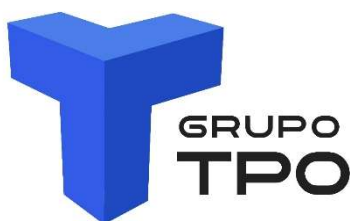


MEMORIA DE CÁLCULO

ESTRUCTURAS

CONSTRUCCIÓN DE CERCO PERIMÉTRICO PARA EL COLEGIO PERUANO NORTEAMERICANO ABRAHAM LINCOLN

PROFESIONAL	
FECHA	Agosto 2024



GRUPO TPO

- ✉ contacto@grupotpo.com.pe
- ☎ +51 924 691 950
- 📞 (01) 266 7812
- 🌐 grupotpo.com.pe
- 📍 Calle Elías Aguirre 141, Of 506,
Miraflores, Lima.

MEMORIA DE CÁLCULO DE ESTRUCTURAS

1. DATOS GENERALES

- PROYECTO : Construcción de Cerco Perimétrico en el Colegio Peruano Norteamericano Abraham Lincoln
- PROPIETARIO : Cooperativa de Servicios Ocupacionales Abraham Lincoln
- UBICACIÓN : Av. José Antonio Encinas N°475, Urb. Pque. de Monterrico, La Molina, Lima.
- USO : Educación

2. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

Los documentos de referencia están comprendidos por las normas y reglamentos de diseño vigentes a emplear en el desarrollo del proyecto.

2.1. REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES (RNE)

- Norma E.020 Cargas
- Norma E.030 Diseño Sismorresistente
- Norma E.050 Suelos y Cimentaciones
- Norma E.060 Concreto Armado
- Norma E.070 Albañilería
- Norma E.090 Acero

2.2. REFERENCIAS Y COMPLEMENTOS

- ACI 318 Building Code Requirements for Structural Concrete.

3. CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DE LOS MATERIALES

3.1. CONCRETO

- Resistencia a la compresión: $f'_c=175$ kg/cm² (cimientos y sobrecimientos)
- Resistencia a la compresión: $f'_c=210$ kg/cm² (columnas y vigas)
- Módulo de elasticidad: $E=15,000 \times \sqrt{210}=217,370.65$ kg/cm²

3.2. ACERO

- Resistencia a la fluencia del Acero A615: $f_y = 4,200 \text{ kg/cm}^2$

3.3. ALBAÑILERÍA

Ladrillo industrial King Kong 18 huecos:

- Resistencia a la compresión: $f'_m = 65 \text{ kg/cm}^2$
- Módulo de elasticidad: $E_m = 500 f'_m = 32,500 \text{ kg/cm}$
- Módulo de corte: $G_m = 0.40 E_m = 13,000 \text{ kg/cm}^2$

Ladrillo:

- Resistencia a la compresión mínimo: $f'_b = 130 \text{ kg/cm}^2$
- Porcentaje máximo de vacíos: 30%

4. CARGAS DE DISEÑO

4.1. CARGA MUERTA

Corresponden a cargas permanentes en base a su peso propio.

- Peso propio elementos de concreto armado: 2400 kg/m^3
- Peso propio elementos de concreto simple: 2300 kg/m^3
- Peso propio muros de albañilería: 1800 kg/m^3

4.2. CARGA DE SISMO

Según la NTE E.030, los parámetros sísmicos a usar son los siguientes:

- Factor de Zona: $Z = 0.45$ (Zona 1)
- Factor de Uso: $U = 1.50$
- Factor de Suelo: $S_2 \quad S = 1.05$

