

Delta

INGENIERÍA ESTRUCTURAL

BOX CULVERTS LOS CÓRDOBAS

P064-2025 - Box Culverts Los Córdobas
sábado, 27 de septiembre de 2025

www.pdeltaie.com

BOX CULVERTS LOS CÓRDOBAS

Proyecto #	P064-2025 - Box Culverts Los Córdobas
Revisión	3
Autor	I.C. Aníbal E. Gómez Alcázar
Cliente	Municipio de los Córdobas
Revisó y aprobó	**Osvaldo J. Guzmán**, *Ing. Civil / M.Sc. / Dr. Ing.*

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN 4
2. DESCRIPCIÓN ESTRUCTURAL 11
3. CÓDIGOS Y CRITERIOS DE DISEÑO EMPLEADOS 11
4. ANÁLISIS DE CARGA 12
4.1. CARGAS PERMANENTES 12
4.2. CARGAS VIVAS 12
4.3. CARGAS FREÁTICAS 13
4.4. EMPUJE DINÁMICO DE TIERRAS 13
4.5. COMBINACIONES DE CARGA 20
5. REQUISITOS DE DURABILIDAD 21
6. ESPECIFICACIÓN DE LOS MATERIALES 22
6.1. CONCRETO 22
6.2. ACERO REFUERZO 22
6.3. RECUBRIMIENTO DE LOS ELEMENTOS 23
7. CONSIDERACIONES SÍSMICAS 24
8. PARÁMETROS GEOTÉCNICOS 24
8.1. ESTADO LÍMITE DE RESISTENCIA I DE ACUERDO CON A 10.5.5.2 24
8.2. ESTADO LÍMITE DE SERVICIO 26
8.3. ESTADO LÍMITE DE EVENTO EXTREMO DE ACUERDO CON 11.5.8 27
8.4. RECOMENDACIONES GEOTÉCNICAS 27
9. FUERZA SÍSMICA 28
10. CONTROL DE AGRIETAMIENTO 29
11. FUERZAS DE VIENTO 30
12. DISEÑO DE BOX CULVERT TIPO 1 32
12.1. DISEÑO ESTRUCTURAL 32
12.1.1. Datos de Entrada 32
12.1.2. Constantes de Diseño 33
13. DISEÑO DE BOX CULVERT TIPO 2 35

13.1. DISEÑO ESTRUCTURAL 35
13.1.1. Datos de Entrada 35
13.1.2. Constantes de Diseño 36
14. DISEÑO DE BOX CULVERT TIPO 3 38
14.1. DISEÑO ESTRUCTURAL 38
14.1.1. Datos de Entrada 38
14.1.2. Constantes de Diseño 39
15. DISEÑO DE BOX CULVERT TIPO 4 41
15.1. DISEÑO ESTRUCTURAL 41
15.1.1. Datos de Entrada 41
15.1.2. Constantes de Diseño 42
16. DISEÑO DE BOX CULVERT TIPO 5 44
16.1. DISEÑO ESTRUCTURAL 44
16.1.1. Datos de Entrada 44
16.1.2. Constantes de Diseño 45
17. DISEÑO DE BOX CULVERT TIPO 6 47
17.1. DISEÑO ESTRUCTURAL 47
17.1.1. Datos de Entrada 47
17.1.2. Constantes de Diseño 48
18. DISEÑO DE BOX CULVERT TIPO 7 50
18.1. DISEÑO ESTRUCTURAL 50
18.1.1. Datos de Entrada 50
18.1.2. Constantes de Diseño 51
19. DISEÑO DE BOX CULVERT TIPO 8 53
19.1. DISEÑO ESTRUCTURAL 53
19.1.1. Datos de Entrada 53
19.1.2. Constantes de Diseño 54
20. DISEÑO DE BOX CULVERT TIPO 9 56
20.1. DISEÑO ESTRUCTURAL 56
20.1.1. Datos de Entrada 56

20.1.2. Constantes de Diseño 57
21. DISEÑO DE BOX CULVERT TIPO 10 59
21.1. DISEÑO ESTRUCTURAL 59
21.1.1. Datos de Entrada 59
21.1.2. Constantes de Diseño 60
22. DISEÑO DE BOX CULVERT TIPO 11 62
22.1. DISEÑO ESTRUCTURAL 62
22.1.1. Datos de Entrada 62
22.1.2. Constantes de Diseño 63
23. DISEÑO DE BOX CULVERT TIPO 12 65
23.1. DISEÑO ESTRUCTURAL 65
23.1.1. Datos de Entrada 65
23.1.2. Constantes de Diseño 66
24. ESPECIFICACIONES Y CONCLUSIONES 67
25. ANEXOS 67

INFORME TÉCNICO

1. INTRODUCCIÓN

Por solicitud previa, se realizó el diseño estructural de la estructura que compone el proyecto **"ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN BOX CULVERT EN EL MUNICIPIO DE LOS CÓRDOBAS EN EL DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA"**. Por lo cual, para este caso, el presente estudio tiene como finalidad realizar el diseño y cálculo de los elementos resistentes que componen las estructuras de los **12 BOX CULVERTS,** que se encontrarán ubicados en el municipio de Los Córdobas, en el departamento de Córdoba, además de la elaboración de los respectivos planos estructurales.

La estructura de los **12 BOX CULVERT TIPOS** estarán conformadas por sistemas de muros de carga, losa superior, aletas y losa inferior o de fondo en concreto reforzado apoyadas sobre un material de relleno según recomendaciones geotécnicas. Además, se tendrán las siguientes especificaciones para cada estructura hidráulica:

- **Box Culvert 1 – Morindó (Peligro 1):**

Estructura	Ancho Interno (m)	Altura Interna (m)	Longitud (m)	No. de Celdas
Box Culvert 1 – Morindó (Peligro 1)	3.00	1.60	8.00	1

Tabla 1. *Datos Iniciales (Box Culvert Tipo 1).*

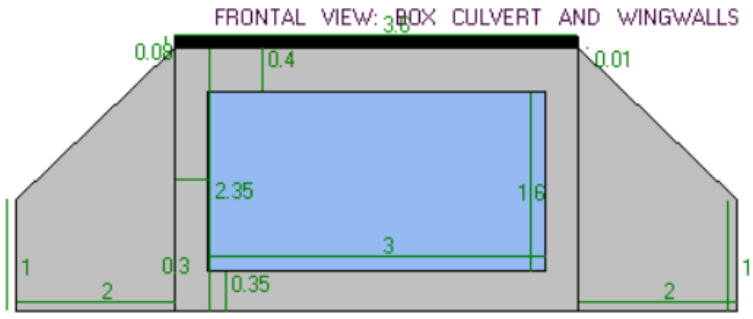


Figura 1. *Esquema General del Modelo del Box Culvert Tipo 1.*

- **Box Culvert 2 – Las Cañas 2:**

Estructura	Ancho Interno (m)	Altura Interna (m)	Longitud (m)	No. de Celdas
Box Culvert 2 – Las Cañas 2	1.50	1.50	8.00	1

Tabla 2. *Datos Iniciales (Box Culvert Tipo 2).*

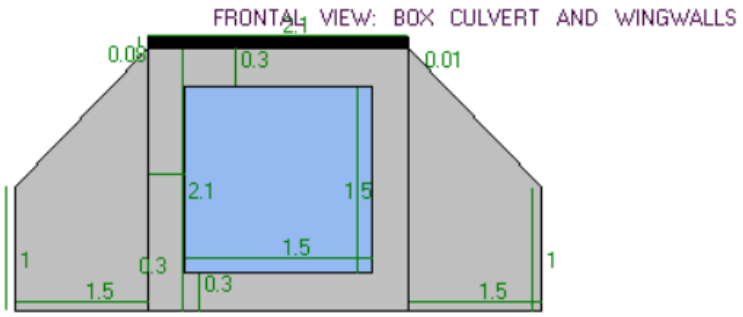


Figura 2. *Esquema General del Modelo del Box Culvert Tipo 2.*

- **Box Culvert 3 – Las Cañas 3:**

Estructura	Ancho Interno (m)	Altura Interna (m)	Longitud (m)	No. de Celdas
Box Culvert 3 – Las Cañas 3	3.00	1.50	8.00	1

Tabla 3. *Datos Iniciales (Box Culvert Tipo 3).*

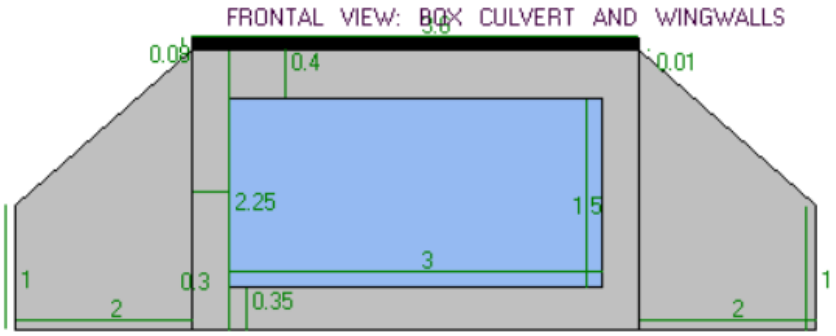


Figura 3. *Esquema General del Modelo del Box Culvert Tipo 3.*

- **Box Culvert 4 – Nuevo Nariño:**

Estructura	Ancho Interno (m)	Altura Interna (m)	Longitud (m)	No. de Celdas
Box Culvert 4 – Nuevo Nariño	3.00	5.00	4.00	2

Tabla 4. *Datos Iniciales (Box Culvert Tipo 4).*

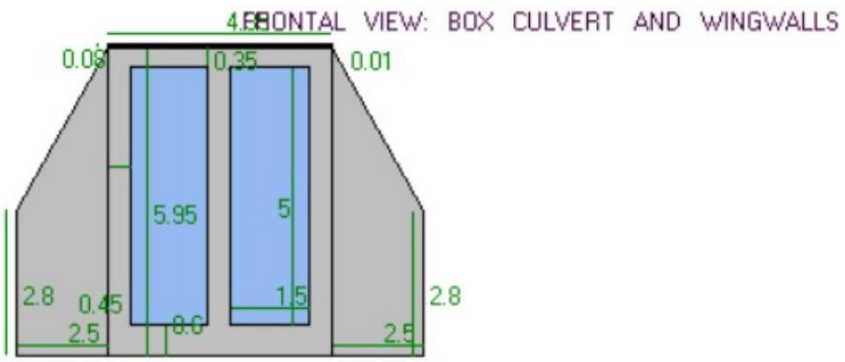


Figura 4. *Esquema General del Modelo del Box Culvert Tipo 4.*

- **Box Culvert 5 – Los González:**

Estructura	Ancho Interno (m)	Altura Interna (m)	Longitud (m)	No. de Celdas
Box Culvert 5 – Los González	4.00	3.00	8.00	2

Tabla 5. *Datos Iniciales (Box Culvert Tipo 5).*

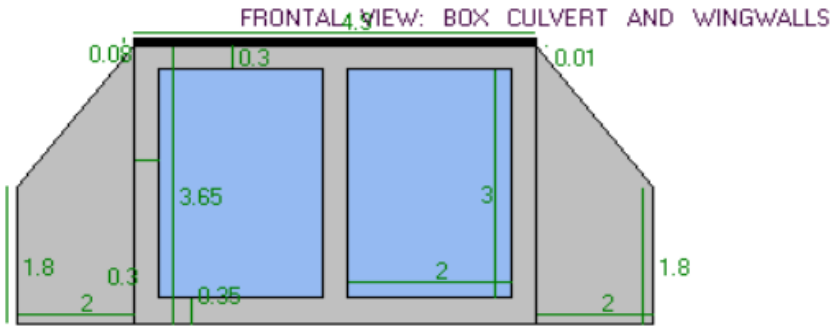


Figura 5. *Esquema General del Modelo del Box Culvert Tipo 5.*

- **Box Culvert 6 – Cuba 2:**

Estructura	Ancho Interno (m)	Altura Interna (m)	Longitud (m)	No. de Celdas
Box Culvert 6 – Cuba 2	2.00	1.50	8.00	1

Tabla 6. *Datos Iniciales (Box Culvert Tipo 6).*

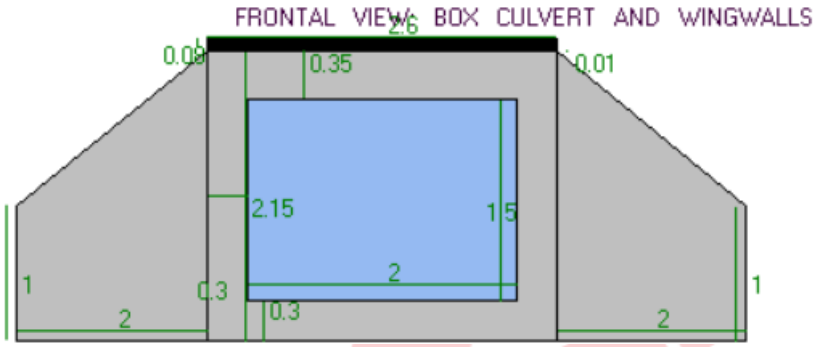


Figura 6. *Esquema General del Modelo del Box Culvert Tipo 6.*

- **Box Culvert 7 – Cantinas:**

Estructura	Ancho Interno (m)	Altura Interna (m)	Longitud (m)	No. de Celdas
Box Culvert 7 – Cantinas	5.00	2.50	6.00	2

Tabla 7. *Datos Iniciales (Box Culvert Tipo 7).*



Figura 7. *Esquema General del Modelo del Box Culvert Tipo 7.*

- **Box Culvert 8 – Morindó (Santo Domingo):**

Estructura	Ancho Interno (m)	Altura Interna (m)	Longitud (m)	No. de Celdas
Box Culvert 8 – Morindó (Santo Domingo)	3.00	2.50	8.00	1

Tabla 8. *Datos Iniciales (Box Culvert Tipo 8).*

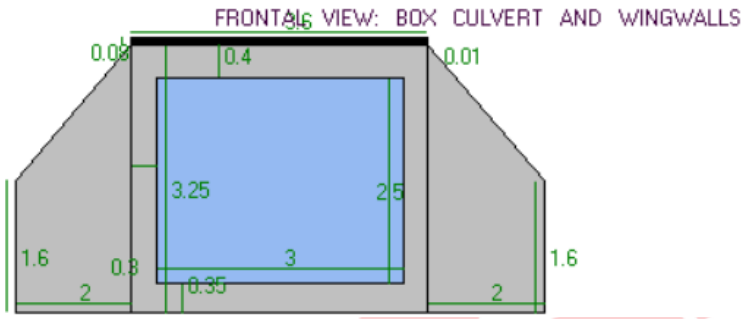


Figura 8. *Esquema General del Modelo del Box Culvert Tipo 8.*

- **Box Culvert 9 – Morindó (La Unión):**

Estructura	Ancho Interno (m)	Altura Interna (m)	Longitud (m)	No. de Celdas
Box Culvert 9 – Morindó (La Unión)	5.00	3.50	3.40	2

Tabla 9. *Datos Iniciales (Box Culvert Tipo 9).*

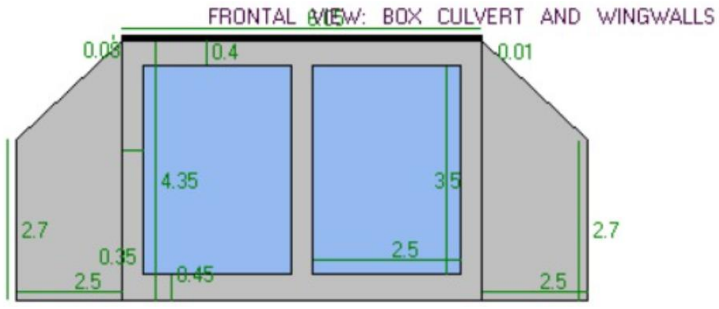


Figura 9. *Esquema General del Modelo del Box Culvert Tipo 9.*

- **Box Culvert 10 – Galilea 2:**

Estructura	Ancho Interno (m)	Altura Interna (m)	Longitud (m)	No. de Celdas
Box Culvert 10 – Galilea 2	5.50	1.50	8.00	3

Tabla 10. *Datos Iniciales (Box Culvert Tipo 10).*

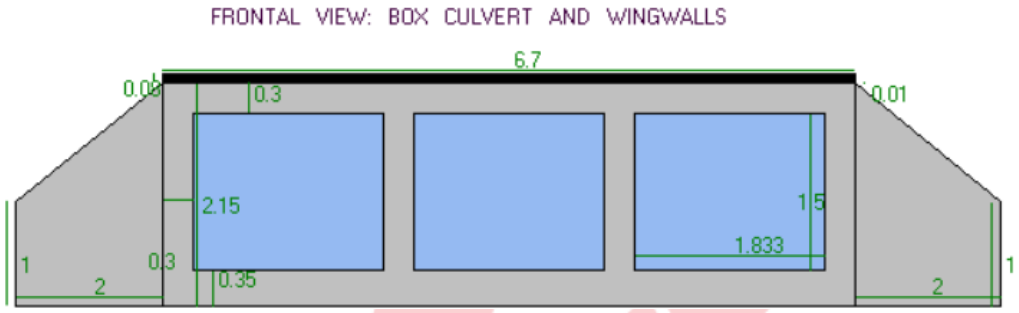


Figura 10. *Esquema General del Modelo del Box Culvert Tipo 10.*

- **Box Culvert 11 – Los González:**

Estructura	Ancho Interno (m)	Altura Interna (m)	Longitud (m)	No. de Celdas
Box Culvert 11 – Los González	12.00	3.00	7.00	3

Tabla 11. *Datos Iniciales (Box Culvert Tipo 11).*

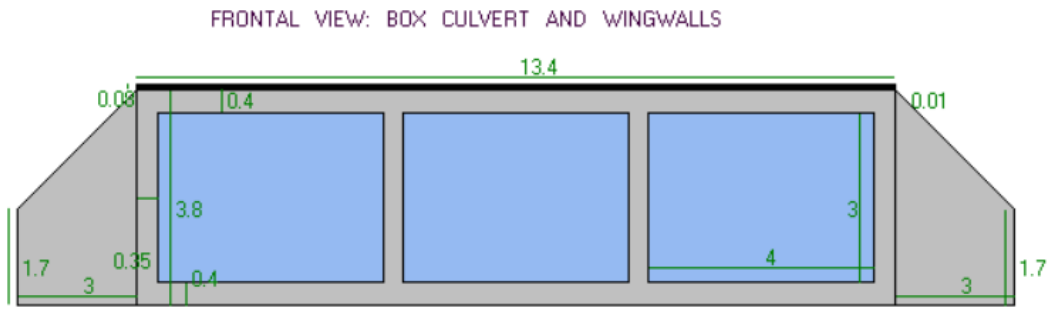


Figura 11. *Esquema General del Modelo del Box Culvert Tipo 11.*

- **Box Culvert 12 – Quebrada Seca:**

Estructura	Ancho Interno (m)	Altura Interna (m)	Longitud (m)	No. de Celdas
Box Culvert 12 – Quebrada Seca	6.00	2.50	4.00	2

Tabla 12. *Datos Iniciales (Box Culvert Tipo 12).*

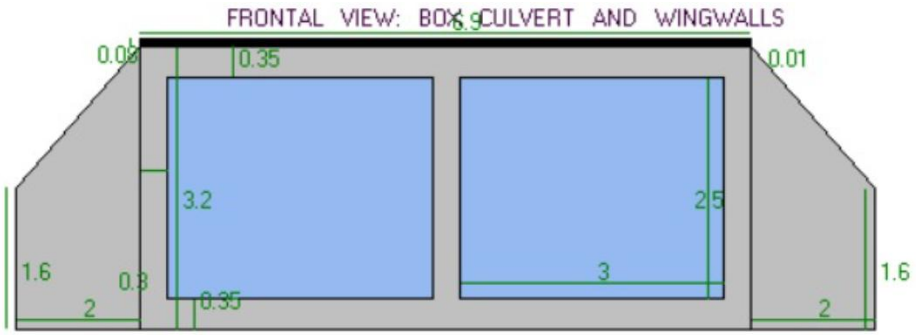


Figura 12. *Esquema General del Modelo del Box Culvert Tipo 12.*

Esta información fue extraída del estudio de suelos, planos de diseño hidráulico y planos estructurales. La estructura de los **12 Box Culvert** será en concreto reforzado, con las dimensiones principales que se presentaron en la Tabla 1 a la Tabla 12. Por otra parte, las dimensiones de muros y losas se encuentran especificadas en los Capítulo 12 al 23, para todos los Box Culvert Tipos.

2. DESCRIPCIÓN ESTRUCTURAL

Dentro de los alcances de la presente memoria de cálculo se encuentra el dimensionamiento, análisis y diseño de cada uno de los elementos que componen el sistema estructural de la estructura. El procedimiento por seguir fue el planteado en el numeral A.1.3.4 del NSR-10.

El diseño se realizó modelando las paredes y la losa como un conjunto, y determinar las fuerzas y momentos internos en los elementos. Por lo cual, las estructuras de todos los tipos de Box Culvert se diseñaron paso a paso con el objeto de conocer muy bien los efectos de diseño y, el diseño general del Box Culvert y Aletas fue realizado utilizando el Programa de Puentes del Ingeniero Fernando Medina (*Ver Anexos Digitales*).

3. CÓDIGOS Y CRITERIOS DE DISEÑO EMPLEADOS

El diseño de estas estructuras ambientales y todos sus elementos constitutivos, se seguirán las normas y especificaciones indicadas a continuación:

- Norma Colombiana de Diseño de Puentes LRFD – CCP-14.
- Especificaciones Técnicas INVIAS 2012 – Instituto Nacional de Vías.
- Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente — NSR-10.
- Code Requirements for Environmental Engineering Concrete Structures (ACI 350-06) and Commentary. American Concrete Institute (2006).

4. ANÁLISIS DE CARGA

La estructura y todos sus componentes se diseñarán utilizando el método del estado límite de resistencia, para tal efecto se hace necesario la utilización de las combinaciones de carga prescritas en la Norma Colombiana de Diseño de Puente CCP-14, y las cargas utilizadas fueron las siguientes:

4.1. CARGAS PERMANENTES

DW = Peso propio carpeta de rodamiento y de las instalaciones;

DC = Peso propio de los componentes estructurales y de los accesorios no estructurales;

EV = Presión vertical del peso propio del suelo de relleno;

DD = Fuerza de fricción negativa;

ES = Sobrecarga del suelo;

EH = Empuje horizontal del suelo;

CR = Fuerzas debidas al flujo plástico;

EL = Fuerzas misceláneas resultantes del proceso de construcción;

PS = Fuerzas secundarias debidas a pretensado;

SH = Fuerzas debida a retracción.

4.2. CARGAS VIVAS

La carga viva vehicular en las calzadas del puente debe consistir en una combinación de camión de diseño o tándem de diseño y carga de carril de diseño estimada a través del CCP-14 sección 3.6.1.2.2 - 3.6.1.2.3 – 3.6.1.2.4.

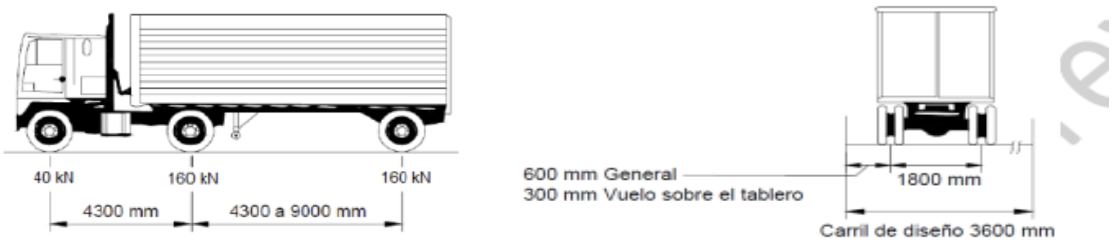


Figura 13. *Carga Viva (Vehículo o Camión de Diseño).*

Ahora, la carga peatonal se aplicará en las aceras que tengan más de 600 mm de ancho según lo indicado en la sección 3.6.1.6 del CCP-14 y tendrá una magnitud de 3.60 kN/m^2.

4.3. CARGAS FREÁTICAS

Para este caso se tomarán las especificaciones descritas en el diseño hidráulico y estudio geotécnico sobre el nivel freático.

4.4. EMPUJE DINÁMICO DE TIERRAS

Para las estructuras enterradas o semienterradas, se debe considerar el efecto de la masa inercial del suelo como empuje lateral dinámico de tierras ante una solicitación sísmica. En la siguiente figura, se observa la representación de las cargas según la metodología de Mononobe – Okabe, (Ver Título H, NSR-10), la cual es básicamente, una extensión de la teoría de la presión activa de Coulomb; en la cual, adicional al empuje lateral estático, ya sea en reposo o activo, se incluye el efecto dinámico como una carga triangular inversa a la carga estática.

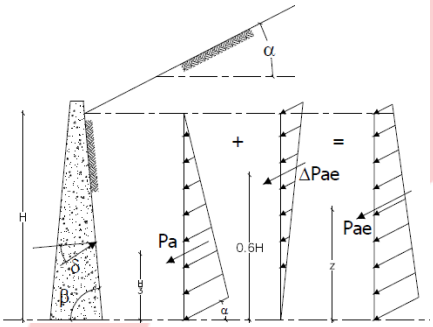


Figura 14. *Representación de la Carga Dinámica por Empuje Lateral de Tierra.*

La carga activa equivalente P_{ae} se determina como:

$$P_{ae} = \frac{1}{2}\gamma \cdot H^2 \cdot (1 - k_v) \cdot K_{ae}$$

Donde:

$$K_{ae} = \frac{\text{sen}^2(\phi + \beta - \theta)}{\cos(\theta) \cdot \text{sen}^2(\beta) \cdot \text{sen}(\beta - \theta - \delta) \cdot \Psi}$$

$$\Psi = \left(1 + \sqrt{\frac{\text{sen}(\phi + \beta) \cdot \text{sen}(\phi - \theta - \alpha)}{\text{sen}(\beta - \delta - \theta) \cdot \text{sen}(\alpha + \beta)}}\right)^2$$

$$\theta = \tan^{-1}\left[\frac{k_h}{1 - k_v}\right]$$

K_v: Componente vertical de la aceleración del sismo en relación con la gravedad.

K_h: Componente horizontal de la aceleración del sismo en relación con la gravedad.

- Tenemos para el **Box Culvert Tipo 1**:

ANÁLISIS DINÁMICO - EMPUJE DE TIERRAS

MONONOBE - OKABE

	Grados	Radianes						
Ángulo de Fricción =	30	0.5236					Tipo de Análisis:	Reposo
Coeficiente lateral de tierras (Reposo) =	0.500							
Coeficiente lateral de tierras (Activo) =	0.333							
Aceleración Horizontal =	0.10		Kh =	0.50	x	0.10	=	0.05
Aceleración Vertical =	0.20		Kv =	0.33	x	0.20	=	0.07

	Grados	Radianes		Grados	Radianes
Ángulo de Fricción suelo - estribo (d) = (2/3 x f)=	20.00	0.3491			
Ángulo del talud del terraplen (a) =	0.00	0.0000	q =	3.07	0.0535
Ángulo de falla suelo - estructura (b) =	90.00	1.5708			

y = 2.6054 Kae = 0.3321

Keq = Kae - K = 0.3321 - 0.500 = -0.1679

Altura del Box Culvert Tipo 1 = 2.35 m

Pa = 11.045 kN/m²
Pae = 10.26928474 kN/m²

- Tenemos para el **Box Culvert Tipo 2**:

ANÁLISIS DINÁMICO - EMPUJE DE TIERRAS

MONONOBE - OKABE

	Grados	Radianes						
Ángulo de Fricción =	30	0.5236					Tipo de Análisis:	Reposo
Coeficiente lateral de tierras (Reposo) =	0.500							
Coeficiente lateral de tierras (Activo) =	0.333							
Aceleración Horizontal =	0.10		Kh =	0.50	x	0.10	=	0.05
Aceleración Vertical =	0.20		Kv =	0.33	x	0.20	=	0.07

	Grados	Radianes		Grados	Radianes
Ángulo de Fricción suelo - estribo (d) = (2/3 x f)=	20.00	0.3491			
Ángulo del talud del terraplen (a) =	0.00	0.0000	q =	3.07	0.0535
Ángulo de falla suelo - estructura (b) =	90.00	1.5708			

y = 2.6054 Kae = 0.3321

Keq = Kae - K = 0.3321 - 0.500 = -0.1679

Altura del Box Culvert Tipo 2 = 2.10 m

Pa = 9.87 kN/m²
Pae = 9.176807636 kN/m²

- Tenemos para el **Box Culvert Tipo 3**:

ANÁLISIS DINÁMICO - EMPUJE DE TIERRAS

MONONOBE - OKABE

	Grados	Radianes						
Ángulo de Fricción =	30	0.5236					Tipo de Análisis:	Reposo
Coeficiente lateral de tierras (Reposo) =	0.500							
Coeficiente lateral de tierras (Activo) =	0.333							
Aceleración Horizontal =	0.10		Kh =	0.50	x	0.10	=	0.05
Aceleración Vertical =	0.20		Kv =	0.33	x	0.20	=	0.07

	Grados	Radianes		Grados	Radianes
Ángulo de Fricción suelo - estribo (d) = (2/3 x f)=	20.00	0.3491			
Ángulo del talud del terraplen (a) =	0.00	0.0000	q =	3.07	0.0535
Ángulo de falla suelo - estructura (b) =	90.00	1.5708			

y = 2.6054 Kae = 0.3321

Keq = Kae - K = 0.3321 - 0.500 = -0.1679

Altura del Box Culvert Tipo 3 =	2.25	m
Pa =	10.575	kN/m²
Pae =	9.832293896	kN/m²

- Tenemos para el **Box Culvert Tipo 4**:

ANÁLISIS DINÁMICO - EMPUJE DE TIERRAS

MONONOBE - OKABE

	Grados	Radianes						
Ángulo de Fricción =	30	0.5236					Tipo de Análisis:	Reposo
Coeficiente lateral de tierras (Reposo) =	0.500							
Coeficiente lateral de tierras (Activo) =	0.333							
Aceleración Horizontal =	0.10		Kh =	0.50	x	0.10	=	0.05
Aceleración Vertical =	0.20		Kv =	0.33	x	0.20	=	0.07

	Grados	Radianes		Grados	Radianes
Ángulo de Fricción suelo - estribo (d) = (2/3 x f)=	20.00	0.3491			
Ángulo del talud del terraplen (a) =	0.00	0.0000	q =	3.07	0.0535
Ángulo de falla suelo - estructura (b) =	90.00	1.5708			

y = 2.6054 Kae = 0.3321

Keq = Kae - K = 0.3321 - 0.500 = -0.1679

Altura del Box Culvert Tipo 4 =	5.95	m
Pa =	27.965	kN/m²
Pae =	26.001	kN/m²

- Tenemos para el **Box Culvert Tipo 5**:

ANÁLISIS DINÁMICO - EMPUJE DE TIERRAS

MONONOBE - OKABE

	Grados	Radianes						
Ángulo de Fricción =	30	0.5236					Tipo de Análisis:	Reposo
Coeficiente lateral de tierras (Reposo) =	0.500							
Coeficiente lateral de tierras (Activo) =	0.333							
Aceleración Horizontal =	0.10		Kh =	0.50	x	0.10	=	0.05
Aceleración Vertical =	0.20		Kv =	0.33	x	0.20	=	0.07

	Grados	Radianes		Grados	Radianes
Ángulo de Fricción suelo - estribo (d) = (2/3 x f)=	20.00	0.3491			
Ángulo del talud del terraplen (a) =	0.00	0.0000	q =	3.07	0.0535
Ángulo de falla suelo - estructura (b) =	90.00	1.5708			

y = 2.6054 Kae = 0.3321

Keq = Kae - K = 0.3321 - 0.500 = -0.1679

Altura del Box Culvert Tipo 5 =	3.65	m
Pa =	17.155	kN/m²
Pae =	15.950	kN/m²

- Tenemos para el **Box Culvert Tipo 6**:

ANÁLISIS DINÁMICO - EMPUJE DE TIERRAS

MONONOBE - OKABE

	Grados	Radianes						
Ángulo de Fricción =	30	0.5236					Tipo de Análisis:	Reposo
Coeficiente lateral de tierras (Reposo) =	0.500							
Coeficiente lateral de tierras (Activo) =	0.333							
Aceleración Horizontal =	0.10		Kh =	0.50	x	0.10	=	0.05
Aceleración Vertical =	0.20		Kv =	0.33	x	0.20	=	0.07

	Grados	Radianes		Grados	Radianes
Ángulo de Fricción suelo - estribo (d) = (2/3 x f)=	20.00	0.3491			
Ángulo del talud del terraplen (a) =	0.00	0.0000	q =	3.07	0.0535
Ángulo de falla suelo - estructura (b) =	90.00	1.5708			

y = 2.6054 Kae = 0.3321

Keq = Kae - K = 0.3321 - 0.500 = -0.1679

Altura del Box Culvert Tipo 6 =	2.15	m
Pa =	10.105	kN/m²
Pae =	9.395	kN/m²

- Tenemos para el **Box Culvert Tipo 7**:

ANÁLISIS DINÁMICO - EMPUJE DE TIERRAS

MONONOBE - OKABE

	Grados	Radianes						
Ángulo de Fricción =	30	0.5236					Tipo de Análisis:	Reposo
Coeficiente lateral de tierras (Reposo) =	0.500							
Coeficiente lateral de tierras (Activo) =	0.333							
Aceleración Horizontal =	0.10		Kh =	0.50	x	0.10	=	0.05
Aceleración Vertical =	0.20		Kv =	0.33	x	0.20	=	0.07

	Grados	Radianes		Grados	Radianes
Ángulo de Fricción suelo - estribo (d) = (2/3 x f)=	20.00	0.3491			
Ángulo del talud del terraplen (a) =	0.00	0.0000	q =	3.07	0.0535
Ángulo de falla suelo - estructura (b) =	90.00	1.5708			

y = 2.6054 Kae = 0.3321

Keq = Kae - K = 0.3321 - 0.500 = -0.1679

Altura del Box Culvert Tipo 7 =	3.20	m
Pa =	15.04	kN/m²
Pae =	13.984	kN/m²

- Tenemos para el **Box Culvert Tipo 8**:

ANÁLISIS DINÁMICO - EMPUJE DE TIERRAS

MONONOBE - OKABE

	Grados	Radianes						
Ángulo de Fricción =	30	0.5236					Tipo de Análisis:	Reposo
Coeficiente lateral de tierras (Reposo) =	0.500							
Coeficiente lateral de tierras (Activo) =	0.333							
Aceleración Horizontal =	0.10		Kh =	0.50	x	0.10	=	0.05
Aceleración Vertical =	0.20		Kv =	0.33	x	0.20	=	0.07

	Grados	Radianes		Grados	Radianes
Ángulo de Fricción suelo - estribo (d) = (2/3 x f)=	20.00	0.3491			
Ángulo del talud del terraplen (a) =	0.00	0.0000	q =	3.07	0.0535
Ángulo de falla suelo - estructura (b) =	90.00	1.5708			

y = 2.6054 Kae = 0.3321

Keq = Kae - K = 0.3321 - 0.500 = -0.1679

Altura del Box Culvert Tipo 8 =	3.25	m
Pa =	15.275	kN/m²
Pae =	14.202	kN/m²

- Tenemos para el **Box Culvert Tipo 9**:

ANÁLISIS DINÁMICO - EMPUJE DE TIERRAS

MONONOBE - OKABE

	Grados	Radianes						
Ángulo de Fricción =	30	0.5236					Tipo de Análisis:	Reposo
Coeficiente lateral de tierras (Reposo) =	0.500							
Coeficiente lateral de tierras (Activo) =	0.333							
Aceleración Horizontal =	0.10		Kh =	0.50	x	0.10	=	0.05
Aceleración Vertical =	0.20		Kv =	0.33	x	0.20	=	0.07

	Grados	Radianes		Grados	Radianes
Ángulo de Fricción suelo - estribo (d) = (2/3 x f)=	20.00	0.3491			
Ángulo del talud del terraplen (a) =	0.00	0.0000	q =	3.07	0.0535
Ángulo de falla suelo - estructura (b) =	90.00	1.5708			

y = 2.6054 Kae = 0.3321

Keq = Kae - K = 0.3321 - 0.500 = -0.1679

Altura del Box Culvert Tipo 9 =	4.35	m
Pa =	20.445	kN/m²
Pae =	19.009	kN/m²

- Tenemos para el **Box Culvert Tipo 10**:

ANÁLISIS DINÁMICO - EMPUJE DE TIERRAS

MONONOBE - OKABE

	Grados	Radianes						
Ángulo de Fricción =	30	0.5236					Tipo de Análisis:	Reposo
Coeficiente lateral de tierras (Reposo) =	0.500							
Coeficiente lateral de tierras (Activo) =	0.333							
Aceleración Horizontal =	0.10		Kh =	0.50	x	0.10	=	0.05
Aceleración Vertical =	0.20		Kv =	0.33	x	0.20	=	0.07

	Grados	Radianes		Grados	Radianes
Ángulo de Fricción suelo - estribo (d) = (2/3 x f)=	20.00	0.3491			
Ángulo del talud del terraplen (a) =	0.00	0.0000	q =	3.07	0.0535
Ángulo de falla suelo - estructura (b) =	90.00	1.5708			

y = 2.6054 Kae = 0.3321

Keq = Kae - K = 0.3321 - 0.500 = -0.1679

Altura del Box Culvert Tipo 10 =	2.15	m
Pa =	10.105	kN/m²
Pae =	9.395	kN/m²

- Tenemos para el **Box Culvert Tipo 11**:

ANÁLISIS DINÁMICO - EMPUJE DE TIERRAS

MONONOBE - OKABE

		Grados	Radianes						
Ángulo de Fricción =		30	0.5236				Tipo de Análisis:	Reposo	
Coeficiente lateral de tierras (Reposo) =	0.500								
Coeficiente lateral de tierras (Activo) =	0.333								
Aceleración Horizontal =	0.10			Kh =	0.50	x	0.10	=	0.05
Aceleración Vertical =	0.20			Kv =	0.33	x	0.20	=	0.07
		Grados	Radianes						
Ángulo de Fricción suelo - estribo (d) = (2/3 x f)=		20.00	0.3491					Grados	Radianes
Ángulo del talud del terraplen (a) =		0.00	0.0000				q =	3.07	0.0535
Ángulo de falla suelo - estructura (b) =		90.00	1.5708						
y = 2.6054				Kae = 0.3321					
Keq = Kae - K =	0.3321	-	0.500	=	-0.1679				

Altura del Box Culvert Tipo 11 =	3.80	m
Pa =	17.86	kN/m²
Pae =	16.606	kN/m²

- Tenemos para el **Box Culvert Tipo 12**:

ANÁLISIS DINÁMICO - EMPUJE DE TIERRAS

MONONOBE - OKABE

		Grados	Radianes						
Ángulo de Fricción =		30	0.5236				Tipo de Análisis:	Reposo	
Coeficiente lateral de tierras (Reposo) =	0.500								
Coeficiente lateral de tierras (Activo) =	0.333								
Aceleración Horizontal =	0.10			Kh =	0.50	x	0.10	=	0.05
Aceleración Vertical =	0.20			Kv =	0.33	x	0.20	=	0.07
		Grados	Radianes						
Ángulo de Fricción suelo - estribo (d) = (2/3 x f)=		20.00	0.3491					Grados	Radianes
Ángulo del talud del terraplen (a) =		0.00	0.0000				q =	3.07	0.0535
Ángulo de falla suelo - estructura (b) =		90.00	1.5708						
y = 2.6054				Kae = 0.3321					
Keq = Kae - K =	0.3321	-	0.500	=	-0.1679				

Altura del Box Culvert Tipo 12 =	3.20	m
Pa =	15.04	kN/m²
Pae =	13.984	kN/m²

Adicional a las cargas gravitacionales, en el modelo global de análisis y diseño de la estructura, se tuvo en cuenta efectos sísmicos y de viento.

4.5. COMBINACIONES DE CARGA

Para el diseño estructural se utilizaron las combinaciones básicas que requiere la Norma Colombiana de Diseño de Puente CCP-14, en la tabla 3.4.1-1. Como se referencia a continuación:

Combinaciones y Factores de Carga

Estado Límite de la Combinación de carga	DC DD DW EH EV ES EL PS CR SH	LL IM CE BR PL LS	WA	WS	WL	FR	TU	TG	SE	EQ	BL	IC	CT	CV
Resistencia I	γ_P	1.75	1.00	-	-	1.00	0.50/1.20	γ_{TG}	γ_{SE}	-	-	-	-	-
Resistencia II	γ_P	1.35	1.00	-	-	1.00	0.50/1.20	γ_{TG}	γ_{SE}	-	-	-	-	-
Resistencia III	γ_P	-	1.00	1.40	-	1.00	0.50/1.20	γ_{TG}	γ_{SE}	-	-	-	-	-
Resistencia IV	γ_P	-	1.00	-	-	1.00	0.50/1.20	-	-	-	-	-	-	-
Resistencia V	γ_P	1.35	1.00	0.40	1.00	1.00	0.50/1.20	γ_{TG}	γ_{SE}	-	-	-	-	-
Evento Extremo I	γ_P	γ_{EQ}	1.00	-	-	1.00	-	-	-	1.00	-	-	-	-
Evento Extremo II	γ_P	0.50	1.00	-	-	1.00	-	-	-	-	1.0	1.0	1.0	1.0
Servicio I	1.00	1.00	1.00	0.30	1.00	1.00	1.00/1.20	γ_{TG}	γ_{SE}	-	-	-	-	-
Servicio II	1.00	1.30	1.00	-	-	1.00	1.00/1.20	-	-	-	-	-	-	-
Servicio III	1.00	0.80	1.00	-	-	1.00	1.00/1.20	γ_{TG}	γ_{SE}	-	-	-	-	-
Servicio IV	1.00	-	1.00	0.70	-	1.00	1.00/1.20	-	1.00	-	-	-	-	-
Fatiga I – Sólo LL, LM & CE	-	1.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fatiga I II – Sólo LL, LM & CE	-	1.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 13. *Combinaciones y Factores de Carga. Tomado de la Tabla 3.4.1-1 de la CCP-14.*

5. REQUISITOS DE DURABILIDAD

Se presenta el chequeo de requisitos para catalogación de la estructura y especificaciones de materiales según la categoría y clase de exposición.

TABLA C.4.2.1 — CATEGORIAS Y CLASES DE EXPOSICIÓN

Categoría	Severidad	Clase	Condición	
F Congelamiento y deshielo	No es aplicable	F0	Concreto no expuesto a ciclos de congelamiento y deshielo	
	Moderada	F1	Concreto expuesto a ciclos de congelamiento y deshielo y exposición ocasional a la humedad	
	Severa	F2	Concreto expuesto a ciclos de congelamiento y deshielo y en contacto continuo con la humedad	
	Muy severa	F3	Concreto expuesto a ciclos de congelamiento y deshielo que estará en contacto continuo con la humedad y expuesto a productos químicos descongelantes	
S Sulfato			**Sulfatos solubles en agua (SO_4) en el suelo, % en peso**	**Sulfato (SO_4) disuelto en agua, ppm**
	No aplicable	S0	$SO_4 < 0.10$	$SO_4 < 150$
	Moderada	S1	$0.10 \leq SO_4 <$	$150 \leq SO_4 < 1500$ agua marina
	Severa	S2	$0.20 \leq SO_4 \leq$	$1500 \leq SO_4 \leq 10000$
	Muy severa	S3	$SO_4 > 2.00$	$SO_4 > 10000$
P Requiere baja permeabilidad	No aplicable	P0	En contacto con el agua donde no se requiere baja permeabilidad	
	Requerida	P1	En contacto con el agua donde se requiera baja permeabilidad	
C Protección del refuerzo para la corrosión	No aplicable	C0	Concreto seco o protegido contra la humedad	
	Moderada	C1	Concreto expuesto a la humedad, pero no a una fuente externa de cloruros	
	Severa	C2	Concreto expuesto a la humedad y a una fuente externa de cloruros provenientes de productos químicos descongelantes, sal, agua salobre, agua de mar o salpicaduras del mismo origen	

TABLA C.4.3.1 — REQUISITOS PARA EL CONCRETO SEGÚN LA CLASE DE EXPOSICIÓN

Clase de Exposición	Rel. a/mc máx.‡	f'_c min. MPa	Requisitos mínimos adicionales			
			Contenido de aire			Límites en los cementantes
F0	N/A	17	N/A			N/A
F1	0.45	31	tabla C.4.4.1			N/A
F2	0.45	31	tabla C.4.4.1			N/A
F3	0.45	31	tabla C.4.4.1			tabla C.4.4.2
			Tipos de material cementante*			Aditivo cloruro de calcio
			ASTM C 150	ASTM C 595	ASTM C 1157	
S0	N/A	17	Sin restricción en el tipo	Sin restricción en el tipo	Sin restricción en el tipo	Sin restricción
S1	0.50	28	II‡‡	IP(MS), IS(<70) (MS)	MS	Sin restricción
S2	0.45	31	V‡	IP(HS), IS(<70) (HS)	HS	No se permite
S3	0.45	31	V puzolanas o escoria§	IP(HS) y puzolanas o escoria§ o IS(<70) (HS) y puzolanas o escoria§	HS y puzolanas o escoria§	No se permite
P0	N/A	17	Ninguna			
P1	0.50	28	Ninguna			
			Contenido máximo de iones de cloruro (Cl^-) soluble en agua en el concreto, porcentaje por peso de cemento			
			Concreto reforzado	Concreto Preesforzado	Requisitos relacionados	
C0	N/A	17	1.00	0.06	Ninguno	
C1	0.50	17	0.30	0.06		
C2	0.40	35	0.15	0.06	7.7.6, 18.16#	

*Se pueden permitir combinaciones alternativas de materiales cementantes diferentes a los mencionados en la tabla C.4.3.1 siempre que sean ensayados para comprobar la resistencia a los sulfatos y deben cumplirse los criterios de C.4.5.1.
†Para exposición al agua marina, se permiten otros tipos de cemento pórtland con contenidos de hasta 10 por ciento de aluminato tricálcico (C_3A) si la relación a/mc no excede 0.40.
‡Se permiten otros tipos de cemento como el tipo III o tipo I en exposiciones clase S1 o S2 si el contenido de C_3A es menor al 8 ó 5 por ciento, respectivamente.
§La cantidad de la fuente específica de puzolana o escoria que se debe usar no debe ser inferior a la cantidad que haya sido determinada por experiencia en mejorar la resistencia a sulfatos cuando se usa en concretos que contienen cemento tipo V. De manera alternativa, la cantidad de la fuente específica de puzolana o escoria que se debe usar no debe ser menor a la cantidad ensayada según la NTC 3330 (ASTM C1012) y debe cumplir con los requisitos de C.4.5.1.
‖ El contenido de iones cloruro solubles en agua provenientes de los ingredientes incluyendo el agua, agregados, materiales cementantes y aditivos de la mezclas de concreto, deben ser determinados según los requisitos de la NTC 4049 (ASTM C1218M), a edades que van de 28 a 42 días
#Se deben cumplir los requisitos de C.7.7.5 véase C.18.16 para tendones de preesfuerzo no adheridos
‡Para concreto liviano véase C.4.1.2

Nota. Tablas C.4.2.1 y C.4.3.1 de la NSR-10.

De esta manera, teniendo en cuenta que la durabilidad del concreto es de suma importancia debido a su influencia en la vida útil, a resistencia a condiciones ambientales agresivas, la protección contra ataques químicos, la reducción del mantenimiento, la sostenibilidad de las estructuras de concreto y el rendimiento a largo plazo de las estructuras de concreto. Para este caso, se tienen los siguientes resultados de la catalogación de la estructura y especificaciones de materiales según la categoría y clase de exposición para prolongar la durabilidad de esta estructura:

- **Categoría de Exposición:** P (Requiere baja permeabilidad).
- **Clase de Exposición:** P1 (*Condición:* En contacto con el agua donde se requiera baja permeabilidad).
- ***Especificación de materiales:***
    - **Relación a/mc máx. ±:** 0.50
    - **Resistencia mínima a la compresión, $f'_{c-mín}$**: 28.00 MPa.

6. ESPECIFICACIÓN DE LOS MATERIALES

6.1. CONCRETO

Para el diseño de los elementos del sistema estructural de todas las estructuras como los muros y losas, se utilizará concreto de 280 kg/cm^2, 28 MPa o 4000 psi de resistencia última a los 28 días.

Por lo tanto, el módulo de elasticidad que se empleará será el obtenido de la siguiente expresión:

$$\mathrm{E_c} = 12{,}500 \cdot \sqrt{280\ \mathrm{kg/cm^2}} = 209{,}165\ \mathrm{kg/cm^2}$$

Debido a que esta estructura será sometida a diferentes acciones hidrostáticas, y siguiendo los lineamientos especificados en la Resolución 0661 de 2019 del *Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio de Colombia* en el capítulo 2.4.2.11. (Diseños Estructurales), se recomienda que para este proyecto la estructura sea en concreto impermeabilizado.

Además, si el concreto no es premezclado se recomienda utilizar un diseño de mezcla avalado por un ingeniero civil con experiencia en este, con el fin de asegurar que las desviaciones en la resistencia promedio sean mínimas.

6.2. ACERO REFUERZO

El acero de refuerzo que se utilizó en el diseño tiene como límite de fluencia 60 ksi [60000 psi; 4200 kg/cm^2; 420 MPa], para diámetros mayores o iguales a 3/8” y para diámetros menores a 3/8” será de 40 ksi [40000 psi; 2800 kg/cm^2; 280 MPa], para las mallas de retracción se utilizó acero de 37 ksi [37000 psi; 2590 kg/cm^2; 259 MPa].

Todo el material usado en la fabricación de estos puentes cumple con la ASTM A709: Especificaciones estándar para aceros estructurales para puentes.

Los puentes Bailey cumplen con las especificaciones de la AASHTO, las principales piezas tienen las siguientes características:

- Son hechas de carbón y manganeso, con una aleación pobre de acero, altamente tensado.
- Carga de rotura 35 ton por pulg^2; Límite elástico 23 ton por pulg^2.
- Elongación del 18% para secciones de ⅜" a ¾" de espesor.

6.3. RECUBRIMIENTO DE LOS ELEMENTOS

Para los recubrimientos de las estructuras tipo Box Culvert que se encuentran en exposición directa contra el suelo o ubicaciones costeras el recubrimiento de los elementos deberá ser según lo establecido en la Tabla 5.12.3-1 del CCP-14 la cual se presenta a continuación:

Tabla 5.12.3-1 — Recubrimiento para las armaduras principale no protegidas (mm)

Situación	Recubrimiento (mm)
Exposición directa al agua salada	100
Hormigonado contra el suelo	75
Ubicaciones costeras	75
Exposición a sales anticongelantes	60
Superficies de losa del puentes con tránsito de neumáticos con clavos o cadenas	60
Otras situaciones exteriores	50
Otras situaciones interiores • Hasta Barras No. 11 • Barras No. 14 y No. 18	 40 50
Fondo de losas vaciadas *in situ* • Hasta Barras No. 11 • Barras No. 14 y No. 18	 25 50
Encofrados inferiores para paneles prefabricados	20
Pilotes prefabricados de concreto armado • Ambientes no corrosivos • Ambientes corrosivos	 50 75
Pilotes prefabricados de concreto presforzado	50
Pilotes vaciados *in situ* • Ambientes no corrosivos • Ambientes corrosivos – En general – Refuerzo protegido • Cáscaras • Concreto vaciado con bentonita, concreto vaciado por el sistema tremie o construcción con lechada	 50 75 75 50 75

Figura 15. *Recubrimiento para las armaduras principales no protegidas. Tabla 5.12.3-1 del CCP-14.*

Entonces, para el diseño y proceso constructivo se tendrá en cuenta un recubrimiento de 75.00 mm tanto para las losas y muros del Box Culvert.

7. CONSIDERACIONES SÍSMICAS

A partir de la información recopilada del estudio de suelo propuesto por el Ingeniero Geotecnista se presentarán los siguientes parámetros y consideraciones sísmicas para este proyecto:

- Zona de Amenaza Sísmica: Intermedia
- Tipo de Perfil del Suelo: E
- Coeficiente de Aceleración Pico, PGA: 0.15 (Fig. 3.10.2.1-1 del CCP-14).
- Periodo Corto, S_s = 0.30 (Fig. 3.10.2.1-2 del CCP-14).
- Periodo Largo, S1 = 0.20 (Fig. 3.10.2.1-3 del CCP-14).
- Coef. de Amplificación de Sitio, F_a = 2.10 (Tabla 3.10.3.2-2 del CCP-14).
- Coef. de Amplificación de Sitio, F_v = 3.20 (Tabla 3.10.3.2-3 del CCP-14).
- Coef. de Amplificación de Sitio, F_{pga} = 2.10 (Tabla 3.10.3.2-1 del CCP-14).

8. PARÁMETROS GEOTÉCNICOS

8.1. ESTADO LÍMITE DE RESISTENCIA I DE ACUERDO CON A 10.5.5.2

Tabla 10.5.5.2.2-1 — Los factores de resistencia para la resistencia geotécnica de cimentaciones superficiales en el estado límite de resistencia

Método/Suelo/Condición			Factor de resistencia
Capacidad de carga	φ_b	Método teórico (Munfakh et al., 2001), en arcilla	0.50
		Método teórico (Munfakh et al., 2001), en arena, usando CPT	0.50
		Método teórico (Munfakh et al., 2001), en arena, usando SPT	0.45
		Métodos Semi-empíricos (Meyerhof, 1957), todos los suelos	0.45
		Zapatas sobre roca	0.45
		Pruebas de carga con placa	0.55
Deslizamiento	φ_τ	Concreto prefabricado colocado sobre arena	0.90
		Concreto fundido in situ sobre arena	0.80
		Concreto fundido in situ o prefabricado sobre arcilla	0.85
		Suelo sobre suelo	0.90
	φ_{ep}	Presión pasiva del suelo, componente de la resistencia al deslizamiento	0.50

Figura 16. *Factores de resistencia geotécnica de cimentaciones superficiales en el estado límite de resistencia (CCP-14).*

De acuerdo con la Tabla 10.5.5.2.2-1 se estableció el factor de resistencia para la resistencia geotécnica de cimentaciones superficiales en el estado límite de resistencia, el cual siguiendo el Método Semi-empírico de Meyerhof (1957) para todos los suelos, equivale a $\varphi_b = 0.45$.

Ahora, cabe mencionar que se tomaron los valores de parámetros geotécnicos propuesto por el Ingeniero Geotecnista en el municipio de Los Córdobas (Córdoba), que es donde se encontrarán ubicados los Box Culvert Tipos.

Además, para este caso se tiene que el natural presenta características deficientes que limitan su capacidad portante. Sin embargo, se ha especificado la colocación de un relleno de calidad controlada, compuesto por material granular bien graduado y compactado en capas según los requisitos técnicos establecidos (se recomienda ver los Planos Estructurales), asegurando así un espesor significativo y adecuado para redistribuir las cargas de manera efectiva.

Por lo cual, este enfoque permite que el sistema de fundación del Box Culvert interactúe directamente con el relleno mejorado, lo que eleva las condiciones de soporte más cercanas a las de la capacidad última. Al emplear esta capacidad en el análisis, se está considerando un criterio más conservador para la seguridad global de la estructura y se optimizan los recursos, dado que el diseño considera la intervención propuesta para superar las limitaciones del suelo original presente en la zona.

De esta manera, se tiene que la capacidad portante mayorada del suelo de fundación para el **Estado Límite de Resistencia** es:

Box Culvert	Capacidad Portante del Estado Límite de Resistencia
Box Culvert Tipo 1	$q_R = 26.40\ Ton/m^2$
Box Culvert Tipo 2	$q_R = 27.50\ Ton/m^2$
Box Culvert Tipo 3	$q_R = 32.40\ Ton/m^2$
Box Culvert Tipo 4	$q_R = 35.90\ Ton/m^2$
Box Culvert Tipo 5	$q_R = 25.90\ Ton/m^2$
Box Culvert Tipo 6	$q_R = 32.40\ Ton/m^2$
Box Culvert Tipo 7	$q_R = 30.00\ Ton/m^2$
Box Culvert Tipo 8	$q_R = 26.30\ Ton/m^2$
Box Culvert Tipo 9	$q_R = 32.50\ Ton/m^2$
Box Culvert Tipo 10	$q_R = 36.20\ Ton/m^2$
Box Culvert Tipo 11	$q_R = 25.90\ Ton/m^2$
Box Culvert Tipo 12	$q_R = 54.40\ Ton/m^2$

Tabla 14. *Estado Límite de Resistencia para cada Box Culvert Tipo.*

8.2. ESTADO LÍMITE DE SERVICIO

De acuerdo con 11.5.7 los factores de resistencia para el estado límite de servicio deben tomarse como 1.00, excepto para estabilidad global para que debe tomar un valor de $\phi = 0.65$ si la información geotécnica es limitada (11.6.2.3), si bien este factor de resistencia se debe usar para verificar la estabilidad global, se supone que también gobierna el diseño para el **Estado Límite de Servicio** es:

Box Culvert	Capacidad Portante del Estado Límite de Servicio
Box Culvert Tipo 1	$q_S = 58.40\ Ton/m^2$
Box Culvert Tipo 2	$q_S = 61.10\ Ton/m^2$
Box Culvert Tipo 3	$q_S = 72.00\ Ton/m^2$
Box Culvert Tipo 4	$q_S = 79.60\ Ton/m^2$
Box Culvert Tipo 5	$q_S = 57.50\ Ton/m^2$
Box Culvert Tipo 6	$q_S = 71.60\ Ton/m^2$
Box Culvert Tipo 7	$q_S = 66.60\ Ton/m^2$
Box Culvert Tipo 8	$q_S = 58.30\ Ton/m^2$
Box Culvert Tipo 9	$q_S = 72.50\ Ton/m^2$
Box Culvert Tipo 10	$q_S = 80.60\ Ton/m^2$
Box Culvert Tipo 11	$q_S = 57.50\ Ton/m^2$
Box Culvert Tipo 12	$q_S = 120.90\ Ton/m^2$

Tabla 15. *Estado Límite de Servicio para cada Box Culvert Tipo.*

8.3. ESTADO LÍMITE DE EVENTO EXTREMO DE ACUERDO CON 11.5.8

De acuerdo con 11.5.8 los factores de resistencia deben tomarse como 1.00 cuando se investigue el estado límite de evento extremo, excepto para estabilidad global para que debe tomar un valor de $\phi = 0.90$. Para la capacidad de carga debe usarse un factor de carga igual a 0.80 para muros de semi gravedad y gravedad. La capacidad portante mayorada del suelo de fundación para el **Estado Límite de Evento Extremo** es:

Box Culvert	Capacidad Portante del Estado Límite de Evento Extremo
Box Culvert Tipo 1	$q_{EE} = 58.40\ Ton/m^2$
Box Culvert Tipo 2	$q_{EE} = 61.10\ Ton/m^2$
Box Culvert Tipo 3	$q_{EE} = 72.00\ Ton/m^2$
Box Culvert Tipo 4	$q_{EE} = 79.60\ Ton/m^2$
Box Culvert Tipo 5	$q_{EE} = 57.50\ Ton/m^2$
Box Culvert Tipo 6	$q_{EE} = 71.60\ Ton/m^2$
Box Culvert Tipo 7	$q_{EE} = 66.60\ Ton/m^2$
Box Culvert Tipo 8	$q_{EE} = 58.30\ Ton/m^2$
Box Culvert Tipo 9	$q_{EE} = 72.50\ Ton/m^2$
Box Culvert Tipo 10	$q_{EE} = 80.60\ Ton/m^2$
Box Culvert Tipo 11	$q_{EE} = 57.50\ Ton/m^2$
Box Culvert Tipo 12	$q_{EE} = 120.90\ Ton/m^2$

Tabla 16. *Estado Límite de Evento Extremo para cada Box Culvert Tipo.*

8.4. RECOMENDACIONES GEOTÉCNICAS

De acuerdo con el Estudio de Suelos se recomienda que: “La cimentación de las estructuras será de tipo superficial, conformada por losas corrida. La losa estará soportada por una plantilla de 5 cm, el cual servirá como base para la colocación de la misma.”

A pesar de lo anterior, para el diseño estructural de cada uno de los Box Culverts se recomienda implementar un relleno estructural adicional de en piedra rajón de 30 cm de espesor.

9. FUERZA SÍSMICA

Datos		Unidad	Página
Ubicación de la Estructura – MUNICIPIO:	**Los Córdobas**		
Departamento:	Córdoba		
Coeficiente de Aceleración Pico (PGA):	**0.15**		Fig. 3.10.2.1-1
Tipo de Perfil del Suelo:	**E**		Tabla 3.10.3.1-1
Zona de Amenaza Sísmica:	Intermedia		
Periodo Corto (Ss):	0.30		Fig. 3.10.2.1-2
Periodo Largo (S1):	0.20		Fig. 3.10.2.1-3
Coeficiente de Amplificación de Sitio (Fa):	2.10		Tabla 3.10.3.2-2
Coeficiente de Amplificación de Sitio (Fv):	3.20		Tabla 3.10.3.2-3
Coeficiente de Amplificación de Sitio (Fpga):	2.10		Tabla 3.10.3.2-1
Zonas de desempeño sísmico (SD1):	0.64		Tabla 3.10.6-1
SDS:	0.63		
Período de vibración de referencia Inicial (To):	0.20	[s]	
Período de Vibración Corto (Ts):	1.02	[s]	
As:	0.32	[s]	

Tabla 17. *Parámetros sísmicos de las Estructuras según CCP-14.*

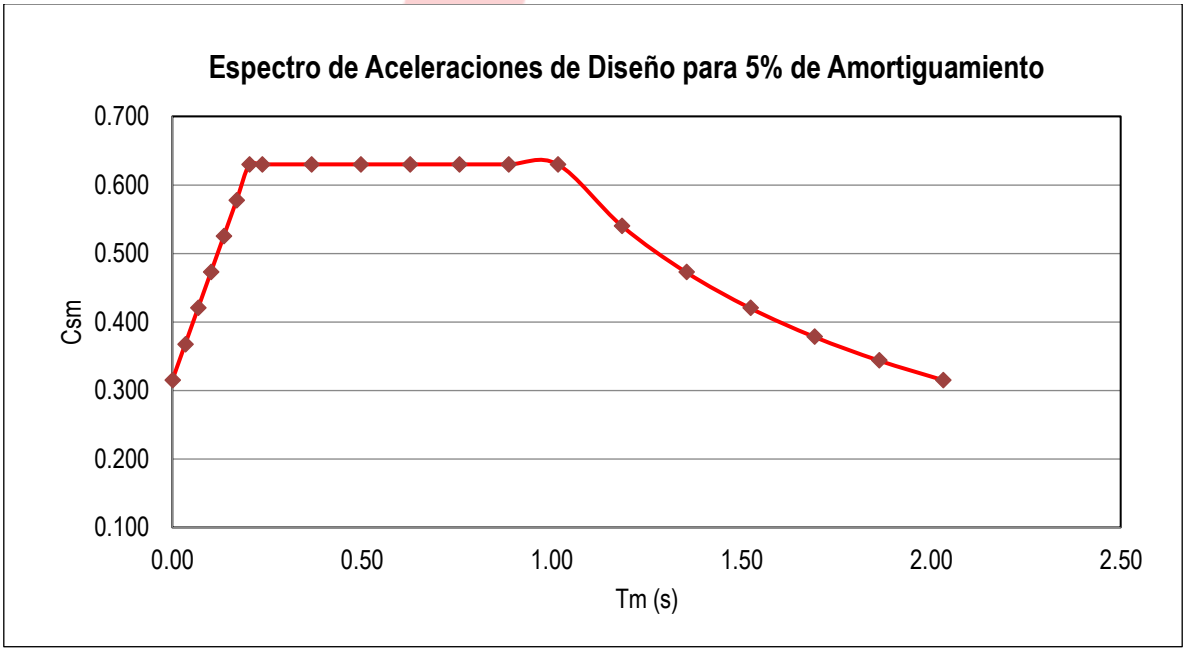


Figura 17. *Espectro Elástico de Aceleraciones de Diseño.*

10. CONTROL DE AGRIETAMIENTO

El control de agrietamiento en estructuras de concreto reforzado es esencial para asegurar su durabilidad, estética y funcionalidad a lo largo de su vida útil. El objetivo de estas medidas es garantizar que las fisuras en la estructura de concreto reforzado sean pequeñas y estén distribuidas uniformemente, evitando que afecten la capacidad estructural y la durabilidad del elemento.

Según el Capítulo C.23-C.10.6.4 del Título C de la NSR-10, se establecen medidas y consideraciones específicas para minimizar las fisuras en los elementos estructurales. De esta manera, se tiene en el C.23-C.10.6.4.5: “Para compartimentos estancos, una exposición ambiental normal se define como exposición a líquidos con un pH mayor de 5, o exposición a soluciones que contengan sulfatos en cantidades de 1000 ppm o menos. La exposición ambiental severa ocurre cuando se exceden los límites que definen la exposición ambiental normal”.

Ahora, a partir de la información anterior se tiene que, en este caso, las estructuras hidráulicas estarán contenidas especialmente de líquidos agresivos (que están principalmente estancos con un pH mayores a 5 y/o soluciones de sulfato con menos de 1000 ppm), por lo cual, se clasificó como estructuras ambientales severas.

A continuación, se detallan otros puntos clave que se recomiendan en este capítulo para el correcto control de agrietamiento:

Los anchos máximos de fisura permitidos, que varían dependiendo del ambiente y la exposición a agentes agresivos. Controlar el ancho de las fisuras es fundamental para evitar comprometer la durabilidad y la apariencia de la estructura.

Se define una cantidad mínima de refuerzo necesaria para controlar la apertura de fisuras. Este refuerzo mínimo está relacionado con el esfuerzo de tracción en el concreto, y su implementación garantiza que las fisuras se distribuyan de manera uniforme y sean lo suficientemente pequeñas para no afectar la integridad estructural.

El espaciado del refuerzo es otro aspecto crucial para el control del agrietamiento. El capítulo proporciona recomendaciones sobre el espaciado máximo del refuerzo longitudinal y transversal. Un espaciado adecuado ayuda a prevenir la formación de fisuras grandes y concentradas.

La calidad del concreto, en términos de resistencia y trabajabilidad, es esencial para minimizar la aparición de fisuras. Por lo cual, un concreto bien diseñado y colocado reduce significativamente el riesgo de agrietamiento, asegurando una estructura más duradera.

El recubrimiento de concreto sobre el refuerzo también influye en el control del agrietamiento. El capítulo establece la cantidad de recubrimiento necesaria para proteger el refuerzo de la corrosión y ayudar a controlar la apertura de fisuras. Un recubrimiento adecuado es vital para la durabilidad de la estructura.

Las fisuras deben ser controladas bajo las cargas de servicio para asegurar la durabilidad de la estructura a lo largo del tiempo. Se consideran tanto las cargas permanentes como las cargas variables a las que estará sometida la estructura. Este control garantiza que la estructura mantenga su funcionalidad y seguridad durante su vida útil.

Se tiene que, en casi todas las situaciones, el criterio dado en la normativa en cuanto al control de agrietamiento para las estructuras ambientales es apropiado desde el punto de vista estético.

Por lo cual, se tiene que, en la modelación de las estructuras ambientales, se tuvo en cuenta el control de agrietamiento siguiendo las directrices del Capítulo C.23-C.10.6.4 del Título C de la NSR-10, asegurando así la durabilidad, estética y funcionalidad de los elementos de concreto reforzado a lo largo del tiempo.

11. FUERZAS DE VIENTO

Para las cargas de viento, se tomaron los valores establecidos en el NSR-10. Por encontrarse el proyecto en la Zona 2 del mapa de velocidades de diseño para fuerzas de viento. Se toma este valor como V = 100 km/h (Figura B.6.4.1 de NSR-10).

A continuación, se presentarán los resultados del análisis y de diseño de todas las estructuras que componen este proyecto.

DISEÑO DE BOX CULVERT TIPO 1

12. DISEÑO DE BOX CULVERT TIPO 1

El diseño se realizó modelando las paredes y la losa como un conjunto, y determinar las fuerzas y momentos internos en los elementos. La estructura se diseñó paso a paso con el objeto de conocer muy bien los efectos de diseño y, el diseño del Box Coulvert y aletas fue realizado utilizando el Programa de Puentes del Ingeniero Fernando Medina (*Ver Anexos Digitales*).

12.1. DISEÑO ESTRUCTURAL

12.1.1. Datos de Entrada

A continuación, se presenta los datos iniciales para realizar el diseño y la modelación de esta estructura:

DATOS DE ENTRADA		
Altura Total de la Estructura	2.35	**m**
Ancho Total de la Estructura	3.60	**m**
Espesor de la Losa Superior	0.40	**m**
Espesor de los Muros	0.30	**m**
Espesor de la Losa Inferior	0.35	**m**
Número de Celdas	1	
Longitud de la Estructura	8.00	**m**
Longitud de la Aleta	2.00	**m**
Espesor del Vástago de la Aleta	0.30	**m**
Espesor de la Zapata	0.35	**m**

Tabla 18. *Datos de Entrada para la modelación de la Estructura.*

En los anexos se presenta el diseño del Box Culvert descrito en esta memoria de cálculo digital.

12.1.2. Constantes de Diseño

A continuación, se presenta las constantes de diseño que se tuvieron en cuenta en la modelación de esta estructura:

CONSTANTES DE DISEÑO		
Resistencia a la Compresión del Concreto (f_c')	280	kg/cm^2
Resistencia a la Fluencia del Acero (f_y) – Barras Longitudinales	4200	kg/cm^2
Resistencia a la Fluencia del Acero (f_y) – Acero de Flejes	4200	kg/cm^2
ϕ varilla muros (Octavos de pulgada)	No. 3-4	
ϕ min. varilla losa (Octavos de pulgada)	No. 3-4	
Recubrimiento centroide de losa y lateral libre	7.50	cm
Camión de Diseño	CCP-14 COL	

Tabla 19. *Constantes de Diseño para la modelación de la Estructura.*

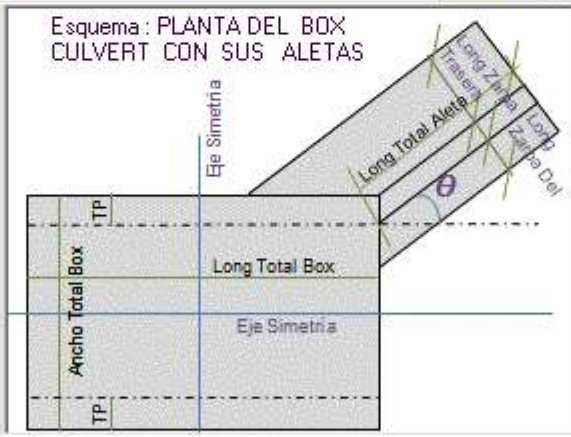
A continuación, se presentan los resultados del diseño de todas las estructuras que componen esta estructura (**Box Culvert Tipo 1**) utilizando el Programa de Puentes del Ingeniero Fernando Medina.

INFORMACIÓN GENERAL DEL BOX CULVERT

GEOMETRÍA ALCANTARILLA y GEOMETRÍA ALETAS

GEOMETRÍA DE LA ALCANTARILLA	
Ancho Total del Box (a bordes ext.), Lta (m)	3.6
Longitud Total Box (a bordes exter), Ltb (m)	8
Altura Total Box (a bordes ext), Ha (m)	2.35
Número de Celdas	1
Espesor Losa Superior ts (m)	0.4
Espesor Losa Inferior ti (m)	0.35
Espesor Paredes Verticales tp (m)	0.3
Espesor de Capa o Placa de Rodadura (m)	0.08
Dimensión de la Cartela (Igual en X e Y) (m)	0
GEOMETRÍA ALETAS (aplica para las cuatro)	
Longitud Total de la Aleta LTM (m)	2
Si Hrell es > 0, Altura Adicional de Aleta (m)	0
Altura Total en Extr Ext (menor), HLN (m)	1
Ángulo Box-Aleta en Planta, (grados)	45
Angulo Inclinación Talud Relleno (grados)	0
Ancho de Corona del Vástago, AC (m)	0.3
Proyección Trasera Vástago, BZ (m)	0
Proyección Delantera Vástago, BD (m)	0
Longitud Total de Zapata, Min 0.67H, LTZ (m)	2
Longitud de la Zarpa Delantera, LZD (m)	0.5
Espesor de la Zapata, Hzap (m)	0.35

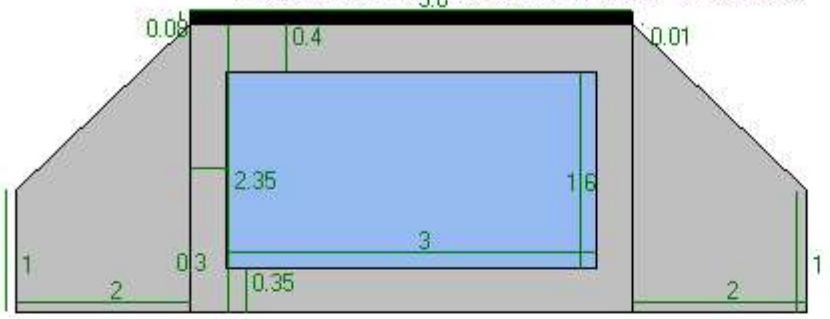
Esquema : PLANTA DEL BOX CULVERT CON SUS ALETAS



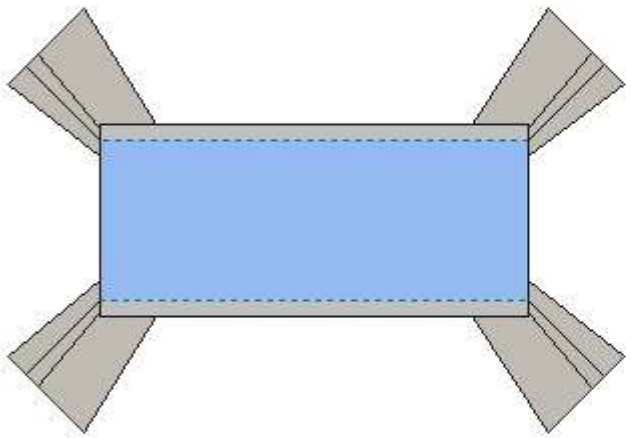
INFORMACIÓN GENERAL DEL BOX CULVERT

GEOMETRÍA ALCANTARILLA y GEOMETRÍA ALETAS

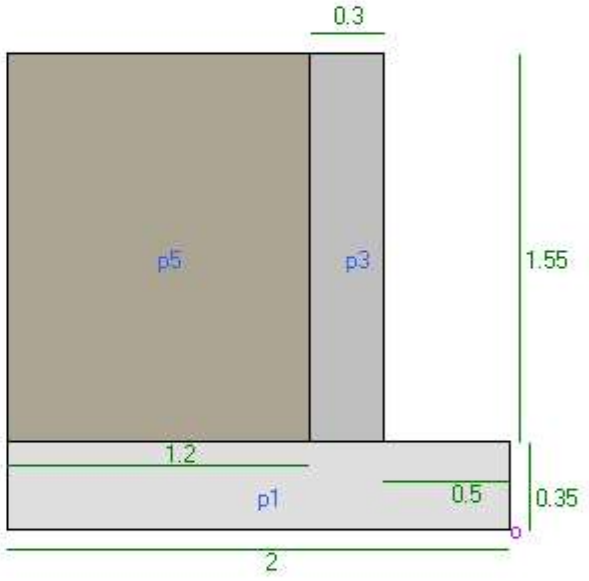
FRONTAL VIEW: BOX CULVERT AND WINGWALLS



PLAN VIEW: BOX CULVERT AND WINGWALLS



WINGWALL: FRONTAL VIEW



Información Complementaria

Altura del Relleno sobre el Box, Hrell (m)	0.01
Aleta: Sección en Estudio (a diseñar)	LTM/3

INFORMACIÓN GENERAL DEL BOX CULVERT

DATOS DEL SUELO Y EL RELLENO

DATOS DEL SUELO Y EL RELLENO

Resistencia Suelo E Lím de Resistencia(t/m2)	26.4
Resistencia Suelo E.Lím Evento Extrem (t/m2)	58.4
Resistencia Suelo Est.Lím de Servicio (t/m2)	58.4
Peso Especifico Suelo de Relleno (t/m3)	1.8
Áng Fricción Interna Suelo Relleno ϕ 'f (grads)	30
Áng Fricción Interna Suelo Cimentac ϕ 'f (grados)	30
Áng Fricc en interfase muro relleno δ (grados)	0
Altura Nivel Freático desde fondo zap, Hnf(m)	0
Tipo Empuje Horiz a considerar por el Relleno	Reposo

CONSTANTES SÍSMICAS

Coeficiente Aceleración Pico Horiz, PGA	0.15
Clase de Sitio (Clase de Suelo)	E

NORMA DE DISEÑO

Camión de Diseño: Utilizar la Norma	CCP14

Constantes de Diseño para el Box Culvert

Resistencia del Concreto F'c (kg/cm2)	280
Límite de Fluencia del Acero, Fy (kg/cm2)	4200
Recubrim Concreto al Centroide Armad Principal (cm)	7.5
Usar Diámetro Varillas en milímetros o en pulgadas	pulg
Diámetro Mínimo a usar para Acero Principal, #	4
Diámetro Mínimo a usar para Acero Secundario, #	3
Separación Máxima Varillas Armadura Principal, (cm)	20

Constantes de Diseño para las Aletas

Resistencia del Concreto F'c (kg/cm2)	280
Límite de Fluencia del Acero, Fy (kg/cm2)	4200
Recubrim Concreto al Centroide Armad Principal (cm)	7.5
Usar Diámetro Varillas en milímetros o en pulgadas	pulg
Diámetro Mínimo a usar para Acero Principal, #	4
Diámetro Mínimo a usar para Acero Secundario, #	3
Separación Máxima Varillas Armadura Principal, (cm)	20

Considerar 14/fy como Rho mínimo (sugerido SÍ)	NO

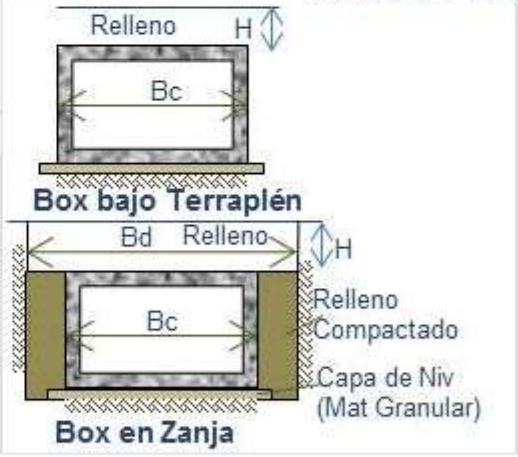
CONSTANTES PARA MODIFICACIÓN DE LAS CARGAS DE SUELO, CONSIDERANDO INTERACCIÓN SUELO ESTRUCTURA

(AASHTO CCP14 Art 12.11.2.2)

Tipo de Box (según condiciones de relleno)	Bajo Terraplén
Ancho Horizontal de la Zanja Bd (= Bc para terrapl)	7
Coeficiente Kmiu, según material del relleno	0.14
Relleno Compactado a lo largo de los laterales del box	No Compactado

Valores Sugeridos de Kmiu (Fig 12.11.2.2.1-3)

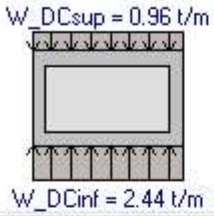
Kmiu = 0.1924 para materiales granulares no cohesivos
Kmiu = 0.165 máx. para arena y grava
kmiu = 0.150 para capa vegetal saturada
kmiu = 0.130 máx. normal para arcilla
kmiu = 0.110 arcilla saturada



SOLICITACIONES BÁSICAS DEL BOX CULVERT: DC, DW, EH, EV, LS

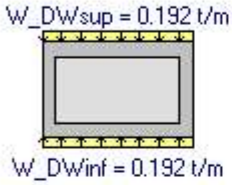
CARGAS

CARGA MUERTA DC



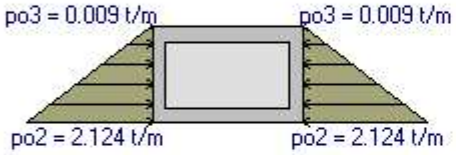
Ítem	Carga (t/m)	Descripción
W DC_sup	0.96	P.P de la Losa Superior del Box
W DC_cartelas	0	(P.P de las Cartelas) / Ancho Box
W DC_x muros	0.64	(P.P de Muros Box) / Ancho Box
W DC_inf	2.44	Carga sobre Losa Inferior por DC

CARGA MUERTA DW



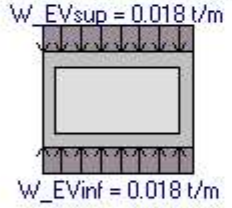
Ítem	Carga (t/m)	Descripción
W DW_sup	0.192	Carga Losa Sup por C.Rodadura
W DW_inf	0.192	Carga Losa Inf por C.Rodadura

EMPUJE DE TIERRAS EH



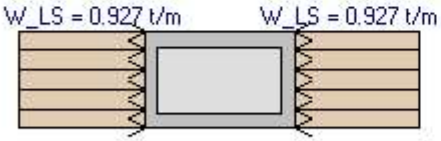
Ítem	W (t/m/m)	Descripción
p01	2.124	p01 = Ko x Pvolsueloseco x H1+ p03
p03	0.009	p03 = Ko x Pvolsueloseco x HR
p02	2.124	p02 = Ko x Pvolsuelosumerg x HNF+p01
p Eagua	0	P.unit agua x H nivel freático

PRESIÓN VERTICAL SUELO RELLENO EV



Ítem	Valor	Descripción
Box.Tip	Bajo Terraplén	Tipo de Box según manejo del Rell
Bc	3.6 m	Ancho Horizontal del Box
Kmiu	-	Coef función del Material del Relleno
H	0.01 m	Profundidad del Relleno sobre el Box
Cd	-	Coef función de Kmiu, H y Bc o Bd
Fe	1 <= 1.4 -> 1	1+ 0.20 x H / Bc
Ft	-	(Cd x Bd^2) / H / Bc <= Fe
EVsup	0.018 t/m	EVsup= Ft x GammaS x H (/ml box)

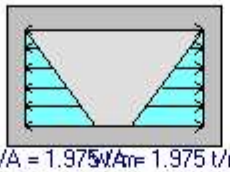
SOBRECARGA VIVA LS



Ítem	Valor	Descripción
Ko	0.5	Coef. Presion de Reposo del Suelo
PesoVol_s	1.8 t/m3	Peso Unitario Total del Suelo
H_box	2.35 m	Altura Total del Box Culvert
h_eq	1.03 m	Alt Equiv de suelo para C.Vehicular
Delta_p	0.927 t/m	Presión cte.horiz suelo x sobrec CV

CARGAS

CARGA DE AGUA WA



CARGA DE AGUA

Ítem	Valor	Descripción
Alt Agua	1.975 m	Altura de Agua actuante
Wagua_WA	1.975 t/m	Presión de Agua (box lleno)

Consideraciones:

El Art. 3.7.1 de AASHTO y CCP-14 exige considerar el caso donde el box esté lleno de agua así como el estado donde el box esté vacío

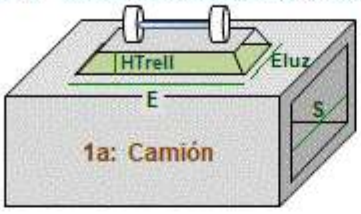
CARGAS

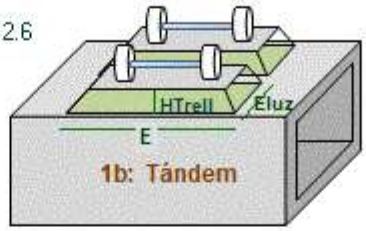
CARGA VIVA LL+Imp . Teoría

AASHTO y CCP-14 Art 4.6.2.10

Caso 1. Altura de Relleno HR < 0.6

Art 3.6.1.2.6





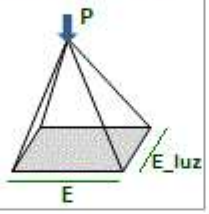
Distribución de la Carga de Eje . HR < 0.60 m

E = 0.244+0.12S

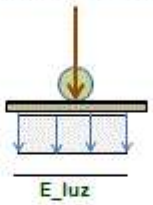
E_luz = LT + LLDF(H)

LLDF = 1.15 LT = 0.254 m

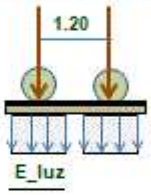
H = HR + esp pavimento



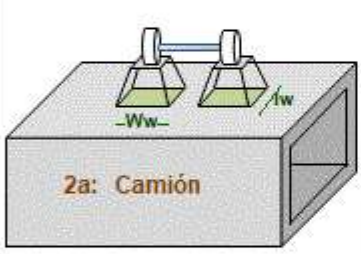
1a: Domina el Camión

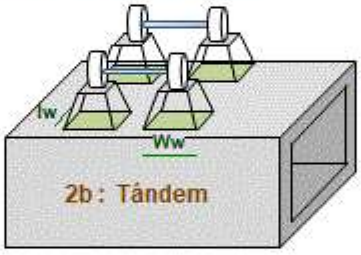


1b: Domina el Tándem



Caso 2. Altura de Relleno HR >= 0.6 m SIN Traslapo





(•) Sin Traslapo

( ) Con Traslapo

H= Hrell+esp pav

l_t= 0.254 m

$LLDF$ = 1.15

S_a= 1.20 ó 4.30 m

S_w= 1.828 m

w_t= 0.508 m

Distribución de la Carga de Eje . HR >= 0.60 m

A_{LL} = Área de Distr de la Carga de Eje a la Prof H $A_{LL} = l_w w_w$

Cálculo de w_w

$H_{int-t} = \frac{s_w - w_t - 0.06 D_i}{LLDF}$

$Si\ H < H_{int-t}$

$w_w = w_t + LLDF(H) - 0.06 D_i$

$Si\ H \geq H_{int-t}$

$w_w = w_t + s_w + LLDF(H) - 0.06 D_i$

Cálculo de l_w

$H_{int-p} = \frac{s_a - l_t}{LLDF}$

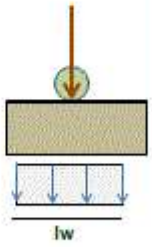
$Si\ H < H_{int-p}$

$l_w = l_t + LLDF(H)$

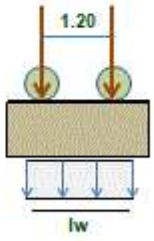
$Si\ H \geq H_{int-p}$

$l_w = l_t + s_a + LLDF(H)$

2a: Domina el Camión



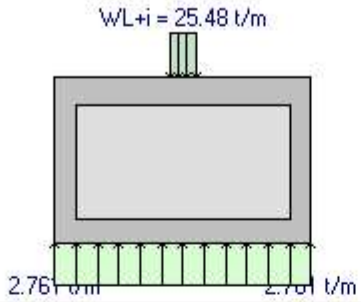
2b: Domina el Tándem



CÁLCULO DE LAS SOLICITACIONES BÁSICAS : CARGA VIVA L + i

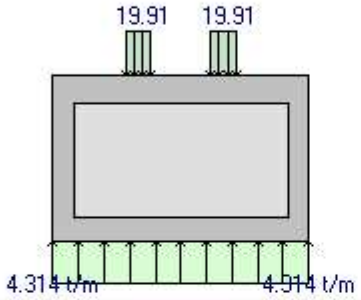
Solicitaciones Críticas por Cargas Vivas

CARGA VIVA LL+I . POSICIÓN CRÍTICA 1: CAMIÓN



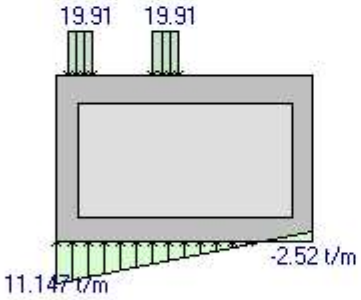
Ítem	Valor	Descripción
Carga Q	15.984 t/m	Carga Distribuida Equivalente
Fact Imp. IM	32.865 %	Factor Dinámico de Impacto
Factor m	1.2	Factor de Presencia Múltiple
Carga W	25.485 t/m	Carga Distrib. Equiv. Efectiva
L.Carga lw	0.358 m	Longitud lw de la Carga(s) W
Brazo a1	1.471 m	Brazo.Aplicac a1 de Carga W
Brazo a2	- . No aplica	Brazo.de Aplc a2 (si aplica)
Carga S1	2.761 t/m	Carga de Reacción Máxima
Carga S2	2.761 t/m	Carga de Reacción Mínima

CARGA VIVA LL+I . POSICION CRÍTICA 2: TÁNDEM



Ítem	Valor	Descripción
Carga Q	12.488 t/m	Carga Distribuida Equivalente
Fact Imp. IM	32.865 %	Factor Dinámico de Impacto
Factor m	1.2	Factor de Presencia Múltiple
Carga W	19.91 t/m	Carga Distrib. Equiv. Efectiva
L.Carga lw	0.358 m	Longitud lw de la Carga(s) W
Brazo a1	0.871 m	Brazo.Aplicac a1 de Carga W
Brazo a2	2.071 m	Brazo.de Aplc a2 (si aplica)
Carga S1	4.314 t/m	Carga de Reacción Máxima
Carga S2	4.314 t/m	Carga de Reacción Mínima

CARGA VIVA LL+I . POSICION CRÍTICA 3 . MÁX CORTANTE



Ítem	Valor	Descripción
Carga Q	12.488 t/m	Carga Distribuida Equivalente
Fact Imp. IM	32.865 %	Factor Dinámico de Impacto
Factor m	1.2	Factor de Presencia Múltiple
Carga W	19.91 t/m	Carga Distrib. Equiv. Efectiva
L.Carga lw	0.358 m	Longitud lw de la Carga(s) W
Brazo a1	0 m	Brazo.Aplicac a1 de Carga W
Brazo a2	1.2 m	Brazo.de Aplc a2 (si aplica)
Carga S1	11.147 t/m	Carga de Reacción Máxima
Carga S2	-2.52 t/m	Carga de Reacción Mínima

CHEQUEO DE ESFUERZOS EN EL SUELO

CHEQUEO DE ESFUERZOS EN EL SUELO

ESTADO DE CARGA	ESFZO SUELO t/m2
Carga Muerta y Acc DC	2.44
Carga Pavimento DW	0.19
Presión Vert Rellen EV	0.02
Presión Peso Agua WA	1.33
Carga Viva+Imp L+i	11.15

ESTADO LÍMITE DE RESISTENCIA

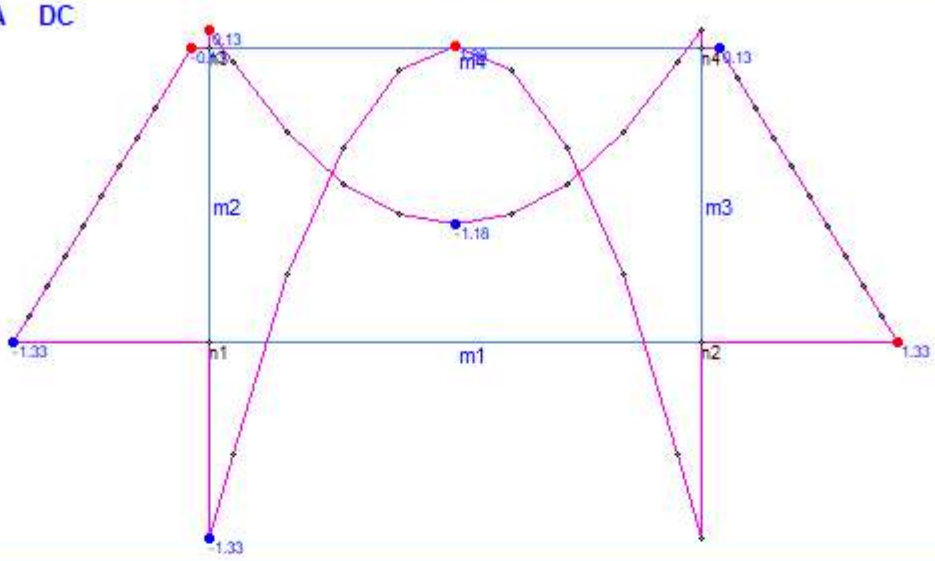
1.25(DC) + 1.50(DW) + 1.35(EV) + 1.0(WA) + 1.75(L+I)

Esfuerzo Actuante	24.2 t/m2
Resist Suelo E.Lím de Resistencia	26.4 t/m2
Diagnóstico	Cumple OK

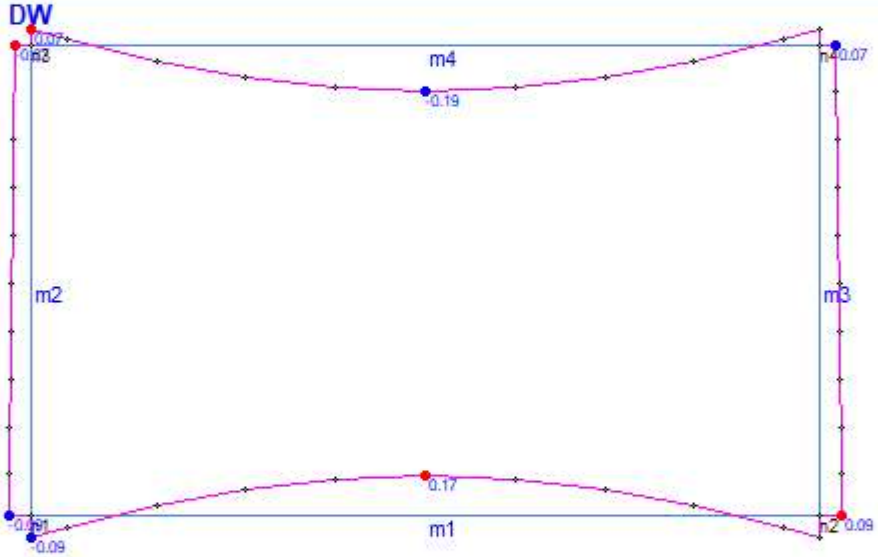
Análisis del Box para los Estado Básicos de Cargas

Diseño

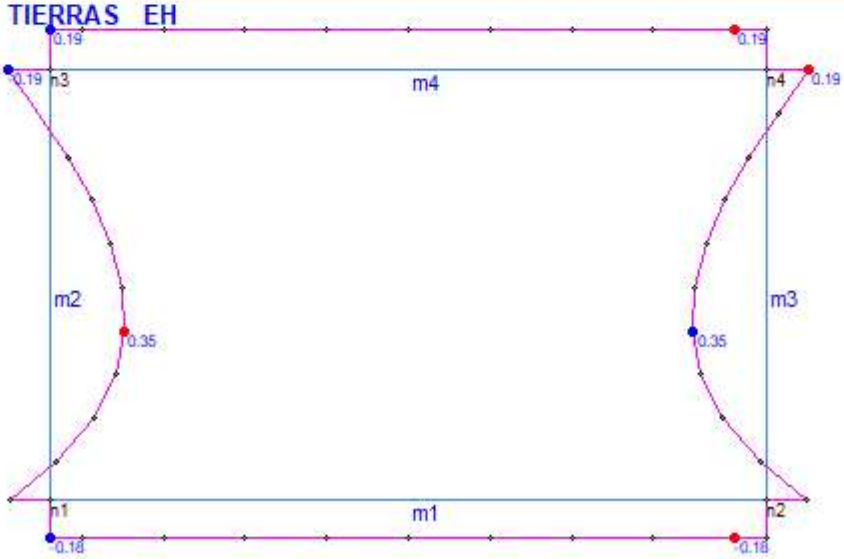
CARGA MUERTA DC



CARGA MUERTA DW

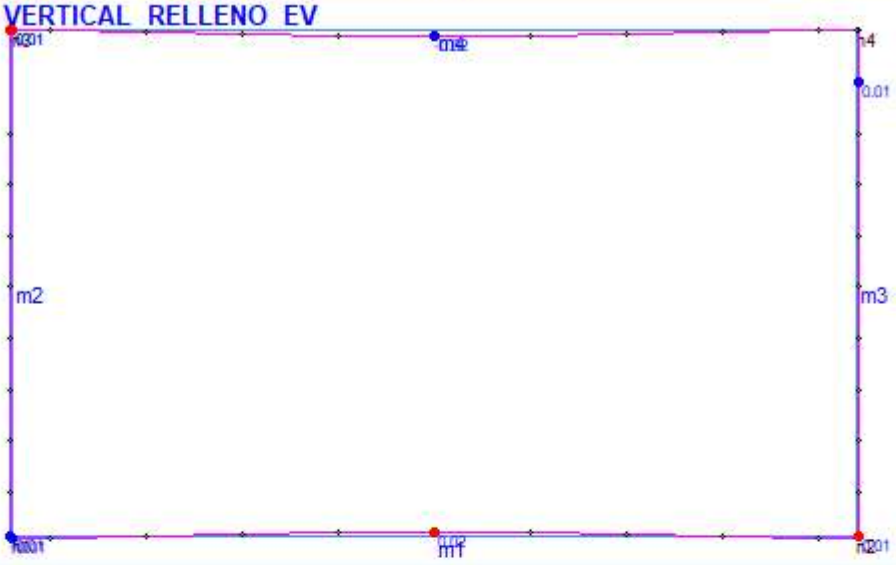


CARGA EMPUJE DE TIERRAS EH

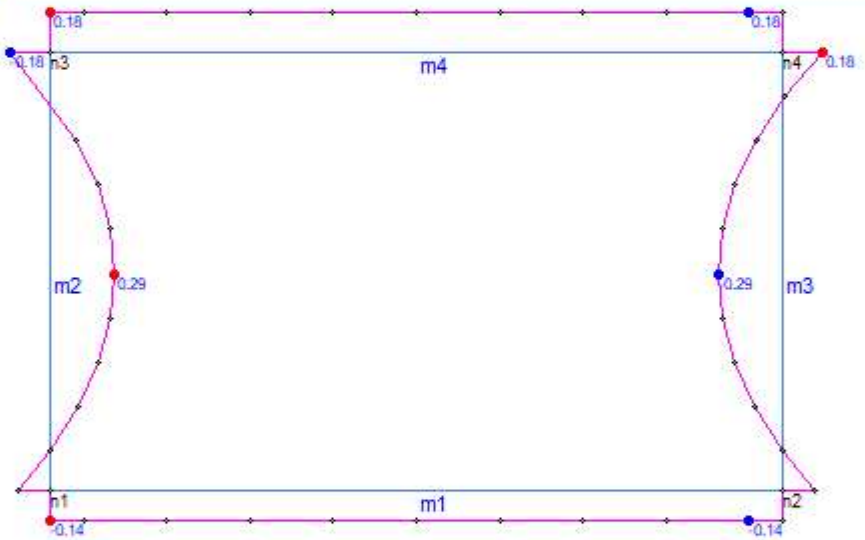


Diseño

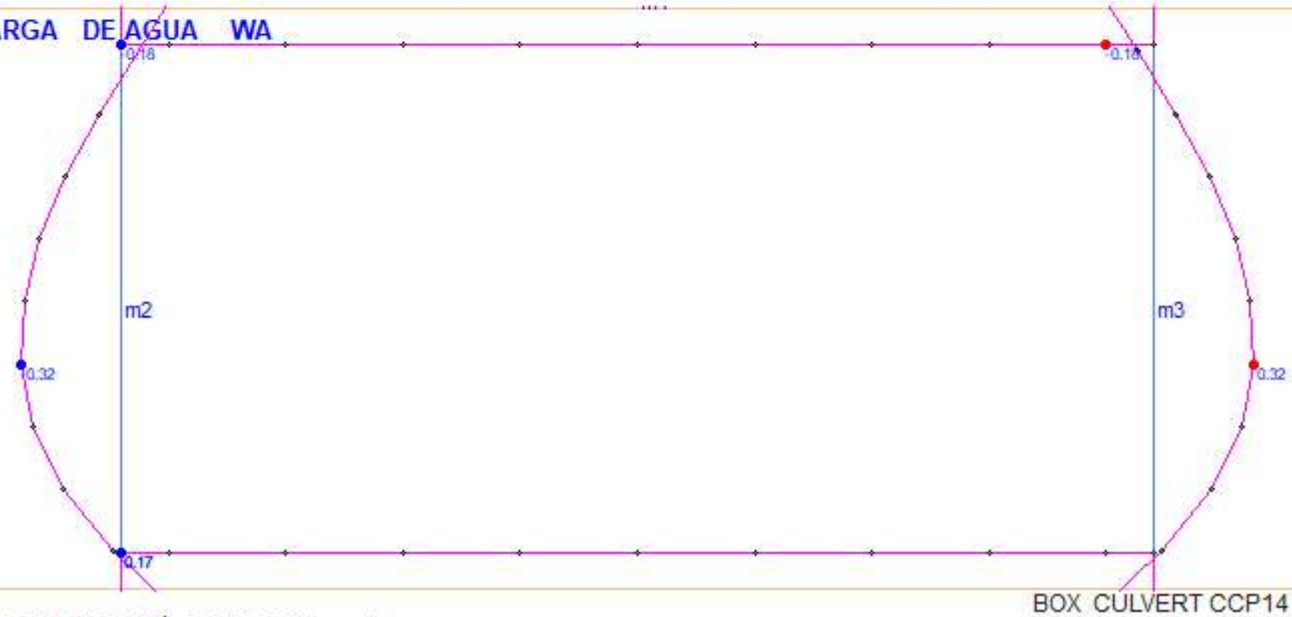
PRESIÓN CARGA VERTICAL RELLENO EV



SOBRECARGA LS

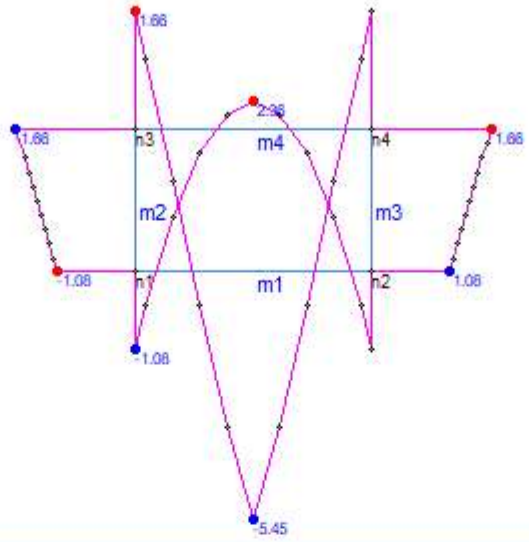


CARGA DE AGUA WA

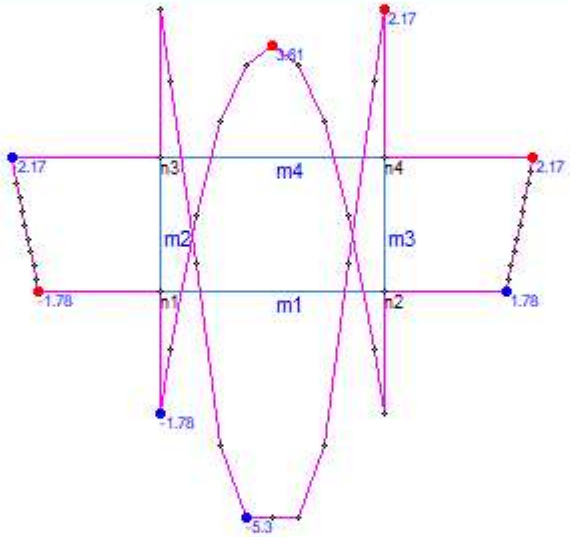


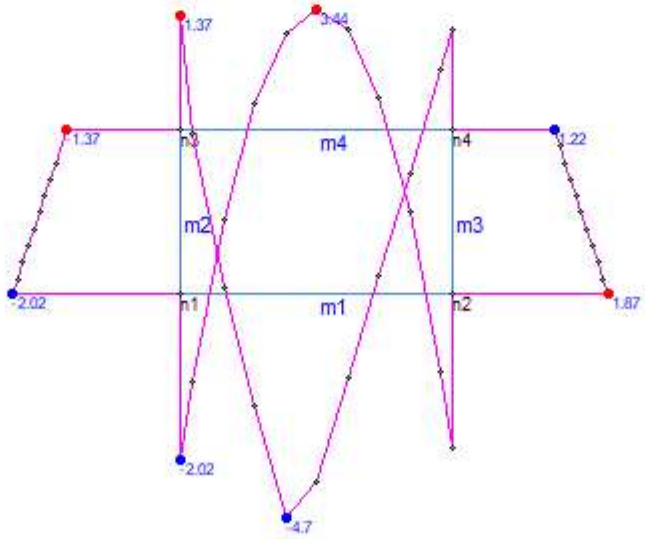
Diseño

CARGA VIVA L+ I : CAMIÓN



CARGA VIVA L + I : TÁNDEM





EFUERZOS FINALES DE MIEMBROS

CARGA MUERTA DC

Miembro	Nudo	F Axial (t)	Cortante (t)	Mom (t-m)
m1	1	0	-4.03	-1.33
	2	0	-4.03	1.33
m2	1	1.58	0.61	1.33
	3	-1.58	-0.61	-0.13
m3	2	1.58	-0.61	-1.33
	4	-1.58	0.61	0.13
m4	3	-0.61	1.58	0.13
	4	0.61	1.58	-0.13

EFUERZOS FINALES DE MIEMBROS

CARGA MUERTA DW

Miembro	Nudo	F Axial (t)	Cortante (t)	Mom (t-m)
m1	1	0	-0.32	-0.09
	2	0	-0.32	0.09
m2	1	0.32	0.01	0.09
	3	-0.32	-0.01	-0.07
m3	2	0.32	-0.01	-0.09
	4	-0.32	0.01	0.07
m4	3	-0.01	0.32	0.07
	4	0.01	0.32	-0.07

EFUERZOS FINALES DE MIEMBROS

CARGA EMPUJE DE TIERRAS EH

Miembro	Nudo	F Axial (t)	Cortante (t)	Mom (t-m)
m1	1	0	0	-0.18
	2	0	0	0.18
m2	1	0	1.4	0.18
	3	0	0.71	-0.19
m3	2	0	-1.4	-0.18
	4	0	-0.71	0.19
m4	3	0.71	0	0.19
	4	-0.71	0	-0.19

EFUERZOS FINALES DE MIEMBROS

PRESIÓN CARGA VERTICAL RELLENO EV

Miembro	Nudo	F Axial (t)	Cortante (t)	Mom (t-m)
m1	1	0	-0.03	-0.01
	2	0	-0.03	0.01
m2	1	0.03	0	0.01
	3	-0.03	0	-0.01
m3	2	0.03	0	-0.01
	4	-0.03	0	0.01
m4	3	0	0.03	0.01
	4	0	0.03	-0.01

EFUERZOS FINALES DE MIEMBROS

SOBRECARGA LS

Miembro	Nudo	F Axial (t)	Cortante (t)	Mom (t-m)
m1	1	0	0	-0.14
	2	0	0	0.14
m2	1	0	0.9	0.14
	3	0	0.94	-0.18
m3	2	0	-0.9	-0.14
	4	0	-0.94	0.18
m4	3	0.94	0	0.18
	4	-0.94	0	-0.18

EFUERZOS FINALES DE MIEMBROS

CARGA DE AGUA WA

Miembro	Nudo	F Axial (t)	Cortante (t)	Mom (t-m)
m1	1	0	0	0.17
	2	0	0	-0.17
m2	1	0	-1.3	-0.17
	3	0	-0.65	0.18
m3	2	0	1.3	0.17
	4	0	0.65	-0.18
m4	3	-0.65	0	-0.18
	4	0.65	0	0.18

Momentos Interiores en cada Miembro

CARGA MUERTA DC

Miembro	Posic.(m)	M (t-m)
m1	0	-1.33
m1	0.15	-0.75
m1	0.525	0.45
m1	0.9	1.31
m1	1.275	1.82
m1	1.65	1.99
m1	2.025	1.82
m1	2.4	1.31
m1	2.775	0.45
m1	3.15	-0.75
m1	3.3	-1.33
m2	0	-1.33
m2	0.175	-1.22
m2	0.375	-1.1
m2	0.575	-0.98
m2	0.775	-0.86
m2	0.975	-0.74
m2	1.175	-0.61
m2	1.375	-0.49
m2	1.575	-0.37
m2	1.975	-0.13
m2	1.975	-0.13
m3	0	1.33
m3	0.175	1.22
m3	0.375	1.1
m3	0.575	0.98
m3	0.775	0.86
m3	0.975	0.74
m3	1.175	0.61
m3	1.375	0.49
m3	1.575	0.37
m3	1.775	0.25
m3	1.975	0.13
m4	0	0.13
m4	0.15	-0.1
m4	0.525	-0.57
m4	0.9	-0.91
m4	1.275	-1.11
m4	1.65	-1.18
m4	2.025	-1.11
m4	2.4	-0.91
m4	2.775	-0.57
m4	3.15	-0.1
m4	3.3	0.13

Momentos Interiores en cada Miembro

CARGA MUERTA DW

Miembro	Posic.(m)	M (t-m)
m1	0	-0.09
m1	0.15	-0.05
m1	0.525	0.05
m1	0.9	0.11
m1	1.275	0.15
m1	1.65	0.17
m1	2.025	0.15
m1	2.4	0.11
m1	2.775	0.05
m1	3.15	-0.05
m1	3.3	-0.09
m2	0	-0.09
m2	0.175	-0.09
m2	0.375	-0.09
m2	0.575	-0.09
m2	0.775	-0.08
m2	0.975	-0.08
m2	1.175	-0.08
m2	1.375	-0.07
m2	1.575	-0.07
m2	1.975	-0.07
m2	1.975	-0.07
m3	0	0.09
m3	0.175	0.09
m3	0.375	0.09
m3	0.575	0.09
m3	0.775	0.08
m3	0.975	0.08
m3	1.175	0.08
m3	1.375	0.07
m3	1.575	0.07
m3	1.775	0.07
m3	1.975	0.07
m4	0	0.07
m4	0.15	0.02
m4	0.525	-0.07
m4	0.9	-0.14
m4	1.275	-0.18
m4	1.65	-0.19
m4	2.025	-0.18
m4	2.4	-0.14
m4	2.775	-0.07
m4	3.15	0.02
m4	3.3	0.07

Momentos Interiores en cada Miembro

CARGA EMPUJE DE TIERRAS EH

Miembro	Posic.(m)	M (t-m)
m1	0	-0.18
m1	0.15	-0.18
m1	0.525	-0.18
m1	0.9	-0.18
m1	1.275	-0.18
m1	1.65	-0.18
m1	2.025	-0.18
m1	2.4	-0.18
m1	2.775	-0.18
m1	3.15	-0.18
m1	3.3	-0.18
m2	0	-0.18
m2	0.175	0.03
m2	0.375	0.2
m2	0.575	0.31
m2	0.775	0.35
m2	0.975	0.34
m2	1.175	0.28
m2	1.375	0.2
m2	1.575	0.08
m2	1.975	-0.19
m2	1.975	-0.19
m3	0	0.18
m3	0.175	-0.03
m3	0.375	-0.2
m3	0.575	-0.31
m3	0.775	-0.35
m3	0.975	-0.34
m3	1.175	-0.28
m3	1.375	-0.2
m3	1.575	-0.08
m3	1.775	0.05
m3	1.975	0.19
m4	0	0.19
m4	0.15	0.19
m4	0.525	0.19
m4	0.9	0.19
m4	1.275	0.19
m4	1.65	0.19
m4	2.025	0.19
m4	2.4	0.19
m4	2.775	0.19
m4	3.15	0.19
m4	3.3	0.19

Momentos Interiores en cada Miembro

PRESIÓN CARGA VERTICAL RELLENO EV

Miembro	Posic.(m)	M (t-m)
m1	0	-0.01
m1	0.15	0
m1	0.525	0
m1	0.9	0.01
m1	1.275	0.01
m1	1.65	0.02
m1	2.025	0.01
m1	2.4	0.01
m1	2.775	0
m1	3.15	0
m1	3.3	-0.01
m2	0	-0.01
m2	0.175	-0.01
m2	0.375	-0.01
m2	0.575	-0.01
m2	0.775	-0.01
m2	0.975	-0.01
m2	1.175	-0.01
m2	1.375	-0.01
m2	1.575	-0.01
m2	1.975	-0.01
m2	1.975	-0.01
m3	0	0.01
m3	0.175	0.01
m3	0.375	0.01
m3	0.575	0.01
m3	0.775	0.01
m3	0.975	0.01
m3	1.175	0.01
m3	1.375	0.01
m3	1.575	0.01
m3	1.775	0.01
m3	1.975	0.01
m4	0	0.01
m4	0.15	0
m4	0.525	-0.01
m4	0.9	-0.01
m4	1.275	-0.02
m4	1.65	-0.02
m4	2.025	-0.02
m4	2.4	-0.01
m4	2.775	-0.01
m4	3.15	0
m4	3.3	0.01

Momentos Interiores en cada Miembro

SOBRECARGA LS

Miembro	Posic.(m)	M (t-m)
m1	0	-0.14
m1	0.15	-0.14
m1	0.525	-0.14
m1	0.9	-0.14
m1	1.275	-0.14
m1	1.65	-0.14
m1	2.025	-0.14
m1	2.4	-0.14
m1	2.775	-0.14
m1	3.15	-0.14
m1	3.3	-0.14
m2	0	-0.14
m2	0.175	0
m2	0.375	0.13
m2	0.575	0.22
m2	0.775	0.27
m2	0.975	0.29
m2	1.175	0.27
m2	1.375	0.21
m2	1.575	0.12
m2	1.975	-0.18
m2	1.975	-0.18
m3	0	0.14
m3	0.175	0
m3	0.375	-0.13
m3	0.575	-0.22
m3	0.775	-0.27
m3	0.975	-0.29
m3	1.175	-0.27
m3	1.375	-0.21
m3	1.575	-0.12
m3	1.775	0.01
m3	1.975	0.18
m4	0	0.18
m4	0.15	0.18
m4	0.525	0.18
m4	0.9	0.18
m4	1.275	0.18
m4	1.65	0.18
m4	2.025	0.18
m4	2.4	0.18
m4	2.775	0.18
m4	3.15	0.18
m4	3.3	0.18

Momentos Interiores en cada Miembro

CARGA DE AGUA WA

Miembro	Posic.(m)	M (t-m)
m1	0	0.17
m1	0.15	0.17
m1	0.525	0.17
m1	0.9	0.17
m1	1.275	0.17
m1	1.65	0.17
m1	2.025	0.17
m1	2.4	0.17
m1	2.775	0.17
m1	3.15	0.17
m1	3.3	0.17
m2	0	0.17
m2	0.175	-0.03
m2	0.375	-0.19
m2	0.575	-0.28
m2	0.775	-0.32
m2	0.975	-0.31
m2	1.175	-0.26
m2	1.375	-0.18
m2	1.575	-0.08
m2	1.975	0.18
m2	1.975	0.18
m3	0	-0.17
m3	0.175	0.03
m3	0.375	0.19
m3	0.575	0.28
m3	0.775	0.32
m3	0.975	0.31
m3	1.175	0.26
m3	1.375	0.18
m3	1.575	0.08
m3	1.775	-0.05
m3	1.975	-0.18
m4	0	-0.18
m4	0.15	-0.18
m4	0.525	-0.18
m4	0.9	-0.18
m4	1.275	-0.18
m4	1.65	-0.18
m4	2.025	-0.18
m4	2.4	-0.18
m4	2.775	-0.18
m4	3.15	-0.18
m4	3.3	-0.18

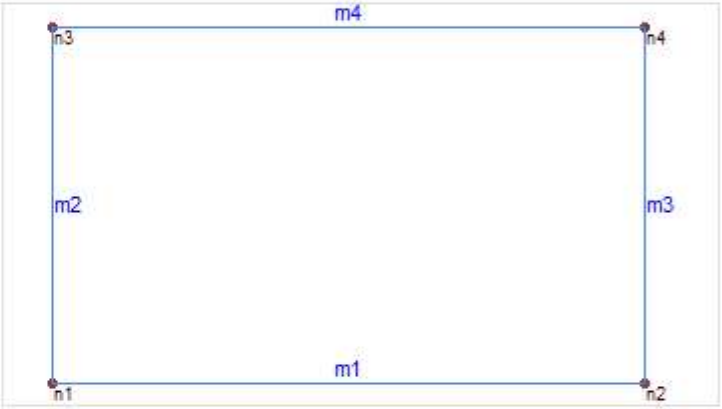
Momentos Interiores en cada Miembro

ESTADO LÍMITE DE RESISTENCIA Ia

Máx Carga Vertical y Máx Carga Horizontal

1.25(DC)+1.50(DW)+1.35(EV)+1.75(L+I)+1.5(EH)+1.75(LS)

Miembro	Posic.(m)	Mom Mu(t-m)
m1	0	-5.44
m1	0.15	-3.01
m1	0.525	2.05
m1	0.9	5.66
m1	1.275	7.83
m1	1.65	8.56
m1	2.025	7.83
m1	2.4	5.66
m1	2.775	2.05
m1	3.15	-3.01
m1	3.3	-5.44
m2	0	-5.44
m2	0.198	-4.8
m2	0.395	-4.23
m2	0.592	-3.83
m2	0.79	-3.59
m2	0.988	-3.49
m2	1.185	-3.52
m2	1.382	-3.66
m2	1.58	-3.92
m2	1.778	-4.68
m2	1.975	-4.68
m3	0	5.44
m3	0.198	4.8
m3	0.395	4.23
m3	0.592	3.83
m3	0.79	3.59
m3	0.988	3.49
m3	1.185	3.52
m3	1.382	3.66
m3	1.58	3.92
m3	1.778	4.26
m3	1.975	4.68
m4	0	4.68
m4	0.15	2.45
m4	0.525	-2.97
m4	0.9	-8.15
m4	1.275	-10.36
m4	1.65	-10.73
m4	2.025	-10.36
m4	2.4	-8.15
m4	2.775	-2.97
m4	3.15	2.45
m4	3.3	4.68



Momentos Interiores en cada Miembro

ESTADO LÍMITE DE RESISTENCIA Ia — **Máx Carga Vertical y Máx Carga Horizontal**

1.25(DC)+1.50(DW)+1.35(EV)+1.75(L+I)+1.5(EH)+1.75(LS)

Miembro	Posic.(m)	Mom Mu(t-m)



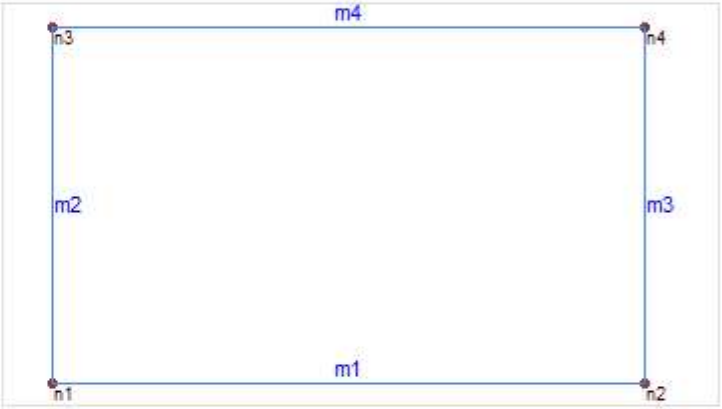
Momentos Interiores en cada Miembro

ESTADO LÍMITE DE RESISTENCIA Ib

Máxima Carga Vertical y Mínima Carga Horizontal

1.25(DC)+1.5(DW)+1.35(EV)+1.75(L+I)+1.0(WA)+0.9(EH)+1.75(LS)

Miembro	Posic.(m)	Mom Mu(t-m)
m1	0	-5.17
m1	0.15	-2.74
m1	0.525	2.32
m1	0.9	5.94
m1	1.275	8.11
m1	1.65	8.83
m1	2.025	8.11
m1	2.4	5.94
m1	2.775	2.32
m1	3.15	-2.74
m1	3.3	-5.17
m2	0	-5.17
m2	0.198	-4.85
m2	0.395	-4.54
m2	0.592	-4.3
m2	0.79	-4.12
m2	0.988	-4
m2	1.185	-3.95
m2	1.382	-3.96
m2	1.58	-4.04
m2	1.778	-4.39
m2	1.975	-4.39
m3	0	5.17
m3	0.198	4.85
m3	0.395	4.54
m3	0.592	4.3
m3	0.79	4.12
m3	0.988	4
m3	1.185	3.95
m3	1.382	3.96
m3	1.58	4.04
m3	1.778	4.18
m3	1.975	4.39
m4	0	4.39
m4	0.15	2.16
m4	0.525	-3.25
m4	0.9	-8.44
m4	1.275	-10.64
m4	1.65	-11.02
m4	2.025	-10.64
m4	2.4	-8.44
m4	2.775	-3.25
m4	3.15	2.16
m4	3.3	4.39



Momentos Interiores en cada Miembro

ESTADO LÍMITE DE RESISTENCIA Ib — **Máxima Carga Vertical y Mínima Carga Horizontal**

1.25(DC)+1.5(DW)+1.35(EV)+1.75(L+I)+1.0(WA)+0.9(EH)+1.75(LS)

Miembro	Posic.(m)	Mom Mu(t-m)



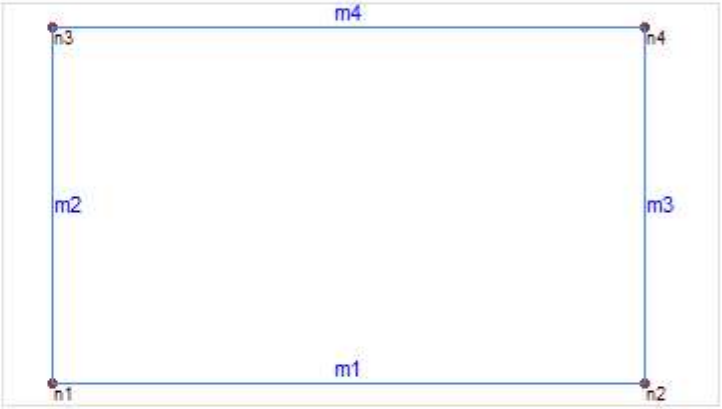
Momentos Interiores en cada Miembro

ESTADO LÍMITE DE RESISTENCIA Ic

Mín. Carga Vertical y Máx. Carga Horizontal

0.9(DC)+0.65(DW)+1.0(EV)+0.9(EH)+1.75(LS)

Miembro	Posic.(m)	Mom Mu(t-m)
m1	0	-5.58
m1	0.15	-3.15
m1	0.525	1.91
m1	0.9	5.52
m1	1.275	7.69
m1	1.65	8.41
m1	2.025	7.69
m1	2.4	5.52
m1	2.775	1.91
m1	3.15	-3.15
m1	3.3	-5.58
m2	0	-5.58
m2	0.198	-4.82
m2	0.395	-4.13
m2	0.592	-3.63
m2	0.79	-3.32
m2	0.988	-3.18
m2	1.185	-3.22
m2	1.382	-3.41
m2	1.58	-3.76
m2	1.778	-4.88
m2	1.975	-4.88
m3	0	5.58
m3	0.198	4.82
m3	0.395	4.13
m3	0.592	3.63
m3	0.79	3.32
m3	0.988	3.18
m3	1.185	3.22
m3	1.382	3.41
m3	1.58	3.76
m3	1.778	4.25
m3	1.975	4.88
m4	0	4.88
m4	0.15	2.65
m4	0.525	-2.76
m4	0.9	-7.95
m4	1.275	-10.15
m4	1.65	-10.52
m4	2.025	-10.15
m4	2.4	-7.95
m4	2.775	-2.76
m4	3.15	2.65
m4	3.3	4.88

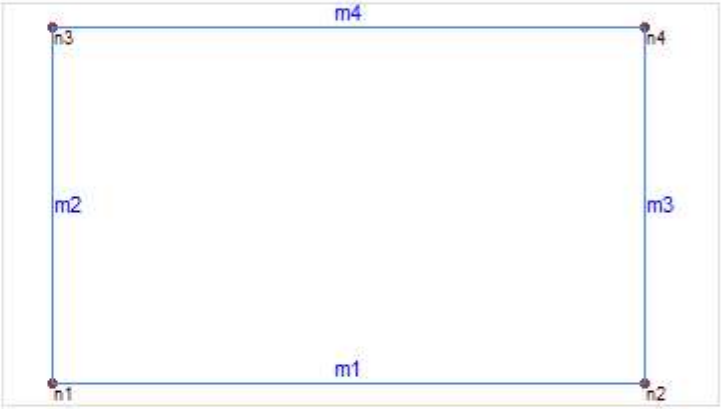


Momentos Interiores en cada Miembro

ESTADO LÍMITE DE RESISTENCIA Ic — **Mín. Carga Vertical y Máx. Carga Horizontal**

0.9(DC)+0.65(DW)+1.0(EV)+0.9(EH)+1.75(LS)

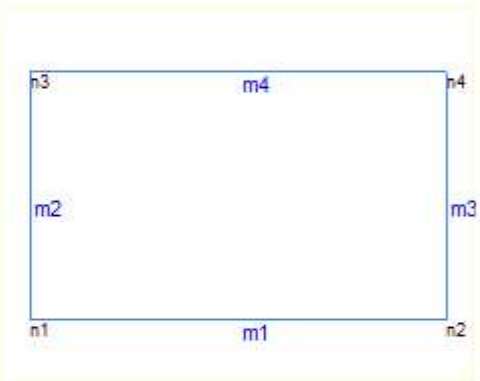
Miembro	Posic.(m)	Mom Mu(t-m)



ENVOLVENTE MÁXIMA DE DISEÑO

Diseño a Flexión y Cortante de todas las secciones del Box Culvert

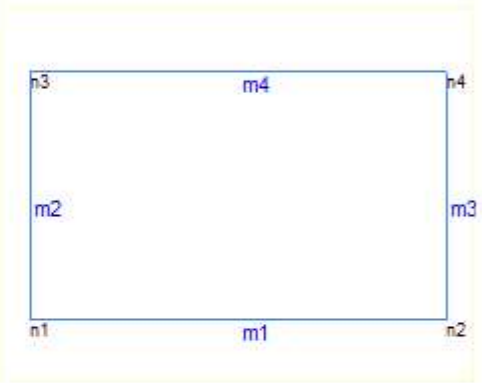
Mi.	Posic(m)	Mu(t-m)	As(cm2)	Arm.Sug	Vu(t)	Vu/Vr	(Cheq)
m1	0	-5.58	6.65	1 # 4 @ 0.19	17.05	0.82	Ok
m1	0.15	-3.15	4.07	1 # 4 @ 0.2	15.5	0.74	Ok
m1	0.525	2.32	3	1 # 4 @ 0.2	11.65	0.56	Ok
m1	0.9	5.94	6.65	1 # 4 @ 0.19	7.79	0.37	Ok
m1	1.275	8.11	8.01	1 # 4 @ 0.15	3.94	0.19	Ok
m1	1.65	8.83	8.74	1 # 4 @ 0.14	0.08	0	Ok
m1	2.025	8.11	8.01	1 # 4 @ 0.15	-3.78	0.18	Ok
m1	2.4	5.94	6.65	1 # 4 @ 0.19	-7.63	0.37	Ok
m1	2.775	2.32	3	1 # 4 @ 0.2	-11.49	0.55	Ok
m1	3.15	-3.15	4.07	1 # 4 @ 0.2	-15.34	0.74	Ok
m1	3.3	-5.58	6.65	1 # 4 @ 0.19	-16.89	0.81	Ok
m2	0	-5.58	6.74	1 # 4 @ 0.18	-8.28	0.47	Ok
m2	0.175	-4.85	5.98	1 # 4 @ 0.2	-7.46	0.43	Ok
m2	0.375	-4.54	5.98	1 # 4 @ 0.2	-6.55	0.37	Ok
m2	0.575	-4.3	5.98	1 # 4 @ 0.2	-5.68	0.33	Ok
m2	0.775	-4.12	5.98	1 # 4 @ 0.2	-4.85	0.28	Ok
m2	0.975	-4	5.98	1 # 4 @ 0.2	-4.06	0.23	Ok
m2	1.175	-3.95	5.98	1 # 4 @ 0.2	-3.3	0.19	Ok
m2	1.375	-3.96	5.98	1 # 4 @ 0.2	-2.59	0.15	Ok
m2	1.575	-4.04	5.98	1 # 4 @ 0.2	-1.91	0.11	Ok
m2	1.975	-4.88	5.98	1 # 4 @ 0.2	1.34	0.08	Ok
m2	1.975	-4.88	5.98	1 # 4 @ 0.2	1.34	0.08	Ok
m3	0	5.58	6.74	1 # 4 @ 0.18	8.28	0.47	Ok
m3	0.175	4.85	5.98	1 # 4 @ 0.2	7.46	0.43	Ok
m3	0.375	4.54	5.98	1 # 4 @ 0.2	6.55	0.37	Ok
m3	0.575	4.3	5.98	1 # 4 @ 0.2	5.68	0.33	Ok
m3	0.775	4.12	5.98	1 # 4 @ 0.2	4.85	0.28	Ok
m3	0.975	4	5.98	1 # 4 @ 0.2	4.06	0.23	Ok
m3	1.175	3.95	5.98	1 # 4 @ 0.2	3.3	0.19	Ok
m3	1.375	3.96	5.98	1 # 4 @ 0.2	2.59	0.15	Ok
m3	1.575	4.04	5.98	1 # 4 @ 0.2	1.91	0.11	Ok
m3	1.775	4.26	5.98	1 # 4 @ 0.2	-1.34	0.08	Ok
m3	1.975	4.88	5.98	1 # 4 @ 0.2	-1.34	0.08	Ok
m4	0	4.88	5.34	1 # 4 @ 0.2	-21.61	0.89	Ok
m4	0.15	2.65	2.89	1 # 4 @ 0.2	-21.38	0.88	Ok
m4	0.525	-3.25	3.55	1 # 4 @ 0.2	-20.81	0.86	Ok
m4	0.9	-8.44	7.34	1 # 4 @ 0.17	-19.25	0.8	Ok
m4	1.275	-10.64	8.88	1 # 4 @ 0.14	-7.22	0.3	Ok
m4	1.65	-11.02	9.2	1 # 4 @ 0.13	-6.66	0.28	Ok
m4	2.025	-10.64	8.88	1 # 4 @ 0.14	-6.09	0.25	Ok
m4	2.4	-8.44	7.34	1 # 4 @ 0.17	5.93	0.25	Ok
m4	2.775	-3.25	3.55	1 # 4 @ 0.2	7.5	0.31	Ok
m4	3.15	2.65	2.89	1 # 4 @ 0.2	8.07	0.33	Ok
m4	3.3	4.88	5.34	1 # 4 @ 0.2	8.29	0.34	Ok



ENVOLVENTE MÁXIMA DE DISEÑO

Diseño a Flexión y Cortante de todas las secciones del Box Culvert

Mi.	Posic(m)	Mu(t-m)	As(cm2)	Arm.Sug	Vu(t)	Vu/Vr (Cheq)

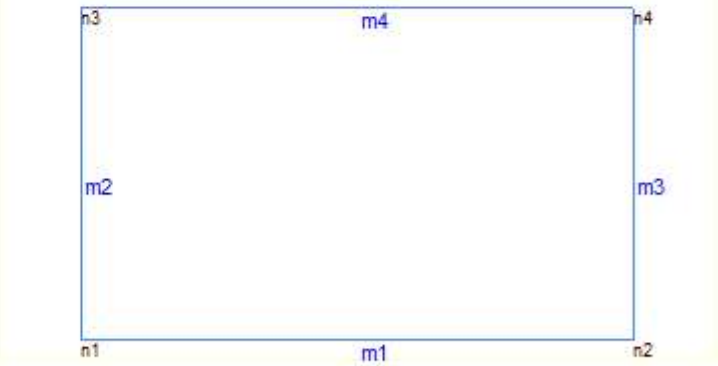


ENVOLVENTE MÁXIMA DE DISEÑO

Mi.	Posic(m)	Mu(t-m)	As(cm2)	Arm.Sug	Vu(t)	Vu/Vr	(Cheq)
m1	0	-5.58	6.65	1 # 4 @ 0.19	17.05	0.82	Ok

Diseño Detallado a Flexión para la sección en estudio

	Valor	Simbología
Mu	5.58 t-m	Momento mayorado en la secc
K	73.817 t/m2	Mu/bd^2
m	17.647	fy/0.85f'c
Ro Calc	0.002	Cuantía Acero de Diseño
As calc	5.466 cm2	Area Refuerzo Calculado Total
Ic	0.004 m4	Mom de Inercia de Sección Bruta
fr	33.132 kg/cm2	Módulo de Ruptura : 1.98(f'c)^1/2
Mcr	6.764 t-m	Mom Agrietamiento
Asmin(Mcr)	6.649 cm2	Acero para Mom_Agrietam.
1.33Ascal	7.27 cm2	Acero Calculado x 1.33
Acero Domina	6.649 cm2	Acero a Flexión Definitivo
Arm Ppal Sug.	1 # 4 @ 0.19	Armad Ppal Real Propuesta
As real Coloc	6.667 cm2	Area de Acero Real Colocado
c	1.38 cm	Alt blq compr: AsFy/.85f'cBetab
et	0.0729	0.003(dt-c)/c
Chequeo	et > 0.005	Phi OK
As RetracTemp	18.64 cm2/cara	2.33<=0.75bh /(2(b+h)Fy)<=12.7
Arm Retr Sug.	1 # 3 @ 0.25	Armad Retracc Propuesta



*

Esfuerzos en el Suelo

ÍTEM	ESFZO MÁX SUELO
Carga Muerta DC	2.44 t/m2
Carga Muerta DW	0.19 t/m2
Empuje Tierras EH	0 t/m2
PrVert Relleno WV	0.02 t/m2
Sobrecarga LS	0 t/m2
Carga de Agua WA	0 t/m2
Carga Viva L+I (Vmáx)	11.15 t/m2
Est,Lím Res. Comb_Dom	23.1 t/m2
Res.Suelo E.Lím Resis	26.4 t/m2
Chequeo	SUELO OK

*

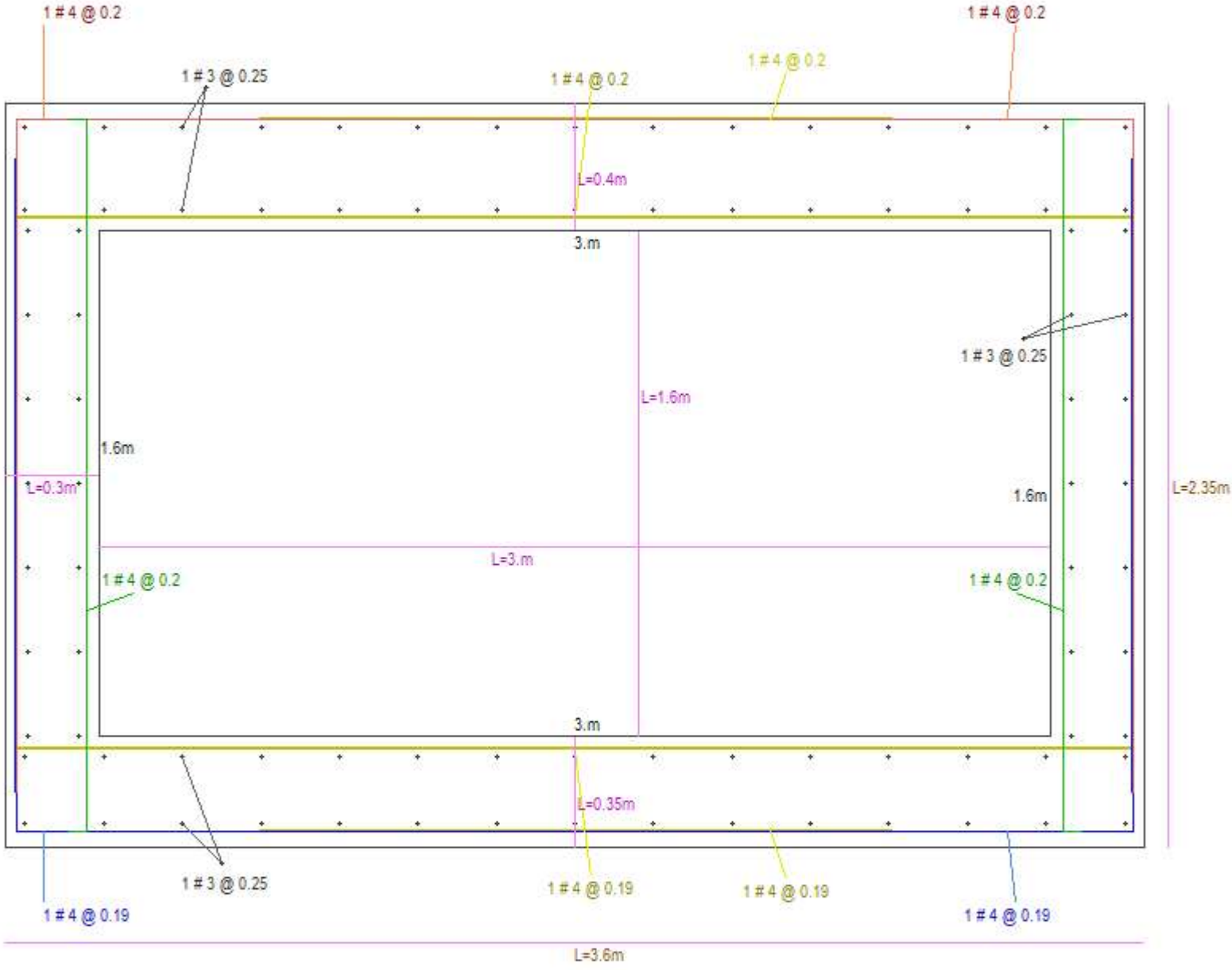
Diseño Detallado a Corte para la sección en estudio

	Valor	Simbología
dv1 0.9de	0.279 m	Profund efec de Cortante (a) Art 5.8.2.9
dv2 0.72h	0.252 m	Profund efec de Cortante (b) Art 5.8.2.9
dv dom	0.279 m	Prof efec de Cortante dominante
Phi	0.85	Fact de Res a Cort Art 5.5.4.2
Beta	2	Fact.Cap Concr Agr Diag Tracc y Cort
Vc	24.51 t	Vc=0.083Betaf'c^(1/2)bvdv Art 5.8.3.3-3
Vs	0	Vs =0 No Flejes
Vn	24.51 t	Vn = Vc Art 5.8.3.3-1
Vr	20.83 t	Vr = phi x Vn
Vu	17.05 t	Cortante Ult de Diseño
Chequeo	0.82 Ok	

ARMADURA BOX CULVERT

Armor
Report: 1

Armadura Sugerida



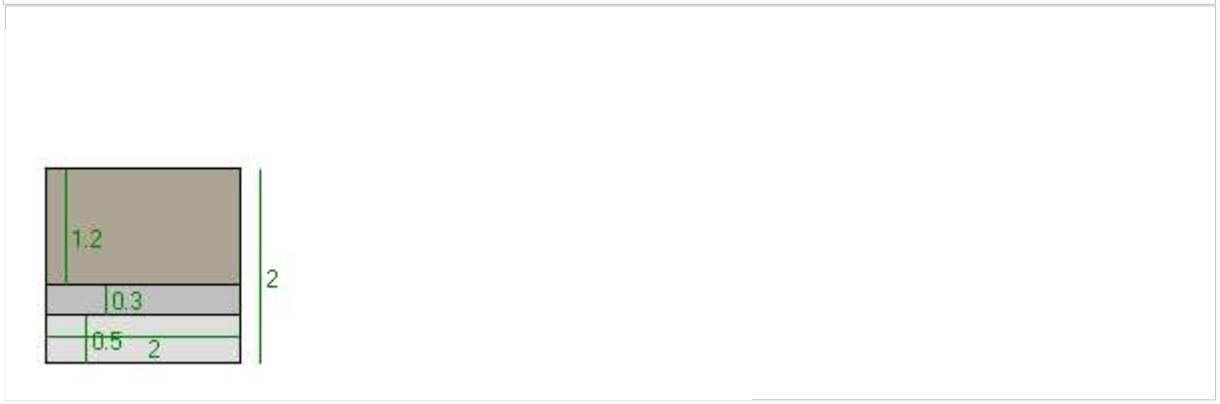
Diseño de la Aleta Superficial del Box

Muro: Rep. 4

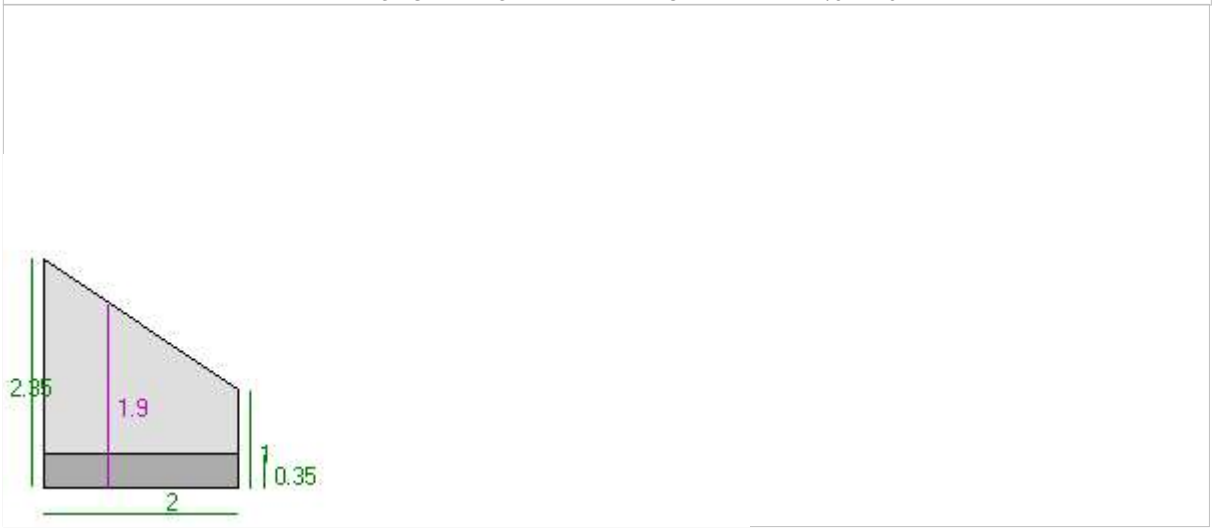
VISTA TRANSVERSAL - Corte en LTM/3 = 1.9m



VISTA EN PLANTA



VISTA LONGITD.FRONTAL - Pto de Calculo en : LTM/3 = 1.9m



Diseño de la Aleta Superficial del Box

Muro: Rep. 6

Cargas y Momentos

Cargas y Momentos DC por el Muro Total

Polig	Peso(t)	Brazo y(m)	Mom Mo (t-m)
p1	3.36	1	3.36
p2	0	0	0
p3	2.232	0.65	1.451
p4	0	0	0
Σ	5.592		4.811

	Valor	Simbología
P DC	5.592	Carga por P.P. Muro (t)
yDC	0.86	Ubicación PDC resp a o (m)
eDC	0.14	Excentricidad de PDC (m)
M DC	0.781	Mom por PDC a ycg zap(t-m)
M DCo	4.811	Mom por PDC resp a o (t-m)

Cargas y Momentos EV por el Relleno

Polig	Peso(t)	Brazo y(m)	Mom Mo (t-m)
p5	6.696	1.4	9.374
p6	0	0	0
Σ	6.696		9.374

	Valor	Simbología
P EV	6.696	Carga por Peso Relleno (t)
yEV	1.4	Ubicación PEV resp a o (m)
eEV	-0.4	Excentricidad de PEV (m)
M EV	-2.678	Mom por PEV a ycg zap(t-m)
M EVo	9.374	Mom por PEV resp a o (t-m)

Empuje de Tierras

PRESIÓN DE TIERRAS (AASHTO 2014 y CCP14 Art. 3.11.5.3)

$$k_a = sin^2(\theta + \varnothing'_f)/(\Gamma(sin^2\theta\, sin(\theta - \delta))$$

$$\Gamma = \{1 + \sqrt{[\sin(\varnothing'_f + \delta)\sin(\varnothing'_f - \beta)/[\sin(\theta - \delta)\sin(\theta + \beta)]}\}^2$$

	Valor	Simbología
θ	90	Ang Cara Trasera Muro con Horiz (°)
β	0	Ang Talud Relleno con la Horiz (°)
δ	0	Ang Fricción Relleno-Muro (°)
ϕ	30	Ang Efectivo Fricción Interna (°)
Ka	0.333	Coefic. de Presión Lateral Activa
po1	1.14	Presión por suelo nat seco (t/m2)
H1	1.9	Altura Suelo Nat Seco (m)
E1	2.166	Emp por Suelo Nat Seco (t)
po2	1.14	Presión por Suelo Sumergido (t/m2)
H2	0	Altura del Suelo Sumergido (m)
E2	0	Empuje por Suelo Sumergido (t)
pagua	0	Presión del Agua (t/m2)
Eagua	0	Empuje del Agua (t)
EHtot.	2.166	Empuje Total EH (t)
Bzo.Etot	0.633	Brazo del Empuje Total Z_EH (m)
M EH	1.372	Momento por Empuje Total EH (t-m)

SOBRECARGA VIVA (AASHTO 2014 y CCP14 Art. 3.11.6.4)

Carga Vertical

	Valor	Simbología
pv	0.672	Presion Vert por sobrecarga (t/m2)
d	0	Dist del muro a borde tráfico (m)
heq	1.12	Altura equiv de sobrecarga (m)
ls	1.2	Ancho accion sobrecarga viva (m)
PLs	1.613	Peso por sobrec. viva:Vertical (t)
yLs	1.4	Ubicación sobrecarga viva (m)
eLs	-0.4	Excentricidad Sobrecarga Viva (m)
MLsv	-0.645	Mom por LS vert en el ycg zap (t-m)
MLso	2.258	Momento por LS vertical (o) (t-m)

Presión Lateral (Horizontal) Ec 3.11.6.4-1

	Valor	Simbología
p1	0.672	Presion horiz por sobrec viva (t/m2)
eLs	2.554	Empuje de Tierras por sobrec viva (t)
ZLs	0.95	Ubicación de Emuje desde x-x (m)
MLsh	2.426	Momento por LS horiz en ycg zap(t-m)
MLs	1.781	Mom Total por LS en ycg zap (t-m)

Diseño de la Aleta Superficial del Box

Muro: Rep. 7

Sismo

CÁLCULO SÍSMICO . AASHTO y CCP14 Art 3.10

Carga Cálculo Aceler por Masa Muro Art. 11.6.5.2.2

Polig	Peso(t)	Brazo z (m)	Mom M (P*z) (t-m)
p1	3.36	0.175	0.588
p2	0	0.867	0
p3	2.232	1.125	2.511
p4	0	0.867	0
Σ	5.592		3.099

Carga Cálculo Aceler por Masa Relleno Art. 11.6.5.2.2

Polig	Peso(t)	Brazo z (m)	Mom M (P*z) (t-m)
p5	6.696	1.125	7.533
p6	0	0	0
Σ	6.696		7.533

Cálculo Empuje y Momento Sísmico. Mononobe Okabe

	Valor	Descripción
kho	0.315	x Fpga
kh	0.158	Coef de Aceleración Horizontal
kv	0	Coef de Aceleración Vertical
θ	8.951°	ArcTg(kh)
i	0°	Ang Inclinación Talud Relleno
ϕ	30°	Ang Fricción Interna Suelo Relleno
δ	0°	Ang de Rozamiento Terreno Muro
β	90°	Ang entre Vertical y Paramento Muro
KAE	0.439	Coef Sísmico de Presión Activa Suelo
PAE	4.361 t	Emp Dinámico Horiz Activo (inc.PEstát)
ΔPAE	2.195 t	Empuje Pseudo Estático
MEAE	2.06 t-m	Momento por Emp Dinám Horiz Activo

Ecuación Empuje Activo Sísmico Mononobe Okabe

$$K_{AE} = \frac{sin^2(\emptyset + \beta - \theta)}{\psi \cos\theta sin^2\beta \sin(\beta - \delta - \theta)}$$

$$\theta = \arctan(k_h/(1-k_v))$$

$$\beta = Ang\ entre\ vert\ y\ param.muro$$

$$i = Talud\ del\ Relleno$$

$$\psi = \{1 + \sqrt{\frac{\sin(\emptyset+\delta)\sin(\emptyset-\theta-i)}{\sin(\beta-\delta-\theta)\cos(i+\beta)}}\}^2$$

Global

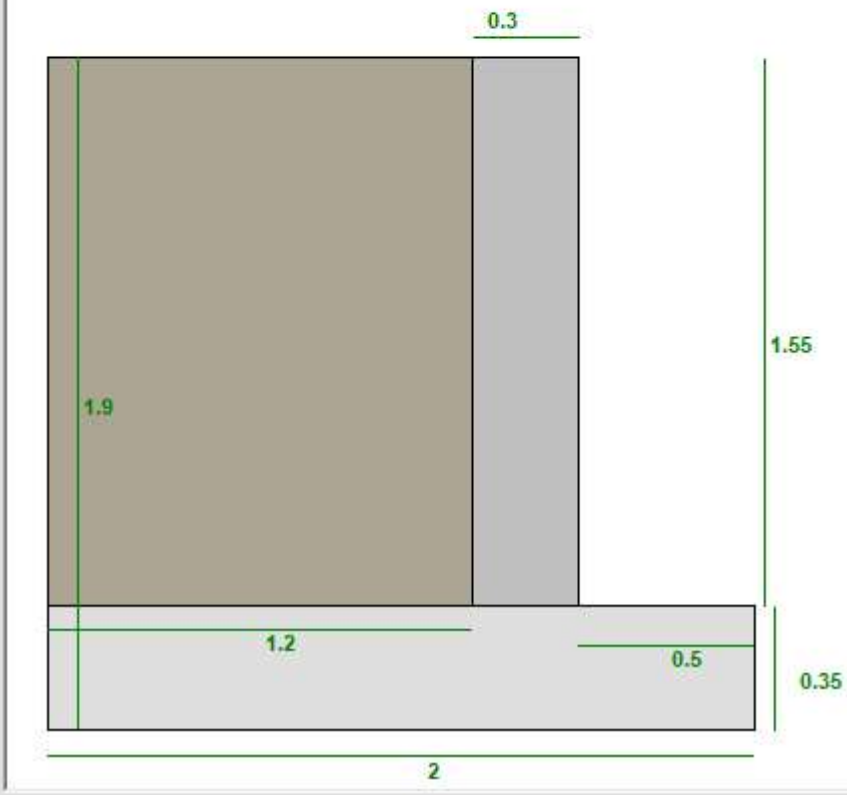
Carga Total de Sismo: PIR y Hbu

	Valor	Simbología
Ww	5.592	Peso del Cuerpo del Muro (t)
Ws	6.696	Peso del Suelo del Relleno (t)
Kh	0.158	Coef Acelerac Sísmica Horiz
PIR	1.935	Fza Inercial Horiz: kh(Ww+Ws) (t)
EH	2.166	Empuje Estático de Suelos (t)
DeltaPAE	2.195	Difer. Emononobe - EH (t)
Pseis_1	3.163	100%DeltaPAE + 50%PIR (t)
Pseis_2	3.033	50%(DeltaPAE(>=EH)) + 100%PIR
Pseis_dom	**3.163**	Carga Psísmica dominante (t)
Brazo Y	0.94	Brazo de Aplic: 0.4Htot_Muro (m)
Mseis	**2.973**	Mom por Carga Psísmica (t-m)
Sumat Fsism	**3.163**	Suma Total de Fsismo (t)
Sumat Msism	2.973	Suma Total de Msismo (t-m)

Estados Límite

EstLím	SERVICIO I		RESISTENCIA I		EV EXTREMO I	
Combin.	γMAχ	γMIN	γMAχ	γMIN	γMAχ	γMIN
DC	1.00	1.00	1.25	0.90	1.25	0.90
DW	1.00	1.00	1.50	0.65	1.50	0.65
LL	1.00	1.00	1.75	1.75	0.00	0.00
BR	1.00	1.00	1.75	1.75	0.00	0.00
EH	1.00	1.00	1.50	0.90	1.50	0.90
EV	1.00	1.00	1.35	1.00	1.35	1.00
LS	1.00	1.00	1.75	1.75	0.00	0.00
TU	1.00	1.20	0.50	1.20	0.50	1.20
SH	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
WA	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
WS	0.30	0.00	0.00	0.00	1.40	0.00
WL	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
EQ	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

	Denominacion Cargas
	DESCRIPCIÓN
DC	P.P. Comp.Estr y Accesor.
DW	P.P. Rodadura e Instalac.
LL	Carga Viva Vehicular
BR	Fuerza Frenado Vehicular
EH	Empuje Horizont del Suelo
EV	Presión Vert Suelo Relleno
LS	Sobrecarga por C_Viva
TU	Fuerza por Temp Uniforme
SH	Fuerzas por Retracción
WA	Pres Agua y Corriente
WS	Viento sobre Estructura
WL	Viento sobre C Viva
EQ	Carga Sísmica



Estados Límite

Estado Límite de SERVICIO I

Servicio I	P (t)	H (t)	M (t-m)	Pu Máx (t)	Hu Máx (t)	Mu máx (t-m)	Pu Mín (t)	Hu Mín (t)	Mu mín (t-m)
DC	5.592		0.781	5.592		0.781	5.592		0.781
EH		2.166	1.372		2.166	1.372		2.166	1.372
EV	6.696		-2.678	6.696		-2.678	6.696		-2.678
LS	1.613	2.554	2.426	1.613	2.554	2.426	1.613	2.554	2.426
EQ									
Σ				13.901	4.72	1.901	13.901	4.72	1.901

Estado Límite de RESISTENCIA I

Resisten I	P (t)	H (t)	M (t-m)	Pu Máx (t)	Hu Máx (t)	Mu máx (t-m)	Pu Mín (t)	Hu Mín (t)	Mu mín (t-m)
DC	5.592		0.781	6.99		0.976	5.033		0.703
EH		2.166	1.372		3.249	2.058		1.949	1.235
EV	6.696		-2.678	9.04		-3.616	6.696		-2.678
LS	1.613	2.554	2.426	2.822	4.469	4.245	2.822	4.469	4.245
EQ									
Σ				18.852	7.718	3.664	14.551	6.418	3.505

Estado Límite de EVENTO EXTREMO I

Ev.Extrem I	P (t)	H (t)	M (t-m)	Pu Máx (t)	Hu Máx (t)	Mu máx (t-m)	Pu Mín (t)	Hu Mín (t)	Mu mín (t-m)
DC	5.592		0.781	6.99		0.976	5.033		0.703
EH		2.166	1.372		3.249	2.058		1.949	1.235
EV	6.696		-2.678	9.04		-3.616	6.696		-2.678
LS	1.613	2.554	2.426	0.806	1.277	1.213	0.806	1.277	1.213
EQ		3.163	2.973		3.163	2.973		3.163	2.973
Σ				16.836	7.689	3.604	12.535	6.389	3.445

ANÁLISIS DE ESTABILIDAD Y ESFUERZOS EN EL SUELO

Muro SP: R. 1

Estado Límite Servicio I

CHEQUEO CAPACIDAD RESISTENTE DEL SUELO

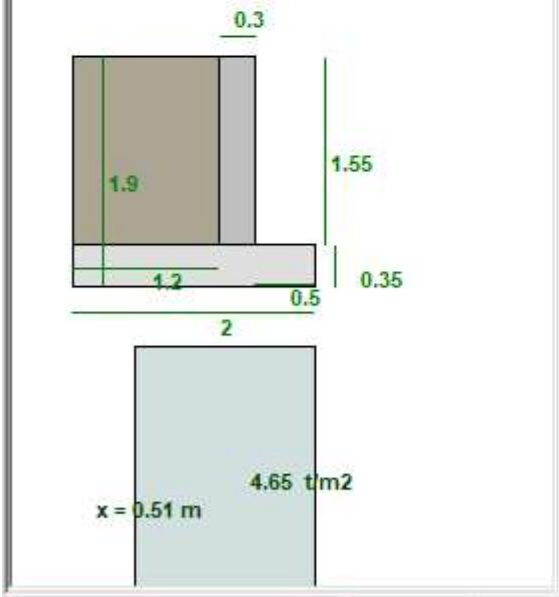
Solicitaciones Estado Límite : **Servicio**

Resistencia Suelo 58.4 t/m2 | Caso: MÁXIMO

	Valor	Simbología
ΣP	13.9	Sumatoria Fuerzas Verticales (t)
B	2	Ancho de la Zapata (m)
L	2	Longitud de la Zapata (m)
d	0.75	(MomEstab - MomVolc) /SumatP (m)
e calc	0.25	Excentricidad de la Carga (m)
Suelo		
σv	4.65	Esfzo Vertical en Suelo (t/m2)
Roca		
σv1	-	Esfzo Vert Máx en Roca (t/m2)
σv2	-	Esfzo Vert Mín en Roca (t/m2)

ESFUERZOS MÁXIMOS Y MÍNIMOS EN EL SUELO (t/m2)

ESTADO LÍMITE: **Servicio**



d = (MomEstab - MomVolc) /SumatP e = B / 2 - d

Suelo NO ROCOSO

$$\sigma_v = \left(\frac{\Sigma P}{B - 2e}\right)/L$$

11.6.3.2-1

11.6.3.2-2 (3) tercio medio

Suelo ROCOSO

$$\sigma_v = \left(\frac{\Sigma P}{B}\left(1 \pm \frac{6e}{B}\right)\right)/L$$

Suelo ROCOSO R fuera tercio medio

$$\sigma_{v\,máx} = \frac{2\Sigma P}{3B\left(\frac{B}{2} - e\right)}$$

$\sigma_{v\,mín} = 0$

11.6.3.2-4 (5)

CHEQUEO VOLCAMIENTO

E. LÍMITE:Servicio

$e_{máx}$=: B/3 (Est Lím Resistencia) Caso: MÁXIMO

$\gamma_{EQ} = 1$ $e_{máx}$= (8B/10)/2 $\gamma_{EQ} = 0$ $e_{máx}$= (2B/3)/2. Ev Extr

	Valor	Simbología
DCmuro	4.81	Mom(o) DCmuro(t-m)
EV	9.37	Mom(o) por Peso Relleno EV (t-m)
LS	0	Mom(o) por Sobrec LS vert (t-m)
SumaMestab	14.19	Sumator. Mom Estabilizantes (t-m)
EH	1.37	Mom(o) por Emp Tierras EH (t-m)
LS	2.43	Mom(o) por Sobrec LS horiz (t-m)
Pseis	0	Mom(o) por FzaSísmic Pseis (t-m)
SumaMvolc	3.8	Sumatoria Mom Volcamiento (t-m)
Ry	13.9	Sumatoria Fuerzas Verticales (t)
d	0.75	(MomEstab - MomVolc) / Ry (m)
e calculada	0.25	LongitudZap / 2 - d (m)
e máx	0.67	Excentric. Máx según Norma (m)
Diagnóstico	OK VOLC	Chequeo e(calc) vs e(máx)

CHEQUEO DESLIZAM

E. LÍMITE: **Servicio**

	Valor	Simbología
i	0	Ang Inclinación Relleno Delant (°)
β	90	Ang Pared Del. (ZarpDel) con Horizont (°)
δ	0	Ang Fricción Relleno-Estrib S pasivo (°)
ϕ	30	Ang Efectivo Fricc Int S Pasivo (°)
Kp	3	Coeficiente de Presión Lateral Pasiva
hp1	0.35	Altura Básica Pres. Pasiva (Hzarp del) (m)
qp1	1.89	Esfuerzo de Pres. Pasiva Básica (t/m2)
Rep	0.662	Resistencia Nominal Básica Pasiva (t)
Rn_fricc	7.776	Resist. Nominal por Fricc suelo-cim (t)
Rn_Total	8.438	Resistencia Nominal Total (sin llave) (t)
Humáx	4.72	Fza Horiz Máx que produce Deslizam (t)
Hu/Rntot	0.559	Cumple Deslizamiento SIN usar LLave



REVISIÓN GLOBAL DE ESFUERZOS EN SUELO Y ESTABILIDAD

ENVOLVENTE

CHEQUEO	Evaluación	Observación
Esfzos Suelo	EMáx<Qa EMín>0	Esfuerzos OK
Deslizamiento	NO Req Llave	-
Volcamiento	OK	-

ANÁLISIS DE ESTABILIDAD Y ESFUERZOS EN EL SUELO

Muro SP: R. 2

Estado Límite Resistencia I

CHEQUEO CAPACIDAD RESISTENTE DEL SUELO

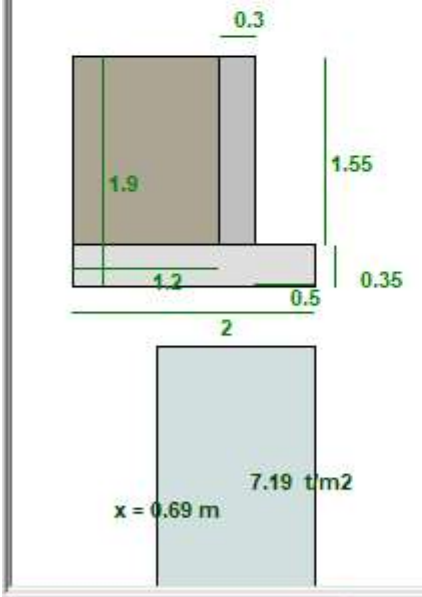
Solicitaciones Estado Límite : **Resistencia I**

Resistencia Suelo 26.4 t/m2 | Caso: MÁXIMO

	Valor	Simbología
ΣP	18.85	Sumatoria Fuerzas Verticales (t)
B	2	Ancho de la Zapata (m)
L	2	Longitud de la Zapata (m)
d	0.66	(MomEstab - MomVolc) /SumatP (m)
e calc	0.34	Excentricidad de la Carga (m)
Suelo		
σv	7.19	Esfzo Vertical en Suelo (t/m2)
Roca		
σv1	-	Esfzo Vert Máx en Roca (t/m2)
σv2	-	Esfzo Vert Mín en Roca (t/m2)

ESFUERZOS MÁXIMOS Y MÍNIMOS EN EL SUELO (t/m2)

ESTADO LÍMITE: **Resistencia I**



CHEQUEO VOLCAMIENTO

E. LÍMITE:Resistencia I

$e_{máx}$=: B/3 (Est Lím Resistencia) | Caso: MÁXIMO

$\gamma_{EQ} = 1$ $e_{máx}$= (8B/10)/2 $\gamma_{EQ} = 0$ $e_{máx}$= (2B/3)/2. Ev Extr

	Valor	Simbología
DCmuro	6.01	Mom(o) DCmuro(t-m)
EV	12.66	Mom(o) por Peso Relleno EV (t-m)
LS	0	Mom(o) por Sobrec LS vert (t-m)
SumaMestab	18.67	Sumator. Mom Estabilizantes (t-m)
EH	2.06	Mom(o) por Emp Tierras EH (t-m)
LS	4.25	Mom(o) por Sobrec LS horiz (t-m)
Pseis	0	Mom(o) por FzaSísmic Pseis (t-m)
SumaMvolc	6.3	Sumatoria Mom Volcamiento (t-m)
Ry	18.85	Sumatoria Fuerzas Verticales (t)
d	0.66	(MomEstab - MomVolc) / Ry (m)
e calculada	0.34	LongitudZap / 2 - d (m)
e máx	0.67	Excentric. Máx según Norma (m)
Diagnóstico	OK VOLC	Chequeo e(calc) vs e(máx)

CHEQUEO DESLIZAM

E. LÍMITE: **Resistencia I**

	Valor	Simbología
i	0	Ang Inclinación Relleno Delant (°)
β	90	Ang Pared Del. (ZarpDel) con Horizont (°)
δ	0	Ang Fricción Relleno-Estrib S pasivo (°)
ϕ	30	Ang Efectivo Fricc Int S Pasivo (°)
Kp	3	Coeficiente de Presión Lateral Pasiva
hp1	0.35	Altura Básica Pres. Pasiva (Hzarp del) (m)
qp1	1.89	Esfuerzo de Pres. Pasiva Básica (t/m2)
Rep	0.662	Resistencia Nominal Básica Pasiva (t)
Rn_fricc	7.776	Resist. Nominal por Fricc suelo-cim (t)
Rn_Total	8.438	Resistencia Nominal Total (sin llave) (t)
Humáx	7.718	Fza Horiz Máx que produce Deslizam (t)
Hu/Rntot	0.915	Cumple Deslizamiento SIN usar LLave



d = (MomEstab - MomVolc) /SumatP e = B / 2 - d 11.6.3.2-2 (3) tercio medio

Suelo NO ROCOSO

$$\sigma_v = \left(\frac{\Sigma P}{B - 2e}\right)/L$$

11.6.3.2-1

Suelo ROCOSO

$$\sigma_v = \left(\frac{\Sigma P}{B}\left(1 \pm \frac{6e}{B}\right)\right)/L$$

Suelo ROCOSO R fuera tercio medio

$$\sigma_{v\,máx} = \frac{2\Sigma P}{3B\left(\frac{B}{2} - e\right)}$$

$\sigma_{v\,mín} = 0$

11.6.3.2-4 (5)

REVISIÓN GLOBAL DE ESFUERZOS EN SUELO Y ESTABILIDAD

ENVOLVENTE

CHEQUEO	Evaluación	Observación
Esfzos Suelo	EMáx<Qa EMín>0	Esfuerzos OK
Deslizamiento	NO Req Llave	-
Volcamiento	OK	-

ANÁLISIS DE ESTABILIDAD Y ESFUERZOS EN EL SUELO

Muro SP: R. 3

Estado Límite Evento Extremo I

CHEQUEO CAPACIDAD RESISTENTE DEL SUELO

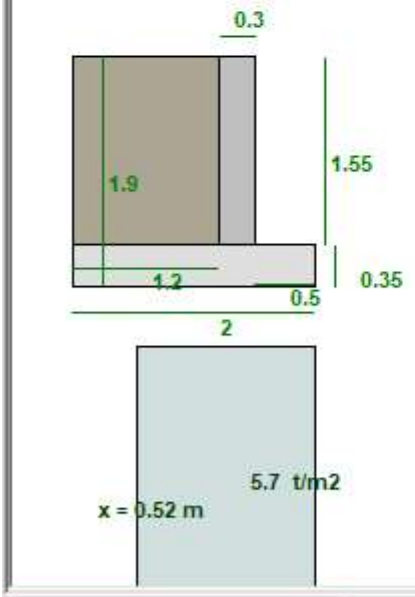
Solicitaciones Estado Límite : **Evento Extremo I**

Resistencia Suelo 58.4 t/m2 | Caso: MÁXIMO

	Valor	Simbología
ΣP	16.84	Sumatoria Fuerzas Verticales (t)
B	2	Ancho de la Zapata (m)
L	2	Longitud de la Zapata (m)
d	0.74	(MomEstab - MomVolc) /SumatP (m)
e calc	0.26	Excentricidad de la Carga (m)
Suelo		
σv	5.7	Esfzo Vertical en Suelo (t/m2)
Roca		
σv1	-	Esfzo Vert Máx en Roca (t/m2)
σv2	-	Esfzo Vert Mín en Roca (t/m2)

ESFUERZOS MÁXIMOS Y MÍNIMOS EN EL SUELO (t/m2)

ESTADO LÍMITE: **Evento Extremo I**



CHEQUEO VOLCAMIENTO

E. LÍMITE:Evento Extremo I

$e_{máx}$=: B/3 (Est Lím Resistencia) Caso: MÁXIMO

$\gamma_{EQ} = 1$ $e_{máx}$= (8B/10)/2 $\gamma_{EQ} = 0$ $e_{máx}$= (2B/3)/2. Ev Extr

	Valor	Simbología
DCmuro	6.01	Mom(o) DCmuro(t-m)
EV	12.66	Mom(o) por Peso Relleno EV (t-m)
LS	0	Mom(o) por Sobrec LS vert (t-m)
SumaMestab	18.67	Sumator. Mom Estabilizantes (t-m)
EH	2.06	Mom(o) por Emp Tierras EH (t-m)
LS	1.21	Mom(o) por Sobrec LS horiz (t-m)
Pseis	2.97	Mom(o) por FzaSísmic Pseis (t-m)
SumaMvolc	6.24	Sumatoria Mom Volcamiento (t-m)
Ry	16.84	Sumatoria Fuerzas Verticales (t)
d	0.74	(MomEstab - MomVolc) / Ry (m)
e calculada	0.26	LongitudZap / 2 - d (m)
e máx	0.73	Excentric. Máx según Norma (m)
Diagnóstico	OK VOLC	Chequeo e(calc) vs e(máx)

CHEQUEO DESLIZAM

E. LÍMITE: **Evento Extremo I**

	Valor	Simbología
i	0	Ang Inclinación Relleno Delant (°)
β	90	Ang Pared Del. (ZarpDel) con Horizont (°)
δ	0	Ang Fricción Relleno-Estrib S pasivo (°)
ϕ	30	Ang Efectivo Fricc Int S Pasivo (°)
Kp	3	Coeficiente de Presión Lateral Pasiva
hp1	0.35	Altura Básica Pres. Pasiva (Hzarp del) (m)
qp1	1.89	Esfuerzo de Pres. Pasiva Básica (t/m2)
Rep	0.662	Resistencia Nominal Básica Pasiva (t)
Rn_fricc	7.776	Resist. Nominal por Fricc suelo-cim (t)
Rn_Total	8.438	Resistencia Nominal Total (sin llave) (t)
Humáx	7.689	Fza Horiz Máx que produce Deslizam (t)
Hu/Rntot	0.911	Cumple Deslizamiento SIN usar LLave



d = (MomEstab - MomVolc) /SumatP e = B / 2 - d

Suelo NO ROCOSO

$$\sigma_v = \left(\frac{\Sigma P}{B - 2e}\right)/L$$

11.6.3.2-1

Suelo ROCOSO 11.6.3.2-2 (3) tercio medio

$$\sigma_v = \left(\frac{\Sigma P}{B}\left(1 \pm \frac{6e}{B}\right)\right)/L$$

Suelo ROCOSO R fuera tercio medio

$$\sigma_{v\,máx} = \frac{2\Sigma P}{3B\left(\frac{B}{2} - e\right)}$$

$\sigma_{v\,mín} = 0$

11.6.3.2-4 (5)

REVISIÓN GLOBAL DE ESFUERZOS EN SUELO Y ESTABILIDAD

ENVOLVENTE

CHEQUEO	Evaluación	Observación
Esfzos Suelo	EMáx<Qa EMín>0	Esfuerzos OK
Deslizamiento	NO Req Llave	-
Volcamiento	OK	-

Diseño para Est Límite: Servicio I

DISEÑO DE LA ZARPA TRASERA O TALÓN

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Servicio

Solicitaciones | Diseño a Flexión | Diseño a Cortante

	Valor	Descripción
Pzartras	-6.46 t	Carga Total por Reacc Sue Zarp Tras
Wzarptras	2.02 t	Carga Total por P.P. Zarpa Trasera
Wrelleno	6.7 t	Carga Total por Peso del Relleno
Sobrec.Ver	1.61 t	Carga por Comp. Vert Sobrecarga
Vu	3.86 t	Sumat Cargas Vert: Vu de Diseño
MuxReacc Sue	0 t-m	Momento por Reacc Suelo
Mu x PPzarp	1.21 t-m	Momento por P.P. Zarpa Trasera
Mu x Wrell	4.02 t-m	Momento por Peso del Relleno
Mu x Sobrec	1.94 t-m	Momento por CompV Sobrecarga
Sumat Mu	7.16 t-m	Sumat de Momentos. Mu diseño

Solicit para la Long Total del Muro



DISEÑO DEL VÁSTAGO O PANTALLA

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Servicio

Solicitaciones | Diseño a Flexión | Diseño a Cortante

	Valor	Descripción
E de Tierras EH	1.44 t	Emp Estático de Tierras
E sísmico E Pseis	0 t	Empuje Sísmico Pseis
E Sobrecarga LS	2.69 t	Emp por Sobrecarga Viva
Sumat Empujes	4.13 t	Sumat de Empujes = Vu diseño
Mom x E.Tierra EH	0.74 t-m	Mom x Emp de Tierras
Mom por Pseis	0 t-m	Mom por Fza Sísmica Pseis
Mom por LS	2.69 t-m	Mom x SobrecViva LS
Sumat Momentos	3.43 t-m	Sumat de Momentos = Mu diseño

Solicit para la Long Total del Muro



DISEÑO DE LA ZARPA DELANTERA O DEDO

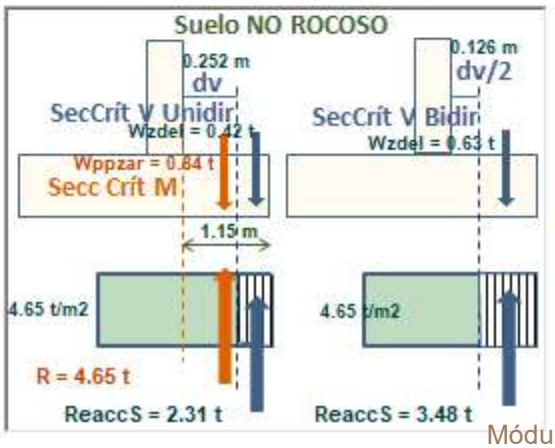
SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Servicio

Solicitaciones | Diseño a Flexión | Diseño a Cortante

	Valor	Descripción
Pzardel	4.65 t	Carga Total Reacc Suelo Zarp Del
Wzardel	0.84 t	Carga Total por P.P. Zarpa Delant
Vu	1.89 t	Sumat Cargas:Cortante Ult Diseño
Mu x ReaccSue	1.16 t-m	Momento por Reacc Suelo
Mu x Wzarp	-0.21 t-m	Momento por P.P. Zarpa
Sumat Mu	0.95 t-m	Sumatoria Momentos. Mu diseño

Cargas para la Longitud Total del Estribo

Solicitaciones Básicas en la Zarpa Delantera



Diseño para Est Límite: Servicio I

DISEÑO DE LA ZARPA TRASERA O TALÓN

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Servicio

Solicitaciones | **Diseño a Flexión** | Diseño a Cortante

	Valor	Simbología
Mu	7.163 t-m	Momento mayorado en la secc
K	49.126 t/m2	Mu/bd^2
m	17.647	fy/0.85f'c
Ro Calc	0.0013	Cuantía Acero de Diseño
As calc	7.1 cm2	Area Refuerzo Calculado Total
Ic	0.007 m4	Mom de Inercia de Sección Bruta
fr	33.132 kg/cm2	Módulo de Ruptura : 1.98(f'c)^1/2
Mcr	13.529 t-m	Mom Agrietamiento
Asmin(Mcr)	13.556 cm2	Acero para Mom_Agrietam.
1.33Ascal	9.443 cm2	Acero Calculado x 1.33
Acero Domina	9.443 cm2	Ascalc<AsMín(Mcr). Prima 1.33As
Arm Ppal Sug.	1 # 4 @ 0.2	Armad Ppal Real Propuesta
As real Coloc	12.668 cm2	Area de Acero Real Colocado
c	1.31 cm	Alt blq compr: AsFy/.85f'cBetab
εt	0.054	0.003(dt-c)/c
Chequeo	et > 0.005	Phi OK
As RetracTemp	4.66 cm2/cara	2.33<=0.75bh /(2(b+h)Fy)<=12.7
Arm Retr Sug.	1 # 3 @ 0.25	Armad Retracc Propuesta

Diseño para la Longitud Total del Muro

DISEÑO DEL VÁSTAGO O PANTALLA

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Servicio

Solicitaciones | **Diseño a Flexión** | Diseño a Cortante

	Valor	Simbología
Mu	3.433 t-m	Momento mayorado en la secc
K	35.463 t/m2	Mu/bd^2
m	17.647	fy/0.85f'c
Ro Calc	0.0009	Cuantía Acero de Diseño
As calc	4.163 cm2	Area Refuerzo Calculado Total
Ic	0.004 m4	Mom de Inercia de Sección Bruta
fr	33.132 kg/cm2	Módulo de Ruptura : 1.98(f'c)^1/2
Mcr	9.94 t-m	Mom Agrietamiento
Asmin(Mcr)	12.253 cm2	Acero para Mom_Agrietam.
1.33Ascal	5.536 cm2	Acero Calculado x 1.33
Acero Domina	5.536 cm2	Ascalc<AsMín(Mcr). Prima 1.33As
Arm Ppal Sug.	1 # 4 @ 0.2	Armad Ppal Real Propuesta
As real Coloc	12.668 cm2	Area de Acero Real Colocado
c	1.31 cm	Alt blq compr: AsFy/.85f'cBetab
εt	0.0426	0.003(dt-c)/c
Chequeo	et > 0.005	Phi OK
As RetracTemp	4.66 cm2/cara	2.33<=0.75bh /(2(b+h)Fy)<=12.7
Arm Retr Sug.	1 # 3 @ 0.25	Armad Retracc Propuesta

Diseño para la Longitud Total del Muro

DISEÑO DE LA ZARPA DELANTERA O DEDO

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Servicio

Solicitaciones | **Diseño a Flexión** | Diseño a Cortante

	Valor	Simbología
Mu	0.953 t-m	Momento mayorado en la secc
K	6.534 t/m2	Mu/bd^2
m	17.647	fy/0.85f'c
Ro Calc	0.0002	Cuantía Acero de Diseño
As calc	0.935 cm2	Area Refuerzo Calculado Total
Ic	0.007 m4	Mom de Inercia de Sección Bruta
fr	33.132 kg/cm2	Módulo de Ruptura : 1.98(f'c)^1/2
Mcr	13.529 t-m	Mom Agrietamiento
Asmin(Mcr)	13.556 cm2	Acero para Mom_Agrietam.
1.33Ascal	1.243 cm2	Acero Calculado x 1.33
Acero Domina	1.243 cm2	Ascalc<AsMín(Mcr). Prima 1.33As
Arm Ppal Sug.	1 # 4 @ 0.2	Armad Ppal Real Propuesta
As real Coloc	12.668 cm2	Area de Acero Real Colocado
c	1.31 cm	Alt blq compr: AsFy/.85f'cBetab
εt	0.054	0.003(dt-c)/c
Chequeo	et > 0.005	Phi OK
As RetracTemp	4.66 cm2/cara	2.33<=0.75bh /(2(b+h)Fy)<=12.7
Arm Retr Sug.	1 # 3 @ 0.25	Armad Retracc Propuesta

Diseño para la Longitud Total del Muro

Diseño para Est Límite: Servicio I

DISEÑO DE LA ZARPA TRASERA O TALÓN

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Servicio

Solicitaciones | Diseño a Flexión | **Diseño a Cortante**

	Valor	Simbología
dv1 0.9de	0.24 m	Profund efec de Cortante (a) Art 5.8.2.9
dv2 0.72h	0.25 m	Profund efec de Cortante (b) Art 5.8.2.9
dv dom	0.25 m	Prof efec de Cortante dominante
Phi	0.85	Fact de Res a Cort Art 5.5.4.2
Beta	2	Fact.Cap Concr Agr Diag Tracc y Cort
Vc	44.27 t	Vc=0.083Betaf'c^(1/2)bvdv Art 5.8.3.3-3
Vs	0	Vs =0 No Flejes
Vn	44.27 t	Vn = Vc Art 5.8.3.3-1
Vr	39.84 t	Vr = phi x Vn
Vu	3.86 t	Cortante Ult de Diseño
Chequeo	OK	Cortante OK

Diseño para la Longitud Total del Muro

DISEÑO DEL VÁSTAGO O PANTALLA

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Servicio

Solicitaciones | Diseño a Flexión | **Diseño a Cortante**

	Valor	Simbología
dv1 0.9de	0.2 m	Profund efec de Cortante (a) Art 5.8.2.9
dv2 0.72h	0.22 m	Profund efec de Cortante (b) Art 5.8.2.9
dv dom	0.22 m	Prof efec de Cortante dominante
Phi	0.85	Fact de Res a Cort Art 5.5.4.2
Beta	2	Fact.Cap Concr Agr Diag Tracc y Cort
Vc	37.95 t	Vc=0.083Betaf'c^(1/2)bvdv Art 5.8.3.3-3
Vs	0	Vs =0 No Flejes
Vn	37.95 t	Vn = Vc Art 5.8.3.3-1
Vr	39.84 t	Cortante Resist Vr = phi x Vn
Vu	4.13 t	Cortante Ult de Diseño
Chequeo	OK	Cortante OK

Diseño para la Longitud Total del Muro

DISEÑO DE LA ZARPA DELANTERA O DEDO

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Servicio

Solicitaciones | Diseño a Flexión | **Diseño a Cortante**

	Valor	Simbología
dv1 0.9de	0.24 m	Profund efec de Cortante (a) Art 5.8.2.9
dv2 0.72h	0.25 m	Profund efec de Cortante (b) Art 5.8.2.9
dv dom	0.25 m	Prof efec de Cortante dominante
Phi	0.9	Fact ResisCort Art 5.5.4.2 Concr Normal
Vs	0	Vs = 0 -->> No Flejes
		ACCIÓN EN UNA DIRECCIÓN
Beta	2	Fact.Cap Concr Agr Diag Tracc y Cort
Vc	44.27 t	Vc=0.083Betaf'c^(1/2)bvdv Art 5.8.3.3-3
Vn	44.27 t	Vn = Vc Art 5.8.3.3-1
Vr	39.84 t	Cortante Resist Vr = phi x Vn
Vu	1.89 t	Cortante Ult Diseño.SeccCrít: a dv cara
Chq1direcc	Vr>Vu:OK	Cort Una Direcc OK
		ACCIÓN EN DOS DIRECCIONES
Beta_c	7.937	Rel lado largo/corto rectáng aplic.carga
bo	4.5 m	bo = Perímetro de la Sección Crítica
Vc	127.07 t	(.17+.33/Betac)Sq(fc)bodv<.33Sq(fc)bodv
Vr	114.37 t	Cortante Resist Vr = phi x Vn Vn = Vc
Vu	2.85 t	Cortante Ult Dis. Secc Crít: dv/2 de cara
Ch.2Direcc	Vr>Vu:OK	Cort Dos Direcc OK
Ch.GLOBAL	Vr>Vu:OK	Cortante Global OK

Diseño para la Longitud Total del Muro

Diseño para Est Límite: Resistencia I

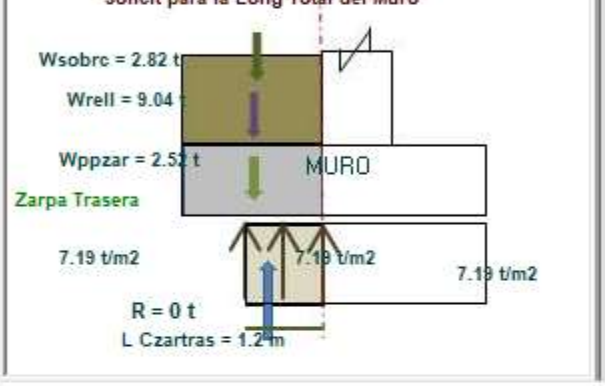
DISEÑO DE LA ZARPA TRASERA O TALÓN

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Resistencia I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | Diseño a Cortante

	Valor	Descripción
Pzartras	0 t	Carga Total por Reacc Sue Zarp Tras
Wzarptras	2.52 t	Carga Total por P.P. Zarpa Trasera
Wrelleno	9.04 t	Carga Total por Peso del Relleno
Sobrec.Ver	2.82 t	Carga por Comp. Vert Sobrecarga
Vu	14.38 t	Sumat Cargas Vert: Vu de Diseño
MuxReacc Sue	0 t-m	Momento por Reacc Suelo
Mu x PPzarp	1.51 t-m	Momento por P.P. Zarpa Trasera
Mu x Wrell	5.42 t-m	Momento por Peso del Relleno
Mu x Sobrec	3.39 t-m	Momento por CompV Sobrecarga
Sumat Mu	10.32 t-m	Sumat de Momentos. Mu diseño

Solicit para la Long Total del Muro



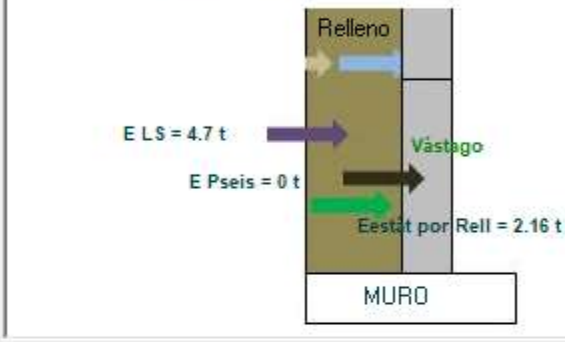
DISEÑO DEL VÁSTAGO O PANTALLA

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Resistencia I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | Diseño a Cortante

	Valor	Descripción
E de Tierras EH	2.16 t	Emp Estático de Tierras
E sísmico E Pseis	0 t	Empuje Sísmico Pseis
E Sobrecarga LS	4.7 t	Emp por Sobrecarga Viva
Sumat Empujes	6.87 t	Sumat de Empujes = Vu diseño
Mom x E.Tierra EH	1.12 t-m	Mom x Emp de Tierras
Mom por Pseis	0 t-m	Mom por Fza Sísmica Pseis
Mom por LS	4.7 t-m	Mom x SobrecViva LS
Sumat Momentos	5.82 t-m	Sumat de Momentos = Mu diseño

Solicit para la Long Total del Muro



DISEÑO DE LA ZARPA DELANTERA O DEDO

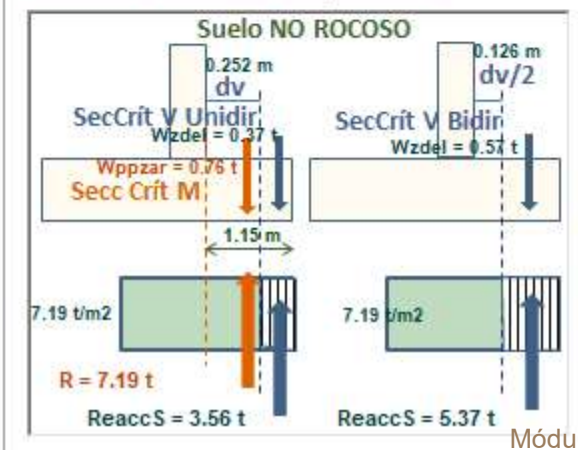
SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Resistencia I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | Diseño a Cortante

	Valor	Descripción
Pzardel	7.19 t	Carga Total Reacc Suelo Zarp Del
Wzardel	0.76 t	Carga Total por P.P. Zarpa Delant
Vu	3.19 t	Sumat Cargas:Cortante Ult Diseño
Mu x ReaccSue	1.8 t-m	Momento por Reacc Suelo
Mu x Wzarp	-0.19 t-m	Momento por P.P. Zarpa
Sumat Mu	1.61 t-m	Sumatoria Momentos. Mu diseño

Cargas para la Longitud Total del Estribo

Solicitaciones Básicas en la Zarpa Delantera



Diseño para Est Límite: Resistencia I

DISEÑO DE LA ZARPA TRASERA O TALÓN

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Resistencia I

Solicitaciones | **Diseño a Flexión** | Diseño a Cortante

	Valor	Simbología
Mu	10.323 t-m	Momento mayorado en la secc
K	70.8 t/m2	Mu/bd^2
m	17.647	fy/0.85f'c
Ro Calc	0.0019	Cuantía Acero de Diseño
As calc	10.287 cm2	Area Refuerzo Calculado Total
Ic	0.007 m4	Mom de Inercia de Sección Bruta
fr	33.132 kg/cm2	Módulo de Ruptura : 1.98(f'c)^1/2
Mcr	13.529 t-m	Mom Agrietamiento
Asmin(Mcr)	13.556 cm2	Acero para Mom_Agrietam.
1.33Ascal	13.682 cm2	Acero Calculado x 1.33
Acero Domina	13.556 cm2	calc<AsMín(Mcr). Prima Asmin(M
Arm Ppal Sug.	1 # 4 @ 0.18	Armad Ppal Real Propuesta
As real Coloc	14.075 cm2	Area de Acero Real Colocado
c	1.46 cm	Alt blq compr: AsFy/.85f'cBetab
εt	0.0483	0.003(dt-c)/c
Chequeo	et > 0.005	Phi OK
As RetracTemp	4.66 cm2/cara	2.33<=0.75bh /(2(b+h)Fy)<=12.7
Arm Retr Sug.	1 # 3 @ 0.25	Armad Retracc Propuesta

Diseño para la Longitud Total del Muro

DISEÑO DEL VÁSTAGO O PANTALLA

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Resistencia I

Solicitaciones | **Diseño a Flexión** | Diseño a Cortante

	Valor	Simbología
Mu	5.821 t-m	Momento mayorado en la secc
K	60.136 t/m2	Mu/bd^2
m	17.647	fy/0.85f'c
Ro Calc	0.0016	Cuantía Acero de Diseño
As calc	7.101 cm2	Area Refuerzo Calculado Total
Ic	0.004 m4	Mom de Inercia de Sección Bruta
fr	33.132 kg/cm2	Módulo de Ruptura : 1.98(f'c)^1/2
Mcr	9.94 t-m	Mom Agrietamiento
Asmin(Mcr)	12.253 cm2	Acero para Mom_Agrietam.
1.33Ascal	9.444 cm2	Acero Calculado x 1.33
Acero Domina	9.444 cm2	ıscalc<AsMín(Mcr). Prima 1.33As
Arm Ppal Sug.	1 # 4 @ 0.2	Armad Ppal Real Propuesta
As real Coloc	12.668 cm2	Area de Acero Real Colocado
c	1.31 cm	Alt blq compr: AsFy/.85f'cBetab
εt	0.0426	0.003(dt-c)/c
Chequeo	et > 0.005	Phi OK
As RetracTemp	4.66 cm2/cara	2.33<=0.75bh /(2(b+h)Fy)<=12.7
Arm Retr Sug.	1 # 3 @ 0.25	Armad Retracc Propuesta

Diseño para la Longitud Total del Muro

DISEÑO DE LA ZARPA DELANTERA O DEDO

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Resistencia I

Solicitaciones | **Diseño a Flexión** | Diseño a Cortante

	Valor	Simbología
Mu	1.607 t-m	Momento mayorado en la secc
K	11.024 t/m2	Mu/bd^2
m	17.647	fy/0.85f'c
Ro Calc	0.0003	Cuantía Acero de Diseño
As calc	1.579 cm2	Area Refuerzo Calculado Total
Ic	0.007 m4	Mom de Inercia de Sección Bruta
fr	33.132 kg/cm2	Módulo de Ruptura : 1.98(f'c)^1/2
Mcr	13.529 t-m	Mom Agrietamiento
Asmin(Mcr)	13.556 cm2	Acero para Mom_Agrietam.
1.33Ascal	2.1 cm2	Acero Calculado x 1.33
Acero Domina	2.1 cm2	ıscalc<AsMín(Mcr). Prima 1.33As
Arm Ppal Sug.	1 # 4 @ 0.2	Armad Ppal Real Propuesta
As real Coloc	12.668 cm2	Area de Acero Real Colocado
c	1.31 cm	Alt blq compr: AsFy/.85f'cBetab
εt	0.054	0.003(dt-c)/c
Chequeo	et > 0.005	Phi OK
As RetracTemp	4.66 cm2/cara	2.33<=0.75bh /(2(b+h)Fy)<=12.7
Arm Retr Sug.	1 # 3 @ 0.25	Armad Retracc Propuesta

Diseño para la Longitud Total del Muro

Diseño para Est Límite: Resistencia I

DISEÑO DE LA ZARPA TRASERA O TALÓN

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Resistencia I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | **Diseño a Cortante**

	Valor	Simbología
dv1 0.9de	0.24 m	Profund efec de Cortante (a) Art 5.8.2.9
dv2 0.72h	0.25 m	Profund efec de Cortante (b) Art 5.8.2.9
dv dom	0.25 m	Prof efec de Cortante dominante
Phi	0.85	Fact de Res a Cort Art 5.5.4.2
Beta	2	Fact.Cap Concr Agr Diag Tracc y Cort
Vc	44.27 t	Vc=0.083Betaf'c^(1/2)bvdv Art 5.8.3.3-3
Vs	0	Vs =0 No Flejes
Vn	44.27 t	Vn = Vc Art 5.8.3.3-1
Vr	39.84 t	Vr = phi x Vn
Vu	14.38 t	Cortante Ult de Diseño
Chequeo	OK	Cortante OK

Diseño para la Longitud Total del Muro

DISEÑO DEL VÁSTAGO O PANTALLA

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Resistencia I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | **Diseño a Cortante**

	Valor	Simbología
dv1 0.9de	0.2 m	Profund efec de Cortante (a) Art 5.8.2.9
dv2 0.72h	0.22 m	Profund efec de Cortante (b) Art 5.8.2.9
dv dom	0.22 m	Prof efec de Cortante dominante
Phi	0.85	Fact de Res a Cort Art 5.5.4.2
Beta	2	Fact.Cap Concr Agr Diag Tracc y Cort
Vc	37.95 t	Vc=0.083Betaf'c^(1/2)bvdv Art 5.8.3.3-3
Vs	0	Vs =0 No Flejes
Vn	37.95 t	Vn = Vc Art 5.8.3.3-1
Vr	39.84 t	Cortante Resist Vr = phi x Vn
Vu	6.87 t	Cortante Ult de Diseño
Chequeo	OK	Cortante OK

Diseño para la Longitud Total del Muro

DISEÑO DE LA ZARPA DELANTERA O DEDO

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Resistencia I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | **Diseño a Cortante**

	Valor	Simbología
dv1 0.9de	0.24 m	Profund efec de Cortante (a) Art 5.8.2.9
dv2 0.72h	0.25 m	Profund efec de Cortante (b) Art 5.8.2.9
dv dom	0.25 m	Prof efec de Cortante dominante
Phi	0.9	Fact ResisCort Art 5.5.4.2 Concr Normal
Vs	0	Vs = 0 -->> No Flejes
		ACCIÓN EN UNA DIRECCIÓN
Beta	2	Fact.Cap Concr Agr Diag Tracc y Cort
Vc	44.27 t	Vc=0.083Betaf'c^(1/2)bvdv Art 5.8.3.3-3
Vn	44.27 t	Vn = Vc Art 5.8.3.3-1
Vr	39.84 t	Cortante Resist Vr = phi x Vn
Vu	3.19 t	Cortante Ult Diseño.SeccCrít: a dv cara
Chq1direcc	Vr>Vu:OK	Cort Una Direcc OK
		ACCIÓN EN DOS DIRECCIONES
Beta_c	7.937	Rel lado largo/corto rectáng aplic.carga
bo	4.5 m	bo = Perímetro de la Sección Crítica
Vc	127.07 t	(.17+.33/Betac)Sq(fc)bodv<.33Sq(fc)bodv
Vr	114.37 t	Cortante Resist Vr = phi x Vn Vn = Vc
Vu	4.81 t	Cortante Ult Dis. Secc Crít: dv/2 de cara
Ch.2Direcc	Vr>Vu:OK	Cort Dos Direcc OK
Ch.GLOBAL	Vr>Vu:OK	Cortante Global OK

Diseño para la Longitud Total del Muro

Diseño para Est Límite: Evento Extremo I

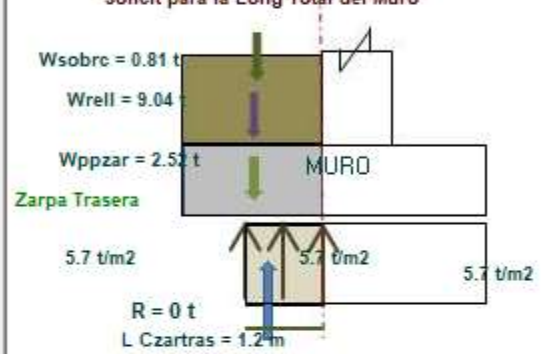
DISEÑO DE LA ZARPA TRASERA O TALÓN

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Evento Extremo I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | Diseño a Cortante

	Valor	Descripción
Pzartras	0 t	Carga Total por Reacc Sue Zarp Tras
Wzarptras	2.52 t	Carga Total por P.P. Zarpa Trasera
Wrelleno	9.04 t	Carga Total por Peso del Relleno
Sobrec.Ver	0.81 t	Carga por Comp. Vert Sobrecarga
Vu	12.37 t	Sumat Cargas Vert: Vu de Diseño
MuxReacc Sue	0 t-m	Momento por Reacc Suelo
Mu x PPzarp	1.51 t-m	Momento por P.P. Zarpa Trasera
Mu x Wrell	5.42 t-m	Momento por Peso del Relleno
Mu x Sobrec	0.97 t-m	Momento por CompV Sobrecarga
Sumat Mu	7.9 t-m	Sumat de Momentos. Mu diseño

Solicit para la Long Total del Muro



DISEÑO DEL VÁSTAGO O PANTALLA

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Evento Extremo I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | Diseño a Cortante

	Valor	Descripción
E de Tierras EH	2.16 t	Emp Estático de Tierras
E sísmico E Pseis	3.16 t	Empuje Sísmico Pseis
E Sobrecarga LS	1.34 t	Emp por Sobrecarga Viva
Sumat Empujes	6.67 t	Sumat de Empujes = Vu diseño
Mom x E.Tierra EH	1.12 t-m	Mom x Emp de Tierras
Mom por Pseis	2.97 t-m	Mom por Fza Sísmica Pseis
Mom por LS	1.34 t-m	Mom x SobrecViva LS
Sumat Momentos	5.43 t-m	Sumat de Momentos = Mu diseño

Solicit para la Long Total del Muro



DISEÑO DE LA ZARPA DELANTERA O DEDO

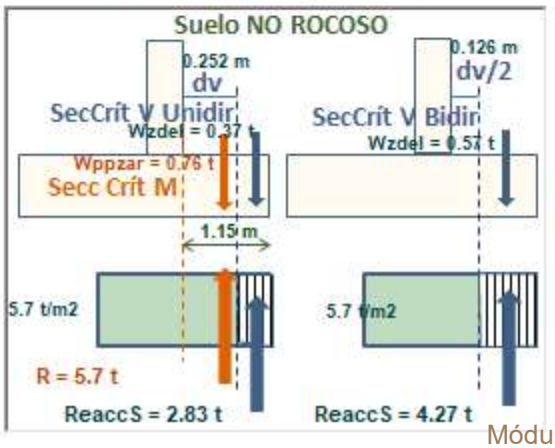
SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Evento Extremo I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | Diseño a Cortante

	Valor	Descripción
Pzardel	5.7 t	Carga Total Reacc Suelo Zarp Del
Wzardel	0.78 t	Carga Total por P.P. Zarpa Delant
Vu	2.45 t	Sumat Cargas:Cortante Ult Diseño
Mu x ReaccSue	1.43 t-m	Momento por Reacc Suelo
Mu x Wzarp	-0.19 t-m	Momento por P.P. Zarpa
Sumat Mu	1.24 t-m	Sumatoria Momentos. Mu diseño

Cargas para la Longitud Total del Estribo

Solicitaciones Básicas en la Zarpa Delantera



Diseño para Est Límite: Evento Extremo I

DISEÑO DE LA ZARPA TRASERA O TALÓN

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE Evento Extremo I

Solicitaciones | **Diseño a Flexión** | Diseño a Cortante

	Valor	Simbología
Mu	7.903 t-m	Momento mayorado en la secc
K	54.207 t/m2	Mu/bd^2
m	17.647	fy/0.85f'c
Ro Calc	0.0015	Cuantía Acero de Diseño
As calc	7.844 cm2	Area Refuerzo Calculado Total
Ic	0.007 m4	Mom de Inercia de Sección Bruta
fr	33.132 kg/cm2	Módulo de Ruptura : 1.98(f'c)^1/2
Mcr	13.529 t-m	Mom Agrietamiento
Asmin(Mcr)	13.556 cm2	Acero para Mom_Agrietam.
1.33Ascal	10.433 cm2	Acero Calculado x 1.33
Acero Domina	10.433 cm2	Ascalc<AsMín(Mcr). Prima 1.33As
Arm Ppal Sug.	1 # 4 @ 0.2	Armad Ppal Real Propuesta
As real Coloc	12.668 cm2	Area de Acero Real Colocado
c	1.31 cm	Alt blq compr: AsFy/.85f'cBetab
εt	0.054	0.003(dt-c)/c
Chequeo	et > 0.005	Phi OK
As RetracTemp	4.66 cm2/cara	2.33<=0.75bh /(2(b+h)Fy)<=12.7
Arm Retr Sug.	1 # 3 @ 0.25	Armad Retracc Propuesta

Diseño para la Longitud Total del Muro

DISEÑO DEL VÁSTAGO O PANTALLA

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE Evento Extremo I

Solicitaciones | **Diseño a Flexión** | Diseño a Cortante

	Valor	Simbología
Mu	5.434 t-m	Momento mayorado en la secc
K	56.138 t/m2	Mu/bd^2
m	17.647	fy/0.85f'c
Ro Calc	0.0015	Cuantía Acero de Diseño
As calc	6.623 cm2	Area Refuerzo Calculado Total
Ic	0.004 m4	Mom de Inercia de Sección Bruta
fr	33.132 kg/cm2	Módulo de Ruptura : 1.98(f'c)^1/2
Mcr	9.94 t-m	Mom Agrietamiento
Asmin(Mcr)	12.253 cm2	Acero para Mom_Agrietam.
1.33Ascal	8.808 cm2	Acero Calculado x 1.33
Acero Domina	8.808 cm2	Ascalc<AsMín(Mcr). Prima 1.33As
Arm Ppal Sug.	1 # 4 @ 0.2	Armad Ppal Real Propuesta
As real Coloc	12.668 cm2	Area de Acero Real Colocado
c	1.31 cm	Alt blq compr: AsFy/.85f'cBetab
εt	0.0426	0.003(dt-c)/c
Chequeo	et > 0.005	Phi OK
As RetracTemp	4.66 cm2/cara	2.33<=0.75bh /(2(b+h)Fy)<=12.7
Arm Retr Sug.	1 # 3 @ 0.25	Armad Retracc Propuesta

Diseño para la Longitud Total del Muro

DISEÑO DE LA ZARPA DELANTERA O DEDO

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE Evento Extremo I

Solicitaciones | **Diseño a Flexión** | Diseño a Cortante

	Valor	Simbología
Mu	1.237 t-m	Momento mayorado en la secc
K	8.483 t/m2	Mu/bd^2
m	17.647	fy/0.85f'c
Ro Calc	0.0002	Cuantía Acero de Diseño
As calc	1.214 cm2	Area Refuerzo Calculado Total
Ic	0.007 m4	Mom de Inercia de Sección Bruta
fr	33.132 kg/cm2	Módulo de Ruptura : 1.98(f'c)^1/2
Mcr	13.529 t-m	Mom Agrietamiento
Asmin(Mcr)	13.556 cm2	Acero para Mom_Agrietam.
1.33Ascal	1.615 cm2	Acero Calculado x 1.33
Acero Domina	1.615 cm2	Ascalc<AsMín(Mcr). Prima 1.33As
Arm Ppal Sug.	1 # 4 @ 0.2	Armad Ppal Real Propuesta
As real Coloc	12.668 cm2	Area de Acero Real Colocado
c	1.31 cm	Alt blq compr: AsFy/.85f'cBetab
εt	0.054	0.003(dt-c)/c
Chequeo	et > 0.005	Phi OK
As RetracTemp	4.66 cm2/cara	2.33<=0.75bh /(2(b+h)Fy)<=12.7
Arm Retr Sug.	1 # 3 @ 0.25	Armad Retracc Propuesta

Diseño para la Longitud Total del Muro

Diseño para Est Límite: Evento Extremo I

DISEÑO DE LA ZARPA TRASERA O TALÓN

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Evento Extremo I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | **Diseño a Cortante**

	Valor	Simbología
dv1 0.9de	0.24 m	Profund efec de Cortante (a) Art 5.8.2.9
dv2 0.72h	0.25 m	Profund efec de Cortante (b) Art 5.8.2.9
dv dom	0.25 m	Prof efec de Cortante dominante
Phi	0.85	Fact de Res a Cort Art 5.5.4.2
Beta	2	Fact.Cap Concr Agr Diag Tracc y Cort
Vc	44.27 t	Vc=0.083Betaf'c^(1/2)bvdv Art 5.8.3.3-3
Vs	0	Vs =0 No Flejes
Vn	44.27 t	Vn = Vc Art 5.8.3.3-1
Vr	39.84 t	Vr = phi x Vn
Vu	12.37 t	Cortante Ult de Diseño
Chequeo	OK	Cortante OK

Diseño para la Longitud Total del Muro

DISEÑO DEL VÁSTAGO O PANTALLA

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Evento Extremo I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | **Diseño a Cortante**

	Valor	Simbología
dv1 0.9de	0.2 m	Profund efec de Cortante (a) Art 5.8.2.9
dv2 0.72h	0.22 m	Profund efec de Cortante (b) Art 5.8.2.9
dv dom	0.22 m	Prof efec de Cortante dominante
Phi	0.85	Fact de Res a Cort Art 5.5.4.2
Beta	2	Fact.Cap Concr Agr Diag Tracc y Cort
Vc	37.95 t	Vc=0.083Betaf'c^(1/2)bvdv Art 5.8.3.3-3
Vs	0	Vs =0 No Flejes
Vn	37.95 t	Vn = Vc Art 5.8.3.3-1
Vr	39.84 t	Cortante Resist Vr = phi x Vn
Vu	6.67 t	Cortante Ult de Diseño
Chequeo	OK	Cortante OK

Diseño para la Longitud Total del Muro

DISEÑO DE LA ZARPA DELANTERA O DEDO

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Evento Extremo I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | **Diseño a Cortante**

	Valor	Simbología
dv1 0.9de	0.24 m	Profund efec de Cortante (a) Art 5.8.2.9
dv2 0.72h	0.25 m	Profund efec de Cortante (b) Art 5.8.2.9
dv dom	0.25 m	Prof efec de Cortante dominante
Phi	0.9	Fact ResisCort Art 5.5.4.2 Concr Normal
Vs	0	Vs = 0 -->> No Flejes
		ACCIÓN EN UNA DIRECCIÓN
Beta	2	Fact.Cap Concr Agr Diag Tracc y Cort
Vc	44.27 t	Vc=0.083Betaf'c^(1/2)bvdv Art 5.8.3.3-3
Vn	44.27 t	Vn = Vc Art 5.8.3.3-1
Vr	39.84 t	Cortante Resist Vr = phi x Vn
Vu	2.45 t	Cortante Ult Diseño.SeccCrít: a dv cara
Chq1direcc	Vr>Vu:OK	Cort Una Direcc OK
		ACCIÓN EN DOS DIRECCIONES
Beta_c	7.937	Rel lado largo/corto rectáng aplic.carga
bo	4.5 m	bo = Perímetro de la Sección Crítica
Vc	127.07 t	(.17+.33/Betac)Sq(fc)bodv<.33Sq(fc)bodv
Vr	114.37 t	Cortante Resist Vr = phi x Vn Vn = Vc
Vu	3.7 t	Cortante Ult Dis. Secc Crít: dv/2 de cara
Ch.2Direcc	Vr>Vu:OK	Cort Dos Direcc OK
Ch.GLOBAL	Vr>Vu:OK	Cortante Global OK

Diseño para la Longitud Total del Muro

ENVOLVENTE DE DISEÑO DE LA ALETA

ENVOLVENTE DE DISEÑO DE LA ALETA

Armad Principal a Flexión | Chequeo a Cortante

Estado Límite	ZarDel.Abajo	ZarTras.Abajo	ZarTras.Arrib	Vást.CaraRellen
Servicio I	1 # 4 @ 0.2	-	1 # 4 @ 0.2	1 # 4 @ 0.2
Resistencia I	1 # 4 @ 0.2	-	1 # 4 @ 0.18	1 # 4 @ 0.2
Ev Extremo I	1 # 4 @ 0.2	-	1 # 4 @ 0.2	1 # 4 @ 0.2
Envolvente	**1 # 4 @ 0.2**	-	**1 # 4 @ 0.18**	**1 # 4 @ 0.2**

ENVOLVENTE DE DISEÑO DE LA ALETA

Armad Principal a Flexión | **Chequeo a Cortante**

Estado Límite	ZarDelant Vr / Vu	ZarTrasera Vr / Vu	Vástago Vr / Vu
Servicio I	21.08	10.31	7.81
Resistencia I	12.49	2.77	4.7
Ev Extremo I	16.24	3.22	4.84
Envolvente	**OK CORTE**	**OK CORTE**	**OK CORTE**

Constantes de Diseño para la Aleta

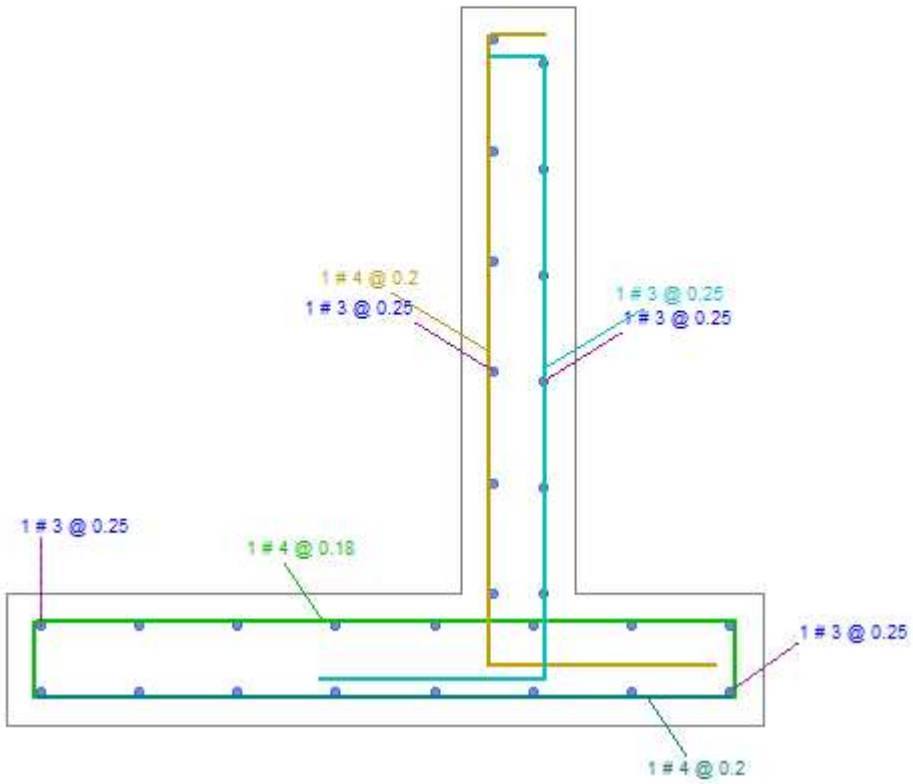
Resistencia del Concreto F'c (kg/cm2)	280
Límite de Fluencia del Acero, Fy (kg/cm2)	4200
Recubrim Concreto al Centroide Armad Principal (cm)	8
Usar Diámetro Varillas en milímetros o en pulgadas	pulg
Diámetro Mínimo a usar para Acero Principal, #	4
Diámetro Mínimo a usar para Acero Secundario, #	3
Separación Máxima Varillas Armadura Principal, (cm)	20

$$K = \frac{Mu}{bd^2} \qquad m = \frac{Fy}{0.85f'c}$$

Índice de Acero Rho:

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2mK}{\emptyset fy}}\right)$$

Detalles del Muro



Detalles del Muro en Vista Separada





DISEÑO DE BOX CULVERT TIPO 2

13. DISEÑO DE BOX CULVERT TIPO 2

El diseño se realizó modelando las paredes y la losa como un conjunto, y determinar las fuerzas y momentos internos en los elementos. La estructura se diseñó paso a paso con el objeto de conocer muy bien los efectos de diseño y, el diseño del Box Coulvert y aletas fue realizado utilizando el Programa de Puentes del Ingeniero Fernando Medina (*Ver Anexos Digitales*).

13.1. DISEÑO ESTRUCTURAL

13.1.1. Datos de Entrada

A continuación, se presenta los datos iniciales para realizar el diseño y la modelación de esta estructura:

DATOS DE ENTRADA		
Altura Total de la Estructura	2.10	**m**
Ancho Total de la Estructura	2.10	**m**
Espesor de la Losa Superior	0.30	**m**
Espesor de los Muros	0.30	**m**
Espesor de la Losa Inferior	0.30	**m**
Número de Celdas	1	
Longitud de la Estructura	8.00	**m**
Longitud de la Aleta	1.50	**m**
Espesor del Vástago de la Aleta	0.30	**m**
Espesor de la Zapata	0.30	**m**

Tabla 20. *Datos de Entrada para la modelación de la Estructura.*

En los anexos se presenta el diseño del Box Culvert descrito en esta memoria de cálculo digital.

13.1.2. Constantes de Diseño

A continuación, se presenta las constantes de diseño que se tuvieron en cuenta en la modelación de esta estructura:

CONSTANTES DE DISEÑO		
Resistencia a la Compresión del Concreto (f_c')	280	kg/cm^2
Resistencia a la Fluencia del Acero (f_y) – Barras Longitudinales	4200	kg/cm^2
Resistencia a la Fluencia del Acero (f_y) – Acero de Flejes	4200	kg/cm^2
ϕ varilla muros (Octavos de pulgada)	No. 3-4	
ϕ min. varilla losa (Octavos de pulgada)	No. 3-4	
Recubrimiento centroide de losa y lateral libre	7.50	cm
Camión de Diseño	CCP-14 COL	

Tabla 21. *Constantes de Diseño para la modelación de la Estructura.*

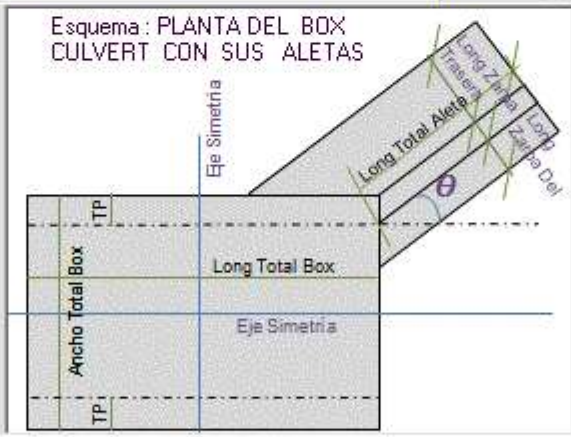
A continuación, se presentan los resultados del diseño de todas las estructuras que componen esta estructura (**Box Culvert Tipo 2**) utilizando el Programa de Puentes del Ingeniero Fernando Medina.

INFORMACIÓN GENERAL DEL BOX CULVERT

GEOMETRÍA ALCANTARILLA y GEOMETRÍA ALETAS

GEOMETRÍA DE LA ALCANTARILLA	
Ancho Total del Box (a bordes ext.), Lta (m)	2.1
Longitud Total Box (a bordes exter), Ltb (m)	8
Altura Total Box (a bordes ext), Ha (m)	2.1
Número de Celdas	1
Espesor Losa Superior ts (m)	0.3
Espesor Losa Inferior ti (m)	0.3
Espesor Paredes Verticales tp (m)	0.3
Espesor de Capa o Placa de Rodadura (m)	0.08
Dimensión de la Cartela (Igual en X e Y) (m)	0
GEOMETRÍA ALETAS (aplica para las cuatro)	
Longitud Total de la Aleta LTM (m)	1.5
Si Hrell es > 0, Altura Adicional de Aleta (m)	0
Altura Total en Extr Ext (menor), HLN (m)	1
Ángulo Box-Aleta en Planta, (grados)	45
Angulo Inclinación Talud Relleno (grados)	0
Ancho de Corona del Vástago, AC (m)	0.3
Proyección Trasera Vástago, BZ (m)	0
Proyección Delantera Vástago, BD (m)	0
Longitud Total de Zapata, Min 0.67H, LTZ (m)	1.8
Longitud de la Zarpa Delantera, LZD (m)	0.4
Espesor de la Zapata, Hzap (m)	0.3

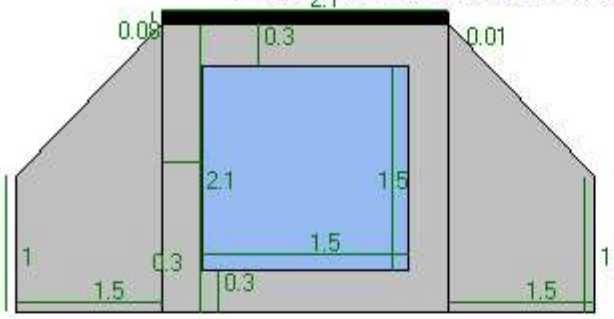
Esquema : PLANTA DEL BOX CULVERT CON SUS ALETAS



INFORMACIÓN GENERAL DEL BOX CULVERT

GEOMETRÍA ALCANTARILLA y GEOMETRÍA ALETAS

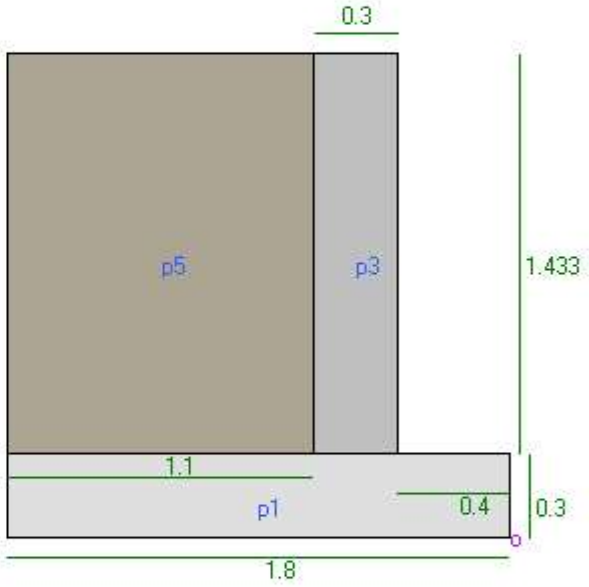
FRONTAL VIEW: BOX CULVERT AND WINGWALLS



PLAN VIEW: BOX CULVERT AND WINGWALLS



WINGWALL: FRONTAL VIEW



Información Complementaria

Altura del Relleno sobre el Box, Hrell (m)	0.01
Aleta: Sección en Estudio (a diseñar)	LTM/3

INFORMACIÓN GENERAL DEL BOX CULVERT

DATOS DEL SUELO Y EL RELLENO

DATOS DEL SUELO Y EL RELLENO

Resistencia Suelo E Lím de Resistencia(t/m2)	27.5
Resistencia Suelo E.Lím Evento Extrem (t/m2)	61.1
Resistencia Suelo Est.Lím de Servicio (t/m2)	61.1
Peso Especifico Suelo de Relleno (t/m3)	1.8
Áng Fricción Interna Suelo Relleno ϕ 'f (grads)	30
Áng Fricción Interna Suelo Cimentac ϕ 'f (grados)	30
Áng Fricc en interfase muro relleno δ (grados)	0
Altura Nivel Freático desde fondo zap, Hnf(m)	0
Tipo Empuje Horiz a considerar por el Relleno	Reposo

CONSTANTES SÍSMICAS

Coeficiente Aceleración Pico Horiz, PGA	0.15
Clase de Sitio (Clase de Suelo)	E

NORMA DE DISEÑO

Camión de Diseño: Utilizar la Norma	CCP14

Constantes de Diseño para el Box Culvert

Resistencia del Concreto F'c (kg/cm2)	280
Límite de Fluencia del Acero, Fy (kg/cm2)	4200
Recubrim Concreto al Centroide Armad Principal (cm)	7.5
Usar Diámetro Varillas en milímetros o en pulgadas	pulg
Diámetro Mínimo a usar para Acero Principal, #	4
Diámetro Mínimo a usar para Acero Secundario, #	3
Separación Máxima Varillas Armadura Principal, (cm)	20

Constantes de Diseño para las Aletas

Resistencia del Concreto F'c (kg/cm2)	280
Límite de Fluencia del Acero, Fy (kg/cm2)	4200
Recubrim Concreto al Centroide Armad Principal (cm)	7.5
Usar Diámetro Varillas en milímetros o en pulgadas	pulg
Diámetro Mínimo a usar para Acero Principal, #	4
Diámetro Mínimo a usar para Acero Secundario, #	3
Separación Máxima Varillas Armadura Principal, (cm)	20

Considerar 14/fy como Rho mínimo (sugerido SÍ)	NO

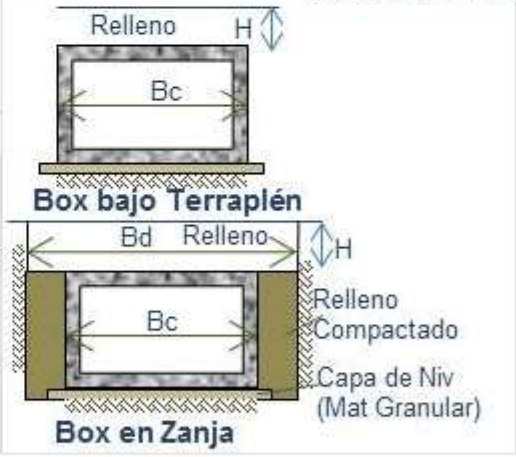
CONSTANTES PARA MODIFICACIÓN DE LAS CARGAS DE SUELO, CONSIDERANDO INTERACCIÓN SUELO ESTRUCTURA

(AASHTO CCP14 Art 12.11.2.2)

Tipo de Box (según condiciones de relleno)	Bajo Terraplén
Ancho Horizontal de la Zanja Bd (= Bc para terrapl)	7
Coeficiente Kmiu, según material del relleno	0.14
Relleno Compactado a lo largo de los laterales del box	No Compactado

Valores Sugeridos de Kmiu (Fig 12.11.2.2.1-3)

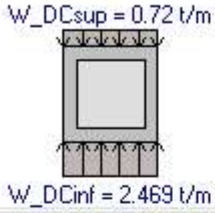
Kmiu = 0.1924 para materiales granulares no cohesivos
Kmiu = 0.165 máx. para arena y grava
kmiu = 0.150 para capa vegetal saturada
kmiu = 0.130 máx. normal para arcilla
kmiu = 0.110 arcilla saturada



SOLICITACIONES BÁSICAS DEL BOX CULVERT: DC, DW, EH, EV, LS

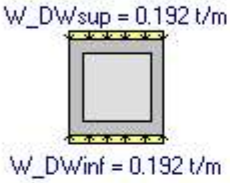
CARGAS

CARGA MUERTA DC



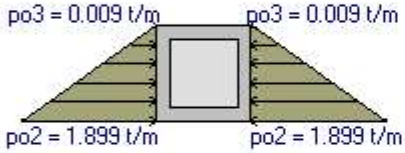
Ítem	Carga (t/m)	Descripción
W DC_sup	0.72	P.P de la Losa Superior del Box
W DC_cartelas	0	(P.P de las Cartelas) / Ancho Box
W DC_x muros	1.029	(P.P de Muros Box) / Ancho Box
W DC_inf	2.469	Carga sobre Losa Inferior por DC

CARGA MUERTA DW



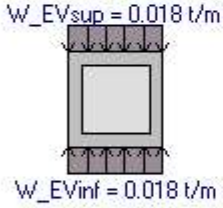
Ítem	Carga (t/m)	Descripción
W DW_sup	0.192	Carga Losa Sup por C.Rodadura
W DW_inf	0.192	Carga Losa Inf por C.Rodadura

EMPUJE DE TIERRAS EH



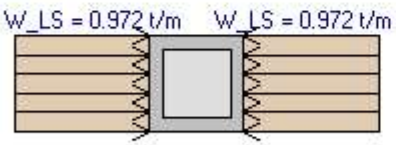
Ítem	W (t/m/m)	Descripción
p01	1.899	p01 = Ko x Pvolsueloseco x H1+ p03
p03	0.009	p03 = Ko x Pvolsueloseco x HR
p02	1.899	p02 = Ko x Pvolsuelosumerg x HNF+p01
p Eagua	0	P.unit agua x H nivel freático

PRESIÓN VERTICAL SUELO RELLENO EV



Ítem	Valor	Descripción
Box.Tip	Bajo Terraplén	Tipo de Box según manejo del Rell
Bc	2.1 m	Ancho Horizontal del Box
Kmiu	-	Coef función del Material del Relleno
H	0.01 m	Profundidad del Relleno sobre el Box
Cd	-	Coef función de Kmiu, H y Bc o Bd
Fe	1 <= 1.4 -> 1	1+ 0.20 x H / Bc
Ft	-	(Cd x Bd^2) / H / Bc <= Fe
EVsup	0.018 t/m	EVsup= Ft x GammaS x H (/ml box)

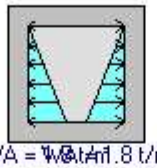
SOBRECARGA VIVA LS



Ítem	Valor	Descripción
Ko	0.5	Coef. Presion de Reposo del Suelo
PesoVol_s	1.8 t/m3	Peso Unitario Total del Suelo
H_box	2.1 m	Altura Total del Box Culvert
h_eq	1.08 m	Alt Equiv de suelo para C.Vehicular
Delta_p	0.972 t/m	Presión cte.horiz suelo x sobrec CV

CARGAS

CARGA DE AGUA WA



CARGA DE AGUA

Ítem	Valor	Descripción
Alt Agua	1.8 m	Altura de Agua actuante
Wagua_WA	1.8 t/m	Presión de Agua (box lleno)

Consideraciones:

El Art. 3.7.1 de AASHTO y CCP-14 exige considerar el caso donde el box esté lleno de agua así como el estado donde el box esté vacío

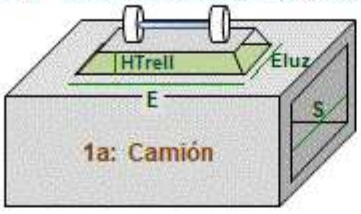
CARGAS

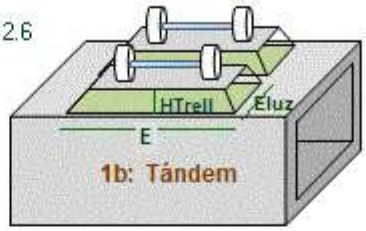
CARGA VIVA LL+Imp . Teoría

AASHTO y CCP-14 Art 4.6.2.10

Caso 1. Altura de Relleno HR < 0.6

Art 3.6.1.2.6





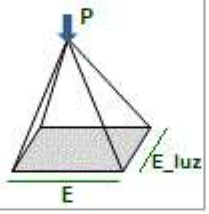
Distribución de la Carga de Eje . HR < 0.60 m

E = 0.244+0.12S

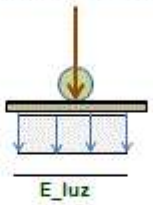
E_luz = LT + LLDF(H)

LLDF = 1.15 LT = 0.254 m

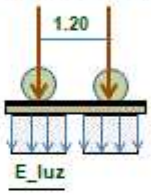
H = HR + esp pavimento



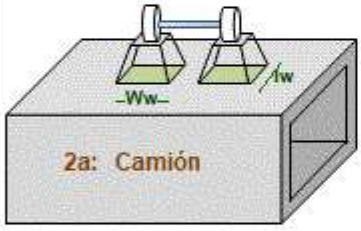
1a: Domina el Camión

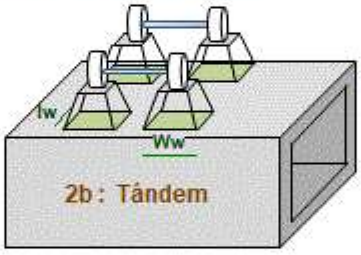


1b: Domina el Tándem



Caso 2. Altura de Relleno HR >= 0.6 m SIN Traslapo





(•) Sin Traslapo

( ) Con Traslapo

H= Hrell+esp pav

l_t= 0.254 m

$LLDF$ = 1.15

S_a= 1.20 ó 4.30 m

S_w= 1.828 m

w_t= 0.508 m

Distribución de la Carga de Eje . HR >= 0.60 m

A_{LL} = Área de Distr de la Carga de Eje a la Prof H $A_{LL} = l_w w_w$

Cálculo de w_w

$$H_{int-t} = \frac{s_w - w_t - 0.06D_i}{LLDF}$$

$Si\ H < H_{int-t}$

$w_w = w_t + LLDF(H) - 0.06D_i$

$Si\ H \geq H_{int-t}$

$w_w = w_t + s_w + LLDF(H) - 0.06D_i$

Cálculo de l_w

$$H_{int-p} = \frac{s_a - l_t}{LLDF}$$

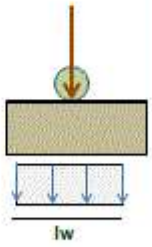
$Si\ H < H_{int-p}$

$l_w = l_t + LLDF(H)$

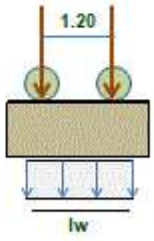
$Si\ H \geq H_{int-p}$

$l_w = l_t + s_a + LLDF(H)$

2a: Domina el Camión



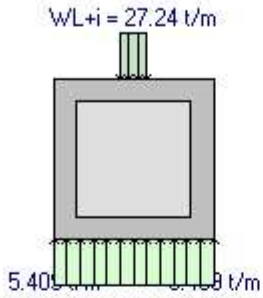
2b: Domina el Tándem



CÁLCULO DE LAS SOLICITACIONES BÁSICAS : CARGA VIVA L + i

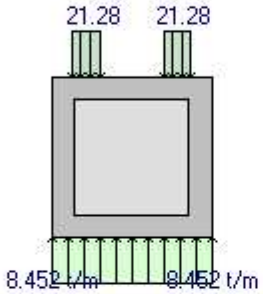
Solicitaciones Críticas por Cargas Vivas

CARGA VIVA LL+I . POSICIÓN CRÍTICA 1: CAMIÓN



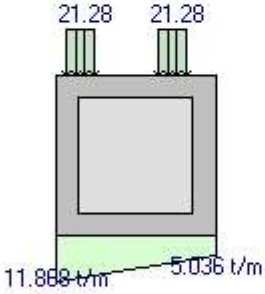
Ítem	Valor	Descripción
Carga Q	17.082 t/m	Carga Distribuida Equivalente
Fact Imp. IM	32.865 %	Factor Dinámico de Impacto
Factor m	1.2	Factor de Presencia Múltiple
Carga W	27.235 t/m	Carga Distrib. Equiv. Efectiva
L.Carga lw	0.358 m	Longitud lw de la Carga(s) W
Brazo a1	0.721 m	Brazo.Aplicac a1 de Carga W
Brazo a2	- . No aplica	Brazo.de Aplc a2 (si aplica)
Carga S1	5.409 t/m	Carga de Reacción Máxima
Carga S2	5.409 t/m	Carga de Reacción Mínima

CARGA VIVA LL+I . POSICION CRÍTICA 2: TÁNDEM



Ítem	Valor	Descripción
Carga Q	13.345 t/m	Carga Distribuida Equivalente
Fact Imp. IM	32.865 %	Factor Dinámico de Impacto
Factor m	1.2	Factor de Presencia Múltiple
Carga W	21.278 t/m	Carga Distrib. Equiv. Efectiva
L.Carga lw	0.358 m	Longitud lw de la Carga(s) W
Brazo a1	0.121 m	Brazo.Aplicac a1 de Carga W
Brazo a2	1.321 m	Brazo.de Aplc a2 (si aplica)
Carga S1	8.452 t/m	Carga de Reacción Máxima
Carga S2	8.452 t/m	Carga de Reacción Mínima

CARGA VIVA LL+I . POSICION CRÍTICA 3 . MÁX CORTANTE



Ítem	Valor	Descripción
Carga Q	13.345 t/m	Carga Distribuida Equivalente
Fact Imp. IM	32.865 %	Factor Dinámico de Impacto
Factor m	1.2	Factor de Presencia Múltiple
Carga W	21.278 t/m	Carga Distrib. Equiv. Efectiva
L.Carga lw	0.358 m	Longitud lw de la Carga(s) W
Brazo a1	0 m	Brazo.Aplicac a1 de Carga W
Brazo a2	1.2 m	Brazo.de Aplc a2 (si aplica)
Carga S1	11.868 t/m	Carga de Reacción Máxima
Carga S2	5.036 t/m	Carga de Reacción Mínima

CHEQUEO DE ESFUERZOS EN EL SUELO

CHEQUEO DE ESFUERZOS EN EL SUELO

ESTADO DE CARGA	ESFZO SUELO t/m2
Carga Muerta y Acc DC	2.47
Carga Pavimento DW	0.19
Presión Vert Rellen EV	0.02
Presión Peso Agua WA	1.07
Carga Viva+Imp L+i	11.87

ESTADO LÍMITE DE RESISTENCIA

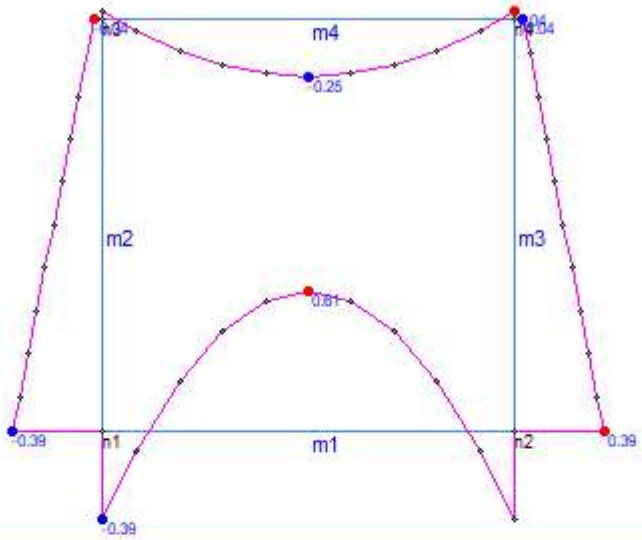
1.25(DC) + 1.50(DW) + 1.35(EV) + 1.0(WA) + 1.75(L+I)

Esfuerzo Actuante	25.24 t/m2
Resist Suelo E.Lím de Resistencia	27.5 t/m2
Diagnóstico	Cumple OK

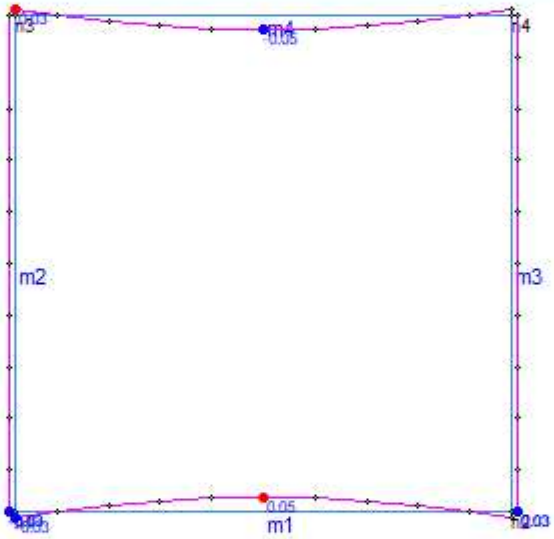
Análisis del Box para los Estado Básicos de Cargas

Diseño

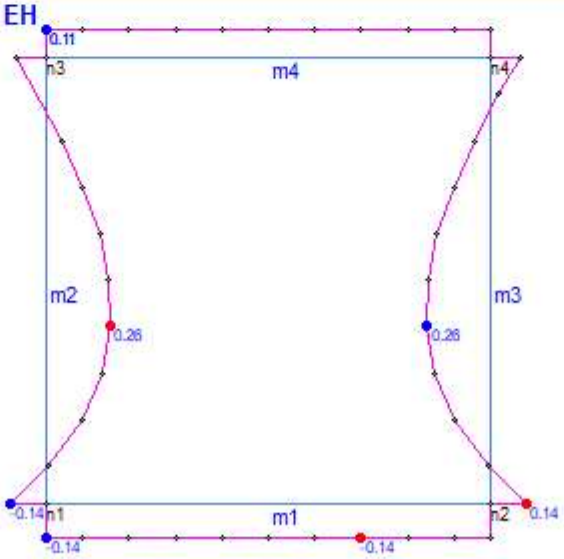
CARGA MUERTA DC



CARGA MUERTA DW



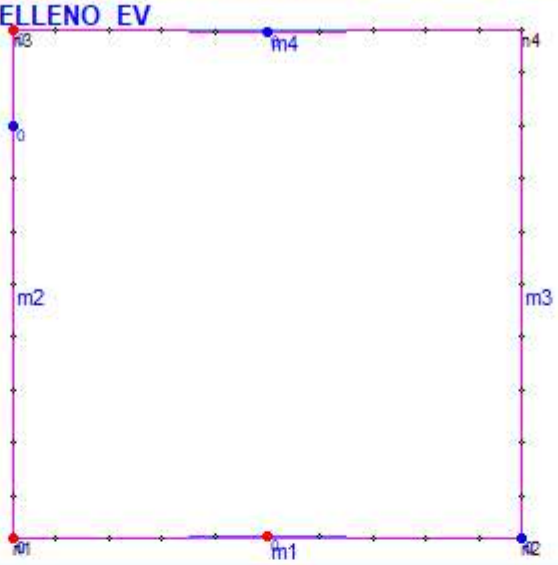
CARGA EMPUJE DE TIERRAS EH



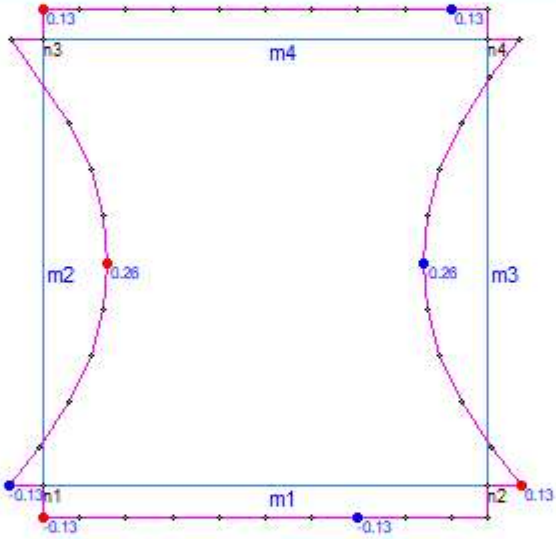
Análisis del Box para los Estado Básicos de Cargas

Diseño

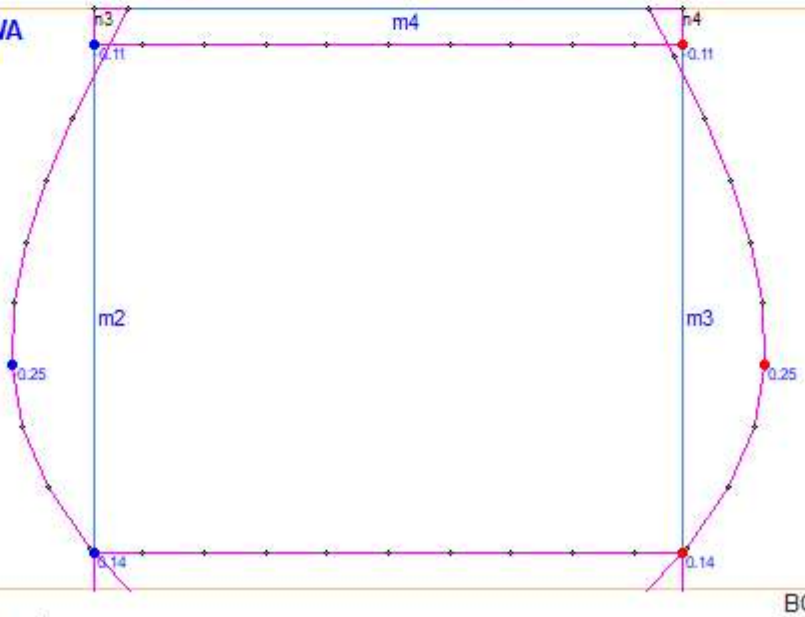
PRESIÓN CARGA VERTICAL RELLENO EV



SOBRECARGA LS



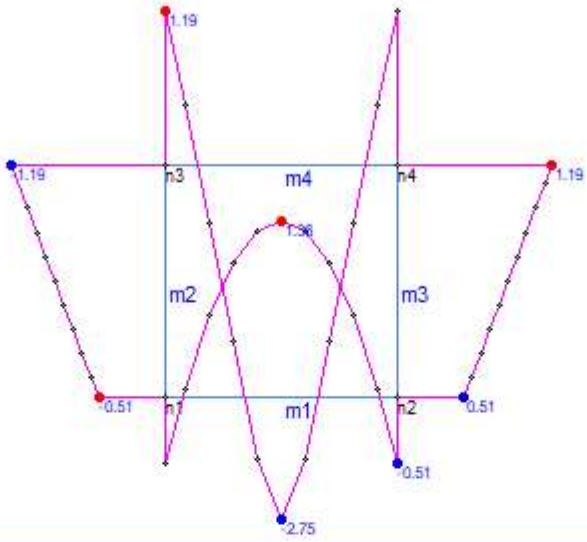
CARGA DE AGUA WA



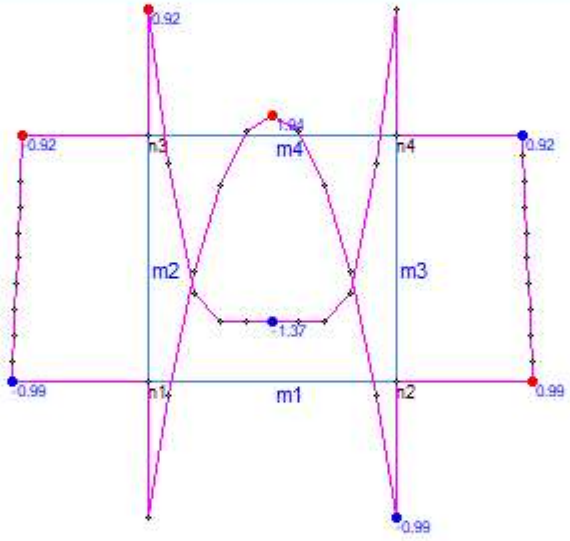
Análisis del Box para los Estado Básicos de Cargas

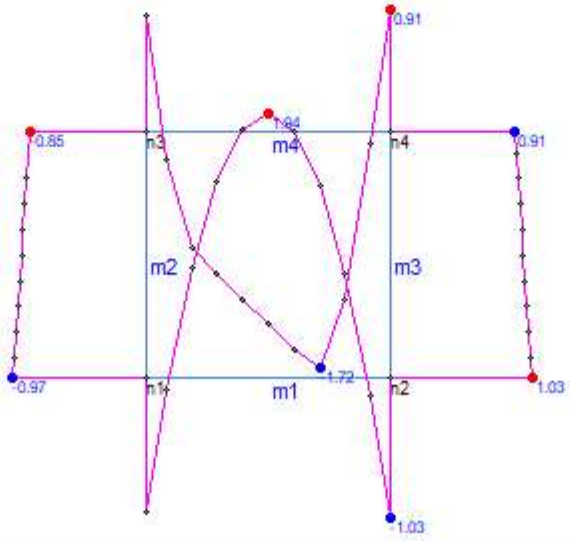
Diseño

CARGA VIVA L+ I : CAMIÓN



CARGA VIVA L + I : TÁNDEM





EFUERZOS FINALES DE MIEMBROS

CARGA MUERTA DC

Miembro	Nudo	F Axial (t)	Cortante (t)	Mom (t-m)
m1	1	0	-2.22	-0.39
	2	0	-2.22	0.39
m2	1	0.65	0.2	0.39
	3	-0.65	-0.2	-0.04
m3	2	0.65	-0.2	-0.39
	4	-0.65	0.2	0.04
m4	3	-0.2	0.65	0.04
	4	0.2	0.65	-0.04

EFUERZOS FINALES DE MIEMBROS

CARGA MUERTA DW

Miembro	Nudo	F Axial (t)	Cortante (t)	Mom (t-m)
m1	1	0	-0.17	-0.03
	2	0	-0.17	0.03
m2	1	0.17	0	0.03
	3	-0.17	0	-0.03
m3	2	0.17	0	-0.03
	4	-0.17	0	0.03
m4	3	0	0.17	0.03
	4	0	0.17	-0.03

EFUERZOS FINALES DE MIEMBROS

CARGA EMPUJE DE TIERRAS EH

Miembro	Nudo	F Axial (t)	Cortante (t)	Mom (t-m)
m1	1	0	0	-0.14
	2	0	0	0.14
m2	1	0	1.16	0.14
	3	0	0.56	-0.11
m3	2	0	-1.16	-0.14
	4	0	-0.56	0.11
m4	3	0.56	0	0.11
	4	-0.56	0	-0.11

EFUERZOS FINALES DE MIEMBROS

PRESIÓN CARGA VERTICAL RELLENO EV

Miembro	Nudo	F Axial (t)	Cortante (t)	Mom (t-m)
m1	1	0	-0.02	0
	2	0	-0.02	0
m2	1	0.02	0	0
	3	-0.02	0	0
m3	2	0.02	0	0
	4	-0.02	0	0
m4	3	0	0.02	0
	4	0	0.02	0

EFUERZOS FINALES DE MIEMBROS

SOBRECARGA LS

Miembro	Nudo	F Axial (t)	Cortante (t)	Mom (t-m)
m1	1	0	0	-0.13
	2	0	0	0.13
m2	1	0	0.88	0.13
	3	0	0.87	-0.13
m3	2	0	-0.88	-0.13
	4	0	-0.87	0.13
m4	3	0.87	0	0.13
	4	-0.87	0	-0.13

EFUERZOS FINALES DE MIEMBROS

CARGA DE AGUA WA

Miembro	Nudo	F Axial (t)	Cortante (t)	Mom (t-m)
m1	1	0	0	0.14
	2	0	0	-0.14
m2	1	0	-1.1	-0.14
	3	0	-0.52	0.11
m3	2	0	1.1	0.14
	4	0	0.52	-0.11
m4	3	-0.52	0	-0.11
	4	0.52	0	0.11

Momentos Interiores en cada Miembro

CARGA MUERTA DC

Miembro	Posic.(m)	M (t-m)
m1	0	-0.39
m1	0.15	-0.09
m1	0.338	0.22
m1	0.525	0.43
m1	0.712	0.56
m1	0.9	0.61
m1	1.088	0.56
m1	1.275	0.43
m1	1.462	0.22
m1	1.65	-0.09
m1	1.8	-0.39
m2	0	-0.39
m2	0.15	-0.36
m2	0.338	-0.33
m2	0.525	-0.29
m2	0.712	-0.25
m2	0.9	-0.22
m2	1.088	-0.18
m2	1.275	-0.14
m2	1.462	-0.1
m2	1.8	-0.04
m2	1.8	-0.04
m3	0	0.39
m3	0.15	0.36
m3	0.338	0.33
m3	0.525	0.29
m3	0.712	0.25
m3	0.9	0.22
m3	1.088	0.18
m3	1.275	0.14
m3	1.462	0.1
m3	1.65	0.07
m3	1.8	0.04
m4	0	0.04
m4	0.15	-0.05
m4	0.338	-0.14
m4	0.525	-0.2
m4	0.712	-0.24
m4	0.9	-0.25
m4	1.088	-0.24
m4	1.275	-0.2
m4	1.462	-0.14
m4	1.65	-0.05
m4	1.8	0.04

Momentos Interiores en cada Miembro

CARGA MUERTA DW

Miembro	Posic.(m)	M (t-m)
m1	0	-0.03
m1	0.15	0
m1	0.338	0.02
m1	0.525	0.04
m1	0.712	0.05
m1	0.9	0.05
m1	1.088	0.05
m1	1.275	0.04
m1	1.462	0.02
m1	1.65	0
m1	1.8	-0.03
m2	0	-0.03
m2	0.15	-0.03
m2	0.338	-0.03
m2	0.525	-0.03
m2	0.712	-0.03
m2	0.9	-0.03
m2	1.088	-0.03
m2	1.275	-0.03
m2	1.462	-0.03
m2	1.8	-0.03
m2	1.8	-0.03
m3	0	0.03
m3	0.15	0.03
m3	0.338	0.03
m3	0.525	0.03
m3	0.712	0.03
m3	0.9	0.03
m3	1.088	0.03
m3	1.275	0.03
m3	1.462	0.03
m3	1.65	0.03
m3	1.8	0.03
m4	0	0.03
m4	0.15	0
m4	0.338	-0.02
m4	0.525	-0.04
m4	0.712	-0.05
m4	0.9	-0.05
m4	1.088	-0.05
m4	1.275	-0.04
m4	1.462	-0.02
m4	1.65	0
m4	1.8	0.03

Momentos Interiores en cada Miembro

CARGA EMPUJE DE TIERRAS EH

Miembro	Posic.(m)	M (t-m)
m1	0	-0.14
m1	0.15	-0.14
m1	0.338	-0.14
m1	0.525	-0.14
m1	0.712	-0.14
m1	0.9	-0.14
m1	1.088	-0.14
m1	1.275	-0.14
m1	1.462	-0.14
m1	1.65	-0.14
m1	1.8	-0.14
m2	0	-0.14
m2	0.15	0.01
m2	0.338	0.15
m2	0.525	0.23
m2	0.712	0.26
m2	0.9	0.26
m2	1.088	0.22
m2	1.275	0.15
m2	1.462	0.07
m2	1.8	-0.11
m2	1.8	-0.11
m3	0	0.14
m3	0.15	-0.01
m3	0.338	-0.15
m3	0.525	-0.23
m3	0.712	-0.26
m3	0.9	-0.26
m3	1.088	-0.22
m3	1.275	-0.15
m3	1.462	-0.07
m3	1.65	0.03
m3	1.8	0.11
m4	0	0.11
m4	0.15	0.11
m4	0.338	0.11
m4	0.525	0.11
m4	0.712	0.11
m4	0.9	0.11
m4	1.088	0.11
m4	1.275	0.11
m4	1.462	0.11
m4	1.65	0.11
m4	1.8	0.11

Momentos Interiores en cada Miembro

PRESIÓN CARGA VERTICAL RELLENO EV

Miembro	Posic.(m)	M (t-m)
m1	0	0
m1	0.15	0
m1	0.338	0
m1	0.525	0
m1	0.712	0
m1	0.9	0
m1	1.088	0
m1	1.275	0
m1	1.462	0
m1	1.65	0
m1	1.8	0
m2	0	0
m2	0.15	0
m2	0.338	0
m2	0.525	0
m2	0.712	0
m2	0.9	0
m2	1.088	0
m2	1.275	0
m2	1.462	0
m2	1.8	0
m2	1.8	0
m3	0	0
m3	0.15	0
m3	0.338	0
m3	0.525	0
m3	0.712	0
m3	0.9	0
m3	1.088	0
m3	1.275	0
m3	1.462	0
m3	1.65	0
m3	1.8	0
m4	0	0
m4	0.15	0
m4	0.338	0
m4	0.525	0
m4	0.712	0
m4	0.9	0
m4	1.088	0
m4	1.275	0
m4	1.462	0
m4	1.65	0
m4	1.8	0

Momentos Interiores en cada Miembro

SOBRECARGA LS

Miembro	Posic.(m)	M (t-m)
m1	0	-0.13
m1	0.15	-0.13
m1	0.338	-0.13
m1	0.525	-0.13
m1	0.712	-0.13
m1	0.9	-0.13
m1	1.088	-0.13
m1	1.275	-0.13
m1	1.462	-0.13
m1	1.65	-0.13
m1	1.8	-0.13
m2	0	-0.13
m2	0.15	-0.01
m2	0.338	0.11
m2	0.525	0.19
m2	0.712	0.24
m2	0.9	0.26
m2	1.088	0.25
m2	1.275	0.2
m2	1.462	0.11
m2	1.8	-0.13
m2	1.8	-0.13
m3	0	0.13
m3	0.15	0.01
m3	0.338	-0.11
m3	0.525	-0.19
m3	0.712	-0.24
m3	0.9	-0.26
m3	1.088	-0.25
m3	1.275	-0.2
m3	1.462	-0.11
m3	1.65	0.01
m3	1.8	0.13
m4	0	0.13
m4	0.15	0.13
m4	0.338	0.13
m4	0.525	0.13
m4	0.712	0.13
m4	0.9	0.13
m4	1.088	0.13
m4	1.275	0.13
m4	1.462	0.13
m4	1.65	0.13
m4	1.8	0.13

Momentos Interiores en cada Miembro

CARGA DE AGUA WA

Miembro	Posic.(m)	M (t-m)
m1	0	0.14
m1	0.15	0.14
m1	0.338	0.14
m1	0.525	0.14
m1	0.712	0.14
m1	0.9	0.14
m1	1.088	0.14
m1	1.275	0.14
m1	1.462	0.14
m1	1.65	0.14
m1	1.8	0.14
m2	0	0.14
m2	0.15	-0.01
m2	0.338	-0.14
m2	0.525	-0.22
m2	0.712	-0.25
m2	0.9	-0.24
m2	1.088	-0.21
m2	1.275	-0.14
m2	1.462	-0.06
m2	1.8	0.11
m2	1.8	0.11
m3	0	-0.14
m3	0.15	0.01
m3	0.338	0.14
m3	0.525	0.22
m3	0.712	0.25
m3	0.9	0.24
m3	1.088	0.21
m3	1.275	0.14
m3	1.462	0.06
m3	1.65	-0.03
m3	1.8	-0.11
m4	0	-0.11
m4	0.15	-0.11
m4	0.338	-0.11
m4	0.525	-0.11
m4	0.712	-0.11
m4	0.9	-0.11
m4	1.088	-0.11
m4	1.275	-0.11
m4	1.462	-0.11
m4	1.65	-0.11
m4	1.8	-0.11

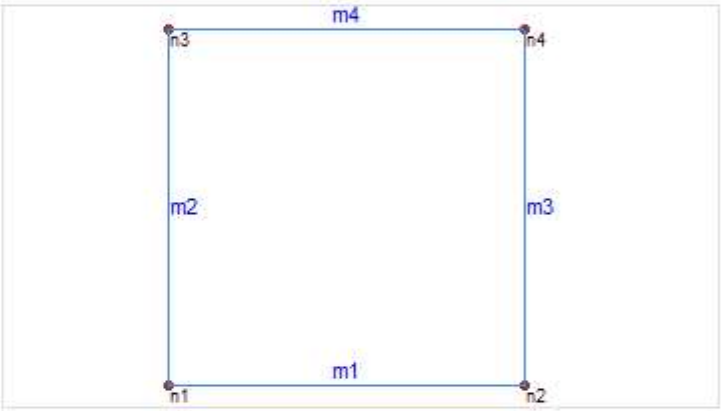
Momentos Interiores en cada Miembro

ESTADO LÍMITE DE RESISTENCIA Ia

Máx Carga Vertical y Máx Carga Horizontal

1.25(DC)+1.50(DW)+1.35(EV)+1.75(L+I)+1.5(EH)+1.75(LS)

Miembro	Posic.(m)	Mom Mu(t-m)
m1	0	-2.71
m1	0.15	-0.72
m1	0.338	1.25
m1	0.525	2.67
m1	0.712	3.51
m1	0.9	3.8
m1	1.088	3.51
m1	1.275	2.67
m1	1.462	1.25
m1	1.65	-0.72
m1	1.8	-2.71
m2	0	-2.71
m2	0.18	-2.23
m2	0.36	-1.75
m2	0.54	-1.42
m2	0.72	-1.22
m2	0.9	-1.13
m2	1.08	-1.16
m2	1.26	-1.39
m2	1.44	-1.75
m2	1.62	-2.58
m2	1.8	-2.58
m3	0	2.71
m3	0.18	2.23
m3	0.36	1.75
m3	0.54	1.42
m3	0.72	1.22
m3	0.9	1.13
m3	1.08	1.16
m3	1.26	1.39
m3	1.44	1.75
m3	1.62	2.18
m3	1.8	2.58
m4	0	2.58
m4	0.15	1.15
m4	0.338	-1.83
m4	0.525	-2.31
m4	0.712	-3.96
m4	0.9	-4.82
m4	1.088	-3.96
m4	1.275	-2.31
m4	1.462	-1.83
m4	1.65	1.15
m4	1.8	2.58

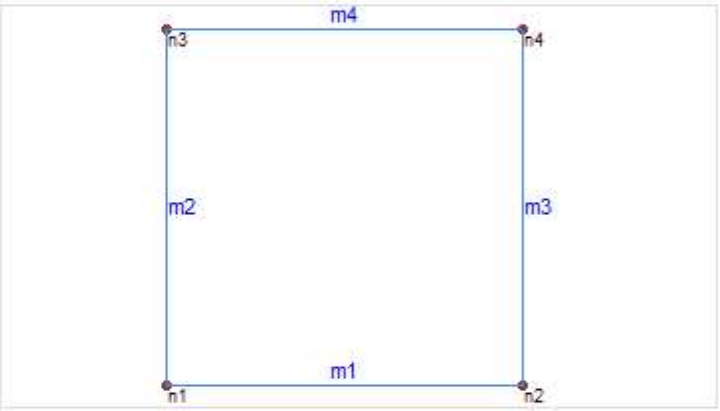


Momentos Interiores en cada Miembro

ESTADO LÍMITE DE RESISTENCIA Ia — **Máx Carga Vertical y Máx Carga Horizontal**

1.25(DC)+1.50(DW)+1.35(EV)+1.75(L+I)+1.5(EH)+1.75(LS)

Miembro	Posic.(m)	Mom Mu(t-m)



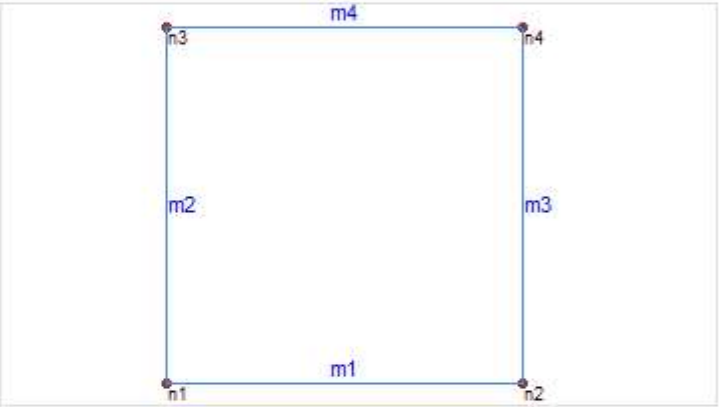
Momentos Interiores en cada Miembro

ESTADO LÍMITE DE RESISTENCIA Ib

Máxima Carga Vertical y Mínima Carga Horizontal

1.25(DC)+1.5(DW)+1.35(EV)+1.75(L+I)+1.0(WA)+0.9(EH)+1.75(LS)

Miembro	Posic.(m)	Mom Mu(t-m)
m1	0	-2.49
m1	0.15	-0.5
m1	0.338	1.47
m1	0.525	2.89
m1	0.712	3.74
m1	0.9	4.02
m1	1.088	3.74
m1	1.275	2.89
m1	1.462	1.47
m1	1.65	-0.5
m1	1.8	-2.49
m2	0	-2.49
m2	0.18	-2.24
m2	0.36	-1.98
m2	0.54	-1.77
m2	0.72	-1.62
m2	0.9	-1.53
m2	1.08	-1.5
m2	1.26	-1.63
m2	1.44	-1.85
m2	1.62	-2.4
m2	1.8	-2.4
m3	0	2.49
m3	0.18	2.24
m3	0.36	1.98
m3	0.54	1.77
m3	0.72	1.62
m3	0.9	1.53
m3	1.08	1.5
m3	1.26	1.63
m3	1.44	1.85
m3	1.62	2.13
m3	1.8	2.4
m4	0	2.4
m4	0.15	0.97
m4	0.338	-2.01
m4	0.525	-2.49
m4	0.712	-4.14
m4	0.9	-5
m4	1.088	-4.14
m4	1.275	-2.49
m4	1.462	-2.01
m4	1.65	0.97
m4	1.8	2.4

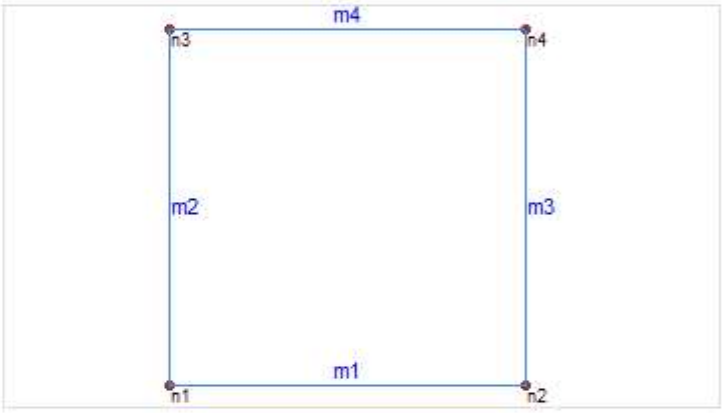


Momentos Interiores en cada Miembro

ESTADO LÍMITE DE RESISTENCIA Ib — **Máxima Carga Vertical y Mínima Carga Horizontal**

1.25(DC)+1.5(DW)+1.35(EV)+1.75(L+I)+1.0(WA)+0.9(EH)+1.75(LS)

Miembro	Posic.(m)	Mom Mu(t-m)



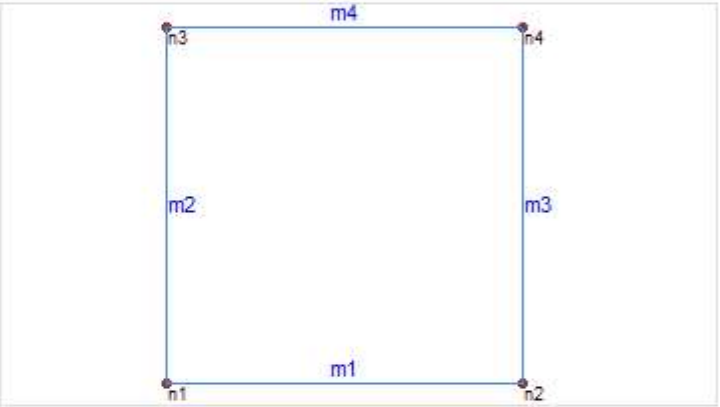
Momentos Interiores en cada Miembro

ESTADO LÍMITE DE RESISTENCIA Ic

Mín. Carga Vertical y Máx. Carga Horizontal

0.9(DC)+0.65(DW)+1.0(EV)+0.9(EH)+1.75(LS)

Miembro	Posic.(m)	Mom Mu(t-m)
m1	0	-2.86
m1	0.15	-0.87
m1	0.338	1.1
m1	0.525	2.52
m1	0.712	3.37
m1	0.9	3.65
m1	1.088	3.37
m1	1.275	2.52
m1	1.462	1.1
m1	1.65	-0.87
m1	1.8	-2.86
m2	0	-2.86
m2	0.18	-2.25
m2	0.36	-1.65
m2	0.54	-1.22
m2	0.72	-0.95
m2	0.9	-0.83
m2	1.08	-0.86
m2	1.26	-1.14
m2	1.44	-1.59
m2	1.62	-2.73
m2	1.8	-2.73
m3	0	2.86
m3	0.18	2.25
m3	0.36	1.65
m3	0.54	1.22
m3	0.72	0.95
m3	0.9	0.83
m3	1.08	0.86
m3	1.26	1.14
m3	1.44	1.59
m3	1.62	2.18
m3	1.8	2.73
m4	0	2.73
m4	0.15	1.3
m4	0.338	-1.67
m4	0.525	-2.15
m4	0.712	-3.81
m4	0.9	-4.67
m4	1.088	-3.81
m4	1.275	-2.15
m4	1.462	-1.67
m4	1.65	1.3
m4	1.8	2.73

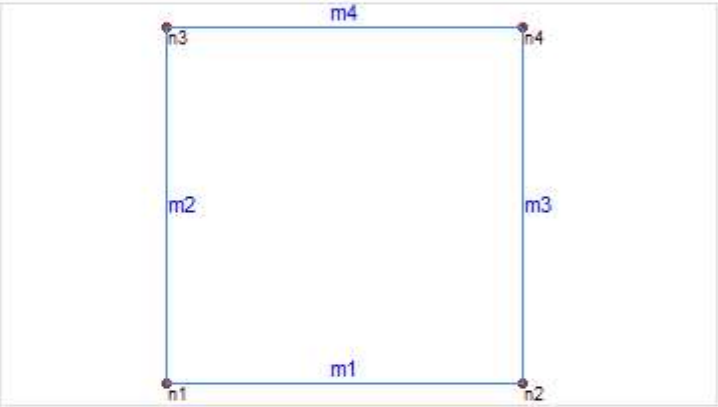


Momentos Interiores en cada Miembro

ESTADO LÍMITE DE RESISTENCIA Ic — **Mín. Carga Vertical y Máx. Carga Horizontal**

0.9(DC)+0.65(DW)+1.0(EV)+0.9(EH)+1.75(LS)

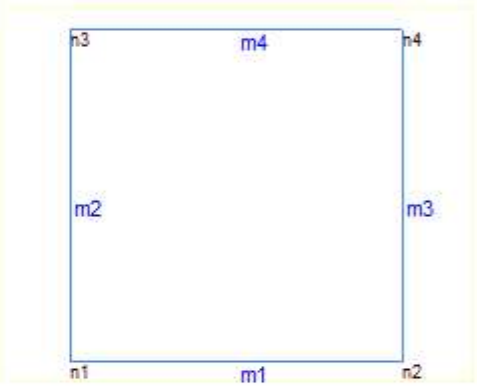
Miembro	Posic.(m)	Mom Mu(t-m)



ENVOLVENTE MÁXIMA DE DISEÑO

Diseño a Flexión y Cortante de todas las secciones del Box Culvert

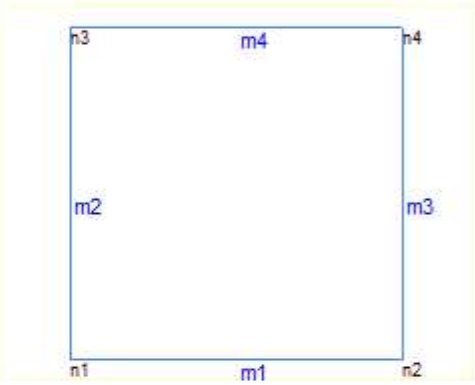
Mi.	Posic(m)	Mu(t-m)	As(cm2)	Arm.Sug	Vu(t)	Vu/Vr (Cheq)
m1	0	-2.86	4.54	1 # 4 @ 0.2	14.41	0.82 Ok
m1	0.15	-0.87	1.37	1 # 4 @ 0.2	12	0.69 Ok
m1	0.338	1.47	2.32	1 # 4 @ 0.2	8.99	0.51 Ok
m1	0.525	2.89	4.58	1 # 4 @ 0.2	5.97	0.34 Ok
m1	0.712	3.74	5.95	1 # 4 @ 0.2	2.96	0.17 Ok
m1	0.9	4.02	5.98	1 # 4 @ 0.2	-0.06	0 Ok
m1	1.088	3.74	5.95	1 # 4 @ 0.2	-3.07	0.18 Ok
m1	1.275	2.89	4.58	1 # 4 @ 0.2	-6.08	0.35 Ok
m1	1.462	1.47	2.32	1 # 4 @ 0.2	-9.1	0.52 Ok
m1	1.65	-0.87	1.37	1 # 4 @ 0.2	-12.11	0.69 Ok
m1	1.8	-2.86	4.54	1 # 4 @ 0.2	-14.52	0.83 Ok
m2	0	-2.86	4.54	1 # 4 @ 0.2	-6.09	0.35 Ok
m2	0.15	-2.25	3.56	1 # 4 @ 0.2	-5.33	0.3 Ok
m2	0.338	-1.98	3.12	1 # 4 @ 0.2	-4.4	0.25 Ok
m2	0.525	-1.77	2.79	1 # 4 @ 0.2	-3.5	0.2 Ok
m2	0.712	-1.62	2.56	1 # 4 @ 0.2	-2.64	0.15 Ok
m2	0.9	-1.53	2.41	1 # 4 @ 0.2	-1.81	0.1 Ok
m2	1.088	-1.5	2.36	1 # 4 @ 0.2	-1.01	0.06 Ok
m2	1.275	-1.63	2.56	1 # 4 @ 0.2	0.88	0.05 Ok
m2	1.462	-1.85	2.92	1 # 4 @ 0.2	1.33	0.08 Ok
m2	1.8	-2.73	4.33	1 # 4 @ 0.2	2	0.11 Ok
m2	1.8	-2.73	4.33	1 # 4 @ 0.2	2	0.11 Ok
m3	0	2.86	4.54	1 # 4 @ 0.2	6.09	0.35 Ok
m3	0.15	2.25	3.56	1 # 4 @ 0.2	5.33	0.3 Ok
m3	0.338	1.98	3.12	1 # 4 @ 0.2	4.4	0.25 Ok
m3	0.525	1.77	2.79	1 # 4 @ 0.2	3.5	0.2 Ok
m3	0.712	1.62	2.56	1 # 4 @ 0.2	2.64	0.15 Ok
m3	0.9	1.53	2.41	1 # 4 @ 0.2	1.81	0.1 Ok
m3	1.088	1.5	2.36	1 # 4 @ 0.2	1.01	0.06 Ok
m3	1.275	1.63	2.56	1 # 4 @ 0.2	-0.88	0.05 Ok
m3	1.462	1.85	2.92	1 # 4 @ 0.2	-1.33	0.08 Ok
m3	1.65	2.18	3.44	1 # 4 @ 0.2	-2	0.11 Ok
m3	1.8	2.73	4.33	1 # 4 @ 0.2	-2	0.11 Ok
m4	0	2.73	4.33	1 # 4 @ 0.2	-16.14	0.92 Ok
m4	0.15	1.3	2.05	1 # 4 @ 0.2	-14.89	0.85 Ok
m4	0.338	-2.01	3.17	1 # 4 @ 0.2	-7.68	0.44 Ok
m4	0.525	-2.49	3.93	1 # 4 @ 0.2	-2.19	0.13 Ok
m4	0.712	-4.14	5.98	1 # 4 @ 0.2	-1.96	0.11 Ok
m4	0.9	-5	6.02	1 # 4 @ 0.2	-1.74	0.1 Ok
m4	1.088	-4.14	5.98	1 # 4 @ 0.2	-1.51	0.09 Ok
m4	1.275	-2.49	3.93	1 # 4 @ 0.2	-1.28	0.07 Ok
m4	1.462	-2.01	3.17	1 # 4 @ 0.2	4.2	0.24 Ok
m4	1.65	1.3	2.05	1 # 4 @ 0.2	11.41	0.65 Ok
m4	1.8	2.73	4.33	1 # 4 @ 0.2	12.67	0.72 Ok



ENVOLVENTE MÁXIMA DE DISEÑO

Diseño a Flexión y Cortante de todas las secciones del Box Culvert

Mi.	Posic(m)	Mu(t-m)	As(cm2)	Arm.Sug	Vu(t)	Vu/Vr (Cheq)

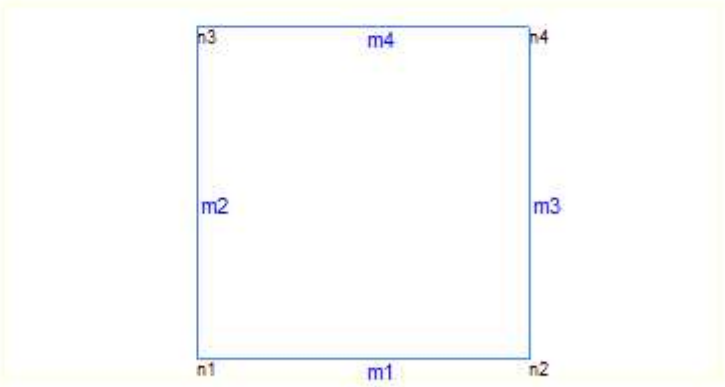


ENVOLVENTE MÁXIMA DE DISEÑO

Mi.	Posic(m)	Mu(t-m)	As(cm2)	Arm.Sug	Vu(t)	Vu/Vr	(Cheq)
m1	0	-2.86	4.54	1 # 4 @ 0.2	14.41	0.82	Ok

Diseño Detallado a Flexión para la sección en estudio

	Valor	Simbología
Mu	2.86 t-m	Momento mayorado en la secc
K	56.544 t/m2	Mu/bd^2
m	17.647	fy/0.85f'c
Ro Calc	0.0015	Cuantía Acero de Diseño
As calc	3.411 cm2	Area Refuerzo Calculado Total
Ic	0.002 m4	Mom de Inercia de Sección Bruta
fr	33.132 kg/cm2	Módulo de Ruptura : 1.98(f'c)^1/2
Mcr	4.97 t-m	Mom Agrietamiento
Asmin(Mcr)	5.984 cm2	Acero para Mom_Agrietam.
1.33Ascal	4.537 cm2	Acero Calculado x 1.33
Acero Domina	4.537 cm2	Acero a Flexión Definitivo
Arm Ppal Sug.	1 # 4 @ 0.2	Armad Ppal Real Propuesta
As real Coloc	6.334 cm2	Area de Acero Real Colocado
c	1.31 cm	Alt blq compr: AsFy/.85f'cBetab
et	0.0654	0.003(dt-c)/c
Chequeo	et > 0.005	Phi OK
As RetracTemp	18.64 cm2/cara	2.33<=0.75bh /(2(b+h)Fy)<=12.7
Arm Retr Sug.	1 # 3 @ 0.25	Armad Retracc Propuesta



*

Esfuerzos en el Suelo

ÍTEM	ESFZO MÁX SUELO
Carga Muerta DC	2.47 t/m2
Carga Muerta DW	0.19 t/m2
Empuje Tierras EH	0 t/m2
PrVert Relleno WV	0.02 t/m2
Sobrecarga LS	0 t/m2
Carga de Agua WA	0 t/m2
Carga Viva L+I (Vmáx)	11.87 t/m2
Est,Lím Res. Comb_Dom	24.4 t/m2
Res.Suelo E.Lím Resis	27.5 t/m2
Chequeo	SUELO OK

*

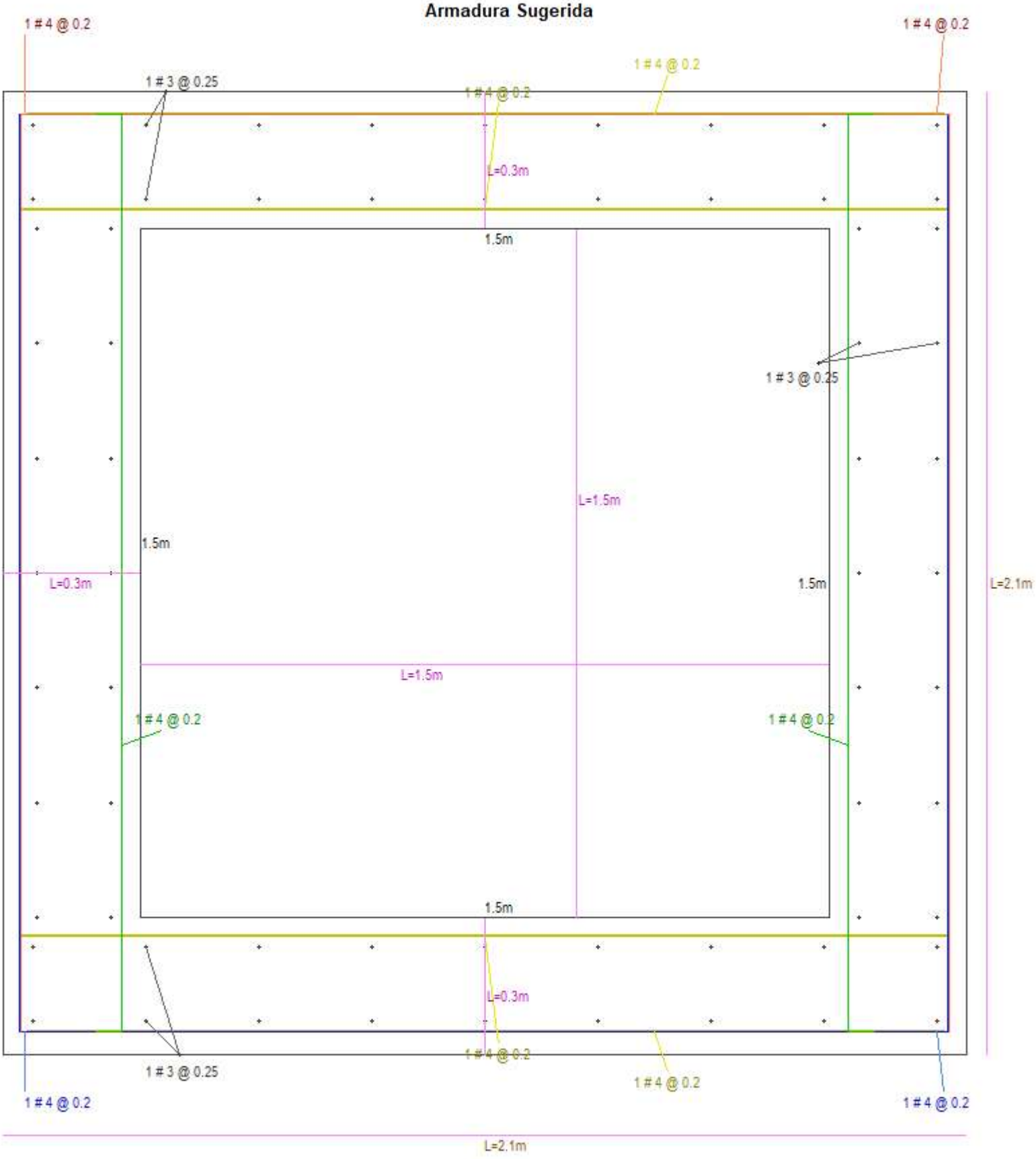
Diseño Detallado a Corte para la sección en estudio

	Valor	Simbología
dv1 0.9de	0.234 m	Profund efec de Cortante (a) Art 5.8.2.9
dv2 0.72h	0.216 m	Profund efec de Cortante (b) Art 5.8.2.9
dv dom	0.234 m	Prof efec de Cortante dominante
Phi	0.85	Fact de Res a Cort Art 5.5.4.2
Beta	2	Fact.Cap Concr Agr Diag Tracc y Cort
Vc	20.55 t	Vc=0.083Betaf'c^(1/2)bvdv Art 5.8.3.3-3
Vs	0	Vs =0 No Flejes
Vn	20.55 t	Vn = Vc Art 5.8.3.3-1
Vr	17.47 t	Vr = phi x Vn
Vu	14.41 t	Cortante Ult de Diseño
Chequeo	0.82 Ok	

ARMADURA BOX CULVERT

Armor
Report: 1

Armadura Sugerida



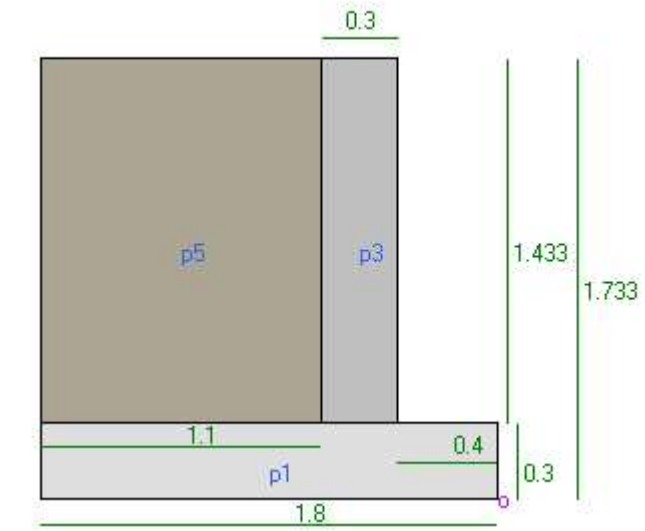
BOX CULVERT v1.00

Archivo: BOX 2 (LAS CAÑAS 2).boxcul

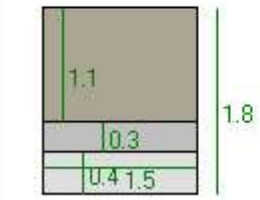
Diseño de la Aleta Superficial del Box

Muro: Rep. 4

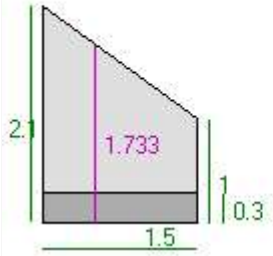
VISTA TRANSVERSAL - Corte en LTM/3 = 1.733m



VISTA EN PLANTA



VISTA LONGITD.FRONTAL - Pto de Calculo en : LTM/3 = 1.733m



Diseño de la Aleta Superficial del Box

Muro: Rep. 6

Cargas y Momentos

Cargas y Momentos DC por el Muro Total

Polig	Peso(t)	Brazo y(m)	Mom Mo (t-m)
p1	1.944	0.9	1.75
p2	0	0	0
p3	1.548	0.55	0.851
p4	0	0	0
Σ	3.492		2.601

	Valor	Simbología
P DC	3.492	Carga por P.P. Muro (t)
yDC	0.745	Ubicación PDC resp a o (m)
eDC	0.155	Excentricidad de PDC (m)
M DC	0.542	Mom por PDC a ycg zap(t-m)
M DCo	2.601	Mom por PDC resp a o (t-m)

Cargas y Momentos EV por el Relleno

Polig	Peso(t)	Brazo y(m)	Mom Mo (t-m)
p5	4.257	1.25	5.321
p6	0	0	0
Σ	4.257		5.321

	Valor	Simbología
P EV	4.257	Carga por Peso Relleno (t)
yEV	1.25	Ubicación PEV resp a o (m)
eEV	-0.35	Excentricidad de PEV (m)
M EV	-1.49	Mom por PEV a ycg zap(t-m)
M EVo	5.321	Mom por PEV resp a o (t-m)

Empuje de Tierras

PRESIÓN DE TIERRAS (AASHTO 2014 y CCP14 Art. 3.11.5.3)

$$k_a = sin^2(\theta + \varnothing'_f)/(\Gamma(sin^2\theta\, sin(\theta - \delta))$$

$$\Gamma = \{1 + \sqrt{[\sin(\varnothing'_f + \delta)\sin(\varnothing'_f - \beta)/[\sin(\theta - \delta)\sin(\theta + \beta)]}\}^2$$

	Valor	Simbología
θ	90	Ang Cara Trasera Muro con Horiz (°)
β	0	Ang Talud Relleno con la Horiz (°)
δ	0	Ang Fricción Relleno-Muro (°)
ϕ	30	Ang Efectivo Fricción Interna (°)
Ka	0.333	Coefic. de Presión Lateral Activa
po1	1.04	Presión por suelo nat seco (t/m2)
H1	1.733	Altura Suelo Nat Seco (m)
E1	1.352	Emp por Suelo Nat Seco (t)
po2	1.04	Presión por Suelo Sumergido (t/m2)
H2	0	Altura del Suelo Sumergido (m)
E2	0	Empuje por Suelo Sumergido (t)
pagua	0	Presión del Agua (t/m2)
Eagua	0	Empuje del Agua (t)
EHtot.	1.352	Empuje Total EH (t)
Bzo.Etot	0.578	Brazo del Empuje Total Z_EH (m)
M EH	0.781	Momento por Empuje Total EH (t-m)

SOBRECARGA VIVA (AASHTO 2014 y CCP14 Art. 3.11.6.4)

Carga Vertical

	Valor	Simbología
pv	0.692	Presion Vert por sobrecarga (t/m2)
d	0	Dist del muro a borde tráfico (m)
heq	1.153	Altura equiv de sobrecarga (m)
ls	1.1	Ancho accion sobrecarga viva (m)
PLs	1.142	Peso por sobrec. viva:Vertical (t)
yLs	1.25	Ubicación sobrecarga viva (m)
eLs	-0.35	Excentricidad Sobrecarga Viva (m)
MLsv	-0.4	Mom por LS vert en el ycg zap (t-m)
MLso	1.427	Momento por LS vertical (o) (t-m)

Presión Lateral (Horizontal) Ec 3.11.6.4-1

	Valor	Simbología
p1	0.692	Presion horiz por sobrec viva (t/m2)
eLs	1.799	Empuje de Tierras por sobrec viva (t)
ZLs	0.867	Ubicación de Emuje desde x-x (m)
MLsh	1.559	Momento por LS horiz en ycg zap(t-m)
MLs	1.16	Mom Total por LS en ycg zap (t-m)

Diseño de la Aleta Superficial del Box

Muro: Rep. 7

Sismo

CÁLCULO SÍSMICO . AASHTO y CCP14 Art 3.10

Carga Cálculo Aceler por Masa Muro Art. 11.6.5.2.2

Polig	Peso(t)	Brazo z (m)	Mom M (P*z) (t-m)
p1	1.944	0.15	0.292
p2	0	0.778	0
p3	1.548	1.017	1.574
p4	0	0.778	0
Σ	3.492		1.865

Carga Cálculo Aceler por Masa Relleno Art. 11.6.5.2.2

Polig	Peso(t)	Brazo z (m)	Mom M (P*z) (t-m)
p5	4.257	1.017	4.328
p6	0	0	0
Σ	4.257		4.328

Cálculo Empuje y Momento Sísmico. Mononobe Okabe

	Valor	Descripción
kho	0.315	x Fpga
kh	0.158	Coef de Aceleración Horizontal
kv	0	Coef de Aceleración Vertical
θ	8.951°	ArcTg(kh)
i	0°	Ang Inclinación Talud Relleno
ϕ	30°	Ang Fricción Interna Suelo Relleno
δ	0°	Ang de Rozamiento Terreno Muro
β	90°	Ang entre Vertical y Paramento Muro
KAE	0.439	Coef Sísmico de Presión Activa Suelo
PAE	2.612 t	Emp Dinámico Horiz Activo (inc.PEstát)
ΔPAE	1.26 t	Empuje Pseudo Estático
MEAE	1.06 t-m	Momento por Emp Dinám Horiz Activo

Ecuación Empuje Activo Sísmico Mononobe Okabe

$$K_{AE} = \frac{sin^2(\emptyset + \beta - \theta)}{\psi \cos\theta sin^2\beta \sin(\beta - \delta - \theta)}$$

$$\theta = \arctan(k_h/(1-k_v))$$

$$\beta = Ang\ entre\ vert\ y\ param.muro$$

$$i = Talud\ del\ Relleno$$

$$\psi = \{1 + \sqrt{\frac{\sin(\emptyset+\delta)\sin(\emptyset-\theta-i)}{\sin(\beta-\delta-\theta)\cos(i+\beta)}}\}^2$$

Global

Carga Total de Sismo: PIR y Hbu

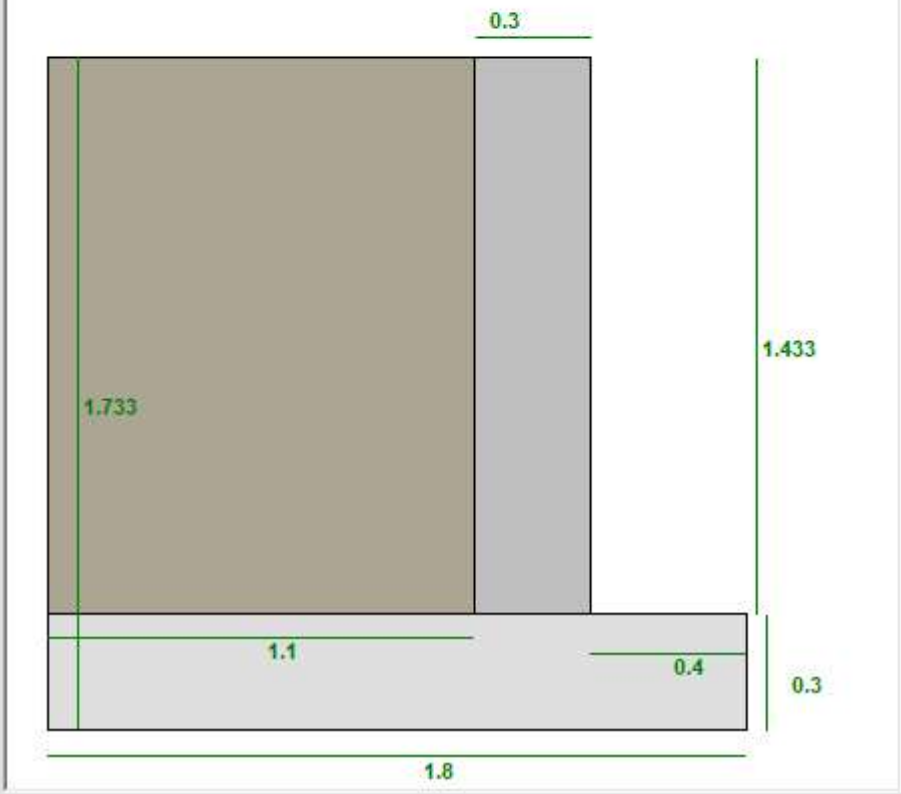
	Valor	Simbología
Ww	3.492	Peso del Cuerpo del Muro (t)
Ws	4.257	Peso del Suelo del Relleno (t)
Kh	0.158	Coef Acelerac Sísmica Horiz
PIR	1.22	Fza Inercial Horiz: kh(Ww+Ws) (t)
EH	1.352	Empuje Estático de Suelos (t)
DeltaPAE	1.26	Difer. Emononobe - EH (t)
Pseis_1	1.87	100%DeltaPAE + 50%PIR (t)
Pseis_2	1.896	50%(DeltaPAE(>=EH)) + 100%PIR
Pseis_dom	**1.896**	Carga Psísmica dominante (t)
Brazo Y	0.84	Brazo de Aplic: 0.4Htot_Muro (m)
Mseis	**1.593**	Mom por Carga Psísmica (t-m)
Sumat Fsism	**1.896**	Suma Total de Fsismo (t)
Sumat Msism	1.593	Suma Total de Msismo (t-m)

Estados Límite

EstLím	SERVICIO I		RESISTENCIA I		EV EXTREMO I	
Combin.	γMAχ	γMIN	γMAχ	γMIN	γMAχ	γMIN
DC	1.00	1.00	1.25	0.90	1.25	0.90
DW	1.00	1.00	1.50	0.65	1.50	0.65
LL	1.00	1.00	1.75	1.75	0.00	0.00
BR	1.00	1.00	1.75	1.75	0.00	0.00
EH	1.00	1.00	1.50	0.90	1.50	0.90
EV	1.00	1.00	1.35	1.00	1.35	1.00
LS	1.00	1.00	1.75	1.75	0.00	0.00
TU	1.00	1.20	0.50	1.20	0.50	1.20
SH	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
WA	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
WS	0.30	0.00	0.00	0.00	1.40	0.00
WL	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
EQ	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Denominacion Cargas

	DESCRIPCIÓN
DC	P.P. Comp.Estr y Accesor.
DW	P.P. Rodadura e Instalac.
LL	Carga Viva Vehicular
BR	Fuerza Frenado Vehicular
EH	Empuje Horizont del Suelo
EV	Presión Vert Suelo Relleno
LS	Sobrecarga por C_Viva
TU	Fuerza por Temp Uniforme
SH	Fuerzas por Retracción
WA	Pres Agua y Corriente
WS	Viento sobre Estructura
WL	Viento sobre C Viva
EQ	Carga Sísmica



Estados Límite

Estado Límite de SERVICIO I

Servicio I	P (t)	H (t)	M (t-m)	Pu Máx (t)	Hu Máx (t)	Mu máx (t-m)	Pu Mín (t)	Hu Mín (t)	Mu mín (t-m)
DC	3.492		0.542	3.492		0.542	3.492		0.542
EH		1.352	0.781		1.352	0.781		1.352	0.781
EV	4.257		-1.49	4.257		-1.49	4.257		-1.49
LS	1.142	1.799	1.559	1.142	1.799	1.559	1.142	1.799	1.559
EQ									
Σ				8.891	3.151	1.392	8.891	3.151	1.392

Estado Límite de RESISTENCIA I

Resisten I	P (t)	H (t)	M (t-m)	Pu Máx (t)	Hu Máx (t)	Mu máx (t-m)	Pu Mín (t)	Hu Mín (t)	Mu mín (t-m)
DC	3.492		0.542	4.365		0.677	3.143		0.488
EH		1.352	0.781		2.028	1.172		1.217	0.703
EV	4.257		-1.49	5.747		-2.011	4.257		-1.49
LS	1.142	1.799	1.559	1.998	3.149	2.729	1.998	3.149	2.729
EQ									
Σ				12.11	5.177	2.566	9.398	4.365	2.429

Estado Límite de EVENTO EXTREMO I

Ev.Extrem I	P (t)	H (t)	M (t-m)	Pu Máx (t)	Hu Máx (t)	Mu máx (t-m)	Pu Mín (t)	Hu Mín (t)	Mu mín (t-m)
DC	3.492		0.542	4.365		0.677	3.143		0.488
EH		1.352	0.781		2.028	1.172		1.217	0.703
EV	4.257		-1.49	5.747		-2.011	4.257		-1.49
LS	1.142	1.799	1.559	0.571	0.9	0.78	0.571	0.9	0.78
EQ		1.896	1.593		1.896	1.593		1.896	1.593
Σ				10.683	4.824	2.21	7.971	4.013	2.073

ANÁLISIS DE ESTABILIDAD Y ESFUERZOS EN EL SUELO

Muro SP: R. 1

Estado Límite Servicio I

CHEQUEO CAPACIDAD RESISTENTE DEL SUELO

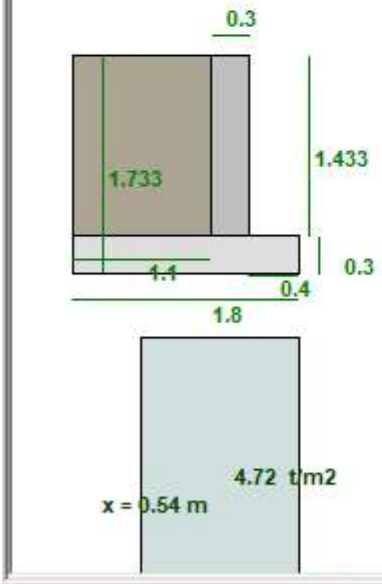
Solicitaciones Estado Límite : **Servicio**

Resistencia Suelo 61.1 t/m2 | Caso: MÁXIMO

	Valor	Simbología
ΣP	8.89	Sumatoria Fuerzas Verticales (t)
B	1.8	Ancho de la Zapata (m)
L	1.5	Longitud de la Zapata (m)
d	0.63	(MomEstab - MomVolc) /SumatP (m)
e calc	0.27	Excentricidad de la Carga (m)
Suelo		
σv	4.72	Esfzo Vertical en Suelo (t/m2)
Roca		
σv1	-	Esfzo Vert Máx en Roca (t/m2)
σv2	-	Esfzo Vert Mín en Roca (t/m2)

ESFUERZOS MÁXIMOS Y MÍNIMOS EN EL SUELO (t/m2)

ESTADO LÍMITE: **Servicio**



d = (MomEstab - MomVolc) /SumatP e = B / 2 - d

Suelo NO ROCOSO

$$\sigma_v = \left(\frac{\Sigma P}{B - 2e}\right)/L$$

11.6.3.2-1

11.6.3.2-2 (3) tercio medio

Suelo ROCOSO

$$\sigma_v = \left(\frac{\Sigma P}{B}\left(1 \pm \frac{6e}{B}\right)\right)/L$$

Suelo ROCOSO R fuera tercio medio

$$\sigma_{v\,máx} = \frac{2\Sigma P}{3B\left(\frac{B}{2} - e\right)}$$

$\sigma_{v\,mín} = 0$

11.6.3.2-4 (5)

CHEQUEO VOLCAMIENTO

E. LÍMITE:Servicio

$e_{máx}$=: B/3 (Est Lím Resistencia) Caso: MÁXIMO

$\gamma_{EQ} = 1$ $e_{máx}$= (8B/10)/2 $\gamma_{EQ} = 0$ $e_{máx}$= (2B/3)/2. Ev Extr

	Valor	Simbología
DCmuro	2.6	Mom(o) DCmuro(t-m)
EV	5.32	Mom(o) por Peso Relleno EV (t-m)
LS	0	Mom(o) por Sobrec LS vert (t-m)
SumaMestab	7.92	Sumator. Mom Estabilizantes (t-m)
EH	0.78	Mom(o) por Emp Tierras EH (t-m)
LS	1.56	Mom(o) por Sobrec LS horiz (t-m)
Pseis	0	Mom(o) por FzaSísmic Pseis (t-m)
SumaMvolc	2.34	Sumatoria Mom Volcamiento (t-m)
Ry	8.89	Sumatoria Fuerzas Verticales (t)
d	0.63	(MomEstab - MomVolc) / Ry (m)
e calculada	0.27	LongitudZap / 2 - d (m)
e máx	0.6	Excentric. Máx según Norma (m)
Diagnóstico	OK VOLC	Chequeo e(calc) vs e(máx)

CHEQUEO DESLIZAM

E. LÍMITE: **Servicio**

	Valor	Simbología
i	0	Ang Inclinación Relleno Delant (°)
β	90	Ang Pared Del. (ZarpDel) con Horizont (°)
δ	0	Ang Fricción Relleno-Estrib S pasivo (°)
ϕ	30	Ang Efectivo Fricc Int S Pasivo (°)
Kp	3	Coeficiente de Presión Lateral Pasiva
hp1	0.3	Altura Básica Pres. Pasiva (Hzarp del) (m)
qp1	1.62	Esfuerzo de Pres. Pasiva Básica (t/m2)
Rep	0.365	Resistencia Nominal Básica Pasiva (t)
Rn_fricc	4.934	Resist. Nominal por Fricc suelo-cim (t)
Rn_Total	5.299	Resistencia Nominal Total (sin llave) (t)
Humáx	3.151	Fza Horiz Máx que produce Deslizam (t)
Hu/Rntot	0.595	Cumple Deslizamiento SIN usar LLave



REVISIÓN GLOBAL DE ESFUERZOS EN SUELO Y ESTABILIDAD

ENVOLVENTE

CHEQUEO	Evaluación	Observación
Esfzos Suelo	EMáx<Qa EMín>0	Esfuerzos OK
Deslizamiento	NO Req Llave	-
Volcamiento	OK	-

ANÁLISIS DE ESTABILIDAD Y ESFUERZOS EN EL SUELO

Muro SP: R. 2

Estado Límite Resistencia I

CHEQUEO CAPACIDAD RESISTENTE DEL SUELO

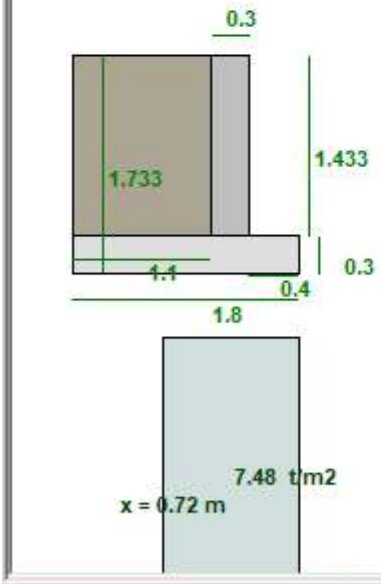
Solicitaciones Estado Límite : **Resistencia I**

Resistencia Suelo 27.5 t/m2 | Caso: MÁXIMO

	Valor	Simbología
ΣP	12.11	Sumatoria Fuerzas Verticales (t)
B	1.8	Ancho de la Zapata (m)
L	1.5	Longitud de la Zapata (m)
d	0.54	(MomEstab - MomVolc) /SumatP (m)
e calc	0.36	Excentricidad de la Carga (m)
Suelo		
σv	7.48	Esfzo Vertical en Suelo (t/m2)
Roca		
σv1	-	Esfzo Vert Máx en Roca (t/m2)
σv2	-	Esfzo Vert Mín en Roca (t/m2)

ESFUERZOS MÁXIMOS Y MÍNIMOS EN EL SUELO (t/m2)

ESTADO LÍMITE: **Resistencia I**



d = (MomEstab - MomVolc) /SumatP e = B / 2 - d

Suelo NO ROCOSO

$$\sigma_v = \left(\frac{\Sigma P}{B - 2e}\right)/L$$

11.6.3.2-1

11.6.3.2-2 (3) tercio medio

Suelo ROCOSO

$$\sigma_v = \left(\frac{\Sigma P}{B}\left(1 \pm \frac{6e}{B}\right)\right)/L$$

Suelo ROCOSO R fuera tercio medio

$$\sigma_{v\,máx} = \frac{2\Sigma P}{3B\left(\frac{B}{2} - e\right)}$$

$\sigma_{v\,mín} = 0$

11.6.3.2-4 (5)

CHEQUEO VOLCAMIENTO

E. LÍMITE:Resistencia I

$e_{máx}$=: B/3 (Est Lím Resistencia) Caso: MÁXIMO

$\gamma_{EQ} = 1$ $e_{máx}$= (8B/10)/2 $\gamma_{EQ} = 0$ $e_{máx}$= (2B/3)/2. Ev Extr

	Valor	Simbología
DCmuro	3.25	Mom(o) DCmuro(t-m)
EV	7.18	Mom(o) por Peso Relleno EV (t-m)
LS	0	Mom(o) por Sobrec LS vert (t-m)
SumaMestab	10.43	Sumator. Mom Estabilizantes (t-m)
EH	1.17	Mom(o) por Emp Tierras EH (t-m)
LS	2.73	Mom(o) por Sobrec LS horiz (t-m)
Pseis	0	Mom(o) por FzaSísmic Pseis (t-m)
SumaMvolc	3.9	Sumatoria Mom Volcamiento (t-m)
Ry	12.11	Sumatoria Fuerzas Verticales (t)
d	0.54	(MomEstab - MomVolc) / Ry (m)
e calculada	0.36	LongitudZap / 2 - d (m)
e máx	0.6	Excentric. Máx según Norma (m)
Diagnóstico	OK VOLC	Chequeo e(calc) vs e(máx)

CHEQUEO DESLIZAM

E. LÍMITE: **Resistencia I**

	Valor	Simbología
i	0	Ang Inclinación Relleno Delant (°)
β	90	Ang Pared Del. (ZarpDel) con Horizont (°)
δ	0	Ang Fricción Relleno-Estrib S pasivo (°)
ϕ	30	Ang Efectivo Fricc Int S Pasivo (°)
Kp	3	Coeficiente de Presión Lateral Pasiva
hp1	0.3	Altura Básica Pres. Pasiva (Hzarp del) (m)
qp1	1.62	Esfuerzo de Pres. Pasiva Básica (t/m2)
Rep	0.365	Resistencia Nominal Básica Pasiva (t)
Rn_fricc	4.934	Resist. Nominal por Fricc suelo-cim (t)
Rn_Total	5.299	Resistencia Nominal Total (sin llave) (t)
Humáx	5.177	Fza Horiz Máx que produce Deslizam (t)
Hu/Rntot	0.977	Cumple Deslizamiento SIN usar LLave



REVISIÓN GLOBAL DE ESFUERZOS EN SUELO Y ESTABILIDAD

ENVOLVENTE

CHEQUEO	Evaluación	Observación
Esfzos Suelo	EMáx<Qa EMín>0	Esfuerzos OK
Deslizamiento	NO Req Llave	-
Volcamiento	OK	-

ANÁLISIS DE ESTABILIDAD Y ESFUERZOS EN EL SUELO

Muro SP: R. 3

Estado Límite Evento Extremo I

CHEQUEO CAPACIDAD RESISTENTE DEL SUELO

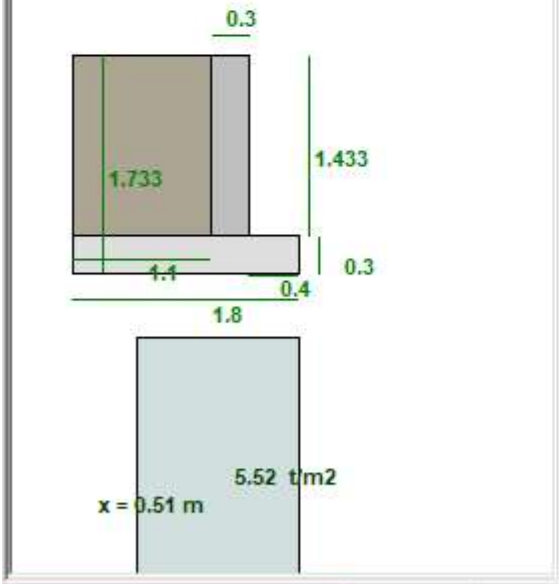
Solicitaciones Estado Límite : **Evento Extremo I**

Resistencia Suelo 61.1 t/m2 | Caso: MÁXIMO

	Valor	Simbología
ΣP	10.68	Sumatoria Fuerzas Verticales (t)
B	1.8	Ancho de la Zapata (m)
L	1.5	Longitud de la Zapata (m)
d	0.65	(MomEstab - MomVolc) /SumatP (m)
e calc	0.25	Excentricidad de la Carga (m)
Suelo		
σv	5.52	Esfzo Vertical en Suelo (t/m2)
Roca		
σv1	-	Esfzo Vert Máx en Roca (t/m2)
σv2	-	Esfzo Vert Mín en Roca (t/m2)

ESFUERZOS MÁXIMOS Y MÍNIMOS EN EL SUELO (t/m2)

ESTADO LÍMITE: **Evento Extremo I**



d = (MomEstab - MomVolc) /SumatP e = B / 2 - d

Suelo NO ROCOSO

$$\sigma_v = \left(\frac{\Sigma P}{B - 2e}\right)/L$$

11.6.3.2-1

11.6.3.2-2 (3) tercio medio

Suelo ROCOSO

$$\sigma_v = \left(\frac{\Sigma P}{B}\left(1 \pm \frac{6e}{B}\right)\right)/L$$

Suelo ROCOSO R fuera tercio medio

$$\sigma_{v\,máx} = \frac{2\Sigma P}{3B\left(\frac{B}{2} - e\right)}$$

$\sigma_{v\,mín} = 0$

11.6.3.2-4 (5)

CHEQUEO VOLCAMIENTO

E. LÍMITE:Evento Extremo I

$e_{máx}$=: B/3 (Est Lím Resistencia) | Caso: MÁXIMO

$\gamma_{EQ} = 1$ $e_{máx}$= (8B/10)/2 $\gamma_{EQ} = 0$ $e_{máx}$= (2B/3)/2. Ev Extr

	Valor	Simbología
DCmuro	3.25	Mom(o) DCmuro(t-m)
EV	7.18	Mom(o) por Peso Relleno EV (t-m)
LS	0	Mom(o) por Sobrec LS vert (t-m)
SumaMestab	10.43	Sumator. Mom Estabilizantes (t-m)
EH	1.17	Mom(o) por Emp Tierras EH (t-m)
LS	0.78	Mom(o) por Sobrec LS horiz (t-m)
Pseis	1.59	Mom(o) por FzaSísmic Pseis (t-m)
SumaMvolc	3.54	Sumatoria Mom Volcamiento (t-m)
Ry	10.68	Sumatoria Fuerzas Verticales (t)
d	0.65	(MomEstab - MomVolc) / Ry (m)
e calculada	0.25	LongitudZap / 2 - d (m)
e máx	0.66	Excentric. Máx según Norma (m)
Diagnóstico	OK VOLC	Chequeo e(calc) vs e(máx)

CHEQUEO DESLIZAM

E. LÍMITE: **Evento Extremo I**

	Valor	Simbología
i	0	Ang Inclinación Relleno Delant (°)
β	90	Ang Pared Del. (ZarpDel) con Horizont (°)
δ	0	Ang Fricción Relleno-Estrib S pasivo (°)
ϕ	30	Ang Efectivo Fricc Int S Pasivo (°)
Kp	3	Coeficiente de Presión Lateral Pasiva
hp1	0.3	Altura Básica Pres. Pasiva (Hzarp del) (m)
qp1	1.62	Esfuerzo de Pres. Pasiva Básica (t/m2)
Rep	0.365	Resistencia Nominal Básica Pasiva (t)
Rn_fricc	4.934	Resist. Nominal por Fricc suelo-cim (t)
Rn_Total	5.299	Resistencia Nominal Total (sin llave) (t)
Humáx	4.824	Fza Horiz Máx que produce Deslizam (t)
Hu/Rntot	0.91	Cumple Deslizamiento SIN usar LLave



REVISIÓN GLOBAL DE ESFUERZOS EN SUELO Y ESTABILIDAD

ENVOLVENTE

CHEQUEO	Evaluación	Observación
Esfzos Suelo	EMáx<Qa EMín>0	Esfuerzos OK
Deslizamiento	NO Req Llave	-
Volcamiento	OK	-

Diseño para Est Límite: Servicio I

DISEÑO DE LA ZARPA TRASERA O TALÓN

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Servicio

Solicitaciones | Diseño a Flexión | Diseño a Cortante

	Valor	Descripción
Pzartras	-3.93 t	Carga Total por Reacc Sue Zarp Tras
Wzarptras	1.19 t	Carga Total por P.P. Zarpa Trasera
Wrelleno	4.26 t	Carga Total por Peso del Relleno
Sobrec.Ver	1.14 t	Carga por Comp. Vert Sobrecarga
Vu	2.65 t	Sumat Cargas Vert: Vu de Diseño
MuxReacc Sue	0 t-m	Momento por Reacc Suelo
Mu x PPzarp	0.65 t-m	Momento por P.P. Zarpa Trasera
Mu x Wrell	2.34 t-m	Momento por Peso del Relleno
Mu x Sobrec	1.26 t-m	Momento por CompV Sobrecarga
Sumat Mu	4.25 t-m	Sumat de Momentos. Mu diseño

Solicit para la Long Total del Muro



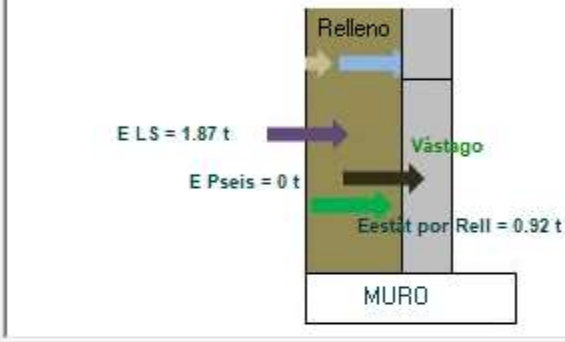
DISEÑO DEL VÁSTAGO O PANTALLA

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Servicio

Solicitaciones | Diseño a Flexión | Diseño a Cortante

	Valor	Descripción
E de Tierras EH	0.92 t	Emp Estático de Tierras
E sísmico E Pseis	0 t	Empuje Sísmico Pseis
E Sobrecarga LS	1.87 t	Emp por Sobrecarga Viva
Sumat Empujes	2.79 t	Sumat de Empujes = Vu diseño
Mom x E.Tierra EH	0.44 t-m	Mom x Emp de Tierras
Mom por Pseis	0 t-m	Mom por Fza Sísmica Pseis
Mom por LS	1.68 t-m	Mom x SobrecViva LS
Sumat Momentos	2.12 t-m	Sumat de Momentos = Mu diseño

Solicit para la Long Total del Muro



DISEÑO DE LA ZARPA DELANTERA O DEDO

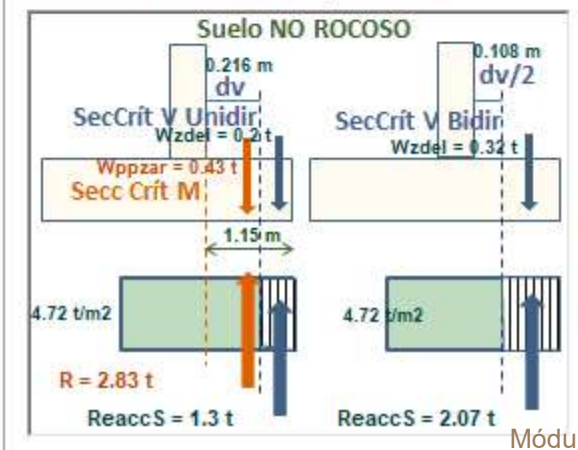
SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Servicio

Solicitaciones | Diseño a Flexión | Diseño a Cortante

	Valor	Descripción
Pzardel	2.83 t	Carga Total Reacc Suelo Zarp Del
Wzardel	0.43 t	Carga Total por P.P. Zarpa Delant
Vu	1.1 t	Sumat Cargas:Cortante Ult Diseño
Mu x ReaccSue	0.57 t-m	Momento por Reacc Suelo
Mu x Wzarp	-0.09 t-m	Momento por P.P. Zarpa
Sumat Mu	0.48 t-m	Sumatoria Momentos. Mu diseño

Cargas para la Longitud Total del Estribo

Solicitaciones Básicas en la Zarpa Delantera



Diseño para Est Límite: Servicio I

DISEÑO DE LA ZARPA TRASERA O TALÓN

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Servicio

Solicitaciones | **Diseño a Flexión** | Diseño a Cortante

	Valor	Simbología
Mu	4.251 t-m	Momento mayorado en la secc
K	58.55 t/m2	Mu/bd^2
m	17.647	fy/0.85f'c
Ro Calc	0.0016	Cuantía Acero de Diseño
As calc	5.183 cm2	Area Refuerzo Calculado Total
Ic	0.003 m4	Mom de Inercia de Sección Bruta
fr	33.132 kg/cm2	Módulo de Ruptura : 1.98(f'c)^1/2
Mcr	7.455 t-m	Mom Agrietamiento
Asmin(Mcr)	9.19 cm2	Acero para Mom_Agrietam.
1.33Ascal	6.894 cm2	Acero Calculado x 1.33
Acero Domina	6.894 cm2	As calc<AsMín(Mcr). Prima 1.33As
Arm Ppal Sug.	1 # 4 @ 0.2	Armad Ppal Real Propuesta
As real Coloc	9.501 cm2	Area de Acero Real Colocado
c	1.31 cm	Alt blq compr: AsFy/.85f'cBetab
εt	0.0426	0.003(dt-c)/c
Chequeo	et > 0.005	Phi OK
As RetracTemp	3.5 cm2/cara	2.33<=0.75bh /(2(b+h)Fy)<=12.7
Arm Retr Sug.	1 # 3 @ 0.25	Armad Retracc Propuesta

Diseño para la Longitud Total del Muro

DISEÑO DEL VÁSTAGO O PANTALLA

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Servicio

Solicitaciones | **Diseño a Flexión** | Diseño a Cortante

	Valor	Simbología
Mu	2.123 t-m	Momento mayorado en la secc
K	29.246 t/m2	Mu/bd^2
m	17.647	fy/0.85f'c
Ro Calc	0.0008	Cuantía Acero de Diseño
As calc	2.571 cm2	Area Refuerzo Calculado Total
Ic	0.003 m4	Mom de Inercia de Sección Bruta
fr	33.132 kg/cm2	Módulo de Ruptura : 1.98(f'c)^1/2
Mcr	7.455 t-m	Mom Agrietamiento
Asmin(Mcr)	9.19 cm2	Acero para Mom_Agrietam.
1.33Ascal	3.419 cm2	Acero Calculado x 1.33
Acero Domina	3.419 cm2	As calc<AsMín(Mcr). Prima 1.33As
Arm Ppal Sug.	1 # 4 @ 0.2	Armad Ppal Real Propuesta
As real Coloc	9.501 cm2	Area de Acero Real Colocado
c	1.31 cm	Alt blq compr: AsFy/.85f'cBetab
εt	0.0426	0.003(dt-c)/c
Chequeo	et > 0.005	Phi OK
As RetracTemp	3.5 cm2/cara	2.33<=0.75bh /(2(b+h)Fy)<=12.7
Arm Retr Sug.	1 # 3 @ 0.25	Armad Retracc Propuesta

Diseño para la Longitud Total del Muro

DISEÑO DE LA ZARPA DELANTERA O DEDO

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Servicio

Solicitaciones | **Diseño a Flexión** | Diseño a Cortante

	Valor	Simbología
Mu	0.48 t-m	Momento mayorado en la secc
K	6.612 t/m2	Mu/bd^2
m	17.647	fy/0.85f'c
Ro Calc	0.0002	Cuantía Acero de Diseño
As calc	0.578 cm2	Area Refuerzo Calculado Total
Ic	0.003 m4	Mom de Inercia de Sección Bruta
fr	33.132 kg/cm2	Módulo de Ruptura : 1.98(f'c)^1/2
Mcr	7.455 t-m	Mom Agrietamiento
Asmin(Mcr)	9.19 cm2	Acero para Mom_Agrietam.
1.33Ascal	0.769 cm2	Acero Calculado x 1.33
Acero Domina	0.769 cm2	As calc<AsMín(Mcr). Prima 1.33As
Arm Ppal Sug.	1 # 4 @ 0.2	Armad Ppal Real Propuesta
As real Coloc	9.501 cm2	Area de Acero Real Colocado
c	1.31 cm	Alt blq compr: AsFy/.85f'cBetab
εt	0.0426	0.003(dt-c)/c
Chequeo	et > 0.005	Phi OK
As RetracTemp	3.5 cm2/cara	2.33<=0.75bh /(2(b+h)Fy)<=12.7
Arm Retr Sug.	1 # 3 @ 0.25	Armad Retracc Propuesta

Diseño para la Longitud Total del Muro

Diseño para Est Límite: Servicio I

DISEÑO DE LA ZARPA TRASERA O TALÓN

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Servicio

Solicitaciones | Diseño a Flexión | **Diseño a Cortante**

	Valor	Simbología
dv1 0.9de	0.2 m	Profund efec de Cortante (a) Art 5.8.2.9
dv2 0.72h	0.22 m	Profund efec de Cortante (b) Art 5.8.2.9
dv dom	0.22 m	Prof efec de Cortante dominante
Phi	0.85	Fact de Res a Cort Art 5.5.4.2
Beta	2	Fact.Cap Concr Agr Diag Tracc y Cort
Vc	28.46 t	Vc=0.083Betaf'c^(1/2)bvdv Art 5.8.3.3-3
Vs	0	Vs =0 No Flejes
Vn	28.46 t	Vn = Vc Art 5.8.3.3-1
Vr	25.61 t	Vr = phi x Vn
Vu	2.65 t	Cortante Ult de Diseño
Chequeo	OK	Cortante OK

Diseño para la Longitud Total del Muro

DISEÑO DEL VÁSTAGO O PANTALLA

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Servicio

Solicitaciones | Diseño a Flexión | **Diseño a Cortante**

	Valor	Simbología
dv1 0.9de	0.2 m	Profund efec de Cortante (a) Art 5.8.2.9
dv2 0.72h	0.22 m	Profund efec de Cortante (b) Art 5.8.2.9
dv dom	0.22 m	Prof efec de Cortante dominante
Phi	0.85	Fact de Res a Cort Art 5.5.4.2
Beta	2	Fact.Cap Concr Agr Diag Tracc y Cort
Vc	28.46 t	Vc=0.083Betaf'c^(1/2)bvdv Art 5.8.3.3-3
Vs	0	Vs =0 No Flejes
Vn	28.46 t	Vn = Vc Art 5.8.3.3-1
Vr	25.61 t	Cortante Resist Vr = phi x Vn
Vu	2.79 t	Cortante Ult de Diseño
Chequeo	OK	Cortante OK

Diseño para la Longitud Total del Muro

DISEÑO DE LA ZARPA DELANTERA O DEDO

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Servicio

Solicitaciones | Diseño a Flexión | **Diseño a Cortante**

	Valor	Simbología
dv1 0.9de	0.2 m	Profund efec de Cortante (a) Art 5.8.2.9
dv2 0.72h	0.22 m	Profund efec de Cortante (b) Art 5.8.2.9
dv dom	0.22 m	Prof efec de Cortante dominante
Phi	0.9	Fact ResisCort Art 5.5.4.2 Concr Normal
Vs	0	Vs = 0 -->> No Flejes
		ACCIÓN EN UNA DIRECCIÓN
Beta	2	Fact.Cap Concr Agr Diag Tracc y Cort
Vc	28.46 t	Vc=0.083Betaf'c^(1/2)bvdv Art 5.8.3.3-3
Vn	28.46 t	Vn = Vc Art 5.8.3.3-1
Vr	25.61 t	Cortante Resist Vr = phi x Vn
Vu	1.1 t	Cortante Ult Diseño.SeccCrít: a dv cara
Chq1direcc	Vr>Vu:OK	Cort Una Direcc OK
		ACCIÓN EN DOS DIRECCIONES
Beta_c	6.944	Rel lado largo/corto rectáng aplic.carga
bo	3.43 m	bo = Perímetro de la Sección Crítica
Vc	85.33 t	(.17+.33/Betac)Sq(fc)bodv<.33Sq(fc)bodv
Vr	76.79 t	Cortante Resist Vr = phi x Vn Vn = Vc
Vu	1.75 t	Cortante Ult Dis. Secc Crít: dv/2 de cara
Ch.2Direcc	Vr>Vu:OK	Cort Dos Direcc OK
Ch.GLOBAL	Vr>Vu:OK	Cortante Global OK

Diseño para la Longitud Total del Muro

Diseño para Est Límite: Resistencia I

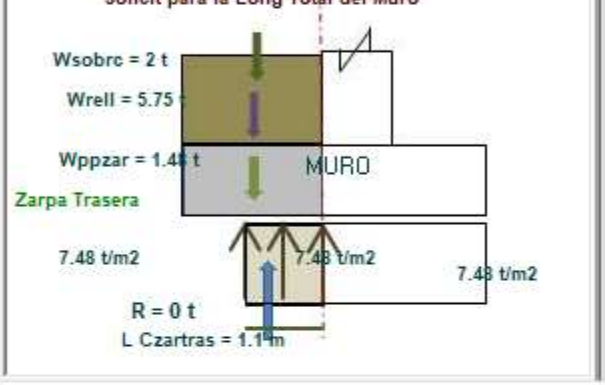
DISEÑO DE LA ZARPA TRASERA O TALÓN

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Resistencia I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | Diseño a Cortante

	Valor	Descripción
Pzartras	0 t	Carga Total por Reacc Sue Zarp Tras
Wzarptras	1.48 t	Carga Total por P.P. Zarpa Trasera
Wrelleno	5.75 t	Carga Total por Peso del Relleno
Sobrec.Ver	2 t	Carga por Comp. Vert Sobrecarga
Vu	9.23 t	Sumat Cargas Vert: Vu de Diseño
MuxReacc Sue	0 t-m	Momento por Reacc Suelo
Mu x PPzarp	0.82 t-m	Momento por P.P. Zarpa Trasera
Mu x Wrell	3.16 t-m	Momento por Peso del Relleno
Mu x Sobrec	2.2 t-m	Momento por CompV Sobrecarga
Sumat Mu	6.18 t-m	Sumat de Momentos. Mu diseño

Solicit para la Long Total del Muro



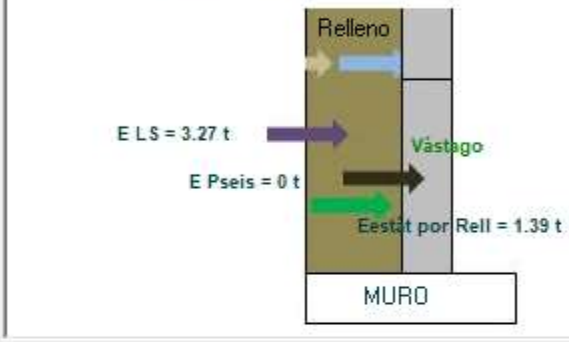
DISEÑO DEL VÁSTAGO O PANTALLA

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Resistencia I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | Diseño a Cortante

	Valor	Descripción
E de Tierras EH	1.39 t	Emp Estático de Tierras
E sísmico E Pseis	0 t	Empuje Sísmico Pseis
E Sobrecarga LS	3.27 t	Emp por Sobrecarga Viva
Sumat Empujes	4.66 t	Sumat de Empujes = Vu diseño
Mom x E.Tierra EH	0.66 t-m	Mom x Emp de Tierras
Mom por Pseis	0 t-m	Mom por Fza Sísmica Pseis
Mom por LS	2.94 t-m	Mom x SobrecViva LS
Sumat Momentos	3.61 t-m	Sumat de Momentos = Mu diseño

Solicit para la Long Total del Muro



DISEÑO DE LA ZARPA DELANTERA O DEDO

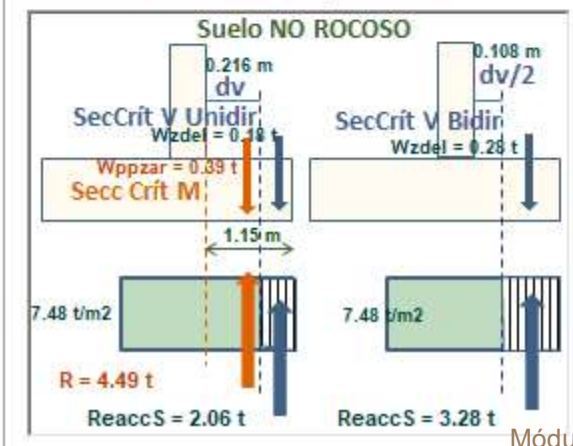
SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Resistencia I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | Diseño a Cortante

	Valor	Descripción
Pzardel	4.49 t	Carga Total Reacc Suelo Zarp Del
Wzardel	0.39 t	Carga Total por P.P. Zarpa Delant
Vu	1.89 t	Sumat Cargas:Cortante Ult Diseño
Mu x ReaccSue	0.9 t-m	Momento por Reacc Suelo
Mu x Wzarp	-0.08 t-m	Momento por P.P. Zarpa
Sumat Mu	0.82 t-m	Sumatoria Momentos. Mu diseño

Cargas para la Longitud Total del Estribo

Solicitaciones Básicas en la Zarpa Delantera



Diseño para Est Límite: Resistencia I

DISEÑO DE LA ZARPA TRASERA O TALÓN

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Resistencia I

Solicitaciones | **Diseño a Flexión** | Diseño a Cortante

	Valor	Simbología
Mu	6.176 t-m	Momento mayorado en la secc
K	85.063 t/m2	Mu/bd^2
m	17.647	fy/0.85f'c
Ro Calc	0.0023	Cuantía Acero de Diseño
As calc	7.58 cm2	Area Refuerzo Calculado Total
Ic	0.003 m4	Mom de Inercia de Sección Bruta
fr	33.132 kg/cm2	Módulo de Ruptura : 1.98(f'c)^1/2
Mcr	7.455 t-m	Mom Agrietamiento
Asmin(Mcr)	9.19 cm2	Acero para Mom_Agrietam.
1.33Ascal	10.081 cm2	Acero Calculado x 1.33
Acero Domina	9.19 cm2	calc<AsMín(Mcr). Prima Asmin(M
Arm Ppal Sug.	1 # 4 @ 0.2	Armad Ppal Real Propuesta
As real Coloc	9.501 cm2	Area de Acero Real Colocado
c	1.31 cm	Alt blq compr: AsFy/.85f'cBetab
εt	0.0426	0.003(dt-c)/c
Chequeo	et > 0.005	Phi OK
As RetracTemp	3.5 cm2/cara	2.33<=0.75bh /(2(b+h)Fy)<=12.7
Arm Retr Sug.	1 # 3 @ 0.25	Armad Retracc Propuesta

Diseño para la Longitud Total del Muro

DISEÑO DEL VÁSTAGO O PANTALLA

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Resistencia I

Solicitaciones | **Diseño a Flexión** | Diseño a Cortante

	Valor	Simbología
Mu	3.605 t-m	Momento mayorado en la secc
K	49.66 t/m2	Mu/bd^2
m	17.647	fy/0.85f'c
Ro Calc	0.0013	Cuantía Acero de Diseño
As calc	4.387 cm2	Area Refuerzo Calculado Total
Ic	0.003 m4	Mom de Inercia de Sección Bruta
fr	33.132 kg/cm2	Módulo de Ruptura : 1.98(f'c)^1/2
Mcr	7.455 t-m	Mom Agrietamiento
Asmin(Mcr)	9.19 cm2	Acero para Mom_Agrietam.
1.33Ascal	5.834 cm2	Acero Calculado x 1.33
Acero Domina	5.834 cm2	ıscalc<AsMín(Mcr). Prima 1.33As
Arm Ppal Sug.	1 # 4 @ 0.2	Armad Ppal Real Propuesta
As real Coloc	9.501 cm2	Area de Acero Real Colocado
c	1.31 cm	Alt blq compr: AsFy/.85f'cBetab
εt	0.0426	0.003(dt-c)/c
Chequeo	et > 0.005	Phi OK
As RetracTemp	3.5 cm2/cara	2.33<=0.75bh /(2(b+h)Fy)<=12.7
Arm Retr Sug.	1 # 3 @ 0.25	Armad Retracc Propuesta

Diseño para la Longitud Total del Muro

DISEÑO DE LA ZARPA DELANTERA O DEDO

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Resistencia I

Solicitaciones | **Diseño a Flexión** | Diseño a Cortante

	Valor	Simbología
Mu	0.82 t-m	Momento mayorado en la secc
K	11.294 t/m2	Mu/bd^2
m	17.647	fy/0.85f'c
Ro Calc	0.0003	Cuantía Acero de Diseño
As calc	0.989 cm2	Area Refuerzo Calculado Total
Ic	0.003 m4	Mom de Inercia de Sección Bruta
fr	33.132 kg/cm2	Módulo de Ruptura : 1.98(f'c)^1/2
Mcr	7.455 t-m	Mom Agrietamiento
Asmin(Mcr)	9.19 cm2	Acero para Mom_Agrietam.
1.33Ascal	1.315 cm2	Acero Calculado x 1.33
Acero Domina	1.315 cm2	ıscalc<AsMín(Mcr). Prima 1.33As
Arm Ppal Sug.	1 # 4 @ 0.2	Armad Ppal Real Propuesta
As real Coloc	9.501 cm2	Area de Acero Real Colocado
c	1.31 cm	Alt blq compr: AsFy/.85f'cBetab
εt	0.0426	0.003(dt-c)/c
Chequeo	et > 0.005	Phi OK
As RetracTemp	3.5 cm2/cara	2.33<=0.75bh /(2(b+h)Fy)<=12.7
Arm Retr Sug.	1 # 3 @ 0.25	Armad Retracc Propuesta

Diseño para la Longitud Total del Muro

Diseño para Est Límite: Resistencia I

DISEÑO DE LA ZARPA TRASERA O TALÓN

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Resistencia I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | **Diseño a Cortante**

	Valor	Simbología
dv1 0.9de	0.2 m	Profund efec de Cortante (a) Art 5.8.2.9
dv2 0.72h	0.22 m	Profund efec de Cortante (b) Art 5.8.2.9
dv dom	0.22 m	Prof efec de Cortante dominante
Phi	0.85	Fact de Res a Cort Art 5.5.4.2
Beta	2	Fact.Cap Concr Agr Diag Tracc y Cort
Vc	28.46 t	Vc=0.083Betaf'c^(1/2)bvdv Art 5.8.3.3-3
Vs	0	Vs =0 No Flejes
Vn	28.46 t	Vn = Vc Art 5.8.3.3-1
Vr	25.61 t	Vr = phi x Vn
Vu	9.23 t	Cortante Ult de Diseño
Chequeo	OK	Cortante OK

Diseño para la Longitud Total del Muro

DISEÑO DEL VÁSTAGO O PANTALLA

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Resistencia I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | **Diseño a Cortante**

	Valor	Simbología
dv1 0.9de	0.2 m	Profund efec de Cortante (a) Art 5.8.2.9
dv2 0.72h	0.22 m	Profund efec de Cortante (b) Art 5.8.2.9
dv dom	0.22 m	Prof efec de Cortante dominante
Phi	0.85	Fact de Res a Cort Art 5.5.4.2
Beta	2	Fact.Cap Concr Agr Diag Tracc y Cort
Vc	28.46 t	Vc=0.083Betaf'c^(1/2)bvdv Art 5.8.3.3-3
Vs	0	Vs =0 No Flejes
Vn	28.46 t	Vn = Vc Art 5.8.3.3-1
Vr	25.61 t	Cortante Resist Vr = phi x Vn
Vu	4.66 t	Cortante Ult de Diseño
Chequeo	OK	Cortante OK

Diseño para la Longitud Total del Muro

DISEÑO DE LA ZARPA DELANTERA O DEDO

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Resistencia I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | **Diseño a Cortante**

	Valor	Simbología
dv1 0.9de	0.2 m	Profund efec de Cortante (a) Art 5.8.2.9
dv2 0.72h	0.22 m	Profund efec de Cortante (b) Art 5.8.2.9
dv dom	0.22 m	Prof efec de Cortante dominante
Phi	0.9	Fact ResisCort Art 5.5.4.2 Concr Normal
Vs	0	Vs = 0 -->> No Flejes
		ACCIÓN EN UNA DIRECCIÓN
Beta	2	Fact.Cap Concr Agr Diag Tracc y Cort
Vc	28.46 t	Vc=0.083Betaf'c^(1/2)bvdv Art 5.8.3.3-3
Vn	28.46 t	Vn = Vc Art 5.8.3.3-1
Vr	25.61 t	Cortante Resist Vr = phi x Vn
Vu	1.89 t	Cortante Ult Diseño.SeccCrít: a dv cara
Chq1direcc	Vr>Vu:OK	Cort Una Direcc OK
		ACCIÓN EN DOS DIRECCIONES
Beta_c	6.944	Rel lado largo/corto rectáng aplic.carga
bo	3.43 m	bo = Perímetro de la Sección Crítica
Vc	85.33 t	(.17+.33/Betac)Sq(fc)bodv<.33Sq(fc)bodv
Vr	76.79 t	Cortante Resist Vr = phi x Vn Vn = Vc
Vu	2.99 t	Cortante Ult Dis. Secc Crít: dv/2 de cara
Ch.2Direcc	Vr>Vu:OK	Cort Dos Direcc OK
Ch.GLOBAL	Vr>Vu:OK	Cortante Global OK

Diseño para la Longitud Total del Muro

Diseño para Est Límite: Evento Extremo I

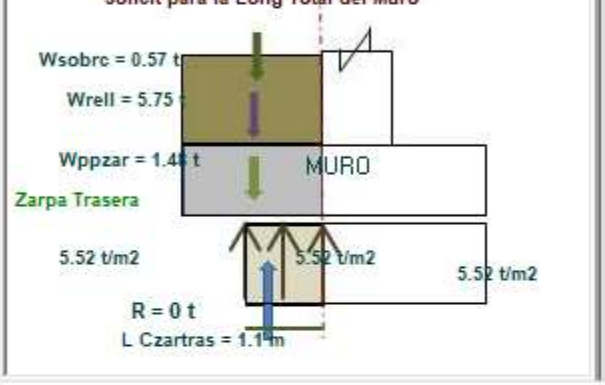
DISEÑO DE LA ZARPA TRASERA O TALÓN

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Evento Extremo I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | Diseño a Cortante

	Valor	Descripción
Pzartras	0 t	Carga Total por Reacc Sue Zarp Tras
Wzarptras	1.48 t	Carga Total por P.P. Zarpa Trasera
Wrelleno	5.75 t	Carga Total por Peso del Relleno
Sobrec.Ver	0.57 t	Carga por Comp. Vert Sobrecarga
Vu	7.8 t	Sumat Cargas Vert: Vu de Diseño
MuxReacc Sue	0 t-m	Momento por Reacc Suelo
Mu x PPzarp	0.82 t-m	Momento por P.P. Zarpa Trasera
Mu x Wrell	3.16 t-m	Momento por Peso del Relleno
Mu x Sobrec	0.63 t-m	Momento por CompV Sobrecarga
Sumat Mu	4.61 t-m	Sumat de Momentos. Mu diseño

Solicit para la Long Total del Muro



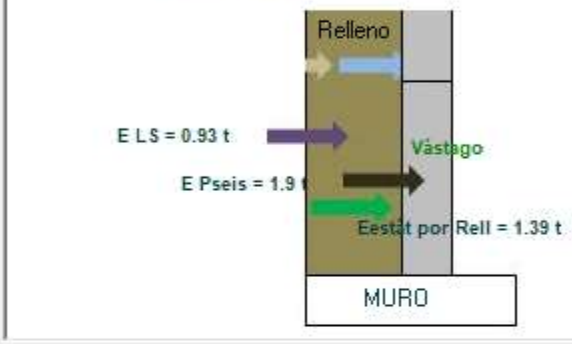
DISEÑO DEL VÁSTAGO O PANTALLA

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Evento Extremo I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | Diseño a Cortante

	Valor	Descripción
E de Tierras EH	1.39 t	Emp Estático de Tierras
E sísmico E Pseis	1.9 t	Empuje Sísmico Pseis
E Sobrecarga LS	0.93 t	Emp por Sobrecarga Viva
Sumat Empujes	4.22 t	Sumat de Empujes = Vu diseño
Mom x E.Tierra EH	0.66 t-m	Mom x Emp de Tierras
Mom por Pseis	1.59 t-m	Mom por Fza Sísmica Pseis
Mom por LS	0.84 t-m	Mom x SobrecViva LS
Sumat Momentos	3.1 t-m	Sumat de Momentos = Mu diseño

Solicit para la Long Total del Muro



DISEÑO DE LA ZARPA DELANTERA O DEDO

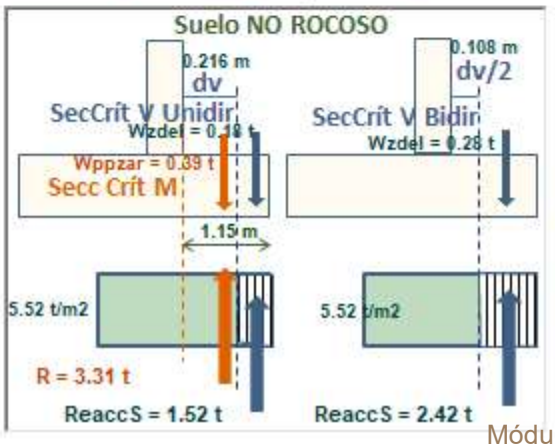
SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Evento Extremo I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | Diseño a Cortante

	Valor	Descripción
Pzardel	3.31 t	Carga Total Reacc Suelo Zarp Del
Wzardel	0.39 t	Carga Total por P.P. Zarpa Delant
Vu	1.34 t	Sumat Cargas:Cortante Ult Diseño
Mu x ReaccSue	0.66 t-m	Momento por Reacc Suelo
Mu x Wzarp	-0.08 t-m	Momento por P.P. Zarpa
Sumat Mu	0.58 t-m	Sumatoria Momentos. Mu diseño

Cargas para la Longitud Total del Estribo

Solicitaciones Básicas en la Zarpa Delantera



Diseño para Est Límite: Evento Extremo I

DISEÑO DE LA ZARPA TRASERA O TALÓN

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Evento Extremo I

Solicitaciones | **Diseño a Flexión** | Diseño a Cortante

	Valor	Simbología
Mu	4.606 t-m	Momento mayorado en la secc
K	63.438 t/m2	Mu/bd^2
m	17.647	fy/0.85f'c
Ro Calc	0.0017	Cuantía Acero de Diseño
As calc	5.623 cm2	Area Refuerzo Calculado Total
Ic	0.003 m4	Mom de Inercia de Sección Bruta
fr	33.132 kg/cm2	Módulo de Ruptura : 1.98(f'c)^1/2
Mcr	7.455 t-m	Mom Agrietamiento
Asmin(Mcr)	9.19 cm2	Acero para Mom_Agrietam.
1.33Ascal	7.478 cm2	Acero Calculado x 1.33
Acero Domina	7.478 cm2	As calc<AsMín(Mcr). Prima 1.33As
Arm Ppal Sug.	1 # 4 @ 0.2	Armad Ppal Real Propuesta
As real Coloc	9.501 cm2	Area de Acero Real Colocado
c	1.31 cm	Alt blq compr: AsFy/.85f'cBetab
εt	0.0426	0.003(dt-c)/c
Chequeo	et > 0.005	Phi OK
As RetracTemp	3.5 cm2/cara	2.33<=0.75bh /(2(b+h)Fy)<=12.7
Arm Retr Sug.	1 # 3 @ 0.25	Armad Retracc Propuesta

Diseño para la Longitud Total del Muro

DISEÑO DEL VÁSTAGO O PANTALLA

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Evento Extremo I

Solicitaciones | **Diseño a Flexión** | Diseño a Cortante

	Valor	Simbología
Mu	3.096 t-m	Momento mayorado en la secc
K	42.65 t/m2	Mu/bd^2
m	17.647	fy/0.85f'c
Ro Calc	0.0011	Cuantía Acero de Diseño
As calc	3.761 cm2	Area Refuerzo Calculado Total
Ic	0.003 m4	Mom de Inercia de Sección Bruta
fr	33.132 kg/cm2	Módulo de Ruptura : 1.98(f'c)^1/2
Mcr	7.455 t-m	Mom Agrietamiento
Asmin(Mcr)	9.19 cm2	Acero para Mom_Agrietam.
1.33Ascal	5.002 cm2	Acero Calculado x 1.33
Acero Domina	5.002 cm2	As calc<AsMín(Mcr). Prima 1.33As
Arm Ppal Sug.	1 # 4 @ 0.2	Armad Ppal Real Propuesta
As real Coloc	9.501 cm2	Area de Acero Real Colocado
c	1.31 cm	Alt blq compr: AsFy/.85f'cBetab
εt	0.0426	0.003(dt-c)/c
Chequeo	et > 0.005	Phi OK
As RetracTemp	3.5 cm2/cara	2.33<=0.75bh /(2(b+h)Fy)<=12.7
Arm Retr Sug.	1 # 3 @ 0.25	Armad Retracc Propuesta

Diseño para la Longitud Total del Muro

DISEÑO DE LA ZARPA DELANTERA O DEDO

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Evento Extremo I

Solicitaciones | **Diseño a Flexión** | Diseño a Cortante

	Valor	Simbología
Mu	0.585 t-m	Momento mayorado en la secc
K	8.054 t/m2	Mu/bd^2
m	17.647	fy/0.85f'c
Ro Calc	0.0002	Cuantía Acero de Diseño
As calc	0.704 cm2	Area Refuerzo Calculado Total
Ic	0.003 m4	Mom de Inercia de Sección Bruta
fr	33.132 kg/cm2	Módulo de Ruptura : 1.98(f'c)^1/2
Mcr	7.455 t-m	Mom Agrietamiento
Asmin(Mcr)	9.19 cm2	Acero para Mom_Agrietam.
1.33Ascal	0.937 cm2	Acero Calculado x 1.33
Acero Domina	0.937 cm2	As calc<AsMín(Mcr). Prima 1.33As
Arm Ppal Sug.	1 # 4 @ 0.2	Armad Ppal Real Propuesta
As real Coloc	9.501 cm2	Area de Acero Real Colocado
c	1.31 cm	Alt blq compr: AsFy/.85f'cBetab
εt	0.0426	0.003(dt-c)/c
Chequeo	et > 0.005	Phi OK
As RetracTemp	3.5 cm2/cara	2.33<=0.75bh /(2(b+h)Fy)<=12.7
Arm Retr Sug.	1 # 3 @ 0.25	Armad Retracc Propuesta

Diseño para la Longitud Total del Muro

Diseño para Est Límite: Evento Extremo I

DISEÑO DE LA ZARPA TRASERA O TALÓN

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Evento Extremo I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | **Diseño a Cortante**

	Valor	Simbología
dv1 0.9de	0.2 m	Profund efec de Cortante (a) Art 5.8.2.9
dv2 0.72h	0.22 m	Profund efec de Cortante (b) Art 5.8.2.9
dv dom	0.22 m	Prof efec de Cortante dominante
Phi	0.85	Fact de Res a Cort Art 5.5.4.2
Beta	2	Fact.Cap Concr Agr Diag Tracc y Cort
Vc	28.46 t	Vc=0.083Betaf'c^(1/2)bvdv Art 5.8.3.3-3
Vs	0	Vs =0 No Flejes
Vn	28.46 t	Vn = Vc Art 5.8.3.3-1
Vr	25.61 t	Vr = phi x Vn
Vu	7.8 t	Cortante Ult de Diseño
Chequeo	OK	Cortante OK

Diseño para la Longitud Total del Muro

DISEÑO DEL VÁSTAGO O PANTALLA

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Evento Extremo I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | **Diseño a Cortante**

	Valor	Simbología
dv1 0.9de	0.2 m	Profund efec de Cortante (a) Art 5.8.2.9
dv2 0.72h	0.22 m	Profund efec de Cortante (b) Art 5.8.2.9
dv dom	0.22 m	Prof efec de Cortante dominante
Phi	0.85	Fact de Res a Cort Art 5.5.4.2
Beta	2	Fact.Cap Concr Agr Diag Tracc y Cort
Vc	28.46 t	Vc=0.083Betaf'c^(1/2)bvdv Art 5.8.3.3-3
Vs	0	Vs =0 No Flejes
Vn	28.46 t	Vn = Vc Art 5.8.3.3-1
Vr	25.61 t	Cortante Resist Vr = phi x Vn
Vu	4.22 t	Cortante Ult de Diseño
Chequeo	OK	Cortante OK

Diseño para la Longitud Total del Muro

DISEÑO DE LA ZARPA DELANTERA O DEDO

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Evento Extremo I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | **Diseño a Cortante**

	Valor	Simbología
dv1 0.9de	0.2 m	Profund efec de Cortante (a) Art 5.8.2.9
dv2 0.72h	0.22 m	Profund efec de Cortante (b) Art 5.8.2.9
dv dom	0.22 m	Prof efec de Cortante dominante
Phi	0.9	Fact ResisCort Art 5.5.4.2 Concr Normal
Vs	0	Vs = 0 -->> No Flejes
		ACCIÓN EN UNA DIRECCIÓN
Beta	2	Fact.Cap Concr Agr Diag Tracc y Cort
Vc	28.46 t	Vc=0.083Betaf'c^(1/2)bvdv Art 5.8.3.3-3
Vn	28.46 t	Vn = Vc Art 5.8.3.3-1
Vr	25.61 t	Cortante Resist Vr = phi x Vn
Vu	1.34 t	Cortante Ult Diseño.SeccCrít: a dv cara
Chq1direcc	Vr>Vu:OK	Cort Una Direcc OK
		ACCIÓN EN DOS DIRECCIONES
Beta_c	6.944	Rel lado largo/corto rectáng aplic.carga
bo	3.43 m	bo = Perímetro de la Sección Crítica
Vc	85.33 t	(.17+.33/Betac)Sq(fc)bodv<.33Sq(fc)bodv
Vr	76.79 t	Cortante Resist Vr = phi x Vn Vn = Vc
Vu	2.13 t	Cortante Ult Dis. Secc Crít: dv/2 de cara
Ch.2Direcc	Vr>Vu:OK	Cort Dos Direcc OK
Ch.GLOBAL	Vr>Vu:OK	Cortante Global OK

Diseño para la Longitud Total del Muro

ENVOLVENTE DE DISEÑO DE LA ALETA

ENVOLVENTE DE DISEÑO DE LA ALETA

Armad Principal a Flexión | Chequeo a Cortante

Estado Límite	ZarDel.Abajo	ZarTras.Abajo	ZarTras.Arrib	Vást.CaraRellen
Servicio I	1 # 4 @ 0.2	-	1 # 4 @ 0.2	1 # 4 @ 0.2
Resistencia I	1 # 4 @ 0.2	-	1 # 4 @ 0.2	1 # 4 @ 0.2
Ev Extremo I	1 # 4 @ 0.2	-	1 # 4 @ 0.2	1 # 4 @ 0.2
Envolvente	**1 # 4 @ 0.2**	-	**1 # 4 @ 0.2**	**1 # 4 @ 0.2**

ENVOLVENTE DE DISEÑO DE LA ALETA

Armad Principal a Flexión | **Chequeo a Cortante**

Estado Límite	ZarDelant Vr / Vu	ZarTrasera Vr / Vu	Vástago Vr / Vu
Servicio I	23.2	9.66	8.66
Resistencia I	13.58	2.78	5.2
Ev Extremo I	19.05	3.28	5.74
Envolvente	**OK CORTE**	**OK CORTE**	**OK CORTE**

Constantes de Diseño para la Aleta

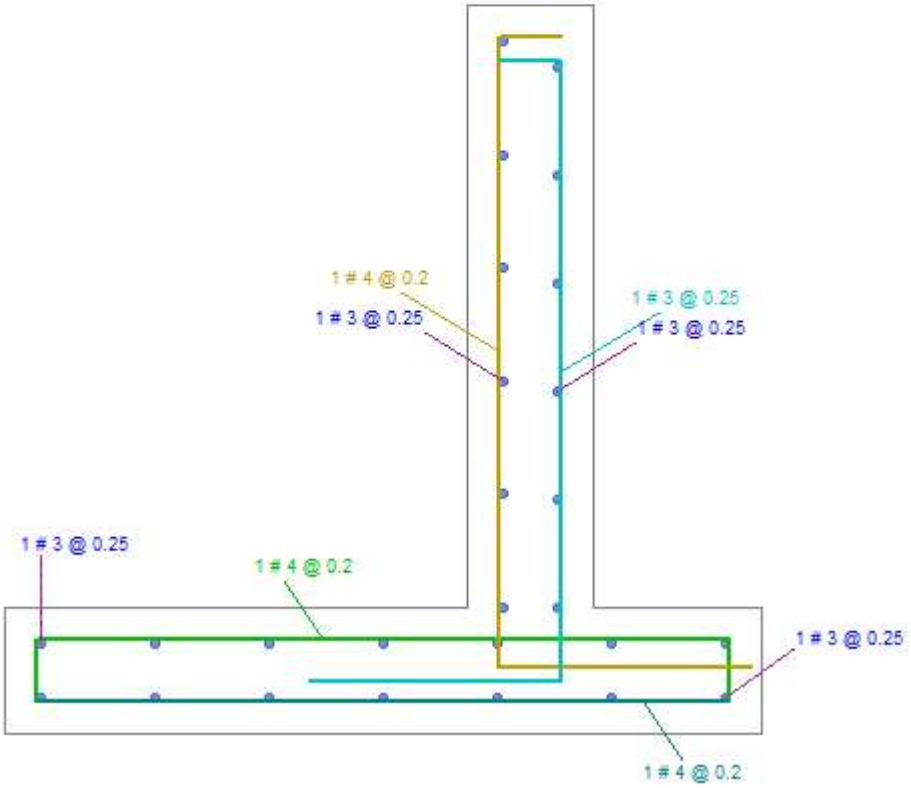
Resistencia del Concreto F'c (kg/cm2)	280
Límite de Fluencia del Acero, Fy (kg/cm2)	4200
Recubrim Concreto al Centroide Armad Principal (cm)	8
Usar Diámetro Varillas en milímetros o en pulgadas	pulg
Diámetro Mínimo a usar para Acero Principal, #	4
Diámetro Mínimo a usar para Acero Secundario, #	3
Separación Máxima Varillas Armadura Principal, (cm)	20

$$K = \frac{Mu}{bd^2} \qquad m = \frac{Fy}{0.85f'c}$$

Índice de Acero Rho:

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2mK}{\emptyset fy}}\right)$$

Detalles del Muro



Detalles del Muro en Vista Separada







DISEÑO DE BOX CULVERT TIPO 3

14. DISEÑO DE BOX CULVERT TIPO 3

El diseño se realizó modelando las paredes y la losa como un conjunto, y determinar las fuerzas y momentos internos en los elementos. La estructura se diseñó paso a paso con el objeto de conocer muy bien los efectos de diseño y, el diseño del Box Coulvert y aletas fue realizado utilizando el Programa de Puentes del Ingeniero Fernando Medina (*Ver Anexos Digitales*).

14.1. DISEÑO ESTRUCTURAL

14.1.1. Datos de Entrada

A continuación, se presenta los datos iniciales para realizar el diseño y la modelación de esta estructura:

DATOS DE ENTRADA		
Altura Total de la Estructura	2.25	**m**
Ancho Total de la Estructura	3.60	**m**
Espesor de la Losa Superior	0.40	**m**
Espesor de los Muros	0.30	**m**
Espesor de la Losa Inferior	0.35	**m**
Número de Celdas	1	
Longitud de la Estructura	8.00	**m**
Longitud de la Aleta	2.00	**m**
Espesor del Vástago de la Aleta	0.30	**m**
Espesor de la Zapata	0.35	**m**

Tabla 22. *Datos de Entrada para la modelación de la Estructura.*

En los anexos se presenta el diseño del Box Culvert descrito en esta memoria de cálculo digital.

14.1.2. Constantes de Diseño

A continuación, se presenta las constantes de diseño que se tuvieron en cuenta en la modelación de esta estructura:

CONSTANTES DE DISEÑO		
Resistencia a la Compresión del Concreto (f_c')	280	kg/cm^2
Resistencia a la Fluencia del Acero (f_y) – Barras Longitudinales	4200	kg/cm^2
Resistencia a la Fluencia del Acero (f_y) – Acero de Flejes	4200	kg/cm^2
ϕ varilla muros (Octavos de pulgada)	No. 3-4	
ϕ min. varilla losa (Octavos de pulgada)	No. 3-4	
Recubrimiento centroide de losa y lateral libre	7.50	cm
Camión de Diseño	CCP-14 COL	

Tabla 23. *Constantes de Diseño para la modelación de la Estructura.*

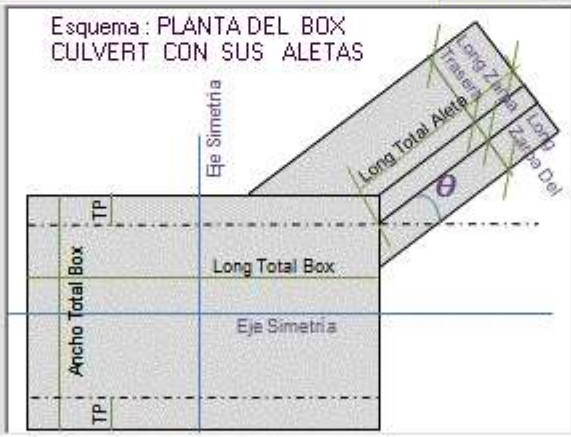
A continuación, se presentan los resultados del diseño de todas las estructuras que componen esta estructura (**Box Culvert Tipo 3**) utilizando el Programa de Puentes del Ingeniero Fernando Medina.

INFORMACIÓN GENERAL DEL BOX CULVERT

GEOMETRÍA ALCANTARILLA y GEOMETRÍA ALETAS

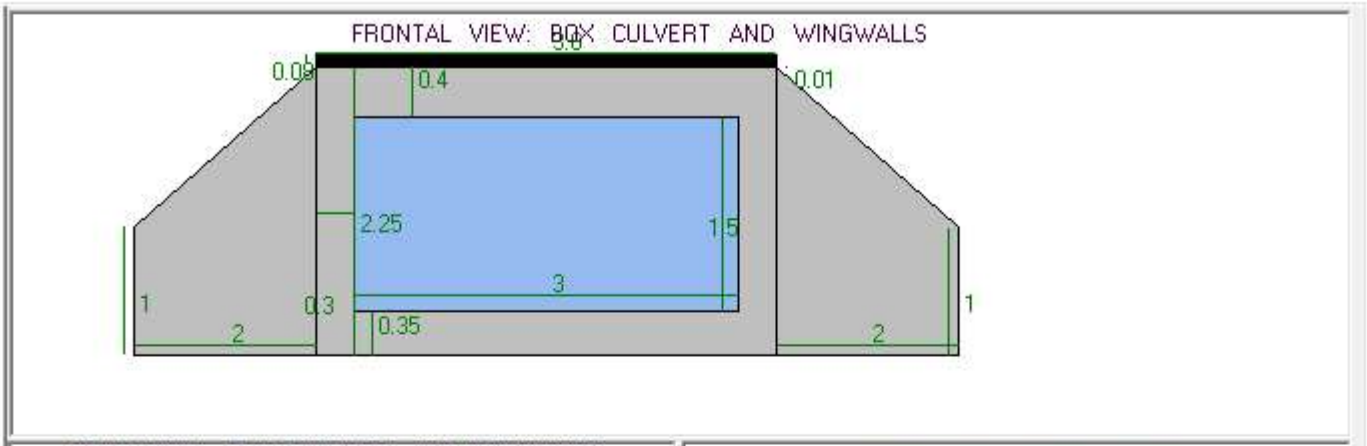
GEOMETRÍA DE LA ALCANTARILLA	
Ancho Total del Box (a bordes ext.), Lta (m)	3.6
Longitud Total Box (a bordes exter), Ltb (m)	8
Altura Total Box (a bordes ext), Ha (m)	2.25
Número de Celdas	1
Espesor Losa Superior ts (m)	0.4
Espesor Losa Inferior ti (m)	0.35
Espesor Paredes Verticales tp (m)	0.3
Espesor de Capa o Placa de Rodadura (m)	0.08
Dimensión de la Cartela (Igual en X e Y) (m)	0
GEOMETRÍA ALETAS (aplica para las cuatro)	
Longitud Total de la Aleta LTM (m)	2
Si Hrell es > 0, Altura Adicional de Aleta (m)	0
Altura Total en Extr Ext (menor), HLN (m)	1
Ángulo Box-Aleta en Planta, (grados)	45
Angulo Inclinación Talud Relleno (grados)	0
Ancho de Corona del Vástago, AC (m)	0.3
Proyección Trasera Vástago, BZ (m)	0
Proyección Delantera Vástago, BD (m)	0
Longitud Total de Zapata, Min 0.67H, LTZ (m)	2
Longitud de la Zarpa Delantera, LZD (m)	0.5
Espesor de la Zapata, Hzap (m)	0.35

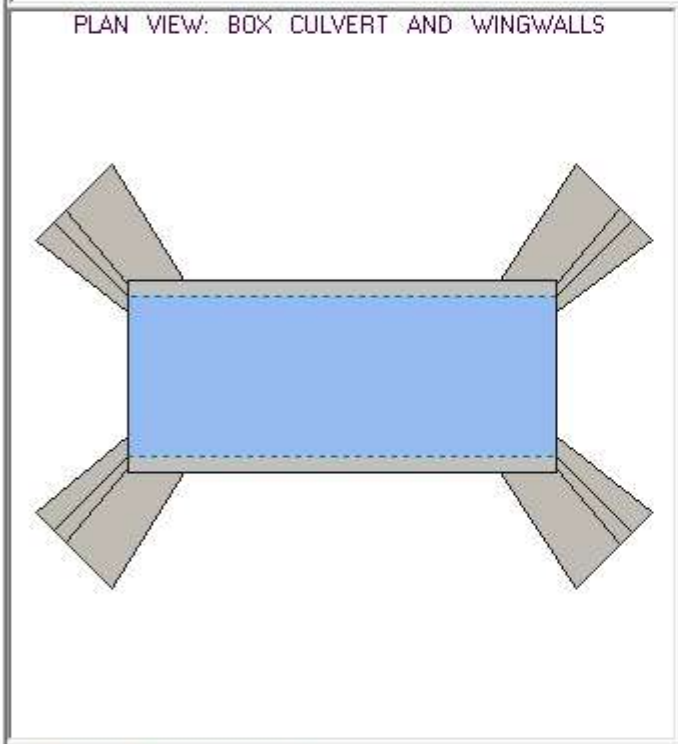
Esquema : PLANTA DEL BOX CULVERT CON SUS ALETAS

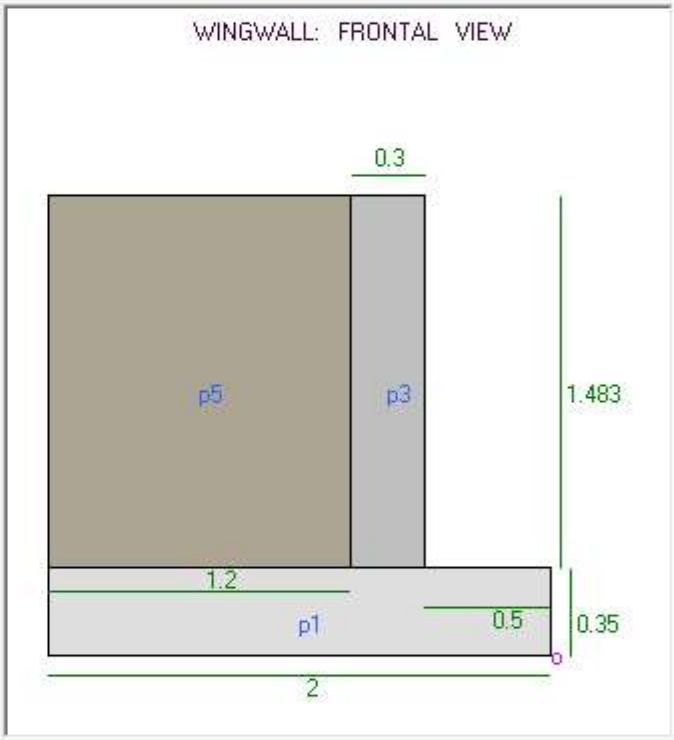


INFORMACIÓN GENERAL DEL BOX CULVERT

GEOMETRÍA ALCANTARILLA y GEOMETRÍA ALETAS







Información Complementaria

Altura del Relleno sobre el Box, Hrell (m)	0.01
Aleta: Sección en Estudio (a diseñar)	LTM/3

INFORMACIÓN GENERAL DEL BOX CULVERT

DATOS DEL SUELO Y EL RELLENO

DATOS DEL SUELO Y EL RELLENO

Resistencia Suelo E Lím de Resistencia(t/m2)	32.4
Resistencia Suelo E.Lím Evento Extrem (t/m2)	72
Resistencia Suelo Est.Lím de Servicio (t/m2)	72
Peso Especifico Suelo de Relleno (t/m3)	1.8
Áng Fricción Interna Suelo Relleno ϕ 'f (grads)	30
Áng Fricción Interna Suelo Cimentac ϕ 'f (grados)	30
Áng Fricc en interfase muro relleno δ (grados)	0
Altura Nivel Freático desde fondo zap, Hnf(m)	0
Tipo Empuje Horiz a considerar por el Relleno	Reposo

CONSTANTES SÍSMICAS

Coeficiente Aceleración Pico Horiz, PGA	0.15
Clase de Sitio (Clase de Suelo)	E

NORMA DE DISEÑO

Camión de Diseño: Utilizar la Norma	CCP14

Constantes de Diseño para el Box Culvert

Resistencia del Concreto F'c (kg/cm2)	280
Límite de Fluencia del Acero, Fy (kg/cm2)	4200
Recubrim Concreto al Centroide Armad Principal (cm)	7.5
Usar Diámetro Varillas en milímetros o en pulgadas	pulg
Diámetro Mínimo a usar para Acero Principal, #	4
Diámetro Mínimo a usar para Acero Secundario, #	3
Separación Máxima Varillas Armadura Principal, (cm)	20

Constantes de Diseño para las Aletas

Resistencia del Concreto F'c (kg/cm2)	280
Límite de Fluencia del Acero, Fy (kg/cm2)	4200
Recubrim Concreto al Centroide Armad Principal (cm)	7.5
Usar Diámetro Varillas en milímetros o en pulgadas	pulg
Diámetro Mínimo a usar para Acero Principal, #	4
Diámetro Mínimo a usar para Acero Secundario, #	3
Separación Máxima Varillas Armadura Principal, (cm)	20

Considerar 14/fy como Rho mínimo (sugerido SÍ)	NO

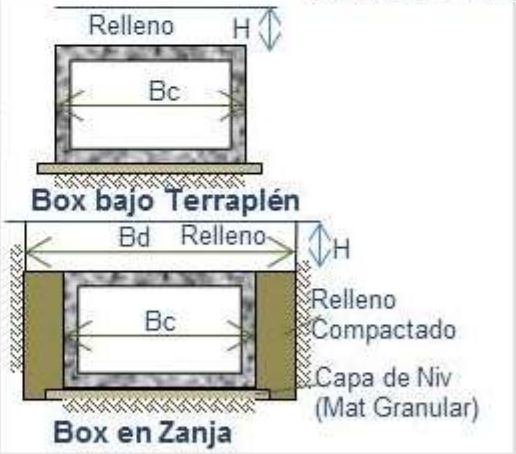
CONSTANTES PARA MODIFICACIÓN DE LAS CARGAS DE SUELO, CONSIDERANDO INTERACCIÓN SUELO ESTRUCTURA

(AASHTO CCP14 Art 12.11.2.2)

Tipo de Box (según condiciones de relleno)	Bajo Terraplén
Ancho Horizontal de la Zanja Bd (= Bc para terrapl)	7
Coeficiente Kmiu, según material del relleno	0.14
Relleno Compactado a lo largo de los laterales del box	No Compactado

Valores Sugeridos de Kmiu (Fig 12.11.2.2.1-3)

Kmiu = 0.1924 para materiales granulares no cohesivos
Kmiu = 0.165 máx. para arena y grava
kmiu = 0.150 para capa vegetal saturada
kmiu = 0.130 máx. normal para arcilla
kmiu = 0.110 arcilla saturada



SOLICITACIONES BÁSICAS DEL BOX CULVERT: DC, DW, EH, EV, LS

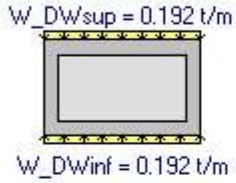
CARGAS

CARGA MUERTA DC



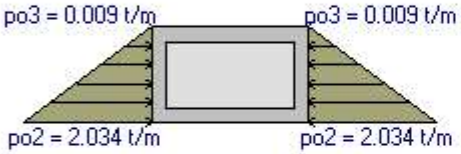
Ítem	Carga (t/m)	Descripción
W DC_sup	0.96	P.P de la Losa Superior del Box
W DC_cartelas	0	(P.P de las Cartelas) / Ancho Box
W DC_x muros	0.6	(P.P de Muros Box) / Ancho Box
W DC_inf	2.4	Carga sobre Losa Inferior por DC

CARGA MUERTA DW



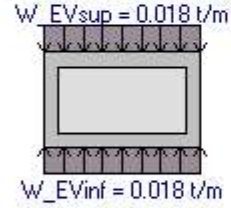
Ítem	Carga (t/m)	Descripción
W DW_sup	0.192	Carga Losa Sup por C.Rodadura
W DW_inf	0.192	Carga Losa Inf por C.Rodadura

EMPUJE DE TIERRAS EH



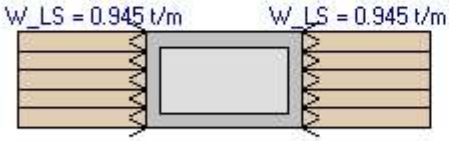
Ítem	W (t/m/m)	Descripción
p01	2.034	p01 = Ko x Pvolsueloseco x H1+ p03
p03	0.009	p03 = Ko x Pvolsueloseco x HR
p02	2.034	p02 = Ko x Pvolsuelosumerg x HNF+p01
p Eagua	0	P.unit agua x H nivel freático

PRESIÓN VERTICAL SUELO RELLENO EV



Ítem	Valor	Descripción
Box.Tip	Bajo Terraplén	Tipo de Box según manejo del Rell
Bc	3.6 m	Ancho Horizontal del Box
Kmiu	-	Coef función del Material del Relleno
H	0.01 m	Profundidad del Relleno sobre el Box
Cd	-	Coef función de Kmiu, H y Bc o Bd
Fe	1 <= 1.4 -> 1	1+ 0.20 x H / Bc
Ft	-	(Cd x Bd^2) / H / Bc <= Fe
EVsup	0.018 t/m	EVsup= Ft x GammaS x H (/ml box)

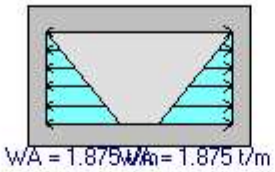
SOBRECARGA VIVA LS



Ítem	Valor	Descripción
Ko	0.5	Coef. Presion de Reposo del Suelo
PesoVol_s	1.8 t/m3	Peso Unitario Total del Suelo
H_box	2.25 m	Altura Total del Box Culvert
h_eq	1.05 m	Alt Equiv de suelo para C.Vehicular
Delta_p	0.945 t/m	Presión cte.horiz suelo x sobrec CV

CARGAS

CARGA DE AGUA WA



CARGA DE AGUA

Ítem	Valor	Descripción
Alt Agua	1.875 m	Altura de Agua actuante
Wagua_WA	1.875 t/m	Presión de Agua (box lleno)

Consideraciones:

El Art. 3.7.1 de AASHTO y CCP-14 exige considerar el caso donde el box esté lleno de agua así como el estado donde el box esté vacío

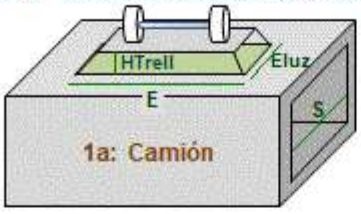
CARGAS

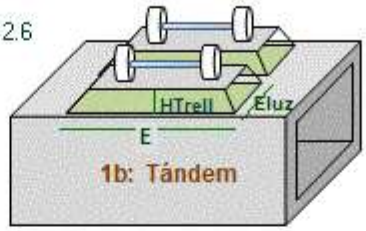
CARGA VIVA LL+Imp . Teoría

AASHTO y CCP-14 Art 4.6.2.10

Caso 1. Altura de Relleno HR < 0.6

Art 3.6.1.2.6





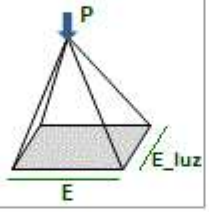
Distribución de la Carga de Eje . HR < 0.60 m

E = 0.244+0.12S

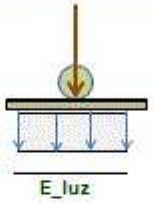
E_luz = LT + LLDF(H)

LLDF = 1.15 LT = 0.254 m

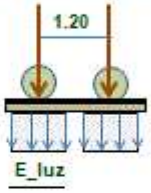
H = HR + esp pavimento



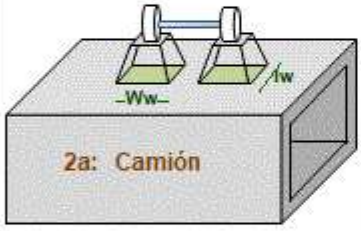
1a: Domina el Camión

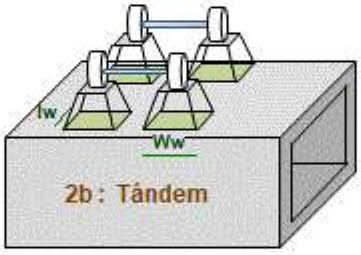


1b: Domina el Tándem



Caso 2. Altura de Relleno HR >= 0.6 m SIN Traslapo





(•) Sin Traslapo

( ) Con Traslapo

H= Hrell+esp pav

l_t= 0.254 m

$LLDF$ = 1.15

S_a= 1.20 ó 4.30 m

S_w= 1.828 m

w_t= 0.508 m

Distribución de la Carga de Eje . HR >= 0.60 m

A_{LL} = Área de Distr de la Carga de Eje a la Prof H $A_{LL} = l_w w_w$

Cálculo de w_w

$H_{int-t} = \frac{s_w - w_t - 0.06 D_i}{LLDF}$

$Si\ H < H_{int-t}$

$w_w = w_t + LLDF(H) - 0.06 D_i$

$Si\ H \geq H_{int-t}$

$w_w = w_t + s_w + LLDF(H) - 0.06 D_i$

Cálculo de l_w

$H_{int-p} = \frac{s_a - l_t}{LLDF}$

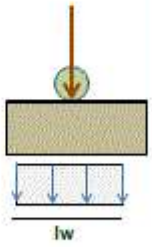
$Si\ H < H_{int-p}$

$l_w = l_t + LLDF(H)$

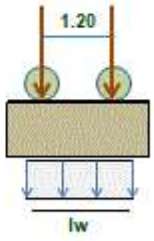
$Si\ H \geq H_{int-p}$

$l_w = l_t + s_a + LLDF(H)$

2a: Domina el Camión



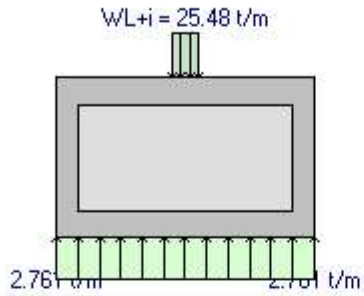
2b: Domina el Tándem



CÁLCULO DE LAS SOLICITACIONES BÁSICAS : CARGA VIVA L + i

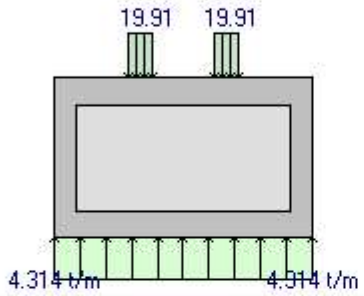
Solicitaciones Críticas por Cargas Vivas

CARGA VIVA LL+I . POSICIÓN CRÍTICA 1: CAMIÓN



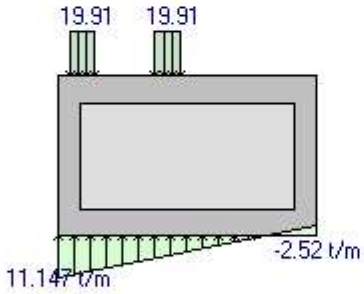
Ítem	Valor	Descripción
Carga Q	15.984 t/m	Carga Distribuida Equivalente
Fact Imp. IM	32.865 %	Factor Dinámico de Impacto
Factor m	1.2	Factor de Presencia Múltiple
Carga W	25.485 t/m	Carga Distrib. Equiv. Efectiva
L.Carga lw	0.358 m	Longitud lw de la Carga(s) W
Brazo a1	1.471 m	Brazo.Aplicac a1 de Carga W
Brazo a2	- . No aplica	Brazo.de Aplc a2 (si aplica)
Carga S1	2.761 t/m	Carga de Reacción Máxima
Carga S2	2.761 t/m	Carga de Reacción Mínima

CARGA VIVA LL+I . POSICION CRÍTICA 2: TÁNDEM



Ítem	Valor	Descripción
Carga Q	12.488 t/m	Carga Distribuida Equivalente
Fact Imp. IM	32.865 %	Factor Dinámico de Impacto
Factor m	1.2	Factor de Presencia Múltiple
Carga W	19.91 t/m	Carga Distrib. Equiv. Efectiva
L.Carga lw	0.358 m	Longitud lw de la Carga(s) W
Brazo a1	0.871 m	Brazo.Aplicac a1 de Carga W
Brazo a2	2.071 m	Brazo.de Aplc a2 (si aplica)
Carga S1	4.314 t/m	Carga de Reacción Máxima
Carga S2	4.314 t/m	Carga de Reacción Mínima

CARGA VIVA LL+I . POSICION CRÍTICA 3 . MÁX CORTANTE



Ítem	Valor	Descripción
Carga Q	12.488 t/m	Carga Distribuida Equivalente
Fact Imp. IM	32.865 %	Factor Dinámico de Impacto
Factor m	1.2	Factor de Presencia Múltiple
Carga W	19.91 t/m	Carga Distrib. Equiv. Efectiva
L.Carga lw	0.358 m	Longitud lw de la Carga(s) W
Brazo a1	0 m	Brazo.Aplicac a1 de Carga W
Brazo a2	1.2 m	Brazo.de Aplc a2 (si aplica)
Carga S1	11.147 t/m	Carga de Reacción Máxima
Carga S2	-2.52 t/m	Carga de Reacción Mínima

CHEQUEO DE ESFUERZOS EN EL SUELO

CHEQUEO DE ESFUERZOS EN EL SUELO

ESTADO DE CARGA	ESFZO SUELO t/m2
Carga Muerta y Acc DC	2.4
Carga Pavimento DW	0.19
Presión Vert Rellen EV	0.02
Presión Peso Agua WA	1.25
Carga Viva+Imp L+i	11.15

ESTADO LÍMITE DE RESISTENCIA

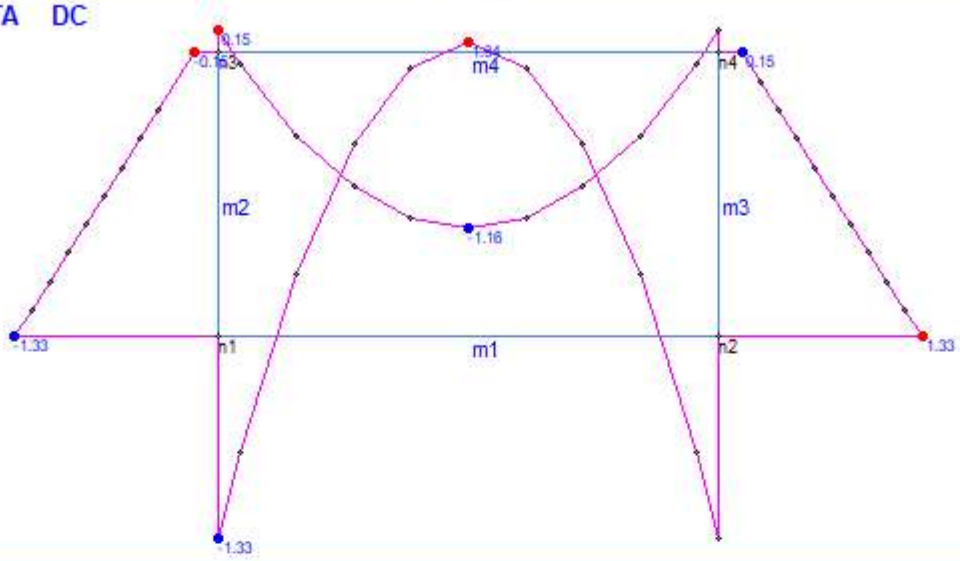
1.25(DC) + 1.50(DW) + 1.35(EV) + 1.0(WA) + 1.75(L+I)

Esfuerzo Actuante	24.07 t/m2
Resist Suelo E.Lím de Resistencia	32.4 t/m2
Diagnóstico	Cumple OK

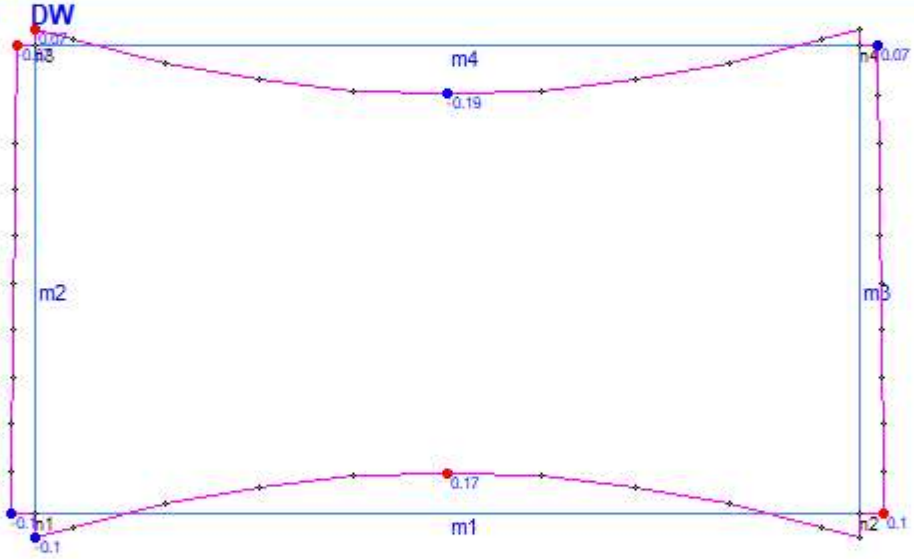
Análisis del Box para los Estado Básicos de Cargas

Diseño

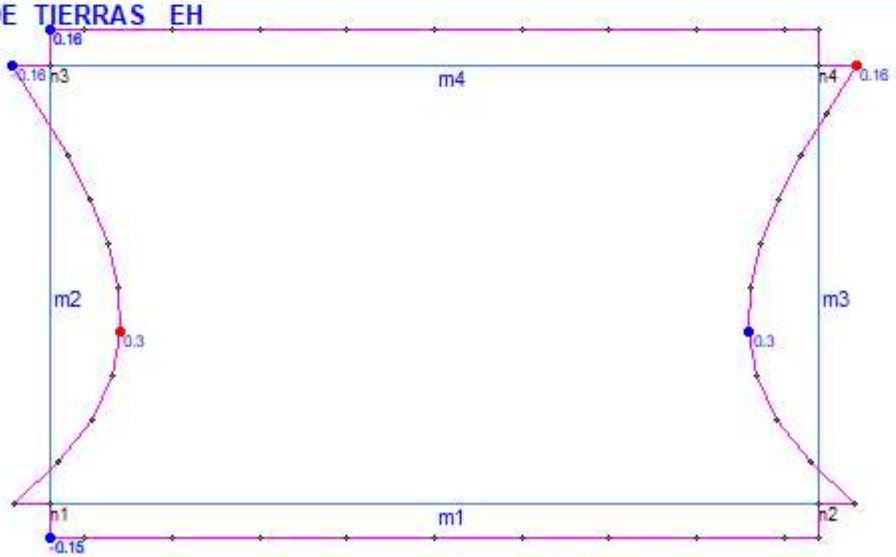
CARGA MUERTA DC



CARGA MUERTA DW



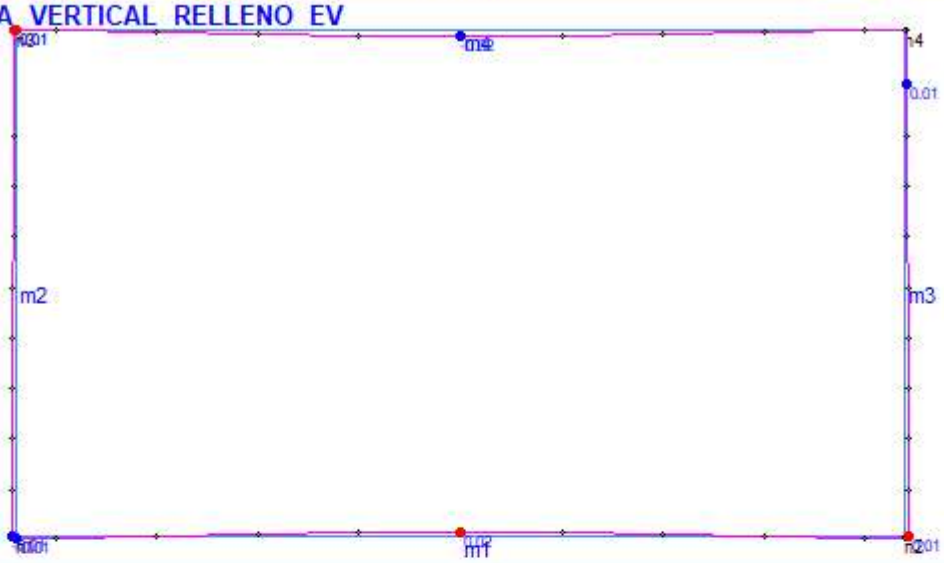
CARGA EMPUJE DE TIERRAS EH



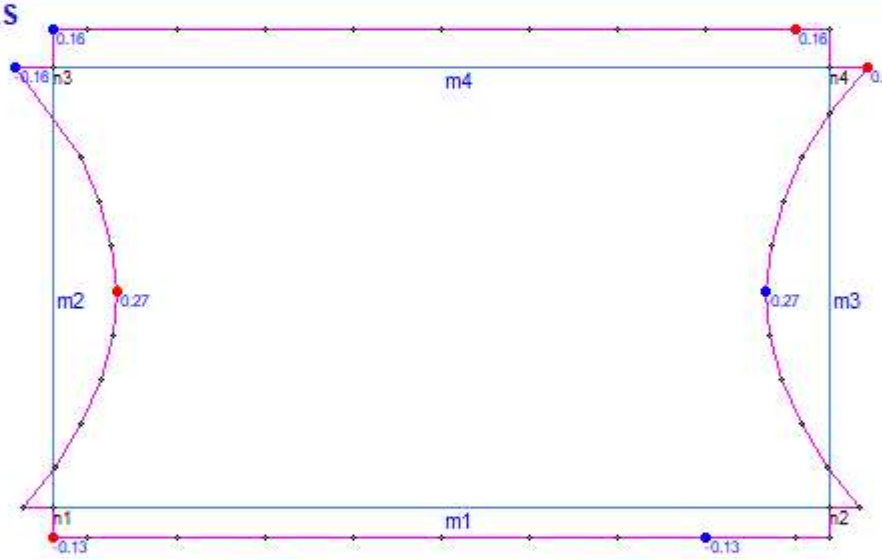
Análisis del Box para los Estado Básicos de Cargas

Diseño

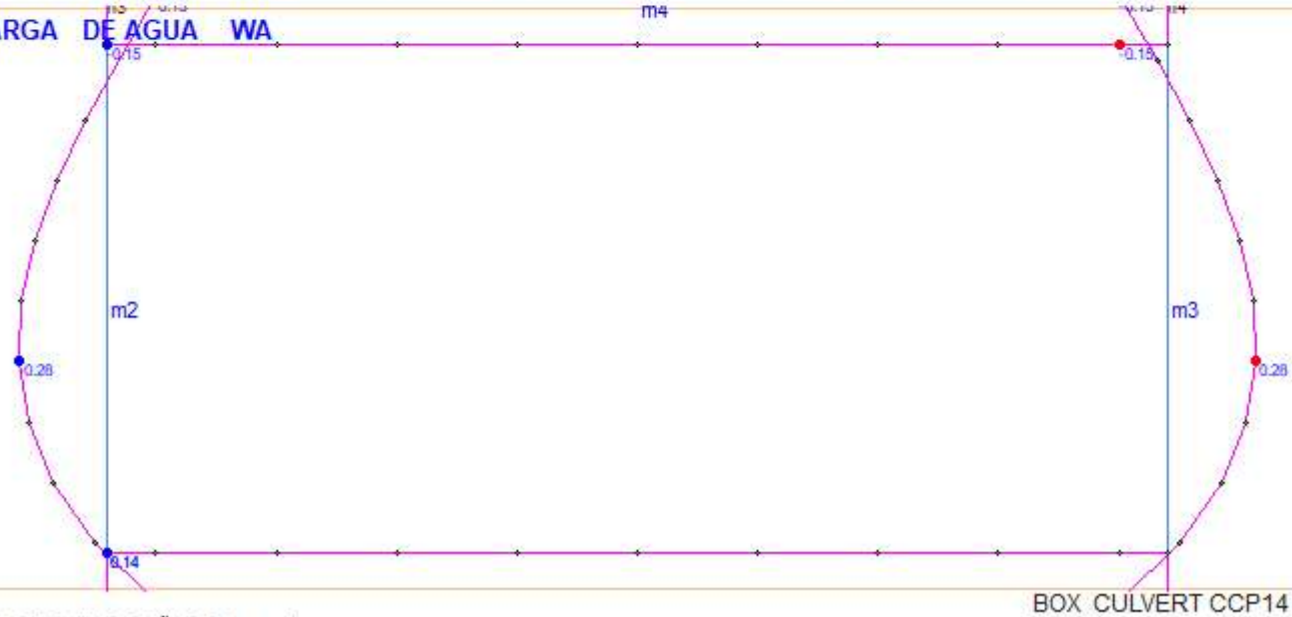
PRESIÓN CARGA VERTICAL RELLENO EV



SOBRECARGA LS



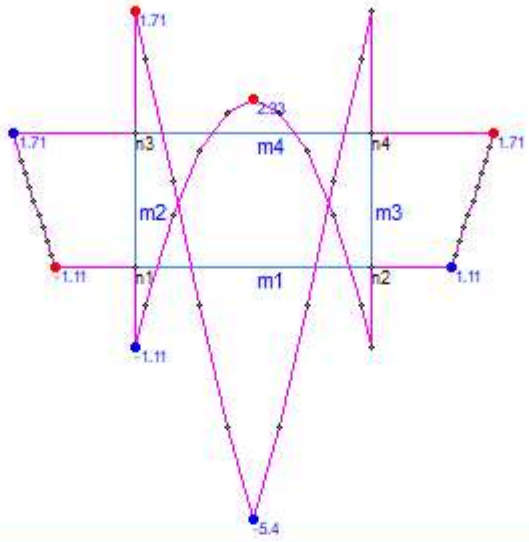
CARGA DE AGUA WA



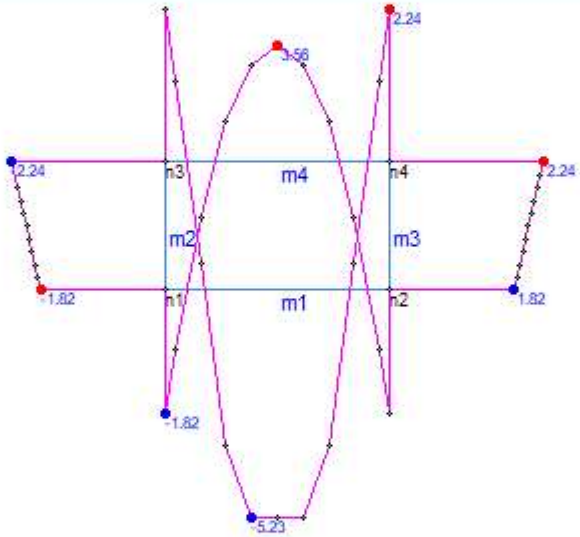
Análisis del Box para los Estado Básicos de Cargas

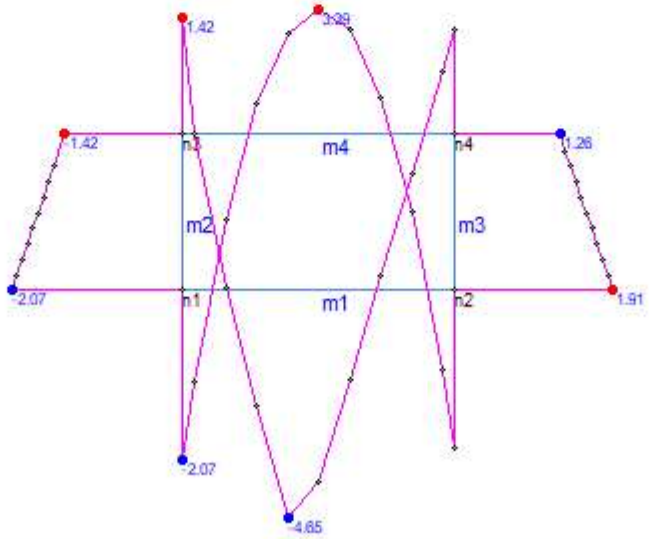
Diseño

CARGA VIVA L+ I : CAMIÓN



CARGA VIVA L + I : TÁNDEM





EFUERZOS FINALES DE MIEMBROS

CARGA MUERTA DC

Miembro	Nudo	F Axial (t)	Cortante (t)	Mom (t-m)
m1	1	0	-3.96	-1.33
	2	0	-3.96	1.33
m2	1	1.58	0.63	1.33
	3	-1.58	-0.63	-0.15
m3	2	1.58	-0.63	-1.33
	4	-1.58	0.63	0.15
m4	3	-0.63	1.58	0.15
	4	0.63	1.58	-0.15

EFUERZOS FINALES DE MIEMBROS

CARGA MUERTA DW

Miembro	Nudo	F Axial (t)	Cortante (t)	Mom (t-m)
m1	1	0	-0.32	-0.1
	2	0	-0.32	0.1
m2	1	0.32	0.01	0.1
	3	-0.32	-0.01	-0.07
m3	2	0.32	-0.01	-0.1
	4	-0.32	0.01	0.07
m4	3	-0.01	0.32	0.07
	4	0.01	0.32	-0.07

EFUERZOS FINALES DE MIEMBROS

CARGA EMPUJE DE TIERRAS EH

Miembro	Nudo	F Axial (t)	Cortante (t)	Mom (t-m)
m1	1	0	0	-0.15
	2	0	0	0.15
m2	1	0	1.27	0.15
	3	0	0.65	-0.16
m3	2	0	-1.27	-0.15
	4	0	-0.65	0.16
m4	3	0.65	0	0.16
	4	-0.65	0	-0.16

EFUERZOS FINALES DE MIEMBROS

PRESIÓN CARGA VERTICAL RELLENO EV

Miembro	Nudo	F Axial (t)	Cortante (t)	Mom (t-m)
m1	1	0	-0.03	-0.01
	2	0	-0.03	0.01
m2	1	0.03	0	0.01
	3	-0.03	0	-0.01
m3	2	0.03	0	-0.01
	4	-0.03	0	0.01
m4	3	0	0.03	0.01
	4	0	0.03	-0.01

EFUERZOS FINALES DE MIEMBROS

SOBRECARGA LS

Miembro	Nudo	F Axial (t)	Cortante (t)	Mom (t-m)
m1	1	0	0	-0.13
	2	0	0	0.13
m2	1	0	0.87	0.13
	3	0	0.9	-0.16
m3	2	0	-0.87	-0.13
	4	0	-0.9	0.16
m4	3	0.9	0	0.16
	4	-0.9	0	-0.16

EFUERZOS FINALES DE MIEMBROS

CARGA DE AGUA WA

Miembro	Nudo	F Axial (t)	Cortante (t)	Mom (t-m)
m1	1	0	0	0.14
	2	0	0	-0.14
m2	1	0	-1.17	-0.14
	3	0	-0.59	0.15
m3	2	0	1.17	0.14
	4	0	0.59	-0.15
m4	3	-0.59	0	-0.15
	4	0.59	0	0.15

Momentos Interiores en cada Miembro

CARGA MUERTA DC

Miembro	Posic.(m)	M (t-m)
m1	0	-1.33
m1	0.15	-0.76
m1	0.525	0.42
m1	0.9	1.26
m1	1.275	1.77
m1	1.65	1.94
m1	2.025	1.77
m1	2.4	1.26
m1	2.775	0.42
m1	3.15	-0.76
m1	3.3	-1.33
m2	0	-1.33
m2	0.175	-1.22
m2	0.362	-1.1
m2	0.55	-0.98
m2	0.738	-0.86
m2	0.925	-0.75
m2	1.112	-0.63
m2	1.3	-0.51
m2	1.488	-0.39
m2	1.875	-0.15
m2	1.875	-0.15
m3	0	1.33
m3	0.175	1.22
m3	0.362	1.1
m3	0.55	0.98
m3	0.738	0.86
m3	0.925	0.75
m3	1.112	0.63
m3	1.3	0.51
m3	1.488	0.39
m3	1.675	0.27
m3	1.875	0.15
m4	0	0.15
m4	0.15	-0.08
m4	0.525	-0.55
m4	0.9	-0.89
m4	1.275	-1.09
m4	1.65	-1.16
m4	2.025	-1.09
m4	2.4	-0.89
m4	2.775	-0.55
m4	3.15	-0.08
m4	3.3	0.15

Momentos Interiores en cada Miembro

CARGA MUERTA DW

Miembro	Posic.(m)	M (t-m)
m1	0	-0.1
m1	0.15	-0.05
m1	0.525	0.04
m1	0.9	0.11
m1	1.275	0.15
m1	1.65	0.17
m1	2.025	0.15
m1	2.4	0.11
m1	2.775	0.04
m1	3.15	-0.05
m1	3.3	-0.1
m2	0	-0.1
m2	0.175	-0.09
m2	0.362	-0.09
m2	0.55	-0.09
m2	0.738	-0.09
m2	0.925	-0.08
m2	1.112	-0.08
m2	1.3	-0.08
m2	1.488	-0.07
m2	1.875	-0.07
m2	1.875	-0.07
m3	0	0.1
m3	0.175	0.09
m3	0.362	0.09
m3	0.55	0.09
m3	0.738	0.09
m3	0.925	0.08
m3	1.112	0.08
m3	1.3	0.08
m3	1.488	0.07
m3	1.675	0.07
m3	1.875	0.07
m4	0	0.07
m4	0.15	0.02
m4	0.525	-0.07
m4	0.9	-0.14
m4	1.275	-0.18
m4	1.65	-0.19
m4	2.025	-0.18
m4	2.4	-0.14
m4	2.775	-0.07
m4	3.15	0.02
m4	3.3	0.07

Momentos Interiores en cada Miembro

CARGA EMPUJE DE TIERRAS EH

Miembro	Posic.(m)	M (t-m)
m1	0	-0.15
m1	0.15	-0.15
m1	0.525	-0.15
m1	0.9	-0.15
m1	1.275	-0.15
m1	1.65	-0.15
m1	2.025	-0.15
m1	2.4	-0.15
m1	2.775	-0.15
m1	3.15	-0.15
m1	3.3	-0.15
m2	0	-0.15
m2	0.175	0.04
m2	0.362	0.18
m2	0.55	0.27
m2	0.738	0.3
m2	0.925	0.3
m2	1.112	0.25
m2	1.3	0.18
m2	1.488	0.08
m2	1.875	-0.16
m2	1.875	-0.16
m3	0	0.15
m3	0.175	-0.04
m3	0.362	-0.18
m3	0.55	-0.27
m3	0.738	-0.3
m3	0.925	-0.3
m3	1.112	-0.25
m3	1.3	-0.18
m3	1.488	-0.08
m3	1.675	0.03
m3	1.875	0.16
m4	0	0.16
m4	0.15	0.16
m4	0.525	0.16
m4	0.9	0.16
m4	1.275	0.16
m4	1.65	0.16
m4	2.025	0.16
m4	2.4	0.16
m4	2.775	0.16
m4	3.15	0.16
m4	3.3	0.16

Momentos Interiores en cada Miembro

PRESIÓN CARGA VERTICAL RELLENO EV

Miembro	Posic.(m)	M (t-m)
m1	0	-0.01
m1	0.15	0
m1	0.525	0
m1	0.9	0.01
m1	1.275	0.01
m1	1.65	0.02
m1	2.025	0.01
m1	2.4	0.01
m1	2.775	0
m1	3.15	0
m1	3.3	-0.01
m2	0	-0.01
m2	0.175	-0.01
m2	0.362	-0.01
m2	0.55	-0.01
m2	0.738	-0.01
m2	0.925	-0.01
m2	1.112	-0.01
m2	1.3	-0.01
m2	1.488	-0.01
m2	1.875	-0.01
m2	1.875	-0.01
m3	0	0.01
m3	0.175	0.01
m3	0.362	0.01
m3	0.55	0.01
m3	0.738	0.01
m3	0.925	0.01
m3	1.112	0.01
m3	1.3	0.01
m3	1.488	0.01
m3	1.675	0.01
m3	1.875	0.01
m4	0	0.01
m4	0.15	0
m4	0.525	-0.01
m4	0.9	-0.01
m4	1.275	-0.02
m4	1.65	-0.02
m4	2.025	-0.02
m4	2.4	-0.01
m4	2.775	-0.01
m4	3.15	0
m4	3.3	0.01

Momentos Interiores en cada Miembro

SOBRECARGA LS

Miembro	Posic.(m)	M (t-m)
m1	0	-0.13
m1	0.15	-0.13
m1	0.525	-0.13
m1	0.9	-0.13
m1	1.275	-0.13
m1	1.65	-0.13
m1	2.025	-0.13
m1	2.4	-0.13
m1	2.775	-0.13
m1	3.15	-0.13
m1	3.3	-0.13
m2	0	-0.13
m2	0.175	0.01
m2	0.362	0.12
m2	0.55	0.21
m2	0.738	0.25
m2	0.925	0.27
m2	1.112	0.25
m2	1.3	0.2
m2	1.488	0.12
m2	1.875	-0.16
m2	1.875	-0.16
m3	0	0.13
m3	0.175	-0.01
m3	0.362	-0.12
m3	0.55	-0.21
m3	0.738	-0.25
m3	0.925	-0.27
m3	1.112	-0.25
m3	1.3	-0.2
m3	1.488	-0.12
m3	1.675	0
m3	1.875	0.16
m4	0	0.16
m4	0.15	0.16
m4	0.525	0.16
m4	0.9	0.16
m4	1.275	0.16
m4	1.65	0.16
m4	2.025	0.16
m4	2.4	0.16
m4	2.775	0.16
m4	3.15	0.16
m4	3.3	0.16

Momentos Interiores en cada Miembro

CARGA DE AGUA WA

Miembro	Posic.(m)	M (t-m)
m1	0	0.14
m1	0.15	0.14
m1	0.525	0.14
m1	0.9	0.14
m1	1.275	0.14
m1	1.65	0.14
m1	2.025	0.14
m1	2.4	0.14
m1	2.775	0.14
m1	3.15	0.14
m1	3.3	0.14
m2	0	0.14
m2	0.175	-0.04
m2	0.362	-0.17
m2	0.55	-0.25
m2	0.738	-0.28
m2	0.925	-0.27
m2	1.112	-0.23
m2	1.3	-0.16
m2	1.488	-0.07
m2	1.875	0.15
m2	1.875	0.15
m3	0	-0.14
m3	0.175	0.04
m3	0.362	0.17
m3	0.55	0.25
m3	0.738	0.28
m3	0.925	0.27
m3	1.112	0.23
m3	1.3	0.16
m3	1.488	0.07
m3	1.675	-0.03
m3	1.875	-0.15
m4	0	-0.15
m4	0.15	-0.15
m4	0.525	-0.15
m4	0.9	-0.15
m4	1.275	-0.15
m4	1.65	-0.15
m4	2.025	-0.15
m4	2.4	-0.15
m4	2.775	-0.15
m4	3.15	-0.15
m4	3.3	-0.15

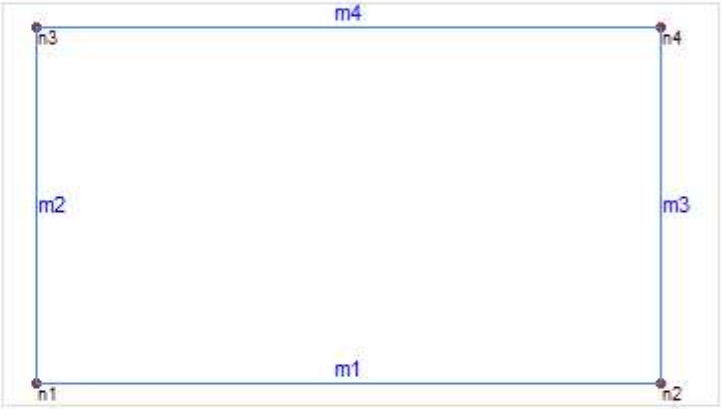
Momentos Interiores en cada Miembro

ESTADO LÍMITE DE RESISTENCIA Ia

Máx Carga Vertical y Máx Carga Horizontal

1.25(DC)+1.50(DW)+1.35(EV)+1.75(L+I)+1.5(EH)+1.75(LS)

Miembro	Posic.(m)	Mom Mu(t-m)
m1	0	-5.46
m1	0.15	-3.04
m1	0.525	2
m1	0.9	5.59
m1	1.275	7.75
m1	1.65	8.47
m1	2.025	7.75
m1	2.4	5.59
m1	2.775	2
m1	3.15	-3.04
m1	3.3	-5.46
m2	0	-5.46
m2	0.188	-4.85
m2	0.375	-4.36
m2	0.562	-4.01
m2	0.75	-3.79
m2	0.938	-3.7
m2	1.125	-3.72
m2	1.312	-3.84
m2	1.5	-4.06
m2	1.688	-4.74
m2	1.875	-4.74
m3	0	5.46
m3	0.188	4.85
m3	0.375	4.36
m3	0.562	4.01
m3	0.75	3.79
m3	0.938	3.7
m3	1.125	3.72
m3	1.312	3.84
m3	1.5	4.06
m3	1.688	4.35
m3	1.875	4.74
m4	0	4.74
m4	0.15	2.52
m4	0.525	-2.9
m4	0.9	-8.09
m4	1.275	-10.29
m4	1.65	-10.69
m4	2.025	-10.29
m4	2.4	-8.09
m4	2.775	-2.9
m4	3.15	2.52
m4	3.3	4.74

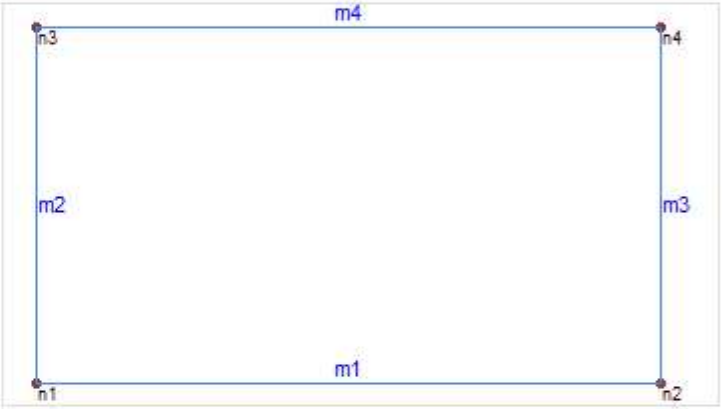


Momentos Interiores en cada Miembro

ESTADO LÍMITE DE RESISTENCIA Ia — **Máx Carga Vertical y Máx Carga Horizontal**

1.25(DC)+1.50(DW)+1.35(EV)+1.75(L+I)+1.5(EH)+1.75(LS)

Miembro	Posic.(m)	Mom Mu(t-m)



Momentos Interiores en cada Miembro

ESTADO LÍMITE DE RESISTENCIA Ib

Máxima Carga Vertical y Mínima Carga Horizontal

1.25(DC)+1.5(DW)+1.35(EV)+1.75(L+I)+1.0(WA)+0.9(EH)+1.75(LS)

Miembro	Posic.(m)	Mom Mu(t-m)
m1	0	-5.23
m1	0.15	-2.81
m1	0.525	2.23
m1	0.9	5.82
m1	1.275	7.98
m1	1.65	8.7
m1	2.025	7.98
m1	2.4	5.82
m1	2.775	2.23
m1	3.15	-2.81
m1	3.3	-5.23
m2	0	-5.23
m2	0.188	-4.92
m2	0.375	-4.64
m2	0.562	-4.42
m2	0.75	-4.26
m2	0.938	-4.15
m2	1.125	-4.1
m2	1.312	-4.11
m2	1.5	-4.18
m2	1.688	-4.5
m2	1.875	-4.5
m3	0	5.23
m3	0.188	4.92
m3	0.375	4.64
m3	0.562	4.42
m3	0.75	4.26
m3	0.938	4.15
m3	1.125	4.1
m3	1.312	4.11
m3	1.5	4.18
m3	1.688	4.3
m3	1.875	4.5
m4	0	4.5
m4	0.15	2.27
m4	0.525	-3.14
m4	0.9	-8.33
m4	1.275	-10.53
m4	1.65	-10.93
m4	2.025	-10.53
m4	2.4	-8.33
m4	2.775	-3.14
m4	3.15	2.27
m4	3.3	4.5



Momentos Interiores en cada Miembro

ESTADO LÍMITE DE RESISTENCIA Ib — **Máxima Carga Vertical y Mínima Carga Horizontal**

1.25(DC)+1.5(DW)+1.35(EV)+1.75(L+I)+1.0(WA)+0.9(EH)+1.75(LS)

Miembro	Posic.(m)	Mom Mu(t-m)

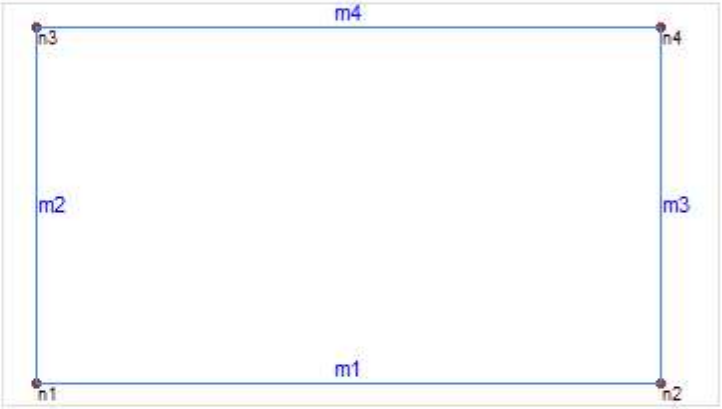


Momentos Interiores en cada Miembro

ESTADO LÍMITE DE RESISTENCIA Ic — **Mín. Carga Vertical y Máx. Carga Horizontal**

0.9(DC)+0.65(DW)+1.0(EV)+0.9(EH)+1.75(LS)

Miembro	Posic.(m)	Mom Mu(t-m)
m1	0	-5.59
m1	0.15	-3.17
m1	0.525	1.86
m1	0.9	5.46
m1	1.275	7.62
m1	1.65	8.34
m1	2.025	7.62
m1	2.4	5.46
m1	2.775	1.86
m1	3.15	-3.17
m1	3.3	-5.59
m2	0	-5.59
m2	0.188	-4.86
m2	0.375	-4.25
m2	0.562	-3.81
m2	0.75	-3.53
m2	0.938	-3.41
m2	1.125	-3.43
m2	1.312	-3.6
m2	1.5	-3.9
m2	1.688	-4.93
m2	1.875	-4.93
m3	0	5.59
m3	0.188	4.86
m3	0.375	4.25
m3	0.562	3.81
m3	0.75	3.53
m3	0.938	3.41
m3	1.125	3.43
m3	1.312	3.6
m3	1.5	3.9
m3	1.688	4.33
m3	1.875	4.93
m4	0	4.93
m4	0.15	2.71
m4	0.525	-2.71
m4	0.9	-7.9
m4	1.275	-10.1
m4	1.65	-10.5
m4	2.025	-10.1
m4	2.4	-7.9
m4	2.775	-2.71
m4	3.15	2.71
m4	3.3	4.93

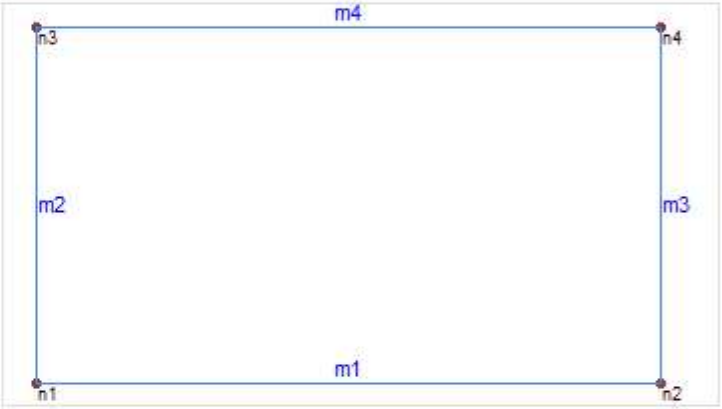


Momentos Interiores en cada Miembro

ESTADO LÍMITE DE RESISTENCIA Ic — **Mín. Carga Vertical y Máx. Carga Horizontal**

0.9(DC)+0.65(DW)+1.0(EV)+0.9(EH)+1.75(LS)

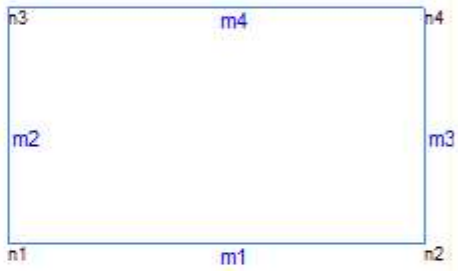
Miembro	Posic.(m)	Mom Mu(t-m)



ENVOLVENTE MÁXIMA DE DISEÑO

Diseño a Flexión y Cortante de todas las secciones del Box Culvert

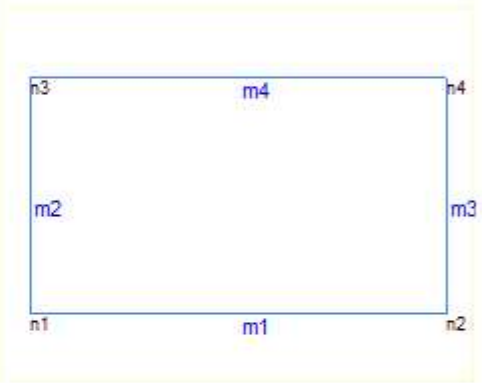
Mi.	Posic(m)	Mu(t-m)	As(cm2)	Arm.Sug	Vu(t)	Vu/Vr (Cheq)
m1	0	-5.59	6.65	1 # 4 @ 0.19	16.97	0.81 Ok
m1	0.15	-3.17	4.1	1 # 4 @ 0.2	15.43	0.74 Ok
m1	0.525	2.23	2.87	1 # 4 @ 0.2	11.59	0.56 Ok
m1	0.9	5.82	6.65	1 # 4 @ 0.19	7.76	0.37 Ok
m1	1.275	7.98	7.88	1 # 4 @ 0.16	3.92	0.19 Ok
m1	1.65	8.7	8.61	1 # 4 @ 0.14	0.08	0 Ok
m1	2.025	7.98	7.88	1 # 4 @ 0.16	-3.75	0.18 Ok
m1	2.4	5.82	6.65	1 # 4 @ 0.19	-7.59	0.36 Ok
m1	2.775	2.23	2.87	1 # 4 @ 0.2	-11.43	0.55 Ok
m1	3.15	-3.17	4.1	1 # 4 @ 0.2	-15.27	0.73 Ok
m1	3.3	-5.59	6.65	1 # 4 @ 0.19	-16.8	0.81 Ok
m2	0	-5.59	6.75	1 # 4 @ 0.18	-8.18	0.47 Ok
m2	0.175	-4.92	5.98	1 # 4 @ 0.2	-7.36	0.42 Ok
m2	0.362	-4.64	5.98	1 # 4 @ 0.2	-6.52	0.37 Ok
m2	0.55	-4.42	5.98	1 # 4 @ 0.2	-5.71	0.33 Ok
m2	0.738	-4.26	5.98	1 # 4 @ 0.2	-4.94	0.28 Ok
m2	0.925	-4.15	5.98	1 # 4 @ 0.2	-4.2	0.24 Ok
m2	1.112	-4.1	5.98	1 # 4 @ 0.2	-3.5	0.2 Ok
m2	1.3	-4.11	5.98	1 # 4 @ 0.2	-2.83	0.16 Ok
m2	1.488	-4.18	5.98	1 # 4 @ 0.2	-2.19	0.13 Ok
m2	1.875	-4.93	5.98	1 # 4 @ 0.2	1.14	0.06 Ok
m2	1.875	-4.93	5.98	1 # 4 @ 0.2	1.14	0.06 Ok
m3	0	5.59	6.75	1 # 4 @ 0.18	8.18	0.47 Ok
m3	0.175	4.92	5.98	1 # 4 @ 0.2	7.36	0.42 Ok
m3	0.362	4.64	5.98	1 # 4 @ 0.2	6.52	0.37 Ok
m3	0.55	4.42	5.98	1 # 4 @ 0.2	5.71	0.33 Ok
m3	0.738	4.26	5.98	1 # 4 @ 0.2	4.94	0.28 Ok
m3	0.925	4.15	5.98	1 # 4 @ 0.2	4.2	0.24 Ok
m3	1.112	4.1	5.98	1 # 4 @ 0.2	3.5	0.2 Ok
m3	1.3	4.11	5.98	1 # 4 @ 0.2	2.83	0.16 Ok
m3	1.488	4.18	5.98	1 # 4 @ 0.2	2.19	0.13 Ok
m3	1.675	4.35	5.98	1 # 4 @ 0.2	-1.14	0.06 Ok
m3	1.875	4.93	5.98	1 # 4 @ 0.2	-1.14	0.06 Ok
m4	0	4.93	5.4	1 # 4 @ 0.2	-21.61	0.89 Ok
m4	0.15	2.71	2.95	1 # 4 @ 0.2	-21.38	0.88 Ok
m4	0.525	-3.14	3.42	1 # 4 @ 0.2	-20.82	0.86 Ok
m4	0.9	-8.33	7.34	1 # 4 @ 0.17	-19.25	0.8 Ok
m4	1.275	-10.53	8.78	1 # 4 @ 0.14	-7.23	0.3 Ok
m4	1.65	-10.93	9.13	1 # 4 @ 0.13	-6.66	0.28 Ok
m4	2.025	-10.53	8.78	1 # 4 @ 0.14	-6.09	0.25 Ok
m4	2.4	-8.33	7.34	1 # 4 @ 0.17	5.93	0.25 Ok
m4	2.775	-3.14	3.42	1 # 4 @ 0.2	7.5	0.31 Ok
m4	3.15	2.71	2.95	1 # 4 @ 0.2	8.06	0.33 Ok
m4	3.3	4.93	5.4	1 # 4 @ 0.2	8.29	0.34 Ok



ENVOLVENTE MÁXIMA DE DISEÑO

Diseño a Flexión y Cortante de todas las secciones del Box Culvert

Mi.	Posic(m)	Mu(t-m)	As(cm2)	Arm.Sug	Vu(t)	Vu/Vr (Cheq)

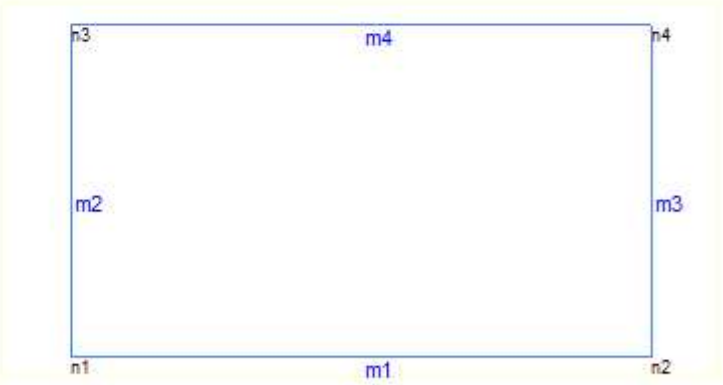


ENVOLVENTE MÁXIMA DE DISEÑO

Mi.	Posic(m)	Mu(t-m)	As(cm2)	Arm.Sug	Vu(t)	Vu/Vr	(Cheq)
m1	0	-5.59	6.65	1 # 4 @ 0.19	16.97	0.81	Ok

Diseño Detallado a Flexión para la sección en estudio

	Valor	Simbología
Mu	5.59 t-m	Momento mayorado en la secc
K	73.912 t/m2	Mu/bd^2
m	17.647	fy/0.85f'c
Ro Calc	0.002	Cuantía Acero de Diseño
As calc	5.473 cm2	Area Refuerzo Calculado Total
Ic	0.004 m4	Mom de Inercia de Sección Bruta
fr	33.132 kg/cm2	Módulo de Ruptura : 1.98(f'c)^1/2
Mcr	6.764 t-m	Mom Agrietamiento
Asmin(Mcr)	6.649 cm2	Acero para Mom_Agrietam.
1.33Ascal	7.279 cm2	Acero Calculado x 1.33
Acero Domina	6.649 cm2	Acero a Flexión Definitivo
Arm Ppal Sug.	1 # 4 @ 0.19	Armad Ppal Real Propuesta
As real Coloc	6.667 cm2	Area de Acero Real Colocado
c	1.38 cm	Alt blq compr: AsFy/.85f'cBetab
et	0.0729	0.003(dt-c)/c
Chequeo	et > 0.005	Phi OK
As RetracTemp	18.64 cm2/cara	2.33<=0.75bh /(2(b+h)Fy)<=12.7
Arm Retr Sug.	1 # 3 @ 0.25	Armad Retracc Propuesta



*

Esfuerzos en el Suelo

ÍTEM	ESFZO MÁX SUELO
Carga Muerta DC	2.4 t/m2
Carga Muerta DW	0.19 t/m2
Empuje Tierras EH	0 t/m2
PrVert Relleno WV	0.02 t/m2
Sobrecarga LS	0 t/m2
Carga de Agua WA	0 t/m2
Carga Viva L+I (Vmáx)	11.15 t/m2
Est,Lím Res. Comb_Dom	23.05 t/m2
Res.Suelo E.Lím Resis	32.4 t/m2
Chequeo	SUELO OK

*

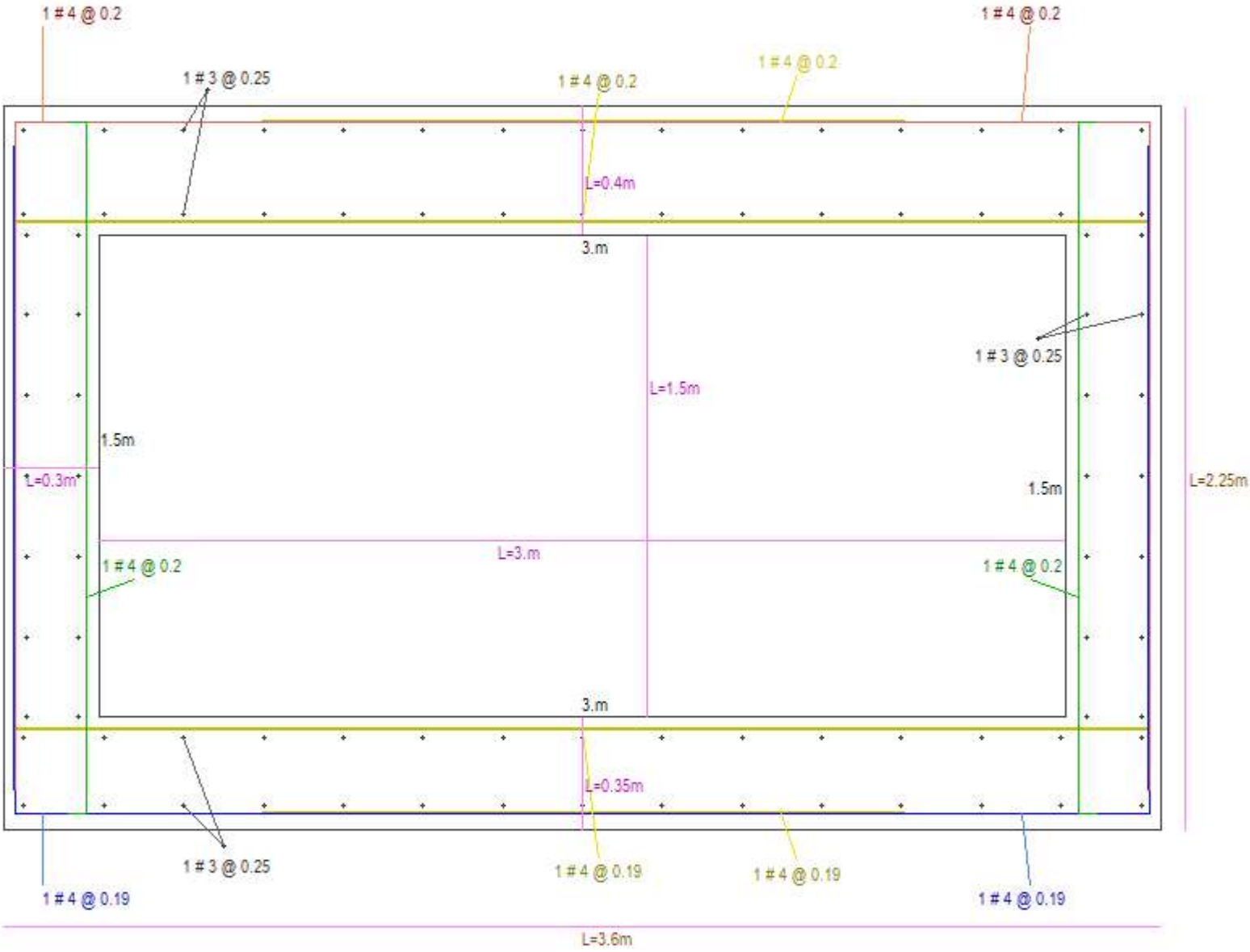
Diseño Detallado a Corte para la sección en estudio

	Valor	Simbología
dv1 0.9de	0.279 m	Profund efec de Cortante (a) Art 5.8.2.9
dv2 0.72h	0.252 m	Profund efec de Cortante (b) Art 5.8.2.9
dv dom	0.279 m	Prof efec de Cortante dominante
Phi	0.85	Fact de Res a Cort Art 5.5.4.2
Beta	2	Fact.Cap Concr Agr Diag Tracc y Cort
Vc	24.51 t	Vc=0.083Betaf'c^(1/2)bvdv Art 5.8.3.3-3
Vs	0	Vs =0 No Flejes
Vn	24.51 t	Vn = Vc Art 5.8.3.3-1
Vr	20.83 t	Vr = phi x Vn
Vu	16.97 t	Cortante Ult de Diseño
Chequeo	0.81 Ok	

ARMADURA BOX CULVERT

Armor
Report: 1

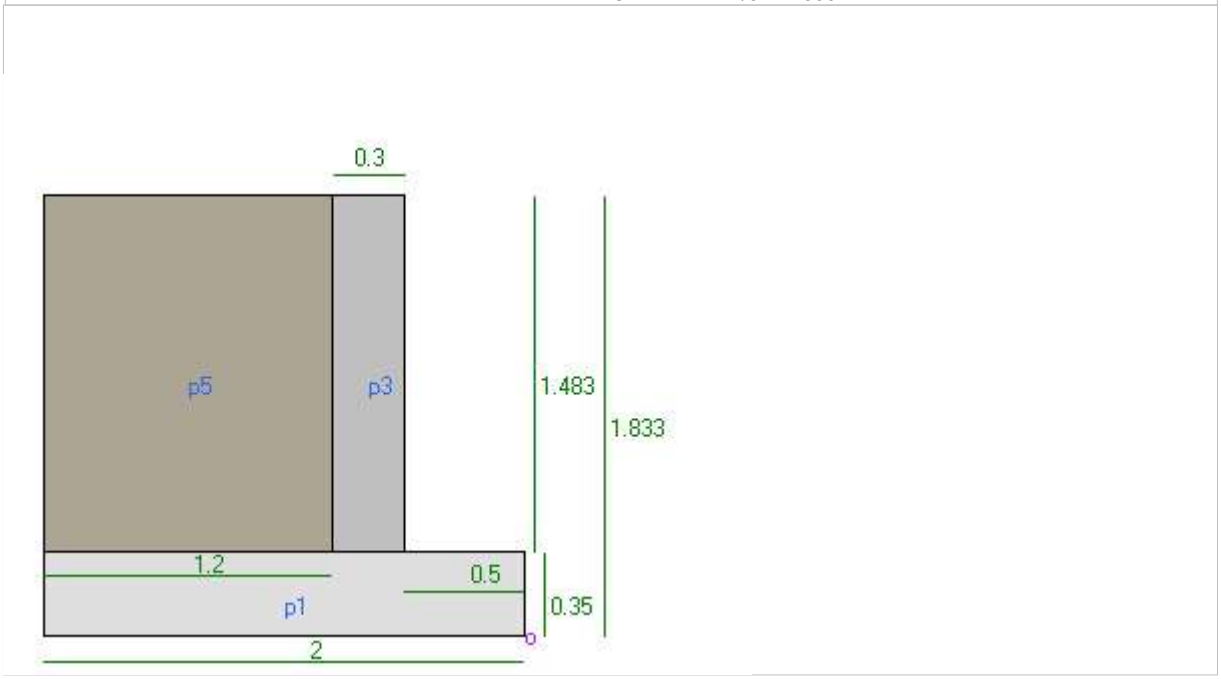
Armadura Sugerida



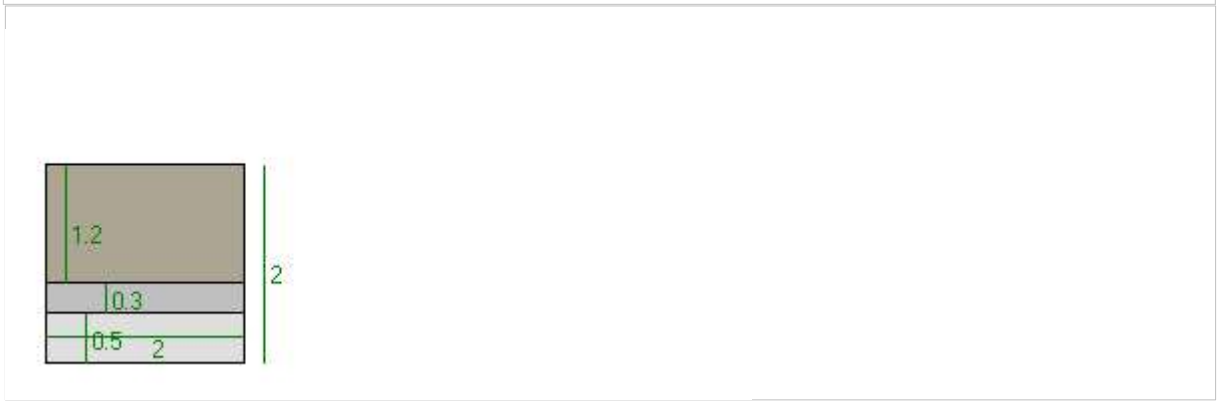
Diseño de la Aleta Superficial del Box

Muro: Rep. 4

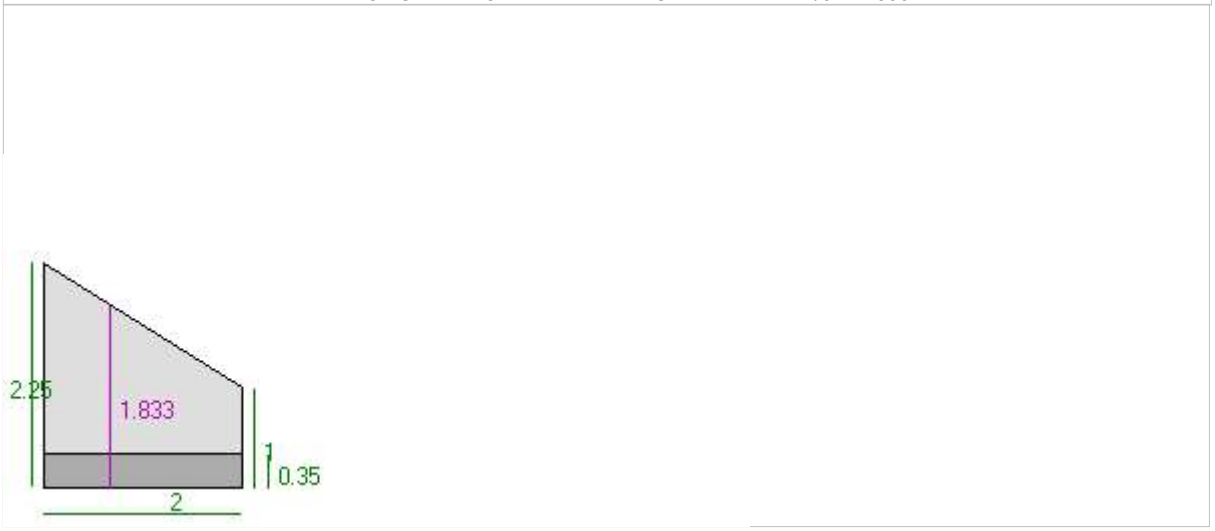
VISTA TRANSVERSAL - Corte en LTM/3 = 1.833m



VISTA EN PLANTA



VISTA LONGITD.FRONTAL - Pto de Calculo en : LTM/3 = 1.833m



Diseño de la Aleta Superficial del Box

Muro: Rep. 6

Cargas y Momentos

Cargas y Momentos DC por el Muro Total

Polig	Peso(t)	Brazo y(m)	Mom Mo (t-m)
p1	3.36	1	3.36
p2	0	0	0
p3	2.136	0.65	1.388
p4	0	0	0
Σ	5.496		4.748

	Valor	Simbología
P DC	5.496	Carga por P.P. Muro (t)
yDC	0.864	Ubicación PDC resp a o (m)
eDC	0.136	Excentricidad de PDC (m)
M DC	0.748	Mom por PDC a ycg zap(t-m)
M DCo	4.748	Mom por PDC resp a o (t-m)

Cargas y Momentos EV por el Relleno

Polig	Peso(t)	Brazo y(m)	Mom Mo (t-m)
p5	6.408	1.4	8.971
p6	0	0	0
Σ	6.408		8.971

	Valor	Simbología
P EV	6.408	Carga por Peso Relleno (t)
yEV	1.4	Ubicación PEV resp a o (m)
eEV	-0.4	Excentricidad de PEV (m)
M EV	-2.563	Mom por PEV a ycg zap(t-m)
M EVo	8.971	Mom por PEV resp a o (t-m)

Empuje de Tierras

PRESIÓN DE TIERRAS (AASHTO 2014 y CCP14 Art. 3.11.5.3)

$$k_a = sin^2(\theta + \varnothing'_f)/(\Gamma(sin^2\theta\, sin(\theta - \delta))$$

$$\Gamma = \{1 + \sqrt{[\sin(\varnothing'_f + \delta)\sin(\varnothing'_f - \beta)/[\sin(\theta - \delta)\sin(\theta + \beta)]}\}^2$$

	Valor	Simbología
θ	90	Ang Cara Trasera Muro con Horiz (°)
β	0	Ang Talud Relleno con la Horiz (°)
δ	0	Ang Fricción Relleno-Muro (°)
ϕ	30	Ang Efectivo Fricción Interna (°)
Ka	0.333	Coefic. de Presión Lateral Activa
po1	1.1	Presión por suelo nat seco (t/m2)
H1	1.833	Altura Suelo Nat Seco (m)
E1	2.017	Emp por Suelo Nat Seco (t)
po2	1.1	Presión por Suelo Sumergido (t/m2)
H2	0	Altura del Suelo Sumergido (m)
E2	0	Empuje por Suelo Sumergido (t)
pagua	0	Presión del Agua (t/m2)
Eagua	0	Empuje del Agua (t)
EHtot.	2.017	Empuje Total EH (t)
Bzo.Etot	0.611	Brazo del Empuje Total Z_EH (m)
M EH	1.232	Momento por Empuje Total EH (t-m)

SOBRECARGA VIVA (AASHTO 2014 y CCP14 Art. 3.11.6.4)

Carga Vertical

	Valor	Simbología
pv	0.68	Presion Vert por sobrecarga (t/m2)
d	0	Dist del muro a borde tráfico (m)
heq	1.133	Altura equiv de sobrecarga (m)
ls	1.2	Ancho accion sobrecarga viva (m)
PLs	1.632	Peso por sobrec. viva:Vertical (t)
yLs	1.4	Ubicación sobrecarga viva (m)
eLs	-0.4	Excentricidad Sobrecarga Viva (m)
MLsv	-0.653	Mom por LS vert en el ycg zap (t-m)
MLso	2.285	Momento por LS vertical (o) (t-m)

Presión Lateral (Horizontal) Ec 3.11.6.4-1

	Valor	Simbología
p1	0.68	Presion horiz por sobrec viva (t/m2)
eLs	2.493	Empuje de Tierras por sobrec viva (t)
ZLs	0.917	Ubicación de Emuje desde x-x (m)
MLsh	2.286	Momento por LS horiz en ycg zap(t-m)
MLs	1.633	Mom Total por LS en ycg zap (t-m)

Diseño de la Aleta Superficial del Box

Muro: Rep. 7

Sismo

CÁLCULO SÍSMICO . AASHTO y CCP14 Art 3.10

Carga Cálculo Aceler por Masa Muro Art. 11.6.5.2.2

Polig	Peso(t)	Brazo z (m)	Mom M (P*z) (t-m)
p1	3.36	0.175	0.588
p2	0	0.844	0
p3	2.136	1.092	2.332
p4	0	0.844	0
Σ	5.496		2.92

Carga Cálculo Aceler por Masa Relleno Art. 11.6.5.2.2

Polig	Peso(t)	Brazo z (m)	Mom M (P*z) (t-m)
p5	6.408	1.092	6.995
p6	0	0	0
Σ	6.408		6.995

Cálculo Empuje y Momento Sísmico. Mononobe Okabe

	Valor	Descripción
kho	0.315	x Fpga
kh	0.158	Coef de Aceleración Horizontal
kv	0	Coef de Aceleración Vertical
θ	8.951°	ArcTg(kh)
i	0°	Ang Inclinación Talud Relleno
ϕ	30°	Ang Fricción Interna Suelo Relleno
δ	0°	Ang de Rozamiento Terreno Muro
β	90°	Ang entre Vertical y Paramento Muro
KAE	0.439	Coef Sísmico de Presión Activa Suelo
PAE	3.998 t	Emp Dinámico Horiz Activo (inc.PEstát)
ΔPAE	1.981 t	Empuje Pseudo Estático
MEAE	1.78 t-m	Momento por Emp Dinám Horiz Activo

Ecuación Empuje Activo Sísmico Mononobe Okabe

$$K_{AE} = \frac{sin^2(\emptyset + \beta - \theta)}{\psi \cos\theta sin^2\beta \sin(\beta - \delta - \theta)}$$

$$\theta = \arctan(k_h/(1-k_v))$$

$$\beta = Ang\ entre\ vert\ y\ param.muro$$

$$i = Talud\ del\ Relleno$$

$$\psi = \{1 + \sqrt{\frac{\sin(\emptyset+\delta)\sin(\emptyset-\theta-i)}{\sin(\beta-\delta-\theta)\cos(i+\beta)}}\}^2$$

Global

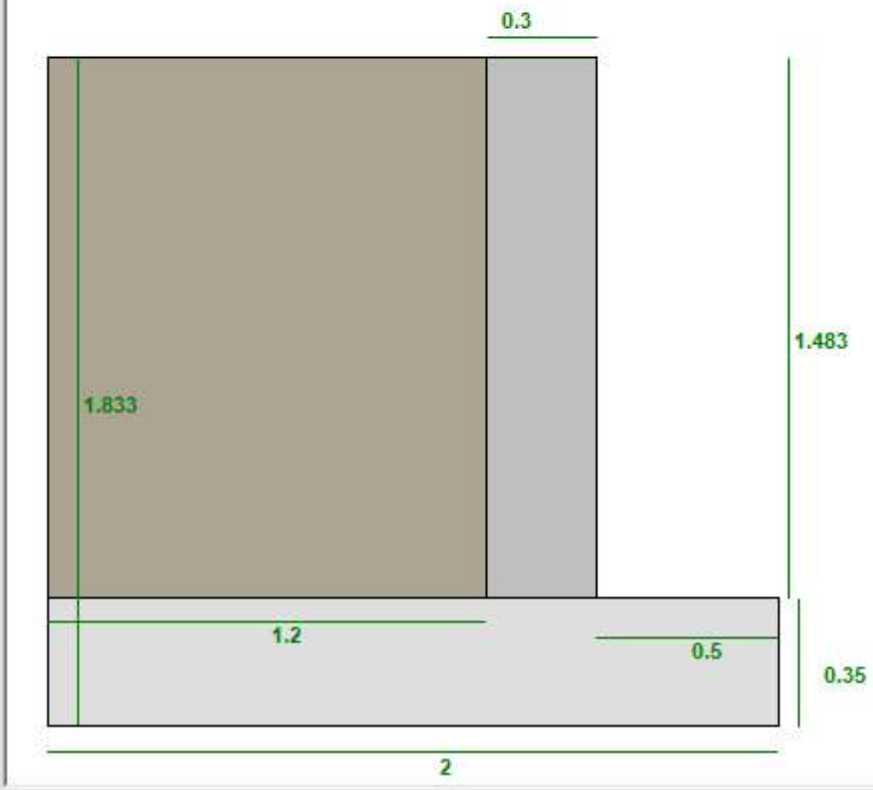
Carga Total de Sismo: PIR y Hbu

	Valor	Simbología
Ww	5.496	Peso del Cuerpo del Muro (t)
Ws	6.408	Peso del Suelo del Relleno (t)
Kh	0.158	Coef Acelerac Sísmica Horiz
PIR	1.875	Fza Inercial Horiz: kh(Ww+Ws) (t)
EH	2.017	Empuje Estático de Suelos (t)
DeltaPAE	1.981	Difer. Emononobe - EH (t)
Pseis_1	2.919	100%DeltaPAE + 50%PIR (t)
Pseis_2	2.883	50%(DeltaPAE(>=EH)) + 100%PIR
Pseis_dom	**2.919**	Carga Psísmica dominante (t)
Brazo Y	0.9	Brazo de Aplic: 0.4Htot_Muro (m)
Mseis	**2.627**	Mom por Carga Psísmica (t-m)
Sumat Fsism	**2.919**	Suma Total de Fsismo (t)
Sumat Msism	**2.627**	Suma Total de Msismo (t-m)

Estados Límite

EstLím	SERVICIO I		RESISTENCIA I		EV EXTREMO I	
Combin.	γMAχ	γMIN	γMAχ	γMIN	γMAχ	γMIN
DC	1.00	1.00	1.25	0.90	1.25	0.90
DW	1.00	1.00	1.50	0.65	1.50	0.65
LL	1.00	1.00	1.75	1.75	0.00	0.00
BR	1.00	1.00	1.75	1.75	0.00	0.00
EH	1.00	1.00	1.50	0.90	1.50	0.90
EV	1.00	1.00	1.35	1.00	1.35	1.00
LS	1.00	1.00	1.75	1.75	0.00	0.00
TU	1.00	1.20	0.50	1.20	0.50	1.20
SH	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
WA	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
WS	0.30	0.00	0.00	0.00	1.40	0.00
WL	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
EQ	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Denominacion Cargas	
	DESCRIPCIÓN
DC	P.P. Comp.Estr y Accesor.
DW	P.P. Rodadura e Instalac.
LL	Carga Viva Vehicular
BR	Fuerza Frenado Vehicular
EH	Empuje Horizont del Suelo
EV	Presión Vert Suelo Relleno
LS	Sobrecarga por C_Viva
TU	Fuerza por Temp Uniforme
SH	Fuerzas por Retracción
WA	Pres Agua y Corriente
WS	Viento sobre Estructura
WL	Viento sobre C Viva
EQ	Carga Sísmica



Estados Límite

Estado Límite de SERVICIO I

Servicio I	P (t)	H (t)	M (t-m)	Pu Máx (t)	Hu Máx (t)	Mu máx (t-m)	Pu Mín (t)	Hu Mín (t)	Mu mín (t-m)
DC	5.496		0.748	5.496		0.748	5.496		0.748
EH		2.017	1.232		2.017	1.232		2.017	1.232
EV	6.408		-2.563	6.408		-2.563	6.408		-2.563
LS	1.632	2.493	2.286	1.632	2.493	2.286	1.632	2.493	2.286
EQ									
Σ				13.536	4.51	1.702	13.536	4.51	1.702

Estado Límite de RESISTENCIA I

Resisten I	P (t)	H (t)	M (t-m)	Pu Máx (t)	Hu Máx (t)	Mu máx (t-m)	Pu Mín (t)	Hu Mín (t)	Mu mín (t-m)
DC	5.496		0.748	6.87		0.935	4.946		0.673
EH		2.017	1.232		3.026	1.849		1.815	1.109
EV	6.408		-2.563	8.651		-3.46	6.408		-2.563
LS	1.632	2.493	2.286	2.856	4.363	4	2.856	4.363	4
EQ									
Σ				18.377	7.389	3.323	14.21	6.179	3.219

Estado Límite de EVENTO EXTREMO I

Ev.Extrem I	P (t)	H (t)	M (t-m)	Pu Máx (t)	Hu Máx (t)	Mu máx (t-m)	Pu Mín (t)	Hu Mín (t)	Mu mín (t-m)
DC	5.496		0.748	6.87		0.935	4.946		0.673
EH		2.017	1.232		3.026	1.849		1.815	1.109
EV	6.408		-2.563	8.651		-3.46	6.408		-2.563
LS	1.632	2.493	2.286	0.816	1.247	1.143	0.816	1.247	1.143
EQ		2.919	2.627		2.919	2.627		2.919	2.627
Σ				16.337	7.191	3.092	12.17	5.981	2.988

ANÁLISIS DE ESTABILIDAD Y ESFUERZOS EN EL SUELO

Muro SP: R. 1

Estado Límite Servicio I

CHEQUEO CAPACIDAD RESISTENTE DEL SUELO

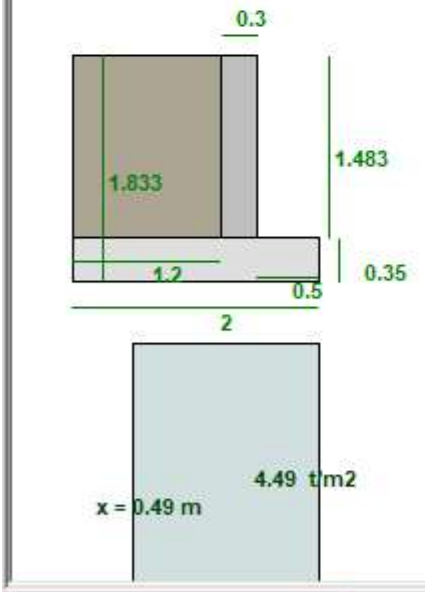
Solicitaciones Estado Límite : **Servicio**

Resistencia Suelo: 72 t/m2 — Caso: MÁXIMO

	Valor	Simbología
ΣP	13.54	Sumatoria Fuerzas Verticales (t)
B	2	Ancho de la Zapata (m)
L	2	Longitud de la Zapata (m)
d	0.75	(MomEstab - MomVolc) /SumatP (m)
e calc	0.25	Excentricidad de la Carga (m)
Suelo		
σv	4.49	Esfzo Vertical en Suelo (t/m2)
Roca		
σv1	-	Esfzo Vert Máx en Roca (t/m2)
σv2	-	Esfzo Vert Mín en Roca (t/m2)

ESFUERZOS MÁXIMOS Y MÍNIMOS EN EL SUELO (t/m2)

ESTADO LÍMITE: **Servicio**



CHEQUEO VOLCAMIENTO

E. LÍMITE:Servicio

$e_{máx}$=: B/3 (Est Lím Resistencia) — Caso: MÁXIMO

$\gamma_{EQ} = 1$ $e_{máx}$= (8B/10)/2 $\gamma_{EQ} = 0$ $e_{máx}$= (2B/3)/2. Ev Extr

	Valor	Simbología
DCmuro	4.75	Mom(o) DCmuro(t-m)
EV	8.97	Mom(o) por Peso Relleno EV (t-m)
LS	0	Mom(o) por Sobrec LS vert (t-m)
SumaMestab	13.72	Sumator. Mom Estabilizantes (t-m)
EH	1.23	Mom(o) por Emp Tierras EH (t-m)
LS	2.29	Mom(o) por Sobrec LS horiz (t-m)
Pseis	0	Mom(o) por FzaSísmic Pseis (t-m)
SumaMvolc	3.52	Sumatoria Mom Volcamiento (t-m)
Ry	13.54	Sumatoria Fuerzas Verticales (t)
d	0.75	(MomEstab - MomVolc) / Ry (m)
e calculada	0.25	LongitudZap / 2 - d (m)
e máx	0.67	Excentric. Máx según Norma (m)
Diagnóstico	OK VOLC	Chequeo e(calc) vs e(máx)

CHEQUEO DESLIZAM

E. LÍMITE: **Servicio**

	Valor	Simbología
i	0	Ang Inclinación Relleno Delant (°)
β	90	Ang Pared Del. (ZarpDel) con Horizont (°)
δ	0	Ang Fricción Relleno-Estrib S pasivo (°)
ϕ	30	Ang Efectivo Fricc Int S Pasivo (°)
Kp	3	Coeficiente de Presión Lateral Pasiva
hp1	0.35	Altura Básica Pres. Pasiva (Hzarp del) (m)
qp1	1.89	Esfuerzo de Pres. Pasiva Básica (t/m2)
Rep	0.662	Resistencia Nominal Básica Pasiva (t)
Rn_fricc	7.546	Resist. Nominal por Fricc suelo-cim (t)
Rn_Total	8.207	Resistencia Nominal Total (sin llave) (t)
Humáx	4.51	Fza Horiz Máx que produce Deslizam (t)
Hu/Rntot	0.55	Cumple Deslizamiento SIN usar LLave



d = (MomEstab - MomVolc) /SumatP e = B / 2 - d

11.6.3.2-2 (3) tercio medio

Suelo NO ROCOSO

$$\sigma_v = \left(\frac{\Sigma P}{B - 2e}\right)/L$$

11.6.3.2-1

Suelo ROCOSO

$$\sigma_v = \left(\frac{\Sigma P}{B}\left(1 \pm \frac{6e}{B}\right)\right)/L$$

Suelo ROCOSO R fuera tercio medio

$$\sigma_{v\,máx} = \frac{2\Sigma P}{3B\left(\frac{B}{2} - e\right)}$$

$\sigma_{v\,mín} = 0$

11.6.3.2-4 (5)

REVISIÓN GLOBAL DE ESFUERZOS EN SUELO Y ESTABILIDAD

ENVOLVENTE

CHEQUEO	Evaluación	Observación
Esfzos Suelo	EMáx<Qa EMín>0	Esfuerzos OK
Deslizamiento	NO Req Llave	-
Volcamiento	OK	-

ANÁLISIS DE ESTABILIDAD Y ESFUERZOS EN EL SUELO

Muro SP: R. 2

Estado Límite Resistencia I

CHEQUEO CAPACIDAD RESISTENTE DEL SUELO

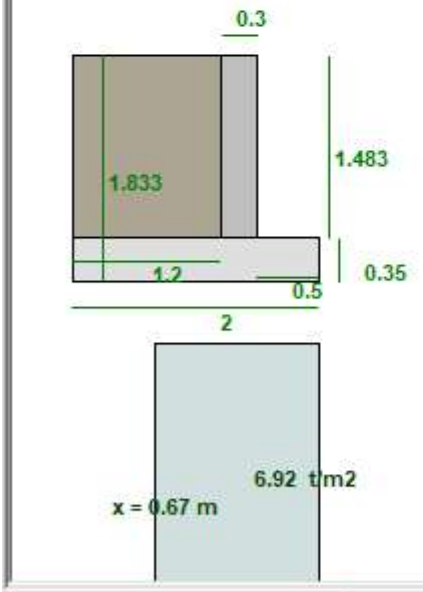
Solicitaciones Estado Límite : **Resistencia I**

Resistencia Suelo 32.4 t/m2 | Caso: MÁXIMO

	Valor	Simbología
ΣP	18.38	Sumatoria Fuerzas Verticales (t)
B	2	Ancho de la Zapata (m)
L	2	Longitud de la Zapata (m)
d	0.66	(MomEstab - MomVolc) /SumatP (m)
e calc	0.34	Excentricidad de la Carga (m)
Suelo		
σv	6.92	Esfzo Vertical en Suelo (t/m2)
Roca		
σv1	-	Esfzo Vert Máx en Roca (t/m2)
σv2	-	Esfzo Vert Mín en Roca (t/m2)

ESFUERZOS MÁXIMOS Y MÍNIMOS EN EL SUELO (t/m2)

ESTADO LÍMITE: **Resistencia I**



CHEQUEO VOLCAMIENTO

E. LÍMITE:Resistencia I

$e_{máx}$=.B/3 (Est Lím Resistencia) Caso: MÁXIMO

$\gamma_{EQ} = 1$ $e_{máx}$= (8B/10)/2 $\gamma_{EQ} = 0$ $e_{máx}$= (2B/3)/2.Ev Extr

	Valor	Simbología
DCmuro	5.94	Mom(o) DCmuro(t-m)
EV	12.11	Mom(o) por Peso Relleno EV (t-m)
LS	0	Mom(o) por Sobrec LS vert (t-m)
SumaMestab	18.05	Sumator. Mom Estabilizantes (t-m)
EH	1.85	Mom(o) por Emp Tierras EH (t-m)
LS	4	Mom(o) por Sobrec LS horiz (t-m)
Pseis	0	Mom(o) por FzaSísmic Pseis (t-m)
SumaMvolc	5.85	Sumatoria Mom Volcamiento (t-m)
Ry	18.38	Sumatoria Fuerzas Verticales (t)
d	0.66	(MomEstab - MomVolc) / Ry (m)
e calculada	0.34	LongitudZap / 2 - d (m)
e máx	0.67	Excentric. Máx según Norma (m)
Diagnóstico	OK VOLC	Chequeo e(calc) vs e(máx)

CHEQUEO DESLIZAM

E. LÍMITE: **Resistencia I**

	Valor	Simbología
i	0	Ang Inclinación Relleno Delant (°)
β	90	Ang Pared Del. (ZarpDel) con Horizont (°)
δ	0	Ang Fricción Relleno-Estrib S pasivo (°)
ϕ	30	Ang Efectivo Fricc Int S Pasivo (°)
Kp	3	Coeficiente de Presión Lateral Pasiva
hp1	0.35	Altura Básica Pres. Pasiva (Hzarp del) (m)
qp1	1.89	Esfuerzo de Pres. Pasiva Básica (t/m2)
Rep	0.662	Resistencia Nominal Básica Pasiva (t)
Rn_fricc	7.546	Resist. Nominal por Fricc suelo-cim (t)
Rn_Total	8.207	Resistencia Nominal Total (sin llave) (t)
Humáx	7.389	Fza Horiz Máx que produce Deslizam (t)
Hu/Rntot	0.9	Cumple Deslizamiento SIN usar LLave



d = (MomEstab - MomVolc) /SumatP e = B / 2 - d 11.6.3.2-2 (3) tercio medio

Suelo NO ROCOSO

$$\sigma_v = \left(\frac{\Sigma P}{B - 2e}\right)/L$$

11.6.3.2-1

Suelo ROCOSO

$$\sigma_v = \left(\frac{\Sigma P}{B}\left(1 \pm \frac{6e}{B}\right)\right)/L$$

Suelo ROCOSO R fuera tercio medio

$$\sigma_{v\,máx} = \frac{2\Sigma P}{3B\left(\frac{B}{2} - e\right)}$$

$\sigma_{v\,mín} = 0$

11.6.3.2-4 (5)

REVISIÓN GLOBAL DE ESFUERZOS EN SUELO Y ESTABILIDAD

ENVOLVENTE

CHEQUEO	Evaluación	Observación
Esfzos Suelo	EMáx<Qa EMín>0	Esfuerzos OK
Deslizamiento	NO Req Llave	-
Volcamiento	OK	-

ANÁLISIS DE ESTABILIDAD Y ESFUERZOS EN EL SUELO

Muro SP: R. 3

Estado Límite Evento Extremo I

CHEQUEO CAPACIDAD RESISTENTE DEL SUELO

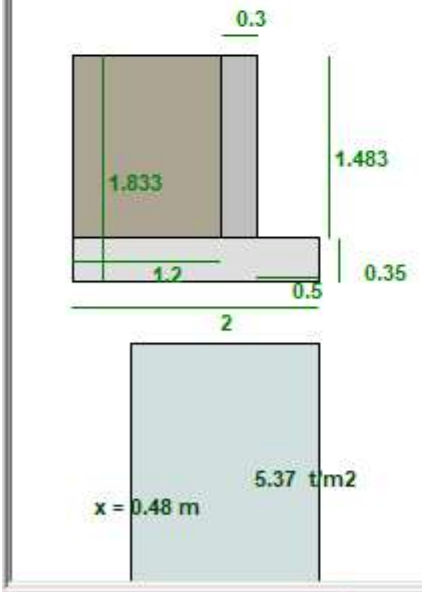
Solicitaciones Estado Límite : **Evento Extremo I**

Resistencia Suelo: 72 t/m2 — Caso: MÁXIMO

	Valor	Simbología
ΣP	16.34	Sumatoria Fuerzas Verticales (t)
B	2	Ancho de la Zapata (m)
L	2	Longitud de la Zapata (m)
d	0.76	(MomEstab - MomVolc) /SumatP (m)
e calc	0.24	Excentricidad de la Carga (m)
Suelo		
σv	5.37	Esfzo Vertical en Suelo (t/m2)
Roca		
σv1	-	Esfzo Vert Máx en Roca (t/m2)
σv2	-	Esfzo Vert Mín en Roca (t/m2)

ESFUERZOS MÁXIMOS Y MÍNIMOS EN EL SUELO (t/m2)

ESTADO LÍMITE: **Evento Extremo I**



d = (MomEstab - MomVolc) /SumatP e = B / 2 - d

Suelo NO ROCOSO

$$\sigma_v = \left(\frac{\Sigma P}{B - 2e}\right)/L$$

11.6.3.2-1

Suelo ROCOSO

$$\sigma_v = \left(\frac{\Sigma P}{B}\left(1 \pm \frac{6e}{B}\right)\right)/L$$

11.6.3.2-3 (3) tercio medio

Suelo ROCOSO R fuera tercio medio

$$\sigma_{v\,máx} = \frac{2\Sigma P}{3B\left(\frac{B}{2} - e\right)}$$

11.6.3.2-4 (5)

$\sigma_{v\,mín} = 0$

CHEQUEO VOLCAMIENTO

E. LÍMITE: Evento Extremo I

$e_{máx}$= B/3 (Est Lím Resistencia) — Caso: MÁXIMO

$\gamma_{EQ} = 1$ $e_{máx}$= (8B/10)/2 $\gamma_{EQ} = 0$ $e_{máx}$= (2B/3)/2. Ev Extr

	Valor	Simbología
DCmuro	5.94	Mom(o) DCmuro(t-m)
EV	12.11	Mom(o) por Peso Relleno EV (t-m)
LS	0	Mom(o) por Sobrec LS vert (t-m)
SumaMestab	18.05	Sumator. Mom Estabilizantes (t-m)
EH	1.85	Mom(o) por Emp Tierras EH (t-m)
LS	1.14	Mom(o) por Sobrec LS horiz (t-m)
Pseis	2.63	Mom(o) por FzaSísmic Pseis (t-m)
SumaMvolc	5.62	Sumatoria Mom Volcamiento (t-m)
Ry	16.34	Sumatoria Fuerzas Verticales (t)
d	0.76	(MomEstab - MomVolc) / Ry (m)
e calculada	0.24	LongitudZap / 2 - d (m)
e máx	0.73	Excentric. Máx según Norma (m)
Diagnóstico	OK VOLC	Chequeo e(calc) vs e(máx)

CHEQUEO DESLIZAM

E. LÍMITE: **Evento Extremo I**

	Valor	Simbología
i	0	Ang Inclinación Relleno Delant (°)
β	90	Ang Pared Del. (ZarpDel) con Horizont (°)
δ	0	Ang Fricción Relleno-Estrib S pasivo (°)
ϕ	30	Ang Efectivo Fricc Int S Pasivo (°)
Kp	3	Coeficiente de Presión Lateral Pasiva
hp1	0.35	Altura Básica Pres. Pasiva (Hzarp del) (m)
qp1	1.89	Esfuerzo de Pres. Pasiva Básica (t/m2)
Rep	0.662	Resistencia Nominal Básica Pasiva (t)
Rn_fricc	7.546	Resist. Nominal por Fricc suelo-cim (t)
Rn_Total	8.207	Resistencia Nominal Total (sin llave) (t)
Humáx	7.191	Fza Horiz Máx que produce Deslizam (t)
Hu/Rntot	0.876	Cumple Deslizamiento SIN usar LLave



REVISIÓN GLOBAL DE ESFUERZOS EN SUELO Y ESTABILIDAD

ENVOLVENTE

CHEQUEO	Evaluación	Observación
Esfzos Suelo	EMáx<Qa EMín>0	Esfuerzos OK
Deslizamiento	NO Req Llave	-
Volcamiento	OK	-

Diseño para Est Límite: Servicio I

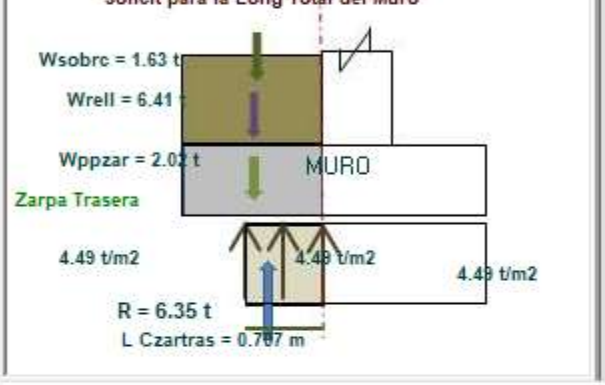
DISEÑO DE LA ZARPA TRASERA O TALÓN

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Servicio

Solicitaciones | Diseño a Flexión | Diseño a Cortante

	Valor	Descripción
Pzartras	-6.35 t	Carga Total por Reacc Sue Zarp Tras
Wzarptras	2.02 t	Carga Total por P.P. Zarpa Trasera
Wrelleno	6.41 t	Carga Total por Peso del Relleno
Sobrec.Ver	1.63 t	Carga por Comp. Vert Sobrecarga
Vu	3.7 t	Sumat Cargas Vert: Vu de Diseño
MuxReacc Sue	0 t-m	Momento por Reacc Suelo
Mu x PPzarp	1.21 t-m	Momento por P.P. Zarpa Trasera
Mu x Wrell	3.84 t-m	Momento por Peso del Relleno
Mu x Sobrec	1.96 t-m	Momento por CompV Sobrecarga
Sumat Mu	7.01 t-m	Sumat de Momentos. Mu diseño

Solicit para la Long Total del Muro



DISEÑO DEL VÁSTAGO O PANTALLA

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Servicio

Solicitaciones | Diseño a Flexión | Diseño a Cortante

	Valor	Descripción
E de Tierras EH	1.32 t	Emp Estático de Tierras
E sísmico E Pseis	0 t	Empuje Sísmico Pseis
E Sobrecarga LS	2.58 t	Emp por Sobrecarga Viva
Sumat Empujes	3.9 t	Sumat de Empujes = Vu diseño
Mom x E.Tierra EH	0.65 t-m	Mom x Emp de Tierras
Mom por Pseis	0 t-m	Mom por Fza Sísmica Pseis
Mom por LS	2.45 t-m	Mom x SobrecViva LS
Sumat Momentos	3.11 t-m	Sumat de Momentos = Mu diseño

Solicit para la Long Total del Muro



DISEÑO DE LA ZARPA DELANTERA O DEDO

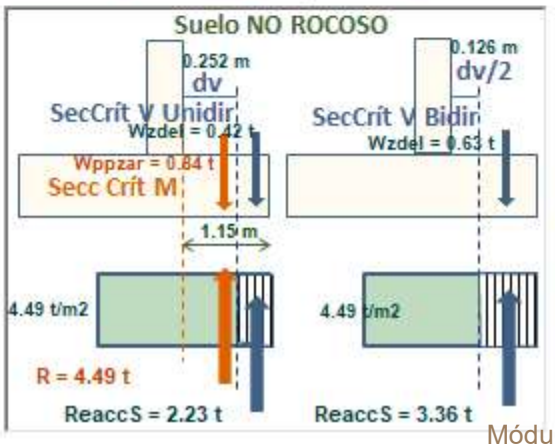
SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Servicio

Solicitaciones | Diseño a Flexión | Diseño a Cortante

	Valor	Descripción
Pzardel	4.49 t	Carga Total Reacc Suelo Zarp Del
Wzardel	0.84 t	Carga Total por P.P. Zarpa Delant
Vu	1.81 t	Sumat Cargas:Cortante Ult Diseño
Mu x ReaccSue	1.12 t-m	Momento por Reacc Suelo
Mu x Wzarp	-0.21 t-m	Momento por P.P. Zarpa
Sumat Mu	0.91 t-m	Sumatoria Momentos. Mu diseño

Cargas para la Longitud Total del Estribo

Solicitaciones Básicas en la Zarpa Delantera



Diseño para Est Límite: Servicio I

DISEÑO DE LA ZARPA TRASERA O TALÓN

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Servicio

Solicitaciones | **Diseño a Flexión** | Diseño a Cortante

	Valor	Simbología
Mu	7.013 t-m	Momento mayorado en la secc
K	48.099 t/m2	Mu/bd^2
m	17.647	fy/0.85f'c
Ro Calc	0.0013	Cuantía Acero de Diseño
As calc	6.95 cm2	Area Refuerzo Calculado Total
Ic	0.007 m4	Mom de Inercia de Sección Bruta
fr	33.132 kg/cm2	Módulo de Ruptura : 1.98(f'c)^1/2
Mcr	13.529 t-m	Mom Agrietamiento
Asmin(Mcr)	13.556 cm2	Acero para Mom_Agrietam.
1.33Ascal	9.244 cm2	Acero Calculado x 1.33
Acero Domina	9.244 cm2	Ascalc<AsMín(Mcr). Prima 1.33As
Arm Ppal Sug.	1 # 4 @ 0.2	Armad Ppal Real Propuesta
As real Coloc	12.668 cm2	Area de Acero Real Colocado
c	1.31 cm	Alt blq compr: AsFy/.85f'cBetab
εt	0.054	0.003(dt-c)/c
Chequeo	et > 0.005	Phi OK
As RetracTemp	4.66 cm2/cara	2.33<=0.75bh /(2(b+h)Fy)<=12.7
Arm Retr Sug.	1 # 3 @ 0.25	Armad Retracc Propuesta

Diseño para la Longitud Total del Muro

DISEÑO DEL VÁSTAGO O PANTALLA

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Servicio

Solicitaciones | **Diseño a Flexión** | Diseño a Cortante

	Valor	Simbología
Mu	3.108 t-m	Momento mayorado en la secc
K	32.103 t/m2	Mu/bd^2
m	17.647	fy/0.85f'c
Ro Calc	0.0009	Cuantía Acero de Diseño
As calc	3.765 cm2	Area Refuerzo Calculado Total
Ic	0.004 m4	Mom de Inercia de Sección Bruta
fr	33.132 kg/cm2	Módulo de Ruptura : 1.98(f'c)^1/2
Mcr	9.94 t-m	Mom Agrietamiento
Asmin(Mcr)	12.253 cm2	Acero para Mom_Agrietam.
1.33Ascal	5.008 cm2	Acero Calculado x 1.33
Acero Domina	5.008 cm2	Ascalc<AsMín(Mcr). Prima 1.33As
Arm Ppal Sug.	1 # 4 @ 0.2	Armad Ppal Real Propuesta
As real Coloc	12.668 cm2	Area de Acero Real Colocado
c	1.31 cm	Alt blq compr: AsFy/.85f'cBetab
εt	0.0426	0.003(dt-c)/c
Chequeo	et > 0.005	Phi OK
As RetracTemp	4.66 cm2/cara	2.33<=0.75bh /(2(b+h)Fy)<=12.7
Arm Retr Sug.	1 # 3 @ 0.25	Armad Retracc Propuesta

Diseño para la Longitud Total del Muro

DISEÑO DE LA ZARPA DELANTERA O DEDO

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Servicio

Solicitaciones | **Diseño a Flexión** | Diseño a Cortante

	Valor	Simbología
Mu	0.913 t-m	Momento mayorado en la secc
K	6.259 t/m2	Mu/bd^2
m	17.647	fy/0.85f'c
Ro Calc	0.0002	Cuantía Acero de Diseño
As calc	0.895 cm2	Area Refuerzo Calculado Total
Ic	0.007 m4	Mom de Inercia de Sección Bruta
fr	33.132 kg/cm2	Módulo de Ruptura : 1.98(f'c)^1/2
Mcr	13.529 t-m	Mom Agrietamiento
Asmin(Mcr)	13.556 cm2	Acero para Mom_Agrietam.
1.33Ascal	1.191 cm2	Acero Calculado x 1.33
Acero Domina	1.191 cm2	Ascalc<AsMín(Mcr). Prima 1.33As
Arm Ppal Sug.	1 # 4 @ 0.2	Armad Ppal Real Propuesta
As real Coloc	12.668 cm2	Area de Acero Real Colocado
c	1.31 cm	Alt blq compr: AsFy/.85f'cBetab
εt	0.054	0.003(dt-c)/c
Chequeo	et > 0.005	Phi OK
As RetracTemp	4.66 cm2/cara	2.33<=0.75bh /(2(b+h)Fy)<=12.7
Arm Retr Sug.	1 # 3 @ 0.25	Armad Retracc Propuesta

Diseño para la Longitud Total del Muro

Diseño para Est Límite: Servicio I

DISEÑO DE LA ZARPA TRASERA O TALÓN

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Servicio

Solicitaciones | Diseño a Flexión | **Diseño a Cortante**

	Valor	Simbología
dv1 0.9de	0.24 m	Profund efec de Cortante (a) Art 5.8.2.9
dv2 0.72h	0.25 m	Profund efec de Cortante (b) Art 5.8.2.9
dv dom	0.25 m	Prof efec de Cortante dominante
Phi	0.85	Fact de Res a Cort Art 5.5.4.2
Beta	2	Fact.Cap Concr Agr Diag Tracc y Cort
Vc	44.27 t	Vc=0.083Betaf'c^(1/2)bvdv Art 5.8.3.3-3
Vs	0	Vs =0 No Flejes
Vn	44.27 t	Vn = Vc Art 5.8.3.3-1
Vr	39.84 t	Vr = phi x Vn
Vu	3.7 t	Cortante Ult de Diseño
Chequeo	OK	Cortante OK

Diseño para la Longitud Total del Muro

DISEÑO DEL VÁSTAGO O PANTALLA

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Servicio

Solicitaciones | Diseño a Flexión | **Diseño a Cortante**

	Valor	Simbología
dv1 0.9de	0.2 m	Profund efec de Cortante (a) Art 5.8.2.9
dv2 0.72h	0.22 m	Profund efec de Cortante (b) Art 5.8.2.9
dv dom	0.22 m	Prof efec de Cortante dominante
Phi	0.85	Fact de Res a Cort Art 5.5.4.2
Beta	2	Fact.Cap Concr Agr Diag Tracc y Cort
Vc	37.95 t	Vc=0.083Betaf'c^(1/2)bvdv Art 5.8.3.3-3
Vs	0	Vs =0 No Flejes
Vn	37.95 t	Vn = Vc Art 5.8.3.3-1
Vr	39.84 t	Cortante Resist Vr = phi x Vn
Vu	3.9 t	Cortante Ult de Diseño
Chequeo	OK	Cortante OK

Diseño para la Longitud Total del Muro

DISEÑO DE LA ZARPA DELANTERA O DEDO

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Servicio

Solicitaciones | Diseño a Flexión | **Diseño a Cortante**

	Valor	Simbología
dv1 0.9de	0.24 m	Profund efec de Cortante (a) Art 5.8.2.9
dv2 0.72h	0.25 m	Profund efec de Cortante (b) Art 5.8.2.9
dv dom	0.25 m	Prof efec de Cortante dominante
Phi	0.9	Fact ResisCort Art 5.5.4.2 Concr Normal
Vs	0	Vs = 0 -->> No Flejes
		ACCIÓN EN UNA DIRECCIÓN
Beta	2	Fact.Cap Concr Agr Diag Tracc y Cort
Vc	44.27 t	Vc=0.083Betaf'c^(1/2)bvdv Art 5.8.3.3-3
Vn	44.27 t	Vn = Vc Art 5.8.3.3-1
Vr	39.84 t	Cortante Resist Vr = phi x Vn
Vu	1.81 t	Cortante Ult Diseño.SeccCrít: a dv cara
Chq1direcc	Vr>Vu:OK	Cort Una Direcc OK
		ACCIÓN EN DOS DIRECCIONES
Beta_c	7.937	Rel lado largo/corto rectáng aplic.carga
bo	4.5 m	bo = Perímetro de la Sección Crítica
Vc	127.07 t	(.17+.33/Betac)Sq(fc)bodv<.33Sq(fc)bodv
Vr	114.37 t	Cortante Resist Vr = phi x Vn Vn = Vc
Vu	2.73 t	Cortante Ult Dis. Secc Crít: dv/2 de cara
Ch.2Direcc	Vr>Vu:OK	Cort Dos Direcc OK
Ch.GLOBAL	Vr>Vu:OK	Cortante Global OK

Diseño para la Longitud Total del Muro

Diseño para Est Límite: Resistencia I

DISEÑO DE LA ZARPA TRASERA O TALÓN

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Resistencia I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | Diseño a Cortante

	Valor	Descripción
Pzartras	0 t	Carga Total por Reacc Sue Zarp Tras
Wzarptras	2.52 t	Carga Total por P.P. Zarpa Trasera
Wrelleno	8.65 t	Carga Total por Peso del Relleno
Sobrec.Ver	2.86 t	Carga por Comp. Vert Sobrecarga
Vu	14.03 t	Sumat Cargas Vert: Vu de Diseño
MuxReacc Sue	0 t-m	Momento por Reacc Suelo
Mu x PPzarp	1.51 t-m	Momento por P.P. Zarpa Trasera
Mu x Wrell	5.19 t-m	Momento por Peso del Relleno
Mu x Sobrec	3.43 t-m	Momento por CompV Sobrecarga
Sumat Mu	10.13 t-m	Sumat de Momentos. Mu diseño

Solicit para la Long Total del Muro



DISEÑO DEL VÁSTAGO O PANTALLA

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Resistencia I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | Diseño a Cortante

	Valor	Descripción
E de Tierras EH	1.98 t	Emp Estático de Tierras
E sísmico E Pseis	0 t	Empuje Sísmico Pseis
E Sobrecarga LS	4.52 t	Emp por Sobrecarga Viva
Sumat Empujes	6.5 t	Sumat de Empujes = Vu diseño
Mom x E.Tierra EH	0.98 t-m	Mom x Emp de Tierras
Mom por Pseis	0 t-m	Mom por Fza Sísmica Pseis
Mom por LS	4.3 t-m	Mom x SobrecViva LS
Sumat Momentos	5.28 t-m	Sumat de Momentos = Mu diseño

Solicit para la Long Total del Muro



DISEÑO DE LA ZARPA DELANTERA O DEDO

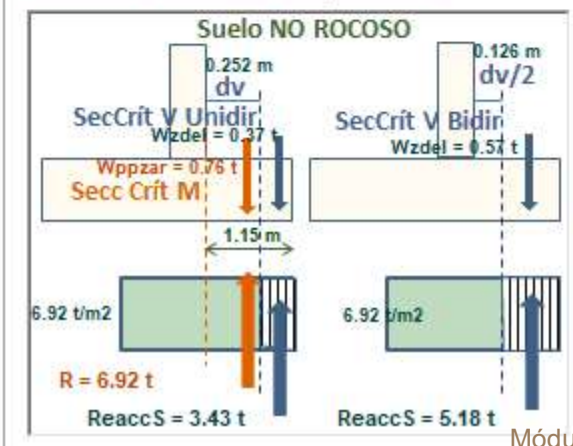
SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Resistencia I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | Diseño a Cortante

	Valor	Descripción
Pzardel	6.92 t	Carga Total Reacc Suelo Zarp Del
Wzardel	0.76 t	Carga Total por P.P. Zarpa Delant
Vu	3.06 t	Sumat Cargas:Cortante Ult Diseño
Mu x ReaccSue	1.73 t-m	Momento por Reacc Suelo
Mu x Wzarp	-0.19 t-m	Momento por P.P. Zarpa
Sumat Mu	1.54 t-m	Sumatoria Momentos. Mu diseño

Cargas para la Longitud Total del Estribo

Solicitaciones Básicas en la Zarpa Delantera



Diseño para Est Límite: Resistencia I

DISEÑO DE LA ZARPA TRASERA O TALÓN

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Resistencia I

Solicitaciones | **Diseño a Flexión** | Diseño a Cortante

	Valor	Simbología
Mu	10.13 t-m	Momento mayorado en la secc
K	69.477 t/m2	Mu/bd^2
m	17.647	fy/0.85f'c
Ro Calc	0.0019	Cuantía Acero de Diseño
As calc	10.092 cm2	Area Refuerzo Calculado Total
Ic	0.007 m4	Mom de Inercia de Sección Bruta
fr	33.132 kg/cm2	Módulo de Ruptura : 1.98(f'c)^1/2
Mcr	13.529 t-m	Mom Agrietamiento
Asmin(Mcr)	13.556 cm2	Acero para Mom_Agrietam.
1.33Ascal	13.422 cm2	Acero Calculado x 1.33
Acero Domina	13.422 cm2	Ascalc<AsMín(Mcr). Prima 1.33As
Arm Ppal Sug.	1 # 4 @ 0.18	Armad Ppal Real Propuesta
As real Coloc	14.075 cm2	Area de Acero Real Colocado
c	1.46 cm	Alt blq compr: AsFy/.85f'cBetab
εt	0.0483	0.003(dt-c)/c
Chequeo	et > 0.005	Phi OK
As RetracTemp	4.66 cm2/cara	2.33<=0.75bh /(2(b+h)Fy)<=12.7
Arm Retr Sug.	1 # 3 @ 0.25	Armad Retracc Propuesta

Diseño para la Longitud Total del Muro

DISEÑO DEL VÁSTAGO O PANTALLA

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Resistencia I

Solicitaciones | **Diseño a Flexión** | Diseño a Cortante

	Valor	Simbología
Mu	5.275 t-m	Momento mayorado en la secc
K	54.494 t/m2	Mu/bd^2
m	17.647	fy/0.85f'c
Ro Calc	0.0015	Cuantía Acero de Diseño
As calc	6.426 cm2	Area Refuerzo Calculado Total
Ic	0.004 m4	Mom de Inercia de Sección Bruta
fr	33.132 kg/cm2	Módulo de Ruptura : 1.98(f'c)^1/2
Mcr	9.94 t-m	Mom Agrietamiento
Asmin(Mcr)	12.253 cm2	Acero para Mom_Agrietam.
1.33Ascal	8.547 cm2	Acero Calculado x 1.33
Acero Domina	8.547 cm2	Ascalc<AsMín(Mcr). Prima 1.33As
Arm Ppal Sug.	1 # 4 @ 0.2	Armad Ppal Real Propuesta
As real Coloc	12.668 cm2	Area de Acero Real Colocado
c	1.31 cm	Alt blq compr: AsFy/.85f'cBetab
εt	0.0426	0.003(dt-c)/c
Chequeo	et > 0.005	Phi OK
As RetracTemp	4.66 cm2/cara	2.33<=0.75bh /(2(b+h)Fy)<=12.7
Arm Retr Sug.	1 # 3 @ 0.25	Armad Retracc Propuesta

Diseño para la Longitud Total del Muro

DISEÑO DE LA ZARPA DELANTERA O DEDO

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Resistencia I

Solicitaciones | **Diseño a Flexión** | Diseño a Cortante

	Valor	Simbología
Mu	1.541 t-m	Momento mayorado en la secc
K	10.571 t/m2	Mu/bd^2
m	17.647	fy/0.85f'c
Ro Calc	0.0003	Cuantía Acero de Diseño
As calc	1.514 cm2	Area Refuerzo Calculado Total
Ic	0.007 m4	Mom de Inercia de Sección Bruta
fr	33.132 kg/cm2	Módulo de Ruptura : 1.98(f'c)^1/2
Mcr	13.529 t-m	Mom Agrietamiento
Asmin(Mcr)	13.556 cm2	Acero para Mom_Agrietam.
1.33Ascal	2.014 cm2	Acero Calculado x 1.33
Acero Domina	2.014 cm2	Ascalc<AsMín(Mcr). Prima 1.33As
Arm Ppal Sug.	1 # 4 @ 0.2	Armad Ppal Real Propuesta
As real Coloc	12.668 cm2	Area de Acero Real Colocado
c	1.31 cm	Alt blq compr: AsFy/.85f'cBetab
εt	0.054	0.003(dt-c)/c
Chequeo	et > 0.005	Phi OK
As RetracTemp	4.66 cm2/cara	2.33<=0.75bh /(2(b+h)Fy)<=12.7
Arm Retr Sug.	1 # 3 @ 0.25	Armad Retracc Propuesta

Diseño para la Longitud Total del Muro

Diseño para Est Límite: Resistencia I

DISEÑO DE LA ZARPA TRASERA O TALÓN

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Resistencia I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | **Diseño a Cortante**

	Valor	Simbología
dv1 0.9de	0.24 m	Profund efec de Cortante (a) Art 5.8.2.9
dv2 0.72h	0.25 m	Profund efec de Cortante (b) Art 5.8.2.9
dv dom	0.25 m	Prof efec de Cortante dominante
Phi	0.85	Fact de Res a Cort Art 5.5.4.2
Beta	2	Fact.Cap Concr Agr Diag Tracc y Cort
Vc	44.27 t	Vc=0.083Betaf'c^(1/2)bvdv Art 5.8.3.3-3
Vs	0	Vs =0 No Flejes
Vn	44.27 t	Vn = Vc Art 5.8.3.3-1
Vr	39.84 t	Vr = phi x Vn
Vu	14.03 t	Cortante Ult de Diseño
Chequeo	OK	Cortante OK

Diseño para la Longitud Total del Muro

DISEÑO DEL VÁSTAGO O PANTALLA

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Resistencia I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | **Diseño a Cortante**

	Valor	Simbología
dv1 0.9de	0.2 m	Profund efec de Cortante (a) Art 5.8.2.9
dv2 0.72h	0.22 m	Profund efec de Cortante (b) Art 5.8.2.9
dv dom	0.22 m	Prof efec de Cortante dominante
Phi	0.85	Fact de Res a Cort Art 5.5.4.2
Beta	2	Fact.Cap Concr Agr Diag Tracc y Cort
Vc	37.95 t	Vc=0.083Betaf'c^(1/2)bvdv Art 5.8.3.3-3
Vs	0	Vs =0 No Flejes
Vn	37.95 t	Vn = Vc Art 5.8.3.3-1
Vr	39.84 t	Cortante Resist Vr = phi x Vn
Vu	6.5 t	Cortante Ult de Diseño
Chequeo	OK	Cortante OK

Diseño para la Longitud Total del Muro

DISEÑO DE LA ZARPA DELANTERA O DEDO

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Resistencia I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | **Diseño a Cortante**

	Valor	Simbología
dv1 0.9de	0.24 m	Profund efec de Cortante (a) Art 5.8.2.9
dv2 0.72h	0.25 m	Profund efec de Cortante (b) Art 5.8.2.9
dv dom	0.25 m	Prof efec de Cortante dominante
Phi	0.9	Fact ResisCort Art 5.5.4.2 Concr Normal
Vs	0	Vs = 0 -->> No Flejes
		ACCIÓN EN UNA DIRECCIÓN
Beta	2	Fact.Cap Concr Agr Diag Tracc y Cort
Vc	44.27 t	Vc=0.083Betaf'c^(1/2)bvdv Art 5.8.3.3-3
Vn	44.27 t	Vn = Vc Art 5.8.3.3-1
Vr	39.84 t	Cortante Resist Vr = phi x Vn
Vu	3.06 t	Cortante Ult Diseño.SeccCrít: a dv cara
Chq1direcc	Vr>Vu:OK	Cort Una Direcc OK
		ACCIÓN EN DOS DIRECCIONES
Beta_c	7.937	Rel lado largo/corto rectáng aplic.carga
bo	4.5 m	bo = Perímetro de la Sección Crítica
Vc	127.07 t	(.17+.33/Betac)Sq(fc)bodv<.33Sq(fc)bodv
Vr	114.37 t	Cortante Resist Vr = phi x Vn Vn = Vc
Vu	4.61 t	Cortante Ult Dis. Secc Crít: dv/2 de cara
Ch.2Direcc	Vr>Vu:OK	Cort Dos Direcc OK
Ch.GLOBAL	Vr>Vu:OK	Cortante Global OK

Diseño para la Longitud Total del Muro

Diseño para Est Límite: Evento Extremo I

DISEÑO DE LA ZARPA TRASERA O TALÓN

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Evento Extremo I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | Diseño a Cortante

	Valor	Descripción
Pzartras	0 t	Carga Total por Reacc Sue Zarp Tras
Wzarptras	2.52 t	Carga Total por P.P. Zarpa Trasera
Wrelleno	8.65 t	Carga Total por Peso del Relleno
Sobrec.Ver	0.82 t	Carga por Comp. Vert Sobrecarga
Vu	11.99 t	Sumat Cargas Vert: Vu de Diseño
MuxReacc Sue	0 t-m	Momento por Reacc Suelo
Mu x PPzarp	1.51 t-m	Momento por P.P. Zarpa Trasera
Mu x Wrell	5.19 t-m	Momento por Peso del Relleno
Mu x Sobrec	0.98 t-m	Momento por CompV Sobrecarga
Sumat Mu	7.68 t-m	Sumat de Momentos. Mu diseño

Solicit para la Long Total del Muro



DISEÑO DEL VÁSTAGO O PANTALLA

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Evento Extremo I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | Diseño a Cortante

	Valor	Descripción
E de Tierras EH	1.98 t	Emp Estático de Tierras
E sísmico E Pseis	2.92 t	Empuje Sísmico Pseis
E Sobrecarga LS	1.29 t	Emp por Sobrecarga Viva
Sumat Empujes	6.19 t	Sumat de Empujes = Vu diseño
Mom x E.Tierra EH	0.98 t-m	Mom x Emp de Tierras
Mom por Pseis	2.63 t-m	Mom por Fza Sísmica Pseis
Mom por LS	1.23 t-m	Mom x SobrecViva LS
Sumat Momentos	4.83 t-m	Sumat de Momentos = Mu diseño

Solicit para la Long Total del Muro



DISEÑO DE LA ZARPA DELANTERA O DEDO

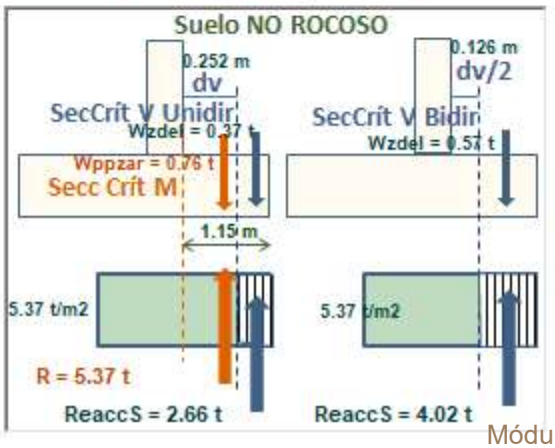
SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Evento Extremo I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | Diseño a Cortante

	Valor	Descripción
Pzardel	5.37 t	Carga Total Reacc Suelo Zarp Del
Wzardel	0.76 t	Carga Total por P.P. Zarpa Delant
Vu	2.29 t	Sumat Cargas:Cortante Ult Diseño
Mu x ReaccSue	1.34 t-m	Momento por Reacc Suelo
Mu x Wzarp	-0.19 t-m	Momento por P.P. Zarpa
Sumat Mu	1.15 t-m	Sumatoria Momentos. Mu diseño

Cargas para la Longitud Total del Estribo

Solicitaciones Básicas en la Zarpa Delantera



Diseño para Est Límite: Evento Extremo I

DISEÑO DE LA ZARPA TRASERA O TALÓN

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Evento Extremo I

Solicitaciones | **Diseño a Flexión** | Diseño a Cortante

	Valor	Simbología
Mu	7.682 t-m	Momento mayorado en la secc
K	52.686 t/m2	Mu/bd^2
m	17.647	fy/0.85f'c
Ro Calc	0.0014	Cuantía Acero de Diseño
As calc	7.622 cm2	Area Refuerzo Calculado Total
Ic	0.007 m4	Mom de Inercia de Sección Bruta
fr	33.132 kg/cm2	Módulo de Ruptura : 1.98(f'c)^1/2
Mcr	13.529 t-m	Mom Agrietamiento
Asmin(Mcr)	13.556 cm2	Acero para Mom_Agrietam.
1.33Ascal	10.137 cm2	Acero Calculado x 1.33
Acero Domina	10.137 cm2	Ascalc<AsMín(Mcr). Prima 1.33As
Arm Ppal Sug.	1 # 4 @ 0.2	Armad Ppal Real Propuesta
As real Coloc	12.668 cm2	Area de Acero Real Colocado
c	1.31 cm	Alt blq compr: AsFy/.85f'cBetab
εt	0.054	0.003(dt-c)/c
Chequeo	et > 0.005	Phi OK
As RetracTemp	4.66 cm2/cara	2.33<=0.75bh /(2(b+h)Fy)<=12.7
Arm Retr Sug.	1 # 3 @ 0.25	Armad Retracc Propuesta

Diseño para la Longitud Total del Muro

DISEÑO DEL VÁSTAGO O PANTALLA

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Evento Extremo I

Solicitaciones | **Diseño a Flexión** | Diseño a Cortante

	Valor	Simbología
Mu	4.833 t-m	Momento mayorado en la secc
K	49.93 t/m2	Mu/bd^2
m	17.647	fy/0.85f'c
Ro Calc	0.0013	Cuantía Acero de Diseño
As calc	5.881 cm2	Area Refuerzo Calculado Total
Ic	0.004 m4	Mom de Inercia de Sección Bruta
fr	33.132 kg/cm2	Módulo de Ruptura : 1.98(f'c)^1/2
Mcr	9.94 t-m	Mom Agrietamiento
Asmin(Mcr)	12.253 cm2	Acero para Mom_Agrietam.
1.33Ascal	7.822 cm2	Acero Calculado x 1.33
Acero Domina	7.822 cm2	Ascalc<AsMín(Mcr). Prima 1.33As
Arm Ppal Sug.	1 # 4 @ 0.2	Armad Ppal Real Propuesta
As real Coloc	12.668 cm2	Area de Acero Real Colocado
c	1.31 cm	Alt blq compr: AsFy/.85f'cBetab
εt	0.0426	0.003(dt-c)/c
Chequeo	et > 0.005	Phi OK
As RetracTemp	4.66 cm2/cara	2.33<=0.75bh /(2(b+h)Fy)<=12.7
Arm Retr Sug.	1 # 3 @ 0.25	Armad Retracc Propuesta

Diseño para la Longitud Total del Muro

DISEÑO DE LA ZARPA DELANTERA O DEDO

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Evento Extremo I

Solicitaciones | **Diseño a Flexión** | Diseño a Cortante

	Valor	Simbología
Mu	1.153 t-m	Momento mayorado en la secc
K	7.909 t/m2	Mu/bd^2
m	17.647	fy/0.85f'c
Ro Calc	0.0002	Cuantía Acero de Diseño
As calc	1.132 cm2	Area Refuerzo Calculado Total
Ic	0.007 m4	Mom de Inercia de Sección Bruta
fr	33.132 kg/cm2	Módulo de Ruptura : 1.98(f'c)^1/2
Mcr	13.529 t-m	Mom Agrietamiento
Asmin(Mcr)	13.556 cm2	Acero para Mom_Agrietam.
1.33Ascal	1.505 cm2	Acero Calculado x 1.33
Acero Domina	1.505 cm2	Ascalc<AsMín(Mcr). Prima 1.33As
Arm Ppal Sug.	1 # 4 @ 0.2	Armad Ppal Real Propuesta
As real Coloc	12.668 cm2	Area de Acero Real Colocado
c	1.31 cm	Alt blq compr: AsFy/.85f'cBetab
εt	0.054	0.003(dt-c)/c
Chequeo	et > 0.005	Phi OK
As RetracTemp	4.66 cm2/cara	2.33<=0.75bh /(2(b+h)Fy)<=12.7
Arm Retr Sug.	1 # 3 @ 0.25	Armad Retracc Propuesta

Diseño para la Longitud Total del Muro

Diseño para Est Límite: Evento Extremo I

DISEÑO DE LA ZARPA TRASERA O TALÓN

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Evento Extremo I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | **Diseño a Cortante**

	Valor	Simbología
dv1 0.9de	0.24 m	Profund efec de Cortante (a) Art 5.8.2.9
dv2 0.72h	0.25 m	Profund efec de Cortante (b) Art 5.8.2.9
dv dom	0.25 m	Prof efec de Cortante dominante
Phi	0.85	Fact de Res a Cort Art 5.5.4.2
Beta	2	Fact.Cap Concr Agr Diag Tracc y Cort
Vc	44.27 t	Vc=0.083Betaf'c^(1/2)bvdv Art 5.8.3.3-3
Vs	0	Vs =0 No Flejes
Vn	44.27 t	Vn = Vc Art 5.8.3.3-1
Vr	39.84 t	Vr = phi x Vn
Vu	11.99 t	Cortante Ult de Diseño
Chequeo	OK	Cortante OK

Diseño para la Longitud Total del Muro

DISEÑO DEL VÁSTAGO O PANTALLA

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Evento Extremo I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | **Diseño a Cortante**

	Valor	Simbología
dv1 0.9de	0.2 m	Profund efec de Cortante (a) Art 5.8.2.9
dv2 0.72h	0.22 m	Profund efec de Cortante (b) Art 5.8.2.9
dv dom	0.22 m	Prof efec de Cortante dominante
Phi	0.85	Fact de Res a Cort Art 5.5.4.2
Beta	2	Fact.Cap Concr Agr Diag Tracc y Cort
Vc	37.95 t	Vc=0.083Betaf'c^(1/2)bvdv Art 5.8.3.3-3
Vs	0	Vs =0 No Flejes
Vn	37.95 t	Vn = Vc Art 5.8.3.3-1
Vr	39.84 t	Cortante Resist Vr = phi x Vn
Vu	6.19 t	Cortante Ult de Diseño
Chequeo	OK	Cortante OK

Diseño para la Longitud Total del Muro

DISEÑO DE LA ZARPA DELANTERA O DEDO

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Evento Extremo I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | **Diseño a Cortante**

	Valor	Simbología
dv1 0.9de	0.24 m	Profund efec de Cortante (a) Art 5.8.2.9
dv2 0.72h	0.25 m	Profund efec de Cortante (b) Art 5.8.2.9
dv dom	0.25 m	Prof efec de Cortante dominante
Phi	0.9	Fact ResisCort Art 5.5.4.2 Concr Normal
Vs	0	Vs = 0 -->> No Flejes
		ACCIÓN EN UNA DIRECCIÓN
Beta	2	Fact.Cap Concr Agr Diag Tracc y Cort
Vc	44.27 t	Vc=0.083Betaf'c^(1/2)bvdv Art 5.8.3.3-3
Vn	44.27 t	Vn = Vc Art 5.8.3.3-1
Vr	39.84 t	Cortante Resist Vr = phi x Vn
Vu	2.29 t	Cortante Ult Diseño.SeccCrít: a dv cara
Chq1direcc	Vr>Vu:OK	Cort Una Direcc OK
		ACCIÓN EN DOS DIRECCIONES
Beta_c	7.937	Rel lado largo/corto rectáng aplic.carga
bo	4.5 m	bo = Perímetro de la Sección Crítica
Vc	127.07 t	(.17+.33/Betac)Sq(fc)bodv<.33Sq(fc)bodv
Vr	114.37 t	Cortante Resist Vr = phi x Vn Vn = Vc
Vu	3.45 t	Cortante Ult Dis. Secc Crít: dv/2 de cara
Ch.2Direcc	Vr>Vu:OK	Cort Dos Direcc OK
Ch.GLOBAL	Vr>Vu:OK	Cortante Global OK

Diseño para la Longitud Total del Muro

ENVOLVENTE DE DISEÑO DE LA ALETA

ENVOLVENTE DE DISEÑO DE LA ALETA

Armad Principal a Flexión | Chequeo a Cortante

Estado Límite	ZarDel.Abajo	ZarTras.Abajo	ZarTras.Arrib	Vást.CaraRellen
Servicio I	1 # 4 @ 0.2	-	1 # 4 @ 0.2	1 # 4 @ 0.2
Resistencia I	1 # 4 @ 0.2	-	1 # 4 @ 0.18	1 # 4 @ 0.2
Ev Extremo I	1 # 4 @ 0.2	-	1 # 4 @ 0.2	1 # 4 @ 0.2
Envolvente	**1 # 4 @ 0.2**	-	**1 # 4 @ 0.18**	**1 # 4 @ 0.2**

ENVOLVENTE DE DISEÑO DE LA ALETA

Armad Principal a Flexión | **Chequeo a Cortante**

Estado Límite	ZarDelant Vr / Vu	ZarTrasera Vr / Vu	Vástago Vr / Vu
Servicio I	22.01	10.76	8.26
Resistencia I	13.03	2.84	4.96
Ev Extremo I	17.42	3.32	5.21
Envolvente	**OK CORTE**	**OK CORTE**	**OK CORTE**

Constantes de Diseño para la Aleta

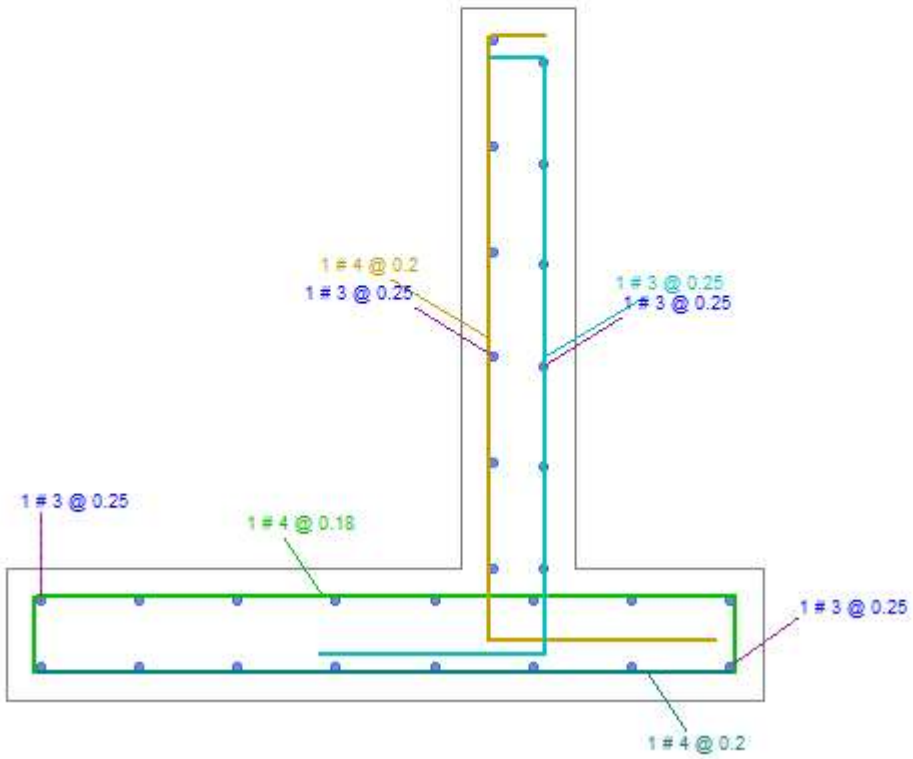
Resistencia del Concreto F'c (kg/cm2)	280
Límite de Fluencia del Acero, Fy (kg/cm2)	4200
Recubrim Concreto al Centroide Armad Principal (cm)	8
Usar Diámetro Varillas en milímetros o en pulgadas	pulg
Diámetro Mínimo a usar para Acero Principal, #	4
Diámetro Mínimo a usar para Acero Secundario, #	3
Separación Máxima Varillas Armadura Principal, (cm)	20

$$K = \frac{Mu}{bd^2} \qquad m = \frac{Fy}{0.85f'c}$$

Índice de Acero Rho:

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2mK}{\emptyset fy}}\right)$$

Detalles del Muro



Detalles del Muro en Vista Separada





DISEÑO DE BOX CULVERT TIPO 4

15. DISEÑO DE BOX CULVERT TIPO 4

El diseño se realizó modelando las paredes y la losa como un conjunto, y determinar las fuerzas y momentos internos en los elementos. La estructura se diseñó paso a paso con el objeto de conocer muy bien los efectos de diseño y, el diseño del Box Coulvert y aletas fue realizado utilizando el Programa de Puentes del Ingeniero Fernando Medina (*Ver Anexos Digitales*).

15.1. DISEÑO ESTRUCTURAL

15.1.1. Datos de Entrada

A continuación, se presenta los datos iniciales para realizar el diseño y la modelación de esta estructura:

DATOS DE ENTRADA		
Altura Total de la Estructura	5.95	**m**
Ancho Total de la Estructura	4.35	**m**
Espesor de la Losa Superior	0.35	**m**
Espesor de los Muros	0.45	**m**
Espesor de la Losa Inferior	0.60	**m**
Número de Celdas	2	
Longitud de la Estructura	4.00	**m**
Longitud de la Aleta	2.50	**m**
Espesor del Vástago de la Aleta	0.45	**m**
Espesor de la Zapata	0.60	**m**

Tabla 24. *Datos de Entrada para la modelación de la Estructura.*

En los anexos se presenta el diseño del Box Culvert descrito en esta memoria de cálculo digital.

15.1.2. Constantes de Diseño

A continuación, se presenta las constantes de diseño que se tuvieron en cuenta en la modelación de esta estructura:

CONSTANTES DE DISEÑO		
Resistencia a la Compresión del Concreto (f_c')	280	kg/cm^2
Resistencia a la Fluencia del Acero (f_y) – Barras Longitudinales	4200	kg/cm^2
Resistencia a la Fluencia del Acero (f_y) – Acero de Flejes	4200	kg/cm^2
ϕ varilla muros (Octavos de pulgada)	No. 3-5	
ϕ min. varilla losa (Octavos de pulgada)	No. 3-5	
Recubrimiento centroide de losa y lateral libre	7.50	cm
Camión de Diseño	CCP-14 COL	

Tabla 25. *Constantes de Diseño para la modelación de la Estructura.*

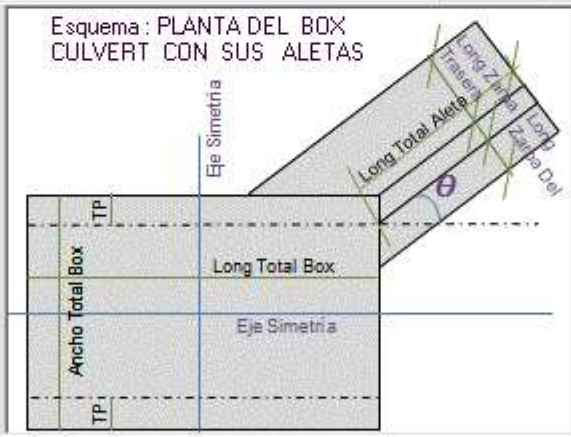
A continuación, se presentan los resultados del diseño de todas las estructuras que componen esta estructura (**Box Culvert Tipo 4**) utilizando el Programa de Puentes del Ingeniero Fernando Medina.

INFORMACIÓN GENERAL DEL BOX CULVERT

GEOMETRÍA ALCANTARILLA y GEOMETRÍA ALETAS

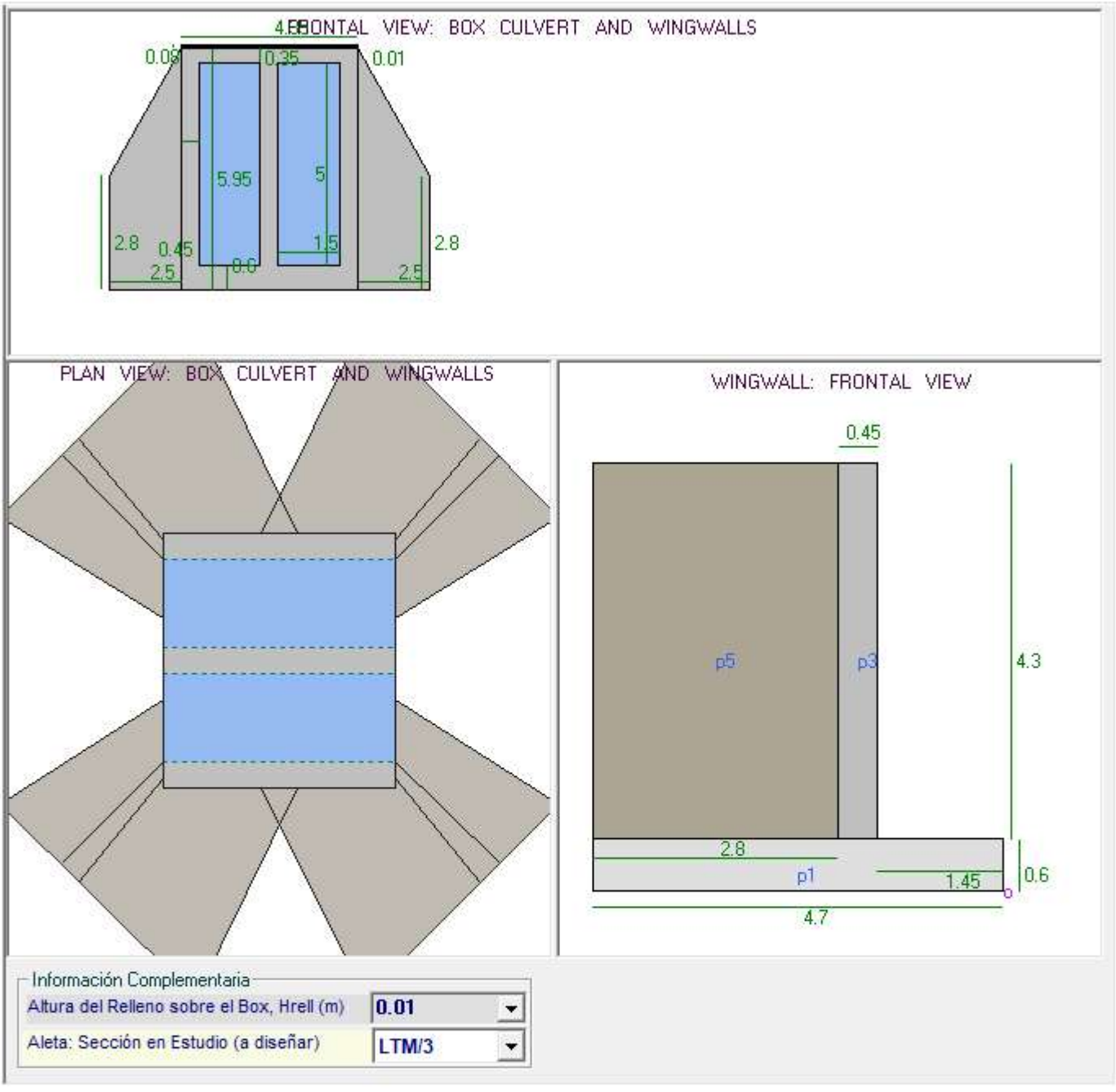
GEOMETRÍA DE LA ALCANTARILLA	
Ancho Total del Box (a bordes ext.), Lta (m)	4.35
Longitud Total Box (a bordes exter), Ltb (m)	4
Altura Total Box (a bordes ext), Ha (m)	5.95
Número de Celdas	2
Espesor Losa Superior ts (m)	0.35
Espesor Losa Inferior ti (m)	0.6
Espesor Paredes Verticales tp (m)	0.45
Espesor de Capa o Placa de Rodadura (m)	0.08
Dimensión de la Cartela (Igual en X e Y) (m)	0
GEOMETRÍA ALETAS (aplica para las cuatro)	
Longitud Total de la Aleta LTM (m)	2.5
Si Hrell es > 0, Altura Adicional de Aleta (m)	0
Altura Total en Extr Ext (menor), HLN (m)	2.8
Ángulo Box-Aleta en Planta, (grados)	45
Angulo Inclinación Talud Relleno (grados)	0
Ancho de Corona del Vástago, AC (m)	0.45
Proyección Trasera Vástago, BZ (m)	0
Proyección Delantera Vástago, BD (m)	0
Longitud Total de Zapata, Mín 0.67H, LTZ (m)	4.7
Longitud de la Zarpa Delantera, LZD (m)	1.45
Espesor de la Zapata, Hzap (m)	0.6

Esquema : PLANTA DEL BOX CULVERT CON SUS ALETAS



INFORMACIÓN GENERAL DEL BOX CULVERT

GEOMETRÍA ALCANTARILLA y GEOMETRÍA ALETAS



Información Complementaria

Altura del Relleno sobre el Box, Hrell (m)	0.01
Aleta: Sección en Estudio (a diseñar)	LTM/3

INFORMACIÓN GENERAL DEL BOX CULVERT

DATOS DEL SUELO Y EL RELLENO

DATOS DEL SUELO Y EL RELLENO

Resistencia Suelo E Lím de Resistencia(t/m2)	35.9
Resistencia Suelo E.Lím Evento Extrem (t/m2)	79.6
Resistencia Suelo Est.Lím de Servicio (t/m2)	79.6
Peso Especifico Suelo de Relleno (t/m3)	1.8
Áng Fricción Interna Suelo Relleno ϕ 'f (grads)	30
Áng Fricción Interna Suelo Cimentac ϕ 'f (grados)	30
Áng Fricc en interfase muro relleno δ (grados)	0
Altura Nivel Freático desde fondo zap, Hnf(m)	0
Tipo Empuje Horiz a considerar por el Relleno	Reposo

CONSTANTES SÍSMICAS

Coeficiente Aceleración Pico Horiz, PGA	0.15
Clase de Sitio (Clase de Suelo)	E

NORMA DE DISEÑO

Camión de Diseño: Utilizar la Norma	CCP14

Constantes de Diseño para el Box Culvert

Resistencia del Concreto F'c (kg/cm2)	280
Límite de Fluencia del Acero, Fy (kg/cm2)	4200
Recubrim Concreto al Centroide Armad Principal (cm)	7.5
Usar Diámetro Varillas en milímetros o en pulgadas	pulg
Diámetro Mínimo a usar para Acero Principal, #	5
Diámetro Mínimo a usar para Acero Secundario, #	3
Separación Máxima Varillas Armadura Principal, (cm)	20

Constantes de Diseño para las Aletas

Resistencia del Concreto F'c (kg/cm2)	280
Límite de Fluencia del Acero, Fy (kg/cm2)	4200
Recubrim Concreto al Centroide Armad Principal (cm)	7.5
Usar Diámetro Varillas en milímetros o en pulgadas	pulg
Diámetro Mínimo a usar para Acero Principal, #	5
Diámetro Mínimo a usar para Acero Secundario, #	3
Separación Máxima Varillas Armadura Principal, (cm)	20

Considerar 14/fy como Rho mínimo (sugerido SÍ)	NO

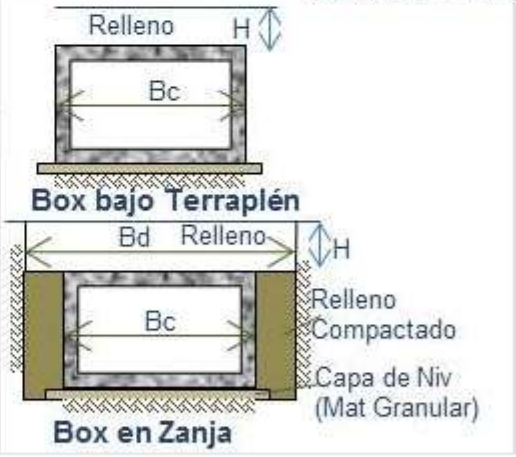
CONSTANTES PARA MODIFICACIÓN DE LAS CARGAS DE SUELO, CONSIDERANDO INTERACCIÓN SUELO ESTRUCTURA

(AASHTO CCP14 Art 12.11.2.2)

Tipo de Box (según condiciones de relleno)	Bajo Terraplén
Ancho Horizontal de la Zanja Bd (= Bc para terrapl)	7
Coeficiente Kmiu, según material del relleno	0.14
Relleno Compactado a lo largo de los laterales del box	No Compactado

Valores Sugeridos de Kmiu (Fig 12.11.2.2.1-3)

Kmiu = 0.1924 para materiales granulares no cohesivos
Kmiu = 0.165 máx. para arena y grava
kmiu = 0.150 para capa vegetal saturada
kmiu = 0.130 máx. normal para arcilla
kmiu = 0.110 arcilla saturada

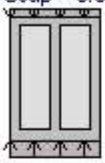


SOLICITACIONES BÁSICAS DEL BOX CULVERT: DC, DW, EH, EV, LS

CARGAS

CARGA MUERTA DC

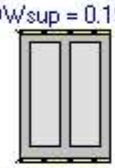
W_DCsup = 0.84 t/m



Ítem	Carga (t/m)	Descripción
W DC_sup	0.84	P.P de la Losa Superior del Box
W DC_cartelas	0	(P.P de las Cartelas) / Ancho Box
W DC_x muros	3.724	(P.P de Muros Box) / Ancho Box
W DC_inf	6.004	Carga sobre Losa Inferior por DC

CARGA MUERTA DW

W_DWsup = 0.192 t/m



W_DWinf = 0.192 t/m

Ítem	Carga (t/m)	Descripción
W DW_sup	0.192	Carga Losa Sup por C.Rodadura
W DW_inf	0.192	Carga Losa Inf por C.Rodadura

EMPUJE DE TIERRAS EH

= 0.009 t/m po3 = 0.009 t/m

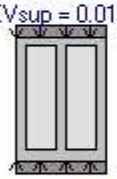


po2 = 5.364 t/m 5.364 t/m

Ítem	W (t/m/m)	Descripción
p01	5.364	p01 = Ko x Pvolsueloseco x H1+ p03
p03	0.009	p03 = Ko x Pvolsueloseco x HR
p02	5.364	p02 = Ko x Pvolsuelosumerg x HNF+p01
p Eagua	0	P.unit agua x H nivel freático

PRESIÓN VERTICAL SUELO RELLENO EV

W_EVsup = 0.018 t/m

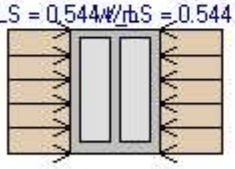


W_EVinf = 0.018 t/m

Ítem	Valor	Descripción
Box.Tip	Bajo Terraplén	Tipo de Box según manejo del Rell
Bc	4.35 m	Ancho Horizontal del Box
Kmiu	-	Coef función del Material del Relleno
H	0.01 m	Profundidad del Relleno sobre el Box
Cd	-	Coef función de Kmiu, H y Bc o Bd
Fe	1 <= 1.4 -> 1	1+ 0.20 x H / Bc
Ft	-	(Cd x Bd^2) / H / Bc <= Fe
EVsup	0.018 t/m	EVsup= Ft x GammaS x H (/ml box)

SOBRECARGA VIVA LS

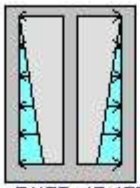
W_LS = 0.544 t/m W_LS = 0.544 t/m



Ítem	Valor	Descripción
Ko	0.5	Coef. Presion de Reposo del Suelo
PesoVol_s	1.8 t/m3	Peso Unitario Total del Suelo
H_box	5.95 m	Altura Total del Box Culvert
h_eq	0.605 m	Alt Equiv de suelo para C.Vehicular
Delta_p	0.544 t/m	Presión cte.horiz suelo x sobrec CV

CARGAS

CARGA DE AGUA WA



WA = 5.475 t/m

CARGA DE AGUA

Ítem	Valor	Descripción
Alt Agua	5.475 m	Altura de Agua actuante
Wagua_WA	5.475 t/m	Presión de Agua (box lleno)

Consideraciones:

El Art. 3.7.1 de AASHTO y CCP-14 exige considerar el caso donde el box esté lleno de agua así como el estado donde el box esté vacío

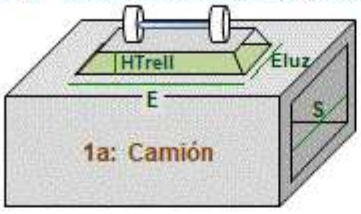
CARGAS

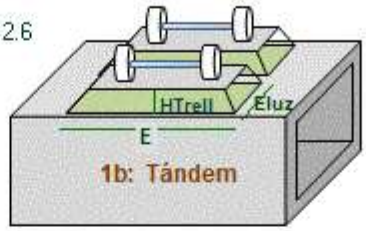
CARGA VIVA LL+Imp . Teoría

AASHTO y CCP-14 Art 4.6.2.10

Caso 1. Altura de Relleno HR < 0.6

Art 3.6.1.2.6





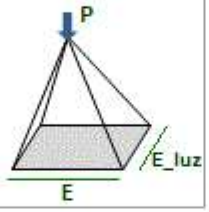
Distribución de la Carga de Eje . HR < 0.60 m

E = 0.244+0.12S

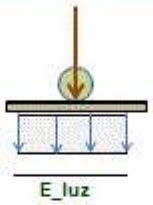
E_luz = LT + LLDF(H)

LLDF = 1.15 LT = 0.254 m

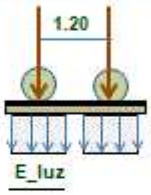
H = HR + esp pavimento



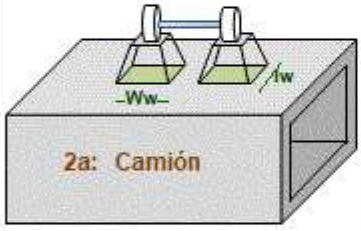
1a: Domina el Camión

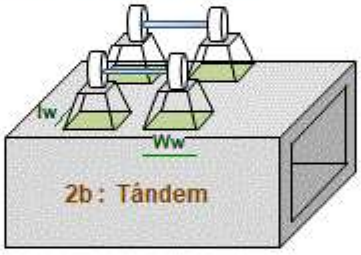


1b: Domina el Tándem



Caso 2. Altura de Relleno HR >= 0.6 m SIN Traslapo





(•) **Sin Traslapo**

( ) **Con Traslapo**

H= Hrell+esp pav

l_t= 0.254 m

$LLDF$ = 1.15

S_a= 1.20 ó 4.30 m

S_w= 1.828 m

w_t= 0.508 m

Distribución de la Carga de Eje . HR >= 0.60 m

A_{LL} = Área de Distr de la Carga de Eje a la Prof H $A_{LL} = l_w w_w$

Cálculo de w_w

$$H_{int-t} = \frac{s_w - w_t - 0.06 D_i}{LLDF}$$

$Si\ H < H_{int-t}$

$w_w = w_t + LLDF(H) - 0.06 D_i$

$Si\ H \geq H_{int-t}$

$w_w = w_t + s_w + LLDF(H) - 0.06 D_i$

Cálculo de l_w

$$H_{int-p} = \frac{s_a - l_t}{LLDF}$$

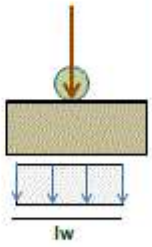
$Si\ H < H_{int-p}$

$l_w = l_t + LLDF(H)$

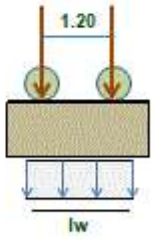
$Si\ H \geq H_{int-p}$

$l_w = l_t + s_a + LLDF(H)$

2a: Domina el Camión



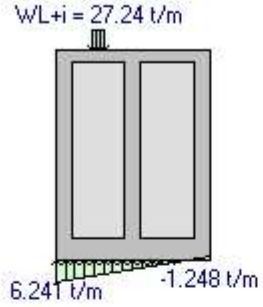
2b: Domina el Tándem



CÁLCULO DE LAS SOLICITACIONES BÁSICAS : CARGA VIVA L + i

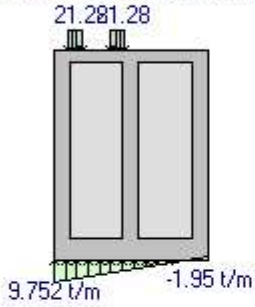
Solicitaciones Críticas por Cargas Vivas

CARGA VIVA LL+I . POSICIÓN CRÍTICA 1: CAMIÓN



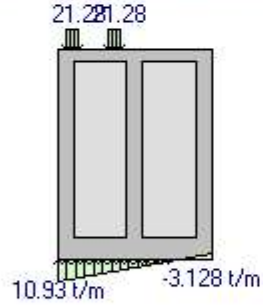
Ítem	Valor	Descripción
Carga Q	17.082 t/m	Carga Distribuida Equivalente
Fact Imp. IM	32.865 %	Factor Dinámico de Impacto
Factor m	1.2	Factor de Presencia Múltiple
Carga W	27.235 t/m	Carga Distrib. Equiv. Efectiva
L.Carga lw	0.358 m	Longitud lw de la Carga(s) W
Brazo a1	0.796 m	Brazo.Aplicac a1 de Carga W
Brazo a2	- . No aplica	Brazo.de Aplc a2 (si aplica)
Carga S1	6.241 t/m	Carga de Reacción Máxima
Carga S2	-1.248 t/m	Carga de Reacción Mínima

CARGA VIVA LL+I . POSICION CRÍTICA 2: TÁNDEM



Ítem	Valor	Descripción
Carga Q	13.345 t/m	Carga Distribuida Equivalente
Fact Imp. IM	32.865 %	Factor Dinámico de Impacto
Factor m	1.2	Factor de Presencia Múltiple
Carga W	21.278 t/m	Carga Distrib. Equiv. Efectiva
L.Carga lw	0.358 m	Longitud lw de la Carga(s) W
Brazo a1	0.196 m	Brazo.Aplicac a1 de Carga W
Brazo a2	1.396 m	Brazo.de Aplc a2 (si aplica)
Carga S1	9.752 t/m	Carga de Reacción Máxima
Carga S2	-1.95 t/m	Carga de Reacción Mínima

CARGA VIVA LL+I . POSICION CRÍTICA 3 . MÁX CORTANTE



Ítem	Valor	Descripción
Carga Q	13.345 t/m	Carga Distribuida Equivalente
Fact Imp. IM	32.865 %	Factor Dinámico de Impacto
Factor m	1.2	Factor de Presencia Múltiple
Carga W	21.278 t/m	Carga Distrib. Equiv. Efectiva
L.Carga lw	0.358 m	Longitud lw de la Carga(s) W
Brazo a1	0 m	Brazo.Aplicac a1 de Carga W
Brazo a2	1.2 m	Brazo.de Aplc a2 (si aplica)
Carga S1	10.93 t/m	Carga de Reacción Máxima
Carga S2	-3.128 t/m	Carga de Reacción Mínima

CHEQUEO DE ESFUERZOS EN EL SUELO

CHEQUEO DE ESFUERZOS EN EL SUELO

ESTADO DE CARGA	ESFZO SUELO t/m2
Carga Muerta y Acc DC	6
Carga Pavimento DW	0.19
Presión Vert Rellen EV	0.02
Presión Peso Agua WA	3.45
Carga Viva+Imp L+i	10.93

ESTADO LÍMITE DE RESISTENCIA

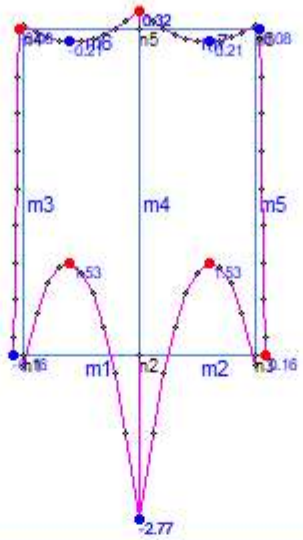
1.25(DC) + 1.50(DW) + 1.35(EV) + 1.0(WA) + 1.75(L+I)

Esfuerzo Actuante	30.39 t/m2
Resist Suelo E.Lím de Resistencia	35.9 t/m2
Diagnóstico	Cumple OK

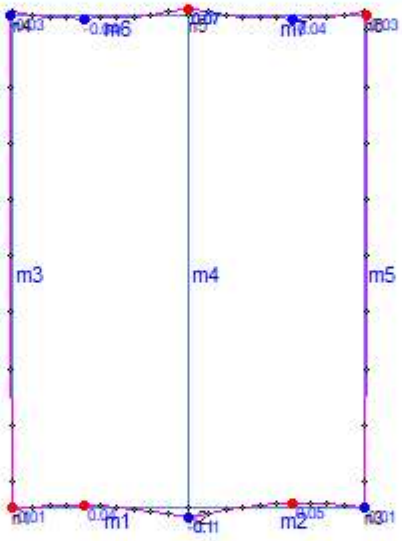
Análisis del Box para los Estado Básicos de Cargas

Diseño

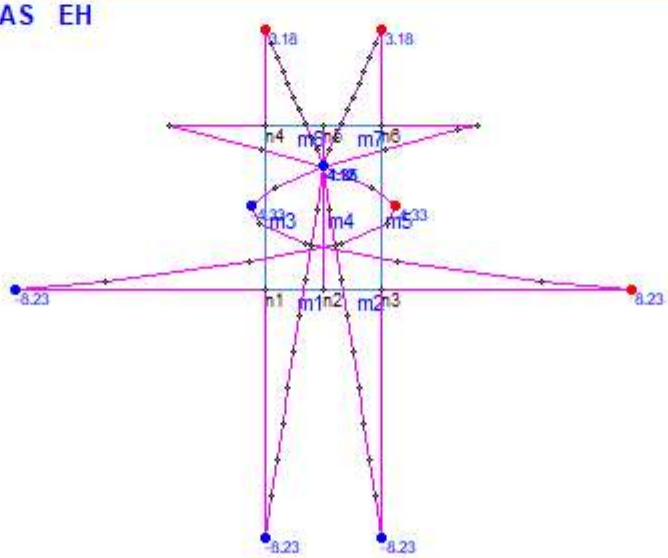
CARGA MUERTA DC



CARGA MUERTA DW



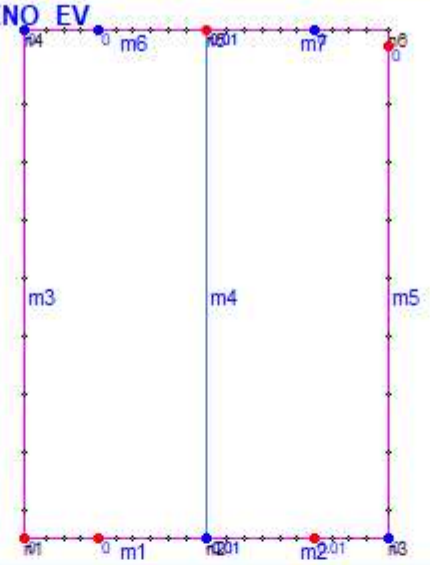
CARGA EMPUJE DE TIERRAS EH



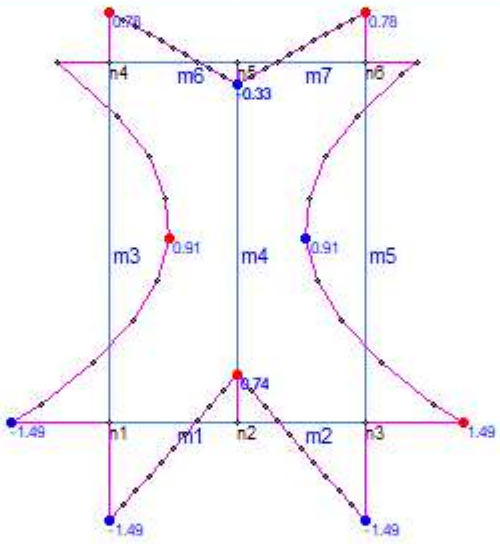
Análisis del Box para los Estado Básicos de Cargas

Diseño

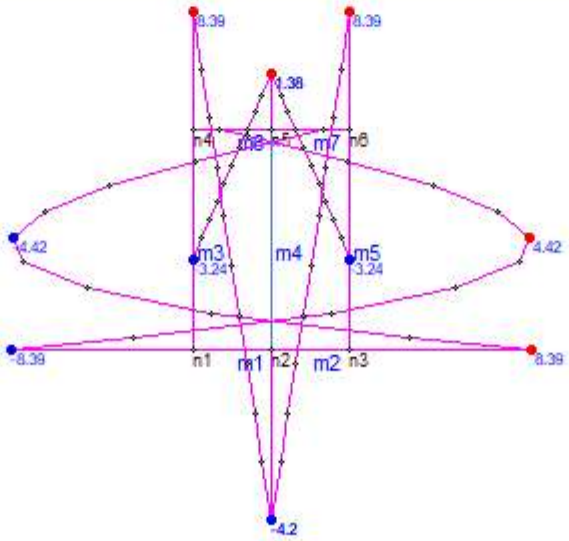
PRESIÓN CARGA VERTICAL RELLENO EV



SOBRECARGA LS

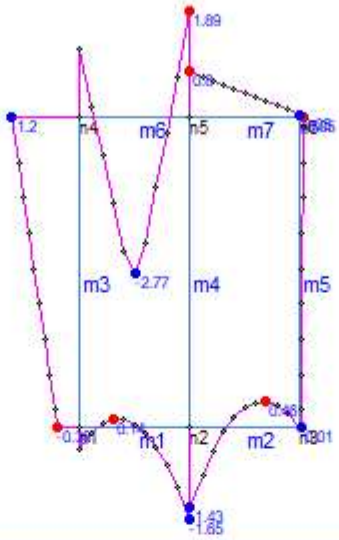


CARGA DE AGUA WA

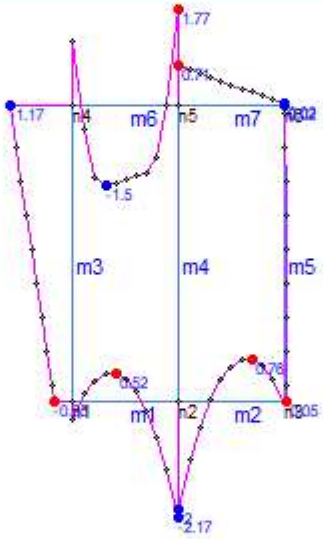


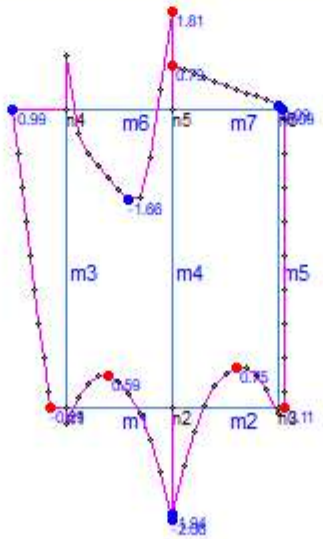
Diseño

CARGA VIVA L+ I : CAMIÓN



CARGA VIVA L + I : TÁNDEM





EFUERZOS FINALES DE MIEMBROS

CARGA MUERTA DC

Miembro	Nudo	F Axial (t)	Cortante (t)	Mom (t-m)
m1	1	0	-4.51	-0.16
	2	0	-7.2	2.77
m2	2	0	-7.2	-2.77
	3	0	-4.51	0.16
m3	1	0.69	0.02	0.16
	4	-0.69	-0.02	-0.08
m4	2	1.89	0	0
	5	-1.89	0	0
m5	3	0.69	-0.02	-0.16
	6	-0.69	0.02	0.08
m6	4	-0.02	0.69	0.08
	5	0.02	0.94	-0.32
m7	5	-0.02	0.94	0.32
	6	0.02	0.69	-0.08

EFUERZOS FINALES DE MIEMBROS

CARGA MUERTA DW

Miembro	Nudo	F Axial (t)	Cortante (t)	Mom (t-m)
m1	1	0	-0.13	0.01
	2	0	-0.24	0.1
m2	2	0	-0.24	-0.1
	3	0	-0.13	-0.01
m3	1	0.17	-0.01	-0.01
	4	-0.17	0.01	-0.03
m4	2	0.41	0	0
	5	-0.41	0	0
m5	3	0.17	0.01	0.01
	6	-0.17	-0.01	0.03
m6	4	0.01	0.17	0.03
	5	-0.01	0.21	-0.07
m7	5	0.01	0.21	0.07
	6	-0.01	0.17	-0.03

EFUERZOS FINALES DE MIEMBROS

CARGA EMPUJE DE TIERRAS EH

Miembro	Nudo	F Axial (t)	Cortante (t)	Mom (t-m)
m1	1	0	-6.33	-8.23
	2	0	6.33	-4.12
m2	2	0	6.33	4.12
	3	0	-6.33	8.23
m3	1	2.33	10.72	8.23
	4	-2.33	3.99	-3.18
m4	2	-4.65	0	0
	5	4.65	0	0
m5	3	2.33	-10.72	-8.23
	6	-2.33	-3.99	3.18
m6	4	3.99	2.33	3.18
	5	-3.99	-2.33	1.35
m7	5	3.99	-2.33	-1.35
	6	-3.99	2.33	-3.18

EFUERZOS FINALES DE MIEMBROS

PRESIÓN CARGA VERTICAL RELLENO EV

Miembro	Nudo	F Axial (t)	Cortante (t)	Mom (t-m)
m1	1	0	-0.01	0
	2	0	-0.02	0.01
m2	2	0	-0.02	-0.01
	3	0	-0.01	0
m3	1	0.02	0	0
	4	-0.02	0	0
m4	2	0.04	0	0
	5	-0.04	0	0
m5	3	0.02	0	0
	6	-0.02	0	0
m6	4	0	0.02	0
	5	0	0.02	-0.01
m7	5	0	0.02	0.01
	6	0	0.02	0

EFUERZOS FINALES DE MIEMBROS

SOBRECARGA LS

Miembro	Nudo	F Axial (t)	Cortante (t)	Mom (t-m)
m1	1	0	-1.14	-1.49
	2	0	1.14	-0.74
m2	2	0	1.14	0.74
	3	0	-1.14	1.49
m3	1	0.57	1.62	1.49
	4	-0.57	1.36	-0.78
m4	2	-1.14	0	0
	5	1.14	0	0
m5	3	0.57	-1.62	-1.49
	6	-0.57	-1.36	0.78
m6	4	1.36	0.57	0.78
	5	-1.36	-0.57	0.33
m7	5	1.36	-0.57	-0.33
	6	-1.36	0.57	-0.78

EFUERZOS FINALES DE MIEMBROS

CARGA DE AGUA WA

Miembro	Nudo	F Axial (t)	Cortante (t)	Mom (t-m)
m1	1	0	6.45	8.39
	2	0	-6.45	4.2
m2	2	0	-6.45	-4.2
	3	0	6.45	-8.39
m3	1	-2.37	-10.93	-8.39
	4	2.37	-4.06	3.24
m4	2	4.74	0	0
	5	-4.74	0	0
m5	3	-2.37	10.93	8.39
	6	2.37	4.06	-3.24
m6	4	-4.06	-2.37	-3.24
	5	4.06	2.37	-1.38
m7	5	-4.06	2.37	1.38
	6	4.06	-2.37	3.24

Momentos Interiores en cada Miembro

CARGA MUERTA DC

Miembro	Posic.(m)	M (t-m)
m1	0	-0.16
m1	0.225	0.7
m1	0.412	1.19
m1	0.6	1.47
m1	0.788	1.53
m1	0.975	1.39
m1	1.162	1.03
m1	1.35	0.46
m1	1.537	-0.32
m1	1.725	-1.31
m1	1.95	-2.77
m2	0	-2.77
m2	0.225	-1.31
m2	0.412	-0.32
m2	0.6	0.46
m2	0.788	1.03
m2	0.975	1.39
m2	1.162	1.53
m2	1.35	1.47
m2	1.537	1.19
m2	1.725	0.7
m2	1.95	-0.16
m3	0	-0.16
m3	0.3	-0.15
m3	0.925	-0.14
m3	1.55	-0.14
m3	2.175	-0.13
m3	2.8	-0.12
m3	3.425	-0.11
m3	4.05	-0.1
m3	4.675	-0.09
m3	5.475	-0.08
m3	5.475	-0.08
m4	0	0
m4	0.3	0
m4	0.925	0
m4	1.55	0
m4	2.175	0
m4	2.8	0
m4	3.425	0
m4	4.05	0
m4	4.675	0
m4	5.475	0
m4	5.475	0
m5	0	0.16

Momentos Interiores en cada Miembro

CARGA MUERTA DC

Miembro	Posic.(m)	M (t-m)
m5	0.3	0.15
m5	0.925	0.14
m5	1.55	0.14
m5	2.175	0.13
m5	2.8	0.12
m5	3.425	0.11
m5	4.05	0.1
m5	4.675	0.09
m5	5.3	0.08
m5	5.475	0.08
m6	0	0.08
m6	0.225	-0.06
m6	0.412	-0.14
m6	0.6	-0.19
m6	0.788	-0.21
m6	0.975	-0.2
m6	1.162	-0.16
m6	1.35	-0.1
m6	1.537	0
m6	1.725	0.13
m6	1.95	0.32
m7	0	0.32
m7	0.225	0.13
m7	0.412	0
m7	0.6	-0.1
m7	0.788	-0.16
m7	0.975	-0.2
m7	1.162	-0.21
m7	1.35	-0.19
m7	1.537	-0.14
m7	1.725	-0.06
m7	1.95	0.08

Momentos Interiores en cada Miembro

CARGA MUERTA DW

Miembro	Posic.(m)	M (t-m)
m1	0	-0.01
m1	0.225	0.02
m1	0.412	0.03
m1	0.6	0.04
m1	0.788	0.04
m1	0.975	0.03
m1	1.162	0.02
m1	1.35	0
m1	1.537	-0.03
m1	1.725	-0.06
m1	1.95	-0.11
m2	0	-0.1
m2	0.225	-0.05
m2	0.412	-0.01
m2	0.6	0.01
m2	0.788	0.03
m2	0.975	0.05
m2	1.162	0.05
m2	1.35	0.05
m2	1.537	0.05
m2	1.725	0.03
m2	1.95	0.01
m3	0	-0.01
m3	0.3	-0.01
m3	0.925	-0.01
m3	1.55	-0.01
m3	2.175	-0.02
m3	2.8	-0.02
m3	3.425	-0.02
m3	4.05	-0.02
m3	4.675	-0.03
m3	5.475	-0.03
m3	5.475	-0.03
m4	0	0
m4	0.3	0
m4	0.925	0
m4	1.55	0
m4	2.175	0
m4	2.8	0
m4	3.425	0
m4	4.05	0
m4	4.675	0
m4	5.475	0
m4	5.475	0
m5	0	0.01

Momentos Interiores en cada Miembro

CARGA MUERTA DW

Miembro	Posic.(m)	M (t-m)
m5	0.3	0.01
m5	0.925	0.01
m5	1.55	0.01
m5	2.175	0.02
m5	2.8	0.02
m5	3.425	0.02
m5	4.05	0.02
m5	4.675	0.03
m5	5.3	0.03
m5	5.475	0.03
m6	0	0.03
m6	0.225	0
m6	0.412	-0.02
m6	0.6	-0.04
m6	0.788	-0.04
m6	0.975	-0.04
m6	1.162	-0.04
m6	1.35	-0.02
m6	1.537	0
m6	1.725	0.03
m6	1.95	0.07
m7	0	0.07
m7	0.225	0.03
m7	0.412	0
m7	0.6	-0.02
m7	0.788	-0.04
m7	0.975	-0.04
m7	1.162	-0.04
m7	1.35	-0.04
m7	1.537	-0.02
m7	1.725	0
m7	1.95	0.03

Momentos Interiores en cada Miembro

CARGA EMPUJE DE TIERRAS EH

Miembro	Posic.(m)	M (t-m)
m1	0	-8.23
m1	0.225	-6.81
m1	0.412	-5.62
m1	0.6	-4.43
m1	0.788	-3.25
m1	0.975	-2.06
m1	1.162	-0.87
m1	1.35	0.32
m1	1.537	1.5
m1	1.725	2.69
m1	1.95	4.12
m2	0	4.12
m2	0.225	2.69
m2	0.412	1.5
m2	0.6	0.32
m2	0.788	-0.87
m2	0.975	-2.06
m2	1.162	-3.25
m2	1.35	-4.43
m2	1.537	-5.62
m2	1.725	-6.81
m2	1.95	-8.23
m3	0	-8.23
m3	0.3	-5.25
m3	0.925	-0.48
m3	1.55	2.55
m3	2.175	4.07
m3	2.8	4.33
m3	3.425	3.57
m3	4.05	2.02
m3	4.675	-0.08
m3	5.475	-3.18
m3	5.475	-3.18
m4	0	0
m4	0.3	0
m4	0.925	0
m4	1.55	0
m4	2.175	0
m4	2.8	0
m4	3.425	0
m4	4.05	0
m4	4.675	0
m4	5.475	0
m4	5.475	0
m5	0	8.23

Momentos Interiores en cada Miembro

CARGA EMPUJE DE TIERRAS EH

Miembro	Posic.(m)	M (t-m)
m5	0.3	5.25
m5	0.925	0.48
m5	1.55	-2.55
m5	2.175	-4.07
m5	2.8	-4.33
m5	3.425	-3.57
m5	4.05	-2.02
m5	4.675	0.08
m5	5.3	2.49
m5	5.475	3.18
m6	0	3.18
m6	0.225	2.66
m6	0.412	2.22
m6	0.6	1.79
m6	0.788	1.35
m6	0.975	0.92
m6	1.162	0.48
m6	1.35	0.04
m6	1.537	-0.39
m6	1.725	-0.83
m6	1.95	-1.35
m7	0	-1.35
m7	0.225	-0.83
m7	0.412	-0.39
m7	0.6	0.04
m7	0.788	0.48
m7	0.975	0.92
m7	1.162	1.35
m7	1.35	1.79
m7	1.537	2.22
m7	1.725	2.66
m7	1.95	3.18

Momentos Interiores en cada Miembro

PRESIÓN CARGA VERTICAL RELLENO EV

Miembro	Posic.(m)	M (t-m)
m1	0	0
m1	0.225	0
m1	0.412	0
m1	0.6	0
m1	0.788	0
m1	0.975	0
m1	1.162	0
m1	1.35	0
m1	1.537	0
m1	1.725	-0.01
m1	1.95	-0.01
m2	0	-0.01
m2	0.225	0
m2	0.412	0
m2	0.6	0
m2	0.788	0
m2	0.975	0
m2	1.162	0.01
m2	1.35	0.01
m2	1.537	0
m2	1.725	0
m2	1.95	0
m3	0	0
m3	0.3	0
m3	0.925	0
m3	1.55	0
m3	2.175	0
m3	2.8	0
m3	3.425	0
m3	4.05	0
m3	4.675	0
m3	5.475	0
m3	5.475	0
m4	0	0
m4	0.3	0
m4	0.925	0
m4	1.55	0
m4	2.175	0
m4	2.8	0
m4	3.425	0
m4	4.05	0
m4	4.675	0
m4	5.475	0
m4	5.475	0
m5	0	0

Momentos Interiores en cada Miembro

PRESIÓN CARGA VERTICAL RELLENO EV

Miembro	Posic.(m)	M (t-m)
m5	0.3	0
m5	0.925	0
m5	1.55	0
m5	2.175	0
m5	2.8	0
m5	3.425	0
m5	4.05	0
m5	4.675	0
m5	5.3	0
m5	5.475	0
m6	0	0
m6	0.225	0
m6	0.412	0
m6	0.6	0
m6	0.788	0
m6	0.975	0
m6	1.162	0
m6	1.35	0
m6	1.537	0
m6	1.725	0
m6	1.95	0.01
m7	0	0.01
m7	0.225	0
m7	0.412	0
m7	0.6	0
m7	0.788	0
m7	0.975	0
m7	1.162	0
m7	1.35	0
m7	1.537	0
m7	1.725	0
m7	1.95	0

Momentos Interiores en cada Miembro

SOBRECARGA LS

Miembro	Posic.(m)	M (t-m)
m1	0	-1.49
m1	0.225	-1.23
m1	0.412	-1.02
m1	0.6	-0.8
m1	0.788	-0.59
m1	0.975	-0.37
m1	1.162	-0.16
m1	1.35	0.06
m1	1.537	0.27
m1	1.725	0.49
m1	1.95	0.74
m2	0	0.74
m2	0.225	0.49
m2	0.412	0.27
m2	0.6	0.06
m2	0.788	-0.16
m2	0.975	-0.37
m2	1.162	-0.59
m2	1.35	-0.8
m2	1.537	-1.02
m2	1.725	-1.23
m2	1.95	-1.49
m3	0	-1.49
m3	0.3	-1.03
m3	0.925	-0.22
m3	1.55	0.37
m3	2.175	0.75
m3	2.8	0.91
m3	3.425	0.87
m3	4.05	0.61
m3	4.675	0.13
m3	5.475	-0.78
m3	5.475	-0.78
m4	0	0
m4	0.3	0
m4	0.925	0
m4	1.55	0
m4	2.175	0
m4	2.8	0
m4	3.425	0
m4	4.05	0
m4	4.675	0
m4	5.475	0
m4	5.475	0
m5	0	1.49

Momentos Interiores en cada Miembro

SOBRECARGA LS

Miembro	Posic.(m)	M (t-m)
m5	0.3	1.03
m5	0.925	0.22
m5	1.55	-0.37
m5	2.175	-0.75
m5	2.8	-0.91
m5	3.425	-0.87
m5	4.05	-0.61
m5	4.675	-0.13
m5	5.3	0.55
m5	5.475	0.78
m6	0	0.78
m6	0.225	0.65
m6	0.412	0.55
m6	0.6	0.44
m6	0.788	0.33
m6	0.975	0.22
m6	1.162	0.12
m6	1.35	0.01
m6	1.537	-0.1
m6	1.725	-0.2
m6	1.95	-0.33
m7	0	-0.33
m7	0.225	-0.2
m7	0.412	-0.1
m7	0.6	0.01
m7	0.788	0.12
m7	0.975	0.22
m7	1.162	0.33
m7	1.35	0.44
m7	1.537	0.55
m7	1.725	0.65
m7	1.95	0.78

Momentos Interiores en cada Miembro

CARGA DE AGUA WA

Miembro	Posic.(m)	M (t-m)
m1	0	8.39
m1	0.225	6.94
m1	0.412	5.73
m1	0.6	4.52
m1	0.788	3.31
m1	0.975	2.1
m1	1.162	0.89
m1	1.35	-0.32
m1	1.537	-1.53
m1	1.725	-2.74
m1	1.95	-4.2
m2	0	-4.2
m2	0.225	-2.74
m2	0.412	-1.53
m2	0.6	-0.32
m2	0.788	0.89
m2	0.975	2.1
m2	1.162	3.31
m2	1.35	4.52
m2	1.537	5.73
m2	1.725	6.94
m2	1.95	8.39
m3	0	8.39
m3	0.3	5.35
m3	0.925	0.49
m3	1.55	-2.6
m3	2.175	-4.15
m3	2.8	-4.42
m3	3.425	-3.64
m3	4.05	-2.05
m3	4.675	0.08
m3	5.475	3.24
m3	5.475	3.24
m4	0	0
m4	0.3	0
m4	0.925	0
m4	1.55	0
m4	2.175	0
m4	2.8	0
m4	3.425	0
m4	4.05	0
m4	4.675	0
m4	5.475	0
m4	5.475	0
m5	0	-8.39

Momentos Interiores en cada Miembro

CARGA DE AGUA WA

Miembro	Posic.(m)	M (t-m)
m5	0.3	-5.35
m5	0.925	-0.49
m5	1.55	2.6
m5	2.175	4.15
m5	2.8	4.42
m5	3.425	3.64
m5	4.05	2.05
m5	4.675	-0.08
m5	5.3	-2.53
m5	5.475	-3.24
m6	0	-3.24
m6	0.225	-2.71
m6	0.412	-2.27
m6	0.6	-1.82
m6	0.788	-1.38
m6	0.975	-0.93
m6	1.162	-0.49
m6	1.35	-0.04
m6	1.537	0.4
m6	1.725	0.84
m6	1.95	1.38
m7	0	1.38
m7	0.225	0.84
m7	0.412	0.4
m7	0.6	-0.04
m7	0.788	-0.49
m7	0.975	-0.93
m7	1.162	-1.38
m7	1.35	-1.82
m7	1.537	-2.27
m7	1.725	-2.71
m7	1.95	-3.24

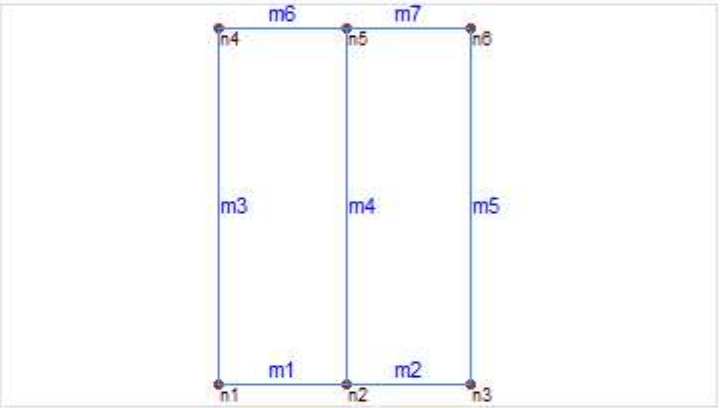
Momentos Interiores en cada Miembro

ESTADO LÍMITE DE RESISTENCIA Ia

Máx Carga Vertical y Máx Carga Horizontal

1.25(DC)+1.50(DW)+1.35(EV)+1.75(L+I)+1.5(EH)+1.75(LS)

Miembro	Posic.(m)	Mom Mu(t-m)
m1	0	-15.83
m1	0.225	-11.24
m1	0.412	-8.01
m1	0.6	-5.26
m1	0.788	-3.01
m1	0.975	-1.24
m1	1.162	0.03
m1	1.35	0.54
m1	1.537	1.11
m1	1.725	0.92
m1	1.95	0.03
m2	0	0.36
m2	0.225	1.27
m2	0.412	1.48
m2	0.6	1.02
m2	0.788	0.44
m2	0.975	-0.81
m2	1.162	-2.56
m2	1.35	-4.79
m2	1.537	-7.52
m2	1.725	-10.73
m2	1.95	-15.23
m3	0	-15.83
m3	0.548	-10.63
m3	1.095	-2.22
m3	1.643	3.2
m3	2.19	6
m3	2.738	6.52
m3	3.285	5.14
m3	3.833	2.2
m3	4.38	-1.93
m3	4.928	-8.38
m3	5.475	-8.38
m4	0	0.97
m4	0.548	1.02
m4	1.095	1.12
m4	1.643	1.23
m4	2.19	1.34
m4	2.738	1.45
m4	3.285	1.55
m4	3.833	1.66
m4	4.38	1.77
m4	4.928	1.91
m4	5.475	1.91



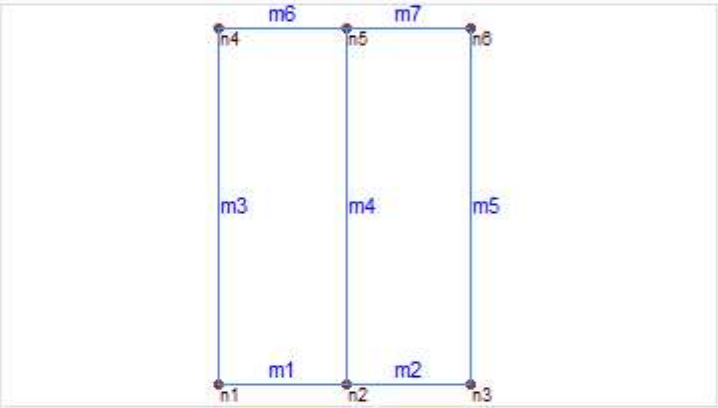
Momentos Interiores en cada Miembro

ESTADO LÍMITE DE RESISTENCIA Ia

Máx Carga Vertical y Máx Carga Horizontal

1.25(DC)+1.50(DW)+1.35(EV)+1.75(L+I)+1.5(EH)+1.75(LS)

Miembro	Posic.(m)	Mom Mu(t-m)
m5	0	15.26
m5	0.548	9.98
m5	1.095	1.4
m5	1.643	-4.2
m5	2.19	-7.16
m5	2.738	-7.86
m5	3.285	-6.64
m5	3.833	-3.86
m5	4.38	0.12
m5	4.928	4.93
m5	5.475	6.37
m6	0	8.38
m6	0.225	4.24
m6	0.412	1.73
m6	0.6	0.51
m6	0.788	-1.85
m6	0.975	-3.39
m6	1.162	-3.22
m6	1.35	-2.28
m6	1.537	-2.5
m6	1.725	-0.14
m6	1.95	1.21
m7	0	-0.69
m7	0.225	-0.14
m7	0.412	0.37
m7	0.6	0.93
m7	0.788	1.54
m7	0.975	2.19
m7	1.162	2.9
m7	1.35	3.65
m7	1.537	4.45
m7	1.725	5.29
m7	1.95	6.37



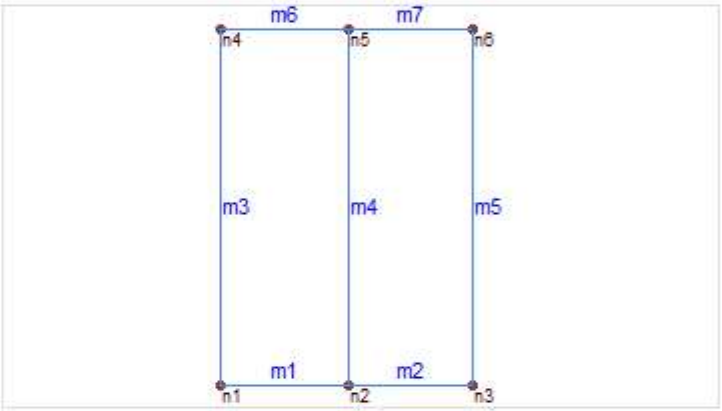
Momentos Interiores en cada Miembro

ESTADO LÍMITE DE RESISTENCIA Ib

Máxima Carga Vertical y Mínima Carga Horizontal

1.25(DC)+1.5(DW)+1.35(EV)+1.75(L+I)+1.0(WA)+0.9(EH)+1.75(LS)

Miembro	Posic.(m)	Mom Mu(t-m)
m1	0	-2.5
m1	0.225	-0.22
m1	0.412	1.09
m1	0.6	1.92
m1	0.788	2.25
m1	0.975	2.09
m1	1.162	1.44
m1	1.35	0.03
m1	1.537	-1.32
m1	1.725	-3.44
m1	1.95	-6.63
m2	0	-6.31
m2	0.225	-3.09
m2	0.412	-0.95
m2	0.6	0.51
m2	0.788	1.85
m2	0.975	2.52
m2	1.162	2.7
m2	1.35	2.39
m2	1.537	1.59
m2	1.725	0.29
m2	1.95	-1.9
m3	0	-2.5
m3	0.548	-2.12
m3	1.095	-1.44
m3	1.643	-0.93
m3	2.19	-0.6
m3	2.738	-0.49
m3	3.285	-0.64
m3	3.833	-1.06
m3	4.38	-1.79
m3	4.928	-3.23
m3	5.475	-3.23
m4	0	0.97
m4	0.548	1.02
m4	1.095	1.12
m4	1.643	1.23
m4	2.19	1.34
m4	2.738	1.45
m4	3.285	1.55
m4	3.833	1.66
m4	4.38	1.77
m4	4.928	1.91
m4	5.475	1.91



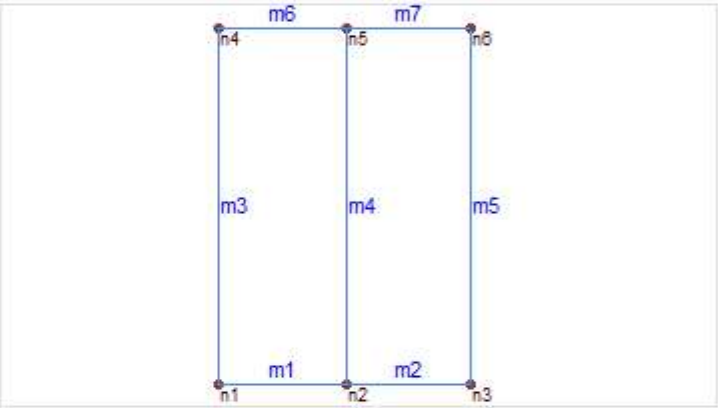
Momentos Interiores en cada Miembro

ESTADO LÍMITE DE RESISTENCIA Ib

Máxima Carga Vertical y Mínima Carga Horizontal

1.25(DC)+1.5(DW)+1.35(EV)+1.75(L+I)+1.0(WA)+0.9(EH)+1.75(LS)

Miembro	Posic.(m)	Mom Mu(t-m)
m5	0	1.93
m5	0.548	1.47
m5	1.095	0.62
m5	1.643	-0.07
m5	2.19	-0.57
m5	2.738	-0.85
m5	3.285	-0.86
m5	3.833	-0.59
m5	4.38	-0.02
m5	4.928	0.9
m5	5.475	1.22
m6	0	3.23
m6	0.225	-0.07
m6	0.412	-1.87
m6	0.6	-2.38
m6	0.788	-4.03
m6	0.975	-4.88
m6	1.162	-4
m6	1.35	-2.35
m6	1.537	-1.86
m6	1.725	1.2
m6	1.95	3.4
m7	0	1.5
m7	0.225	1.2
m7	0.412	1.01
m7	0.6	0.86
m7	0.788	0.76
m7	0.975	0.71
m7	1.162	0.71
m7	1.35	0.75
m7	1.537	0.85
m7	1.725	0.99
m7	1.95	1.22



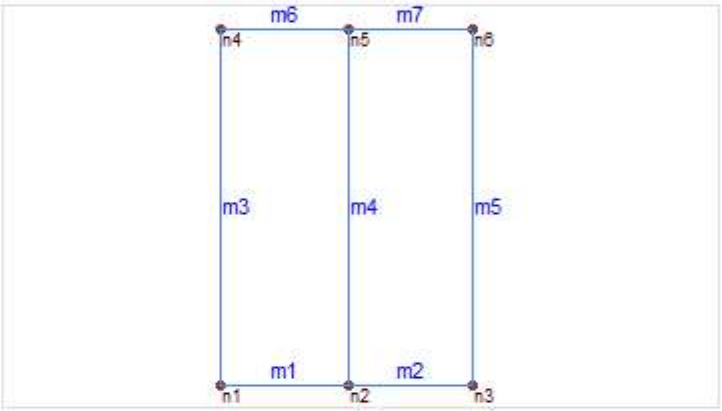
Momentos Interiores en cada Miembro

ESTADO LÍMITE DE RESISTENCIA Ic

Mín. Carga Vertical y Máx. Carga Horizontal

0.9(DC)+0.65(DW)+1.0(EV)+0.9(EH)+1.75(LS)

Miembro	Posic.(m)	Mom Mu(t-m)
m1	0	-13.5
m1	0.225	-9.31
m1	0.412	-6.41
m1	0.6	-4
m1	0.788	-2.09
m1	0.975	-0.66
m1	1.162	0.28
m1	1.35	0.45
m1	1.537	0.68
m1	1.725	0.15
m1	1.95	-1.13
m2	0	-0.81
m2	0.225	0.5
m2	0.412	1.05
m2	0.6	0.93
m2	0.788	0.69
m2	0.975	-0.23
m2	1.162	-1.64
m2	1.35	-3.53
m2	1.537	-5.92
m2	1.725	-8.8
m2	1.95	-12.9
m3	0	-13.5
m3	0.548	-9.27
m3	1.095	-2.32
m3	1.643	2.32
m3	2.19	4.86
m3	2.738	5.52
m3	3.285	4.51
m3	3.833	2.05
m3	4.38	-1.64
m3	4.928	-7.84
m3	5.475	-7.84
m4	0	0.97
m4	0.548	1.02
m4	1.095	1.12
m4	1.643	1.23
m4	2.19	1.34
m4	2.738	1.45
m4	3.285	1.55
m4	3.833	1.66
m4	4.38	1.77
m4	4.928	1.91
m4	5.475	1.91



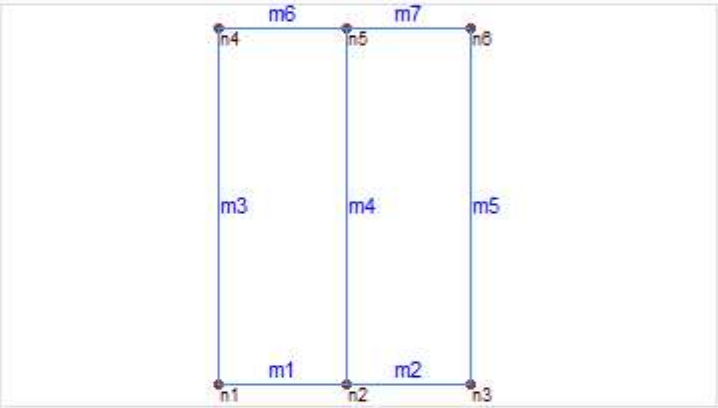
Momentos Interiores en cada Miembro

ESTADO LÍMITE DE RESISTENCIA Ic

Mín. Carga Vertical y Máx. Carga Horizontal

0.9(DC)+0.65(DW)+1.0(EV)+0.9(EH)+1.75(LS)

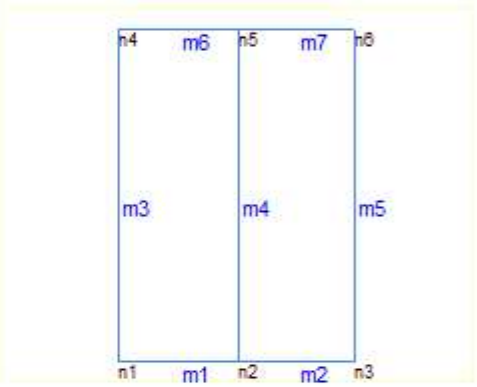
Miembro	Posic.(m)	Mom Mu(t-m)
m5	0	12.92
m5	0.548	8.62
m5	1.095	1.5
m5	1.643	-3.31
m5	2.19	-6.03
m5	2.738	-6.86
m5	3.285	-6.01
m5	3.833	-3.71
m5	4.38	-0.17
m5	4.928	4.4
m5	5.475	5.83
m6	0	7.84
m6	0.225	3.79
m6	0.412	1.35
m6	0.6	0.21
m6	0.788	-2.08
m6	0.975	-3.55
m6	1.162	-3.31
m6	1.35	-2.29
m6	1.537	-2.43
m6	1.725	0
m6	1.95	1.45
m7	0	-0.46
m7	0.225	0
m7	0.412	0.44
m7	0.6	0.92
m7	0.788	1.46
m7	0.975	2.04
m7	1.162	2.67
m7	1.35	3.34
m7	1.537	4.07
m7	1.725	4.84
m7	1.95	5.83



ENVOLVENTE MÁXIMA DE DISEÑO

Diseño a Flexión y Cortante de todas las secciones del Box Culvert

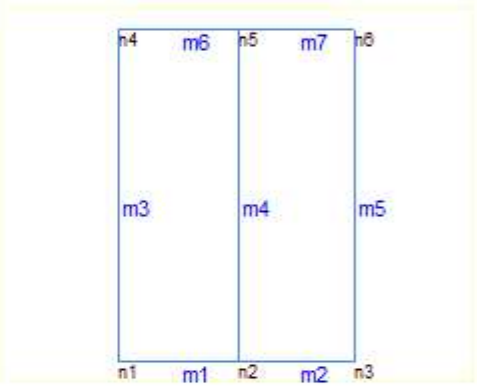
Mi.	Posic(m)	Mu(t-m)	As(cm2)	Arm.Sug	Vu(t)	Vu/Vr (Cheq)
m1	0	-15.83	10.19	1 # 5 @ 0.19	21.74	0.59 Ok
m1	0.225	-11.24	7.61	1 # 5 @ 0.2	18.61	0.5 Ok
m1	0.412	-8.01	5.4	1 # 5 @ 0.2	15.99	0.43 Ok
m1	0.6	-5.26	3.54	1 # 5 @ 0.2	13.38	0.36 Ok
m1	0.788	-3.01	2.02	1 # 5 @ 0.2	10.77	0.29 Ok
m1	0.975	2.09	1.4	1 # 5 @ 0.2	8.15	0.22 Ok
m1	1.162	1.44	0.97	1 # 5 @ 0.2	5.54	0.15 Ok
m1	1.35	0.54	0.36	1 # 5 @ 0.2	-7.33	0.2 Ok
m1	1.537	-1.32	0.89	1 # 5 @ 0.2	-9.94	0.27 Ok
m1	1.725	-3.44	2.31	1 # 5 @ 0.2	-12.55	0.34 Ok
m1	1.95	-6.63	4.47	1 # 5 @ 0.2	-15.69	0.42 Ok
m2	0	-6.31	4.25	1 # 5 @ 0.2	15.75	0.43 Ok
m2	0.225	-3.09	2.08	1 # 5 @ 0.2	12.61	0.34 Ok
m2	0.412	1.48	0.99	1 # 5 @ 0.2	10	0.27 Ok
m2	0.6	1.02	0.68	1 # 5 @ 0.2	7.38	0.2 Ok
m2	0.788	1.85	1.24	1 # 5 @ 0.2	-5.48	0.15 Ok
m2	0.975	2.52	1.69	1 # 5 @ 0.2	-8.1	0.22 Ok
m2	1.162	2.7	1.81	1 # 5 @ 0.2	-10.71	0.29 Ok
m2	1.35	-4.79	3.22	1 # 5 @ 0.2	-13.32	0.36 Ok
m2	1.537	-7.52	5.07	1 # 5 @ 0.2	-15.94	0.43 Ok
m2	1.725	-10.73	7.26	1 # 5 @ 0.2	-18.55	0.5 Ok
m2	1.95	-15.23	10.19	1 # 5 @ 0.19	-21.69	0.59 Ok
m3	0	-15.83	11.48	1 # 5 @ 0.17	-19.35	0.72 Ok
m3	0.3	-10.63	8.04	1 # 5 @ 0.2	-16.72	0.62 Ok
m3	0.925	-2.32	2.19	1 # 5 @ 0.2	-11.66	0.43 Ok
m3	1.55	3.2	3.02	1 # 5 @ 0.2	-7.17	0.27 Ok
m3	2.175	6	5.68	1 # 5 @ 0.2	-4.02	0.15 Ok
m3	2.8	6.52	6.19	1 # 5 @ 0.2	-1.34	0.05 Ok
m3	3.425	5.14	4.86	1 # 5 @ 0.2	2.86	0.11 Ok
m3	4.05	2.2	2.08	1 # 5 @ 0.2	5.06	0.19 Ok
m3	4.675	-1.93	1.81	1 # 5 @ 0.2	6.68	0.25 Ok
m3	5.475	-8.38	7.98	1 # 5 @ 0.2	7.93	0.29 Ok
m3	5.475	-8.38	7.98	1 # 5 @ 0.2	7.93	0.29 Ok
m4	0	0.97	0.91	1 # 5 @ 0.2	0.97	0.04 Ok
m4	0.3	1.02	0.96	1 # 5 @ 0.2	1.02	0.04 Ok
m4	0.925	1.12	1.06	1 # 5 @ 0.2	1.12	0.04 Ok
m4	1.55	1.23	1.16	1 # 5 @ 0.2	1.23	0.05 Ok
m4	2.175	1.34	1.26	1 # 5 @ 0.2	1.34	0.05 Ok
m4	2.8	1.45	1.36	1 # 5 @ 0.2	1.45	0.05 Ok
m4	3.425	1.55	1.46	1 # 5 @ 0.2	1.55	0.06 Ok
m4	4.05	1.66	1.56	1 # 5 @ 0.2	1.66	0.06 Ok
m4	4.675	1.77	1.66	1 # 5 @ 0.2	1.77	0.07 Ok
m4	5.475	1.91	1.79	1 # 5 @ 0.2	1.91	0.07 Ok
m4	5.475	1.91	1.79	1 # 5 @ 0.2	1.91	0.07 Ok



ENVOLVENTE MÁXIMA DE DISEÑO

Diseño a Flexión y Cortante de todas las secciones del Box Culvert

Mi.	Posic(m)	Mu(t-m)	As(cm2)	Arm.Sug	Vu(t)	Vu/Vr (Cheq)
m5	0	15.26	11.05	1 # 5 @ 0.17	19.01	0.71 Ok
m5	0.3	9.98	8.04	1 # 5 @ 0.2	16.37	0.61 Ok
m5	0.925	1.5	1.41	1 # 5 @ 0.2	11.31	0.42 Ok
m5	1.55	-4.2	3.97	1 # 5 @ 0.2	6.82	0.25 Ok
m5	2.175	-7.16	6.8	1 # 5 @ 0.2	2.91	0.11 Ok
m5	2.8	-7.86	7.47	1 # 5 @ 0.2	-0.44	0.02 Ok
m5	3.425	-6.64	6.3	1 # 5 @ 0.2	-3.21	0.12 Ok
m5	4.05	-3.86	3.64	1 # 5 @ 0.2	-5.41	0.2 Ok
m5	4.675	-0.17	0.16	1 # 5 @ 0.2	-7.03	0.26 Ok
m5	5.3	4.93	4.66	1 # 5 @ 0.2	-8.27	0.31 Ok
m5	5.475	6.37	6.05	1 # 5 @ 0.2	-8.27	0.31 Ok
m6	0	8.38	8.28	1 # 5 @ 0.2	-15.68	0.78 Ok
m6	0.225	4.24	5.5	1 # 5 @ 0.2	-14.3	0.71 Ok
m6	0.412	-1.87	2.41	1 # 5 @ 0.2	-7.06	0.35 Ok
m6	0.6	-2.38	3.07	1 # 5 @ 0.2	2.22	0.11 Ok
m6	0.788	-4.03	5.23	1 # 5 @ 0.2	2.47	0.12 Ok
m6	0.975	-4.88	6.34	1 # 5 @ 0.2	2.73	0.14 Ok
m6	1.162	-4	5.18	1 # 5 @ 0.2	2.99	0.15 Ok
m6	1.35	-2.35	3.03	1 # 5 @ 0.2	3.24	0.16 Ok
m6	1.537	-2.5	3.22	1 # 5 @ 0.2	8.76	0.43 Ok
m6	1.725	1.2	1.54	1 # 5 @ 0.2	15.99	0.79 Ok
m6	1.95	3.4	4.4	1 # 5 @ 0.2	17.37	0.86 Ok
m7	0	1.5	1.93	1 # 5 @ 0.2	-6.79	0.34 Ok
m7	0.225	1.2	1.54	1 # 5 @ 0.2	-6.31	0.31 Ok
m7	0.412	1.01	1.29	1 # 5 @ 0.2	-5.9	0.29 Ok
m7	0.6	0.93	1.19	1 # 5 @ 0.2	-5.49	0.27 Ok
m7	0.788	1.54	1.98	1 # 5 @ 0.2	-5.08	0.25 Ok
m7	0.975	2.19	2.83	1 # 5 @ 0.2	-4.68	0.23 Ok
m7	1.162	2.9	3.74	1 # 5 @ 0.2	-4.27	0.21 Ok
m7	1.35	3.65	4.72	1 # 5 @ 0.2	-3.86	0.19 Ok
m7	1.537	4.45	5.77	1 # 5 @ 0.2	-3.45	0.17 Ok
m7	1.725	5.29	6.65	1 # 5 @ 0.2	-3.05	0.15 Ok
m7	1.95	6.37	6.65	1 # 5 @ 0.2	-2.56	0.13 Ok

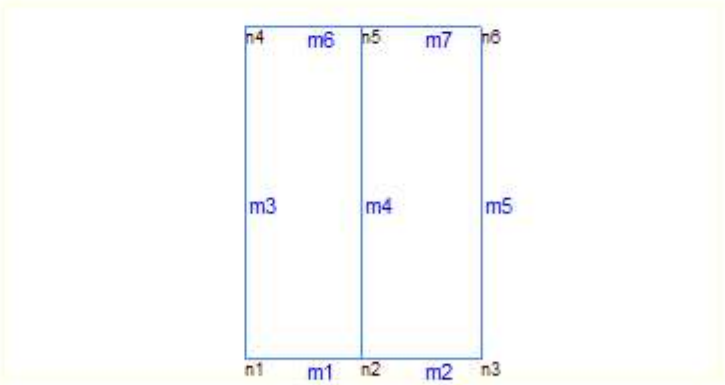


ENVOLVENTE MÁXIMA DE DISEÑO

Mi.	Posic(m)	Mu(t-m)	As(cm2)	Arm.Sug	Vu(t)	Vu/Vr	(Cheq)
m1	0	-15.83	10.19	1 # 5 @ 0.19	21.74	0.59	Ok

Diseño Detallado a Flexión para la sección en estudio

	Valor	Simbología
Mu	15.83 t-m	Momento mayorado en la secc
K	57.438 t/m2	Mu/bd^2
m	17.647	fy/0.85f'c
Ro Calc	0.0015	Cuantía Acero de Diseño
As calc	8.087 cm2	Area Refuerzo Calculado Total
Ic	0.018 m4	Mom de Inercia de Sección Bruta
fr	33.132 kg/cm2	Módulo de Ruptura : 1.98(f'c)^1/2
Mcr	19.879 t-m	Mom Agrietamiento
Asmin(Mcr)	10.192 cm2	Acero para Mom_Agrietam.
1.33Ascal	10.756 cm2	Acero Calculado x 1.33
Acero Domina	10.192 cm2	Acero a Flexión Definitivo
Arm Ppal Sug.	1 # 5 @ 0.19	Armad Ppal Real Propuesta
As real Coloc	10.418 cm2	Area de Acero Real Colocado
c	2.16 cm	Alt blq compr: AsFy/.85f'cBetab
et	0.0802	0.003(dt-c)/c
Chequeo	et > 0.005	Phi OK
As RetracTemp	13.39 cm2/cara	2.33<=0.75bh /(2(b+h)Fy)<=12.7
Arm Retr Sug.	1 # 3 @ 0.25	Armad Retracc Propuesta



*

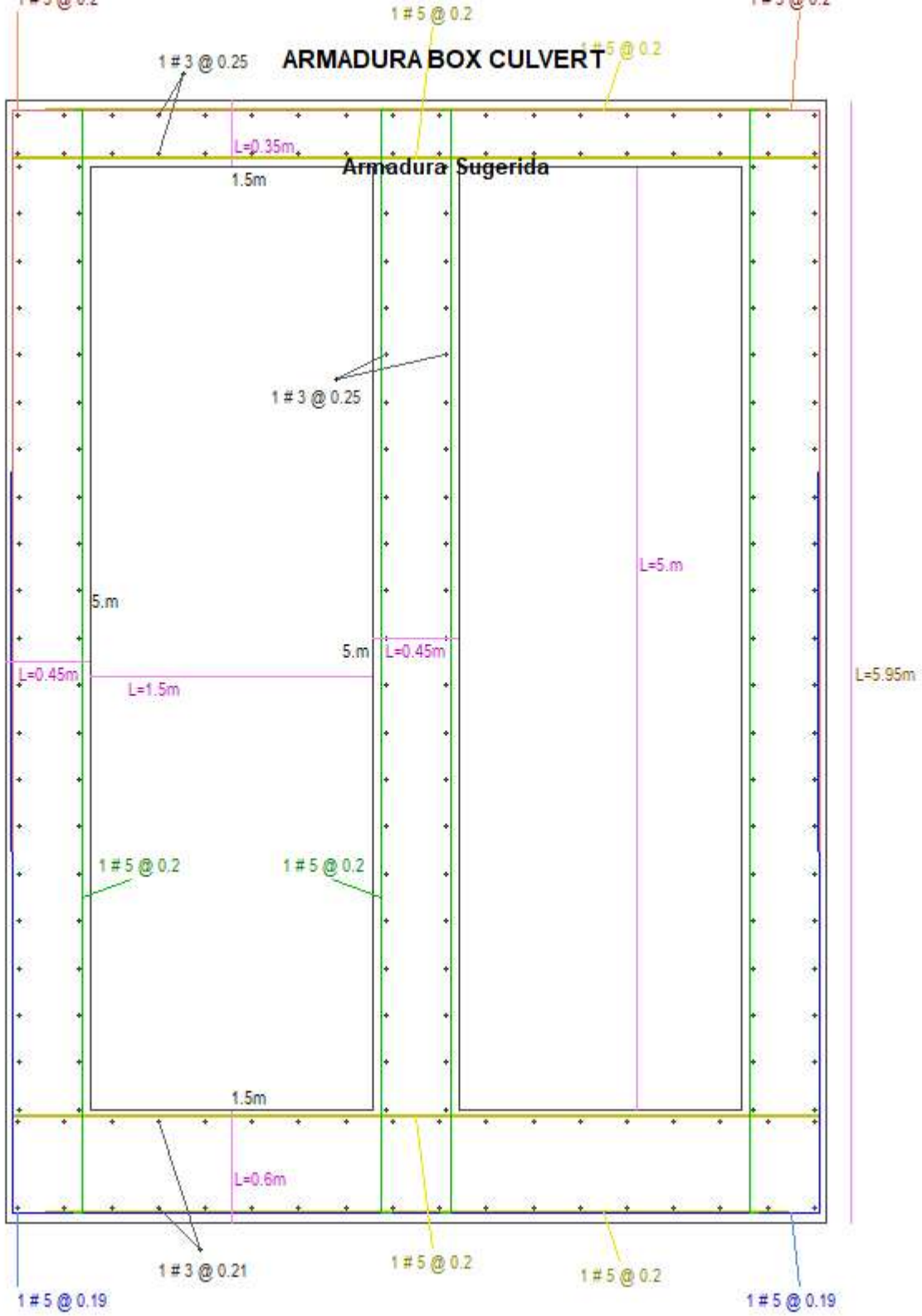
Esfuerzos en el Suelo

ÍTEM	ESFZO MÁX SUELO
Carga Muerta DC	6 t/m2
Carga Muerta DW	0.19 t/m2
Empuje Tierras EH	0 t/m2
PrVert Relleno WV	0.02 t/m2
Sobrecarga LS	0 t/m2
Carga de Agua WA	0 t/m2
Carga Viva L+I (Vmáx)	10.93 t/m2
Est,Lím Res. Comb_Dom	27.18 t/m2
Res.Suelo E.Lím Resis	35.9 t/m2
Chequeo	SUELO OK

*

Diseño Detallado a Corte para la sección en estudio

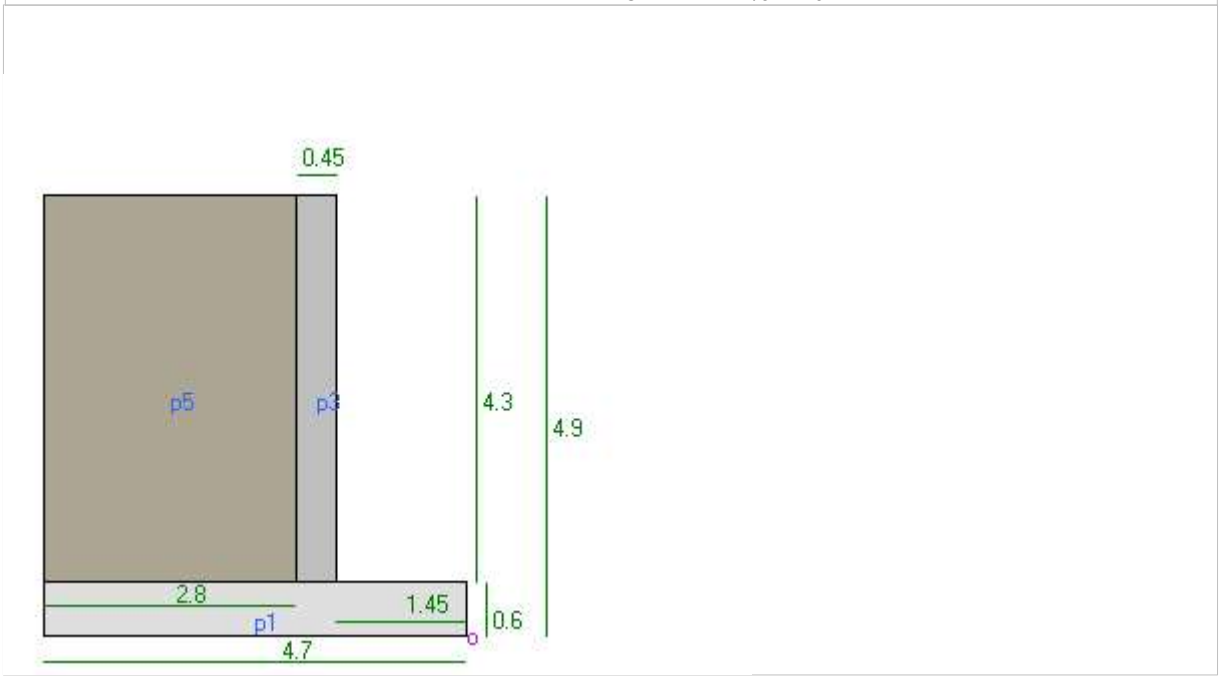
	Valor	Simbología
dv1 0.9de	0.495 m	Profund efec de Cortante (a) Art 5.8.2.9
dv2 0.72h	0.432 m	Profund efec de Cortante (b) Art 5.8.2.9
dv dom	0.495 m	Prof efec de Cortante dominante
Phi	0.85	Fact de Res a Cort Art 5.5.4.2
Beta	2	Fact.Cap Concr Agr Diag Tracc y Cort
Vc	43.48 t	Vc=0.083Betaf'c^(1/2)bvdv Art 5.8.3.3-3
Vs	0	Vs =0 No Flejes
Vn	43.48 t	Vn = Vc Art 5.8.3.3-1
Vr	36.96 t	Vr = phi x Vn
Vu	21.74 t	Cortante Ult de Diseño
Chequeo	0.59 Ok	


ARMADURA BOX CULVERT
1 # 5 @ 0.2
1 # 3 @ 0.25
L=0.35m
1.5m
Armadura Sugerida
1 # 3 @ 0.25
L=5.m
5.m
5.m
L=0.45m
L=0.45m
L=1.5m
L=5.95m
1 # 5 @ 0.2
1 # 5 @ 0.2
1.5m
L=0.6m
1 # 3 @ 0.21
1 # 5 @ 0.2
1 # 5 @ 0.2
1 # 5 @ 0.19
1 # 5 @ 0.19

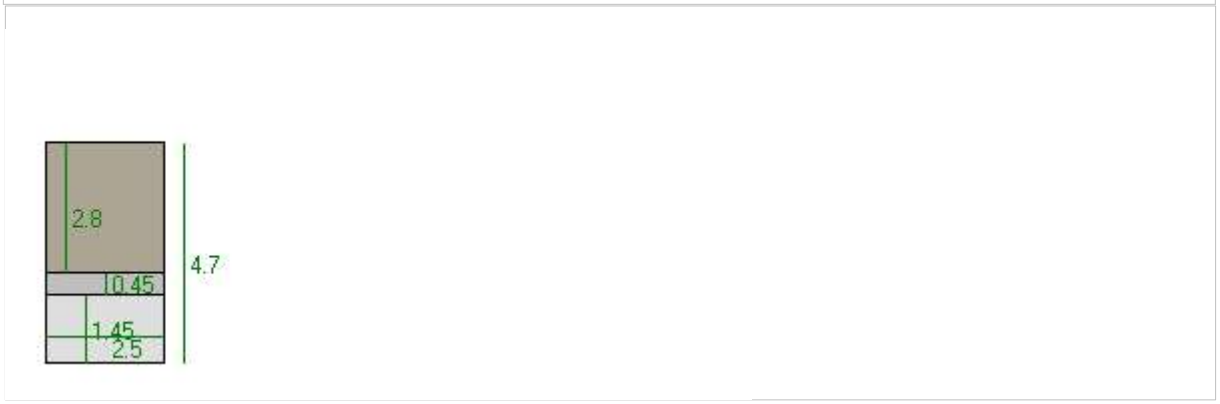
Diseño de la Aleta Superficial del Box

Muro: Rep. 4

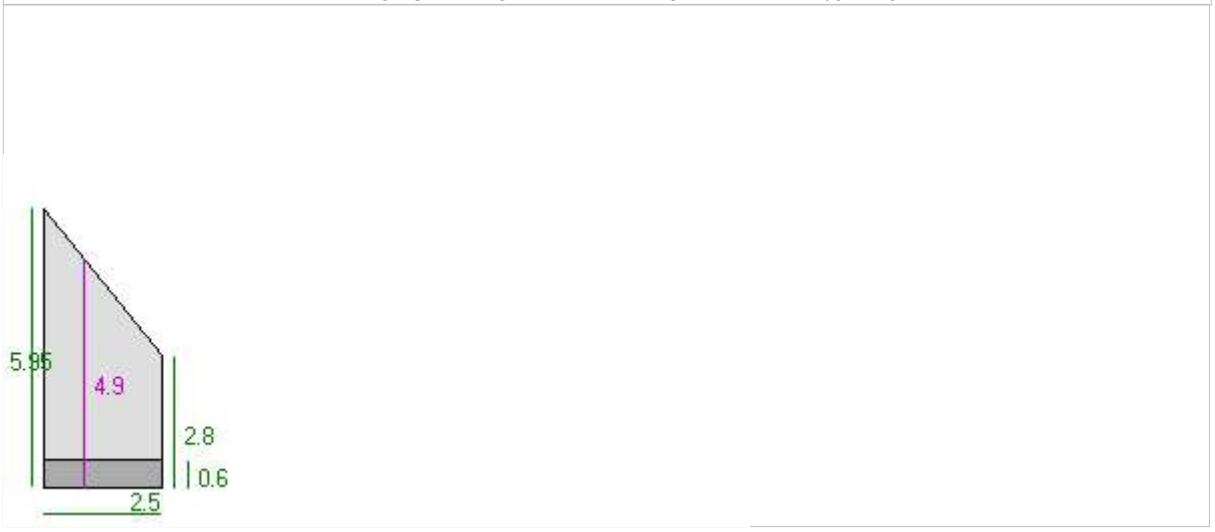
VISTA TRANSVERSAL - Corte en LTM/3 = 4.9m



VISTA EN PLANTA



VISTA LONGITD.FRONTAL - Pto de Calculo en : LTM/3 = 4.9m



Diseño de la Aleta Superficial del Box

Muro: Rep. 6

Cargas y Momentos

Cargas y Momentos DC por el Muro Total

Polig	Peso(t)	Brazo y(m)	Mom Mo (t-m)
p1	16.92	2.35	39.762
p2	0	0	0
p3	11.61	1.675	19.447
p4	0	0	0
Σ	28.53		59.209

	Valor	Simbología
P DC	28.53	Carga por P.P. Muro (t)
yDC	2.075	Ubicación PDC resp a o (m)
eDC	0.275	Excentricidad de PDC (m)
M DC	7.837	Mom por PDC a ycg zap(t-m)
M DCo	59.209	Mom por PDC resp a o (t-m)

Cargas y Momentos EV por el Relleno

Polig	Peso(t)	Brazo y(m)	Mom Mo (t-m)
p5	54.18	3.3	178.794
p6	0	0	0
Σ	54.18		178.794

	Valor	Simbología
P EV	54.18	Carga por Peso Relleno (t)
yEV	3.3	Ubicación PEV resp a o (m)
eEV	-0.95	Excentricidad de PEV (m)
M EV	-51.471	Mom por PEV a ycg zap(t-m)
M EVo	178.794	Mom por PEV resp a o (t-m)

Empuje de Tierras

PRESIÓN DE TIERRAS (AASHTO 2014 y CCP14 Art. 3.11.5.3)

$$k_a = sin^2(\theta + \varnothing'_f)/(\Gamma(sin^2\theta\, sin(\theta - \delta))$$

$$\Gamma = \{1 + \sqrt{[\sin(\varnothing'_f + \delta)\sin(\varnothing'_f - \beta)/[\sin(\theta - \delta)\sin(\theta + \beta)]}\}^2$$

	Valor	Simbología
θ	90	Ang Cara Trasera Muro con Horiz (°)
β	0	Ang Talud Relleno con la Horiz (°)
δ	0	Ang Fricción Relleno-Muro (°)
ϕ	30	Ang Efectivo Fricción Interna (°)
Ka	0.333	Coefic. de Presión Lateral Activa
po1	2.94	Presión por suelo nat seco (t/m2)
H1	4.9	Altura Suelo Nat Seco (m)
E1	18.007	Emp por Suelo Nat Seco (t)
po2	2.94	Presión por Suelo Sumergido (t/m2)
H2	0	Altura del Suelo Sumergido (m)
E2	0	Empuje por Suelo Sumergido (t)
pagua	0	Presión del Agua (t/m2)
Eagua	0	Empuje del Agua (t)
EHtot.	18.007	Empuje Total EH (t)
Bzo.Etot	1.633	Brazo del Empuje Total Z_EH (m)
M EH	29.412	Momento por Empuje Total EH (t-m)

SOBRECARGA VIVA (AASHTO 2014 y CCP14 Art. 3.11.6.4)

Carga Vertical

	Valor	Simbología
pv	0.426	Presion Vert por sobrecarga (t/m2)
d	0	Dist del muro a borde tráfico (m)
heq	0.71	Altura equiv de sobrecarga (m)
ls	2.8	Ancho accion sobrecarga viva (m)
PLs	2.982	Peso por sobrec. viva:Vertical (t)
yLs	3.3	Ubicación sobrecarga viva (m)
eLs	-0.95	Excentricidad Sobrecarga Viva (m)
MLsv	-2.833	Mom por LS vert en el ycg zap (t-m)
MLso	9.841	Momento por LS vertical (o) (t-m)

Presión Lateral (Horizontal) Ec 3.11.6.4-1

	Valor	Simbología
p1	0.426	Presion horiz por sobrec viva (t/m2)
eLs	5.219	Empuje de Tierras por sobrec viva (t)
ZLs	2.45	Ubicación de Emuje desde x-x (m)
MLsh	12.785	Momento por LS horiz en ycg zap(t-m)
MLs	9.952	Mom Total por LS en ycg zap (t-m)

Diseño de la Aleta Superficial del Box

Muro: Rep. 7

Sismo

CÁLCULO SÍSMICO . AASHTO y CCP14 Art 3.10

Carga Cálculo Aceler por Masa Muro Art. 11.6.5.2.2

Polig	Peso(t)	Brazo z (m)	Mom M (P*z) (t-m)
p1	16.92	0.3	5.076
p2	0	2.033	0
p3	11.61	2.75	31.928
p4	0	2.033	0
Σ	28.53		37.004

Carga Cálculo Aceler por Masa Relleno Art. 11.6.5.2.2

Polig	Peso(t)	Brazo z (m)	Mom M (P*z) (t-m)
p5	54.18	2.75	148.995
p6	0	0	0
Σ	54.18		148.995

Cálculo Empuje y Momento Sísmico. Mononobe Okabe

	Valor	Descripción
kho	0.315	x Fpga
kh	0.158	Coef de Aceleración Horizontal
kv	0	Coef de Aceleración Vertical
θ	8.951°	ArcTg(kh)
i	0°	Ang Inclinación Talud Relleno
ϕ	30°	Ang Fricción Interna Suelo Relleno
δ	0°	Ang de Rozamiento Terreno Muro
β	90°	Ang entre Vertical y Paramento Muro
KAE	0.439	Coef Sísmico de Presión Activa Suelo
PAE	34.946 t	Emp Dinámico Horiz Activo (inc.PEstát)
ΔPAE	16.939 t	Empuje Pseudo Estático
MEAE	40.31 t-m	Momento por Emp Dinám Horiz Activo

Ecuación Empuje Activo Sísmico Mononobe Okabe

$$K_{AE} = \frac{sin^2(\emptyset + \beta - \theta)}{\psi \cos\theta sin^2\beta \sin(\beta - \delta - \theta)}$$

$$\theta = \arctan(k_h/(1-k_v))$$

$$\beta = Ang\ entre\ vert\ y\ param.muro$$

$$i = Talud\ del\ Relleno$$

$$\psi = \{1 + \sqrt{\frac{\sin(\emptyset+\delta)\sin(\emptyset-\theta-i)}{\sin(\beta-\delta-\theta)\cos(i+\beta)}}\}^2$$

Global

Carga Total de Sismo: PIR y Hbu

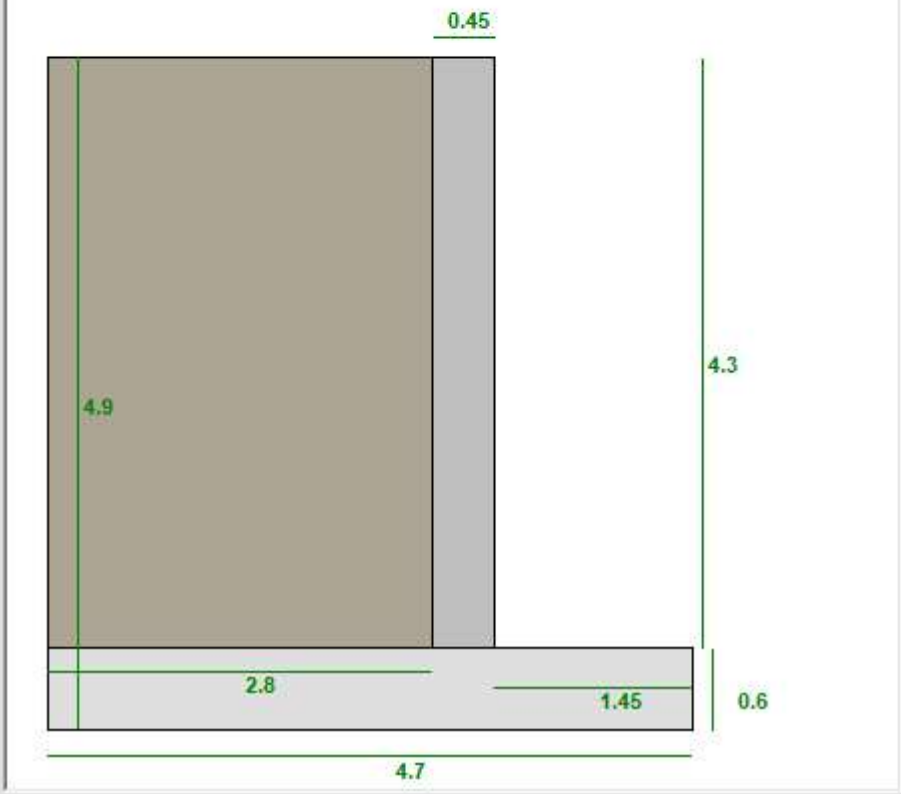
	Valor	Simbología
Ww	28.53	Peso del Cuerpo del Muro (t)
Ws	54.18	Peso del Suelo del Relleno (t)
Kh	0.158	Coef Acelerac Sísmica Horiz
PIR	13.027	Fza Inercial Horiz: kh(Ww+Ws) (t)
EH	18.007	Empuje Estático de Suelos (t)
DeltaPAE	16.939	Difer. Emononobe - EH (t)
Pseis_1	23.452	100%DeltaPAE + 50%PIR (t)
Pseis_2	22.031	50%(DeltaPAE(>=EH)) + 100%PIR
Pseis_dom	**23.452**	Carga Psísmica dominante (t)
Brazo Y	2.38	Brazo de Aplic: 0.4Htot_Muro (m)
Mseis	**55.817**	Mom por Carga Psísmica (t-m)
Sumat Fsism	**23.452**	Suma Total de Fsismo (t)
Sumat Msism	55.817	Suma Total de Msismo (t-m)

Estados Límite

EstLím	SERVICIO I		RESISTENCIA I		EV EXTREMO I	
Combin.	γMAχ	γMIN	γMAχ	γMIN	γMAχ	γMIN
DC	1.00	1.00	1.25	0.90	1.25	0.90
DW	1.00	1.00	1.50	0.65	1.50	0.65
LL	1.00	1.00	1.75	1.75	0.00	0.00
BR	1.00	1.00	1.75	1.75	0.00	0.00
EH	1.00	1.00	1.50	0.90	1.50	0.90
EV	1.00	1.00	1.35	1.00	1.35	1.00
LS	1.00	1.00	1.75	1.75	0.00	0.00
TU	1.00	1.20	0.50	1.20	0.50	1.20
SH	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
WA	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
WS	0.30	0.00	0.00	0.00	1.40	0.00
WL	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
EQ	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Denominacion Cargas

	DESCRIPCIÓN
DC	P.P. Comp.Estr y Accesor.
DW	P.P. Rodadura e Instalac.
LL	Carga Viva Vehicular
BR	Fuerza Frenado Vehicular
EH	Empuje Horizont del Suelo
EV	Presión Vert Suelo Relleno
LS	Sobrecarga por C_Viva
TU	Fuerza por Temp Uniforme
SH	Fuerzas por Retracción
WA	Pres Agua y Corriente
WS	Viento sobre Estructura
WL	Viento sobre C Viva
EQ	Carga Sísmica



Estados Límite

Estado Límite de SERVICIO I

Servicio I	P (t)	H (t)	M (t-m)	Pu Máx (t)	Hu Máx (t)	Mu máx (t-m)	Pu Mín (t)	Hu Mín (t)	Mu mín (t-m)
DC	28.53		7.837	28.53		7.837	28.53		7.837
EH		18.007	29.412		18.007	29.412		18.007	29.412
EV	54.18		-51.471	54.18		-51.471	54.18		-51.471
LS	2.982	5.219	12.785	2.982	5.219	12.785	2.982	5.219	12.785
EQ									
Σ				85.692	23.226	-1.437	85.692	23.226	-1.437

Estado Límite de RESISTENCIA I

Resisten I	P (t)	H (t)	M (t-m)	Pu Máx (t)	Hu Máx (t)	Mu máx (t-m)	Pu Mín (t)	Hu Mín (t)	Mu mín (t-m)
DC	28.53		7.837	35.662		9.796	25.677		7.053
EH		18.007	29.412		27.01	44.118		16.206	26.471
EV	54.18		-51.471	73.143		-69.486	54.18		-51.471
LS	2.982	5.219	12.785	5.219	9.132	22.374	5.219	9.132	22.374
EQ									
Σ				114.024	36.143	6.803	85.076	25.339	4.427

Estado Límite de EVENTO EXTREMO I

Ev.Extrem I	P (t)	H (t)	M (t-m)	Pu Máx (t)	Hu Máx (t)	Mu máx (t-m)	Pu Mín (t)	Hu Mín (t)	Mu mín (t-m)
DC	28.53		7.837	35.662		9.796	25.677		7.053
EH		18.007	29.412		27.01	44.118		16.206	26.471
EV	54.18		-51.471	73.143		-69.486	54.18		-51.471
LS	2.982	5.219	12.785	1.491	2.609	6.393	1.491	2.609	6.393
EQ		23.452	55.817		23.452	55.817		23.452	55.817
Σ				110.297	53.072	46.638	81.348	42.268	44.262

ANÁLISIS DE ESTABILIDAD Y ESFUERZOS EN EL SUELO

Muro SP: R. 1

Estado Límite Servicio I

CHEQUEO CAPACIDAD RESISTENTE DEL SUELO

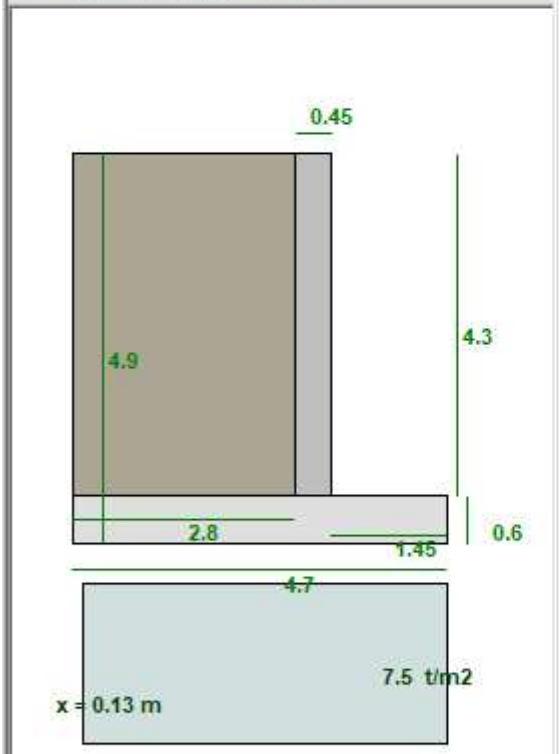
Solicitaciones Estado Límite : **Servicio**

Resistencia Suelo 79.6 t/m2 | Caso: MÁXIMO

	Valor	Simbología
ΣP	85.69	Sumatoria Fuerzas Verticales (t)
B	4.7	Ancho de la Zapata (m)
L	2.5	Longitud de la Zapata (m)
d	2.28	(MomEstab - MomVolc) /SumatP (m)
e calc	0.07	Excentricidad de la Carga (m)
Suelo		
σv	7.5	Esfzo Vertical en Suelo (t/m2)
Roca		
σv1	-	Esfzo Vert Máx en Roca (t/m2)
σv2	-	Esfzo Vert Mín en Roca (t/m2)

ESFUERZOS MÁXIMOS Y MÍNIMOS EN EL SUELO (t/m2)

ESTADO LÍMITE: **Servicio**



CHEQUEO VOLCAMIENTO

E. LÍMITE:Servicio

$e_{máx}$=: B/3 (Est Lím Resistencia) Caso: MÁXIMO

$\gamma_{EQ} = 1$ $e_{máx}$= (8B/10)/2 $\gamma_{EQ} = 0$ $e_{máx}$= (2B/3)/2. Ev Extr

	Valor	Simbología
DCmuro	59.21	Mom(o) DCmuro(t-m)
EV	178.79	Mom(o) por Peso Relleno EV (t-m)
LS	0	Mom(o) por Sobrec LS vert (t-m)
SumaMestab	238	Sumator. Mom Estabilizantes (t-m)
EH	29.41	Mom(o) por Emp Tierras EH (t-m)
LS	12.79	Mom(o) por Sobrec LS horiz (t-m)
Pseis	0	Mom(o) por FzaSísmic Pseis (t-m)
SumaMvolc	42.2	Sumatoria Mom Volcamiento (t-m)
Ry	85.69	Sumatoria Fuerzas Verticales (t)
d	2.28	(MomEstab - MomVolc) / Ry (m)
e calculada	0.07	LongitudZap / 2 - d (m)
e máx	1.57	Excentric. Máx según Norma (m)
Diagnóstico	OK VOLC	Chequeo e(calc) vs e(máx)

CHEQUEO DESLIZAM

E. LÍMITE: **Servicio**

	Valor	Simbología
i	0	Ang Inclinación Relleno Delant (°)
β	90	Ang Pared Del. (ZarpDel) con Horizont (°)
δ	0	Ang Fricción Relleno-Estrib S pasivo (°)
ϕ	30	Ang Efectivo Fricc Int S Pasivo (°)
Kp	3	Coeficiente de Presión Lateral Pasiva
hp1	0.6	Altura Básica Pres. Pasiva (Hzarp del) (m)
qp1	3.24	Esfuerzo de Pres. Pasiva Básica (t/m2)
Rep	2.43	Resistencia Nominal Básica Pasiva (t)
Rn_fricc	50.944	Resist. Nominal por Fricc suelo-cim (t)
Rn_Total	53.374	Resistencia Nominal Total (sin llave) (t)
Humáx	23.226	Fza Horiz Máx que produce Deslizam (t)
Hu/Rntot	0.435	Cumple Deslizamiento SIN usar LLave



d = (MomEstab - MomVolc) /SumatP e = B / 2 - d 11.6.3.2-2 (3) tercio medio

Suelo NO ROCOSO

$$\sigma_v = \left(\frac{\Sigma P}{B - 2e}\right)/L$$

11.6.3.2-1

Suelo ROCOSO

$$\sigma_v = \left(\frac{\Sigma P}{B}\left(1 \pm \frac{6e}{B}\right)\right)/L$$

Suelo ROCOSO R fuera tercio medio

$$\sigma_{v\,máx} = \frac{2\Sigma P}{3B\left(\frac{B}{2} - e\right)}$$

$\sigma_{v\,mín} = 0$

11.6.3.2-4 (5)

REVISIÓN GLOBAL DE ESFUERZOS EN SUELO Y ESTABILIDAD

ENVOLVENTE

CHEQUEO	Evaluación	Observación
Esfzos Suelo	EMáx<Qa EMín>0	Esfuerzos OK
Deslizamiento	NO Req Llave	-
Volcamiento	OK	-

ANÁLISIS DE ESTABILIDAD Y ESFUERZOS EN EL SUELO

Muro SP: R. 2

Estado Límite Resistencia I

CHEQUEO CAPACIDAD RESISTENTE DEL SUELO

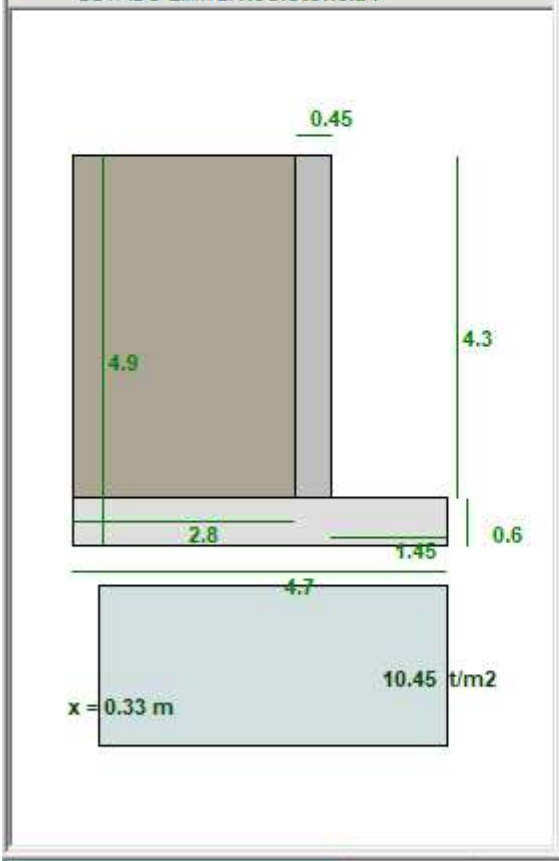
Solicitaciones Estado Límite : **Resistencia I**

Resistencia Suelo 35.9 t/m2 | Caso: MÁXIMO

	Valor	Simbología
ΣP	114.02	Sumatoria Fuerzas Verticales (t)
B	4.7	Ancho de la Zapata (m)
L	2.5	Longitud de la Zapata (m)
d	2.18	(MomEstab - MomVolc) /SumatP (m)
e calc	0.17	Excentricidad de la Carga (m)
Suelo		
σv	10.45	Esfzo Vertical en Suelo (t/m2)
Roca		
σv1	-	Esfzo Vert Máx en Roca (t/m2)
σv2	-	Esfzo Vert Mín en Roca (t/m2)

ESFUERZOS MÁXIMOS Y MÍNIMOS EN EL SUELO (t/m2)

ESTADO LÍMITE: **Resistencia I**



CHEQUEO VOLCAMIENTO

E. LÍMITE:Resistencia I

$e_{máx}$=: B/3 (Est Lím Resistencia) | Caso: MÁXIMO

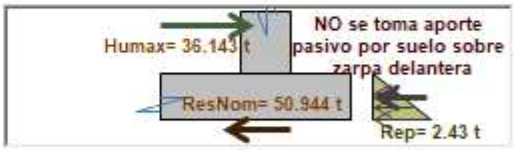
$\gamma_{EQ} = 1$ $e_{máx}$= (8B/10)/2 $\gamma_{EQ} = 0$ $e_{máx}$= (2B/3)/2. Ev Extr

	Valor	Simbología
DCmuro	74.01	Mom(o) DCmuro(t-m)
EV	241.37	Mom(o) por Peso Relleno EV (t-m)
LS	0	Mom(o) por Sobrec LS vert (t-m)
SumaMestab	315.38	Sumator. Mom Estabilizantes (t-m)
EH	44.12	Mom(o) por Emp Tierras EH (t-m)
LS	22.37	Mom(o) por Sobrec LS horiz (t-m)
Pseis	0	Mom(o) por FzaSísmic Pseis (t-m)
SumaMvolc	66.49	Sumatoria Mom Volcamiento (t-m)
Ry	114.02	Sumatoria Fuerzas Verticales (t)
d	2.18	(MomEstab - MomVolc) / Ry (m)
e calculada	0.17	LongitudZap / 2 - d (m)
e máx	1.57	Excentric. Máx según Norma (m)
Diagnóstico	OK VOLC	Chequeo e(calc) vs e(máx)

CHEQUEO DESLIZAM

E. LÍMITE: **Resistencia I**

	Valor	Simbología
i	0	Ang Inclinación Relleno Delant (°)
β	90	Ang Pared Del. (ZarpDel) con Horizont (°)
δ	0	Ang Fricción Relleno-Estrib S pasivo (°)
ϕ	30	Ang Efectivo Fricc Int S Pasivo (°)
Kp	3	Coeficiente de Presión Lateral Pasiva
hp1	0.6	Altura Básica Pres. Pasiva (Hzarp del) (m)
qp1	3.24	Esfuerzo de Pres. Pasiva Básica (t/m2)
Rep	2.43	Resistencia Nominal Básica Pasiva (t)
Rn_fricc	50.944	Resist. Nominal por Fricc suelo-cim (t)
Rn_Total	53.374	Resistencia Nominal Total (sin llave) (t)
Humáx	36.143	Fza Horiz Máx que produce Deslizam (t)
Hu/Rntot	0.677	Cumple Deslizamiento SIN usar LLave



d = (MomEstab - MomVolc) /SumatP e = B / 2 - d

11.6.3.2-2 (3) tercio medio

Suelo NO ROCOSO

$$\sigma_v = \left(\frac{\Sigma P}{B - 2e}\right)/L$$

11.6.3.2-1

Suelo ROCOSO

$$\sigma_v = \left(\frac{\Sigma P}{B}\left(1 \pm \frac{6e}{B}\right)\right)/L$$

Suelo ROCOSO R fuera tercio medio

$$\sigma_{v\,máx} = \frac{2\Sigma P}{3B\left(\frac{B}{2} - e\right)}$$

$\sigma_{v\,mín} = 0$

11.6.3.2-4 (5)

REVISIÓN GLOBAL DE ESFUERZOS EN SUELO Y ESTABILIDAD

ENVOLVENTE

CHEQUEO	Evaluación	Observación
Esfzos Suelo	EMáx<Qa EMín>0	Esfuerzos OK
Deslizamiento	NO Req Llave	-
Volcamiento	OK	-

Muro SP: R. 3

Estado Límite Evento Extremo I

CHEQUEO CAPACIDAD RESISTENTE DEL SUELO

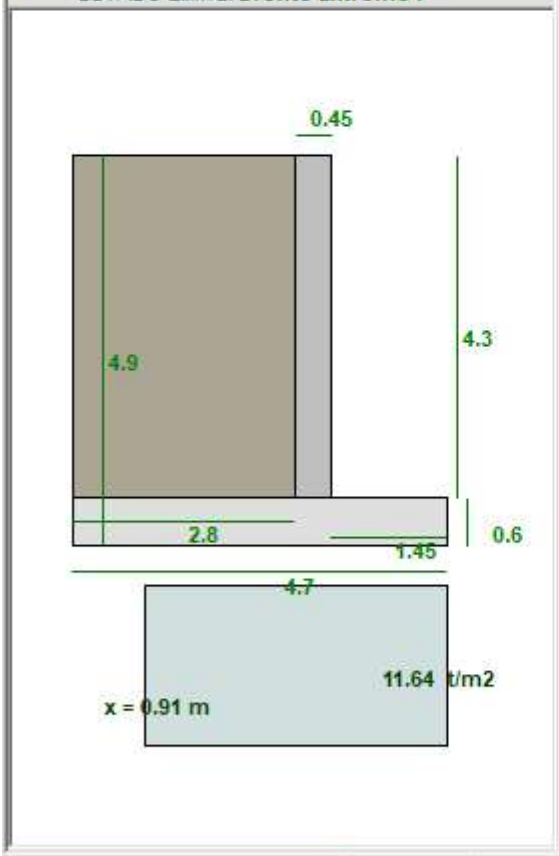
Solicitaciones Estado Límite : **Evento Extremo I**

Resistencia Suelo 79.6 t/m2 | Caso: MÁXIMO

	Valor	Simbología
ΣP	110.3	Sumatoria Fuerzas Verticales (t)
B	4.7	Ancho de la Zapata (m)
L	2.5	Longitud de la Zapata (m)
d	1.9	(MomEstab - MomVolc) /SumatP (m)
e calc	0.45	Excentricidad de la Carga (m)
Suelo		
σv	11.64	Esfzo Vertical en Suelo (t/m2)
Roca		
σv1	-	Esfzo Vert Máx en Roca (t/m2)
σv2	-	Esfzo Vert Mín en Roca (t/m2)

ESFUERZOS MÁXIMOS Y MÍNIMOS EN EL SUELO (t/m2)

ESTADO LÍMITE: **Evento Extremo I**



CHEQUEO VOLCAMIENTO

E. LÍMITE:Evento Extremo I

$e_{máx}$=: B/3 (Est Lím Resistencia) | Caso: MÁXIMO

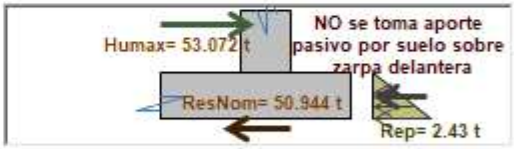
$\gamma_{EQ} = 1$ $e_{máx}$= (8B/10)/2 $\gamma_{EQ} = 0$ $e_{máx}$= (2B/3)/2. Ev Extr

	Valor	Simbología
DCmuro	74.01	Mom(o) DCmuro(t-m)
EV	241.37	Mom(o) por Peso Relleno EV (t-m)
LS	0	Mom(o) por Sobrec LS vert (t-m)
SumaMestab	315.38	Sumator. Mom Estabilizantes (t-m)
EH	44.12	Mom(o) por Emp Tierras EH (t-m)
LS	6.39	Mom(o) por Sobrec LS horiz (t-m)
Pseis	55.82	Mom(o) por FzaSísmic Pseis (t-m)
SumaMvolc	106.33	Sumatoria Mom Volcamiento (t-m)
Ry	110.3	Sumatoria Fuerzas Verticales (t)
d	1.9	(MomEstab - MomVolc) / Ry (m)
e calculada	0.45	LongitudZap / 2 - d (m)
e máx	1.72	Excentric. Máx según Norma (m)
Diagnóstico	OK VOLC	Chequeo e(calc) vs e(máx)

CHEQUEO DESLIZAM

E. LÍMITE: **Evento Extremo I**

	Valor	Simbología
i	0	Ang Inclinación Relleno Delant (°)
β	90	Ang Pared Del. (ZarpDel) con Horizont (°)
δ	0	Ang Fricción Relleno-Estrib S pasivo (°)
ϕ	30	Ang Efectivo Fricc Int S Pasivo (°)
Kp	3	Coeficiente de Presión Lateral Pasiva
hp1	0.6	Altura Básica Pres. Pasiva (Hzarp del) (m)
qp1	3.24	Esfuerzo de Pres. Pasiva Básica (t/m2)
Rep	2.43	Resistencia Nominal Básica Pasiva (t)
Rn_fricc	50.944	Resist. Nominal por Fricc suelo-cim (t)
Rn_Total	53.374	Resistencia Nominal Total (sin llave) (t)
Humáx	53.072	Fza Horiz Máx que produce Deslizam (t)
Hu/Rntot	0.994	Cumple Deslizamiento SIN usar LLave



d = (MomEstab - MomVolc) /SumatP e = B / 2 - d

11.6.3.2-2 (3) tercio medio

Suelo NO ROCOSO

$$\sigma_v = \left(\frac{\Sigma P}{B - 2e}\right)/L$$

11.6.3.2-1

Suelo ROCOSO

$$\sigma_v = \left(\frac{\Sigma P}{B}\left(1 \pm \frac{6e}{B}\right)\right)/L$$

Suelo ROCOSO R fuera tercio medio

$$\sigma_{v\,máx} = \frac{2\Sigma P}{3B\left(\frac{B}{2} - e\right)}$$

$\sigma_{v\,mín} = 0$

11.6.3.2-4 (5)

REVISIÓN GLOBAL DE ESFUERZOS EN SUELO Y ESTABILIDAD

ENVOLVENTE

CHEQUEO	Evaluación	Observación
Esfzos Suelo	EMáx<Qa EMín>0	Esfuerzos OK
Deslizamiento	NO Req Llave	-
Volcamiento	OK	-

Diseño para Est Límite: Servicio I

DISEÑO DE LA ZARPA TRASERA O TALÓN

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Servicio

Solicitaciones | Diseño a Flexión | Diseño a Cortante

	Valor	Descripción
Pzartras	-50.06 t	Carga Total por Reacc Sue Zarp Tras
Wzarptras	10.08 t	Carga Total por P.P. Zarpa Trasera
Wrelleno	54.18 t	Carga Total por Peso del Relleno
Sobrec.Ver	2.98 t	Carga por Comp. Vert Sobrecarga
Vu	17.18 t	Sumat Cargas Vert: Vu de Diseño
MuxReacc Sue	0 t-m	Momento por Reacc Suelo
Mu x PPzarp	14.11 t-m	Momento por P.P. Zarpa Trasera
Mu x Wrell	75.85 t-m	Momento por Peso del Relleno
Mu x Sobrec	8.35 t-m	Momento por CompV Sobrecarga
Sumat Mu	98.31 t-m	Sumat de Momentos. Mu diseño

Solicit para la Long Total del Muro



DISEÑO DEL VÁSTAGO O PANTALLA

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Servicio

Solicitaciones | Diseño a Flexión | Diseño a Cortante

	Valor	Descripción
E de Tierras EH	13.87 t	Emp Estático de Tierras
E sísmico E Pseis	0 t	Empuje Sísmico Pseis
E Sobrecarga LS	5.7 t	Emp por Sobrecarga Viva
Sumat Empujes	19.57 t	Sumat de Empujes = Vu diseño
Mom x E.Tierra EH	19.88 t-m	Mom x Emp de Tierras
Mom por Pseis	0 t-m	Mom por Fza Sísmica Pseis
Mom por LS	15.24 t-m	Mom x SobrecViva LS
Sumat Momentos	35.12 t-m	Sumat de Momentos = Mu diseño

Solicit para la Long Total del Muro



DISEÑO DE LA ZARPA DELANTERA O DEDO

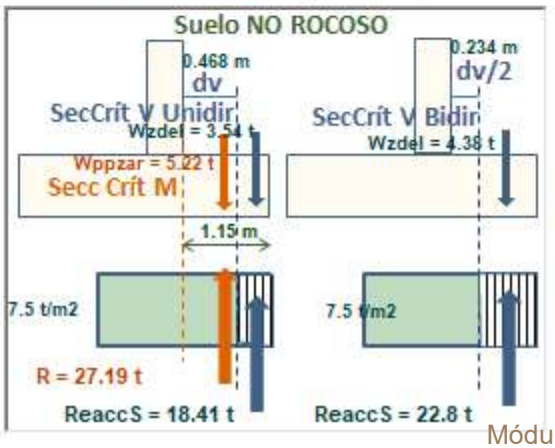
SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Servicio

Solicitaciones | Diseño a Flexión | Diseño a Cortante

	Valor	Descripción
Pzardel	27.19 t	Carga Total Reacc Suelo Zarp Del
Wzardel	5.22 t	Carga Total por P.P. Zarpa Delant
Vu	14.88 t	Sumat Cargas:Cortante Ult Diseño
Mu x ReaccSue	19.71 t-m	Momento por Reacc Suelo
Mu x Wzarp	-3.78 t-m	Momento por P.P. Zarpa
Sumat Mu	15.93 t-m	Sumatoria Momentos. Mu diseño

Cargas para la Longitud Total del Estribo

Solicitaciones Básicas en la Zarpa Delantera



Diseño para Est Límite: Servicio I

DISEÑO DE LA ZARPA TRASERA O TALÓN

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Servicio

Solicitaciones | **Diseño a Flexión** | Diseño a Cortante

	Valor	Simbología
Mu	98.314 t-m	Momento mayorado en la secc
K	145.434 t/m2	Mu/bd^2
m	17.647	fy/0.85f'c
Ro Calc	0.004	Cuantía Acero de Diseño
As calc	51.841 cm2	Area Refuerzo Calculado Total
Ic	0.045 m4	Mom de Inercia de Sección Bruta
fr	33.132 kg/cm2	Módulo de Ruptura : 1.98(f'c)^1/2
Mcr	49.698 t-m	Mom Agrietamiento
Asmin(Mcr)	25.733 cm2	Acero para Mom_Agrietam.
1.33Ascal	68.949 cm2	Acero Calculado x 1.33
Acero Domina	51.841 cm2	As(calc) > As Mín (Mcr)
Arm Ppal Sug.	1 # 5 @ 0.09	Armad Ppal Real Propuesta
As real Coloc	54.981 cm2	Area de Acero Real Colocado
c	4.57 cm	Alt blq compr: AsFy/.85f'cBetab
εt	0.0299	0.003(dt-c)/c
Chequeo	et > 0.005	Phi OK
As RetracTemp	8.37 cm2/cara	2.33<=0.75bh /(2(b+h)Fy)<=12.7
Arm Retr Sug.	1 # 3 @ 0.21	Armad Retracc Propuesta

Diseño para la Longitud Total del Muro

DISEÑO DEL VÁSTAGO O PANTALLA

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Servicio

Solicitaciones | **Diseño a Flexión** | Diseño a Cortante

	Valor	Simbología
Mu	35.118 t-m	Momento mayorado en la secc
K	102.61 t/m2	Mu/bd^2
m	17.647	fy/0.85f'c
Ro Calc	0.0028	Cuantía Acero de Diseño
As calc	25.742 cm2	Area Refuerzo Calculado Total
Ic	0.019 m4	Mom de Inercia de Sección Bruta
fr	33.132 kg/cm2	Módulo de Ruptura : 1.98(f'c)^1/2
Mcr	27.955 t-m	Mom Agrietamiento
Asmin(Mcr)	20.384 cm2	Acero para Mom_Agrietam.
1.33Ascal	34.236 cm2	Acero Calculado x 1.33
Acero Domina	25.742 cm2	As(calc) > As Mín (Mcr)
Arm Ppal Sug.	1 # 5 @ 0.19	Armad Ppal Real Propuesta
As real Coloc	26.044 cm2	Area de Acero Real Colocado
c	2.16 cm	Alt blq compr: AsFy/.85f'cBetab
εt	0.0455	0.003(dt-c)/c
Chequeo	et > 0.005	Phi OK
As RetracTemp	6.93 cm2/cara	2.33<=0.75bh /(2(b+h)Fy)<=12.7
Arm Retr Sug.	1 # 3 @ 0.25	Armad Retracc Propuesta

Diseño para la Longitud Total del Muro

DISEÑO DE LA ZARPA DELANTERA O DEDO

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Servicio

Solicitaciones | **Diseño a Flexión** | Diseño a Cortante

	Valor	Simbología
Mu	15.928 t-m	Momento mayorado en la secc
K	23.562 t/m2	Mu/bd^2
m	17.647	fy/0.85f'c
Ro Calc	0.0006	Cuantía Acero de Diseño
As calc	8.148 cm2	Area Refuerzo Calculado Total
Ic	0.045 m4	Mom de Inercia de Sección Bruta
fr	33.132 kg/cm2	Módulo de Ruptura : 1.98(f'c)^1/2
Mcr	49.698 t-m	Mom Agrietamiento
Asmin(Mcr)	25.733 cm2	Acero para Mom_Agrietam.
1.33Ascal	10.837 cm2	Acero Calculado x 1.33
Acero Domina	10.837 cm2	Ascalc<AsMín(Mcr). Prima 1.33As
Arm Ppal Sug.	1 # 5 @ 0.2	Armad Ppal Real Propuesta
As real Coloc	24.742 cm2	Area de Acero Real Colocado
c	2.05 cm	Alt blq compr: AsFy/.85f'cBetab
εt	0.07	0.003(dt-c)/c
Chequeo	et > 0.005	Phi OK
As RetracTemp	8.37 cm2/cara	2.33<=0.75bh /(2(b+h)Fy)<=12.7
Arm Retr Sug.	1 # 3 @ 0.21	Armad Retracc Propuesta

Diseño para la Longitud Total del Muro

Diseño para Est Límite: Servicio I

DISEÑO DE LA ZARPA TRASERA O TALÓN

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Servicio

Solicitaciones | Diseño a Flexión | **Diseño a Cortante**

	Valor	Simbología
dv1 0.9de	0.47 m	Profund efec de Cortante (a) Art 5.8.2.9
dv2 0.72h	0.43 m	Profund efec de Cortante (b) Art 5.8.2.9
dv dom	0.47 m	Prof efec de Cortante dominante
Phi	0.85	Fact de Res a Cort Art 5.5.4.2
Beta	2	Fact.Cap Concr Agr Diag Tracc y Cort
Vc	102.77 t	Vc=0.083Betaf'c^(1/2)bvdv Art 5.8.3.3-3
Vs	0	Vs =0 No Flejes
Vn	102.77 t	Vn = Vc Art 5.8.3.3-1
Vr	92.49 t	Vr = phi x Vn
Vu	17.18 t	Cortante Ult de Diseño
Chequeo	OK	Cortante OK

Diseño para la Longitud Total del Muro

DISEÑO DEL VÁSTAGO O PANTALLA

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Servicio

Solicitaciones | Diseño a Flexión | **Diseño a Cortante**

	Valor	Simbología
dv1 0.9de	0.33 m	Profund efec de Cortante (a) Art 5.8.2.9
dv2 0.72h	0.32 m	Profund efec de Cortante (b) Art 5.8.2.9
dv dom	0.33 m	Prof efec de Cortante dominante
Phi	0.85	Fact de Res a Cort Art 5.5.4.2
Beta	2	Fact.Cap Concr Agr Diag Tracc y Cort
Vc	73.13 t	Vc=0.083Betaf'c^(1/2)bvdv Art 5.8.3.3-3
Vs	0	Vs =0 No Flejes
Vn	73.13 t	Vn = Vc Art 5.8.3.3-1
Vr	92.49 t	Cortante Resist Vr = phi x Vn
Vu	19.57 t	Cortante Ult de Diseño
Chequeo	OK	Cortante OK

Diseño para la Longitud Total del Muro

DISEÑO DE LA ZARPA DELANTERA O DEDO

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Servicio

Solicitaciones | Diseño a Flexión | **Diseño a Cortante**

	Valor	Simbología
dv1 0.9de	0.47 m	Profund efec de Cortante (a) Art 5.8.2.9
dv2 0.72h	0.43 m	Profund efec de Cortante (b) Art 5.8.2.9
dv dom	0.47 m	Prof efec de Cortante dominante
Phi	0.9	Fact ResisCort Art 5.5.4.2 Concr Normal
Vs	0	Vs = 0 -->> No Flejes
		ACCIÓN EN UNA DIRECCIÓN
Beta	2	Fact.Cap Concr Agr Diag Tracc y Cort
Vc	102.77 t	Vc=0.083Betaf'c^(1/2)bvdv Art 5.8.3.3-3
Vn	102.77 t	Vn = Vc Art 5.8.3.3-1
Vr	92.49 t	Cortante Resist Vr = phi x Vn
Vu	14.88 t	Cortante Ult Diseño.SeccCrít: a dv cara
Chq1direcc	Vr>Vu:OK	Cort Una Direcc OK
		ACCIÓN EN DOS DIRECCIONES
Beta_c	5.342	Rel lado largo/corto rectáng aplic.carga
bo	5.94 m	bo = Perímetro de la Sección Crítica
Vc	340.71 t	(.17+.33/Betac)Sq(fc)bodv<.33Sq(fc)bodv
Vr	306.64 t	Cortante Resist Vr = phi x Vn Vn = Vc
Vu	18.42 t	Cortante Ult Dis. Secc Crít: dv/2 de cara
Ch.2Direcc	Vr>Vu:OK	Cort Dos Direcc OK
Ch.GLOBAL	Vr>Vu:OK	Cortante Global OK

Diseño para la Longitud Total del Muro

Diseño para Est Límite: Resistencia I

DISEÑO DE LA ZARPA TRASERA O TALÓN

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Resistencia I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | Diseño a Cortante

	Valor	Descripción
Pzartras	0 t	Carga Total por Reacc Sue Zarp Tras
Wzarptras	12.6 t	Carga Total por P.P. Zarpa Trasera
Wrelleno	73.14 t	Carga Total por Peso del Relleno
Sobrec.Ver	5.22 t	Carga por Comp. Vert Sobrecarga
Vu	90.96 t	Sumat Cargas Vert: Vu de Diseño
MuxReacc Sue	0 t-m	Momento por Reacc Suelo
Mu x PPzarp	17.64 t-m	Momento por P.P. Zarpa Trasera
Mu x Wrell	102.4 t-m	Momento por Peso del Relleno
Mu x Sobrec	14.61 t-m	Momento por CompV Sobrecarga
Sumat Mu	134.65 t-m	Sumat de Momentos. Mu diseño



DISEÑO DEL VÁSTAGO O PANTALLA

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Resistencia I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | Diseño a Cortante

	Valor	Descripción
E de Tierras EH	20.8 t	Emp Estático de Tierras
E sísmico E Pseis	0 t	Empuje Sísmico Pseis
E Sobrecarga LS	9.97 t	Emp por Sobrecarga Viva
Sumat Empujes	30.77 t	Sumat de Empujes = Vu diseño
Mom x E.Tierra EH	29.82 t-m	Mom x Emp de Tierras
Mom por Pseis	0 t-m	Mom por Fza Sísmica Pseis
Mom por LS	26.67 t-m	Mom x SobrecViva LS
Sumat Momentos	56.49 t-m	Sumat de Momentos = Mu diseño

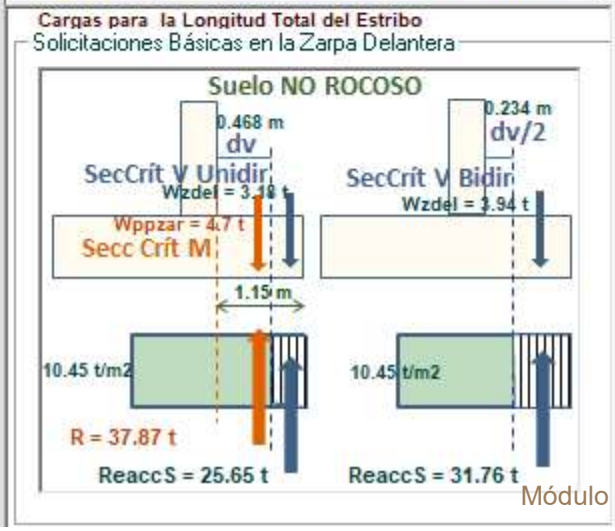


DISEÑO DE LA ZARPA DELANTERA O DEDO

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Resistencia I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | Diseño a Cortante

	Valor	Descripción
Pzardel	37.87 t	Carga Total Reacc Suelo Zarp Del
Wzardel	4.7 t	Carga Total por P.P. Zarpa Delant
Vu	22.47 t	Sumat Cargas:Cortante Ult Diseño
Mu x ReaccSue	27.46 t-m	Momento por Reacc Suelo
Mu x Wzarp	-3.41 t-m	Momento por P.P. Zarpa
Sumat Mu	24.05 t-m	Sumatoria Momentos. Mu diseño



Diseño para Est Límite: Resistencia I

DISEÑO DE LA ZARPA TRASERA O TALÓN

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Resistencia I

Solicitaciones | **Diseño a Flexión** | Diseño a Cortante

	Valor	Simbología
Mu	134.652 t-m	Momento mayorado en la secc
K	199.189 t/m2	Mu/bd^2
m	17.647	fy/0.85f'c
Ro Calc	0.0055	Cuantía Acero de Diseño
As calc	72.025 cm2	Area Refuerzo Calculado Total
Ic	0.045 m4	Mom de Inercia de Sección Bruta
fr	33.132 kg/cm2	Módulo de Ruptura : 1.98(f'c)^1/2
Mcr	49.698 t-m	Mom Agrietamiento
Asmin(Mcr)	25.733 cm2	Acero para Mom_Agrietam.
1.33Ascal	95.794 cm2	Acero Calculado x 1.33
Acero Domina	72.025 cm2	As(calc) > As Mín (Mcr)
Arm Ppal Sug.	1 # 6 @ 0.09	Armad Ppal Real Propuesta
As real Coloc	79.173 cm2	Area de Acero Real Colocado
c	6.57 cm	Alt blq compr: AsFy/.85f'cBetab
εt	0.0198	0.003(dt-c)/c
Chequeo	et > 0.005	Phi OK
As RetracTemp	8.37 cm2/cara	2.33<=0.75bh /(2(b+h)Fy)<=12.7
Arm Retr Sug.	1 # 3 @ 0.21	Armad Retracc Propuesta

Diseño para la Longitud Total del Muro

DISEÑO DEL VÁSTAGO O PANTALLA

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Resistencia I

Solicitaciones | **Diseño a Flexión** | Diseño a Cortante

	Valor	Simbología
Mu	56.488 t-m	Momento mayorado en la secc
K	165.048 t/m2	Mu/bd^2
m	17.647	fy/0.85f'c
Ro Calc	0.0045	Cuantía Acero de Diseño
As calc	42.078 cm2	Area Refuerzo Calculado Total
Ic	0.019 m4	Mom de Inercia de Sección Bruta
fr	33.132 kg/cm2	Módulo de Ruptura : 1.98(f'c)^1/2
Mcr	27.955 t-m	Mom Agrietamiento
Asmin(Mcr)	20.384 cm2	Acero para Mom_Agrietam.
1.33Ascal	55.963 cm2	Acero Calculado x 1.33
Acero Domina	42.078 cm2	As(calc) > As Mín (Mcr)
Arm Ppal Sug.	1 # 5 @ 0.11	Armad Ppal Real Propuesta
As real Coloc	44.985 cm2	Area de Acero Real Colocado
c	3.74 cm	Alt blq compr: AsFy/.85f'cBetab
εt	0.0251	0.003(dt-c)/c
Chequeo	et > 0.005	Phi OK
As RetracTemp	6.93 cm2/cara	2.33<=0.75bh /(2(b+h)Fy)<=12.7
Arm Retr Sug.	1 # 3 @ 0.25	Armad Retracc Propuesta

Diseño para la Longitud Total del Muro

DISEÑO DE LA ZARPA DELANTERA O DEDO

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Resistencia I

Solicitaciones | **Diseño a Flexión** | Diseño a Cortante

	Valor	Simbología
Mu	24.051 t-m	Momento mayorado en la secc
K	35.579 t/m2	Mu/bd^2
m	17.647	fy/0.85f'c
Ro Calc	0.0009	Cuantía Acero de Diseño
As calc	12.34 cm2	Area Refuerzo Calculado Total
Ic	0.045 m4	Mom de Inercia de Sección Bruta
fr	33.132 kg/cm2	Módulo de Ruptura : 1.98(f'c)^1/2
Mcr	49.698 t-m	Mom Agrietamiento
Asmin(Mcr)	25.733 cm2	Acero para Mom_Agrietam.
1.33Ascal	16.412 cm2	Acero Calculado x 1.33
Acero Domina	16.412 cm2	\scalc<AsMín(Mcr). Prima 1.33As
Arm Ppal Sug.	1 # 5 @ 0.2	Armad Ppal Real Propuesta
As real Coloc	24.742 cm2	Area de Acero Real Colocado
c	2.05 cm	Alt blq compr: AsFy/.85f'cBetab
εt	0.07	0.003(dt-c)/c
Chequeo	et > 0.005	Phi OK
As RetracTemp	8.37 cm2/cara	2.33<=0.75bh /(2(b+h)Fy)<=12.7
Arm Retr Sug.	1 # 3 @ 0.21	Armad Retracc Propuesta

Diseño para la Longitud Total del Muro

Diseño para Est Límite: Resistencia I

DISEÑO DE LA ZARPA TRASERA O TALÓN

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Resistencia I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | **Diseño a Cortante**

	Valor	Simbología
dv1 0.9de	0.47 m	Profund efec de Cortante (a) Art 5.8.2.9
dv2 0.72h	0.43 m	Profund efec de Cortante (b) Art 5.8.2.9
dv dom	0.47 m	Prof efec de Cortante dominante
Phi	0.85	Fact de Res a Cort Art 5.5.4.2
Beta	2	Fact.Cap Concr Agr Diag Tracc y Cort
Vc	102.77 t	Vc=0.083Betaf'c^(1/2)bvdv Art 5.8.3.3-3
Vs	0	Vs =0 No Flejes
Vn	102.77 t	Vn = Vc Art 5.8.3.3-1
Vr	92.49 t	Vr = phi x Vn
Vu	90.96 t	Cortante Ult de Diseño
Chequeo	OK	Cortante OK

Diseño para la Longitud Total del Muro

DISEÑO DEL VÁSTAGO O PANTALLA

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Resistencia I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | **Diseño a Cortante**

	Valor	Simbología
dv1 0.9de	0.33 m	Profund efec de Cortante (a) Art 5.8.2.9
dv2 0.72h	0.32 m	Profund efec de Cortante (b) Art 5.8.2.9
dv dom	0.33 m	Prof efec de Cortante dominante
Phi	0.85	Fact de Res a Cort Art 5.5.4.2
Beta	2	Fact.Cap Concr Agr Diag Tracc y Cort
Vc	73.13 t	Vc=0.083Betaf'c^(1/2)bvdv Art 5.8.3.3-3
Vs	0	Vs =0 No Flejes
Vn	73.13 t	Vn = Vc Art 5.8.3.3-1
Vr	92.49 t	Cortante Resist Vr = phi x Vn
Vu	30.77 t	Cortante Ult de Diseño
Chequeo	OK	Cortante OK

Diseño para la Longitud Total del Muro

DISEÑO DE LA ZARPA DELANTERA O DEDO

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Resistencia I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | **Diseño a Cortante**

	Valor	Simbología
dv1 0.9de	0.47 m	Profund efec de Cortante (a) Art 5.8.2.9
dv2 0.72h	0.43 m	Profund efec de Cortante (b) Art 5.8.2.9
dv dom	0.47 m	Prof efec de Cortante dominante
Phi	0.9	Fact ResisCort Art 5.5.4.2 Concr Normal
Vs	0	Vs = 0 -->> No Flejes
		ACCIÓN EN UNA DIRECCIÓN
Beta	2	Fact.Cap Concr Agr Diag Tracc y Cort
Vc	102.77 t	Vc=0.083Betaf'c^(1/2)bvdv Art 5.8.3.3-3
Vn	102.77 t	Vn = Vc Art 5.8.3.3-1
Vr	92.49 t	Cortante Resist Vr = phi x Vn
Vu	22.47 t	Cortante Ult Diseño.SeccCrít: a dv cara
Chq1direcc	Vr>Vu:OK	Cort Una Direcc OK
		ACCIÓN EN DOS DIRECCIONES
Beta_c	5.342	Rel lado largo/corto rectáng aplic.carga
bo	5.94 m	bo = Perímetro de la Sección Crítica
Vc	340.71 t	(.17+.33/Betac)Sq(fc)bodv<.33Sq(fc)bodv
Vr	306.64 t	Cortante Resist Vr = phi x Vn Vn = Vc
Vu	27.82 t	Cortante Ult Dis. Secc Crít: dv/2 de cara
Ch.2Direcc	Vr>Vu:OK	Cort Dos Direcc OK
Ch.GLOBAL	Vr>Vu:OK	Cortante Global OK

Diseño para la Longitud Total del Muro

Diseño para Est Límite: Evento Extremo I

DISEÑO DE LA ZARPA TRASERA O TALÓN

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Evento Extremo I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | Diseño a Cortante

	Valor	Descripción
Pzartras	0 t	Carga Total por Reacc Sue Zarp Tras
Wzarptras	12.6 t	Carga Total por P.P. Zarpa Trasera
Wrelleno	73.14 t	Carga Total por Peso del Relleno
Sobrec.Ver	1.49 t	Carga por Comp. Vert Sobrecarga
Vu	87.23 t	Sumat Cargas Vert: Vu de Diseño
MuxReacc Sue	0 t-m	Momento por Reacc Suelo
Mu x PPzarp	17.64 t-m	Momento por P.P. Zarpa Trasera
Mu x Wrell	102.4 t-m	Momento por Peso del Relleno
Mu x Sobrec	4.17 t-m	Momento por CompV Sobrecarga
Sumat Mu	124.22 t-m	Sumat de Momentos. Mu diseño

Solicit para la Long Total del Muro



DISEÑO DEL VÁSTAGO O PANTALLA

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Evento Extremo I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | Diseño a Cortante

	Valor	Descripción
E de Tierras EH	20.8 t	Emp Estático de Tierras
E sísmico E Pseis	23.45 t	Empuje Sísmico Pseis
E Sobrecarga LS	2.85 t	Emp por Sobrecarga Viva
Sumat Empujes	47.1 t	Sumat de Empujes = Vu diseño
Mom x E.Tierra EH	29.82 t-m	Mom x Emp de Tierras
Mom por Pseis	55.82 t-m	Mom por Fza Sísmica Pseis
Mom por LS	7.62 t-m	Mom x SobrecViva LS
Sumat Momentos	93.25 t-m	Sumat de Momentos = Mu diseño

Solicit para la Long Total del Muro



DISEÑO DE LA ZARPA DELANTERA O DEDO

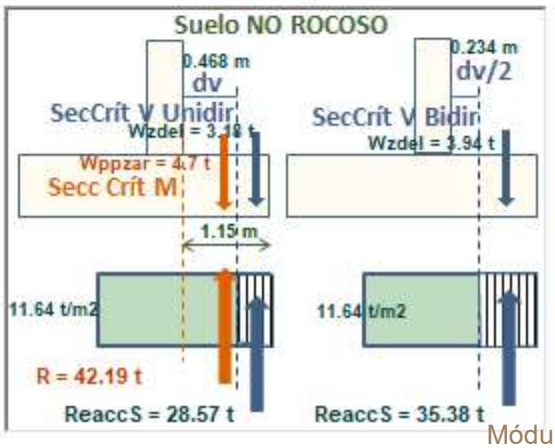
SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Evento Extremo I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | Diseño a Cortante

	Valor	Descripción
Pzardel	42.19 t	Carga Total Reacc Suelo Zarp Del
Wzardel	4.7 t	Carga Total por P.P. Zarpa Delant
Vu	25.39 t	Sumat Cargas:Cortante Ult Diseño
Mu x ReaccSue	30.59 t-m	Momento por Reacc Suelo
Mu x Wzarp	-3.41 t-m	Momento por P.P. Zarpa
Sumat Mu	27.18 t-m	Sumatoria Momentos. Mu diseño

Cargas para la Longitud Total del Estribo

Solicitaciones Básicas en la Zarpa Delantera



Diseño para Est Límite: Evento Extremo I

DISEÑO DE LA ZARPA TRASERA O TALÓN

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Evento Extremo I

Solicitaciones | **Diseño a Flexión** | Diseño a Cortante

	Valor	Simbología
Mu	124.215 t-m	Momento mayorado en la secc
K	183.75 t/m2	Mu/bd^2
m	17.647	fy/0.85f'c
Ro Calc	0.0051	Cuantía Acero de Diseño
As calc	66.166 cm2	Area Refuerzo Calculado Total
Ic	0.045 m4	Mom de Inercia de Sección Bruta
fr	33.132 kg/cm2	Módulo de Ruptura : 1.98(f'c)^1/2
Mcr	49.698 t-m	Mom Agrietamiento
Asmin(Mcr)	25.733 cm2	Acero para Mom_Agrietam.
1.33Ascal	88.001 cm2	Acero Calculado x 1.33
Acero Domina	66.166 cm2	As(calc) > As Mín (Mcr)
Arm Ppal Sug.	1 # 6 @ 0.1	Armad Ppal Real Propuesta
As real Coloc	71.256 cm2	Area de Acero Real Colocado
c	5.92 cm	Alt blq compr: AsFy/.85f'cBetab
εt	0.0223	0.003(dt-c)/c
Chequeo	et > 0.005	Phi OK
As RetracTemp	8.37 cm2/cara	2.33<=0.75bh /(2(b+h)Fy)<=12.7
Arm Retr Sug.	1 # 3 @ 0.21	Armad Retracc Propuesta

Diseño para la Longitud Total del Muro

DISEÑO DEL VÁSTAGO O PANTALLA

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Evento Extremo I

Solicitaciones | **Diseño a Flexión** | Diseño a Cortante

	Valor	Simbología
Mu	93.252 t-m	Momento mayorado en la secc
K	272.469 t/m2	Mu/bd^2
m	17.647	fy/0.85f'c
Ro Calc	0.0077	Cuantía Acero de Diseño
As calc	71.56 cm2	Area Refuerzo Calculado Total
Ic	0.019 m4	Mom de Inercia de Sección Bruta
fr	33.132 kg/cm2	Módulo de Ruptura : 1.98(f'c)^1/2
Mcr	27.955 t-m	Mom Agrietamiento
Asmin(Mcr)	20.384 cm2	Acero para Mom_Agrietam.
1.33Ascal	95.175 cm2	Acero Calculado x 1.33
Acero Domina	71.56 cm2	As(calc) > As Mín (Mcr)
Arm Ppal Sug.	1 # 6 @ 0.09	Armad Ppal Real Propuesta
As real Coloc	79.173 cm2	Area de Acero Real Colocado
c	6.57 cm	Alt blq compr: AsFy/.85f'cBetab
εt	0.013	0.003(dt-c)/c
Chequeo	et > 0.005	Phi OK
As RetracTemp	6.93 cm2/cara	2.33<=0.75bh /(2(b+h)Fy)<=12.7
Arm Retr Sug.	1 # 3 @ 0.25	Armad Retracc Propuesta

Diseño para la Longitud Total del Muro

DISEÑO DE LA ZARPA DELANTERA O DEDO

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Evento Extremo I

Solicitaciones | **Diseño a Flexión** | Diseño a Cortante

	Valor	Simbología
Mu	27.181 t-m	Momento mayorado en la secc
K	40.209 t/m2	Mu/bd^2
m	17.647	fy/0.85f'c
Ro Calc	0.0011	Cuantía Acero de Diseño
As calc	13.961 cm2	Area Refuerzo Calculado Total
Ic	0.045 m4	Mom de Inercia de Sección Bruta
fr	33.132 kg/cm2	Módulo de Ruptura : 1.98(f'c)^1/2
Mcr	49.698 t-m	Mom Agrietamiento
Asmin(Mcr)	25.733 cm2	Acero para Mom_Agrietam.
1.33Ascal	18.568 cm2	Acero Calculado x 1.33
Acero Domina	18.568 cm2	Ascalc<AsMín(Mcr). Prima 1.33As
Arm Ppal Sug.	1 # 5 @ 0.2	Armad Ppal Real Propuesta
As real Coloc	24.742 cm2	Area de Acero Real Colocado
c	2.05 cm	Alt blq compr: AsFy/.85f'cBetab
εt	0.07	0.003(dt-c)/c
Chequeo	et > 0.005	Phi OK
As RetracTemp	8.37 cm2/cara	2.33<=0.75bh /(2(b+h)Fy)<=12.7
Arm Retr Sug.	1 # 3 @ 0.21	Armad Retracc Propuesta

Diseño para la Longitud Total del Muro

Diseño para Est Límite: Evento Extremo I

DISEÑO DE LA ZARPA TRASERA O TALÓN

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Evento Extremo I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | **Diseño a Cortante**

	Valor	Simbología
dv1 0.9de	0.47 m	Profund efec de Cortante (a) Art 5.8.2.9
dv2 0.72h	0.43 m	Profund efec de Cortante (b) Art 5.8.2.9
dv dom	0.47 m	Prof efec de Cortante dominante
Phi	0.85	Fact de Res a Cort Art 5.5.4.2
Beta	2	Fact.Cap Concr Agr Diag Tracc y Cort
Vc	102.77 t	Vc=0.083Betaf'c^(1/2)bvdv Art 5.8.3.3-3
Vs	0	Vs =0 No Flejes
Vn	102.77 t	Vn = Vc Art 5.8.3.3-1
Vr	92.49 t	Vr = phi x Vn
Vu	87.23 t	Cortante Ult de Diseño
Chequeo	OK	Cortante OK

Diseño para la Longitud Total del Muro

DISEÑO DEL VÁSTAGO O PANTALLA

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Evento Extremo I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | **Diseño a Cortante**

	Valor	Simbología
dv1 0.9de	0.33 m	Profund efec de Cortante (a) Art 5.8.2.9
dv2 0.72h	0.32 m	Profund efec de Cortante (b) Art 5.8.2.9
dv dom	0.33 m	Prof efec de Cortante dominante
Phi	0.85	Fact de Res a Cort Art 5.5.4.2
Beta	2	Fact.Cap Concr Agr Diag Tracc y Cort
Vc	73.13 t	Vc=0.083Betaf'c^(1/2)bvdv Art 5.8.3.3-3
Vs	0	Vs =0 No Flejes
Vn	73.13 t	Vn = Vc Art 5.8.3.3-1
Vr	92.49 t	Cortante Resist Vr = phi x Vn
Vu	47.1 t	Cortante Ult de Diseño
Chequeo	OK	Cortante OK

Diseño para la Longitud Total del Muro

DISEÑO DE LA ZARPA DELANTERA O DEDO

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Evento Extremo I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | **Diseño a Cortante**

	Valor	Simbología
dv1 0.9de	0.47 m	Profund efec de Cortante (a) Art 5.8.2.9
dv2 0.72h	0.43 m	Profund efec de Cortante (b) Art 5.8.2.9
dv dom	0.47 m	Prof efec de Cortante dominante
Phi	0.9	Fact ResisCort Art 5.5.4.2 Concr Normal
Vs	0	Vs = 0 -->> No Flejes
		ACCIÓN EN UNA DIRECCIÓN
Beta	2	Fact.Cap Concr Agr Diag Tracc y Cort
Vc	102.77 t	Vc=0.083Betaf'c^(1/2)bvdv Art 5.8.3.3-3
Vn	102.77 t	Vn = Vc Art 5.8.3.3-1
Vr	92.49 t	Cortante Resist Vr = phi x Vn
Vu	25.39 t	Cortante Ult Diseño.SeccCrít: a dv cara
Chq1direcc	Vr>Vu:OK	Cort Una Direcc OK
		ACCIÓN EN DOS DIRECCIONES
Beta_c	5.342	Rel lado largo/corto rectáng aplic.carga
bo	5.94 m	bo = Perímetro de la Sección Crítica
Vc	340.71 t	(.17+.33/Betac)Sq(fc)bodv<.33Sq(fc)bodv
Vr	306.64 t	Cortante Resist Vr = phi x Vn Vn = Vc
Vu	31.44 t	Cortante Ult Dis. Secc Crít: dv/2 de cara
Ch.2Direcc	Vr>Vu:OK	Cort Dos Direcc OK
Ch.GLOBAL	Vr>Vu:OK	Cortante Global OK

Diseño para la Longitud Total del Muro

ENVOLVENTE DE DISEÑO DE LA ALETA

ENVOLVENTE DE DISEÑO DE LA ALETA

Armad Principal a Flexión | Chequeo a Cortante

Estado Límite	ZarDel.Abajo	ZarTras.Abajo	ZarTras.Arrib	Vást.CaraRellen
Servicio I	1 # 5 @ 0.2	-	1 # 5 @ 0.09	1 # 5 @ 0.19
Resistencia I	1 # 5 @ 0.2	-	1 # 6 @ 0.09	1 # 5 @ 0.11
Ev Extremo I	1 # 5 @ 0.2	-	1 # 6 @ 0.1	1 # 6 @ 0.09
Envolvente	**1 # 5 @ 0.2**	-	**1 # 6 @ 0.09**	**1 # 6 @ 0.09**

ENVOLVENTE DE DISEÑO DE LA ALETA

Armad Principal a Flexión | **Chequeo a Cortante**

Estado Límite	ZarDelant Vr / Vu	ZarTrasera Vr / Vu	Vástago Vr / Vu
Servicio I	6.22	5.38	3.18
Resistencia I	4.12	1.02	2.02
Ev Extremo I	3.64	1.06	1.32
Envolvente	**OK CORTE**	**OK CORTE**	**OK CORTE**

Constantes de Diseño para la Aleta

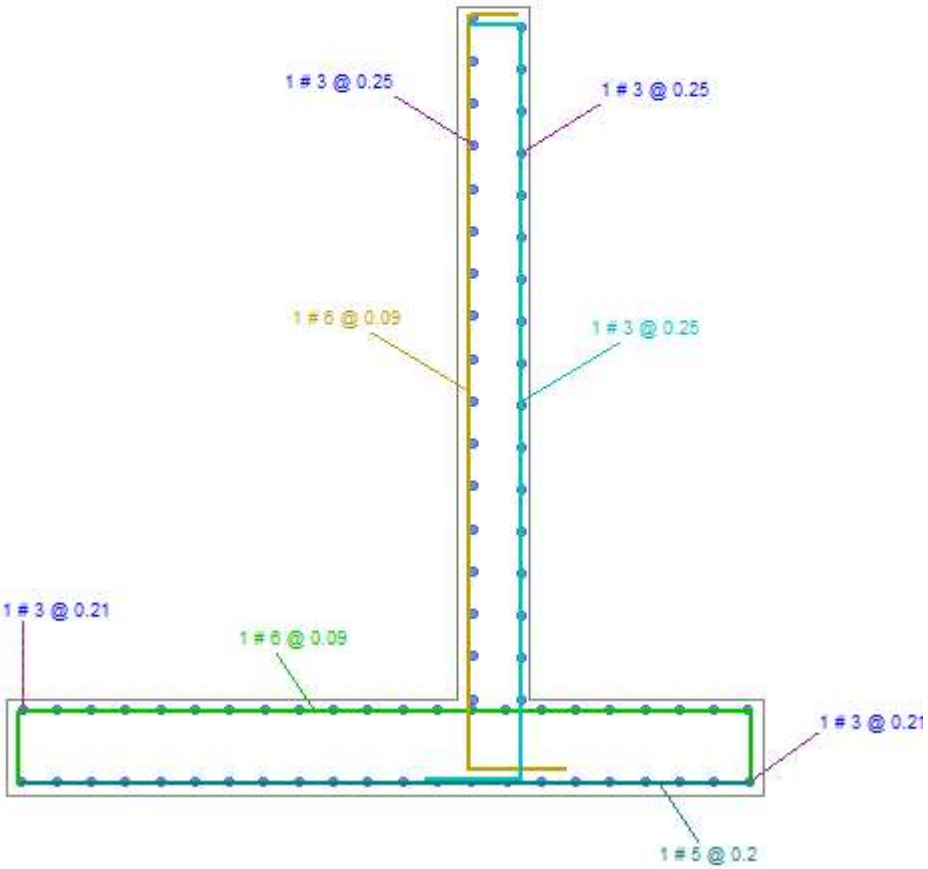
Resistencia del Concreto F'c (kg/cm2)	280
Límite de Fluencia del Acero, Fy (kg/cm2)	4200
Recubrim Concreto al Centroide Armad Principal (cm)	8
Usar Diámetro Varillas en milímetros o en pulgadas	pulg
Diámetro Mínimo a usar para Acero Principal, #	5
Diámetro Mínimo a usar para Acero Secundario, #	3
Separación Máxima Varillas Armadura Principal, (cm)	20

$$K = \frac{Mu}{bd^2} \qquad m = \frac{Fy}{0.85f'c}$$

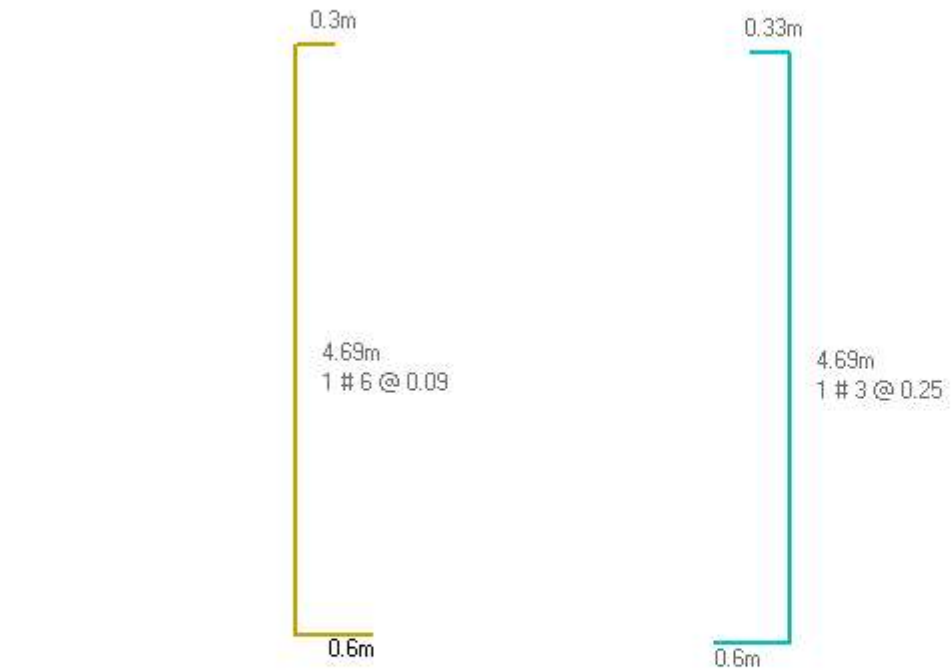
Índice de Acero Rho:

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2mK}{\emptyset fy}}\right)$$

Detalles del Muro



Detalles del Muro en Vista Separada





DISEÑO DE BOX CULVERT TIPO 5

16. DISEÑO DE BOX CULVERT TIPO 5

El diseño se realizó modelando las paredes y la losa como un conjunto, y determinar las fuerzas y momentos internos en los elementos. La estructura se diseñó paso a paso con el objeto de conocer muy bien los efectos de diseño y, el diseño del Box Coulvert y aletas fue realizado utilizando el Programa de Puentes del Ingeniero Fernando Medina (*Ver Anexos Digitales*).

16.1. DISEÑO ESTRUCTURAL

16.1.1. Datos de Entrada

A continuación, se presenta los datos iniciales para realizar el diseño y la modelación de esta estructura:

DATOS DE ENTRADA		
Altura Total de la Estructura	3.65	**m**
Ancho Total de la Estructura	4.90	**m**
Espesor de la Losa Superior	0.30	**m**
Espesor de los Muros	0.30	**m**
Espesor de la Losa Inferior	0.35	**m**
Número de Celdas	2	
Longitud de la Estructura	8.00	**m**
Longitud de la Aleta	2.00	**m**
Espesor del Vástago de la Aleta	0.30	**m**
Espesor de la Zapata	0.35	**m**

Tabla 26. *Datos de Entrada para la modelación de la Estructura.*

En los anexos se presenta el diseño del Box Culvert descrito en esta memoria de cálculo digital.

16.1.2. Constantes de Diseño

A continuación, se presenta las constantes de diseño que se tuvieron en cuenta en la modelación de esta estructura:

CONSTANTES DE DISEÑO		
Resistencia a la Compresión del Concreto (f_c')	280	kg/cm^2
Resistencia a la Fluencia del Acero (f_y) – Barras Longitudinales	4200	kg/cm^2
Resistencia a la Fluencia del Acero (f_y) – Acero de Flejes	4200	kg/cm^2
ϕ varilla muros (Octavos de pulgada)	No. 3-4	
ϕ min. varilla losa (Octavos de pulgada)	No. 3-4	
Recubrimiento centroide de losa y lateral libre	7.50	cm
Camión de Diseño	CCP-14 COL	

Tabla 27. *Constantes de Diseño para la modelación de la Estructura.*

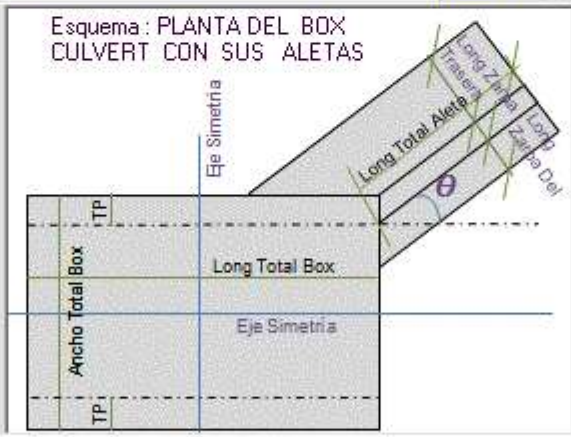
A continuación, se presentan los resultados del diseño de todas las estructuras que componen esta estructura (**Box Culvert Tipo 5**) utilizando el Programa de Puentes del Ingeniero Fernando Medina.

INFORMACIÓN GENERAL DEL BOX CULVERT

GEOMETRÍA ALCANTARILLA y GEOMETRÍA ALETAS

GEOMETRÍA DE LA ALCANTARILLA	
Ancho Total del Box (a bordes ext.), Lta (m)	4.9
Longitud Total Box (a bordes exter), Ltb (m)	8
Altura Total Box (a bordes ext), Ha (m)	3.65
Número de Celdas	2
Espesor Losa Superior ts (m)	0.3
Espesor Losa Inferior ti (m)	0.35
Espesor Paredes Verticales tp (m)	0.3
Espesor de Capa o Placa de Rodadura (m)	0.08
Dimensión de la Cartela (Igual en X e Y) (m)	0
GEOMETRÍA ALETAS (aplica para las cuatro)	
Longitud Total de la Aleta LTM (m)	2
Si Hrell es > 0, Altura Adicional de Aleta (m)	0
Altura Total en Extr Ext (menor), HLN (m)	1.8
Ángulo Box-Aleta en Planta, (grados)	45
Angulo Inclinación Talud Relleno (grados)	0
Ancho de Corona del Vástago, AC (m)	0.3
Proyección Trasera Vástago, BZ (m)	0
Proyección Delantera Vástago, BD (m)	0
Longitud Total de Zapata, Min 0.67H, LTZ (m)	3
Longitud de la Zarpa Delantera, LZD (m)	0.9
Espesor de la Zapata, Hzap (m)	0.35

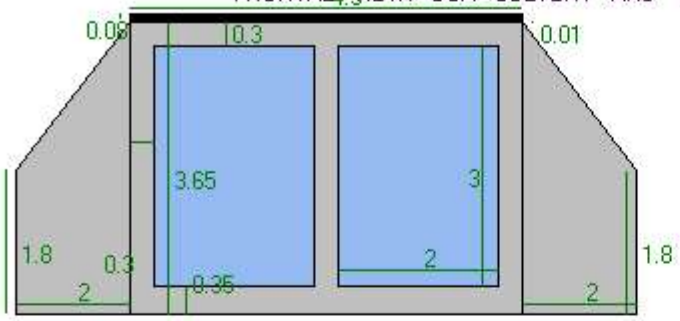
Esquema : PLANTA DEL BOX CULVERT CON SUS ALETAS



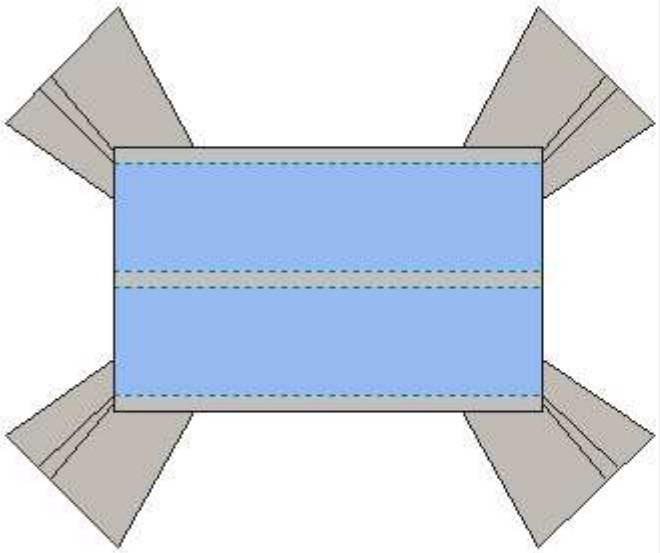
INFORMACIÓN GENERAL DEL BOX CULVERT

GEOMETRÍA ALCANTARILLA y GEOMETRÍA ALETAS

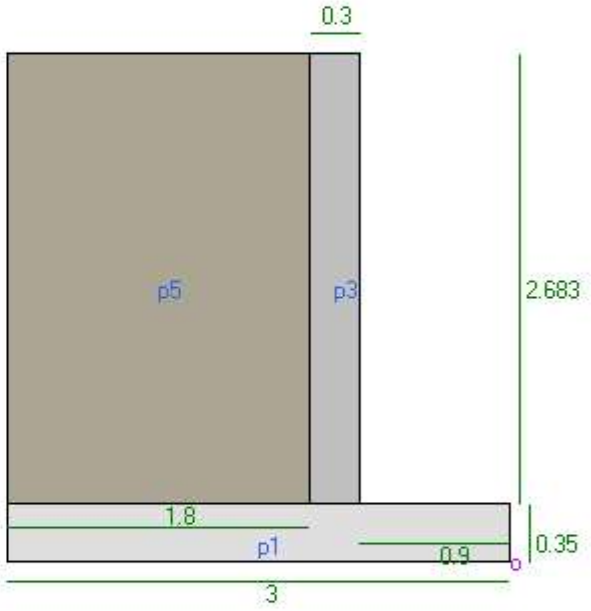
FRONTAL VIEW: BOX CULVERT AND WINGWALLS



PLAN VIEW: BOX CULVERT AND WINGWALLS



WINGWALL: FRONTAL VIEW



Información Complementaria

Altura del Relleno sobre el Box, Hrell (m)	0.01
Aleta: Sección en Estudio (a diseñar)	LTM/3

INFORMACIÓN GENERAL DEL BOX CULVERT

DATOS DEL SUELO Y EL RELLENO

DATOS DEL SUELO Y EL RELLENO

Resistencia Suelo E Lím de Resistencia(t/m2)	25.9
Resistencia Suelo E.Lím Evento Extrem (t/m2)	57.5
Resistencia Suelo Est.Lím de Servicio (t/m2)	57.5
Peso Especifico Suelo de Relleno (t/m3)	1.8
Áng Fricción Interna Suelo Relleno ϕ 'f (grads)	30
Áng Fricción Interna Suelo Cimentac ϕ 'f (grados)	30
Áng Fricc en interfase muro relleno δ (grados)	0
Altura Nivel Freático desde fondo zap, Hnf(m)	0
Tipo Empuje Horiz a considerar por el Relleno	Reposo

CONSTANTES SÍSMICAS

Coeficiente Aceleración Pico Horiz, PGA	0.15
Clase de Sitio (Clase de Suelo)	E

NORMA DE DISEÑO

Camión de Diseño: Utilizar la Norma	CCP14

Constantes de Diseño para el Box Culvert

Resistencia del Concreto F'c (kg/cm2)	280
Límite de Fluencia del Acero, Fy (kg/cm2)	4200
Recubrim Concreto al Centroide Armad Principal (cm)	7.5
Usar Diámetro Varillas en milímetros o en pulgadas	pulg
Diámetro Mínimo a usar para Acero Principal, #	4
Diámetro Mínimo a usar para Acero Secundario, #	3
Separación Máxima Varillas Armadura Principal, (cm)	20

Constantes de Diseño para las Aletas

Resistencia del Concreto F'c (kg/cm2)	280
Límite de Fluencia del Acero, Fy (kg/cm2)	4200
Recubrim Concreto al Centroide Armad Principal (cm)	7.5
Usar Diámetro Varillas en milímetros o en pulgadas	pulg
Diámetro Mínimo a usar para Acero Principal, #	4
Diámetro Mínimo a usar para Acero Secundario, #	3
Separación Máxima Varillas Armadura Principal, (cm)	20

Considerar 14/fy como Rho mínimo (sugerido SÍ)	NO

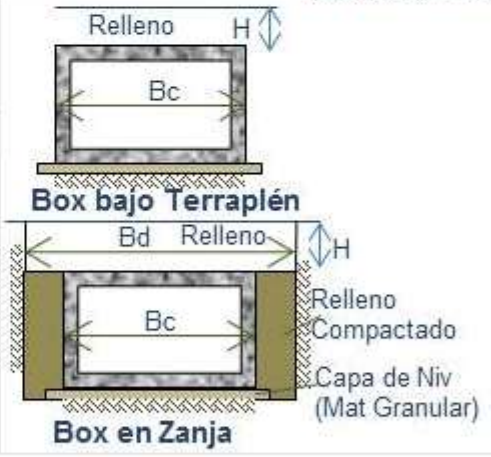
CONSTANTES PARA MODIFICACIÓN DE LAS CARGAS DE SUELO, CONSIDERANDO INTERACCIÓN SUELO ESTRUCTURA

(AASHTO CCP14 Art 12.11.2.2)

Tipo de Box (según condiciones de relleno)	Bajo Terraplén
Ancho Horizontal de la Zanja Bd (= Bc para terrapl)	7
Coeficiente Kmiu, según material del relleno	0.14
Relleno Compactado a lo largo de los laterales del box	No Compactado

Valores Sugeridos de Kmiu (Fig 12.11.2.2.1-3)

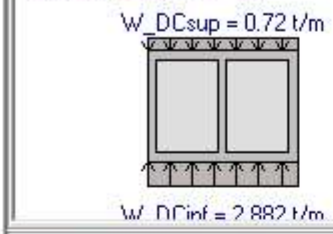
Kmiu = 0.1924 para materiales granulares no cohesivos
Kmiu = 0.165 máx. para arena y grava
kmiu = 0.150 para capa vegetal saturada
kmiu = 0.130 máx. normal para arcilla
kmiu = 0.110 arcilla saturada



SOLICITACIONES BÁSICAS DEL BOX CULVERT: DC, DW, EH, EV, LS

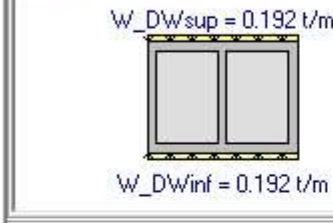
CARGAS

CARGA MUERTA DC



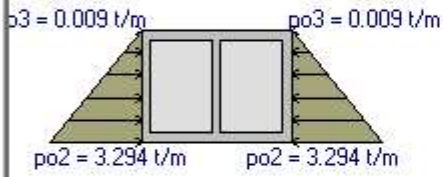
Ítem	Carga (t/m)	Descripción
W DC_sup	0.72	P.P de la Losa Superior del Box
W DC_cartelas	0	(P.P de las Cartelas) / Ancho Box
W DC_x muros	1.322	(P.P de Muros Box) / Ancho Box
W DC_inf	2.882	Carga sobre Losa Inferior por DC

CARGA MUERTA DW



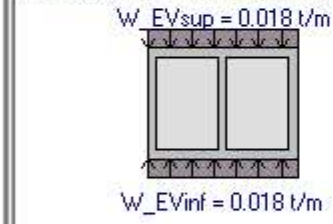
Ítem	Carga (t/m)	Descripción
W DW_sup	0.192	Carga Losa Sup por C.Rodadura
W DW_inf	0.192	Carga Losa Inf por C.Rodadura

EMPUJE DE TIERRAS EH



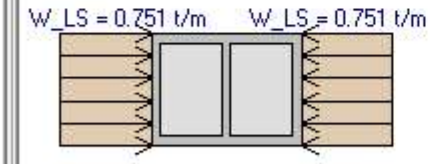
Ítem	W (t/m/m)	Descripción
p01	3.294	p01 = Ko x Pvolsueloseco x H1+ p03
p03	0.009	p03 = Ko x Pvolsueloseco x HR
p02	3.294	p02 = Ko x Pvolsuelosumerg x HNF+p01
p Eagua	0	P.unit agua x H nivel freático

PRESIÓN VERTICAL SUELO RELLENO EV



Ítem	Valor	Descripción
Box.Tip	Bajo Terraplén	Tipo de Box según manejo del Rell
Bc	4.9 m	Ancho Horizontal del Box
Kmiu	-	Coef función del Material del Relleno
H	0.01 m	Profundidad del Relleno sobre el Box
Cd	-	Coef función de Kmiu, H y Bc o Bd
Fe	1 <= 1.4 -> 1	1+ 0.20 x H / Bc
Ft	-	(Cd x Bd^2) / H / Bc <= Fe
EVsup	0.018 t/m	EVsup= Ft x GammaS x H (/ml box)

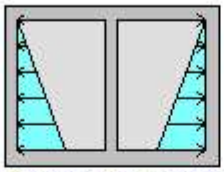
SOBRECARGA VIVA LS



Ítem	Valor	Descripción
Ko	0.5	Coef. Presion de Reposo del Suelo
PesoVol_s	1.8 t/m3	Peso Unitario Total del Suelo
H_box	3.65 m	Altura Total del Box Culvert
h_eq	0.835 m	Alt Equiv de suelo para C.Vehicular
Delta_p	0.751 t/m	Presión cte.horiz suelo x sobrec CV

CARGAS

CARGA DE AGUA WA



WA = 3.325 t/mWA = 3.325 t/m

CARGA DE AGUA

Ítem	Valor	Descripción
Alt Agua	3.325 m	Altura de Agua actuante
Wagua_WA	3.325 t/m	Presión de Agua (box lleno)

Consideraciones:

El Art. 3.7.1 de AASHTO y CCP-14 exige considerar el caso donde el box esté lleno de agua así como el estado donde el box esté vacío

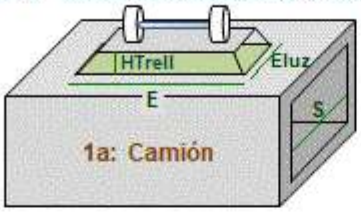
CARGAS

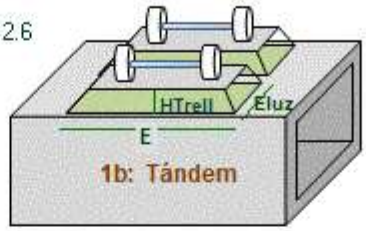
CARGA VIVA LL+Imp . Teoría

AASHTO y CCP-14 Art 4.6.2.10

Caso 1. Altura de Relleno HR < 0.6

Art 3.6.1.2.6





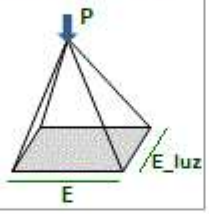
Distribución de la Carga de Eje . HR < 0.60 m

E = 0.244+0.12S

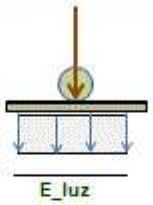
E_luz = LT + LLDF(H)

LLDF = 1.15 LT = 0.254 m

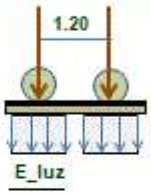
H = HR + esp pavimento



1a: Domina el Camión



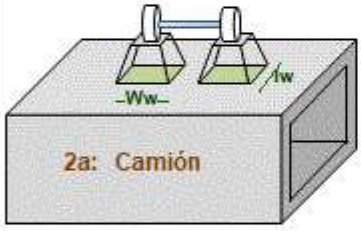
1b: Domina el Tándem

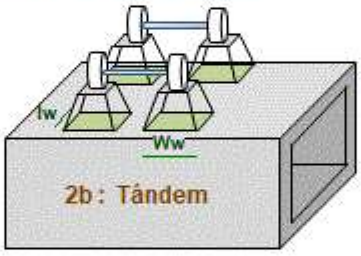


Caso 2. Altura de Relleno HR >= 0.6 m SIN Traslapo

(•) Sin Traslapo

( ) Con Traslapo





H= Hrell+esp pav

l_t= 0.254 m

$LLDF$ = 1.15

S_a= 1.20 ó 4.30 m

S_w= 1.828 m

w_t= 0.508 m

Distribución de la Carga de Eje . HR >= 0.60 m

A_{LL} = Área de Distr de la Carga de Eje a la Prof H $A_{LL} = l_w w_w$

Cálculo de w_w

$H_{int-t} = \frac{s_w - w_t - 0.06D_i}{LLDF}$

$Si\ H < H_{int-t}$

$w_w = w_t + LLDF(H) - 0.06D_i$

$Si\ H \geq H_{int-t}$

$w_w = w_t + s_w + LLDF(H) - 0.06D_i$

Cálculo de l_w

$H_{int-p} = \frac{s_a - l_t}{LLDF}$

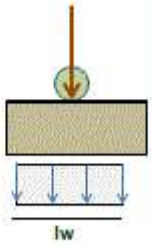
$Si\ H < H_{int-p}$

$l_w = l_t + LLDF(H)$

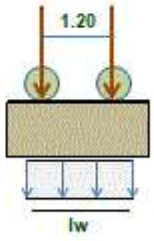
$Si\ H \geq H_{int-p}$

$l_w = l_t + s_a + LLDF(H)$

2a: Domina el Camión



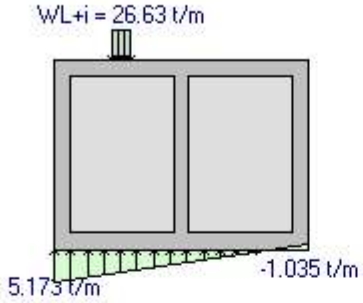
2b: Domina el Tándem



CÁLCULO DE LAS SOLICITACIONES BÁSICAS : CARGA VIVA L + i

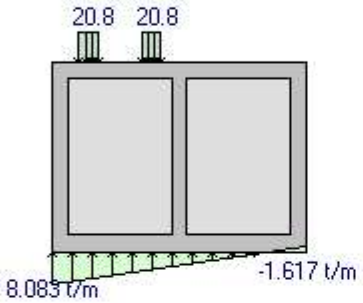
Solicitaciones Críticas por Cargas Vivas

CARGA VIVA LL+I . POSICIÓN CRÍTICA 1: CAMIÓN



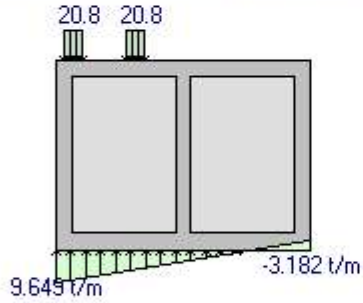
Ítem	Valor	Descripción
Carga Q	16.7 t/m	Carga Distribuida Equivalente
Fact Imp. IM	32.865 %	Factor Dinámico de Impacto
Factor m	1.2	Factor de Presencia Múltiple
Carga W	26.626 t/m	Carga Distrib. Equiv. Efectiva
L.Carga lw	0.358 m	Longitud lw de la Carga(s) W
Brazo a1	0.971 m	Brazo.Aplicac a1 de Carga W
Brazo a2	- . No aplica	Brazo.de Aplc a2 (si aplica)
Carga S1	5.173 t/m	Carga de Reacción Máxima
Carga S2	-1.035 t/m	Carga de Reacción Mínima

CARGA VIVA LL+I . POSICION CRÍTICA 2: TÁNDEM



Ítem	Valor	Descripción
Carga Q	13.047 t/m	Carga Distribuida Equivalente
Fact Imp. IM	32.865 %	Factor Dinámico de Impacto
Factor m	1.2	Factor de Presencia Múltiple
Carga W	20.801 t/m	Carga Distrib. Equiv. Efectiva
L.Carga lw	0.358 m	Longitud lw de la Carga(s) W
Brazo a1	0.371 m	Brazo.Aplicac a1 de Carga W
Brazo a2	1.571 m	Brazo.de Aplc a2 (si aplica)
Carga S1	8.083 t/m	Carga de Reacción Máxima
Carga S2	-1.617 t/m	Carga de Reacción Mínima

CARGA VIVA LL+I . POSICION CRÍTICA 3 . MÁX CORTANTE



Ítem	Valor	Descripción
Carga Q	13.047 t/m	Carga Distribuida Equivalente
Fact Imp. IM	32.865 %	Factor Dinámico de Impacto
Factor m	1.2	Factor de Presencia Múltiple
Carga W	20.801 t/m	Carga Distrib. Equiv. Efectiva
L.Carga lw	0.358 m	Longitud lw de la Carga(s) W
Brazo a1	0 m	Brazo.Aplicac a1 de Carga W
Brazo a2	1.2 m	Brazo.de Aplc a2 (si aplica)
Carga S1	9.649 t/m	Carga de Reacción Máxima
Carga S2	-3.182 t/m	Carga de Reacción Mínima

CHEQUEO DE ESFUERZOS EN EL SUELO

CHEQUEO DE ESFUERZOS EN EL SUELO

ESTADO DE CARGA	ESFZO SUELO t/m2
Carga Muerta y Acc DC	2.88
Carga Pavimento DW	0.19
Presión Vert Rellen EV	0.02
Presión Peso Agua WA	2.45
Carga Viva+Imp L+i	9.65

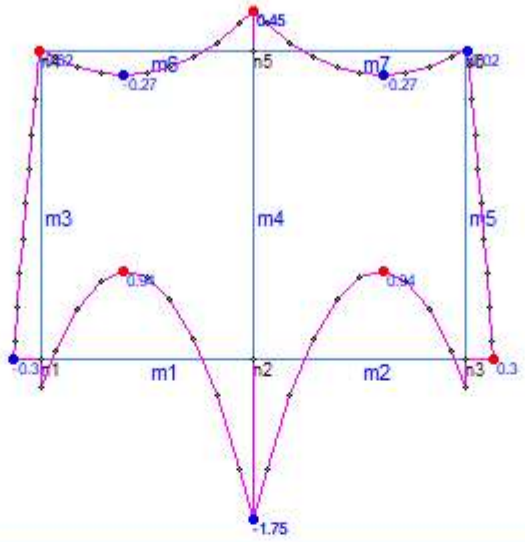
ESTADO LÍMITE DE RESISTENCIA

1.25(DC) + 1.50(DW) + 1.35(EV) + 1.0(WA) + 1.75(L+I)

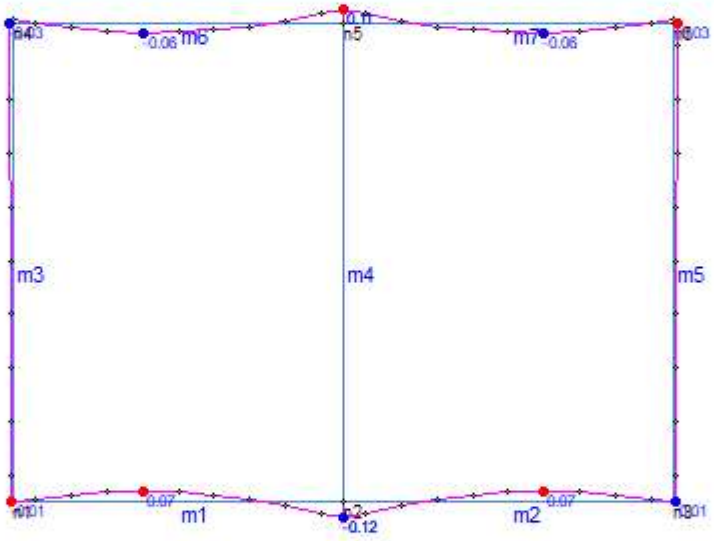
Esfuerzo Actuante	23.25 t/m2
Resist Suelo E.Lím de Resistencia	25.9 t/m2
Diagnóstico	Cumple OK

Diseño

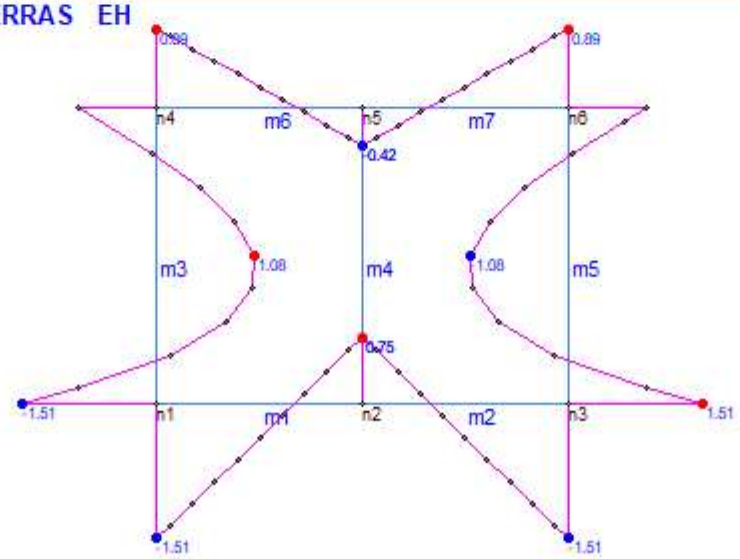
CARGA MUERTA DC



CARGA MUERTA DW



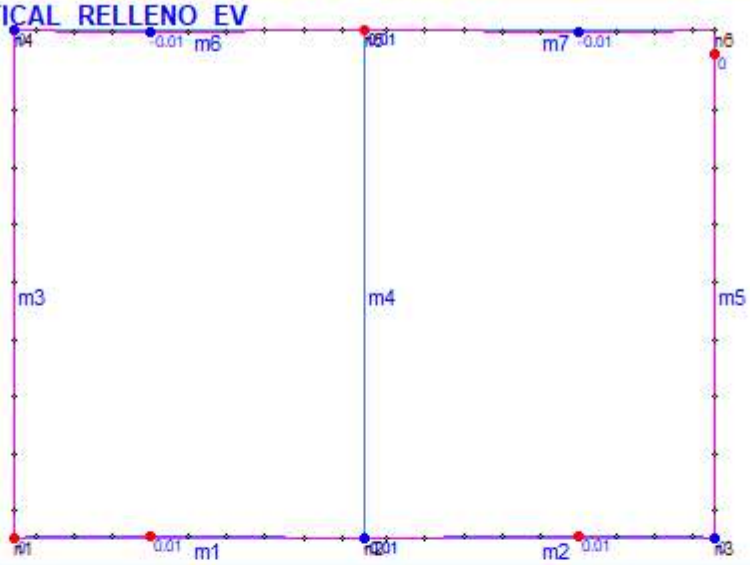
CARGA EMPUJE DE TIERRAS EH



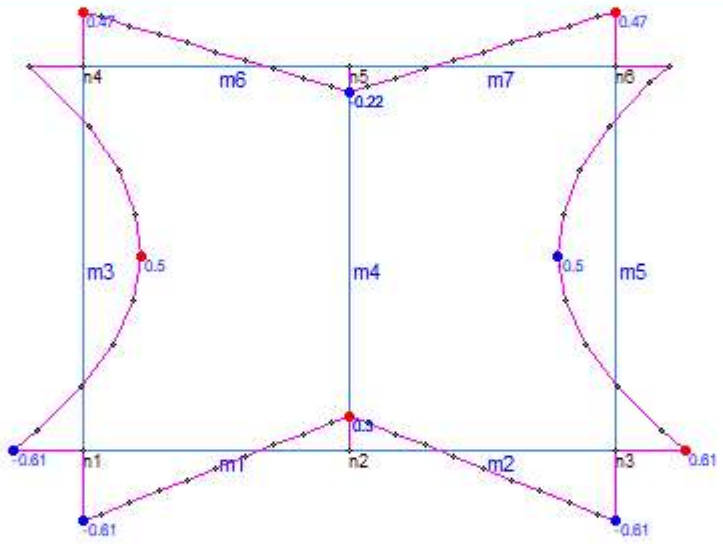
Análisis del Box para los Estado Básicos de Cargas

Diseño

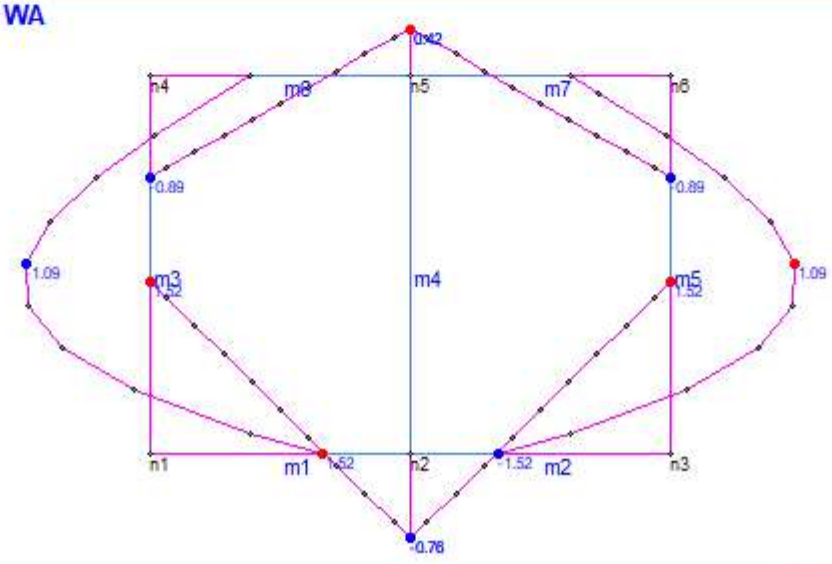
PRESIÓN CARGA VERTICAL RELLENO EV



SOBRECARGA LS



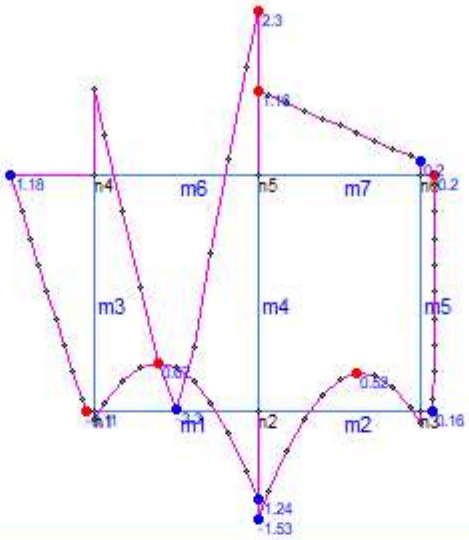
CARGA DE AGUA WA



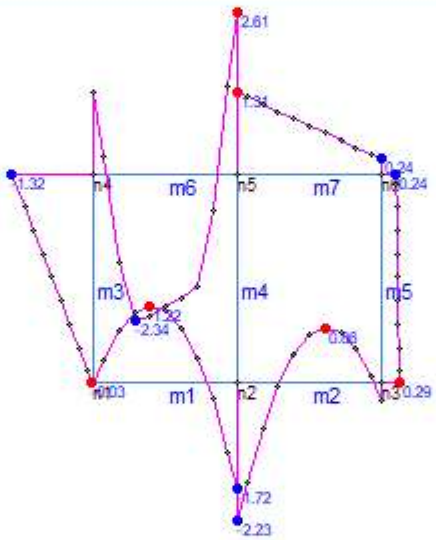
Análisis del Box para los Estado Básicos de Cargas

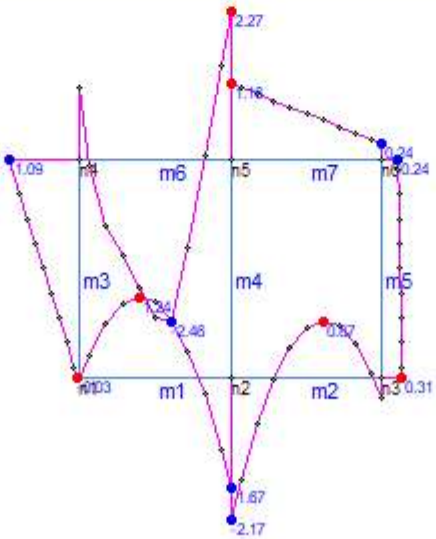
Diseño

CARGA VIVA L+ I : CAMIÓN



CARGA VIVA L + I : TÁNDEM





EFUERZOS FINALES DE MIEMBROS

CARGA MUERTA DC

Miembro	Nudo	F Axial (t)	Cortante (t)	Mom (t-m)
m1	1	0	-2.68	-0.3
	2	0	-3.95	1.75
m2	2	0	-3.95	-1.75
	3	0	-2.68	0.3
m3	1	0.64	0.08	0.3
	4	-0.64	-0.08	-0.02
m4	2	2.02	0	0
	5	-2.02	0	0
m5	3	0.64	-0.08	-0.3
	6	-0.64	0.08	0.02
m6	4	-0.08	0.64	0.02
	5	0.08	1.01	-0.45
m7	5	-0.08	1.01	0.45
	6	0.08	0.64	-0.02

EFUERZOS FINALES DE MIEMBROS

CARGA MUERTA DW

Miembro	Nudo	F Axial (t)	Cortante (t)	Mom (t-m)
m1	1	0	-0.17	-0.01
	2	0	-0.27	0.12
m2	2	0	-0.27	-0.12
	3	0	-0.17	0.01
m3	1	0.19	-0.01	0.01
	4	-0.19	0.01	-0.03
m4	2	0.51	0	0
	5	-0.51	0	0
m5	3	0.19	0.01	-0.01
	6	-0.19	-0.01	0.03
m6	4	0.01	0.19	0.03
	5	-0.01	0.26	-0.11
m7	5	0.01	0.26	0.11
	6	-0.01	0.19	-0.03

EFUERZOS FINALES DE MIEMBROS

CARGA EMPUJE DE TIERRAS EH

Miembro	Nudo	F Axial (t)	Cortante (t)	Mom (t-m)
m1	1	0	-0.98	-1.51
	2	0	0.98	-0.75
m2	2	0	0.98	0.75
	3	0	-0.98	1.51
m3	1	0.57	3.84	1.51
	4	-0.57	1.65	-0.89
m4	2	-1.13	0	0
	5	1.13	0	0
m5	3	0.57	-3.84	-1.51
	6	-0.57	-1.65	0.89
m6	4	1.65	0.57	0.89
	5	-1.65	-0.57	0.42
m7	5	1.65	-0.57	-0.42
	6	-1.65	0.57	-0.89

EFUERZOS FINALES DE MIEMBROS

PRESIÓN CARGA VERTICAL RELLENO EV

Miembro	Nudo	F Axial (t)	Cortante (t)	Mom (t-m)
m1	1	0	-0.02	0
	2	0	-0.03	0.01
m2	2	0	-0.03	-0.01
	3	0	-0.02	0
m3	1	0.02	0	0
	4	-0.02	0	0
m4	2	0.05	0	0
	5	-0.05	0	0
m5	3	0.02	0	0
	6	-0.02	0	0
m6	4	0	0.02	0
	5	0	0.02	-0.01
m7	5	0	0.02	0.01
	6	0	0.02	0

EFUERZOS FINALES DE MIEMBROS

SOBRECARGA LS

Miembro	Nudo	F Axial (t)	Cortante (t)	Mom (t-m)
m1	1	0	-0.4	-0.61
	2	0	0.4	-0.3
m2	2	0	0.4	0.3
	3	0	-0.4	0.61
m3	1	0.3	1.29	0.61
	4	-0.3	1.21	-0.47
m4	2	-0.6	0	0
	5	0.6	0	0
m5	3	0.3	-1.29	-0.61
	6	-0.3	-1.21	0.47
m6	4	1.21	0.3	0.47
	5	-1.21	-0.3	0.22
m7	5	1.21	-0.3	-0.22
	6	-1.21	0.3	-0.47

EFUERZOS FINALES DE MIEMBROS

CARGA DE AGUA WA

Miembro	Nudo	F Axial (t)	Cortante (t)	Mom (t-m)
m1	1	0	0.99	1.52
	2	0	-0.99	0.76
m2	2	0	-0.99	-0.76
	3	0	0.99	-1.52
m3	1	-0.57	-3.87	-1.52
	4	0.57	-1.65	0.89
m4	2	1.14	0	0
	5	-1.14	0	0
m5	3	-0.57	3.87	1.52
	6	0.57	1.65	-0.89
m6	4	-1.65	-0.57	-0.89
	5	1.65	0.57	-0.42
m7	5	-1.65	0.57	0.42
	6	1.65	-0.57	0.89

Momentos Interiores en cada Miembro

CARGA MUERTA DC

Miembro	Posic.(m)	M (t-m)
m1	0	-0.3
m1	0.15	0.07
m1	0.4	0.54
m1	0.65	0.83
m1	0.9	0.94
m1	1.15	0.88
m1	1.4	0.63
m1	1.65	0.2
m1	1.9	-0.41
m1	2.15	-1.19
m1	2.3	-1.75
m2	0	-1.75
m2	0.15	-1.19
m2	0.4	-0.41
m2	0.65	0.2
m2	0.9	0.63
m2	1.15	0.88
m2	1.4	0.94
m2	1.65	0.83
m2	1.9	0.54
m2	2.15	0.07
m2	2.3	-0.3
m3	0	-0.3
m3	0.175	-0.29
m3	0.55	-0.26
m3	0.925	-0.23
m3	1.3	-0.19
m3	1.675	-0.16
m3	2.05	-0.13
m3	2.425	-0.1
m3	2.8	-0.07
m3	3.325	-0.02
m3	3.325	-0.02
m4	0	0
m4	0.175	0
m4	0.55	0
m4	0.925	0
m4	1.3	0
m4	1.675	0
m4	2.05	0
m4	2.425	0
m4	2.8	0
m4	3.325	0
m4	3.325	0
m5	0	0.3

Momentos Interiores en cada Miembro

CARGA MUERTA DC

Miembro	Posic.(m)	M (t-m)
m5	0.175	0.29
m5	0.55	0.26
m5	0.925	0.23
m5	1.3	0.19
m5	1.675	0.16
m5	2.05	0.13
m5	2.425	0.1
m5	2.8	0.07
m5	3.175	0.03
m5	3.325	0.02
m6	0	0.02
m6	0.15	-0.07
m6	0.4	-0.18
m6	0.65	-0.24
m6	0.9	-0.27
m6	1.15	-0.24
m6	1.4	-0.17
m6	1.65	-0.06
m6	1.9	0.1
m6	2.15	0.3
m6	2.3	0.45
m7	0	0.45
m7	0.15	0.3
m7	0.4	0.1
m7	0.65	-0.06
m7	0.9	-0.17
m7	1.15	-0.24
m7	1.4	-0.27
m7	1.65	-0.24
m7	1.9	-0.18
m7	2.15	-0.07
m7	2.3	0.02

Momentos Interiores en cada Miembro

CARGA MUERTA DW

Miembro	Posic.(m)	M (t-m)
m1	0	-0.01
m1	0.15	0.01
m1	0.4	0.04
m1	0.65	0.06
m1	0.9	0.07
m1	1.15	0.06
m1	1.4	0.04
m1	1.65	0.01
m1	1.9	-0.03
m1	2.15	-0.08
m1	2.3	-0.12
m2	0	-0.12
m2	0.15	-0.08
m2	0.4	-0.03
m2	0.65	0.01
m2	0.9	0.04
m2	1.15	0.06
m2	1.4	0.07
m2	1.65	0.06
m2	1.9	0.04
m2	2.15	0.01
m2	2.3	-0.01
m3	0	-0.01
m3	0.175	-0.01
m3	0.55	-0.01
m3	0.925	-0.02
m3	1.3	-0.02
m3	1.675	-0.02
m3	2.05	-0.02
m3	2.425	-0.02
m3	2.8	-0.03
m3	3.325	-0.03
m3	3.325	-0.03
m4	0	0
m4	0.175	0
m4	0.55	0
m4	0.925	0
m4	1.3	0
m4	1.675	0
m4	2.05	0
m4	2.425	0
m4	2.8	0
m4	3.325	0
m4	3.325	0
m5	0	0.01

Momentos Interiores en cada Miembro

CARGA MUERTA DW

Miembro	Posic.(m)	M (t-m)
m5	0.175	0.01
m5	0.55	0.01
m5	0.925	0.02
m5	1.3	0.02
m5	1.675	0.02
m5	2.05	0.02
m5	2.425	0.02
m5	2.8	0.03
m5	3.175	0.03
m5	3.325	0.03
m6	0	0.03
m6	0.15	0
m6	0.4	-0.03
m6	0.65	-0.05
m6	0.9	-0.06
m6	1.15	-0.06
m6	1.4	-0.04
m6	1.65	-0.02
m6	1.9	0.02
m6	2.15	0.07
m6	2.3	0.11
m7	0	0.11
m7	0.15	0.07
m7	0.4	0.02
m7	0.65	-0.02
m7	0.9	-0.04
m7	1.15	-0.06
m7	1.4	-0.06
m7	1.65	-0.05
m7	1.9	-0.03
m7	2.15	0
m7	2.3	0.03

Momentos Interiores en cada Miembro

CARGA EMPUJE DE TIERRAS EH

Miembro	Posic.(m)	M (t-m)
m1	0	-1.51
m1	0.15	-1.36
m1	0.4	-1.11
m1	0.65	-0.87
m1	0.9	-0.62
m1	1.15	-0.38
m1	1.4	-0.13
m1	1.65	0.11
m1	1.9	0.36
m1	2.15	0.61
m1	2.3	0.75
m2	0	0.75
m2	0.15	0.61
m2	0.4	0.36
m2	0.65	0.11
m2	0.9	-0.13
m2	1.15	-0.38
m2	1.4	-0.62
m2	1.65	-0.87
m2	1.9	-1.11
m2	2.15	-1.36
m2	2.3	-1.51
m3	0	-1.51
m3	0.175	-0.88
m3	0.55	0.14
m3	0.925	0.77
m3	1.3	1.07
m3	1.675	1.08
m3	2.05	0.87
m3	2.425	0.47
m3	2.8	-0.05
m3	3.325	-0.89
m3	3.325	-0.89
m4	0	0
m4	0.175	0
m4	0.55	0
m4	0.925	0
m4	1.3	0
m4	1.675	0
m4	2.05	0
m4	2.425	0
m4	2.8	0
m4	3.325	0
m4	3.325	0
m5	0	1.51

Momentos Interiores en cada Miembro

CARGA EMPUJE DE TIERRAS EH

Miembro	Posic.(m)	M (t-m)
m5	0.175	0.88
m5	0.55	-0.14
m5	0.925	-0.77
m5	1.3	-1.07
m5	1.675	-1.08
m5	2.05	-0.87
m5	2.425	-0.47
m5	2.8	0.05
m5	3.175	0.64
m5	3.325	0.89
m6	0	0.89
m6	0.15	0.8
m6	0.4	0.66
m6	0.65	0.52
m6	0.9	0.38
m6	1.15	0.23
m6	1.4	0.09
m6	1.65	-0.05
m6	1.9	-0.19
m6	2.15	-0.33
m6	2.3	-0.42
m7	0	-0.42
m7	0.15	-0.33
m7	0.4	-0.19
m7	0.65	-0.05
m7	0.9	0.09
m7	1.15	0.23
m7	1.4	0.38
m7	1.65	0.52
m7	1.9	0.66
m7	2.15	0.8
m7	2.3	0.89

Momentos Interiores en cada Miembro

PRESIÓN CARGA VERTICAL RELLENO EV

Miembro	Posic.(m)	M (t-m)
m1	0	0
m1	0.15	0
m1	0.4	0
m1	0.65	0.01
m1	0.9	0.01
m1	1.15	0.01
m1	1.4	0
m1	1.65	0
m1	1.9	0
m1	2.15	-0.01
m1	2.3	-0.01
m2	0	-0.01
m2	0.15	-0.01
m2	0.4	0
m2	0.65	0
m2	0.9	0
m2	1.15	0.01
m2	1.4	0.01
m2	1.65	0.01
m2	1.9	0
m2	2.15	0
m2	2.3	0
m3	0	0
m3	0.175	0
m3	0.55	0
m3	0.925	0
m3	1.3	0
m3	1.675	0
m3	2.05	0
m3	2.425	0
m3	2.8	0
m3	3.325	0
m3	3.325	0
m4	0	0
m4	0.175	0
m4	0.55	0
m4	0.925	0
m4	1.3	0
m4	1.675	0
m4	2.05	0
m4	2.425	0
m4	2.8	0
m4	3.325	0
m4	3.325	0
m5	0	0

Momentos Interiores en cada Miembro

PRESIÓN CARGA VERTICAL RELLENO EV

Miembro	Posic.(m)	M (t-m)
m5	0.175	0
m5	0.55	0
m5	0.925	0
m5	1.3	0
m5	1.675	0
m5	2.05	0
m5	2.425	0
m5	2.8	0
m5	3.175	0
m5	3.325	0
m6	0	0
m6	0.15	0
m6	0.4	0
m6	0.65	0
m6	0.9	-0.01
m6	1.15	-0.01
m6	1.4	0
m6	1.65	0
m6	1.9	0
m6	2.15	0.01
m6	2.3	0.01
m7	0	0.01
m7	0.15	0.01
m7	0.4	0
m7	0.65	0
m7	0.9	0
m7	1.15	-0.01
m7	1.4	-0.01
m7	1.65	0
m7	1.9	0
m7	2.15	0
m7	2.3	0

Momentos Interiores en cada Miembro

SOBRECARGA LS

Miembro	Posic.(m)	M (t-m)
m1	0	-0.61
m1	0.15	-0.55
m1	0.4	-0.45
m1	0.65	-0.35
m1	0.9	-0.25
m1	1.15	-0.15
m1	1.4	-0.05
m1	1.65	0.05
m1	1.9	0.15
m1	2.15	0.25
m1	2.3	0.3
m2	0	0.3
m2	0.15	0.25
m2	0.4	0.15
m2	0.65	0.05
m2	0.9	-0.05
m2	1.15	-0.15
m2	1.4	-0.25
m2	1.65	-0.35
m2	1.9	-0.45
m2	2.15	-0.55
m2	2.3	-0.61
m3	0	-0.61
m3	0.175	-0.4
m3	0.55	-0.01
m3	0.925	0.26
m3	1.3	0.43
m3	1.675	0.5
m3	2.05	0.46
m3	2.425	0.31
m3	2.8	0.06
m3	3.325	-0.47
m3	3.325	-0.47
m4	0	0
m4	0.175	0
m4	0.55	0
m4	0.925	0
m4	1.3	0
m4	1.675	0
m4	2.05	0
m4	2.425	0
m4	2.8	0
m4	3.325	0
m4	3.325	0
m5	0	0.61

Momentos Interiores en cada Miembro

SOBRECARGA LS

Miembro	Posic.(m)	M (t-m)
m5	0.175	0.4
m5	0.55	0.01
m5	0.925	-0.26
m5	1.3	-0.43
m5	1.675	-0.5
m5	2.05	-0.46
m5	2.425	-0.31
m5	2.8	-0.06
m5	3.175	0.3
m5	3.325	0.47
m6	0	0.47
m6	0.15	0.43
m6	0.4	0.35
m6	0.65	0.27
m6	0.9	0.2
m6	1.15	0.12
m6	1.4	0.05
m6	1.65	-0.03
m6	1.9	-0.1
m6	2.15	-0.18
m6	2.3	-0.22
m7	0	-0.22
m7	0.15	-0.18
m7	0.4	-0.1
m7	0.65	-0.03
m7	0.9	0.05
m7	1.15	0.12
m7	1.4	0.2
m7	1.65	0.27
m7	1.9	0.35
m7	2.15	0.43
m7	2.3	0.47

Momentos Interiores en cada Miembro

CARGA DE AGUA WA

Miembro	Posic.(m)	M (t-m)
m1	0	1.52
m1	0.15	1.37
m1	0.4	1.12
m1	0.65	0.87
m1	0.9	0.63
m1	1.15	0.38
m1	1.4	0.13
m1	1.65	-0.12
m1	1.9	-0.36
m1	2.15	-0.61
m1	2.3	-0.76
m2	0	-0.76
m2	0.15	-0.61
m2	0.4	-0.36
m2	0.65	-0.12
m2	0.9	0.13
m2	1.15	0.38
m2	1.4	0.63
m2	1.65	0.87
m2	1.9	1.12
m2	2.15	1.37
m2	2.3	1.52
m3	0	1.52
m3	0.175	0.89
m3	0.55	-0.14
m3	0.925	-0.78
m3	1.3	-1.07
m3	1.675	-1.09
m3	2.05	-0.87
m3	2.425	-0.48
m3	2.8	0.05
m3	3.325	0.89
m3	3.325	0.89
m4	0	0
m4	0.175	0
m4	0.55	0
m4	0.925	0
m4	1.3	0
m4	1.675	0
m4	2.05	0
m4	2.425	0
m4	2.8	0
m4	3.325	0
m4	3.325	0
m5	0	-1.52

Momentos Interiores en cada Miembro

CARGA DE AGUA WA

Miembro	Posic.(m)	M (t-m)
m5	0.175	-0.89
m5	0.55	0.14
m5	0.925	0.78
m5	1.3	1.07
m5	1.675	1.09
m5	2.05	0.87
m5	2.425	0.48
m5	2.8	-0.05
m5	3.175	-0.64
m5	3.325	-0.89
m6	0	-0.89
m6	0.15	-0.81
m6	0.4	-0.66
m6	0.65	-0.52
m6	0.9	-0.38
m6	1.15	-0.23
m6	1.4	-0.09
m6	1.65	0.05
m6	1.9	0.19
m6	2.15	0.34
m6	2.3	0.42
m7	0	0.42
m7	0.15	0.34
m7	0.4	0.19
m7	0.65	0.05
m7	0.9	-0.09
m7	1.15	-0.23
m7	1.4	-0.38
m7	1.65	-0.52
m7	1.9	-0.66
m7	2.15	-0.81
m7	2.3	-0.89

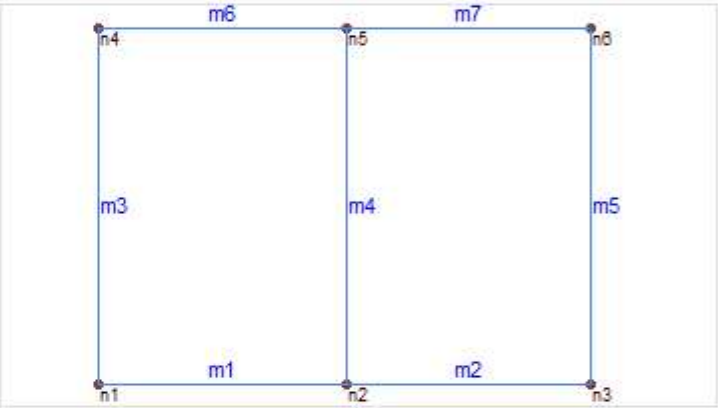
Momentos Interiores en cada Miembro

ESTADO LÍMITE DE RESISTENCIA Ia

Máx Carga Vertical y Máx Carga Horizontal

1.25(DC)+1.50(DW)+1.35(EV)+1.75(L+I)+1.5(EH)+1.75(LS)

Miembro	Posic.(m)	Mom Mu(t-m)
m1	0	-3.92
m1	0.15	-2.29
m1	0.4	-0.27
m1	0.65	1.18
m1	0.9	2.05
m1	1.15	2.34
m1	1.4	2.06
m1	1.65	1.2
m1	1.9	-0.3
m1	2.15	-2.25
m1	2.3	-3.74
m2	0	-4.64
m2	0.15	-3.12
m2	0.4	-1.06
m2	0.65	0.35
m2	0.9	1.34
m2	1.15	1.67
m2	1.4	1.42
m2	1.65	0.6
m2	1.9	-0.79
m2	2.15	-2.77
m2	2.3	-4.23
m3	0	-3.92
m3	0.332	-2.69
m3	0.665	-0.67
m3	0.997	0.59
m3	1.33	1.15
m3	1.662	1.07
m3	1.995	0.46
m3	2.327	-0.6
m3	2.66	-2.04
m3	2.992	-4.53
m3	3.325	-4.53
m4	0	1.02
m4	0.332	1.09
m4	0.665	1.23
m4	0.997	1.37
m4	1.33	1.51
m4	1.662	1.65
m4	1.995	1.79
m4	2.327	1.93
m4	2.66	2.08
m4	2.992	2.27
m4	3.325	2.27



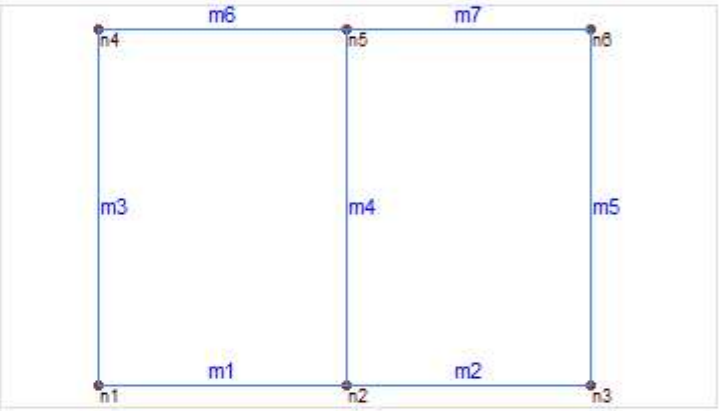
Momentos Interiores en cada Miembro

ESTADO LÍMITE DE RESISTENCIA Ia

Máx Carga Vertical y Máx Carga Horizontal

1.25(DC)+1.50(DW)+1.35(EV)+1.75(L+I)+1.5(EH)+1.75(LS)

Miembro	Posic.(m)	Mom Mu(t-m)
m5	0	4.23
m5	0.332	2.9
m5	0.665	0.65
m5	0.997	-0.82
m5	1.33	-1.62
m5	1.662	-1.8
m5	1.995	-1.45
m5	2.327	-0.65
m5	2.66	0.53
m5	2.992	2
m5	3.325	2.65
m6	0	4.53
m6	0.15	2.82
m6	0.4	-1.16
m6	0.65	-3.23
m6	0.9	-4.18
m6	1.15	-5.61
m6	1.4	-4.3
m6	1.65	-3.34
m6	1.9	-1.32
m6	2.15	2.34
m6	2.3	4.28
m7	0	2.01
m7	0.15	1.86
m7	0.4	1.66
m7	0.65	1.54
m7	0.9	1.5
m7	1.15	1.53
m7	1.4	1.64
m7	1.65	1.82
m7	1.9	2.08
m7	2.15	2.41
m7	2.3	2.65



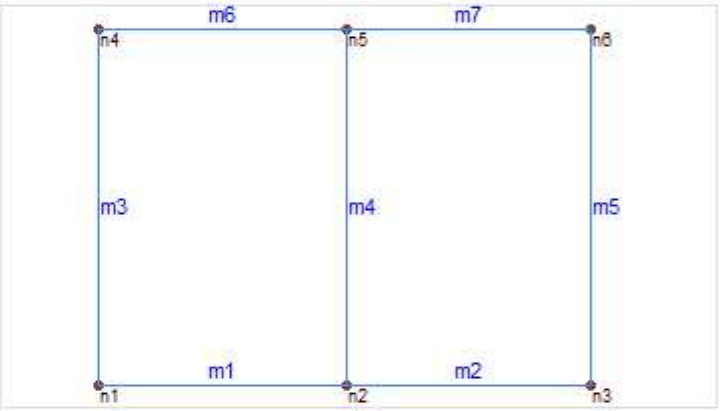
Momentos Interiores en cada Miembro

ESTADO LÍMITE DE RESISTENCIA Ib

Máxima Carga Vertical y Mínima Carga Horizontal

1.25(DC)+1.5(DW)+1.35(EV)+1.75(L+I)+1.0(WA)+0.9(EH)+1.75(LS)

Miembro	Posic.(m)	Mom Mu(t-m)
m1	0	-1.5
m1	0.15	-0.11
m1	0.4	1.52
m1	0.65	2.57
m1	0.9	3.05
m1	1.15	2.95
m1	1.4	2.27
m1	1.65	1.02
m1	1.9	-0.88
m1	2.15	-3.22
m1	2.3	-4.95
m2	0	-5.85
m2	0.15	-4.1
m2	0.4	-1.64
m2	0.65	0.16
m2	0.9	1.55
m2	1.15	2.27
m2	1.4	2.42
m2	1.65	2
m2	1.9	1
m2	2.15	-0.58
m2	2.3	-1.81
m3	0	-1.5
m3	0.332	-1.28
m3	0.665	-0.89
m3	0.997	-0.65
m3	1.33	-0.56
m3	1.662	-0.67
m3	1.995	-0.93
m3	2.327	-1.36
m3	2.66	-1.96
m3	2.992	-3.11
m3	3.325	-3.11
m4	0	1.02
m4	0.332	1.09
m4	0.665	1.23
m4	0.997	1.37
m4	1.33	1.51
m4	1.662	1.65
m4	1.995	1.79
m4	2.327	1.93
m4	2.66	2.08
m4	2.992	2.27
m4	3.325	2.27



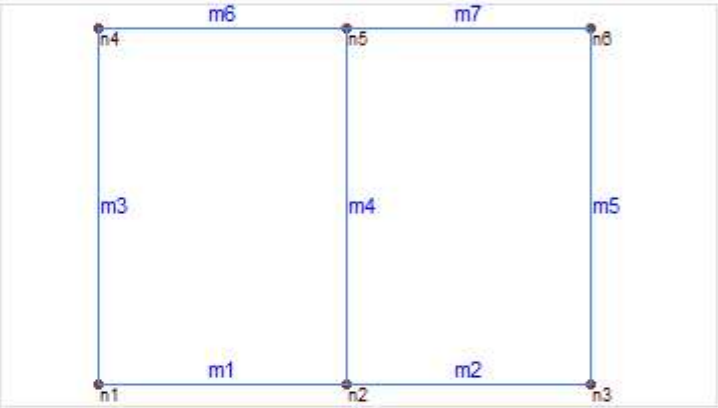
Momentos Interiores en cada Miembro

ESTADO LÍMITE DE RESISTENCIA Ib

Máxima Carga Vertical y Mínima Carga Horizontal

1.25(DC)+1.5(DW)+1.35(EV)+1.75(L+I)+1.0(WA)+0.9(EH)+1.75(LS)

Miembro	Posic.(m)	Mom Mu(t-m)
m5	0	1.81
m5	0.332	1.48
m5	0.665	0.87
m5	0.997	0.41
m5	1.33	0.1
m5	1.662	-0.06
m5	1.995	-0.06
m5	2.327	0.11
m5	2.66	0.45
m5	2.992	0.97
m5	3.325	1.23
m6	0	3.11
m6	0.15	1.53
m6	0.4	-2.22
m6	0.65	-4.06
m6	0.9	-4.78
m6	1.15	-5.99
m6	1.4	-4.44
m6	1.65	-3.26
m6	1.9	-1.02
m6	2.15	2.87
m6	2.3	4.96
m7	0	2.68
m7	0.15	2.39
m7	0.4	1.97
m7	0.65	1.62
m7	0.9	1.35
m7	1.15	1.15
m7	1.4	1.03
m7	1.65	0.99
m7	1.9	1.02
m7	2.15	1.13
m7	2.3	1.23



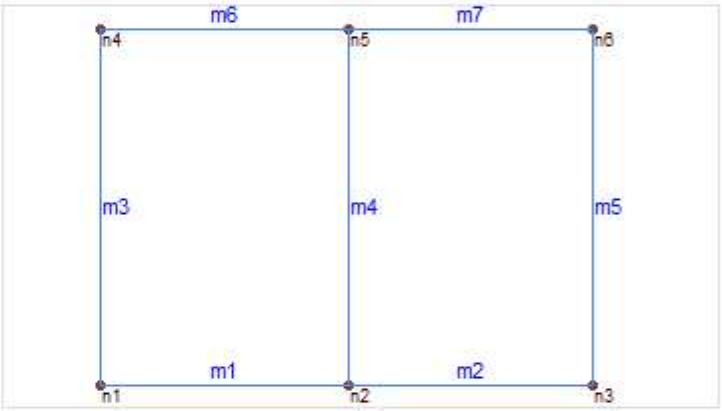
Momentos Interiores en cada Miembro

ESTADO LÍMITE DE RESISTENCIA Ic

Mín. Carga Vertical y Máx. Carga Horizontal

0.9(DC)+0.65(DW)+1.0(EV)+0.9(EH)+1.75(LS)

Miembro	Posic.(m)	Mom Mu(t-m)
m1	0	-4.09
m1	0.15	-2.44
m1	0.4	-0.39
m1	0.65	1.09
m1	0.9	1.98
m1	1.15	2.3
m1	1.4	2.05
m1	1.65	1.21
m1	1.9	-0.26
m1	2.15	-2.19
m1	2.3	-3.65
m2	0	-4.56
m2	0.15	-3.06
m2	0.4	-1.02
m2	0.65	0.36
m2	0.9	1.32
m2	1.15	1.63
m2	1.4	1.36
m2	1.65	0.51
m2	1.9	-0.91
m2	2.15	-2.91
m2	2.3	-4.39
m3	0	-4.09
m3	0.332	-2.86
m3	0.665	-0.78
m3	0.997	0.59
m3	1.33	1.27
m3	1.662	1.3
m3	1.995	0.74
m3	2.327	-0.34
m3	2.66	-1.91
m3	2.992	-4.82
m3	3.325	-4.82
m4	0	1.02
m4	0.332	1.09
m4	0.665	1.23
m4	0.997	1.37
m4	1.33	1.51
m4	1.662	1.65
m4	1.995	1.79
m4	2.327	1.93
m4	2.66	2.08
m4	2.992	2.27
m4	3.325	2.27

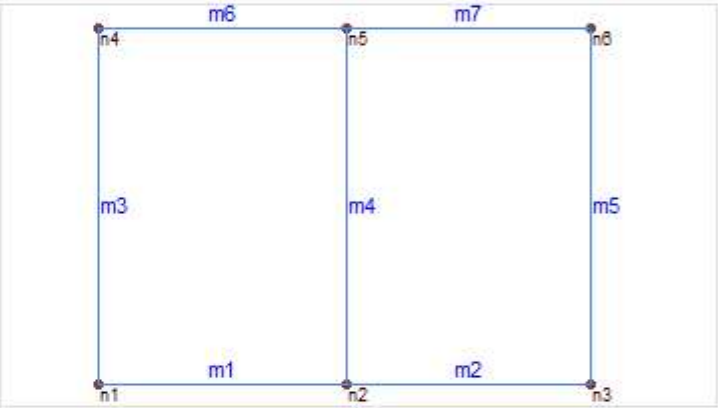


Momentos Interiores en cada Miembro

ESTADO LÍMITE DE RESISTENCIA Ic — **Mín. Carga Vertical y Máx. Carga Horizontal**

0.9(DC)+0.65(DW)+1.0(EV)+0.9(EH)+1.75(LS)

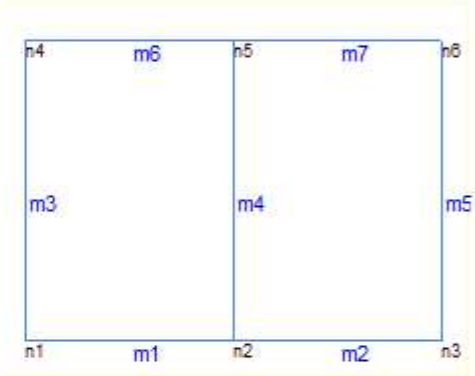
Miembro	Posic.(m)	Mom Mu(t-m)
m5	0	4.39
m5	0.332	3.06
m5	0.665	0.76
m5	0.997	-0.82
m5	1.33	-1.73
m5	1.662	-2.02
m5	1.995	-1.73
m5	2.327	-0.91
m5	2.66	0.39
m5	2.992	2.14
m5	3.325	2.94
m6	0	4.82
m6	0.15	3.08
m6	0.4	-0.95
m6	0.65	-3.06
m6	0.9	-4.05
m6	1.15	-5.54
m6	1.4	-4.27
m6	1.65	-3.36
m6	1.9	-1.39
m6	2.15	2.23
m6	2.3	4.15
m7	0	1.87
m7	0.15	1.75
m7	0.4	1.6
m7	0.65	1.52
m7	0.9	1.53
m7	1.15	1.61
m7	1.4	1.76
m7	1.65	1.99
m7	1.9	2.3
m7	2.15	2.68
m7	2.3	2.94



ENVOLVENTE MÁXIMA DE DISEÑO

Diseño a Flexión y Cortante de todas las secciones del Box Culvert

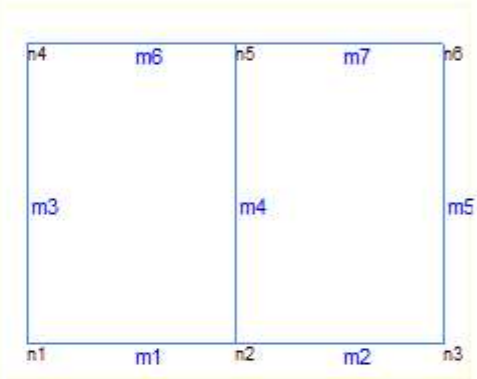
Mi.	Posic(m)	Mu(t-m)	As(cm2)	Arm.Sug	Vu(t)	Vu/Vr (Cheq)
m1	0	-4.09	5.3	1 # 4 @ 0.2	10.77	0.52 Ok
m1	0.15	-2.44	3.14	1 # 4 @ 0.2	9.39	0.45 Ok
m1	0.4	1.52	1.96	1 # 4 @ 0.2	7.08	0.34 Ok
m1	0.65	2.57	3.32	1 # 4 @ 0.2	4.77	0.23 Ok
m1	0.9	3.05	3.94	1 # 4 @ 0.2	2.47	0.12 Ok
m1	1.15	2.95	3.81	1 # 4 @ 0.2	-1.53	0.07 Ok
m1	1.4	2.27	2.92	1 # 4 @ 0.2	-3.83	0.18 Ok
m1	1.65	1.21	1.56	1 # 4 @ 0.2	-6.14	0.29 Ok
m1	1.9	-0.88	1.13	1 # 4 @ 0.2	-8.45	0.41 Ok
m1	2.15	-3.22	4.17	1 # 4 @ 0.2	-10.75	0.52 Ok
m1	2.3	-4.95	6.43	1 # 4 @ 0.19	-12.14	0.58 Ok
m2	0	-5.85	6.65	1 # 4 @ 0.19	12.3	0.59 Ok
m2	0.15	-4.1	5.31	1 # 4 @ 0.2	10.92	0.52 Ok
m2	0.4	-1.64	2.11	1 # 4 @ 0.2	8.61	0.41 Ok
m2	0.65	0.36	0.46	1 # 4 @ 0.2	6.31	0.3 Ok
m2	0.9	1.55	1.99	1 # 4 @ 0.2	4	0.19 Ok
m2	1.15	2.27	2.93	1 # 4 @ 0.2	1.69	0.08 Ok
m2	1.4	2.42	3.13	1 # 4 @ 0.2	-2.3	0.11 Ok
m2	1.65	2	2.57	1 # 4 @ 0.2	-4.61	0.22 Ok
m2	1.9	1	1.28	1 # 4 @ 0.2	-6.91	0.33 Ok
m2	2.15	-2.91	3.76	1 # 4 @ 0.2	-9.22	0.44 Ok
m2	2.3	-4.39	5.7	1 # 4 @ 0.2	-10.6	0.51 Ok
m3	0	-4.09	5.98	1 # 4 @ 0.2	-8.7	0.5 Ok
m3	0.175	-2.86	4.53	1 # 4 @ 0.2	-7.62	0.44 Ok
m3	0.55	-0.89	1.4	1 # 4 @ 0.2	-5.66	0.32 Ok
m3	0.925	-0.65	1.02	1 # 4 @ 0.2	-4.02	0.23 Ok
m3	1.3	1.27	2	1 # 4 @ 0.2	-2.51	0.14 Ok
m3	1.675	1.3	2.04	1 # 4 @ 0.2	-1.16	0.07 Ok
m3	2.05	-0.93	1.46	1 # 4 @ 0.2	1.02	0.06 Ok
m3	2.425	-1.36	2.14	1 # 4 @ 0.2	2.12	0.12 Ok
m3	2.8	-2.04	3.22	1 # 4 @ 0.2	3.01	0.17 Ok
m3	3.325	-4.82	5.98	1 # 4 @ 0.2	3.91	0.22 Ok
m3	3.325	-4.82	5.98	1 # 4 @ 0.2	3.91	0.22 Ok
m4	0	1.02	1.6	1 # 4 @ 0.2	1.02	0.06 Ok
m4	0.175	1.09	1.71	1 # 4 @ 0.2	1.09	0.06 Ok
m4	0.55	1.23	1.93	1 # 4 @ 0.2	1.23	0.07 Ok
m4	0.925	1.37	2.15	1 # 4 @ 0.2	1.37	0.08 Ok
m4	1.3	1.51	2.38	1 # 4 @ 0.2	1.51	0.09 Ok
m4	1.675	1.65	2.6	1 # 4 @ 0.2	1.65	0.09 Ok
m4	2.05	1.79	2.83	1 # 4 @ 0.2	1.79	0.1 Ok
m4	2.425	1.93	3.05	1 # 4 @ 0.2	1.93	0.11 Ok
m4	2.8	2.08	3.28	1 # 4 @ 0.2	2.08	0.12 Ok
m4	3.325	2.27	3.59	1 # 4 @ 0.2	2.27	0.13 Ok
m4	3.325	2.27	3.59	1 # 4 @ 0.2	2.27	0.13 Ok



ENVOLVENTE MÁXIMA DE DISEÑO

Diseño a Flexión y Cortante de todas las secciones del Box Culvert

Mi.	Posic(m)	Mu(t-m)	As(cm2)	Arm.Sug	Vu(t)	Vu/Vr (Cheq)
m5	0	4.39	5.98	1 # 4 @ 0.2	8.6	0.49 Ok
m5	0.175	3.06	4.85	1 # 4 @ 0.2	7.63	0.44 Ok
m5	0.55	0.87	1.37	1 # 4 @ 0.2	5.64	0.32 Ok
m5	0.925	-0.82	1.29	1 # 4 @ 0.2	3.78	0.22 Ok
m5	1.3	-1.73	2.73	1 # 4 @ 0.2	2.04	0.12 Ok
m5	1.675	-2.02	3.19	1 # 4 @ 0.2	0.5	0.03 Ok
m5	2.05	-1.73	2.73	1 # 4 @ 0.2	-1.28	0.07 Ok
m5	2.425	-0.91	1.43	1 # 4 @ 0.2	-2.41	0.14 Ok
m5	2.8	0.53	0.82	1 # 4 @ 0.2	-3.65	0.21 Ok
m5	3.175	2.14	3.37	1 # 4 @ 0.2	-5.17	0.3 Ok
m5	3.325	2.94	4.67	1 # 4 @ 0.2	-5.17	0.3 Ok
m6	0	4.82	5.98	1 # 4 @ 0.2	-16.95	0.97 Ok
m6	0.15	3.08	4.89	1 # 4 @ 0.2	-16.77	0.96 Ok
m6	0.4	-2.22	3.51	1 # 4 @ 0.2	-15.42	0.88 Ok
m6	0.65	-4.06	5.98	1 # 4 @ 0.2	-6.02	0.34 Ok
m6	0.9	-4.78	5.98	1 # 4 @ 0.2	-2.85	0.16 Ok
m6	1.15	-5.99	7.25	1 # 4 @ 0.17	-2.55	0.15 Ok
m6	1.4	-4.44	5.98	1 # 4 @ 0.2	-2.24	0.13 Ok
m6	1.65	-3.36	5.33	1 # 4 @ 0.2	2.02	0.12 Ok
m6	1.9	-1.39	2.18	1 # 4 @ 0.2	11.43	0.65 Ok
m6	2.15	2.87	4.56	1 # 4 @ 0.2	12.78	0.73 Ok
m6	2.3	4.96	5.98	1 # 4 @ 0.2	12.96	0.74 Ok
m7	0	2.68	4.25	1 # 4 @ 0.2	-4.31	0.25 Ok
m7	0.15	2.39	3.78	1 # 4 @ 0.2	-3.99	0.23 Ok
m7	0.4	1.97	3.11	1 # 4 @ 0.2	-3.46	0.2 Ok
m7	0.65	1.62	2.55	1 # 4 @ 0.2	-2.92	0.17 Ok
m7	0.9	1.53	2.4	1 # 4 @ 0.2	-2.39	0.14 Ok
m7	1.15	1.61	2.53	1 # 4 @ 0.2	-1.85	0.11 Ok
m7	1.4	1.76	2.78	1 # 4 @ 0.2	-1.32	0.08 Ok
m7	1.65	1.99	3.14	1 # 4 @ 0.2	-0.78	0.04 Ok
m7	1.9	2.3	3.63	1 # 4 @ 0.2	0.85	0.05 Ok
m7	2.15	2.68	4.24	1 # 4 @ 0.2	1.39	0.08 Ok
m7	2.3	2.94	4.67	1 # 4 @ 0.2	1.71	0.1 Ok

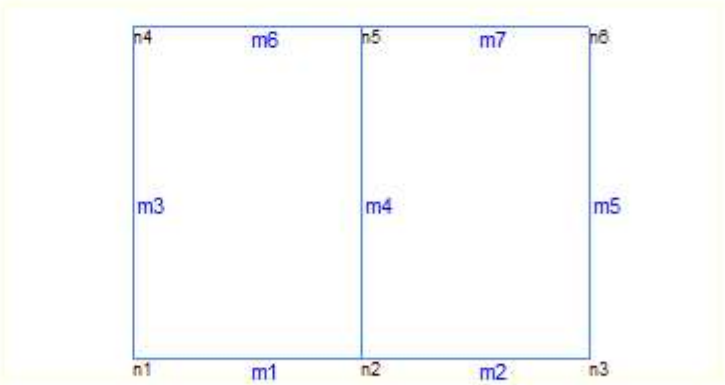


ENVOLVENTE MÁXIMA DE DISEÑO

Mi.	Posic(m)	Mu(t-m)	As(cm2)	Arm.Sug	Vu(t)	Vu/Vr	(Cheq)
m1	0	-4.09	5.3	1 # 4 @ 0.2	10.77	0.52	Ok

Diseño Detallado a Flexión para la sección en estudio

	Valor	Simbología
Mu	4.09 t-m	Momento mayorado en la secc
K	54.032 t/m2	Mu/bd^2
m	17.647	fy/0.85f'c
Ro Calc	0.0014	Cuantía Acero de Diseño
As calc	3.982 cm2	Area Refuerzo Calculado Total
Ic	0.004 m4	Mom de Inercia de Sección Bruta
fr	33.132 kg/cm2	Módulo de Ruptura : 1.98(f'c)^1/2
Mcr	6.764 t-m	Mom Agrietamiento
Asmin(Mcr)	6.649 cm2	Acero para Mom_Agrietam.
1.33Ascal	5.296 cm2	Acero Calculado x 1.33
Acero Domina	5.296 cm2	Acero a Flexión Definitivo
Arm Ppal Sug.	1 # 4 @ 0.2	Armad Ppal Real Propuesta
As real Coloc	6.334 cm2	Area de Acero Real Colocado
c	1.31 cm	Alt blq compr: AsFy/.85f'cBetab
et	0.054	0.003(dt-c)/c
Chequeo	et > 0.005	Phi OK
As RetracTemp	18.64 cm2/cara	2.33<=0.75bh /(2(b+h)Fy)<=12.7
Arm Retr Sug.	1 # 3 @ 0.25	Armad Retracc Propuesta



*

Esfuerzos en el Suelo

ÍTEM	ESFZO MÁX SUELO
Carga Muerta DC	2.88 t/m2
Carga Muerta DW	0.19 t/m2
Empuje Tierras EH	0 t/m2
PrVert Relleno WV	0.02 t/m2
Sobrecarga LS	0 t/m2
Carga de Agua WA	0 t/m2
Carga Viva L+I (Vmáx)	9.65 t/m2
Est,Lím Res. Comb_Dom	21.04 t/m2
Res.Suelo E.Lím Resis	25.9 t/m2
Chequeo	SUELO OK

*

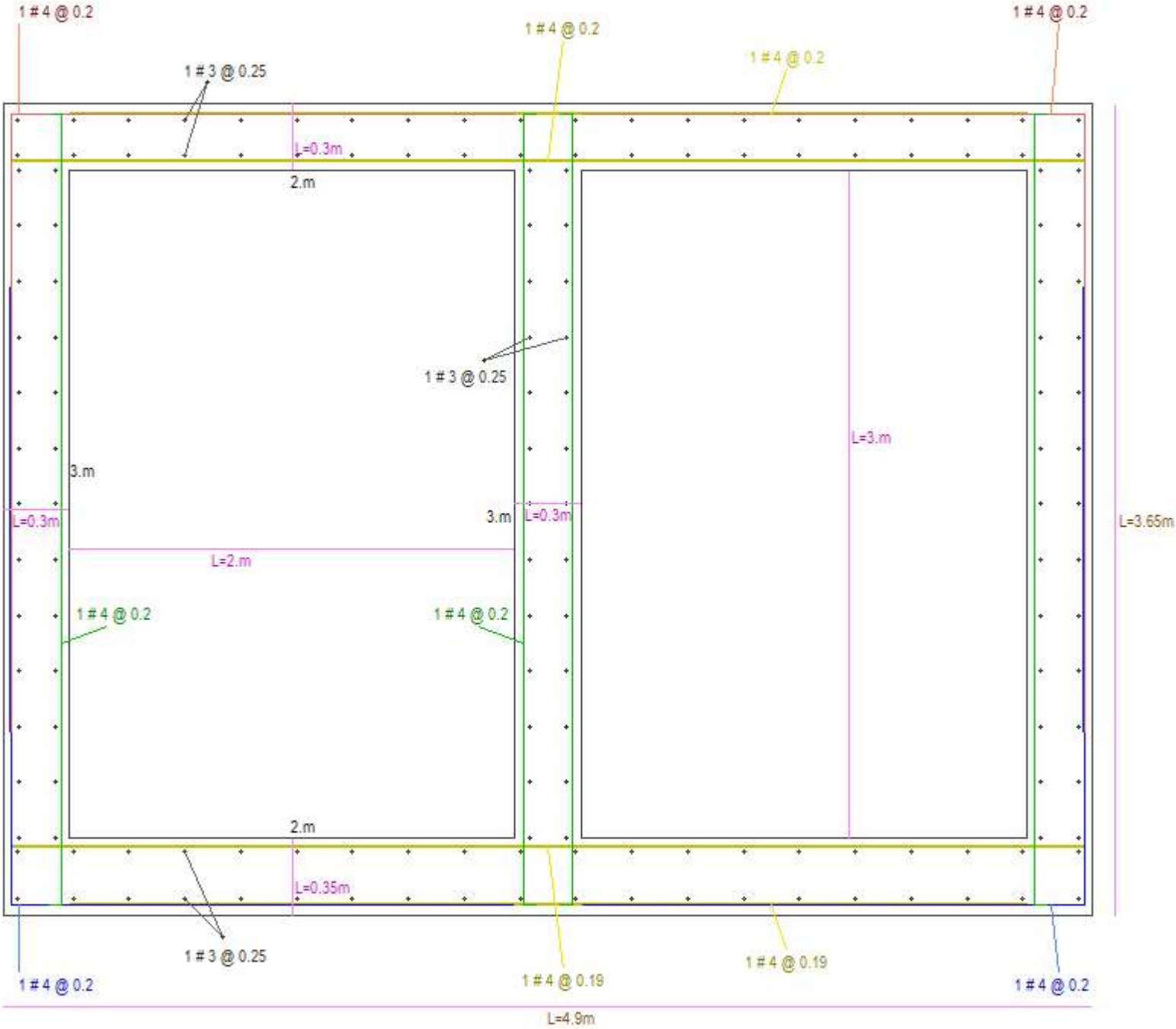
Diseño Detallado a Corte para la sección en estudio

	Valor	Simbología
dv1 0.9de	0.279 m	Profund efec de Cortante (a) Art 5.8.2.9
dv2 0.72h	0.252 m	Profund efec de Cortante (b) Art 5.8.2.9
dv dom	0.279 m	Prof efec de Cortante dominante
Phi	0.85	Fact de Res a Cort Art 5.5.4.2
Beta	2	Fact.Cap Concr Agr Diag Tracc y Cort
Vc	24.51 t	Vc=0.083Betaf'c^(1/2)bvdv Art 5.8.3.3-3
Vs	0	Vs =0 No Flejes
Vn	24.51 t	Vn = Vc Art 5.8.3.3-1
Vr	20.83 t	Vr = phi x Vn
Vu	10.77 t	Cortante Ult de Diseño
Chequeo	0.52 Ok	

ARMADURA BOX CULVERT

Armor
Report: 1

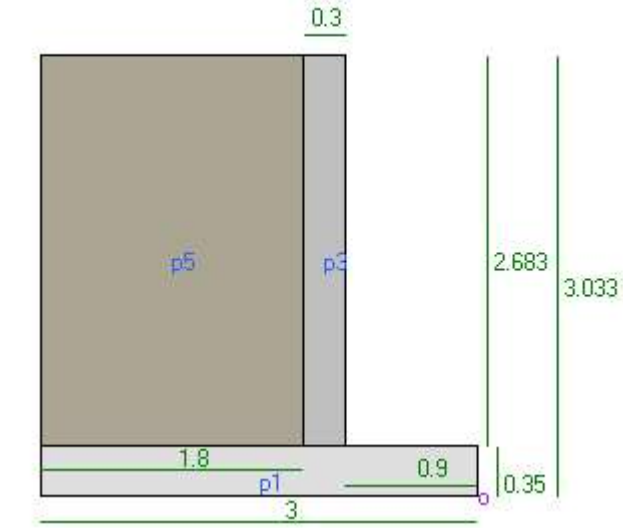
Armadura Sugerida



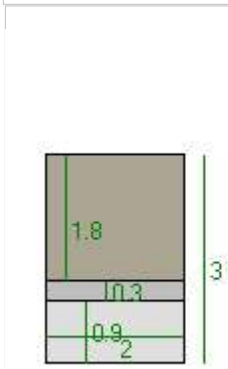
Diseño de la Aleta Superficial del Box

Muro: Rep. 4

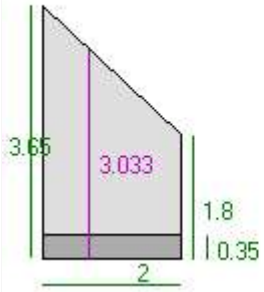
VISTA TRANSVERSAL - Corte en LTM/3 = 3.033m



VISTA EN PLANTA



VISTA LONGITD.FRONTAL - Pto de Calculo en : LTM/3 = 3.033m



Diseño de la Aleta Superficial del Box

Muro: Rep. 6

Cargas y Momentos

Cargas y Momentos DC por el Muro Total

Polig	Peso(t)	Brazo y(m)	Mom Mo (t-m)
p1	5.04	1.5	7.56
p2	0	0	0
p3	3.864	1.05	4.057
p4	0	0	0
Σ	8.904		11.617

	Valor	Simbología
P DC	8.904	Carga por P.P. Muro (t)
yDC	1.305	Ubicación PDC resp a o (m)
eDC	0.195	Excentricidad de PDC (m)
M DC	1.739	Mom por PDC a ycg zap(t-m)
M DCo	11.617	Mom por PDC resp a o (t-m)

Cargas y Momentos EV por el Relleno

Polig	Peso(t)	Brazo y(m)	Mom Mo (t-m)
p5	17.388	2.1	36.515
p6	0	0	0
Σ	17.388		36.515

	Valor	Simbología
P EV	17.388	Carga por Peso Relleno (t)
yEV	2.1	Ubicación PEV resp a o (m)
eEV	-0.6	Excentricidad de PEV (m)
M EV	-10.433	Mom por PEV a ycg zap(t-m)
M EVo	36.515	Mom por PEV resp a o (t-m)

Empuje de Tierras

PRESIÓN DE TIERRAS (AASHTO 2014 y CCP14 Art. 3.11.5.3)

$$k_a = sin^2(\theta + \emptyset'_f)/(\Gamma(sin^2\theta sin(\theta - \delta))$$

$$\Gamma = \{1 + \sqrt{\sin(\emptyset'_f + \delta)\sin(\emptyset'_f - \beta)/[\sin(\theta - \delta)\sin(\theta + \beta)]}\}^2$$

	Valor	Simbología
θ	90	Ang Cara Trasera Muro con Horiz (°)
β	0	Ang Talud Relleno con la Horiz (°)
δ	0	Ang Fricción Relleno-Muro (°)
ϕ	30	Ang Efectivo Fricción Interna (°)
Ka	0.333	Coefic. de Presión Lateral Activa
po1	1.82	Presión por suelo nat seco (t/m2)
H1	3.033	Altura Suelo Nat Seco (m)
E1	5.521	Emp por Suelo Nat Seco (t)
po2	1.82	Presión por Suelo Sumergido (t/m2)
H2	0	Altura del Suelo Sumergido (m)
E2	0	Empuje por Suelo Sumergido (t)
pagua	0	Presión del Agua (t/m2)
Eagua	0	Empuje del Agua (t)
EHtot.	5.521	Empuje Total EH (t)
Bzo.Etot	1.011	Brazo del Empuje Total Z_EH (m)
M EH	5.582	Momento por Empuje Total EH (t-m)

SOBRECARGA VIVA (AASHTO 2014 y CCP14 Art. 3.11.6.4)

Carga Vertical

	Valor	Simbología
pv	0.538	Presion Vert por sobrecarga (t/m2)
d	0	Dist del muro a borde tráfico (m)
heq	0.897	Altura equiv de sobrecarga (m)
ls	1.8	Ancho accion sobrecarga viva (m)
PLs	1.937	Peso por sobrec. viva:Vertical (t)
yLs	2.1	Ubicación sobrecarga viva (m)
eLs	-0.6	Excentricidad Sobrecarga Viva (m)
MLsv	-1.162	Mom por LS vert en el ycg zap (t-m)
MLso	4.067	Momento por LS vertical (o) (t-m)

Presión Lateral (Horizontal) Ec 3.11.6.4-1

	Valor	Simbología
p1	0.538	Presion horiz por sobrec viva (t/m2)
eLs	3.264	Empuje de Tierras por sobrec viva (t)
ZLs	1.517	Ubicación de Emuje desde x-x (m)
MLsh	4.95	Momento por LS horiz en ycg zap(t-m)
MLs	3.788	Mom Total por LS en ycg zap (t-m)

Diseño de la Aleta Superficial del Box

Muro: Rep. 7

Sismo

CÁLCULO SÍSMICO . AASHTO y CCP14 Art 3.10

Carga Cálculo Aceler por Masa Muro Art. 11.6.5.2.2

Polig	Peso(t)	Brazo z (m)	Mom M (P*z) (t-m)
p1	5.04	0.175	0.882
p2	0	1.244	0
p3	3.864	1.692	6.537
p4	0	1.244	0
Σ	8.904		7.419

Carga Cálculo Aceler por Masa Relleno Art. 11.6.5.2.2

Polig	Peso(t)	Brazo z (m)	Mom M (P*z) (t-m)
p5	17.388	1.692	29.415
p6	0	0	0
Σ	17.388		29.415

Cálculo Empuje y Momento Sísmico. Mononobe Okabe

	Valor	Descripción
kho	0.315	x Fpga
kh	0.158	Coef de Aceleración Horizontal
kv	0	Coef de Aceleración Vertical
θ	8.951°	ArcTg(kh)
i	0°	Ang Inclinación Talud Relleno
ϕ	30°	Ang Fricción Interna Suelo Relleno
δ	0°	Ang de Rozamiento Terreno Muro
β	90°	Ang entre Vertical y Paramento Muro
KAE	0.439	Coef Sísmico de Presión Activa Suelo
PAE	10.521 t	Emp Dinámico Horiz Activo (inc.PEstát)
ΔPAE	5 t	Empuje Pseudo Estático
MEAE	7.3 t-m	Momento por Emp Dinám Horiz Activo

Ecuación Empuje Activo Sísmico Mononobe Okabe

$$K_{AE} = \frac{sin^2(\emptyset + \beta - \theta)}{\psi \cos\theta sin^2\beta \sin(\beta - \delta - \theta)}$$

$$\theta = \arctan(k_h/(1-k_v))$$

$$\beta = Ang\ entre\ vert\ y\ param.muro$$

$$i = Talud\ del\ Relleno$$

$$\psi = \{1 + \sqrt{\frac{\sin(\emptyset+\delta)\sin(\emptyset-\theta-i)}{\sin(\beta-\delta-\theta)\cos(i+\beta)}}\}^2$$

Global

Carga Total de Sismo: PIR y Hbu

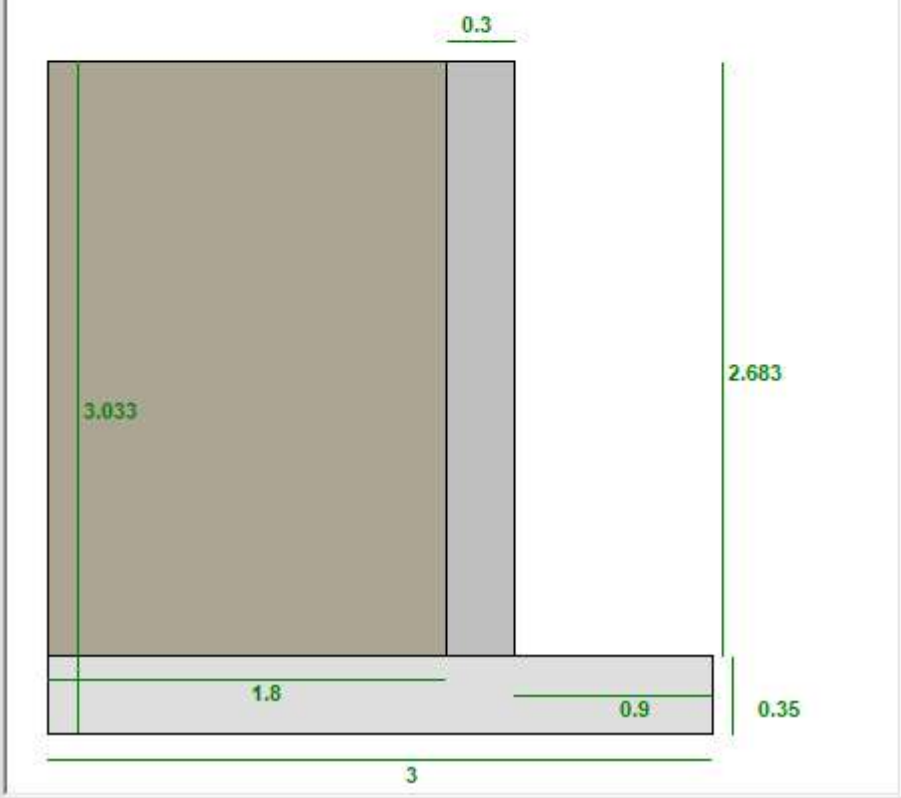
	Valor	Simbología
Ww	8.904	Peso del Cuerpo del Muro (t)
Ws	17.388	Peso del Suelo del Relleno (t)
Kh	0.158	Coef Acelerac Sísmica Horiz
PIR	4.141	Fza Inercial Horiz: kh(Ww+Ws) (t)
EH	5.521	Empuje Estático de Suelos (t)
DeltaPAE	5	Difer. Emononobe - EH (t)
Pseis_1	7.071	100%DeltaPAE + 50%PIR (t)
Pseis_2	6.901	50%(DeltaPAE(>=EH)) + 100%PIR
Pseis_dom	**7.071**	Carga Psísmica dominante (t)
Brazo Y	1.46	Brazo de Aplic: 0.4Htot_Muro (m)
Mseis	**10.323**	Mom por Carga Psísmica (t-m)
Sumat Fsism	**7.071**	Suma Total de Fsismo (t)
Sumat Msism	**10.323**	Suma Total de Msismo (t-m)

Estados Límite

EstLím	SERVICIO I		RESISTENCIA I		EV EXTREMO I	
Combin.	γMAχ	γMIN	γMAχ	γMIN	γMAχ	γMIN
DC	1.00	1.00	1.25	0.90	1.25	0.90
DW	1.00	1.00	1.50	0.65	1.50	0.65
LL	1.00	1.00	1.75	1.75	0.00	0.00
BR	1.00	1.00	1.75	1.75	0.00	0.00
EH	1.00	1.00	1.50	0.90	1.50	0.90
EV	1.00	1.00	1.35	1.00	1.35	1.00
LS	1.00	1.00	1.75	1.75	0.00	0.00
TU	1.00	1.20	0.50	1.20	0.50	1.20
SH	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
WA	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
WS	0.30	0.00	0.00	0.00	1.40	0.00
WL	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
EQ	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Denominacion Cargas

	DESCRIPCIÓN
DC	P.P. Comp.Estr y Accesor.
DW	P.P. Rodadura e Instalac.
LL	Carga Viva Vehicular
BR	Fuerza Frenado Vehicular
EH	Empuje Horizont del Suelo
EV	Presión Vert Suelo Relleno
LS	Sobrecarga por C_Viva
TU	Fuerza por Temp Uniforme
SH	Fuerzas por Retracción
WA	Pres Agua y Corriente
WS	Viento sobre Estructura
WL	Viento sobre C Viva
EQ	Carga Sísmica



Estados Límite

Estado Límite de SERVICIO I

Servicio I	P (t)	H (t)	M (t-m)	Pu Máx (t)	Hu Máx (t)	Mu máx (t-m)	Pu Mín (t)	Hu Mín (t)	Mu mín (t-m)
DC	8.904		1.739	8.904		1.739	8.904		1.739
EH		5.521	5.582		5.521	5.582		5.521	5.582
EV	17.388		-10.433	17.388		-10.433	17.388		-10.433
LS	1.937	3.264	4.95	1.937	3.264	4.95	1.937	3.264	4.95
EQ									
Σ				28.229	8.785	1.838	28.229	8.785	1.838

Estado Límite de RESISTENCIA I

Resisten I	P (t)	H (t)	M (t-m)	Pu Máx (t)	Hu Máx (t)	Mu máx (t-m)	Pu Mín (t)	Hu Mín (t)	Mu mín (t-m)
DC	8.904		1.739	11.13		2.173	8.014		1.565
EH		5.521	5.582		8.282	8.373		4.969	5.024
EV	17.388		-10.433	23.474		-14.084	17.388		-10.433
LS	1.937	3.264	4.95	3.389	5.712	8.663	3.389	5.712	8.663
EQ									
Σ				37.993	13.993	5.125	28.791	10.681	4.819

Estado Límite de EVENTO EXTREMO I

Ev.Extrem I	P (t)	H (t)	M (t-m)	Pu Máx (t)	Hu Máx (t)	Mu máx (t-m)	Pu Mín (t)	Hu Mín (t)	Mu mín (t-m)
DC	8.904		1.739	11.13		2.173	8.014		1.565
EH		5.521	5.582		8.282	8.373		4.969	5.024
EV	17.388		-10.433	23.474		-14.084	17.388		-10.433
LS	1.937	3.264	4.95	0.968	1.632	2.475	0.968	1.632	2.475
EQ		7.071	10.323		7.071	10.323		7.071	10.323
Σ				35.572	16.984	9.26	26.37	13.671	8.954

ANÁLISIS DE ESTABILIDAD Y ESFUERZOS EN EL SUELO

Muro SP: R. 1

Estado Límite Servicio I

CHEQUEO CAPACIDAD RESISTENTE DEL SUELO

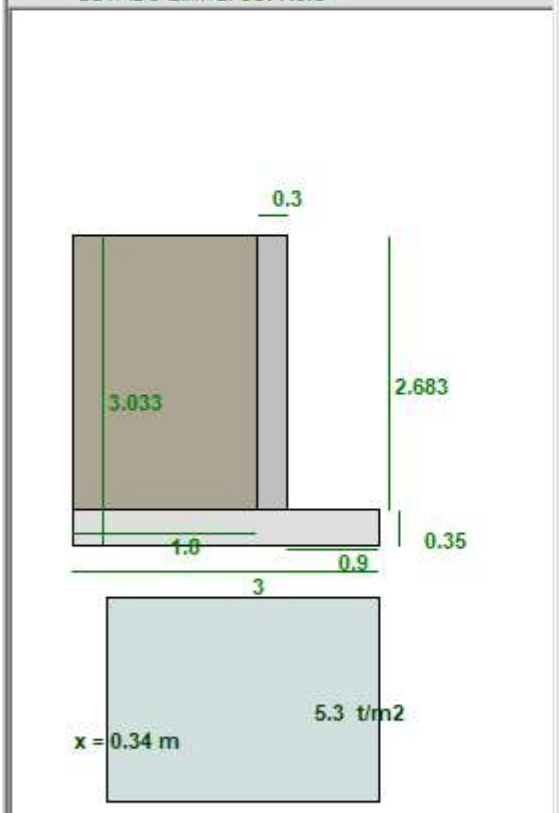
Solicitaciones Estado Límite : **Servicio**

Resistencia Suelo 57.5 t/m2 | Caso: MÁXIMO

	Valor	Simbología
ΣP	28.23	Sumatoria Fuerzas Verticales (t)
B	3	Ancho de la Zapata (m)
L	2	Longitud de la Zapata (m)
d	1.33	(MomEstab - MomVolc) /SumatP (m)
e calc	0.17	Excentricidad de la Carga (m)
Suelo		
σv	5.3	Esfzo Vertical en Suelo (t/m2)
Roca		
σv1	-	Esfzo Vert Máx en Roca (t/m2)
σv2	-	Esfzo Vert Mín en Roca (t/m2)

ESFUERZOS MÁXIMOS Y MÍNIMOS EN EL SUELO (t/m2)

ESTADO LÍMITE: **Servicio**



CHEQUEO VOLCAMIENTO

E. LÍMITE:Servicio

$e_{máx}$=.B/3 (Est Lím Resistencia) | Caso: MÁXIMO

$\gamma_{EQ} = 1$ $e_{máx}$= (8B/10)/2 $\gamma_{EQ} = 0$ $e_{máx}$= (2B/3)/2.Ev Extr

	Valor	Simbología
DCmuro	11.62	Mom(o) DCmuro(t-m)
EV	36.51	Mom(o) por Peso Relleno EV (t-m)
LS	0	Mom(o) por Sobrec LS vert (t-m)
SumaMestab	48.13	Sumator. Mom Estabilizantes (t-m)
EH	5.58	Mom(o) por Emp Tierras EH (t-m)
LS	4.95	Mom(o) por Sobrec LS horiz (t-m)
Pseis	0	Mom(o) por FzaSísmic Pseis (t-m)
SumaMvolc	10.53	Sumatoria Mom Volcamiento (t-m)
Ry	28.23	Sumatoria Fuerzas Verticales (t)
d	1.33	(MomEstab - MomVolc) / Ry (m)
e calculada	0.17	LongitudZap / 2 - d (m)
e máx	1	Excentric. Máx según Norma (m)
Diagnóstico	OK VOLC	Chequeo e(calc) vs e(máx)

CHEQUEO DESLIZAM

E. LÍMITE: **Servicio**

	Valor	Simbología
i	0	Ang Inclinación Relleno Delant (°)
β	90	Ang Pared Del. (ZarpDel) con Horizont (°)
δ	0	Ang Fricción Relleno-Estrib S pasivo (°)
ϕ	30	Ang Efectivo Fricc Int S Pasivo (°)
Kp	3	Coeficiente de Presión Lateral Pasiva
hp1	0.35	Altura Básica Pres. Pasiva (Hzarp del) (m)
qp1	1.89	Esfuerzo de Pres. Pasiva Básica (t/m2)
Rep	0.662	Resistencia Nominal Básica Pasiva (t)
Rn_fricc	16.43	Resist. Nominal por Fricc suelo-cim (t)
Rn_Total	17.092	Resistencia Nominal Total (sin llave) (t)
Humáx	8.785	Fza Horiz Máx que produce Deslizam (t)
Hu/Rntot	0.514	Cumple Deslizamiento SIN usar LLave



d = (MomEstab - MomVolc) /SumatP e = B / 2 - d 11.6.3.2-2 (3) tercio medio

Suelo NO ROCOSO

$$\sigma_v = \left(\frac{\Sigma P}{B - 2e}\right)/L$$

11.6.3.2-1

Suelo ROCOSO

$$\sigma_v = \left(\frac{\Sigma P}{B}\left(1 \pm \frac{6e}{B}\right)\right)/L$$

Suelo ROCOSO R fuera tercio medio

$$\sigma_{v\,máx} = \frac{2\Sigma P}{3B\left(\frac{B}{2} - e\right)}$$

$\sigma_{v\,mín} = 0$

11.6.3.2-4 (5)

REVISIÓN GLOBAL DE ESFUERZOS EN SUELO Y ESTABILIDAD

ENVOLVENTE

CHEQUEO	Evaluación	Observación
Esfzos Suelo	EMáx<Qa EMín>0	Esfuerzos OK
Deslizamiento	NO Req Llave	-
Volcamiento	OK	-

ANÁLISIS DE ESTABILIDAD Y ESFUERZOS EN EL SUELO

Muro SP: R. 2

Estado Límite Resistencia I

CHEQUEO CAPACIDAD RESISTENTE DEL SUELO

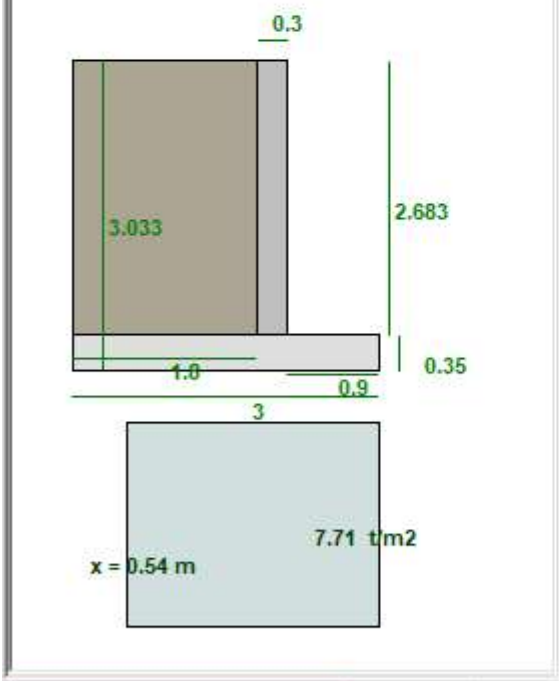
Solicitaciones Estado Límite : **Resistencia I**

Resistencia Suelo 25.9 t/m2 | Caso: MÁXIMO

	Valor	Simbología
ΣP	37.99	Sumatoria Fuerzas Verticales (t)
B	3	Ancho de la Zapata (m)
L	2	Longitud de la Zapata (m)
d	1.23	(MomEstab - MomVolc) /SumatP (m)
e calc	0.27	Excentricidad de la Carga (m)
Suelo		
σv	7.71	Esfzo Vertical en Suelo (t/m2)
Roca		
σv1	-	Esfzo Vert Máx en Roca (t/m2)
σv2	-	Esfzo Vert Mín en Roca (t/m2)

ESFUERZOS MÁXIMOS Y MÍNIMOS EN EL SUELO (t/m2)

ESTADO LÍMITE: **Resistencia I**



CHEQUEO VOLCAMIENTO

E. LÍMITE:Resistencia I

$e_{máx}$=: B/3 (Est Lím Resistencia) | Caso: MÁXIMO

$\gamma_{EQ} = 1$ $e_{máx}$= (8B/10)/2 $\gamma_{EQ} = 0$ $e_{máx}$= (2B/3)/2. Ev Extr

	Valor	Simbología
DCmuro	14.52	Mom(o) DCmuro(t-m)
EV	49.29	Mom(o) por Peso Relleno EV (t-m)
LS	0	Mom(o) por Sobrec LS vert (t-m)
SumaMestab	63.82	Sumator. Mom Estabilizantes (t-m)
EH	8.37	Mom(o) por Emp Tierras EH (t-m)
LS	8.66	Mom(o) por Sobrec LS horiz (t-m)
Pseis	0	Mom(o) por FzaSísmic Pseis (t-m)
SumaMvolc	17.04	Sumatoria Mom Volcamiento (t-m)
Ry	37.99	Sumatoria Fuerzas Verticales (t)
d	1.23	(MomEstab - MomVolc) / Ry (m)
e calculada	0.27	LongitudZap / 2 - d (m)
e máx	1	Excentric. Máx según Norma (m)
Diagnóstico	OK VOLC	Chequeo e(calc) vs e(máx)

CHEQUEO DESLIZAM

E. LÍMITE: **Resistencia I**

	Valor	Simbología
i	0	Ang Inclinación Relleno Delant (°)
β	90	Ang Pared Del. (ZarpDel) con Horizont (°)
δ	0	Ang Fricción Relleno-Estrib S pasivo (°)
ϕ	30	Ang Efectivo Fricc Int S Pasivo (°)
Kp	3	Coeficiente de Presión Lateral Pasiva
hp1	0.35	Altura Básica Pres. Pasiva (Hzarp del) (m)
qp1	1.89	Esfuerzo de Pres. Pasiva Básica (t/m2)
Rep	0.662	Resistencia Nominal Básica Pasiva (t)
Rn_fricc	16.43	Resist. Nominal por Fricc suelo-cim (t)
Rn_Total	17.092	Resistencia Nominal Total (sin llave) (t)
Humáx	13.993	Fza Horiz Máx que produce Deslizam (t)
Hu/Rntot	0.819	Cumple Deslizamiento SIN usar LLave



d = (MomEstab - MomVolc) /SumatP e = B / 2 - d

11.6.3.2-2 (3) tercio medio

Suelo NO ROCOSO

$$\sigma_v = \left(\frac{\Sigma P}{B - 2e}\right)/L$$

11.6.3.2-1

Suelo ROCOSO

$$\sigma_v = \left(\frac{\Sigma P}{B}\left(1 \pm \frac{6e}{B}\right)\right)/L$$

Suelo ROCOSO R fuera tercio medio

$$\sigma_{v\,máx} = \frac{2\Sigma P}{3B\left(\frac{B}{2} - e\right)}$$

$\sigma_{v\,mín} = 0$

11.6.3.2-4 (5)

REVISIÓN GLOBAL DE ESFUERZOS EN SUELO Y ESTABILIDAD

ENVOLVENTE

CHEQUEO	Evaluación	Observación
Esfzos Suelo	EMáx<Qa EMín>0	Esfuerzos OK
Deslizamiento	NO Req Llave	-
Volcamiento	OK	-

ANÁLISIS DE ESTABILIDAD Y ESFUERZOS EN EL SUELO

Muro SP: R. 3

Estado Límite Evento Extremo I

CHEQUEO CAPACIDAD RESISTENTE DEL SUELO

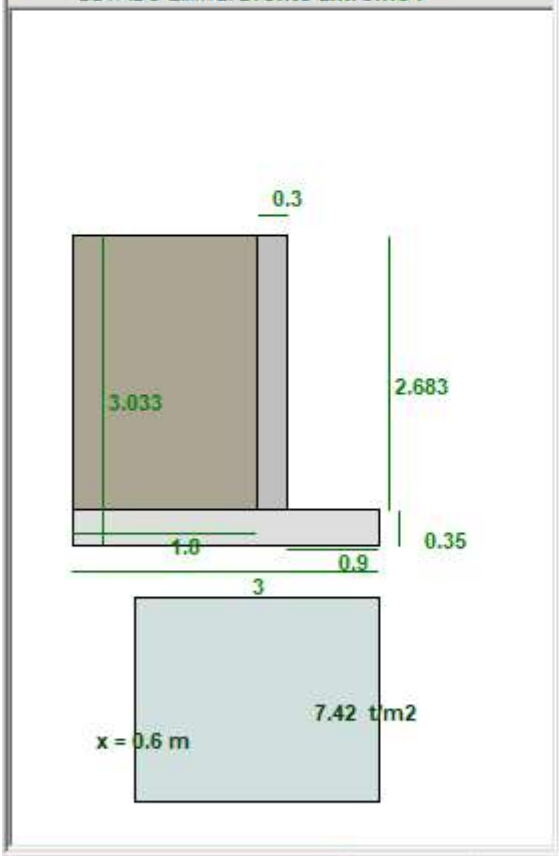
Solicitaciones Estado Límite : **Evento Extremo I**

Resistencia Suelo 57.5 t/m2 | Caso: MÁXIMO

	Valor	Simbología
ΣP	35.57	Sumatoria Fuerzas Verticales (t)
B	3	Ancho de la Zapata (m)
L	2	Longitud de la Zapata (m)
d	1.2	(MomEstab - MomVolc) /SumatP (m)
e calc	0.3	Excentricidad de la Carga (m)
Suelo		
σv	7.42	Esfzo Vertical en Suelo (t/m2)
Roca		
σv1	-	Esfzo Vert Máx en Roca (t/m2)
σv2	-	Esfzo Vert Mín en Roca (t/m2)

ESFUERZOS MÁXIMOS Y MÍNIMOS EN EL SUELO (t/m2)

ESTADO LÍMITE: **Evento Extremo I**



CHEQUEO VOLCAMIENTO

E. LÍMITE:Evento Extremo I

$e_{máx}$=: B/3 (Est Lím Resistencia) | Caso: MÁXIMO

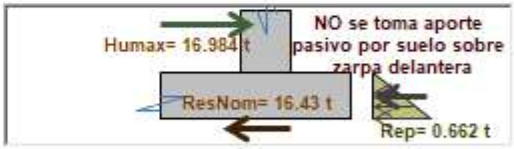
$\gamma_{EQ} = 1$ $e_{máx}$= (8B/10)/2 $\gamma_{EQ} = 0$ $e_{máx}$= (2B/3)/2.Ev Extr

	Valor	Simbología
DCmuro	14.52	Mom(o) DCmuro(t-m)
EV	49.29	Mom(o) por Peso Relleno EV (t-m)
LS	0	Mom(o) por Sobrec LS vert (t-m)
SumaMestab	63.82	Sumator. Mom Estabilizantes (t-m)
EH	8.37	Mom(o) por Emp Tierras EH (t-m)
LS	2.48	Mom(o) por Sobrec LS horiz (t-m)
Pseis	10.32	Mom(o) por FzaSísmic Pseis (t-m)
SumaMvolc	21.17	Sumatoria Mom Volcamiento (t-m)
Ry	35.57	Sumatoria Fuerzas Verticales (t)
d	1.2	(MomEstab - MomVolc) / Ry (m)
e calculada	0.3	LongitudZap / 2 - d (m)
e máx	1.1	Excentric. Máx según Norma (m)
Diagnóstico	OK VOLC	Chequeo e(calc) vs e(máx)

CHEQUEO DESLIZAM

E. LÍMITE: **Evento Extremo I**

	Valor	Simbología
i	0	Ang Inclinación Relleno Delant (°)
β	90	Ang Pared Del. (ZarpDel) con Horizont (°)
δ	0	Ang Fricción Relleno-Estrib S pasivo (°)
ϕ	30	Ang Efectivo Fricc Int S Pasivo (°)
Kp	3	Coeficiente de Presión Lateral Pasiva
hp1	0.35	Altura Básica Pres. Pasiva (Hzarp del) (m)
qp1	1.89	Esfuerzo de Pres. Pasiva Básica (t/m2)
Rep	0.662	Resistencia Nominal Básica Pasiva (t)
Rn_fricc	16.43	Resist. Nominal por Fricc suelo-cim (t)
Rn_Total	17.092	Resistencia Nominal Total (sin llave) (t)
Humáx	16.984	Fza Horiz Máx que produce Deslizam (t)
Hu/Rntot	0.994	Cumple Deslizamiento SIN usar LLave



d = (MomEstab - MomVolc) /SumatP e = B / 2 - d

Suelo NO ROCOSO

$$\sigma_v = \left(\frac{\Sigma P}{B - 2e}\right)/L$$

11.6.3.2-1

Suelo ROCOSO 11.6.3.2-2 (3) tercio medio

$$\sigma_v = \left(\frac{\Sigma P}{B}\left(1 \pm \frac{6e}{B}\right)\right)/L$$

Suelo ROCOSO R fuera tercio medio

$$\sigma_{v\,máx} = \frac{2\Sigma P}{3B\left(\frac{B}{2} - e\right)}$$

$\sigma_{v\,mín} = 0$

11.6.3.2-4 (5)

REVISIÓN GLOBAL DE ESFUERZOS EN SUELO Y ESTABILIDAD

ENVOLVENTE

CHEQUEO	Evaluación	Observación
Esfzos Suelo	EMáx<Qa EMín>0	Esfuerzos OK
Deslizamiento	NO Req Llave	-
Volcamiento	OK	-

Diseño para Est Límite: Servicio I

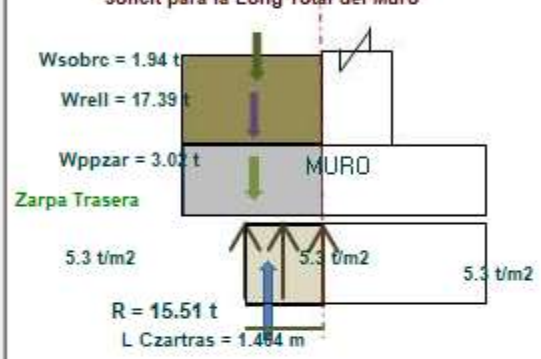
DISEÑO DE LA ZARPA TRASERA O TALÓN

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Servicio

Solicitaciones | Diseño a Flexión | Diseño a Cortante

	Valor	Descripción
Pzartras	-15.51 t	Carga Total por Reacc Sue Zarp Tras
Wzarptras	3.02 t	Carga Total por P.P. Zarpa Trasera
Wrelleno	17.39 t	Carga Total por Peso del Relleno
Sobrec.Ver	1.94 t	Carga por Comp. Vert Sobrecarga
Vu	6.84 t	Sumat Cargas Vert: Vu de Diseño
MuxReacc Sue	0 t-m	Momento por Reacc Suelo
Mu x PPzarp	2.72 t-m	Momento por P.P. Zarpa Trasera
Mu x Wrell	15.65 t-m	Momento por Peso del Relleno
Mu x Sobrec	3.49 t-m	Momento por CompV Sobrecarga
Sumat Mu	21.86 t-m	Sumat de Momentos. Mu diseño

Solicit para la Long Total del Muro



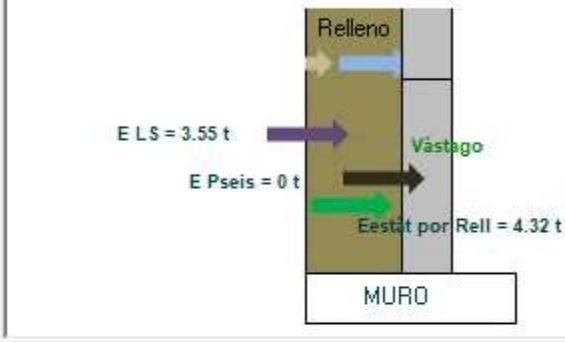
DISEÑO DEL VÁSTAGO O PANTALLA

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Servicio

Solicitaciones | Diseño a Flexión | Diseño a Cortante

	Valor	Descripción
E de Tierras EH	4.32 t	Emp Estático de Tierras
E sísmico E Pseis	0 t	Empuje Sísmico Pseis
E Sobrecarga LS	3.55 t	Emp por Sobrecarga Viva
Sumat Empujes	7.87 t	Sumat de Empujes = Vu diseño
Mom x E.Tierra EH	3.86 t-m	Mom x Emp de Tierras
Mom por Pseis	0 t-m	Mom por Fza Sísmica Pseis
Mom por LS	5.86 t-m	Mom x SobrecViva LS
Sumat Momentos	9.72 t-m	Sumat de Momentos = Mu diseño

Solicit para la Long Total del Muro



DISEÑO DE LA ZARPA DELANTERA O DEDO

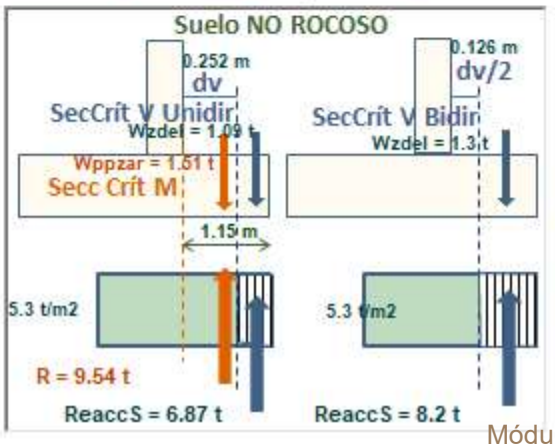
SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Servicio

Solicitaciones | Diseño a Flexión | Diseño a Cortante

	Valor	Descripción
Pzardel	9.54 t	Carga Total Reacc Suelo Zarp Del
Wzardel	1.51 t	Carga Total por P.P. Zarpa Delant
Vu	5.78 t	Sumat Cargas:Cortante Ult Diseño
Mu x ReaccSue	4.29 t-m	Momento por Reacc Suelo
Mu x Wzarp	-0.68 t-m	Momento por P.P. Zarpa
Sumat Mu	3.61 t-m	Sumatoria Momentos. Mu diseño

Cargas para la Longitud Total del Estribo

Solicitaciones Básicas en la Zarpa Delantera



Diseño para Est Límite: Servicio I

DISEÑO DE LA ZARPA TRASERA O TALÓN

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Servicio

Solicitaciones | **Diseño a Flexión** | Diseño a Cortante

	Valor	Simbología
Mu	21.857 t-m	Momento mayorado en la secc
K	149.911 t/m2	Mu/bd^2
m	17.647	fy/0.85f'c
Ro Calc	0.0041	Cuantía Acero de Diseño
As calc	22.223 cm2	Area Refuerzo Calculado Total
Ic	0.007 m4	Mom de Inercia de Sección Bruta
fr	33.132 kg/cm2	Módulo de Ruptura : 1.98(f'c)^1/2
Mcr	13.529 t-m	Mom Agrietamiento
Asmin(Mcr)	13.556 cm2	Acero para Mom_Agrietam.
1.33Ascal	29.556 cm2	Acero Calculado x 1.33
Acero Domina	22.223 cm2	As(calc) > As Mín (Mcr)
Arm Ppal Sug.	1 # 4 @ 0.11	Armad Ppal Real Propuesta
As real Coloc	23.032 cm2	Area de Acero Real Colocado
c	2.39 cm	Alt blq compr: AsFy/.85f'cBetab
εt	0.0284	0.003(dt-c)/c
Chequeo	et > 0.005	Phi OK
As RetracTemp	4.66 cm2/cara	2.33<=0.75bh /(2(b+h)Fy)<=12.7
Arm Retr Sug.	1 # 3 @ 0.25	Armad Retracc Propuesta

Diseño para la Longitud Total del Muro

DISEÑO DEL VÁSTAGO O PANTALLA

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Servicio

Solicitaciones | **Diseño a Flexión** | Diseño a Cortante

	Valor	Simbología
Mu	9.723 t-m	Momento mayorado en la secc
K	100.444 t/m2	Mu/bd^2
m	17.647	fy/0.85f'c
Ro Calc	0.0027	Cuantía Acero de Diseño
As calc	11.98 cm2	Area Refuerzo Calculado Total
Ic	0.004 m4	Mom de Inercia de Sección Bruta
fr	33.132 kg/cm2	Módulo de Ruptura : 1.98(f'c)^1/2
Mcr	9.94 t-m	Mom Agrietamiento
Asmin(Mcr)	12.253 cm2	Acero para Mom_Agrietam.
1.33Ascal	15.933 cm2	Acero Calculado x 1.33
Acero Domina	12.253 cm2	calc<AsMín(Mcr). Prima Asmin(M
Arm Ppal Sug.	1 # 4 @ 0.2	Armad Ppal Real Propuesta
As real Coloc	12.668 cm2	Area de Acero Real Colocado
c	1.31 cm	Alt blq compr: AsFy/.85f'cBetab
εt	0.0426	0.003(dt-c)/c
Chequeo	et > 0.005	Phi OK
As RetracTemp	4.66 cm2/cara	2.33<=0.75bh /(2(b+h)Fy)<=12.7
Arm Retr Sug.	1 # 3 @ 0.25	Armad Retracc Propuesta

Diseño para la Longitud Total del Muro

DISEÑO DE LA ZARPA DELANTERA O DEDO

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Servicio

Solicitaciones | **Diseño a Flexión** | Diseño a Cortante

	Valor	Simbología
Mu	3.611 t-m	Momento mayorado en la secc
K	24.769 t/m2	Mu/bd^2
m	17.647	fy/0.85f'c
Ro Calc	0.0007	Cuantía Acero de Diseño
As calc	3.559 cm2	Area Refuerzo Calculado Total
Ic	0.007 m4	Mom de Inercia de Sección Bruta
fr	33.132 kg/cm2	Módulo de Ruptura : 1.98(f'c)^1/2
Mcr	13.529 t-m	Mom Agrietamiento
Asmin(Mcr)	13.556 cm2	Acero para Mom_Agrietam.
1.33Ascal	4.734 cm2	Acero Calculado x 1.33
Acero Domina	4.734 cm2	\scalc<AsMín(Mcr). Prima 1.33As
Arm Ppal Sug.	1 # 4 @ 0.2	Armad Ppal Real Propuesta
As real Coloc	12.668 cm2	Area de Acero Real Colocado
c	1.31 cm	Alt blq compr: AsFy/.85f'cBetab
εt	0.054	0.003(dt-c)/c
Chequeo	et > 0.005	Phi OK
As RetracTemp	4.66 cm2/cara	2.33<=0.75bh /(2(b+h)Fy)<=12.7
Arm Retr Sug.	1 # 3 @ 0.25	Armad Retracc Propuesta

Diseño para la Longitud Total del Muro

Diseño para Est Límite: Servicio I

DISEÑO DE LA ZARPA TRASERA O TALÓN

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Servicio

Solicitaciones | Diseño a Flexión | **Diseño a Cortante**

	Valor	Simbología
dv1 0.9de	0.24 m	Profund efec de Cortante (a) Art 5.8.2.9
dv2 0.72h	0.25 m	Profund efec de Cortante (b) Art 5.8.2.9
dv dom	0.25 m	Prof efec de Cortante dominante
Phi	0.85	Fact de Res a Cort Art 5.5.4.2
Beta	2	Fact.Cap Concr Agr Diag Tracc y Cort
Vc	44.27 t	Vc=0.083Betaf'c^(1/2)bvdv Art 5.8.3.3-3
Vs	0	Vs =0 No Flejes
Vn	44.27 t	Vn = Vc Art 5.8.3.3-1
Vr	39.84 t	Vr = phi x Vn
Vu	6.84 t	Cortante Ult de Diseño
Chequeo	OK	Cortante OK

Diseño para la Longitud Total del Muro

DISEÑO DEL VÁSTAGO O PANTALLA

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Servicio

Solicitaciones | Diseño a Flexión | **Diseño a Cortante**

	Valor	Simbología
dv1 0.9de	0.2 m	Profund efec de Cortante (a) Art 5.8.2.9
dv2 0.72h	0.22 m	Profund efec de Cortante (b) Art 5.8.2.9
dv dom	0.22 m	Prof efec de Cortante dominante
Phi	0.85	Fact de Res a Cort Art 5.5.4.2
Beta	2	Fact.Cap Concr Agr Diag Tracc y Cort
Vc	37.95 t	Vc=0.083Betaf'c^(1/2)bvdv Art 5.8.3.3-3
Vs	0	Vs =0 No Flejes
Vn	37.95 t	Vn = Vc Art 5.8.3.3-1
Vr	39.84 t	Cortante Resist Vr = phi x Vn
Vu	7.87 t	Cortante Ult de Diseño
Chequeo	OK	Cortante OK

Diseño para la Longitud Total del Muro

DISEÑO DE LA ZARPA DELANTERA O DEDO

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Servicio

Solicitaciones | Diseño a Flexión | **Diseño a Cortante**

	Valor	Simbología
dv1 0.9de	0.24 m	Profund efec de Cortante (a) Art 5.8.2.9
dv2 0.72h	0.25 m	Profund efec de Cortante (b) Art 5.8.2.9
dv dom	0.25 m	Prof efec de Cortante dominante
Phi	0.9	Fact ResisCort Art 5.5.4.2 Concr Normal
Vs	0	Vs = 0 -->> No Flejes
		ACCIÓN EN UNA DIRECCIÓN
Beta	2	Fact.Cap Concr Agr Diag Tracc y Cort
Vc	44.27 t	Vc=0.083Betaf'c^(1/2)bvdv Art 5.8.3.3-3
Vn	44.27 t	Vn = Vc Art 5.8.3.3-1
Vr	39.84 t	Cortante Resist Vr = phi x Vn
Vu	5.78 t	Cortante Ult Diseño.SeccCrít: a dv cara
Chq1direcc	Vr>Vu:OK	Cort Una Direcc OK
		ACCIÓN EN DOS DIRECCIONES
Beta_c	7.937	Rel lado largo/corto rectáng aplic.carga
bo	4.5 m	bo = Perímetro de la Sección Crítica
Vc	127.07 t	(.17+.33/Betac)Sq(fc)bodv<.33Sq(fc)bodv
Vr	114.37 t	Cortante Resist Vr = phi x Vn Vn = Vc
Vu	6.9 t	Cortante Ult Dis. Secc Crít: dv/2 de cara
Ch.2Direcc	Vr>Vu:OK	Cort Dos Direcc OK
Ch.GLOBAL	Vr>Vu:OK	Cortante Global OK

Diseño para la Longitud Total del Muro

Diseño para Est Límite: Resistencia I

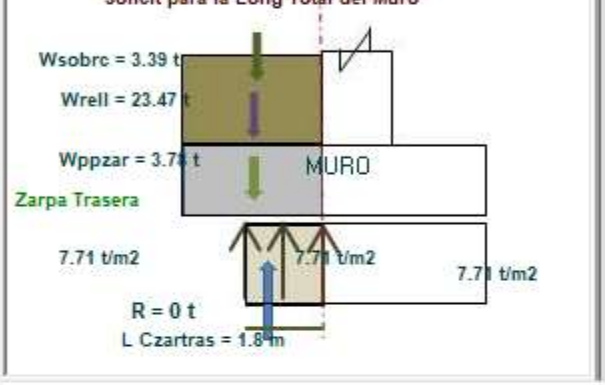
DISEÑO DE LA ZARPA TRASERA O TALÓN

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Resistencia I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | Diseño a Cortante

	Valor	Descripción
Pzartras	0 t	Carga Total por Reacc Sue Zarp Tras
Wzarptras	3.78 t	Carga Total por P.P. Zarpa Trasera
Wrelleno	23.47 t	Carga Total por Peso del Relleno
Sobrec.Ver	3.39 t	Carga por Comp. Vert Sobrecarga
Vu	30.64 t	Sumat Cargas Vert: Vu de Diseño
MuxReacc Sue	0 t-m	Momento por Reacc Suelo
Mu x PPzarp	3.4 t-m	Momento por P.P. Zarpa Trasera
Mu x Wrell	21.13 t-m	Momento por Peso del Relleno
Mu x Sobrec	6.1 t-m	Momento por CompV Sobrecarga
Sumat Mu	30.63 t-m	Sumat de Momentos. Mu diseño

Solicit para la Long Total del Muro



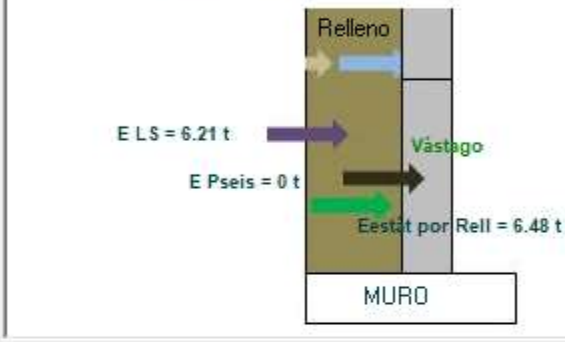
DISEÑO DEL VÁSTAGO O PANTALLA

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Resistencia I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | Diseño a Cortante

	Valor	Descripción
E de Tierras EH	6.48 t	Emp Estático de Tierras
E sísmico E Pseis	0 t	Empuje Sísmico Pseis
E Sobrecarga LS	6.21 t	Emp por Sobrecarga Viva
Sumat Empujes	12.69 t	Sumat de Empujes = Vu diseño
Mom x E.Tierra EH	5.8 t-m	Mom x Emp de Tierras
Mom por Pseis	0 t-m	Mom por Fza Sísmica Pseis
Mom por LS	10.25 t-m	Mom x SobrecViva LS
Sumat Momentos	16.05 t-m	Sumat de Momentos = Mu diseño

Solicit para la Long Total del Muro



DISEÑO DE LA ZARPA DELANTERA O DEDO

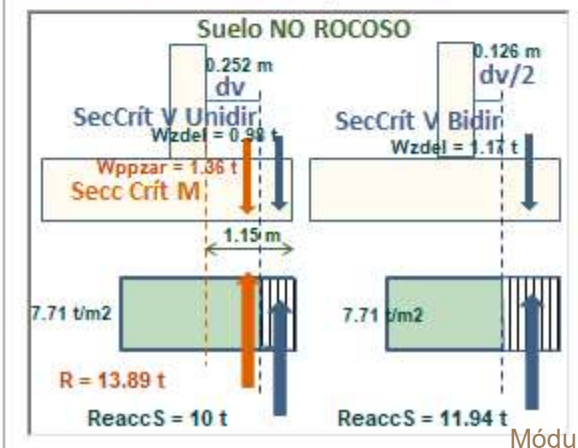
SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Resistencia I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | Diseño a Cortante

	Valor	Descripción
Pzardel	13.89 t	Carga Total Reacc Suelo Zarp Del
Wzardel	1.36 t	Carga Total por P.P. Zarpa Delant
Vu	9.02 t	Sumat Cargas:Cortante Ult Diseño
Mu x ReaccSue	6.25 t-m	Momento por Reacc Suelo
Mu x Wzarp	-0.61 t-m	Momento por P.P. Zarpa
Sumat Mu	5.64 t-m	Sumatoria Momentos. Mu diseño

Cargas para la Longitud Total del Estribo

Solicitaciones Básicas en la Zarpa Delantera



Diseño para Est Límite: Resistencia I

DISEÑO DE LA ZARPA TRASERA O TALÓN

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Resistencia I

Solicitaciones | **Diseño a Flexión** | Diseño a Cortante

	Valor	Simbología
Mu	30.629 t-m	Momento mayorado en la secc
K	210.078 t/m2	Mu/bd^2
m	17.647	fy/0.85f'c
Ro Calc	0.0059	Cuantía Acero de Diseño
As calc	31.648 cm2	Area Refuerzo Calculado Total
Ic	0.007 m4	Mom de Inercia de Sección Bruta
fr	33.132 kg/cm2	Módulo de Ruptura : 1.98(f'c)^1/2
Mcr	13.529 t-m	Mom Agrietamiento
Asmin(Mcr)	13.556 cm2	Acero para Mom_Agrietam.
1.33Ascal	42.091 cm2	Acero Calculado x 1.33
Acero Domina	31.648 cm2	As(calc) > As Mín (Mcr)
Arm Ppal Sug.	1 # 4 @ 0.08	Armad Ppal Real Propuesta
As real Coloc	31.669 cm2	Area de Acero Real Colocado
c	3.29 cm	Alt blq compr: AsFy/.85f'cBetab
εt	0.0198	0.003(dt-c)/c
Chequeo	et > 0.005	Phi OK
As RetracTemp	4.66 cm2/cara	2.33<=0.75bh /(2(b+h)Fy)<=12.7
Arm Retr Sug.	1 # 3 @ 0.25	Armad Retracc Propuesta

Diseño para la Longitud Total del Muro

DISEÑO DEL VÁSTAGO O PANTALLA

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Resistencia I

Solicitaciones | **Diseño a Flexión** | Diseño a Cortante

	Valor	Simbología
Mu	16.049 t-m	Momento mayorado en la secc
K	165.797 t/m2	Mu/bd^2
m	17.647	fy/0.85f'c
Ro Calc	0.0046	Cuantía Acero de Diseño
As calc	20.11 cm2	Area Refuerzo Calculado Total
Ic	0.004 m4	Mom de Inercia de Sección Bruta
fr	33.132 kg/cm2	Módulo de Ruptura : 1.98(f'c)^1/2
Mcr	9.94 t-m	Mom Agrietamiento
Asmin(Mcr)	12.253 cm2	Acero para Mom_Agrietam.
1.33Ascal	26.746 cm2	Acero Calculado x 1.33
Acero Domina	20.11 cm2	As(calc) > As Mín (Mcr)
Arm Ppal Sug.	1 # 4 @ 0.12	Armad Ppal Real Propuesta
As real Coloc	21.113 cm2	Area de Acero Real Colocado
c	2.19 cm	Alt blq compr: AsFy/.85f'cBetab
εt	0.0244	0.003(dt-c)/c
Chequeo	et > 0.005	Phi OK
As RetracTemp	4.66 cm2/cara	2.33<=0.75bh /(2(b+h)Fy)<=12.7
Arm Retr Sug.	1 # 3 @ 0.25	Armad Retracc Propuesta

Diseño para la Longitud Total del Muro

DISEÑO DE LA ZARPA DELANTERA O DEDO

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Resistencia I

Solicitaciones | **Diseño a Flexión** | Diseño a Cortante

	Valor	Simbología
Mu	5.636 t-m	Momento mayorado en la secc
K	38.656 t/m2	Mu/bd^2
m	17.647	fy/0.85f'c
Ro Calc	0.001	Cuantía Acero de Diseño
As calc	5.573 cm2	Area Refuerzo Calculado Total
Ic	0.007 m4	Mom de Inercia de Sección Bruta
fr	33.132 kg/cm2	Módulo de Ruptura : 1.98(f'c)^1/2
Mcr	13.529 t-m	Mom Agrietamiento
Asmin(Mcr)	13.556 cm2	Acero para Mom_Agrietam.
1.33Ascal	7.412 cm2	Acero Calculado x 1.33
Acero Domina	7.412 cm2	\scalc<AsMín(Mcr). Prima 1.33As
Arm Ppal Sug.	1 # 4 @ 0.2	Armad Ppal Real Propuesta
As real Coloc	12.668 cm2	Area de Acero Real Colocado
c	1.31 cm	Alt blq compr: AsFy/.85f'cBetab
εt	0.054	0.003(dt-c)/c
Chequeo	et > 0.005	Phi OK
As RetracTemp	4.66 cm2/cara	2.33<=0.75bh /(2(b+h)Fy)<=12.7
Arm Retr Sug.	1 # 3 @ 0.25	Armad Retracc Propuesta

Diseño para la Longitud Total del Muro

Diseño para Est Límite: Resistencia I

DISEÑO DE LA ZARPA TRASERA O TALÓN

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Resistencia I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | **Diseño a Cortante**

	Valor	Simbología
dv1 0.9de	0.24 m	Profund efec de Cortante (a) Art 5.8.2.9
dv2 0.72h	0.25 m	Profund efec de Cortante (b) Art 5.8.2.9
dv dom	0.25 m	Prof efec de Cortante dominante
Phi	0.85	Fact de Res a Cort Art 5.5.4.2
Beta	2	Fact.Cap Concr Agr Diag Tracc y Cort
Vc	44.27 t	Vc=0.083Betaf'c^(1/2)bvdv Art 5.8.3.3-3
Vs	0	Vs =0 No Flejes
Vn	44.27 t	Vn = Vc Art 5.8.3.3-1
Vr	39.84 t	Vr = phi x Vn
Vu	30.64 t	Cortante Ult de Diseño
Chequeo	OK	Cortante OK

Diseño para la Longitud Total del Muro

DISEÑO DEL VÁSTAGO O PANTALLA

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Resistencia I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | **Diseño a Cortante**

	Valor	Simbología
dv1 0.9de	0.2 m	Profund efec de Cortante (a) Art 5.8.2.9
dv2 0.72h	0.22 m	Profund efec de Cortante (b) Art 5.8.2.9
dv dom	0.22 m	Prof efec de Cortante dominante
Phi	0.85	Fact de Res a Cort Art 5.5.4.2
Beta	2	Fact.Cap Concr Agr Diag Tracc y Cort
Vc	37.95 t	Vc=0.083Betaf'c^(1/2)bvdv Art 5.8.3.3-3
Vs	0	Vs =0 No Flejes
Vn	37.95 t	Vn = Vc Art 5.8.3.3-1
Vr	39.84 t	Cortante Resist Vr = phi x Vn
Vu	12.69 t	Cortante Ult de Diseño
Chequeo	OK	Cortante OK

Diseño para la Longitud Total del Muro

DISEÑO DE LA ZARPA DELANTERA O DEDO

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Resistencia I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | **Diseño a Cortante**

	Valor	Simbología
dv1 0.9de	0.24 m	Profund efec de Cortante (a) Art 5.8.2.9
dv2 0.72h	0.25 m	Profund efec de Cortante (b) Art 5.8.2.9
dv dom	0.25 m	Prof efec de Cortante dominante
Phi	0.9	Fact ResisCort Art 5.5.4.2 Concr Normal
Vs	0	Vs = 0 -->> No Flejes
		ACCIÓN EN UNA DIRECCIÓN
Beta	2	Fact.Cap Concr Agr Diag Tracc y Cort
Vc	44.27 t	Vc=0.083Betaf'c^(1/2)bvdv Art 5.8.3.3-3
Vn	44.27 t	Vn = Vc Art 5.8.3.3-1
Vr	39.84 t	Cortante Resist Vr = phi x Vn
Vu	9.02 t	Cortante Ult Diseño.SeccCrít: a dv cara
Chq1direcc	Vr>Vu:OK	Cort Una Direcc OK
		ACCIÓN EN DOS DIRECCIONES
Beta_c	7.937	Rel lado largo/corto rectáng aplic.carga
bo	4.5 m	bo = Perímetro de la Sección Crítica
Vc	127.07 t	(.17+.33/Betac)Sq(fc)bodv<.33Sq(fc)bodv
Vr	114.37 t	Cortante Resist Vr = phi x Vn Vn = Vc
Vu	10.77 t	Cortante Ult Dis. Secc Crít: dv/2 de cara
Ch.2Direcc	Vr>Vu:OK	Cort Dos Direcc OK
Ch.GLOBAL	Vr>Vu:OK	Cortante Global OK

Diseño para la Longitud Total del Muro

Diseño para Est Límite: Evento Extremo I

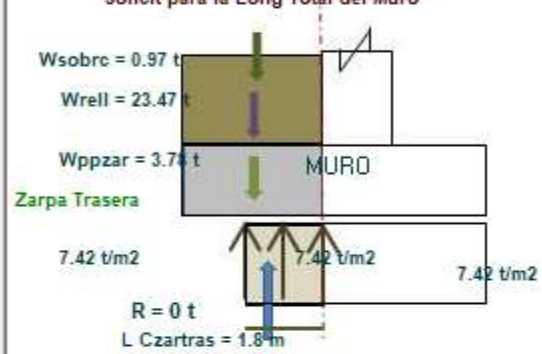
DISEÑO DE LA ZARPA TRASERA O TALÓN

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Evento Extremo I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | Diseño a Cortante

	Valor	Descripción
Pzartras	0 t	Carga Total por Reacc Sue Zarp Tras
Wzarptras	3.78 t	Carga Total por P.P. Zarpa Trasera
Wrelleno	23.47 t	Carga Total por Peso del Relleno
Sobrec.Ver	0.97 t	Carga por Comp. Vert Sobrecarga
Vu	28.22 t	Sumat Cargas Vert: Vu de Diseño
MuxReacc Sue	0 t-m	Momento por Reacc Suelo
Mu x PPzarp	3.4 t-m	Momento por P.P. Zarpa Trasera
Mu x Wrell	21.13 t-m	Momento por Peso del Relleno
Mu x Sobrec	1.74 t-m	Momento por CompV Sobrecarga
Sumat Mu	26.27 t-m	Sumat de Momentos. Mu diseño

Solicit para la Long Total del Muro



DISEÑO DEL VÁSTAGO O PANTALLA

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Evento Extremo I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | Diseño a Cortante

	Valor	Descripción
E de Tierras EH	6.48 t	Emp Estático de Tierras
E sísmico E Pseis	7.07 t	Empuje Sísmico Pseis
E Sobrecarga LS	1.78 t	Emp por Sobrecarga Viva
Sumat Empujes	15.33 t	Sumat de Empujes = Vu diseño
Mom x E.Tierra EH	5.8 t-m	Mom x Emp de Tierras
Mom por Pseis	10.32 t-m	Mom por Fza Sísmica Pseis
Mom por LS	2.93 t-m	Mom x SobrecViva LS
Sumat Momentos	19.05 t-m	Sumat de Momentos = Mu diseño

Solicit para la Long Total del Muro



DISEÑO DE LA ZARPA DELANTERA O DEDO

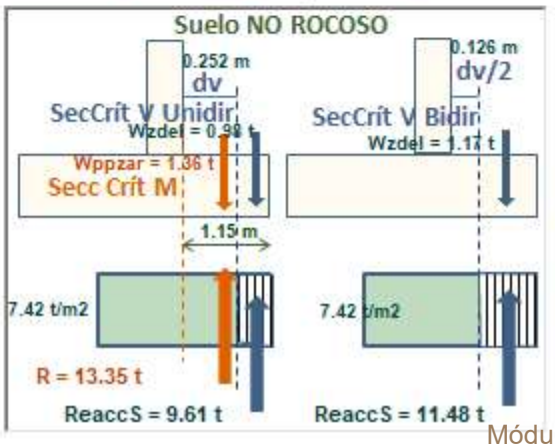
SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Evento Extremo I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | Diseño a Cortante

	Valor	Descripción
Pzardel	13.35 t	Carga Total Reacc Suelo Zarp Del
Wzardel	1.36 t	Carga Total por P.P. Zarpa Delant
Vu	8.63 t	Sumat Cargas:Cortante Ult Diseño
Mu x ReaccSue	6.01 t-m	Momento por Reacc Suelo
Mu x Wzarp	-0.61 t-m	Momento por P.P. Zarpa
Sumat Mu	5.4 t-m	Sumatoria Momentos. Mu diseño

Cargas para la Longitud Total del Estribo

Solicitaciones Básicas en la Zarpa Delantera



Diseño para Est Límite: Evento Extremo I

DISEÑO DE LA ZARPA TRASERA O TALÓN

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Evento Extremo I

Solicitaciones | **Diseño a Flexión** | Diseño a Cortante

	Valor	Simbología
Mu	26.272 t-m	Momento mayorado en la secc
K	180.189 t/m2	Mu/bd^2
m	17.647	fy/0.85f'c
Ro Calc	0.005	Cuantía Acero de Diseño
As calc	26.926 cm2	Area Refuerzo Calculado Total
Ic	0.007 m4	Mom de Inercia de Sección Bruta
fr	33.132 kg/cm2	Módulo de Ruptura : 1.98(f'c)^1/2
Mcr	13.529 t-m	Mom Agrietamiento
Asmin(Mcr)	13.556 cm2	Acero para Mom_Agrietam.
1.33Ascal	35.811 cm2	Acero Calculado x 1.33
Acero Domina	26.926 cm2	As(calc) > As Mín (Mcr)
Arm Ppal Sug.	1 # 4 @ 0.09	Armad Ppal Real Propuesta
As real Coloc	28.15 cm2	Area de Acero Real Colocado
c	2.92 cm	Alt blq compr: AsFy/.85f'cBetab
εt	0.0227	0.003(dt-c)/c
Chequeo	et > 0.005	Phi OK
As RetracTemp	4.66 cm2/cara	2.33<=0.75bh /(2(b+h)Fy)<=12.7
Arm Retr Sug.	1 # 3 @ 0.25	Armad Retracc Propuesta

Diseño para la Longitud Total del Muro

DISEÑO DEL VÁSTAGO O PANTALLA

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Evento Extremo I

Solicitaciones | **Diseño a Flexión** | Diseño a Cortante

	Valor	Simbología
Mu	19.049 t-m	Momento mayorado en la secc
K	196.783 t/m2	Mu/bd^2
m	17.647	fy/0.85f'c
Ro Calc	0.0055	Cuantía Acero de Diseño
As calc	24.068 cm2	Area Refuerzo Calculado Total
Ic	0.004 m4	Mom de Inercia de Sección Bruta
fr	33.132 kg/cm2	Módulo de Ruptura : 1.98(f'c)^1/2
Mcr	9.94 t-m	Mom Agrietamiento
Asmin(Mcr)	12.253 cm2	Acero para Mom_Agrietam.
1.33Ascal	32.01 cm2	Acero Calculado x 1.33
Acero Domina	24.068 cm2	As(calc) > As Mín (Mcr)
Arm Ppal Sug.	1 # 4 @ 0.1	Armad Ppal Real Propuesta
As real Coloc	25.335 cm2	Area de Acero Real Colocado
c	2.63 cm	Alt blq compr: AsFy/.85f'cBetab
εt	0.0198	0.003(dt-c)/c
Chequeo	et > 0.005	Phi OK
As RetracTemp	4.66 cm2/cara	2.33<=0.75bh /(2(b+h)Fy)<=12.7
Arm Retr Sug.	1 # 3 @ 0.25	Armad Retracc Propuesta

Diseño para la Longitud Total del Muro

DISEÑO DE LA ZARPA DELANTERA O DEDO

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Evento Extremo I

Solicitaciones | **Diseño a Flexión** | Diseño a Cortante

	Valor	Simbología
Mu	5.396 t-m	Momento mayorado en la secc
K	37.011 t/m2	Mu/bd^2
m	17.647	fy/0.85f'c
Ro Calc	0.001	Cuantía Acero de Diseño
As calc	5.334 cm2	Area Refuerzo Calculado Total
Ic	0.007 m4	Mom de Inercia de Sección Bruta
fr	33.132 kg/cm2	Módulo de Ruptura : 1.98(f'c)^1/2
Mcr	13.529 t-m	Mom Agrietamiento
Asmin(Mcr)	13.556 cm2	Acero para Mom_Agrietam.
1.33Ascal	7.094 cm2	Acero Calculado x 1.33
Acero Domina	7.094 cm2	\scalc<AsMín(Mcr). Prima 1.33As
Arm Ppal Sug.	1 # 4 @ 0.2	Armad Ppal Real Propuesta
As real Coloc	12.668 cm2	Area de Acero Real Colocado
c	1.31 cm	Alt blq compr: AsFy/.85f'cBetab
εt	0.054	0.003(dt-c)/c
Chequeo	et > 0.005	Phi OK
As RetracTemp	4.66 cm2/cara	2.33<=0.75bh /(2(b+h)Fy)<=12.7
Arm Retr Sug.	1 # 3 @ 0.25	Armad Retracc Propuesta

Diseño para la Longitud Total del Muro

Diseño para Est Límite: Evento Extremo I

DISEÑO DE LA ZARPA TRASERA O TALÓN

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Evento Extremo I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | **Diseño a Cortante**

	Valor	Simbología
dv1 0.9de	0.24 m	Profund efec de Cortante (a) Art 5.8.2.9
dv2 0.72h	0.25 m	Profund efec de Cortante (b) Art 5.8.2.9
dv dom	0.25 m	Prof efec de Cortante dominante
Phi	0.85	Fact de Res a Cort Art 5.5.4.2
Beta	2	Fact.Cap Concr Agr Diag Tracc y Cort
Vc	44.27 t	Vc=0.083Betaf'c^(1/2)bvdv Art 5.8.3.3-3
Vs	0	Vs =0 No Flejes
Vn	44.27 t	Vn = Vc Art 5.8.3.3-1
Vr	39.84 t	Vr = phi x Vn
Vu	28.22 t	Cortante Ult de Diseño
Chequeo	OK	Cortante OK

Diseño para la Longitud Total del Muro

DISEÑO DEL VÁSTAGO O PANTALLA

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Evento Extremo I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | **Diseño a Cortante**

	Valor	Simbología
dv1 0.9de	0.2 m	Profund efec de Cortante (a) Art 5.8.2.9
dv2 0.72h	0.22 m	Profund efec de Cortante (b) Art 5.8.2.9
dv dom	0.22 m	Prof efec de Cortante dominante
Phi	0.85	Fact de Res a Cort Art 5.5.4.2
Beta	2	Fact.Cap Concr Agr Diag Tracc y Cort
Vc	37.95 t	Vc=0.083Betaf'c^(1/2)bvdv Art 5.8.3.3-3
Vs	0	Vs =0 No Flejes
Vn	37.95 t	Vn = Vc Art 5.8.3.3-1
Vr	39.84 t	Cortante Resist Vr = phi x Vn
Vu	15.33 t	Cortante Ult de Diseño
Chequeo	OK	Cortante OK

Diseño para la Longitud Total del Muro

DISEÑO DE LA ZARPA DELANTERA O DEDO

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Evento Extremo I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | **Diseño a Cortante**

	Valor	Simbología
dv1 0.9de	0.24 m	Profund efec de Cortante (a) Art 5.8.2.9
dv2 0.72h	0.25 m	Profund efec de Cortante (b) Art 5.8.2.9
dv dom	0.25 m	Prof efec de Cortante dominante
Phi	0.9	Fact ResisCort Art 5.5.4.2 Concr Normal
Vs	0	Vs = 0 -->> No Flejes
		ACCIÓN EN UNA DIRECCIÓN
Beta	2	Fact.Cap Concr Agr Diag Tracc y Cort
Vc	44.27 t	Vc=0.083Betaf'c^(1/2)bvdv Art 5.8.3.3-3
Vn	44.27 t	Vn = Vc Art 5.8.3.3-1
Vr	39.84 t	Cortante Resist Vr = phi x Vn
Vu	8.63 t	Cortante Ult Diseño.SeccCrít: a dv cara
Chq1direcc	Vr>Vu:OK	Cort Una Direcc OK
		ACCIÓN EN DOS DIRECCIONES
Beta_c	7.937	Rel lado largo/corto rectáng aplic.carga
bo	4.5 m	bo = Perímetro de la Sección Crítica
Vc	127.07 t	(.17+.33/Betac)Sq(fc)bodv<.33Sq(fc)bodv
Vr	114.37 t	Cortante Resist Vr = phi x Vn Vn = Vc
Vu	10.31 t	Cortante Ult Dis. Secc Crít: dv/2 de cara
Ch.2Direcc	Vr>Vu:OK	Cort Dos Direcc OK
Ch.GLOBAL	Vr>Vu:OK	Cortante Global OK

Diseño para la Longitud Total del Muro

ENVOLVENTE DE DISEÑO DE LA ALETA

ENVOLVENTE DE DISEÑO DE LA ALETA

Armad Principal a Flexión | Chequeo a Cortante

Estado Límite	ZarDel.Abajo	ZarTras.Abajo	ZarTras.Arrib	Vást.CaraRellen
Servicio I	1 # 4 @ 0.2	-	1 # 4 @ 0.11	1 # 4 @ 0.2
Resistencia I	1 # 4 @ 0.2	-	1 # 4 @ 0.08	1 # 4 @ 0.12
Ev Extremo I	1 # 4 @ 0.2	-	1 # 4 @ 0.09	1 # 4 @ 0.1
Envolvente	**1 # 4 @ 0.2**	-	**1 # 4 @ 0.08**	**1 # 4 @ 0.1**

ENVOLVENTE DE DISEÑO DE LA ALETA

Armad Principal a Flexión | **Chequeo a Cortante**

Estado Límite	ZarDelant Vr / Vu	ZarTrasera Vr / Vu	Vástago Vr / Vu
Servicio I	6.9	5.83	4.1
Resistencia I	4.42	1.3	2.54
Ev Extremo I	4.61	1.41	2.1
Envolvente	**OK CORTE**	**OK CORTE**	**OK CORTE**

Constantes de Diseño para la Aleta

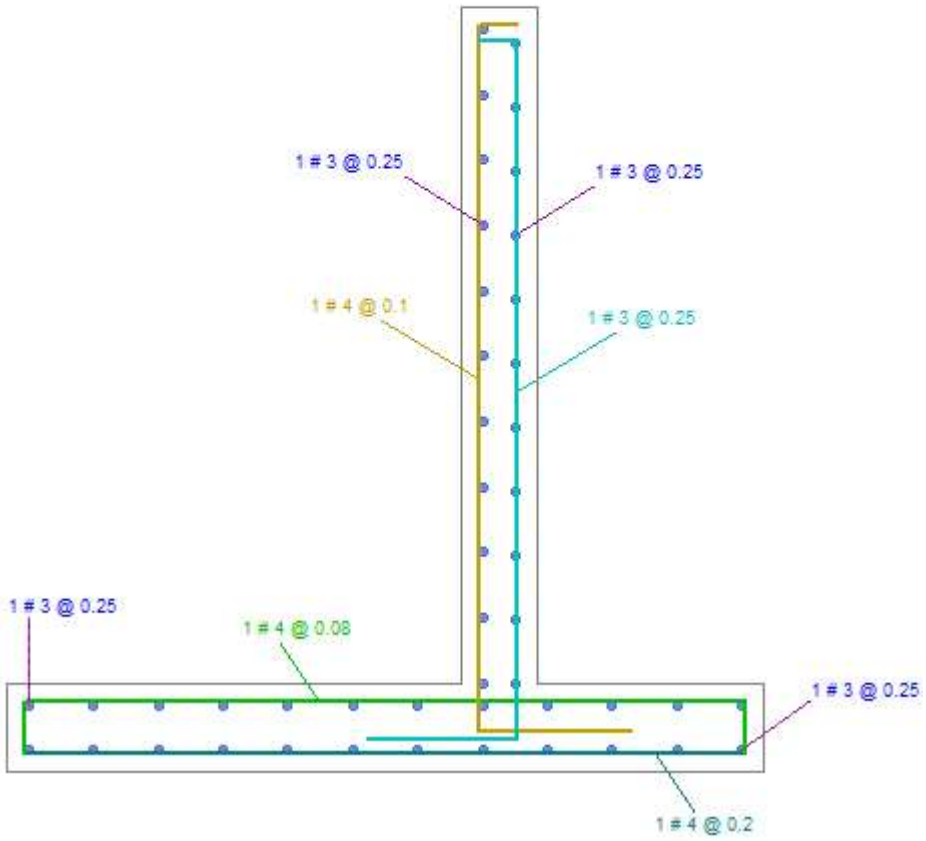
Resistencia del Concreto F'c (kg/cm2)	280
Límite de Fluencia del Acero, Fy (kg/cm2)	4200
Recubrim Concreto al Centroide Armad Principal (cm)	8
Usar Diámetro Varillas en milímetros o en pulgadas	pulg
Diámetro Mínimo a usar para Acero Principal, #	4
Diámetro Mínimo a usar para Acero Secundario, #	3
Separación Máxima Varillas Armadura Principal, (cm)	20

$$K = \frac{Mu}{bd^2} \qquad m = \frac{Fy}{0.85f'c}$$

Índice de Acero Rho:

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2mK}{\emptyset fy}}\right)$$

Detalles del Muro



Detalles del Muro en Vista Separada







DISEÑO DE BOX CULVERT TIPO 6

17. DISEÑO DE BOX CULVERT TIPO 6

El diseño se realizó modelando las paredes y la losa como un conjunto, y determinar las fuerzas y momentos internos en los elementos. La estructura se diseñó paso a paso con el objeto de conocer muy bien los efectos de diseño y, el diseño del Box Coulvert y aletas fue realizado utilizando el Programa de Puentes del Ingeniero Fernando Medina (*Ver Anexos Digitales*).

17.1. DISEÑO ESTRUCTURAL

17.1.1. Datos de Entrada

A continuación, se presenta los datos iniciales para realizar el diseño y la modelación de esta estructura:

DATOS DE ENTRADA		
Altura Total de la Estructura	2.15	**m**
Ancho Total de la Estructura	2.60	**m**
Espesor de la Losa Superior	0.35	**m**
Espesor de los Muros	0.30	**m**
Espesor de la Losa Inferior	0.30	**m**
Número de Celdas	1	
Longitud de la Estructura	8.00	**m**
Longitud de la Aleta	2.00	**m**
Espesor del Vástago de la Aleta	0.30	**m**
Espesor de la Zapata	0.30	**m**

Tabla 28. *Datos de Entrada para la modelación de la Estructura.*

En los anexos se presenta el diseño del Box Culvert descrito en esta memoria de cálculo digital.

17.1.2. Constantes de Diseño

A continuación, se presenta las constantes de diseño que se tuvieron en cuenta en la modelación de esta estructura:

CONSTANTES DE DISEÑO		
Resistencia a la Compresión del Concreto (f_c')	280	kg/cm^2
Resistencia a la Fluencia del Acero (f_y) – Barras Longitudinales	4200	kg/cm^2
Resistencia a la Fluencia del Acero (f_y) – Acero de Flejes	4200	kg/cm^2
ϕ varilla muros (Octavos de pulgada)	No. 3-4	
ϕ min. varilla losa (Octavos de pulgada)	No. 3-4	
Recubrimiento centroide de losa y lateral libre	7.50	cm
Camión de Diseño	CCP-14 COL	

Tabla 29. *Constantes de Diseño para la modelación de la Estructura.*

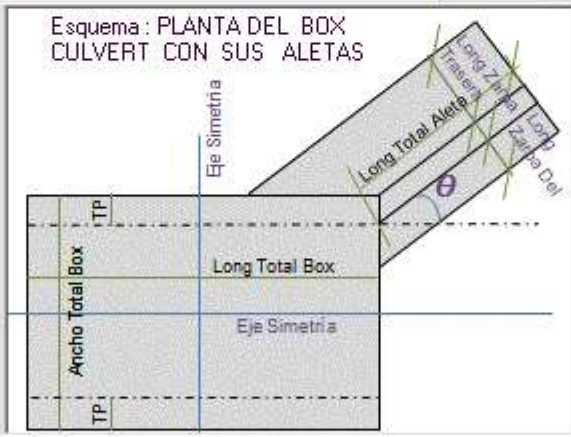
A continuación, se presentan los resultados del diseño de todas las estructuras que componen esta estructura (**Box Culvert Tipo 6**) utilizando el Programa de Puentes del Ingeniero Fernando Medina.

INFORMACIÓN GENERAL DEL BOX CULVERT

GEOMETRÍA ALCANTARILLA y GEOMETRÍA ALETAS

GEOMETRÍA DE LA ALCANTARILLA	
Ancho Total del Box (a bordes ext.), Lta (m)	2.6
Longitud Total Box (a bordes exter), Ltb (m)	8
Altura Total Box (a bordes ext), Ha (m)	2.15
Número de Celdas	1
Espesor Losa Superior ts (m)	0.35
Espesor Losa Inferior ti (m)	0.3
Espesor Paredes Verticales tp (m)	0.3
Espesor de Capa o Placa de Rodadura (m)	0.08
Dimensión de la Cartela (Igual en X e Y) (m)	0
GEOMETRÍA ALETAS (aplica para las cuatro)	
Longitud Total de la Aleta LTM (m)	2
Si Hrell es > 0, Altura Adicional de Aleta (m)	0
Altura Total en Extr Ext (menor), HLN (m)	1
Ángulo Box-Aleta en Planta, (grados)	45
Angulo Inclinación Talud Relleno (grados)	0
Ancho de Corona del Vástago, AC (m)	0.3
Proyección Trasera Vástago, BZ (m)	0
Proyección Delantera Vástago, BD (m)	0
Longitud Total de Zapata, Min 0.67H, LTZ (m)	1.8
Longitud de la Zarpa Delantera, LZD (m)	0.4
Espesor de la Zapata, Hzap (m)	0.3

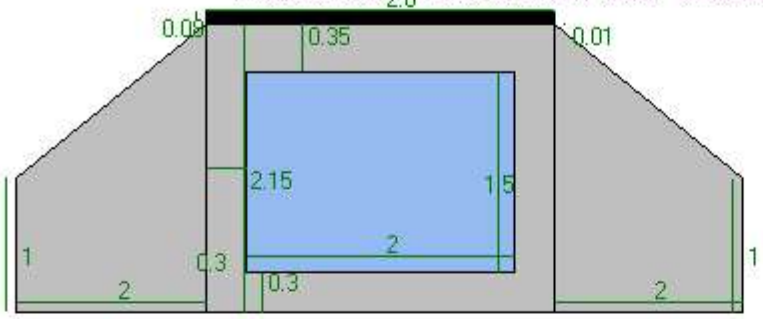
Esquema : PLANTA DEL BOX CULVERT CON SUS ALETAS



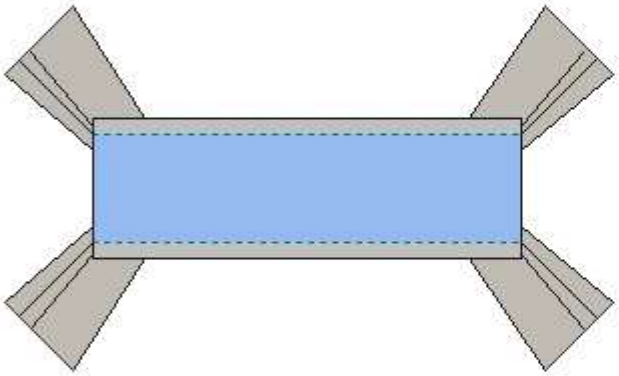
INFORMACIÓN GENERAL DEL BOX CULVERT

GEOMETRÍA ALCANTARILLA y GEOMETRÍA ALETAS

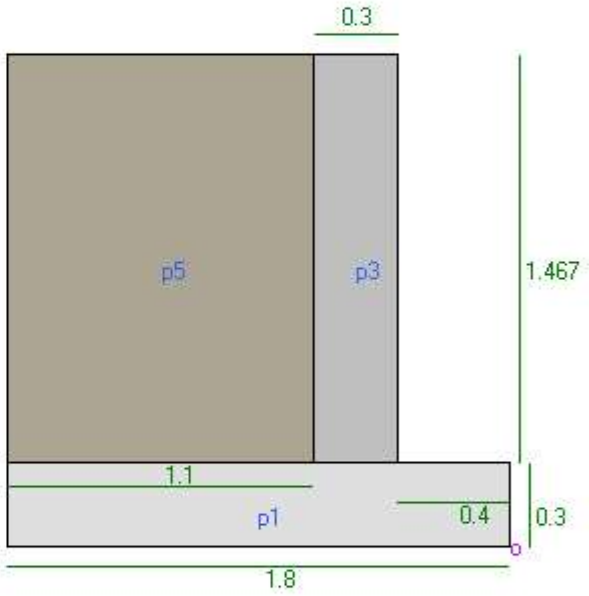
FRONTAL VIEW: BOX CULVERT AND WINGWALLS



PLAN VIEW: BOX CULVERT AND WINGWALLS



WINGWALL: FRONTAL VIEW



Información Complementaria

Altura del Relleno sobre el Box, Hrell (m)	0.01
Aleta: Sección en Estudio (a diseñar)	LTM/3

INFORMACIÓN GENERAL DEL BOX CULVERT

DATOS DEL SUELO Y EL RELLENO

DATOS DEL SUELO Y EL RELLENO

Resistencia Suelo E Lím de Resistencia(t/m2)	32.4
Resistencia Suelo E.Lím Evento Extrem (t/m2)	71.6
Resistencia Suelo Est.Lím de Servicio (t/m2)	71.6
Peso Especifico Suelo de Relleno (t/m3)	1.8
Áng Fricción Interna Suelo Relleno ϕ 'f (grads)	30
Áng Fricción Interna Suelo Cimentac ϕ 'f (grados)	30
Áng Fricc en interfase muro relleno δ (grados)	0
Altura Nivel Freático desde fondo zap, Hnf(m)	0
Tipo Empuje Horiz a considerar por el Relleno	Reposo

CONSTANTES SÍSMICAS

Coeficiente Aceleración Pico Horiz, PGA	0.15
Clase de Sitio (Clase de Suelo)	E

NORMA DE DISEÑO

Camión de Diseño: Utilizar la Norma	CCP14

Constantes de Diseño para el Box Culvert

Resistencia del Concreto F'c (kg/cm2)	280
Límite de Fluencia del Acero, Fy (kg/cm2)	4200
Recubrim Concreto al Centroide Armad Principal (cm)	7.5
Usar Diámetro Varillas en milímetros o en pulgadas	pulg
Diámetro Mínimo a usar para Acero Principal, #	4
Diámetro Mínimo a usar para Acero Secundario, #	3
Separación Máxima Varillas Armadura Principal, (cm)	20

Constantes de Diseño para las Aletas

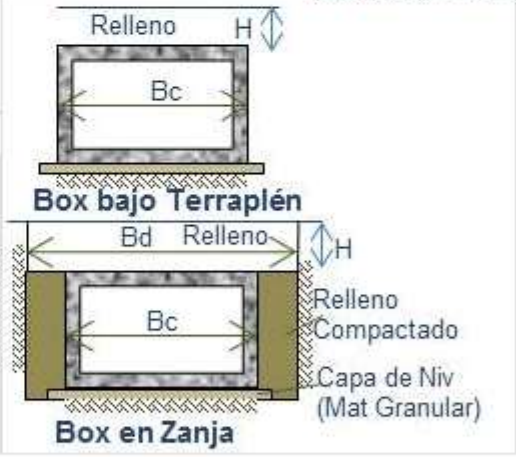
Resistencia del Concreto F'c (kg/cm2)	280
Límite de Fluencia del Acero, Fy (kg/cm2)	4200
Recubrim Concreto al Centroide Armad Principal (cm)	7.5
Usar Diámetro Varillas en milímetros o en pulgadas	pulg
Diámetro Mínimo a usar para Acero Principal, #	4
Diámetro Mínimo a usar para Acero Secundario, #	3
Separación Máxima Varillas Armadura Principal, (cm)	20

Considerar 14/fy como Rho mínimo (sugerido SÍ)	NO

CONSTANTES PARA MODIFICACIÓN DE LAS CARGAS DE SUELO, CONSIDERANDO INTERACCIÓN SUELO ESTRUCTURA

(AASHTO CCP14 Art 12.11.2.2)

Tipo de Box (según condiciones de relleno)	Bajo Terraplén
Ancho Horizontal de la Zanja Bd (= Bc para terrapl)	7
Coeficiente Kmiu, según material del relleno	0.14
Relleno Compactado a lo largo de los laterales del box	No Compactado



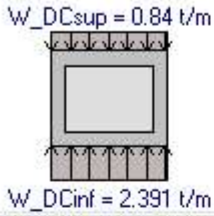
Valores Sugeridos de Kmiu (Fig 12.11.2.2.1-3)

Kmiu = 0.1924 para materiales granulares no cohesivos
Kmiu = 0.165 máx. para arena y grava
kmiu = 0.150 para capa vegetal saturada
kmiu = 0.130 máx. normal para arcilla
kmiu = 0.110 arcilla saturada

SOLICITACIONES BÁSICAS DEL BOX CULVERT: DC, DW, EH, EV, LS

CARGAS

CARGA MUERTA DC



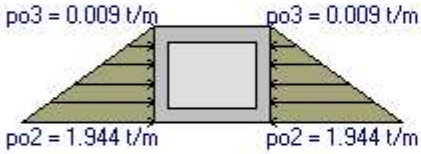
Ítem	Carga (t/m)	Descripción
W DC_sup	0.84	P.P de la Losa Superior del Box
W DC_cartelas	0	(P.P de las Cartelas) / Ancho Box
W DC_x muros	0.831	(P.P de Muros Box) / Ancho Box
W DC_inf	2.391	Carga sobre Losa Inferior por DC

CARGA MUERTA DW



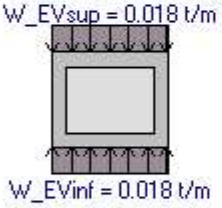
Ítem	Carga (t/m)	Descripción
W DW_sup	0.192	Carga Losa Sup por C.Rodadura
W DW_inf	0.192	Carga Losa Inf por C.Rodadura

EMPUJE DE TIERRAS EH



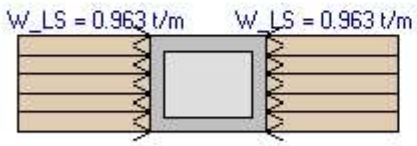
Ítem	W (t/m/m)	Descripción
p01	1.944	p01 = Ko x Pvolsueloseco x H1+ p03
p03	0.009	p03 = Ko x Pvolsueloseco x HR
p02	1.944	p02 = Ko x Pvolsuelosumerg x HNF+p01
p Eagua	0	P.unit agua x H nivel freático

PRESIÓN VERTICAL SUELO RELLENO EV



Ítem	Valor	Descripción
Box.Tip	Bajo Terraplén	Tipo de Box según manejo del Rell
Bc	2.6 m	Ancho Horizontal del Box
Kmiu	-	Coef función del Material del Relleno
H	0.01 m	Profundidad del Relleno sobre el Box
Cd	-	Coef función de Kmiu, H y Bc o Bd
Fe	1 <= 1.4 -> 1	1+ 0.20 x H / Bc
Ft	-	(Cd x Bd^2) / H / Bc <= Fe
EVsup	0.018 t/m	EVsup= Ft x GammaS x H (/ml box)

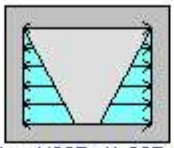
SOBRECARGA VIVA LS



Ítem	Valor	Descripción
Ko	0.5	Coef. Presion de Reposo del Suelo
PesoVol_s	1.8 t/m3	Peso Unitario Total del Suelo
H_box	2.15 m	Altura Total del Box Culvert
h_eq	1.07 m	Alt Equiv de suelo para C.Vehicular
Delta_p	0.963 t/m	Presión cte.horiz suelo x sobrec CV

CARGAS

CARGA DE AGUA WA



CARGA DE AGUA

Ítem	Valor	Descripción
Alt Agua	1.825 m	Altura de Agua actuante
Wagua_WA	1.825 t/m	Presión de Agua (box lleno)

Consideraciones:

El Art. 3.7.1 de AASHTO y CCP-14 exige considerar el caso donde el box esté lleno de agua así como el estado donde el box esté vacío

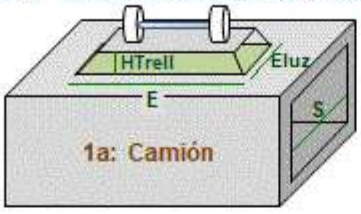
CARGAS

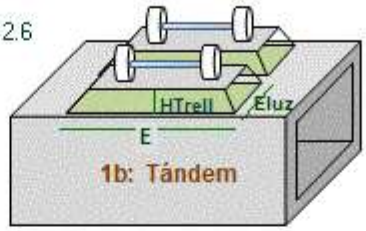
CARGA VIVA LL+Imp . Teoría

AASHTO y CCP-14 Art 4.6.2.10

Caso 1. Altura de Relleno HR < 0.6

Art 3.6.1.2.6





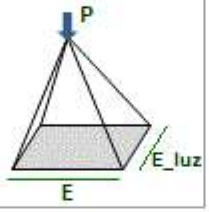
Distribución de la Carga de Eje . HR < 0.60 m

E = 0.244+0.12S

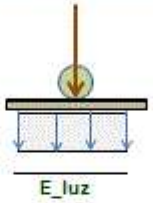
E_luz = LT + LLDF(H)

LLDF = 1.15 LT = 0.254 m

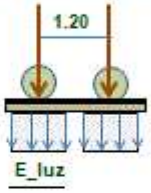
H = HR + esp pavimento



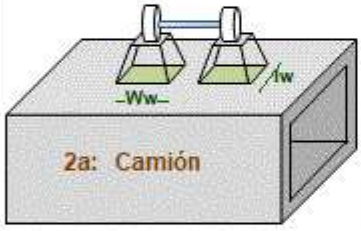
1a: Domina el Camión

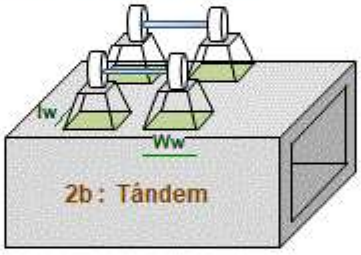


1b: Domina el Tándem



Caso 2. Altura de Relleno HR >= 0.6 m SIN Traslapo





(•) Sin Traslapo

( ) Con Traslapo

H= Hrell+esp pav

l_t= 0.254 m

$LLDF$ = 1.15

S_a= 1.20 ó 4.30 m

S_w= 1.828 m

w_t= 0.508 m

Distribución de la Carga de Eje . HR >= 0.60 m

A_{LL} = Área de Distr de la Carga de Eje a la Prof H $A_{LL} = l_w w_w$

Cálculo de w_w

$H_{int-t} = \frac{s_w - w_t - 0.06D_i}{LLDF}$

$Si\ H < H_{int-t}$

$w_w = w_t + LLDF(H) - 0.06D_i$

$Si\ H \geq H_{int-t}$

$w_w = w_t + s_w + LLDF(H) - 0.06D_i$

Cálculo de l_w

$H_{int-p} = \frac{s_a - l_t}{LLDF}$

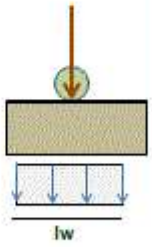
$Si\ H < H_{int-p}$

$l_w = l_t + LLDF(H)$

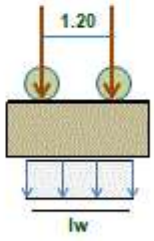
$Si\ H \geq H_{int-p}$

$l_w = l_t + s_a + LLDF(H)$

2a: Domina el Camión



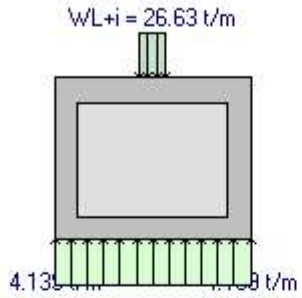
2b: Domina el Tándem



CÁLCULO DE LAS SOLICITACIONES BÁSICAS : CARGA VIVA L + i

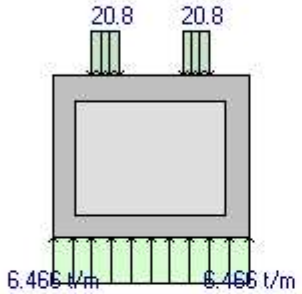
Solicitaciones Críticas por Cargas Vivas

CARGA VIVA LL+I . POSICIÓN CRÍTICA 1: CAMIÓN



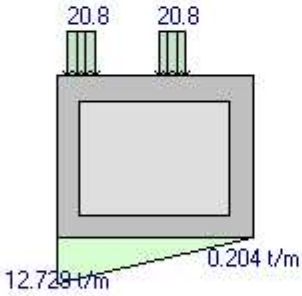
Ítem	Valor	Descripción
Carga Q	16.7 t/m	Carga Distribuida Equivalente
Fact Imp. IM	32.865 %	Factor Dinámico de Impacto
Factor m	1.2	Factor de Presencia Múltiple
Carga W	26.626 t/m	Carga Distrib. Equiv. Efectiva
L.Carga lw	0.358 m	Longitud lw de la Carga(s) W
Brazo a1	0.971 m	Brazo.Aplicac a1 de Carga W
Brazo a2	- . No aplica	Brazo.de Aplc a2 (si aplica)
Carga S1	4.139 t/m	Carga de Reacción Máxima
Carga S2	4.139 t/m	Carga de Reacción Mínima

CARGA VIVA LL+I . POSICION CRÍTICA 2: TÁNDEM



Ítem	Valor	Descripción
Carga Q	13.047 t/m	Carga Distribuida Equivalente
Fact Imp. IM	32.865 %	Factor Dinámico de Impacto
Factor m	1.2	Factor de Presencia Múltiple
Carga W	20.801 t/m	Carga Distrib. Equiv. Efectiva
L.Carga lw	0.358 m	Longitud lw de la Carga(s) W
Brazo a1	0.371 m	Brazo.Aplicac a1 de Carga W
Brazo a2	1.571 m	Brazo.de Aplc a2 (si aplica)
Carga S1	6.466 t/m	Carga de Reacción Máxima
Carga S2	6.466 t/m	Carga de Reacción Mínima

CARGA VIVA LL+I . POSICION CRÍTICA 3 . MÁX CORTANTE



Ítem	Valor	Descripción
Carga Q	13.047 t/m	Carga Distribuida Equivalente
Fact Imp. IM	32.865 %	Factor Dinámico de Impacto
Factor m	1.2	Factor de Presencia Múltiple
Carga W	20.801 t/m	Carga Distrib. Equiv. Efectiva
L.Carga lw	0.358 m	Longitud lw de la Carga(s) W
Brazo a1	0 m	Brazo.Aplicac a1 de Carga W
Brazo a2	1.2 m	Brazo.de Aplc a2 (si aplica)
Carga S1	12.729 t/m	Carga de Reacción Máxima
Carga S2	0.204 t/m	Carga de Reacción Mínima

CHEQUEO DE ESFUERZOS EN EL SUELO

CHEQUEO DE ESFUERZOS EN EL SUELO

ESTADO DE CARGA	ESFZO SUELO t/m2
Carga Muerta y Acc DC	2.39
Carga Pavimento DW	0.19
Presión Vert Rellen EV	0.02
Presión Peso Agua WA	1.15
Carga Viva+Imp L+i	12.73

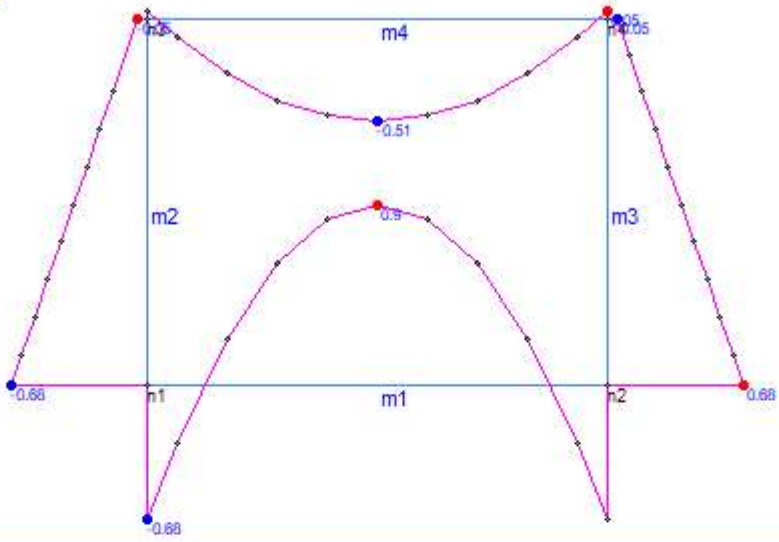
ESTADO LÍMITE DE RESISTENCIA

1.25(DC) + 1.50(DW) + 1.35(EV) + 1.0(WA) + 1.75(L+I)

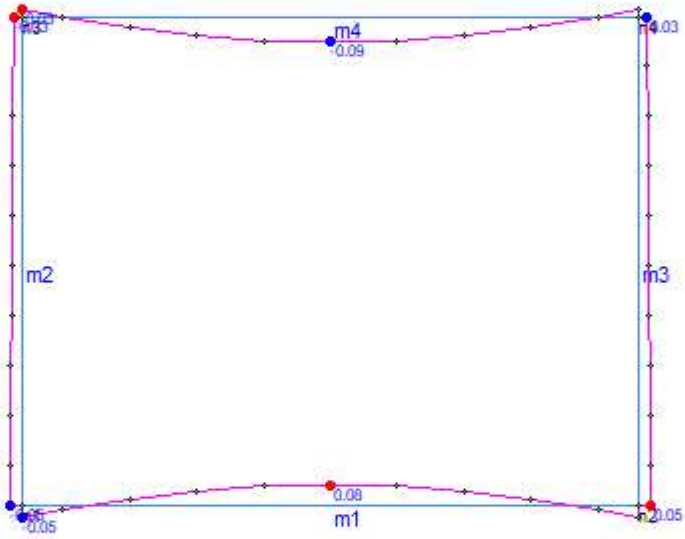
Esfuerzo Actuante	26.73 t/m2
Resist Suelo E.Lím de Resistencia	32.4 t/m2
Diagnóstico	Cumple OK

Diseño

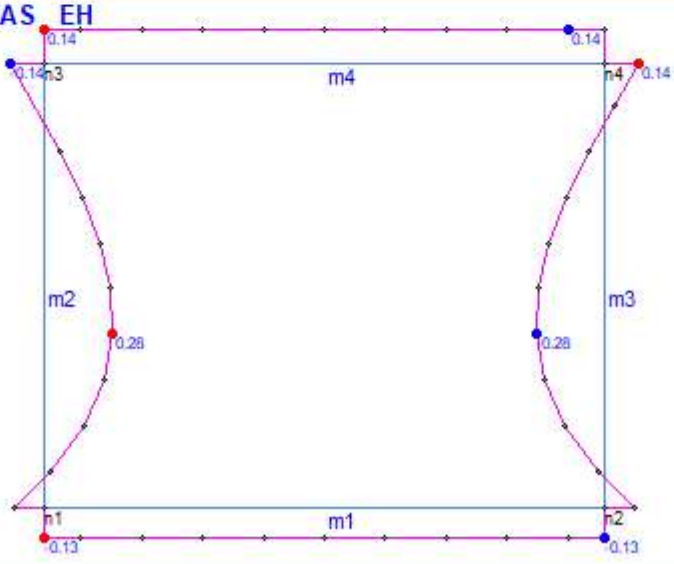
CARGA MUERTA DC



CARGA MUERTA DW



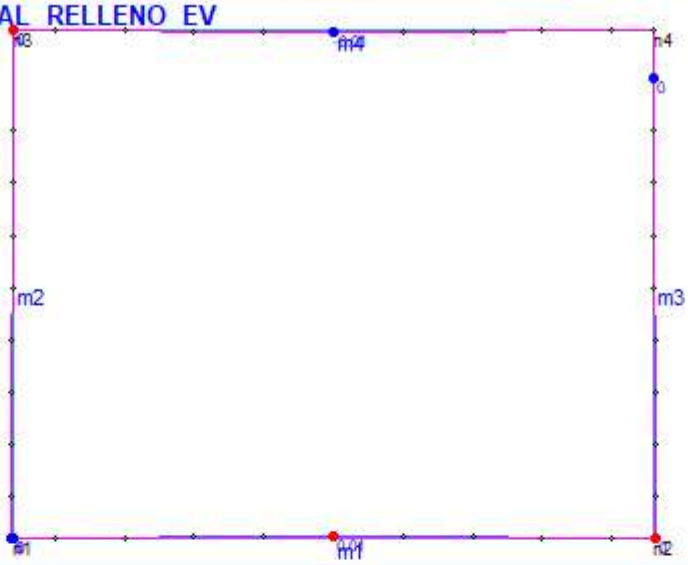
CARGA EMPUJE DE TIERRAS EH



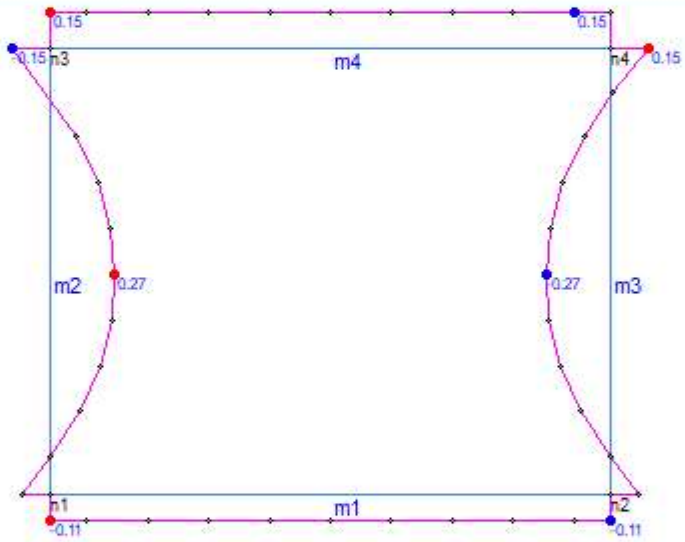
Análisis del Box para los Estado Básicos de Cargas

Diseño

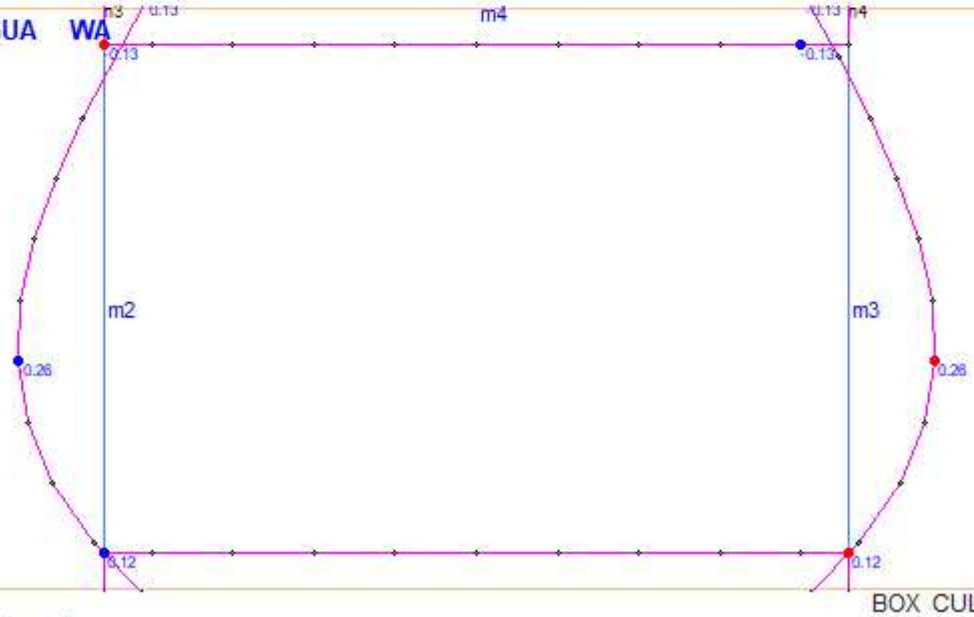
PRESIÓN CARGA VERTICAL RELLENO EV



SOBRECARGA LS



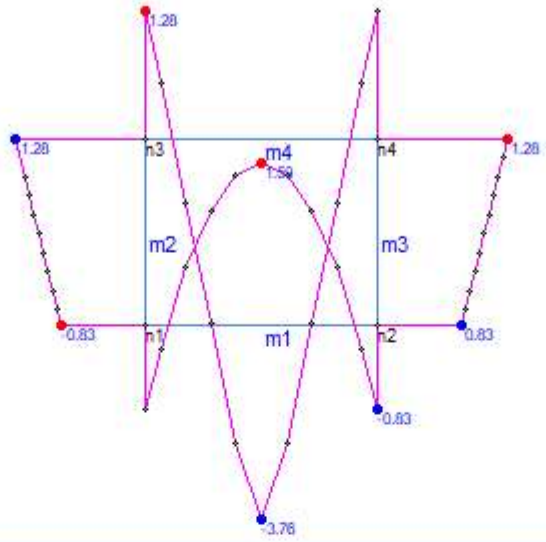
CARGA DE AGUA WA



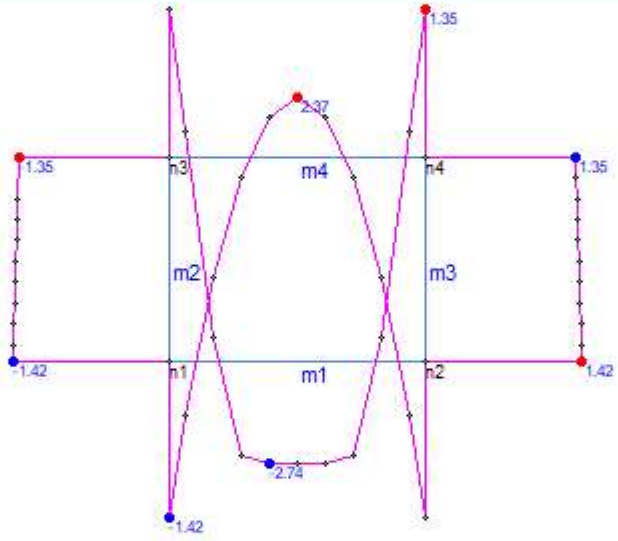
Análisis del Box para los Estado Básicos de Cargas

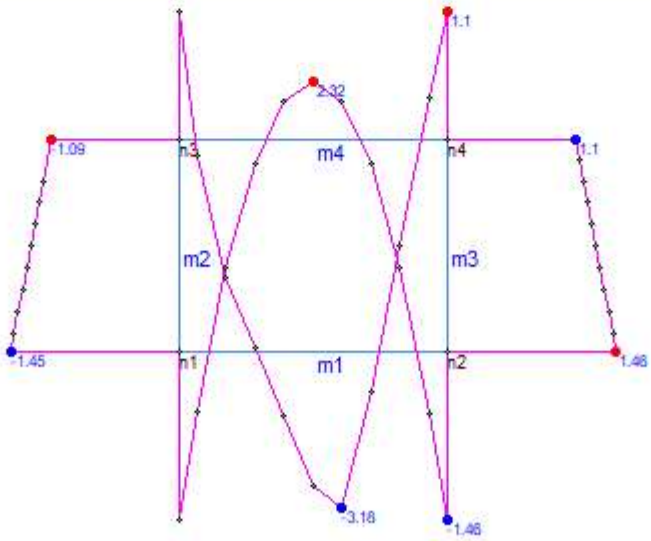
Diseño

CARGA VIVA L+ I : CAMIÓN



CARGA VIVA L + I : TÁNDEM





EFUERZOS FINALES DE MIEMBROS

CARGA MUERTA DC

Miembro	Nudo	F Axial (t)	Cortante (t)	Mom (t-m)
m1	1	0	-2.75	-0.68
	2	0	-2.75	0.68
m2	1	0.97	0.35	0.68
	3	-0.97	-0.35	-0.05
m3	2	0.97	-0.35	-0.68
	4	-0.97	0.35	0.05
m4	3	-0.35	0.97	0.05
	4	0.35	0.97	-0.05

EFUERZOS FINALES DE MIEMBROS

CARGA MUERTA DW

Miembro	Nudo	F Axial (t)	Cortante (t)	Mom (t-m)
m1	1	0	-0.22	-0.05
	2	0	-0.22	0.05
m2	1	0.22	0.01	0.05
	3	-0.22	-0.01	-0.03
m3	2	0.22	-0.01	-0.05
	4	-0.22	0.01	0.03
m4	3	-0.01	0.22	0.03
	4	0.01	0.22	-0.03

EFUERZOS FINALES DE MIEMBROS

CARGA EMPUJE DE TIERRAS EH

Miembro	Nudo	F Axial (t)	Cortante (t)	Mom (t-m)
m1	1	0	0	-0.13
	2	0	0	0.13
m2	1	0	1.18	0.13
	3	0	0.61	-0.14
m3	2	0	-1.18	-0.13
	4	0	-0.61	0.14
m4	3	0.61	0	0.14
	4	-0.61	0	-0.14

EFUERZOS FINALES DE MIEMBROS

PRESIÓN CARGA VERTICAL RELLENO EV

Miembro	Nudo	F Axial (t)	Cortante (t)	Mom (t-m)
m1	1	0	-0.02	0
	2	0	-0.02	0
m2	1	0.02	0	0
	3	-0.02	0	0
m3	2	0.02	0	0
	4	-0.02	0	0
m4	3	0	0.02	0
	4	0	0.02	0

EFUERZOS FINALES DE MIEMBROS

SOBRECARGA LS

Miembro	Nudo	F Axial (t)	Cortante (t)	Mom (t-m)
m1	1	0	0	-0.11
	2	0	0	0.11
m2	1	0	0.86	0.11
	3	0	0.9	-0.15
m3	2	0	-0.86	-0.11
	4	0	-0.9	0.15
m4	3	0.9	0	0.15
	4	-0.9	0	-0.15

EFUERZOS FINALES DE MIEMBROS

CARGA DE AGUA WA

Miembro	Nudo	F Axial (t)	Cortante (t)	Mom (t-m)
m1	1	0	0	0.12
	2	0	0	-0.12
m2	1	0	-1.1	-0.12
	3	0	-0.56	0.13
m3	2	0	1.1	0.12
	4	0	0.56	-0.13
m4	3	-0.56	0	-0.13
	4	0.56	0	0.13

Momentos Interiores en cada Miembro

CARGA MUERTA DC

Miembro	Posic.(m)	M (t-m)
m1	0	-0.68
m1	0.15	-0.29
m1	0.4	0.23
m1	0.65	0.6
m1	0.9	0.83
m1	1.15	0.9
m1	1.4	0.83
m1	1.65	0.6
m1	1.9	0.23
m1	2.15	-0.29
m1	2.3	-0.68
m2	0	-0.68
m2	0.15	-0.63
m2	0.338	-0.56
m2	0.525	-0.5
m2	0.712	-0.43
m2	0.9	-0.37
m2	1.088	-0.3
m2	1.275	-0.24
m2	1.462	-0.17
m2	1.825	-0.05
m2	1.825	-0.05
m3	0	0.68
m3	0.15	0.63
m3	0.338	0.56
m3	0.525	0.5
m3	0.712	0.43
m3	0.9	0.37
m3	1.088	0.3
m3	1.275	0.24
m3	1.462	0.17
m3	1.65	0.11
m3	1.825	0.05
m4	0	0.05
m4	0.15	-0.09
m4	0.4	-0.27
m4	0.65	-0.4
m4	0.9	-0.48
m4	1.15	-0.51
m4	1.4	-0.48
m4	1.65	-0.4
m4	1.9	-0.27
m4	2.15	-0.09
m4	2.3	0.05

Momentos Interiores en cada Miembro

CARGA MUERTA DW

Miembro	Posic.(m)	M (t-m)
m1	0	-0.05
m1	0.15	-0.02
m1	0.4	0.02
m1	0.65	0.05
m1	0.9	0.07
m1	1.15	0.08
m1	1.4	0.07
m1	1.65	0.05
m1	1.9	0.02
m1	2.15	-0.02
m1	2.3	-0.05
m2	0	-0.05
m2	0.15	-0.05
m2	0.338	-0.05
m2	0.525	-0.05
m2	0.712	-0.04
m2	0.9	-0.04
m2	1.088	-0.04
m2	1.275	-0.04
m2	1.462	-0.04
m2	1.825	-0.03
m2	1.825	-0.03
m3	0	0.05
m3	0.15	0.05
m3	0.338	0.05
m3	0.525	0.05
m3	0.712	0.04
m3	0.9	0.04
m3	1.088	0.04
m3	1.275	0.04
m3	1.462	0.04
m3	1.65	0.04
m3	1.825	0.03
m4	0	0.03
m4	0.15	0
m4	0.4	-0.04
m4	0.65	-0.07
m4	0.9	-0.09
m4	1.15	-0.09
m4	1.4	-0.09
m4	1.65	-0.07
m4	1.9	-0.04
m4	2.15	0
m4	2.3	0.03

Momentos Interiores en cada Miembro

CARGA EMPUJE DE TIERRAS EH

Miembro	Posic.(m)	M (t-m)
m1	0	-0.13
m1	0.15	-0.13
m1	0.4	-0.13
m1	0.65	-0.13
m1	0.9	-0.13
m1	1.15	-0.13
m1	1.4	-0.13
m1	1.65	-0.13
m1	1.9	-0.13
m1	2.15	-0.13
m1	2.3	-0.13
m2	0	-0.13
m2	0.15	0.03
m2	0.338	0.17
m2	0.525	0.25
m2	0.712	0.28
m2	0.9	0.27
m2	1.088	0.23
m2	1.275	0.16
m2	1.462	0.07
m2	1.825	-0.14
m2	1.825	-0.14
m3	0	0.13
m3	0.15	-0.03
m3	0.338	-0.17
m3	0.525	-0.25
m3	0.712	-0.28
m3	0.9	-0.27
m3	1.088	-0.23
m3	1.275	-0.16
m3	1.462	-0.07
m3	1.65	0.04
m3	1.825	0.14
m4	0	0.14
m4	0.15	0.14
m4	0.4	0.14
m4	0.65	0.14
m4	0.9	0.14
m4	1.15	0.14
m4	1.4	0.14
m4	1.65	0.14
m4	1.9	0.14
m4	2.15	0.14
m4	2.3	0.14

Momentos Interiores en cada Miembro

PRESIÓN CARGA VERTICAL RELLENO EV

Miembro	Posic.(m)	M (t-m)
m1	0	0
m1	0.15	0
m1	0.4	0
m1	0.65	0.01
m1	0.9	0.01
m1	1.15	0.01
m1	1.4	0.01
m1	1.65	0.01
m1	1.9	0
m1	2.15	0
m1	2.3	0
m2	0	0
m2	0.15	0
m2	0.338	0
m2	0.525	0
m2	0.712	0
m2	0.9	0
m2	1.088	0
m2	1.275	0
m2	1.462	0
m2	1.825	0
m2	1.825	0
m3	0	0
m3	0.15	0
m3	0.338	0
m3	0.525	0
m3	0.712	0
m3	0.9	0
m3	1.088	0
m3	1.275	0
m3	1.462	0
m3	1.65	0
m3	1.825	0
m4	0	0
m4	0.15	0
m4	0.4	0
m4	0.65	-0.01
m4	0.9	-0.01
m4	1.15	-0.01
m4	1.4	-0.01
m4	1.65	-0.01
m4	1.9	0
m4	2.15	0
m4	2.3	0

Momentos Interiores en cada Miembro

SOBRECARGA LS

Miembro	Posic.(m)	M (t-m)
m1	0	-0.11
m1	0.15	-0.11
m1	0.4	-0.11
m1	0.65	-0.11
m1	0.9	-0.11
m1	1.15	-0.11
m1	1.4	-0.11
m1	1.65	-0.11
m1	1.9	-0.11
m1	2.15	-0.11
m1	2.3	-0.11
m2	0	-0.11
m2	0.15	0
m2	0.338	0.12
m2	0.525	0.2
m2	0.712	0.25
m2	0.9	0.27
m2	1.088	0.25
m2	1.275	0.2
m2	1.462	0.11
m2	1.825	-0.15
m2	1.825	-0.15
m3	0	0.11
m3	0.15	0
m3	0.338	-0.12
m3	0.525	-0.2
m3	0.712	-0.25
m3	0.9	-0.27
m3	1.088	-0.25
m3	1.275	-0.2
m3	1.462	-0.11
m3	1.65	0.01
m3	1.825	0.15
m4	0	0.15
m4	0.15	0.15
m4	0.4	0.15
m4	0.65	0.15
m4	0.9	0.15
m4	1.15	0.15
m4	1.4	0.15
m4	1.65	0.15
m4	1.9	0.15
m4	2.15	0.15
m4	2.3	0.15

Momentos Interiores en cada Miembro

CARGA DE AGUA WA

Miembro	Posic.(m)	M (t-m)
m1	0	0.12
m1	0.15	0.12
m1	0.4	0.12
m1	0.65	0.12
m1	0.9	0.12
m1	1.15	0.12
m1	1.4	0.12
m1	1.65	0.12
m1	1.9	0.12
m1	2.15	0.12
m1	2.3	0.12
m2	0	0.12
m2	0.15	-0.03
m2	0.338	-0.16
m2	0.525	-0.23
m2	0.712	-0.26
m2	0.9	-0.26
m2	1.088	-0.22
m2	1.275	-0.15
m2	1.462	-0.06
m2	1.825	0.13
m2	1.825	0.13
m3	0	-0.12
m3	0.15	0.03
m3	0.338	0.16
m3	0.525	0.23
m3	0.712	0.26
m3	0.9	0.26
m3	1.088	0.22
m3	1.275	0.15
m3	1.462	0.06
m3	1.65	-0.04
m3	1.825	-0.13
m4	0	-0.13
m4	0.15	-0.13
m4	0.4	-0.13
m4	0.65	-0.13
m4	0.9	-0.13
m4	1.15	-0.13
m4	1.4	-0.13
m4	1.65	-0.13
m4	1.9	-0.13
m4	2.15	-0.13
m4	2.3	-0.13

Momentos Interiores en cada Miembro

ESTADO LÍMITE DE RESISTENCIA Ia

Máx Carga Vertical y Máx Carga Horizontal

1.25(DC)+1.50(DW)+1.35(EV)+1.75(L+I)+1.5(EH)+1.75(LS)

Miembro	Posic.(m)	Mom Mu(t-m)
m1	0	-3.8
m1	0.15	-1.65
m1	0.4	1.26
m1	0.65	3.34
m1	0.9	4.59
m1	1.15	5
m1	1.4	4.59
m1	1.65	3.34
m1	1.9	1.26
m1	2.15	-1.65
m1	2.3	-3.8
m2	0	-3.8
m2	0.182	-3.28
m2	0.365	-2.78
m2	0.548	-2.41
m2	0.73	-2.18
m2	0.912	-2.07
m2	1.095	-2.07
m2	1.277	-2.18
m2	1.46	-2.37
m2	1.642	-2.96
m2	1.825	-2.96
m3	0	3.8
m3	0.182	3.28
m3	0.365	2.78
m3	0.548	2.41
m3	0.73	2.18
m3	0.912	2.07
m3	1.095	2.07
m3	1.277	2.18
m3	1.46	2.37
m3	1.642	2.64
m3	1.825	2.96
m4	0	2.96
m4	0.15	1.38
m4	0.4	-2.75
m4	0.65	-4.81
m4	0.9	-5.51
m4	1.15	-6.89
m4	1.4	-5.51
m4	1.65	-4.81
m4	1.9	-2.75
m4	2.15	1.38
m4	2.3	2.96

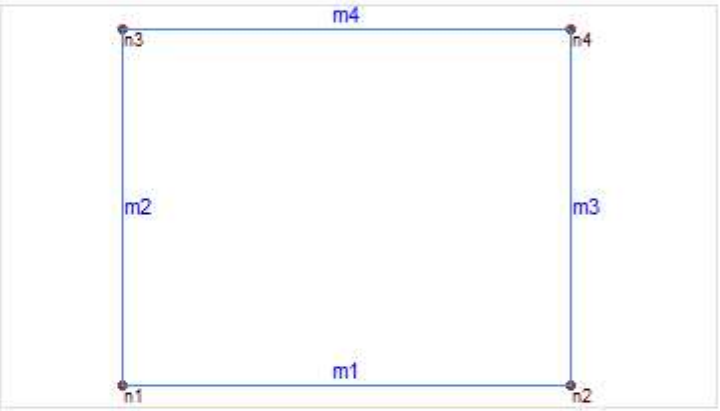


Momentos Interiores en cada Miembro

ESTADO LÍMITE DE RESISTENCIA Ia — **Máx Carga Vertical y Máx Carga Horizontal**

1.25(DC)+1.50(DW)+1.35(EV)+1.75(L+I)+1.5(EH)+1.75(LS)

Miembro	Posic.(m)	Mom Mu(t-m)



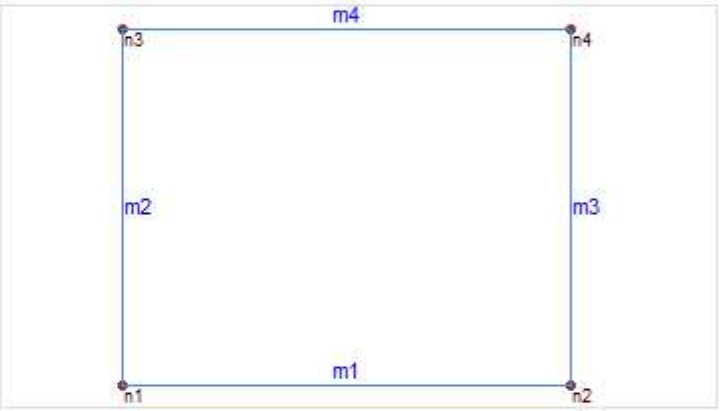
Momentos Interiores en cada Miembro

ESTADO LÍMITE DE RESISTENCIA Ib

Máxima Carga Vertical y Mínima Carga Horizontal

1.25(DC)+1.5(DW)+1.35(EV)+1.75(L+I)+1.0(WA)+0.9(EH)+1.75(LS)

Miembro	Posic.(m)	Mom Mu(t-m)
m1	0	-3.6
m1	0.15	-1.46
m1	0.4	1.45
m1	0.65	3.53
m1	0.9	4.78
m1	1.15	5.2
m1	1.4	4.78
m1	1.65	3.53
m1	1.9	1.45
m1	2.15	-1.46
m1	2.3	-3.6
m2	0	-3.6
m2	0.182	-3.33
m2	0.365	-3.03
m2	0.548	-2.79
m2	0.73	-2.61
m2	0.912	-2.49
m2	1.095	-2.43
m2	1.277	-2.42
m2	1.46	-2.47
m2	1.642	-2.74
m2	1.825	-2.74
m3	0	3.6
m3	0.182	3.33
m3	0.365	3.03
m3	0.548	2.79
m3	0.73	2.61
m3	0.912	2.49
m3	1.095	2.43
m3	1.277	2.42
m3	1.46	2.47
m3	1.642	2.58
m3	1.825	2.74
m4	0	2.74
m4	0.15	1.16
m4	0.4	-2.97
m4	0.65	-5.03
m4	0.9	-5.73
m4	1.15	-7.11
m4	1.4	-5.73
m4	1.65	-5.03
m4	1.9	-2.97
m4	2.15	1.16
m4	2.3	2.74



Momentos Interiores en cada Miembro

ESTADO LÍMITE DE RESISTENCIA Ib — **Máxima Carga Vertical y Mínima Carga Horizontal**

1.25(DC)+1.5(DW)+1.35(EV)+1.75(L+I)+1.0(WA)+0.9(EH)+1.75(LS)

Miembro	Posic.(m)	Mom Mu(t-m)



Momentos Interiores en cada Miembro

ESTADO LÍMITE DE RESISTENCIA Ic

Mín. Carga Vertical y Máx. Carga Horizontal

0.9(DC)+0.65(DW)+1.0(EV)+0.9(EH)+1.75(LS)

Miembro	Posic.(m)	Mom Mu(t-m)
m1	0	-3.92
m1	0.15	-1.78
m1	0.4	1.14
m1	0.65	3.22
m1	0.9	4.46
m1	1.15	4.88
m1	1.4	4.46
m1	1.65	3.22
m1	1.9	1.14
m1	2.15	-1.78
m1	2.3	-3.92
m2	0	-3.92
m2	0.182	-3.29
m2	0.365	-2.67
m2	0.548	-2.21
m2	0.73	-1.91
m2	0.912	-1.77
m2	1.095	-1.78
m2	1.277	-1.93
m2	1.46	-2.22
m2	1.642	-3.15
m2	1.825	-3.15
m3	0	3.92
m3	0.182	3.29
m3	0.365	2.67
m3	0.548	2.21
m3	0.73	1.91
m3	0.912	1.77
m3	1.095	1.78
m3	1.277	1.93
m3	1.46	2.22
m3	1.642	2.64
m3	1.825	3.15
m4	0	3.15
m4	0.15	1.56
m4	0.4	-2.56
m4	0.65	-4.63
m4	0.9	-5.32
m4	1.15	-6.7
m4	1.4	-5.32
m4	1.65	-4.63
m4	1.9	-2.56
m4	2.15	1.56
m4	2.3	3.15



Momentos Interiores en cada Miembro

ESTADO LÍMITE DE RESISTENCIA Ic — **Mín. Carga Vertical y Máx. Carga Horizontal**

0.9(DC)+0.65(DW)+1.0(EV)+0.9(EH)+1.75(LS)

Miembro	Posic.(m)	Mom Mu(t-m)



ENVOLVENTE MÁXIMA DE DISEÑO

Diseño a Flexión y Cortante de todas las secciones del Box Culvert

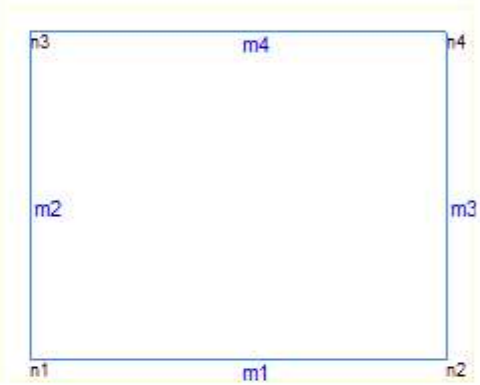
Mi.	Posic(m)	Mu(t-m)	As(cm2)	Arm.Sug	Vu(t)	Vu/Vr (Cheq)
m1	0	-3.92	5.98	1 # 4 @ 0.2	15.3	0.88 Ok
m1	0.15	-1.78	2.8	1 # 4 @ 0.2	13.31	0.76 Ok
m1	0.4	1.45	2.29	1 # 4 @ 0.2	9.98	0.57 Ok
m1	0.65	3.53	5.62	1 # 4 @ 0.2	6.65	0.38 Ok
m1	0.9	4.78	5.98	1 # 4 @ 0.2	3.32	0.19 Ok
m1	1.15	5.2	6.27	1 # 4 @ 0.2	-0.01	0 Ok
m1	1.4	4.78	5.98	1 # 4 @ 0.2	-3.33	0.19 Ok
m1	1.65	3.53	5.62	1 # 4 @ 0.2	-6.66	0.38 Ok
m1	1.9	1.45	2.29	1 # 4 @ 0.2	-9.99	0.57 Ok
m1	2.15	-1.78	2.8	1 # 4 @ 0.2	-13.32	0.76 Ok
m1	2.3	-3.92	5.98	1 # 4 @ 0.2	-15.31	0.88 Ok
m2	0	-3.92	5.98	1 # 4 @ 0.2	-6.98	0.4 Ok
m2	0.15	-3.33	5.28	1 # 4 @ 0.2	-6.22	0.36 Ok
m2	0.338	-3.03	4.81	1 # 4 @ 0.2	-5.29	0.3 Ok
m2	0.525	-2.79	4.43	1 # 4 @ 0.2	-4.39	0.25 Ok
m2	0.712	-2.61	4.14	1 # 4 @ 0.2	-3.53	0.2 Ok
m2	0.9	-2.49	3.94	1 # 4 @ 0.2	-2.7	0.15 Ok
m2	1.088	-2.43	3.84	1 # 4 @ 0.2	-1.91	0.11 Ok
m2	1.275	-2.42	3.83	1 # 4 @ 0.2	-1.15	0.07 Ok
m2	1.462	-2.47	3.91	1 # 4 @ 0.2	0.97	0.06 Ok
m2	1.825	-3.15	4.99	1 # 4 @ 0.2	1.69	0.1 Ok
m2	1.825	-3.15	4.99	1 # 4 @ 0.2	1.69	0.1 Ok
m3	0	3.92	5.98	1 # 4 @ 0.2	6.98	0.4 Ok
m3	0.15	3.33	5.28	1 # 4 @ 0.2	6.22	0.36 Ok
m3	0.338	3.03	4.81	1 # 4 @ 0.2	5.29	0.3 Ok
m3	0.525	2.79	4.43	1 # 4 @ 0.2	4.39	0.25 Ok
m3	0.712	2.61	4.14	1 # 4 @ 0.2	3.53	0.2 Ok
m3	0.9	2.49	3.94	1 # 4 @ 0.2	2.7	0.15 Ok
m3	1.088	2.43	3.84	1 # 4 @ 0.2	1.91	0.11 Ok
m3	1.275	2.42	3.83	1 # 4 @ 0.2	1.15	0.07 Ok
m3	1.462	2.47	3.91	1 # 4 @ 0.2	-0.97	0.06 Ok
m3	1.65	2.64	4.18	1 # 4 @ 0.2	-1.69	0.1 Ok
m3	1.825	3.15	4.99	1 # 4 @ 0.2	-1.69	0.1 Ok
m4	0	3.15	4.06	1 # 4 @ 0.2	-18.78	0.9 Ok
m4	0.15	1.56	2.01	1 # 4 @ 0.2	-18.57	0.89 Ok
m4	0.4	-2.97	3.83	1 # 4 @ 0.2	-17.18	0.82 Ok
m4	0.65	-5.03	6.54	1 # 4 @ 0.19	-7.74	0.37 Ok
m4	0.9	-5.73	6.65	1 # 4 @ 0.19	-4.54	0.22 Ok
m4	1.15	-7.11	6.99	1 # 4 @ 0.18	-4.19	0.2 Ok
m4	1.4	-5.73	6.65	1 # 4 @ 0.19	-3.85	0.19 Ok
m4	1.65	-5.03	6.54	1 # 4 @ 0.19	-0.65	0.03 Ok
m4	1.9	-2.97	3.83	1 # 4 @ 0.2	8.79	0.42 Ok
m4	2.15	1.56	2.01	1 # 4 @ 0.2	10.18	0.49 Ok
m4	2.3	3.15	4.06	1 # 4 @ 0.2	10.39	0.5 Ok



ENVOLVENTE MÁXIMA DE DISEÑO

Diseño a Flexión y Cortante de todas las secciones del Box Culvert

Mi.	Posic(m)	Mu(t-m)	As(cm2)	Arm.Sug	Vu(t)	Vu/Vr (Cheq)

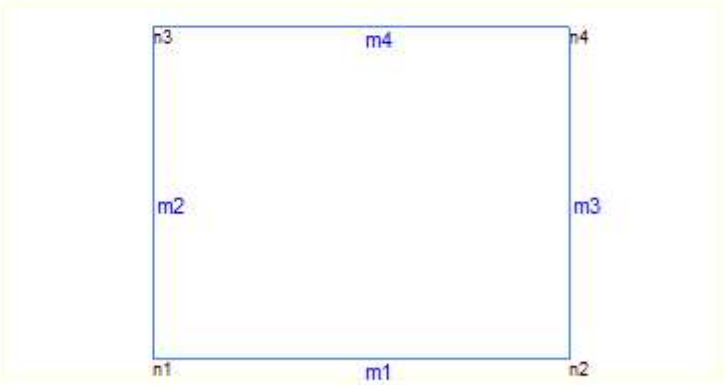


ENVOLVENTE MÁXIMA DE DISEÑO

Mi.	Posic(m)	Mu(t-m)	As(cm2)	Arm.Sug	Vu(t)	Vu/Vr	(Cheq)
m1	0	-3.92	5.98	1 # 4 @ 0.2	15.3	0.88	Ok

Diseño Detallado a Flexión para la sección en estudio

	Valor	Simbología
Mu	3.92 t-m	Momento mayorado en la secc
K	77.464 t/m2	Mu/bd^2
m	17.647	fy/0.85f'c
Ro Calc	0.0021	Cuantía Acero de Diseño
As calc	4.697 cm2	Area Refuerzo Calculado Total
Ic	0.002 m4	Mom de Inercia de Sección Bruta
fr	33.132 kg/cm2	Módulo de Ruptura : 1.98(f'c)^1/2
Mcr	4.97 t-m	Mom Agrietamiento
Asmin(Mcr)	5.984 cm2	Acero para Mom_Agrietam.
1.33Ascal	6.248 cm2	Acero Calculado x 1.33
Acero Domina	5.984 cm2	Acero a Flexión Definitivo
Arm Ppal Sug.	1 # 4 @ 0.2	Armad Ppal Real Propuesta
As real Coloc	6.334 cm2	Area de Acero Real Colocado
c	1.31 cm	Alt blq compr: AsFy/.85f'cBetab
et	0.0654	0.003(dt-c)/c
Chequeo	et > 0.005	Phi OK
As RetracTemp	18.64 cm2/cara	2.33<=0.75bh /(2(b+h)Fy)<=12.7
Arm Retr Sug.	1 # 3 @ 0.25	Armad Retracc Propuesta



*

Esfuerzos en el Suelo

ÍTEM	ESFZO MÁX SUELO
Carga Muerta DC	2.39 t/m2
Carga Muerta DW	0.19 t/m2
Empuje Tierras EH	0 t/m2
PrVert Relleno WV	0.02 t/m2
Sobrecarga LS	0 t/m2
Carga de Agua WA	0 t/m2
Carga Viva L+I (Vmáx)	12.73 t/m2
Est,Lím Res. Comb_Dom	25.81 t/m2
Res.Suelo E.Lím Resis	32.4 t/m2
Chequeo	SUELO OK

*

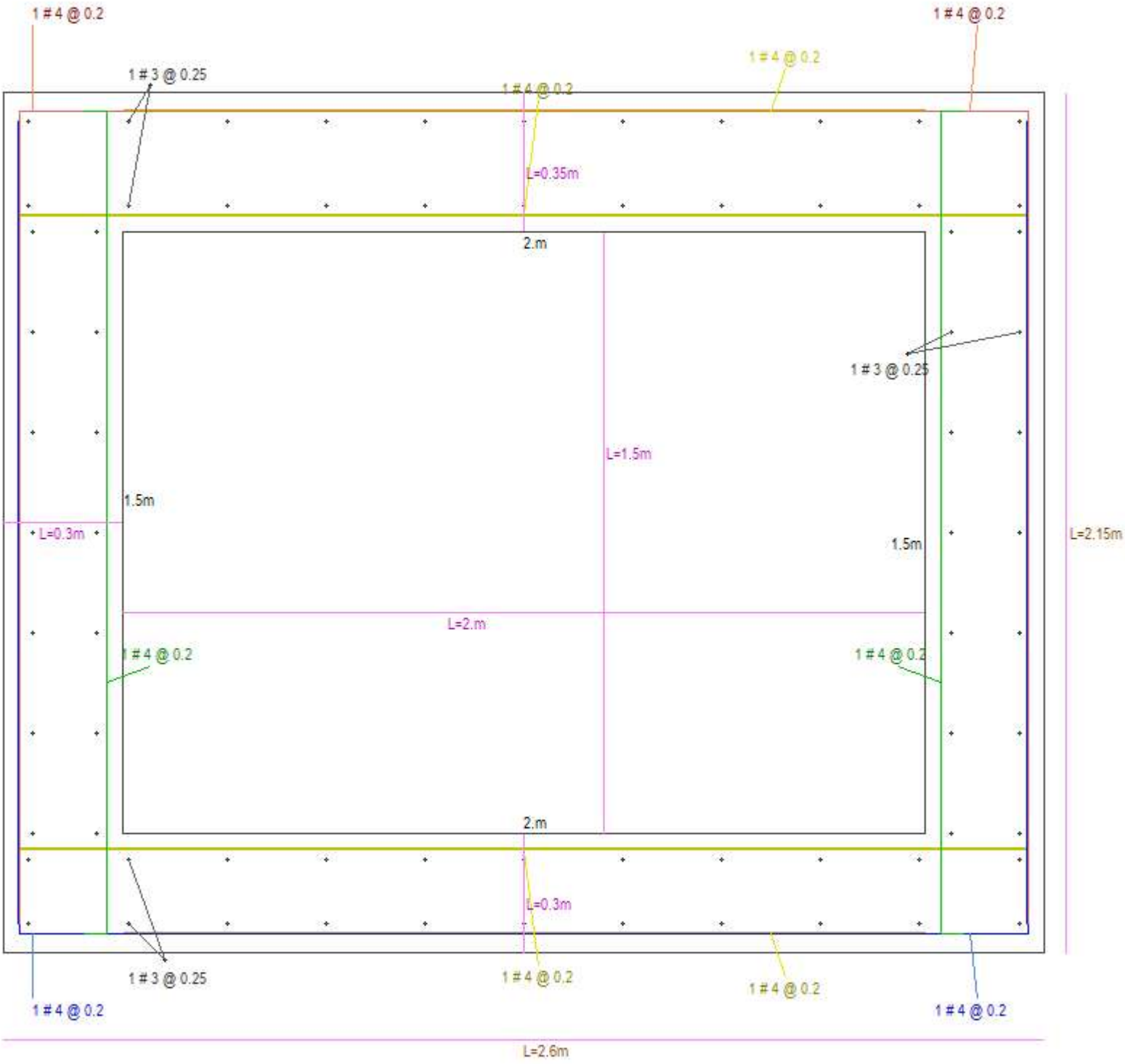
Diseño Detallado a Corte para la sección en estudio

	Valor	Simbología
dv1 0.9de	0.234 m	Profund efec de Cortante (a) Art 5.8.2.9
dv2 0.72h	0.216 m	Profund efec de Cortante (b) Art 5.8.2.9
dv dom	0.234 m	Prof efec de Cortante dominante
Phi	0.85	Fact de Res a Cort Art 5.5.4.2
Beta	2	Fact.Cap Concr Agr Diag Tracc y Cort
Vc	20.55 t	Vc=0.083Betaf'c^(1/2)bvdv Art 5.8.3.3-3
Vs	0	Vs =0 No Flejes
Vn	20.55 t	Vn = Vc Art 5.8.3.3-1
Vr	17.47 t	Vr = phi x Vn
Vu	15.3 t	Cortante Ult de Diseño
Chequeo	0.88 Ok	

ARMADURA BOX CULVERT

Armor
Report: 1

Armadura Sugerida



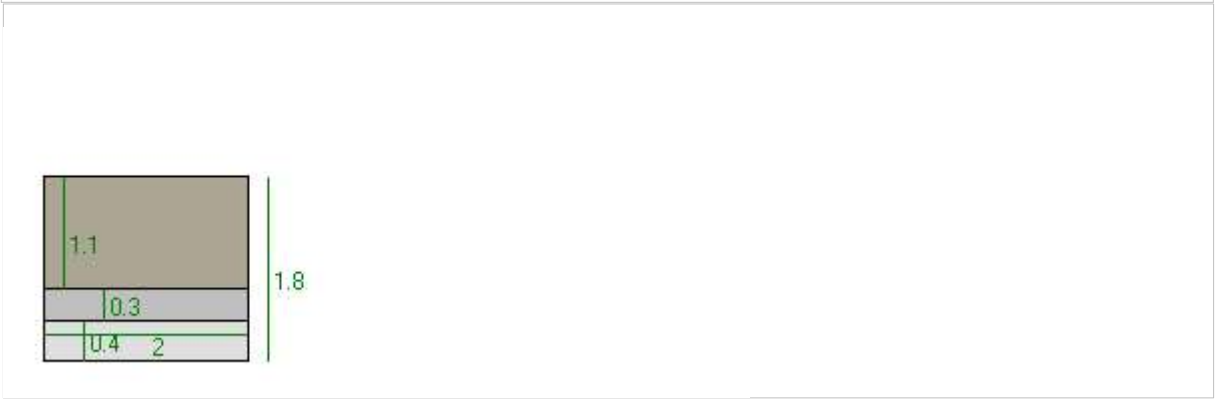
Diseño de la Aleta Superficial del Box

Muro: Rep. 4

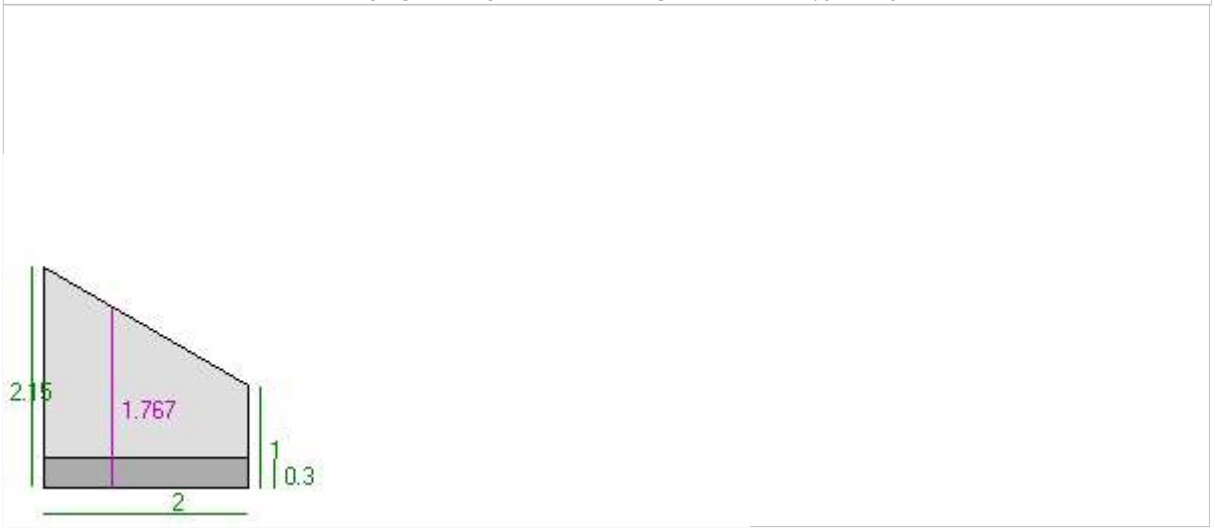
VISTA TRANSVERSAL - Corte en LTM/3 = 1.767m



VISTA EN PLANTA



VISTA LONGITD.FRONTAL - Pto de Calculo en : LTM/3 = 1.767m



Diseño de la Aleta Superficial del Box

Muro: Rep. 6

Cargas y Momentos

Cargas y Momentos DC por el Muro Total

Polig	Peso(t)	Brazo y(m)	Mom Mo (t-m)
p1	2.592	0.9	2.333
p2	0	0	0
p3	2.112	0.55	1.162
p4	0	0	0
Σ	4.704		3.494

	Valor	Simbología
P DC	4.704	Carga por P.P. Muro (t)
yDC	0.743	Ubicación PDC resp a o (m)
eDC	0.157	Excentricidad de PDC (m)
M DC	0.739	Mom por PDC a ycg zap(t-m)
M DCo	3.494	Mom por PDC resp a o (t-m)

Cargas y Momentos EV por el Relleno

Polig	Peso(t)	Brazo y(m)	Mom Mo (t-m)
p5	5.808	1.25	7.26
p6	0	0	0
Σ	5.808		7.26

	Valor	Simbología
P EV	5.808	Carga por Peso Relleno (t)
yEV	1.25	Ubicación PEV resp a o (m)
eEV	-0.35	Excentricidad de PEV (m)
M EV	-2.033	Mom por PEV a ycg zap(t-m)
M EVo	7.26	Mom por PEV resp a o (t-m)

Empuje de Tierras

PRESIÓN DE TIERRAS (AASHTO 2014 y CCP14 Art. 3.11.5.3)

$$k_a = sin^2(\theta + \varnothing'_f)/(\Gamma(sin^2\theta\, sin(\theta - \delta))$$

$$\Gamma = \{1 + \sqrt{[\sin(\varnothing'_f + \delta)\sin(\varnothing'_f - \beta)/[\sin(\theta - \delta)\sin(\theta + \beta)]}\}^2$$

	Valor	Simbología
θ	90	Ang Cara Trasera Muro con Horiz (°)
β	0	Ang Talud Relleno con la Horiz (°)
δ	0	Ang Fricción Relleno-Muro (°)
ϕ	30	Ang Efectivo Fricción Interna (°)
Ka	0.333	Coefic. de Presión Lateral Activa
po1	1.06	Presión por suelo nat seco (t/m2)
H1	1.767	Altura Suelo Nat Seco (m)
E1	1.873	Emp por Suelo Nat Seco (t)
po2	1.06	Presión por Suelo Sumergido (t/m2)
H2	0	Altura del Suelo Sumergido (m)
E2	0	Empuje por Suelo Sumergido (t)
pagua	0	Presión del Agua (t/m2)
Eagua	0	Empuje del Agua (t)
EHtot.	1.873	Empuje Total EH (t)
Bzo.Etot	0.589	Brazo del Empuje Total Z_EH (m)
M EH	1.103	Momento por Empuje Total EH (t-m)

SOBRECARGA VIVA (AASHTO 2014 y CCP14 Art. 3.11.6.4)

Carga Vertical

	Valor	Simbología
pv	0.688	Presion Vert por sobrecarga (t/m2)
d	0	Dist del muro a borde tráfico (m)
heq	1.147	Altura equiv de sobrecarga (m)
ls	1.1	Ancho accion sobrecarga viva (m)
PLs	1.514	Peso por sobrec. viva:Vertical (t)
yLs	1.25	Ubicación sobrecarga viva (m)
eLs	-0.35	Excentricidad Sobrecarga Viva (m)
MLsv	-0.53	Mom por LS vert en el ycg zap (t-m)
MLso	1.892	Momento por LS vertical (o) (t-m)

Presión Lateral (Horizontal) Ec 3.11.6.4-1

	Valor	Simbología
p1	0.688	Presion horiz por sobrec viva (t/m2)
eLs	2.431	Empuje de Tierras por sobrec viva (t)
ZLs	0.883	Ubicación de Emuje desde x-x (m)
MLsh	2.147	Momento por LS horiz en ycg zap(t-m)
MLs	1.618	Mom Total por LS en ycg zap (t-m)

Diseño de la Aleta Superficial del Box

Muro: Rep. 7

Sismo

CÁLCULO SÍSMICO . AASHTO y CCP14 Art 3.10

Carga Cálculo Aceler por Masa Muro Art. 11.6.5.2.2

Polig	Peso(t)	Brazo z (m)	Mom M (P*z) (t-m)
p1	2.592	0.15	0.389
p2	0	0.789	0
p3	2.112	1.033	2.182
p4	0	0.789	0
Σ	4.704		2.571

Carga Cálculo Aceler por Masa Relleno Art. 11.6.5.2.2

Polig	Peso(t)	Brazo z (m)	Mom M (P*z) (t-m)
p5	5.808	1.033	6.002
p6	0	0	0
Σ	5.808		6.002

Cálculo Empuje y Momento Sísmico. Mononobe Okabe

	Valor	Descripción
kho	0.315	x Fpga
kh	0.158	Coef de Aceleración Horizontal
kv	0	Coef de Aceleración Vertical
θ	8.951°	ArcTg(kh)
i	0°	Ang Inclinación Talud Relleno
ϕ	30°	Ang Fricción Interna Suelo Relleno
δ	0°	Ang de Rozamiento Terreno Muro
β	90°	Ang entre Vertical y Paramento Muro
KAE	0.439	Coef Sísmico de Presión Activa Suelo
PAE	3.65 t	Emp Dinámico Horiz Activo (inc.PEstát)
ΔPAE	1.778 t	Empuje Pseudo Estático
MEAE	1.53 t-m	Momento por Emp Dinám Horiz Activo

Ecuación Empuje Activo Sísmico Mononobe Okabe

$$K_{AE} = \frac{sin^2(\emptyset + \beta - \theta)}{\psi \cos\theta sin^2\beta \sin(\beta - \delta - \theta)}$$

$$\theta = \arctan(k_h/(1-k_v))$$

$$\beta = Ang\ entre\ vert\ y\ param.muro$$

$$i = Talud\ del\ Relleno$$

$$\psi = \{1 + \sqrt{\frac{\sin(\emptyset+\delta)\sin(\emptyset-\theta-i)}{\sin(\beta-\delta-\theta)\cos(i+\beta)}}\}^2$$

Global

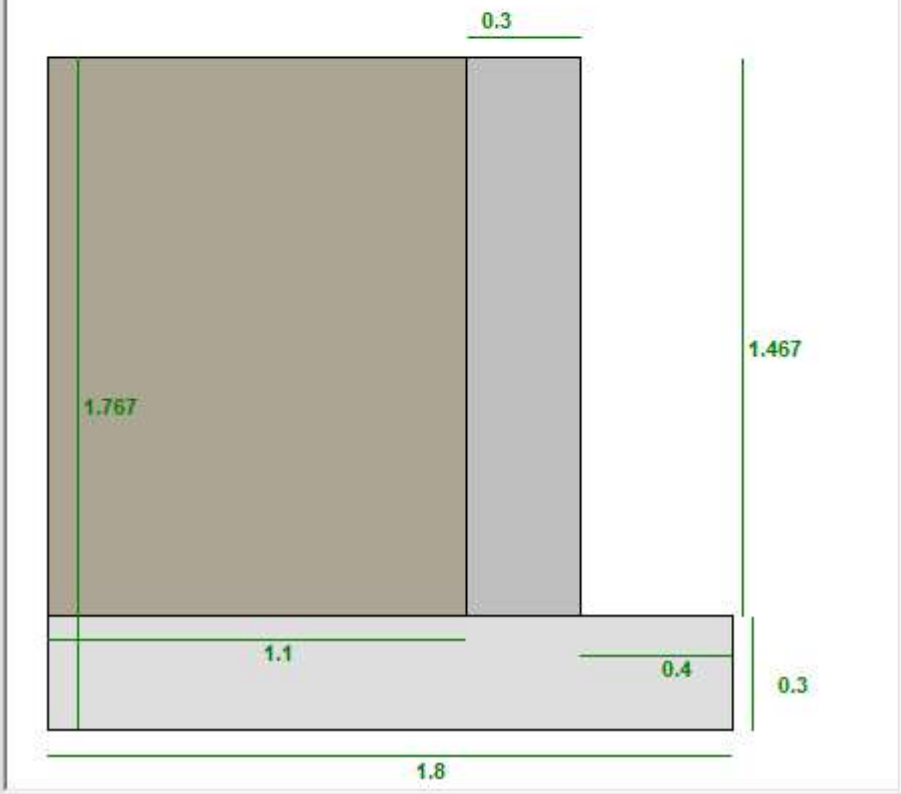
Carga Total de Sismo: PIR y Hbu

	Valor	Simbología
Ww	4.704	Peso del Cuerpo del Muro (t)
Ws	5.808	Peso del Suelo del Relleno (t)
Kh	0.158	Coef Acelerac Sísmica Horiz
PIR	1.656	Fza Inercial Horiz: kh(Ww+Ws) (t)
EH	1.873	Empuje Estático de Suelos (t)
DeltaPAE	1.778	Difer. Emononobe - EH (t)
Pseis_1	2.606	100%DeltaPAE + 50%PIR (t)
Pseis_2	2.592	50%(DeltaPAE(>=EH)) + 100%PIR
Pseis_dom	2.606	Carga Psísmica dominante (t)
Brazo Y	0.86	Brazo de Aplic: 0.4Htot_Muro (m)
Mseis	2.241	Mom por Carga Psísmica (t-m)
Sumat Fsism	2.606	Suma Total de Fsismo (t)
Sumat Msism	2.241	Suma Total de Msismo (t-m)

Estados Límite

EstLím	SERVICIO I		RESISTENCIA I		EV EXTREMO I	
Combin.	γMAχ	γMIN	γMAχ	γMIN	γMAχ	γMIN
DC	1.00	1.00	1.25	0.90	1.25	0.90
DW	1.00	1.00	1.50	0.65	1.50	0.65
LL	1.00	1.00	1.75	1.75	0.00	0.00
BR	1.00	1.00	1.75	1.75	0.00	0.00
EH	1.00	1.00	1.50	0.90	1.50	0.90
EV	1.00	1.00	1.35	1.00	1.35	1.00
LS	1.00	1.00	1.75	1.75	0.00	0.00
TU	1.00	1.20	0.50	1.20	0.50	1.20
SH	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
WA	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
WS	0.30	0.00	0.00	0.00	1.40	0.00
WL	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
EQ	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

	Denominacion Cargas
	DESCRIPCIÓN
DC	P.P. Comp.Estr y Accesor.
DW	P.P. Rodadura e Instalac.
LL	Carga Viva Vehicular
BR	Fuerza Frenado Vehicular
EH	Empuje Horizont del Suelo
EV	Presión Vert Suelo Relleno
LS	Sobrecarga por C_Viva
TU	Fuerza por Temp Uniforme
SH	Fuerzas por Retracción
WA	Pres Agua y Corriente
WS	Viento sobre Estructura
WL	Viento sobre C Viva
EQ	Carga Sísmica



Estados Límite

Estado Límite de SERVICIO I

Servicio I	P (t)	H (t)	M (t-m)	Pu Máx (t)	Hu Máx (t)	Mu máx (t-m)	Pu Mín (t)	Hu Mín (t)	Mu mín (t-m)
DC	4.704		0.739	4.704		0.739	4.704		0.739
EH		1.873	1.103		1.873	1.103		1.873	1.103
EV	5.808		-2.033	5.808		-2.033	5.808		-2.033
LS	1.514	2.431	2.147	1.514	2.431	2.147	1.514	2.431	2.147
EQ									
Σ				12.026	4.304	1.957	12.026	4.304	1.957

Estado Límite de RESISTENCIA I

Resisten I	P (t)	H (t)	M (t-m)	Pu Máx (t)	Hu Máx (t)	Mu máx (t-m)	Pu Mín (t)	Hu Mín (t)	Mu mín (t-m)
DC	4.704		0.739	5.88		0.924	4.234		0.665
EH		1.873	1.103		2.81	1.654		1.686	0.993
EV	5.808		-2.033	7.841		-2.744	5.808		-2.033
LS	1.514	2.431	2.147	2.649	4.254	3.758	2.649	4.254	3.758
EQ									
Σ				16.37	7.064	3.592	12.69	5.94	3.383

Estado Límite de EVENTO EXTREMO I

Ev.Extrem I	P (t)	H (t)	M (t-m)	Pu Máx (t)	Hu Máx (t)	Mu máx (t-m)	Pu Mín (t)	Hu Mín (t)	Mu mín (t-m)
DC	4.704		0.739	5.88		0.924	4.234		0.665
EH		1.873	1.103		2.81	1.654		1.686	0.993
EV	5.808		-2.033	7.841		-2.744	5.808		-2.033
LS	1.514	2.431	2.147	0.757	1.215	1.074	0.757	1.215	1.074
EQ		2.606	2.241		2.606	2.241		2.606	2.241
Σ				14.478	6.63	3.148	10.798	5.507	2.939

ANÁLISIS DE ESTABILIDAD Y ESFUERZOS EN EL SUELO

Muro SP: R. 1

Estado Límite Servicio I

CHEQUEO CAPACIDAD RESISTENTE DEL SUELO

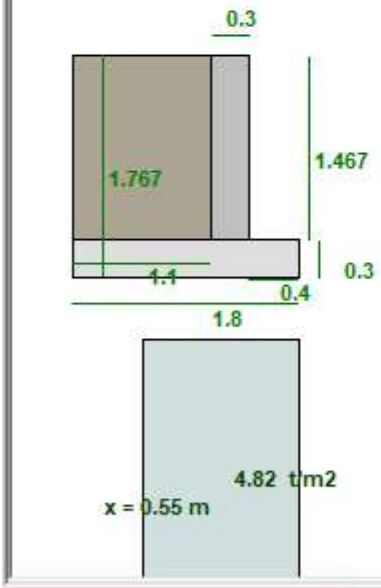
Solicitaciones Estado Límite : **Servicio**

Resistencia Suelo | 71.6 t/m2 | Caso: MÁXIMO

	Valor	Simbología
ΣP	12.03	Sumatoria Fuerzas Verticales (t)
B	1.8	Ancho de la Zapata (m)
L	2	Longitud de la Zapata (m)
d	0.62	(MomEstab - MomVolc) /SumatP (m)
e calc	0.28	Excentricidad de la Carga (m)
Suelo		
σv	4.82	Esfzo Vertical en Suelo (t/m2)
Roca		
σv1	-	Esfzo Vert Máx en Roca (t/m2)
σv2	-	Esfzo Vert Mín en Roca (t/m2)

ESFUERZOS MÁXIMOS Y MÍNIMOS EN EL SUELO (t/m2)

ESTADO LÍMITE: **Servicio**



CHEQUEO VOLCAMIENTO

E. LÍMITE:Servicio

$e_{máx}$=: B/3 (Est Lím Resistencia) Caso: MÁXIMO

$\gamma_{EQ} = 1$ $e_{máx}$= (8B/10)/2 $\gamma_{EQ} = 0$ $e_{máx}$= (2B/3)/2. Ev Extr

	Valor	Simbología
DCmuro	3.49	Mom(o) DCmuro(t-m)
EV	7.26	Mom(o) por Peso Relleno EV (t-m)
LS	0	Mom(o) por Sobrec LS vert (t-m)
SumaMestab	10.75	Sumator. Mom Estabilizantes (t-m)
EH	1.1	Mom(o) por Emp Tierras EH (t-m)
LS	2.15	Mom(o) por Sobrec LS horiz (t-m)
Pseis	0	Mom(o) por FzaSísmic Pseis (t-m)
SumaMvolc	3.25	Sumatoria Mom Volcamiento (t-m)
Ry	12.03	Sumatoria Fuerzas Verticales (t)
d	0.62	(MomEstab - MomVolc) / Ry (m)
e calculada	0.28	LongitudZap / 2 - d (m)
e máx	0.6	Excentric. Máx según Norma (m)
Diagnóstico	OK VOLC	Chequeo e(calc) vs e(máx)

CHEQUEO DESLIZAM

E. LÍMITE: **Servicio**

	Valor	Simbología
i	0	Ang Inclinación Relleno Delant (°)
β	90	Ang Pared Del. (ZarpDel) con Horizont (°)
δ	0	Ang Fricción Relleno-Estrib S pasivo (°)
ϕ	30	Ang Efectivo Fricc Int S Pasivo (°)
Kp	3	Coeficiente de Presión Lateral Pasiva
hp1	0.3	Altura Básica Pres. Pasiva (Hzarp del) (m)
qp1	1.62	Esfuerzo de Pres. Pasiva Básica (t/m2)
Rep	0.486	Resistencia Nominal Básica Pasiva (t)
Rn_fricc	6.687	Resist. Nominal por Fricc suelo-cim (t)
Rn_Total	7.173	Resistencia Nominal Total (sin llave) (t)
Humáx	4.304	Fza Horiz Máx que produce Deslizam (t)
Hu/Rntot	0.6	Cumple Deslizamiento SIN usar LLave



d = (MomEstab - MomVolc) /SumatP e = B / 2 - d

Suelo NO ROCOSO

$$\sigma_v = \left(\frac{\Sigma P}{B - 2e}\right)/L$$

11.6.3.2-1

Suelo ROCOSO 11.6.3.2-2 (3) tercio medio

$$\sigma_v = \left(\frac{\Sigma P}{B}\left(1 \pm \frac{6e}{B}\right)\right)/L$$

Suelo ROCOSO R fuera tercio medio

$$\sigma_{v\,máx} = \frac{2\Sigma P}{3B\left(\frac{B}{2} - e\right)}$$

$\sigma_{v\,mín} = 0$

11.6.3.2-4 (5)

REVISIÓN GLOBAL DE ESFUERZOS EN SUELO Y ESTABILIDAD

ENVOLVENTE

CHEQUEO	Evaluación	Observación
Esfzos Suelo	EMáx<Qa EMín>0	Esfuerzos OK
Deslizamiento	NO Req Llave	-
Volcamiento	OK	-

ANÁLISIS DE ESTABILIDAD Y ESFUERZOS EN EL SUELO

Muro SP: R. 2

Estado Límite Resistencia I

CHEQUEO CAPACIDAD RESISTENTE DEL SUELO

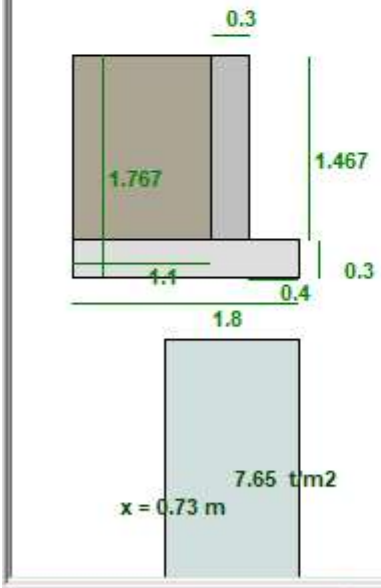
Solicitaciones Estado Límite : **Resistencia I**

Resistencia Suelo 32.4 t/m2 | Caso: MÁXIMO

	Valor	Simbología
ΣP	16.37	Sumatoria Fuerzas Verticales (t)
B	1.8	Ancho de la Zapata (m)
L	2	Longitud de la Zapata (m)
d	0.53	(MomEstab - MomVolc) /SumatP (m)
e calc	0.37	Excentricidad de la Carga (m)
Suelo		
σv	7.65	Esfzo Vertical en Suelo (t/m2)
Roca		
σv1	-	Esfzo Vert Máx en Roca (t/m2)
σv2	-	Esfzo Vert Mín en Roca (t/m2)

ESFUERZOS MÁXIMOS Y MÍNIMOS EN EL SUELO (t/m2)

ESTADO LÍMITE: **Resistencia I**



d = (MomEstab - MomVolc) /SumatP e = B / 2 - d

Suelo NO ROCOSO

$$\sigma_v = \left(\frac{\Sigma P}{B - 2e}\right)/L$$

11.6.3.2-1

Suelo ROCOSO 11.6.3.2-2 (3) tercio medio

$$\sigma_v = \left(\frac{\Sigma P}{B}\left(1 \pm \frac{6e}{B}\right)\right)/L$$

Suelo ROCOSO R fuera tercio medio

$$\sigma_{v\,máx} = \frac{2\Sigma P}{3B\left(\frac{B}{2} - e\right)}$$

$\sigma_{v\,mín} = 0$

11.6.3.2-4 (5)

CHEQUEO VOLCAMIENTO

E. LÍMITE:Resistencia I

$e_{máx}$=: B/3 (Est Lím Resistencia) | Caso: MÁXIMO

$\gamma_{EQ} = 1$ $e_{máx}$= (8B/10)/2 $\gamma_{EQ} = 0$ $e_{máx}$= (2B/3)/2. Ev Extr

	Valor	Simbología
DCmuro	4.37	Mom(o) DCmuro(t-m)
EV	9.8	Mom(o) por Peso Relleno EV (t-m)
LS	0	Mom(o) por Sobrec LS vert (t-m)
SumaMestab	14.17	Sumator. Mom Estabilizantes (t-m)
EH	1.65	Mom(o) por Emp Tierras EH (t-m)
LS	3.76	Mom(o) por Sobrec LS horiz (t-m)
Pseis	0	Mom(o) por FzaSísmic Pseis (t-m)
SumaMvolc	5.41	Sumatoria Mom Volcamiento (t-m)
Ry	16.37	Sumatoria Fuerzas Verticales (t)
d	0.53	(MomEstab - MomVolc) / Ry (m)
e calculada	0.37	LongitudZap / 2 - d (m)
e máx	0.6	Excentric. Máx según Norma (m)
Diagnóstico	OK VOLC	Chequeo e(calc) vs e(máx)

CHEQUEO DESLIZAM

E. LÍMITE: **Resistencia I**

	Valor	Simbología
i	0	Ang Inclinación Relleno Delant (°)
β	90	Ang Pared Del. (ZarpDel) con Horizont (°)
δ	0	Ang Fricción Relleno-Estrib S pasivo (°)
ϕ	30	Ang Efectivo Fricc Int S Pasivo (°)
Kp	3	Coeficiente de Presión Lateral Pasiva
hp1	0.3	Altura Básica Pres. Pasiva (Hzarp del) (m)
qp1	1.62	Esfuerzo de Pres. Pasiva Básica (t/m2)
Rep	0.486	Resistencia Nominal Básica Pasiva (t)
Rn_fricc	6.687	Resist. Nominal por Fricc suelo-cim (t)
Rn_Total	7.173	Resistencia Nominal Total (sin llave) (t)
Humáx	7.064	Fza Horiz Máx que produce Deslizam (t)
Hu/Rntot	0.985	Cumple Deslizamiento SIN usar LLave



REVISIÓN GLOBAL DE ESFUERZOS EN SUELO Y ESTABILIDAD

ENVOLVENTE

CHEQUEO	Evaluación	Observación
Esfzos Suelo	EMáx<Qa EMín>0	Esfuerzos OK
Deslizamiento	NO Req Llave	-
Volcamiento	OK	-

ANÁLISIS DE ESTABILIDAD Y ESFUERZOS EN EL SUELO

Muro SP: R. 3

Estado Límite Evento Extremo I

CHEQUEO CAPACIDAD RESISTENTE DEL SUELO

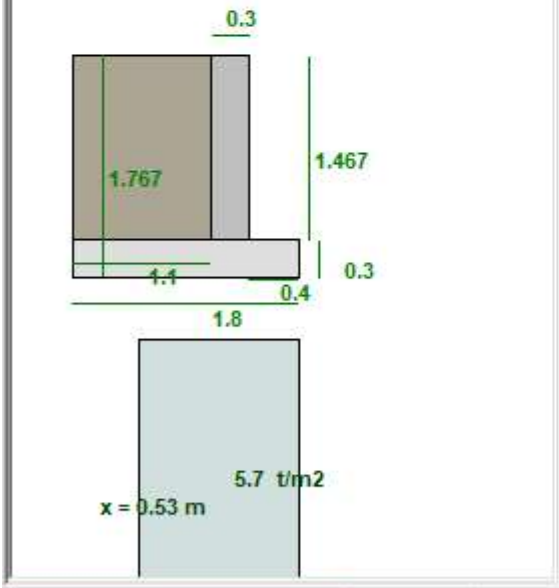
Solicitaciones Estado Límite : **Evento Extremo I**

Resistencia Suelo 71.6 t/m2 | Caso: MÁXIMO

	Valor	Simbología
ΣP	14.48	Sumatoria Fuerzas Verticales (t)
B	1.8	Ancho de la Zapata (m)
L	2	Longitud de la Zapata (m)
d	0.64	(MomEstab - MomVolc) /SumatP (m)
e calc	0.26	Excentricidad de la Carga (m)
Suelo		
σv	5.7	Esfzo Vertical en Suelo (t/m2)
Roca		
σv1	-	Esfzo Vert Máx en Roca (t/m2)
σv2	-	Esfzo Vert Mín en Roca (t/m2)

ESFUERZOS MÁXIMOS Y MÍNIMOS EN EL SUELO (t/m2)

ESTADO LÍMITE: **Evento Extremo I**



d = (MomEstab - MomVolc) /SumatP e = B / 2 - d

Suelo NO ROCOSO

$$\sigma_v = \left(\frac{\Sigma P}{B - 2e}\right)/L$$

11.6.3.2-1

Suelo ROCOSO 11.6.3.2-2 (3) tercio medio

$$\sigma_v = \left(\frac{\Sigma P}{B}\left(1 \pm \frac{6e}{B}\right)\right)/L$$

Suelo ROCOSO R fuera tercio medio

$$\sigma_{v\,máx} = \frac{2\Sigma P}{3B\left(\frac{B}{2} - e\right)} \qquad \sigma_{v\,mín} = 0$$

11.6.3.2-4 (5)

CHEQUEO VOLCAMIENTO

E. LÍMITE:Evento Extremo I

$e_{máx}$=: B/3 (Est Lím Resistencia) | Caso: MÁXIMO

$\gamma_{EQ} = 1$ $e_{máx}$= (8B/10)/2 $\gamma_{EQ} = 0$ $e_{máx}$= (2B/3)/2. Ev Extr

	Valor	Simbología
DCmuro	4.37	Mom(o) DCmuro(t-m)
EV	9.8	Mom(o) por Peso Relleno EV (t-m)
LS	0	Mom(o) por Sobrec LS vert (t-m)
SumaMestab	14.17	Sumator. Mom Estabilizantes (t-m)
EH	1.65	Mom(o) por Emp Tierras EH (t-m)
LS	1.07	Mom(o) por Sobrec LS horiz (t-m)
Pseis	2.24	Mom(o) por FzaSísmic Pseis (t-m)
SumaMvolc	4.97	Sumatoria Mom Volcamiento (t-m)
Ry	14.48	Sumatoria Fuerzas Verticales (t)
d	0.64	(MomEstab - MomVolc) / Ry (m)
e calculada	0.26	LongitudZap / 2 - d (m)
e máx	0.66	Excentric. Máx según Norma (m)
Diagnóstico	OK VOLC	Chequeo e(calc) vs e(máx)

CHEQUEO DESLIZAM

E. LÍMITE: **Evento Extremo I**

	Valor	Simbología
i	0	Ang Inclinación Relleno Delant (°)
β	90	Ang Pared Del. (ZarpDel) con Horizont (°)
δ	0	Ang Fricción Relleno-Estrib S pasivo (°)
ϕ	30	Ang Efectivo Fricc Int S Pasivo (°)
Kp	3	Coeficiente de Presión Lateral Pasiva
hp1	0.3	Altura Básica Pres. Pasiva (Hzarp del) (m)
qp1	1.62	Esfuerzo de Pres. Pasiva Básica (t/m2)
Rep	0.486	Resistencia Nominal Básica Pasiva (t)
Rn_fricc	6.687	Resist. Nominal por Fricc suelo-cim (t)
Rn_Total	7.173	Resistencia Nominal Total (sin llave) (t)
Humáx	6.63	Fza Horiz Máx que produce Deslizam (t)
Hu/Rntot	0.924	Cumple Deslizamiento SIN usar LLave



REVISIÓN GLOBAL DE ESFUERZOS EN SUELO Y ESTABILIDAD

ENVOLVENTE

CHEQUEO	Evaluación	Observación
Esfzos Suelo	EMáx<Qa EMín>0	Esfuerzos OK
Deslizamiento	NO Req Llave	-
Volcamiento	OK	-

Diseño para Est Límite: Servicio I

DISEÑO DE LA ZARPA TRASERA O TALÓN

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Servicio

Solicitaciones | Diseño a Flexión | Diseño a Cortante

	Valor	Descripción
Pzartras	-5.28 t	Carga Total por Reacc Sue Zarp Tras
Wzarptras	1.58 t	Carga Total por P.P. Zarpa Trasera
Wrelleno	5.81 t	Carga Total por Peso del Relleno
Sobrec.Ver	1.51 t	Carga por Comp. Vert Sobrecarga
Vu	3.62 t	Sumat Cargas Vert: Vu de Diseño
MuxReacc Sue	0 t-m	Momento por Reacc Suelo
Mu x PPzarp	0.87 t-m	Momento por P.P. Zarpa Trasera
Mu x Wrell	3.19 t-m	Momento por Peso del Relleno
Mu x Sobrec	1.66 t-m	Momento por CompV Sobrecarga
Sumat Mu	5.73 t-m	Sumat de Momentos. Mu diseño

Solicit para la Long Total del Muro



DISEÑO DEL VÁSTAGO O PANTALLA

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Servicio

Solicitaciones | Diseño a Flexión | Diseño a Cortante

	Valor	Descripción
E de Tierras EH	1.29 t	Emp Estático de Tierras
E sísmico E Pseis	0 t	Empuje Sísmico Pseis
E Sobrecarga LS	2.55 t	Emp por Sobrecarga Viva
Sumat Empujes	3.84 t	Sumat de Empujes = Vu diseño
Mom x E.Tierra EH	0.63 t-m	Mom x Emp de Tierras
Mom por Pseis	0 t-m	Mom por Fza Sísmica Pseis
Mom por LS	2.35 t-m	Mom x SobrecViva LS
Sumat Momentos	2.99 t-m	Sumat de Momentos = Mu diseño

Solicit para la Long Total del Muro



DISEÑO DE LA ZARPA DELANTERA O DEDO

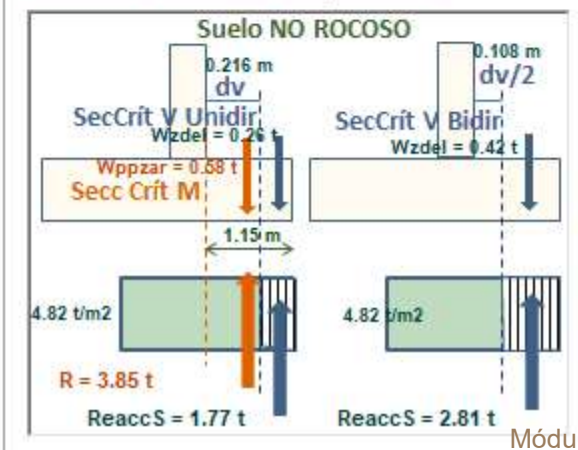
SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Servicio

Solicitaciones | Diseño a Flexión | Diseño a Cortante

	Valor	Descripción
Pzardel	3.85 t	Carga Total Reacc Suelo Zarp Del
Wzardel	0.58 t	Carga Total por P.P. Zarpa Delant
Vu	1.51 t	Sumat Cargas:Cortante Ult Diseño
Mu x ReaccSue	0.77 t-m	Momento por Reacc Suelo
Mu x Wzarp	-0.12 t-m	Momento por P.P. Zarpa
Sumat Mu	0.66 t-m	Sumatoria Momentos. Mu diseño

Cargas para la Longitud Total del Estribo

Solicitaciones Básicas en la Zarpa Delantera



Diseño para Est Límite: Servicio I

DISEÑO DE LA ZARPA TRASERA O TALÓN

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Servicio

Solicitaciones | **Diseño a Flexión** | Diseño a Cortante

	Valor	Simbología
Mu	5.731 t-m	Momento mayorado en la secc
K	59.2 t/m2	Mu/bd^2
m	17.647	fy/0.85f'c
Ro Calc	0.0016	Cuantía Acero de Diseño
As calc	6.989 cm2	Area Refuerzo Calculado Total
Ic	0.004 m4	Mom de Inercia de Sección Bruta
fr	33.132 kg/cm2	Módulo de Ruptura : 1.98(f'c)^1/2
Mcr	9.94 t-m	Mom Agrietamiento
Asmin(Mcr)	12.253 cm2	Acero para Mom_Agrietam.
1.33Ascal	9.295 cm2	Acero Calculado x 1.33
Acero Domina	9.295 cm2	Ascalc<AsMín(Mcr). Prima 1.33As
Arm Ppal Sug.	1 # 5 @ 0.2	Armad Ppal Real Propuesta
As real Coloc	19.793 cm2	Area de Acero Real Colocado
c	2.05 cm	Alt blq compr: AsFy/.85f'cBetab
εt	0.0262	0.003(dt-c)/c
Chequeo	et > 0.005	Phi OK
As RetracTemp	4.66 cm2/cara	2.33<=0.75bh /(2(b+h)Fy)<=12.7
Arm Retr Sug.	1 # 3 @ 0.25	Armad Retracc Propuesta

Diseño para la Longitud Total del Muro

DISEÑO DEL VÁSTAGO O PANTALLA

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Servicio

Solicitaciones | **Diseño a Flexión** | Diseño a Cortante

	Valor	Simbología
Mu	2.986 t-m	Momento mayorado en la secc
K	30.844 t/m2	Mu/bd^2
m	17.647	fy/0.85f'c
Ro Calc	0.0008	Cuantía Acero de Diseño
As calc	3.617 cm2	Area Refuerzo Calculado Total
Ic	0.004 m4	Mom de Inercia de Sección Bruta
fr	33.132 kg/cm2	Módulo de Ruptura : 1.98(f'c)^1/2
Mcr	9.94 t-m	Mom Agrietamiento
Asmin(Mcr)	12.253 cm2	Acero para Mom_Agrietam.
1.33Ascal	4.81 cm2	Acero Calculado x 1.33
Acero Domina	4.81 cm2	Ascalc<AsMín(Mcr). Prima 1.33As
Arm Ppal Sug.	1 # 5 @ 0.2	Armad Ppal Real Propuesta
As real Coloc	19.793 cm2	Area de Acero Real Colocado
c	2.05 cm	Alt blq compr: AsFy/.85f'cBetab
εt	0.0262	0.003(dt-c)/c
Chequeo	et > 0.005	Phi OK
As RetracTemp	4.66 cm2/cara	2.33<=0.75bh /(2(b+h)Fy)<=12.7
Arm Retr Sug.	1 # 3 @ 0.25	Armad Retracc Propuesta

Diseño para la Longitud Total del Muro

DISEÑO DE LA ZARPA DELANTERA O DEDO

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Servicio

Solicitaciones | **Diseño a Flexión** | Diseño a Cortante

	Valor	Simbología
Mu	0.656 t-m	Momento mayorado en la secc
K	6.773 t/m2	Mu/bd^2
m	17.647	fy/0.85f'c
Ro Calc	0.0002	Cuantía Acero de Diseño
As calc	0.79 cm2	Area Refuerzo Calculado Total
Ic	0.004 m4	Mom de Inercia de Sección Bruta
fr	33.132 kg/cm2	Módulo de Ruptura : 1.98(f'c)^1/2
Mcr	9.94 t-m	Mom Agrietamiento
Asmin(Mcr)	12.253 cm2	Acero para Mom_Agrietam.
1.33Ascal	1.05 cm2	Acero Calculado x 1.33
Acero Domina	1.05 cm2	Ascalc<AsMín(Mcr). Prima 1.33As
Arm Ppal Sug.	1 # 5 @ 0.2	Armad Ppal Real Propuesta
As real Coloc	19.793 cm2	Area de Acero Real Colocado
c	2.05 cm	Alt blq compr: AsFy/.85f'cBetab
εt	0.0262	0.003(dt-c)/c
Chequeo	et > 0.005	Phi OK
As RetracTemp	4.66 cm2/cara	2.33<=0.75bh /(2(b+h)Fy)<=12.7
Arm Retr Sug.	1 # 3 @ 0.25	Armad Retracc Propuesta

Diseño para la Longitud Total del Muro

Diseño para Est Límite: Servicio I

DISEÑO DE LA ZARPA TRASERA O TALÓN

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Servicio

Solicitaciones | Diseño a Flexión | **Diseño a Cortante**

	Valor	Simbología
dv1 0.9de	0.2 m	Profund efec de Cortante (a) Art 5.8.2.9
dv2 0.72h	0.22 m	Profund efec de Cortante (b) Art 5.8.2.9
dv dom	0.22 m	Prof efec de Cortante dominante
Phi	0.85	Fact de Res a Cort Art 5.5.4.2
Beta	2	Fact.Cap Concr Agr Diag Tracc y Cort
Vc	37.95 t	Vc=0.083Betaf'c^(1/2)bvdv Art 5.8.3.3-3
Vs	0	Vs =0 No Flejes
Vn	37.95 t	Vn = Vc Art 5.8.3.3-1
Vr	34.15 t	Vr = phi x Vn
Vu	3.62 t	Cortante Ult de Diseño
Chequeo	OK	Cortante OK

Diseño para la Longitud Total del Muro

DISEÑO DEL VÁSTAGO O PANTALLA

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Servicio

Solicitaciones | Diseño a Flexión | **Diseño a Cortante**

	Valor	Simbología
dv1 0.9de	0.2 m	Profund efec de Cortante (a) Art 5.8.2.9
dv2 0.72h	0.22 m	Profund efec de Cortante (b) Art 5.8.2.9
dv dom	0.22 m	Prof efec de Cortante dominante
Phi	0.85	Fact de Res a Cort Art 5.5.4.2
Beta	2	Fact.Cap Concr Agr Diag Tracc y Cort
Vc	37.95 t	Vc=0.083Betaf'c^(1/2)bvdv Art 5.8.3.3-3
Vs	0	Vs =0 No Flejes
Vn	37.95 t	Vn = Vc Art 5.8.3.3-1
Vr	34.15 t	Cortante Resist Vr = phi x Vn
Vu	3.84 t	Cortante Ult de Diseño
Chequeo	OK	Cortante OK

Diseño para la Longitud Total del Muro

DISEÑO DE LA ZARPA DELANTERA O DEDO

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Servicio

Solicitaciones | Diseño a Flexión | **Diseño a Cortante**

	Valor	Simbología
dv1 0.9de	0.2 m	Profund efec de Cortante (a) Art 5.8.2.9
dv2 0.72h	0.22 m	Profund efec de Cortante (b) Art 5.8.2.9
dv dom	0.22 m	Prof efec de Cortante dominante
Phi	0.9	Fact ResisCort Art 5.5.4.2 Concr Normal
Vs	0	Vs = 0 -->> No Flejes
		ACCIÓN EN UNA DIRECCIÓN
Beta	2	Fact.Cap Concr Agr Diag Tracc y Cort
Vc	37.95 t	Vc=0.083Betaf'c^(1/2)bvdv Art 5.8.3.3-3
Vn	37.95 t	Vn = Vc Art 5.8.3.3-1
Vr	34.15 t	Cortante Resist Vr = phi x Vn
Vu	1.51 t	Cortante Ult Diseño.SeccCrít: a dv cara
Chq1direcc	Vr>Vu:OK	Cort Una Direcc OK
		ACCIÓN EN DOS DIRECCIONES
Beta_c	9.259	Rel lado largo/corto rectáng aplic.carga
bo	4.43 m	bo = Perímetro de la Sección Crítica
Vc	104.17 t	(.17+.33/Betac)Sq(fc)bodv<.33Sq(fc)bodv
Vr	93.75 t	Cortante Resist Vr = phi x Vn Vn = Vc
Vu	2.39 t	Cortante Ult Dis. Secc Crít: dv/2 de cara
Ch.2Direcc	Vr>Vu:OK	Cort Dos Direcc OK
Ch.GLOBAL	Vr>Vu:OK	Cortante Global OK

Diseño para la Longitud Total del Muro

Diseño para Est Límite: Resistencia I

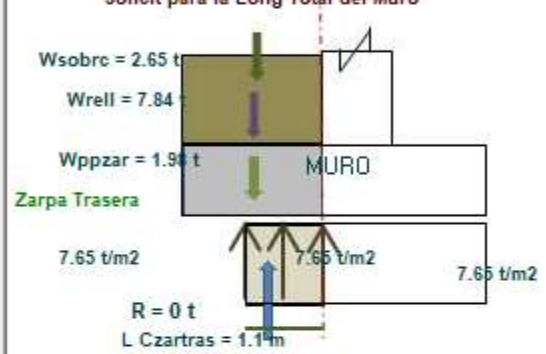
DISEÑO DE LA ZARPA TRASERA O TALÓN

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Resistencia I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | Diseño a Cortante

	Valor	Descripción
Pzartras	0 t	Carga Total por Reacc Sue Zarp Tras
Wzarptras	1.98 t	Carga Total por P.P. Zarpa Trasera
Wrelleno	7.84 t	Carga Total por Peso del Relleno
Sobrec.Ver	2.65 t	Carga por Comp. Vert Sobrecarga
Vu	12.47 t	Sumat Cargas Vert: Vu de Diseño
MuxReacc Sue	0 t-m	Momento por Reacc Suelo
Mu x PPzarp	1.09 t-m	Momento por P.P. Zarpa Trasera
Mu x Wrell	4.31 t-m	Momento por Peso del Relleno
Mu x Sobrec	2.91 t-m	Momento por CompV Sobrecarga
Sumat Mu	8.32 t-m	Sumat de Momentos. Mu diseño

Solicit para la Long Total del Muro



DISEÑO DEL VÁSTAGO O PANTALLA

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Resistencia I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | Diseño a Cortante

	Valor	Descripción
E de Tierras EH	1.94 t	Emp Estático de Tierras
E sísmico E Pseis	0 t	Empuje Sísmico Pseis
E Sobrecarga LS	4.45 t	Emp por Sobrecarga Viva
Sumat Empujes	6.39 t	Sumat de Empujes = Vu diseño
Mom x E.Tierra EH	0.95 t-m	Mom x Emp de Tierras
Mom por Pseis	0 t-m	Mom por Fza Sísmica Pseis
Mom por LS	4.12 t-m	Mom x SobrecViva LS
Sumat Momentos	5.07 t-m	Sumat de Momentos = Mu diseño

Solicit para la Long Total del Muro



DISEÑO DE LA ZARPA DELANTERA O DEDO

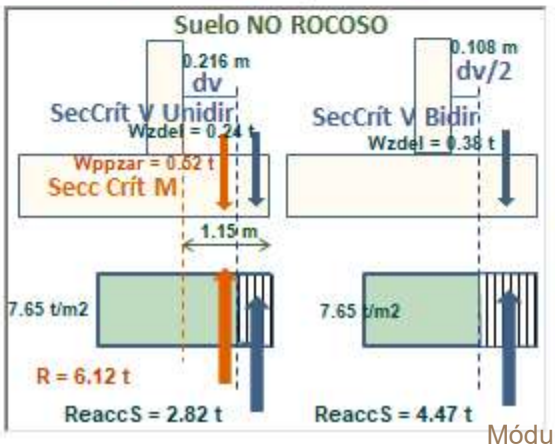
SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Resistencia I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | Diseño a Cortante

	Valor	Descripción
Pzardel	6.12 t	Carga Total Reacc Suelo Zarp Del
Wzardel	0.52 t	Carga Total por P.P. Zarpa Delant
Vu	2.58 t	Sumat Cargas:Cortante Ult Diseño
Mu x ReaccSue	1.22 t-m	Momento por Reacc Suelo
Mu x Wzarp	-0.1 t-m	Momento por P.P. Zarpa
Sumat Mu	1.12 t-m	Sumatoria Momentos. Mu diseño

Cargas para la Longitud Total del Estribo

Solicitaciones Básicas en la Zarpa Delantera



Diseño para Est Límite: Resistencia I

DISEÑO DE LA ZARPA TRASERA O TALÓN

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Resistencia I

Solicitaciones | **Diseño a Flexión** | Diseño a Cortante

	Valor	Simbología
Mu	8.315 t-m	Momento mayorado en la secc
K	85.9 t/m2	Mu/bd^2
m	17.647	fy/0.85f'c
Ro Calc	0.0023	Cuantía Acero de Diseño
As calc	10.208 cm2	Area Refuerzo Calculado Total
Ic	0.004 m4	Mom de Inercia de Sección Bruta
fr	33.132 kg/cm2	Módulo de Ruptura : 1.98(f'c)^1/2
Mcr	9.94 t-m	Mom Agrietamiento
Asmin(Mcr)	12.253 cm2	Acero para Mom_Agrietam.
1.33Ascal	13.577 cm2	Acero Calculado x 1.33
Acero Domina	12.253 cm2	calc<AsMín(Mcr). Prima Asmin(M
Arm Ppal Sug.	1 # 5 @ 0.2	Armad Ppal Real Propuesta
As real Coloc	19.793 cm2	Area de Acero Real Colocado
c	2.05 cm	Alt blq compr: AsFy/.85f'cBetab
εt	0.0262	0.003(dt-c)/c
Chequeo	et > 0.005	Phi OK
As RetracTemp	4.66 cm2/cara	2.33<=0.75bh /(2(b+h)Fy)<=12.7
Arm Retr Sug.	1 # 3 @ 0.25	Armad Retracc Propuesta

Diseño para la Longitud Total del Muro

DISEÑO DEL VÁSTAGO O PANTALLA

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Resistencia I

Solicitaciones | **Diseño a Flexión** | Diseño a Cortante

	Valor	Simbología
Mu	5.067 t-m	Momento mayorado en la secc
K	52.347 t/m2	Mu/bd^2
m	17.647	fy/0.85f'c
Ro Calc	0.0014	Cuantía Acero de Diseño
As calc	6.17 cm2	Area Refuerzo Calculado Total
Ic	0.004 m4	Mom de Inercia de Sección Bruta
fr	33.132 kg/cm2	Módulo de Ruptura : 1.98(f'c)^1/2
Mcr	9.94 t-m	Mom Agrietamiento
Asmin(Mcr)	12.253 cm2	Acero para Mom_Agrietam.
1.33Ascal	8.206 cm2	Acero Calculado x 1.33
Acero Domina	8.206 cm2	₰scalc<AsMín(Mcr). Prima 1.33As
Arm Ppal Sug.	1 # 5 @ 0.2	Armad Ppal Real Propuesta
As real Coloc	19.793 cm2	Area de Acero Real Colocado
c	2.05 cm	Alt blq compr: AsFy/.85f'cBetab
εt	0.0262	0.003(dt-c)/c
Chequeo	et > 0.005	Phi OK
As RetracTemp	4.66 cm2/cara	2.33<=0.75bh /(2(b+h)Fy)<=12.7
Arm Retr Sug.	1 # 3 @ 0.25	Armad Retracc Propuesta

Diseño para la Longitud Total del Muro

DISEÑO DE LA ZARPA DELANTERA O DEDO

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Resistencia I

Solicitaciones | **Diseño a Flexión** | Diseño a Cortante

	Valor	Simbología
Mu	1.12 t-m	Momento mayorado en la secc
K	11.574 t/m2	Mu/bd^2
m	17.647	fy/0.85f'c
Ro Calc	0.0003	Cuantía Acero de Diseño
As calc	1.351 cm2	Area Refuerzo Calculado Total
Ic	0.004 m4	Mom de Inercia de Sección Bruta
fr	33.132 kg/cm2	Módulo de Ruptura : 1.98(f'c)^1/2
Mcr	9.94 t-m	Mom Agrietamiento
Asmin(Mcr)	12.253 cm2	Acero para Mom_Agrietam.
1.33Ascal	1.797 cm2	Acero Calculado x 1.33
Acero Domina	1.797 cm2	₰scalc<AsMín(Mcr). Prima 1.33As
Arm Ppal Sug.	1 # 5 @ 0.2	Armad Ppal Real Propuesta
As real Coloc	19.793 cm2	Area de Acero Real Colocado
c	2.05 cm	Alt blq compr: AsFy/.85f'cBetab
εt	0.0262	0.003(dt-c)/c
Chequeo	et > 0.005	Phi OK
As RetracTemp	4.66 cm2/cara	2.33<=0.75bh /(2(b+h)Fy)<=12.7
Arm Retr Sug.	1 # 3 @ 0.25	Armad Retracc Propuesta

Diseño para la Longitud Total del Muro

Diseño para Est Límite: Resistencia I

DISEÑO DE LA ZARPA TRASERA O TALÓN

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Resistencia I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | **Diseño a Cortante**

	Valor	Simbología
dv1 0.9de	0.2 m	Profund efec de Cortante (a) Art 5.8.2.9
dv2 0.72h	0.22 m	Profund efec de Cortante (b) Art 5.8.2.9
dv dom	0.22 m	Prof efec de Cortante dominante
Phi	0.85	Fact de Res a Cort Art 5.5.4.2
Beta	2	Fact.Cap Concr Agr Diag Tracc y Cort
Vc	37.95 t	Vc=0.083Betaf'c^(1/2)bvdv Art 5.8.3.3-3
Vs	0	Vs =0 No Flejes
Vn	37.95 t	Vn = Vc Art 5.8.3.3-1
Vr	34.15 t	Vr = phi x Vn
Vu	12.47 t	Cortante Ult de Diseño
Chequeo	OK	Cortante OK

Diseño para la Longitud Total del Muro

DISEÑO DEL VÁSTAGO O PANTALLA

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Resistencia I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | **Diseño a Cortante**

	Valor	Simbología
dv1 0.9de	0.2 m	Profund efec de Cortante (a) Art 5.8.2.9
dv2 0.72h	0.22 m	Profund efec de Cortante (b) Art 5.8.2.9
dv dom	0.22 m	Prof efec de Cortante dominante
Phi	0.85	Fact de Res a Cort Art 5.5.4.2
Beta	2	Fact.Cap Concr Agr Diag Tracc y Cort
Vc	37.95 t	Vc=0.083Betaf'c^(1/2)bvdv Art 5.8.3.3-3
Vs	0	Vs =0 No Flejes
Vn	37.95 t	Vn = Vc Art 5.8.3.3-1
Vr	34.15 t	Cortante Resist Vr = phi x Vn
Vu	6.39 t	Cortante Ult de Diseño
Chequeo	OK	Cortante OK

Diseño para la Longitud Total del Muro

DISEÑO DE LA ZARPA DELANTERA O DEDO

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Resistencia I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | **Diseño a Cortante**

	Valor	Simbología
dv1 0.9de	0.2 m	Profund efec de Cortante (a) Art 5.8.2.9
dv2 0.72h	0.22 m	Profund efec de Cortante (b) Art 5.8.2.9
dv dom	0.22 m	Prof efec de Cortante dominante
Phi	0.9	Fact ResisCort Art 5.5.4.2 Concr Normal
Vs	0	Vs = 0 -->> No Flejes
		ACCIÓN EN UNA DIRECCIÓN
Beta	2	Fact.Cap Concr Agr Diag Tracc y Cort
Vc	37.95 t	Vc=0.083Betaf'c^(1/2)bvdv Art 5.8.3.3-3
Vn	37.95 t	Vn = Vc Art 5.8.3.3-1
Vr	34.15 t	Cortante Resist Vr = phi x Vn
Vu	2.58 t	Cortante Ult Diseño.SeccCrít: a dv cara
Chq1direcc	Vr>Vu:OK	Cort Una Direcc OK
		ACCIÓN EN DOS DIRECCIONES
Beta_c	9.259	Rel lado largo/corto rectáng aplic.carga
bo	4.43 m	bo = Perímetro de la Sección Crítica
Vc	104.17 t	(.17+.33/Betac)Sq(fc)bodv<.33Sq(fc)bodv
Vr	93.75 t	Cortante Resist Vr = phi x Vn Vn = Vc
Vu	4.09 t	Cortante Ult Dis. Secc Crít: dv/2 de cara
Ch.2Direcc	Vr>Vu:OK	Cort Dos Direcc OK
Ch.GLOBAL	Vr>Vu:OK	Cortante Global OK

Diseño para la Longitud Total del Muro

Diseño para Est Límite: Evento Extremo I

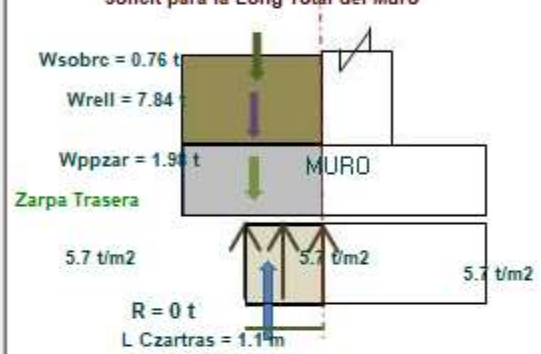
DISEÑO DE LA ZARPA TRASERA O TALÓN

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Evento Extremo I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | Diseño a Cortante

	Valor	Descripción
Pzartras	0 t	Carga Total por Reacc Sue Zarp Tras
Wzarptras	1.98 t	Carga Total por P.P. Zarpa Trasera
Wrelleno	7.84 t	Carga Total por Peso del Relleno
Sobrec.Ver	0.76 t	Carga por Comp. Vert Sobrecarga
Vu	10.58 t	Sumat Cargas Vert: Vu de Diseño
MuxReacc Sue	0 t-m	Momento por Reacc Suelo
Mu x PPzarp	1.09 t-m	Momento por P.P. Zarpa Trasera
Mu x Wrell	4.31 t-m	Momento por Peso del Relleno
Mu x Sobrec	0.83 t-m	Momento por CompV Sobrecarga
Sumat Mu	6.23 t-m	Sumat de Momentos. Mu diseño

Solicit para la Long Total del Muro



DISEÑO DEL VÁSTAGO O PANTALLA

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Evento Extremo I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | Diseño a Cortante

	Valor	Descripción
E de Tierras EH	1.94 t	Emp Estático de Tierras
E sísmico E Pseis	2.61 t	Empuje Sísmico Pseis
E Sobrecarga LS	1.27 t	Emp por Sobrecarga Viva
Sumat Empujes	5.81 t	Sumat de Empujes = Vu diseño
Mom x E.Tierra EH	0.95 t-m	Mom x Emp de Tierras
Mom por Pseis	2.24 t-m	Mom por Fza Sísmica Pseis
Mom por LS	1.18 t-m	Mom x SobrecViva LS
Sumat Momentos	4.36 t-m	Sumat de Momentos = Mu diseño

Solicit para la Long Total del Muro



DISEÑO DE LA ZARPA DELANTERA O DEDO

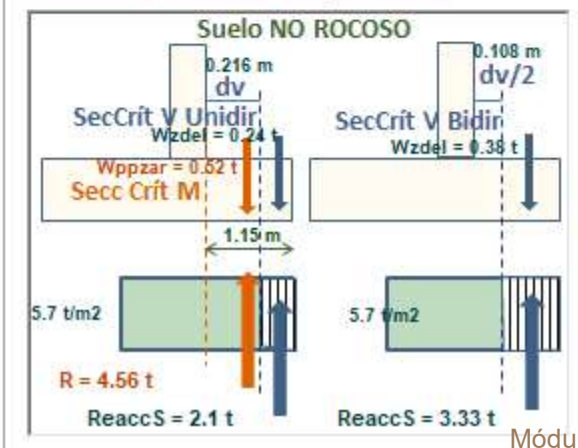
SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Evento Extremo I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | Diseño a Cortante

	Valor	Descripción
Pzardel	4.56 t	Carga Total Reacc Suelo Zarp Del
Wzardel	0.52 t	Carga Total por P.P. Zarpa Delant
Vu	1.86 t	Sumat Cargas:Cortante Ult Diseño
Mu x ReaccSue	0.91 t-m	Momento por Reacc Suelo
Mu x Wzarp	-0.1 t-m	Momento por P.P. Zarpa
Sumat Mu	0.81 t-m	Sumatoria Momentos. Mu diseño

Cargas para la Longitud Total del Estribo

Solicitaciones Básicas en la Zarpa Delantera



Diseño para Est Límite: Evento Extremo I

DISEÑO DE LA ZARPA TRASERA O TALÓN

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Evento Extremo I

Solicitaciones | **Diseño a Flexión** | Diseño a Cortante

	Valor	Simbología
Mu	6.234 t-m	Momento mayorado en la secc
K	64.4 t/m2	Mu/bd^2
m	17.647	fy/0.85f'c
Ro Calc	0.0017	Cuantía Acero de Diseño
As calc	7.613 cm2	Area Refuerzo Calculado Total
Ic	0.004 m4	Mom de Inercia de Sección Bruta
fr	33.132 kg/cm2	Módulo de Ruptura : 1.98(f'c)^1/2
Mcr	9.94 t-m	Mom Agrietamiento
Asmin(Mcr)	12.253 cm2	Acero para Mom_Agrietam.
1.33Ascal	10.125 cm2	Acero Calculado x 1.33
Acero Domina	10.125 cm2	Ascalc<AsMín(Mcr). Prima 1.33As
Arm Ppal Sug.	1 # 5 @ 0.2	Armad Ppal Real Propuesta
As real Coloc	19.793 cm2	Area de Acero Real Colocado
c	2.05 cm	Alt blq compr: AsFy/.85f'cBetab
εt	0.0262	0.003(dt-c)/c
Chequeo	et > 0.005	Phi OK
As RetracTemp	4.66 cm2/cara	2.33<=0.75bh /(2(b+h)Fy)<=12.7
Arm Retr Sug.	1 # 3 @ 0.25	Armad Retracc Propuesta

Diseño para la Longitud Total del Muro

DISEÑO DEL VÁSTAGO O PANTALLA

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Evento Extremo I

Solicitaciones | **Diseño a Flexión** | Diseño a Cortante

	Valor	Simbología
Mu	4.365 t-m	Momento mayorado en la secc
K	45.089 t/m2	Mu/bd^2
m	17.647	fy/0.85f'c
Ro Calc	0.0012	Cuantía Acero de Diseño
As calc	5.305 cm2	Area Refuerzo Calculado Total
Ic	0.004 m4	Mom de Inercia de Sección Bruta
fr	33.132 kg/cm2	Módulo de Ruptura : 1.98(f'c)^1/2
Mcr	9.94 t-m	Mom Agrietamiento
Asmin(Mcr)	12.253 cm2	Acero para Mom_Agrietam.
1.33Ascal	7.055 cm2	Acero Calculado x 1.33
Acero Domina	7.055 cm2	Ascalc<AsMín(Mcr). Prima 1.33As
Arm Ppal Sug.	1 # 5 @ 0.2	Armad Ppal Real Propuesta
As real Coloc	19.793 cm2	Area de Acero Real Colocado
c	2.05 cm	Alt blq compr: AsFy/.85f'cBetab
εt	0.0262	0.003(dt-c)/c
Chequeo	et > 0.005	Phi OK
As RetracTemp	4.66 cm2/cara	2.33<=0.75bh /(2(b+h)Fy)<=12.7
Arm Retr Sug.	1 # 3 @ 0.25	Armad Retracc Propuesta

Diseño para la Longitud Total del Muro

DISEÑO DE LA ZARPA DELANTERA O DEDO

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Evento Extremo I

Solicitaciones | **Diseño a Flexión** | Diseño a Cortante

	Valor	Simbología
Mu	0.808 t-m	Momento mayorado en la secc
K	8.343 t/m2	Mu/bd^2
m	17.647	fy/0.85f'c
Ro Calc	0.0002	Cuantía Acero de Diseño
As calc	0.973 cm2	Area Refuerzo Calculado Total
Ic	0.004 m4	Mom de Inercia de Sección Bruta
fr	33.132 kg/cm2	Módulo de Ruptura : 1.98(f'c)^1/2
Mcr	9.94 t-m	Mom Agrietamiento
Asmin(Mcr)	12.253 cm2	Acero para Mom_Agrietam.
1.33Ascal	1.294 cm2	Acero Calculado x 1.33
Acero Domina	1.294 cm2	Ascalc<AsMín(Mcr). Prima 1.33As
Arm Ppal Sug.	1 # 5 @ 0.2	Armad Ppal Real Propuesta
As real Coloc	19.793 cm2	Area de Acero Real Colocado
c	2.05 cm	Alt blq compr: AsFy/.85f'cBetab
εt	0.0262	0.003(dt-c)/c
Chequeo	et > 0.005	Phi OK
As RetracTemp	4.66 cm2/cara	2.33<=0.75bh /(2(b+h)Fy)<=12.7
Arm Retr Sug.	1 # 3 @ 0.25	Armad Retracc Propuesta

Diseño para la Longitud Total del Muro

Diseño para Est Límite: Evento Extremo I

DISEÑO DE LA ZARPA TRASERA O TALÓN

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Evento Extremo I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | **Diseño a Cortante**

	Valor	Simbología
dv1 0.9de	0.2 m	Profund efec de Cortante (a) Art 5.8.2.9
dv2 0.72h	0.22 m	Profund efec de Cortante (b) Art 5.8.2.9
dv dom	0.22 m	Prof efec de Cortante dominante
Phi	0.85	Fact de Res a Cort Art 5.5.4.2
Beta	2	Fact.Cap Concr Agr Diag Tracc y Cort
Vc	37.95 t	Vc=0.083Betaf'c^(1/2)bvdv Art 5.8.3.3-3
Vs	0	Vs =0 No Flejes
Vn	37.95 t	Vn = Vc Art 5.8.3.3-1
Vr	34.15 t	Vr = phi x Vn
Vu	10.58 t	Cortante Ult de Diseño
Chequeo	OK	Cortante OK

Diseño para la Longitud Total del Muro

DISEÑO DEL VÁSTAGO O PANTALLA

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Evento Extremo I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | **Diseño a Cortante**

	Valor	Simbología
dv1 0.9de	0.2 m	Profund efec de Cortante (a) Art 5.8.2.9
dv2 0.72h	0.22 m	Profund efec de Cortante (b) Art 5.8.2.9
dv dom	0.22 m	Prof efec de Cortante dominante
Phi	0.85	Fact de Res a Cort Art 5.5.4.2
Beta	2	Fact.Cap Concr Agr Diag Tracc y Cort
Vc	37.95 t	Vc=0.083Betaf'c^(1/2)bvdv Art 5.8.3.3-3
Vs	0	Vs =0 No Flejes
Vn	37.95 t	Vn = Vc Art 5.8.3.3-1
Vr	34.15 t	Cortante Resist Vr = phi x Vn
Vu	5.81 t	Cortante Ult de Diseño
Chequeo	OK	Cortante OK

Diseño para la Longitud Total del Muro

DISEÑO DE LA ZARPA DELANTERA O DEDO

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Evento Extremo I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | **Diseño a Cortante**

	Valor	Simbología
dv1 0.9de	0.2 m	Profund efec de Cortante (a) Art 5.8.2.9
dv2 0.72h	0.22 m	Profund efec de Cortante (b) Art 5.8.2.9
dv dom	0.22 m	Prof efec de Cortante dominante
Phi	0.9	Fact ResisCort Art 5.5.4.2 Concr Normal
Vs	0	Vs = 0 -->> No Flejes
		ACCIÓN EN UNA DIRECCIÓN
Beta	2	Fact.Cap Concr Agr Diag Tracc y Cort
Vc	37.95 t	Vc=0.083Betaf'c^(1/2)bvdv Art 5.8.3.3-3
Vn	37.95 t	Vn = Vc Art 5.8.3.3-1
Vr	34.15 t	Cortante Resist Vr = phi x Vn
Vu	1.86 t	Cortante Ult Diseño.SeccCrít: a dv cara
Chq1direcc	Vr>Vu:OK	Cort Una Direcc OK
		ACCIÓN EN DOS DIRECCIONES
Beta_c	9.259	Rel lado largo/corto rectáng aplic.carga
bo	4.43 m	bo = Perímetro de la Sección Crítica
Vc	104.17 t	(.17+.33/Betac)Sq(fc)bodv<.33Sq(fc)bodv
Vr	93.75 t	Cortante Resist Vr = phi x Vn Vn = Vc
Vu	2.95 t	Cortante Ult Dis. Secc Crít: dv/2 de cara
Ch.2Direcc	Vr>Vu:OK	Cort Dos Direcc OK
Ch.GLOBAL	Vr>Vu:OK	Cortante Global OK

Diseño para la Longitud Total del Muro

ENVOLVENTE DE DISEÑO DE LA ALETA

ENVOLVENTE DE DISEÑO DE LA ALETA

Armad Principal a Flexión | Chequeo a Cortante

Estado Límite	ZarDel.Abajo	ZarTras.Abajo	ZarTras.Arrib	Vást.CaraRellen
Servicio I	1 # 5 @ 0.2	-	1 # 5 @ 0.2	1 # 5 @ 0.2
Resistencia I	1 # 5 @ 0.2	-	1 # 5 @ 0.2	1 # 5 @ 0.2
Ev Extremo I	1 # 5 @ 0.2	-	1 # 5 @ 0.2	1 # 5 @ 0.2
Envolvente	**1 # 5 @ 0.2**	-	**1 # 5 @ 0.2**	**1 # 5 @ 0.2**

ENVOLVENTE DE DISEÑO DE LA ALETA

Armad Principal a Flexión | **Chequeo a Cortante**

Estado Límite	ZarDelant Vr / Vu	ZarTrasera Vr / Vu	Vástago Vr / Vu
Servicio I	22.65	9.42	8.41
Resistencia I	13.25	2.74	5.05
Ev Extremo I	18.39	3.23	5.55
Envolvente	**OK CORTE**	**OK CORTE**	**OK CORTE**

Constantes de Diseño para la Aleta

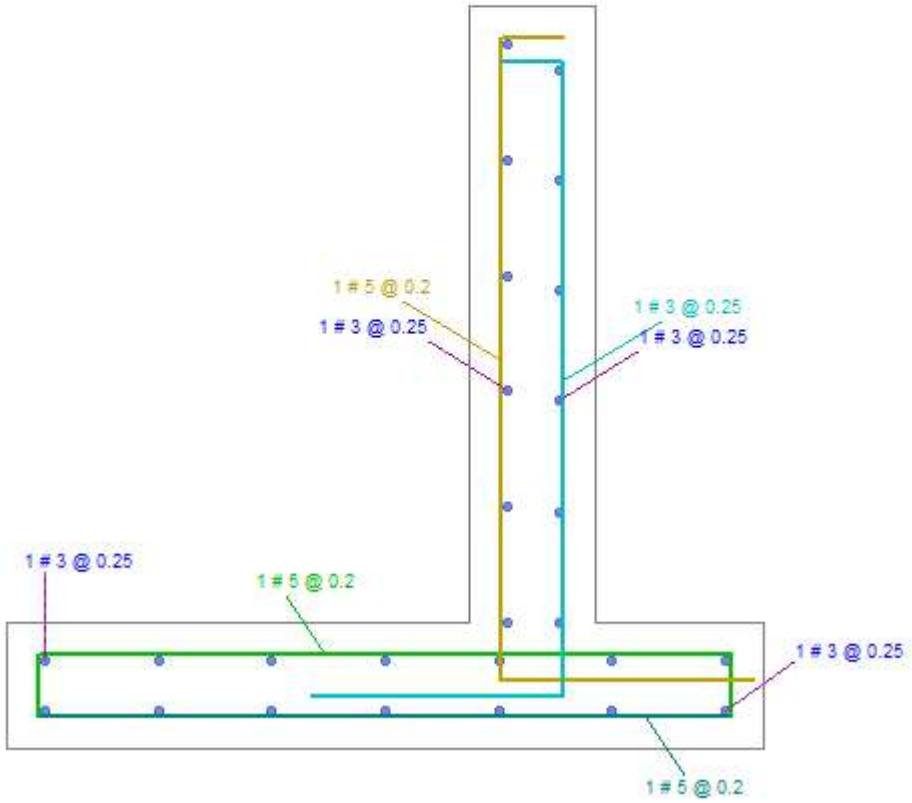
Resistencia del Concreto F'c (kg/cm2)	280
Límite de Fluencia del Acero, Fy (kg/cm2)	4200
Recubrim Concreto al Centroide Armad Principal (cm)	8
Usar Diámetro Varillas en milímetros o en pulgadas	pulg
Diámetro Mínimo a usar para Acero Principal, #	5
Diámetro Mínimo a usar para Acero Secundario, #	3
Separación Máxima Varillas Armadura Principal, (cm)	20

$$K = \frac{Mu}{bd^2} \qquad m = \frac{Fy}{0.85f'c}$$

Índice de Acero Rho:

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2mK}{\emptyset fy}}\right)$$

Detalles del Muro



Detalles del Muro en Vista Separada







DISEÑO DE BOX CULVERT TIPO 7

18. DISEÑO DE BOX CULVERT TIPO 7

El diseño se realizó modelando las paredes y la losa como un conjunto, y determinar las fuerzas y momentos internos en los elementos. La estructura se diseñó paso a paso con el objeto de conocer muy bien los efectos de diseño y, el diseño del Box Coulvert y aletas fue realizado utilizando el Programa de Puentes del Ingeniero Fernando Medina (*Ver Anexos Digitales*).

18.1. DISEÑO ESTRUCTURAL

18.1.1. Datos de Entrada

A continuación, se presenta los datos iniciales para realizar el diseño y la modelación de esta estructura:

DATOS DE ENTRADA		
Altura Total de la Estructura	3.20	**m**
Ancho Total de la Estructura	5.90	**m**
Espesor de la Losa Superior	0.35	**m**
Espesor de los Muros	0.30	**m**
Espesor de la Losa Inferior	0.35	**m**
Número de Celdas	2	
Longitud de la Estructura	6.00	**m**
Longitud de la Aleta	2.00	**m**
Espesor del Vástago de la Aleta	0.30	**m**
Espesor de la Zapata	0.35	**m**

Tabla 30. *Datos de Entrada para la modelación de la Estructura.*

En los anexos se presenta el diseño del Box Culvert descrito en esta memoria de cálculo digital.

18.1.2. Constantes de Diseño

A continuación, se presenta las constantes de diseño que se tuvieron en cuenta en la modelación de esta estructura:

CONSTANTES DE DISEÑO		
Resistencia a la Compresión del Concreto (f_c')	280	kg/cm^2
Resistencia a la Fluencia del Acero (f_y) – Barras Longitudinales	4200	kg/cm^2
Resistencia a la Fluencia del Acero (f_y) – Acero de Flejes	4200	kg/cm^2
ϕ varilla muros (Octavos de pulgada)	No. 3-4	
ϕ min. varilla losa (Octavos de pulgada)	No. 3-4	
Recubrimiento centroide de losa y lateral libre	7.50	cm
Camión de Diseño	CCP-14 COL	

Tabla 31. *Constantes de Diseño para la modelación de la Estructura.*

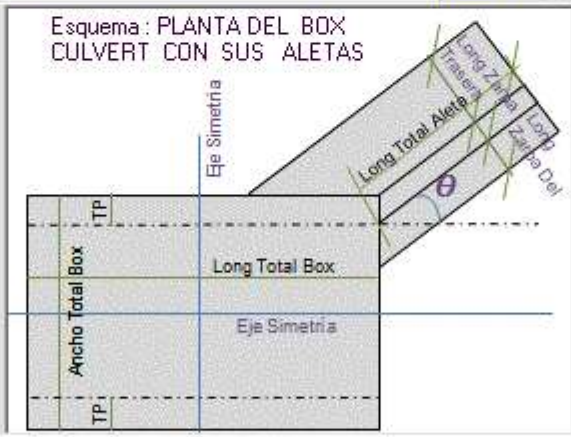
A continuación, se presentan los resultados del diseño de todas las estructuras que componen esta estructura (**Box Culvert Tipo 7**) utilizando el Programa de Puentes del Ingeniero Fernando Medina.

INFORMACIÓN GENERAL DEL BOX CULVERT

GEOMETRÍA ALCANTARILLA y GEOMETRÍA ALETAS

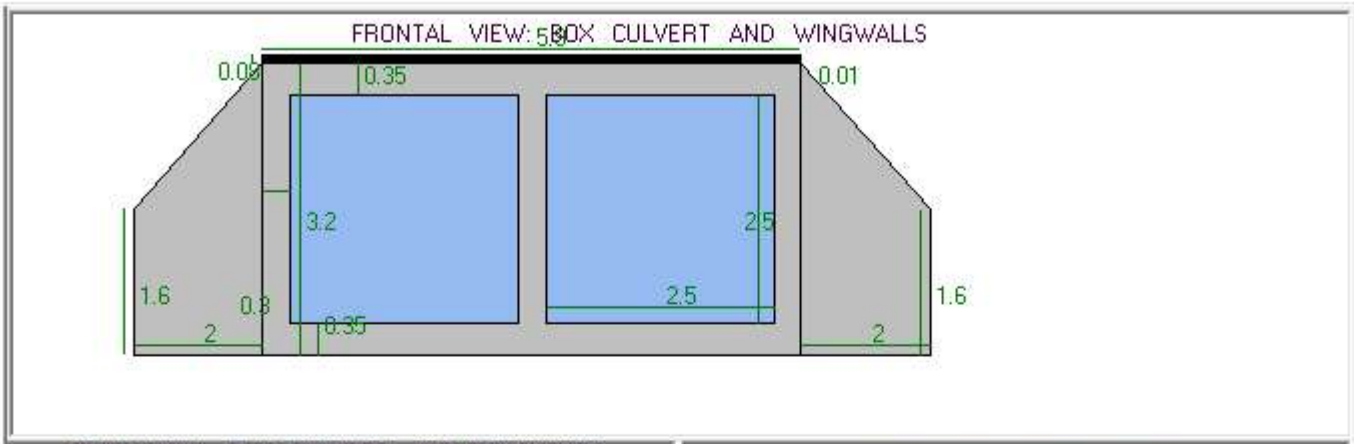
GEOMETRÍA DE LA ALCANTARILLA	
Ancho Total del Box (a bordes ext.), Lta (m)	5.9
Longitud Total Box (a bordes exter), Ltb (m)	6
Altura Total Box (a bordes ext), Ha (m)	3.2
Número de Celdas	2
Espesor Losa Superior ts (m)	0.35
Espesor Losa Inferior ti (m)	0.35
Espesor Paredes Verticales tp (m)	0.3
Espesor de Capa o Placa de Rodadura (m)	0.08
Dimensión de la Cartela (Igual en X e Y) (m)	0
GEOMETRÍA ALETAS (aplica para las cuatro)	
Longitud Total de la Aleta LTM (m)	2
Si Hrell es > 0, Altura Adicional de Aleta (m)	0
Altura Total en Extr Ext (menor), HLN (m)	1.6
Ángulo Box-Aleta en Planta, (grados)	45
Angulo Inclinación Talud Relleno (grados)	0
Ancho de Corona del Vástago, AC (m)	0.3
Proyección Trasera Vástago, BZ (m)	0
Proyección Delantera Vástago, BD (m)	0
Longitud Total de Zapata, Min 0.67H, LTZ (m)	2.5
Longitud de la Zarpa Delantera, LZD (m)	0.6
Espesor de la Zapata, Hzap (m)	0.35

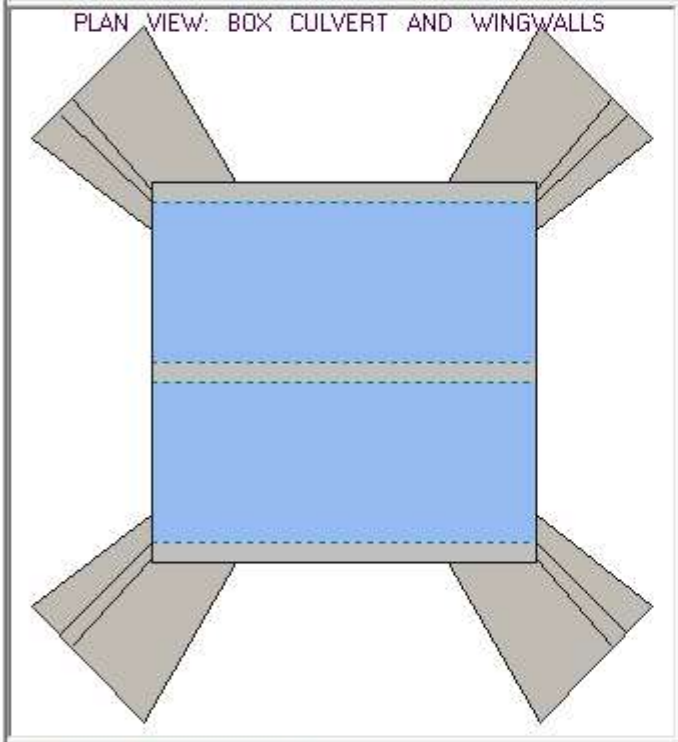
Esquema : PLANTA DEL BOX CULVERT CON SUS ALETAS

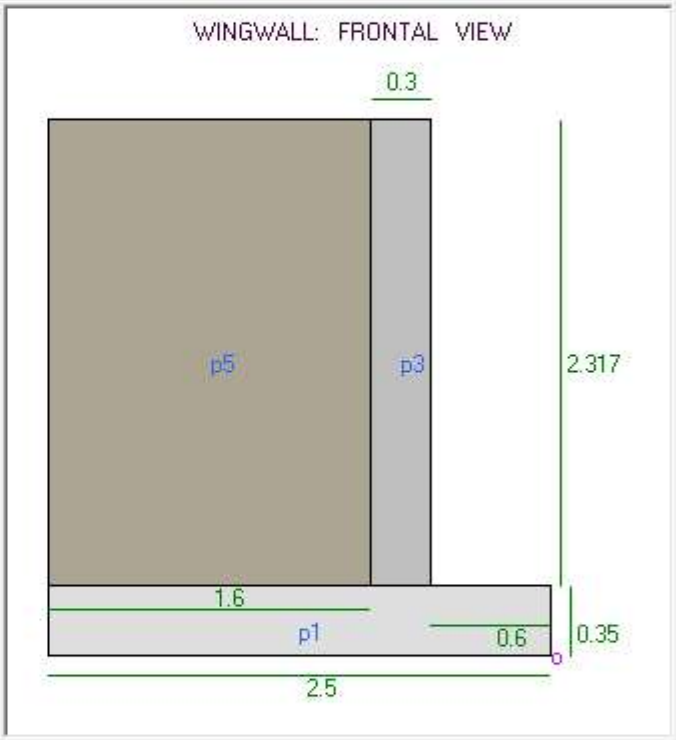


INFORMACIÓN GENERAL DEL BOX CULVERT

GEOMETRÍA ALCANTARILLA y GEOMETRÍA ALETAS







Información Complementaria

Altura del Relleno sobre el Box, Hrell (m)	0.01
Aleta: Sección en Estudio (a diseñar)	LTM/3

INFORMACIÓN GENERAL DEL BOX CULVERT

DATOS DEL SUELO Y EL RELLENO

DATOS DEL SUELO Y EL RELLENO

Resistencia Suelo E Lím de Resistencia(t/m2)	30
Resistencia Suelo E.Lím Evento Extrem (t/m2)	66.6
Resistencia Suelo Est.Lím de Servicio (t/m2)	66.6
Peso Especifico Suelo de Relleno (t/m3)	1.8
Áng Fricción Interna Suelo Relleno ϕ 'f (grads)	30
Áng Fricción Interna Suelo Cimentac ϕ 'f (grados)	30
Áng Fricc en interfase muro relleno δ (grados)	0
Altura Nivel Freático desde fondo zap, Hnf(m)	0
Tipo Empuje Horiz a considerar por el Relleno	Reposo

CONSTANTES SÍSMICAS

Coeficiente Aceleración Pico Horiz, PGA	0.15
Clase de Sitio (Clase de Suelo)	E

NORMA DE DISEÑO

Camión de Diseño: Utilizar la Norma	CCP14

Constantes de Diseño para el Box Culvert

Resistencia del Concreto F'c (kg/cm2)	280
Límite de Fluencia del Acero, Fy (kg/cm2)	4200
Recubrim Concreto al Centroide Armad Principal (cm)	7.5
Usar Diámetro Varillas en milímetros o en pulgadas	pulg
Diámetro Mínimo a usar para Acero Principal, #	4
Diámetro Mínimo a usar para Acero Secundario, #	3
Separación Máxima Varillas Armadura Principal, (cm)	20

Constantes de Diseño para las Aletas

Resistencia del Concreto F'c (kg/cm2)	280
Límite de Fluencia del Acero, Fy (kg/cm2)	4200
Recubrim Concreto al Centroide Armad Principal (cm)	7.5
Usar Diámetro Varillas en milímetros o en pulgadas	pulg
Diámetro Mínimo a usar para Acero Principal, #	4
Diámetro Mínimo a usar para Acero Secundario, #	3
Separación Máxima Varillas Armadura Principal, (cm)	20

Considerar 14/fy como Rho mínimo (sugerido SÍ)	NO

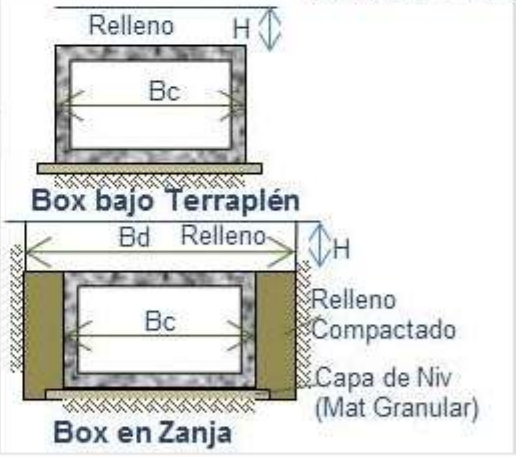
CONSTANTES PARA MODIFICACIÓN DE LAS CARGAS DE SUELO, CONSIDERANDO INTERACCIÓN SUELO ESTRUCTURA

(AASHTO CCP14 Art 12.11.2.2)

Tipo de Box (según condiciones de relleno)	Bajo Terraplén
Ancho Horizontal de la Zanja Bd (= Bc para terrapl)	7
Coeficiente Kmiu, según material del relleno	0.14
Relleno Compactado a lo largo de los laterales del box	No Compactado

Valores Sugeridos de Kmiu (Fig 12.11.2.2.1-3)

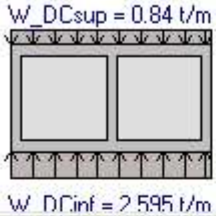
Kmiu = 0.1924 para materiales granulares no cohesivos
Kmiu = 0.165 máx. para arena y grava
kmiu = 0.150 para capa vegetal saturada
kmiu = 0.130 máx. normal para arcilla
kmiu = 0.110 arcilla saturada



SOLICITACIONES BÁSICAS DEL BOX CULVERT: DC, DW, EH, EV, LS

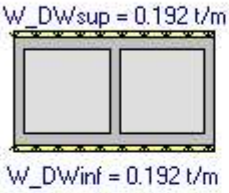
CARGAS

CARGA MUERTA DC



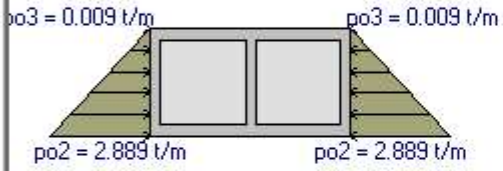
Ítem	Carga (t/m)	Descripción
W DC_sup	0.84	P.P de la Losa Superior del Box
W DC_cartelas	0	(P.P de las Cartelas) / Ancho Box
W DC_x muros	0.915	(P.P de Muros Box) / Ancho Box
W DC_inf	2.595	Carga sobre Losa Inferior por DC

CARGA MUERTA DW



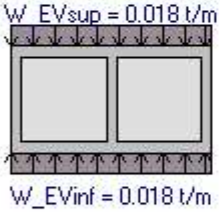
Ítem	Carga (t/m)	Descripción
W DW_sup	0.192	Carga Losa Sup por C.Rodadura
W DW_inf	0.192	Carga Losa Inf por C.Rodadura

EMPUJE DE TIERRAS EH



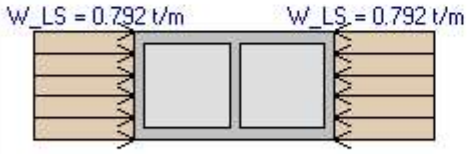
Ítem	W (t/m/m)	Descripción
p01	2.889	p01 = Ko x Pvolsueloseco x H1+ p03
p03	0.009	p03 = Ko x Pvolsueloseco x HR
p02	2.889	p02 = Ko x Pvolsuelosumerg x HNF+p01
p Eagua	0	P.unit agua x H nivel freático

PRESIÓN VERTICAL SUELO RELLENO EV



Ítem	Valor	Descripción
Box.Tip	Bajo Terraplén	Tipo de Box según manejo del Rell
Bc	5.9 m	Ancho Horizontal del Box
Kmiu	-	Coef función del Material del Relleno
H	0.01 m	Profundidad del Relleno sobre el Box
Cd	-	Coef función de Kmiu, H y Bc o Bd
Fe	1 <= 1.4 -> 1	1+ 0.20 x H / Bc
Ft	-	(Cd x Bd^2) / H / Bc <= Fe
EVsup	0.018 t/m	EVsup= Ft x GammaS x H (/ml box)

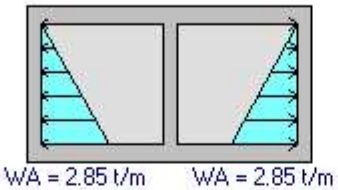
SOBRECARGA VIVA LS



Ítem	Valor	Descripción
Ko	0.5	Coef. Presion de Reposo del Suelo
PesoVol_s	1.8 t/m3	Peso Unitario Total del Suelo
H_box	3.2 m	Altura Total del Box Culvert
h_eq	0.88 m	Alt Equiv de suelo para C.Vehicular
Delta_p	0.792 t/m	Presión cte.horiz suelo x sobrec CV

CARGAS

CARGA DE AGUA WA



CARGA DE AGUA

Ítem	Valor	Descripción
Alt Agua	2.85 m	Altura de Agua actuante
Wagua_WA	2.85 t/m	Presión de Agua (box lleno)

Consideraciones:

El Art. 3.7.1 de AASHTO y CCP-14 exige considerar el caso donde el box esté lleno de agua así como el estado donde el box esté vacío

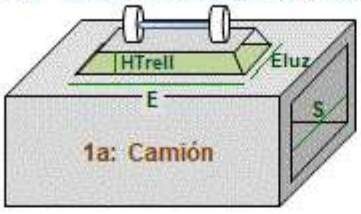
CARGAS

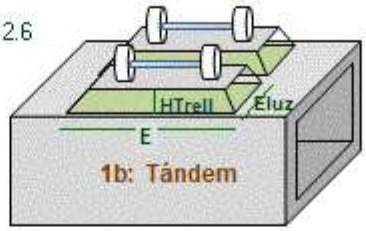
CARGA VIVA LL+Imp . Teoría

AASHTO y CCP-14 Art 4.6.2.10

Caso 1. Altura de Relleno HR < 0.6

Art 3.6.1.2.6





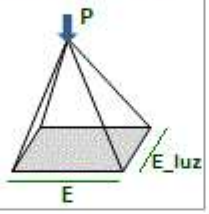
Distribución de la Carga de Eje . HR < 0.60 m

E = 0.244+0.12S

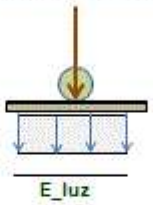
E_luz = LT + LLDF(H)

LLDF = 1.15 LT = 0.254 m

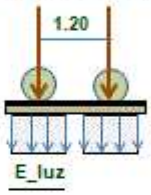
H = HR + esp pavimento



1a: Domina el Camión



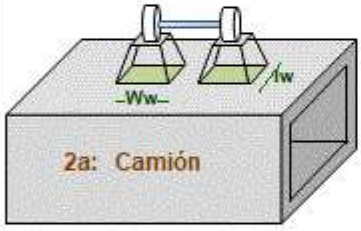
1b: Domina el Tándem

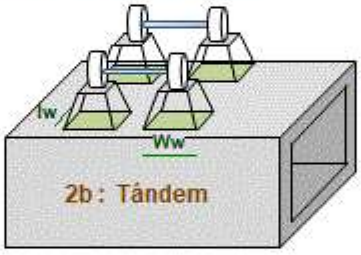


Caso 2. Altura de Relleno HR >= 0.6 m SIN Traslapo

(•) Sin Traslapo

( ) Con Traslapo





H= Hrell+esp pav

l_t= 0.254 m

$LLDF$ = 1.15

S_a= 1.20 ó 4.30 m

S_w= 1.828 m

w_t= 0.508 m

Distribución de la Carga de Eje . HR >= 0.60 m

A_{LL} = Área de Distr de la Carga de Eje a la Prof H $A_{LL} = l_w w_w$

Cálculo de w_w

$H_{int-t} = \frac{s_w - w_t - 0.06 D_i}{LLDF}$

$Si\ H < H_{int-t}$

$w_w = w_t + LLDF(H) - 0.06 D_i$

$Si\ H \geq H_{int-t}$

$w_w = w_t + s_w + LLDF(H) - 0.06 D_i$

Cálculo de l_w

$H_{int-p} = \frac{s_a - l_t}{LLDF}$

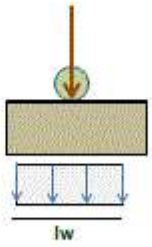
$Si\ H < H_{int-p}$

$l_w = l_t + LLDF(H)$

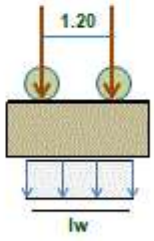
$Si\ H \geq H_{int-p}$

$l_w = l_t + s_a + LLDF(H)$

2a: Domina el Camión



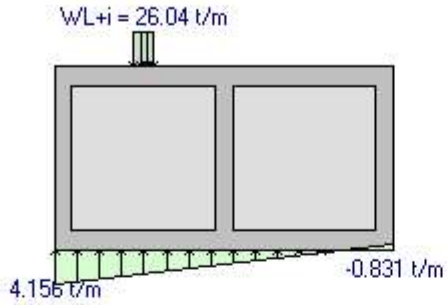
2b: Domina el Tándem



CÁLCULO DE LAS SOLICITACIONES BÁSICAS : CARGA VIVA L + i

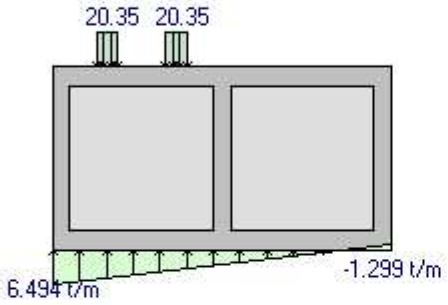
Solicitaciones Críticas por Cargas Vivas

CARGA VIVA LL+I . POSICIÓN CRÍTICA 1: CAMIÓN



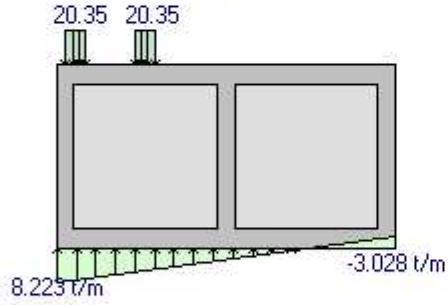
Ítem	Valor	Descripción
Carga Q	16.334 t/m	Carga Distribuida Equivalente
Fact Imp. IM	32.865 %	Factor Dinámico de Impacto
Factor m	1.2	Factor de Presencia Múltiple
Carga W	26.043 t/m	Carga Distrib. Equiv. Efectiva
L.Carga lw	0.358 m	Longitud lw de la Carga(s) W
Brazo a1	1.221 m	Brazo.Aplicac a1 de Carga W
Brazo a2	- . No aplica	Brazo.de Aplc a2 (si aplica)
Carga S1	4.156 t/m	Carga de Reacción Máxima
Carga S2	-0.831 t/m	Carga de Reacción Mínima

CARGA VIVA LL+I . POSICION CRÍTICA 2: TÁNDEM



Ítem	Valor	Descripción
Carga Q	12.761 t/m	Carga Distribuida Equivalente
Fact Imp. IM	32.865 %	Factor Dinámico de Impacto
Factor m	1.2	Factor de Presencia Múltiple
Carga W	20.346 t/m	Carga Distrib. Equiv. Efectiva
L.Carga lw	0.358 m	Longitud lw de la Carga(s) W
Brazo a1	0.621 m	Brazo.Aplicac a1 de Carga W
Brazo a2	1.821 m	Brazo.de Aplc a2 (si aplica)
Carga S1	6.494 t/m	Carga de Reacción Máxima
Carga S2	-1.299 t/m	Carga de Reacción Mínima

CARGA VIVA LL+I . POSICION CRÍTICA 3 . MÁX CORTANTE



Ítem	Valor	Descripción
Carga Q	12.761 t/m	Carga Distribuida Equivalente
Fact Imp. IM	32.865 %	Factor Dinámico de Impacto
Factor m	1.2	Factor de Presencia Múltiple
Carga W	20.346 t/m	Carga Distrib. Equiv. Efectiva
L.Carga lw	0.358 m	Longitud lw de la Carga(s) W
Brazo a1	0 m	Brazo.Aplicac a1 de Carga W
Brazo a2	1.2 m	Brazo.de Aplc a2 (si aplica)
Carga S1	8.223 t/m	Carga de Reacción Máxima
Carga S2	-3.028 t/m	Carga de Reacción Mínima

CHEQUEO DE ESFUERZOS EN EL SUELO

CHEQUEO DE ESFUERZOS EN EL SUELO

ESTADO DE CARGA	ESFZO SUELO t/m2
Carga Muerta y Acc DC	2.6
Carga Pavimento DW	0.19
Presión Vert Rellen EV	0.02
Presión Peso Agua WA	2.12
Carga Viva+Imp L+i	8.22

ESTADO LÍMITE DE RESISTENCIA

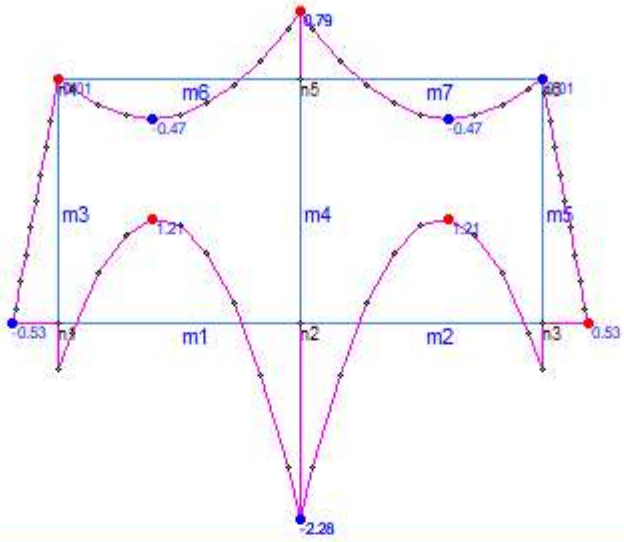
1.25(DC) + 1.50(DW) + 1.35(EV) + 1.0(WA) + 1.75(L+I)

Esfuerzo Actuante	20.07 t/m2
Resist Suelo E.Lím de Resistencia	30 t/m2
Diagnóstico	Cumple OK

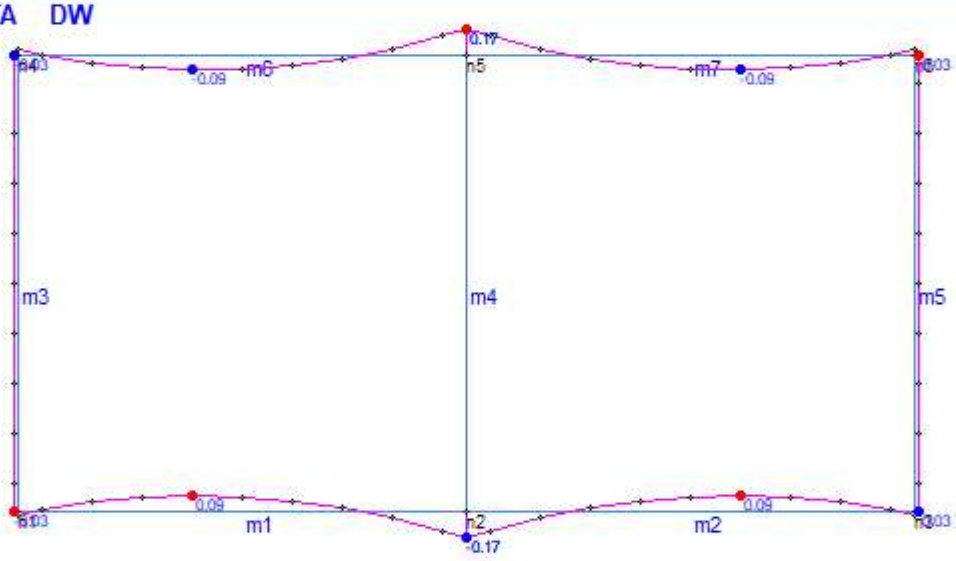
Análisis del Box para los Estado Básicos de Cargas

Diseño

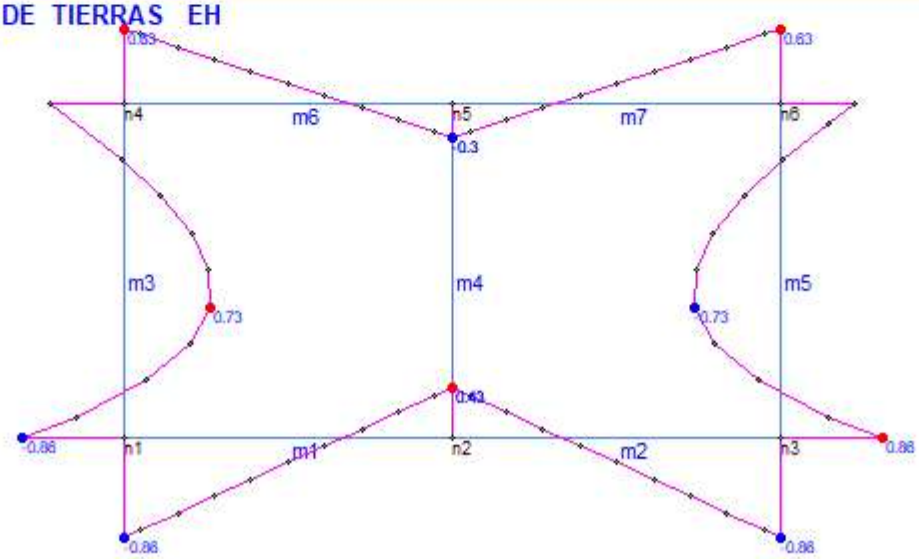
CARGA MUERTA DC



CARGA MUERTA DW

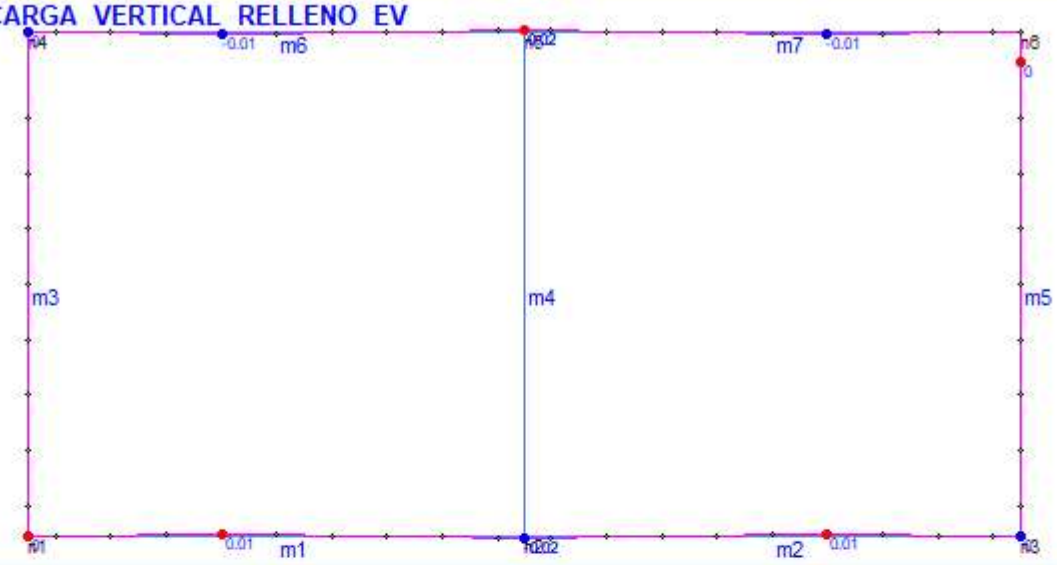


CARGA EMPUJE DE TIERRAS EH

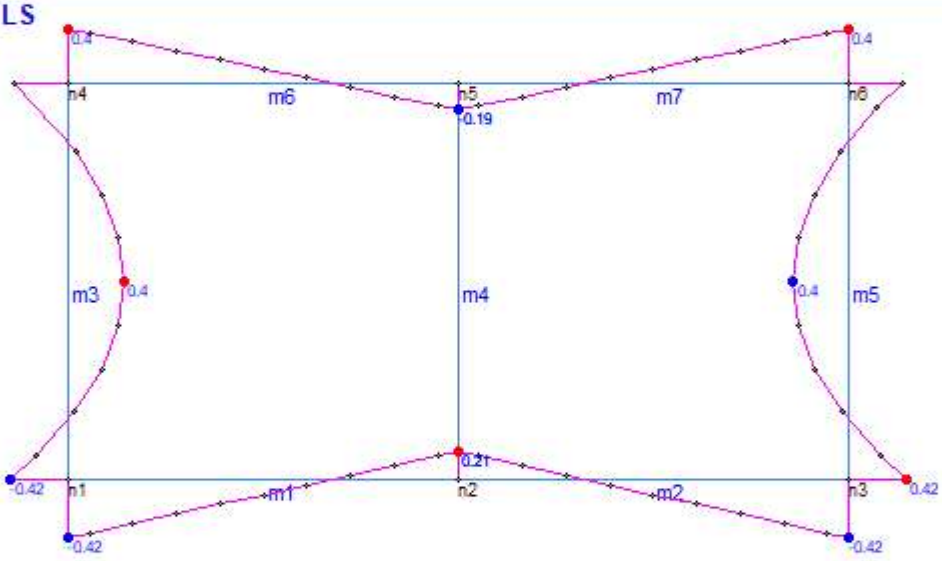


Diseño

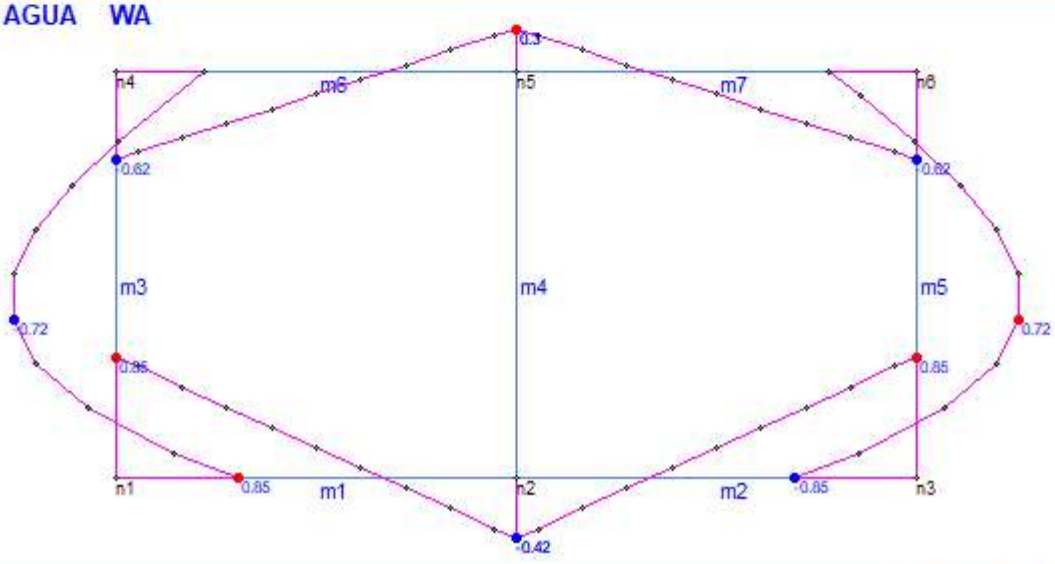
PRESIÓN CARGA VERTICAL RELLENO EV



SOBRECARGA LS



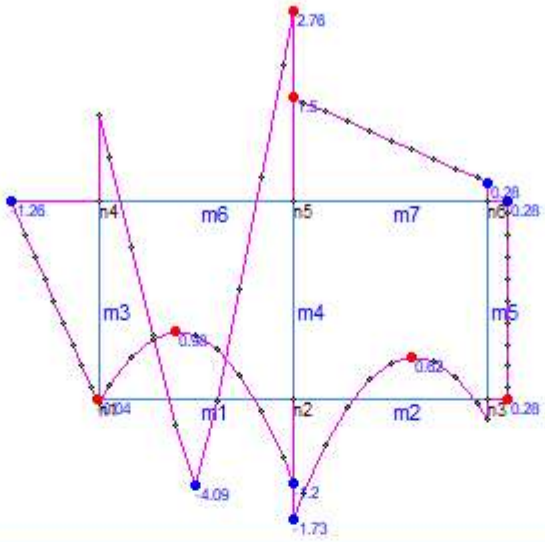
CARGA DE AGUA WA



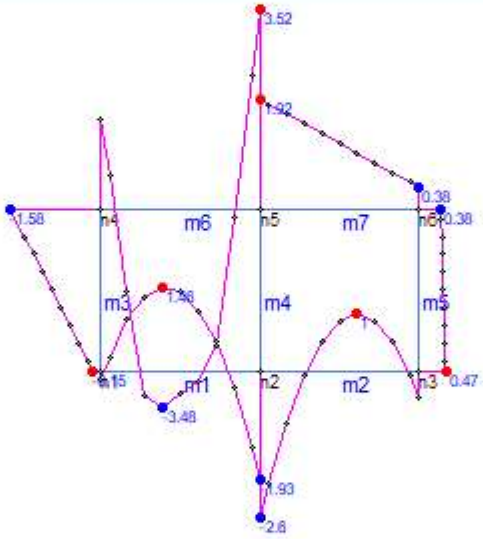
Análisis del Box para los Estado Básicos de Cargas

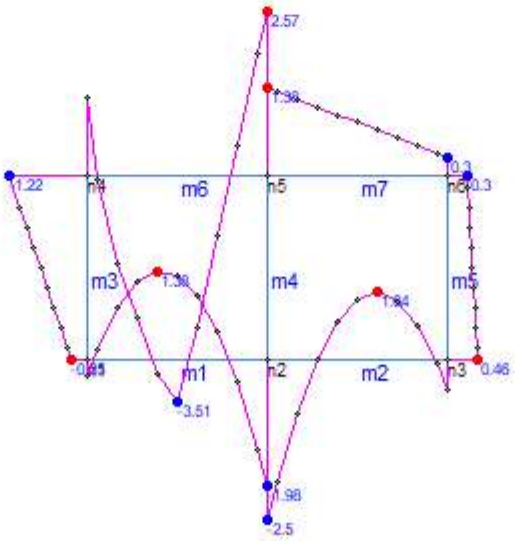
Diseño

CARGA VIVA L+ I : CAMIÓN



CARGA VIVA L + I : TÁNDEM





EFUERZOS FINALES DE MIEMBROS

CARGA MUERTA DC

Miembro	Nudo	F Axial (t)	Cortante (t)	Mom (t-m)
m1	1	0	-3.01	-0.53
	2	0	-4.26	2.28
m2	2	0	-4.26	-2.28
	3	0	-3.01	0.53
m3	1	0.9	0.18	0.53
	4	-0.9	-0.18	-0.01
m4	2	2.91	0	0
	5	-2.91	0	0
m5	3	0.9	-0.18	-0.53
	6	-0.9	0.18	0.01
m6	4	-0.18	0.9	0.01
	5	0.18	1.46	-0.79
m7	5	-0.18	1.46	0.79
	6	0.18	0.9	-0.01

EFUERZOS FINALES DE MIEMBROS

CARGA MUERTA DW

Miembro	Nudo	F Axial (t)	Cortante (t)	Mom (t-m)
m1	1	0	-0.22	-0.03
	2	0	-0.32	0.17
m2	2	0	-0.32	-0.17
	3	0	-0.22	0.03
m3	1	0.22	0	0.03
	4	-0.22	0	-0.03
m4	2	0.63	0	0
	5	-0.63	0	0
m5	3	0.22	0	-0.03
	6	-0.22	0	0.03
m6	4	0	0.22	0.03
	5	0	0.32	-0.17
m7	5	0	0.32	0.17
	6	0	0.22	-0.03

EFUERZOS FINALES DE MIEMBROS

CARGA EMPUJE DE TIERRAS EH

Miembro	Nudo	F Axial (t)	Cortante (t)	Mom (t-m)
m1	1	0	-0.46	-0.86
	2	0	0.46	-0.43
m2	2	0	0.46	0.43
	3	0	-0.46	0.86
m3	1	0.33	2.83	0.86
	4	-0.33	1.3	-0.63
m4	2	-0.67	0	0
	5	0.67	0	0
m5	3	0.33	-2.83	-0.86
	6	-0.33	-1.3	0.63
m6	4	1.3	0.33	0.63
	5	-1.3	-0.33	0.3
m7	5	1.3	-0.33	-0.3
	6	-1.3	0.33	-0.63

EFUERZOS FINALES DE MIEMBROS

PRESIÓN CARGA VERTICAL RELLENO EV

Miembro	Nudo	F Axial (t)	Cortante (t)	Mom (t-m)
m1	1	0	-0.02	0
	2	0	-0.03	0.02
m2	2	0	-0.03	-0.02
	3	0	-0.02	0
m3	1	0.02	0	0
	4	-0.02	0	0
m4	2	0.06	0	0
	5	-0.06	0	0
m5	3	0.02	0	0
	6	-0.02	0	0
m6	4	0	0.02	0
	5	0	0.03	-0.02
m7	5	0	0.03	0.02
	6	0	0.02	0

EFUERZOS FINALES DE MIEMBROS

SOBRECARGA LS

Miembro	Nudo	F Axial (t)	Cortante (t)	Mom (t-m)
m1	1	0	-0.22	-0.42
	2	0	0.22	-0.21
m2	2	0	0.22	0.21
	3	0	-0.22	0.42
m3	1	0.21	1.14	0.42
	4	-0.21	1.12	-0.4
m4	2	-0.42	0	0
	5	0.42	0	0
m5	3	0.21	-1.14	-0.42
	6	-0.21	-1.12	0.4
m6	4	1.12	0.21	0.4
	5	-1.12	-0.21	0.19
m7	5	1.12	-0.21	-0.19
	6	-1.12	0.21	-0.4

EFUERZOS FINALES DE MIEMBROS

CARGA DE AGUA WA

Miembro	Nudo	F Axial (t)	Cortante (t)	Mom (t-m)
m1	1	0	0.45	0.85
	2	0	-0.45	0.42
m2	2	0	-0.45	-0.42
	3	0	0.45	-0.85
m3	1	-0.33	-2.79	-0.85
	4	0.33	-1.27	0.62
m4	2	0.65	0	0
	5	-0.65	0	0
m5	3	-0.33	2.79	0.85
	6	0.33	1.27	-0.62
m6	4	-1.27	-0.33	-0.62
	5	1.27	0.33	-0.3
m7	5	-1.27	0.33	0.3
	6	1.27	-0.33	0.62

Momentos Interiores en cada Miembro

CARGA MUERTA DC

Miembro	Posic.(m)	M (t-m)
m1	0	-0.53
m1	0.15	-0.11
m1	0.462	0.58
m1	0.775	1.02
m1	1.088	1.21
m1	1.4	1.14
m1	1.712	0.82
m1	2.025	0.24
m1	2.338	-0.59
m1	2.65	-1.67
m1	2.8	-2.28
m2	0	-2.28
m2	0.15	-1.67
m2	0.462	-0.59
m2	0.775	0.24
m2	1.088	0.82
m2	1.4	1.14
m2	1.712	1.21
m2	2.025	1.02
m2	2.338	0.58
m2	2.65	-0.11
m2	2.8	-0.53
m3	0	-0.53
m3	0.175	-0.5
m3	0.488	-0.44
m3	0.8	-0.39
m3	1.112	-0.33
m3	1.425	-0.27
m3	1.738	-0.21
m3	2.05	-0.16
m3	2.362	-0.1
m3	2.85	-0.01
m3	2.85	-0.01
m4	0	0
m4	0.175	0
m4	0.488	0
m4	0.8	0
m4	1.112	0
m4	1.425	0
m4	1.738	0
m4	2.05	0
m4	2.362	0
m4	2.85	0
m4	2.85	0
m5	0	0.53

Momentos Interiores en cada Miembro

CARGA MUERTA DC

Miembro	Posic.(m)	M (t-m)
m5	0.175	0.5
m5	0.488	0.44
m5	0.8	0.39
m5	1.112	0.33
m5	1.425	0.27
m5	1.738	0.21
m5	2.05	0.16
m5	2.362	0.1
m5	2.675	0.04
m5	2.85	0.01
m6	0	0.01
m6	0.15	-0.12
m6	0.462	-0.32
m6	0.775	-0.43
m6	1.088	-0.47
m6	1.4	-0.42
m6	1.712	-0.29
m6	2.025	-0.08
m6	2.338	0.21
m6	2.65	0.58
m6	2.8	0.79
m7	0	0.79
m7	0.15	0.58
m7	0.462	0.21
m7	0.775	-0.08
m7	1.088	-0.29
m7	1.4	-0.42
m7	1.712	-0.47
m7	2.025	-0.43
m7	2.338	-0.32
m7	2.65	-0.12
m7	2.8	0.01

Momentos Interiores en cada Miembro

CARGA MUERTA DW

Miembro	Posic.(m)	M (t-m)
m1	0	-0.03
m1	0.15	0
m1	0.462	0.05
m1	0.775	0.08
m1	1.088	0.09
m1	1.4	0.09
m1	1.712	0.06
m1	2.025	0.02
m1	2.338	-0.05
m1	2.65	-0.13
m1	2.8	-0.17
m2	0	-0.17
m2	0.15	-0.13
m2	0.462	-0.05
m2	0.775	0.02
m2	1.088	0.06
m2	1.4	0.09
m2	1.712	0.09
m2	2.025	0.08
m2	2.338	0.05
m2	2.65	0
m2	2.8	-0.03
m3	0	-0.03
m3	0.175	-0.03
m3	0.488	-0.03
m3	0.8	-0.03
m3	1.112	-0.03
m3	1.425	-0.03
m3	1.738	-0.03
m3	2.05	-0.03
m3	2.362	-0.03
m3	2.85	-0.03
m3	2.85	-0.03
m4	0	0
m4	0.175	0
m4	0.488	0
m4	0.8	0
m4	1.112	0
m4	1.425	0
m4	1.738	0
m4	2.05	0
m4	2.362	0
m4	2.85	0
m4	2.85	0
m5	0	0.03

Momentos Interiores en cada Miembro

CARGA MUERTA DW

Miembro	Posic.(m)	M (t-m)
m5	0.175	0.03
m5	0.488	0.03
m5	0.8	0.03
m5	1.112	0.03
m5	1.425	0.03
m5	1.738	0.03
m5	2.05	0.03
m5	2.362	0.03
m5	2.675	0.03
m5	2.85	0.03
m6	0	0.03
m6	0.15	0
m6	0.462	-0.05
m6	0.775	-0.08
m6	1.088	-0.09
m6	1.4	-0.09
m6	1.712	-0.06
m6	2.025	-0.02
m6	2.338	0.04
m6	2.65	0.12
m6	2.8	0.17
m7	0	0.17
m7	0.15	0.12
m7	0.462	0.04
m7	0.775	-0.02
m7	1.088	-0.06
m7	1.4	-0.09
m7	1.712	-0.09
m7	2.025	-0.08
m7	2.338	-0.05
m7	2.65	0
m7	2.8	0.03

Momentos Interiores en cada Miembro

CARGA EMPUJE DE TIERRAS EH

Miembro	Posic.(m)	M (t-m)
m1	0	-0.86
m1	0.15	-0.79
m1	0.462	-0.65
m1	0.775	-0.5
m1	1.088	-0.36
m1	1.4	-0.22
m1	1.712	-0.07
m1	2.025	0.07
m1	2.338	0.22
m1	2.65	0.36
m1	2.8	0.43
m2	0	0.43
m2	0.15	0.36
m2	0.462	0.22
m2	0.775	0.07
m2	1.088	-0.07
m2	1.4	-0.22
m2	1.712	-0.36
m2	2.025	-0.5
m2	2.338	-0.65
m2	2.65	-0.79
m2	2.8	-0.86
m3	0	-0.86
m3	0.175	-0.41
m3	0.488	0.19
m3	0.8	0.56
m3	1.112	0.73
m3	1.425	0.73
m3	1.738	0.58
m3	2.05	0.32
m3	2.362	-0.02
m3	2.85	-0.63
m3	2.85	-0.63
m4	0	0
m4	0.175	0
m4	0.488	0
m4	0.8	0
m4	1.112	0
m4	1.425	0
m4	1.738	0
m4	2.05	0
m4	2.362	0
m4	2.85	0
m4	2.85	0
m5	0	0.86

Momentos Interiores en cada Miembro

CARGA EMPUJE DE TIERRAS EH

Miembro	Posic.(m)	M (t-m)
m5	0.175	0.41
m5	0.488	-0.19
m5	0.8	-0.56
m5	1.112	-0.73
m5	1.425	-0.73
m5	1.738	-0.58
m5	2.05	-0.32
m5	2.362	0.02
m5	2.675	0.4
m5	2.85	0.63
m6	0	0.63
m6	0.15	0.58
m6	0.462	0.48
m6	0.775	0.37
m6	1.088	0.27
m6	1.4	0.16
m6	1.712	0.06
m6	2.025	-0.04
m6	2.338	-0.15
m6	2.65	-0.25
m6	2.8	-0.3
m7	0	-0.3
m7	0.15	-0.25
m7	0.462	-0.15
m7	0.775	-0.04
m7	1.088	0.06
m7	1.4	0.16
m7	1.712	0.27
m7	2.025	0.37
m7	2.338	0.48
m7	2.65	0.58
m7	2.8	0.63

Momentos Interiores en cada Miembro

PRESIÓN CARGA VERTICAL RELLENO EV

Miembro	Posic.(m)	M (t-m)
m1	0	0
m1	0.15	0
m1	0.462	0
m1	0.775	0.01
m1	1.088	0.01
m1	1.4	0.01
m1	1.712	0.01
m1	2.025	0
m1	2.338	0
m1	2.65	-0.01
m1	2.8	-0.02
m2	0	-0.02
m2	0.15	-0.01
m2	0.462	0
m2	0.775	0
m2	1.088	0.01
m2	1.4	0.01
m2	1.712	0.01
m2	2.025	0.01
m2	2.338	0
m2	2.65	0
m2	2.8	0
m3	0	0
m3	0.175	0
m3	0.488	0
m3	0.8	0
m3	1.112	0
m3	1.425	0
m3	1.738	0
m3	2.05	0
m3	2.362	0
m3	2.85	0
m3	2.85	0
m4	0	0
m4	0.175	0
m4	0.488	0
m4	0.8	0
m4	1.112	0
m4	1.425	0
m4	1.738	0
m4	2.05	0
m4	2.362	0
m4	2.85	0
m4	2.85	0
m5	0	0

Momentos Interiores en cada Miembro

PRESIÓN CARGA VERTICAL RELLENO EV

Miembro	Posic.(m)	M (t-m)
m5	0.175	0
m5	0.488	0
m5	0.8	0
m5	1.112	0
m5	1.425	0
m5	1.738	0
m5	2.05	0
m5	2.362	0
m5	2.675	0
m5	2.85	0
m6	0	0
m6	0.15	0
m6	0.462	0
m6	0.775	-0.01
m6	1.088	-0.01
m6	1.4	-0.01
m6	1.712	-0.01
m6	2.025	0
m6	2.338	0
m6	2.65	0.01
m6	2.8	0.02
m7	0	0.02
m7	0.15	0.01
m7	0.462	0
m7	0.775	0
m7	1.088	-0.01
m7	1.4	-0.01
m7	1.712	-0.01
m7	2.025	-0.01
m7	2.338	0
m7	2.65	0
m7	2.8	0

Momentos Interiores en cada Miembro

SOBRECARGA LS

Miembro	Posic.(m)	M (t-m)
m1	0	-0.42
m1	0.15	-0.39
m1	0.462	-0.32
m1	0.775	-0.25
m1	1.088	-0.17
m1	1.4	-0.1
m1	1.712	-0.03
m1	2.025	0.04
m1	2.338	0.11
m1	2.65	0.18
m1	2.8	0.21
m2	0	0.21
m2	0.15	0.18
m2	0.462	0.11
m2	0.775	0.04
m2	1.088	-0.03
m2	1.4	-0.1
m2	1.712	-0.17
m2	2.025	-0.25
m2	2.338	-0.32
m2	2.65	-0.39
m2	2.8	-0.42
m3	0	-0.42
m3	0.175	-0.23
m3	0.488	0.04
m3	0.8	0.24
m3	1.112	0.36
m3	1.425	0.4
m3	1.738	0.36
m3	2.05	0.25
m3	2.362	0.06
m3	2.85	-0.4
m3	2.85	-0.4
m4	0	0
m4	0.175	0
m4	0.488	0
m4	0.8	0
m4	1.112	0
m4	1.425	0
m4	1.738	0
m4	2.05	0
m4	2.362	0
m4	2.85	0
m4	2.85	0
m5	0	0.42

Momentos Interiores en cada Miembro

SOBRECARGA LS

Miembro	Posic.(m)	M (t-m)
m5	0.175	0.23
m5	0.488	-0.04
m5	0.8	-0.24
m5	1.112	-0.36
m5	1.425	-0.4
m5	1.738	-0.36
m5	2.05	-0.25
m5	2.362	-0.06
m5	2.675	0.21
m5	2.85	0.4
m6	0	0.4
m6	0.15	0.36
m6	0.462	0.3
m6	0.775	0.23
m6	1.088	0.17
m6	1.4	0.1
m6	1.712	0.04
m6	2.025	-0.03
m6	2.338	-0.09
m6	2.65	-0.16
m6	2.8	-0.19
m7	0	-0.19
m7	0.15	-0.16
m7	0.462	-0.09
m7	0.775	-0.03
m7	1.088	0.04
m7	1.4	0.1
m7	1.712	0.17
m7	2.025	0.23
m7	2.338	0.3
m7	2.65	0.36
m7	2.8	0.4

Momentos Interiores en cada Miembro

CARGA DE AGUA WA

Miembro	Posic.(m)	M (t-m)
m1	0	0.85
m1	0.15	0.78
m1	0.462	0.64
m1	0.775	0.5
m1	1.088	0.35
m1	1.4	0.21
m1	1.712	0.07
m1	2.025	-0.07
m1	2.338	-0.21
m1	2.65	-0.36
m1	2.8	-0.42
m2	0	-0.42
m2	0.15	-0.36
m2	0.462	-0.21
m2	0.775	-0.07
m2	1.088	0.07
m2	1.4	0.21
m2	1.712	0.35
m2	2.025	0.5
m2	2.338	0.64
m2	2.65	0.78
m2	2.8	0.85
m3	0	0.85
m3	0.175	0.4
m3	0.488	-0.19
m3	0.8	-0.56
m3	1.112	-0.72
m3	1.425	-0.71
m3	1.738	-0.57
m3	2.05	-0.31
m3	2.362	0.02
m3	2.85	0.62
m3	2.85	0.62
m4	0	0
m4	0.175	0
m4	0.488	0
m4	0.8	0
m4	1.112	0
m4	1.425	0
m4	1.738	0
m4	2.05	0
m4	2.362	0
m4	2.85	0
m4	2.85	0
m5	0	-0.85

Momentos Interiores en cada Miembro

CARGA DE AGUA WA

Miembro	Posic.(m)	M (t-m)
m5	0.175	-0.4
m5	0.488	0.19
m5	0.8	0.56
m5	1.112	0.72
m5	1.425	0.71
m5	1.738	0.57
m5	2.05	0.31
m5	2.362	-0.02
m5	2.675	-0.4
m5	2.85	-0.62
m6	0	-0.62
m6	0.15	-0.57
m6	0.462	-0.47
m6	0.775	-0.37
m6	1.088	-0.26
m6	1.4	-0.16
m6	1.712	-0.06
m6	2.025	0.04
m6	2.338	0.15
m6	2.65	0.25
m6	2.8	0.3
m7	0	0.3
m7	0.15	0.25
m7	0.462	0.15
m7	0.775	0.04
m7	1.088	-0.06
m7	1.4	-0.16
m7	1.712	-0.26
m7	2.025	-0.37
m7	2.338	-0.47
m7	2.65	-0.57
m7	2.8	-0.62

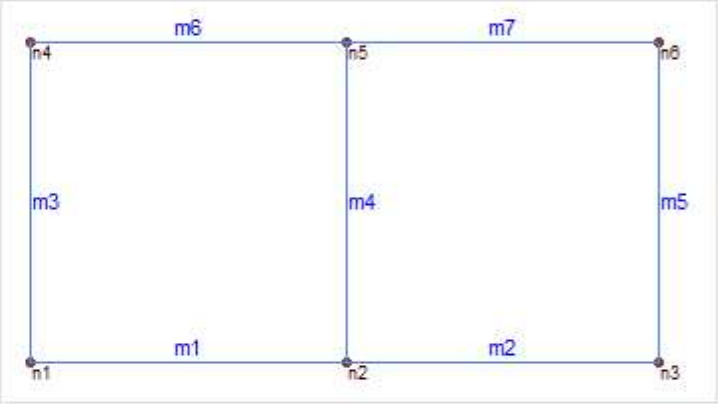
Momentos Interiores en cada Miembro

ESTADO LÍMITE DE RESISTENCIA Ia

Máx Carga Vertical y Máx Carga Horizontal

1.25(DC)+1.50(DW)+1.35(EV)+1.75(L+I)+1.5(EH)+1.75(LS)

Miembro	Posic.(m)	Mom Mu(t-m)
m1	0	-3
m1	0.15	-1.57
m1	0.462	0.85
m1	0.775	2.49
m1	1.088	3.36
m1	1.4	3.47
m1	1.712	2.81
m1	2.025	1.38
m1	2.338	-0.82
m1	2.65	-3.79
m1	2.8	-5.49
m2	0	-6.66
m2	0.15	-4.93
m2	0.462	-1.9
m2	0.775	0.34
m2	1.088	1.87
m2	1.4	2.6
m2	1.712	2.57
m2	2.025	1.76
m2	2.338	0.19
m2	2.65	-2.16
m2	2.8	-3.56
m3	0	-3
m3	0.285	-2.11
m3	0.57	-0.93
m3	0.855	-0.23
m3	1.14	0.02
m3	1.425	-0.12
m3	1.71	-0.61
m3	1.995	-1.39
m3	2.28	-2.44
m3	2.565	-4.47
m3	2.85	-4.47
m4	0	1.18
m4	0.285	1.28
m4	0.57	1.46
m4	0.855	1.64
m4	1.14	1.82
m4	1.425	2
m4	1.71	2.17
m4	1.995	2.35
m4	2.28	2.53
m4	2.565	2.81
m4	2.85	2.81



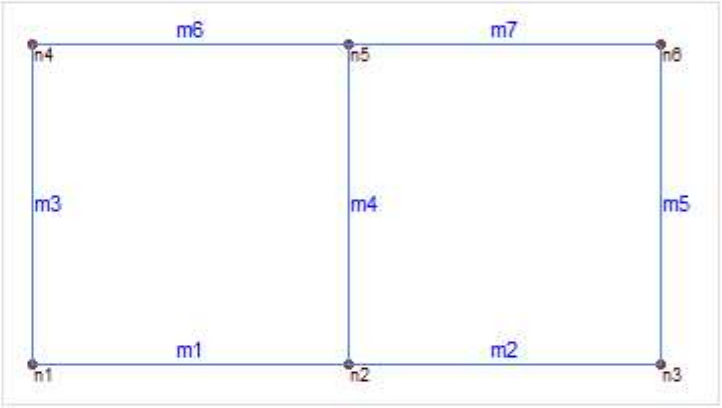
Momentos Interiores en cada Miembro

ESTADO LÍMITE DE RESISTENCIA Ia

Máx Carga Vertical y Máx Carga Horizontal

1.25(DC)+1.50(DW)+1.35(EV)+1.75(L+I)+1.5(EH)+1.75(LS)

Miembro	Posic.(m)	Mom Mu(t-m)
m5	0	3.56
m5	0.285	2.5
m5	0.57	1.03
m5	0.855	0.05
m5	1.14	-0.5
m5	1.425	-0.65
m5	1.71	-0.45
m5	1.995	0.05
m5	2.28	0.8
m5	2.565	1.76
m5	2.85	2.37
m6	0	4.47
m6	0.15	2.5
m6	0.462	-1.8
m6	0.775	-5.44
m6	1.088	-6.14
m6	1.4	-7.4
m6	1.712	-5.65
m6	2.025	-4.47
m6	2.338	0.57
m6	2.65	4.35
m6	2.8	6.64
m7	0	3.83
m7	0.15	3.48
m7	0.462	2.85
m7	0.775	2.36
m7	1.088	2
m7	1.4	1.77
m7	1.712	1.67
m7	2.025	1.71
m7	2.338	1.88
m7	2.65	2.18
m7	2.8	2.37



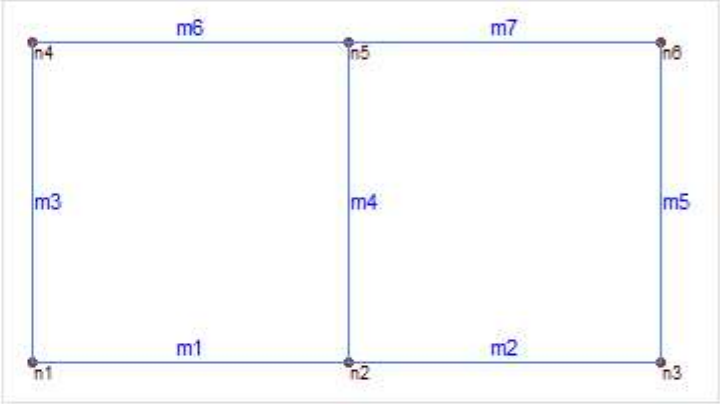
Momentos Interiores en cada Miembro

ESTADO LÍMITE DE RESISTENCIA Ib

Máxima Carga Vertical y Mínima Carga Horizontal

1.25(DC)+1.5(DW)+1.35(EV)+1.75(L+I)+1.0(WA)+0.9(EH)+1.75(LS)

Miembro	Posic.(m)	Mom Mu(t-m)
m1	0	-1.63
m1	0.15	-0.31
m1	0.462	1.87
m1	0.775	3.29
m1	1.088	3.93
m1	1.4	3.81
m1	1.712	2.92
m1	2.025	1.26
m1	2.338	-1.17
m1	2.65	-4.36
m1	2.8	-6.17
m2	0	-7.35
m2	0.15	-5.51
m2	0.462	-2.24
m2	0.775	0.22
m2	1.088	1.99
m2	1.4	2.95
m2	1.712	3.14
m2	2.025	2.56
m2	2.338	1.21
m2	2.65	-0.9
m2	2.8	-2.19
m3	0	-1.63
m3	0.285	-1.46
m3	0.57	-1.23
m3	0.855	-1.13
m3	1.14	-1.14
m3	1.425	-1.27
m3	1.71	-1.52
m3	1.995	-1.9
m3	2.28	-2.41
m3	2.565	-3.47
m3	2.85	-3.47
m4	0	1.18
m4	0.285	1.28
m4	0.57	1.46
m4	0.855	1.64
m4	1.14	1.82
m4	1.425	2
m4	1.71	2.17
m4	1.995	2.35
m4	2.28	2.53
m4	2.565	2.81
m4	2.85	2.81



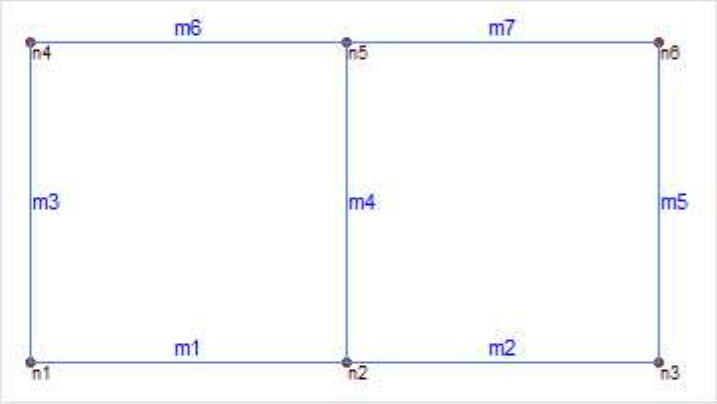
Momentos Interiores en cada Miembro

ESTADO LÍMITE DE RESISTENCIA Ib

Máxima Carga Vertical y Mínima Carga Horizontal

1.25(DC)+1.5(DW)+1.35(EV)+1.75(L+I)+1.0(WA)+0.9(EH)+1.75(LS)

Miembro	Posic.(m)	Mom Mu(t-m)
m5	0	2.19
m5	0.285	1.85
m5	0.57	1.34
m5	0.855	0.94
m5	1.14	0.66
m5	1.425	0.5
m5	1.71	0.46
m5	1.995	0.55
m5	2.28	0.77
m5	2.565	1.12
m5	2.85	1.38
m6	0	3.47
m6	0.15	1.58
m6	0.462	-2.55
m6	0.775	-6.03
m6	1.088	-6.56
m6	1.4	-7.66
m6	1.712	-5.75
m6	2.025	-4.4
m6	2.338	0.81
m6	2.65	4.75
m6	2.8	7.12
m7	0	4.31
m7	0.15	3.88
m7	0.462	3.09
m7	0.775	2.43
m7	1.088	1.9
m7	1.4	1.51
m7	1.712	1.25
m7	2.025	1.12
m7	2.338	1.13
m7	2.65	1.26
m7	2.8	1.38



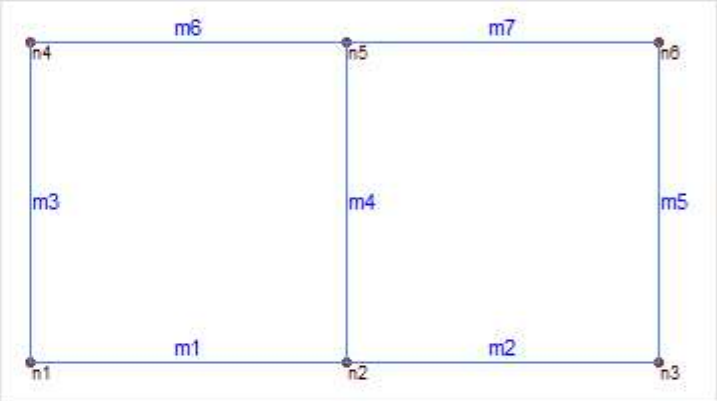
Momentos Interiores en cada Miembro

ESTADO LÍMITE DE RESISTENCIA Ic

Mín. Carga Vertical y Máx. Carga Horizontal

0.9(DC)+0.65(DW)+1.0(EV)+0.9(EH)+1.75(LS)

Miembro	Posic.(m)	Mom Mu(t-m)
m1	0	-3.21
m1	0.15	-1.77
m1	0.462	0.68
m1	0.775	2.36
m1	1.088	3.27
m1	1.4	3.42
m1	1.712	2.79
m1	2.025	1.4
m1	2.338	-0.77
m1	2.65	-3.7
m1	2.8	-5.38
m2	0	-6.56
m2	0.15	-4.84
m2	0.462	-1.84
m2	0.775	0.36
m2	1.088	1.86
m2	1.4	2.55
m2	1.712	2.48
m2	2.025	1.63
m2	2.338	0.02
m2	2.65	-2.36
m2	2.8	-3.77
m3	0	-3.21
m3	0.285	-2.27
m3	0.57	-0.97
m3	0.855	-0.16
m3	1.14	0.2
m3	1.425	0.14
m3	1.71	-0.32
m3	1.995	-1.15
m3	2.28	-2.33
m3	2.565	-4.78
m3	2.85	-4.78
m4	0	1.18
m4	0.285	1.28
m4	0.57	1.46
m4	0.855	1.64
m4	1.14	1.82
m4	1.425	2
m4	1.71	2.17
m4	1.995	2.35
m4	2.28	2.53
m4	2.565	2.81
m4	2.85	2.81



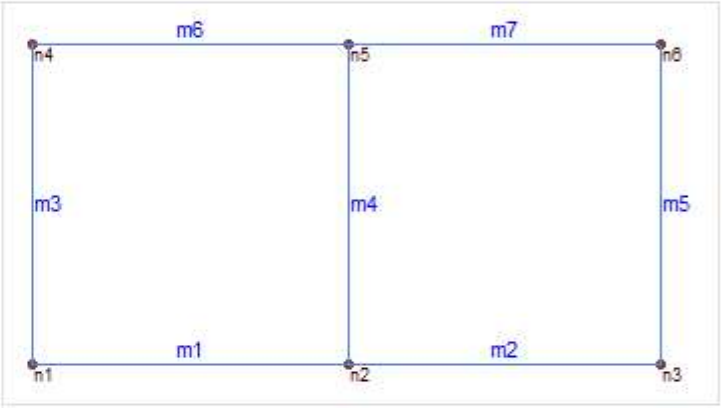
Momentos Interiores en cada Miembro

ESTADO LÍMITE DE RESISTENCIA Ic

Mín. Carga Vertical y Máx. Carga Horizontal

0.9(DC)+0.65(DW)+1.0(EV)+0.9(EH)+1.75(LS)

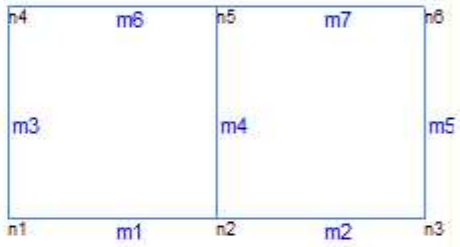
Miembro	Posic.(m)	Mom Mu(t-m)
m5	0	3.77
m5	0.285	2.66
m5	0.57	1.08
m5	0.855	-0.03
m5	1.14	-0.68
m5	1.425	-0.91
m5	1.71	-0.74
m5	1.995	-0.19
m5	2.28	0.69
m5	2.565	1.89
m5	2.85	2.69
m6	0	4.78
m6	0.15	2.79
m6	0.462	-1.56
m6	0.775	-5.26
m6	1.088	-6.01
m6	1.4	-7.32
m6	1.712	-5.62
m6	2.025	-4.49
m6	2.338	0.5
m6	2.65	4.22
m6	2.8	6.49
m7	0	3.68
m7	0.15	3.36
m7	0.462	2.78
m7	0.775	2.34
m7	1.088	2.03
m7	1.4	1.85
m7	1.712	1.81
m7	2.025	1.89
m7	2.338	2.12
m7	2.65	2.47
m7	2.8	2.69



ENVOLVENTE MÁXIMA DE DISEÑO

Diseño a Flexión y Cortante de todas las secciones del Box Culvert

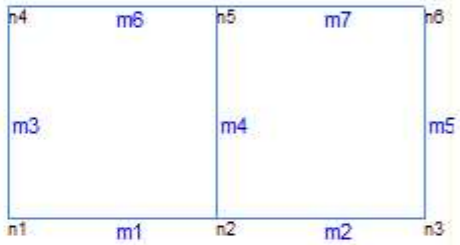
Mi.	Posic(m)	Mu(t-m)	As(cm2)	Arm.Sug	Vu(t)	Vu/Vr (Cheq)
m1	0	-3.21	4.15	1 # 4 @ 0.2	10.28	0.49 Ok
m1	0.15	-1.77	2.27	1 # 4 @ 0.2	9.1	0.44 Ok
m1	0.462	1.87	2.41	1 # 4 @ 0.2	6.64	0.32 Ok
m1	0.775	3.29	4.25	1 # 4 @ 0.2	4.18	0.2 Ok
m1	1.088	3.93	5.1	1 # 4 @ 0.2	1.72	0.08 Ok
m1	1.4	3.81	4.94	1 # 4 @ 0.2	-1.59	0.08 Ok
m1	1.712	2.92	3.77	1 # 4 @ 0.2	-4.05	0.19 Ok
m1	2.025	1.4	1.79	1 # 4 @ 0.2	-6.51	0.31 Ok
m1	2.338	-1.17	1.5	1 # 4 @ 0.2	-8.97	0.43 Ok
m1	2.65	-4.36	5.66	1 # 4 @ 0.2	-11.43	0.55 Ok
m1	2.8	-6.17	6.65	1 # 4 @ 0.19	-12.61	0.61 Ok
m2	0	-7.35	7.24	1 # 4 @ 0.17	12.81	0.61 Ok
m2	0.15	-5.51	6.65	1 # 4 @ 0.19	11.63	0.56 Ok
m2	0.462	-2.24	2.89	1 # 4 @ 0.2	9.17	0.44 Ok
m2	0.775	0.36	0.46	1 # 4 @ 0.2	6.71	0.32 Ok
m2	1.088	1.99	2.56	1 # 4 @ 0.2	4.25	0.2 Ok
m2	1.4	2.95	3.8	1 # 4 @ 0.2	1.79	0.09 Ok
m2	1.712	3.14	4.05	1 # 4 @ 0.2	-1.52	0.07 Ok
m2	2.025	2.56	3.3	1 # 4 @ 0.2	-3.98	0.19 Ok
m2	2.338	1.21	1.56	1 # 4 @ 0.2	-6.44	0.31 Ok
m2	2.65	-2.36	3.04	1 # 4 @ 0.2	-8.9	0.43 Ok
m2	2.8	-3.77	4.88	1 # 4 @ 0.2	-10.08	0.48 Ok
m3	0	-3.21	5.1	1 # 4 @ 0.2	-7.07	0.4 Ok
m3	0.175	-2.27	3.58	1 # 4 @ 0.2	-6.25	0.36 Ok
m3	0.488	-1.23	1.94	1 # 4 @ 0.2	-4.94	0.28 Ok
m3	0.8	-1.13	1.77	1 # 4 @ 0.2	-3.71	0.21 Ok
m3	1.112	-1.14	1.79	1 # 4 @ 0.2	-2.58	0.15 Ok
m3	1.425	-1.27	1.99	1 # 4 @ 0.2	-1.54	0.09 Ok
m3	1.738	-1.52	2.39	1 # 4 @ 0.2	0.58	0.03 Ok
m3	2.05	-1.9	3	1 # 4 @ 0.2	1.47	0.08 Ok
m3	2.362	-2.44	3.86	1 # 4 @ 0.2	2.22	0.13 Ok
m3	2.85	-4.78	5.98	1 # 4 @ 0.2	3.08	0.18 Ok
m3	2.85	-4.78	5.98	1 # 4 @ 0.2	3.08	0.18 Ok
m4	0	1.18	1.85	1 # 4 @ 0.2	1.18	0.07 Ok
m4	0.175	1.28	2.01	1 # 4 @ 0.2	1.28	0.07 Ok
m4	0.488	1.46	2.29	1 # 4 @ 0.2	1.46	0.08 Ok
m4	0.8	1.64	2.58	1 # 4 @ 0.2	1.64	0.09 Ok
m4	1.112	1.82	2.86	1 # 4 @ 0.2	1.82	0.1 Ok
m4	1.425	2	3.15	1 # 4 @ 0.2	2	0.11 Ok
m4	1.738	2.17	3.44	1 # 4 @ 0.2	2.17	0.12 Ok
m4	2.05	2.35	3.72	1 # 4 @ 0.2	2.35	0.13 Ok
m4	2.362	2.53	4.01	1 # 4 @ 0.2	2.53	0.14 Ok
m4	2.85	2.81	4.46	1 # 4 @ 0.2	2.81	0.16 Ok
m4	2.85	2.81	4.46	1 # 4 @ 0.2	2.81	0.16 Ok



ENVOLVENTE MÁXIMA DE DISEÑO

Diseño a Flexión y Cortante de todas las secciones del Box Culvert

Mi.	Posic(m)	Mu(t-m)	As(cm2)	Arm.Sug	Vu(t)	Vu/Vr (Cheq)
m5	0	3.77	5.98	1 # 4 @ 0.2	7.57	0.43 Ok
m5	0.175	2.66	4.22	1 # 4 @ 0.2	6.64	0.38 Ok
m5	0.488	1.34	2.11	1 # 4 @ 0.2	5.04	0.29 Ok
m5	0.8	0.94	1.48	1 # 4 @ 0.2	3.53	0.2 Ok
m5	1.112	-0.68	1.07	1 # 4 @ 0.2	2.1	0.12 Ok
m5	1.425	-0.91	1.43	1 # 4 @ 0.2	0.77	0.04 Ok
m5	1.738	-0.74	1.16	1 # 4 @ 0.2	-0.72	0.04 Ok
m5	2.05	0.55	0.87	1 # 4 @ 0.2	-1.63	0.09 Ok
m5	2.362	0.8	1.25	1 # 4 @ 0.2	-2.7	0.15 Ok
m5	2.675	1.89	2.98	1 # 4 @ 0.2	-4.18	0.24 Ok
m5	2.85	2.69	4.26	1 # 4 @ 0.2	-4.19	0.24 Ok
m6	0	4.78	6.21	1 # 4 @ 0.2	-18.67	0.9 Ok
m6	0.15	2.79	3.6	1 # 4 @ 0.2	-18.47	0.89 Ok
m6	0.462	-2.55	3.29	1 # 4 @ 0.2	-18.04	0.87 Ok
m6	0.775	-6.03	6.65	1 # 4 @ 0.19	-12.14	0.58 Ok
m6	1.088	-6.56	6.65	1 # 4 @ 0.19	-4.46	0.21 Ok
m6	1.4	-7.66	7.55	1 # 4 @ 0.16	-4.04	0.19 Ok
m6	1.712	-5.75	6.65	1 # 4 @ 0.19	-3.61	0.17 Ok
m6	2.025	-4.49	5.83	1 # 4 @ 0.2	4.76	0.23 Ok
m6	2.338	0.81	1.04	1 # 4 @ 0.2	10.66	0.51 Ok
m6	2.65	4.75	6.16	1 # 4 @ 0.2	11.09	0.53 Ok
m6	2.8	7.12	7.01	1 # 4 @ 0.18	11.29	0.54 Ok
m7	0	4.31	5.59	1 # 4 @ 0.2	-4.41	0.21 Ok
m7	0.15	3.88	5.03	1 # 4 @ 0.2	-4.09	0.2 Ok
m7	0.462	3.09	3.99	1 # 4 @ 0.2	-3.44	0.16 Ok
m7	0.775	2.43	3.13	1 # 4 @ 0.2	-2.78	0.13 Ok
m7	1.088	2.03	2.61	1 # 4 @ 0.2	-2.12	0.1 Ok
m7	1.4	1.85	2.38	1 # 4 @ 0.2	-1.46	0.07 Ok
m7	1.712	1.81	2.32	1 # 4 @ 0.2	-0.8	0.04 Ok
m7	2.025	1.89	2.44	1 # 4 @ 0.2	0.55	0.03 Ok
m7	2.338	2.12	2.73	1 # 4 @ 0.2	1.21	0.06 Ok
m7	2.65	2.47	3.19	1 # 4 @ 0.2	1.87	0.09 Ok
m7	2.8	2.69	3.47	1 # 4 @ 0.2	2.19	0.1 Ok

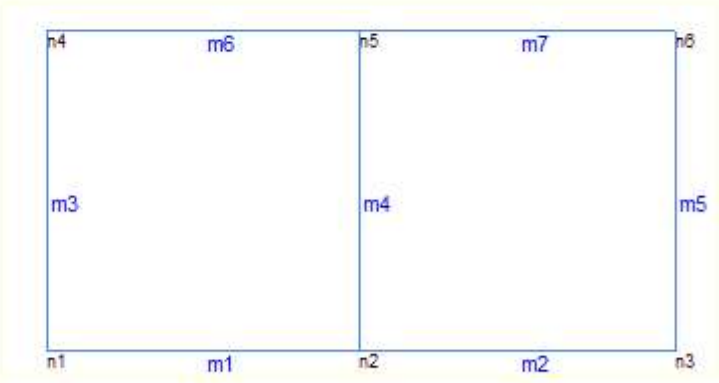


ENVOLVENTE MÁXIMA DE DISEÑO

Mi.	Posic(m)	Mu(t-m)	As(cm2)	Arm.Sug	Vu(t)	Vu/Vr	(Cheq)
m1	0	-3.21	4.15	1 # 4 @ 0.2	10.28	0.49	Ok

Diseño Detallado a Flexión para la sección en estudio

	Valor	Simbología
Mu	3.21 t-m	Momento mayorado en la secc
K	42.509 t/m2	Mu/bd^2
m	17.647	fy/0.85f'c
Ro Calc	0.0011	Cuantía Acero de Diseño
As calc	3.124 cm2	Area Refuerzo Calculado Total
Ic	0.004 m4	Mom de Inercia de Sección Bruta
fr	33.132 kg/cm2	Módulo de Ruptura : 1.98(f'c)^1/2
Mcr	6.764 t-m	Mom Agrietamiento
Asmin(Mcr)	6.649 cm2	Acero para Mom_Agrietam.
1.33Ascal	4.155 cm2	Acero Calculado x 1.33
Acero Domina	4.155 cm2	Acero a Flexión Definitivo
Arm Ppal Sug.	1 # 4 @ 0.2	Armad Ppal Real Propuesta
As real Coloc	6.334 cm2	Area de Acero Real Colocado
c	1.31 cm	Alt blq compr: AsFy/.85f'cBetab
et	0.054	0.003(dt-c)/c
Chequeo	et > 0.005	Phi OK
As RetracTemp	13.98 cm2/cara	2.33<=0.75bh /(2(b+h)Fy)<=12.7
Arm Retr Sug.	1 # 3 @ 0.25	Armad Retracc Propuesta



*

Esfuerzos en el Suelo

ÍTEM	ESFZO MÁX SUELO
Carga Muerta DC	2.6 t/m2
Carga Muerta DW	0.19 t/m2
Empuje Tierras EH	0 t/m2
PrVert Relleno WV	0.02 t/m2
Sobrecarga LS	0 t/m2
Carga de Agua WA	0 t/m2
Carga Viva L+I (Vmáx)	8.22 t/m2
Est,Lím Res. Comb_Dom	18.18 t/m2
Res.Suelo E.Lím Resis	30 t/m2
Chequeo	SUELO OK

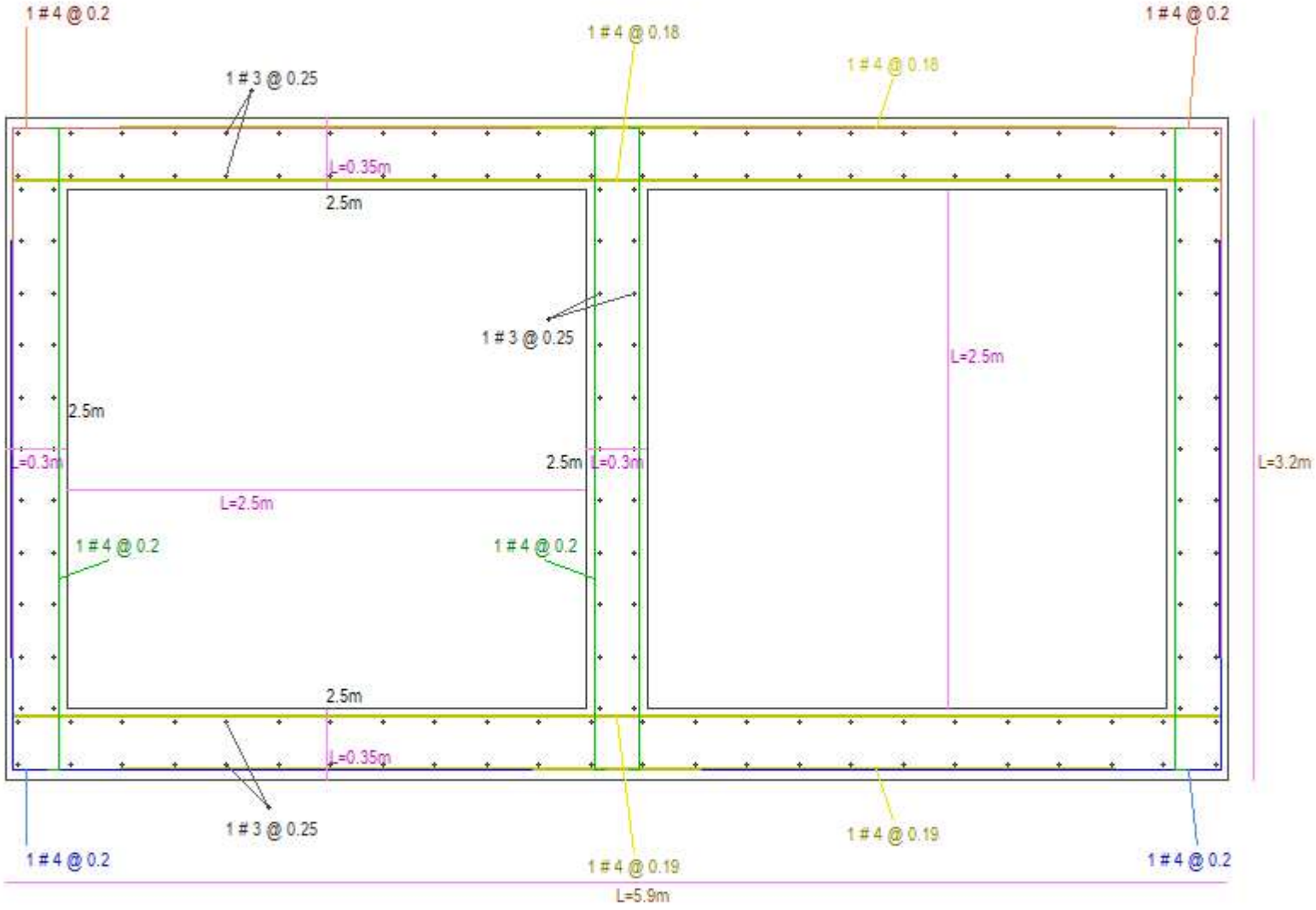
*

Diseño Detallado a Corte para la sección en estudio

	Valor	Simbología
dv1 0.9de	0.279 m	Profund efec de Cortante (a) Art 5.8.2.9
dv2 0.72h	0.252 m	Profund efec de Cortante (b) Art 5.8.2.9
dv dom	0.279 m	Prof efec de Cortante dominante
Phi	0.85	Fact de Res a Cort Art 5.5.4.2
Beta	2	Fact.Cap Concr Agr Diag Tracc y Cort
Vc	24.51 t	Vc=0.083Betaf'c^(1/2)bvdv Art 5.8.3.3-3
Vs	0	Vs =0 No Flejes
Vn	24.51 t	Vn = Vc Art 5.8.3.3-1
Vr	20.83 t	Vr = phi x Vn
Vu	10.28 t	Cortante Ult de Diseño
Chequeo	0.49 Ok	

ARMADURA BOX CULVERT

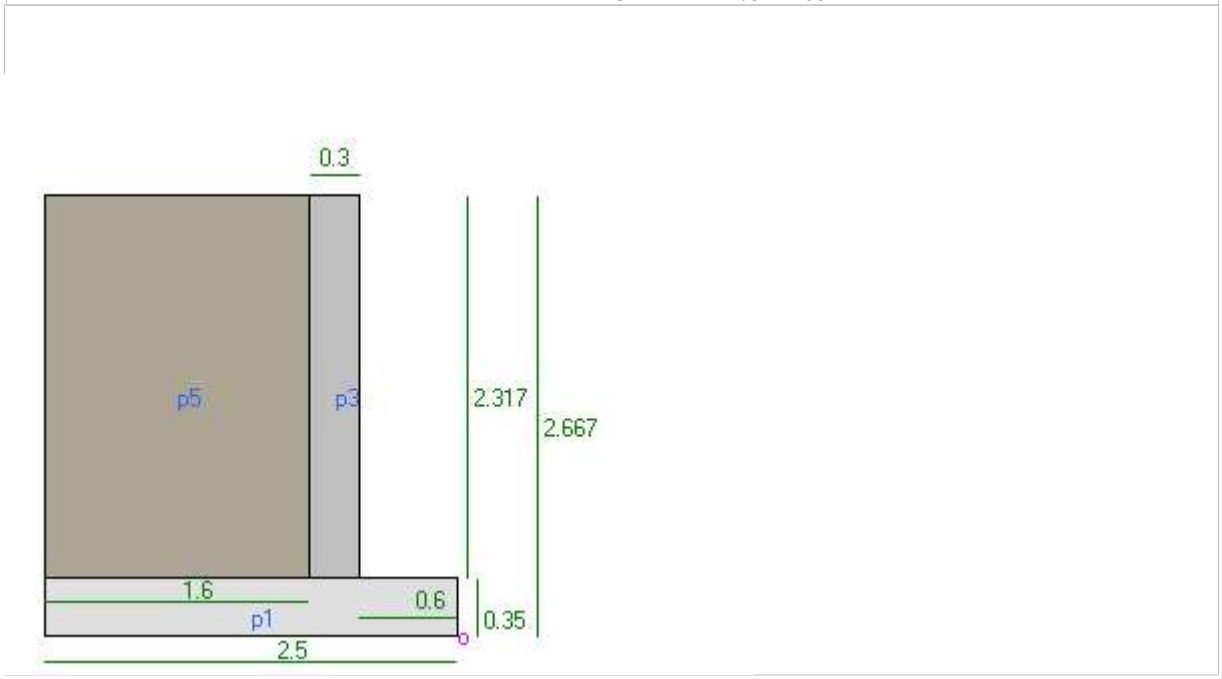
Armadura Sugerida



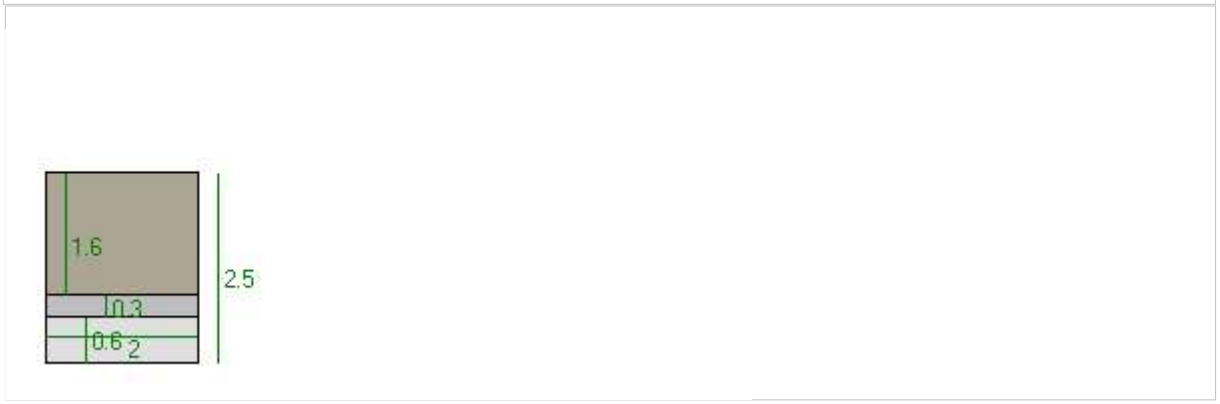
Diseño de la Aleta Superficial del Box

Muro: Rep. 4

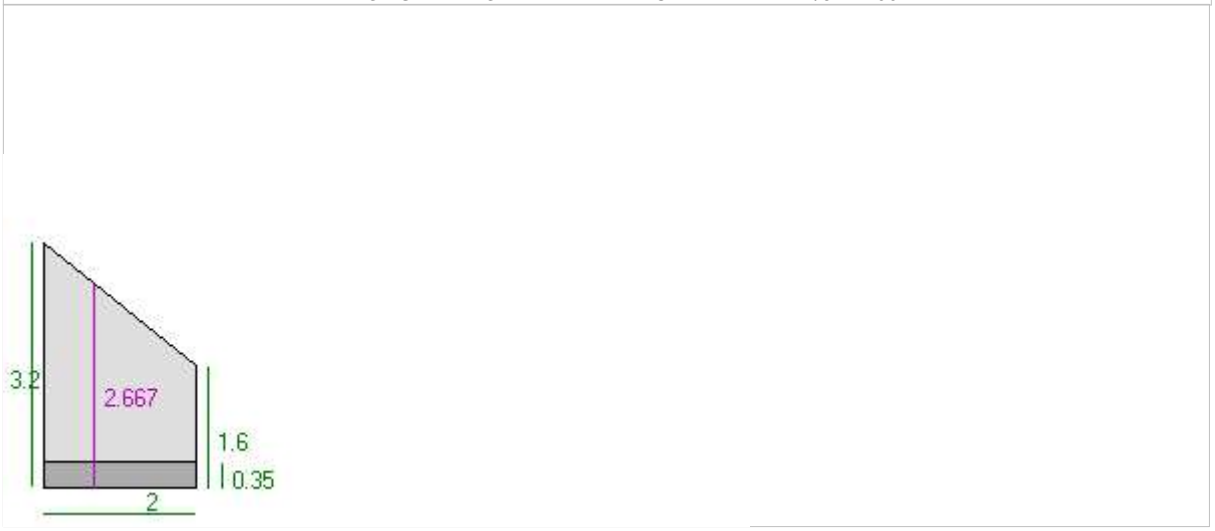
VISTA TRANSVERSAL - Corte en LTM/3 = 2.667m



VISTA EN PLANTA



VISTA LONGITD.FRONTAL - Pto de Calculo en : LTM/3 = 2.667m



Diseño de la Aleta Superficial del Box

Muro: Rep. 6

Cargas y Momentos

Cargas y Momentos DC por el Muro Total

Polig	Peso(t)	Brazo y(m)	Mom Mo (t-m)
p1	4.2	1.25	5.25
p2	0	0	0
p3	3.336	0.75	2.502
p4	0	0	0
Σ	7.536		7.752

	Valor	Simbología
P DC	7.536	Carga por P.P. Muro (t)
yDC	1.029	Ubicación PDC resp a o (m)
eDC	0.221	Excentricidad de PDC (m)
M DC	1.668	Mom por PDC a ycg zap(t-m)
M DCo	7.752	Mom por PDC resp a o (t-m)

Cargas y Momentos EV por el Relleno

Polig	Peso(t)	Brazo y(m)	Mom Mo (t-m)
p5	13.344	1.7	22.685
p6	0	0	0
Σ	13.344		22.685

	Valor	Simbología
P EV	13.344	Carga por Peso Relleno (t)
yEV	1.7	Ubicación PEV resp a o (m)
eEV	-0.45	Excentricidad de PEV (m)
M EV	-6.005	Mom por PEV a ycg zap(t-m)
M EVo	22.685	Mom por PEV resp a o (t-m)

Empuje de Tierras

PRESIÓN DE TIERRAS (AASHTO 2014 y CCP14 Art. 3.11.5.3)

$$k_a = sin^2(\theta + \varnothing'_f)/(\Gamma(sin^2\theta\, sin(\theta - \delta))$$

$$\Gamma = \{1 + \sqrt{[\sin(\varnothing'_f + \delta)\sin(\varnothing'_f - \beta)/[\sin(\theta - \delta)\sin(\theta + \beta)]}\}^2$$

	Valor	Simbología
θ	90	Ang Cara Trasera Muro con Horiz (°)
β	0	Ang Talud Relleno con la Horiz (°)
δ	0	Ang Fricción Relleno-Muro (°)
ϕ	30	Ang Efectivo Fricción Interna (°)
Ka	0.333	Coefic. de Presión Lateral Activa
po1	1.6	Presión por suelo nat seco (t/m2)
H1	2.667	Altura Suelo Nat Seco (m)
E1	4.267	Emp por Suelo Nat Seco (t)
po2	1.6	Presión por Suelo Sumergido (t/m2)
H2	0	Altura del Suelo Sumergido (m)
E2	0	Empuje por Suelo Sumergido (t)
pagua	0	Presión del Agua (t/m2)
Eagua	0	Empuje del Agua (t)
EHtot.	4.267	Empuje Total EH (t)
Bzo.Etot	0.889	Brazo del Empuje Total Z_EH (m)
M EH	3.793	Momento por Empuje Total EH (t-m)

SOBRECARGA VIVA (AASHTO 2014 y CCP14 Art. 3.11.6.4)

Carga Vertical

	Valor	Simbología
pv	0.58	Presion Vert por sobrecarga (t/m2)
d	0	Dist del muro a borde tráfico (m)
heq	0.967	Altura equiv de sobrecarga (m)
ls	1.6	Ancho accion sobrecarga viva (m)
PLs	1.856	Peso por sobrec. viva:Vertical (t)
yLs	1.7	Ubicación sobrecarga viva (m)
eLs	-0.45	Excentricidad Sobrecarga Viva (m)
MLsv	-0.835	Mom por LS vert en el ycg zap (t-m)
MLso	3.155	Momento por LS vertical (o) (t-m)

Presión Lateral (Horizontal) Ec 3.11.6.4-1

	Valor	Simbología
p1	0.58	Presion horiz por sobrec viva (t/m2)
eLs	3.093	Empuje de Tierras por sobrec viva (t)
ZLs	1.333	Ubicación de Emuje desde x-x (m)
MLsh	4.124	Momento por LS horiz en ycg zap(t-m)
MLs	3.289	Mom Total por LS en ycg zap (t-m)

Diseño de la Aleta Superficial del Box

Muro: Rep. 7

Sismo

CÁLCULO SÍSMICO . AASHTO y CCP14 Art 3.10

Carga Cálculo Aceler por Masa Muro Art. 11.6.5.2.2

Polig	Peso(t)	Brazo z (m)	Mom M (P*z) (t-m)
p1	4.2	0.175	0.735
p2	0	1.122	0
p3	3.336	1.508	5.032
p4	0	1.122	0
Σ	7.536		5.767

Carga Cálculo Aceler por Masa Relleno Art. 11.6.5.2.2

Polig	Peso(t)	Brazo z (m)	Mom M (P*z) (t-m)
p5	13.344	1.508	20.127
p6	0	0	0
Σ	13.344		20.127

Cálculo Empuje y Momento Sísmico. Mononobe Okabe

	Valor	Descripción
kho	0.315	x Fpga
kh	0.158	Coef de Aceleración Horizontal
kv	0	Coef de Aceleración Vertical
θ	8.951°	ArcTg(kh)
i	0°	Ang Inclinación Talud Relleno
ϕ	30°	Ang Fricción Interna Suelo Relleno
δ	0°	Ang de Rozamiento Terreno Muro
β	90°	Ang entre Vertical y Paramento Muro
KAE	0.439	Coef Sísmico de Presión Activa Suelo
PAE	8.088 t	Emp Dinámico Horiz Activo (inc.PEstát)
ΔPAE	3.82 t	Empuje Pseudo Estático
MEAE	4.89 t-m	Momento por Emp Dinám Horiz Activo

Ecuación Empuje Activo Sísmico Mononobe Okabe

$$K_{AE} = \frac{sin^2(\emptyset + \beta - \theta)}{\psi \cos\theta sin^2\beta \sin(\beta - \delta - \theta)}$$

$$\theta = \arctan(k_h/(1-k_v))$$

$$\beta = Ang\ entre\ vert\ y\ param.muro$$

$$i = Talud\ del\ Relleno$$

$$\psi = \{1 + \sqrt{\frac{\sin(\emptyset+\delta)\sin(\emptyset-\theta-i)}{\sin(\beta-\delta-\theta)\cos(i+\beta)}}\}^2$$

Global

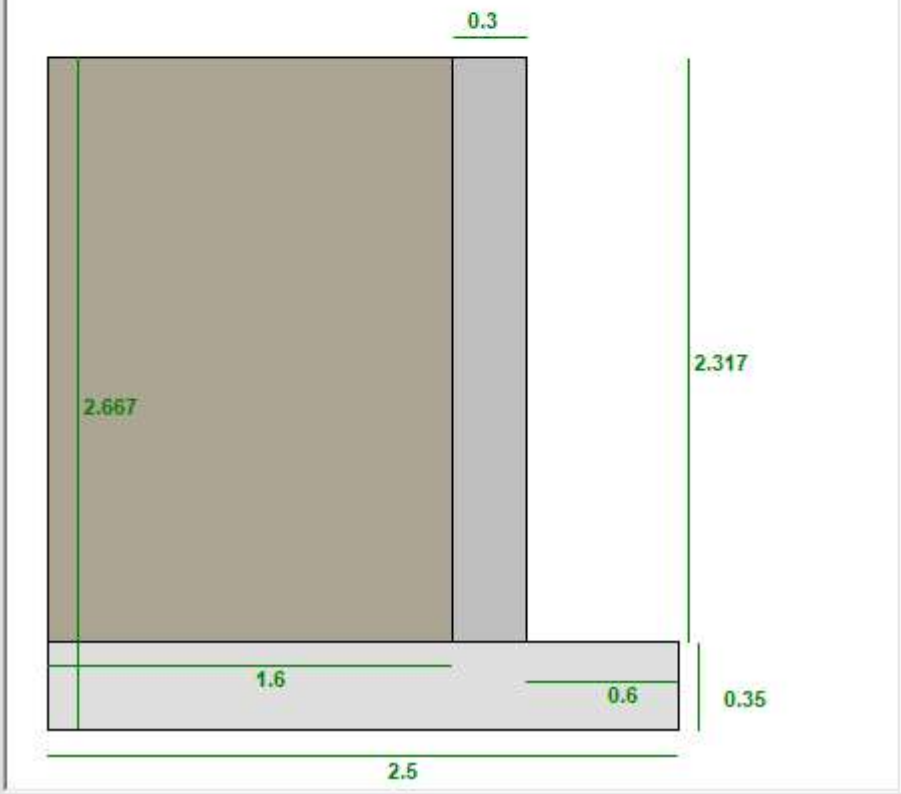
Carga Total de Sismo: PIR y Hbu

	Valor	Simbología
Ww	7.536	Peso del Cuerpo del Muro (t)
Ws	13.344	Peso del Suelo del Relleno (t)
Kh	0.158	Coef Acelerac Sísmica Horiz
PIR	3.289	Fza Inercial Horiz: kh(Ww+Ws) (t)
EH	4.267	Empuje Estático de Suelos (t)
DeltaPAE	3.82	Difer. Emononobe - EH (t)
Pseis_1	5.464	100%DeltaPAE + 50%PIR (t)
Pseis_2	5.422	50%(DeltaPAE(>=EH)) + 100%PIR
Pseis_dom	**5.464**	Carga Psísmica dominante (t)
Brazo Y	1.28	Brazo de Aplic: 0.4Htot_Muro (m)
Mseis	**6.994**	Mom por Carga Psísmica (t-m)
Sumat Fsism	**5.464**	Suma Total de Fsismo (t)
Sumat Msism	**6.994**	Suma Total de Msismo (t-m)

Estados Límite

EstLím	SERVICIO I		RESISTENCIA I		EV EXTREMO I	
Combin.	γMAχ	γMIN	γMAχ	γMIN	γMAχ	γMIN
DC	1.00	1.00	1.25	0.90	1.25	0.90
DW	1.00	1.00	1.50	0.65	1.50	0.65
LL	1.00	1.00	1.75	1.75	0.00	0.00
BR	1.00	1.00	1.75	1.75	0.00	0.00
EH	1.00	1.00	1.50	0.90	1.50	0.90
EV	1.00	1.00	1.35	1.00	1.35	1.00
LS	1.00	1.00	1.75	1.75	0.00	0.00
TU	1.00	1.20	0.50	1.20	0.50	1.20
SH	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
WA	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
WS	0.30	0.00	0.00	0.00	1.40	0.00
WL	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
EQ	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

	Denominacion Cargas
	DESCRIPCIÓN
DC	P.P. Comp.Estr y Accesor.
DW	P.P. Rodadura e Instalac.
LL	Carga Viva Vehicular
BR	Fuerza Frenado Vehicular
EH	Empuje Horizont del Suelo
EV	Presión Vert Suelo Relleno
LS	Sobrecarga por C_Viva
TU	Fuerza por Temp Uniforme
SH	Fuerzas por Retracción
WA	Pres Agua y Corriente
WS	Viento sobre Estructura
WL	Viento sobre C Viva
EQ	Carga Sísmica



Estados Límite

Estado Límite de SERVICIO I

Servicio I	P (t)	H (t)	M (t-m)	Pu Máx (t)	Hu Máx (t)	Mu máx (t-m)	Pu Mín (t)	Hu Mín (t)	Mu mín (t-m)
DC	7.536		1.668	7.536		1.668	7.536		1.668
EH		4.267	3.793		4.267	3.793		4.267	3.793
EV	13.344		-6.005	13.344		-6.005	13.344		-6.005
LS	1.856	3.093	4.124	1.856	3.093	4.124	1.856	3.093	4.124
EQ									
Σ				22.736	7.36	3.58	22.736	7.36	3.58

Estado Límite de RESISTENCIA I

Resisten I	P (t)	H (t)	M (t-m)	Pu Máx (t)	Hu Máx (t)	Mu máx (t-m)	Pu Mín (t)	Hu Mín (t)	Mu mín (t-m)
DC	7.536		1.668	9.42		2.085	6.782		1.501
EH		4.267	3.793		6.401	5.689		3.84	3.413
EV	13.344		-6.005	18.014		-8.106	13.344		-6.005
LS	1.856	3.093	4.124	3.248	5.413	7.218	3.248	5.413	7.218
EQ									
Σ				30.682	11.814	6.885	23.374	9.254	6.128

Estado Límite de EVENTO EXTREMO I

Ev.Extrem I	P (t)	H (t)	M (t-m)	Pu Máx (t)	Hu Máx (t)	Mu máx (t-m)	Pu Mín (t)	Hu Mín (t)	Mu mín (t-m)
DC	7.536		1.668	9.42		2.085	6.782		1.501
EH		4.267	3.793		6.401	5.689		3.84	3.413
EV	13.344		-6.005	18.014		-8.106	13.344		-6.005
LS	1.856	3.093	4.124	0.928	1.547	2.062	0.928	1.547	2.062
EQ		5.464	6.994		5.464	6.994		5.464	6.994
Σ				28.362	13.411	8.724	21.054	10.851	7.966

ANÁLISIS DE ESTABILIDAD Y ESFUERZOS EN EL SUELO

Muro SP: R. 1

Estado Límite Servicio I

CHEQUEO CAPACIDAD RESISTENTE DEL SUELO

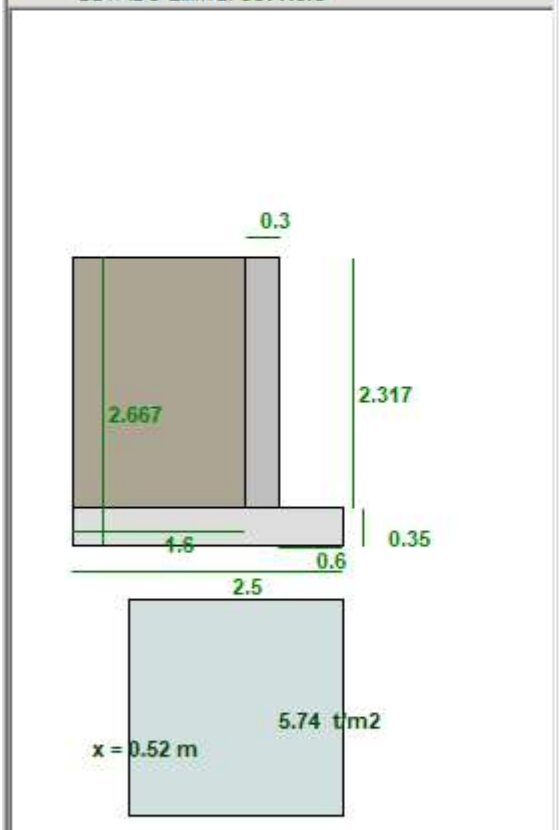
Solicitaciones Estado Límite : **Servicio**

Resistencia Suelo 66.6 t/m2 | Caso: MÁXIMO

	Valor	Simbología
ΣP	22.74	Sumatoria Fuerzas Verticales (t)
B	2.5	Ancho de la Zapata (m)
L	2	Longitud de la Zapata (m)
d	0.99	(MomEstab - MomVolc) /SumatP (m)
e calc	0.26	Excentricidad de la Carga (m)
Suelo		
σv	5.74	Esfzo Vertical en Suelo (t/m2)
Roca		
σv1	-	Esfzo Vert Máx en Roca (t/m2)
σv2	-	Esfzo Vert Mín en Roca (t/m2)

ESFUERZOS MÁXIMOS Y MÍNIMOS EN EL SUELO (t/m2)

ESTADO LÍMITE: **Servicio**



CHEQUEO VOLCAMIENTO

E. LÍMITE:Servicio

$e_{máx}$=: B/3 (Est Lím Resistencia) Caso: MÁXIMO

$\gamma_{EQ} = 1$ $e_{máx}$= (8B/10)/2 $\gamma_{EQ} = 0$ $e_{máx}$= (2B/3)/2. Ev Extr

	Valor	Simbología
DCmuro	7.75	Mom(o) DCmuro(t-m)
EV	22.68	Mom(o) por Peso Relleno EV (t-m)
LS	0	Mom(o) por Sobrec LS vert (t-m)
SumaMestab	30.44	Sumator. Mom Estabilizantes (t-m)
EH	3.79	Mom(o) por Emp Tierras EH (t-m)
LS	4.12	Mom(o) por Sobrec LS horiz (t-m)
Pseis	0	Mom(o) por FzaSísmic Pseis (t-m)
SumaMvolc	7.92	Sumatoria Mom Volcamiento (t-m)
Ry	22.74	Sumatoria Fuerzas Verticales (t)
d	0.99	(MomEstab - MomVolc) / Ry (m)
e calculada	0.26	LongitudZap / 2 - d (m)
e máx	0.83	Excentric. Máx según Norma (m)
Diagnóstico	OK VOLC	Chequeo e(calc) vs e(máx)

CHEQUEO DESLIZAM

E. LÍMITE: **Servicio**

	Valor	Simbología
i	0	Ang Inclinación Relleno Delant (°)
β	90	Ang Pared Del. (ZarpDel) con Horizont (°)
δ	0	Ang Fricción Relleno-Estrib S pasivo (°)
ϕ	30	Ang Efectivo Fricc Int S Pasivo (°)
Kp	3	Coeficiente de Presión Lateral Pasiva
hp1	0.35	Altura Básica Pres. Pasiva (Hzarp del) (m)
qp1	1.89	Esfuerzo de Pres. Pasiva Básica (t/m2)
Rep	0.662	Resistencia Nominal Básica Pasiva (t)
Rn_fricc	13.1	Resist. Nominal por Fricc suelo-cim (t)
Rn_Total	13.762	Resistencia Nominal Total (sin llave) (t)
Humáx	7.36	Fza Horiz Máx que produce Deslizam (t)
Hu/Rntot	0.535	Cumple Deslizamiento SIN usar LLave



d = (MomEstab - MomVolc) /SumatP e = B / 2 - d

11.6.3.2-2 (3) tercio medio

Suelo NO ROCOSO

$$\sigma_v = \left(\frac{\Sigma P}{B - 2e}\right)/L$$

11.6.3.2-1

Suelo ROCOSO

$$\sigma_v = \left(\frac{\Sigma P}{B}\left(1 \pm \frac{6e}{B}\right)\right)/L$$

Suelo ROCOSO R fuera tercio medio

$$\sigma_{v\,máx} = \frac{2\Sigma P}{3B\left(\frac{B}{2} - e\right)}$$

$\sigma_{v\,mín} = 0$

11.6.3.2-4 (5)

REVISIÓN GLOBAL DE ESFUERZOS EN SUELO Y ESTABILIDAD

ENVOLVENTE

CHEQUEO	Evaluación	Observación
Esfzos Suelo	EMáx<Qa EMín>0	Esfuerzos OK
Deslizamiento	NO Req Llave	-
Volcamiento	OK	-

ANÁLISIS DE ESTABILIDAD Y ESFUERZOS EN EL SUELO

Muro SP: R. 2

Estado Límite Resistencia I

CHEQUEO CAPACIDAD RESISTENTE DEL SUELO

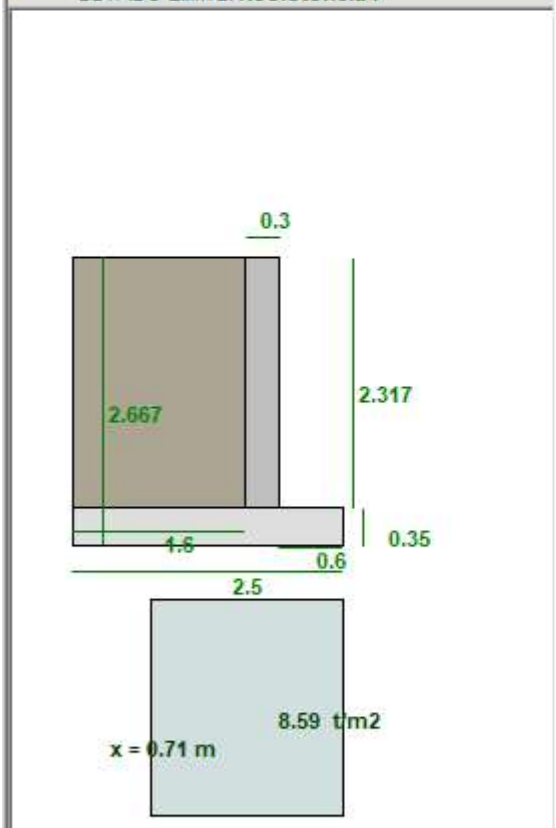
Solicitaciones Estado Límite : **Resistencia I**

Resistencia Suelo: 30 t/m2 — Caso: MÁXIMO

	Valor	Simbología
ΣP	30.68	Sumatoria Fuerzas Verticales (t)
B	2.5	Ancho de la Zapata (m)
L	2	Longitud de la Zapata (m)
d	0.89	(MomEstab - MomVolc) /SumatP (m)
e calc	0.36	Excentricidad de la Carga (m)
Suelo		
σv	8.59	Esfzo Vertical en Suelo (t/m2)
Roca		
σv1	-	Esfzo Vert Máx en Roca (t/m2)
σv2	-	Esfzo Vert Mín en Roca (t/m2)

ESFUERZOS MÁXIMOS Y MÍNIMOS EN EL SUELO (t/m2)

ESTADO LÍMITE: **Resistencia I**



CHEQUEO VOLCAMIENTO

E. LÍMITE:Resistencia I

$e_{máx}$=: B/3 (Est Lím Resistencia) — Caso: MÁXIMO

$\gamma_{EQ} = 1$ $e_{máx}$= (8B/10)/2 $\gamma_{EQ} = 0$ $e_{máx}$= (2B/3)/2. Ev Extr

	Valor	Simbología
DCmuro	9.69	Mom(o) DCmuro(t-m)
EV	30.62	Mom(o) por Peso Relleno EV (t-m)
LS	0	Mom(o) por Sobrec LS vert (t-m)
SumaMestab	40.31	Sumator. Mom Estabilizantes (t-m)
EH	5.69	Mom(o) por Emp Tierras EH (t-m)
LS	7.22	Mom(o) por Sobrec LS horiz (t-m)
Pseis	0	Mom(o) por FzaSísmic Pseis (t-m)
SumaMvolc	12.91	Sumatoria Mom Volcamiento (t-m)
Ry	30.68	Sumatoria Fuerzas Verticales (t)
d	0.89	(MomEstab - MomVolc) / Ry (m)
e calculada	0.36	LongitudZap / 2 - d (m)
e máx	0.83	Excentric. Máx según Norma (m)
Diagnóstico	OK VOLC	Chequeo e(calc) vs e(máx)

CHEQUEO DESLIZAM

E. LÍMITE: **Resistencia I**

	Valor	Simbología
i	0	Ang Inclinación Relleno Delant (°)
β	90	Ang Pared Del. (ZarpDel) con Horizont (°)
δ	0	Ang Fricción Relleno-Estrib S pasivo (°)
ϕ	30	Ang Efectivo Fricc Int S Pasivo (°)
Kp	3	Coeficiente de Presión Lateral Pasiva
hp1	0.35	Altura Básica Pres. Pasiva (Hzarp del) (m)
qp1	1.89	Esfuerzo de Pres. Pasiva Básica (t/m2)
Rep	0.662	Resistencia Nominal Básica Pasiva (t)
Rn_fricc	13.1	Resist. Nominal por Fricc suelo-cim (t)
Rn_Total	13.762	Resistencia Nominal Total (sin llave) (t)
Humáx	11.814	Fza Horiz Máx que produce Deslizam (t)
Hu/Rntot	0.858	Cumple Deslizamiento SIN usar LLave



d = (MomEstab - MomVolc) /SumatP e = B / 2 - d 11.6.3.2-2 (3) tercio medio

Suelo NO ROCOSO

$$\sigma_v = \left(\frac{\Sigma P}{B - 2e}\right)/L$$

11.6.3.2-1

Suelo ROCOSO

$$\sigma_v = \left(\frac{\Sigma P}{B}\left(1 \pm \frac{6e}{B}\right)\right)/L$$

Suelo ROCOSO R fuera tercio medio

$$\sigma_{v\,máx} = \frac{2\Sigma P}{3B\left(\frac{B}{2} - e\right)}$$

$\sigma_{v\,mín} = 0$

11.6.3.2-4 (5)

REVISIÓN GLOBAL DE ESFUERZOS EN SUELO Y ESTABILIDAD

ENVOLVENTE

CHEQUEO	Evaluación	Observación
Esfzos Suelo	EMáx<Qa EMín>0	Esfuerzos OK
Deslizamiento	NO Req Llave	-
Volcamiento	OK	-

ANÁLISIS DE ESTABILIDAD Y ESFUERZOS EN EL SUELO

Muro SP: R. 3

Estado Límite Evento Extremo I

CHEQUEO CAPACIDAD RESISTENTE DEL SUELO

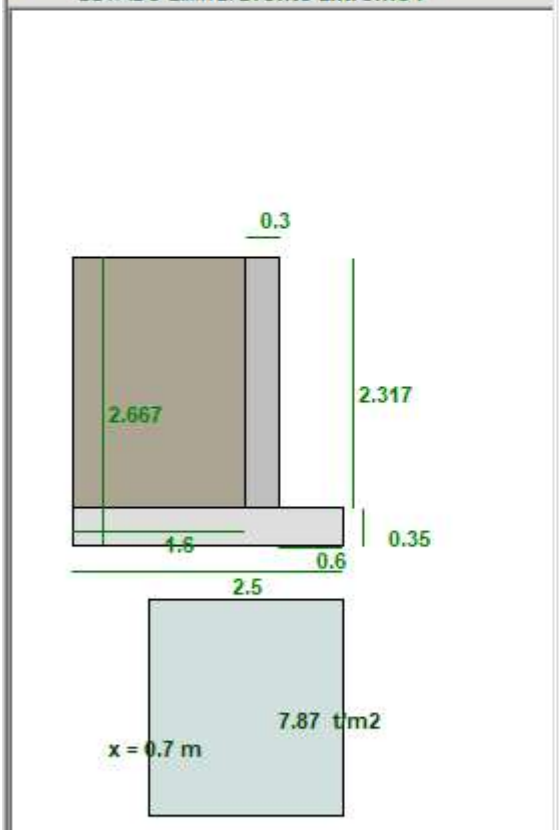
Solicitaciones Estado Límite : **Evento Extremo I**

Resistencia Suelo 66.6 t/m2 | Caso: MÁXIMO

	Valor	Simbología
ΣP	28.36	Sumatoria Fuerzas Verticales (t)
B	2.5	Ancho de la Zapata (m)
L	2	Longitud de la Zapata (m)
d	0.9	(MomEstab - MomVolc) /SumatP (m)
e calc	0.35	Excentricidad de la Carga (m)
Suelo		
σv	7.87	Esfzo Vertical en Suelo (t/m2)
Roca		
σv1	-	Esfzo Vert Máx en Roca (t/m2)
σv2	-	Esfzo Vert Mín en Roca (t/m2)

ESFUERZOS MÁXIMOS Y MÍNIMOS EN EL SUELO (t/m2)

ESTADO LÍMITE: **Evento Extremo I**



CHEQUEO VOLCAMIENTO

E. LÍMITE:Evento Extremo I

$e_{máx}$=.B/3 (Est Lím Resistencia) | Caso: MÁXIMO

$\gamma_{EQ} = 1$ $e_{máx}$= (8B/10)/2 $\gamma_{EQ} = 0$ $e_{máx}$= (2B/3)/2.Ev Extr

	Valor	Simbología
DCmuro	9.69	Mom(o) DCmuro(t-m)
EV	30.62	Mom(o) por Peso Relleno EV (t-m)
LS	0	Mom(o) por Sobrec LS vert (t-m)
SumaMestab	40.31	Sumator. Mom Estabilizantes (t-m)
EH	5.69	Mom(o) por Emp Tierras EH (t-m)
LS	2.06	Mom(o) por Sobrec LS horiz (t-m)
Pseis	6.99	Mom(o) por FzaSísmic Pseis (t-m)
SumaMvolc	14.75	Sumatoria Mom Volcamiento (t-m)
Ry	28.36	Sumatoria Fuerzas Verticales (t)
d	0.9	(MomEstab - MomVolc) / Ry (m)
e calculada	0.35	LongitudZap / 2 - d (m)
e máx	0.92	Excentric. Máx según Norma (m)
Diagnóstico	OK VOLC	Chequeo e(calc) vs e(máx)

CHEQUEO DESLIZAM

E. LÍMITE: **Evento Extremo I**

	Valor	Simbología
i	0	Ang Inclinación Relleno Delant (°)
β	90	Ang Pared Del. (ZarpDel) con Horizont (°)
δ	0	Ang Fricción Relleno-Estrib S pasivo (°)
ϕ	30	Ang Efectivo Fricc Int S Pasivo (°)
Kp	3	Coeficiente de Presión Lateral Pasiva
hp1	0.35	Altura Básica Pres. Pasiva (Hzarp del) (m)
qp1	1.89	Esfuerzo de Pres. Pasiva Básica (t/m2)
Rep	0.662	Resistencia Nominal Básica Pasiva (t)
Rn_fricc	13.1	Resist. Nominal por Fricc suelo-cim (t)
Rn_Total	13.762	Resistencia Nominal Total (sin llave) (t)
Humáx	13.411	Fza Horiz Máx que produce Deslizam (t)
Hu/Rntot	0.975	Cumple Deslizamiento SIN usar LLave



d = (MomEstab - MomVolc) /SumatP e = B / 2 - d

11.6.3.2-2 (3) tercio medio

Suelo NO ROCOSO

$$\sigma_v = \left(\frac{\Sigma P}{B - 2e}\right)/L$$

11.6.3.2-1

Suelo ROCOSO

$$\sigma_v = \left(\frac{\Sigma P}{B}\left(1 \pm \frac{6e}{B}\right)\right)/L$$

Suelo ROCOSO R fuera tercio medio

$$\sigma_{v\,máx} = \frac{2\Sigma P}{3B\left(\frac{B}{2} - e\right)}$$

$\sigma_{v\,mín} = 0$

11.6.3.2-4 (5)

REVISIÓN GLOBAL DE ESFUERZOS EN SUELO Y ESTABILIDAD

ENVOLVENTE

CHEQUEO	Evaluación	Observación
Esfzos Suelo	EMáx<Qa EMín>0	Esfuerzos OK
Deslizamiento	NO Req Llave	-
Volcamiento	OK	-

Diseño para Est Límite: Servicio I

DISEÑO DE LA ZARPA TRASERA O TALÓN

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Servicio

Solicitaciones | Diseño a Flexión | Diseño a Cortante

	Valor	Descripción
Pzartras	-12.41 t	Carga Total por Reacc Sue Zarp Tras
Wzarptras	2.69 t	Carga Total por P.P. Zarpa Trasera
Wrelleno	13.34 t	Carga Total por Peso del Relleno
Sobrec.Ver	1.86 t	Carga por Comp. Vert Sobrecarga
Vu	5.48 t	Sumat Cargas Vert: Vu de Diseño
MuxReacc Sue	0 t-m	Momento por Reacc Suelo
Mu x PPzarp	2.15 t-m	Momento por P.P. Zarpa Trasera
Mu x Wrell	10.68 t-m	Momento por Peso del Relleno
Mu x Sobrec	2.97 t-m	Momento por CompV Sobrecarga
Sumat Mu	15.8 t-m	Sumat de Momentos. Mu diseño

Solicit para la Long Total del Muro



DISEÑO DEL VÁSTAGO O PANTALLA

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Servicio

Solicitaciones | Diseño a Flexión | Diseño a Cortante

	Valor	Descripción
E de Tierras EH	3.22 t	Emp Estático de Tierras
E sísmico E Pseis	0 t	Empuje Sísmico Pseis
E Sobrecarga LS	3.31 t	Emp por Sobrecarga Viva
Sumat Empujes	6.53 t	Sumat de Empujes = Vu diseño
Mom x E.Tierra EH	2.49 t-m	Mom x Emp de Tierras
Mom por Pseis	0 t-m	Mom por Fza Sísmica Pseis
Mom por LS	4.71 t-m	Mom x SobrecViva LS
Sumat Momentos	7.2 t-m	Sumat de Momentos = Mu diseño

Solicit para la Long Total del Muro



DISEÑO DE LA ZARPA DELANTERA O DEDO

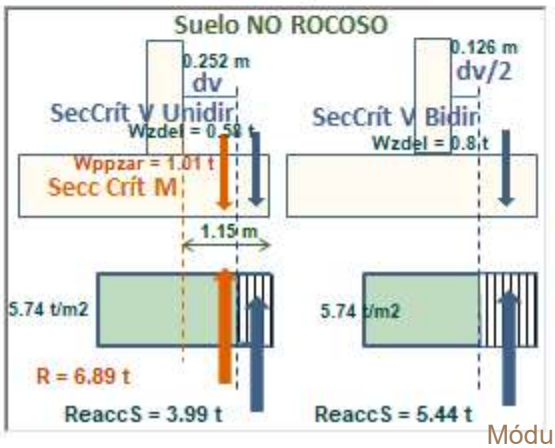
SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Servicio

Solicitaciones | Diseño a Flexión | Diseño a Cortante

	Valor	Descripción
Pzardel	6.89 t	Carga Total Reacc Suelo Zarp Del
Wzardel	1.01 t	Carga Total por P.P. Zarpa Delant
Vu	3.41 t	Sumat Cargas:Cortante Ult Diseño
Mu x ReaccSue	2.07 t-m	Momento por Reacc Suelo
Mu x Wzarp	-0.3 t-m	Momento por P.P. Zarpa
Sumat Mu	1.76 t-m	Sumatoria Momentos. Mu diseño

Cargas para la Longitud Total del Estribo

Solicitaciones Básicas en la Zarpa Delantera



Diseño para Est Límite: Servicio I

DISEÑO DE LA ZARPA TRASERA O TALÓN

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Servicio

Solicitaciones | **Diseño a Flexión** | Diseño a Cortante

	Valor	Simbología
Mu	15.795 t-m	Momento mayorado en la secc
K	108.335 t/m2	Mu/bd^2
m	17.647	fy/0.85f'c
Ro Calc	0.0029	Cuantía Acero de Diseño
As calc	15.889 cm2	Area Refuerzo Calculado Total
Ic	0.007 m4	Mom de Inercia de Sección Bruta
fr	33.132 kg/cm2	Módulo de Ruptura : 1.98(f'c)^1/2
Mcr	13.529 t-m	Mom Agrietamiento
Asmin(Mcr)	13.556 cm2	Acero para Mom_Agrietam.
1.33Ascal	21.132 cm2	Acero Calculado x 1.33
Acero Domina	15.889 cm2	As(calc) > As Mín (Mcr)
Arm Ppal Sug.	1 # 4 @ 0.15	Armad Ppal Real Propuesta
As real Coloc	16.89 cm2	Area de Acero Real Colocado
c	1.75 cm	Alt blq compr: AsFy/.85f'cBetab
εt	0.0398	0.003(dt-c)/c
Chequeo	et > 0.005	Phi OK
As RetracTemp	4.66 cm2/cara	2.33<=0.75bh /(2(b+h)Fy)<=12.7
Arm Retr Sug.	1 # 3 @ 0.25	Armad Retracc Propuesta

Diseño para la Longitud Total del Muro

DISEÑO DEL VÁSTAGO O PANTALLA

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Servicio

Solicitaciones | **Diseño a Flexión** | Diseño a Cortante

	Valor	Simbología
Mu	7.198 t-m	Momento mayorado en la secc
K	74.357 t/m2	Mu/bd^2
m	17.647	fy/0.85f'c
Ro Calc	0.002	Cuantía Acero de Diseño
As calc	8.811 cm2	Area Refuerzo Calculado Total
Ic	0.004 m4	Mom de Inercia de Sección Bruta
fr	33.132 kg/cm2	Módulo de Ruptura : 1.98(f'c)^1/2
Mcr	9.94 t-m	Mom Agrietamiento
Asmin(Mcr)	12.253 cm2	Acero para Mom_Agrietam.
1.33Ascal	11.719 cm2	Acero Calculado x 1.33
Acero Domina	11.719 cm2	Ascalc<AsMín(Mcr). Prima 1.33As
Arm Ppal Sug.	1 # 4 @ 0.2	Armad Ppal Real Propuesta
As real Coloc	12.668 cm2	Area de Acero Real Colocado
c	1.31 cm	Alt blq compr: AsFy/.85f'cBetab
εt	0.0426	0.003(dt-c)/c
Chequeo	et > 0.005	Phi OK
As RetracTemp	4.66 cm2/cara	2.33<=0.75bh /(2(b+h)Fy)<=12.7
Arm Retr Sug.	1 # 3 @ 0.25	Armad Retracc Propuesta

Diseño para la Longitud Total del Muro

DISEÑO DE LA ZARPA DELANTERA O DEDO

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Servicio

Solicitaciones | **Diseño a Flexión** | Diseño a Cortante

	Valor	Simbología
Mu	1.763 t-m	Momento mayorado en la secc
K	12.095 t/m2	Mu/bd^2
m	17.647	fy/0.85f'c
Ro Calc	0.0003	Cuantía Acero de Diseño
As calc	1.733 cm2	Area Refuerzo Calculado Total
Ic	0.007 m4	Mom de Inercia de Sección Bruta
fr	33.132 kg/cm2	Módulo de Ruptura : 1.98(f'c)^1/2
Mcr	13.529 t-m	Mom Agrietamiento
Asmin(Mcr)	13.556 cm2	Acero para Mom_Agrietam.
1.33Ascal	2.305 cm2	Acero Calculado x 1.33
Acero Domina	2.305 cm2	Ascalc<AsMín(Mcr). Prima 1.33As
Arm Ppal Sug.	1 # 4 @ 0.2	Armad Ppal Real Propuesta
As real Coloc	12.668 cm2	Area de Acero Real Colocado
c	1.31 cm	Alt blq compr: AsFy/.85f'cBetab
εt	0.054	0.003(dt-c)/c
Chequeo	et > 0.005	Phi OK
As RetracTemp	4.66 cm2/cara	2.33<=0.75bh /(2(b+h)Fy)<=12.7
Arm Retr Sug.	1 # 3 @ 0.25	Armad Retracc Propuesta

Diseño para la Longitud Total del Muro

Diseño para Est Límite: Servicio I

DISEÑO DE LA ZARPA TRASERA O TALÓN

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Servicio

Solicitaciones | Diseño a Flexión | **Diseño a Cortante**

	Valor	Simbología
dv1 0.9de	0.24 m	Profund efec de Cortante (a) Art 5.8.2.9
dv2 0.72h	0.25 m	Profund efec de Cortante (b) Art 5.8.2.9
dv dom	0.25 m	Prof efec de Cortante dominante
Phi	0.85	Fact de Res a Cort Art 5.5.4.2
Beta	2	Fact.Cap Concr Agr Diag Tracc y Cort
Vc	44.27 t	Vc=0.083Betaf'c^(1/2)bvdv Art 5.8.3.3-3
Vs	0	Vs =0 No Flejes
Vn	44.27 t	Vn = Vc Art 5.8.3.3-1
Vr	39.84 t	Vr = phi x Vn
Vu	5.48 t	Cortante Ult de Diseño
Chequeo	OK	Cortante OK

Diseño para la Longitud Total del Muro

DISEÑO DEL VÁSTAGO O PANTALLA

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Servicio

Solicitaciones | Diseño a Flexión | **Diseño a Cortante**

	Valor	Simbología
dv1 0.9de	0.2 m	Profund efec de Cortante (a) Art 5.8.2.9
dv2 0.72h	0.22 m	Profund efec de Cortante (b) Art 5.8.2.9
dv dom	0.22 m	Prof efec de Cortante dominante
Phi	0.85	Fact de Res a Cort Art 5.5.4.2
Beta	2	Fact.Cap Concr Agr Diag Tracc y Cort
Vc	37.95 t	Vc=0.083Betaf'c^(1/2)bvdv Art 5.8.3.3-3
Vs	0	Vs =0 No Flejes
Vn	37.95 t	Vn = Vc Art 5.8.3.3-1
Vr	39.84 t	Cortante Resist Vr = phi x Vn
Vu	6.53 t	Cortante Ult de Diseño
Chequeo	OK	Cortante OK

Diseño para la Longitud Total del Muro

DISEÑO DE LA ZARPA DELANTERA O DEDO

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Servicio

Solicitaciones | Diseño a Flexión | **Diseño a Cortante**

	Valor	Simbología
dv1 0.9de	0.24 m	Profund efec de Cortante (a) Art 5.8.2.9
dv2 0.72h	0.25 m	Profund efec de Cortante (b) Art 5.8.2.9
dv dom	0.25 m	Prof efec de Cortante dominante
Phi	0.9	Fact ResisCort Art 5.5.4.2 Concr Normal
Vs	0	Vs = 0 -->> No Flejes
		ACCIÓN EN UNA DIRECCIÓN
Beta	2	Fact.Cap Concr Agr Diag Tracc y Cort
Vc	44.27 t	Vc=0.083Betaf'c^(1/2)bvdv Art 5.8.3.3-3
Vn	44.27 t	Vn = Vc Art 5.8.3.3-1
Vr	39.84 t	Cortante Resist Vr = phi x Vn
Vu	3.41 t	Cortante Ult Diseño.SeccCrít: a dv cara
Chq1direcc	Vr>Vu:OK	Cort Una Direcc OK
		ACCIÓN EN DOS DIRECCIONES
Beta_c	7.937	Rel lado largo/corto rectáng aplic.carga
bo	4.5 m	bo = Perímetro de la Sección Crítica
Vc	127.07 t	(.17+.33/Betac)Sq(fc)bodv<.33Sq(fc)bodv
Vr	114.37 t	Cortante Resist Vr = phi x Vn Vn = Vc
Vu	4.64 t	Cortante Ult Dis. Secc Crít: dv/2 de cara
Ch.2Direcc	Vr>Vu:OK	Cort Dos Direcc OK
Ch.GLOBAL	Vr>Vu:OK	Cortante Global OK

Diseño para la Longitud Total del Muro

Diseño para Est Límite: Resistencia I

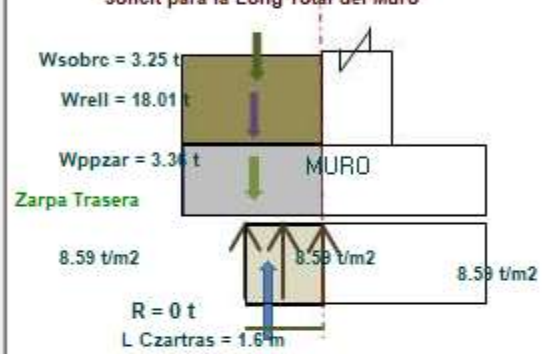
DISEÑO DE LA ZARPA TRASERA O TALÓN

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Resistencia I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | Diseño a Cortante

	Valor	Descripción
Pzartras	0 t	Carga Total por Reacc Sue Zarp Tras
Wzarptras	3.36 t	Carga Total por P.P. Zarpa Trasera
Wrelleno	18.01 t	Carga Total por Peso del Relleno
Sobrec.Ver	3.25 t	Carga por Comp. Vert Sobrecarga
Vu	24.62 t	Sumat Cargas Vert: Vu de Diseño
MuxReacc Sue	0 t-m	Momento por Reacc Suelo
Mu x PPzarp	2.69 t-m	Momento por P.P. Zarpa Trasera
Mu x Wrell	14.41 t-m	Momento por Peso del Relleno
Mu x Sobrec	5.2 t-m	Momento por CompV Sobrecarga
Sumat Mu	22.3 t-m	Sumat de Momentos. Mu diseño

Solicit para la Long Total del Muro



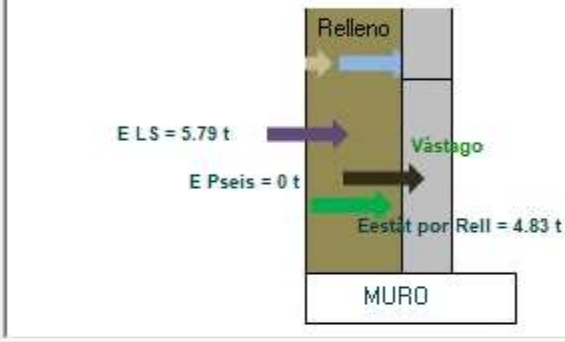
DISEÑO DEL VÁSTAGO O PANTALLA

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Resistencia I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | Diseño a Cortante

	Valor	Descripción
E de Tierras EH	4.83 t	Emp Estático de Tierras
E sísmico E Pseis	0 t	Empuje Sísmico Pseis
E Sobrecarga LS	5.79 t	Emp por Sobrecarga Viva
Sumat Empujes	10.62 t	Sumat de Empujes = Vu diseño
Mom x E.Tierra EH	3.73 t-m	Mom x Emp de Tierras
Mom por Pseis	0 t-m	Mom por Fza Sísmica Pseis
Mom por LS	8.24 t-m	Mom x SobrecViva LS
Sumat Momentos	11.97 t-m	Sumat de Momentos = Mu diseño

Solicit para la Long Total del Muro



DISEÑO DE LA ZARPA DELANTERA O DEDO

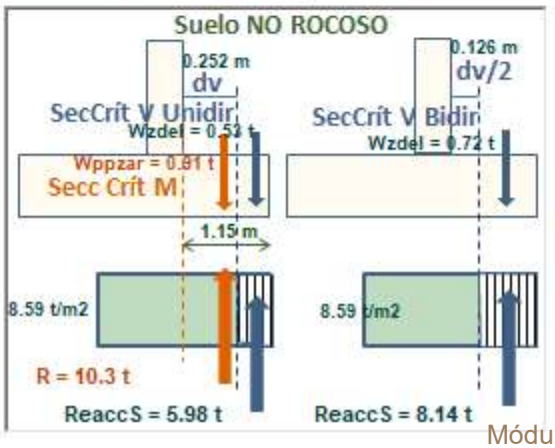
SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Resistencia I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | Diseño a Cortante

	Valor	Descripción
Pzardel	10.3 t	Carga Total Reacc Suelo Zarp Del
Wzardel	0.91 t	Carga Total por P.P. Zarpa Delant
Vu	5.45 t	Sumat Cargas:Cortante Ult Diseño
Mu x ReaccSue	3.09 t-m	Momento por Reacc Suelo
Mu x Wzarp	-0.27 t-m	Momento por P.P. Zarpa
Sumat Mu	2.82 t-m	Sumatoria Momentos. Mu diseño

Cargas para la Longitud Total del Estribo

Solicitaciones Básicas en la Zarpa Delantera



Diseño para Est Límite: Resistencia I

DISEÑO DE LA ZARPA TRASERA O TALÓN

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Resistencia I

Solicitaciones | **Diseño a Flexión** | Diseño a Cortante

	Valor	Simbología
Mu	22.296 t-m	Momento mayorado en la secc
K	152.924 t/m2	Mu/bd^2
m	17.647	fy/0.85f'c
Ro Calc	0.0042	Cuantía Acero de Diseño
As calc	22.687 cm2	Area Refuerzo Calculado Total
Ic	0.007 m4	Mom de Inercia de Sección Bruta
fr	33.132 kg/cm2	Módulo de Ruptura : 1.98(f'c)^1/2
Mcr	13.529 t-m	Mom Agrietamiento
Asmin(Mcr)	13.556 cm2	Acero para Mom_Agrietam.
1.33Ascal	30.174 cm2	Acero Calculado x 1.33
Acero Domina	22.687 cm2	As(calc) > As Mín (Mcr)
Arm Ppal Sug.	1 # 4 @ 0.11	Armad Ppal Real Propuesta
As real Coloc	23.032 cm2	Area de Acero Real Colocado
c	2.39 cm	Alt blq compr: AsFy/.85f'cBetab
εt	0.0284	0.003(dt-c)/c
Chequeo	et > 0.005	Phi OK
As RetracTemp	4.66 cm2/cara	2.33<=0.75bh /(2(b+h)Fy)<=12.7
Arm Retr Sug.	1 # 3 @ 0.25	Armad Retracc Propuesta

Diseño para la Longitud Total del Muro

DISEÑO DEL VÁSTAGO O PANTALLA

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Resistencia I

Solicitaciones | **Diseño a Flexión** | Diseño a Cortante

	Valor	Simbología
Mu	11.974 t-m	Momento mayorado en la secc
K	123.702 t/m2	Mu/bd^2
m	17.647	fy/0.85f'c
Ro Calc	0.0034	Cuantía Acero de Diseño
As calc	14.841 cm2	Area Refuerzo Calculado Total
Ic	0.004 m4	Mom de Inercia de Sección Bruta
fr	33.132 kg/cm2	Módulo de Ruptura : 1.98(f'c)^1/2
Mcr	9.94 t-m	Mom Agrietamiento
Asmin(Mcr)	12.253 cm2	Acero para Mom_Agrietam.
1.33Ascal	19.738 cm2	Acero Calculado x 1.33
Acero Domina	14.841 cm2	As(calc) > As Mín (Mcr)
Arm Ppal Sug.	1 # 4 @ 0.17	Armad Ppal Real Propuesta
As real Coloc	14.903 cm2	Area de Acero Real Colocado
c	1.55 cm	Alt blq compr: AsFy/.85f'cBetab
εt	0.0358	0.003(dt-c)/c
Chequeo	et > 0.005	Phi OK
As RetracTemp	4.66 cm2/cara	2.33<=0.75bh /(2(b+h)Fy)<=12.7
Arm Retr Sug.	1 # 3 @ 0.25	Armad Retracc Propuesta

Diseño para la Longitud Total del Muro

DISEÑO DE LA ZARPA DELANTERA O DEDO

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Resistencia I

Solicitaciones | **Diseño a Flexión** | Diseño a Cortante

	Valor	Simbología
Mu	2.819 t-m	Momento mayorado en la secc
K	19.336 t/m2	Mu/bd^2
m	17.647	fy/0.85f'c
Ro Calc	0.0005	Cuantía Acero de Diseño
As calc	2.775 cm2	Area Refuerzo Calculado Total
Ic	0.007 m4	Mom de Inercia de Sección Bruta
fr	33.132 kg/cm2	Módulo de Ruptura : 1.98(f'c)^1/2
Mcr	13.529 t-m	Mom Agrietamiento
Asmin(Mcr)	13.556 cm2	Acero para Mom_Agrietam.
1.33Ascal	3.691 cm2	Acero Calculado x 1.33
Acero Domina	3.691 cm2	Ascalc<AsMín(Mcr). Prima 1.33As
Arm Ppal Sug.	1 # 4 @ 0.2	Armad Ppal Real Propuesta
As real Coloc	12.668 cm2	Area de Acero Real Colocado
c	1.31 cm	Alt blq compr: AsFy/.85f'cBetab
εt	0.054	0.003(dt-c)/c
Chequeo	et > 0.005	Phi OK
As RetracTemp	4.66 cm2/cara	2.33<=0.75bh /(2(b+h)Fy)<=12.7
Arm Retr Sug.	1 # 3 @ 0.25	Armad Retracc Propuesta

Diseño para la Longitud Total del Muro

Diseño para Est Límite: Resistencia I

DISEÑO DE LA ZARPA TRASERA O TALÓN

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Resistencia I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | **Diseño a Cortante**

	Valor	Simbología
dv1 0.9de	0.24 m	Profund efec de Cortante (a) Art 5.8.2.9
dv2 0.72h	0.25 m	Profund efec de Cortante (b) Art 5.8.2.9
dv dom	0.25 m	Prof efec de Cortante dominante
Phi	0.85	Fact de Res a Cort Art 5.5.4.2
Beta	2	Fact.Cap Concr Agr Diag Tracc y Cort
Vc	44.27 t	Vc=0.083Betaf'c^(1/2)bvdv Art 5.8.3.3-3
Vs	0	Vs =0 No Flejes
Vn	44.27 t	Vn = Vc Art 5.8.3.3-1
Vr	39.84 t	Vr = phi x Vn
Vu	24.62 t	Cortante Ult de Diseño
Chequeo	OK	Cortante OK

Diseño para la Longitud Total del Muro

DISEÑO DEL VÁSTAGO O PANTALLA

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Resistencia I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | **Diseño a Cortante**

	Valor	Simbología
dv1 0.9de	0.2 m	Profund efec de Cortante (a) Art 5.8.2.9
dv2 0.72h	0.22 m	Profund efec de Cortante (b) Art 5.8.2.9
dv dom	0.22 m	Prof efec de Cortante dominante
Phi	0.85	Fact de Res a Cort Art 5.5.4.2
Beta	2	Fact.Cap Concr Agr Diag Tracc y Cort
Vc	37.95 t	Vc=0.083Betaf'c^(1/2)bvdv Art 5.8.3.3-3
Vs	0	Vs =0 No Flejes
Vn	37.95 t	Vn = Vc Art 5.8.3.3-1
Vr	39.84 t	Cortante Resist Vr = phi x Vn
Vu	10.62 t	Cortante Ult de Diseño
Chequeo	OK	Cortante OK

Diseño para la Longitud Total del Muro

DISEÑO DE LA ZARPA DELANTERA O DEDO

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Resistencia I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | **Diseño a Cortante**

	Valor	Simbología
dv1 0.9de	0.24 m	Profund efec de Cortante (a) Art 5.8.2.9
dv2 0.72h	0.25 m	Profund efec de Cortante (b) Art 5.8.2.9
dv dom	0.25 m	Prof efec de Cortante dominante
Phi	0.9	Fact ResisCort Art 5.5.4.2 Concr Normal
Vs	0	Vs = 0 -->> No Flejes
		ACCIÓN EN UNA DIRECCIÓN
Beta	2	Fact.Cap Concr Agr Diag Tracc y Cort
Vc	44.27 t	Vc=0.083Betaf'c^(1/2)bvdv Art 5.8.3.3-3
Vn	44.27 t	Vn = Vc Art 5.8.3.3-1
Vr	39.84 t	Cortante Resist Vr = phi x Vn
Vu	5.45 t	Cortante Ult Diseño.SeccCrít: a dv cara
Chq1direcc	Vr>Vu:OK	Cort Una Direcc OK
		ACCIÓN EN DOS DIRECCIONES
Beta_c	7.937	Rel lado largo/corto rectáng aplic.carga
bo	4.5 m	bo = Perímetro de la Sección Crítica
Vc	127.07 t	(.17+.33/Betac)Sq(fc)bodv<.33Sq(fc)bodv
Vr	114.37 t	Cortante Resist Vr = phi x Vn Vn = Vc
Vu	7.42 t	Cortante Ult Dis. Secc Crít: dv/2 de cara
Ch.2Direcc	Vr>Vu:OK	Cort Dos Direcc OK
Ch.GLOBAL	Vr>Vu:OK	Cortante Global OK

Diseño para la Longitud Total del Muro

Diseño para Est Límite: Evento Extremo I

DISEÑO DE LA ZARPA TRASERA O TALÓN

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Evento Extremo I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | Diseño a Cortante

	Valor	Descripción
Pzartras	0 t	Carga Total por Reacc Sue Zarp Tras
Wzarptras	3.36 t	Carga Total por P.P. Zarpa Trasera
Wrelleno	18.01 t	Carga Total por Peso del Relleno
Sobrec.Ver	0.93 t	Carga por Comp. Vert Sobrecarga
Vu	22.3 t	Sumat Cargas Vert: Vu de Diseño
MuxReacc Sue	0 t-m	Momento por Reacc Suelo
Mu x PPzarp	2.69 t-m	Momento por P.P. Zarpa Trasera
Mu x Wrell	14.41 t-m	Momento por Peso del Relleno
Mu x Sobrec	1.48 t-m	Momento por CompV Sobrecarga
Sumat Mu	18.58 t-m	Sumat de Momentos. Mu diseño

Solicit para la Long Total del Muro



DISEÑO DEL VÁSTAGO O PANTALLA

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Evento Extremo I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | Diseño a Cortante

	Valor	Descripción
E de Tierras EH	4.83 t	Emp Estático de Tierras
E sísmico E Pseis	5.46 t	Empuje Sísmico Pseis
E Sobrecarga LS	1.65 t	Emp por Sobrecarga Viva
Sumat Empujes	11.95 t	Sumat de Empujes = Vu diseño
Mom x E.Tierra EH	3.73 t-m	Mom x Emp de Tierras
Mom por Pseis	6.99 t-m	Mom por Fza Sísmica Pseis
Mom por LS	2.36 t-m	Mom x SobrecViva LS
Sumat Momentos	13.08 t-m	Sumat de Momentos = Mu diseño

Solicit para la Long Total del Muro



DISEÑO DE LA ZARPA DELANTERA O DEDO

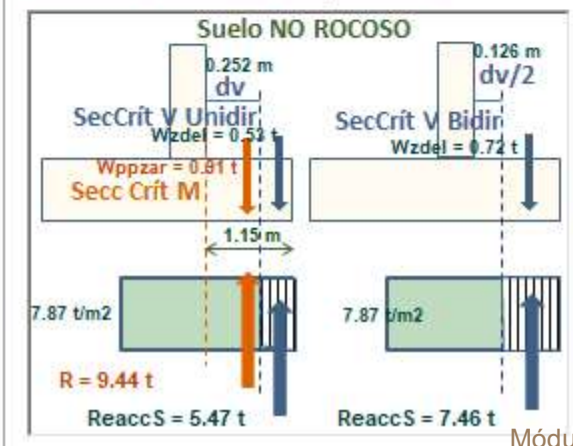
SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Evento Extremo I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | Diseño a Cortante

	Valor	Descripción
Pzardel	9.44 t	Carga Total Reacc Suelo Zarp Del
Wzardel	0.91 t	Carga Total por P.P. Zarpa Delant
Vu	4.95 t	Sumat Cargas:Cortante Ult Diseño
Mu x ReaccSue	2.83 t-m	Momento por Reacc Suelo
Mu x Wzarp	-0.27 t-m	Momento por P.P. Zarpa
Sumat Mu	2.56 t-m	Sumatoria Momentos. Mu diseño

Cargas para la Longitud Total del Estribo

Solicitaciones Básicas en la Zarpa Delantera



Diseño para Est Límite: Evento Extremo I

DISEÑO DE LA ZARPA TRASERA O TALÓN

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Evento Extremo I

Solicitaciones | **Diseño a Flexión** | Diseño a Cortante

	Valor	Simbología
Mu	18.584 t-m	Momento mayorado en la secc
K	127.464 t/m2	Mu/bd^2
m	17.647	fy/0.85f'c
Ro Calc	0.0035	Cuantía Acero de Diseño
As calc	18.786 cm2	Area Refuerzo Calculado Total
Ic	0.007 m4	Mom de Inercia de Sección Bruta
fr	33.132 kg/cm2	Módulo de Ruptura : 1.98(f'c)^1/2
Mcr	13.529 t-m	Mom Agrietamiento
Asmin(Mcr)	13.556 cm2	Acero para Mom_Agrietam.
1.33Ascal	24.985 cm2	Acero Calculado x 1.33
Acero Domina	18.786 cm2	As(calc) > As Mín (Mcr)
Arm Ppal Sug.	1 # 4 @ 0.13	Armad Ppal Real Propuesta
As real Coloc	19.489 cm2	Area de Acero Real Colocado
c	2.02 cm	Alt blq compr: AsFy/.85f'cBetab
εt	0.0341	0.003(dt-c)/c
Chequeo	et > 0.005	Phi OK
As RetracTemp	4.66 cm2/cara	2.33<=0.75bh /(2(b+h)Fy)<=12.7
Arm Retr Sug.	1 # 3 @ 0.25	Armad Retracc Propuesta

Diseño para la Longitud Total del Muro

DISEÑO DEL VÁSTAGO O PANTALLA

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Evento Extremo I

Solicitaciones | **Diseño a Flexión** | Diseño a Cortante

	Valor	Simbología
Mu	13.08 t-m	Momento mayorado en la secc
K	135.12 t/m2	Mu/bd^2
m	17.647	fy/0.85f'c
Ro Calc	0.0037	Cuantía Acero de Diseño
As calc	16.258 cm2	Area Refuerzo Calculado Total
Ic	0.004 m4	Mom de Inercia de Sección Bruta
fr	33.132 kg/cm2	Módulo de Ruptura : 1.98(f'c)^1/2
Mcr	9.94 t-m	Mom Agrietamiento
Asmin(Mcr)	12.253 cm2	Acero para Mom_Agrietam.
1.33Ascal	21.624 cm2	Acero Calculado x 1.33
Acero Domina	16.258 cm2	As(calc) > As Mín (Mcr)
Arm Ppal Sug.	1 # 4 @ 0.15	Armad Ppal Real Propuesta
As real Coloc	16.89 cm2	Area de Acero Real Colocado
c	1.75 cm	Alt blq compr: AsFy/.85f'cBetab
εt	0.0312	0.003(dt-c)/c
Chequeo	et > 0.005	Phi OK
As RetracTemp	4.66 cm2/cara	2.33<=0.75bh /(2(b+h)Fy)<=12.7
Arm Retr Sug.	1 # 3 @ 0.25	Armad Retracc Propuesta

Diseño para la Longitud Total del Muro

DISEÑO DE LA ZARPA DELANTERA O DEDO

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Evento Extremo I

Solicitaciones | **Diseño a Flexión** | Diseño a Cortante

	Valor	Simbología
Mu	2.559 t-m	Momento mayorado en la secc
K	17.553 t/m2	Mu/bd^2
m	17.647	fy/0.85f'c
Ro Calc	0.0005	Cuantía Acero de Diseño
As calc	2.518 cm2	Area Refuerzo Calculado Total
Ic	0.007 m4	Mom de Inercia de Sección Bruta
fr	33.132 kg/cm2	Módulo de Ruptura : 1.98(f'c)^1/2
Mcr	13.529 t-m	Mom Agrietamiento
Asmin(Mcr)	13.556 cm2	Acero para Mom_Agrietam.
1.33Ascal	3.349 cm2	Acero Calculado x 1.33
Acero Domina	3.349 cm2	1.33Ascalc<AsMín(Mcr). Prima 1.33As
Arm Ppal Sug.	1 # 4 @ 0.2	Armad Ppal Real Propuesta
As real Coloc	12.668 cm2	Area de Acero Real Colocado
c	1.31 cm	Alt blq compr: AsFy/.85f'cBetab
εt	0.054	0.003(dt-c)/c
Chequeo	et > 0.005	Phi OK
As RetracTemp	4.66 cm2/cara	2.33<=0.75bh /(2(b+h)Fy)<=12.7
Arm Retr Sug.	1 # 3 @ 0.25	Armad Retracc Propuesta

Diseño para la Longitud Total del Muro

Diseño para Est Límite: Evento Extremo I

DISEÑO DE LA ZARPA TRASERA O TALÓN

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Evento Extremo I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | **Diseño a Cortante**

	Valor	Simbología
dv1 0.9de	0.24 m	Profund efec de Cortante (a) Art 5.8.2.9
dv2 0.72h	0.25 m	Profund efec de Cortante (b) Art 5.8.2.9
dv dom	0.25 m	Prof efec de Cortante dominante
Phi	0.85	Fact de Res a Cort Art 5.5.4.2
Beta	2	Fact.Cap Concr Agr Diag Tracc y Cort
Vc	44.27 t	Vc=0.083Betaf'c^(1/2)bvdv Art 5.8.3.3-3
Vs	0	Vs =0 No Flejes
Vn	44.27 t	Vn = Vc Art 5.8.3.3-1
Vr	39.84 t	Vr = phi x Vn
Vu	22.3 t	Cortante Ult de Diseño
Chequeo	OK	Cortante OK

Diseño para la Longitud Total del Muro

DISEÑO DEL VÁSTAGO O PANTALLA

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Evento Extremo I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | **Diseño a Cortante**

	Valor	Simbología
dv1 0.9de	0.2 m	Profund efec de Cortante (a) Art 5.8.2.9
dv2 0.72h	0.22 m	Profund efec de Cortante (b) Art 5.8.2.9
dv dom	0.22 m	Prof efec de Cortante dominante
Phi	0.85	Fact de Res a Cort Art 5.5.4.2
Beta	2	Fact.Cap Concr Agr Diag Tracc y Cort
Vc	37.95 t	Vc=0.083Betaf'c^(1/2)bvdv Art 5.8.3.3-3
Vs	0	Vs =0 No Flejes
Vn	37.95 t	Vn = Vc Art 5.8.3.3-1
Vr	39.84 t	Cortante Resist Vr = phi x Vn
Vu	11.95 t	Cortante Ult de Diseño
Chequeo	OK	Cortante OK

Diseño para la Longitud Total del Muro

DISEÑO DE LA ZARPA DELANTERA O DEDO

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Evento Extremo I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | **Diseño a Cortante**

	Valor	Simbología
dv1 0.9de	0.24 m	Profund efec de Cortante (a) Art 5.8.2.9
dv2 0.72h	0.25 m	Profund efec de Cortante (b) Art 5.8.2.9
dv dom	0.25 m	Prof efec de Cortante dominante
Phi	0.9	Fact ResisCort Art 5.5.4.2 Concr Normal
Vs	0	Vs = 0 -->> No Flejes
		ACCIÓN EN UNA DIRECCIÓN
Beta	2	Fact.Cap Concr Agr Diag Tracc y Cort
Vc	44.27 t	Vc=0.083Betaf'c^(1/2)bvdv Art 5.8.3.3-3
Vn	44.27 t	Vn = Vc Art 5.8.3.3-1
Vr	39.84 t	Cortante Resist Vr = phi x Vn
Vu	4.95 t	Cortante Ult Diseño.SeccCrít: a dv cara
Chq1direcc	Vr>Vu:OK	Cort Una Direcc OK
		ACCIÓN EN DOS DIRECCIONES
Beta_c	7.937	Rel lado largo/corto rectáng aplic.carga
bo	4.5 m	bo = Perímetro de la Sección Crítica
Vc	127.07 t	(.17+.33/Betac)Sq(fc)bodv<.33Sq(fc)bodv
Vr	114.37 t	Cortante Resist Vr = phi x Vn Vn = Vc
Vu	6.74 t	Cortante Ult Dis. Secc Crít: dv/2 de cara
Ch.2Direcc	Vr>Vu:OK	Cort Dos Direcc OK
Ch.GLOBAL	Vr>Vu:OK	Cortante Global OK

Diseño para la Longitud Total del Muro

ENVOLVENTE DE DISEÑO DE LA ALETA

ENVOLVENTE DE DISEÑO DE LA ALETA

Armad Principal a Flexión | Chequeo a Cortante

Estado Límite	ZarDel.Abajo	ZarTras.Abajo	ZarTras.Arrib	Vást.CaraRellen
Servicio I	1 # 4 @ 0.2	-	1 # 4 @ 0.15	1 # 4 @ 0.2
Resistencia I	1 # 4 @ 0.2	-	1 # 4 @ 0.11	1 # 4 @ 0.17
Ev Extremo I	1 # 4 @ 0.2	-	1 # 4 @ 0.13	1 # 4 @ 0.15
Envolvente	**1 # 4 @ 0.2**	-	**1 # 4 @ 0.11**	**1 # 4 @ 0.15**

ENVOLVENTE DE DISEÑO DE LA ALETA

Armad Principal a Flexión | **Chequeo a Cortante**

Estado Límite	ZarDelant Vr / Vu	ZarTrasera Vr / Vu	Vástago Vr / Vu
Servicio I	11.69	7.27	4.94
Resistencia I	7.31	1.62	3.04
Ev Extremo I	8.05	1.79	2.7
Envolvente	**OK CORTE**	**OK CORTE**	**OK CORTE**

Constantes de Diseño para la Aleta

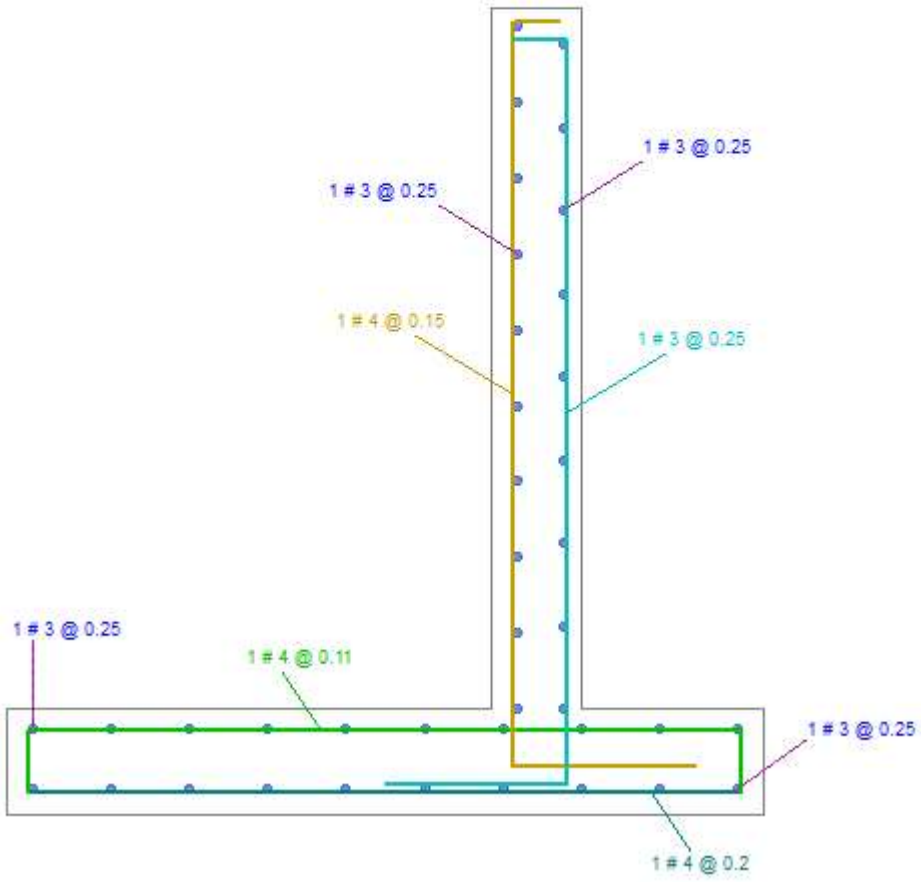
Resistencia del Concreto F'c (kg/cm2)	280
Límite de Fluencia del Acero, Fy (kg/cm2)	4200
Recubrim Concreto al Centroide Armad Principal (cm)	8
Usar Diámetro Varillas en milímetros o en pulgadas	pulg
Diámetro Mínimo a usar para Acero Principal, #	4
Diámetro Mínimo a usar para Acero Secundario, #	3
Separación Máxima Varillas Armadura Principal, (cm)	20

$$K = \frac{Mu}{bd^2} \qquad m = \frac{Fy}{0.85f'c}$$

Índice de Acero Rho:

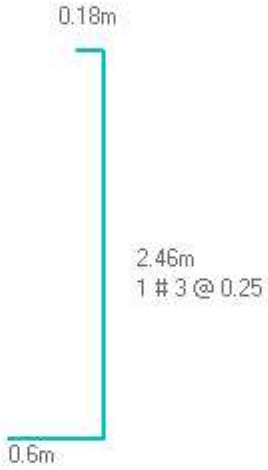
$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2mK}{\emptyset fy}}\right)$$

Detalles del Muro



Detalles del Muro en Vista Separada









DISEÑO DE BOX CULVERT TIPO 8

19. DISEÑO DE BOX CULVERT TIPO 8

El diseño se realizó modelando las paredes y la losa como un conjunto, y determinar las fuerzas y momentos internos en los elementos. La estructura se diseñó paso a paso con el objeto de conocer muy bien los efectos de diseño y, el diseño del Box Coulvert y aletas fue realizado utilizando el Programa de Puentes del Ingeniero Fernando Medina (*Ver Anexos Digitales*).

19.1. DISEÑO ESTRUCTURAL

19.1.1. Datos de Entrada

A continuación, se presenta los datos iniciales para realizar el diseño y la modelación de esta estructura:

DATOS DE ENTRADA		
Altura Total de la Estructura	3.25	**m**
Ancho Total de la Estructura	3.60	**m**
Espesor de la Losa Superior	0.40	**m**
Espesor de los Muros	0.30	**m**
Espesor de la Losa Inferior	0.35	**m**
Número de Celdas	1	
Longitud de la Estructura	8.00	**m**
Longitud de la Aleta	2.00	**m**
Espesor del Vástago de la Aleta	0.30	**m**
Espesor de la Zapata	0.35	**m**

Tabla 32. *Datos de Entrada para la modelación de la Estructura.*

En los anexos se presenta el diseño del Box Culvert descrito en esta memoria de cálculo digital.

19.1.2. Constantes de Diseño

A continuación, se presenta las constantes de diseño que se tuvieron en cuenta en la modelación de esta estructura:

CONSTANTES DE DISEÑO		
Resistencia a la Compresión del Concreto (f_c')	280	kg/cm^2
Resistencia a la Fluencia del Acero (f_y) – Barras Longitudinales	4200	kg/cm^2
Resistencia a la Fluencia del Acero (f_y) – Acero de Flejes	4200	kg/cm^2
ϕ varilla muros (Octavos de pulgada)	No. 3-4	
ϕ min. varilla losa (Octavos de pulgada)	No. 3-4	
Recubrimiento centroide de losa y lateral libre	7.50	cm
Camión de Diseño	CCP-14 COL	

Tabla 33. *Constantes de Diseño para la modelación de la Estructura.*

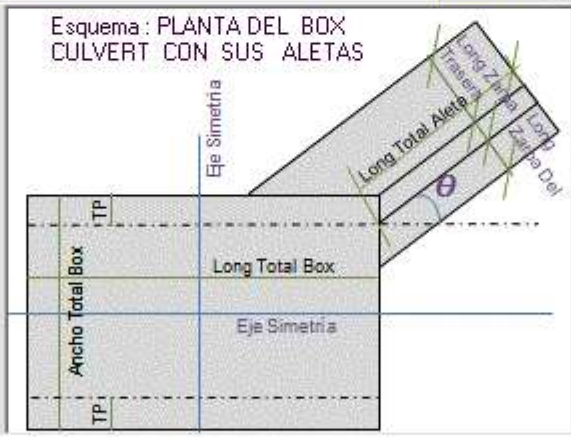
A continuación, se presentan los resultados del diseño de todas las estructuras que componen esta estructura (**Box Culvert Tipo 8**) utilizando el Programa de Puentes del Ingeniero Fernando Medina.

INFORMACIÓN GENERAL DEL BOX CULVERT

GEOMETRÍA ALCANTARILLA y GEOMETRÍA ALETAS

GEOMETRÍA DE LA ALCANTARILLA	
Ancho Total del Box (a bordes ext.), Lta (m)	3.6
Longitud Total Box (a bordes exter), Ltb (m)	8
Altura Total Box (a bordes ext), Ha (m)	3.25
Número de Celdas	1
Espesor Losa Superior ts (m)	0.4
Espesor Losa Inferior ti (m)	0.35
Espesor Paredes Verticales tp (m)	0.3
Espesor de Capa o Placa de Rodadura (m)	0.08
Dimensión de la Cartela (Igual en X e Y) (m)	0
GEOMETRÍA ALETAS (aplica para las cuatro)	
Longitud Total de la Aleta LTM (m)	2
Si Hrell es > 0, Altura Adicional de Aleta (m)	0
Altura Total en Extr Ext (menor), HLN (m)	1.6
Ángulo Box-Aleta en Planta, (grados)	45
Angulo Inclinación Talud Relleno (grados)	0
Ancho de Corona del Vástago, AC (m)	0.3
Proyección Trasera Vástago, BZ (m)	0
Proyección Delantera Vástago, BD (m)	0
Longitud Total de Zapata, Min 0.67H, LTZ (m)	2.5
Longitud de la Zarpa Delantera, LZD (m)	0.6
Espesor de la Zapata, Hzap (m)	0.35

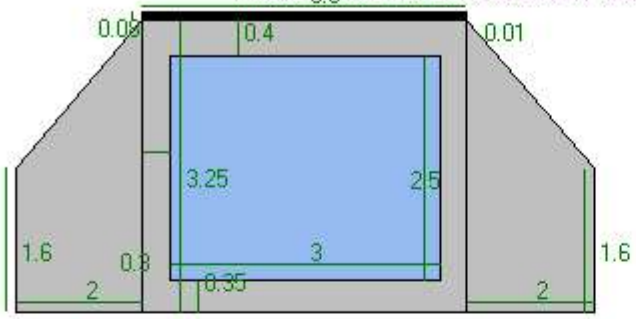
Esquema : PLANTA DEL BOX CULVERT CON SUS ALETAS



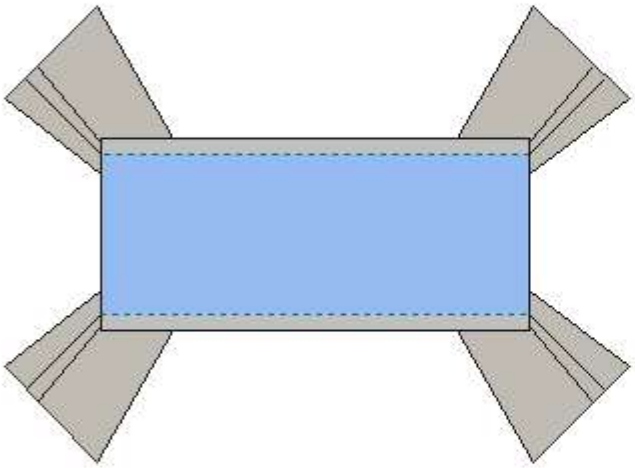
INFORMACIÓN GENERAL DEL BOX CULVERT

GEOMETRÍA ALCANTARILLA y GEOMETRÍA ALETAS

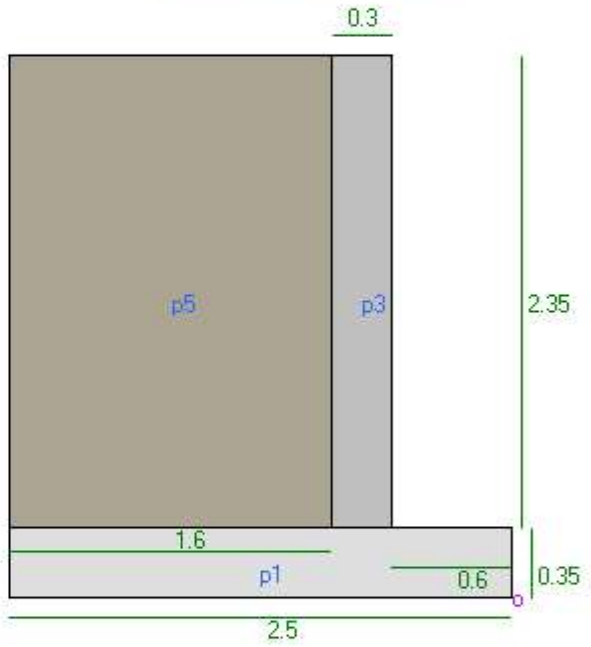
FRONTAL VIEW: BOX CULVERT AND WINGWALLS



PLAN VIEW: BOX CULVERT AND WINGWALLS



WINGWALL: FRONTAL VIEW



Información Complementaria

Altura del Relleno sobre el Box, Hrell (m)	0.01
Aleta: Sección en Estudio (a diseñar)	LTM/3

INFORMACIÓN GENERAL DEL BOX CULVERT

DATOS DEL SUELO Y EL RELLENO

DATOS DEL SUELO Y EL RELLENO

Resistencia Suelo E Lím de Resistencia(t/m2)	26.3
Resistencia Suelo E.Lím Evento Extrem (t/m2)	58.3
Resistencia Suelo Est.Lím de Servicio (t/m2)	58.3
Peso Especifico Suelo de Relleno (t/m3)	1.8
Áng Fricción Interna Suelo Relleno ϕ 'f (grads)	30
Áng Fricción Interna Suelo Cimentac ϕ 'f (grados)	30
Áng Fricc en interfase muro relleno δ (grados)	0
Altura Nivel Freático desde fondo zap, Hnf(m)	0
Tipo Empuje Horiz a considerar por el Relleno	Reposo

CONSTANTES SÍSMICAS

Coeficiente Aceleración Pico Horiz, PGA	0.15
Clase de Sitio (Clase de Suelo)	E

NORMA DE DISEÑO

Camión de Diseño: Utilizar la Norma	CCP14

Constantes de Diseño para el Box Culvert

Resistencia del Concreto F'c (kg/cm2)	280
Límite de Fluencia del Acero, Fy (kg/cm2)	4200
Recubrim Concreto al Centroide Armad Principal (cm)	7.5
Usar Diámetro Varillas en milímetros o en pulgadas	pulg
Diámetro Mínimo a usar para Acero Principal, #	4
Diámetro Mínimo a usar para Acero Secundario, #	3
Separación Máxima Varillas Armadura Principal, (cm)	20

Constantes de Diseño para las Aletas

Resistencia del Concreto F'c (kg/cm2)	280
Límite de Fluencia del Acero, Fy (kg/cm2)	4200
Recubrim Concreto al Centroide Armad Principal (cm)	7.5
Usar Diámetro Varillas en milímetros o en pulgadas	pulg
Diámetro Mínimo a usar para Acero Principal, #	4
Diámetro Mínimo a usar para Acero Secundario, #	3
Separación Máxima Varillas Armadura Principal, (cm)	20

Considerar 14/fy como Rho mínimo (sugerido SÍ)	NO

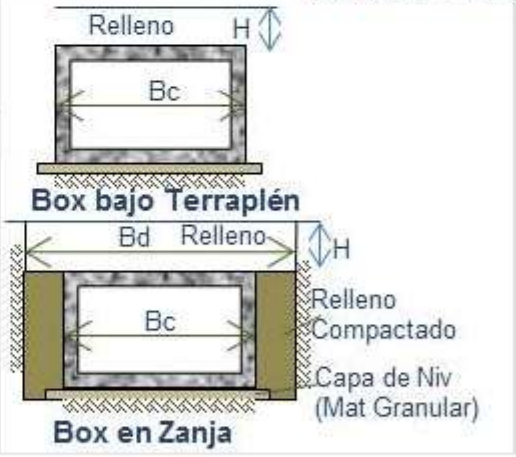
CONSTANTES PARA MODIFICACIÓN DE LAS CARGAS DE SUELO, CONSIDERANDO INTERACCIÓN SUELO ESTRUCTURA

(AASHTO CCP14 Art 12.11.2.2)

Tipo de Box (según condiciones de relleno)	Bajo Terraplén
Ancho Horizontal de la Zanja Bd (= Bc para terrapl)	7
Coeficiente Kmiu, según material del relleno	0.14
Relleno Compactado a lo largo de los laterales del box	No Compactado

Valores Sugeridos de Kmiu (Fig 12.11.2.2.1-3)

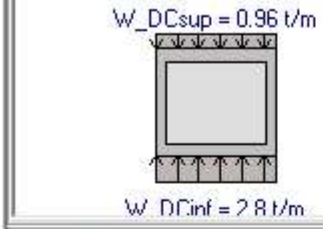
Kmiu = 0.1924 para materiales granulares no cohesivos
Kmiu = 0.165 máx. para arena y grava
kmiu = 0.150 para capa vegetal saturada
kmiu = 0.130 máx. normal para arcilla
kmiu = 0.110 arcilla saturada



SOLICITACIONES BÁSICAS DEL BOX CULVERT: DC, DW, EH, EV, LS

CARGAS

CARGA MUERTA DC



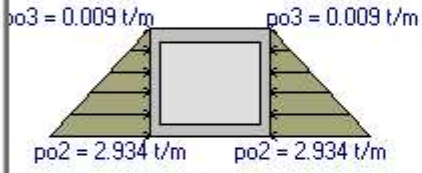
Ítem	Carga (t/m)	Descripción
W DC_sup	0.96	P.P de la Losa Superior del Box
W DC_cartelas	0	(P.P de las Cartelas) / Ancho Box
W DC_x muros	1	(P.P de Muros Box) / Ancho Box
W DC_inf	2.8	Carga sobre Losa Inferior por DC

CARGA MUERTA DW



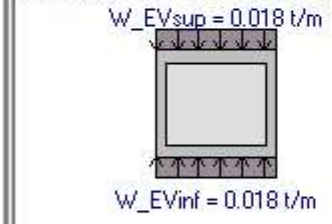
Ítem	Carga (t/m)	Descripción
W DW_sup	0.192	Carga Losa Sup por C.Rodadura
W DW_inf	0.192	Carga Losa Inf por C.Rodadura

EMPUJE DE TIERRAS EH



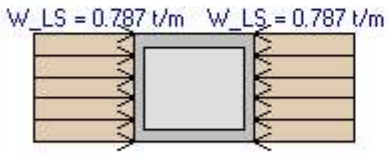
Ítem	W (t/m/m)	Descripción
p01	2.934	p01 = Ko x Pvolsueloseco x H1+ p03
p03	0.009	p03 = Ko x Pvolsueloseco x HR
p02	2.934	p02 = Ko x Pvolsuelosumerg x HNF+p01
p Eagua	0	P.unit agua x H nivel freático

PRESIÓN VERTICAL SUELO RELLENO EV



Ítem	Valor	Descripción
Box.Tip	Bajo Terraplén	Tipo de Box según manejo del Rell
Bc	3.6 m	Ancho Horizontal del Box
Kmiu	-	Coef función del Material del Relleno
H	0.01 m	Profundidad del Relleno sobre el Box
Cd	-	Coef función de Kmiu, H y Bc o Bd
Fe	1 <= 1.4 -> 1	1+ 0.20 x H / Bc
Ft	-	(Cd x Bd^2) / H / Bc <= Fe
EVsup	0.018 t/m	EVsup= Ft x GammaS x H (/ml box)

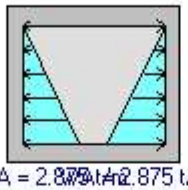
SOBRECARGA VIVA LS



Ítem	Valor	Descripción
Ko	0.5	Coef. Presion de Reposo del Suelo
PesoVol_s	1.8 t/m3	Peso Unitario Total del Suelo
H_box	3.25 m	Altura Total del Box Culvert
h_eq	0.875 m	Alt Equiv de suelo para C.Vehicular
Delta_p	0.787 t/m	Presión cte.horiz suelo x sobrec CV

CARGAS

CARGA DE AGUA WA



WA = 2.875 t/m

CARGA DE AGUA

Ítem	Valor	Descripción
Alt Agua	2.875 m	Altura de Agua actuante
Wagua_WA	2.875 t/m	Presión de Agua (box lleno)

Consideraciones:

El Art. 3.7.1 de AASHTO y CCP-14 exige considerar el caso donde el box esté lleno de agua así como el estado donde el box esté vacío

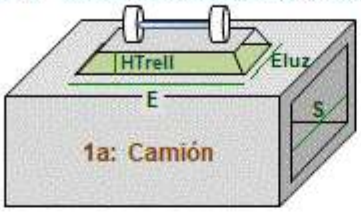
CARGAS

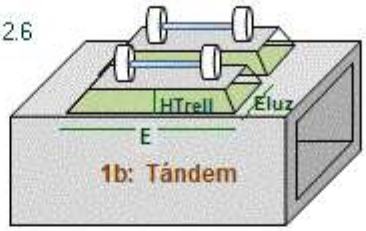
CARGA VIVA LL+Imp . Teoría

AASHTO y CCP-14 Art 4.6.2.10

Caso 1. Altura de Relleno HR < 0.6

Art 3.6.1.2.6





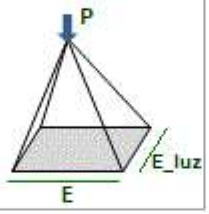
Distribución de la Carga de Eje . HR < 0.60 m

E = 0.244+0.12S

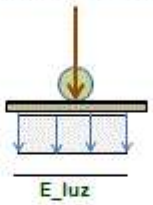
E_luz = LT + LLDF(H)

LLDF = 1.15 LT = 0.254 m

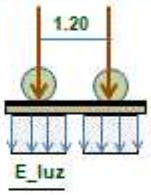
H = HR + esp pavimento



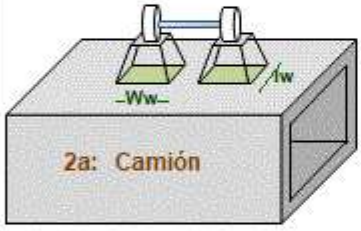
1a: Domina el Camión

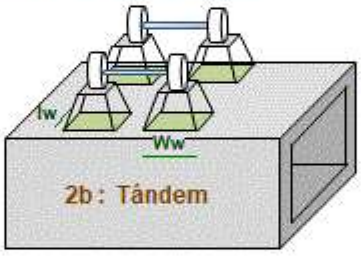


1b: Domina el Tándem



Caso 2. Altura de Relleno HR >= 0.6 m SIN Traslapo





(•) Sin Traslapo

( ) Con Traslapo

H= Hrell+esp pav

l_t= 0.254 m

$LLDF$ = 1.15

S_a= 1.20 ó 4.30 m

S_w= 1.828 m

w_t= 0.508 m

Distribución de la Carga de Eje . HR >= 0.60 m

A_{LL} = Área de Distr de la Carga de Eje a la Prof H $A_{LL} = l_w w_w$

Cálculo de w_w

$H_{int-t} = \frac{s_w - w_t - 0.06 D_i}{LLDF}$

$Si\ H < H_{int-t}$

$w_w = w_t + LLDF(H) - 0.06 D_i$

$Si\ H \geq H_{int-t}$

$w_w = w_t + s_w + LLDF(H) - 0.06 D_i$

Cálculo de l_w

$H_{int-p} = \frac{s_a - l_t}{LLDF}$

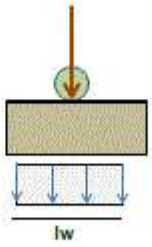
$Si\ H < H_{int-p}$

$l_w = l_t + LLDF(H)$

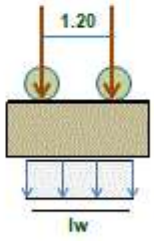
$Si\ H \geq H_{int-p}$

$l_w = l_t + s_a + LLDF(H)$

2a: Domina el Camión



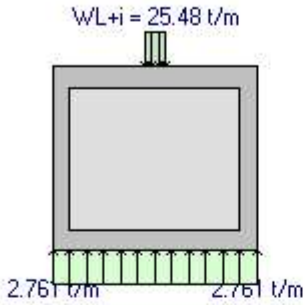
2b: Domina el Tándem



CÁLCULO DE LAS SOLICITACIONES BÁSICAS : CARGA VIVA L + i

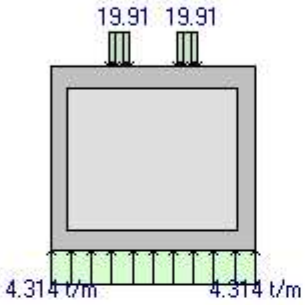
Solicitaciones Críticas por Cargas Vivas

CARGA VIVA LL+I . POSICIÓN CRÍTICA 1: CAMIÓN



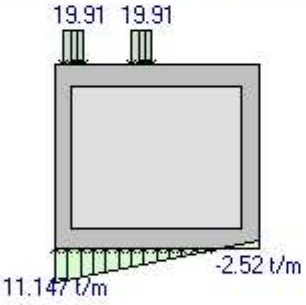
Ítem	Valor	Descripción
Carga Q	15.984 t/m	Carga Distribuida Equivalente
Fact Imp. IM	32.865 %	Factor Dinámico de Impacto
Factor m	1.2	Factor de Presencia Múltiple
Carga W	25.485 t/m	Carga Distrib. Equiv. Efectiva
L.Carga lw	0.358 m	Longitud lw de la Carga(s) W
Brazo a1	1.471 m	Brazo.Aplicac a1 de Carga W
Brazo a2	- . No aplica	Brazo.de Aplc a2 (si aplica)
Carga S1	2.761 t/m	Carga de Reacción Máxima
Carga S2	2.761 t/m	Carga de Reacción Mínima

CARGA VIVA LL+I . POSICION CRÍTICA 2: TÁNDEM



Ítem	Valor	Descripción
Carga Q	12.488 t/m	Carga Distribuida Equivalente
Fact Imp. IM	32.865 %	Factor Dinámico de Impacto
Factor m	1.2	Factor de Presencia Múltiple
Carga W	19.91 t/m	Carga Distrib. Equiv. Efectiva
L.Carga lw	0.358 m	Longitud lw de la Carga(s) W
Brazo a1	0.871 m	Brazo.Aplicac a1 de Carga W
Brazo a2	2.071 m	Brazo.de Aplc a2 (si aplica)
Carga S1	4.314 t/m	Carga de Reacción Máxima
Carga S2	4.314 t/m	Carga de Reacción Mínima

CARGA VIVA LL+I . POSICION CRÍTICA 3 . MÁX CORTANTE



Ítem	Valor	Descripción
Carga Q	12.488 t/m	Carga Distribuida Equivalente
Fact Imp. IM	32.865 %	Factor Dinámico de Impacto
Factor m	1.2	Factor de Presencia Múltiple
Carga W	19.91 t/m	Carga Distrib. Equiv. Efectiva
L.Carga lw	0.358 m	Longitud lw de la Carga(s) W
Brazo a1	0 m	Brazo.Aplicac a1 de Carga W
Brazo a2	1.2 m	Brazo.de Aplc a2 (si aplica)
Carga S1	11.147 t/m	Carga de Reacción Máxima
Carga S2	-2.52 t/m	Carga de Reacción Mínima

CHEQUEO DE ESFUERZOS EN EL SUELO

CHEQUEO DE ESFUERZOS EN EL SUELO

ESTADO DE CARGA	ESFZO SUELO t/m2
Carga Muerta y Acc DC	2.8
Carga Pavimento DW	0.19
Presión Vert Rellen EV	0.02
Presión Peso Agua WA	2.08
Carga Viva+Imp L+i	11.15

ESTADO LÍMITE DE RESISTENCIA

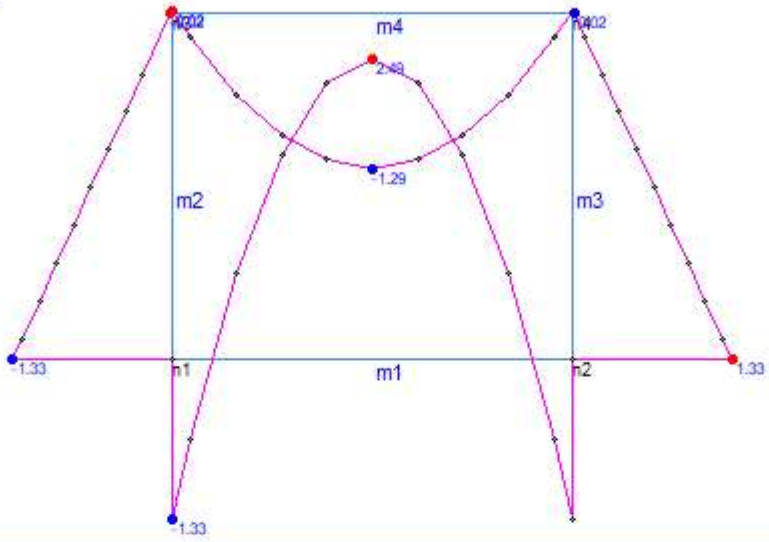
1.25(DC) + 1.50(DW) + 1.35(EV) + 1.0(WA) + 1.75(L+I)

Esfuerzo Actuante	25.4 t/m2
Resist Suelo E.Lím de Resistencia	26.3 t/m2
Diagnóstico	Cumple OK

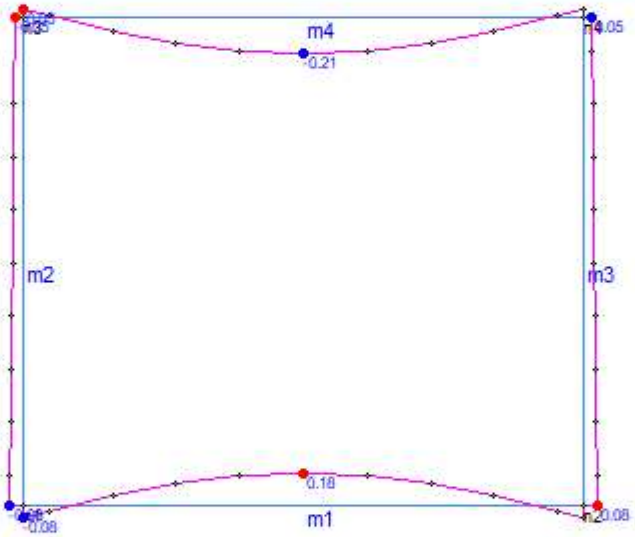
Análisis del Box para los Estado Básicos de Cargas

Diseño

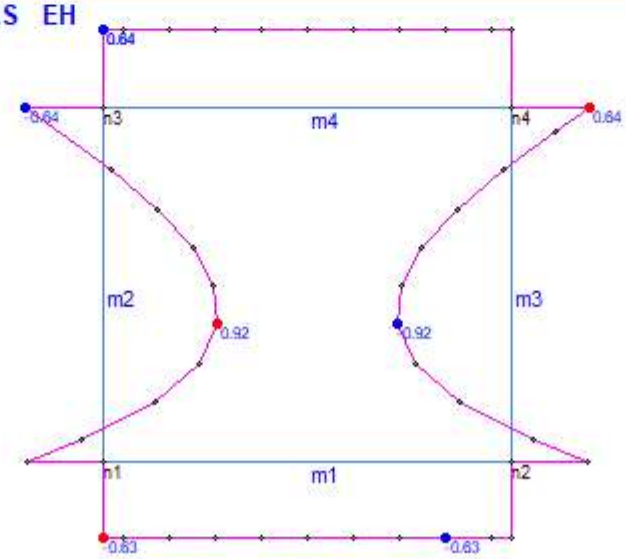
CARGA MUERTA DC



CARGA MUERTA DW



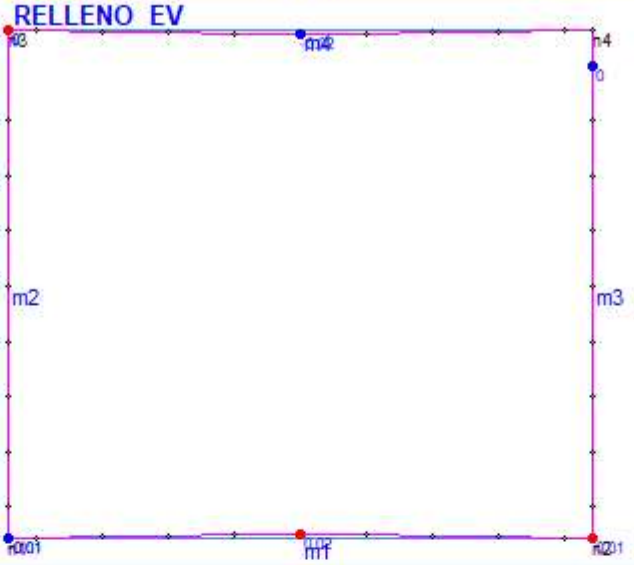
CARGA EMPUJE DE TIERRAS EH



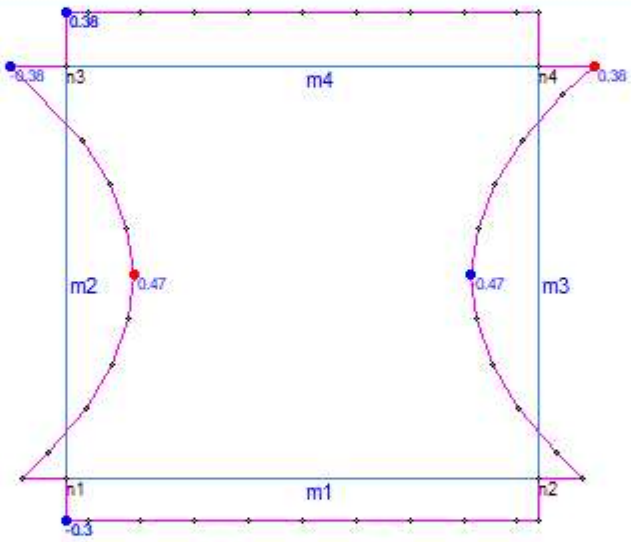
Análisis del Box para los Estado Básicos de Cargas

Diseño

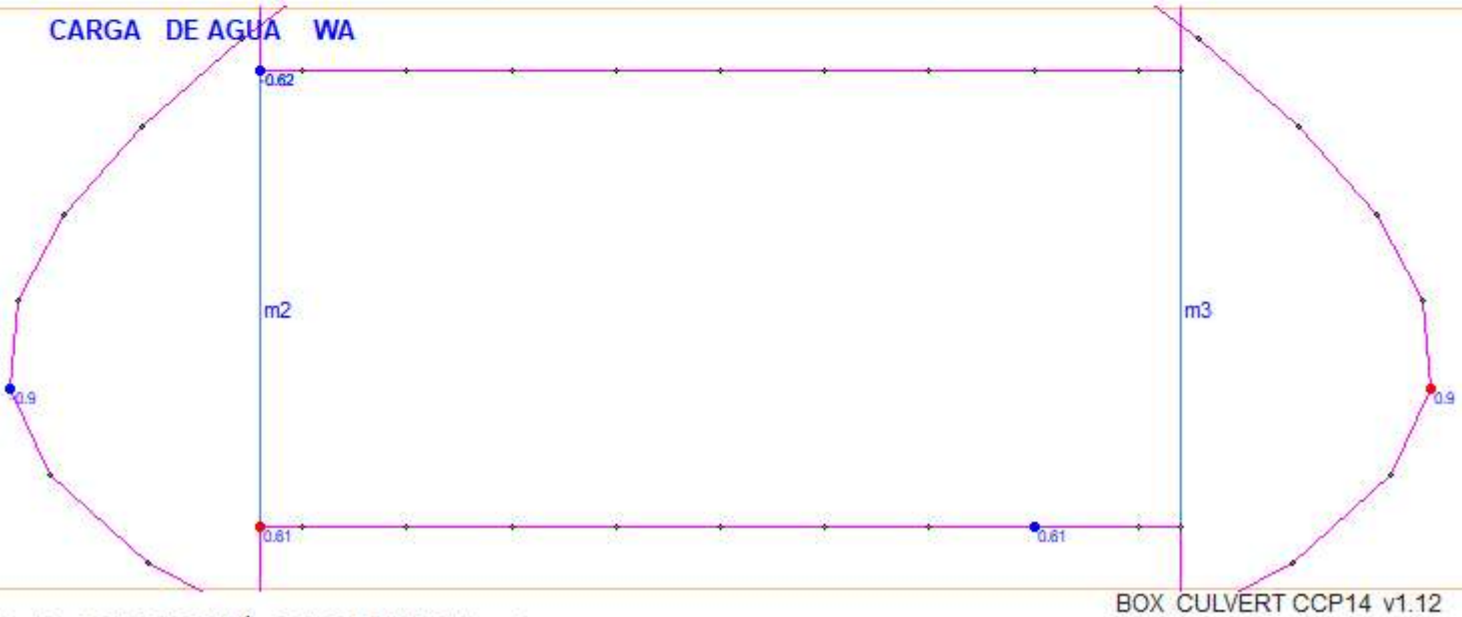
PRESIÓN CARGA VERTICAL RELLENO EV



SOBRECARGA LS



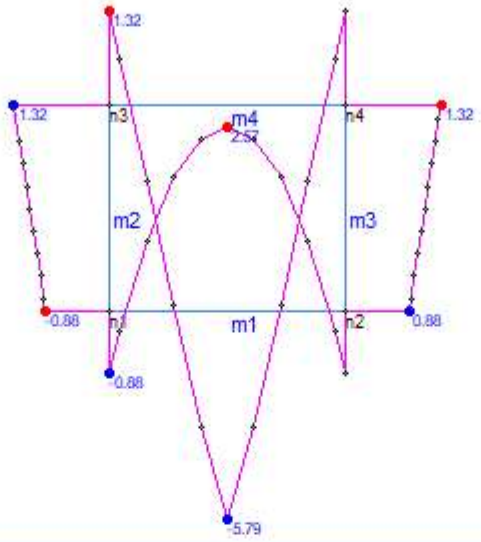
CARGA DE AGUA WA



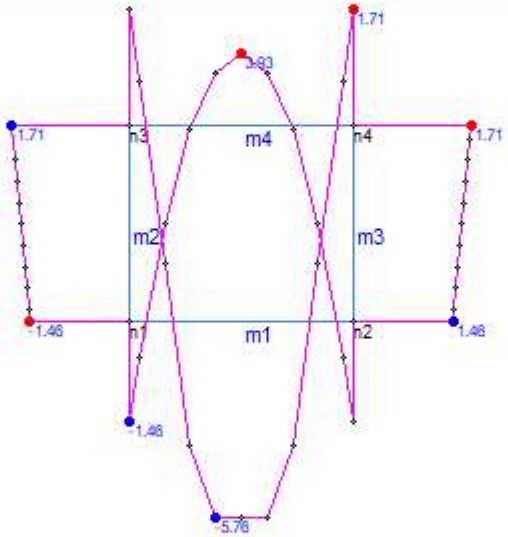
Análisis del Box para los Estado Básicos de Cargas

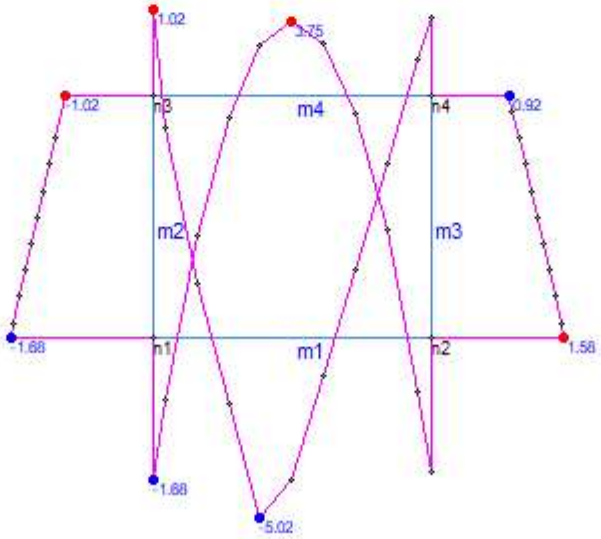
Diseño

CARGA VIVA L+ I : CAMIÓN



CARGA VIVA L + I : TÁNDEM





EFUERZOS FINALES DE MIEMBROS

CARGA MUERTA DC

Miembro	Nudo	F Axial (t)	Cortante (t)	Mom (t-m)
m1	1	0	-4.62	-1.33
	2	0	-4.62	1.33
m2	1	1.58	0.47	1.33
	3	-1.58	-0.47	0.02
m3	2	1.58	-0.47	-1.33
	4	-1.58	0.47	-0.02
m4	3	-0.47	1.58	-0.02
	4	0.47	1.58	0.02

EFUERZOS FINALES DE MIEMBROS

CARGA MUERTA DW

Miembro	Nudo	F Axial (t)	Cortante (t)	Mom (t-m)
m1	1	0	-0.32	-0.08
	2	0	-0.32	0.08
m2	1	0.32	0.01	0.08
	3	-0.32	-0.01	-0.05
m3	2	0.32	-0.01	-0.08
	4	-0.32	0.01	0.05
m4	3	-0.01	0.32	0.05
	4	0.01	0.32	-0.05

EFUERZOS FINALES DE MIEMBROS

CARGA EMPUJE DE TIERRAS EH

Miembro	Nudo	F Axial (t)	Cortante (t)	Mom (t-m)
m1	1	0	0	-0.63
	2	0	0	0.63
m2	1	0	2.81	0.63
	3	0	1.42	-0.64
m3	2	0	-2.81	-0.63
	4	0	-1.42	0.64
m4	3	1.42	0	0.64
	4	-1.42	0	-0.64

EFUERZOS FINALES DE MIEMBROS

PRESIÓN CARGA VERTICAL RELLENO EV

Miembro	Nudo	F Axial (t)	Cortante (t)	Mom (t-m)
m1	1	0	-0.03	-0.01
	2	0	-0.03	0.01
m2	1	0.03	0	0.01
	3	-0.03	0	0
m3	2	0.03	0	-0.01
	4	-0.03	0	0
m4	3	0	0.03	0
	4	0	0.03	0

EFUERZOS FINALES DE MIEMBROS

SOBRECARGA LS

Miembro	Nudo	F Axial (t)	Cortante (t)	Mom (t-m)
m1	1	0	0	-0.3
	2	0	0	0.3
m2	1	0	1.1	0.3
	3	0	1.16	-0.38
m3	2	0	-1.1	-0.3
	4	0	-1.16	0.38
m4	3	1.16	0	0.38
	4	-1.16	0	-0.38

EFUERZOS FINALES DE MIEMBROS

CARGA DE AGUA WA

Miembro	Nudo	F Axial (t)	Cortante (t)	Mom (t-m)
m1	1	0	0	0.61
	2	0	0	-0.61
m2	1	0	-2.75	-0.61
	3	0	-1.38	0.62
m3	2	0	2.75	0.61
	4	0	1.38	-0.62
m4	3	-1.38	0	-0.62
	4	1.38	0	0.62

Momentos Interiores en cada Miembro

CARGA MUERTA DC

Miembro	Posic.(m)	M (t-m)
m1	0	-1.33
m1	0.15	-0.66
m1	0.525	0.71
m1	0.9	1.7
m1	1.275	2.29
m1	1.65	2.49
m1	2.025	2.29
m1	2.4	1.7
m1	2.775	0.71
m1	3.15	-0.66
m1	3.3	-1.33
m2	0	-1.33
m2	0.175	-1.25
m2	0.488	-1.1
m2	0.8	-0.96
m2	1.112	-0.82
m2	1.425	-0.68
m2	1.738	-0.53
m2	2.05	-0.39
m2	2.362	-0.25
m2	2.875	-0.02
m2	2.875	-0.02
m3	0	1.33
m3	0.175	1.25
m3	0.488	1.1
m3	0.8	0.96
m3	1.112	0.82
m3	1.425	0.68
m3	1.738	0.53
m3	2.05	0.39
m3	2.362	0.25
m3	2.675	0.11
m3	2.875	0.02
m4	0	0.02
m4	0.15	-0.21
m4	0.525	-0.68
m4	0.9	-1.02
m4	1.275	-1.22
m4	1.65	-1.29
m4	2.025	-1.22
m4	2.4	-1.02
m4	2.775	-0.68
m4	3.15	-0.21
m4	3.3	0.02

Momentos Interiores en cada Miembro

CARGA MUERTA DW

Miembro	Posic.(m)	M (t-m)
m1	0	-0.08
m1	0.15	-0.03
m1	0.525	0.06
m1	0.9	0.13
m1	1.275	0.17
m1	1.65	0.18
m1	2.025	0.17
m1	2.4	0.13
m1	2.775	0.06
m1	3.15	-0.03
m1	3.3	-0.08
m2	0	-0.08
m2	0.175	-0.08
m2	0.488	-0.07
m2	0.8	-0.07
m2	1.112	-0.07
m2	1.425	-0.06
m2	1.738	-0.06
m2	2.05	-0.06
m2	2.362	-0.06
m2	2.875	-0.05
m2	2.875	-0.05
m3	0	0.08
m3	0.175	0.08
m3	0.488	0.07
m3	0.8	0.07
m3	1.112	0.07
m3	1.425	0.06
m3	1.738	0.06
m3	2.05	0.06
m3	2.362	0.06
m3	2.675	0.05
m3	2.875	0.05
m4	0	0.05
m4	0.15	0.01
m4	0.525	-0.09
m4	0.9	-0.16
m4	1.275	-0.2
m4	1.65	-0.21
m4	2.025	-0.2
m4	2.4	-0.16
m4	2.775	-0.09
m4	3.15	0.01
m4	3.3	0.05

Momentos Interiores en cada Miembro

CARGA EMPUJE DE TIERRAS EH

Miembro	Posic.(m)	M (t-m)
m1	0	-0.63
m1	0.15	-0.63
m1	0.525	-0.63
m1	0.9	-0.63
m1	1.275	-0.63
m1	1.65	-0.63
m1	2.025	-0.63
m1	2.4	-0.63
m1	2.775	-0.63
m1	3.15	-0.63
m1	3.3	-0.63
m2	0	-0.63
m2	0.175	-0.18
m2	0.488	0.41
m2	0.8	0.77
m2	1.112	0.92
m2	1.425	0.89
m2	1.738	0.72
m2	2.05	0.43
m2	2.362	0.06
m2	2.875	-0.64
m2	2.875	-0.64
m3	0	0.63
m3	0.175	0.18
m3	0.488	-0.41
m3	0.8	-0.77
m3	1.112	-0.92
m3	1.425	-0.89
m3	1.738	-0.72
m3	2.05	-0.43
m3	2.362	-0.06
m3	2.675	0.36
m3	2.875	0.64
m4	0	0.64
m4	0.15	0.64
m4	0.525	0.64
m4	0.9	0.64
m4	1.275	0.64
m4	1.65	0.64
m4	2.025	0.64
m4	2.4	0.64
m4	2.775	0.64
m4	3.15	0.64
m4	3.3	0.64

Momentos Interiores en cada Miembro

PRESIÓN CARGA VERTICAL RELLENO EV

Miembro	Posic.(m)	M (t-m)
m1	0	-0.01
m1	0.15	0
m1	0.525	0.01
m1	0.9	0.01
m1	1.275	0.02
m1	1.65	0.02
m1	2.025	0.02
m1	2.4	0.01
m1	2.775	0.01
m1	3.15	0
m1	3.3	-0.01
m2	0	-0.01
m2	0.175	-0.01
m2	0.488	-0.01
m2	0.8	-0.01
m2	1.112	-0.01
m2	1.425	-0.01
m2	1.738	-0.01
m2	2.05	-0.01
m2	2.362	-0.01
m2	2.875	0
m2	2.875	0
m3	0	0.01
m3	0.175	0.01
m3	0.488	0.01
m3	0.8	0.01
m3	1.112	0.01
m3	1.425	0.01
m3	1.738	0.01
m3	2.05	0.01
m3	2.362	0.01
m3	2.675	0
m3	2.875	0
m4	0	0
m4	0.15	0
m4	0.525	-0.01
m4	0.9	-0.01
m4	1.275	-0.02
m4	1.65	-0.02
m4	2.025	-0.02
m4	2.4	-0.01
m4	2.775	-0.01
m4	3.15	0
m4	3.3	0

Momentos Interiores en cada Miembro

SOBRECARGA LS

Miembro	Posic.(m)	M (t-m)
m1	0	-0.3
m1	0.15	-0.3
m1	0.525	-0.3
m1	0.9	-0.3
m1	1.275	-0.3
m1	1.65	-0.3
m1	2.025	-0.3
m1	2.4	-0.3
m1	2.775	-0.3
m1	3.15	-0.3
m1	3.3	-0.3
m2	0	-0.3
m2	0.175	-0.12
m2	0.488	0.14
m2	0.8	0.33
m2	1.112	0.44
m2	1.425	0.47
m2	1.738	0.43
m2	2.05	0.31
m2	2.362	0.11
m2	2.875	-0.38
m2	2.875	-0.38
m3	0	0.3
m3	0.175	0.12
m3	0.488	-0.14
m3	0.8	-0.33
m3	1.112	-0.44
m3	1.425	-0.47
m3	1.738	-0.43
m3	2.05	-0.31
m3	2.362	-0.11
m3	2.675	0.17
m3	2.875	0.38
m4	0	0.38
m4	0.15	0.38
m4	0.525	0.38
m4	0.9	0.38
m4	1.275	0.38
m4	1.65	0.38
m4	2.025	0.38
m4	2.4	0.38
m4	2.775	0.38
m4	3.15	0.38
m4	3.3	0.38

Momentos Interiores en cada Miembro

CARGA DE AGUA WA

Miembro	Posic.(m)	M (t-m)
m1	0	0.61
m1	0.15	0.61
m1	0.525	0.61
m1	0.9	0.61
m1	1.275	0.61
m1	1.65	0.61
m1	2.025	0.61
m1	2.4	0.61
m1	2.775	0.61
m1	3.15	0.61
m1	3.3	0.61
m2	0	0.61
m2	0.175	0.17
m2	0.488	-0.41
m2	0.8	-0.75
m2	1.112	-0.9
m2	1.425	-0.87
m2	1.738	-0.7
m2	2.05	-0.42
m2	2.362	-0.06
m2	2.875	0.62
m2	2.875	0.62
m3	0	-0.61
m3	0.175	-0.17
m3	0.488	0.41
m3	0.8	0.75
m3	1.112	0.9
m3	1.425	0.87
m3	1.738	0.7
m3	2.05	0.42
m3	2.362	0.06
m3	2.675	-0.35
m3	2.875	-0.62
m4	0	-0.62
m4	0.15	-0.62
m4	0.525	-0.62
m4	0.9	-0.62
m4	1.275	-0.62
m4	1.65	-0.62
m4	2.025	-0.62
m4	2.4	-0.62
m4	2.775	-0.62
m4	3.15	-0.62
m4	3.3	-0.62

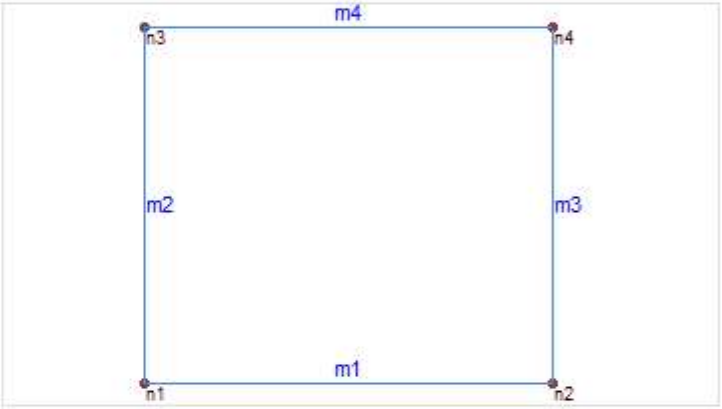
Momentos Interiores en cada Miembro

ESTADO LÍMITE DE RESISTENCIA Ia

Máx Carga Vertical y Máx Carga Horizontal

1.25(DC)+1.50(DW)+1.35(EV)+1.75(L+I)+1.5(EH)+1.75(LS)

Miembro	Posic.(m)	Mom Mu(t-m)
m1	0	-5.8
m1	0.15	-3.26
m1	0.525	2.02
m1	0.9	5.79
m1	1.275	8.06
m1	1.65	8.81
m1	2.025	8.06
m1	2.4	5.79
m1	2.775	2.02
m1	3.15	-3.26
m1	3.3	-5.8
m2	0	-5.8
m2	0.288	-4.73
m2	0.575	-3.25
m2	0.862	-2.25
m2	1.15	-1.71
m2	1.438	-1.56
m2	1.725	-1.76
m2	2.013	-2.26
m2	2.3	-3.03
m2	2.588	-4.72
m2	2.875	-4.72
m3	0	5.8
m3	0.288	4.73
m3	0.575	3.25
m3	0.862	2.25
m3	1.15	1.71
m3	1.438	1.56
m3	1.725	1.76
m3	2.013	2.26
m3	2.3	3.03
m3	2.588	4.01
m3	2.875	4.72
m4	0	4.72
m4	0.15	2.5
m4	0.525	-2.92
m4	0.9	-8.1
m4	1.275	-10.31
m4	1.65	-10.46
m4	2.025	-10.31
m4	2.4	-8.1
m4	2.775	-2.92
m4	3.15	2.5
m4	3.3	4.72



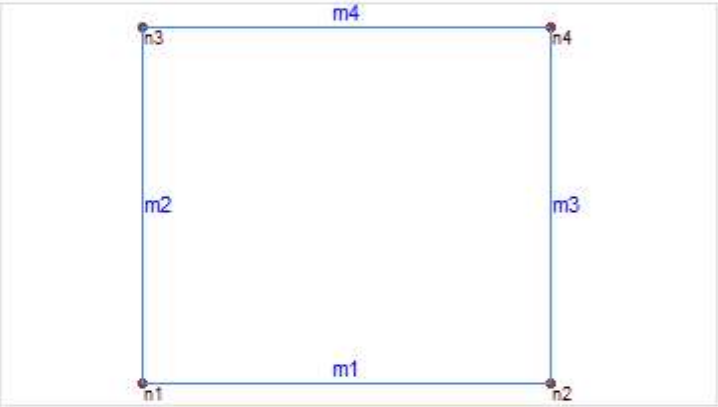
Momentos Interiores en cada Miembro

ESTADO LÍMITE DE RESISTENCIA Ia

Máx Carga Vertical y Máx Carga Horizontal

1.25(DC)+1.50(DW)+1.35(EV)+1.75(L+I)+1.5(EH)+1.75(LS)

Miembro	Posic.(m)	Mom Mu(t-m)



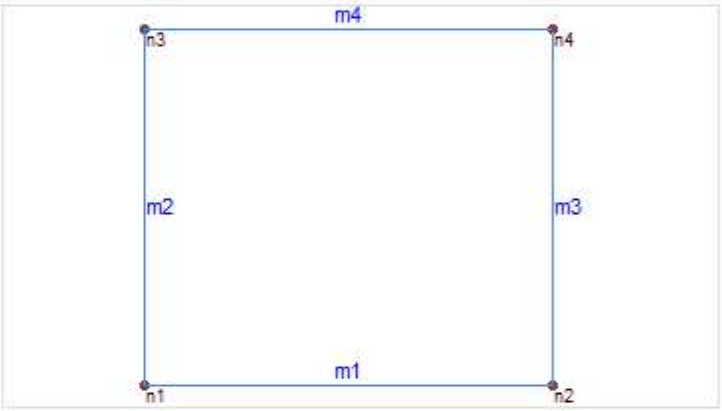
Momentos Interiores en cada Miembro

ESTADO LÍMITE DE RESISTENCIA Ib

Máxima Carga Vertical y Mínima Carga Horizontal

1.25(DC)+1.5(DW)+1.35(EV)+1.75(L+I)+1.0(WA)+0.9(EH)+1.75(LS)

Miembro	Posic.(m)	Mom Mu(t-m)
m1	0	-4.81
m1	0.15	-2.27
m1	0.525	3.01
m1	0.9	6.78
m1	1.275	9.05
m1	1.65	9.8
m1	2.025	9.05
m1	2.4	6.78
m1	2.775	3.01
m1	3.15	-2.27
m1	3.3	-4.81
m2	0	-4.81
m2	0.288	-4.45
m2	0.575	-3.9
m2	0.862	-3.47
m2	1.15	-3.16
m2	1.438	-2.96
m2	1.725	-2.89
m2	2.013	-2.95
m2	2.3	-3.13
m2	2.588	-3.72
m2	2.875	-3.72
m3	0	4.81
m3	0.288	4.45
m3	0.575	3.9
m3	0.862	3.47
m3	1.15	3.16
m3	1.438	2.96
m3	1.725	2.89
m3	2.013	2.95
m3	2.3	3.13
m3	2.588	3.45
m3	2.875	3.72
m4	0	3.72
m4	0.15	1.49
m4	0.525	-3.92
m4	0.9	-9.11
m4	1.275	-11.31
m4	1.65	-11.47
m4	2.025	-11.31
m4	2.4	-9.11
m4	2.775	-3.92
m4	3.15	1.49
m4	3.3	3.72

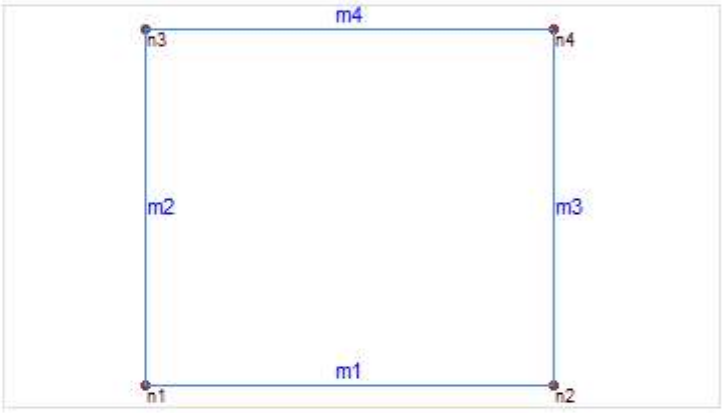


Momentos Interiores en cada Miembro

ESTADO LÍMITE DE RESISTENCIA Ib — **Máxima Carga Vertical y Mínima Carga Horizontal**

1.25(DC)+1.5(DW)+1.35(EV)+1.75(L+I)+1.0(WA)+0.9(EH)+1.75(LS)

Miembro	Posic.(m)	Mom Mu(t-m)



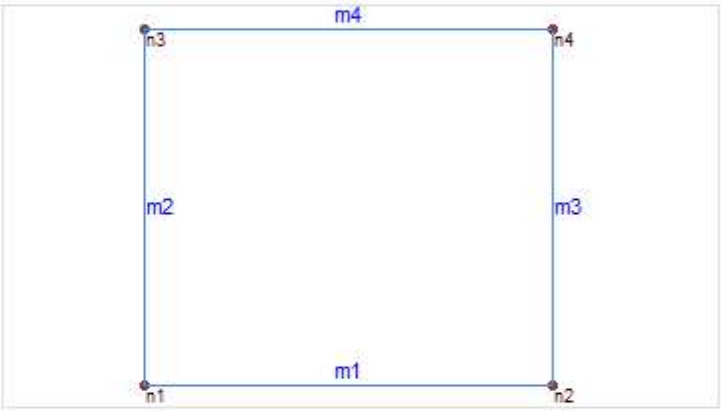
Momentos Interiores en cada Miembro

ESTADO LÍMITE DE RESISTENCIA Ic

Mín. Carga Vertical y Máx. Carga Horizontal

0.9(DC)+0.65(DW)+1.0(EV)+0.9(EH)+1.75(LS)

Miembro	Posic.(m)	Mom Mu(t-m)
m1	0	-5.95
m1	0.15	-3.41
m1	0.525	1.87
m1	0.9	5.64
m1	1.275	7.91
m1	1.65	8.66
m1	2.025	7.91
m1	2.4	5.64
m1	2.775	1.87
m1	3.15	-3.41
m1	3.3	-5.95
m2	0	-5.95
m2	0.288	-4.84
m2	0.575	-3.25
m2	0.862	-2.14
m2	1.15	-1.49
m2	1.438	-1.26
m2	1.725	-1.44
m2	2.013	-1.99
m2	2.3	-2.88
m2	2.588	-5.01
m2	2.875	-5.01
m3	0	5.95
m3	0.288	4.84
m3	0.575	3.25
m3	0.862	2.14
m3	1.15	1.49
m3	1.438	1.26
m3	1.725	1.44
m3	2.013	1.99
m3	2.3	2.88
m3	2.588	4.08
m3	2.875	5.01
m4	0	5.01
m4	0.15	2.78
m4	0.525	-2.63
m4	0.9	-7.82
m4	1.275	-10.02
m4	1.65	-10.18
m4	2.025	-10.02
m4	2.4	-7.82
m4	2.775	-2.63
m4	3.15	2.78
m4	3.3	5.01

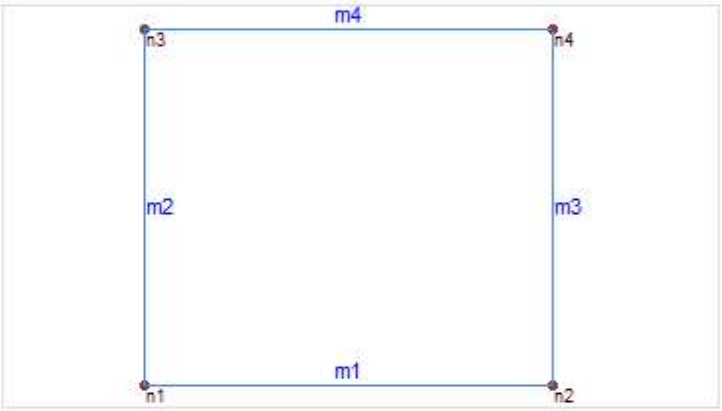


Momentos Interiores en cada Miembro

ESTADO LÍMITE DE RESISTENCIA Ic — **Mín. Carga Vertical y Máx. Carga Horizontal**

0.9(DC)+0.65(DW)+1.0(EV)+0.9(EH)+1.75(LS)

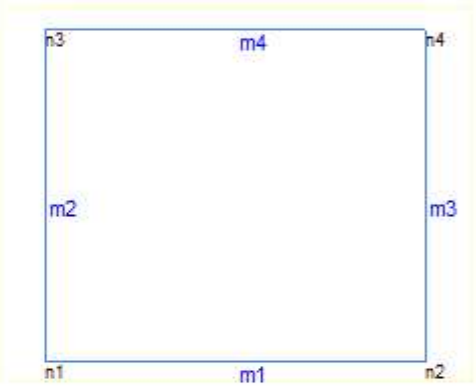
Miembro	Posic.(m)	Mom Mu(t-m)



ENVOLVENTE MÁXIMA DE DISEÑO

Diseño a Flexión y Cortante de todas las secciones del Box Culvert

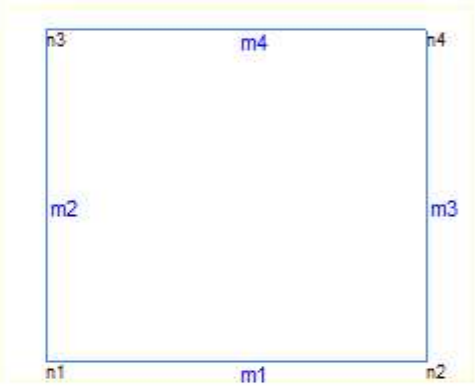
Mi.	Posic(m)	Mu(t-m)	As(cm2)	Arm.Sug	Vu(t)	Vu/Vr (Cheq)
m1	0	-5.95	6.65	1 # 4 @ 0.19	17.76	0.85 Ok
m1	0.15	-3.41	4.41	1 # 4 @ 0.2	16.15	0.78 Ok
m1	0.525	3.01	3.89	1 # 4 @ 0.2	12.13	0.58 Ok
m1	0.9	6.78	6.67	1 # 4 @ 0.19	8.1	0.39 Ok
m1	1.275	9.05	8.96	1 # 4 @ 0.14	4.08	0.2 Ok
m1	1.65	9.8	9.73	1 # 4 @ 0.13	0.05	0 Ok
m1	2.025	9.05	8.96	1 # 4 @ 0.14	-3.97	0.19 Ok
m1	2.4	6.78	6.67	1 # 4 @ 0.19	-8	0.38 Ok
m1	2.775	3.01	3.89	1 # 4 @ 0.2	-12.02	0.58 Ok
m1	3.15	-3.41	4.41	1 # 4 @ 0.2	-16.04	0.77 Ok
m1	3.3	-5.95	6.65	1 # 4 @ 0.19	-17.65	0.85 Ok
m2	0	-5.95	7.2	1 # 4 @ 0.17	-9.54	0.55 Ok
m2	0.175	-4.84	5.98	1 # 4 @ 0.2	-8.64	0.49 Ok
m2	0.488	-3.9	5.98	1 # 4 @ 0.2	-7.1	0.41 Ok
m2	0.8	-3.47	5.52	1 # 4 @ 0.2	-5.64	0.32 Ok
m2	1.112	-3.16	5.01	1 # 4 @ 0.2	-4.28	0.24 Ok
m2	1.425	-2.96	4.7	1 # 4 @ 0.2	-3	0.17 Ok
m2	1.738	-2.89	4.58	1 # 4 @ 0.2	-1.82	0.1 Ok
m2	2.05	-2.95	4.67	1 # 4 @ 0.2	1.49	0.09 Ok
m2	2.362	-3.13	4.97	1 # 4 @ 0.2	2.24	0.13 Ok
m2	2.875	-5.01	6.03	1 # 4 @ 0.2	3.16	0.18 Ok
m2	2.875	-5.01	6.03	1 # 4 @ 0.2	3.16	0.18 Ok
m3	0	5.95	7.2	1 # 4 @ 0.17	9.54	0.55 Ok
m3	0.175	4.84	5.98	1 # 4 @ 0.2	8.64	0.49 Ok
m3	0.488	3.9	5.98	1 # 4 @ 0.2	7.1	0.41 Ok
m3	0.8	3.47	5.52	1 # 4 @ 0.2	5.64	0.32 Ok
m3	1.112	3.16	5.01	1 # 4 @ 0.2	4.28	0.24 Ok
m3	1.425	2.96	4.7	1 # 4 @ 0.2	3	0.17 Ok
m3	1.738	2.89	4.58	1 # 4 @ 0.2	1.82	0.1 Ok
m3	2.05	2.95	4.67	1 # 4 @ 0.2	-1.49	0.09 Ok
m3	2.362	3.13	4.97	1 # 4 @ 0.2	-2.24	0.13 Ok
m3	2.675	4.08	5.98	1 # 4 @ 0.2	-3.16	0.18 Ok
m3	2.875	5.01	6.03	1 # 4 @ 0.2	-3.16	0.18 Ok
m4	0	5.01	5.49	1 # 4 @ 0.2	-21.58	0.89 Ok
m4	0.15	2.78	3.03	1 # 4 @ 0.2	-21.36	0.88 Ok
m4	0.525	-3.92	4.28	1 # 4 @ 0.2	-20.79	0.86 Ok
m4	0.9	-9.11	7.57	1 # 4 @ 0.16	-19.22	0.79 Ok
m4	1.275	-11.31	9.45	1 # 4 @ 0.13	-7.2	0.3 Ok
m4	1.65	-11.47	9.58	1 # 4 @ 0.13	-6.63	0.27 Ok
m4	2.025	-11.31	9.45	1 # 4 @ 0.13	-6.06	0.25 Ok
m4	2.4	-9.11	7.57	1 # 4 @ 0.16	5.96	0.25 Ok
m4	2.775	-3.92	4.28	1 # 4 @ 0.2	7.53	0.31 Ok
m4	3.15	2.78	3.03	1 # 4 @ 0.2	8.09	0.33 Ok
m4	3.3	5.01	5.49	1 # 4 @ 0.2	8.32	0.34 Ok



ENVOLVENTE MÁXIMA DE DISEÑO

Diseño a Flexión y Cortante de todas las secciones del Box Culvert

Mi.	Posic(m)	Mu(t-m)	As(cm2)	Arm.Sug	Vu(t)	Vu/Vr (Cheq)

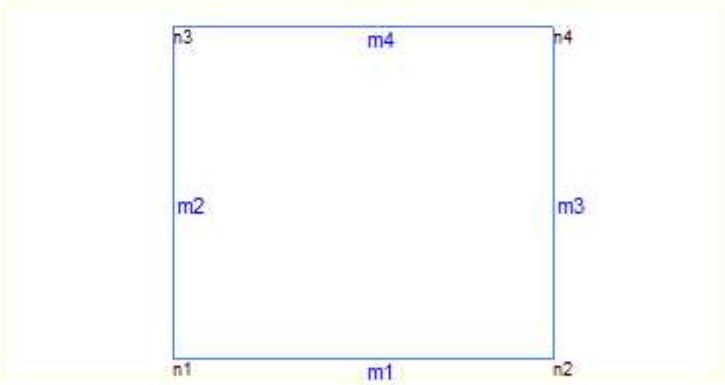


ENVOLVENTE MÁXIMA DE DISEÑO

Mi.	Posic(m)	Mu(t-m)	As(cm2)	Arm.Sug	Vu(t)	Vu/Vr	(Cheq)
m1	0	-5.95	6.65	1 # 4 @ 0.19	17.76	0.85	Ok

Diseño Detallado a Flexión para la sección en estudio

	Valor	Simbología
Mu	5.95 t-m	Momento mayorado en la secc
K	78.66 t/m2	Mu/bd^2
m	17.647	fy/0.85f'c
Ro Calc	0.0021	Cuantía Acero de Diseño
As calc	5.832 cm2	Area Refuerzo Calculado Total
Ic	0.004 m4	Mom de Inercia de Sección Bruta
fr	33.132 kg/cm2	Módulo de Ruptura : 1.98(f'c)^1/2
Mcr	6.764 t-m	Mom Agrietamiento
Asmin(Mcr)	6.649 cm2	Acero para Mom_Agrietam.
1.33Ascal	7.756 cm2	Acero Calculado x 1.33
Acero Domina	6.649 cm2	Acero a Flexión Definitivo
Arm Ppal Sug.	1 # 4 @ 0.19	Armad Ppal Real Propuesta
As real Coloc	6.667 cm2	Area de Acero Real Colocado
c	1.38 cm	Alt blq compr: AsFy/.85f'cBetab
et	0.0512	0.003(dt-c)/c
Chequeo	et > 0.005	Phi OK
As RetracTemp	18.64 cm2/cara	2.33<=0.75bh /(2(b+h)Fy)<=12.7
Arm Retr Sug.	1 # 3 @ 0.25	Armad Retracc Propuesta



*

Esfuerzos en el Suelo

ÍTEM	ESFZO MÁX SUELO
Carga Muerta DC	2.8 t/m2
Carga Muerta DW	0.19 t/m2
Empuje Tierras EH	0 t/m2
PrVert Relleno WV	0.02 t/m2
Sobrecarga LS	0 t/m2
Carga de Agua WA	0 t/m2
Carga Viva L+I (Vmáx)	11.15 t/m2
Est,Lím Res. Comb_Dom	23.55 t/m2
Res.Suelo E.Lím Resis	26.3 t/m2
Chequeo	SUELO OK

*

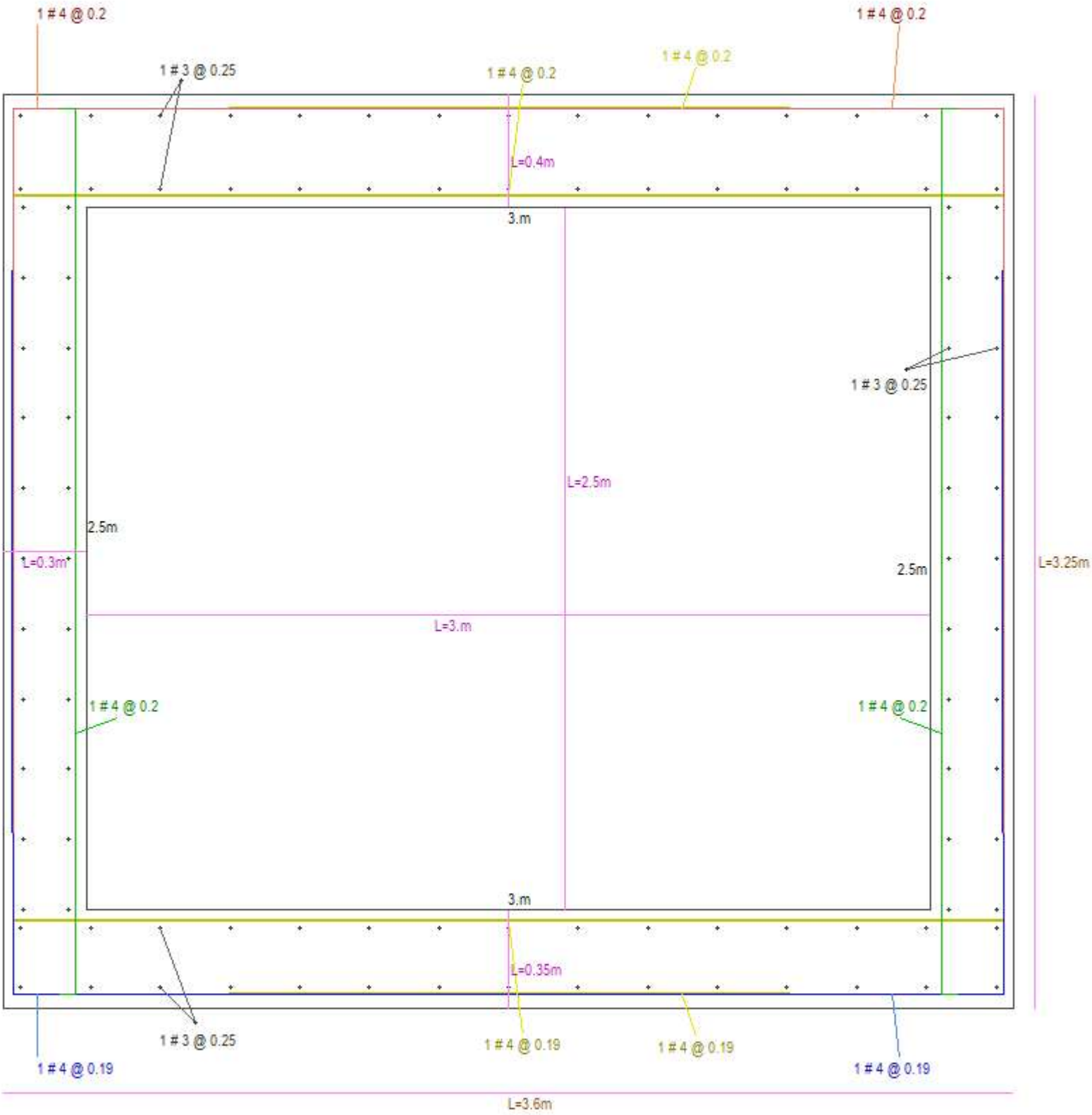
Diseño Detallado a Corte para la sección en estudio

	Valor	Simbología
dv1 0.9de	0.279 m	Profund efec de Cortante (a) Art 5.8.2.9
dv2 0.72h	0.252 m	Profund efec de Cortante (b) Art 5.8.2.9
dv dom	0.279 m	Prof efec de Cortante dominante
Phi	0.85	Fact de Res a Cort Art 5.5.4.2
Beta	2	Fact.Cap Concr Agr Diag Tracc y Cort
Vc	24.51 t	Vc=0.083Betaf'c^(1/2)bvdv Art 5.8.3.3-3
Vs	0	Vs =0 No Flejes
Vn	24.51 t	Vn = Vc Art 5.8.3.3-1
Vr	20.83 t	Vr = phi x Vn
Vu	17.76 t	Cortante Ult de Diseño
Chequeo	0.85 Ok	

ARMADURA BOX CULVERT

Armor
Report: 1

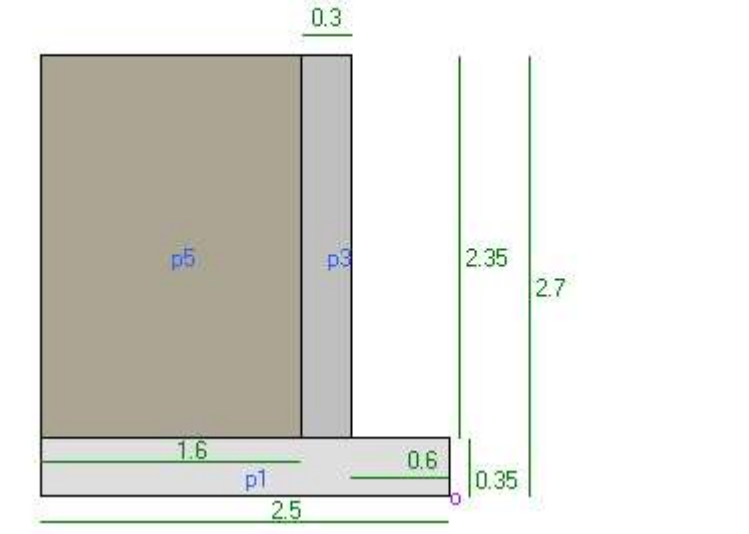
Armadura Sugerida



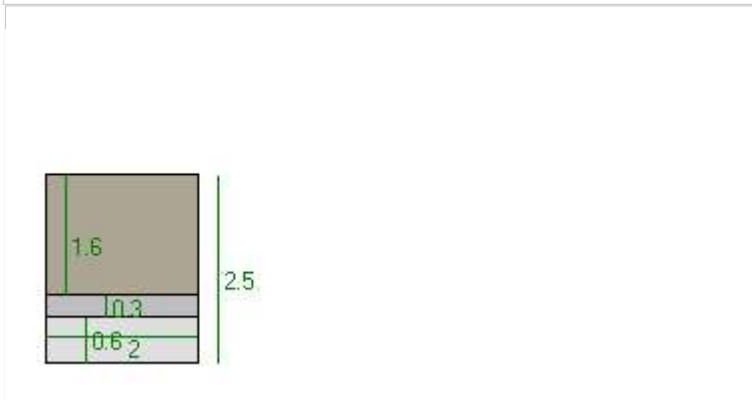
Diseño de la Aleta Superficial del Box

Muro: Rep. 4

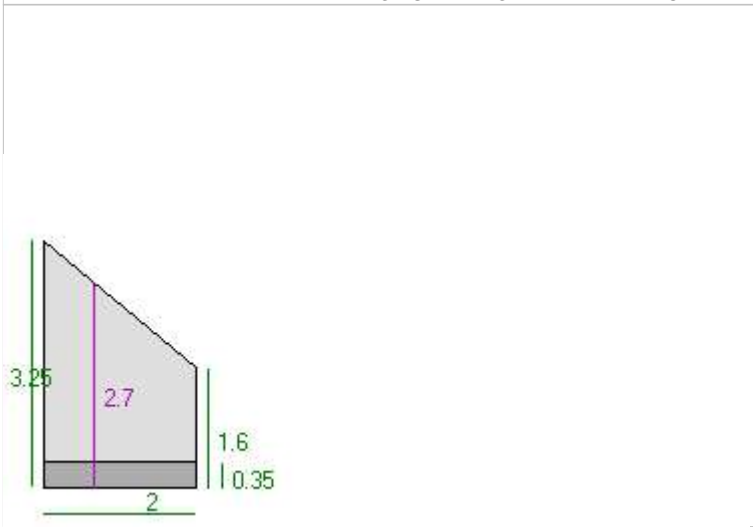
VISTA TRANSVERSAL - Corte en LTM/3 = 2.7m



VISTA EN PLANTA



VISTA LONGITD.FRONTAL - Pto de Calculo en : LTM/3 = 2.7m



Diseño de la Aleta Superficial del Box

Muro: Rep. 6

Cargas y Momentos

Cargas y Momentos DC por el Muro Total

Polig	Peso(t)	Brazo y(m)	Mom Mo (t-m)
p1	4.2	1.25	5.25
p2	0	0	0
p3	3.384	0.75	2.538
p4	0	0	0
Σ	7.584		7.788

	Valor	Simbología
P DC	7.584	Carga por P.P. Muro (t)
yDC	1.027	Ubicación PDC resp a o (m)
eDC	0.223	Excentricidad de PDC (m)
M DC	1.692	Mom por PDC a ycg zap(t-m)
M DCo	7.788	Mom por PDC resp a o (t-m)

Cargas y Momentos EV por el Relleno

Polig	Peso(t)	Brazo y(m)	Mom Mo (t-m)
p5	13.536	1.7	23.011
p6	0	0	0
Σ	13.536		23.011

	Valor	Simbología
P EV	13.536	Carga por Peso Relleno (t)
yEV	1.7	Ubicación PEV resp a o (m)
eEV	-0.45	Excentricidad de PEV (m)
M EV	-6.091	Mom por PEV a ycg zap(t-m)
M EVo	23.011	Mom por PEV resp a o (t-m)

Empuje de Tierras

PRESIÓN DE TIERRAS (AASHTO 2014 y CCP14 Art. 3.11.5.3)

$$k_a = sin^2(\theta + \emptyset'_f)/(\Gamma(sin^2\theta sin(\theta - \delta))$$

$$\Gamma = \{1 + \sqrt{[\sin(\emptyset'_f + \delta)\sin(\emptyset'_f - \beta)/[\sin(\theta - \delta)\sin(\theta + \beta)]}\}^2$$

	Valor	Simbología
θ	90	Ang Cara Trasera Muro con Horiz (°)
β	0	Ang Talud Relleno con la Horiz (°)
δ	0	Ang Fricción Relleno-Muro (°)
ϕ	30	Ang Efectivo Fricción Interna (°)
Ka	0.333	Coefic. de Presión Lateral Activa
po1	1.62	Presión por suelo nat seco (t/m2)
H1	2.7	Altura Suelo Nat Seco (m)
E1	4.374	Emp por Suelo Nat Seco (t)
po2	1.62	Presión por Suelo Sumergido (t/m2)
H2	0	Altura del Suelo Sumergido (m)
E2	0	Empuje por Suelo Sumergido (t)
pagua	0	Presión del Agua (t/m2)
Eagua	0	Empuje del Agua (t)
EHtot.	4.374	Empuje Total EH (t)
Bzo.Etot	0.9	Brazo del Empuje Total Z_EH (m)
M EH	3.937	Momento por Empuje Total EH (t-m)

SOBRECARGA VIVA (AASHTO 2014 y CCP14 Art. 3.11.6.4)

Carga Vertical

	Valor	Simbología
pv	0.576	Presion Vert por sobrecarga (t/m2)
d	0	Dist del muro a borde tráfico (m)
heq	0.96	Altura equiv de sobrecarga (m)
ls	1.6	Ancho accion sobrecarga viva (m)
PLs	1.843	Peso por sobrec. viva:Vertical (t)
yLs	1.7	Ubicación sobrecarga viva (m)
eLs	-0.45	Excentricidad Sobrecarga Viva (m)
MLsv	-0.829	Mom por LS vert en el ycg zap (t-m)
MLso	3.133	Momento por LS vertical (o) (t-m)

Presión Lateral (Horizontal) Ec 3.11.6.4-1

	Valor	Simbología
p1	0.576	Presion horiz por sobrec viva (t/m2)
eLs	3.11	Empuje de Tierras por sobrec viva (t)
ZLs	1.35	Ubicación de Emuje desde x-x (m)
MLsh	4.199	Momento por LS horiz en ycg zap(t-m)
MLs	3.37	Mom Total por LS en ycg zap (t-m)

Diseño de la Aleta Superficial del Box

Muro: Rep. 7

Sismo

CÁLCULO SÍSMICO . AASHTO y CCP14 Art 3.10

Carga Cálculo Aceler por Masa Muro Art. 11.6.5.2.2

Polig	Peso(t)	Brazo z (m)	Mom M (P*z) (t-m)
p1	4.2	0.175	0.735
p2	0	1.133	0
p3	3.384	1.525	5.161
p4	0	1.133	0
Σ	7.584		5.896

Carga Cálculo Aceler por Masa Relleno Art. 11.6.5.2.2

Polig	Peso(t)	Brazo z (m)	Mom M (P*z) (t-m)
p5	13.536	1.525	20.642
p6	0	0	0
Σ	13.536		20.642

Cálculo Empuje y Momento Sísmico. Mononobe Okabe

	Valor	Descripción
kho	0.315	x Fpga
kh	0.158	Coef de Aceleración Horizontal
kv	0	Coef de Aceleración Vertical
θ	8.951°	ArcTg(kh)
i	0°	Ang Inclinación Talud Relleno
ϕ	30°	Ang Fricción Interna Suelo Relleno
δ	0°	Ang de Rozamiento Terreno Muro
β	90°	Ang entre Vertical y Paramento Muro
KAE	0.439	Coef Sísmico de Presión Activa Suelo
PAE	8.341 t	Emp Dinámico Horiz Activo (inc.PEstát)
ΔPAE	3.967 t	Empuje Pseudo Estático
MEAE	5.16 t-m	Momento por Emp Dinám Horiz Activo

Ecuación Empuje Activo Sísmico Mononobe Okabe

$$K_{AE} = \frac{sin^2(\emptyset + \beta - \theta)}{\psi \cos\theta sin^2\beta \sin(\beta - \delta - \theta)}$$

$$\theta = \arctan(k_h/(1-k_v))$$

$$\beta = Ang\ entre\ vert\ y\ param.muro$$

$$i = Talud\ del\ Relleno$$

$$\psi = \{1 + \sqrt{\frac{\sin(\emptyset+\delta)\sin(\emptyset-\theta-i)}{\sin(\beta-\delta-\theta)\cos(i+\beta)}}\}^2$$

Global

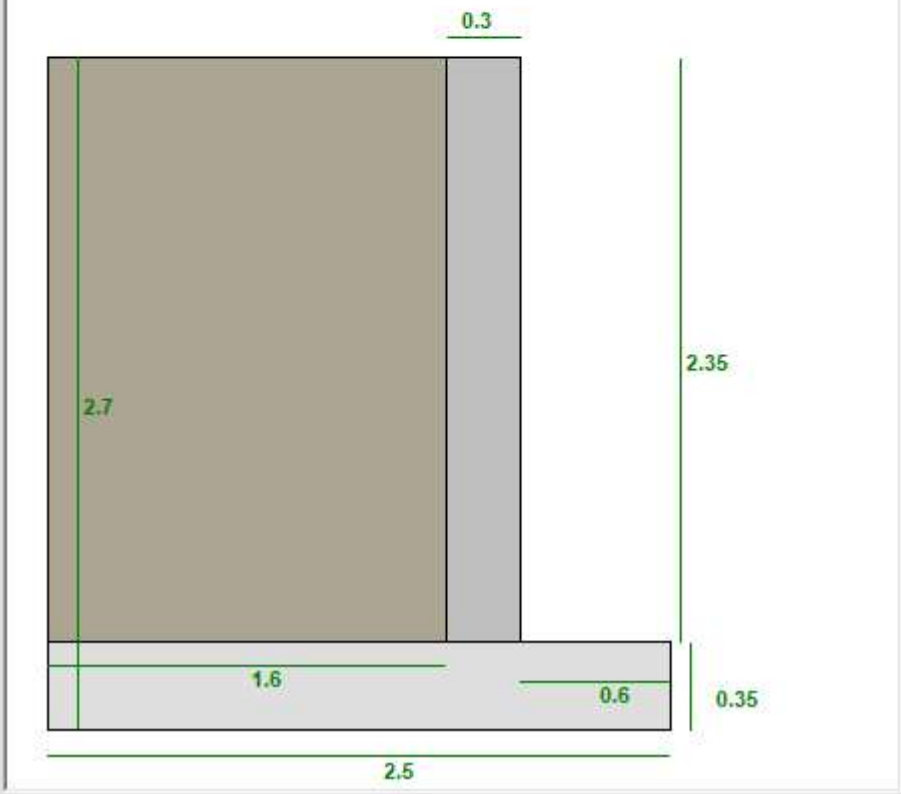
Carga Total de Sismo: PIR y Hbu

	Valor	Simbología
Ww	7.584	Peso del Cuerpo del Muro (t)
Ws	13.536	Peso del Suelo del Relleno (t)
Kh	0.158	Coef Acelerac Sísmica Horiz
PIR	3.326	Fza Inercial Horiz: kh(Ww+Ws) (t)
EH	4.374	Empuje Estático de Suelos (t)
DeltaPAE	3.967	Difer. Emononobe - EH (t)
Pseis_1	5.63	100%DeltaPAE + 50%PIR (t)
Pseis_2	5.513	50%(DeltaPAE(>=EH)) + 100%PIR
Pseis_dom	**5.63**	Carga Psísmica dominante (t)
Brazo Y	1.3	Brazo de Aplic: 0.4Htot_Muro (m)
Mseis	**7.319**	Mom por Carga Psísmica (t-m)
Sumat Fsism	**5.63**	Suma Total de Fsismo (t)
Sumat Msism	7.319	Suma Total de Msismo (t-m)

Estados Límite

EstLím	SERVICIO I		RESISTENCIA I		EV EXTREMO I	
Combin.	γMAχ	γMIN	γMAχ	γMIN	γMAχ	γMIN
DC	1.00	1.00	1.25	0.90	1.25	0.90
DW	1.00	1.00	1.50	0.65	1.50	0.65
LL	1.00	1.00	1.75	1.75	0.00	0.00
BR	1.00	1.00	1.75	1.75	0.00	0.00
EH	1.00	1.00	1.50	0.90	1.50	0.90
EV	1.00	1.00	1.35	1.00	1.35	1.00
LS	1.00	1.00	1.75	1.75	0.00	0.00
TU	1.00	1.20	0.50	1.20	0.50	1.20
SH	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
WA	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
WS	0.30	0.00	0.00	0.00	1.40	0.00
WL	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
EQ	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Denominacion Cargas	
	DESCRIPCIÓN
DC	P.P. Comp.Estr y Accesor.
DW	P.P. Rodadura e Instalac.
LL	Carga Viva Vehicular
BR	Fuerza Frenado Vehicular
EH	Empuje Horizont del Suelo
EV	Presión Vert Suelo Relleno
LS	Sobrecarga por C_Viva
TU	Fuerza por Temp Uniforme
SH	Fuerzas por Retracción
WA	Pres Agua y Corriente
WS	Viento sobre Estructura
WL	Viento sobre C Viva
EQ	Carga Sísmica



Estados Límite

Estado Límite de SERVICIO I

Servicio I	P (t)	H (t)	M (t-m)	Pu Máx (t)	Hu Máx (t)	Mu máx (t-m)	Pu Mín (t)	Hu Mín (t)	Mu mín (t-m)
DC	7.584		1.692	7.584		1.692	7.584		1.692
EH		4.374	3.937		4.374	3.937		4.374	3.937
EV	13.536		-6.091	13.536		-6.091	13.536		-6.091
LS	1.843	3.11	4.199	1.843	3.11	4.199	1.843	3.11	4.199
EQ									
Σ				22.963	7.484	3.736	22.963	7.484	3.736

Estado Límite de RESISTENCIA I

Resisten I	P (t)	H (t)	M (t-m)	Pu Máx (t)	Hu Máx (t)	Mu máx (t-m)	Pu Mín (t)	Hu Mín (t)	Mu mín (t-m)
DC	7.584		1.692	9.48		2.115	6.826		1.523
EH		4.374	3.937		6.561	5.905		3.937	3.543
EV	13.536		-6.091	18.274		-8.223	13.536		-6.091
LS	1.843	3.11	4.199	3.226	5.443	7.348	3.226	5.443	7.348
EQ									
Σ				30.979	12.004	7.145	23.587	9.38	6.323

Estado Límite de EVENTO EXTREMO I

Ev.Extrem I	P (t)	H (t)	M (t-m)	Pu Máx (t)	Hu Máx (t)	Mu máx (t-m)	Pu Mín (t)	Hu Mín (t)	Mu mín (t-m)
DC	7.584		1.692	9.48		2.115	6.826		1.523
EH		4.374	3.937		6.561	5.905		3.937	3.543
EV	13.536		-6.091	18.274		-8.223	13.536		-6.091
LS	1.843	3.11	4.199	0.922	1.555	2.1	0.922	1.555	2.1
EQ		5.63	7.319		5.63	7.319		5.63	7.319
Σ				28.675	13.747	9.216	21.283	11.122	8.394

ANÁLISIS DE ESTABILIDAD Y ESFUERZOS EN EL SUELO

Muro SP: R. 1

Estado Límite Servicio I

CHEQUEO CAPACIDAD RESISTENTE DEL SUELO

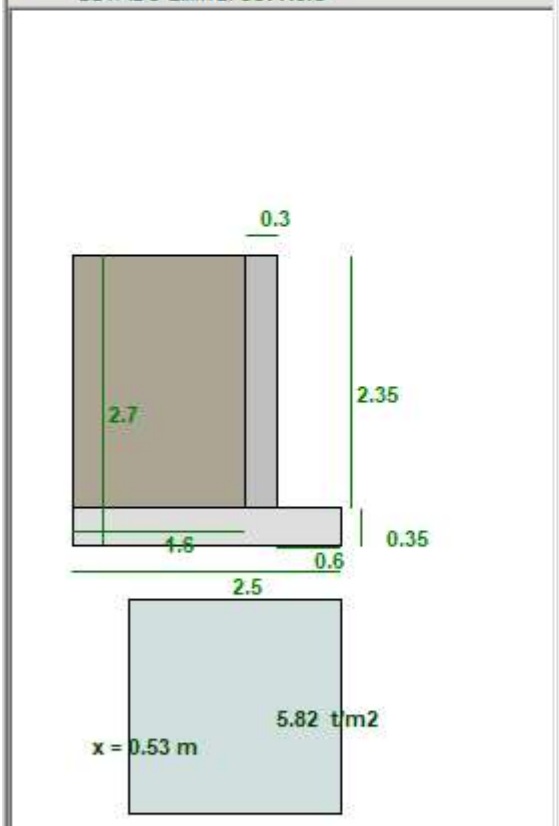
Solicitaciones Estado Límite : **Servicio**

Resistencia Suelo 58.3 t/m2 | Caso: MÁXIMO

	Valor	Simbología
ΣP	22.96	Sumatoria Fuerzas Verticales (t)
B	2.5	Ancho de la Zapata (m)
L	2	Longitud de la Zapata (m)
d	0.99	(MomEstab - MomVolc) /SumatP (m)
e calc	0.26	Excentricidad de la Carga (m)
Suelo		
σv	5.82	Esfzo Vertical en Suelo (t/m2)
Roca		
σv1	-	Esfzo Vert Máx en Roca (t/m2)
σv2	-	Esfzo Vert Mín en Roca (t/m2)

ESFUERZOS MÁXIMOS Y MÍNIMOS EN EL SUELO (t/m2)

ESTADO LÍMITE: **Servicio**



CHEQUEO VOLCAMIENTO

E. LÍMITE:Servicio

$e_{máx}$=: B/3 (Est Lím Resistencia) Caso: MÁXIMO

$\gamma_{EQ} = 1$ $e_{máx}$= (8B/10)/2 $\gamma_{EQ} = 0$ $e_{máx}$= (2B/3)/2. Ev Extr

	Valor	Simbología
DCmuro	7.79	Mom(o) DCmuro(t-m)
EV	23.01	Mom(o) por Peso Relleno EV (t-m)
LS	0	Mom(o) por Sobrec LS vert (t-m)
SumaMestab	30.8	Sumator. Mom Estabilizantes (t-m)
EH	3.94	Mom(o) por Emp Tierras EH (t-m)
LS	4.2	Mom(o) por Sobrec LS horiz (t-m)
Pseis	0	Mom(o) por FzaSísmic Pseis (t-m)
SumaMvolc	8.14	Sumatoria Mom Volcamiento (t-m)
Ry	22.96	Sumatoria Fuerzas Verticales (t)
d	0.99	(MomEstab - MomVolc) / Ry (m)
e calculada	0.26	LongitudZap / 2 - d (m)
e máx	0.83	Excentric. Máx según Norma (m)
Diagnóstico	OK VOLC	Chequeo e(calc) vs e(máx)

CHEQUEO DESLIZAM

E. LÍMITE: **Servicio**

	Valor	Simbología
i	0	Ang Inclinación Relleno Delant (°)
β	90	Ang Pared Del. (ZarpDel) con Horizont (°)
δ	0	Ang Fricción Relleno-Estrib S pasivo (°)
ϕ	30	Ang Efectivo Fricc Int S Pasivo (°)
Kp	3	Coeficiente de Presión Lateral Pasiva
hp1	0.35	Altura Básica Pres. Pasiva (Hzarp del) (m)
qp1	1.89	Esfuerzo de Pres. Pasiva Básica (t/m2)
Rep	0.662	Resistencia Nominal Básica Pasiva (t)
Rn_fricc	13.245	Resist. Nominal por Fricc suelo-cim (t)
Rn_Total	13.906	Resistencia Nominal Total (sin llave) (t)
Humáx	7.484	Fza Horiz Máx que produce Deslizam (t)
Hu/Rntot	0.538	Cumple Deslizamiento SIN usar LLave



d = (MomEstab - MomVolc) /SumatP e = B / 2 - d 11.6.3.2-2 (3) tercio medio

Suelo NO ROCOSO

$$\sigma_v = \left(\frac{\Sigma P}{B - 2e}\right)/L$$

11.6.3.2-1

Suelo ROCOSO

$$\sigma_v = \left(\frac{\Sigma P}{B}\left(1 \pm \frac{6e}{B}\right)\right)/L$$

Suelo ROCOSO R fuera tercio medio

$$\sigma_{v\,máx} = \frac{2\Sigma P}{3B\left(\frac{B}{2} - e\right)}$$

$\sigma_{v\,mín} = 0$

11.6.3.2-4 (5)

REVISIÓN GLOBAL DE ESFUERZOS EN SUELO Y ESTABILIDAD

ENVOLVENTE

CHEQUEO	Evaluación	Observación
Esfzos Suelo	EMáx<Qa EMín>0	Esfuerzos OK
Deslizamiento	NO Req Llave	-
Volcamiento	OK	-

ANÁLISIS DE ESTABILIDAD Y ESFUERZOS EN EL SUELO

Muro SP: R. 2

Estado Límite Resistencia I

CHEQUEO CAPACIDAD RESISTENTE DEL SUELO

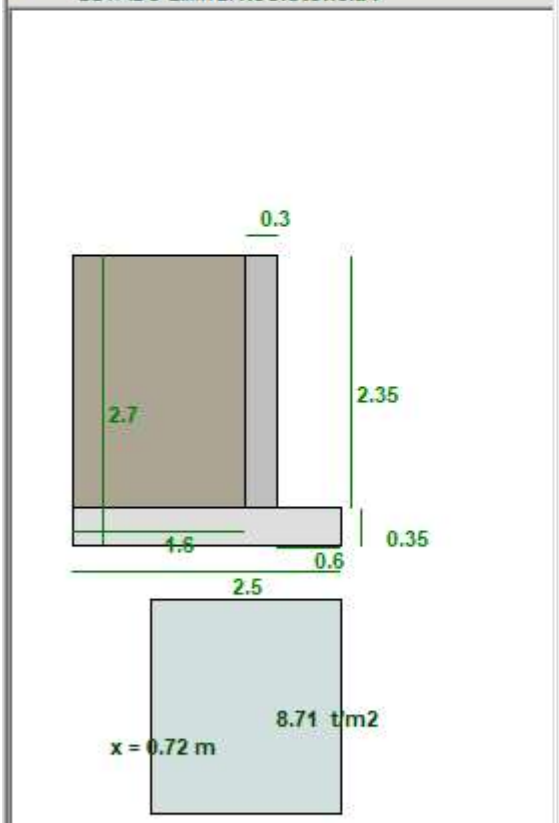
Solicitaciones Estado Límite : **Resistencia I**

Resistencia Suelo 26.3 t/m2 | Caso: MÁXIMO

	Valor	Simbología
ΣP	30.98	Sumatoria Fuerzas Verticales (t)
B	2.5	Ancho de la Zapata (m)
L	2	Longitud de la Zapata (m)
d	0.89	(MomEstab - MomVolc) /SumatP (m)
e calc	0.36	Excentricidad de la Carga (m)
Suelo		
σv	8.71	Esfzo Vertical en Suelo (t/m2)
Roca		
σv1	-	Esfzo Vert Máx en Roca (t/m2)
σv2	-	Esfzo Vert Mín en Roca (t/m2)

ESFUERZOS MÁXIMOS Y MÍNIMOS EN EL SUELO (t/m2)

ESTADO LÍMITE: **Resistencia I**



CHEQUEO VOLCAMIENTO

E. LÍMITE:Resistencia I

$e_{máx}$=: B/3 (Est Lím Resistencia) | Caso: MÁXIMO

$\gamma_{EQ} = 1$ $e_{máx}$= (8B/10)/2 $\gamma_{EQ} = 0$ $e_{máx}$= (2B/3)/2. Ev Extr

	Valor	Simbología
DCmuro	9.73	Mom(o) DCmuro(t-m)
EV	31.07	Mom(o) por Peso Relleno EV (t-m)
LS	0	Mom(o) por Sobrec LS vert (t-m)
SumaMestab	40.8	Sumator. Mom Estabilizantes (t-m)
EH	5.9	Mom(o) por Emp Tierras EH (t-m)
LS	7.35	Mom(o) por Sobrec LS horiz (t-m)
Pseis	0	Mom(o) por FzaSísmic Pseis (t-m)
SumaMvolc	13.25	Sumatoria Mom Volcamiento (t-m)
Ry	30.98	Sumatoria Fuerzas Verticales (t)
d	0.89	(MomEstab - MomVolc) / Ry (m)
e calculada	0.36	LongitudZap / 2 - d (m)
e máx	0.83	Excentric. Máx según Norma (m)
Diagnóstico	OK VOLC	Chequeo e(calc) vs e(máx)

CHEQUEO DESLIZAM

E. LÍMITE: **Resistencia I**

	Valor	Simbología
i	0	Ang Inclinación Relleno Delant (°)
β	90	Ang Pared Del. (ZarpDel) con Horizont (°)
δ	0	Ang Fricción Relleno-Estrib S pasivo (°)
ϕ	30	Ang Efectivo Fricc Int S Pasivo (°)
Kp	3	Coeficiente de Presión Lateral Pasiva
hp1	0.35	Altura Básica Pres. Pasiva (Hzarp del) (m)
qp1	1.89	Esfuerzo de Pres. Pasiva Básica (t/m2)
Rep	0.662	Resistencia Nominal Básica Pasiva (t)
Rn_fricc	13.245	Resist. Nominal por Fricc suelo-cim (t)
Rn_Total	13.906	Resistencia Nominal Total (sin llave) (t)
Humáx	12.004	Fza Horiz Máx que produce Deslizam (t)
Hu/Rntot	0.863	Cumple Deslizamiento SIN usar LLave



d = (MomEstab - MomVolc) /SumatP e = B / 2 - d 11.6.3.2-2 (3) tercio medio

Suelo NO ROCOSO

$$\sigma_v = \left(\frac{\Sigma P}{B - 2e}\right)/L$$

11.6.3.2-1

Suelo ROCOSO

$$\sigma_v = \left(\frac{\Sigma P}{B}\left(1 \pm \frac{6e}{B}\right)\right)/L$$

Suelo ROCOSO R fuera tercio medio

$$\sigma_{v\,máx} = \frac{2\Sigma P}{3B\left(\frac{B}{2} - e\right)}$$

$\sigma_{v\,mín} = 0$

11.6.3.2-4 (5)

REVISIÓN GLOBAL DE ESFUERZOS EN SUELO Y ESTABILIDAD

ENVOLVENTE

CHEQUEO	Evaluación	Observación
Esfzos Suelo	EMáx<Qa EMín>0	Esfuerzos OK
Deslizamiento	NO Req Llave	-
Volcamiento	OK	-

ANÁLISIS DE ESTABILIDAD Y ESFUERZOS EN EL SUELO

Muro SP: R. 3

Estado Límite Evento Extremo I

CHEQUEO CAPACIDAD RESISTENTE DEL SUELO

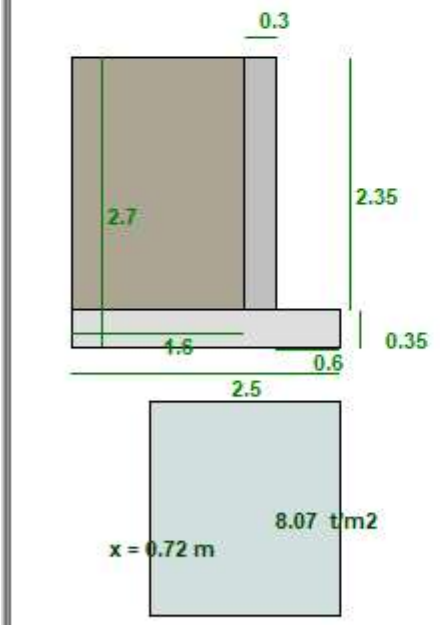
Solicitaciones Estado Límite : **Evento Extremo I**

Resistencia Suelo 58.3 t/m2 | Caso: MÁXIMO

	Valor	Simbología
ΣP	28.68	Sumatoria Fuerzas Verticales (t)
B	2.5	Ancho de la Zapata (m)
L	2	Longitud de la Zapata (m)
d	0.89	(MomEstab - MomVolc) /SumatP (m)
e calc	0.36	Excentricidad de la Carga (m)
Suelo		
σv	8.07	Esfzo Vertical en Suelo (t/m2)
Roca		
σv1	-	Esfzo Vert Máx en Roca (t/m2)
σv2	-	Esfzo Vert Mín en Roca (t/m2)

ESFUERZOS MÁXIMOS Y MÍNIMOS EN EL SUELO (t/m2)

ESTADO LÍMITE: **Evento Extremo I**



d = (MomEstab - MomVolc) /SumatP e = B / 2 - d

11.6.3.2-2 (3) tercio medio

Suelo ROCOSO

$$\sigma_v = \left(\frac{\Sigma P}{B}\left(1 \pm \frac{6e}{B}\right)\right)/L$$

Suelo NO ROCOSO

$$\sigma_v = \left(\frac{\Sigma P}{B - 2e}\right)/L$$

11.6.3.2-1

Suelo ROCOSO R fuera tercio medio

$$\sigma_{v\,máx} = \frac{2\Sigma P}{3B\left(\frac{B}{2} - e\right)} \qquad \sigma_{v\,mín} = 0$$

11.6.3.2-4 (5)

CHEQUEO VOLCAMIENTO

E. LÍMITE:Evento Extremo I

$e_{máx}$=: B/3 (Est Lím Resistencia) | Caso: MÁXIMO

$\gamma_{EQ} = 1$ $e_{máx}$= (8B/10)/2 $\gamma_{EQ} = 0$ $e_{máx}$= (2B/3)/2. Ev Extr

	Valor	Simbología
DCmuro	9.73	Mom(o) DCmuro(t-m)
EV	31.07	Mom(o) por Peso Relleno EV (t-m)
LS	0	Mom(o) por Sobrec LS vert (t-m)
SumaMestab	40.8	Sumator. Mom Estabilizantes (t-m)
EH	5.9	Mom(o) por Emp Tierras EH (t-m)
LS	2.1	Mom(o) por Sobrec LS horiz (t-m)
Pseis	7.32	Mom(o) por FzaSísmic Pseis (t-m)
SumaMvolc	15.32	Sumatoria Mom Volcamiento (t-m)
Ry	28.68	Sumatoria Fuerzas Verticales (t)
d	0.89	(MomEstab - MomVolc) / Ry (m)
e calculada	0.36	LongitudZap / 2 - d (m)
e máx	0.92	Excentric. Máx según Norma (m)
Diagnóstico	OK VOLC	Chequeo e(calc) vs e(máx)

CHEQUEO DESLIZAM

E. LÍMITE: **Evento Extremo I**

	Valor	Simbología
i	0	Ang Inclinación Relleno Delant (°)
β	90	Ang Pared Del. (ZarpDel) con Horizont (°)
δ	0	Ang Fricción Relleno-Estrib S pasivo (°)
ϕ	30	Ang Efectivo Fricc Int S Pasivo (°)
Kp	3	Coeficiente de Presión Lateral Pasiva
hp1	0.35	Altura Básica Pres. Pasiva (Hzarp del) (m)
qp1	1.89	Esfuerzo de Pres. Pasiva Básica (t/m2)
Rep	0.662	Resistencia Nominal Básica Pasiva (t)
Rn_fricc	13.245	Resist. Nominal por Fricc suelo-cim (t)
Rn_Total	13.906	Resistencia Nominal Total (sin llave) (t)
Humáx	13.747	Fza Horiz Máx que produce Deslizam (t)
Hu/Rntot	0.989	Cumple Deslizamiento SIN usar LLave



REVISIÓN GLOBAL DE ESFUERZOS EN SUELO Y ESTABILIDAD

ENVOLVENTE

CHEQUEO	Evaluación	Observación
Esfzos Suelo	EMáx<Qa EMín>0	Esfuerzos OK
Deslizamiento	NO Req Llave	-
Volcamiento	OK	-

Diseño para Est Límite: Servicio I

DISEÑO DE LA ZARPA TRASERA O TALÓN

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Servicio

Solicitaciones | Diseño a Flexión | Diseño a Cortante

	Valor	Descripción
Pzartras	-12.49 t	Carga Total por Reacc Sue Zarp Tras
Wzarptras	2.69 t	Carga Total por P.P. Zarpa Trasera
Wrelleno	13.54 t	Carga Total por Peso del Relleno
Sobrec.Ver	1.84 t	Carga por Comp. Vert Sobrecarga
Vu	5.57 t	Sumat Cargas Vert: Vu de Diseño
MuxReacc Sue	0 t-m	Momento por Reacc Suelo
Mu x PPzarp	2.15 t-m	Momento por P.P. Zarpa Trasera
Mu x Wrell	10.83 t-m	Momento por Peso del Relleno
Mu x Sobrec	2.95 t-m	Momento por CompV Sobrecarga
Sumat Mu	15.93 t-m	Sumat de Momentos. Mu diseño

Solicit para la Long Total del Muro



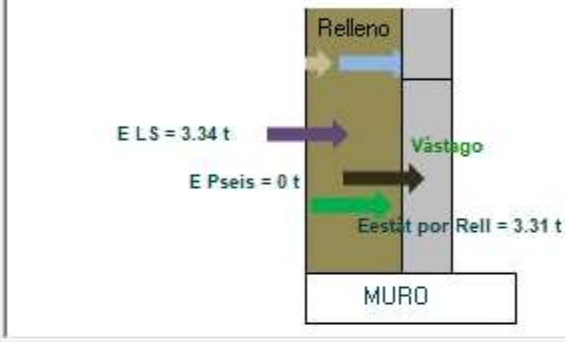
DISEÑO DEL VÁSTAGO O PANTALLA

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Servicio

Solicitaciones | Diseño a Flexión | Diseño a Cortante

	Valor	Descripción
E de Tierras EH	3.31 t	Emp Estático de Tierras
E sísmico E Pseis	0 t	Empuje Sísmico Pseis
E Sobrecarga LS	3.34 t	Emp por Sobrecarga Viva
Sumat Empujes	6.65 t	Sumat de Empujes = Vu diseño
Mom x E.Tierra EH	2.6 t-m	Mom x Emp de Tierras
Mom por Pseis	0 t-m	Mom por Fza Sísmica Pseis
Mom por LS	4.84 t-m	Mom x SobrecViva LS
Sumat Momentos	7.44 t-m	Sumat de Momentos = Mu diseño

Solicit para la Long Total del Muro



DISEÑO DE LA ZARPA DELANTERA O DEDO

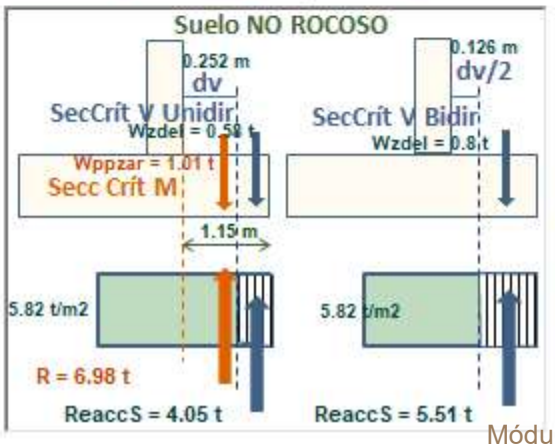
SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Servicio

Solicitaciones | Diseño a Flexión | Diseño a Cortante

	Valor	Descripción
Pzardel	6.98 t	Carga Total Reacc Suelo Zarp Del
Wzardel	1.01 t	Carga Total por P.P. Zarpa Delant
Vu	3.46 t	Sumat Cargas:Cortante Ult Diseño
Mu x ReaccSue	2.09 t-m	Momento por Reacc Suelo
Mu x Wzarp	-0.3 t-m	Momento por P.P. Zarpa
Sumat Mu	1.79 t-m	Sumatoria Momentos. Mu diseño

Cargas para la Longitud Total del Estribo

Solicitaciones Básicas en la Zarpa Delantera



Diseño para Est Límite: Servicio I

DISEÑO DE LA ZARPA TRASERA O TALÓN

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Servicio

Solicitaciones | **Diseño a Flexión** | Diseño a Cortante

	Valor	Simbología
Mu	15.928 t-m	Momento mayorado en la secc
K	109.248 t/m2	Mu/bd^2
m	17.647	fy/0.85f'c
Ro Calc	0.003	Cuantía Acero de Diseño
As calc	16.027 cm2	Area Refuerzo Calculado Total
Ic	0.007 m4	Mom de Inercia de Sección Bruta
fr	33.132 kg/cm2	Módulo de Ruptura : 1.98(f'c)^1/2
Mcr	13.529 t-m	Mom Agrietamiento
Asmin(Mcr)	13.556 cm2	Acero para Mom_Agrietam.
1.33Ascal	21.315 cm2	Acero Calculado x 1.33
Acero Domina	16.027 cm2	As(calc) > As Mín (Mcr)
Arm Ppal Sug.	1 # 4 @ 0.15	Armad Ppal Real Propuesta
As real Coloc	16.89 cm2	Area de Acero Real Colocado
c	1.75 cm	Alt blq compr: AsFy/.85f'cBetab
εt	0.0398	0.003(dt-c)/c
Chequeo	et > 0.005	Phi OK
As RetracTemp	4.66 cm2/cara	2.33<=0.75bh /(2(b+h)Fy)<=12.7
Arm Retr Sug.	1 # 3 @ 0.25	Armad Retracc Propuesta

Diseño para la Longitud Total del Muro

DISEÑO DEL VÁSTAGO O PANTALLA

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Servicio

Solicitaciones | **Diseño a Flexión** | Diseño a Cortante

	Valor	Simbología
Mu	7.44 t-m	Momento mayorado en la secc
K	76.857 t/m2	Mu/bd^2
m	17.647	fy/0.85f'c
Ro Calc	0.0021	Cuantía Acero de Diseño
As calc	9.113 cm2	Area Refuerzo Calculado Total
Ic	0.004 m4	Mom de Inercia de Sección Bruta
fr	33.132 kg/cm2	Módulo de Ruptura : 1.98(f'c)^1/2
Mcr	9.94 t-m	Mom Agrietamiento
Asmin(Mcr)	12.253 cm2	Acero para Mom_Agrietam.
1.33Ascal	12.12 cm2	Acero Calculado x 1.33
Acero Domina	12.12 cm2	As calc<AsMín(Mcr). Prima 1.33As
Arm Ppal Sug.	1 # 4 @ 0.2	Armad Ppal Real Propuesta
As real Coloc	12.668 cm2	Area de Acero Real Colocado
c	1.31 cm	Alt blq compr: AsFy/.85f'cBetab
εt	0.0426	0.003(dt-c)/c
Chequeo	et > 0.005	Phi OK
As RetracTemp	4.66 cm2/cara	2.33<=0.75bh /(2(b+h)Fy)<=12.7
Arm Retr Sug.	1 # 3 @ 0.25	Armad Retracc Propuesta

Diseño para la Longitud Total del Muro

DISEÑO DE LA ZARPA DELANTERA O DEDO

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Servicio

Solicitaciones | **Diseño a Flexión** | Diseño a Cortante

	Valor	Simbología
Mu	1.792 t-m	Momento mayorado en la secc
K	12.288 t/m2	Mu/bd^2
m	17.647	fy/0.85f'c
Ro Calc	0.0003	Cuantía Acero de Diseño
As calc	1.761 cm2	Area Refuerzo Calculado Total
Ic	0.007 m4	Mom de Inercia de Sección Bruta
fr	33.132 kg/cm2	Módulo de Ruptura : 1.98(f'c)^1/2
Mcr	13.529 t-m	Mom Agrietamiento
Asmin(Mcr)	13.556 cm2	Acero para Mom_Agrietam.
1.33Ascal	2.341 cm2	Acero Calculado x 1.33
Acero Domina	2.341 cm2	As calc<AsMín(Mcr). Prima 1.33As
Arm Ppal Sug.	1 # 4 @ 0.2	Armad Ppal Real Propuesta
As real Coloc	12.668 cm2	Area de Acero Real Colocado
c	1.31 cm	Alt blq compr: AsFy/.85f'cBetab
εt	0.054	0.003(dt-c)/c
Chequeo	et > 0.005	Phi OK
As RetracTemp	4.66 cm2/cara	2.33<=0.75bh /(2(b+h)Fy)<=12.7
Arm Retr Sug.	1 # 3 @ 0.25	Armad Retracc Propuesta

Diseño para la Longitud Total del Muro

Diseño para Est Límite: Servicio I

DISEÑO DE LA ZARPA TRASERA O TALÓN

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Servicio

Solicitaciones | Diseño a Flexión | **Diseño a Cortante**

	Valor	Simbología
dv1 0.9de	0.24 m	Profund efec de Cortante (a) Art 5.8.2.9
dv2 0.72h	0.25 m	Profund efec de Cortante (b) Art 5.8.2.9
dv dom	0.25 m	Prof efec de Cortante dominante
Phi	0.85	Fact de Res a Cort Art 5.5.4.2
Beta	2	Fact.Cap Concr Agr Diag Tracc y Cort
Vc	44.27 t	Vc=0.083Betaf'c^(1/2)bvdv Art 5.8.3.3-3
Vs	0	Vs =0 No Flejes
Vn	44.27 t	Vn = Vc Art 5.8.3.3-1
Vr	39.84 t	Vr = phi x Vn
Vu	5.57 t	Cortante Ult de Diseño
Chequeo	OK	Cortante OK

Diseño para la Longitud Total del Muro

DISEÑO DEL VÁSTAGO O PANTALLA

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Servicio

Solicitaciones | Diseño a Flexión | **Diseño a Cortante**

	Valor	Simbología
dv1 0.9de	0.2 m	Profund efec de Cortante (a) Art 5.8.2.9
dv2 0.72h	0.22 m	Profund efec de Cortante (b) Art 5.8.2.9
dv dom	0.22 m	Prof efec de Cortante dominante
Phi	0.85	Fact de Res a Cort Art 5.5.4.2
Beta	2	Fact.Cap Concr Agr Diag Tracc y Cort
Vc	37.95 t	Vc=0.083Betaf'c^(1/2)bvdv Art 5.8.3.3-3
Vs	0	Vs =0 No Flejes
Vn	37.95 t	Vn = Vc Art 5.8.3.3-1
Vr	39.84 t	Cortante Resist Vr = phi x Vn
Vu	6.65 t	Cortante Ult de Diseño
Chequeo	OK	Cortante OK

Diseño para la Longitud Total del Muro

DISEÑO DE LA ZARPA DELANTERA O DEDO

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Servicio

Solicitaciones | Diseño a Flexión | **Diseño a Cortante**

	Valor	Simbología
dv1 0.9de	0.24 m	Profund efec de Cortante (a) Art 5.8.2.9
dv2 0.72h	0.25 m	Profund efec de Cortante (b) Art 5.8.2.9
dv dom	0.25 m	Prof efec de Cortante dominante
Phi	0.9	Fact ResisCort Art 5.5.4.2 Concr Normal
Vs	0	Vs = 0 -->> No Flejes
		ACCIÓN EN UNA DIRECCIÓN
Beta	2	Fact.Cap Concr Agr Diag Tracc y Cort
Vc	44.27 t	Vc=0.083Betaf'c^(1/2)bvdv Art 5.8.3.3-3
Vn	44.27 t	Vn = Vc Art 5.8.3.3-1
Vr	39.84 t	Cortante Resist Vr = phi x Vn
Vu	3.46 t	Cortante Ult Diseño.SeccCrít: a dv cara
Chq1direcc	Vr>Vu:OK	Cort Una Direcc OK
		ACCIÓN EN DOS DIRECCIONES
Beta_c	7.937	Rel lado largo/corto rectáng aplic.carga
bo	4.5 m	bo = Perímetro de la Sección Crítica
Vc	127.07 t	(.17+.33/Betac)Sq(fc)bodv<.33Sq(fc)bodv
Vr	114.37 t	Cortante Resist Vr = phi x Vn Vn = Vc
Vu	4.72 t	Cortante Ult Dis. Secc Crít: dv/2 de cara
Ch.2Direcc	Vr>Vu:OK	Cort Dos Direcc OK
Ch.GLOBAL	Vr>Vu:OK	Cortante Global OK

Diseño para la Longitud Total del Muro

Diseño para Est Límite: Resistencia I

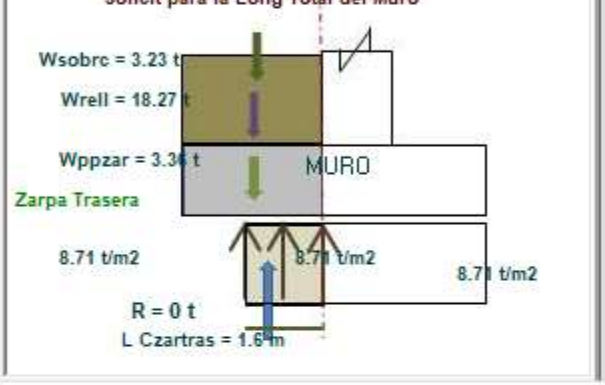
DISEÑO DE LA ZARPA TRASERA O TALÓN

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Resistencia I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | Diseño a Cortante

	Valor	Descripción
Pzartras	0 t	Carga Total por Reacc Sue Zarp Tras
Wzarptras	3.36 t	Carga Total por P.P. Zarpa Trasera
Wrelleno	18.27 t	Carga Total por Peso del Relleno
Sobrec.Ver	3.23 t	Carga por Comp. Vert Sobrecarga
Vu	24.86 t	Sumat Cargas Vert: Vu de Diseño
MuxReacc Sue	0 t-m	Momento por Reacc Suelo
Mu x PPzarp	2.69 t-m	Momento por P.P. Zarpa Trasera
Mu x Wrell	14.62 t-m	Momento por Peso del Relleno
Mu x Sobrec	5.16 t-m	Momento por CompV Sobrecarga
Sumat Mu	22.47 t-m	Sumat de Momentos. Mu diseño

Solicit para la Long Total del Muro



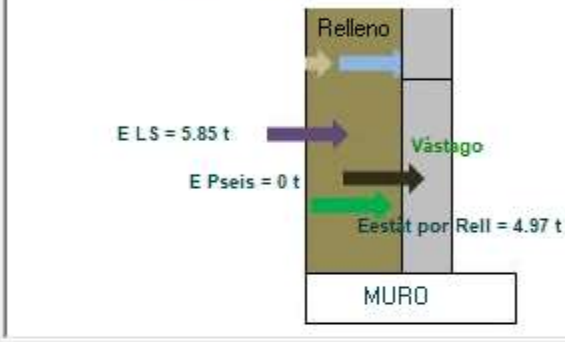
DISEÑO DEL VÁSTAGO O PANTALLA

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Resistencia I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | Diseño a Cortante

	Valor	Descripción
E de Tierras EH	4.97 t	Emp Estático de Tierras
E sísmico E Pseis	0 t	Empuje Sísmico Pseis
E Sobrecarga LS	5.85 t	Emp por Sobrecarga Viva
Sumat Empujes	10.82 t	Sumat de Empujes = Vu diseño
Mom x E.Tierra EH	3.89 t-m	Mom x Emp de Tierras
Mom por Pseis	0 t-m	Mom por Fza Sísmica Pseis
Mom por LS	8.48 t-m	Mom x SobrecViva LS
Sumat Momentos	12.37 t-m	Sumat de Momentos = Mu diseño

Solicit para la Long Total del Muro



DISEÑO DE LA ZARPA DELANTERA O DEDO

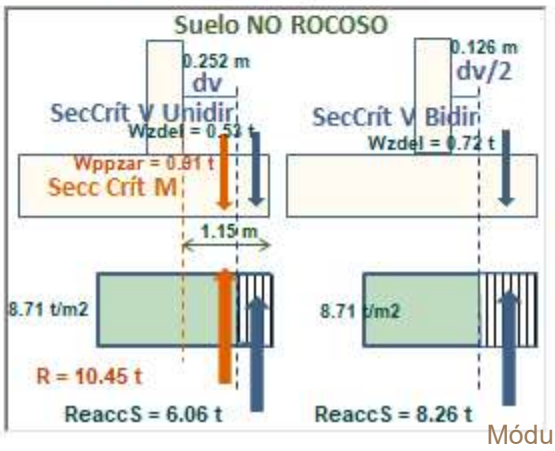
SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Resistencia I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | Diseño a Cortante

	Valor	Descripción
Pzardel	10.45 t	Carga Total Reacc Suelo Zarp Del
Wzardel	0.91 t	Carga Total por P.P. Zarpa Delant
Vu	5.54 t	Sumat Cargas:Cortante Ult Diseño
Mu x ReaccSue	3.14 t-m	Momento por Reacc Suelo
Mu x Wzarp	-0.27 t-m	Momento por P.P. Zarpa
Sumat Mu	2.88 t-m	Sumatoria Momentos. Mu diseño

Cargas para la Longitud Total del Estribo

Solicitaciones Básicas en la Zarpa Delantera



Diseño para Est Límite: Resistencia I

DISEÑO DE LA ZARPA TRASERA O TALÓN

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Resistencia I

Solicitaciones | **Diseño a Flexión** | Diseño a Cortante

	Valor	Simbología
Mu	22.468 t-m	Momento mayorado en la secc
K	154.1 t/m2	Mu/bd^2
m	17.647	fy/0.85f'c
Ro Calc	0.0042	Cuantía Acero de Diseño
As calc	22.869 cm2	Area Refuerzo Calculado Total
Ic	0.007 m4	Mom de Inercia de Sección Bruta
fr	33.132 kg/cm2	Módulo de Ruptura : 1.98(f'c)^1/2
Mcr	13.529 t-m	Mom Agrietamiento
Asmin(Mcr)	13.556 cm2	Acero para Mom_Agrietam.
1.33Ascal	30.416 cm2	Acero Calculado x 1.33
Acero Domina	22.869 cm2	As(calc) > As Mín (Mcr)
Arm Ppal Sug.	1 # 4 @ 0.11	Armad Ppal Real Propuesta
As real Coloc	23.032 cm2	Area de Acero Real Colocado
c	2.39 cm	Alt blq compr: AsFy/.85f'cBetab
εt	0.0284	0.003(dt-c)/c
Chequeo	et > 0.005	Phi OK
As RetracTemp	4.66 cm2/cara	2.33<=0.75bh /(2(b+h)Fy)<=12.7
Arm Retr Sug.	1 # 3 @ 0.25	Armad Retracc Propuesta

Diseño para la Longitud Total del Muro

DISEÑO DEL VÁSTAGO O PANTALLA

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Resistencia I

Solicitaciones | **Diseño a Flexión** | Diseño a Cortante

	Valor	Simbología
Mu	12.371 t-m	Momento mayorado en la secc
K	127.796 t/m2	Mu/bd^2
m	17.647	fy/0.85f'c
Ro Calc	0.0035	Cuantía Acero de Diseño
As calc	15.348 cm2	Area Refuerzo Calculado Total
Ic	0.004 m4	Mom de Inercia de Sección Bruta
fr	33.132 kg/cm2	Módulo de Ruptura : 1.98(f'c)^1/2
Mcr	9.94 t-m	Mom Agrietamiento
Asmin(Mcr)	12.253 cm2	Acero para Mom_Agrietam.
1.33Ascal	20.413 cm2	Acero Calculado x 1.33
Acero Domina	15.348 cm2	As(calc) > As Mín (Mcr)
Arm Ppal Sug.	1 # 4 @ 0.16	Armad Ppal Real Propuesta
As real Coloc	15.835 cm2	Area de Acero Real Colocado
c	1.64 cm	Alt blq compr: AsFy/.85f'cBetab
εt	0.0335	0.003(dt-c)/c
Chequeo	et > 0.005	Phi OK
As RetracTemp	4.66 cm2/cara	2.33<=0.75bh /(2(b+h)Fy)<=12.7
Arm Retr Sug.	1 # 3 @ 0.25	Armad Retracc Propuesta

Diseño para la Longitud Total del Muro

DISEÑO DE LA ZARPA DELANTERA O DEDO

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Resistencia I

Solicitaciones | **Diseño a Flexión** | Diseño a Cortante

	Valor	Simbología
Mu	2.863 t-m	Momento mayorado en la secc
K	19.639 t/m2	Mu/bd^2
m	17.647	fy/0.85f'c
Ro Calc	0.0005	Cuantía Acero de Diseño
As calc	2.819 cm2	Area Refuerzo Calculado Total
Ic	0.007 m4	Mom de Inercia de Sección Bruta
fr	33.132 kg/cm2	Módulo de Ruptura : 1.98(f'c)^1/2
Mcr	13.529 t-m	Mom Agrietamiento
Asmin(Mcr)	13.556 cm2	Acero para Mom_Agrietam.
1.33Ascal	3.749 cm2	Acero Calculado x 1.33
Acero Domina	3.749 cm2	Ascalc<AsMín(Mcr). Prima 1.33As
Arm Ppal Sug.	1 # 4 @ 0.2	Armad Ppal Real Propuesta
As real Coloc	12.668 cm2	Area de Acero Real Colocado
c	1.31 cm	Alt blq compr: AsFy/.85f'cBetab
εt	0.054	0.003(dt-c)/c
Chequeo	et > 0.005	Phi OK
As RetracTemp	4.66 cm2/cara	2.33<=0.75bh /(2(b+h)Fy)<=12.7
Arm Retr Sug.	1 # 3 @ 0.25	Armad Retracc Propuesta

Diseño para la Longitud Total del Muro

Diseño para Est Límite: Resistencia I

DISEÑO DE LA ZARPA TRASERA O TALÓN

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Resistencia I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | **Diseño a Cortante**

	Valor	Simbología
dv1 0.9de	0.24 m	Profund efec de Cortante (a) Art 5.8.2.9
dv2 0.72h	0.25 m	Profund efec de Cortante (b) Art 5.8.2.9
dv dom	0.25 m	Prof efec de Cortante dominante
Phi	0.85	Fact de Res a Cort Art 5.5.4.2
Beta	2	Fact.Cap Concr Agr Diag Tracc y Cort
Vc	44.27 t	Vc=0.083Betaf'c^(1/2)bvdv Art 5.8.3.3-3
Vs	0	Vs =0 No Flejes
Vn	44.27 t	Vn = Vc Art 5.8.3.3-1
Vr	39.84 t	Vr = phi x Vn
Vu	24.88 t	Cortante Ult de Diseño
Chequeo	OK	Cortante OK

Diseño para la Longitud Total del Muro

DISEÑO DEL VÁSTAGO O PANTALLA

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Resistencia I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | **Diseño a Cortante**

	Valor	Simbología
dv1 0.9de	0.2 m	Profund efec de Cortante (a) Art 5.8.2.9
dv2 0.72h	0.22 m	Profund efec de Cortante (b) Art 5.8.2.9
dv dom	0.22 m	Prof efec de Cortante dominante
Phi	0.85	Fact de Res a Cort Art 5.5.4.2
Beta	2	Fact.Cap Concr Agr Diag Tracc y Cort
Vc	37.95 t	Vc=0.083Betaf'c^(1/2)bvdv Art 5.8.3.3-3
Vs	0	Vs =0 No Flejes
Vn	37.95 t	Vn = Vc Art 5.8.3.3-1
Vr	39.84 t	Cortante Resist Vr = phi x Vn
Vu	10.82 t	Cortante Ult de Diseño
Chequeo	OK	Cortante OK

Diseño para la Longitud Total del Muro

DISEÑO DE LA ZARPA DELANTERA O DEDO

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Resistencia I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | **Diseño a Cortante**

	Valor	Simbología
dv1 0.9de	0.24 m	Profund efec de Cortante (a) Art 5.8.2.9
dv2 0.72h	0.25 m	Profund efec de Cortante (b) Art 5.8.2.9
dv dom	0.25 m	Prof efec de Cortante dominante
Phi	0.9	Fact ResisCort Art 5.5.4.2 Concr Normal
Vs	0	Vs = 0 -->> No Flejes
		ACCIÓN EN UNA DIRECCIÓN
Beta	2	Fact.Cap Concr Agr Diag Tracc y Cort
Vc	44.27 t	Vc=0.083Betaf'c^(1/2)bvdv Art 5.8.3.3-3
Vn	44.27 t	Vn = Vc Art 5.8.3.3-1
Vr	39.84 t	Cortante Resist Vr = phi x Vn
Vu	5.54 t	Cortante Ult Diseño.SeccCrít: a dv cara
Chq1direcc	Vr>Vu:OK	Cort Una Direcc OK
		ACCIÓN EN DOS DIRECCIONES
Beta_c	7.937	Rel lado largo/corto rectáng aplic.carga
bo	4.5 m	bo = Perímetro de la Sección Crítica
Vc	127.07 t	(.17+.33/Betac)Sq(fc)bodv<.33Sq(fc)bodv
Vr	114.37 t	Cortante Resist Vr = phi x Vn Vn = Vc
Vu	7.54 t	Cortante Ult Dis. Secc Crít: dv/2 de cara
Ch.2Direcc	Vr>Vu:OK	Cort Dos Direcc OK
Ch.GLOBAL	Vr>Vu:OK	Cortante Global OK

Diseño para la Longitud Total del Muro

Diseño para Est Límite: Evento Extremo I

DISEÑO DE LA ZARPA TRASERA O TALÓN

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Evento Extremo I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | Diseño a Cortante

	Valor	Descripción
Pzartras	0 t	Carga Total por Reacc Sue Zarp Tras
Wzarptras	3.36 t	Carga Total por P.P. Zarpa Trasera
Wrelleno	18.27 t	Carga Total por Peso del Relleno
Sobrec.Ver	0.92 t	Carga por Comp. Vert Sobrecarga
Vu	22.56 t	Sumat Cargas Vert: Vu de Diseño
MuxReacc Sue	0 t-m	Momento por Reacc Suelo
Mu x PPzarp	2.69 t-m	Momento por P.P. Zarpa Trasera
Mu x Wrell	14.62 t-m	Momento por Peso del Relleno
Mu x Sobrec	1.47 t-m	Momento por CompV Sobrecarga
Sumat Mu	18.78 t-m	Sumat de Momentos. Mu diseño

Solicit para la Long Total del Muro



DISEÑO DEL VÁSTAGO O PANTALLA

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Evento Extremo I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | Diseño a Cortante

	Valor	Descripción
E de Tierras EH	4.97 t	Emp Estático de Tierras
E sísmico E Pseis	5.63 t	Empuje Sísmico Pseis
E Sobrecarga LS	1.67 t	Emp por Sobrecarga Viva
Sumat Empujes	12.27 t	Sumat de Empujes = Vu diseño
Mom x E.Tierra EH	3.89 t-m	Mom x Emp de Tierras
Mom por Pseis	7.32 t-m	Mom por Fza Sísmica Pseis
Mom por LS	2.42 t-m	Mom x SobrecViva LS
Sumat Momentos	13.63 t-m	Sumat de Momentos = Mu diseño

Solicit para la Long Total del Muro



DISEÑO DE LA ZARPA DELANTERA O DEDO

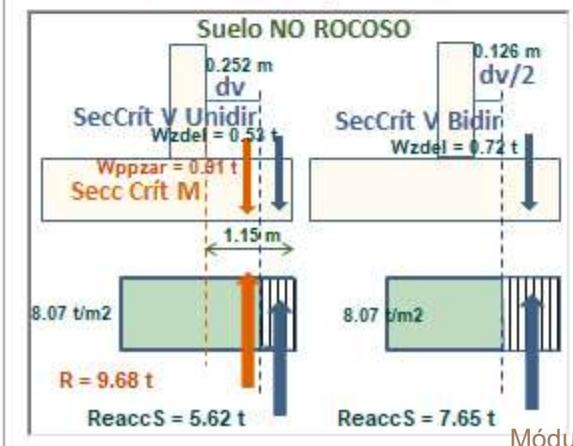
SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Evento Extremo I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | Diseño a Cortante

	Valor	Descripción
Pzardel	9.68 t	Carga Total Reacc Suelo Zarp Del
Wzardel	0.91 t	Carga Total por P.P. Zarpa Delant
Vu	5.09 t	Sumat Cargas:Cortante Ult Diseño
Mu x ReaccSue	2.9 t-m	Momento por Reacc Suelo
Mu x Wzarp	-0.27 t-m	Momento por P.P. Zarpa
Sumat Mu	2.63 t-m	Sumatoria Momentos. Mu diseño

Cargas para la Longitud Total del Estribo

Solicitaciones Básicas en la Zarpa Delantera



Diseño para Est Límite: Evento Extremo I

DISEÑO DE LA ZARPA TRASERA O TALÓN

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Evento Extremo I

Solicitaciones | **Diseño a Flexión** | Diseño a Cortante

	Valor	Simbología
Mu	18.781 t-m	Momento mayorado en la secc
K	128.816 t/m2	Mu/bd^2
m	17.647	fy/0.85f'c
Ro Calc	0.0035	Cuantía Acero de Diseño
As calc	18.992 cm2	Area Refuerzo Calculado Total
Ic	0.007 m4	Mom de Inercia de Sección Bruta
fr	33.132 kg/cm2	Módulo de Ruptura : 1.98(f'c)^1/2
Mcr	13.529 t-m	Mom Agrietamiento
Asmin(Mcr)	13.556 cm2	Acero para Mom_Agrietam.
1.33Ascal	25.259 cm2	Acero Calculado x 1.33
Acero Domina	18.992 cm2	As(calc) > As Mín (Mcr)
Arm Ppal Sug.	1 # 4 @ 0.13	Armad Ppal Real Propuesta
As real Coloc	19.489 cm2	Area de Acero Real Colocado
c	2.02 cm	Alt blq compr: AsFy/.85f'cBetab
εt	0.0341	0.003(dt-c)/c
Chequeo	et > 0.005	Phi OK
As RetracTemp	4.66 cm2/cara	2.33<=0.75bh /(2(b+h)Fy)<=12.7
Arm Retr Sug.	1 # 3 @ 0.25	Armad Retracc Propuesta

Diseño para la Longitud Total del Muro

DISEÑO DEL VÁSTAGO O PANTALLA

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Evento Extremo I

Solicitaciones | **Diseño a Flexión** | Diseño a Cortante

	Valor	Simbología
Mu	13.635 t-m	Momento mayorado en la secc
K	140.856 t/m2	Mu/bd^2
m	17.647	fy/0.85f'c
Ro Calc	0.0039	Cuantía Acero de Diseño
As calc	16.974 cm2	Area Refuerzo Calculado Total
Ic	0.004 m4	Mom de Inercia de Sección Bruta
fr	33.132 kg/cm2	Módulo de Ruptura : 1.98(f'c)^1/2
Mcr	9.94 t-m	Mom Agrietamiento
Asmin(Mcr)	12.253 cm2	Acero para Mom_Agrietam.
1.33Ascal	22.575 cm2	Acero Calculado x 1.33
Acero Domina	16.974 cm2	As(calc) > As Mín (Mcr)
Arm Ppal Sug.	1 # 4 @ 0.14	Armad Ppal Real Propuesta
As real Coloc	18.097 cm2	Area de Acero Real Colocado
c	1.88 cm	Alt blq compr: AsFy/.85f'cBetab
εt	0.0289	0.003(dt-c)/c
Chequeo	et > 0.005	Phi OK
As RetracTemp	4.66 cm2/cara	2.33<=0.75bh /(2(b+h)Fy)<=12.7
Arm Retr Sug.	1 # 3 @ 0.25	Armad Retracc Propuesta

Diseño para la Longitud Total del Muro

DISEÑO DE LA ZARPA DELANTERA O DEDO

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Evento Extremo I

Solicitaciones | **Diseño a Flexión** | Diseño a Cortante

	Valor	Simbología
Mu	2.633 t-m	Momento mayorado en la secc
K	18.057 t/m2	Mu/bd^2
m	17.647	fy/0.85f'c
Ro Calc	0.0005	Cuantía Acero de Diseño
As calc	2.59 cm2	Area Refuerzo Calculado Total
Ic	0.007 m4	Mom de Inercia de Sección Bruta
fr	33.132 kg/cm2	Módulo de Ruptura : 1.98(f'c)^1/2
Mcr	13.529 t-m	Mom Agrietamiento
Asmin(Mcr)	13.556 cm2	Acero para Mom_Agrietam.
1.33Ascal	3.445 cm2	Acero Calculado x 1.33
Acero Domina	3.445 cm2	Ascalc<AsMín(Mcr). Prima 1.33As
Arm Ppal Sug.	1 # 4 @ 0.2	Armad Ppal Real Propuesta
As real Coloc	12.668 cm2	Area de Acero Real Colocado
c	1.31 cm	Alt blq compr: AsFy/.85f'cBetab
εt	0.054	0.003(dt-c)/c
Chequeo	et > 0.005	Phi OK
As RetracTemp	4.66 cm2/cara	2.33<=0.75bh /(2(b+h)Fy)<=12.7
Arm Retr Sug.	1 # 3 @ 0.25	Armad Retracc Propuesta

Diseño para la Longitud Total del Muro

Diseño para Est Límite: Evento Extremo I

DISEÑO DE LA ZARPA TRASERA O TALÓN

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Evento Extremo I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | **Diseño a Cortante**

	Valor	Simbología
dv1 0.9de	0.24 m	Profund efec de Cortante (a) Art 5.8.2.9
dv2 0.72h	0.25 m	Profund efec de Cortante (b) Art 5.8.2.9
dv dom	0.25 m	Prof efec de Cortante dominante
Phi	0.85	Fact de Res a Cort Art 5.5.4.2
Beta	2	Fact.Cap Concr Agr Diag Tracc y Cort
Vc	44.27 t	Vc=0.083Betaf'c^(1/2)bvdv Art 5.8.3.3-3
Vs	0	Vs =0 No Flejes
Vn	44.27 t	Vn = Vc Art 5.8.3.3-1
Vr	39.84 t	Vr = phi x Vn
Vu	22.56 t	Cortante Ult de Diseño
Chequeo	OK	Cortante OK

Diseño para la Longitud Total del Muro

DISEÑO DEL VÁSTAGO O PANTALLA

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Evento Extremo I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | **Diseño a Cortante**

	Valor	Simbología
dv1 0.9de	0.2 m	Profund efec de Cortante (a) Art 5.8.2.9
dv2 0.72h	0.22 m	Profund efec de Cortante (b) Art 5.8.2.9
dv dom	0.22 m	Prof efec de Cortante dominante
Phi	0.85	Fact de Res a Cort Art 5.5.4.2
Beta	2	Fact.Cap Concr Agr Diag Tracc y Cort
Vc	37.95 t	Vc=0.083Betaf'c^(1/2)bvdv Art 5.8.3.3-3
Vs	0	Vs =0 No Flejes
Vn	37.95 t	Vn = Vc Art 5.8.3.3-1
Vr	39.84 t	Cortante Resist Vr = phi x Vn
Vu	12.27 t	Cortante Ult de Diseño
Chequeo	OK	Cortante OK

Diseño para la Longitud Total del Muro

DISEÑO DE LA ZARPA DELANTERA O DEDO

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Evento Extremo I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | **Diseño a Cortante**

	Valor	Simbología
dv1 0.9de	0.24 m	Profund efec de Cortante (a) Art 5.8.2.9
dv2 0.72h	0.25 m	Profund efec de Cortante (b) Art 5.8.2.9
dv dom	0.25 m	Prof efec de Cortante dominante
Phi	0.9	Fact ResisCort Art 5.5.4.2 Concr Normal
Vs	0	Vs = 0 -->> No Flejes
		ACCIÓN EN UNA DIRECCIÓN
Beta	2	Fact.Cap Concr Agr Diag Tracc y Cort
Vc	44.27 t	Vc=0.083Betaf'c^(1/2)bvdv Art 5.8.3.3-3
Vn	44.27 t	Vn = Vc Art 5.8.3.3-1
Vr	39.84 t	Cortante Resist Vr = phi x Vn
Vu	5.09 t	Cortante Ult Diseño.SeccCrít: a dv cara
Chq1direcc	Vr>Vu:OK	Cort Una Direcc OK
		ACCIÓN EN DOS DIRECCIONES
Beta_c	7.937	Rel lado largo/corto rectáng aplic.carga
bo	4.5 m	bo = Perímetro de la Sección Crítica
Vc	127.07 t	(.17+.33/Betac)Sq(fc)bodv<.33Sq(fc)bodv
Vr	114.37 t	Cortante Resist Vr = phi x Vn Vn = Vc
Vu	6.93 t	Cortante Ult Dis. Secc Crít: dv/2 de cara
Ch.2Direcc	Vr>Vu:OK	Cort Dos Direcc OK
Ch.GLOBAL	Vr>Vu:OK	Cortante Global OK

Diseño para la Longitud Total del Muro

ENVOLVENTE DE DISEÑO DE LA ALETA

ENVOLVENTE DE DISEÑO DE LA ALETA

Armad Principal a Flexión | Chequeo a Cortante

Estado Límite	ZarDel.Abajo	ZarTras.Abajo	ZarTras.Arrib	Vást.CaraRellen
Servicio I	1 # 4 @ 0.2	-	1 # 4 @ 0.15	1 # 4 @ 0.2
Resistencia I	1 # 4 @ 0.2	-	1 # 4 @ 0.11	1 # 4 @ 0.16
Ev Extremo I	1 # 4 @ 0.2	-	1 # 4 @ 0.13	1 # 4 @ 0.14
Envolvente	**1 # 4 @ 0.2**	-	**1 # 4 @ 0.11**	**1 # 4 @ 0.14**

ENVOLVENTE DE DISEÑO DE LA ALETA

Armad Principal a Flexión | **Chequeo a Cortante**

Estado Límite	ZarDelant Vr / Vu	ZarTrasera Vr / Vu	Vástago Vr / Vu
Servicio I	11.5	7.15	4.85
Resistencia I	7.2	1.6	2.98
Ev Extremo I	7.83	1.77	2.63
Envolvente	**OK CORTE**	**OK CORTE**	**OK CORTE**

Constantes de Diseño para la Aleta

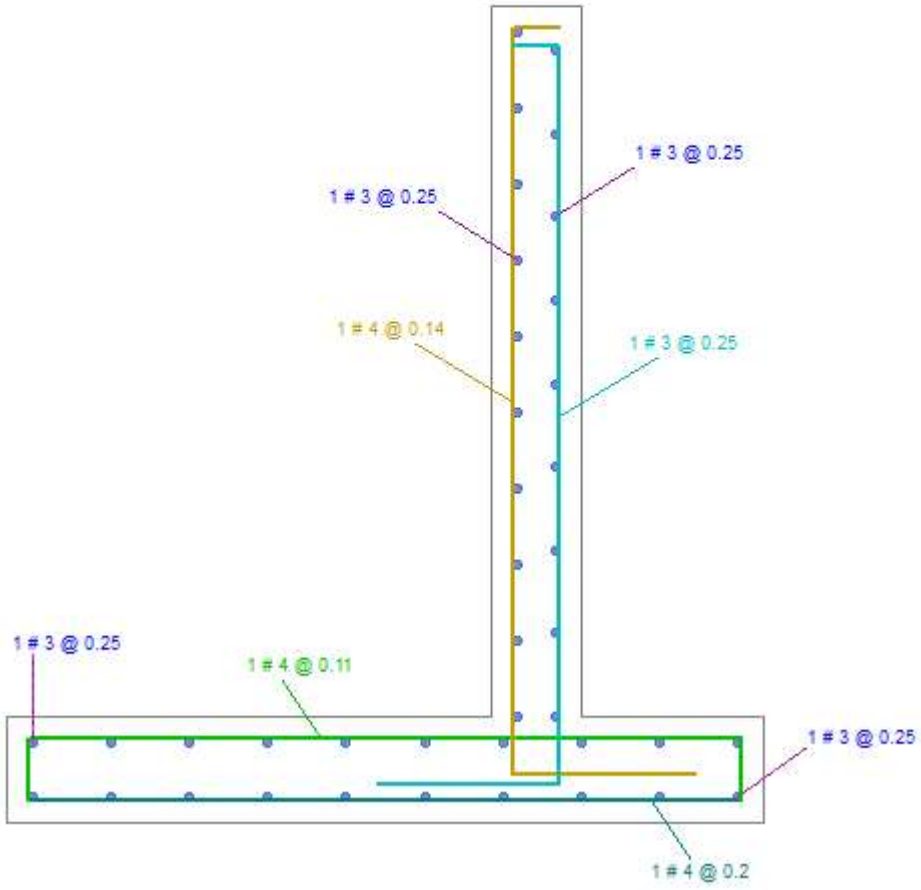
Resistencia del Concreto F'c (kg/cm2)	280
Límite de Fluencia del Acero, Fy (kg/cm2)	4200
Recubrim Concreto al Centroide Armad Principal (cm)	8
Usar Diámetro Varillas en milímetros o en pulgadas	pulg
Diámetro Mínimo a usar para Acero Principal, #	4
Diámetro Mínimo a usar para Acero Secundario, #	3
Separación Máxima Varillas Armadura Principal, (cm)	20

$$K = \frac{Mu}{bd^2} \qquad m = \frac{Fy}{0.85f'c}$$

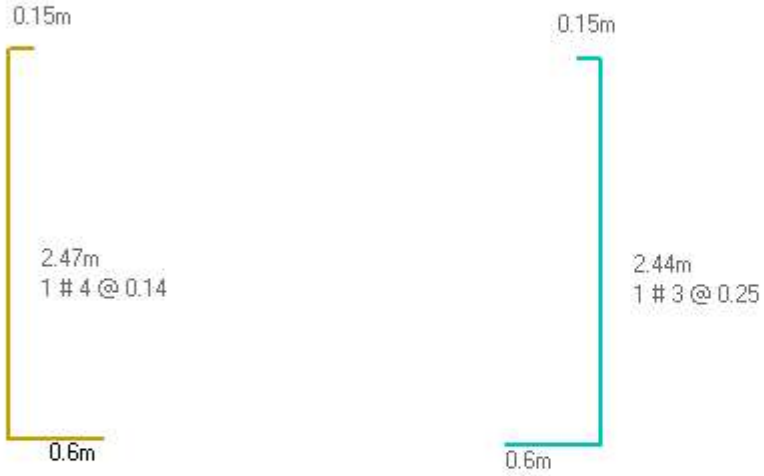
Índice de Acero Rho:

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2mK}{\emptyset fy}}\right)$$

Detalles del Muro



Detalles del Muro en Vista Separada





DISEÑO DE BOX CULVERT TIPO 9

20. DISEÑO DE BOX CULVERT TIPO 9

El diseño se realizó modelando las paredes y la losa como un conjunto, y determinar las fuerzas y momentos internos en los elementos. La estructura se diseñó paso a paso con el objeto de conocer muy bien los efectos de diseño y, el diseño del Box Coulvert y aletas fue realizado utilizando el Programa de Puentes del Ingeniero Fernando Medina (*Ver Anexos Digitales*).

20.1. DISEÑO ESTRUCTURAL

20.1.1. Datos de Entrada

A continuación, se presenta los datos iniciales para realizar el diseño y la modelación de esta estructura:

DATOS DE ENTRADA		
Altura Total de la Estructura	4.35	**m**
Ancho Total de la Estructura	6.05	**m**
Espesor de la Losa Superior	0.40	**m**
Espesor de los Muros	0.35	**m**
Espesor de la Losa Inferior	0.45	**m**
Número de Celdas	2	
Longitud de la Estructura	3.40	**m**
Longitud de la Aleta	2.50	**m**
Espesor del Vástago de la Aleta	0.35	**m**
Espesor de la Zapata	0.45	**m**

Tabla 34. *Datos de Entrada para la modelación de la Estructura.*

En los anexos se presenta el diseño del Box Culvert descrito en esta memoria de cálculo digital.

20.1.2. Constantes de Diseño

A continuación, se presenta las constantes de diseño que se tuvieron en cuenta en la modelación de esta estructura:

CONSTANTES DE DISEÑO		
Resistencia a la Compresión del Concreto (f_c')	280	kg/cm^2
Resistencia a la Fluencia del Acero (f_y) – Barras Longitudinales	4200	kg/cm^2
Resistencia a la Fluencia del Acero (f_y) – Acero de Flejes	4200	kg/cm^2
ϕ varilla muros (Octavos de pulgada)	No. 3-5	
ϕ min. varilla losa (Octavos de pulgada)	No. 3-5	
Recubrimiento centroide de losa y lateral libre	7.50	cm
Camión de Diseño	CCP-14 COL	

Tabla 35. *Constantes de Diseño para la modelación de la Estructura.*

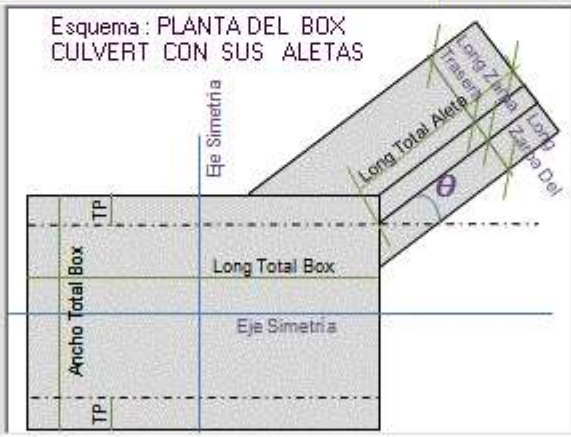
A continuación, se presentan los resultados del diseño de todas las estructuras que componen esta estructura (**Box Culvert Tipo 9**) utilizando el Programa de Puentes del Ingeniero Fernando Medina.

INFORMACIÓN GENERAL DEL BOX CULVERT

GEOMETRÍA ALCANTARILLA y GEOMETRÍA ALETAS

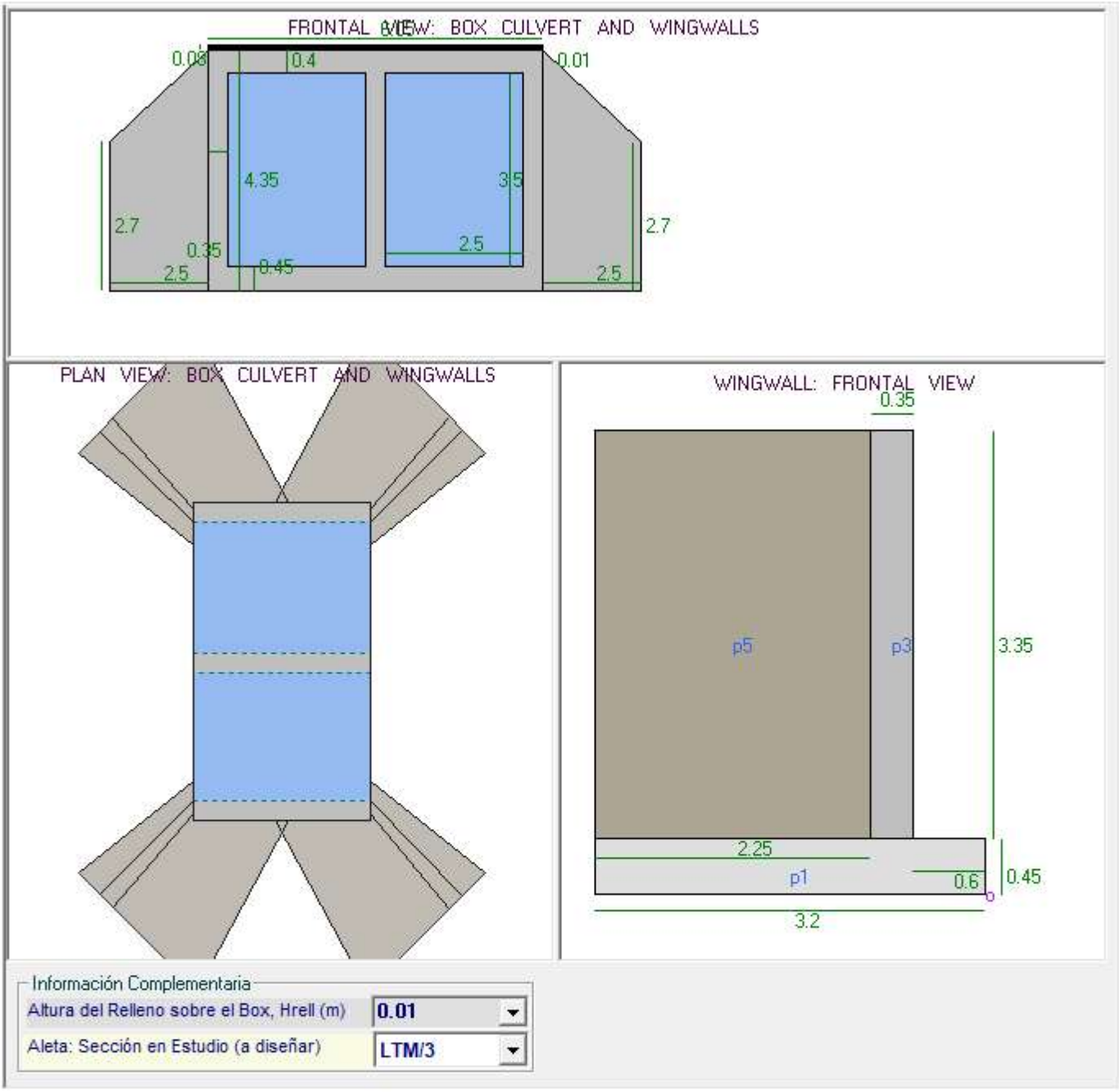
GEOMETRÍA DE LA ALCANTARILLA	
Ancho Total del Box (a bordes ext.), Lta (m)	6.05
Longitud Total Box (a bordes exter), Ltb (m)	3.4
Altura Total Box (a bordes ext), Ha (m)	4.35
Número de Celdas	2
Espesor Losa Superior ts (m)	0.4
Espesor Losa Inferior ti (m)	0.45
Espesor Paredes Verticales tp (m)	0.35
Espesor de Capa o Placa de Rodadura (m)	0.08
Dimensión de la Cartela (Igual en X e Y) (m)	0
GEOMETRÍA ALETAS (aplica para las cuatro)	
Longitud Total de la Aleta LTM (m)	2.5
Si Hrell es > 0, Altura Adicional de Aleta (m)	0
Altura Total en Extr Ext (menor), HLN (m)	2.7
Ángulo Box-Aleta en Planta, (grados)	45
Angulo Inclinación Talud Relleno (grados)	0
Ancho de Corona del Vástago, AC (m)	0.35
Proyección Trasera Vástago, BZ (m)	0
Proyección Delantera Vástago, BD (m)	0
Longitud Total de Zapata, Mín 0.67H, LTZ (m)	3.2
Longitud de la Zarpa Delantera, LZD (m)	0.6
Espesor de la Zapata, Hzap (m)	0.45

Esquema : PLANTA DEL BOX CULVERT CON SUS ALETAS



INFORMACIÓN GENERAL DEL BOX CULVERT

GEOMETRÍA ALCANTARILLA y GEOMETRÍA ALETAS



Información Complementaria

Altura del Relleno sobre el Box, Hrell (m)	0.01
Aleta: Sección en Estudio (a diseñar)	LTM/3

INFORMACIÓN GENERAL DEL BOX CULVERT

DATOS DEL SUELO Y EL RELLENO

DATOS DEL SUELO Y EL RELLENO

Resistencia Suelo E Lím de Resistencia(t/m2)	32.5
Resistencia Suelo E.Lím Evento Extrem (t/m2)	72.5
Resistencia Suelo Est.Lím de Servicio (t/m2)	72.5
Peso Especifico Suelo de Relleno (t/m3)	1.8
Áng Fricción Interna Suelo Relleno ϕ 'f (grads)	30
Áng Fricción Interna Suelo Cimentac ϕ 'f (grados)	30
Áng Fricc en interfase muro relleno δ (grados)	0
Altura Nivel Freático desde fondo zap, Hnf(m)	0
Tipo Empuje Horiz a considerar por el Relleno	Reposo

CONSTANTES SÍSMICAS

Coeficiente Aceleración Pico Horiz, PGA	0.15
Clase de Sitio (Clase de Suelo)	E

NORMA DE DISEÑO

Camión de Diseño: Utilizar la Norma	CCP14

Constantes de Diseño para el Box Culvert

Resistencia del Concreto F'c (kg/cm2)	280
Límite de Fluencia del Acero, Fy (kg/cm2)	4200
Recubrim Concreto al Centroide Armad Principal (cm)	7.5
Usar Diámetro Varillas en milímetros o en pulgadas	pulg
Diámetro Mínimo a usar para Acero Principal, #	5
Diámetro Mínimo a usar para Acero Secundario, #	3
Separación Máxima Varillas Armadura Principal, (cm)	20

Constantes de Diseño para las Aletas

Resistencia del Concreto F'c (kg/cm2)	280
Límite de Fluencia del Acero, Fy (kg/cm2)	4200
Recubrim Concreto al Centroide Armad Principal (cm)	7.5
Usar Diámetro Varillas en milímetros o en pulgadas	pulg
Diámetro Mínimo a usar para Acero Principal, #	5
Diámetro Mínimo a usar para Acero Secundario, #	3
Separación Máxima Varillas Armadura Principal, (cm)	20

Considerar 14/fy como Rho mínimo (sugerido SÍ)	NO

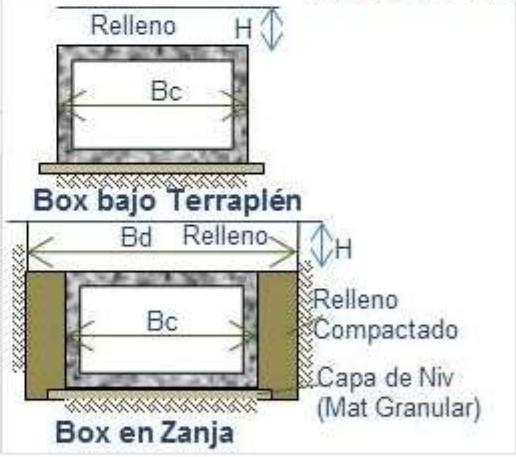
CONSTANTES PARA MODIFICACIÓN DE LAS CARGAS DE SUELO, CONSIDERANDO INTERACCIÓN SUELO ESTRUCTURA

(AASHTO CCP14 Art 12.11.2.2)

Tipo de Box (según condiciones de relleno)	Bajo Terraplén
Ancho Horizontal de la Zanja Bd (= Bc para terrapl)	7
Coeficiente Kmiu, según material del relleno	0.14
Relleno Compactado a lo largo de los laterales del box	No Compactado

Valores Sugeridos de Kmiu (Fig 12.11.2.2.1-3)

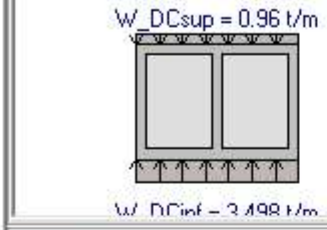
Kmiu = 0.1924 para materiales granulares no cohesivos
Kmiu = 0.165 máx. para arena y grava
kmiu = 0.150 para capa vegetal saturada
kmiu = 0.130 máx. normal para arcilla
kmiu = 0.110 arcilla saturada



SOLICITACIONES BÁSICAS DEL BOX CULVERT: DC, DW, EH, EV, LS

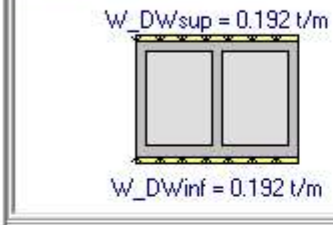
CARGAS

CARGA MUERTA DC



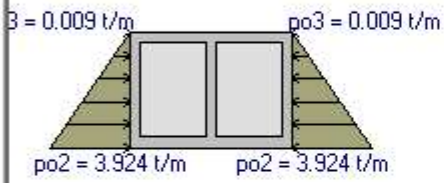
Ítem	Carga (t/m)	Descripción
W DC_sup	0.96	P.P de la Losa Superior del Box
W DC_cartelas	0	(P.P de las Cartelas) / Ancho Box
W DC_x muros	1.458	(P.P de Muros Box) / Ancho Box
W DC_inf	3.498	Carga sobre Losa Inferior por DC

CARGA MUERTA DW



Ítem	Carga (t/m)	Descripción
W DW_sup	0.192	Carga Losa Sup por C.Rodadura
W DW_inf	0.192	Carga Losa Inf por C.Rodadura

EMPUJE DE TIERRAS EH



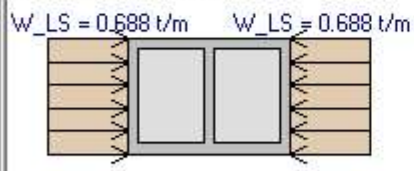
Ítem	W (t/m/m)	Descripción
p01	3.924	p01 = Ko x Pvolsueloseco x H1+ p03
p03	0.009	p03 = Ko x Pvolsueloseco x HR
p02	3.924	p02 = Ko x Pvolsuelosumerg x HNF+p01
p Eagua	0	P.unit agua x H nivel freático

PRESIÓN VERTICAL SUELO RELLENO EV



Ítem	Valor	Descripción
Box.Tip	Bajo Terraplén	Tipo de Box según manejo del Rell
Bc	6.05 m	Ancho Horizontal del Box
Kmiu	-	Coef función del Material del Relleno
H	0.01 m	Profundidad del Relleno sobre el Box
Cd	-	Coef función de Kmiu, H y Bc o Bd
Fe	1 <= 1.4 -> 1	1+ 0.20 x H / Bc
Ft	-	(Cd x Bd^2) / H / Bc <= Fe
EVsup	0.018 t/m	EVsup= Ft x GammaS x H (/ml box)

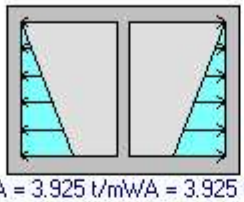
SOBRECARGA VIVA LS



Ítem	Valor	Descripción
Ko	0.5	Coef. Presion de Reposo del Suelo
PesoVol_s	1.8 t/m3	Peso Unitario Total del Suelo
H_box	4.35 m	Altura Total del Box Culvert
h_eq	0.765 m	Alt Equiv de suelo para C.Vehicular
Delta_p	0.688 t/m	Presión cte.horiz suelo x sobrec CV

CARGAS

CARGA DE AGUA WA



WA = 3.925 t/mWA = 3.925 t/m

CARGA DE AGUA

Ítem	Valor	Descripción
Alt Agua	3.925 m	Altura de Agua actuante
Wagua_WA	3.925 t/m	Presión de Agua (box lleno)

Consideraciones:

El Art. 3.7.1 de AASHTO y CCP-14 exige considerar el caso donde el box esté lleno de agua así como el estado donde el box esté vacío

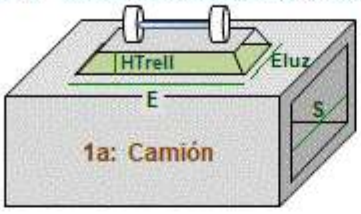
CARGAS

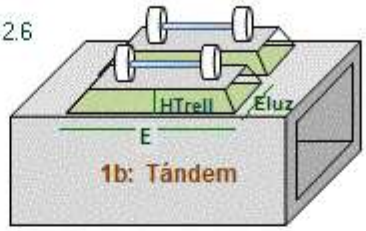
CARGA VIVA LL+Imp . Teoría

AASHTO y CCP-14 Art 4.6.2.10

Caso 1. Altura de Relleno HR < 0.6

Art 3.6.1.2.6





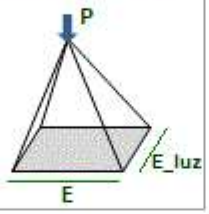
Distribución de la Carga de Eje . HR < 0.60 m

E = 0.244+0.12S

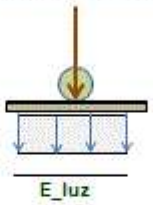
E_luz = LT + LLDF(H)

LLDF = 1.15 LT = 0.254 m

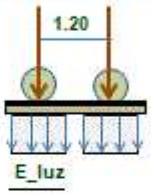
H = HR + esp pavimento



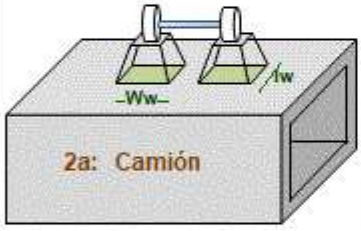
1a: Domina el Camión

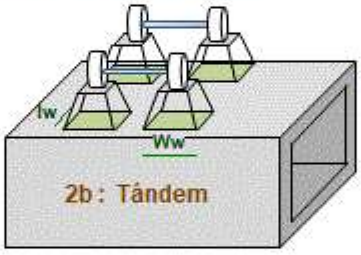


1b: Domina el Tándem



Caso 2. Altura de Relleno HR >= 0.6 m SIN Traslapo





(•) Sin Traslapo

( ) Con Traslapo

H= Hrell+esp pav

l_t= 0.254 m

$LLDF$ = 1.15

S_a= 1.20 ó 4.30 m

S_w= 1.828 m

w_t= 0.508 m

Distribución de la Carga de Eje . HR >= 0.60 m

A_{LL} = Área de Distr de la Carga de Eje a la Prof H $A_{LL} = l_w w_w$

Cálculo de w_w

$H_{int-t} = \frac{s_w - w_t - 0.06D_i}{LLDF}$

$Si\ H < H_{int-t}$

$w_w = w_t + LLDF(H) - 0.06D_i$

$Si\ H \geq H_{int-t}$

$w_w = w_t + s_w + LLDF(H) - 0.06D_i$

Cálculo de l_w

$H_{int-p} = \frac{s_a - l_t}{LLDF}$

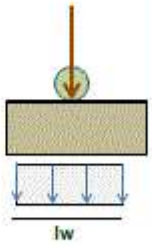
$Si\ H < H_{int-p}$

$l_w = l_t + LLDF(H)$

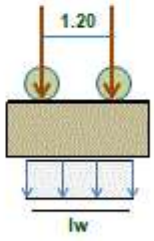
$Si\ H \geq H_{int-p}$

$l_w = l_t + s_a + LLDF(H)$

2a: Domina el Camión



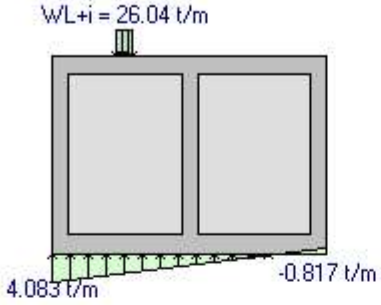
2b: Domina el Tándem



CÁLCULO DE LAS SOLICITACIONES BÁSICAS : CARGA VIVA L + i

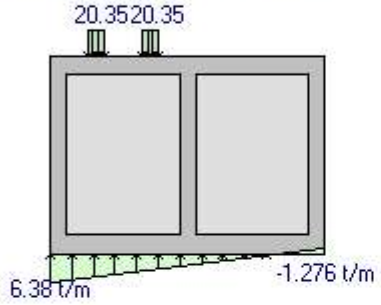
Solicitaciones Críticas por Cargas Vivas

CARGA VIVA LL+I . POSICIÓN CRÍTICA 1: CAMIÓN



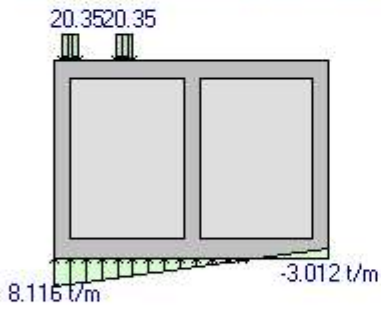
Ítem	Valor	Descripción
Carga Q	16.334 t/m	Carga Distribuida Equivalente
Fact Imp. IM	32.865 %	Factor Dinámico de Impacto
Factor m	1.2	Factor de Presencia Múltiple
Carga W	26.043 t/m	Carga Distrib. Equiv. Efectiva
L.Carga lw	0.358 m	Longitud lw de la Carga(s) W
Brazo a1	1.246 m	Brazo.Aplicac a1 de Carga W
Brazo a2	- . No aplica	Brazo.de Aplc a2 (si aplica)
Carga S1	4.083 t/m	Carga de Reacción Máxima
Carga S2	-0.817 t/m	Carga de Reacción Mínima

CARGA VIVA LL+I . POSICION CRÍTICA 2: TÁNDEM



Ítem	Valor	Descripción
Carga Q	12.761 t/m	Carga Distribuida Equivalente
Fact Imp. IM	32.865 %	Factor Dinámico de Impacto
Factor m	1.2	Factor de Presencia Múltiple
Carga W	20.346 t/m	Carga Distrib. Equiv. Efectiva
L.Carga lw	0.358 m	Longitud lw de la Carga(s) W
Brazo a1	0.646 m	Brazo.Aplicac a1 de Carga W
Brazo a2	1.846 m	Brazo.de Aplc a2 (si aplica)
Carga S1	6.38 t/m	Carga de Reacción Máxima
Carga S2	-1.276 t/m	Carga de Reacción Mínima

CARGA VIVA LL+I . POSICION CRÍTICA 3 . MÁX CORTANTE



Ítem	Valor	Descripción
Carga Q	12.761 t/m	Carga Distribuida Equivalente
Fact Imp. IM	32.865 %	Factor Dinámico de Impacto
Factor m	1.2	Factor de Presencia Múltiple
Carga W	20.346 t/m	Carga Distrib. Equiv. Efectiva
L.Carga lw	0.358 m	Longitud lw de la Carga(s) W
Brazo a1	0 m	Brazo.Aplicac a1 de Carga W
Brazo a2	1.2 m	Brazo.de Aplc a2 (si aplica)
Carga S1	8.116 t/m	Carga de Reacción Máxima
Carga S2	-3.012 t/m	Carga de Reacción Mínima

CHEQUEO DE ESFUERZOS EN EL SUELO

CHEQUEO DE ESFUERZOS EN EL SUELO

ESTADO DE CARGA	ESFZO SUELO t/m2
Carga Muerta y Acc DC	3.5
Carga Pavimento DW	0.19
Presión Vert Rellen EV	0.02
Presión Peso Agua WA	2.89
Carga Viva+Imp L+i	8.12

ESTADO LÍMITE DE RESISTENCIA

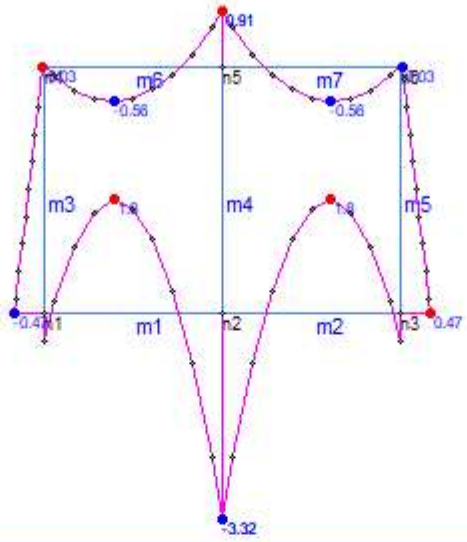
1.25(DC) + 1.50(DW) + 1.35(EV) + 1.0(WA) + 1.75(L+I)

Esfuerzo Actuante	21.78 t/m2
Resist Suelo E.Lím de Resistencia	32.5 t/m2
Diagnóstico	Cumple OK

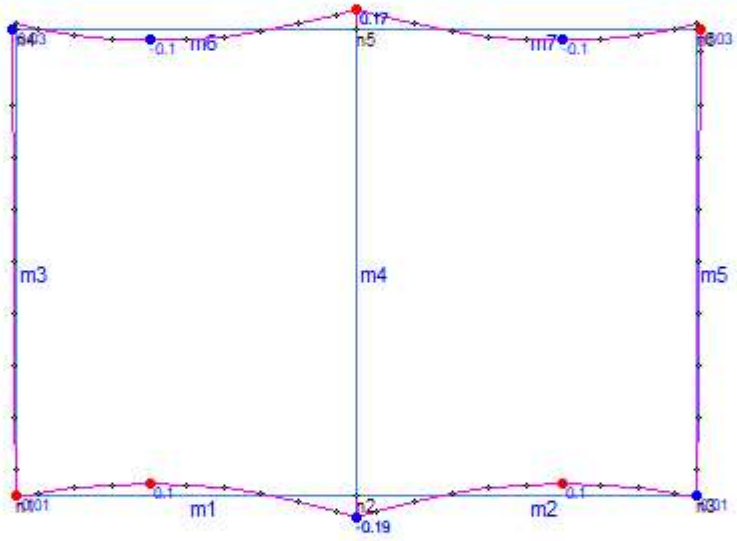
Análisis del Box para los Estado Básicos de Cargas

Diseño

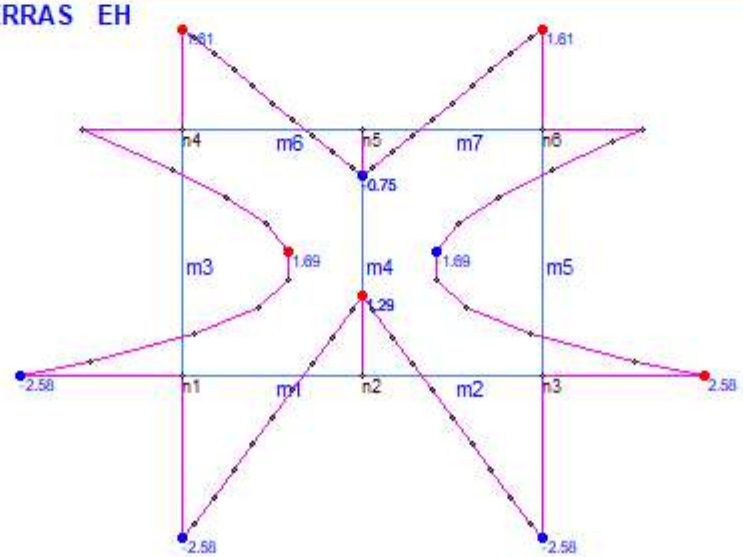
CARGA MUERTA DC



CARGA MUERTA DW

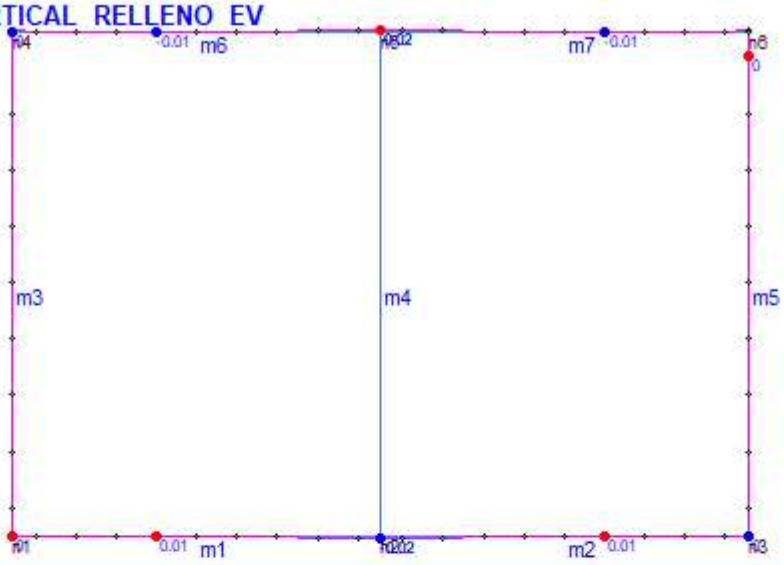


CARGA EMPUJE DE TIERRAS EH

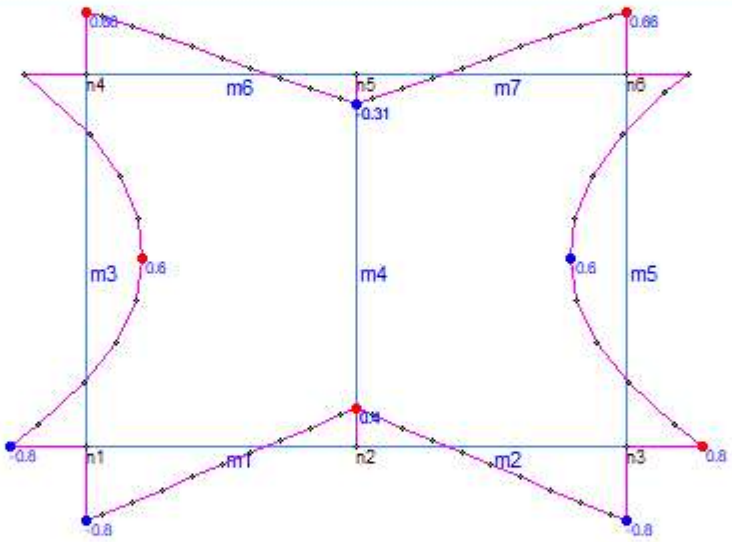


Diseño

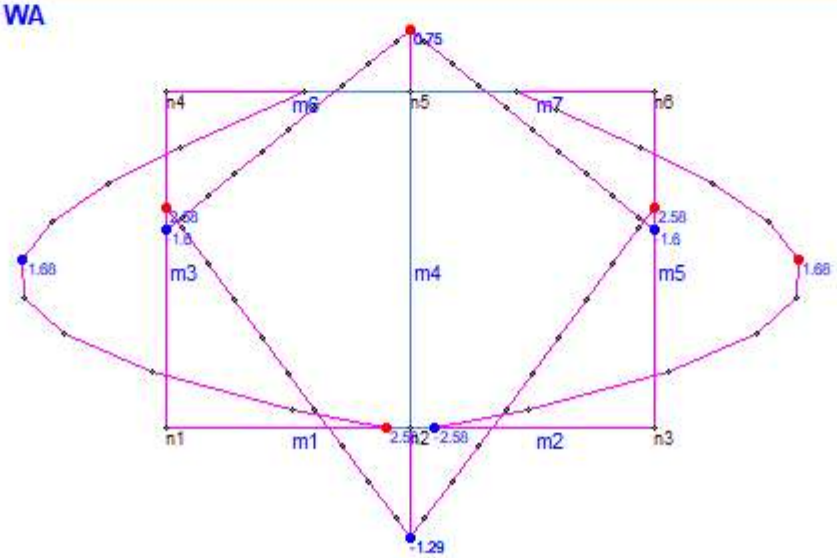
PRESIÓN CARGA VERTICAL RELLENO EV



SOBRECARGA LS



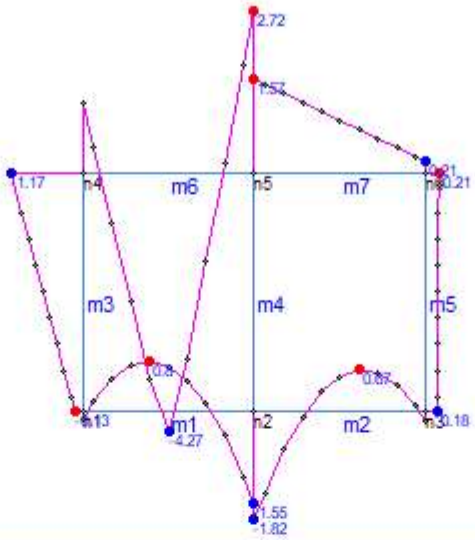
CARGA DE AGUA WA



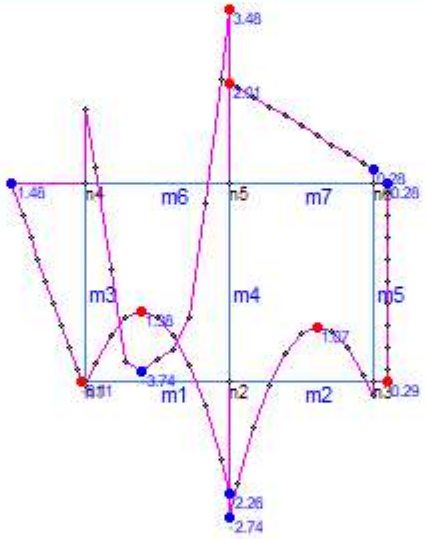
Análisis del Box para los Estado Básicos de Cargas

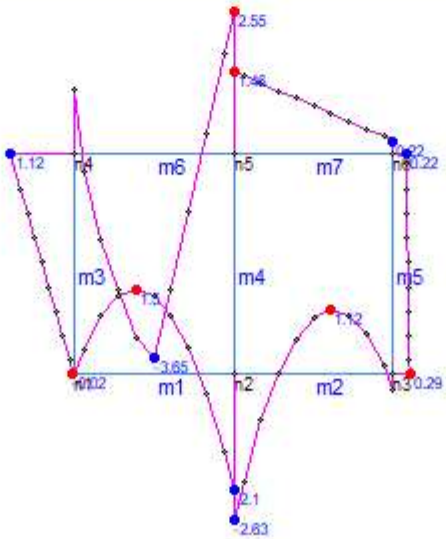
Diseño

CARGA VIVA L+ I : CAMIÓN



CARGA VIVA L + I : TÁNDEM





EFUERZOS FINALES DE MIEMBROS

CARGA MUERTA DC

Miembro	Nudo	F Axial (t)	Cortante (t)	Mom (t-m)
m1	1	0	-3.99	-0.47
	2	0	-5.98	3.32
m2	2	0	-5.98	-3.32
	3	0	-3.99	0.47
m3	1	1.06	0.11	0.47
	4	-1.06	-0.11	-0.03
m4	2	3.35	0	0
	5	-3.35	0	0
m5	3	1.06	-0.11	-0.47
	6	-1.06	0.11	0.03
m6	4	-0.11	1.06	0.03
	5	0.11	1.68	-0.91
m7	5	-0.11	1.68	0.91
	6	0.11	1.06	-0.03

EFUERZOS FINALES DE MIEMBROS

CARGA MUERTA DW

Miembro	Nudo	F Axial (t)	Cortante (t)	Mom (t-m)
m1	1	0	-0.21	-0.01
	2	0	-0.34	0.19
m2	2	0	-0.34	-0.19
	3	0	-0.21	0.01
m3	1	0.23	-0.01	0.01
	4	-0.23	0.01	-0.03
m4	2	0.64	0	0
	5	-0.64	0	0
m5	3	0.23	0.01	-0.01
	6	-0.23	-0.01	0.03
m6	4	0.01	0.23	0.03
	5	-0.01	0.32	-0.17
m7	5	0.01	0.32	0.17
	6	-0.01	0.23	-0.03

EFUERZOS FINALES DE MIEMBROS

CARGA EMPUJE DE TIERRAS EH

Miembro	Nudo	F Axial (t)	Cortante (t)	Mom (t-m)
m1	1	0	-1.36	-2.58
	2	0	1.36	-1.29
m2	2	0	1.36	1.29
	3	0	-1.36	2.58
m3	1	0.83	5.39	2.58
	4	-0.83	2.33	-1.61
m4	2	-1.65	0	0
	5	1.65	0	0
m5	3	0.83	-5.39	-2.58
	6	-0.83	-2.33	1.61
m6	4	2.33	0.83	1.61
	5	-2.33	-0.83	0.75
m7	5	2.33	-0.83	-0.75
	6	-2.33	0.83	-1.61

EFUERZOS FINALES DE MIEMBROS

PRESIÓN CARGA VERTICAL RELLENO EV

Miembro	Nudo	F Axial (t)	Cortante (t)	Mom (t-m)
m1	1	0	-0.02	0
	2	0	-0.03	0.02
m2	2	0	-0.03	-0.02
	3	0	-0.02	0
m3	1	0.02	0	0
	4	-0.02	0	0
m4	2	0.06	0	0
	5	-0.06	0	0
m5	3	0.02	0	0
	6	-0.02	0	0
m6	4	0	0.02	0
	5	0	0.03	-0.02
m7	5	0	0.03	0.02
	6	0	0.02	0

EFUERZOS FINALES DE MIEMBROS

SOBRECARGA LS

Miembro	Nudo	F Axial (t)	Cortante (t)	Mom (t-m)
m1	1	0	-0.42	-0.8
	2	0	0.42	-0.4
m2	2	0	0.42	0.4
	3	0	-0.42	0.8
m3	1	0.34	1.39	0.8
	4	-0.34	1.32	-0.66
m4	2	-0.68	0	0
	5	0.68	0	0
m5	3	0.34	-1.39	-0.8
	6	-0.34	-1.32	0.66
m6	4	1.32	0.34	0.66
	5	-1.32	-0.34	0.31
m7	5	1.32	-0.34	-0.31
	6	-1.32	0.34	-0.66

EFUERZOS FINALES DE MIEMBROS

CARGA DE AGUA WA

Miembro	Nudo	F Axial (t)	Cortante (t)	Mom (t-m)
m1	1	0	1.36	2.58
	2	0	-1.36	1.29
m2	2	0	-1.36	-1.29
	3	0	1.36	-2.58
m3	1	-0.82	-5.38	-2.58
	4	0.82	-2.32	1.6
m4	2	1.65	0	0
	5	-1.65	0	0
m5	3	-0.82	5.38	2.58
	6	0.82	2.32	-1.6
m6	4	-2.32	-0.82	-1.6
	5	2.32	0.82	-0.75
m7	5	-2.32	0.82	0.75
	6	2.32	-0.82	1.6

Momentos Interiores en cada Miembro

CARGA MUERTA DC

Miembro	Posic.(m)	M (t-m)
m1	0	-0.47
m1	0.175	0.17
m1	0.488	1.06
m1	0.8	1.6
m1	1.112	1.8
m1	1.425	1.66
m1	1.738	1.18
m1	2.05	0.35
m1	2.362	-0.81
m1	2.675	-2.32
m1	2.85	-3.32
m2	0	-3.32
m2	0.175	-2.32
m2	0.488	-0.81
m2	0.8	0.35
m2	1.112	1.18
m2	1.425	1.66
m2	1.738	1.8
m2	2.05	1.6
m2	2.362	1.06
m2	2.675	0.17
m2	2.85	-0.47
m3	0	-0.47
m3	0.225	-0.45
m3	0.662	-0.4
m3	1.1	-0.35
m3	1.538	-0.3
m3	1.975	-0.25
m3	2.412	-0.2
m3	2.85	-0.15
m3	3.288	-0.1
m3	3.925	-0.03
m3	3.925	-0.03
m4	0	0
m4	0.225	0
m4	0.662	0
m4	1.1	0
m4	1.538	0
m4	1.975	0
m4	2.412	0
m4	2.85	0
m4	3.288	0
m4	3.925	0
m4	3.925	0
m5	0	0.47

Momentos Interiores en cada Miembro

CARGA MUERTA DC

Miembro	Posic.(m)	M (t-m)
m5	0.225	0.45
m5	0.662	0.4
m5	1.1	0.35
m5	1.538	0.3
m5	1.975	0.25
m5	2.412	0.2
m5	2.85	0.15
m5	3.288	0.1
m5	3.725	0.05
m5	3.925	0.03
m6	0	0.03
m6	0.175	-0.14
m6	0.488	-0.37
m6	0.8	-0.51
m6	1.112	-0.56
m6	1.425	-0.51
m6	1.738	-0.36
m6	2.05	-0.12
m6	2.362	0.21
m6	2.675	0.63
m6	2.85	0.91
m7	0	0.91
m7	0.175	0.63
m7	0.488	0.21
m7	0.8	-0.12
m7	1.112	-0.36
m7	1.425	-0.51
m7	1.738	-0.56
m7	2.05	-0.51
m7	2.362	-0.37
m7	2.675	-0.14
m7	2.85	0.03

Momentos Interiores en cada Miembro

CARGA MUERTA DW

Miembro	Posic.(m)	M (t-m)
m1	0	-0.01
m1	0.175	0.02
m1	0.488	0.07
m1	0.8	0.1
m1	1.112	0.1
m1	1.425	0.09
m1	1.738	0.07
m1	2.05	0.02
m1	2.362	-0.05
m1	2.675	-0.13
m1	2.85	-0.19
m2	0	-0.19
m2	0.175	-0.13
m2	0.488	-0.05
m2	0.8	0.02
m2	1.112	0.07
m2	1.425	0.09
m2	1.738	0.1
m2	2.05	0.1
m2	2.362	0.07
m2	2.675	0.02
m2	2.85	-0.01
m3	0	-0.01
m3	0.225	-0.01
m3	0.662	-0.02
m3	1.1	-0.02
m3	1.538	-0.02
m3	1.975	-0.02
m3	2.412	-0.03
m3	2.85	-0.03
m3	3.288	-0.03
m3	3.925	-0.03
m3	3.925	-0.03
m4	0	0
m4	0.225	0
m4	0.662	0
m4	1.1	0
m4	1.538	0
m4	1.975	0
m4	2.412	0
m4	2.85	0
m4	3.288	0
m4	3.925	0
m4	3.925	0
m5	0	0.01

Momentos Interiores en cada Miembro

CARGA MUERTA DW

Miembro	Posic.(m)	M (t-m)
m5	0.225	0.01
m5	0.662	0.02
m5	1.1	0.02
m5	1.538	0.02
m5	1.975	0.02
m5	2.412	0.03
m5	2.85	0.03
m5	3.288	0.03
m5	3.725	0.03
m5	3.925	0.03
m6	0	0.03
m6	0.175	0
m6	0.488	-0.05
m6	0.8	-0.09
m6	1.112	-0.1
m6	1.425	-0.09
m6	1.738	-0.07
m6	2.05	-0.03
m6	2.362	0.03
m6	2.675	0.12
m6	2.85	0.17
m7	0	0.17
m7	0.175	0.12
m7	0.488	0.03
m7	0.8	-0.03
m7	1.112	-0.07
m7	1.425	-0.09
m7	1.738	-0.1
m7	2.05	-0.09
m7	2.362	-0.05
m7	2.675	0
m7	2.85	0.03

Momentos Interiores en cada Miembro

CARGA EMPUJE DE TIERRAS EH

Miembro	Posic.(m)	M (t-m)
m1	0	-2.58
m1	0.175	-2.35
m1	0.488	-1.92
m1	0.8	-1.5
m1	1.112	-1.07
m1	1.425	-0.65
m1	1.738	-0.22
m1	2.05	0.2
m1	2.362	0.63
m1	2.675	1.05
m1	2.85	1.29
m2	0	1.29
m2	0.175	1.05
m2	0.488	0.63
m2	0.8	0.2
m2	1.112	-0.22
m2	1.425	-0.65
m2	1.738	-1.07
m2	2.05	-1.5
m2	2.362	-1.92
m2	2.675	-2.35
m2	2.85	-2.58
m3	0	-2.58
m3	0.225	-1.47
m3	0.662	0.17
m3	1.1	1.19
m3	1.538	1.67
m3	1.975	1.69
m3	2.412	1.33
m3	2.85	0.69
m3	3.288	-0.17
m3	3.925	-1.61
m3	3.925	-1.61
m4	0	0
m4	0.225	0
m4	0.662	0
m4	1.1	0
m4	1.538	0
m4	1.975	0
m4	2.412	0
m4	2.85	0
m4	3.288	0
m4	3.925	0
m4	3.925	0
m5	0	2.58

Momentos Interiores en cada Miembro

CARGA EMPUJE DE TIERRAS EH

Miembro	Posic.(m)	M (t-m)
m5	0.225	1.47
m5	0.662	-0.17
m5	1.1	-1.19
m5	1.538	-1.67
m5	1.975	-1.69
m5	2.412	-1.33
m5	2.85	-0.69
m5	3.288	0.17
m5	3.725	1.14
m5	3.925	1.61
m6	0	1.61
m6	0.175	1.46
m6	0.488	1.2
m6	0.8	0.95
m6	1.112	0.69
m6	1.425	0.43
m6	1.738	0.17
m6	2.05	-0.09
m6	2.362	-0.35
m6	2.675	-0.6
m6	2.85	-0.75
m7	0	-0.75
m7	0.175	-0.6
m7	0.488	-0.35
m7	0.8	-0.09
m7	1.112	0.17
m7	1.425	0.43
m7	1.738	0.69
m7	2.05	0.95
m7	2.362	1.2
m7	2.675	1.46
m7	2.85	1.61

Momentos Interiores en cada Miembro

PRESIÓN CARGA VERTICAL RELLENO EV

Miembro	Posic.(m)	M (t-m)
m1	0	0
m1	0.175	0
m1	0.488	0.01
m1	0.8	0.01
m1	1.112	0.01
m1	1.425	0.01
m1	1.738	0.01
m1	2.05	0
m1	2.362	0
m1	2.675	-0.01
m1	2.85	-0.02
m2	0	-0.02
m2	0.175	-0.01
m2	0.488	0
m2	0.8	0
m2	1.112	0.01
m2	1.425	0.01
m2	1.738	0.01
m2	2.05	0.01
m2	2.362	0.01
m2	2.675	0
m2	2.85	0
m3	0	0
m3	0.225	0
m3	0.662	0
m3	1.1	0
m3	1.538	0
m3	1.975	0
m3	2.412	0
m3	2.85	0
m3	3.288	0
m3	3.925	0
m3	3.925	0
m4	0	0
m4	0.225	0
m4	0.662	0
m4	1.1	0
m4	1.538	0
m4	1.975	0
m4	2.412	0
m4	2.85	0
m4	3.288	0
m4	3.925	0
m4	3.925	0
m5	0	0

Momentos Interiores en cada Miembro

PRESIÓN CARGA VERTICAL RELLENO EV

Miembro	Posic.(m)	M (t-m)
m5	0.225	0
m5	0.662	0
m5	1.1	0
m5	1.538	0
m5	1.975	0
m5	2.412	0
m5	2.85	0
m5	3.288	0
m5	3.725	0
m5	3.925	0
m6	0	0
m6	0.175	0
m6	0.488	0
m6	0.8	-0.01
m6	1.112	-0.01
m6	1.425	-0.01
m6	1.738	-0.01
m6	2.05	0
m6	2.362	0
m6	2.675	0.01
m6	2.85	0.02
m7	0	0.02
m7	0.175	0.01
m7	0.488	0
m7	0.8	0
m7	1.112	-0.01
m7	1.425	-0.01
m7	1.738	-0.01
m7	2.05	-0.01
m7	2.362	0
m7	2.675	0
m7	2.85	0

Momentos Interiores en cada Miembro

SOBRECARGA LS

Miembro	Posic.(m)	M (t-m)
m1	0	-0.8
m1	0.175	-0.72
m1	0.488	-0.59
m1	0.8	-0.46
m1	1.112	-0.33
m1	1.425	-0.2
m1	1.738	-0.07
m1	2.05	0.06
m1	2.362	0.19
m1	2.675	0.33
m1	2.85	0.4
m2	0	0.4
m2	0.175	0.33
m2	0.488	0.19
m2	0.8	0.06
m2	1.112	-0.07
m2	1.425	-0.2
m2	1.738	-0.33
m2	2.05	-0.46
m2	2.362	-0.59
m2	2.675	-0.72
m2	2.85	-0.8
m3	0	-0.8
m3	0.225	-0.5
m3	0.662	-0.03
m3	1.1	0.31
m3	1.538	0.52
m3	1.975	0.6
m3	2.412	0.54
m3	2.85	0.36
m3	3.288	0.04
m3	3.925	-0.66
m3	3.925	-0.66
m4	0	0
m4	0.225	0
m4	0.662	0
m4	1.1	0
m4	1.538	0
m4	1.975	0
m4	2.412	0
m4	2.85	0
m4	3.288	0
m4	3.925	0
m4	3.925	0
m5	0	0.8

Momentos Interiores en cada Miembro

SOBRECARGA LS

Miembro	Posic.(m)	M (t-m)
m5	0.225	0.5
m5	0.662	0.03
m5	1.1	-0.31
m5	1.538	-0.52
m5	1.975	-0.6
m5	2.412	-0.54
m5	2.85	-0.36
m5	3.288	-0.04
m5	3.725	0.41
m5	3.925	0.66
m6	0	0.66
m6	0.175	0.6
m6	0.488	0.5
m6	0.8	0.39
m6	1.112	0.28
m6	1.425	0.18
m6	1.738	0.07
m6	2.05	-0.04
m6	2.362	-0.14
m6	2.675	-0.25
m6	2.85	-0.31
m7	0	-0.31
m7	0.175	-0.25
m7	0.488	-0.14
m7	0.8	-0.04
m7	1.112	0.07
m7	1.425	0.18
m7	1.738	0.28
m7	2.05	0.39
m7	2.362	0.5
m7	2.675	0.6
m7	2.85	0.66

Momentos Interiores en cada Miembro

CARGA DE AGUA WA

Miembro	Posic.(m)	M (t-m)
m1	0	2.58
m1	0.175	2.34
m1	0.488	1.92
m1	0.8	1.49
m1	1.112	1.07
m1	1.425	0.65
m1	1.738	0.22
m1	2.05	-0.2
m1	2.362	-0.63
m1	2.675	-1.05
m1	2.85	-1.29
m2	0	-1.29
m2	0.175	-1.05
m2	0.488	-0.63
m2	0.8	-0.2
m2	1.112	0.22
m2	1.425	0.65
m2	1.738	1.07
m2	2.05	1.49
m2	2.362	1.92
m2	2.675	2.34
m2	2.85	2.58
m3	0	2.58
m3	0.225	1.47
m3	0.662	-0.17
m3	1.1	-1.19
m3	1.538	-1.66
m3	1.975	-1.68
m3	2.412	-1.33
m3	2.85	-0.68
m3	3.288	0.17
m3	3.925	1.6
m3	3.925	1.6
m4	0	0
m4	0.225	0
m4	0.662	0
m4	1.1	0
m4	1.538	0
m4	1.975	0
m4	2.412	0
m4	2.85	0
m4	3.288	0
m4	3.925	0
m4	3.925	0
m5	0	-2.58

Momentos Interiores en cada Miembro

CARGA DE AGUA WA

Miembro	Posic.(m)	M (t-m)
m5	0.225	-1.47
m5	0.662	0.17
m5	1.1	1.19
m5	1.538	1.66
m5	1.975	1.68
m5	2.412	1.33
m5	2.85	0.68
m5	3.288	-0.17
m5	3.725	-1.14
m5	3.925	-1.6
m6	0	-1.6
m6	0.175	-1.46
m6	0.488	-1.2
m6	0.8	-0.94
m6	1.112	-0.69
m6	1.425	-0.43
m6	1.738	-0.17
m6	2.05	0.09
m6	2.362	0.34
m6	2.675	0.6
m6	2.85	0.75
m7	0	0.75
m7	0.175	0.6
m7	0.488	0.34
m7	0.8	0.09
m7	1.112	-0.17
m7	1.425	-0.43
m7	1.738	-0.69
m7	2.05	-0.94
m7	2.362	-1.2
m7	2.675	-1.46
m7	2.85	-1.6

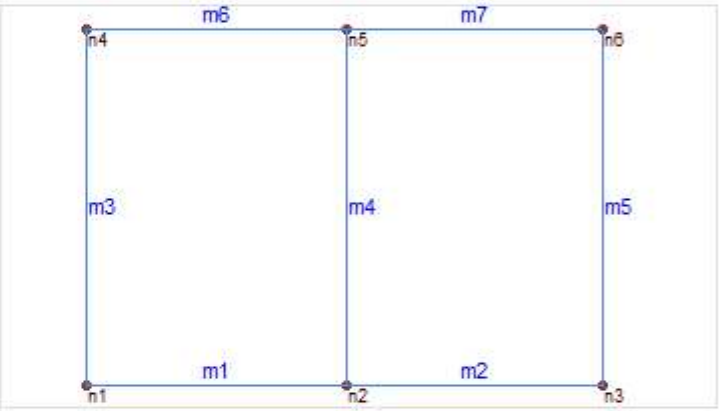
Momentos Interiores en cada Miembro

ESTADO LÍMITE DE RESISTENCIA Ia

Máx Carga Vertical y Máx Carga Horizontal

1.25(DC)+1.50(DW)+1.35(EV)+1.75(L+I)+1.5(EH)+1.75(LS)

Miembro	Posic.(m)	Mom Mu(t-m)
m1	0	-6.11
m1	0.175	-3.97
m1	0.488	-0.9
m1	0.8	1.31
m1	1.112	2.64
m1	1.425	3.11
m1	1.738	2.71
m1	2.05	1.44
m1	2.362	-0.7
m1	2.675	-3.71
m1	2.85	-5.77
m2	0	-6.62
m2	0.175	-4.52
m2	0.488	-1.46
m2	0.8	0.71
m2	1.112	2.07
m2	1.425	2.52
m2	1.738	2.11
m2	2.05	0.84
m2	2.362	-1.31
m2	2.675	-4.33
m2	2.85	-6.39
m3	0	-6.11
m3	0.392	-4
m3	0.785	-0.91
m3	1.177	1
m3	1.57	1.87
m3	1.962	1.82
m3	2.355	0.98
m3	2.748	-0.52
m3	3.14	-2.57
m3	3.532	-6.26
m3	3.925	-6.26
m4	0	1.22
m4	0.392	1.29
m4	0.785	1.45
m4	1.177	1.6
m4	1.57	1.75
m4	1.962	1.9
m4	2.355	2.05
m4	2.748	2.2
m4	3.14	2.36
m4	3.532	2.58
m4	3.925	2.58



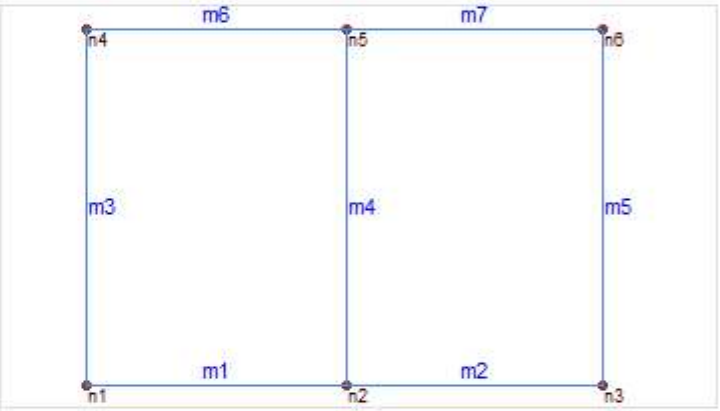
Momentos Interiores en cada Miembro

ESTADO LÍMITE DE RESISTENCIA Ia

Máx Carga Vertical y Máx Carga Horizontal

1.25(DC)+1.50(DW)+1.35(EV)+1.75(L+I)+1.5(EH)+1.75(LS)

Miembro	Posic.(m)	Mom Mu(t-m)
m5	0	6.39
m5	0.392	4.18
m5	0.785	0.83
m5	1.177	-1.36
m5	1.57	-2.5
m5	1.962	-2.72
m5	2.355	-2.15
m5	2.748	-0.92
m5	3.14	0.86
m5	3.532	3.05
m5	3.925	4.16
m6	0	6.26
m6	0.175	3.86
m6	0.488	-0.89
m6	0.8	-4.86
m6	1.112	-5.87
m6	1.425	-7.31
m6	1.738	-5.96
m6	2.05	-5.04
m6	2.362	-1.16
m6	2.675	3.29
m6	2.85	5.84
m7	0	3.27
m7	0.175	2.97
m7	0.488	2.55
m7	0.8	2.28
m7	1.112	2.15
m7	1.425	2.18
m7	1.738	2.35
m7	2.05	2.67
m7	2.362	3.13
m7	2.675	3.75
m7	2.85	4.16



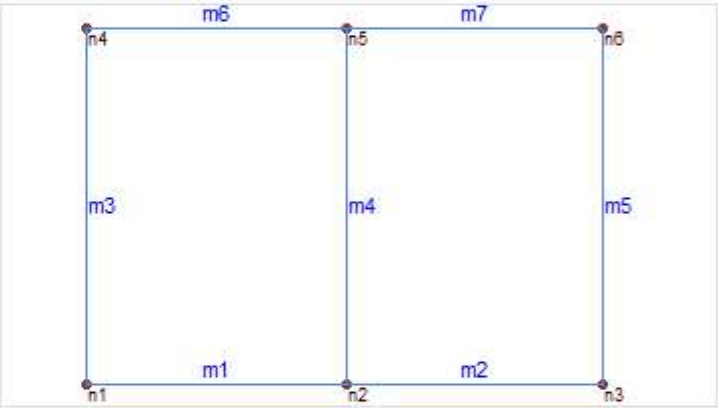
Momentos Interiores en cada Miembro

ESTADO LÍMITE DE RESISTENCIA Ib

Máxima Carga Vertical y Mínima Carga Horizontal

1.25(DC)+1.5(DW)+1.35(EV)+1.75(L+I)+1.0(WA)+0.9(EH)+1.75(LS)

Miembro	Posic.(m)	Mom Mu(t-m)
m1	0	-1.98
m1	0.175	-0.22
m1	0.488	2.17
m1	0.8	3.7
m1	1.112	4.35
m1	1.425	4.14
m1	1.738	3.06
m1	2.05	1.11
m1	2.362	-1.71
m1	2.675	-5.4
m1	2.85	-7.84
m2	0	-8.68
m2	0.175	-6.21
m2	0.488	-2.46
m2	0.8	0.38
m2	1.112	2.42
m2	1.425	3.56
m2	1.738	3.83
m2	2.05	3.23
m2	2.362	1.76
m2	2.675	-0.58
m2	2.85	-2.26
m3	0	-1.98
m3	0.392	-1.65
m3	0.785	-1.19
m3	1.177	-0.9
m3	1.57	-0.79
m3	1.962	-0.87
m3	2.355	-1.14
m3	2.748	-1.62
m3	3.14	-2.3
m3	3.532	-3.69
m3	3.925	-3.69
m4	0	1.22
m4	0.392	1.29
m4	0.785	1.45
m4	1.177	1.6
m4	1.57	1.75
m4	1.962	1.9
m4	2.355	2.05
m4	2.748	2.2
m4	3.14	2.36
m4	3.532	2.58
m4	3.925	2.58



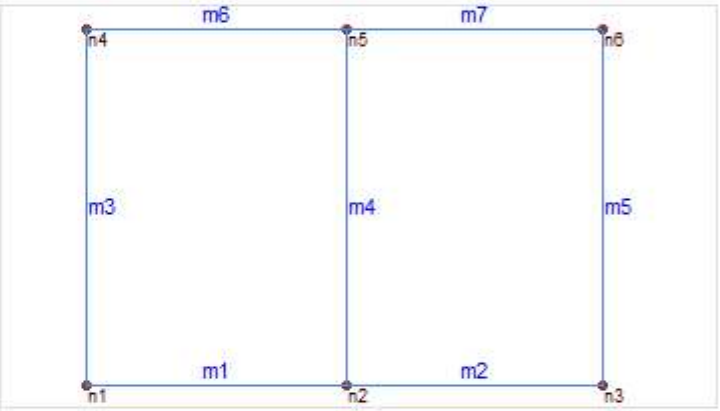
Momentos Interiores en cada Miembro

ESTADO LÍMITE DE RESISTENCIA Ib

Máxima Carga Vertical y Mínima Carga Horizontal

1.25(DC)+1.5(DW)+1.35(EV)+1.75(L+I)+1.0(WA)+0.9(EH)+1.75(LS)

Miembro	Posic.(m)	Mom Mu(t-m)
m5	0	2.26
m5	0.392	1.83
m5	0.785	1.1
m5	1.177	0.55
m5	1.57	0.17
m5	1.962	-0.03
m5	2.355	-0.03
m5	2.748	0.18
m5	3.14	0.59
m5	3.532	1.23
m5	3.925	1.59
m6	0	3.69
m6	0.175	1.52
m6	0.488	-2.81
m6	0.8	-6.37
m6	1.112	-6.96
m6	1.425	-8
m6	1.738	-6.23
m6	2.05	-4.9
m6	2.362	-0.61
m6	2.675	4.25
m6	2.85	7.04
m7	0	4.46
m7	0.175	3.93
m7	0.488	3.1
m7	0.8	2.42
m7	1.112	1.88
m7	1.425	1.49
m7	1.738	1.25
m7	2.05	1.16
m7	2.362	1.21
m7	2.675	1.41
m7	2.85	1.59



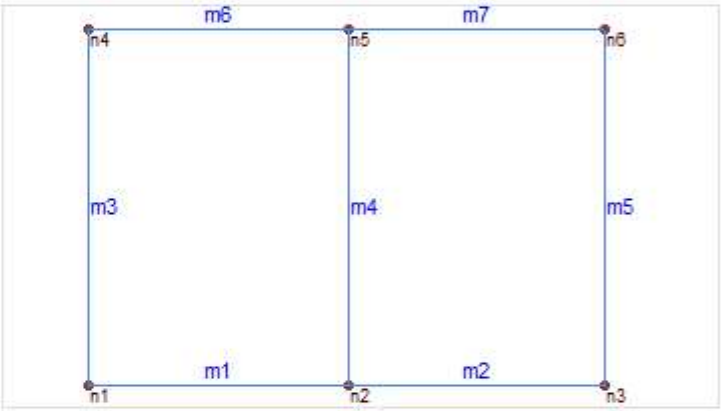
Momentos Interiores en cada Miembro

ESTADO LÍMITE DE RESISTENCIA Ic

Mín. Carga Vertical y Máx. Carga Horizontal

0.9(DC)+0.65(DW)+1.0(EV)+0.9(EH)+1.75(LS)

Miembro	Posic.(m)	Mom Mu(t-m)
m1	0	-5.96
m1	0.175	-3.83
m1	0.488	-0.78
m1	0.8	1.4
m1	1.112	2.71
m1	1.425	3.15
m1	1.738	2.72
m1	2.05	1.42
m1	2.362	-0.74
m1	2.675	-3.77
m1	2.85	-5.85
m2	0	-6.69
m2	0.175	-4.58
m2	0.488	-1.49
m2	0.8	0.7
m2	1.112	2.08
m2	1.425	2.56
m2	1.738	2.18
m2	2.05	0.93
m2	2.362	-1.2
m2	2.675	-4.18
m2	2.85	-6.24
m3	0	-5.96
m3	0.392	-4
m3	0.785	-1.07
m3	1.177	0.83
m3	1.57	1.78
m3	1.962	1.86
m3	2.355	1.13
m3	2.748	-0.31
m3	3.14	-2.4
m3	3.532	-6.46
m3	3.925	-6.46
m4	0	1.22
m4	0.392	1.29
m4	0.785	1.45
m4	1.177	1.6
m4	1.57	1.75
m4	1.962	1.9
m4	2.355	2.05
m4	2.748	2.2
m4	3.14	2.36
m4	3.532	2.58
m4	3.925	2.58

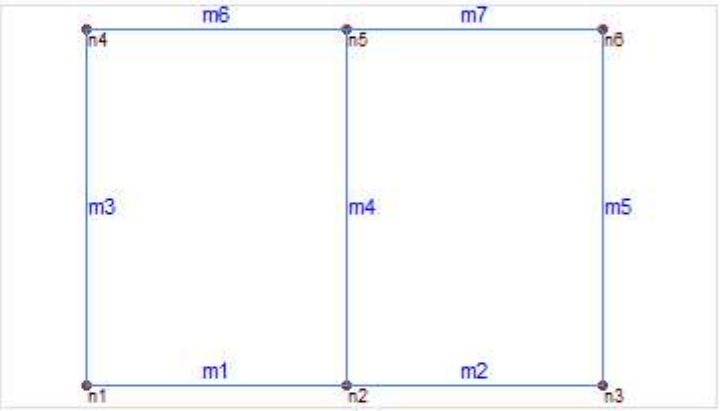


Momentos Interiores en cada Miembro

ESTADO LÍMITE DE RESISTENCIA Ic — **Mín. Carga Vertical y Máx. Carga Horizontal**

0.9(DC)+0.65(DW)+1.0(EV)+0.9(EH)+1.75(LS)

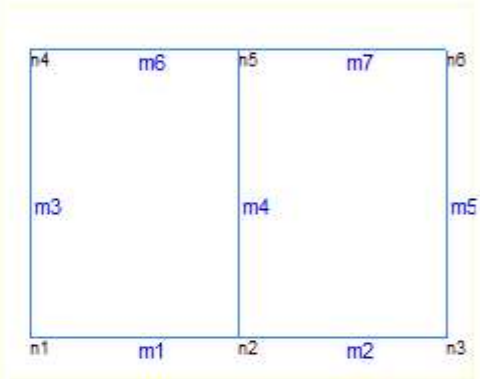
Miembro	Posic.(m)	Mom Mu(t-m)
m5	0	6.24
m5	0.392	4.17
m5	0.785	0.98
m5	1.177	-1.19
m5	1.57	-2.41
m5	1.962	-2.75
m5	2.355	-2.3
m5	2.748	-1.13
m5	3.14	0.69
m5	3.532	3.09
m5	3.925	4.35
m6	0	6.46
m6	0.175	4.03
m6	0.488	-0.74
m6	0.8	-4.74
m6	1.112	-5.78
m6	1.425	-7.26
m6	1.738	-5.94
m6	2.05	-5.05
m6	2.362	-1.2
m6	2.675	3.21
m6	2.85	5.75
m7	0	3.18
m7	0.175	2.89
m7	0.488	2.51
m7	0.8	2.27
m7	1.112	2.17
m7	1.425	2.23
m7	1.738	2.43
m7	2.05	2.78
m7	2.362	3.28
m7	2.675	3.93
m7	2.85	4.35



ENVOLVENTE MÁXIMA DE DISEÑO

Diseño a Flexión y Cortante de todas las secciones del Box Culvert

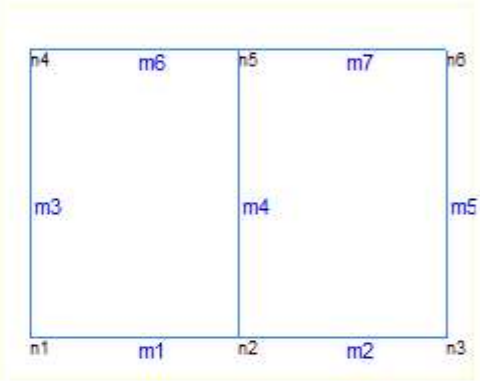
Mi.	Posic(m)	Mu(t-m)	As(cm2)	Arm.Sug	Vu(t)	Vu/Vr (Cheq)
m1	0	-6.11	5.8	1 # 5 @ 0.2	12.82	0.48 Ok
m1	0.175	-3.97	3.75	1 # 5 @ 0.2	11.26	0.42 Ok
m1	0.488	2.17	2.05	1 # 5 @ 0.2	8.48	0.32 Ok
m1	0.8	3.7	3.49	1 # 5 @ 0.2	5.71	0.21 Ok
m1	1.112	4.35	4.12	1 # 5 @ 0.2	2.93	0.11 Ok
m1	1.425	4.14	3.91	1 # 5 @ 0.2	-2.03	0.08 Ok
m1	1.738	3.06	2.89	1 # 5 @ 0.2	-4.81	0.18 Ok
m1	2.05	1.44	1.35	1 # 5 @ 0.2	-7.58	0.28 Ok
m1	2.362	-1.71	1.61	1 # 5 @ 0.2	-10.36	0.39 Ok
m1	2.675	-5.4	5.11	1 # 5 @ 0.2	-13.14	0.49 Ok
m1	2.85	-7.84	7.45	1 # 5 @ 0.2	-14.7	0.55 Ok
m2	0	-8.68	8.04	1 # 5 @ 0.2	14.86	0.55 Ok
m2	0.175	-6.21	5.88	1 # 5 @ 0.2	13.3	0.49 Ok
m2	0.488	-2.46	2.32	1 # 5 @ 0.2	10.52	0.39 Ok
m2	0.8	0.71	0.67	1 # 5 @ 0.2	7.74	0.29 Ok
m2	1.112	2.42	2.28	1 # 5 @ 0.2	4.96	0.18 Ok
m2	1.425	3.56	3.36	1 # 5 @ 0.2	2.19	0.08 Ok
m2	1.738	3.83	3.61	1 # 5 @ 0.2	-2.77	0.1 Ok
m2	2.05	3.23	3.04	1 # 5 @ 0.2	-5.55	0.21 Ok
m2	2.362	1.76	1.66	1 # 5 @ 0.2	-8.33	0.31 Ok
m2	2.675	-4.33	4.09	1 # 5 @ 0.2	-11.1	0.41 Ok
m2	2.85	-6.39	6.06	1 # 5 @ 0.2	-12.66	0.47 Ok
m3	0	-6.11	6.65	1 # 5 @ 0.2	-11.15	0.55 Ok
m3	0.225	-4	5.18	1 # 5 @ 0.2	-9.59	0.48 Ok
m3	0.662	-1.19	1.52	1 # 5 @ 0.2	-6.78	0.34 Ok
m3	1.1	1	1.29	1 # 5 @ 0.2	-4.72	0.23 Ok
m3	1.538	1.87	2.41	1 # 5 @ 0.2	-2.91	0.14 Ok
m3	1.975	1.86	2.39	1 # 5 @ 0.2	-1.27	0.06 Ok
m3	2.412	-1.14	1.47	1 # 5 @ 0.2	1.6	0.08 Ok
m3	2.85	-1.62	2.08	1 # 5 @ 0.2	2.98	0.15 Ok
m3	3.288	-2.57	3.31	1 # 5 @ 0.2	4.07	0.2 Ok
m3	3.925	-6.46	6.65	1 # 5 @ 0.2	5.16	0.26 Ok
m3	3.925	-6.46	6.65	1 # 5 @ 0.2	5.16	0.26 Ok
m4	0	1.22	1.56	1 # 5 @ 0.2	1.22	0.06 Ok
m4	0.225	1.29	1.66	1 # 5 @ 0.2	1.29	0.06 Ok
m4	0.662	1.45	1.86	1 # 5 @ 0.2	1.45	0.07 Ok
m4	1.1	1.6	2.05	1 # 5 @ 0.2	1.6	0.08 Ok
m4	1.538	1.75	2.25	1 # 5 @ 0.2	1.75	0.09 Ok
m4	1.975	1.9	2.45	1 # 5 @ 0.2	1.9	0.09 Ok
m4	2.412	2.05	2.64	1 # 5 @ 0.2	2.05	0.1 Ok
m4	2.85	2.2	2.84	1 # 5 @ 0.2	2.2	0.11 Ok
m4	3.288	2.36	3.04	1 # 5 @ 0.2	2.36	0.12 Ok
m4	3.925	2.58	3.32	1 # 5 @ 0.2	2.58	0.13 Ok
m4	3.925	2.58	3.32	1 # 5 @ 0.2	2.58	0.13 Ok



ENVOLVENTE MÁXIMA DE DISEÑO

Diseño a Flexión y Cortante de todas las secciones del Box Culvert

Mi.	Posic(m)	Mu(t-m)	As(cm2)	Arm.Sug	Vu(t)	Vu/Vr (Cheq)
m5	0	6.39	6.65	1 # 5 @ 0.2	10.89	0.54 Ok
m5	0.225	4.18	5.41	1 # 5 @ 0.2	9.33	0.46 Ok
m5	0.662	1.1	1.42	1 # 5 @ 0.2	6.62	0.33 Ok
m5	1.1	-1.36	1.74	1 # 5 @ 0.2	4.36	0.22 Ok
m5	1.538	-2.5	3.22	1 # 5 @ 0.2	2.28	0.11 Ok
m5	1.975	-2.75	3.55	1 # 5 @ 0.2	0.47	0.02 Ok
m5	2.412	-2.3	2.97	1 # 5 @ 0.2	-1.86	0.09 Ok
m5	2.85	-1.13	1.45	1 # 5 @ 0.2	-3.24	0.16 Ok
m5	3.288	0.86	1.1	1 # 5 @ 0.2	-4.34	0.22 Ok
m5	3.725	3.09	3.99	1 # 5 @ 0.2	-6.06	0.3 Ok
m5	3.925	4.35	5.64	1 # 5 @ 0.2	-6.06	0.3 Ok
m6	0	6.46	7.09	1 # 5 @ 0.2	-18.8	0.8 Ok
m6	0.175	4.03	4.41	1 # 5 @ 0.2	-18.54	0.79 Ok
m6	0.488	-2.81	3.06	1 # 5 @ 0.2	-18.07	0.77 Ok
m6	0.8	-6.37	7	1 # 5 @ 0.2	-12.12	0.52 Ok
m6	1.112	-6.96	7.34	1 # 5 @ 0.2	-4.39	0.19 Ok
m6	1.425	-8	7.34	1 # 5 @ 0.2	-3.92	0.17 Ok
m6	1.738	-6.23	6.84	1 # 5 @ 0.2	-3.45	0.15 Ok
m6	2.05	-5.05	5.53	1 # 5 @ 0.2	5.7	0.24 Ok
m6	2.362	-1.2	1.31	1 # 5 @ 0.2	11.65	0.5 Ok
m6	2.675	4.25	4.65	1 # 5 @ 0.2	12.12	0.52 Ok
m6	2.85	7.04	7.34	1 # 5 @ 0.2	12.38	0.53 Ok
m7	0	4.46	4.88	1 # 5 @ 0.2	-5.59	0.24 Ok
m7	0.175	3.93	4.29	1 # 5 @ 0.2	-5.2	0.22 Ok
m7	0.488	3.1	3.38	1 # 5 @ 0.2	-4.5	0.19 Ok
m7	0.8	2.42	2.63	1 # 5 @ 0.2	-3.8	0.16 Ok
m7	1.112	2.17	2.36	1 # 5 @ 0.2	-3.1	0.13 Ok
m7	1.425	2.23	2.42	1 # 5 @ 0.2	-2.4	0.1 Ok
m7	1.738	2.43	2.65	1 # 5 @ 0.2	-1.7	0.07 Ok
m7	2.05	2.78	3.03	1 # 5 @ 0.2	-1	0.04 Ok
m7	2.362	3.28	3.58	1 # 5 @ 0.2	1.12	0.05 Ok
m7	2.675	3.93	4.29	1 # 5 @ 0.2	1.82	0.08 Ok
m7	2.85	4.35	4.76	1 # 5 @ 0.2	2.21	0.09 Ok

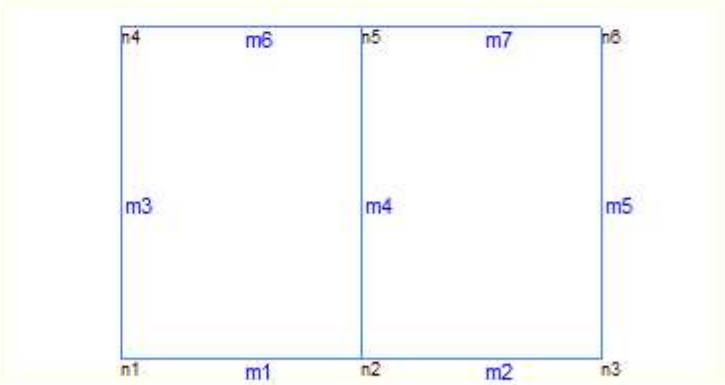


ENVOLVENTE MÁXIMA DE DISEÑO

Mi.	Posic(m)	Mu(t-m)	As(cm2)	Arm.Sug	Vu(t)	Vu/Vr	(Cheq)
m1	0	-6.11	5.8	1 # 5 @ 0.2	12.82	0.48	Ok

Diseño Detallado a Flexión para la sección en estudio

	Valor	Simbología
Mu	6.11 t-m	Momento mayorado en la secc
K	43.472 t/m2	Mu/bd^2
m	17.647	fy/0.85f'c
Ro Calc	0.0012	Cuantía Acero de Diseño
As calc	4.357 cm2	Area Refuerzo Calculado Total
Ic	0.008 m4	Mom de Inercia de Sección Bruta
fr	33.132 kg/cm2	Módulo de Ruptura : 1.98(f'c)^1/2
Mcr	11.182 t-m	Mom Agrietamiento
Asmin(Mcr)	8.041 cm2	Acero para Mom_Agrietam.
1.33Ascal	5.795 cm2	Acero Calculado x 1.33
Acero Domina	5.795 cm2	Acero a Flexión Definitivo
Arm Ppal Sug.	1 # 5 @ 0.2	Armad Ppal Real Propuesta
As real Coloc	9.897 cm2	Area de Acero Real Colocado
c	2.05 cm	Alt blq compr: AsFy/.85f'cBetab
et	0.0627	0.003(dt-c)/c
Chequeo	et > 0.005	Phi OK
As RetracTemp	9.42 cm2/cara	2.33<=0.75bh /(2(b+h)Fy)<=12.7
Arm Retr Sug.	1 # 3 @ 0.25	Armad Retracc Propuesta



*

Esfuerzos en el Suelo

ÍTEM	ESFZO MÁX SUELO
Carga Muerta DC	3.5 t/m2
Carga Muerta DW	0.19 t/m2
Empuje Tierras EH	0 t/m2
PrVert Relleno WV	0.02 t/m2
Sobrecarga LS	0 t/m2
Carga de Agua WA	0 t/m2
Carga Viva L+I (Vmáx)	8.12 t/m2
Est,Lím Res. Comb_Dom	19.12 t/m2
Res.Suelo E.Lím Resis	32.5 t/m2
Chequeo	SUELO OK

*

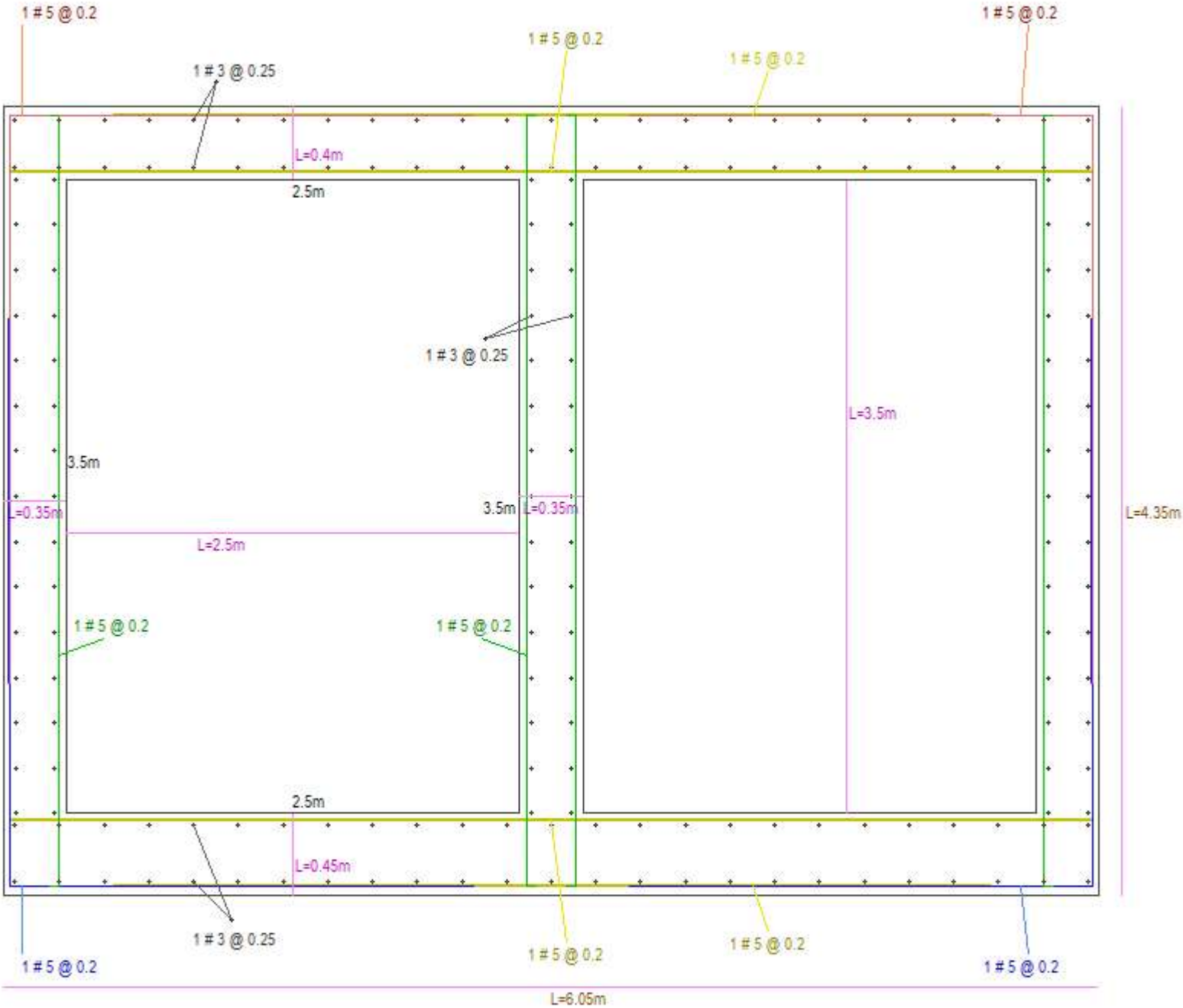
Diseño Detallado a Corte para la sección en estudio

	Valor	Simbología
dv1 0.9de	0.36 m	Profund efec de Cortante (a) Art 5.8.2.9
dv2 0.72h	0.324 m	Profund efec de Cortante (b) Art 5.8.2.9
dv dom	0.36 m	Prof efec de Cortante dominante
Phi	0.85	Fact de Res a Cort Art 5.5.4.2
Beta	2	Fact.Cap Concr Agr Diag Tracc y Cort
Vc	31.62 t	Vc=0.083Betaf'c^(1/2)bvdv Art 5.8.3.3-3
Vs	0	Vs =0 No Flejes
Vn	31.62 t	Vn = Vc Art 5.8.3.3-1
Vr	26.88 t	Vr = phi x Vn
Vu	12.82 t	Cortante Ult de Diseño
Chequeo	0.48 Ok	

ARMADURA BOX CULVERT

Armor
Report: 1

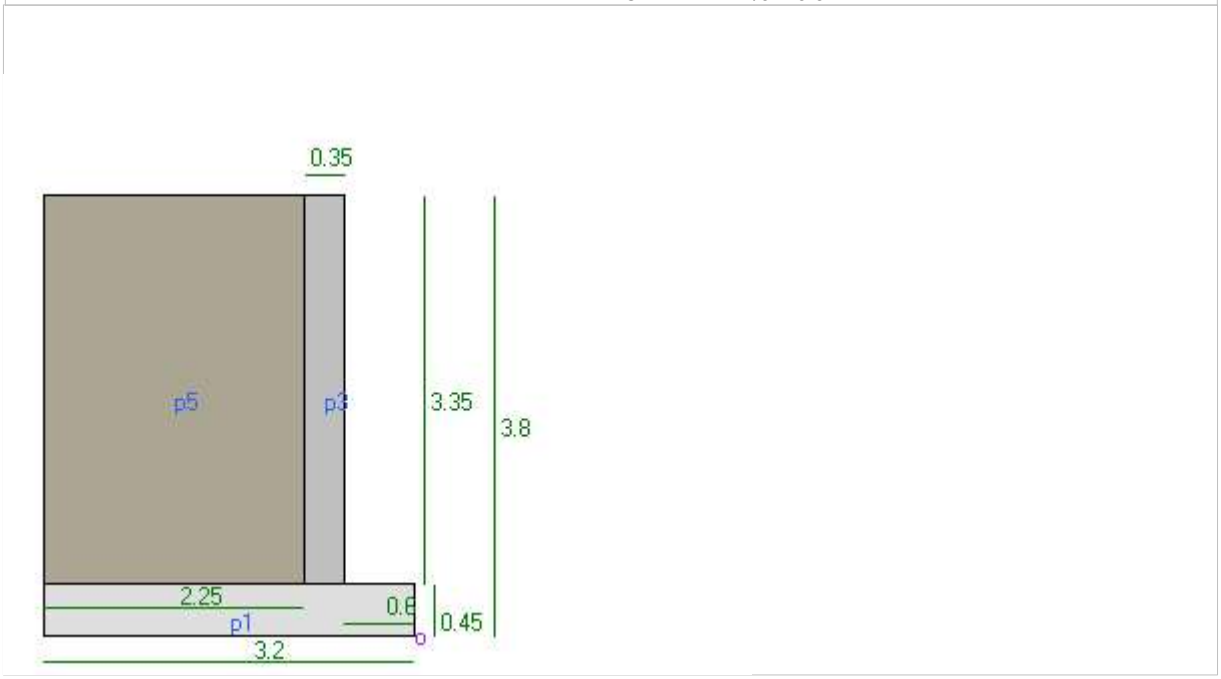
Armadura Sugerida



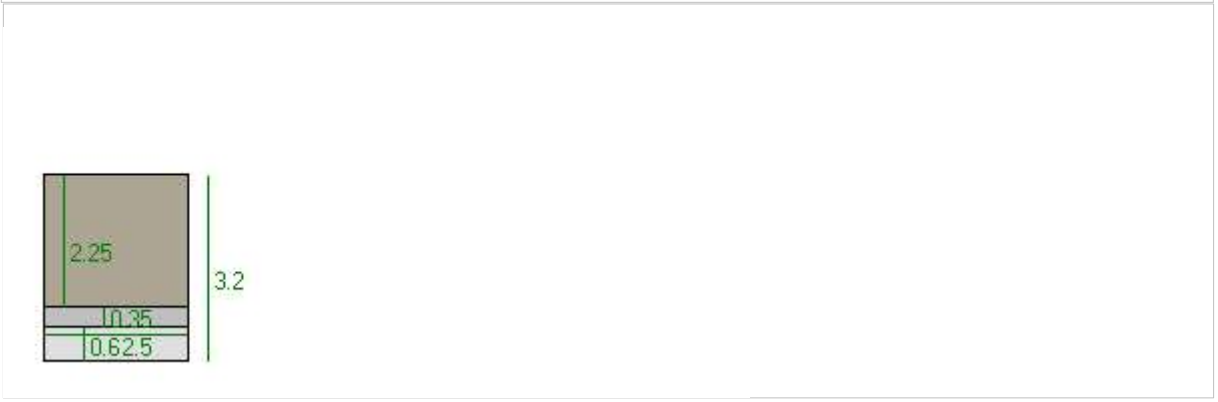
Diseño de la Aleta Superficial del Box

Muro: Rep. 4

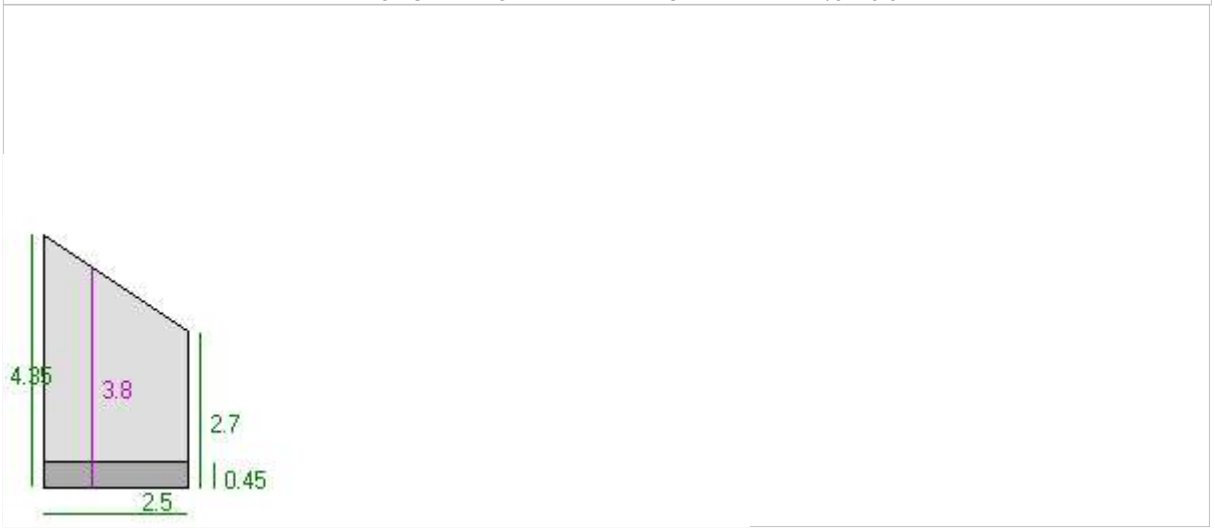
VISTA TRANSVERSAL - Corte en LTM/3 = 3.8m



VISTA EN PLANTA



VISTA LONGITD.FRONTAL - Pto de Calculo en : LTM/3 = 3.8m



Diseño de la Aleta Superficial del Box

Muro: Rep. 6

Cargas y Momentos

Cargas y Momentos DC por el Muro Total

Polig	Peso(t)	Brazo y(m)	Mom Mo (t-m)
p1	8.64	1.6	13.824
p2	0	0	0
p3	7.035	0.775	5.452
p4	0	0	0
Σ	15.675		19.276

	Valor	Simbología
P DC	15.675	Carga por P.P. Muro (t)
yDC	1.23	Ubicación PDC resp a o (m)
eDC	0.37	Excentricidad de PDC (m)
M DC	5.804	Mom por PDC a ycg zap(t-m)
M DCo	19.276	Mom por PDC resp a o (t-m)

Cargas y Momentos EV por el Relleno

Polig	Peso(t)	Brazo y(m)	Mom Mo (t-m)
p5	33.919	2.075	70.381
p6	0	0	0
Σ	33.919		70.381

	Valor	Simbología
P EV	33.919	Carga por Peso Relleno (t)
yEV	2.075	Ubicación PEV resp a o (m)
eEV	-0.475	Excentricidad de PEV (m)
M EV	-16.111	Mom por PEV a ycg zap(t-m)
M EVo	70.381	Mom por PEV resp a o (t-m)

Empuje de Tierras

PRESIÓN DE TIERRAS (AASHTO 2014 y CCP14 Art. 3.11.5.3)

$$k_a = sin^2(\theta + \emptyset'_f)/(\Gamma(sin^2\theta sin(\theta - \delta))$$

$$\Gamma = \{1 + \sqrt{[\sin(\emptyset'_f + \delta)\sin(\emptyset'_f - \beta)/[\sin(\theta - \delta)\sin(\theta + \beta))]}\}^2$$

	Valor	Simbología
θ	90	Ang Cara Trasera Muro con Horiz (°)
β	0	Ang Talud Relleno con la Horiz (°)
δ	0	Ang Fricción Relleno-Muro (°)
ϕ	30	Ang Efectivo Fricción Interna (°)
Ka	0.333	Coefic. de Presión Lateral Activa
po1	2.28	Presión por suelo nat seco (t/m2)
H1	3.8	Altura Suelo Nat Seco (m)
E1	10.83	Emp por Suelo Nat Seco (t)
po2	2.28	Presión por Suelo Sumergido (t/m2)
H2	0	Altura del Suelo Sumergido (m)
E2	0	Empuje por Suelo Sumergido (t)
pagua	0	Presión del Agua (t/m2)
Eagua	0	Empuje del Agua (t)
EHtot.	10.83	Empuje Total EH (t)
Bzo.Etot	1.267	Brazo del Empuje Total Z_EH (m)
M EH	13.718	Momento por Empuje Total EH (t-m)

SOBRECARGA VIVA (AASHTO 2014 y CCP14 Art. 3.11.6.4)

Carga Vertical

	Valor	Simbología
pv	0.492	Presion Vert por sobrecarga (t/m2)
d	0	Dist del muro a borde tráfico (m)
heq	0.82	Altura equiv de sobrecarga (m)
ls	2.25	Ancho accion sobrecarga viva (m)
PLs	2.768	Peso por sobrec. viva:Vertical (t)
yLs	2.075	Ubicación sobrecarga viva (m)
eLs	-0.475	Excentricidad Sobrecarga Viva (m)
MLsv	-1.315	Mom por LS vert en el ycg zap (t-m)
MLso	5.743	Momento por LS vertical (o) (t-m)

Presión Lateral (Horizontal) Ec 3.11.6.4-1

	Valor	Simbología
p1	0.492	Presion horiz por sobrec viva (t/m2)
eLs	4.674	Empuje de Tierras por sobrec viva (t)
ZLs	1.9	Ubicación de Emuje desde x-x (m)
MLsh	8.881	Momento por LS horiz en ycg zap(t-m)
MLs	7.566	Mom Total por LS en ycg zap (t-m)

Diseño de la Aleta Superficial del Box

Muro: Rep. 7

Sismo

CÁLCULO SÍSMICO . AASHTO y CCP14 Art 3.10

Carga Cálculo Aceler por Masa Muro Art. 11.6.5.2.2

Polig	Peso(t)	Brazo z (m)	Mom M (P*z) (t-m)
p1	8.64	0.225	1.944
p2	0	1.567	0
p3	7.035	2.125	14.949
p4	0	1.567	0
Σ	15.675		16.893

Carga Cálculo Aceler por Masa Relleno Art. 11.6.5.2.2

Polig	Peso(t)	Brazo z (m)	Mom M (P*z) (t-m)
p5	33.919	2.125	72.077
p6	0	0	0
Σ	33.919		72.077

Cálculo Empuje y Momento Sísmico. Mononobe Okabe

	Valor	Descripción
kho	0.315	x Fpga
kh	0.158	Coef de Aceleración Horizontal
kv	0	Coef de Aceleración Vertical
θ	8.951°	ArcTg(kh)
i	0°	Ang Inclinación Talud Relleno
ϕ	30°	Ang Fricción Interna Suelo Relleno
δ	0°	Ang de Rozamiento Terreno Muro
β	90°	Ang entre Vertical y Paramento Muro
KAE	0.439	Coef Sísmico de Presión Activa Suelo
PAE	18.679 t	Emp Dinámico Horiz Activo (inc.PEstát)
ΔPAE	7.849 t	Empuje Pseudo Estático
MEAE	13.66 t-m	Momento por Emp Dinám Horiz Activo

Ecuación Empuje Activo Sísmico Mononobe Okabe

$$K_{AE} = \frac{sin^2(\emptyset + \beta - \theta)}{\psi \cos\theta sin^2\beta \sin(\beta - \delta - \theta)}$$

$$\theta = \arctan(k_h/(1-k_v))$$

$$\beta = Ang\ entre\ vert\ y\ param.muro$$

$$i = Talud\ del\ Relleno$$

$$\psi = \{1 + \sqrt{\frac{\sin(\emptyset+\delta)\sin(\emptyset-\theta-i)}{\sin(\beta-\delta-\theta)\cos(i+\beta)}}\}^2$$

Global

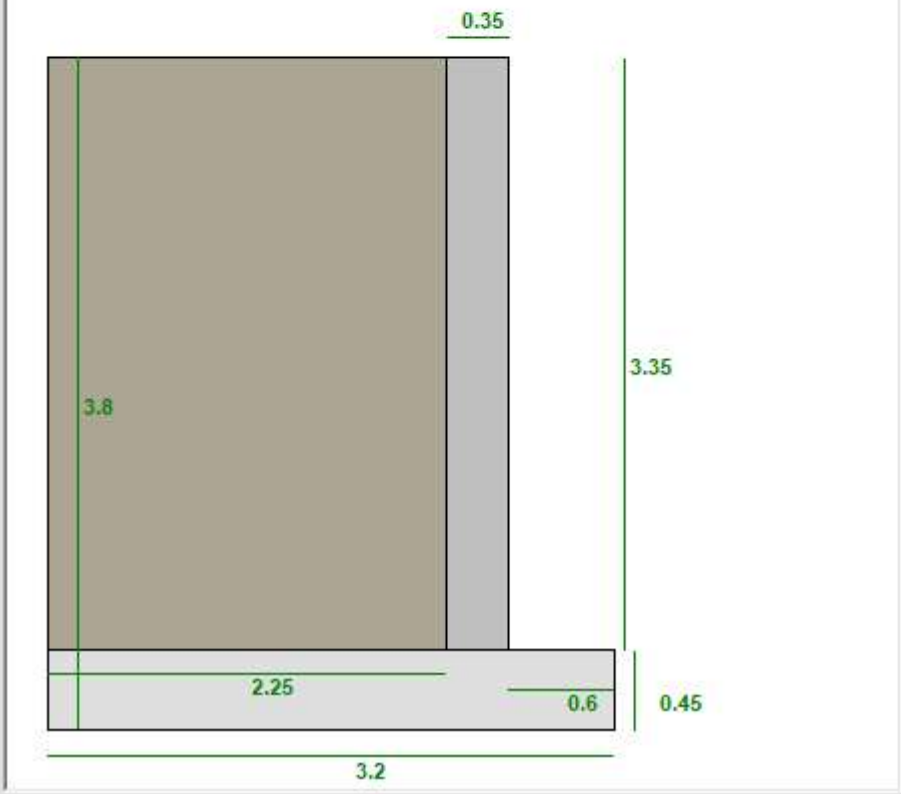
Carga Total de Sismo: PIR y Hbu

	Valor	Simbología
Ww	15.675	Peso del Cuerpo del Muro (t)
Ws	33.919	Peso del Suelo del Relleno (t)
Kh	0.158	Coef Aceleraс Sísmica Horiz
PIR	7.811	Fza Inercial Horiz: kh(Ww+Ws) (t)
EH	10.83	Empuje Estático de Suelos (t)
DeltaPAE	7.849	Difer. Emononobe - EH (t)
Pseis_1	11.754	100%DeltaPAE + 50%PIR (t)
Pseis_2	13.226	50%(DeltaPAE(>=EH)) + 100%PIR
Pseis_dom	**13.226**	Carga Psísmica dominante (t)
Brazo Y	1.74	Brazo de Aplic: 0.4Htot_Muro (m)
Mseis	**23.013**	Mom por Carga Psísmica (t-m)
Sumat Fsism	**13.226**	Suma Total de Fsismo (t)
Sumat Msism	**23.013**	Suma Total de Msismo (t-m)

Estados Límite

EstLím	SERVICIO I		RESISTENCIA I		EV EXTREMO I	
Combin.	γMAχ	γMIN	γMAχ	γMIN	γMAχ	γMIN
DC	1.00	1.00	1.25	0.90	1.25	0.90
DW	1.00	1.00	1.50	0.65	1.50	0.65
LL	1.00	1.00	1.75	1.75	0.00	0.00
BR	1.00	1.00	1.75	1.75	0.00	0.00
EH	1.00	1.00	1.50	0.90	1.50	0.90
EV	1.00	1.00	1.35	1.00	1.35	1.00
LS	1.00	1.00	1.75	1.75	0.00	0.00
TU	1.00	1.20	0.50	1.20	0.50	1.20
SH	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
WA	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
WS	0.30	0.00	0.00	0.00	1.40	0.00
WL	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
EQ	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Denominacion Cargas	
	DESCRIPCIÓN
DC	P.P. Comp.Estr y Accesor.
DW	P.P. Rodadura e Instalac.
LL	Carga Viva Vehicular
BR	Fuerza Frenado Vehicular
EH	Empuje Horizont del Suelo
EV	Presión Vert Suelo Relleno
LS	Sobrecarga por C_Viva
TU	Fuerza por Temp Uniforme
SH	Fuerzas por Retracción
WA	Pres Agua y Corriente
WS	Viento sobre Estructura
WL	Viento sobre C Viva
EQ	Carga Sísmica



Estados Límite

Estado Límite de SERVICIO I

Servicio I	P (t)	H (t)	M (t-m)	Pu Máx (t)	Hu Máx (t)	Mu máx (t-m)	Pu Mín (t)	Hu Mín (t)	Mu mín (t-m)
DC	15.675		5.804	15.675		5.804	15.675		5.804
EH		10.83	13.718		10.83	13.718		10.83	13.718
EV	33.919		-16.111	33.919		-16.111	33.919		-16.111
LS	2.768	4.674	8.881	2.768	4.674	8.881	2.768	4.674	8.881
EQ									
Σ				52.361	15.504	12.291	52.361	15.504	12.291

Estado Límite de RESISTENCIA I

Resisten I	P (t)	H (t)	M (t-m)	Pu Máx (t)	Hu Máx (t)	Mu máx (t-m)	Pu Mín (t)	Hu Mín (t)	Mu mín (t-m)
DC	15.675		5.804	19.594		7.255	14.108		5.223
EH		10.83	13.718		16.245	20.577		9.747	12.346
EV	33.919		-16.111	45.79		-21.75	33.919		-16.111
LS	2.768	4.674	8.881	4.843	8.18	15.541	4.843	8.18	15.541
EQ									
Σ				70.227	24.425	21.623	52.869	17.927	16.999

Estado Límite de EVENTO EXTREMO I

Ev.Extrem I	P (t)	H (t)	M (t-m)	Pu Máx (t)	Hu Máx (t)	Mu máx (t-m)	Pu Mín (t)	Hu Mín (t)	Mu mín (t-m)
DC	15.675		5.804	19.594		7.255	14.108		5.223
EH		10.83	13.718		16.245	20.577		9.747	12.346
EV	33.919		-16.111	45.79		-21.75	33.919		-16.111
LS	2.768	4.674	8.881	1.384	2.337	4.44	1.384	2.337	4.44
EQ		13.226	23.013		13.226	23.013		13.226	23.013
Σ				66.768	31.808	33.535	49.41	25.31	28.912

ANÁLISIS DE ESTABILIDAD Y ESFUERZOS EN EL SUELO

Muro SP: R. 1

Estado Límite Servicio I

CHEQUEO CAPACIDAD RESISTENTE DEL SUELO

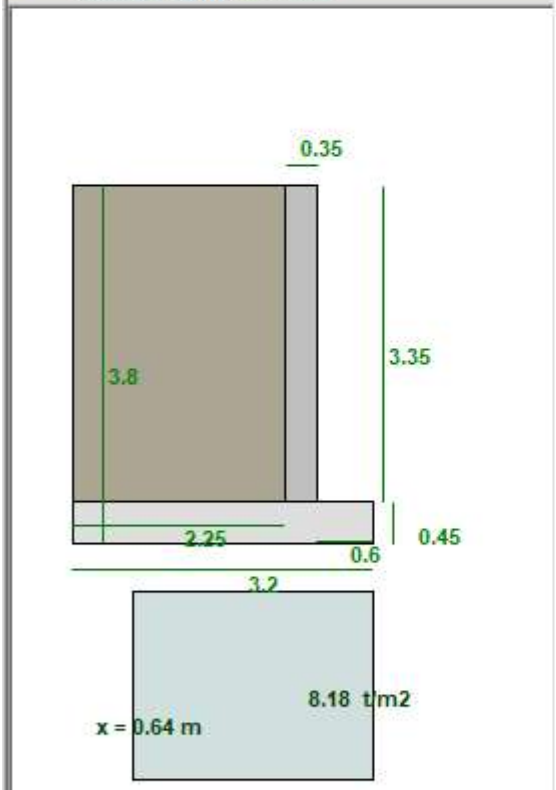
Solicitaciones Estado Límite : **Servicio**

Resistencia Suelo 72.5 t/m2 | Caso: MÁXIMO

	Valor	Simbología
ΣP	52.36	Sumatoria Fuerzas Verticales (t)
B	3.2	Ancho de la Zapata (m)
L	2.5	Longitud de la Zapata (m)
d	1.28	(MomEstab - MomVolc) /SumatP (m)
e calc	0.32	Excentricidad de la Carga (m)
Suelo		
σv	8.18	Esfzo Vertical en Suelo (t/m2)
Roca		
σv1	-	Esfzo Vert Máx en Roca (t/m2)
σv2	-	Esfzo Vert Mín en Roca (t/m2)

ESFUERZOS MÁXIMOS Y MÍNIMOS EN EL SUELO (t/m2)

ESTADO LÍMITE: **Servicio**



CHEQUEO VOLCAMIENTO

E. LÍMITE:Servicio

$e_{máx}$=: B/3 (Est Lím Resistencia) | Caso: MÁXIMO

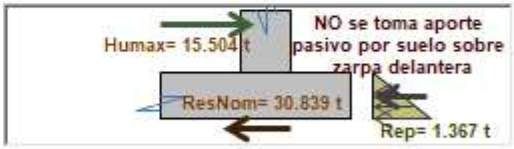
$\gamma_{EQ} = 1$ $e_{máx}$= (8B/10)/2 $\gamma_{EQ} = 0$ $e_{máx}$= (2B/3)/2. Ev Extr

	Valor	Simbología
DCmuro	19.28	Mom(o) DCmuro(t-m)
EV	70.38	Mom(o) por Peso Relleno EV (t-m)
LS	0	Mom(o) por Sobrec LS vert (t-m)
SumaMestab	89.66	Sumator. Mom Estabilizantes (t-m)
EH	13.72	Mom(o) por Emp Tierras EH (t-m)
LS	8.88	Mom(o) por Sobrec LS horiz (t-m)
Pseis	0	Mom(o) por FzaSísmic Pseis (t-m)
SumaMvolc	22.6	Sumatoria Mom Volcamiento (t-m)
Ry	52.36	Sumatoria Fuerzas Verticales (t)
d	1.28	(MomEstab - MomVolc) / Ry (m)
e calculada	0.32	LongitudZap / 2 - d (m)
e máx	1.07	Excentric. Máx según Norma (m)
Diagnóstico	OK VOLC	Chequeo e(calc) vs e(máx)

CHEQUEO DESLIZAM

E. LÍMITE: **Servicio**

	Valor	Simbología
i	0	Ang Inclinación Relleno Delant (°)
β	90	Ang Pared Del. (ZarpDel) con Horizont (°)
δ	0	Ang Fricción Relleno-Estrib S pasivo (°)
ϕ	30	Ang Efectivo Fricc Int S Pasivo (°)
Kp	3	Coeficiente de Presión Lateral Pasiva
hp1	0.45	Altura Básica Pres. Pasiva (Hzarp del) (m)
qp1	2.43	Esfuerzo de Pres. Pasiva Básica (t/m2)
Rep	1.367	Resistencia Nominal Básica Pasiva (t)
Rn_fricc	30.839	Resist. Nominal por Fricc suelo-cim (t)
Rn_Total	32.206	Resistencia Nominal Total (sin llave) (t)
Humáx	15.504	Fza Horiz Máx que produce Deslizam (t)
Hu/Rntot	0.481	Cumple Deslizamiento SIN usar LLave



d = (MomEstab - MomVolc) /SumatP e = B / 2 - d

11.6.3.2-2 (3) tercio medio

Suelo NO ROCOSO

$$\sigma_v = \left(\frac{\Sigma P}{B - 2e}\right)/L$$

11.6.3.2-1

Suelo ROCOSO

$$\sigma_v = \left(\frac{\Sigma P}{B}\left(1 \pm \frac{6e}{B}\right)\right)/L$$

Suelo ROCOSO R fuera tercio medio

$$\sigma_{v\,máx} = \frac{2\Sigma P}{3B\left(\frac{B}{2} - e\right)}$$

$\sigma_{v\,mín} = 0$

11.6.3.2-4 (5)

REVISIÓN GLOBAL DE ESFUERZOS EN SUELO Y ESTABILIDAD

ENVOLVENTE

CHEQUEO	Evaluación	Observación
Esfzos Suelo	EMáx<Qa EMín>0	Esfuerzos OK
Deslizamiento	NO Req Llave	-
Volcamiento	OK	-

ANÁLISIS DE ESTABILIDAD Y ESFUERZOS EN EL SUELO

Muro SP: R. 2

Estado Límite Resistencia I

CHEQUEO CAPACIDAD RESISTENTE DEL SUELO

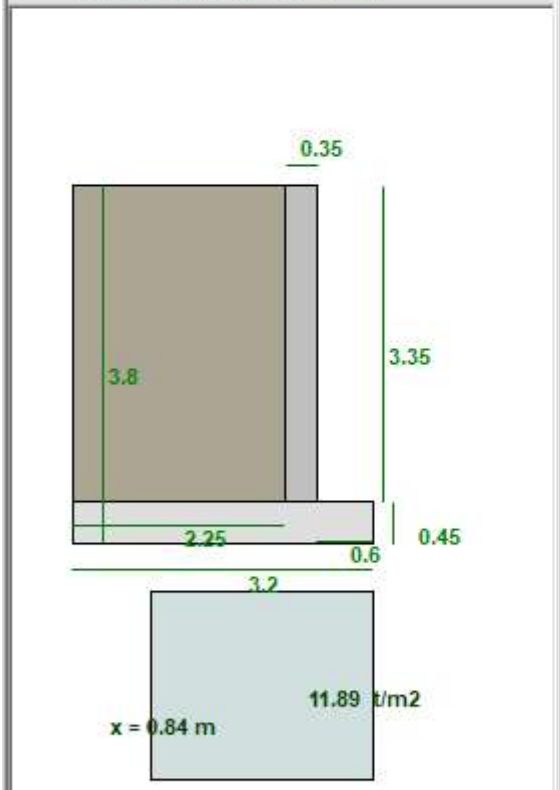
Solicitaciones Estado Límite : **Resistencia I**

Resistencia Suelo 32.5 t/m2 | Caso: MÁXIMO

	Valor	Simbología
ΣP	70.23	Sumatoria Fuerzas Verticales (t)
B	3.2	Ancho de la Zapata (m)
L	2.5	Longitud de la Zapata (m)
d	1.18	(MomEstab - MomVolc) /SumatP (m)
e calc	0.42	Excentricidad de la Carga (m)
Suelo		
σv	11.89	Esfzo Vertical en Suelo (t/m2)
Roca		
σv1	-	Esfzo Vert Máx en Roca (t/m2)
σv2	-	Esfzo Vert Mín en Roca (t/m2)

ESFUERZOS MÁXIMOS Y MÍNIMOS EN EL SUELO (t/m2)

ESTADO LÍMITE: **Resistencia I**



CHEQUEO VOLCAMIENTO

E. LÍMITE:Resistencia I

$e_{máx}$=: B/3 (Est Lím Resistencia) | Caso: MÁXIMO

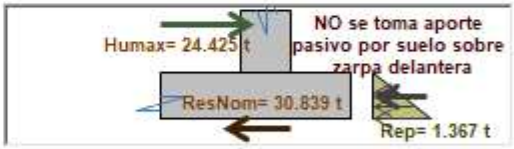
$\gamma_{EQ} = 1$ $e_{máx}$= (8B/10)/2 $\gamma_{EQ} = 0$ $e_{máx}$= (2B/3)/2.Ev Extr

	Valor	Simbología
DCmuro	24.1	Mom(o) DCmuro(t-m)
EV	95.01	Mom(o) por Peso Relleno EV (t-m)
LS	0	Mom(o) por Sobrec LS vert (t-m)
SumaMestab	119.11	Sumator. Mom Estabilizantes (t-m)
EH	20.58	Mom(o) por Emp Tierras EH (t-m)
LS	15.54	Mom(o) por Sobrec LS horiz (t-m)
Pseis	0	Mom(o) por FzaSísmic Pseis (t-m)
SumaMvolc	36.12	Sumatoria Mom Volcamiento (t-m)
Ry	70.23	Sumatoria Fuerzas Verticales (t)
d	1.18	(MomEstab - MomVolc) / Ry (m)
e calculada	0.42	LongitudZap / 2 - d (m)
e máx	1.07	Excentric. Máx según Norma (m)
Diagnóstico	OK VOLC	Chequeo e(calc) vs e(máx)

CHEQUEO DESLIZAM

E. LÍMITE: **Resistencia I**

	Valor	Simbología
i	0	Ang Inclinación Relleno Delant (°)
β	90	Ang Pared Del. (ZarpDel) con Horizont (°)
δ	0	Ang Fricción Relleno-Estrib S pasivo (°)
ϕ	30	Ang Efectivo Fricc Int S Pasivo (°)
Kp	3	Coeficiente de Presión Lateral Pasiva
hp1	0.45	Altura Básica Pres. Pasiva (Hzarp del) (m)
qp1	2.43	Esfuerzo de Pres. Pasiva Básica (t/m2)
Rep	1.367	Resistencia Nominal Básica Pasiva (t)
Rn_fricc	30.839	Resist. Nominal por Fricc suelo-cim (t)
Rn_Total	32.206	Resistencia Nominal Total (sin llave) (t)
Humáx	24.425	Fza Horiz Máx que produce Deslizam (t)
Hu/Rntot	0.758	Cumple Deslizamiento SIN usar LLave



d = (MomEstab - MomVolc) /SumatP e = B / 2 - d 11.6.3.2-2 (3) tercio medio

Suelo NO ROCOSO

$$\sigma_v = \left(\frac{\Sigma P}{B - 2e}\right)/L$$

11.6.3.2-1

Suelo ROCOSO

$$\sigma_v = \left(\frac{\Sigma P}{B}\left(1 \pm \frac{6e}{B}\right)\right)/L$$

Suelo ROCOSO R fuera tercio medio

$$\sigma_{v\,máx} = \frac{2\Sigma P}{3B\left(\frac{B}{2} - e\right)}$$

$\sigma_{v\,mín} = 0$

11.6.3.2-4 (5)

REVISIÓN GLOBAL DE ESFUERZOS EN SUELO Y ESTABILIDAD

ENVOLVENTE

CHEQUEO	Evaluación	Observación
Esfzos Suelo	EMáx<Qa EMín>0	Esfuerzos OK
Deslizamiento	NO Req Llave	-
Volcamiento	OK	-

Muro SP: R. 3

Estado Límite Evento Extremo I

CHEQUEO CAPACIDAD RESISTENTE DEL SUELO

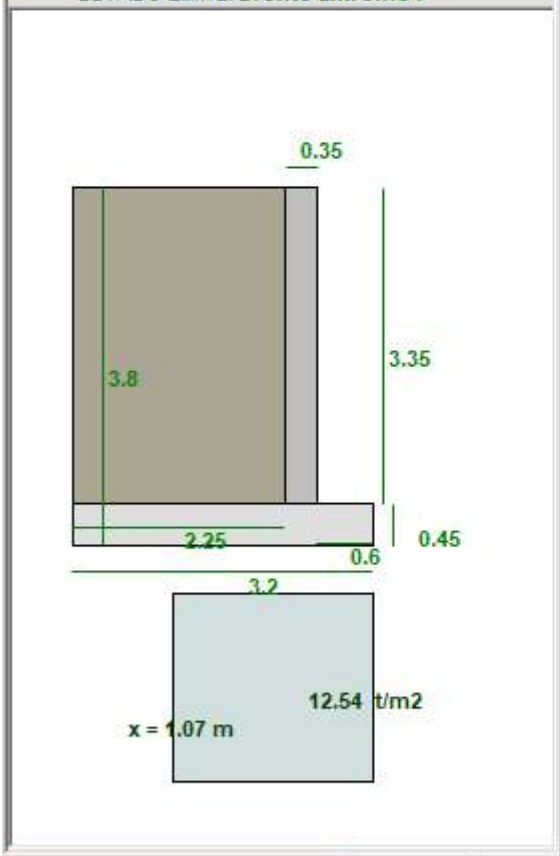
Solicitaciones Estado Límite : **Evento Extremo I**

Resistencia Suelo 72.5 t/m2 | Caso: MÁXIMO

	Valor	Simbología
ΣP	66.77	Sumatoria Fuerzas Verticales (t)
B	3.2	Ancho de la Zapata (m)
L	2.5	Longitud de la Zapata (m)
d	1.06	(MomEstab - MomVolc) /SumatP (m)
e calc	0.54	Excentricidad de la Carga (m)
Suelo		
σv	12.54	Esfzo Vertical en Suelo (t/m2)
Roca		
σv1	-	Esfzo Vert Máx en Roca (t/m2)
σv2	-	Esfzo Vert Mín en Roca (t/m2)

ESFUERZOS MÁXIMOS Y MÍNIMOS EN EL SUELO (t/m2)

ESTADO LÍMITE: **Evento Extremo I**



CHEQUEO VOLCAMIENTO

E. LÍMITE:Evento Extremo I

$e_{máx}$=: B/3 (Est Lím Resistencia) Caso: MÁXIMO

$\gamma_{EQ} = 1$ $e_{máx}$= (8B/10)/2 $\gamma_{EQ} = 0$ $e_{máx}$= (2B/3)/2.Ev Extr

	Valor	Simbología
DCmuro	24.1	Mom(o) DCmuro(t-m)
EV	95.01	Mom(o) por Peso Relleno EV (t-m)
LS	0	Mom(o) por Sobrec LS vert (t-m)
SumaMestab	119.11	Sumator. Mom Estabilizantes (t-m)
EH	20.58	Mom(o) por Emp Tierras EH (t-m)
LS	4.44	Mom(o) por Sobrec LS horiz (t-m)
Pseis	23.01	Mom(o) por FzaSísmic Pseis (t-m)
SumaMvolc	48.03	Sumatoria Mom Volcamiento (t-m)
Ry	66.77	Sumatoria Fuerzas Verticales (t)
d	1.06	(MomEstab - MomVolc) / Ry (m)
e calculada	0.54	LongitudZap / 2 - d (m)
e máx	1.17	Excentric. Máx según Norma (m)
Diagnóstico	OK VOLC	Chequeo e(calc) vs e(máx)

CHEQUEO DESLIZAM

E. LÍMITE: **Evento Extremo I**

	Valor	Simbología
i	0	Ang Inclinación Relleno Delant (°)
β	90	Ang Pared Del. (ZarpDel) con Horizont (°)
δ	0	Ang Fricción Relleno-Estrib S pasivo (°)
ϕ	30	Ang Efectivo Fricc Int S Pasivo (°)
Kp	3	Coeficiente de Presión Lateral Pasiva
hp1	0.45	Altura Básica Pres. Pasiva (Hzarp del) (m)
qp1	2.43	Esfuerzo de Pres. Pasiva Básica (t/m2)
Rep	1.367	Resistencia Nominal Básica Pasiva (t)
Rn_fricc	30.839	Resist. Nominal por Fricc suelo-cim (t)
Rn_Total	32.206	Resistencia Nominal Total (sin llave) (t)
Humáx	31.808	Fza Horiz Máx que produce Deslizam (t)
Hu/Rntot	0.988	Cumple Deslizamiento SIN usar LLave



d = (MomEstab - MomVolc) /SumatP e = B / 2 - d

Suelo NO ROCOSO

$$\sigma_v = \left(\frac{\Sigma P}{B - 2e}\right)/L$$

11.6.3.2-1

Suelo ROCOSO 11.6.3.2-2 (3) tercio medio

$$\sigma_v = \left(\frac{\Sigma P}{B}\left(1 \pm \frac{6e}{B}\right)\right)/L$$

Suelo ROCOSO R fuera tercio medio

$$\sigma_{v\,máx} = \frac{2\Sigma P}{3B\left(\frac{B}{2} - e\right)}$$

$\sigma_{v\,mín} = 0$

11.6.3.2-4 (5)

REVISIÓN GLOBAL DE ESFUERZOS EN SUELO Y ESTABILIDAD

ENVOLVENTE

CHEQUEO	Evaluación	Observación
Esfzos Suelo	EMáx<Qa EMín>0	Esfuerzos OK
Deslizamiento	NO Req Llave	-
Volcamiento	OK	-

Diseño para Est Límite: Servicio I

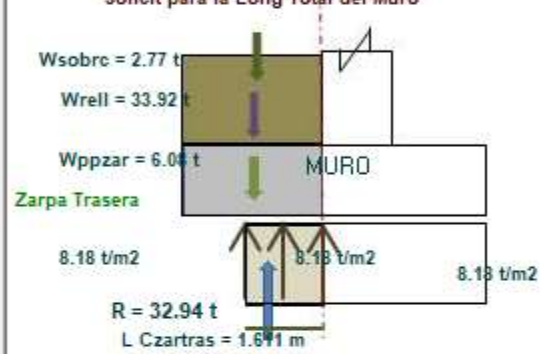
DISEÑO DE LA ZARPA TRASERA O TALÓN

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Servicio

Solicitaciones | Diseño a Flexión | Diseño a Cortante

	Valor	Descripción
Pzartras	-32.94 t	Carga Total por Reacc Sue Zarp Tras
Wzarptras	6.08 t	Carga Total por P.P. Zarpa Trasera
Wrelleno	33.92 t	Carga Total por Peso del Relleno
Sobrec.Ver	2.77 t	Carga por Comp. Vert Sobrecarga
Vu	9.82 t	Sumat Cargas Vert: Vu de Diseño
MuxReacc Sue	0 t-m	Momento por Reacc Suelo
Mu x PPzarp	6.83 t-m	Momento por P.P. Zarpa Trasera
Mu x Wrell	38.16 t-m	Momento por Peso del Relleno
Mu x Sobrec	6.23 t-m	Momento por CompV Sobrecarga
Sumat Mu	51.22 t-m	Sumat de Momentos. Mu diseño

Solicit para la Long Total del Muro



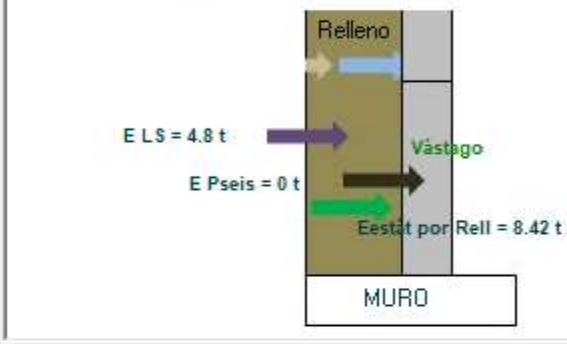
DISEÑO DEL VÁSTAGO O PANTALLA

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Servicio

Solicitaciones | Diseño a Flexión | Diseño a Cortante

	Valor	Descripción
E de Tierras EH	8.42 t	Emp Estático de Tierras
E sísmico E Pseis	0 t	Empuje Sísmico Pseis
E Sobrecarga LS	4.8 t	Emp por Sobrecarga Viva
Sumat Empujes	13.21 t	Sumat de Empujes = Vu diseño
Mom x E.Tierra EH	9.4 t-m	Mom x Emp de Tierras
Mom por Pseis	0 t-m	Mom por Fza Sísmica Pseis
Mom por LS	9.35 t-m	Mom x SobrecViva LS
Sumat Momentos	18.75 t-m	Sumat de Momentos = Mu diseño

Solicit para la Long Total del Muro



DISEÑO DE LA ZARPA DELANTERA O DEDO

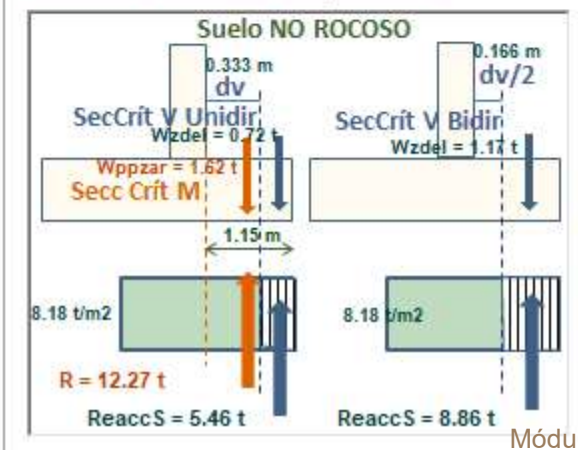
SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Servicio

Solicitaciones | Diseño a Flexión | Diseño a Cortante

	Valor	Descripción
Pzardel	12.27 t	Carga Total Reacc Suelo Zarp Del
Wzardel	1.62 t	Carga Total por P.P. Zarpa Delant
Vu	4.74 t	Sumat Cargas:Cortante Ult Diseño
Mu x ReaccSue	3.68 t-m	Momento por Reacc Suelo
Mu x Wzarp	-0.49 t-m	Momento por P.P. Zarpa
Sumat Mu	3.19 t-m	Sumatoria Momentos. Mu diseño

Cargas para la Longitud Total del Estribo

Solicitaciones Básicas en la Zarpa Delantera



Diseño para Est Límite: Servicio I

DISEÑO DE LA ZARPA TRASERA O TALÓN

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Servicio

Solicitaciones | **Diseño a Flexión** | Diseño a Cortante

	Valor	Simbología
Mu	51.22 t-m	Momento mayorado en la secc
K	149.656 t/m2	Mu/bd^2
m	17.647	fy/0.85f'c
Ro Calc	0.0041	Cuantía Acero de Diseño
As calc	38 cm2	Area Refuerzo Calculado Total
Ic	0.019 m4	Mom de Inercia de Sección Bruta
fr	33.132 kg/cm2	Módulo de Ruptura : 1.98(f'c)^1/2
Mcr	27.955 t-m	Mom Agrietamiento
Asmin(Mcr)	20.384 cm2	Acero para Mom_Agrietam.
1.33Ascal	50.54 cm2	Acero Calculado x 1.33
Acero Domina	38 cm2	As(calc) > As Mín (Mcr)
Arm Ppal Sug.	1 # 5 @ 0.13	Armad Ppal Real Propuesta
As real Coloc	38.064 cm2	Area de Acero Real Colocado
c	3.16 cm	Alt blq compr: AsFy/.85f'cBetab
εt	0.0302	0.003(dt-c)/c
Chequeo	et > 0.005	Phi OK
As RetracTemp	6.93 cm2/cara	2.33<=0.75bh /(2(b+h)Fy)<=12.7
Arm Retr Sug.	1 # 3 @ 0.25	Armad Retracc Propuesta

Diseño para la Longitud Total del Muro

DISEÑO DEL VÁSTAGO O PANTALLA

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Servicio

Solicitaciones | **Diseño a Flexión** | Diseño a Cortante

	Valor	Simbología
Mu	18.753 t-m	Momento mayorado en la secc
K	102.897 t/m2	Mu/bd^2
m	17.647	fy/0.85f'c
Ro Calc	0.0028	Cuantía Acero de Diseño
As calc	18.838 cm2	Area Refuerzo Calculado Total
Ic	0.009 m4	Mom de Inercia de Sección Bruta
fr	33.132 kg/cm2	Módulo de Ruptura : 1.98(f'c)^1/2
Mcr	16.911 t-m	Mom Agrietamiento
Asmin(Mcr)	16.945 cm2	Acero para Mom_Agrietam.
1.33Ascal	25.055 cm2	Acero Calculado x 1.33
Acero Domina	18.838 cm2	As(calc) > As Mín (Mcr)
Arm Ppal Sug.	1 # 5 @ 0.2	Armad Ppal Real Propuesta
As real Coloc	24.742 cm2	Area de Acero Real Colocado
c	2.05 cm	Alt blq compr: AsFy/.85f'cBetab
εt	0.0335	0.003(dt-c)/c
Chequeo	et > 0.005	Phi OK
As RetracTemp	5.82 cm2/cara	2.33<=0.75bh /(2(b+h)Fy)<=12.7
Arm Retr Sug.	1 # 3 @ 0.25	Armad Retracc Propuesta

Diseño para la Longitud Total del Muro

DISEÑO DE LA ZARPA DELANTERA O DEDO

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Servicio

Solicitaciones | **Diseño a Flexión** | Diseño a Cortante

	Valor	Simbología
Mu	3.194 t-m	Momento mayorado en la secc
K	9.331 t/m2	Mu/bd^2
m	17.647	fy/0.85f'c
Ro Calc	0.0002	Cuantía Acero de Diseño
As calc	2.288 cm2	Area Refuerzo Calculado Total
Ic	0.019 m4	Mom de Inercia de Sección Bruta
fr	33.132 kg/cm2	Módulo de Ruptura : 1.98(f'c)^1/2
Mcr	27.955 t-m	Mom Agrietamiento
Asmin(Mcr)	20.384 cm2	Acero para Mom_Agrietam.
1.33Ascal	3.044 cm2	Acero Calculado x 1.33
Acero Domina	3.044 cm2	\scalc<AsMín(Mcr). Prima 1.33As
Arm Ppal Sug.	1 # 5 @ 0.2	Armad Ppal Real Propuesta
As real Coloc	24.742 cm2	Area de Acero Real Colocado
c	2.05 cm	Alt blq compr: AsFy/.85f'cBetab
εt	0.0481	0.003(dt-c)/c
Chequeo	et > 0.005	Phi OK
As RetracTemp	6.93 cm2/cara	2.33<=0.75bh /(2(b+h)Fy)<=12.7
Arm Retr Sug.	1 # 3 @ 0.25	Armad Retracc Propuesta

Diseño para la Longitud Total del Muro

Diseño para Est Límite: Servicio I

DISEÑO DE LA ZARPA TRASERA O TALÓN

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Servicio

Solicitaciones | Diseño a Flexión | **Diseño a Cortante**

	Valor	Simbología
dv1 0.9de	0.33 m	Profund efec de Cortante (a) Art 5.8.2.9
dv2 0.72h	0.32 m	Profund efec de Cortante (b) Art 5.8.2.9
dv dom	0.33 m	Prof efec de Cortante dominante
Phi	0.85	Fact de Res a Cort Art 5.5.4.2
Beta	2	Fact.Cap Concr Agr Diag Tracc y Cort
Vc	73.13 t	Vc=0.083Betaf'c^(1/2)bvdv Art 5.8.3.3-3
Vs	0	Vs =0 No Flejes
Vn	73.13 t	Vn = Vc Art 5.8.3.3-1
Vr	65.81 t	Vr = phi x Vn
Vu	9.82 t	Cortante Ult de Diseño
Chequeo	OK	Cortante OK

Diseño para la Longitud Total del Muro

DISEÑO DEL VÁSTAGO O PANTALLA

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Servicio

Solicitaciones | Diseño a Flexión | **Diseño a Cortante**

	Valor	Simbología
dv1 0.9de	0.24 m	Profund efec de Cortante (a) Art 5.8.2.9
dv2 0.72h	0.25 m	Profund efec de Cortante (b) Art 5.8.2.9
dv dom	0.25 m	Prof efec de Cortante dominante
Phi	0.85	Fact de Res a Cort Art 5.5.4.2
Beta	2	Fact.Cap Concr Agr Diag Tracc y Cort
Vc	55.34 t	Vc=0.083Betaf'c^(1/2)bvdv Art 5.8.3.3-3
Vs	0	Vs =0 No Flejes
Vn	55.34 t	Vn = Vc Art 5.8.3.3-1
Vr	65.81 t	Cortante Resist Vr = phi x Vn
Vu	13.21 t	Cortante Ult de Diseño
Chequeo	OK	Cortante OK

Diseño para la Longitud Total del Muro

DISEÑO DE LA ZARPA DELANTERA O DEDO

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Servicio

Solicitaciones | Diseño a Flexión | **Diseño a Cortante**

	Valor	Simbología
dv1 0.9de	0.33 m	Profund efec de Cortante (a) Art 5.8.2.9
dv2 0.72h	0.32 m	Profund efec de Cortante (b) Art 5.8.2.9
dv dom	0.33 m	Prof efec de Cortante dominante
Phi	0.9	Fact ResisCort Art 5.5.4.2 Concr Normal
Vs	0	Vs = 0 -->> No Flejes
		ACCIÓN EN UNA DIRECCIÓN
Beta	2	Fact.Cap Concr Agr Diag Tracc y Cort
Vc	73.13 t	Vc=0.083Betaf'c^(1/2)bvdv Art 5.8.3.3-3
Vn	73.13 t	Vn = Vc Art 5.8.3.3-1
Vr	65.81 t	Cortante Resist Vr = phi x Vn
Vu	4.74 t	Cortante Ult Diseño.SeccCrít: a dv cara
Chq1direcc	Vr>Vu:OK	Cort Una Direcc OK
		ACCIÓN EN DOS DIRECCIONES
Beta_c	7.508	Rel lado largo/corto rectáng aplic.carga
bo	5.67 m	bo = Perímetro de la Sección Crítica
Vc	213.61 t	(.17+.33/Betac)Sq(fc)bodv<.33Sq(fc)bodv
Vr	192.25 t	Cortante Resist Vr = phi x Vn Vn = Vc
Vu	7.69 t	Cortante Ult Dis. Secc Crít: dv/2 de cara
Ch.2Direcc	Vr>Vu:OK	Cort Dos Direcc OK
Ch.GLOBAL	Vr>Vu:OK	Cortante Global OK

Diseño para la Longitud Total del Muro

Diseño para Est Límite: Resistencia I

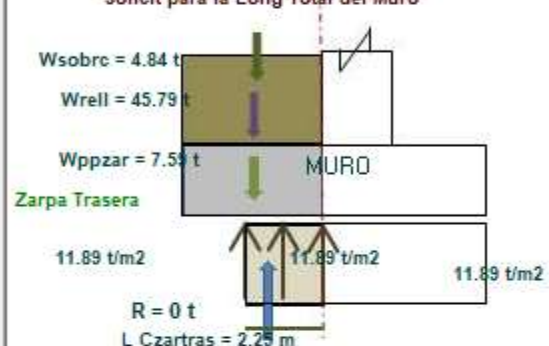
DISEÑO DE LA ZARPA TRASERA O TALÓN

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Resistencia I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | Diseño a Cortante

	Valor	Descripción
Pzartras	0 t	Carga Total por Reacc Sue Zarp Tras
Wzarptras	7.59 t	Carga Total por P.P. Zarpa Trasera
Wrelleno	45.79 t	Carga Total por Peso del Relleno
Sobrec.Ver	4.84 t	Carga por Comp. Vert Sobrecarga
Vu	58.23 t	Sumat Cargas Vert: Vu de Diseño
MuxReacc Sue	0 t-m	Momento por Reacc Suelo
Mu x PPzarp	8.54 t-m	Momento por P.P. Zarpa Trasera
Mu x Wrell	51.51 t-m	Momento por Peso del Relleno
Mu x Sobrec	10.9 t-m	Momento por CompV Sobrecarga
Sumat Mu	70.95 t-m	Sumat de Momentos. Mu diseño

Solicit para la Long Total del Muro



DISEÑO DEL VÁSTAGO O PANTALLA

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Resistencia I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | Diseño a Cortante

	Valor	Descripción
E de Tierras EH	12.63 t	Emp Estático de Tierras
E sísmico E Pseis	0 t	Empuje Sísmico Pseis
E Sobrecarga LS	8.39 t	Emp por Sobrecarga Viva
Sumat Empujes	21.02 t	Sumat de Empujes = Vu diseño
Mom x E.Tierra EH	14.1 t-m	Mom x Emp de Tierras
Mom por Pseis	0 t-m	Mom por Fza Sísmica Pseis
Mom por LS	16.37 t-m	Mom x SobrecViva LS
Sumat Momentos	30.47 t-m	Sumat de Momentos = Mu diseño

Solicit para la Long Total del Muro



DISEÑO DE LA ZARPA DELANTERA O DEDO

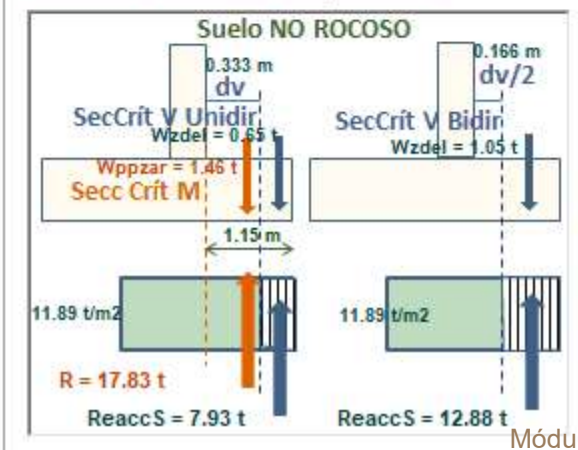
SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Resistencia I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | Diseño a Cortante

	Valor	Descripción
Pzardel	17.83 t	Carga Total Reacc Suelo Zarp Del
Wzardel	1.48 t	Carga Total por P.P. Zarpa Delant
Vu	7.28 t	Sumat Cargas:Cortante Ult Diseño
Mu x ReaccSue	5.35 t-m	Momento por Reacc Suelo
Mu x Wzarp	-0.44 t-m	Momento por P.P. Zarpa
Sumat Mu	4.91 t-m	Sumatoria Momentos. Mu diseño

Cargas para la Longitud Total del Estribo

Solicitaciones Básicas en la Zarpa Delantera



Diseño para Est Límite: Resistencia I

DISEÑO DE LA ZARPA TRASERA O TALÓN

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Resistencia I

Solicitaciones | **Diseño a Flexión** | Diseño a Cortante

	Valor	Simbología
Mu	70.954 t-m	Momento mayorado en la secc
K	207.317 t/m2	Mu/bd^2
m	17.647	fy/0.85f'c
Ro Calc	0.0058	Cuantía Acero de Diseño
As calc	53.458 cm2	Area Refuerzo Calculado Total
Ic	0.019 m4	Mom de Inercia de Sección Bruta
fr	33.132 kg/cm2	Módulo de Ruptura : 1.98(f'c)^1/2
Mcr	27.955 t-m	Mom Agrietamiento
Asmin(Mcr)	20.384 cm2	Acero para Mom_Agrietam.
1.33Ascal	71.099 cm2	Acero Calculado x 1.33
Acero Domina	53.458 cm2	As(calc) > As Mín (Mcr)
Arm Ppal Sug.	1 # 5 @ 0.09	Armad Ppal Real Propuesta
As real Coloc	54.981 cm2	Area de Acero Real Colocado
c	4.57 cm	Alt blq compr: AsFy/.85f'cBetab
εt	0.02	0.003(dt-c)/c
Chequeo	et > 0.005	Phi OK
As RetracTemp	6.93 cm2/cara	2.33<=0.75bh /(2(b+h)Fy)<=12.7
Arm Retr Sug.	1 # 3 @ 0.25	Armad Retracc Propuesta

Diseño para la Longitud Total del Muro

DISEÑO DEL VÁSTAGO O PANTALLA

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Resistencia I

Solicitaciones | **Diseño a Flexión** | Diseño a Cortante

	Valor	Simbología
Mu	30.468 t-m	Momento mayorado en la secc
K	167.177 t/m2	Mu/bd^2
m	17.647	fy/0.85f'c
Ro Calc	0.0046	Cuantía Acero de Diseño
As calc	31.119 cm2	Area Refuerzo Calculado Total
Ic	0.009 m4	Mom de Inercia de Sección Bruta
fr	33.132 kg/cm2	Módulo de Ruptura : 1.98(f'c)^1/2
Mcr	16.911 t-m	Mom Agrietamiento
Asmin(Mcr)	16.945 cm2	Acero para Mom_Agrietam.
1.33Ascal	41.388 cm2	Acero Calculado x 1.33
Acero Domina	31.119 cm2	As(calc) > As Mín (Mcr)
Arm Ppal Sug.	1 # 5 @ 0.15	Armad Ppal Real Propuesta
As real Coloc	32.989 cm2	Area de Acero Real Colocado
c	2.74 cm	Alt blq compr: AsFy/.85f'cBetab
εt	0.0244	0.003(dt-c)/c
Chequeo	et > 0.005	Phi OK
As RetracTemp	5.82 cm2/cara	2.33<=0.75bh /(2(b+h)Fy)<=12.7
Arm Retr Sug.	1 # 3 @ 0.25	Armad Retracc Propuesta

Diseño para la Longitud Total del Muro

DISEÑO DE LA ZARPA DELANTERA O DEDO

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Resistencia I

Solicitaciones | **Diseño a Flexión** | Diseño a Cortante

	Valor	Simbología
Mu	4.911 t-m	Momento mayorado en la secc
K	14.349 t/m2	Mu/bd^2
m	17.647	fy/0.85f'c
Ro Calc	0.0004	Cuantía Acero de Diseño
As calc	3.523 cm2	Area Refuerzo Calculado Total
Ic	0.019 m4	Mom de Inercia de Sección Bruta
fr	33.132 kg/cm2	Módulo de Ruptura : 1.98(f'c)^1/2
Mcr	27.955 t-m	Mom Agrietamiento
Asmin(Mcr)	20.384 cm2	Acero para Mom_Agrietam.
1.33Ascal	4.686 cm2	Acero Calculado x 1.33
Acero Domina	4.686 cm2	\scalc<AsMín(Mcr). Prima 1.33As
Arm Ppal Sug.	1 # 5 @ 0.2	Armad Ppal Real Propuesta
As real Coloc	24.742 cm2	Area de Acero Real Colocado
c	2.05 cm	Alt blq compr: AsFy/.85f'cBetab
εt	0.0481	0.003(dt-c)/c
Chequeo	et > 0.005	Phi OK
As RetracTemp	6.93 cm2/cara	2.33<=0.75bh /(2(b+h)Fy)<=12.7
Arm Retr Sug.	1 # 3 @ 0.25	Armad Retracc Propuesta

Diseño para la Longitud Total del Muro

Diseño para Est Límite: Resistencia I

DISEÑO DE LA ZARPA TRASERA O TALÓN

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Resistencia I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | **Diseño a Cortante**

	Valor	Simbología
dv1 0.9de	0.33 m	Profund efec de Cortante (a) Art 5.8.2.9
dv2 0.72h	0.32 m	Profund efec de Cortante (b) Art 5.8.2.9
dv dom	0.33 m	Prof efec de Cortante dominante
Phi	0.85	Fact de Res a Cort Art 5.5.4.2
Beta	2	Fact.Cap Concr Agr Diag Tracc y Cort
Vc	73.13 t	Vc=0.083Betaf'c^(1/2)bvdv Art 5.8.3.3-3
Vs	0	Vs =0 No Flejes
Vn	73.13 t	Vn = Vc Art 5.8.3.3-1
Vr	65.81 t	Vr = phi x Vn
Vu	58.23 t	Cortante Ult de Diseño
Chequeo	OK	Cortante OK

Diseño para la Longitud Total del Muro

DISEÑO DEL VÁSTAGO O PANTALLA

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Resistencia I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | **Diseño a Cortante**

	Valor	Simbología
dv1 0.9de	0.24 m	Profund efec de Cortante (a) Art 5.8.2.9
dv2 0.72h	0.25 m	Profund efec de Cortante (b) Art 5.8.2.9
dv dom	0.25 m	Prof efec de Cortante dominante
Phi	0.85	Fact de Res a Cort Art 5.5.4.2
Beta	2	Fact.Cap Concr Agr Diag Tracc y Cort
Vc	55.34 t	Vc=0.083Betaf'c^(1/2)bvdv Art 5.8.3.3-3
Vs	0	Vs =0 No Flejes
Vn	55.34 t	Vn = Vc Art 5.8.3.3-1
Vr	65.81 t	Cortante Resist Vr = phi x Vn
Vu	21.02 t	Cortante Ult de Diseño
Chequeo	OK	Cortante OK

Diseño para la Longitud Total del Muro

DISEÑO DE LA ZARPA DELANTERA O DEDO

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Resistencia I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | **Diseño a Cortante**

	Valor	Simbología
dv1 0.9de	0.33 m	Profund efec de Cortante (a) Art 5.8.2.9
dv2 0.72h	0.32 m	Profund efec de Cortante (b) Art 5.8.2.9
dv dom	0.33 m	Prof efec de Cortante dominante
Phi	0.9	Fact ResisCort Art 5.5.4.2 Concr Normal
Vs	0	Vs = 0 -->> No Flejes
		ACCIÓN EN UNA DIRECCIÓN
Beta	2	Fact.Cap Concr Agr Diag Tracc y Cort
Vc	73.13 t	Vc=0.083Betaf'c^(1/2)bvdv Art 5.8.3.3-3
Vn	73.13 t	Vn = Vc Art 5.8.3.3-1
Vr	65.81 t	Cortante Resist Vr = phi x Vn
Vu	7.28 t	Cortante Ult Diseño.SeccCrít: a dv cara
Chq1direcc	Vr>Vu:OK	Cort Una Direcc OK
		ACCIÓN EN DOS DIRECCIONES
Beta_c	7.508	Rel lado largo/corto rectáng aplic.carga
bo	5.67 m	bo = Perímetro de la Sección Crítica
Vc	213.61 t	(.17+.33/Betac)Sq(fc)bodv<.33Sq(fc)bodv
Vr	192.25 t	Cortante Resist Vr = phi x Vn Vn = Vc
Vu	11.83 t	Cortante Ult Dis. Secc Crít: dv/2 de cara
Ch.2Direcc	Vr>Vu:OK	Cort Dos Direcc OK
Ch.GLOBAL	Vr>Vu:OK	Cortante Global OK

Diseño para la Longitud Total del Muro

Diseño para Est Límite: Evento Extremo I

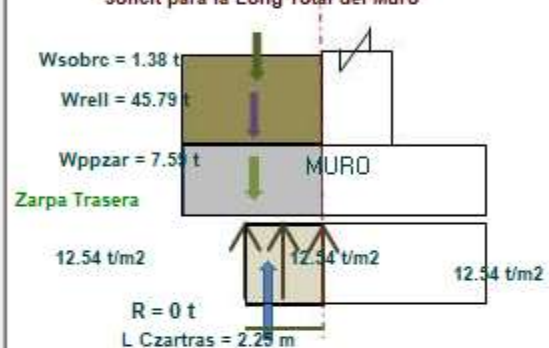
DISEÑO DE LA ZARPA TRASERA O TALÓN

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Evento Extremo I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | Diseño a Cortante

	Valor	Descripción
Pzartras	0 t	Carga Total por Reacc Sue Zarp Tras
Wzarptras	7.59 t	Carga Total por P.P. Zarpa Trasera
Wrelleno	45.79 t	Carga Total por Peso del Relleno
Sobrec.Ver	1.38 t	Carga por Comp. Vert Sobrecarga
Vu	54.77 t	Sumat Cargas Vert: Vu de Diseño
MuxReacc Sue	0 t-m	Momento por Reacc Suelo
Mu x PPzarp	8.54 t-m	Momento por P.P. Zarpa Trasera
Mu x Wrell	51.51 t-m	Momento por Peso del Relleno
Mu x Sobrec	3.11 t-m	Momento por CompV Sobrecarga
Sumat Mu	63.17 t-m	Sumat de Momentos. Mu diseño

Solicit para la Long Total del Muro



DISEÑO DEL VÁSTAGO O PANTALLA

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Evento Extremo I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | Diseño a Cortante

	Valor	Descripción
E de Tierras EH	12.63 t	Emp Estático de Tierras
E sísmico E Pseis	13.23 t	Empuje Sísmico Pseis
E Sobrecarga LS	2.4 t	Emp por Sobrecarga Viva
Sumat Empujes	28.25 t	Sumat de Empujes = Vu diseño
Mom x E.Tierra EH	14.1 t-m	Mom x Emp de Tierras
Mom por Pseis	23.01 t-m	Mom por Fza Sísmica Pseis
Mom por LS	4.68 t-m	Mom x SobrecViva LS
Sumat Momentos	41.79 t-m	Sumat de Momentos = Mu diseño

Solicit para la Long Total del Muro



DISEÑO DE LA ZARPA DELANTERA O DEDO

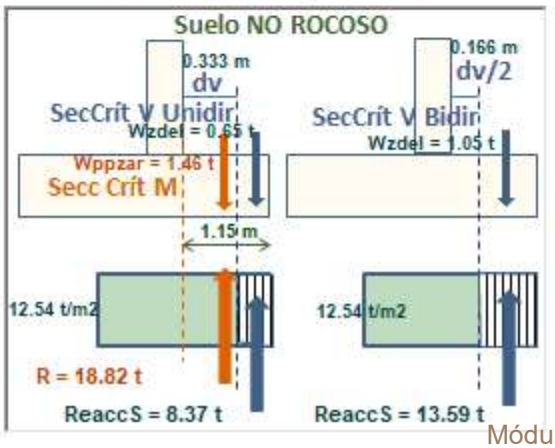
SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Evento Extremo I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | Diseño a Cortante

	Valor	Descripción
Pzardel	18.82 t	Carga Total Reacc Suelo Zarp Del
Wzardel	1.48 t	Carga Total por P.P. Zarpa Delant
Vu	7.72 t	Sumat Cargas:Cortante Ult Diseño
Mu x ReaccSue	5.64 t-m	Momento por Reacc Suelo
Mu x Wzarp	-0.44 t-m	Momento por P.P. Zarpa
Sumat Mu	5.21 t-m	Sumatoria Momentos. Mu diseño

Cargas para la Longitud Total del Estribo

Solicitaciones Básicas en la Zarpa Delantera



Diseño para Est Límite: Evento Extremo I

DISEÑO DE LA ZARPA TRASERA O TALÓN

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Evento Extremo I

Solicitaciones | **Diseño a Flexión** | Diseño a Cortante

	Valor	Simbología
Mu	63.171 t-m	Momento mayorado en la secc
K	184.574 t/m2	Mu/bd^2
m	17.647	fy/0.85f'c
Ro Calc	0.0051	Cuantía Acero de Diseño
As calc	47.301 cm2	Area Refuerzo Calculado Total
Ic	0.019 m4	Mom de Inercia de Sección Bruta
fr	33.132 kg/cm2	Módulo de Ruptura : 1.98(f'c)^1/2
Mcr	27.955 t-m	Mom Agrietamiento
Asmin(Mcr)	20.384 cm2	Acero para Mom_Agrietam.
1.33Ascal	62.911 cm2	Acero Calculado x 1.33
Acero Domina	47.301 cm2	As(calc) > As Mín (Mcr)
Arm Ppal Sug.	1 # 5 @ 0.1	Armad Ppal Real Propuesta
As real Coloc	49.483 cm2	Area de Acero Real Colocado
c	4.11 cm	Alt blq compr: AsFy/.85f'cBetab
εt	0.0226	0.003(dt-c)/c
Chequeo	et > 0.005	Phi OK
As RetracTemp	6.93 cm2/cara	2.33<=0.75bh /(2(b+h)Fy)<=12.7
Arm Retr Sug.	1 # 3 @ 0.25	Armad Retracc Propuesta

Diseño para la Longitud Total del Muro

DISEÑO DEL VÁSTAGO O PANTALLA

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Evento Extremo I

Solicitaciones | **Diseño a Flexión** | Diseño a Cortante

	Valor	Simbología
Mu	41.789 t-m	Momento mayorado en la secc
K	229.293 t/m2	Mu/bd^2
m	17.647	fy/0.85f'c
Ro Calc	0.0064	Cuantía Acero de Diseño
As calc	43.408 cm2	Area Refuerzo Calculado Total
Ic	0.009 m4	Mom de Inercia de Sección Bruta
fr	33.132 kg/cm2	Módulo de Ruptura : 1.98(f'c)^1/2
Mcr	16.911 t-m	Mom Agrietamiento
Asmin(Mcr)	16.945 cm2	Acero para Mom_Agrietam.
1.33Ascal	57.733 cm2	Acero Calculado x 1.33
Acero Domina	43.408 cm2	As(calc) > As Mín (Mcr)
Arm Ppal Sug.	1 # 5 @ 0.11	Armad Ppal Real Propuesta
As real Coloc	44.985 cm2	Area de Acero Real Colocado
c	3.74 cm	Alt blq compr: AsFy/.85f'cBetab
εt	0.0171	0.003(dt-c)/c
Chequeo	et > 0.005	Phi OK
As RetracTemp	5.82 cm2/cara	2.33<=0.75bh /(2(b+h)Fy)<=12.7
Arm Retr Sug.	1 # 3 @ 0.25	Armad Retracc Propuesta

Diseño para la Longitud Total del Muro

DISEÑO DE LA ZARPA DELANTERA O DEDO

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Evento Extremo I

Solicitaciones | **Diseño a Flexión** | Diseño a Cortante

	Valor	Simbología
Mu	5.207 t-m	Momento mayorado en la secc
K	15.215 t/m2	Mu/bd^2
m	17.647	fy/0.85f'c
Ro Calc	0.0004	Cuantía Acero de Diseño
As calc	3.736 cm2	Area Refuerzo Calculado Total
Ic	0.019 m4	Mom de Inercia de Sección Bruta
fr	33.132 kg/cm2	Módulo de Ruptura : 1.98(f'c)^1/2
Mcr	27.955 t-m	Mom Agrietamiento
Asmin(Mcr)	20.384 cm2	Acero para Mom_Agrietam.
1.33Ascal	4.969 cm2	Acero Calculado x 1.33
Acero Domina	4.969 cm2	\scalc<AsMín(Mcr). