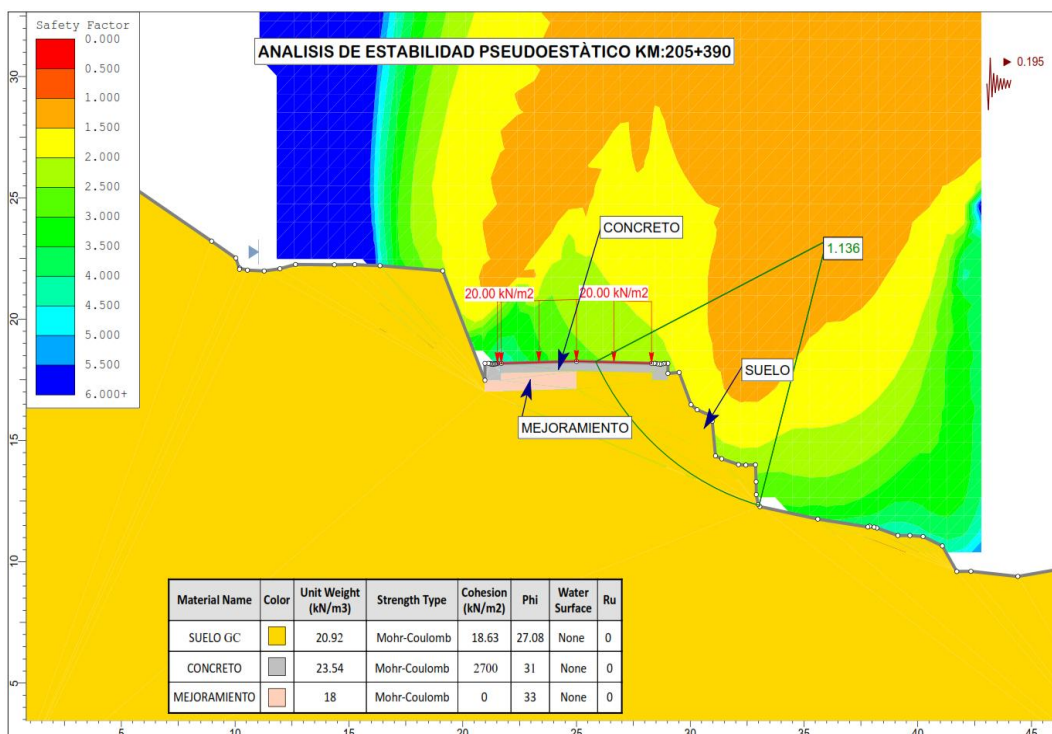
**Análisis de Estabilidad Pseudoestático en el km:205+350 con un Factor de Seguridad de 1.569 (coeficiente sísmico de 0.195g).**

**SECCION KM:205+390**  
**CONDICIÓN NATURAL - LD**

### ANÁLISIS DE ESTABILIDAD POR EL METODO BISHOP SIMPLIFICADO SECTOR KM:205+340-KM:205+445.

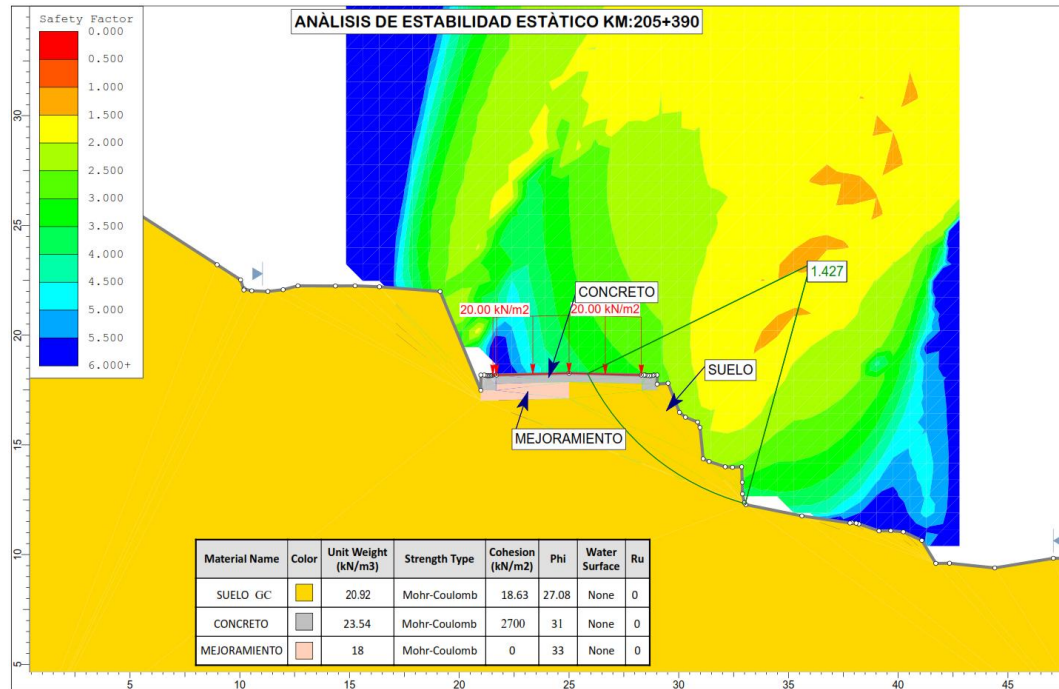


**Análisis de Estabilidad Estático** en el km:205+390 con un **Factor de Seguridad** de 1.427 (sin sismo).

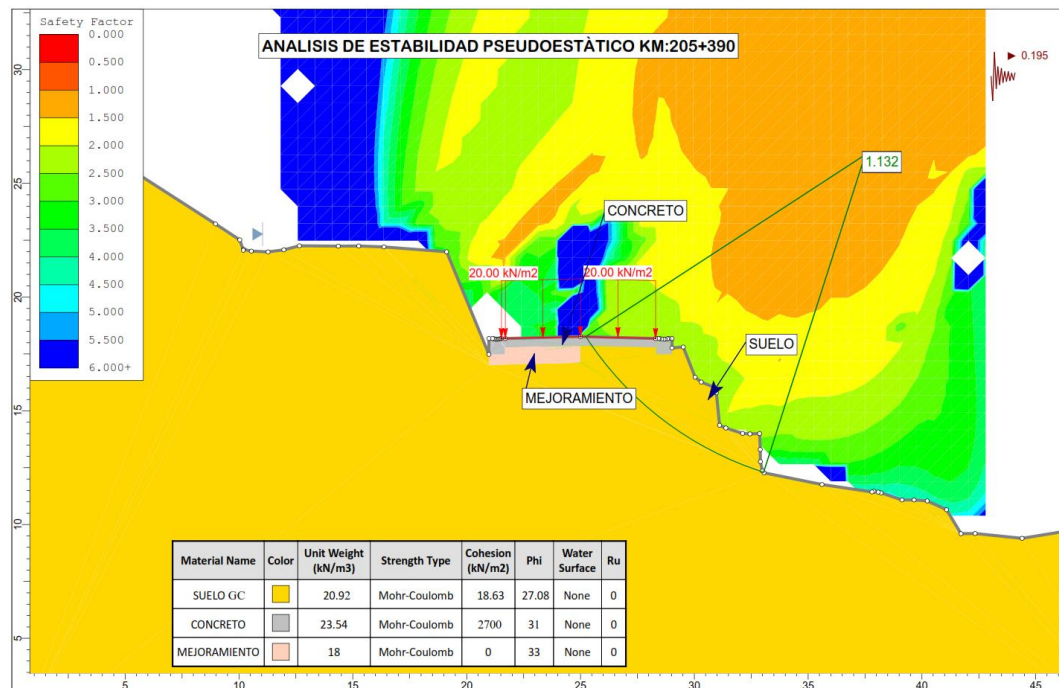


**Análisis de Estabilidad Pseudoestático** en el km:205+390 con un **Factor de Seguridad** de 1.136 (coeficiente sísmico de 0.195g).

## ANÁLISIS DE ESTABILIDAD POR EL METODO DE SPENCER SECTOR KM:205+340-KM:205+445.

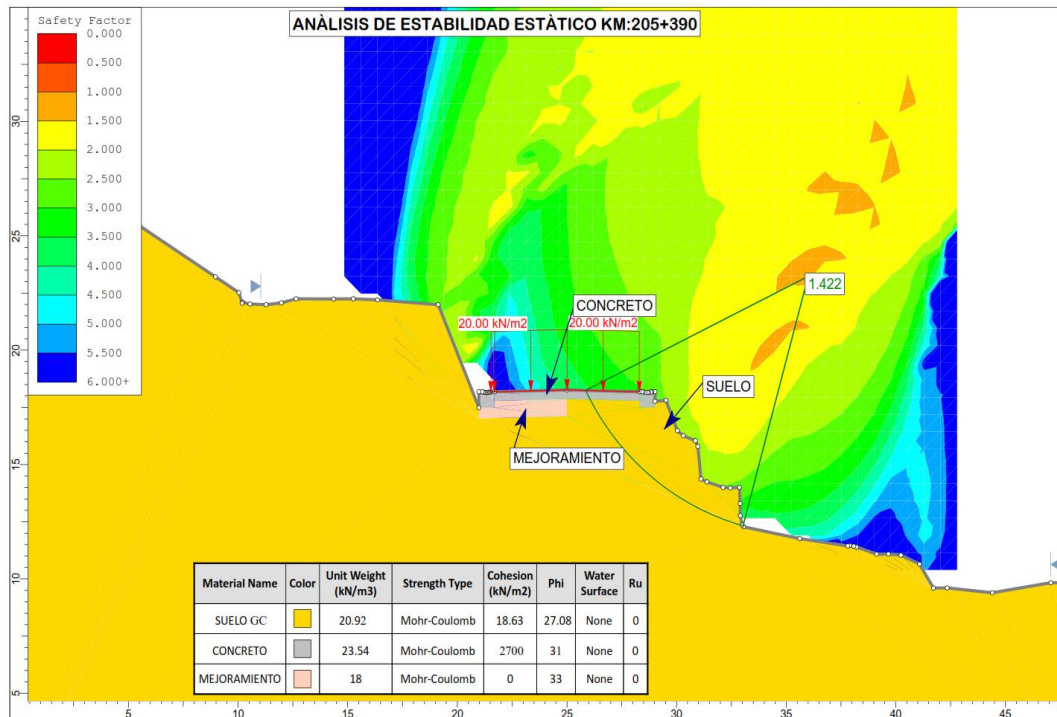


**Análisis de Estabilidad Estático** en el km:205+390 con un **Factor de Seguridad** de 1.427 (sin sismo).

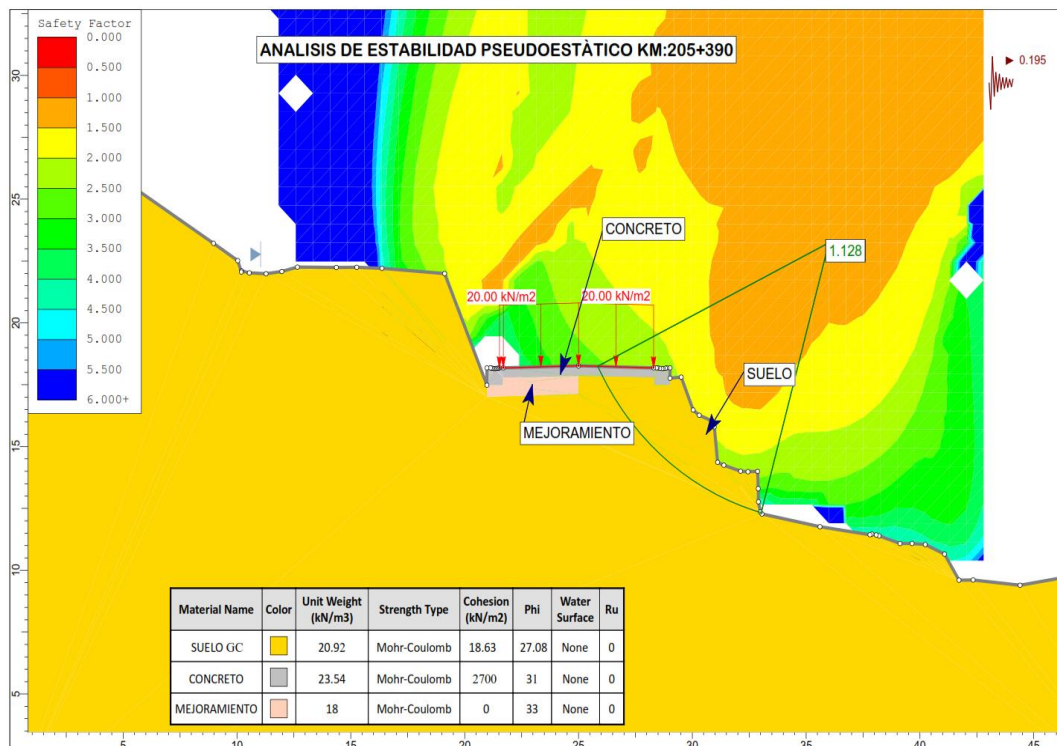


**Análisis de Estabilidad Pseudoestático** en el km:205+390 con un **Factor de Seguridad** de 1.132 (coeficiente sísmico de 0.195g).

**ANÁLISIS DE ESTABILIDAD POR EL METODO MORGENSTERN Y PRICE  
 SECTOR KM:205+340-KM:205+445.**



**Análisis de Estabilidad Estático** en el km:205+390 con un **Factor de Seguridad** de 1.422 (sin sismo).

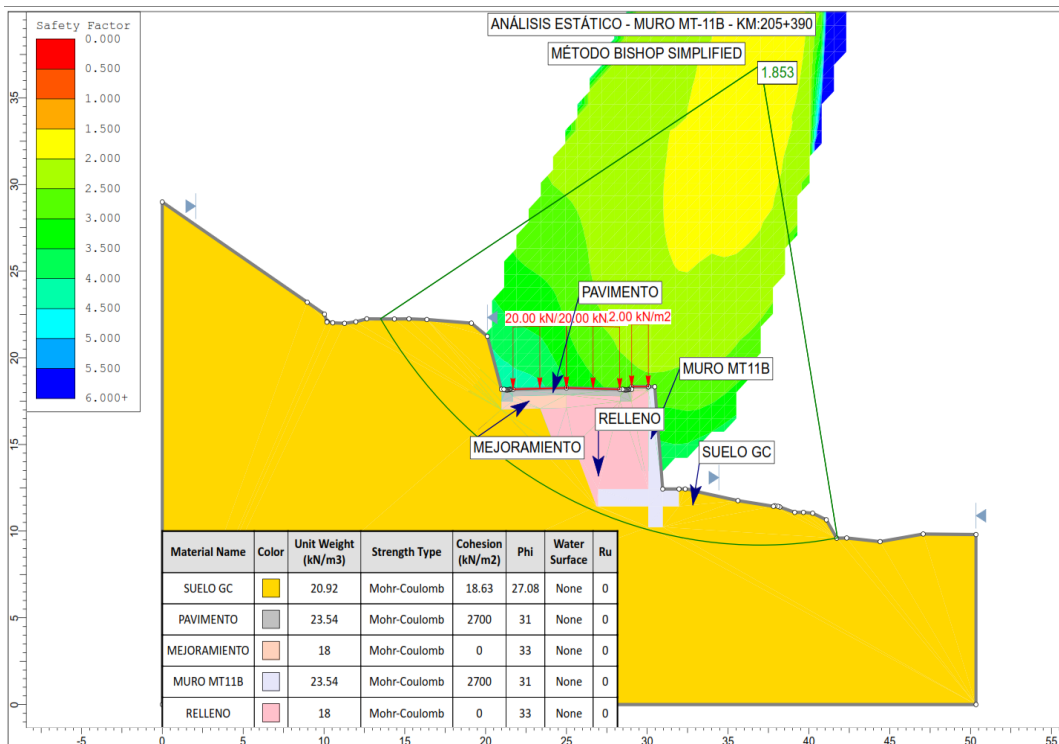


**Análisis de Estabilidad Pseudoestático** en el km:205+390 con un **Factor de Seguridad** de 1.128 (coeficiente sísmico de 0.195g).

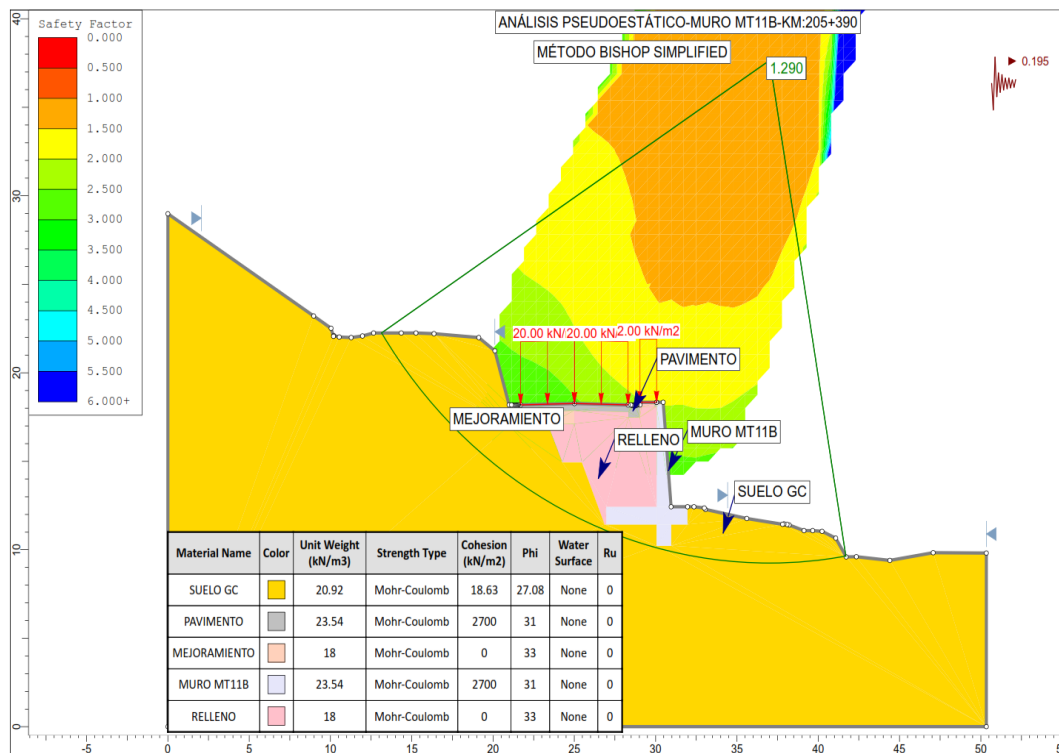


**SECCION KM:205+390**  
**CON MURO DE CONTENCIÓN – LD**

### ANÁLISIS DE ESTABILIDAD POR EL METODO BISHOP SIMPLIFICADO SECTOR KM:205+340-KM:205+445.

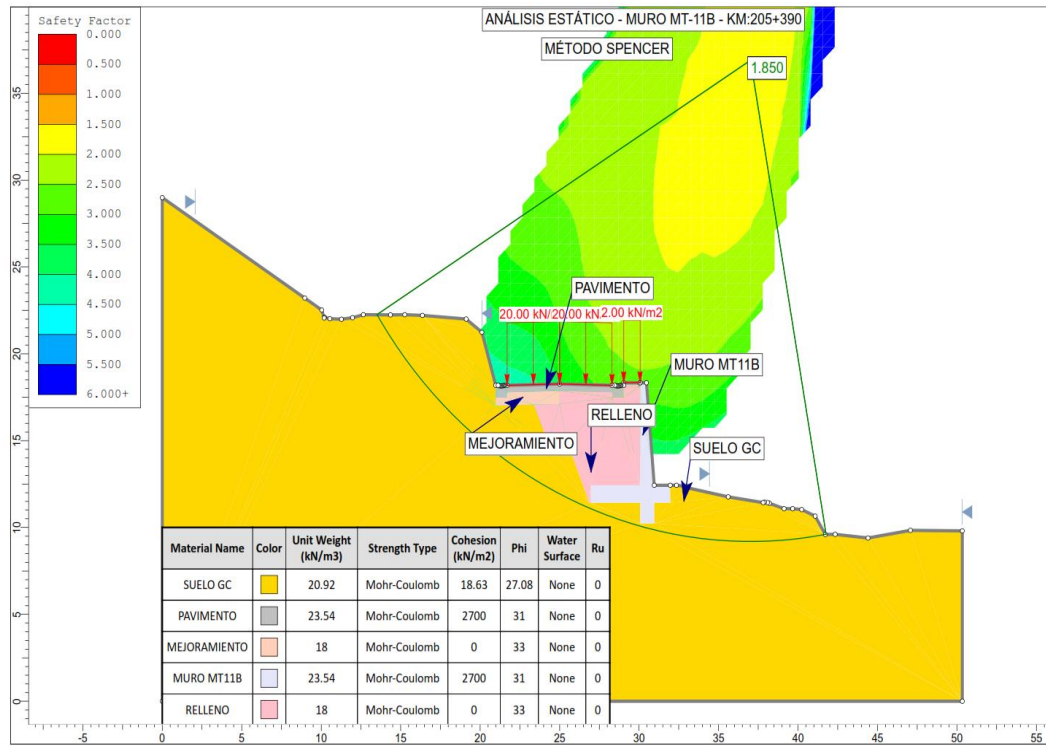


Análisis de Estabilidad Estático en el km:205+390 con un Factor de Seguridad de 1.853 (sin sismo).

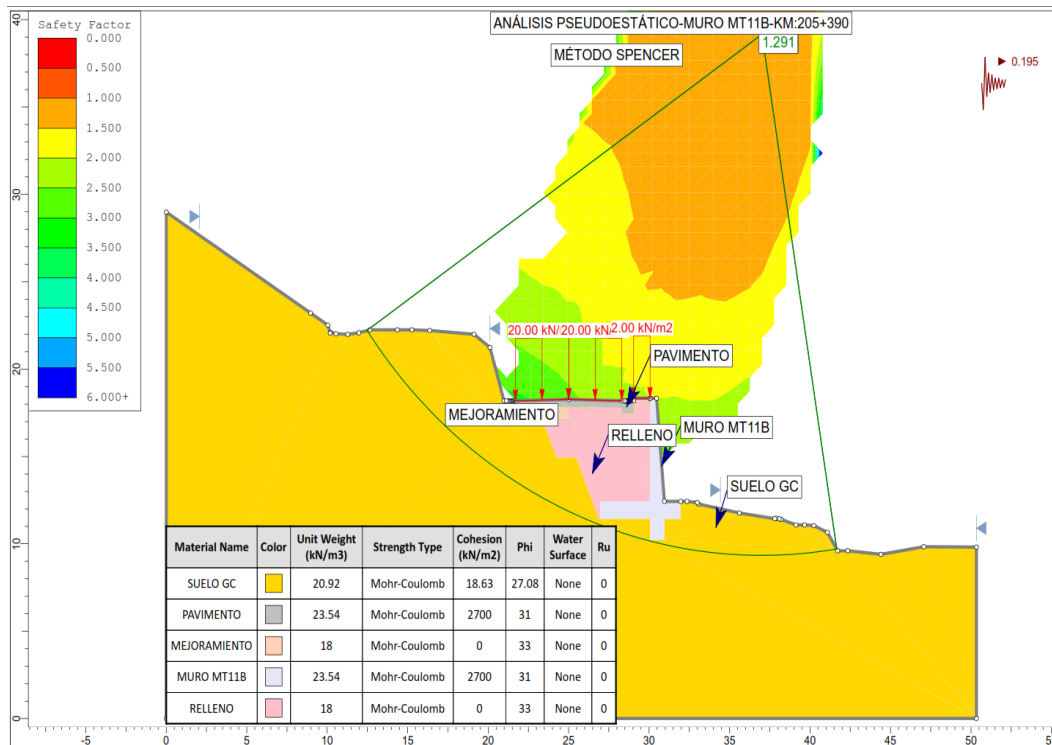


Análisis de Estabilidad Pseudoestático en el km:205+390 con un Factor de Seguridad de 1.290 (coeficiente sísmico de 0.195g).

## ANÁLISIS DE ESTABILIDAD POR EL METODO DE SPENCER SECTOR KM:205+340-KM:205+445.

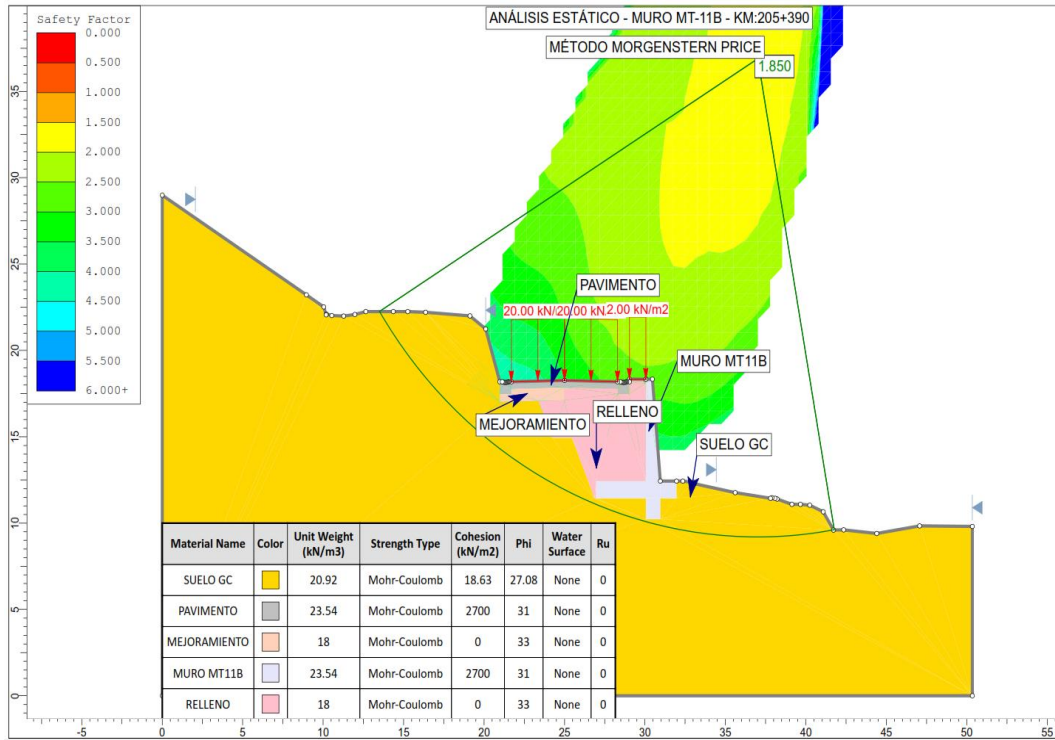


**Análisis de Estabilidad Estático** en el km:205+390 con un **Factor de Seguridad** de 1.850 (sin sismo).

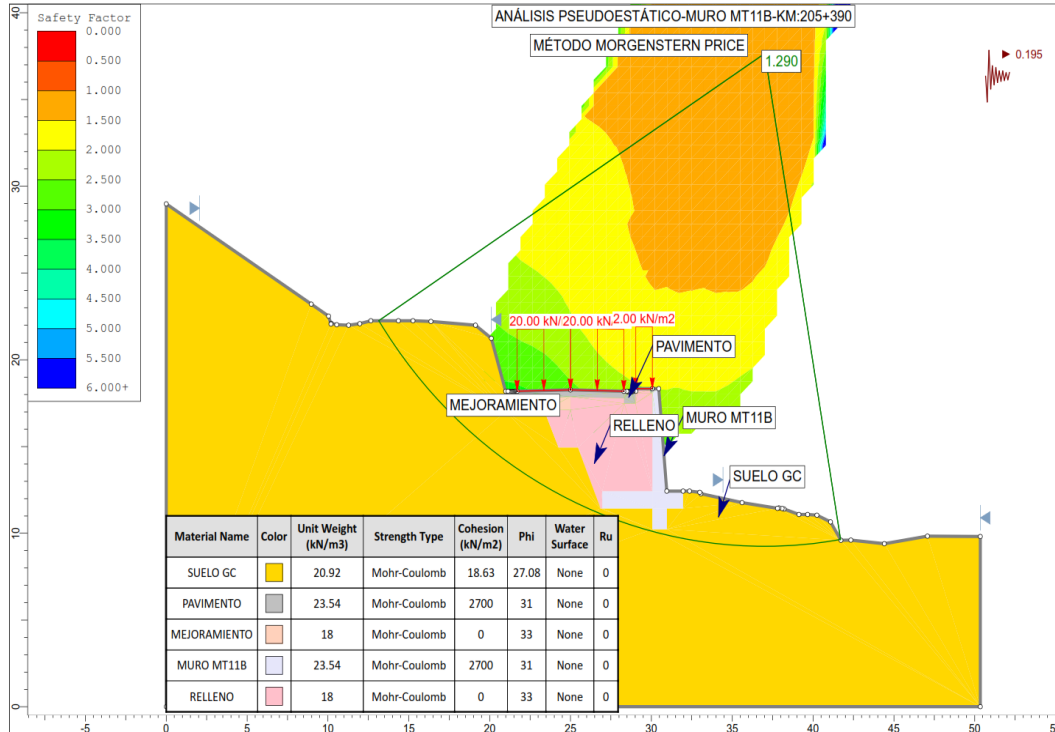


**Análisis de Estabilidad Pseudoestático** en el km:205+390 con un **Factor de Seguridad** de 1.291 (coeficiente sísmico de 0.195g).

### ANÁLISIS DE ESTABILIDAD POR EL METODO MORGENSTERN Y PRICE SECTOR KM:205+340-KM:205+445.



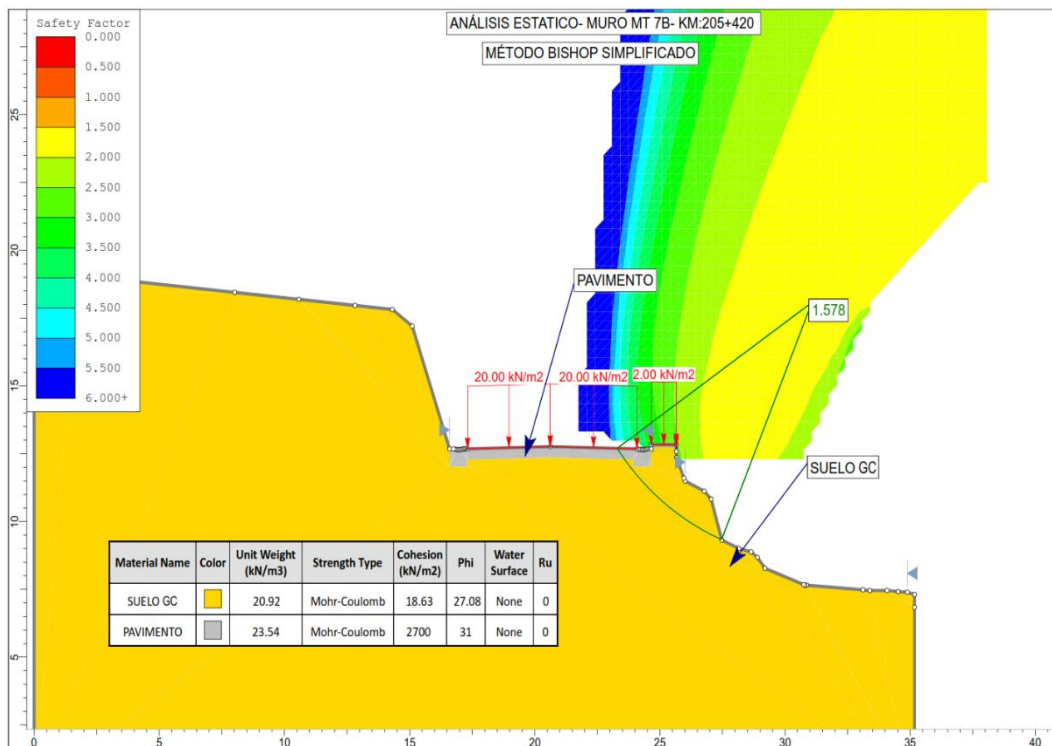
**Análisis de Estabilidad Estático** en el km:205+390 con un **Factor de Seguridad de 1.850** (sin sismo).



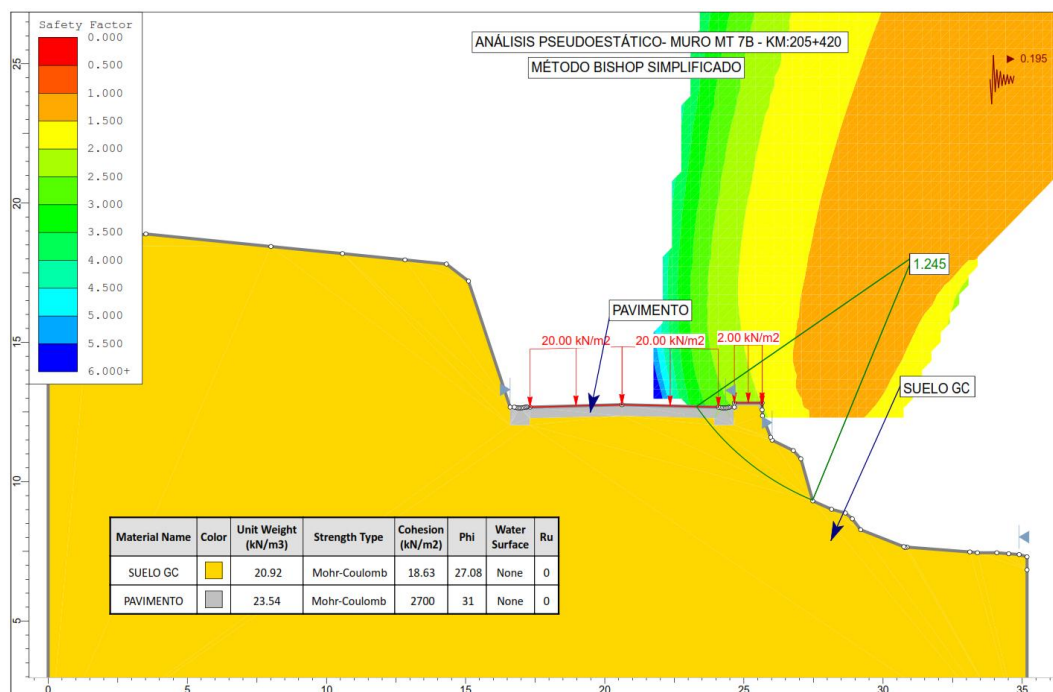
**Análisis de Estabilidad Pseudoestático** en el km:205+390 con un **Factor de Seguridad de 1.290** (coeficiente sísmico de 0.195g).

**SECCION KM:205+420**  
**CONDICIÓN NATURAL - LD**

### ANÁLISIS DE ESTABILIDAD POR EL METODO BISHOP SIMPLIFICADO SECTOR KM:205+340-KM:205+445.

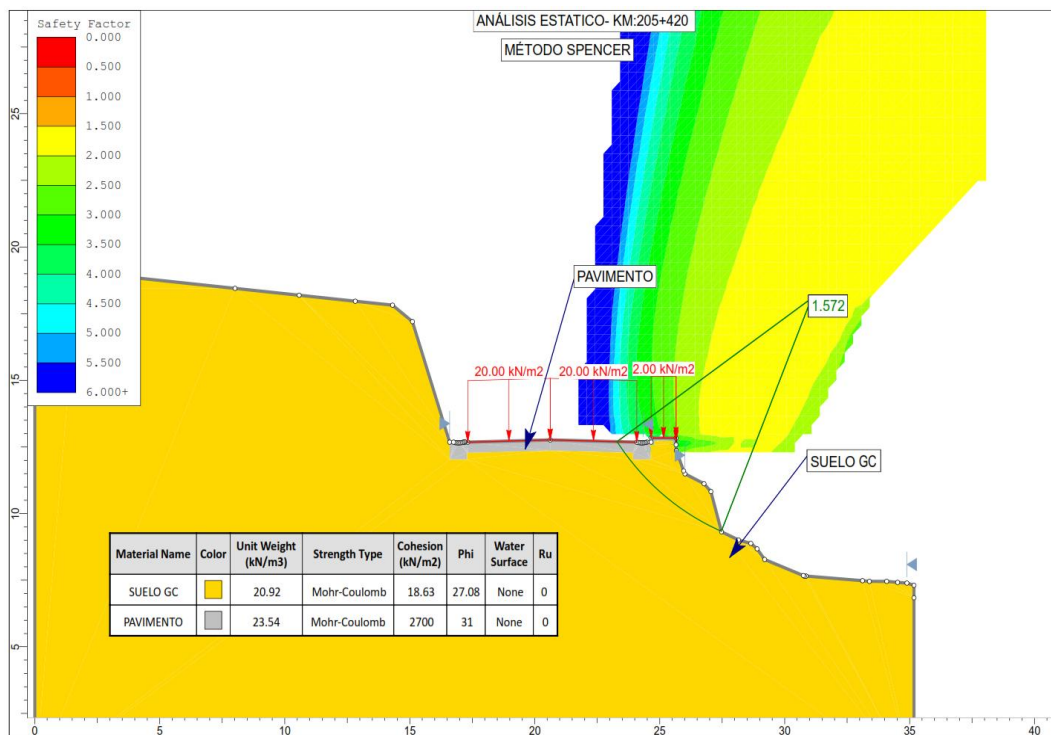


**Análisis de Estabilidad Estático** en el km:205+420 con un **Factor de Seguridad de 1.578**(sin sismo).

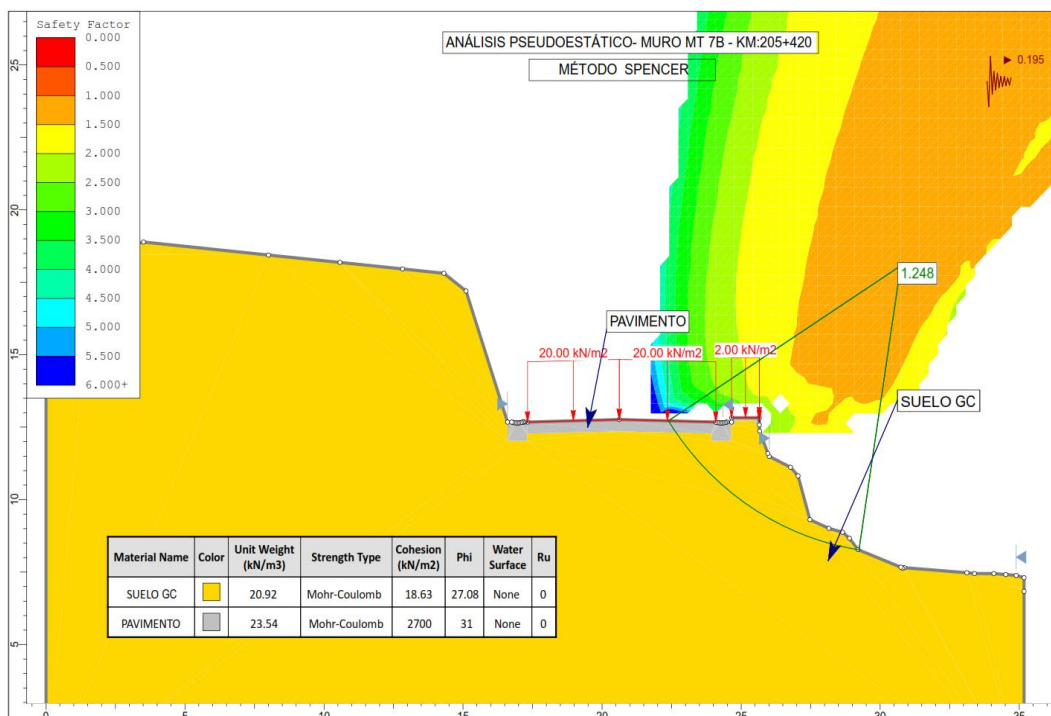


**Análisis de Estabilidad Pseudoestático** en el km:205+420 con un **Factor de Seguridad de 1.245**(coeficiente sísmico de 0.195g).

## ANÁLISIS DE ESTABILIDAD POR EL METODO DE SPENCER SECTOR KM:205+340-KM:205+445.

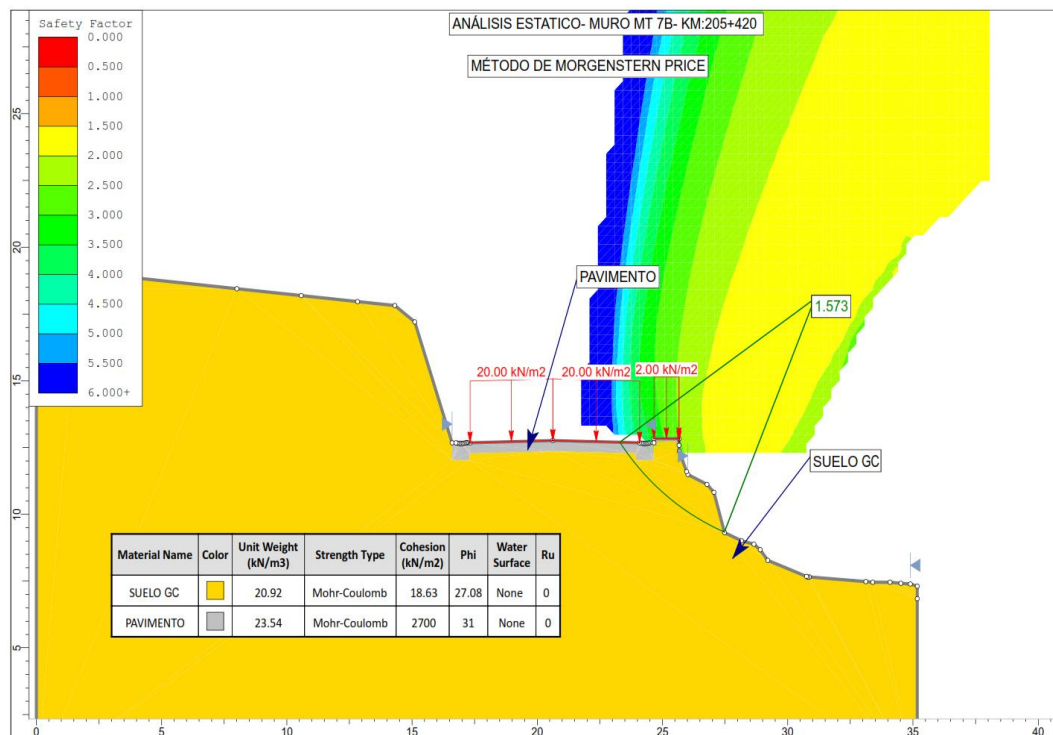


**Análisis de Estabilidad Estático** en el km:205+420 con un **Factor de Seguridad** de 1.572(sin sismo).

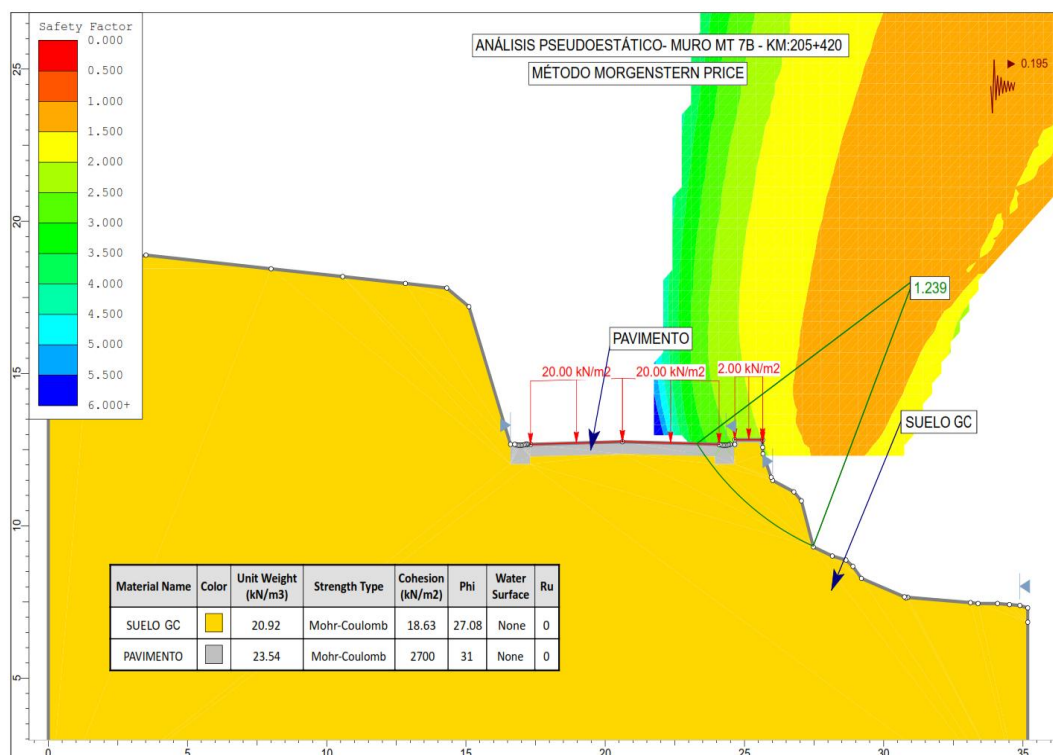


**Análisis de Estabilidad Pseudoestático** en el km:205+420 con un **Factor de Seguridad** de 1.248(coeficiente sísmico de 0.195g).

### ANÁLISIS DE ESTABILIDAD POR EL METODO MORGENSTERN Y PRICE SECTOR KM:205+340-KM:205+445.



Análisis de Estabilidad Estático en el km:205+420 con un Factor de Seguridad de 1.573(sin sismo).

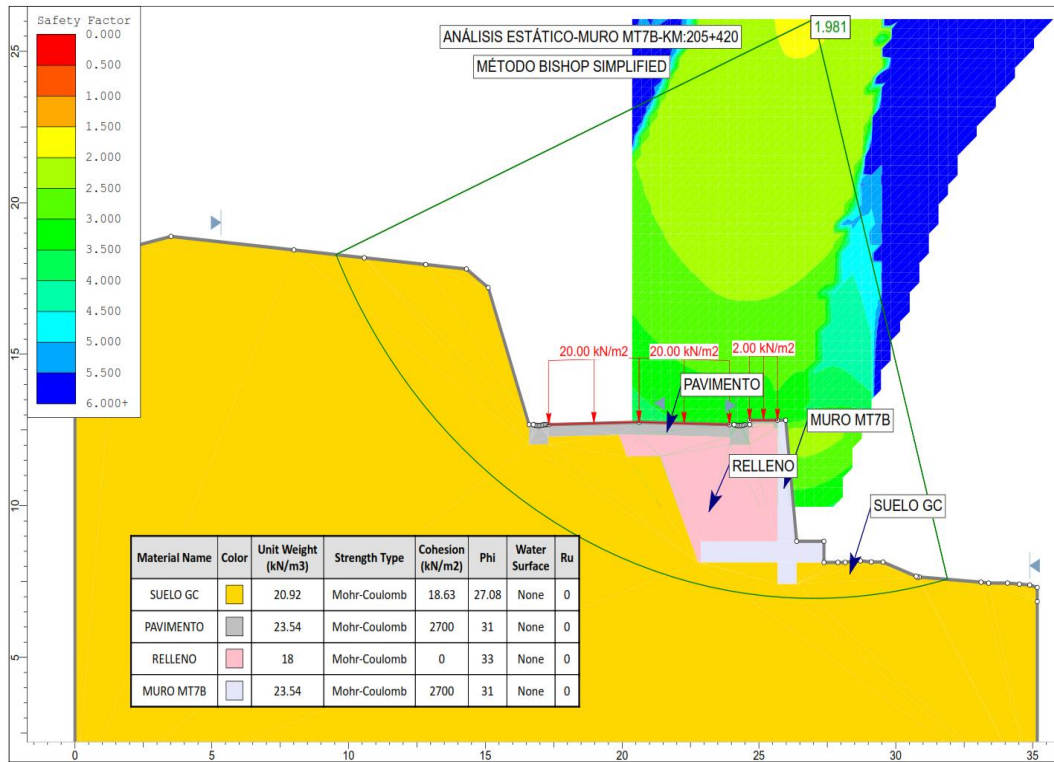


Análisis de Estabilidad Pseudoestático en el km:205+420 con un Factor de Seguridad de 1.239(coeficiente sísmico de 0.195g).

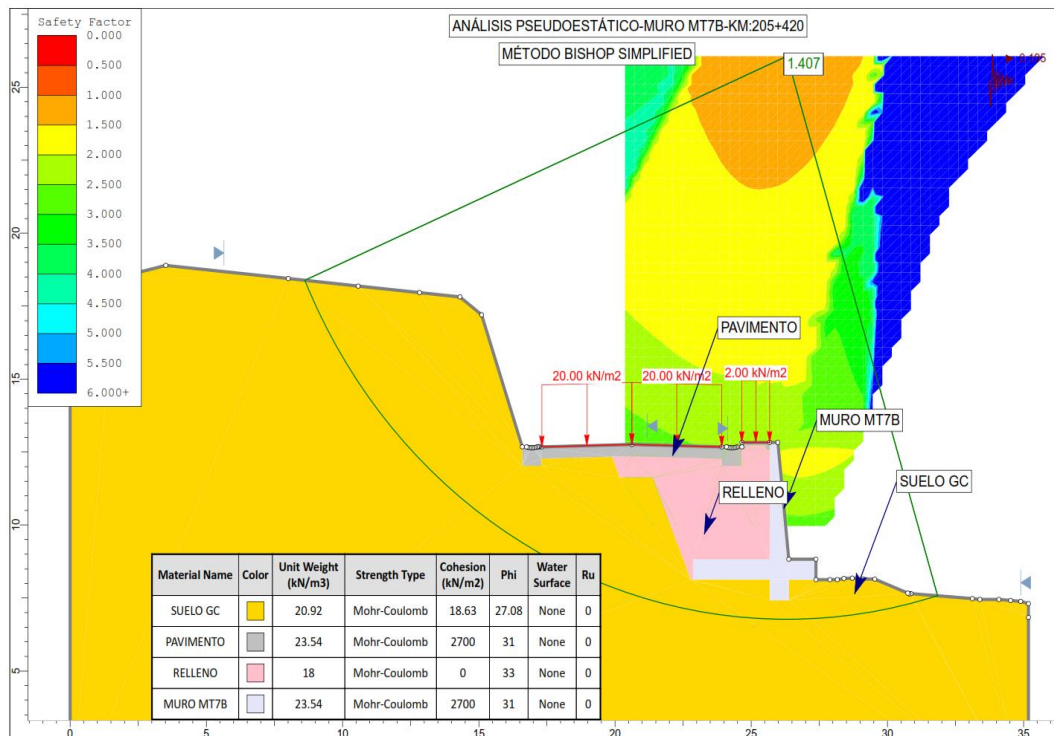


**SECCION KM:205+420**  
**CON MURO DE CONTENCION – LD**

## ANÁLISIS DE ESTABILIDAD POR EL METODO BISHOP SIMPLIFICADO SECTOR KM:205+340-KM:205+445.

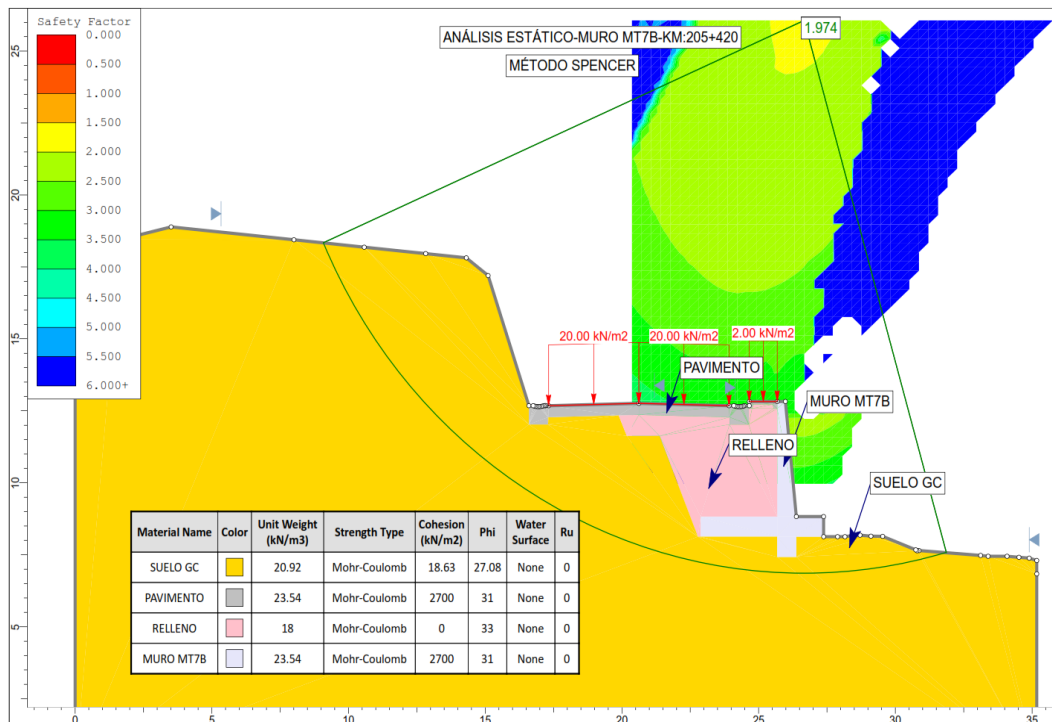


**Análisis de Estabilidad Estático en el km:205+420 con un Factor de Seguridad de 1.981 (sin sismo).**

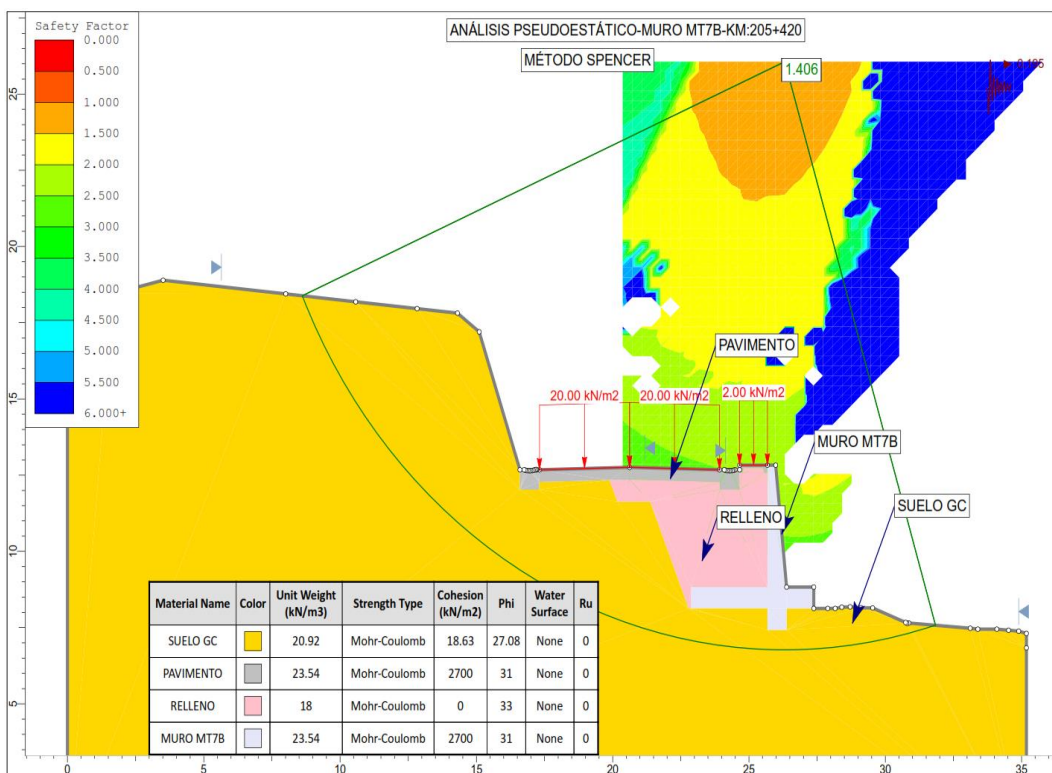


**Análisis de Estabilidad Pseudoestático en el km:205+420 con un Factor de Seguridad de 1.407 (coeficiente sísmico de 0.195g).**

### ANÁLISIS DE ESTABILIDAD POR EL METODO DE SPENCER SECTOR KM:205+340-KM:205+445.

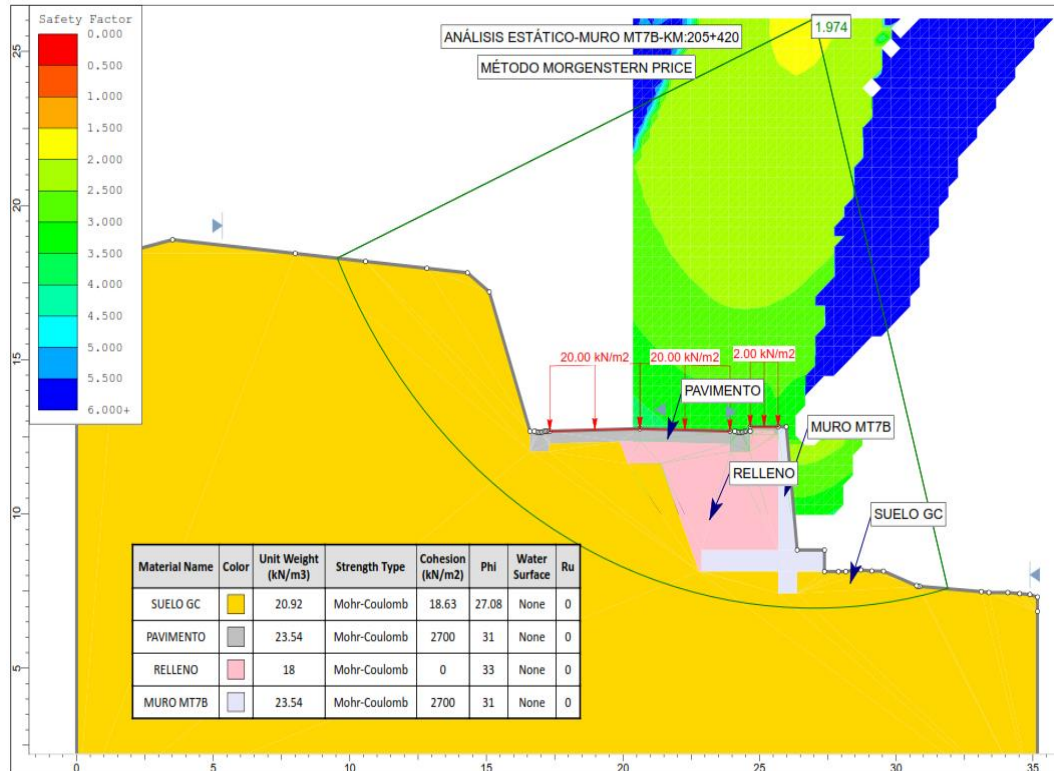


**Análisis de Estabilidad Estático** en el km:205+420 con un **Factor de Seguridad** de 1.974(sin sismo).

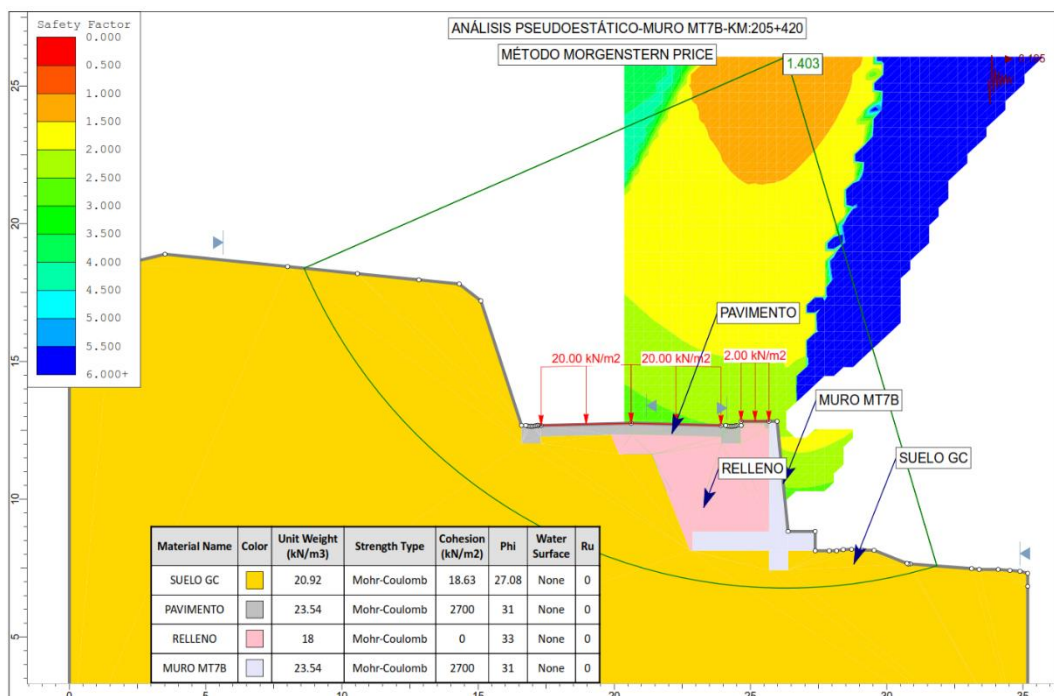


**Análisis de Estabilidad Pseudoestático** en el km:205+420 con un **Factor de Seguridad** de 1.406(coeficiente sísmico de 0.195g).

### ANÁLISIS DE ESTABILIDAD POR EL METODO MORGENSTERN Y PRICE SECTOR KM:205+340-KM:205+445.



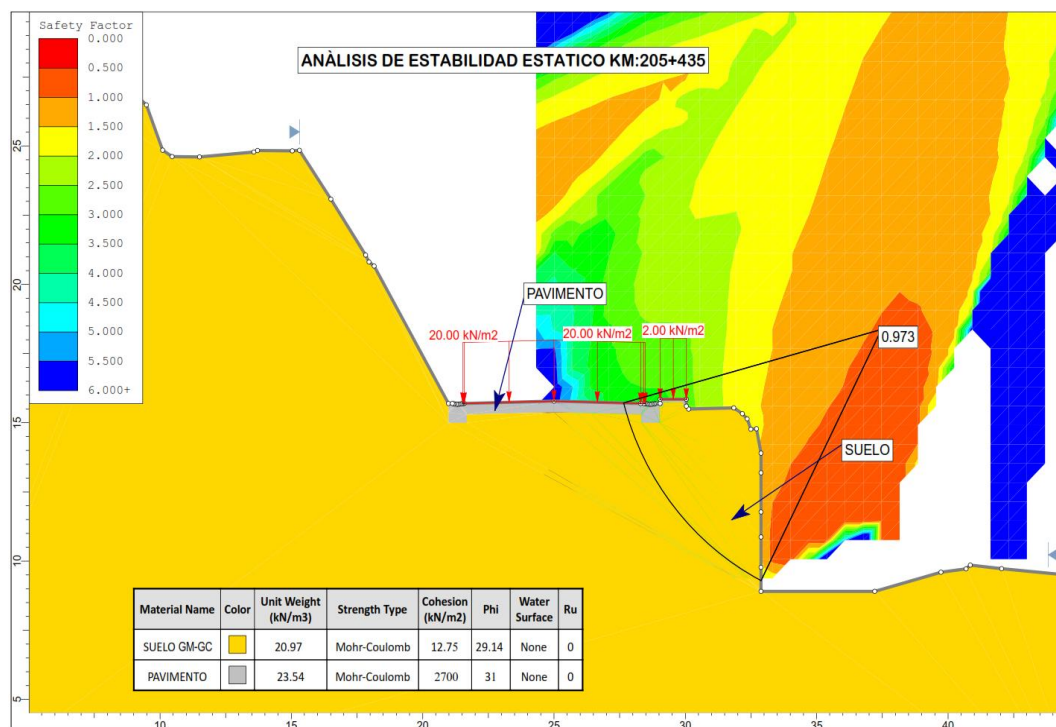
**Análisis de Estabilidad Estático** en el km:205+420 con un **Factor de Seguridad** de 1.974(sin sismo).



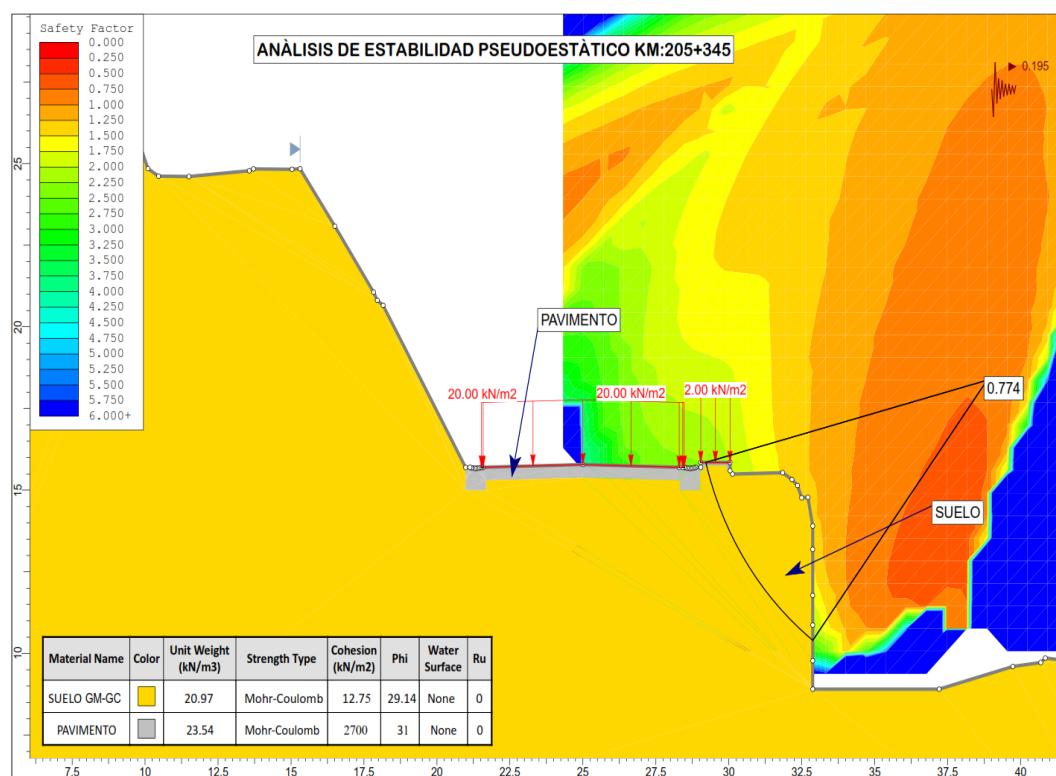
**Análisis de Estabilidad Pseudoestático** en el km:205+420 con un **Factor de Seguridad** de 1.403(coeficiente sísmico de 0.195g).

**SECCION KM:205+435**  
**CONDICIÓN NATURAL - LD**

### ANÁLISIS DE ESTABILIDAD POR EL METODO BISHOP SIMPLIFICADO SECTOR KM:205+340-KM:205+445.

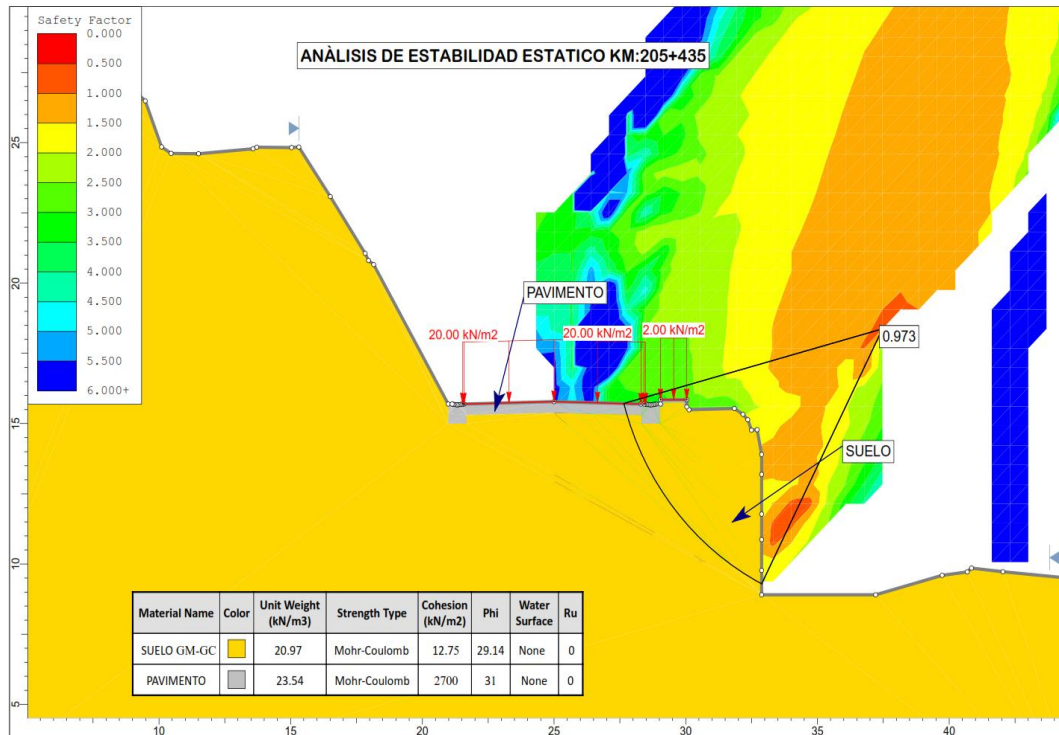


**Análisis de Estabilidad Estático** en el km:205+435 con un **Factor de Seguridad de 0.973** (sin sismo).

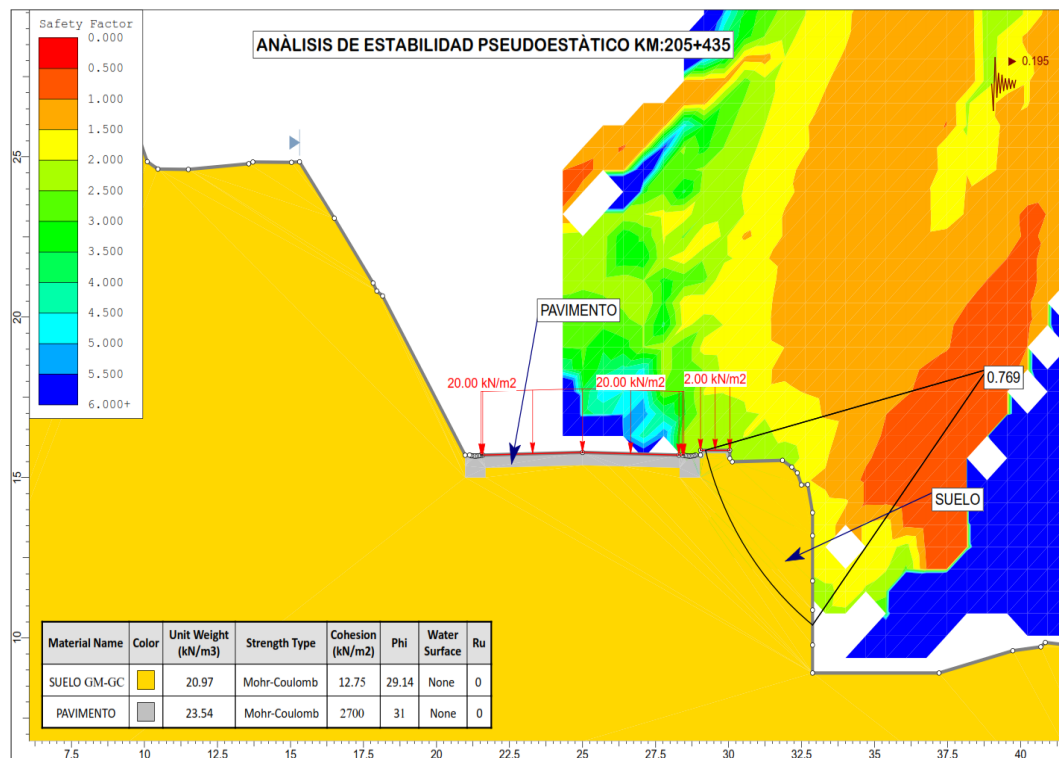


**Análisis de Estabilidad Pseudoestático** en el km:205+435 con un **Factor de Seguridad de 0.774** (coeficiente sísmico de 0.195g).

### ANÁLISIS DE ESTABILIDAD POR EL METODO DE SPENCER SECTOR KM:205+340-KM:205+445.

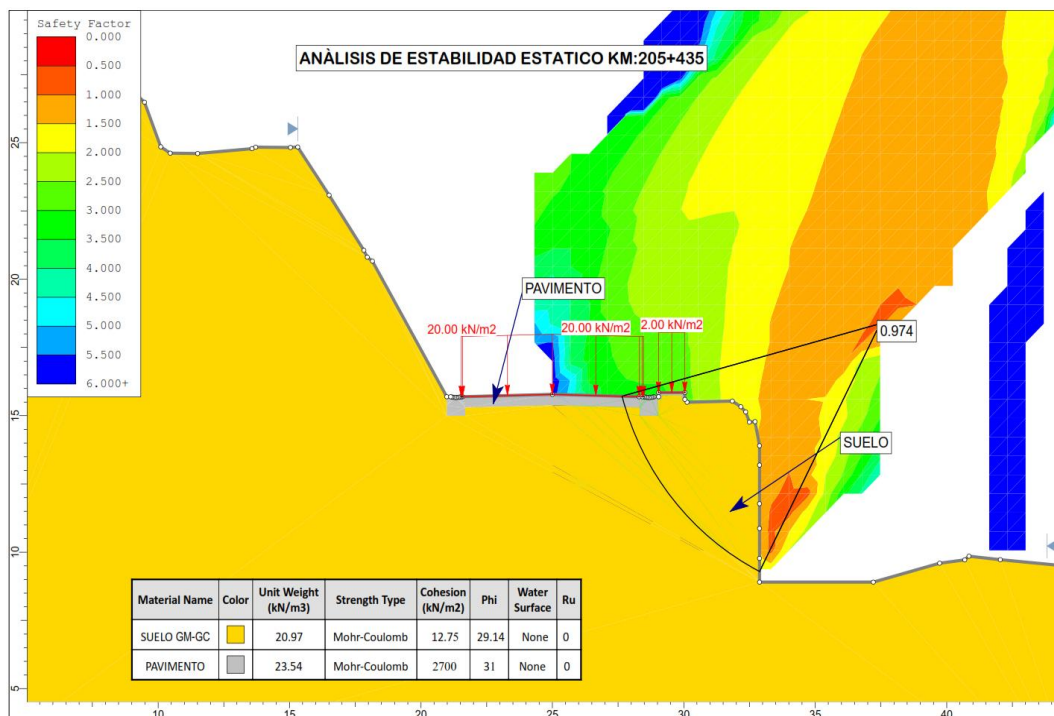


Análisis de Estabilidad Estático en el km:205+435 con un Factor de Seguridad de 0.973 (sin sismo).

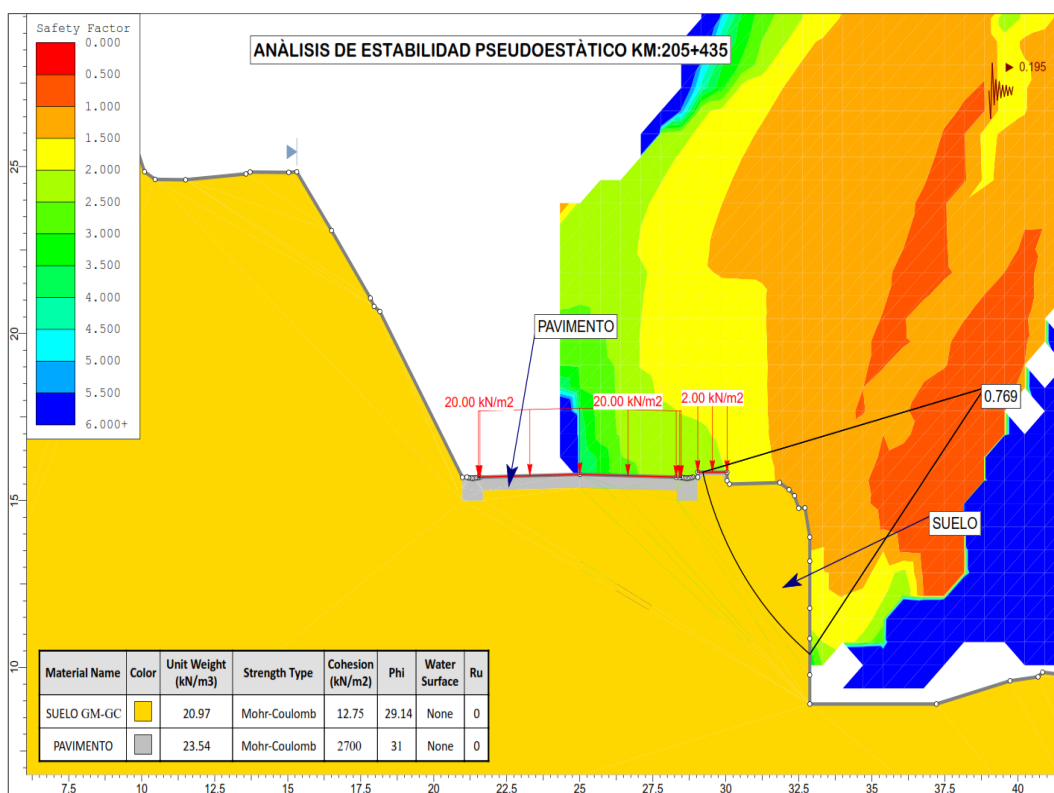


Análisis de Estabilidad Pseudoestático en el km:205+435 con un Factor de Seguridad de 0.769 (coeficiente sísmico de 0.195g).

### ANÁLISIS DE ESTABILIDAD POR EL METODO MORGENSTERN Y PRICE SECTOR KM:205+340-KM:205+445.



**Análisis de Estabilidad Estático** en el km:205+435 con un **Factor de Seguridad de 0.974** (sin sismo).

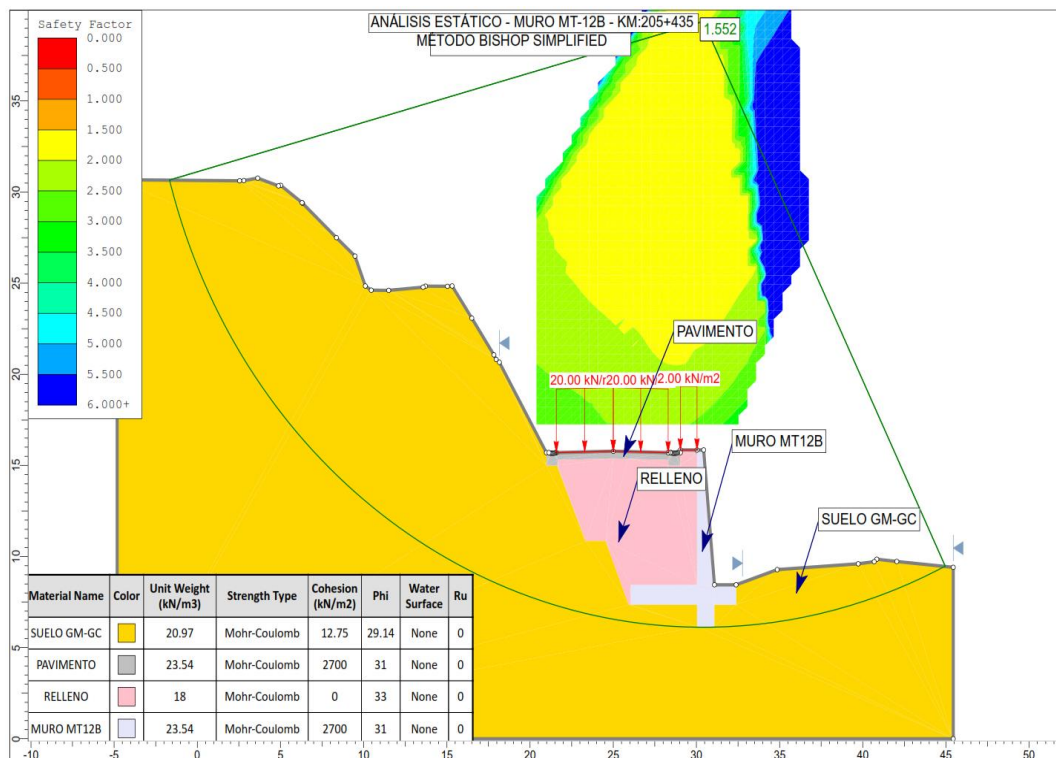


**Análisis de Estabilidad Pseudoestático** en el km:205+435 con un **Factor de Seguridad de 0.769** (coeficiente sísmico de 0.195g).

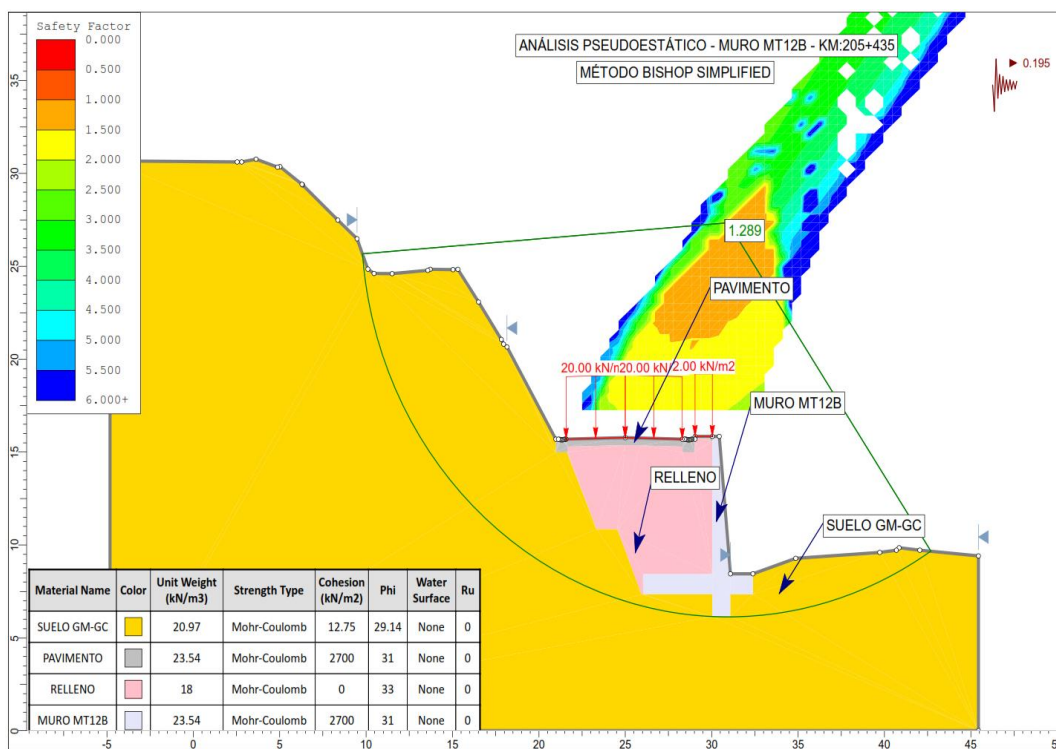


**SECCION KM:205+435  
CON MURO DE CONTENCION – LD**

### ANÁLISIS DE ESTABILIDAD POR EL METODO BISHOP SIMPLIFICADO SECTOR KM:205+340-KM:205+445.

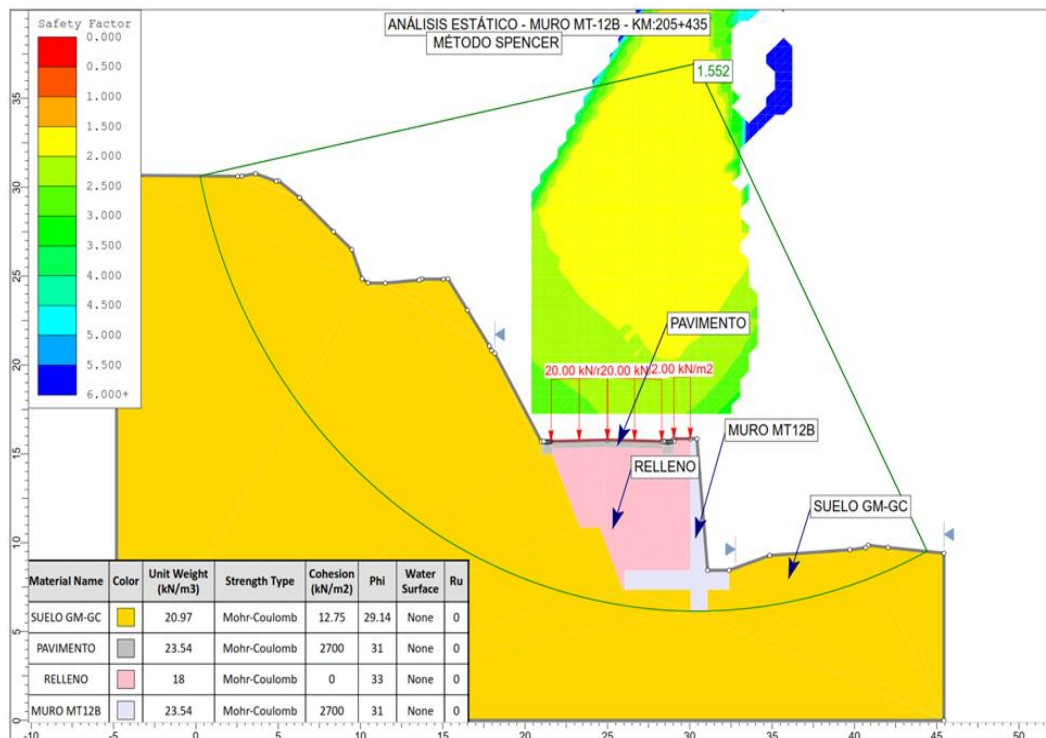


Análisis de Estabilidad Estático en el km:205+435 con un Factor de Seguridad de 1.552 (sin sismo).

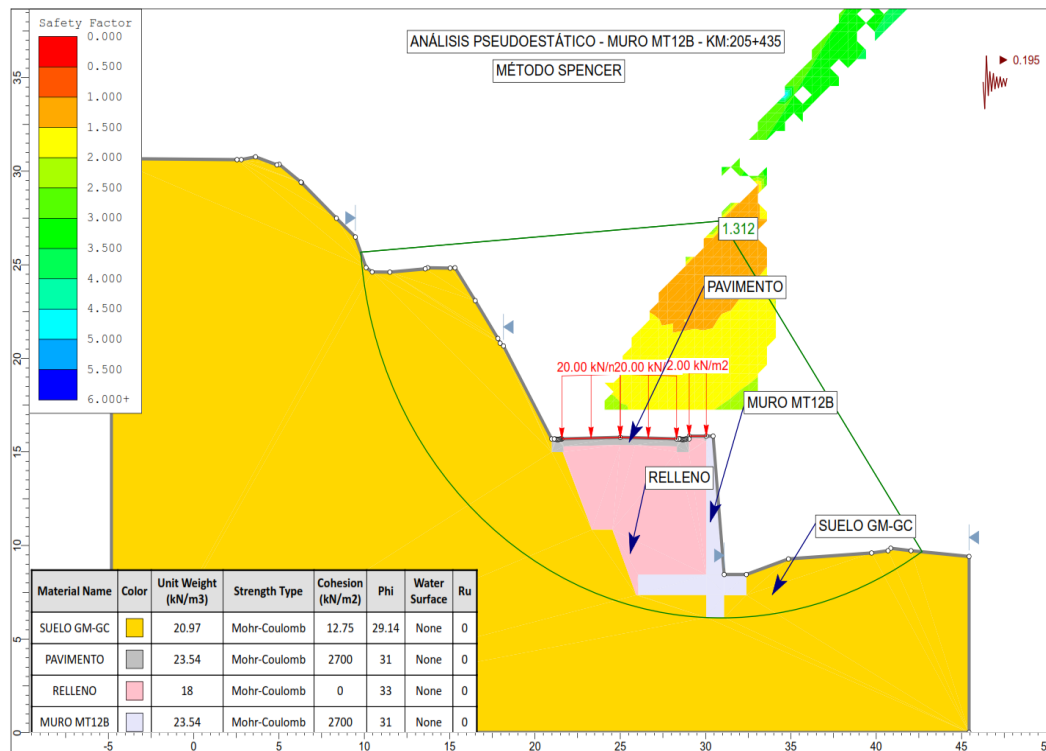


Análisis de Estabilidad Pseudoestático en el km:205+435 con un Factor de Seguridad de 1.289 (coeficiente sísmico de 0.195g).

### ANÁLISIS DE ESTABILIDAD POR EL METODO DE SPENCER SECTOR KM:205+340-KM:205+445.

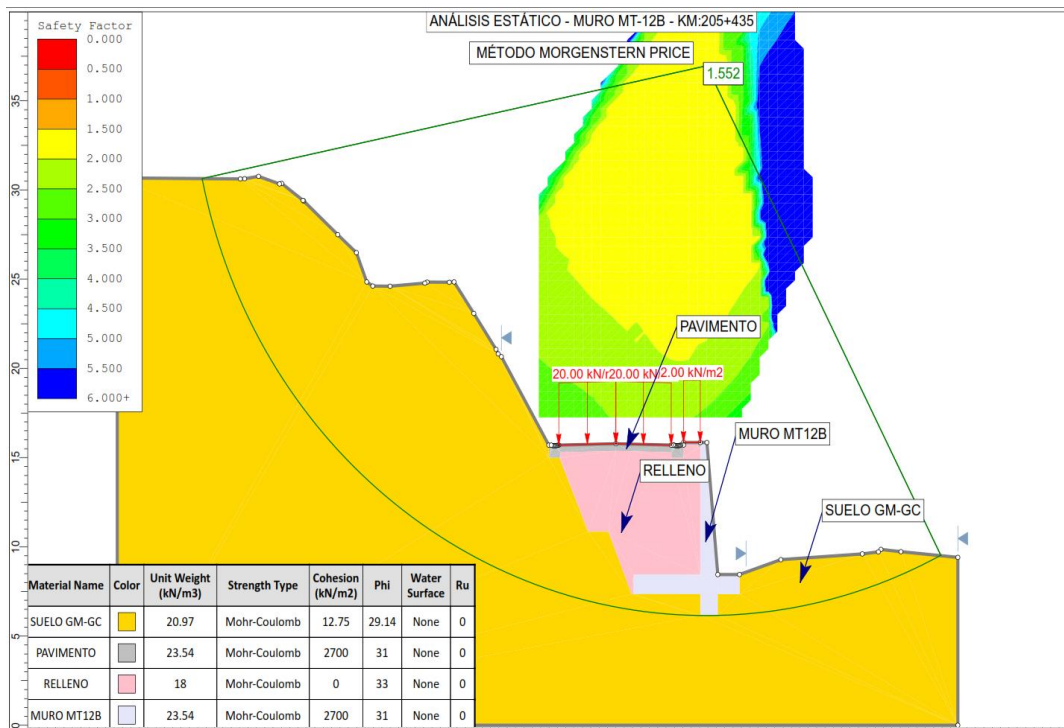


**Análisis de Estabilidad Estático** en el km:205+435 con un **Factor de Seguridad** de 1.552 (sin sismo).

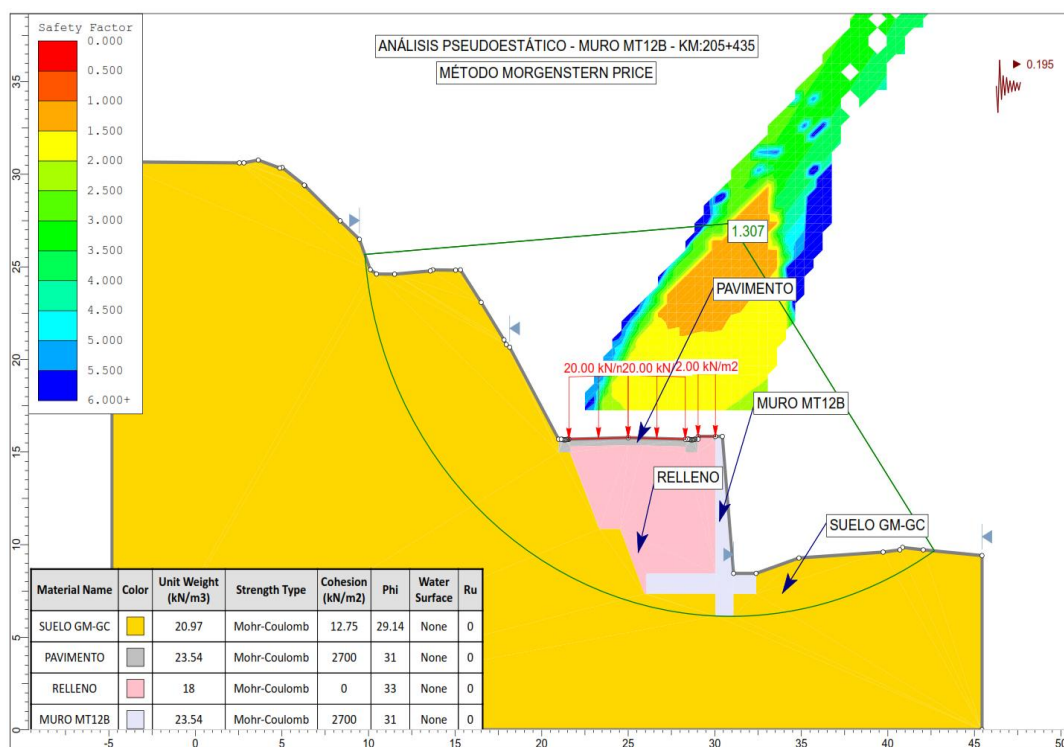


**Análisis de Estabilidad Pseudoestático** en el km:205+435 con un **Factor de Seguridad** de 1.312 (coeficiente sísmico de 0.195g).

### ANÁLISIS DE ESTABILIDAD POR EL METODO MORGENSTERN Y PRICE SECTOR KM:205+340-KM:205+445.



**Análisis de Estabilidad Estático** en el km:205+435 con un **Factor de Seguridad** de **1.552** (sin sismo).



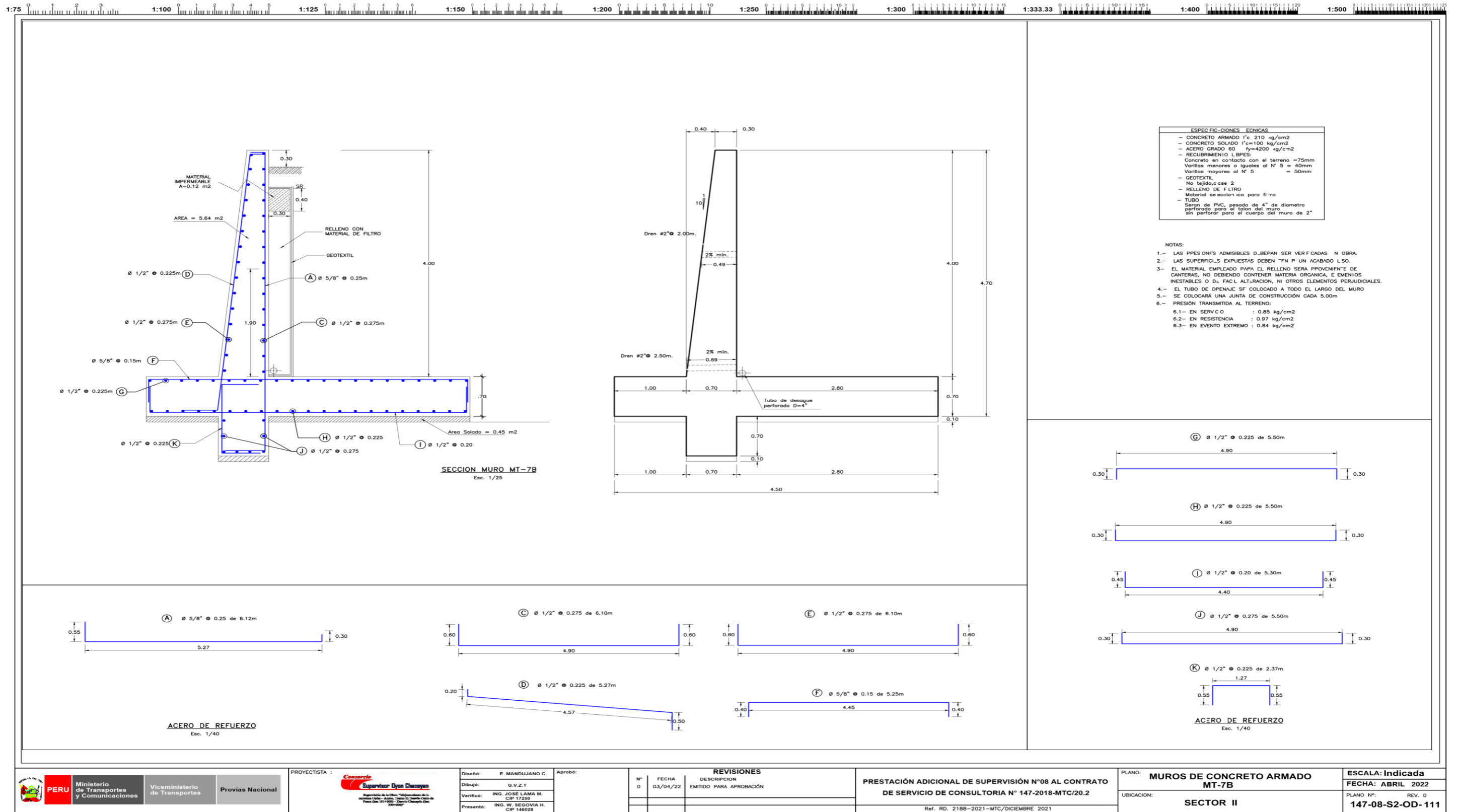
**Análisis de Estabilidad Pseudoestático** en el km:205+435 con un **Factor de Seguridad** de **1.307** (coeficiente sísmico de 0.195g).

### ANEXO 3:

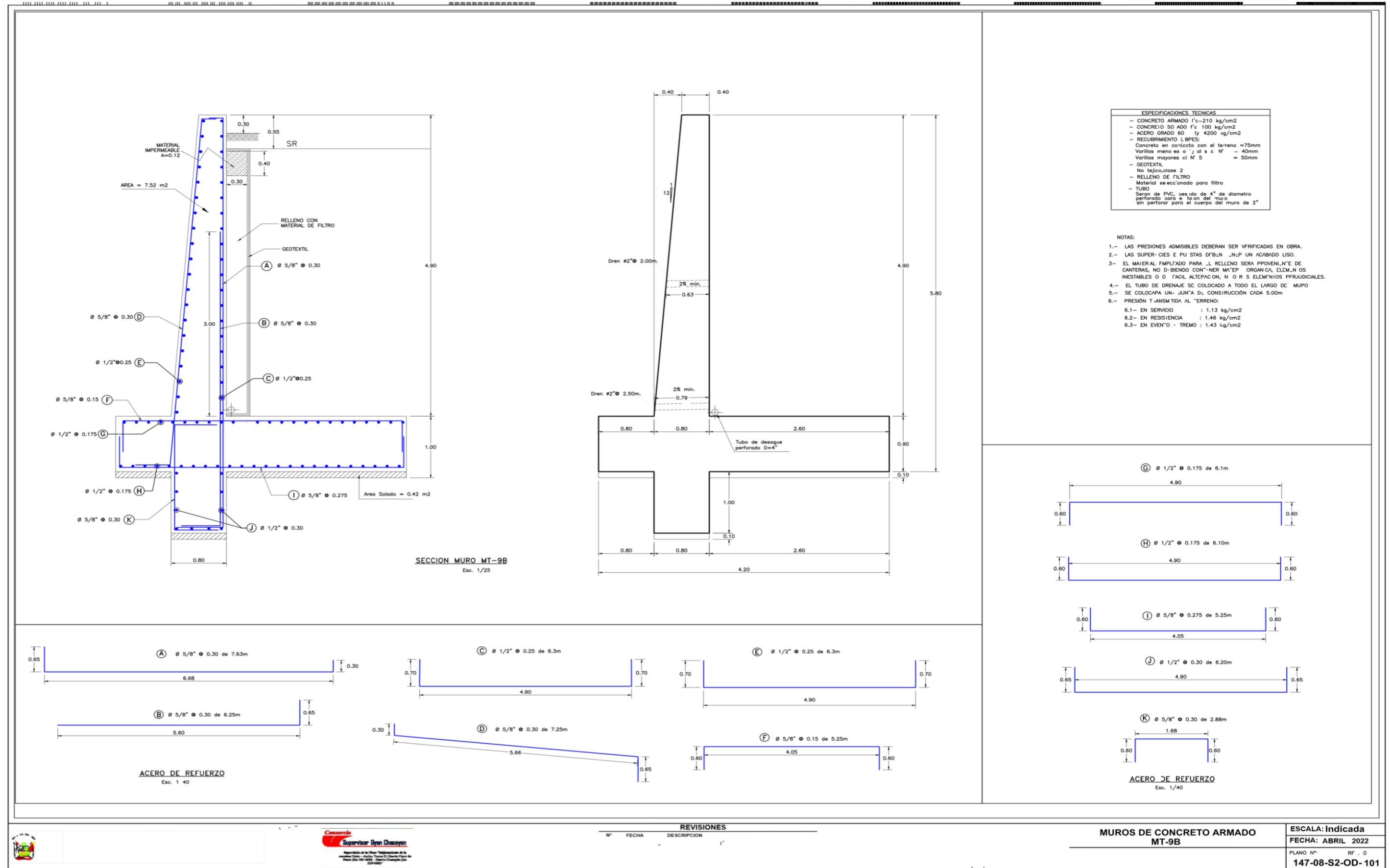
## PLANOS DE DETALLE DEL ACERO DE REFUERZO Y GEOMETRÍA DE MUROS DE CONTENCIÓN.



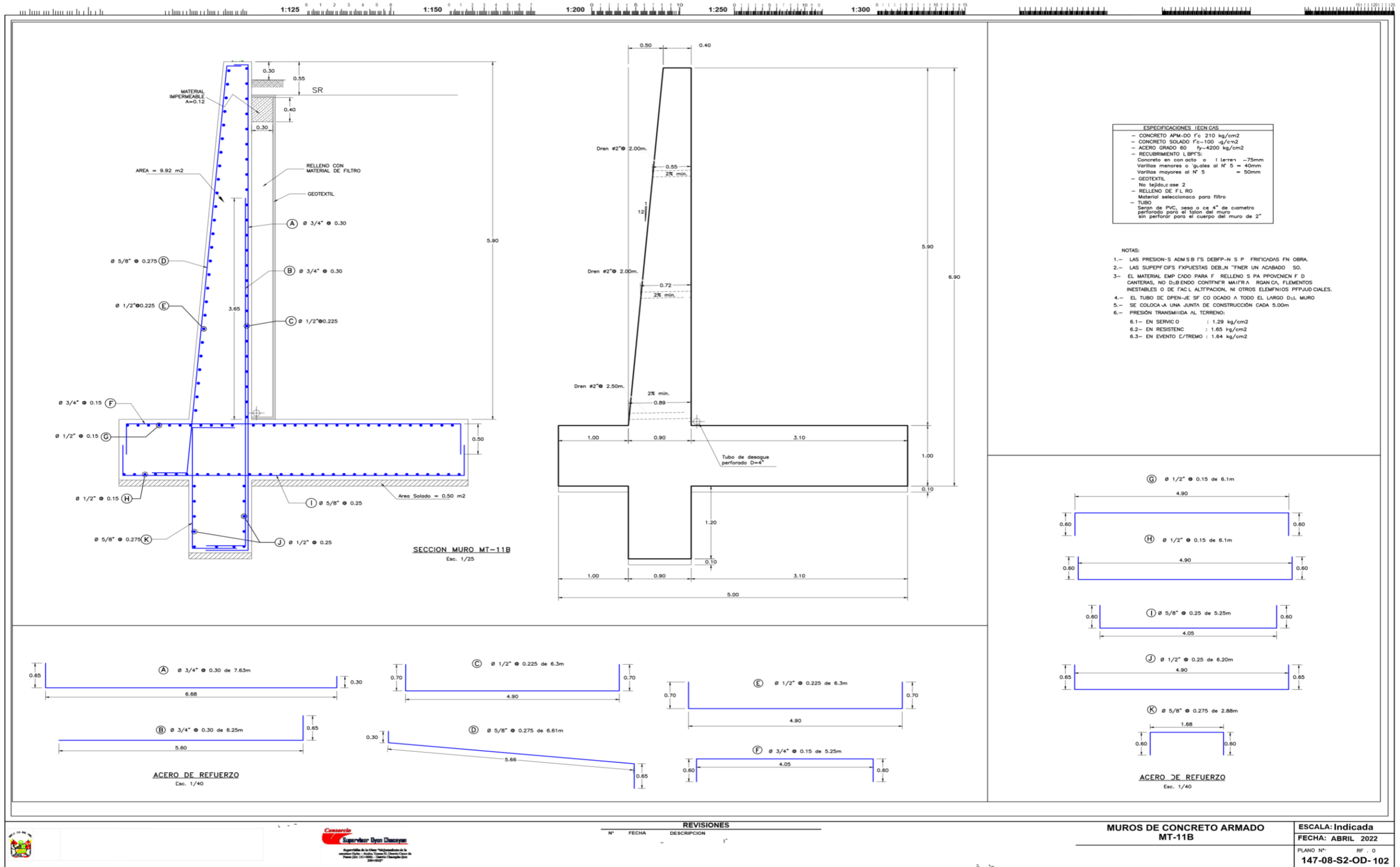
**Proyecto:** Prestación Adicional de Supervisión N° 07 al Contrato de Servicio de Consultoría N° 147-2018-MTC/20.2



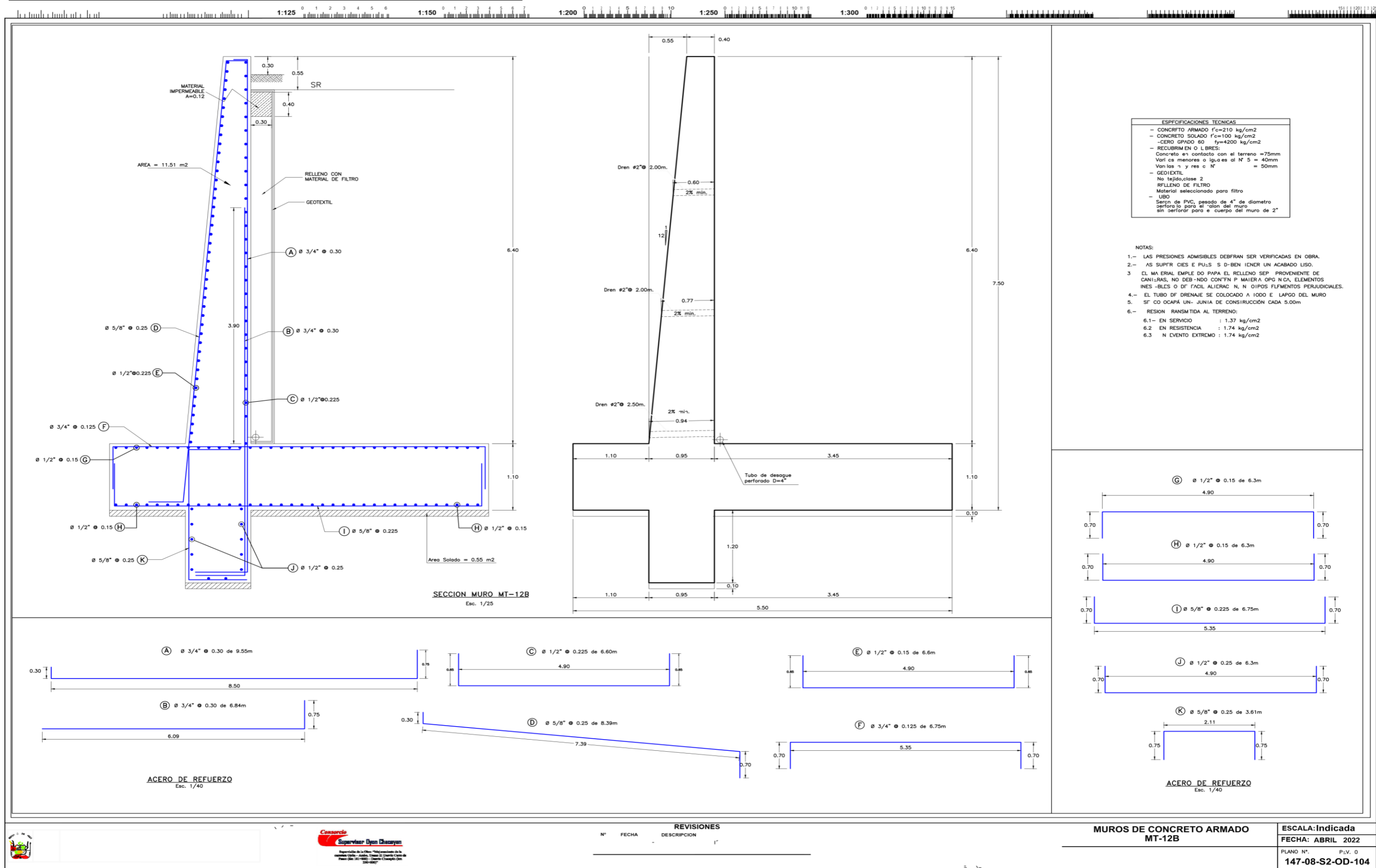
Diseño geotécnico y estructural de muros de contención para estabilización de la plataforma en zona urbana Chinche,  
Carretera Oyón Ambo  
Bach. Mandujano Cárdenas, Ernesto Fidel



Diseño geotécnico y estructural de muros de contención para estabilización de la plataforma en zona urbana Chinche,  
Carretera Oyón Ambo  
Bach. Mandujano Cárdenas, Ernesto Fidel







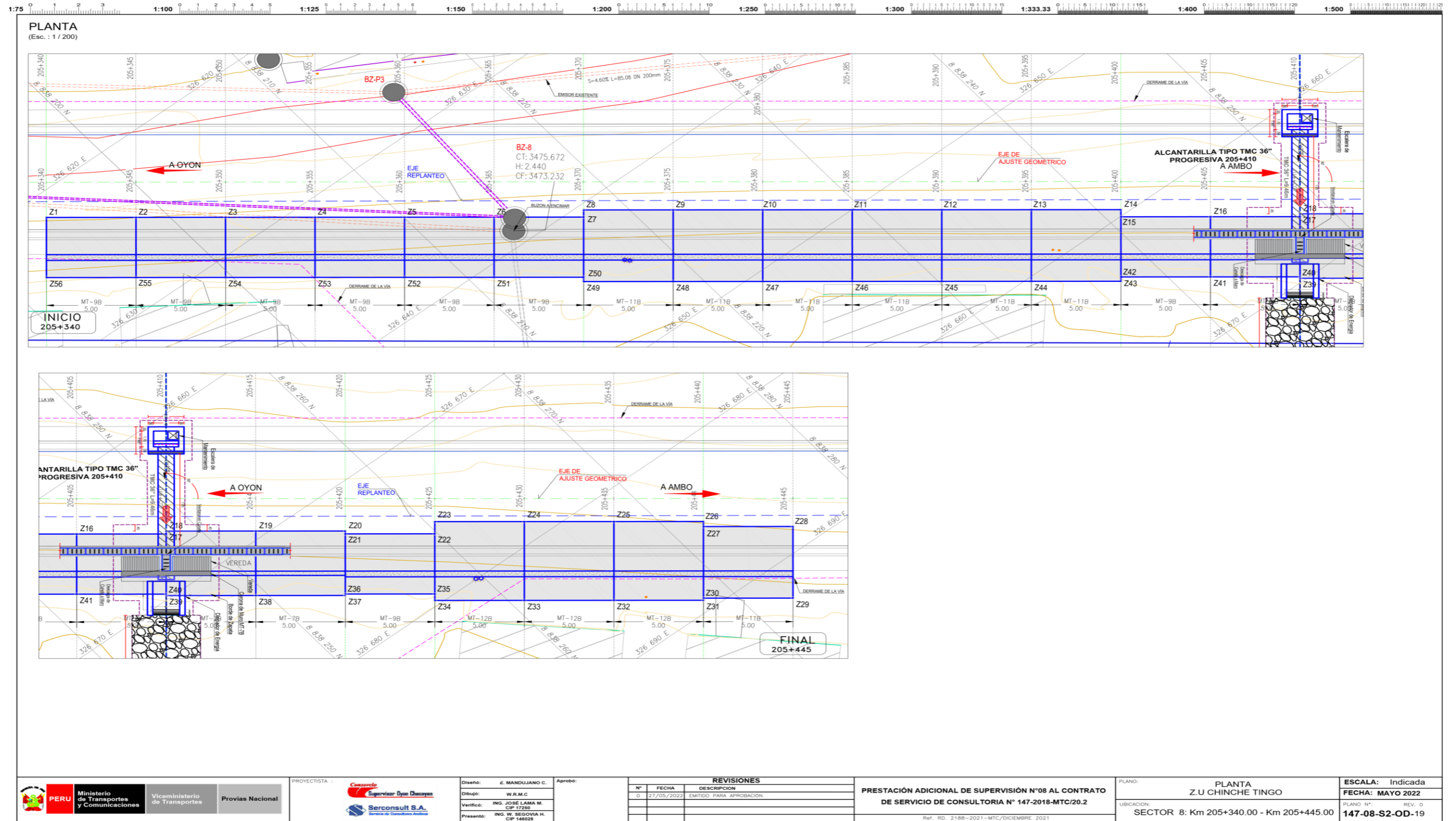
Diseño geotécnico y estructural de muros de contención para estabilización de la plataforma en zona urbana Chinche, Carretera Oyón Ambo  
Bach. Mandujano Cárdenas, Ernesto Fidel

## ANEXO 4:

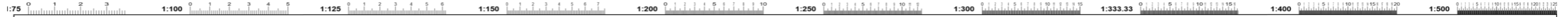
### PLANOS DE PLANTAS, ELEVACIONES Y SECCIONES DE LOS MUROS DE CONTENCIÓN.



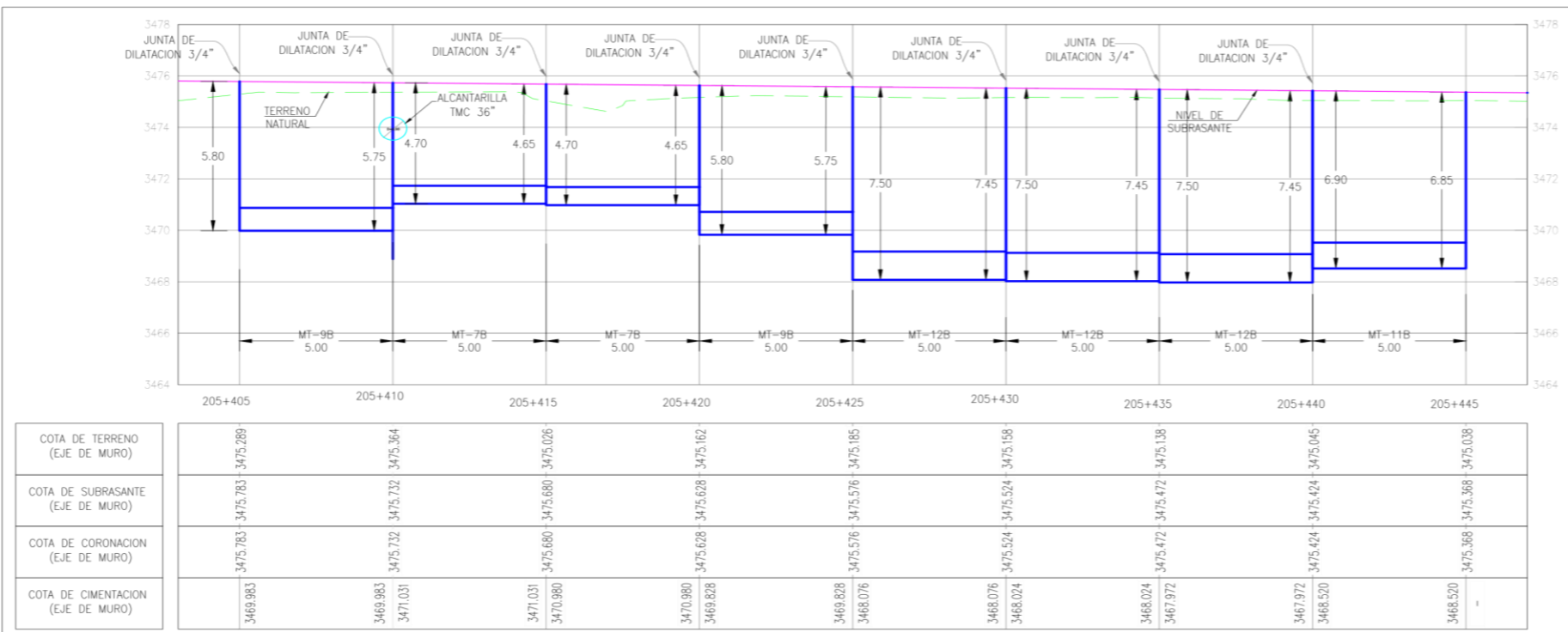
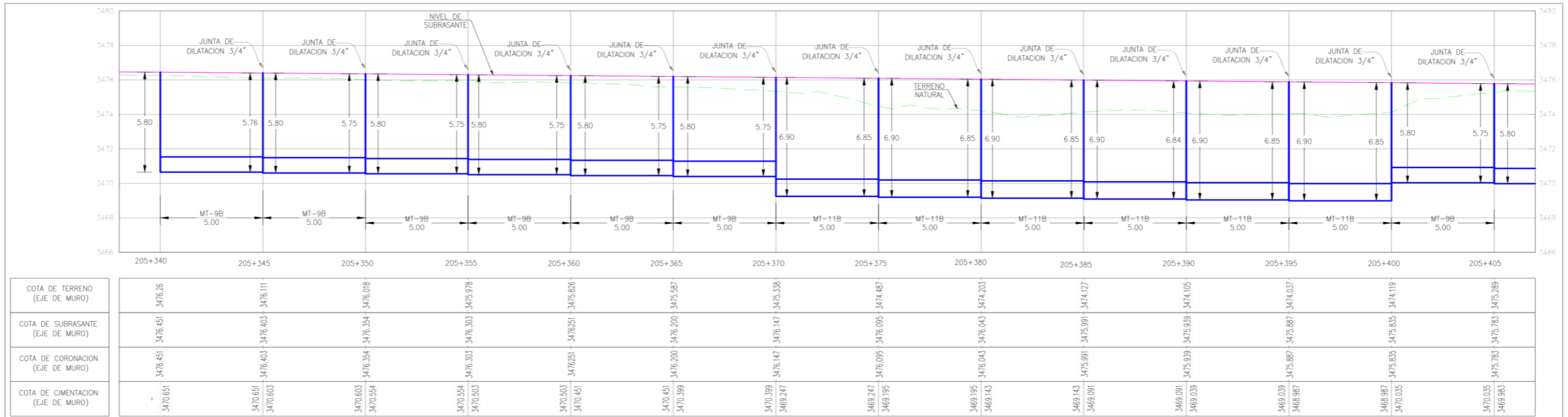
**Proyecto:** Prestación Adicional de Supervisión N° 07 al Contrato de Servicio de Consultoría N° 147-2018-MTC/20.2



Diseño geotécnico y estructural de muros de contención para estabilización de la plataforma en zona urbana Chinche, Carretera Oyón Ambo  
Bach. Mandujano Cárdenas, Ernesto Fidel



**PERFIL LONGITUDINAL**  
(Esc. : 1 / 200)

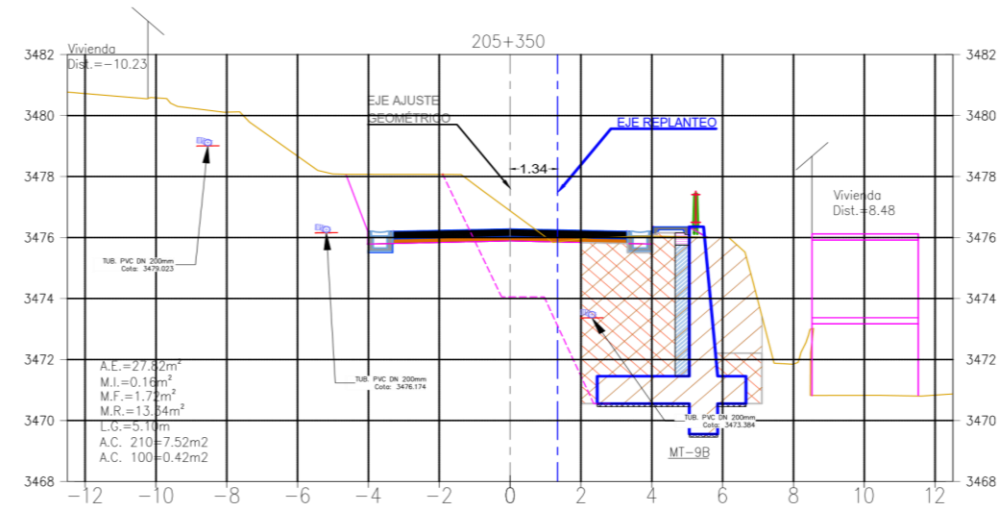
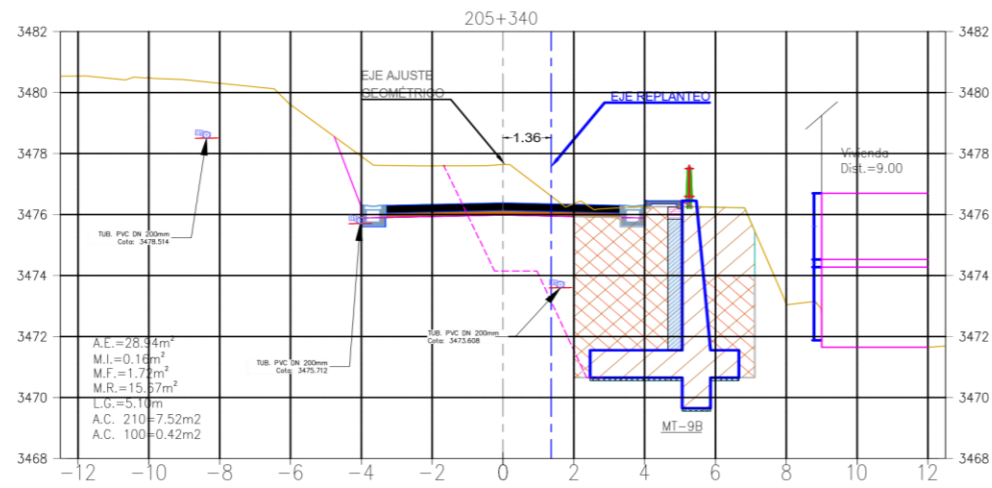
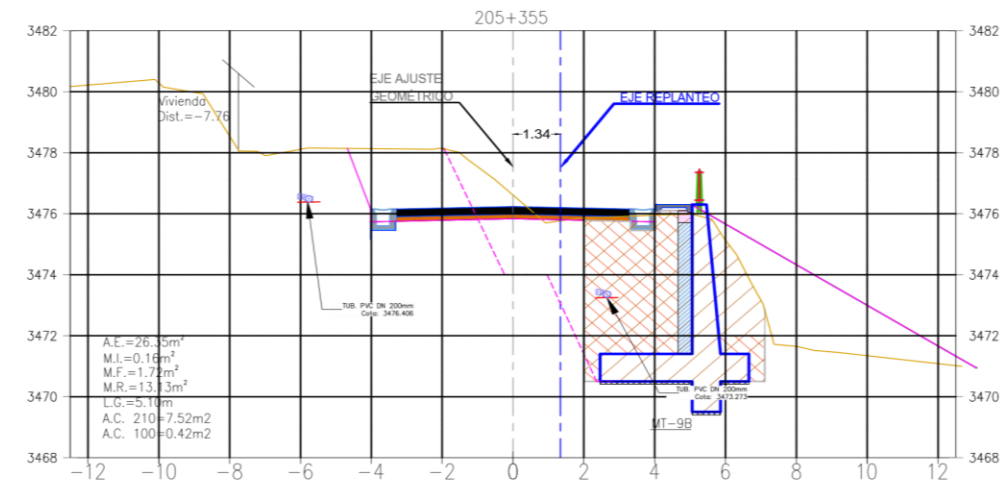
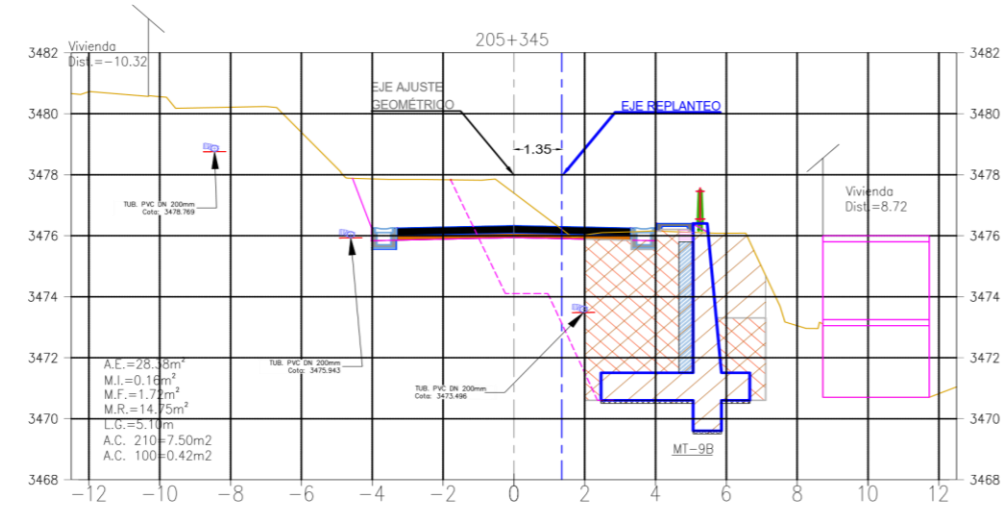


	PROYECTISTA:	Diseño: E. MANDUJANO C. Aprobó: Dibujo: W.R.M.C. Verificó: ING. JOSE LAMA M. CIP 17299 Presentó: ING. W. BEGOVIA H. CIP 146028	<b>REVISIONES</b>		PRESTACIÓN ADICIONAL DE SUPERVISIÓN N°08 AL CONTRATO DE SERVICIO DE CONSULTORIA N° 147-2018-MTC/20.2 <small>Ref. RD. 2188-2021-MTC/DICIEMBRE 2021</small>	PLANO: Z.U CHINCHE TINGO UBICACION: SECTOR 8: Km 205+340.00 - Km 205+445.00	ESCALA: Indicada FECHA: MAYO 2022 PLANO N°: 147-08-S2-OD-20 REV. 0
			N° 0 FECHA 27/05/2022 DESCRIPCION EMITIDO PARA APROBACION				

Diseño geotécnico y estructural de muros de contención para estabilización de la plataforma en zona urbana Chinche, Carretera Oyón Ambo  
Bach. Mandujano Cárdenas, Ernesto Fidel



SECCIONES  
(Esc. : 1 / 200)

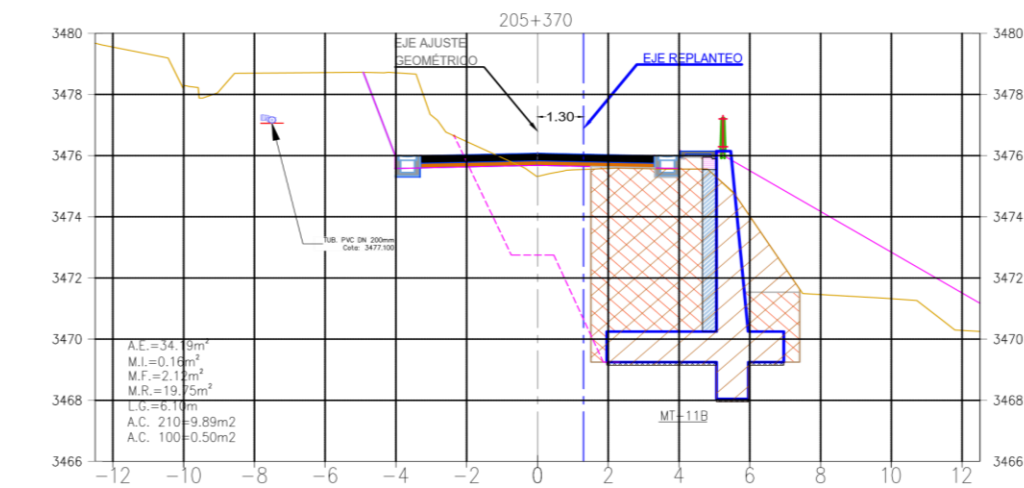
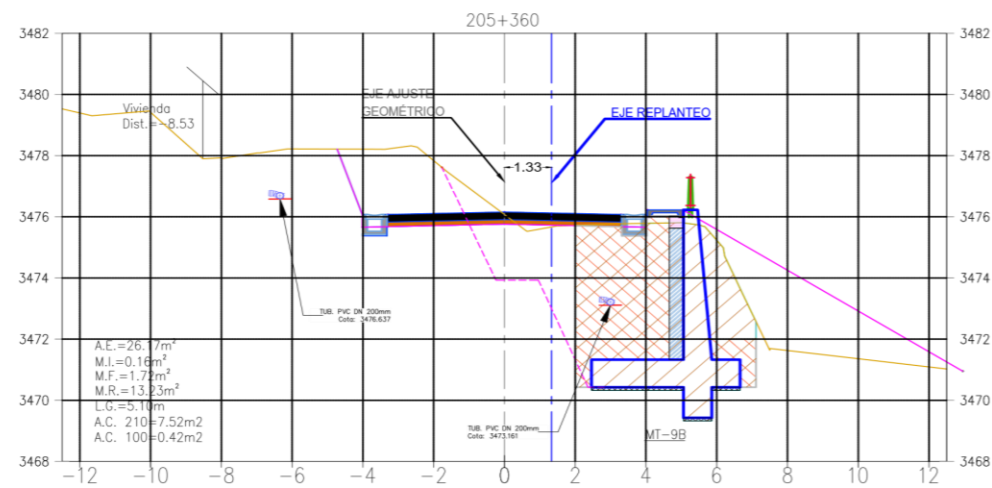
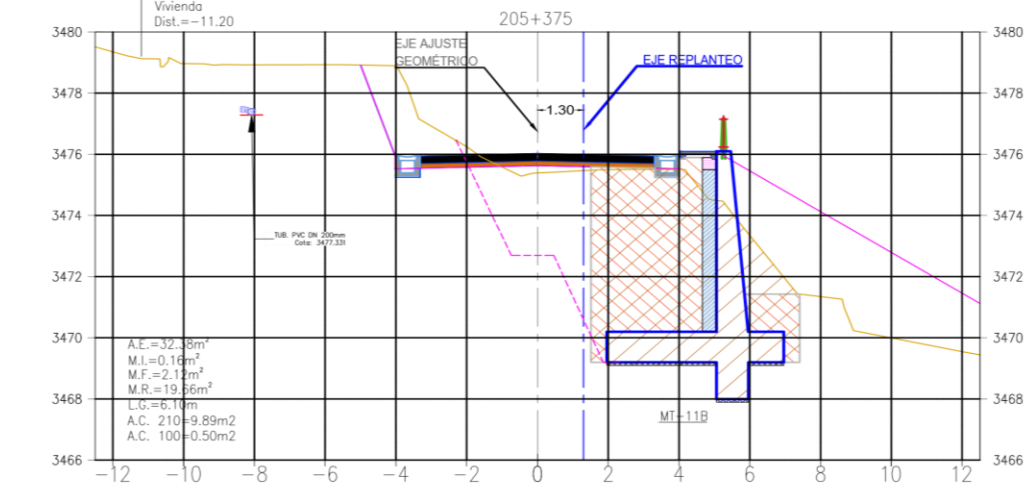
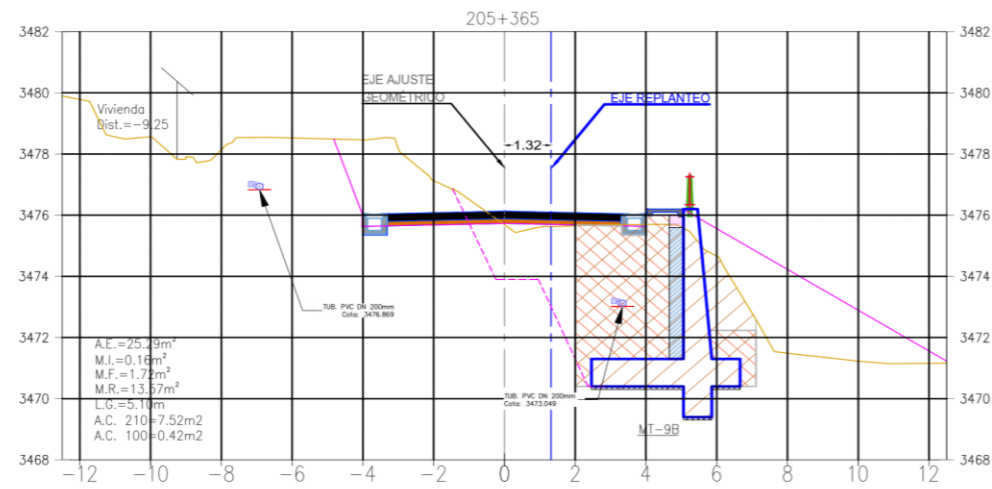
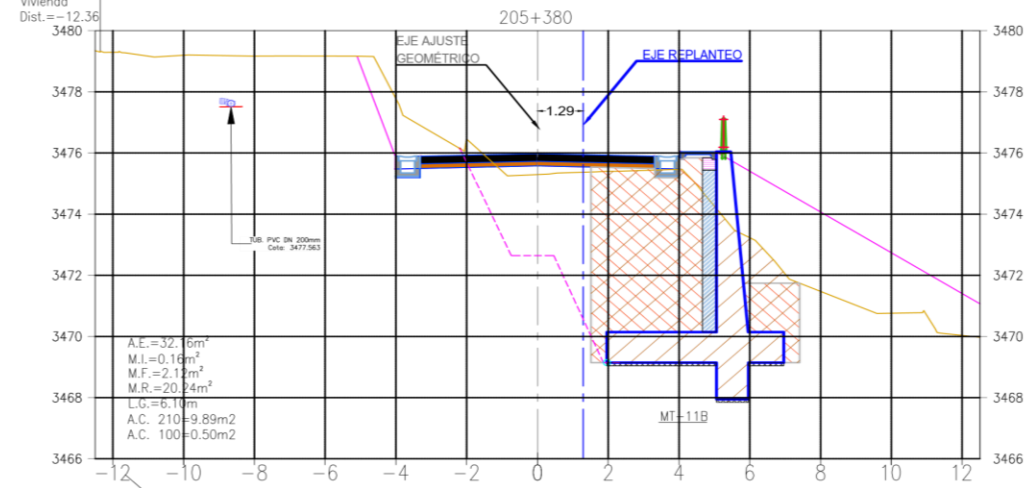
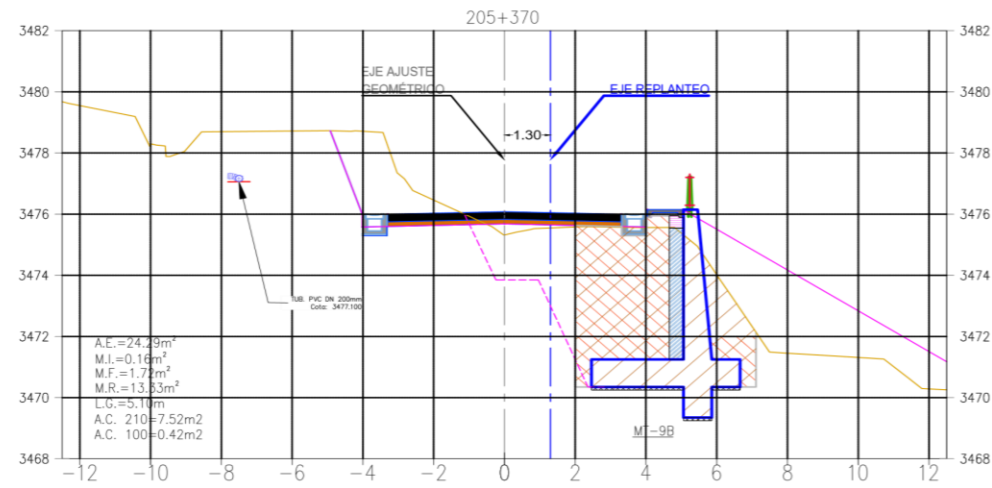


	PROYECTISTA : 	Diseñó: E. MANDUJANO C. Dibujó: W.R.M.C. Verificó: ING. JOSÉ LAMA M. CIP 17250 Presentó: ING. W. SEGOVIA H. CIP 146028	Aprobó:	<b>REVISIONES</b>		PRESTACIÓN ADICIONAL DE SUPERVISIÓN N°08 AL CONTRATO DE SERVICIO DE CONSULTORIA N° 147-2018-MTC/20.2 Ref. RD. 2188-2021-MTC/DICIEMBRE 2021	PLANO: SECCIONES Z.U CHINCHE TINGO UBICACION: SECTOR 8: Km 205+340.00 - Km 205+445.00	ESCALA: Indicada FECHA: MAYO 2022 PLANO N°: 043-08-S2-OD-21 REV. 0
				N° ID	FECHA 27/05/2022			

Diseño geotécnico y estructural de muros de contención para estabilización de la plataforma en zona urbana Chinche,  
Carretera Oyón Ambo  
Bach. Mandujano Cárdenas, Ernesto Fidel



SECCIONES  
(Esc. : 1 / 200)

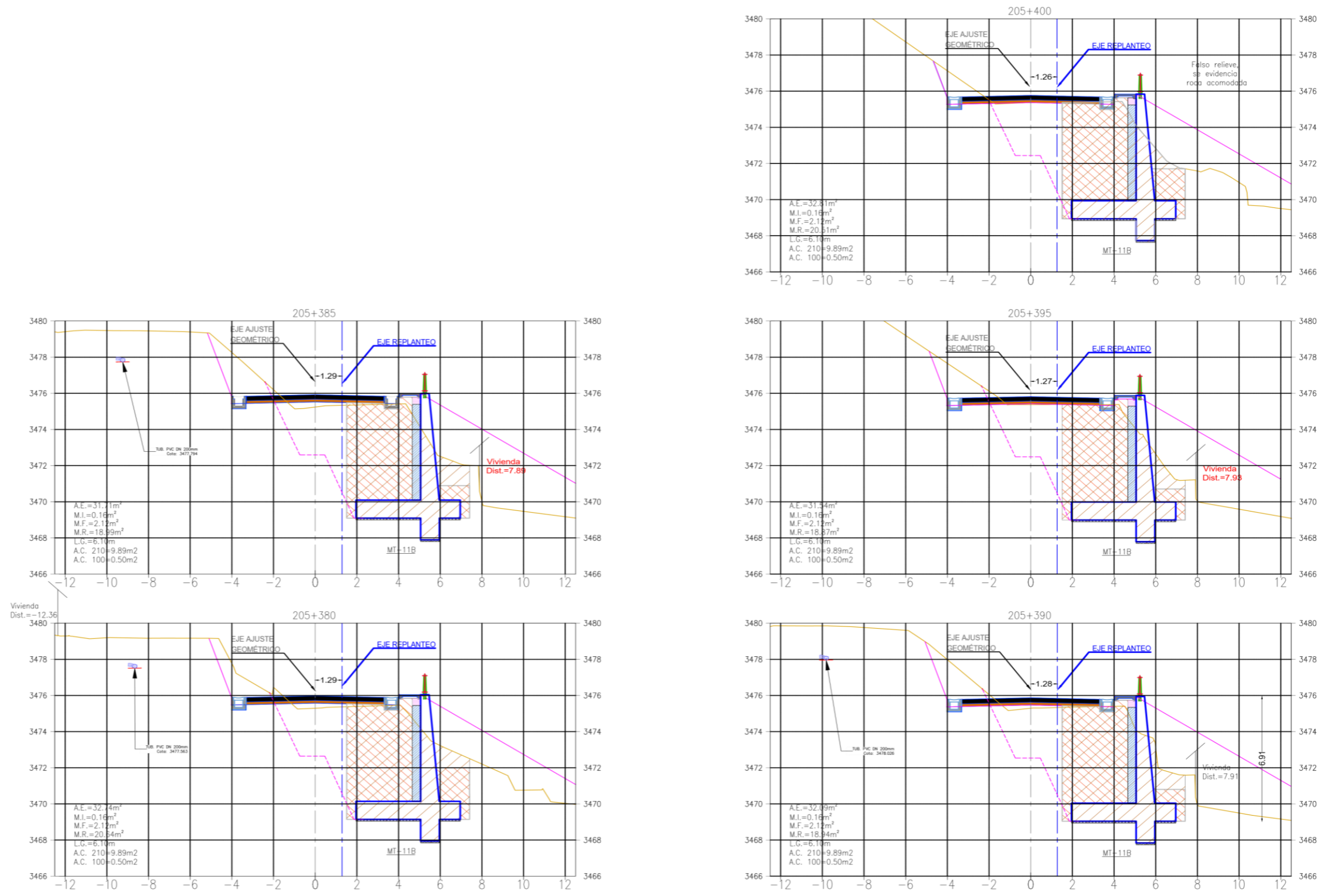


	PROYECTISTA : Diseñó: E. MANDUJANO C. Dibujó: W.R.M.C. Verificó: ING. JOSÉ LAMA M. CIP 17260 Presentó: ING. W. SEGOVIA H. CIP 146028	Aprobó:	<b>REVISIONES</b>		PRESTACIÓN ADICIONAL DE SUPERVISIÓN N°08 AL CONTRATO DE SERVICIO DE CONSULTORIA N° 147-2018-MTC/20.2	PLANO: SECCIONES Z.U CHINCHE TINGO UBICACIÓN: SECTOR 8: Km 205+340.00 - Km 205+445.00	ESCALA: Indicada FECHA: MAYO 2022 PLANO N°: REV. 0 147-08-S2-OD-22
			<table border="1"> <thead> <tr> <th>N°</th> <th>FECHA</th> <th>DESCRIPCIÓN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>27/05/2022</td> <td>EMITIDO PARA APROBACIÓN</td> </tr> </tbody> </table>	N°			
N°	FECHA	DESCRIPCIÓN					
0	27/05/2022	EMITIDO PARA APROBACIÓN					

Diseño geotécnico y estructural de muros de contención para estabilización de la plataforma en zona urbana Chinche, Carretera Oyón Ambo  
Bach. Mandujano Cárdenas, Ernesto Fidel



SECCIONES  
(Esc.: 1 / 200)

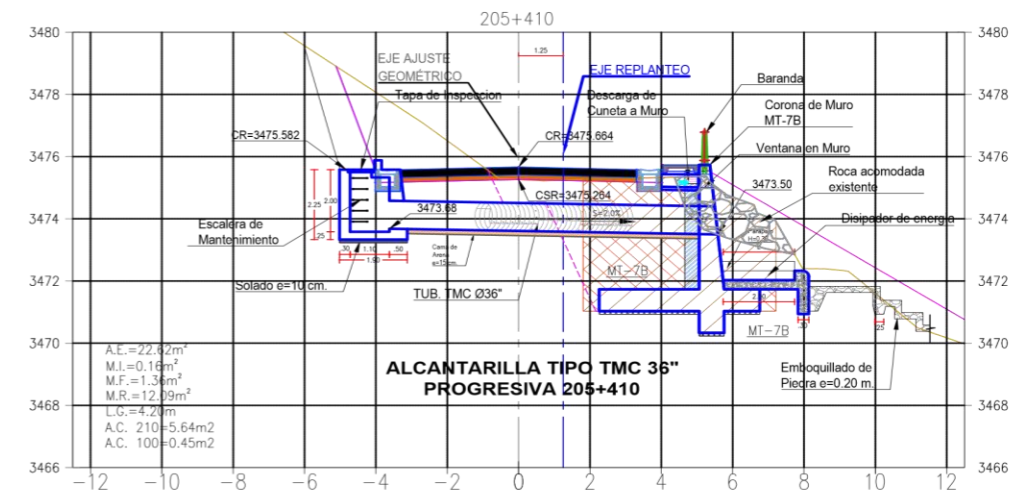
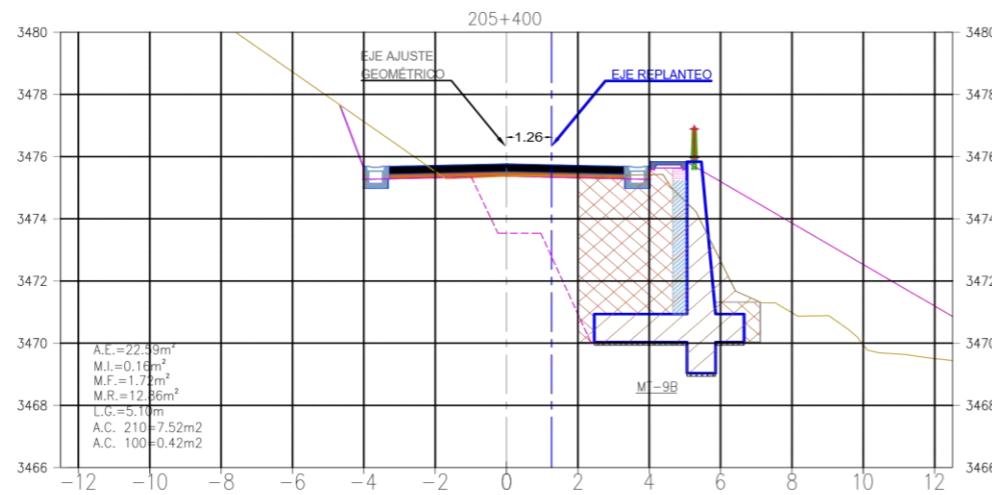
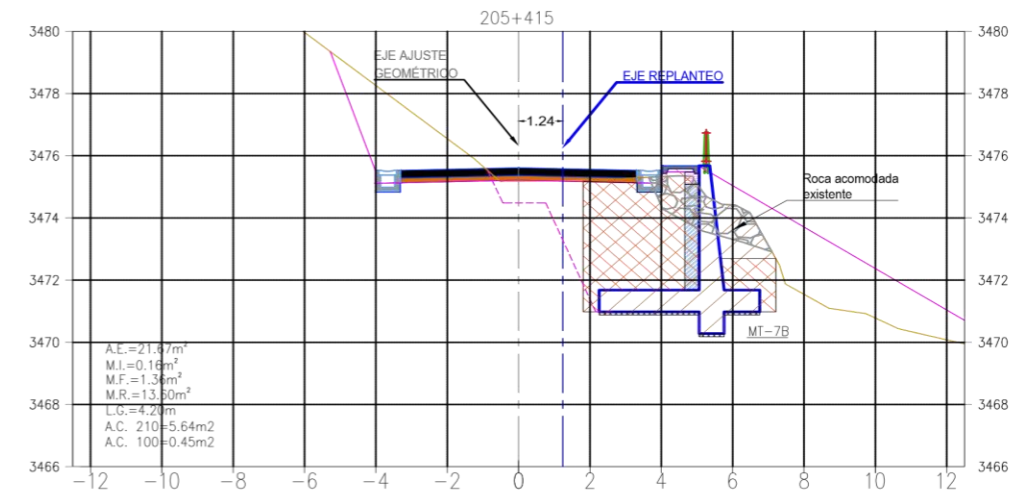
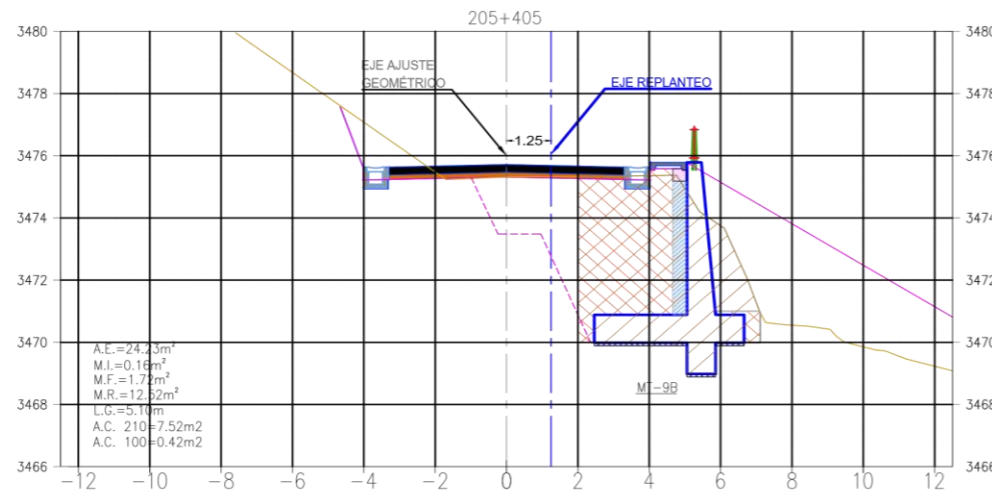
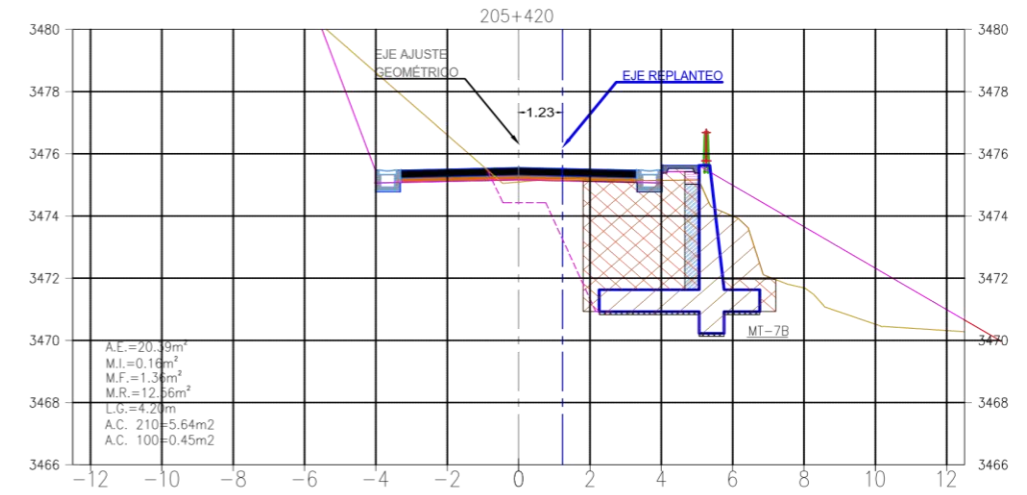
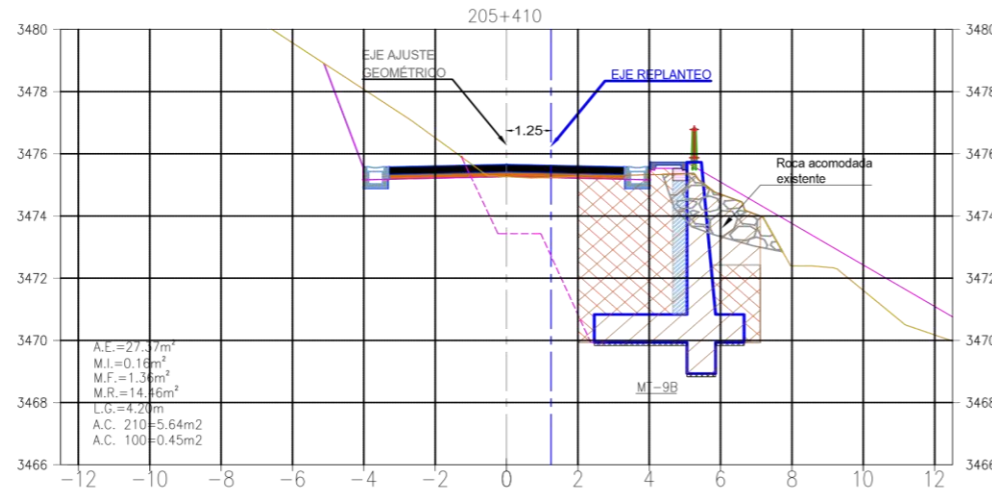


	PROYECTISTA : E. MANDUJANO C. Supervisor Oyon Dasayen Serconsult S.A.	Diseñó: E. MANDUJANO C. Aprobó: Dibujo: W.R.M.C. Verificó: ING. JOSÉ LAMA M. CIP 17250 Presentó: ING. W. SEGOVIA H. CIP 146028	<b>REVISIONES</b>		PRESTACIÓN ADICIONAL DE SUPERVISIÓN N°08 AL CONTRATO DE SERVICIO DE CONSULTORIA N° 147-2018-MTC/20.2	PLANO: SECCIONES Z.U CHINCHE TINGO	ESCALA: Indicada FECHA: MAYO 2022
			Nº: 0 Fecha: 27/05/2022 Descripción: EMITIDO PARA APROBACIÓN	UBIACIÓN: SECTOR 8: Km 205+340.00 - Km 205+445.00			

Diseño geotécnico y estructural de muros de contención para estabilización de la plataforma en zona urbana Chinche,  
Carretera Oyón Ambo  
Bach. Mandujano Cárdenas, Ernesto Fidel



SECCIONES  
(Esc. : 1 / 200)



**Ministerio de Transportes y Comunicaciones**  
 Viceministerio de Transportes  
**Provias Nacional**

PROYECTISTA :   
  
**Serconsult S.A.**  
 Servicio de Consultoría Asistida

Diseño: E. MANDUJANO C. Aprobó:  
 Dibujó: W.R.M.C.  
 Verificó: ING. JOSÉ LAMA M. CIP 17260  
 Presentó: ING. W. SEGOVIA H. CIP 146028

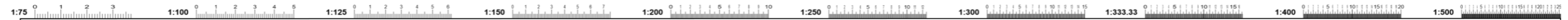
REVISIONES		
Nº	FECHA	DESCRIPCIÓN
0	27/05/2022	EMITIDO PARA APROBACIÓN

**PRESTACIÓN ADICIONAL DE SUPERVISIÓN N°08 AL CONTRATO DE SERVICIO DE CONSULTORIA N° 147-2018-MTC/20.2**  
 Ref. RD. 2188-2021-MTC/DICIEMBRE 2021

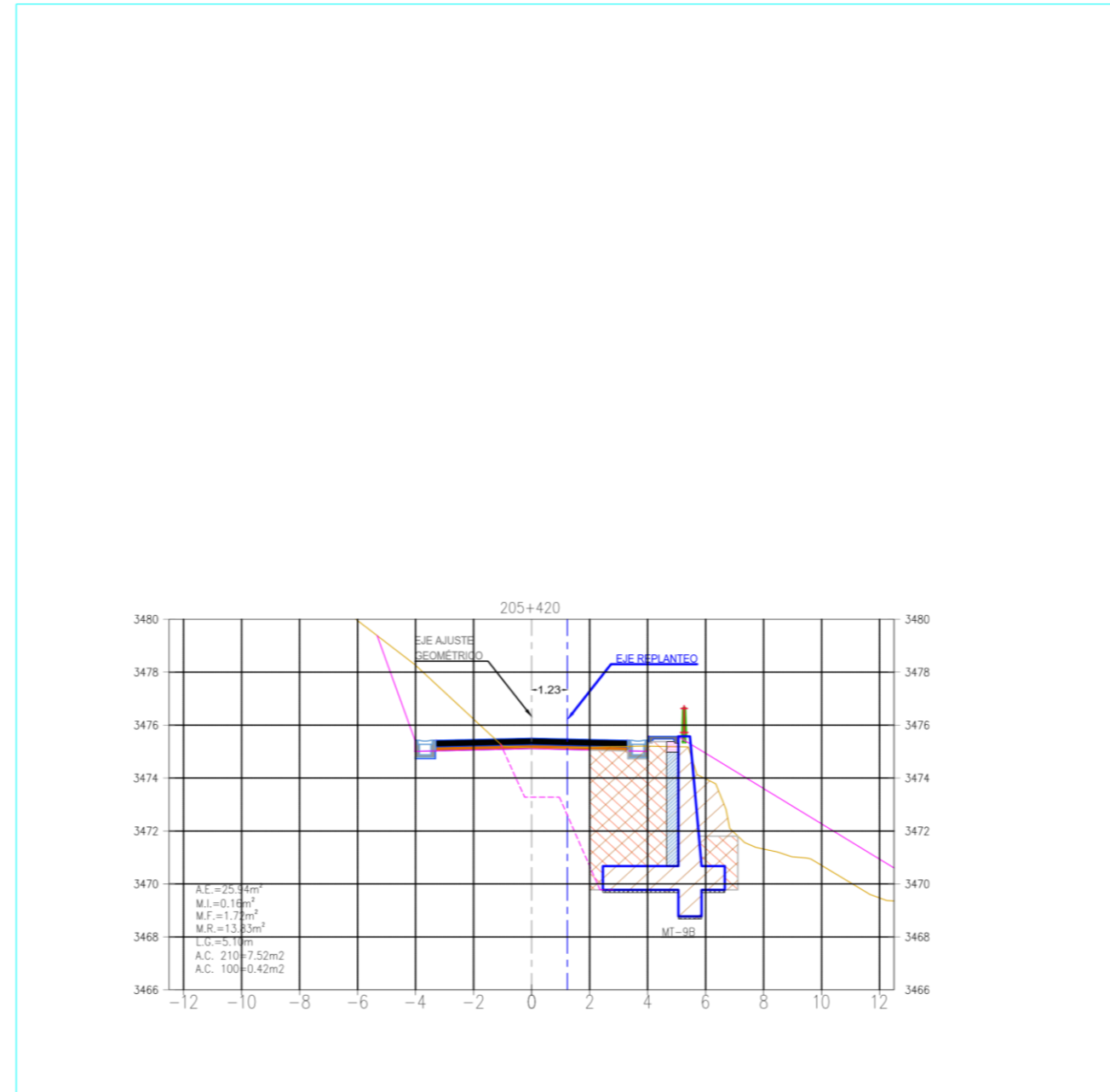
PLANO: SECCIONES Z.U CHINCHE TINGO  
 UBICACIÓN: SECTOR 8: Km 205+340.00 - Km 205+445.00

ESCALA: Indicada  
 FECHA: MAYO 2022  
 PLANO N°: 147-08-S2-OD-24  
 REV. 0





SECCIONES  
(Esc. : 1 / 200)

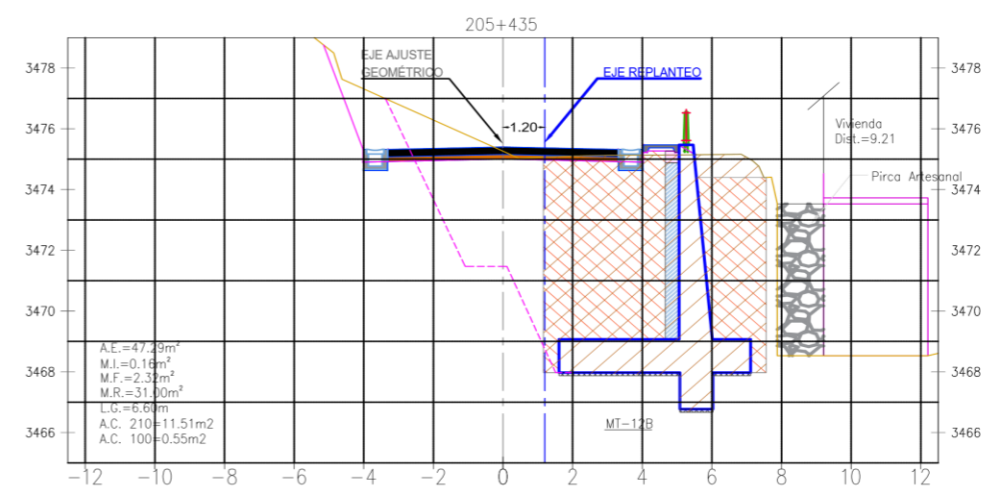
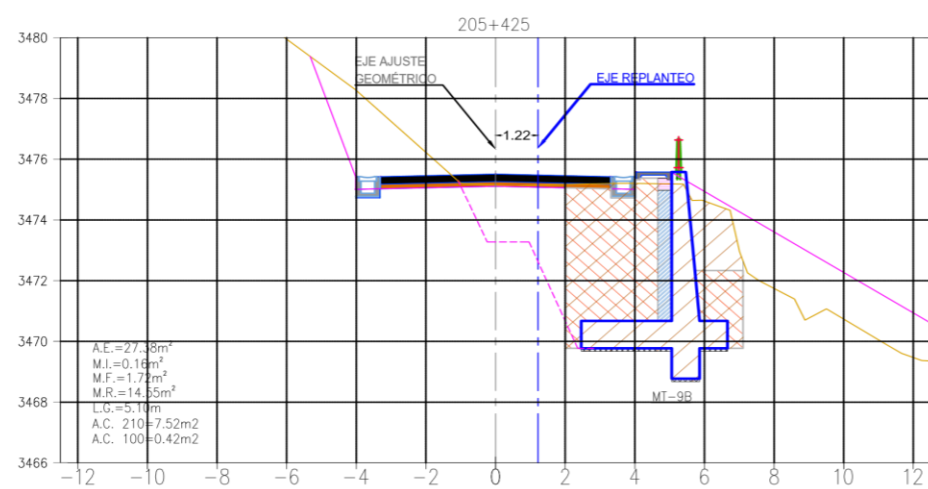
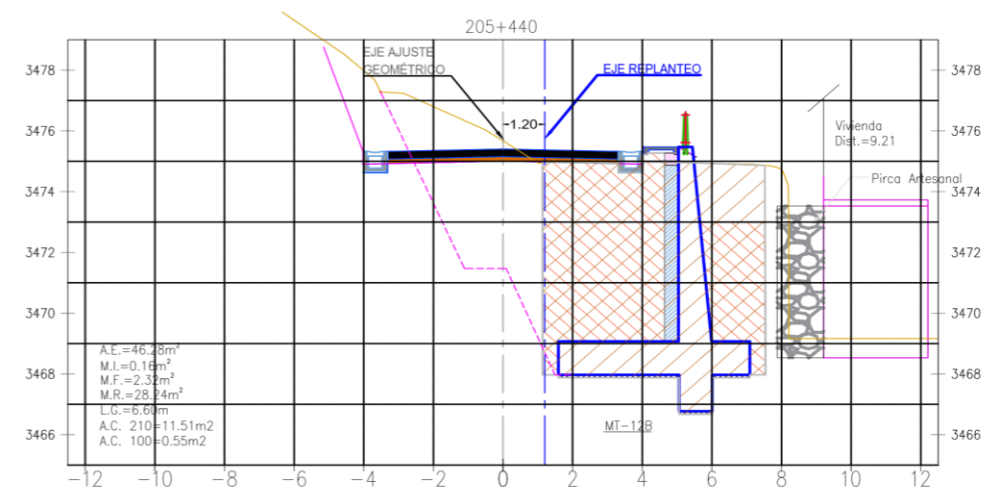
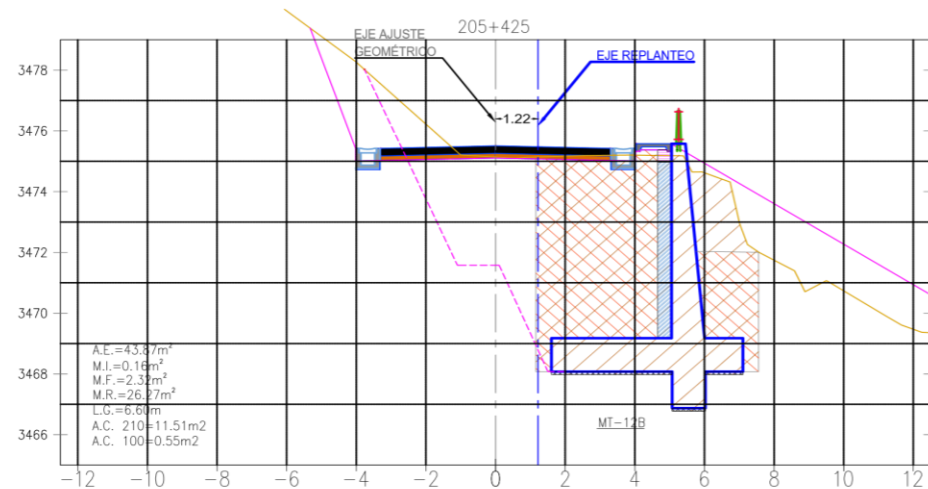
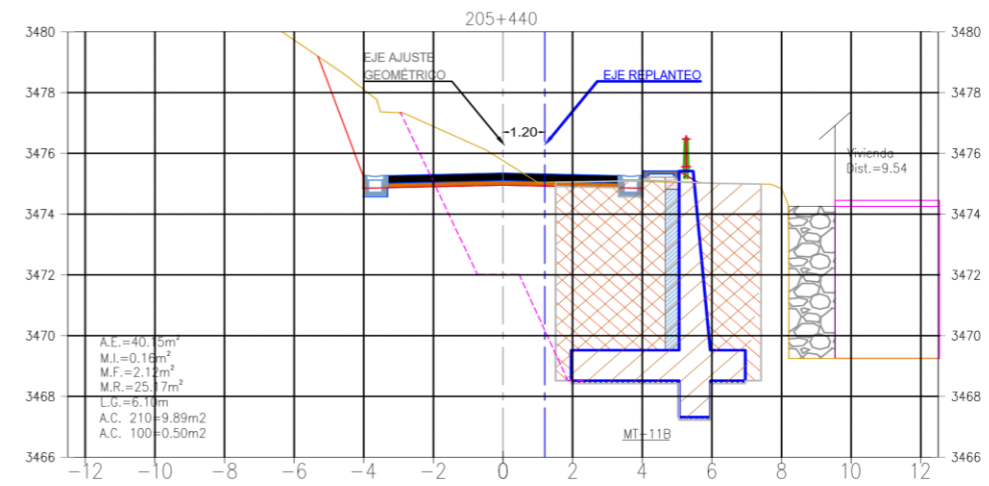
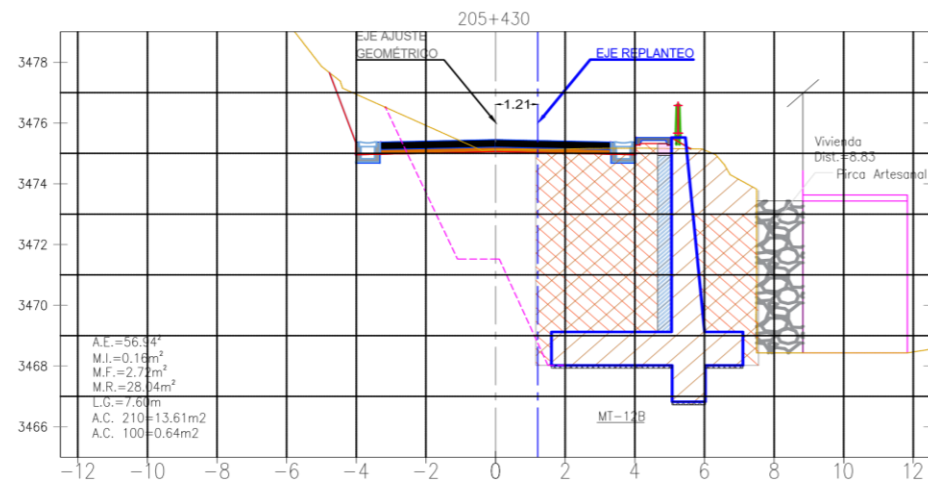


	PROYECTISTA :	Diseño: E. MANDUJANO C. Aprobó: Dibujo: W.R.M.C. Verificó: ING. JOSE LAMA M. CIP 17250 Presentó: ING. W. SEGOVIA H. CIP 146028	<b>REVISIONES</b>		PRESTACIÓN ADICIONAL DE SUPERVISIÓN N°08 AL CONTRATO DE SERVICIO DE CONSULTORIA N° 147-2018-MTC/20.2 Ref. RD. 2188-2021-MTC/DICIEMBRE 2021	PLANO: SECCIONES Z.U CHINCHE TINGO UBICACION: SECTOR 8: Km 205+340.00 - Km 205+445.00	ESCALA: Indicada FECHA: MAYO 2022 PLANO N°: REV. 0 147-08-S2-OD-25
			<table border="1"> <thead> <tr> <th>N°</th> <th>FECHA</th> <th>DESCRIPCION</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>25/05/2022</td> <td>EMITIDO PARA APROBACIÓN</td> </tr> </tbody> </table>	N°			
N°	FECHA	DESCRIPCION					
0	25/05/2022	EMITIDO PARA APROBACIÓN					

Diseño geotécnico y estructural de muros de contención para estabilización de la plataforma en zona urbana Chinche,  
Carretera Oyón Ambo  
Bach. Mandujano Cárdenas, Ernesto Fidel



SECCIONES  
(Esc. : 1 / 200)

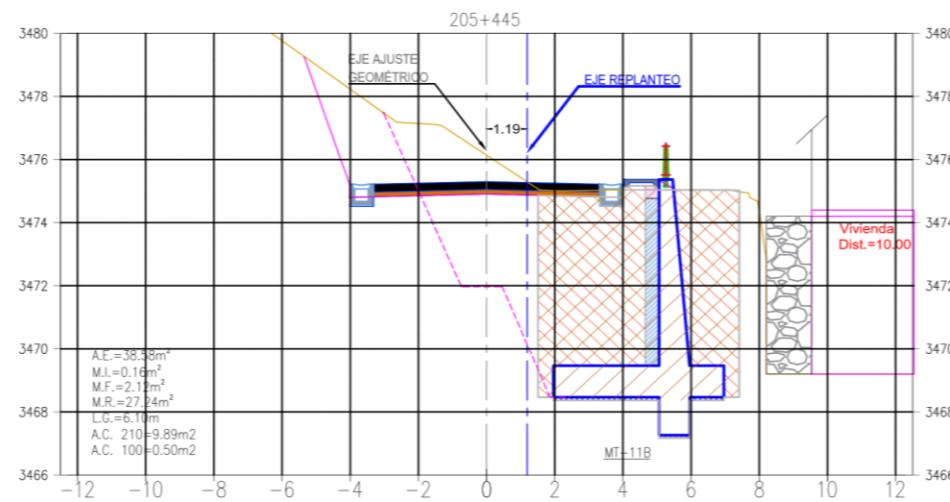


	PROYECTISTA :	Diseñó: E. MANDUJANO C. Dibujó: W.R.M.C. Verificó: ING. JOSE LAMA M. CIP 17260 Presentó: ING. W. SISOOWA H. CIP 146028	Aprobó:	REVISIONES		PRESTACIÓN ADICIONAL DE SUPERVISIÓN N°08 AL CONTRATO DE SERVICIO DE CONSULTORIA N° 147-2018-MTC/20.2	PLANO: SECCIONES Z.U CHINCHE TINGO UBICACION: SECTOR 8: Km 205+340.00 - Km 205+445.00	ESCALA: Indicada FECHA: MAYO 2022 PLANO N°: REV. 0 147-08-S2-OD-26
				<table border="1"> <thead> <tr> <th>N°</th> <th>FECHA</th> <th>DESCRIPCION</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>27/05/2022</td> <td>EMITIDO PARA APROBACION</td> </tr> </tbody> </table>	N°			
N°	FECHA	DESCRIPCION						
0	27/05/2022	EMITIDO PARA APROBACION						



SECCIONES  
(Esc. : 1 / 200)

LEYENDA	
A.E.=AREA DE EXCAVACION	
M.I.=MATERIAL IMPERMEABLE	
M.F.=MATERIAL DE FILTRO	
M.R.=MATERIAL DE RELLENO	
SOLADO	
L.G.D.=LONG. DE GEOCOMPUESTO DE DRENAJE	
L.G.=LONG. DE GEOTEXTIL	
A.C.=AREA DE CONCRETO(CICLOPEO, ARMADO)	



PROYECTISTA : **Cesarsol**  
**Supervisor Oyon Diazcan**  
**Serconsult S.A.**  
*Servicio de Consultoría Andina*

Diseño: E. MANDUJANO C. Aprobó:  
Dibujó: W.R.M.C.  
Verificó: ING. JOSE LAMA M. CIP 17260  
Presentó: ING. W. SEGOVIA H. CIP 146628

REVISIONES		
N°	FECHA	DESCRIPCION
0	27/05/2022	EMITIDO PARA APROBACION

PRESTACION ADICIONAL DE SUPERVISION N°08 AL CONTRATO  
DE SERVICIO DE CONSULTORIA N° 147-2018-MTC/20.2

PLANO: SECCIONES  
Z.U CHINCHE TINGO  
UBICACION: SECTOR 8: Km 205+340.00 - Km 205+445.00

ESCALA: Indicada  
FECHA: MAYO 2022  
PLANO N°: REV. 0  
147-08-S2-OD-27

Ref. RD. 2188-2021-MTC/DICIEMBRE 2021

Diseño geotécnico y estructural de muros de contención para estabilización de la plataforma en zona urbana Chínche,  
Carretera Oyón Ambo  
Bach. Mandujano Cárdenas, Ernesto Fidel

## ANEXO 5:

### RESULTADOS DE LABORATORIO DEL ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS.



**Proyecto:** Prestación Adicional de Supervisión N° 07 al Contrato de Servicio de Consultoría N° 147-2018-MTC/20.2



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

OBRA : Mejoramiento de la carretera Oyón Ambo, Tramo II : Desvío Cerro de pasco km.181+000 - Desvío Chacayan km.230+000  
MATERIAL : EVALUACION DE CALICATAS DE MURO DE CONTENCIÓN

TECNICO : C.R.M.  
ING.RESP. : F.R.G.S.  
FECHA : FEBRERO - 2022

RESUMEN GENERAL PROPIEDADES FISICO - MECANICA DE MATERIAL DE TERRENO DE FUNDACION DE MUROS DE CONTENCIÓN EN LA ZONA URBANA CHINCHI TINGO

FECHA	N° CALICATAS	SECTOR DE MURO DE CONTENCIÓN		UBICACION Km.	LADO	PROFUNDIDAD (m)	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (% QUE PASA)														LÍMITES DE CONSISTENCIA			CLASIFICACIÓN		PROCTOR		HUMEDAD NATURAL %	P.ESP. SATURADO SUPERFICIE SECO g/cm3	CORTE DIRECTO		DENSIDAD HUMEDA g/cm3
		TRAMO INICIO	TRAMO FINAL				3"	2 1/2"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	N° 4	N° 10	N° 40	N° 200	L.L. (%)	L.P. (%)	I.P. (%)	AASHTO	SUCS	MDS g/cm3	OCH (%)	z	Ángulo de Fricción(°)			Cohesion (c) kg/cm2		
29/01/2022	C-1	204+945	204+960	204+970	Der.	0.00 - 3.50	100.0	95.3	93.6	91.4	81.6	73.7	63.3	58.3	43.0	29.0	13.2	6.8	17	14	3	A-1.a(0)	GP-GM	2.139	7.400	7.300	2.641	34.110	0.110	1.952		
29/01/2022	C-2	205+145	205+190	205+170	Izq.	0.00 - 4.00	100.0	100.0	100.0	100.0	98.7	97.5	95.3	92.2	80.9	74.2	62.0	38.5	19	14	5	A-4(1)	SM-SC	2.079	9.400	13.500	2.419	23.180	0.210	1.937		
29/01/2022	C-3	205+190	205+225	205+205	Izq.	0.00 - 6.00	100.0	100.0	100.0	100.0	96.4	94.1	92.6	91.6	87.6	77.8	68.3	48.7	23	16	7	A-4(3)	SM-SC	2.026	10.100	17.300	2.500	22.900	0.220	1.855		
29/01/2022	C-4	205+225	205+240	205+235	Izq.	0.00 - 4.00	100.0	95.9	84.5	82.0	78.1	75.8	72.0	68.3	56.8	50.6	36.7	21.1	23	14	9	A-2-4(0)	GC	1.987	12.400	11.600	2.517	26.710	0.160	1.961		
29/01/2022	C-5	205+105	205+131	205+128	Der.	0.00 - 6.00	100.0	100.0	100.0	97.1	90.1	85.3	80.0	75.3	64.2	54.2	39.2	22.4	23	15	8	A-2-4(0)	SC	2.023	10.800	16.100	2.407	22.130	0.170	1.902		
30/01/2022	C-6	205+160	205+200	205+199	Der.	0.00 - 5.30	100.0	100.0	97.4	94.8	88.7	85.2	80.1	77.0	65.6	58.8	46.8	31.1	22	15	7	A-2-4(0)	SM-SC	1.981	14.800	13.900	2.401	25.850	0.230	1.827		
30/01/2022	C-7	205+240	205+255	205+250	Izq.	0.00 - 5.00	100.0	100.0	95.5	92.1	89.7	84.9	80.3	76.6	55.5	47.5	37.4	24.4	25	15	10	A-2-4(0)	GC	2.015	11.800	14.000	2.408	26.080	0.190	1.891		
30/01/2022	C-8	205+502	205+540	205+532	Der.	0.00 - 4.50	100.0	100.0	100.0	98.5	97.4	93.7	88.2	83.4	68.5	61.3	45.1	25.6	26	17	9	A-2-4(0)	SC	1.922	14.000	16.700	2.548	21.800	0.130	1.760		
30/01/2022	C-9	205+540	205+578	205+565	Der.	0.00 - 4.50	100.0	100.0	98.1	94.5	89.1	86.3	82.8	79.1	69.9	59.3	50.5	32.8	29	16	13	A-2-6(1)	SC	1.880	13.700	24.800	2.539	20.410	0.120	1.722		
30/01/2022	C-10	205+255	205+320	205+300	Izq.	0.00 - 4.00	100.0	100.0	96.3	92.8	86.3	82.9	72.9	62.6	42.2	38.0	32.7	21.5	24	15	9	A-2-4(0)	GC	2.023	10.800	12.000	2.463	27.910	0.160	1.736		
31/01/2022	C-11	205+320	205+335	205+324	Izq.	0.00 - 5.50	100.0	100.0	96.9	92.7	86.9	79.2	71.7	66.2	52.2	45.8	37.5	24.8	23	16	7	A-2-4(0)	GM-GC	2.054	11.600	11.400	2.443	29.750	0.140	1.697		
31/01/2022	C-12	205+265	205+285	205+282	Der.	0.00 - 4.00	100.0	100.0	97.1	95.9	89.7	87.2	83.5	80.0	68.1	60.7	48.3	34.2	23	16	7	A-2-4(0)	SM-SC	1.994	12.500	12.600	2.448	25.150	0.240	1.896		
31/01/2022	C-13	205+335	205+375	205+375	Izq.	0.00 - 4.50	100.0	100.0	100.0	100.0	93.4	86.2	79.1	73.3	51.6	44.4	36.2	23.4	20	14	6	A-1-b(0)	GM-GC	2.070	10.500	16.100	2.444	30.150	0.140	1.918		
3/02/2022	C-14	205+340	205+370	205+374	Der.	0.00 - 10.00	100.0	100.0	100.0	97.3	94.1	90.1	86.3	83.1	72.1	63.5	48.9	26.4	22	15	7	A-2-4(0)	SM-SC	2.073	8.700	12.900	2.542	24.850	0.220	1.997		
3/02/2022	C-15	205+370	205+420	205+415	Der.	0.00 - 10.00	100.0	93.7	89.9	80.7	74.6	69.2	63.1	59.4	50.7	46.7	40.3	25.7	24	16	8	A-2-4(0)	GC	2.001	10.800	10.300	2.522	27.080	0.190	2.133		
3/02/2022	C-16	205+420	205+445	205+425	Der.	0.00 - 10.00	100.0	97.9	85.9	80.5	70.7	66.8	62.3	59.7	53.8	45.3	39.6	23.3	24	17	7	A-2-4(0)	GM-GC	2.009	10.800	9.800	2.513	29.140	0.130	2.138		

E&A INGENIERIA Y LABORATORIO S.A.C.

*Edward Enriquez*  
EDWARD ENRIQUEZ ANAMPA  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 110213

Diseño geotécnico y estructural de muros de contención para estabilización de la plataforma en zona urbana Chínche,  
Carretera Oyón Ambo  
Bach. Mandujano Cárdenas, Ernesto Fidel



**E&A INGENIERIA Y LABORATORIO S.A.C.**

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, PAVIMENTOS Y

ALQUILER DE EQUIPOS PARA LABORATORIO DE INGENIERIA

## **ENSAYOS - CHINCHE TINGO – C14**



### **(km.205+374 LD)**

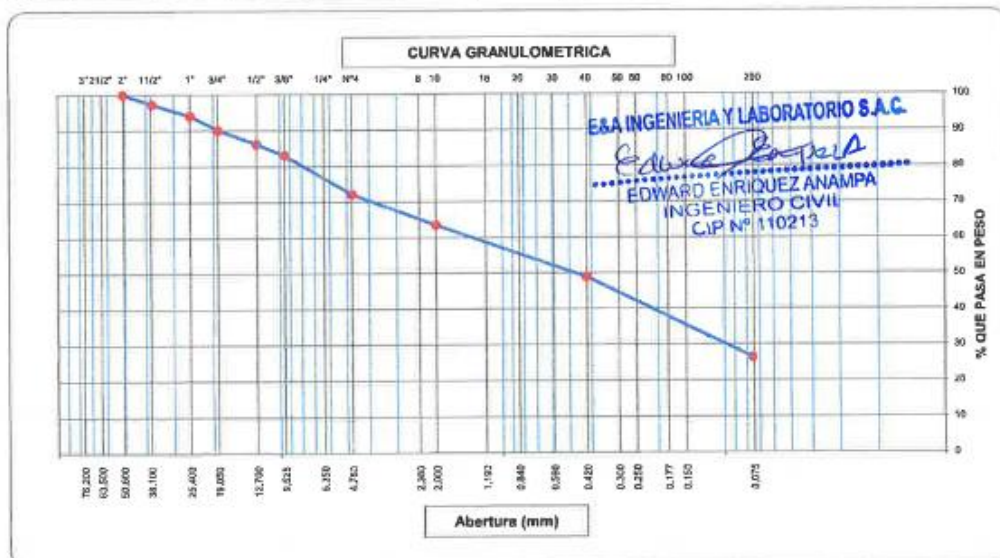
- CLASIFICACIÓN DE SUELOS
- HUMEDAD NATURAL
- PROCTOR
- PESO ESPECIFICO
- DENSIDAD IN SITU
- CORTE DIRECTO
- PERFIL ESTRATIGRAFICO


CA. Los Manzanos Mz 58 lote 19 Urb. Las Flores de Primavera Distrito de San Juan de Lurigancho

tel. 7363905 celular 996603765, edennquez\_10@hotmail.com

LIMA-PERU

				<b>E&amp;A INGENIERIA Y LABORATORIO S.A.C.</b> LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, PAVIMENTOS Y ALQUILER DE EQUIPOS PARA LABORATORIO DE INGENIERIA				
<b>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS</b>								
<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO</b>								
(MTC E-107 / ASTM D-422, C-117 / AASHTO T-27, T-88)								
OBRA	:	Mejoramiento de la carretera Oyón Ambo, Tramo II : Desvío Cerro de pasco km.181+000 - Desvío Chacayan km.230+000				TÉCNICO	:	C.R.Y.
Estructura	:	Terreno de fundación do muro de contención				ING° RESP.	:	F.R.G.S
Ubicación	:	km.205+332 - km.205+375 Punto de muestreo km.205+374 L / Der.				FECHA	:	03/02/2022
Calicata N°	:	01						
Estrato N°	:	01						
E. Ensayado	:	10.00 m.						
Profundidad	:	10.00 m.						
Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Parcial	Retenido Acumulado	Porcentaje que Pasa	Material sin Especificación	Descripción	
5"	127.000						<b>1. Peso de Material</b>	
4"	101.600						Peso Inicial Total (kg) <u>12,791.0</u>	
3"	73.000						Peso Fracción Fina (gr) <u>900.4</u>	
2 1/2"	60.300							
2"	50.800				100.0		<b>2. Características</b>	
1 1/2"	37.500	343	2.7	2.7	97.3		Tamaño Máximo <u>2"</u>	
1"	25.400	409	3.2	5.9	94.1		Tamaño Máximo Nominal <u>1 1/2"</u>	
3/4"	19.000	509	4.0	9.9	90.1		Grava (%) <u>27.9</u>	
1/2"	12.700	488	3.8	13.7	86.3		Arena (%) <u>45.8</u>	
3/8"	9.520	409	3.2	16.9	83.1		Finos (%) <u>26.4</u>	
1/4"	6.350						Modulo de Fineza (%)	
N° 4	4.750	1,408.0	11.0	27.9	72.1		<b>3. Clasificación</b>	
N° 8	2.360						Limite Líquido (%) <u>22</u>	
N° 10	2.000	117.0	8.6	36.5	63.5		Limite Plástico (%) <u>15</u>	
N° 16	1.190						Indice de Plasticidad (%) <u>7</u>	
N° 20	0.850						Clasificación SUCS <u>SM-SC</u>	
N° 30	0.600						Clasificación AASHTO <u>A-2-4 (0)</u>	
N° 40	0.420	198.0	14.6	51.1	48.9			
N° 50	0.300							
N° 60	0.250							
N° 80	0.180							
N° 100	0.150							
N° 200	0.075	307.0	22.6	73.6	26.4			
Pasante		358.4	26.4	100.0				



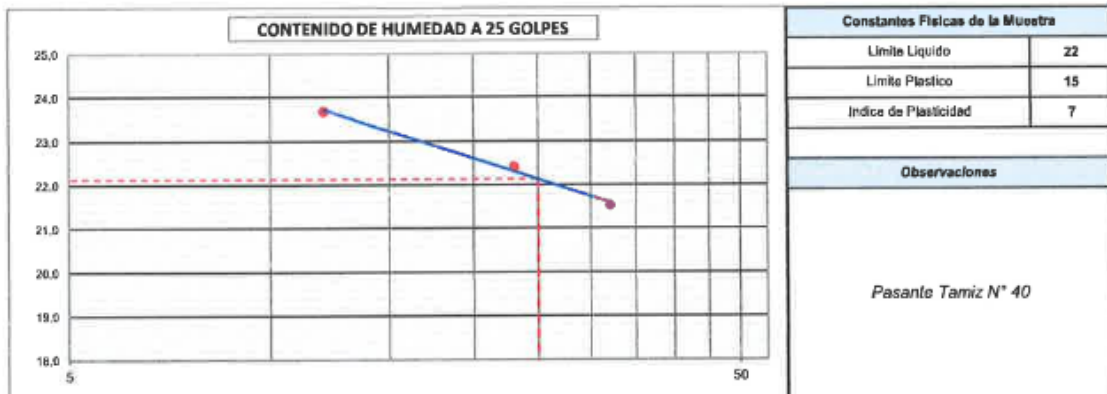
				<b>E&amp;A INGENIERIA Y LABORATORIO S.A.C.</b> LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, PAVIMENTOS Y ALQUILER DE EQUIPOS PARA LABORATORIO DE INGENIERIA	
<b>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS</b>					
<b>LIMITES DE CONSISTENCIA</b>					
(MTC E-110,111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-90, T-99)					
<b>OBRA</b>	:	Mejoramiento de la carretera Oyón Chacayan Ambo, Tramo I : Desvío Cerro de pasco km.181+000 - Desvío Chacayan km.230+000			
<b>Estructura</b>	:	Terreno de fundación de muro de contención			
<b>Ubicación</b>	:	km.205+332 - km.205+375 Punto de muestreo km.205+374 L / Der.			
<b>Calicata N°</b>	:	01	<b>TÉCNICO</b>		: C.R.Y.
<b>Estrato N°</b>	:	01	<b>ING° RESP.</b>		: F.R.G.S
<b>E. Ensayada</b>	:	10.00	<b>FECHA</b>		: 03/02/2022
<b>Profundidad</b>	:	10.00			

**DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO**

N° de Tarro		12	8	5	
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.	60,05	61,18	64,20	
Peso de Tarro + Suelo Seco	gr.	56,18	57,27	59,89	
Peso de Tarro	gr.	39,84	39,83	39,87	
Peso de Agua	gr.	3,87	3,91	4,31	
Peso del Suelo Seco	gr.	16,34	17,44	20,02	<b>Limite Liquido</b>
Contenido de Humedad	%	23,68	22,42	21,53	<b>22</b>
Numero de Golpes		12	23	32	

**DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD**

N° de Tarro		17	16		
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.	21,76	29,22		
Peso de Tarro + Suelo seco	gr.	20,70	26,15		
Peso de Tarro	gr.	13,45	21,00		
Peso de Agua	gr.	1,08	1,07		
Peso de Suelo seco	gr.	7,25	7,15		<b>Limite Plastico</b>
Contenido de Humedad	%	14,82	14,97		<b>15</b>



**E&A INGENIERIA Y LABORATORIO S.A.C.**  
  
**EDUARDO ENRIQUEZ ANAMPA**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 110213





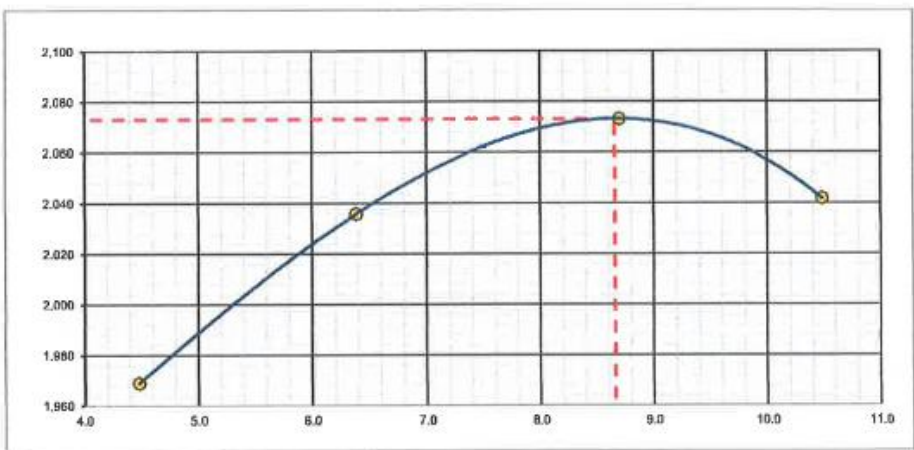
		<b>E&amp;A INGENIERIA Y LABORATORIO S.A.C.</b> LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, PAVIMENTOS Y ALQUILER DE EQUIPOS PARA LABORATORIO DE INGENIERIA
<b>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS</b>		
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>		
(MTC E-108 / ASTM D-2216)		
<b>OBRA</b>	: Mejoramiento de la carretera Oyón Ambo, Tramo II. Desvío Cerro de pasco km. 181+000 - Desvío Chacayan km. 230+000	
<b>Estructura</b>	: Terreno de fundación de muro de contención	
<b>Ubicación</b>	: km.205+332 - km.205+375 Punto de muestreo km.205+374 L / Der.	
<b>Calicata N°</b>	: 01	<b>TÉCNICO</b> : C.R.Y.
<b>Estrato N°</b>	: 01	<b>ING° RESP.</b> : F.R.G.S
<b>E. Ensayada</b>	: 10.00	<b>FECHA</b> : 03/02/2022
<b>Profundidad</b>	: 10.00	

**1. Contenido de Humedad Muestra Integral :**

Descripción	1	2
Peso de tara (gr)		
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)	734.0	
Peso de la tara + muestra seca (gr)	650.0	
Peso del agua contenida (gr)	84.0	
Peso de la muestra seca (gr)	650.0	
Contenido de Humedad (%)	12.9	
Contenido de Humedad Promedio (%)	12.9	

**E&A INGENIERIA Y LABORATORIO S.A.C.**

*Edward Enriquez Anampa*  
 EDWARD ENRIQUEZ ANAMPA  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 110213

				<b>E&amp;A INGENIERIA Y LABORATORIO S.A.C.</b> LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, PAVIMENTOS Y ALQUILER DE EQUIPOS PARA LABORATORIO DE INGENIERIA				
<b>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS</b> <b>RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR)</b> (MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-100)								
<b>OBRA</b> : Mejoramiento de la carretera Oyón Ambo, Tramo II : Desvío Cerro de pasco km.181+000 - Desvío Chacayán km. 230+000								
<b>Estructura</b> : Teneno de fundación de muro de contención <b>Ubicación</b> : km.205+332 - km.205+375 Punto de muestreo km.205+374 L / Der. <b>Calicata N°</b> : 01 <span style="float: right;"><b>TÉCNICO</b> : C.R.Y.</span> <b>Extrato N°</b> : 01 <span style="float: right;"><b>ING° RESP</b> : F.R.G.S</span> <b>E. Ensayada</b> : 10.0 <span style="float: right;"><b>FECHA</b> : 03/02/2022</span> <b>Profundidad</b> : 10.0								
Molde N° 1	Diametro Molde	4"	6"	Volumen Molde	2118	m3.	N° de capas	5
	Metodo	A	B	Peso Molde	6243	gr.	N° de golpes	25 Glp
<b>NUMERO DE ENSAYOS</b>				1	2	3	4	
Peso Suelo + Molde		gr.		10,500	10,830	11,016	11,021	
Peso Suelo Húmedo Compactado		gr.		4,357	4,587	4,773	4,778	
Peso Volumétrico Húmedo		gr.		2,057	2,196	2,254	2,256	
Recipiente Numero				-	-	-	-	
Peso Suelo Húmedo + Tara		gr.		350.0	350.0	300.0	411.0	
Peso Suelo Seco + Tara		gr.		335.0	329.0	276.0	372.0	
Peso de la Tara		gr.						
Peso del agua		gr.		15.0	21.0	24.0	39.0	
Peso del suelo seco		gr.		335	329	276	372	
Contenido de agua		%		4.5	6.4	8.7	10.5	
Densidad Seca		gr/cc		1.969	2.036	2.073	2.042	
<b>RESULTADOS</b>								
Densidad Máxima Seca				2.073	(gr/cm3)	Humedad óptima	8.7	%
Densidad Máxima Seca Corregida				2.073	(gr/cm3)	Humedad óptima	8.7	%
<b>RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA</b>								
								
<b>Nota :</b>		2.542 peso específico						

**E&A INGENIERIA Y LABORATORIO S.A.C.**  
  
 EDWARD ENRIQUEZ ANAMPA  
 INGENIERO CIVIL

		<b>E&amp;A INGENIERIA Y LABORATORIO S.A.C.</b> LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, PAVIMENTOS Y ALQUILER DE EQUIPOS PARA LABORATORIO DE INGENIERIA
---	---	---

**PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO**

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS; CONCRETO Y PAVIMENTOS**

**Obra:** Mejoramiento de la Carretera Oyón Ambo Desvío Cerro de Pasco km.181+000 - al Desvío Chacayan km.230+000

Estructura	: Terreno de fundación de muro de contención	TÉCNICO	: C.R.Y.
Ubicación	: km.205+332 - km.205+375 Punto de muestreo km.205+374 L / Der.	ING° RESP	: F.R.G.S
Calicata	: 01	FECHA	: 03/02/2022
Estrato	: 01		
E. Ensayada	: 10.00		
Profundidad	: 10.00		

		Tamaño Maximo		1 1/2"
RECIPIENTE	UNIDAD	1		PROMEDIO
A) Volumen de Agua	cm <sup>3</sup>	500.0		
B) Peso de la Muestra Seca	g	508.4		
C) Volumen de Agua Desplazado (cm <sup>3</sup> )	cm <sup>3</sup>	200.0		
Peso Especifico = B/C	g/cm <sup>3</sup>	2.542		2.542

OBSERVACIONES :

---




---




---

**E&A INGENIERIA Y LABORATORIO S.A.C.**

  
 EDWARD ENRIQUEZ ANAMPA  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 110213


**E&A INGENIERIA Y LABORATORIO S.A.C.**  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, PAVIMENTOS Y  
 ALQUILER DE EQUIPOS PARA LABORATORIO DE INGENIERIA

0001

	<b>ENSAYO: DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD DE LOS SUELOS EN EL CAMPO POR EL METODO DEL CONO DE ARENA</b>				
<b>NORMA: ASTM D 1556 / MTC E 117</b>					
<b>OBRA</b> : "Mejoramiento de la Carretera Oyón - Ambo, Tramo II: Desvío Cerro de Pasco, (Km 181+000) - Desvío Chacayan (Km 230+000)"					
Estructura : Terreno de fundación de muro de contención Ubicación : km.205+332 - km.205+375 Punto de muestreo km.205+374 L I Der. Calicata : 01 Estrato : 01 E. Ensayada : 10.00 Profundidad : 10.00	TÉCNICO : C.R.Y. ING° RESP : F.R.G.S FECHA : 03/02/2022				
<b>I.- UBICACIÓN y/o PRUEBA</b>					
Ubicación de la muestra	205+374				
Fecha de prueba	03/02/22				
N° De capa	Fundacion				
Espesor de la cpa	T.N.				
<b>II.- DATOS DE CAMPO Y DE LABORATORIO</b>					
1.- Peso de frasco + arena calibrada	gr.	9020			
2.- Peso de frasco + arena que queda	gr.	2420			
3.- Peso de arena empleada		6600			
4.- Peso de arena en el cono	gr.	1567			
5.- Peso de arena en orificio		5033			
6.- Densidad de la arena	gr./cm <sup>3</sup>	1.38			
7.- Volumen del material extraído	cm <sup>3</sup>	3647			
8.- Peso del material + recipiente	gr.	7810			
9.- Peso del recipiente	gr.	527.0			
10.- Peso del material retenido 3/4"	gr.				
11.- Peso específico de la grava	gr./cm <sup>3</sup>				
12.- Volumen de la grava	cm <sup>3</sup>				
13.- Peso de finos	gr.	7283			
14.- Volumen de finos	cm <sup>3</sup>	3647			
15.- Densidad natural húmeda	gr./cm <sup>3</sup>	1.997			
<b>III.- RESULTADOS DE LA PRUEBA</b>					
16.- Contenido de humedad con el uso del SPEDE	%	12.9			
17.- Densidad natural seca	gr./cm <sup>3</sup>	1.768			
<b>IV.- RESULTADOS DE LABORATORIO (Proctor modificado)</b>					
18.- Máxima densidad seca	gr./cm <sup>3</sup>	2.073			
19.- Óptimo contenido de humedad	%	8.7			
<b>V.- RESULTADOS FINAL</b>					
20.- Porcentaje de compactación	%	85.3			
<b>OBSERVACIONES:</b> OBSERVACIONES :  					

**E&A INGENIERIA Y LABORATORIO S.A.C.**  
  
 EDWARD ENRIQUEZ ANAMPA  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 110213



**E&A INGENIERIA Y LABORATORIO S.A.C.**  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, PAVIMENTOS Y  
ALQUILER DE EQUIPOS PARA LABORATORIO DE INGENIERIA  
**CORTE DIRECTO**

**ASTM-D-3080**

**OBRA** : "MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA OYON AMBO, TRAMO II : DESVIO CERRO DE PASCO KM 181+000 - DESVIO CHACAYAN KM 230+000"

**UBICACIÓN** : CHINCHE TINGO DISTRITO DE YANAHUANCA PROVINCIA DANIEL ALCIDES CARRION DEPARTAMENTO PASCO

**CLIENTE** : **CONSORCIO SUPERVISOR OYON CHACAYÁN**

**MATERIAL** : TERRENO DE FUNDACION DE MUROS EN ZONA URBANA CHINCHE TINGO

**PROGRESIVA** : KM 205+374

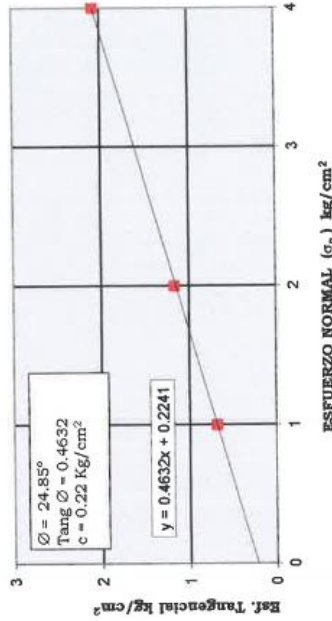
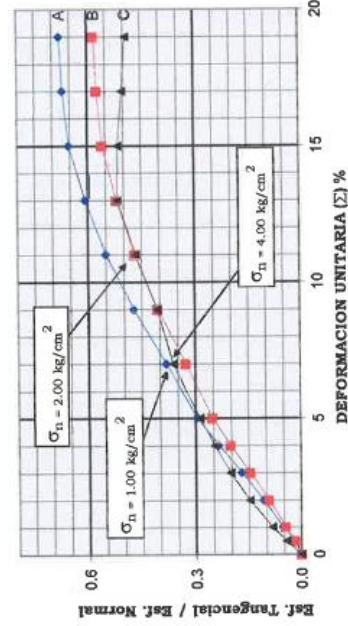
**CALICATA** : C-1

**PROF.(m.)** : 0.00 - 10.00m

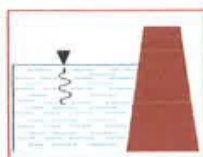
**E&A INGENIERIA Y LABORATORIO S.A.C.**  
EDUARDO ENRIQUEZ ANAMIPA  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 110213

**FECHA:** FEBRERO, 2022

Especimen N°	l cm	h cm	% Humedad		Densidad Seca gr/cm <sup>3</sup>	Esfuerzo Normal Kg/cm <sup>2</sup>
			Inicial	Final		
A	5.97	2.00	12.90	18.85	1.997	1.0
B	5.97	2.00	12.86	18.92	1.998	2.0
C	5.97	2.00	12.88	18.89	2.000	4.0



CA. Los Manzanos Mz 58 lote 19 Urb. Las Flores Distrito de Primavera- San Juan de Lurigancho  
celular 996603765, eduardo.enriquez100@gmail.com  
LIMA-PERU



**E&A INGENIERIA Y LABORATORIO S.A.C.**  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, PAVIMENTOS Y  
ALQUILER DE EQUIPOS PARA LABORATORIO DE INGENIERIA

**CORTE DIRECTO**  
**ASTM-D-3080**

**OBRA** : "MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA OYON AMBO, TRAMO II : DESVIO CERRO DE PASCO KM 181+000 - DESVIO CHACAYAN KM 230+000"  
**UBICACIÓN** : : CHINCHE TINGO DISTRITO DE YANAHUANCA PROVINCIA DANIEL ALCIDES CARRION DEPARTAMENTO PASCO  
**CLIENTE** : **CONSORCIO SUPERVISOR OYON CHACAYÁN**  
**MATERIAL** : TERRENO DE FUNDACION DE MUROS EN ZONA URBANA CHINCHE TINGO  
**PROGRESIVA** : KM 205+374  
**CALICATA** : C-1  
**PROF.(m)** : 0.00 - 10.00m **FECHA:** FEBRERO, 2022

Especímen		A	B	C
Lado	cm	5.97	5.97	5.97
Altura	cm	2.00	2.00	2.00
Densidad seca	gr/cm <sup>3</sup>	1.997	1.998	2.000
Humedad inicial	%	12.90	12.86	12.88
Humedad final	%	18.85	18.92	18.89
Carga	kg/cm <sup>2</sup>	1.0	2.0	4.0

**Deformación Unitaria**

**ε**

**%**

0.5  
1.0  
2.0  
3.0  
4.0  
5.0  
7.0  
9.0  
11.0  
13.0  
15.0  
17.0  
19.0

**Esfuerzo Tangencial/Esfuerzo Normal**

**kg/cm<sup>2</sup>**

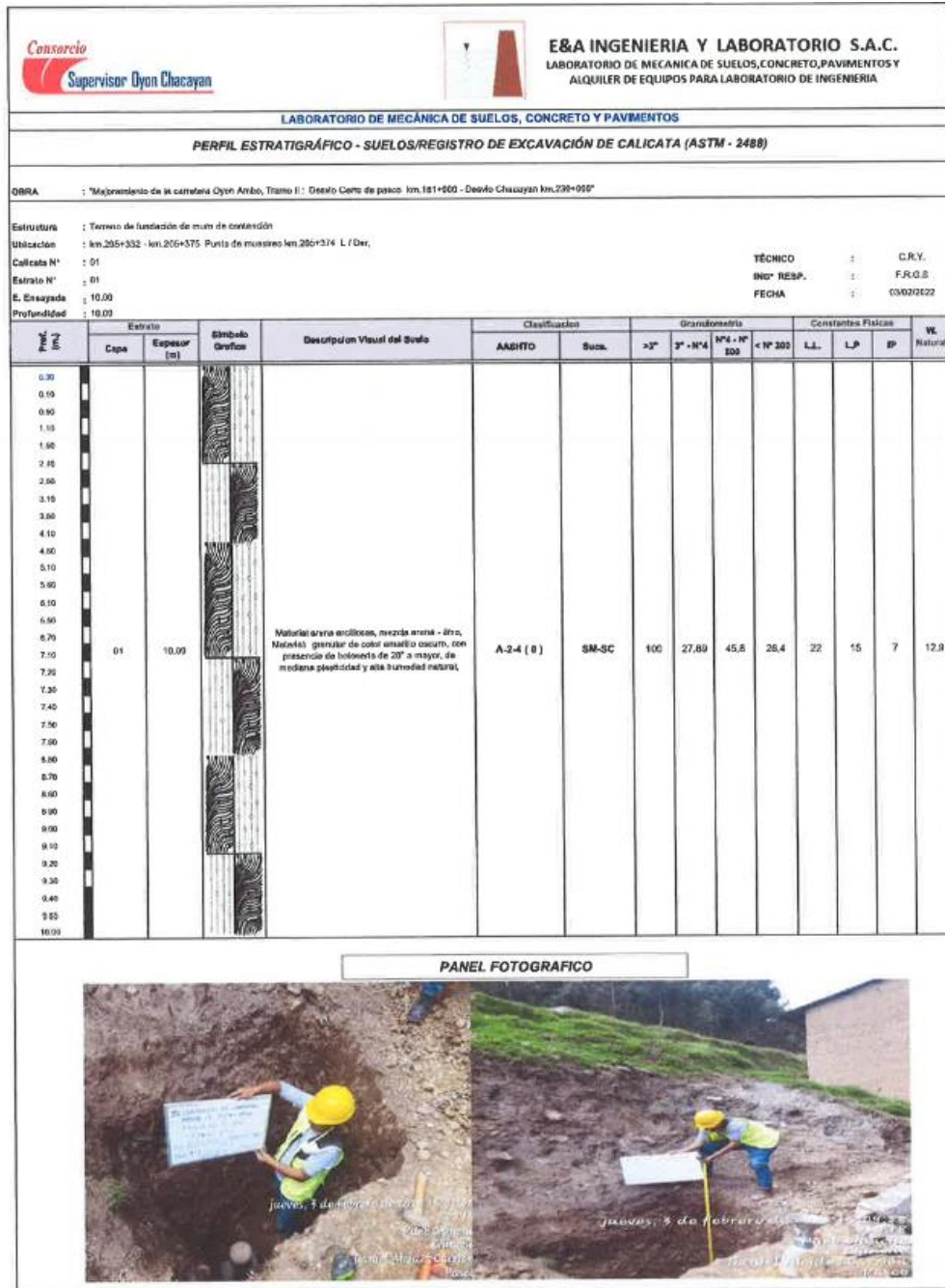
0.0196      0.0167      0.0432  
0.0523      0.0447      0.0836  
0.1091      0.0933      0.1479  
0.1698      0.1453      0.2027  
0.2355      0.2015      0.2476  
0.2954      0.2527      0.2887  
0.3828      0.3275      0.3638  
0.4736      0.4052      0.4080  
0.5495      0.4701      0.4665  
0.6076      0.5198      0.5182  
0.6533      0.5590      0.5163  
0.6703      0.5735      0.5044  
0.6793      0.5812      0.4944

**Angulo de fricción Interna** = 24.85 °

**Cohesión** = 0.22 Kg/cm<sup>2</sup>

**E&A INGENIERIA Y LABORATORIO S.A.C.**

*Edward Enriquez Anampa*  
EDUARDO ENRIQUEZ ANAMPA  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P N° 110213





**E&A INGENIERIA Y LABORATORIO S.A.C.**  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, PAVIMENTOS Y  
ALQUILER DE EQUIPOS PARA LABORATORIO DE INGENIERIA

## **ENSAYOS - CHINCHE TINGO – C15**

### **(km.205+415 LD)**

- CLASIFICACIÓN DE SUELOS
- HUMEDAD NATURAL
- PROCTOR
- PESO ESPECIFICO
- DENSIDAD IN SITU
- CORTE DIRECTO
- PERFIL ESTRATIGRAFICO

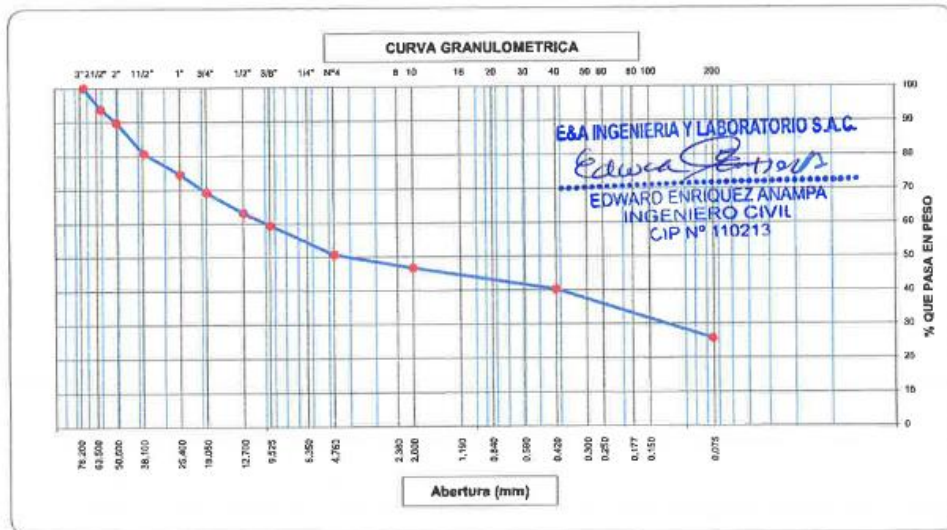
CA. Los Manzanos Mz 58 lote 19 Urb. Las Flores de Primavera Distrito de San Juan de Lurigancho

tel. 7363905 celular 996603765, edenriquez\_10@hotmail.com

LIMA-PERU



				<b>E&amp;A INGENIERIA Y LABORATORIO S.A.C.</b> LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, PAVIMENTOS Y ALQUILER DE EQUIPOS PARA LABORATORIO DE INGENIERIA			
<b>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS</b> <b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO</b> (MTC E-107 / ASTM D-422, C-117 / AASHTO T-27, T-88)							
<b>OBRA</b>	:	Mejoramiento de la carretera Oyon Ambo, Tramo II : Desvío Cerro de pasco km.181+000 - Desvío Chacayan km.230+000					
<b>Estructura</b>	:	Terreno de fundación de muro de contención					
<b>Ubicación</b>	:	km.205+375 - km.205+420 Punto de muestreo km.205+415 L / Der.					
<b>Calicata N°</b>	:	01				<b>TÉCNICO</b> : C.R.Y.	
<b>Extrato N°</b>	:	01				<b>ING° RESP.</b> : F.R.G.S	
<b>E. Ensayada</b>	:	10.00	m.			<b>FECHA</b> : 03/02/2022	
<b>Profundidad</b>	:	10.00	m.				
Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Parcial	Retenido Acumulado	Porcentaje que Pasa	Material sin Especificación	Descripción
5"	127.000						<b>1. Peso de Material</b>
4"	101.600						Peso Inicial Total (kg) <u>16,818.0</u>
3"	73.000				100.0		Peso Fracción Fina (gr) <u>939.0</u>
2 1/2"	60.300	1,059.0	6.3	6.3	93.7		
2"	50.800	645	3.8	10.1	89.9		<b>2. Características</b>
1 1/2"	37.500	1,541	9.2	19.3	80.7		Tamaño Máximo <u>3"</u>
1"	25.400	1,028	6.1	25.4	74.6		Tamaño Máximo Nominal <u>2 1/2"</u>
3/4"	19.000	909	5.4	30.8	69.2		Grava (%) <u>49.3</u>
1/2"	12.700	1,021	6.1	36.9	63.1		Arena (%) <u>25.0</u>
3/8"	9.520	620	3.7	40.6	59.4		Finos (%) <u>25.7</u>
1/4"	6.350						Modulo de Finoza (%)
N° 4	4.750	1,463.0	8.7	49.3	50.7		
N° 8	2.360						<b>3. Clasificación</b>
N° 10	2.000	75.0	4.1	53.3	46.7		Limite Líquido (%) <u>24</u>
N° 16	1.190						Limite Plastico (%) <u>16</u>
N° 20	0.850						Indice de Plasticidad (%) <u>8</u>
N° 30	0.600						Clasificación SUCS <u>GC</u>
N° 40	0.420	119.0	6.4	59.7	40.3		Clasificación AASHTO <u>A-2-4 (0)</u>
N° 50	0.300						
N° 60	0.250						
N° 80	0.180						
N° 100	0.150						
N° 200	0.075	269.0	14.5	74.3	25.7		
Pasante		476.0	25.7	100.0			



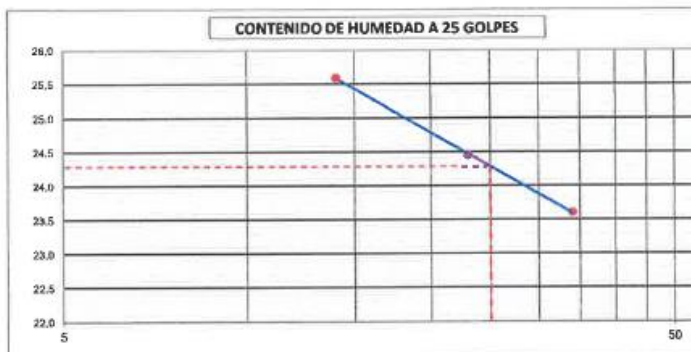
		<b>E&amp;A INGENIERIA Y LABORATORIO S.A.C.</b> LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, PAVIMENTOS Y ALQUILER DE EQUIPOS PARA LABORATORIO DE INGENIERIA
<b>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS</b> <b>LIMITES DE CONSISTENCIA</b> (MTC E-110,111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-99, T-99)		
<b>OBRA</b>	Mejoramiento de la carretera Oyón Chacayán Ambo, Tramo I : Desvío Cerro de pasco km.181+000 - Desvío Chacayán km.230+000	
<b>Estructura</b>	Terreno de fundación de muro de contención	
<b>Ubicación</b>	km.205+375 - km.205+420 Punto de muestreo km.205+415 L / Der.	
<b>Calicata N°</b>	01	<b>TÉCNICO</b> : C.R.Y.
<b>Estrato N°</b>	01	<b>ING° RESP.</b> : F.R.G.S
<b>E. Ensayada</b>	10.00	<b>FECHA</b> : 03/02/2022
<b>Profundidad</b>	10.00	

**DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO**

N° de Tarro		5	4	8	
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.	62.69	62.98	64.13	
Peso de Tarro + Suelo Seco	gr.	58.04	57.55	59.72	
Peso de Tarro	gr.	39.87	39.03	41.04	
Peso de Agua	gr.	4.65	4.53	4.41	
Peso del Suelo Seco	gr.	18.17	18.52	18.68	<b>Límite Líquido</b>
Contenido de Humedad	%	25.59	24.46	23.61	<b>24</b>
Numero de Golpes		14	23	34	


**DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD**

N° de Tarro		20	22	
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.	22.16	27.80	
Peso de Tarro + Suelo seco	gr.	20.95	26.75	
Peso de Tarro	gr.	13.13	20.00	
Peso de Agua	gr.	1.21	1.05	
Peso de Suelo seco	gr.	7.82	6.75	<b>Límite Plástico</b>
Contenido de Humedad	%	15.47	15.56	<b>16</b>



Constantes Físicas de la Muestra	
Límite Líquido	24
Límite Plástico	16
Índice de Plasticidad	8
Observaciones	
Pasante Tamiz N° 40	

**E&A INGENIERIA Y LABORATORIO S.A.C.**  
  
 EDWARD ENRIQUEZ ANAMPA  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P N° 110213



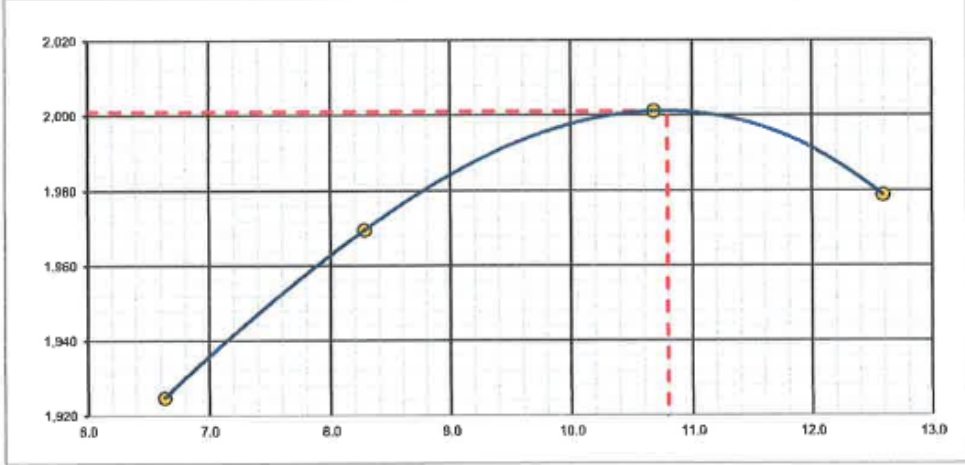
		<b>E&amp;A INGENIERIA Y LABORATORIO S.A.C.</b> LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, PAVIMENTOS Y ALQUILER DE EQUIPOS PARA LABORATORIO DE INGENIERIA
<b>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS</b>		
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>		
(MTC E-108 / ASTM D-2216)		
OBRA	: Mejoramiento de la carretera Oyón Ambo, Tramo II: Desvío Cerro de pescó km. 181+000 - Desvío Chacayan km. 230+000	
Estructura	: Terreno de fundación de muro de contención	
Ubicación	: km.205+375 - km.205+420 Punto de muestreo km.205+415 L / Der.	
Calicata N°	: 01	TÉCNICO : C.R.Y.
Estrato N°	: 01	ING° RESP. : F.R.G.S
E. Ensayada	: 10.00	FECHA : 03/02/2022
Profundidad	: 10.00	

**1. Contenido de Humedad Muestra Integral :**

Descripción	1	2
Peso de tara (gr)		
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)	578.0	
Peso de la tara + muestra seca (gr)	524.0	
Peso del agua contenida (gr)	54.0	
Peso de la muestra seca (gr)	524.0	
Contenido de Humedad (%)	10.3	
Contenido de Humedad Promedio (%)	10.3	

**E&A INGENIERIA Y LABORATORIO S.A.C.**

*Edward Enriquez Anampa*  
 EDWARD ENRIQUEZ ANAMPA  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 110213

				<b>E&amp;A INGENIERIA Y LABORATORIO S.A.C.</b> LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, PAVIMENTOS Y ALQUILER DE EQUIPOS PARA LABORATORIO DE INGENIERIA					
<b>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS</b> <b>RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR)</b> (MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-180)									
<b>OBRA</b> : Mejoramiento de la carretera Oyon Ambo , Tramo II : Desvío Cerro de pasco km.181+000 - Desvío Chacayan km. 230+000									
<b>Estructura</b> : Terreno de fundación de muro de contención <b>Ubicación</b> : km.265+375 - km.205+420 Punto de muestreo km.205+415 L / Der. <b>Calicata N°</b> : 01 <span style="float: right;"><b>TÉCNICO</b> : C.R.Y.</span> <b>Extrato N°</b> : 01 <span style="float: right;"><b>ING° RESP</b> : F.R.G.S</span> <b>E. Ensayada</b> : 10.0 <span style="float: right;"><b>FECHA</b> : 03/02/2022</span> <b>Profundidad</b> : 10.0									
Molde N° 1	Diametro Molde	4"	5"		Volumen Molde	2118	m3.	N° de capas	5
	Metodo	A	B	C	Peso Molde	6243	gr.	N° de golpes	56 GIp
<b>NUMERO DE ENSAYOS</b>					1	2	3	4	
Peso Suelo + Molde		gr.		10,590	10,760	10,934	10,962		
Peso Suelo Humedo Compactado		gr.		4,347	4,517	4,891	4,719		
Peso Volumetrico Humedo		gr.		2,052	2,133	2,215	2,228		
Recipiente Numero				-	-	-	-		
Peso Suelo Humedo + Tara		gr.		370.0	340.0	342.0	465.0		
Peso Suelo Seco + Tara		gr.		347.0	314.0	309.0	413.0		
Peso de la Tara		gr.							
Peso del agua		gr.		23.0	26.0	33.0	52.0		
Peso del suelo seco		gr.		347	314	309	413		
Contenido de agua		%		6.6	8.3	10.7	12.6		
Densidad Seca		gr/cc		1.925	1.970	2.001	1.979		
<b>RESULTADOS</b>									
Densidad Máxima Seca				2.001	(gr/cm3)	Humedad óptima		10.8	%
Densidad Máxima Seca Correjada				2.164	(gr/cm3)	Humedad óptima		7.7	%
<b>RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA</b>									
									
Nota :		2.522 peso especifico							

**E&A INGENIERIA Y LABORATORIO S.A.C.**  
  
**EDWARD ENRIQUEZ ANAMPA**  
 INGENIERO CIVIL

		<b>E&amp;A INGENIERIA Y LABORATORIO S.A.C.</b> LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, PAVIMENTOS Y ALQUILER DE EQUIPOS PARA LABORATORIO DE INGENIERIA
---	---	---

**PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO**

<b>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS; CONCRETO Y PAVIMENTOS</b>			
<b>Obra: Mejoramiento de la Carretera Oyón Ambo Desvío Cerro de Pasco km.181+000 - al Desvío C</b>			
Estructura	: Terreno de fundación de muro de contención	TÉCNICO	: C.R.Y.
Ubicación	: km.205+375 - km.205+420 Punto de muestreo km.205+415 L / Der.	ING° RESP	: F.R.G.S
Calicata	: 01	FECHA	: 03/02/2022
Estrato	: 01		
E. Ensayada	: : 10.00		
Profundidad	: : 10.00		

		Tamaño Maximo		1 1/2"
RECIPIENTE	UNIDAD	1		PROMEDIO
A) Volumen de Agua	cm <sup>3</sup>	500.0		
B) Peso de la Muestra Seca	g	504.3		
C) Volumen de Agua Desplazado (cm <sup>3</sup> )	cm <sup>3</sup>	200.0		
Peso Especifico = B/C	g/cm <sup>3</sup>	2.522		2.522

OBSERVACIONES : \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

**E&A INGENIERIA Y LABORATORIO S.A.C.**  
  
 EDUARDO ENRIQUEZ ANAMPA  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 110213



**E&A INGENIERIA Y LABORATORIO S.A.C.**  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, PAVIMENTOS Y  
ALQUILER DE EQUIPOS PARA LABORATORIO DE INGENIERIA

	<b>ENSAYO: DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD DE LOS SUELOS EN EL CAMPO POR EL METODO DEL CONO DE ARENA</b>	
	<b>NORMA: ASTM D 1556 / MTC E 117</b>	
<b>OBRA :</b> "Mejoramiento de la Carretera Oyon - Ambo, Tramo II: Desvío Cerro de Pasco.(Km 181+000) - Desvío Chacayan(Km 230+000)"		
<b>Estructura</b>	Terrazo de fundación de muro de contención	
<b>Ubicación</b>	km.205+375 - km.205+420 Punto de muestreo km.205+415 L / Der.	
<b>Calicata</b>	01	<b>TÉCNICO :</b> C.R.Y. <b>ING° RESP° :</b> F.R.O.S <b>FECHA :</b> 03/02/2022
<b>Estado</b>	01	
<b>E. Ensayada</b>	10.00	
<b>Profundidad</b>	10.00	
<b>I.- UBICACIÓN y/o PRUEBA</b>		
Ubicación de la muestra	205+415	
Fecha de prueba	03/02/22	
N° De capa	Fundacion	
Espesor de la cpa	T.N.	
<b>II.- DATOS DE CAMPO y DE LABORATORIO</b>		
1.- Peso de frasco + arena calibrada	gr.	9030
2.- Peso de frasco + arena que queda	gr.	3450
3.- Peso de arena empleada		5580
4.- Peso de arena en el cono	gr.	1567
5.- Peso de arena en orificio		4013
6.- Densidad de la arena	gr./cm <sup>3</sup>	1.38
7.- Volumen del material extraído	cm <sup>3</sup>	2908
8.- Peso del material + recipiente	gr.	6730
9.- Peso del recipiente	gr.	527.0
10.- Peso del material retenido 3/4"	gr.	
11.- Peso específico de la grava	gr./cm <sup>3</sup>	
12.- Volumen de la grava	cm <sup>3</sup>	
13.- Peso de finos	gr.	6203
14.- Volumen de finos	cm <sup>3</sup>	2908
15.- Densidad natural húmeda	gr./cm <sup>3</sup>	2.133
<b>III.- RESULTADOS DE LA PRUEBA</b>		
16.- Contenido de humedad con el uso del SPEDC	%	10.3
117.- Densidad natural seca	gr./cm <sup>3</sup>	1.934
<b>IV.- RESULTADOS DE LABORATORIO (Proctor modificado)</b>		
18.- Máxima densidad seca	gr./cm <sup>3</sup>	2.001
19.- Óptimo contenido de humedad	%	10.8
<b>V.- RESULTADOS FINAL</b>		
20.- Porcentaje de compactación	%	96.6
<b>OBSERVACIONES:</b>		
<b>OBSERVACIONES :</b>		

**E&A INGENIERIA Y LABORATORIO S.A.C.**  
  
 EDUARDO ENRIQUEZ ANAMPA  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 110213



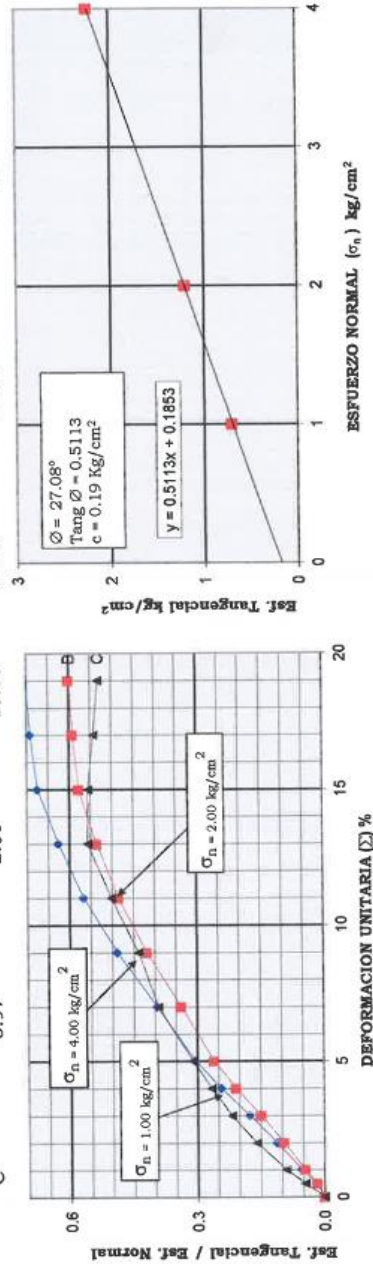
**E&A INGENIERIA Y LABORATORIO S.A.C.**  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, PAVIMENTOS Y  
ALQUILER DE EQUIPOS PARA LABORATORIO DE INGENIERIA  
**CORTE DIRECTO**  
**ASTM-D-3080**

**OBRA** : "MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA OYON AMBO, TRAMO II : DESVIO CERRO DE PASCO KM 181+000 - DESVIO CHACAYAN KM 230+000"  
**UBICACIÓN** : CHINCHE TINGO DISTRITO DE YANAHUANCA PROVINCIA DANIEL ALCIDES CARRION DEPARTAMENTO PASCO  
**CLIENTE** : CONSORCIO SUPERVISOR OYON CHACAYÁN  
**MATERIAL** : TERRENO DE FUNDACION DE MUROS EN ZONA URBANA CHINCHE TINGO  
**PROGRESIVA** : KM 205+415  
**CALICATA** : C-1  
**PROF.(m.)** : 0.00 - 10.00m

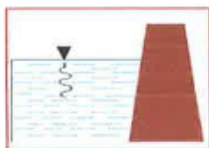
**FECHA:** FEBRERO, 2022

E&A INGENIERIA Y LABORATORIO  
EDUARDO ENRIQUEZ ANAH  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 110213

Especimen N°	h cm	% Humedad Inicial	% Humedad Final	Densidad Seca gr/cm <sup>3</sup>	Esfuerzo Normal Kg/cm <sup>2</sup>
A	5.97	10.30	19.41	2.133	1.0
B	5.97	10.29	19.48	2.134	2.0
C	5.97	10.28	19.45	2.136	4.0



C.A. Los Manzanos Mz 58 lote 19 Urb. Las Flores Distrito de Primavera- San Juan de Lurigancho  
celular 996603765, eduardo.enriquez100@gmail.com  
LIMA-PERU



**E&A INGENIERIA Y LABORATORIO S.A.C.**  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, PAVIMENTOS Y  
ALQUILER DE EQUIPOS PARA LABORATORIO DE INGENIERIA

**CORTE DIRECTO  
ASTM-D-3080**

<b>OBRA</b>	: "MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA OYON AMBO, TRAMO II : DESVIO CERRO DE PASCO KM 181+000 - DESVIO CHACAYAN KM 230+000"
<b>UBICACIÓN</b>	: CHINCHE TINGO DISTRITO DE YANAHUANCA PROVINCIA DANIEL ALCIDES CARRION DEPARTAMENTO PASCO
<b>CLIENTE</b>	: <b>CONSORCIO SUPERVISOR OYON CHACAYÁN</b>
<b>MATERIAL</b>	: TERRENO DE FUNDACION DE MUROS EN ZONA URBANA CHINCHE TINGO
<b>PROGRESIVA</b>	: KM 205+415
<b>CALICATA</b>	: C-1
<b>PROF.(m)</b>	: 0.00 - 10.00m
	<b>FECHA:</b> FEBRERO, 2022

Especímen		<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
Lado	cm	5.97	5.97	5.97
Altura	cm	2.00	2.00	2.00
Densidad seca	gr/cm <sup>3</sup>	2.133	2.134	2.136
Humedad inicial	%	10.30	10.29	10.28
Humedad final	%	19.41	19.48	19.45
Carga	kg/cm <sup>2</sup>	1.0	2.0	4.0

**Deformación Unitaria**

**Esfuerzo Tangencial/Esfuerzo Normal**

$\epsilon$ %		<b>kg/cm<sup>2</sup></b>	
0.5	0.0202	0.0173	0.0465
1.0	0.0540	0.0462	0.0900
2.0	0.1126	0.0964	0.1593
3.0	0.1753	0.1501	0.2184
4.0	0.2431	0.2082	0.2667
5.0	0.3049	0.2611	0.3110
7.0	0.3952	0.3384	0.3919
9.0	0.4889	0.4187	0.4394
11.0	0.5672	0.4857	0.5025
13.0	0.6272	0.5371	0.5582
15.0	0.6744	0.5775	0.5562
17.0	0.6919	0.5926	0.5434
19.0	0.7012	0.6005	0.5326




**Angulo de fricción Interna** = 27.08 °

**Cohesión** = 0.19 Kg/cm<sup>2</sup>

**E&A INGENIERIA Y LABORATORIO S.A.C.**

*Edward Enríquez Anampa*  
EDWARD ENRIQUEZ ANAMPA  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 110213



				<b>E&amp;A INGENIERIA Y LABORATORIO S.A.C.</b> LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, PAVIMENTOS Y ALQUILER DE EQUIPOS PARA LABORATORIO DE INGENIERIA										
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS														
<b>PERFIL ESTRATIGRÁFICO - SUELOS/REGISTRO DE EXCAVACIÓN DE CALICATA (ASTM - 2488)</b>														
OBRA : "Mejoramiento de la carretera Oyón Ambo, Tramo B: Desvío Cerro de pasco km.181+030 - Desvío Chacayan km.230+000"														
Estructura : Tercero de fundación de muro de contención Ubicación : km.205+375 - km.205+420 Punto de muestra km.205+415 L / Der. Calicata N° : 01 Extrato N° : 01 E. Esayada : 10.00 Profundidad : 10.00														
Prof. (m.)	Extrato		Símbolo Gráfico	Descripción Visual del Suelo	Clasificación		Granulometría				Constantes Placas			W. Natural
	Capa	Espeor (m)			AASHTO	Soes.	> 5"	3" - 4"	Nº 200	< Nº 200	L.L.	L.P.	IP	
0.00	01	10.00		Material grano limoso, mezcla de grava - arena - arcilla. Material granular de color rojo, con presencia de bolsones de 3" a 8" a mayor, de mediana plasticidad y baja humedad natural.	A-2-4 (U)	GC	100	46.26	25.0	25.7	24	16	8	10.3
0.10														
0.20														
0.30														
0.40														
0.50														
0.60														
0.70														
0.80														
0.90														
1.00														
1.10														
1.20														
1.30														
1.40														
1.50														
1.60														
1.70														
1.80														
1.90														
2.00														
2.10														
2.20														
2.30														
2.40														
2.50														
2.60														
2.70														
2.80														
2.90														
3.00														
3.10														
3.20														
3.30														
3.40														
3.50														
3.60														
3.70														
3.80														
3.90														
4.00														
4.10														
4.20														
4.30														
4.40														
4.50														
4.60														
4.70														
4.80														
4.90														
5.00														
5.10														
5.20														
5.30														
5.40														
5.50														
5.60														
5.70														
5.80														
5.90														
6.00														
6.10														
6.20														
6.30														
6.40														
6.50														
6.60														
6.70														
6.80														
6.90														
7.00														
7.10														
7.20														
7.30														
7.40														
7.50														
7.60														
7.70														
7.80														
7.90														
8.00														
8.10														
8.20														
8.30														
8.40														
8.50														
8.60														
8.70														
8.80														
8.90														
9.00														
9.10														
9.20														
9.30														
9.40														
9.50														
9.60														
9.70														
9.80														
9.90														
10.00														

PANEL FOTOGRAFICO



E&A INGENIERIA Y LABORATORIO S.A.C.  
*Edward Enriquez Anampa*  
 EDWARD ENRIQUEZ ANAMPA  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 110213





**E&A INGENIERIA Y LABORATORIO S.A.C.**  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, PAVIMENTOS Y  
ALQUILER DE EQUIPOS PARA LABORATORIO DE INGENIERIA

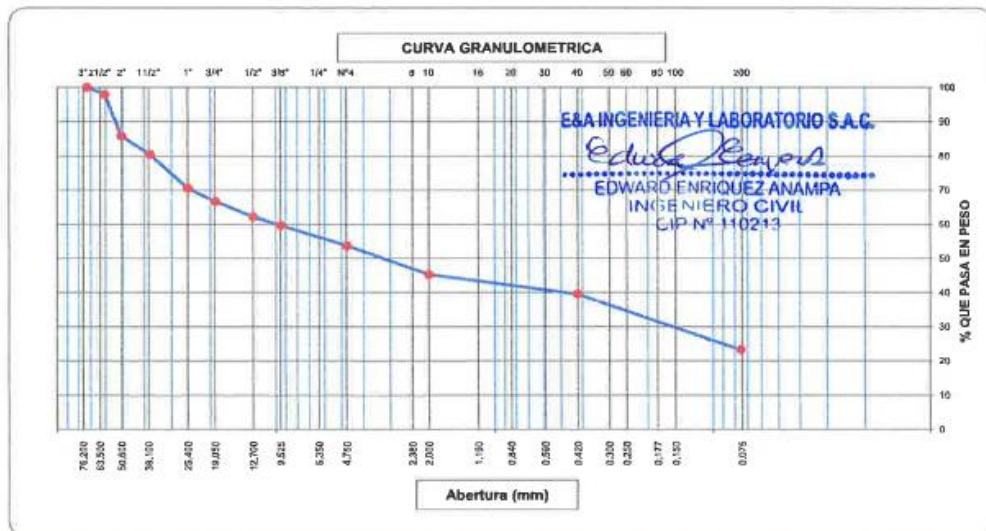
## **ENSAYOS - CHINCHE TINGO – C16**

### **(km.205+425 LD)**

- CLASIFICACIÓN DE SUELOS
- HUMEDAD NATURAL
- PROCTOR
- PESO ESPECIFICO
- DENSIDAD IN SITU
- CORTE DIRECTO
- PERFIL ESTRATIGRAFICO

CA. Los Manzanos Mz 58 lote 19 Urb. Las Flores de Primavera Distrito de San Juan de Lurigancho  
tel. 7363905 celular 996603765, edenriquez\_10@hotmail.com  
LIMA-PERU

							
E&A INGENIERIA Y LABORATORIO S.A.C. LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, PAVIMENTOS Y ALQUILER DE EQUIPOS PARA LABORATORIO DE INGENIERIA							
<b>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS</b>							
<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO</b>							
(MTC E-107 / ASTM D-422, C-117 / AASHTO T-27, T-88)							
<b>OBRA</b>	Mejoramiento de la carretera Oyón Ambo, Tramo II : Desvío Cerro de pasco km.181+000 - Desvío Chacayan km.230+000						
<b>Estructura</b>	Terreno de fundación de muro de contención						
<b>Ubicación</b>	km.205+420 - km.205+440 Punto de muestreo km.205+425 L / Der.						
<b>Calicata N°</b>	02	<b>TÉCNICO</b>	G.R.Y.				
<b>Estrato N°</b>	01	<b>ING° RESP.</b>	F.R.G.S				
<b>E. Ensayada</b>	10.00 m.	<b>FECHA</b>	03/02/2022				
<b>Profundidad</b>	10.00 m.						
Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Parcial	Retenido Acumulado	Porcentaje que Pasa	Material sin Especificación	Descripción
5"	127.000						<b>1. Peso de Material</b>
4"	101.600						Peso Inicial Total (kg) <u>18,214.0</u>
3"	73.000				100.0		Peso Fracción Fina (gr) <u>972.0</u>
2 1/2"	60.300	319.0	2.1	2.1	97.9		<b>2. Características</b>
2"	50.800	1,820	12.0	14.1	85.9		Tamaño Máximo <u>3"</u>
1 1/2"	37.500	831	5.5	19.5	80.5		Tamaño Máximo Nominal <u>2 1/2"</u>
1"	25.400	1,495	9.8	29.4	70.7		Grava (%) <u>46.2</u>
3/4"	19.000	593	3.9	33.3	66.6		Arena (%) <u>30.6</u>
1/2"	12.700	684	4.5	37.8	62.3		Finos (%) <u>23.3</u>
3/8"	9.520	384	2.6	40.3	59.7		Modulo de Finezza (%)
1/4"	6.350						<b>3. Clasificación</b>
N° 4	4.750	891.0	5.8	46.2	53.8		Límite Líquido (%) <u>24</u>
N° 8	2.360						Límite Plástico (%) <u>17</u>
N° 10	2.000	164.0	8.5	54.7	45.3		Índice de Plasticidad (%) <u>7</u>
N° 15	1.190						Clasificación SUCS <u>GM-GC</u>
N° 20	0.850						Clasificación AASHTO <u>A-2-4 (0)</u>
N° 30	0.600						
N° 40	0.420	103.0	5.7	60.4	39.6		
N° 50	0.300						
N° 60	0.250						
N° 80	0.180						
N° 100	0.150						
N° 200	0.075	295.0	16.3	76.8	23.3		
Pasante		420.0	23.3	100.0			



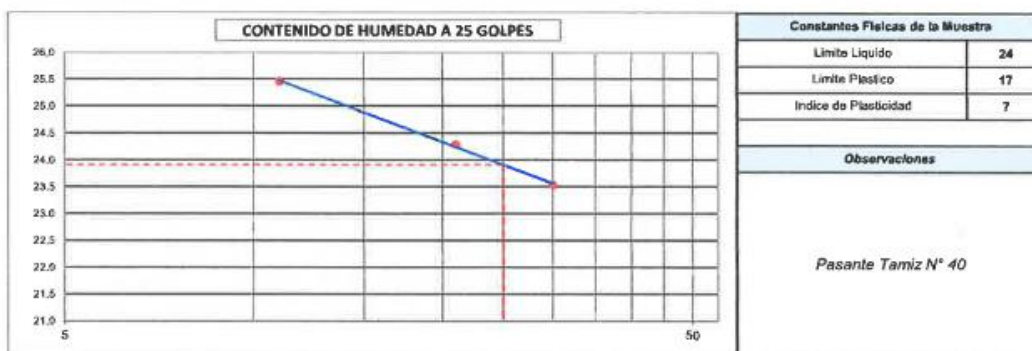
				<b>E&amp;A INGENIERIA Y LABORATORIO S.A.C.</b> LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, PAVIMENTOS Y ALQUILER DE EQUIPOS PARA LABORATORIO DE INGENIERIA	
<b>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS</b>					
<b>LIMITES DE CONSISTENCIA</b> (MTC E-110,111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-99, T-99)					
DBRA	:	Mejoramiento de la carreteta Oyón Chacayan Ambo, Tramo II : Desvío Cerro de pesco km.181+000 - Desvío Chacayan km.230+000			
Estructura	:	Terreno de fundación de muro de contención			
Ubicación	:	km.205+420 - km.205+440 Punto de muestreo km.205+425 L / Der.			
Calicata N°	:	02	TÉCNICO	:	C.R.Y.
Estirato N°	:	01	ING° RESP.	:	F.R.G.S
E. Ensayada	:	10.00	FECHA	:	03/02/2022
Profundidad	:	10.00			


**DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO**



N° de Tarro		6	7	5	
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.	82.11	65.42	64.12	
Peso de Tarro + Suelo Seco	gr.	57.83	60.61	58.50	
Peso de Tarro	gr.	41.02	40.81	39.87	
Peso de Agua	gr.	4.28	4.81	4.62	
Peso del Suelo Seco	gr.	16.81	19.80	19.63	<b>Limite Liquido</b>
Contenido de Humedad	%	25.46	24.29	23.54	<b>24</b>
Numero de Golpes		11	21	30	

**DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD**

N° de Tarro		23	15	
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.	22.60	30.35	
Peso de Tarro + Suelo seco	gr.	21.25	29.06	
Peso de Tarro	gr.	13.40	21.38	
Peso de Agua	gr.	1.35	1.29	
Peso de Suelo seco	gr.	7.85	7.68	<b>Limite Plastico</b>
Contenido de Humedad	%	17.20	16.80	<b>17</b>



**E&A INGENIERIA Y LABORATORIO S.A.C.**  
  
 EDWARD ENRIQUEZ ANAMPA  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 110213



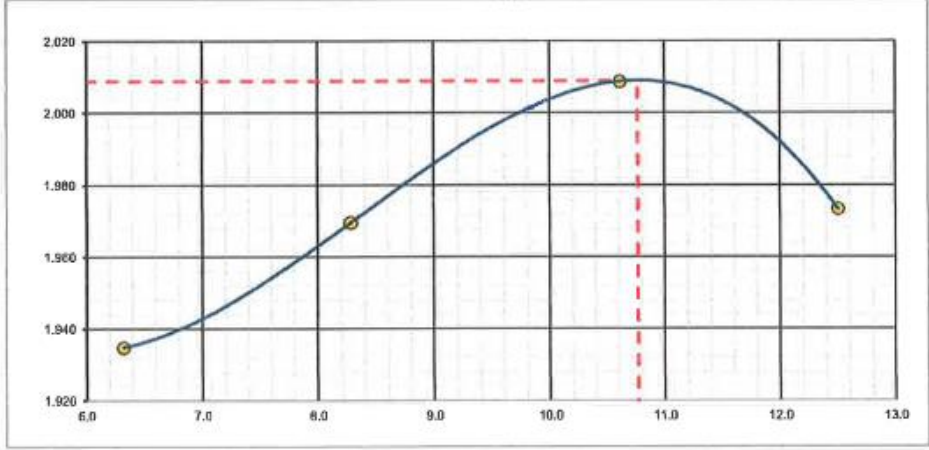
				<b>E&amp;A INGENIERIA Y LABORATORIO S.A.C.</b> LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, PAVIMENTOS Y ALQUILER DE EQUIPOS PARA LABORATORIO DE INGENIERIA	
<b>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS</b>					
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b> (MTC E-108 / ASTM D-2216)					
<b>OBRA</b> : Mejoramiento de la carretera Oyon Ambo, Tramo II. Desvío Cerro de pasco km. 181+000 - Desvío Chacayan km. 230+000					
<b>Estructura</b> : Terreno de fundación de muro de contención <b>Ubicación</b> : km.205+420 - km.205+440 Punto de muestreo km.206+425 L / Der. <b>Calicata N°</b> : 02 <span style="float: right;"><b>TÉCNICO</b> : C.R.Y.</span> <b>Estrato N°</b> : 01 <span style="float: right;"><b>ING° RESP.</b> : F.R.G.S</span> <b>E. Ensayada</b> : 10.00 <span style="float: right;"><b>FECHA</b> : 03/02/2022</span> <b>Profundidad</b> : 10.00					

**1. Contenido de Humedad Muestra Integral :**

Descripción	1	2
Peso de tara (gr)		
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)	673.0	
Peso de la tara + muestra seca (gr)	613.0	
Peso del agua contenida (gr)	60.0	
Peso de la muestra seca (gr)	613.0	
Contenido de Humedad (%)	9.8	
Contenido de Humedad Promedio (%)	9.8	

**E&A INGENIERIA Y LABORATORIO S.A.C.**

*Edward Enriquez Anampa*  
 EDWARD ENRIQUEZ ANAMPA  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 110213

				LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, PAVIMENTOS Y ALQUILER DE EQUIPOS PARA LABORATORIO DE INGENIERÍA						
<b>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS</b> <b>RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR)</b> (MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-160)										
<b>OBRA</b> : Mejoramiento de la carretera Oyón Ambo , Tramo II: Desvío Cerro de pasco km.181+000 - Desvío Chacayan km. 230+000										
<b>Estructura</b> : Terreno de fundación de muro de contención <b>Ubicación</b> : km.205+420 - km.205+440 Punto de muestreo km 205+425 L / Der. <b>Calicata N°</b> : 02 <span style="float: right;"><b>TÉCNICO</b> : C.R.Y.</span> <b>Estrato N°</b> : 01 <span style="float: right;"><b>ING° RESP</b> : F.R.G.S</span> <b>E. Ensayada</b> : ### <span style="float: right;"><b>FECHA</b> : 03/02/2022</span> <b>Profundidad</b> : ###										
Molde N° 1	Diametro Molde	4"	6"		Volumen Molde	2118	m3.	N° de capas	5	
	Metodo	A	B	C	Peso Molde	6243	gr.	N° de golpes	56 Gip	
<b>NUMERO DE ENSAYOS</b>					1	2	3	4		
Peso Suelo + Molde					gr.	10,600	10,760	10,949	10,845	
Peso Suelo Humedo Compactado					gr.	4,357	4,517	4,706	4,702	
Peso Volumetrico Humedo					gr.	2,057	2,133	2,222	2,220	
Recipiente Numero						-	-	-	-	
Peso Suelo Humedo + Tara					gr.	370,0	340,0	417,0	466,0	
Peso Suelo Seco + Tara					gr.	348,0	314,0	377,0	416,0	
Peso de la Tara					gr.					
Peso del agua					gr.	22,0	26,0	40,0	52,0	
Peso del suelo seco					gr.	348	314	377	416	
Contenido de agua					%	6,3	8,3	10,6	12,5	
Densidad Seca					gr/cc	1,935	1,970	2,009	1,973	
<b>RESULTADOS</b>										
Densidad Máxima Seca					2,009	(gr/cm3)	Humedad óptima		10,8	%
Densidad Máxima Seca Correjada					2,170	(gr/cm3)	Humedad óptima		7,7	%
<b>RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA</b>										
										
Nota : <b>2.513</b> peso especifico										

**E&A INGENIERIA Y LABORATORIO S.A.C.**  
  
**EDWARD ENRIQUEZ ANAMPA**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 110217

		<b>E&amp;A INGENIERÍA Y LABORATORIO S.A.C.</b> <small>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, PAVIMENTOS Y ALQUILER DE EQUIPOS PARA LABORATORIO DE INGENIERÍA</small>
---	---	---

**PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO**

<b>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS; CONCRETO Y PAVIMENTOS</b>			
<i>Obra: Mejoramiento de la Carretera Oyon Ambo Desvio Cerro de Pasco km.181+000 - al Desvio Chacayan km.230+000</i>			
Estructura	: Terreno de fundación de muro de contención	TÉCNICO	: C.R.Y.
Ubicación	: km.205+420 - km.205+440 Punto de muestreo km.205+425 L / Der.	ING° RESP	: F.R.G.S
Calicata	: 02	FECHA	: 03/02/2022
Estrato	: 01		
E. Ensayada	: 10.00		
Profundidad	: 10.00		

		Tamaño Maximo		1 1/2"
RECIPIENTE	UNIDAD	1		PROMEDIO
A) Volumen de Agua	cm <sup>3</sup>	500.0		
B) Peso de la Muestra Seca	g	502.5		
C) Volumen de Agua Desplazado (cm <sup>3</sup> )	cm <sup>3</sup>	200.0		
Peso Específico = B/C	g/cm <sup>3</sup>	2.513		2.513

**OBSERVACIONES :**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_


\_\_\_\_\_

**E&A INGENIERIA Y LABORATORIO S.A.C.**

  
 EDUARDO ENRIQUEZ ANAMPA  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 110213



**E&A INGENIERIA Y LABORATORIO S.A.C.**  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, PAVIMENTOS Y  
ALQUILER DE EQUIPOS PARA LABORATORIO DE INGENIERIA

	<b>ENSAYO: DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD DE LOS SUELOS EN EL CAMPO POR EL METODO DEL CONO DE ARENA</b>	
	<b>NORMA: ASTM D 1556 / MTC E 117</b>	
<b>OBRA</b> : "Mejoramiento de la Carretera Oyón - Ambo, Tramo II: Desvío Cerro de Pasco.(Km 181+000) - Desvío Chacayan(Km 230+000)"		
<b>Estructura</b> : Terreno de fundación de muro de contención <b>Ubicación</b> : km.205+420 - km.205+440 Punto de muestreo km.205+425 L / Der. <b>Calicata</b> : 02 <b>Estrato</b> : 01 <b>E. Ensayada</b> : 10.00 <b>Profundidad</b> : 10.00	<b>TÉCNICO</b> : C.R.Y. <b>ING° RESP</b> : F.R.G.S <b>FECHA</b> : 03/02/2022	
<b>I.- UBICACIÓN y/o PRUEBA</b>		
Ubicación de la muestra	205+425	
Fecha de prueba	03/02/22	
N° De capa	Fundación	
Espesor de la cpa	T.N.	
<b>II.- DATOS DE CAMPO y DE LABORATORIO</b>		
1.- Peso de frasco + arena calibrada	gr.	9090
2.- Peso de frasco + arena que queda	gr.	3501
3.- Peso de arena empleada		5589
4.- Peso de arena en el cono	gr.	1567
5.- Peso de arena en orificio		4022
6.- Densidad de la arena	gr./cm <sup>3</sup>	1.38
7.- Volumen del material extraído	cm <sup>3</sup>	2914
8.- Peso del material + recipiente	gr.	6758
9.- Peso del recipiente	gr.	527.0
10.- Peso del material retenido 3/4"	gr.	
11.- Peso específico de la grava	gr./cm <sup>3</sup>	
12.- Volumen de la grava	cm <sup>3</sup>	
13.- Peso de finos	gr.	6231
14.- Volumen de finos	cm <sup>3</sup>	2914
15.- Densidad natural húmeda	gr./cm <sup>3</sup>	2.138
<b>III.- RESULTADOS DE LA PRUEBA</b>		
16.- Contenido de humedad con el uso del SPEDI	%	9.8
117.- Densidad natural seca	gr./cm <sup>3</sup>	1.947
<b>IV.- RESULTADOS DE LABORATORIO (Proctor modificado)</b>		
18.- Máxima densidad seca	gr./cm <sup>3</sup>	2.009
19.- Óptimo contenido de humedad	%	10.8
<b>V.- RESULTADOS FINAL</b>		
20.- Porcentaje de compactación	%	96.9
<b>OBSERVACIONES:</b>		
<div style="border: 1px solid black; height: 20px; width: 100%;"></div>		

**E&A INGENIERIA Y LABORATORIO S.A.C.**  
  
 EDWARD ENRIQUEZ ANAMPA  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 110213





**E&A INGENIERIA Y LABORATORIO S.A.C.**  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, PAVIMENTOS Y  
ALQUILER DE EQUIPOS PARA LABORATORIO DE INGENIERIA

**CORTE DIRECTO**  
**ASTM-D-3080**

**OBRA** : "MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA OYON AMBO, TRAMO II : DESVIO CERRO DE PASCO KM 181+000 - DESVIO CHACAYAN KM 230+000"

**UBICACIÓN** : CHINCHE TINGO DISTRITO DE YANAHUANCA, PROVINCIA DANIEL ALCIDES CARRION DEPARTAMENTO PASCO

**CLIENTE** : **CONSORCIO SUPERVISOR OYON CHACAYÁN**

**MATERIAL** : TERRENO DE FUNDACION DE MUROS EN ZONA URBANA CHINCHE TINGO

**PROGRESIVA** : KM 205+425

**CALICATA** : C-2

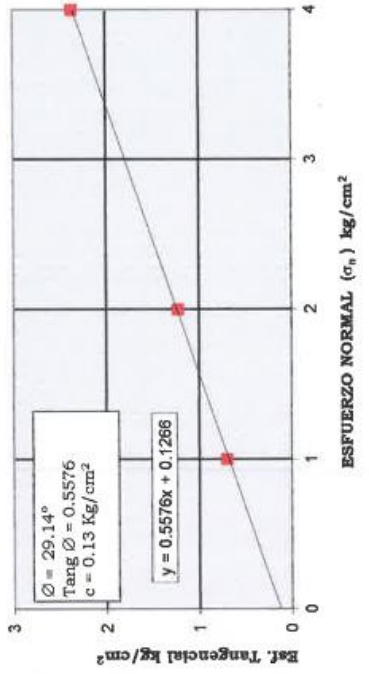
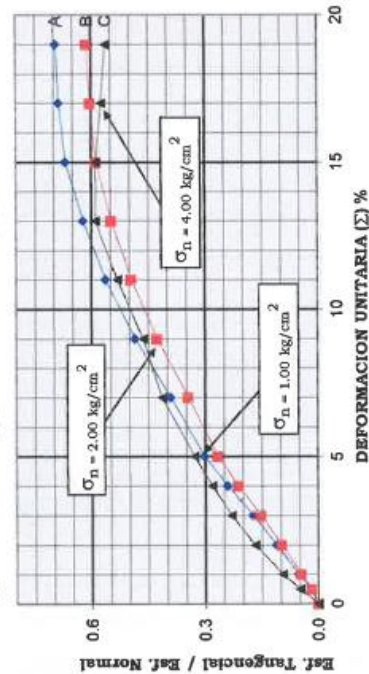
**PROF. (m.)** : 0.00 - 10.00m

**E&A INGENIERIA Y LABORATORIO S.A.C.**

EDUARDO ENRIQUEZ ANAMPA  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 110213

**FECHA:** FEBRERO, 2022

Especimen N°	l cm	h cm	% Humedad		Densidad Seca gr/cm <sup>3</sup>	Esfuerzo Normal Kg/cm <sup>2</sup>
			Inicial	Final		
A	5.97	2.00	9.80	18.31	2.138	1.0
B	5.97	2.00	9.77	18.38	2.142	2.0
C	5.97	2.00	9.79	18.35	2.140	4.0



CA. Los Manzanos Mz 58 lote 19 Urb. Las Flores Distrito de Primavera- San Juan de Lurigancho  
celular 996603765, eduardo.enriquez100@gmail.com  
LIMA-PERU



**E&A INGENIERIA Y LABORATORIO S.A.C.**  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, PAVIMENTOS Y  
ALQUILER DE EQUIPOS PARA LABORATORIO DE INGENIERIA

**CORTE DIRECTO  
ASTM-D-3080**

**OBRA** : "MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA OYON AMBO, TRAMO II : DESVIO CERRO DE PASCO KM 181+000 - DESVIO CHACAYAN KM 230+000"  
**UBICACIÓN** : CHINCHE TINGO DISTRITO DE YANAHUANCA PROVINCIA DANIEL ALCIDES CARRION DEPARTAMENTO PASCO  
**CLIENTE** : **CONSORCIO SUPERVISOR OYON CHACAYÁN**  
**MATERIAL** : TERRENO DE FUNDACION DE MUROS EN ZONA URBANA CHINCHE TINGO  
**PROGRESIVA** : KM 205+425  
**CALICATA** : C-2  
**PROF.(m)** : 0.00 - 10.00m **FECHA:** FEBRERO, 2022

Especimen		A	B	C
Lado	cm	5.97	5.97	5.97
Altura	cm	2.00	2.00	2.00
Densidad seca	gr/cm <sup>3</sup>	2.138	2.142	2.140
Humedad inicial	%	9.80	9.77	9.79
Humedad final	%	18.31	18.38	18.35
Carga	kg/cm <sup>2</sup>	1.0	2.0	4.0

**Deformación Unitaria**

**ε**

**%**

0.5  
1.0  
2.0  
3.0  
4.0  
5.0  
7.0  
9.0  
11.0  
13.0  
15.0  
17.0  
19.0

**Esfuerzo Tangencial/Esfuerzo Normal**

**kg/cm<sup>2</sup>**

0.0200      0.0176      0.0492  
0.0535      0.0471      0.0952  
0.1117      0.0983      0.1686  
0.1739      0.1531      0.2311  
0.2412      0.2122      0.2822  
0.3025      0.2662      0.3291  
0.3921      0.3450      0.4147  
0.4851      0.4268      0.4650  
0.5627      0.4952      0.5317  
0.6223      0.5476      0.5907  
0.6691      0.5888      0.5885  
0.6865      0.6041      0.5750  
0.6957      0.6122      0.5635

**Angulo de fricción Interna** = 29.14 °

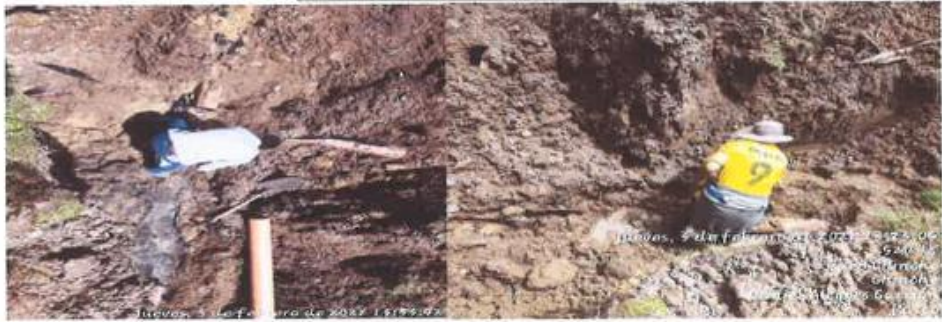
**Cohesión** = 0.13 Kg/cm<sup>2</sup>

**E&A INGENIERIA Y LABORATORIO S.A.C.**

EDUARDO ENRIQUEZ ANAMPA  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 110213

Consorcio Supervisor Oyón Chacayan		E&A INGENIERIA Y LABORATORIO S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, PAVIMENTOS Y ALQUILER DE EQUIPOS PARA LABORATORIO DE INGENIERIA													
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS															
PERFIL ESTRATIGRÁFICO - SUELOS/REGISTRO DE EXCAVACIÓN DE CALICATA (ASTM - 2488)															
OBRA : "Mejoramiento de la carretera Oyón Ambo, Tramo 6: Desvío Cerro de pasco km.181+000 - Desvío Chacayan km.230+000"															
Estructura : Terreno de fundación de muro de contención															
Ubicación : km.205+420 - km.205+440 Puntos de muestreo km.205+425 L / Doc.															
Calicata N° : 02															
Estirio N° : 01															
E. Ensayada : 10.00															
Profundidad : 10.00															
TÉCNICO : C.R.Y.															
ING° RESP. : F.R.G.S															
FECHA : 09/10/2022															
Cota (m)	Estirio		Símbolo Grafico	Descripción Visual del Suelo	Clasificación		Granulometría				Constantes Pláticas			W <sub>L</sub> Natural	
	Capa	Espesor (m)			AASHTO	UCCS	> 3"	3" - N°4	N°4 - N° 200	< N° 200	L.L.	L.P	IP		
0.00															
0.50															
1.00															
1.50															
2.00															
2.50															
3.00															
3.50															
4.00															
4.50															
5.00															
5.50															
6.00	01	10.00		Materiales finos, mezcla de grava - arena - limo, Mediana granulometría de color rojo claro, con presencia de bloques de 5" a 5" a mayor, de baja plasticidad y baja humedad natural.	A-2-4 (0)	GM-GC	100	46.2	30.6	23.3	24	17	7	8.8	
6.50															
7.00															
7.50															
8.00															
8.50															
9.00															
9.50															
10.00															

PANEL FOTOGRAFICO



E&A INGENIERIA Y LABORATORIO S.A.C.  
*Edward Enriquez Anampa*  
 EDUARDO ENRIQUEZ ANAMPA  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.F. N° 110212

## ANEXO 6:

### ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE RELLENO PARA ESTRUCTURAS.



**Proyecto:** Prestación Adicional de Supervisión N° 07 al Contrato de Servicio de Consultoría N° 147-2018-MTC/20.2

## 605.A RELLENO PARA ESTRUCTURAS

### 605.01 DESCRIPCIÓN

Las actividades aquí definidas se refieren al movimiento de tierras a ejecutar para rellenar todos los espacios excavados no ocupados por las estructuras o para la protección de éstas.

El material necesario para ejecutar estos rellenos, así como su proceso de: extracción, selección, apilamiento y zarandeo, está incluido o reconocido su pago, dentro del costo unitario de esta partida.

### 605.02 MATERIAL

El material empleado para el relleno será proveniente de canteras, no debiendo contener materia orgánica, elementos inestables o de fácil alteración, ni otros elementos perjudiciales. El Supervisor dará la aprobación de la calidad del material a usar, el que de ninguna manera deberá presentar características expansivas.

El material debe ser de preferencia granular y cumplir con los requisitos siguientes:

Tamaño máximo	75 mm
% que pasa la malla N° 200	< 25% en peso
Límite líquido	30%

Se deja a criterio del Supervisor la frecuencia de ejecución de las diversas pruebas para garantizar la calidad de los materiales.

### 605.03 EQUIPOS

Los equipos para el extendido, acomodo, humedecimiento y compactación de los rellenos para estructuras deberán ser los apropiados para garantizar la ejecución de los trabajos de acuerdo con las exigencias de la presente especificación técnica.

El equipo de compactación debe componerse de rodillos, apisonadores, compactadores vibratorios o apisonadores mecánicos u otro equipo aprobado por el Supervisor. Para la compactación en zonas de difícil acceso, se podrá utilizar apisonadores manuales de más de 10 kg., de peso con una superficie para compactar de 15 x 15 cm.

No se permitirá el uso de equipo pesado que pueda producir daño a las estructuras recién construidas

### 605.04 METODOS DE EJECUCIÓN

El Contratista deberá notificar por escrito al Supervisor, con suficiente anticipación, el inicio de la ejecución de los trabajos de relleno, para que éste realice los chequeos siguientes:

INFORME DE AVANCE N° 08 - INFORME FINAL

g:\ingenieria\especificaciones técnicas generales\CR - obras de arte y drenaje\ch-124600-01-R-03 a Informe para estructuras.doc

Consorcio CESEL - SIGT

Marzo 2015

- Trabajos topográficos: verificación de cotas de cimentación, alineamientos, secciones transversales en terreno natural, excavado y con la estructura construida.
- Verificar el suelo y condiciones de fundación,
- Características del material a emplear como relleno (de cantera)
- Lugares donde serán colocados.
- Estado de las estructuras de concreto, si ya han pasado la etapa de curado y están aptas para aplicar los rellenos respectivos
- En el caso de alcantarillas de TMC, verificar el armado de las planchas corrugadas, si la cantidad de pernos se encuentra completa, con el debido ajuste (torque), si las planchas están técnicamente colocadas tal como lo recomienda el fabricante y lo que indica la correspondiente especificación técnica.




Contando con la aprobación del Supervisor, luego de las verificaciones realizadas, el Contratista recién podrá realizar los rellenos correspondientes.

Para rellenos detrás de estructuras de contención y sostenimiento, su colocación se hará después de 14 días de vaciado el concreto o cuando las pruebas de resistencia realizadas bajo el control de la Supervisión, demuestren que el concreto alcanza el 70% de la resistencia proyectada.

  
ANDRÉS GUILLERMO GALÁN FIESTAS  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 56296

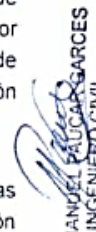
La colocación del relleno, se realizará mediante capas horizontales de no más de 0,20 m de espesor, compactadas a una densidad mínima de 95% de la M.D.S. obtenida del ensayo Próctor Modificado. En caso el relleno llegue al nivel de la subrasante, los 0,30 m superiores de este serán compactados a una densidad mínima de 100% de la M.D.S. del ensayo Próctor Modificado.

En el caso de relleno en alcantarillas TMC, el procedimiento de ejecución se encuentra detallado en las Partidas 622. Alcantarillas Tipo TMC y se complementa con lo descrito en la presente especificación.

  
TOMÁS GONZÁLEZ RONDÁN  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 55954

En ningún caso, el relleno se podrá ejecutar cuando el suelo se encuentra sumergido en agua o exista agua subterránea. El Contratista, con la aprobación de la Supervisión, realizará los trabajos necesarios para asegurar la buena calidad del suelo de fundación y evitar que falle el relleno.

La humedad del material de relleno, será aquella que se determine el laboratorio de campo, y especifica para cada tipo de material a emplear. En caso el material se encuentra en estado de saturación, el Contratista propondrá el método más adecuado para su utilización (aireación por venteo, mezclado con material seco, etc.) procedimiento que contará con la previa aprobación de la Supervisión para su realización. Obtenida la humedad óptima, se procederá a la compactación hasta conseguir las densidades indicadas.

  
JOSE MANUEL PALCAZAR GARCÉS  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 54335

Al concluir cada jornada de trabajo, la superficie de la última capa deberá estar compactada a las densidades indicadas y nivelada con pendiente transversal adecuada, que garantice la evacuación de aguas superficiales sin peligro de erosión.

Sólo se podrá realizar los rellenos de estructuras cuando el día esté soleado o nublado sin llegar a la precipitación fluvial, en cuyo caso se deberá paralizar los trabajos y protegerlos de la mejor manera para evitar la saturación de los materiales que no se haya logrado compactar.



INFORME DE AVANCE N° 08 - INFORME FINAL

Consortio CESEL - SIGT

g:\agorment\inspecciones técnicas generales\08 - obras de arte y drenajes\124500-0 el 605 a relleno para estructuras.doc

Marzo 2015

La adecuada realización de trabajos necesarios para la contención de las capas de relleno durante su construcción, tales como muros secos, es de absoluta responsabilidad del Contratista.

### 605.05 ACEPTACIÓN DE LOS TRABAJOS

Durante la ejecución de los trabajos, el Supervisor efectuará los controles siguientes:

- Verificar el estado y funcionamiento de todo el equipo utilizado por el Contratista.
- Supervisar la correcta aplicación de los métodos de trabajo aceptados.
- Exigir el cumplimiento de las medidas de seguridad y mantenimiento de tránsito.
- Vigilar el cumplimiento de los programas de trabajo.
- Comprobar que los materiales por emplear cumplan los requisitos de calidad exigidos en la Sección Requisitos de los Materiales.
- Verificar la compactación de todas las capas del terraplén.
- Realizar medidas para determinar espesores, levantar perfiles y comprobar la uniformidad de la superficie.



*[Handwritten Signature]*  
ANDRÉS GUILLERMO GARCÍA FIESTAS  
INGENIERO CIVIL

### 605.06 METODOS DE MEDICIÓN

La unidad de medida para los rellenos será el metro cúbico (m<sup>3</sup>) aceptado por el Supervisor y medidos en su posición final.

Los volúmenes serán determinados a partir de las secciones transversales tomadas antes y después de la realización de los trabajos de relleno, considerando las líneas de pago establecidas en el Proyecto o por el Supervisor y las delimitaciones indicadas en la Partidas 601.A Excavación para Estructuras en Material Seco.

El cálculo de los volúmenes de relleno se realizará mediante el método de áreas medias. No se consideran los volúmenes ocupados por las estructuras de concreto, tuberías de TMC de drenaje, camas de asiento y cualquier otro elemento de drenaje cubierto por el relleno.

No se medirán los rellenos en sobre excavaciones y excavaciones fuera de los límites establecidos por el Supervisor, efectuados por el Contratista, ya sea por error o por conveniencia para la operación de sus equipos.

En cuanto a las zonas donde se ha producido derrumbes se procederá de la manera siguiente:

- Si a criterio del Supervisor el derrumbe es imputable al Contratista: los volúmenes que demande rellenar la zona derrumbada correrá por cuenta del Contratista y deberá cumplir con la exigencia de densidad antes mencionadas.
- Si el derrumbe no es imputable al Contratista: los volúmenes que demande rellenar la zona derrumbada se cuantificará y se adicionará a los volúmenes de relleno de la estructura para su valorización correspondiente.

*[Handwritten Signature]*  
TOMÁS GUILLERMO GARCÍA FIESTAS  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 55394

*[Handwritten Signature]*  
JOSE MANUEL PARRON GARCES  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 54335



**605.07 BASES DE PAGO**

Las cantidades medidas de la forma descrita anteriormente y aceptadas por el Supervisor, se pagarán al precio unitario de la Partida 605.A Relleno para Estructuras, que debe efectuarse con material de cantera.

El precio y pago constituye compensación total por toda extracción, selección, zarandeo y apilamiento del material empleado, también la ejecución del trabajo, mano de obra, beneficios sociales, equipos, herramientas e imprevistos necesarios para culminar la partida a entera satisfacción del Supervisor.

El transporte de los materiales procedentes de canteras se pagará con las Partidas 700.A o 700.B Transporte de Material Provenientes de Canteras, según corresponda.

No existirá pago alguno por la realización de trabajos de contención de las capas de relleno durante su construcción, tales como muros secos y deben estar incluidos dentro del pago de la presente partida.

Ítem de Pago	Unidad de Pago
605.A Relleno para Estructuras	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )



*[Signature]*  
ANDRÉS GUILLERMO GALÁN FIESTAS  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 56268



*[Signature]*  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 58954

*[Signature]*  
JOSE MANUEL SANCHEZ SARCES  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 54335