4.3. ALBAÑILERÍA

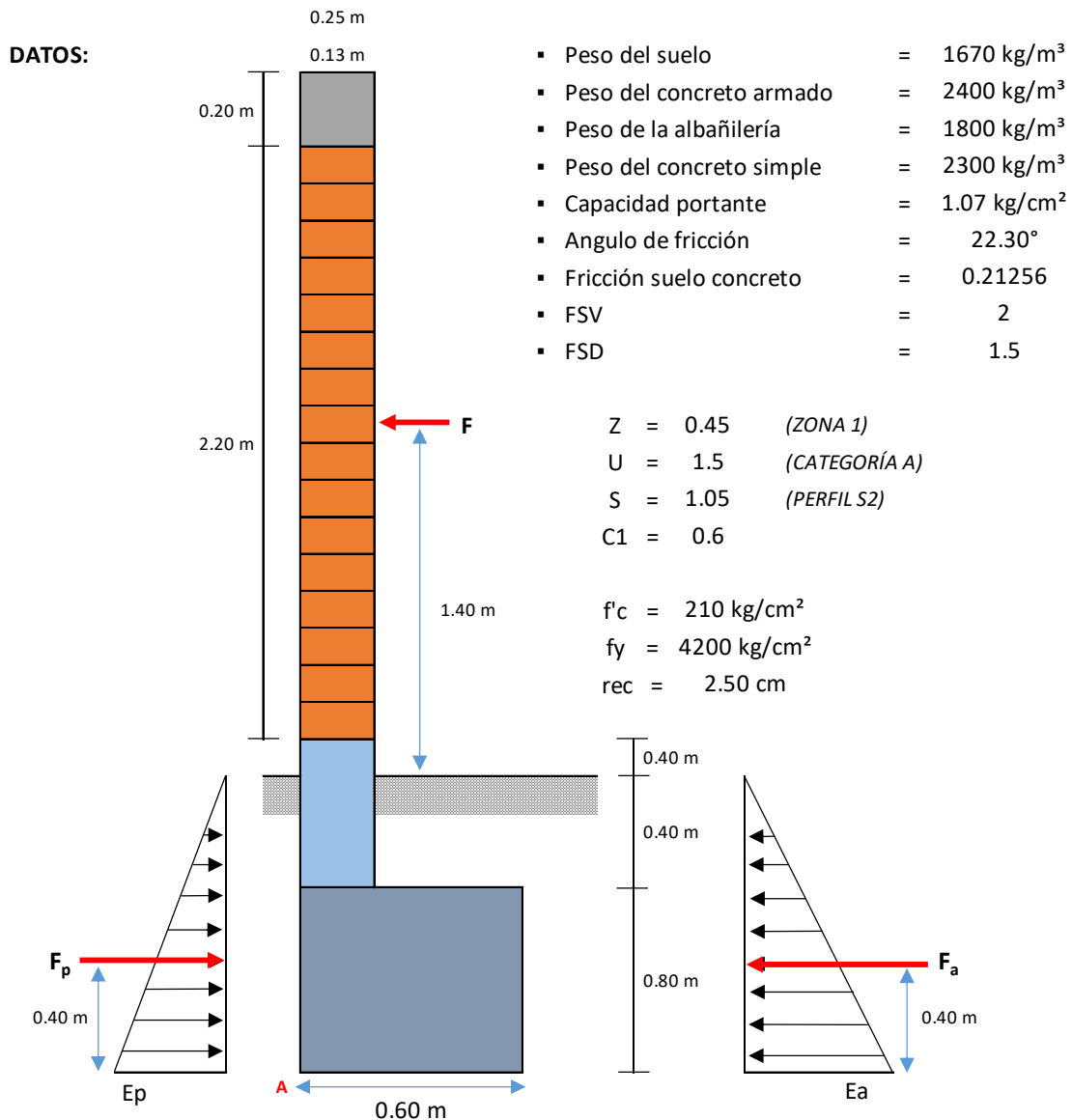
Ladrillo industrial King Kong 18 huecos:

- Resistencia a la compresión: $f'_m = 65 \text{ kg/cm}^2$
- Módulo de elasticidad: $E_m = 500 f'_m = 32,500 \text{ kg/cm}$
- Módulo de corte: $G_m = 0.40 E_m = 13,000 \text{ kg/cm}^2$

Ladrillo:

- Resistencia a la compresión mínimo: $f'_b = 130 \text{ kg/cm}^2$
- Porcentaje máximo de vacíos: 30%

5. DISEÑO ESTRUCTURAL



EMPUJE PASIVO:

$$K_p = \cos \beta * \left(\frac{\cos \beta + \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \phi}}{\cos \beta - \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \phi}} \right)$$

Para este caso $\beta = 0^\circ$ (el relleno no forma ningún ángulo con la horizontal)

$$K_p = 2.22298$$

$$F_p = 2672.91 \text{ kg/m}$$

EMPUJE ACTIVO:

$$K_a = \cos \beta * \left(\frac{\cos \beta - \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \phi}}{\cos \beta + \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \phi}} \right)$$

$$K_a = 0.44985$$

$$F_a = 540.90 \text{ kg/m}$$

FUERZA HORIZONTAL DE SISMO se asume que actúa a la mitad de la altura del muro.

- Peso de viga solera = 120.00 kg/m
 - Peso del muro = 514.80 kg/m
 - Peso del sobrecimiento = 124.80 kg/m
- 759.60 kg/m**

$$F = 0.5 * Z * U * S * P$$

$$F = 269.18 \text{ kg/m}$$

(solo la parte que está sobre del nivel 0.00)

FUERZAS Y MOMENTOS ESTABILIZADORES:

Se tomarán momentos con respecto al punto A:

ELEMENTO	ALTURA	ESPESOR	PESO	PARCIAL	POSICIÓN	MOMENTO
Viga solera	0.20 m	0.25 m	2400 kg/m ³	120.00 kg/m	x = 0.125 m	15.000 kg-m
Muro	2.20 m	0.13 m	1800 kg/m ³	514.80 kg/m	x = 0.065 m	33.462 kg-m
Sobrecimiento	0.80 m	0.15 m	2400 kg/m ³	288.00 kg/m	x = 0.075 m	21.600 kg-m
Cimiento corrido	0.80 m	0.60 m	2300 kg/m ³	1104.00 kg/m	x = 0.300 m	331.200 kg-m
Relleno	0.40 m	0.47 m	1670 kg/m ³	313.96 kg/m	x = 0.485 m	152.271 kg-m
Empuje pasivo				2672.91 kg/m	y = 0.400 m	1069.164 kg-m
				2340.76 kg/m		1622.697 kg-m

$$\text{MOMENTO ESTABILIZADOR} = 1622.697 \text{ kg-m}$$

FUERZAS Y MOMENTOS DESESTABILIZADORE: Se tomarán momentos con respecto al punto A:

ELEMENTO	PARCIAL	POSICIÓN	MOMENTO
Empuje activo	540.90 kg/m	y = 0.400 m	216.358 kg-m
Fuerza de sismo	269.18 kg/m	y = 2.600 m	699.876 kg-m
			916.235 kg-m

$$\text{MOMENTO DESESTABILIZADOR} = 916.235 \text{ kg-m}$$

FACTOR DE SEGURIDAD AL VOLTEO:

$$FSV = \frac{ME}{MD} \quad FSV = \frac{1622.697 \text{ kg-m}}{916.235 \text{ kg-m}} = 1.77105 \quad \dots \text{OK: NO HAY VOLTEO}$$

FACTOR DE SEGURIDAD AL DESLIZAMIENTO:

$$\begin{array}{l|l} Fh = f * P + Fp & FH = F + Fa \\ Fh = 0.21 \times 2340.76 \text{ kg/m} + 2672.91 \text{ kg/m} & FH = 269.18 \text{ kg/m} + 540.90 \text{ kg/m} \\ Fh = 3170.46 \text{ kg/m} & FH = 810.08 \text{ kg/m} \end{array}$$

$$FSD = \frac{Fh}{FH} \quad FSD = \frac{3170.462 \text{ kg-m}}{810.079 \text{ kg-m}} = 3.91377 \quad \dots \text{OK: NO HAY DESLIZAMIENTO}$$

VERIFICACIÓN DE PRESIONES EN LA CIMENTACIÓN:

Punto de aplicación de la fuerza resultante:

$$X_0 = \frac{M_e - M_d}{P} = 0.302 \text{ m}$$

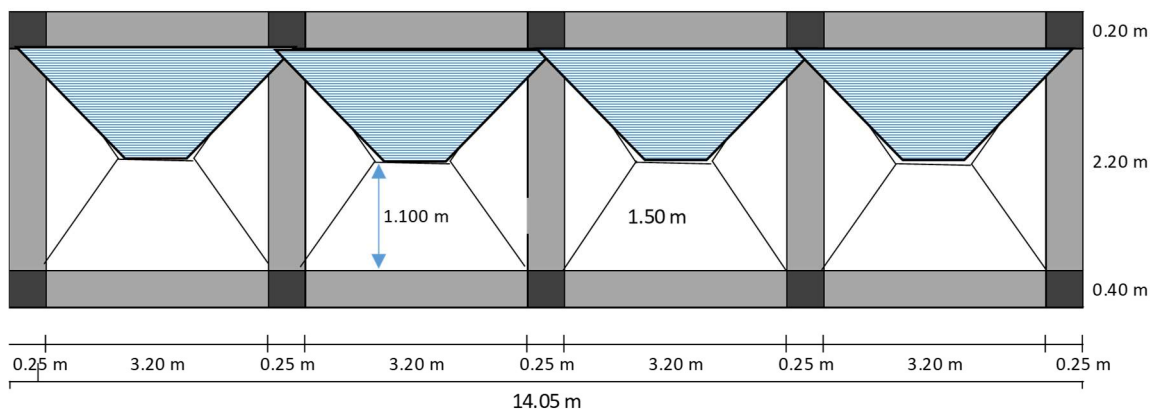
Excentricidad de la fuerza resultante:

$$e = \frac{B}{2} - X_0 = -0.002 \text{ m}$$

Se debe cumplir que $e < \frac{B}{6}$; $B/6 = 0.100 \text{ m}$... OK: CAE DENTRO DEL TERCIO CENTRAL

$$\sigma = \frac{P}{B} \left[1 \pm \frac{6 * e}{B} \right] \Rightarrow \begin{array}{l} \sigma_1 = 0.383 \text{ kg/cm}^2 < \sigma_s = 1.07 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{CONFORME} \\ \sigma_2 = 0.397 \text{ kg/cm}^2 < \sigma_s = 1.07 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{CONFORME} \end{array}$$

VERIFICACIÓN Y DISEÑO DE ARRIOSTRES (VIGAS):



L	=	3.20 m	(longitud del paño crítico)
h	=	2.20 m	(altura del muro)
e	=	0.15 m	(espesor incluyendo tarrajeo)
Z	=	0.45	(Zona 1: LIMA)
U	=	1.5	(Categoría "A": ESENCIAL)
S	=	1.05	(PERFIL S2)
γ^*e	=	270 kg/m ²	(peso de la albañilería tarrajada)

TABLA 12 VALORES DEL COEFICIENTE DE MOMENTOS «m» y DIMENSION CRÍTICA «a»									
CASO 1. MURO CON CUATRO BORDES ARRIOSTRADOS									
a = Menor dimensión									
b/a =	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	3,0	∞	
m =	0,0479	0,0627	0,0755	0,0862	0,0948	0,1017	0,118	0,125	
CASO 2. MURO CON TRES BORDES ARRIOSTRADOS									
a = Longitud del borde libre									
b/a =	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,5	2,0	∞
m =	0,060	0,074	0,087	0,097	0,106	0,112	0,128	0,132	0,133
CASO 3. MURO ARRIOSTRADO SOLO EN SUS BORDES HORIZONTALES									
a = Altura del muro									
m = 0,125									
CASO 4. MURO EN VOLADIZO									
a = Altura del muro									
m = 0,5									

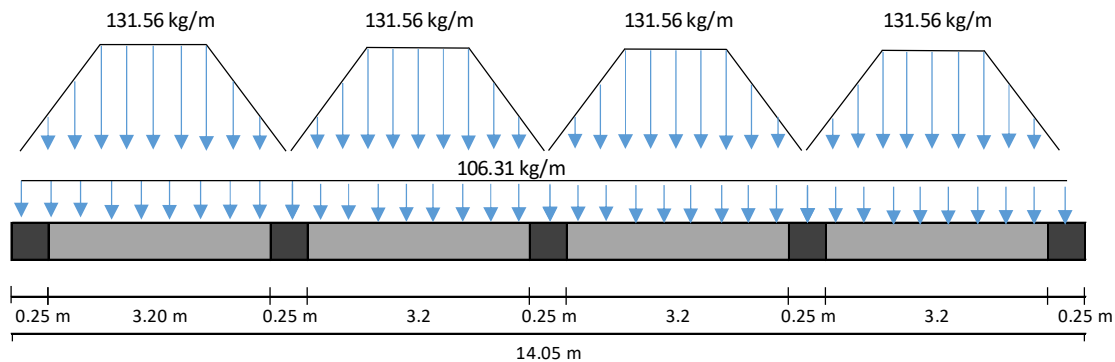
Carga sísmica uniforme: $w = 0.5 * Z * U * S * \gamma e = 95.68 \text{ kg/m}^2$

Momento sísmico: $M_s = m * w * a^2 = 36.32 \text{ kg-m/m}$

a	=	2.20 m	(menor dimensión)
b	=	3.20 m	(otra dimensión)

b/a	m
1.4	0.0755
1.45455	0.07842
1.6	0.0862

Esfuerzo de tracción actuante: $f_m = \frac{6 * M_s}{t^2} = 1.289 \text{ kg/cm}^2 \dots f_m < 1.5 \text{ kg/cm}^2: \text{CORRECTO}$



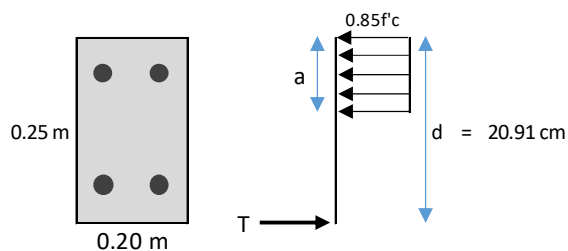
Wu1 = (carga proveniente de la albañilería) 131.56 kg/m

Wu2 = (carga proveniente de la viga de arriestre) 106.31 kg/m

Mu = 230.531 kg-m

Vu = 372.998 kg

ANÁLISIS POR FLEXIÓN DE LA SECCIÓN PROPUESTA:



Diámetro asumido: $\phi = 3/8 \text{ ''}$
 $A_s = 0.71 \text{ cm}^2$

Acero a usar: Arriba : $2 \phi \ 3/8 \text{ ''} = 1.43 \text{ cm}^2$
 Abajo : $2 \phi \ 3/8 \text{ ''} = 1.43 \text{ cm}^2$

$T = 0.90 \cdot A_s \cdot f_y = 5386.93 \text{ kg}$

$C = 0.85 \cdot f'_c \cdot b \cdot a = T$ despejando: $a = 1.51 \text{ cm}$

$M_r = T \cdot (d - a/2) = 108589.961 \text{ kg-m}$ (momento resistente)

... $M_r > M_u$: OK

$V_c = \phi \cdot 0.53 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b \cdot d = 2730.49 \text{ kg}$ (resistencia al corte)

... $V_c > V_u$: OK

DETERMINACIÓN DE LOS ESTRIBOS DE CONFINAMIENTO

$\phi \ 1/4 \text{ ''}; 1 @ 5, 4 @ 10, r @ 25 \text{ cm.}$

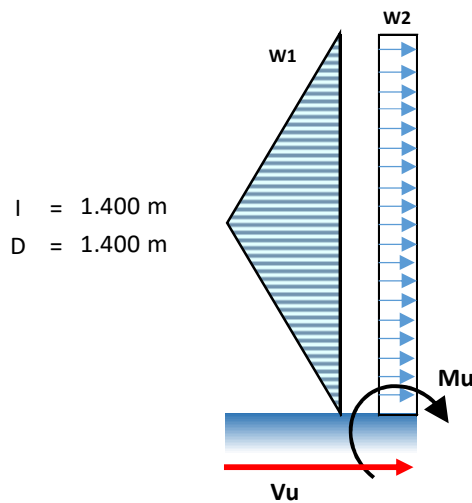
(estribo mínimo de acuerdo a E.070)

- | | | | |
|-------------|---|-----------------------|------------------------------------|
| L | = | 3.20 m | (longitud del paño crítico) |
| h | = | 2.80 m | (altura del muro) |
| e | = | 0.15 m | (espesor incluyendo tarrajeo) |
| Z | = | 0.45 | (Zona 1: LIMA) |
| U | = | 1.5 | (Categoría "A": ESENCIAL) |
| S | = | 1.05 | (PERFIL S2) |
| γ^*e | = | 270 kg/m ² | (peso de la albañilería tarrajada) |

TABLA 12 VALORES DEL COEFICIENTE DE MOMENTOS «m» y DIMENSION CRITICA «a»								
CASO 1. MURO CON CUATRO BORDES ARRIOSTRADOS								
a = Menor dimension								
b/a =	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	3,0	∞
m =	0,0479	0,0627	0,0755	0,0862	0,0948	0,1017	0,118	0,125
CASO 2. MURO CON TRES BORDES ARRIOSTRADOS								
a = Longitud del borde libre								
b/a =	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,5	2,0 ∞
m =	0,060	0,074	0,087	0,097	0,106	0,112	0,128	0,132 0,133
CASO 3. MURO ARRIOSTRADO SOLO EN SUS BORDES HORIZONTALES								
a = Altura del muro								
m = 0,125								
CASO 4. MURO EN VOLADIZO								
a = Altura del muro								
m = 0,5								

Carga sísmica uniforme: $w = 0.5 * Z * U * S * \gamma_e = 95.68 \text{ kg/m}^2$

DISEÑO DE ARRIOSTRES SEGÚN LA NORMA E.060:

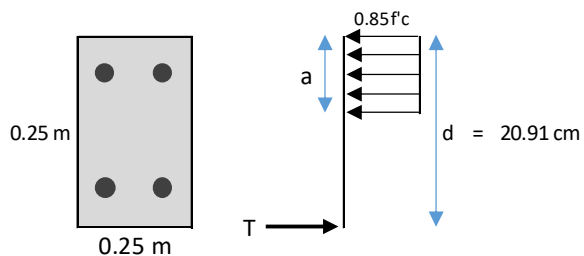


$Wu1 =$	(carga proveniente de la albañilería del lado izquierdo)	167.44 kg/m
$Wu1 =$	(carga proveniente de la albañilería del lado derecho)	167.44 kg/m
$Wu2 =$	(carga proveniente de la columna de arriostre)	132.89 kg/m
$Vcviga =$	(carga proveniente de la cortante de la viga)	372.998 kg

$$Mu = 2221.688 \text{ kg-m}$$

$$Vu = 1213.922 \text{ kg}$$

ANÁLISIS POR FLEXIÓN DE LA SECCIÓN PROPUESTA:



Diámetro asumido: $\phi = 1/2 \text{ ''}$

$$As = 1.27 \text{ cm}^2$$

Acero a usar: Arriba : $2 \phi \ 1/2 \text{ ''} = 2.53 \text{ cm}^2$

Abajo : $2 \phi \ 1/2 \text{ ''} = 2.53 \text{ cm}^2$

$$T = 0.90 * As * fy = 9576.77 \text{ kg}$$

$$C = 0.85 * f'c * b * a = T \quad \text{despejando:} \quad a = 2.15 \text{ cm}$$

$$Mur = T * (d - a/2) = 189998.091 \text{ kg-m} \quad (\text{momento resistente})$$

... $Mr > Mu$: OK

$$Vc = \phi * 0.53 * \sqrt{f'c} * b * d = 3413.11 \text{ kg} \quad (\text{resistencia al corte})$$

... $Vc > Vu$: OK

DETERMINACIÓN DE LOS ESTRIBOS DE CONFINAMIENTO

$$\phi \ 1/4 \text{ ''}; 1 @ 5, 4 @ 10, r @ 25 \text{ cm.}$$

(estribo mínimo de acuerdo a E.070)

7. CONCLUSIONES

Luego de realizar los análisis respectivos a los elementos estructurales del cerco perimétrico, se concluye que éstas CUMPLEN con las solicitaciones sísmicas, cargas muertas y vivas, de acuerdo con las normas E.070 Albañilería, E.030 Diseño Sismorresistente y E.060 Concreto Armado.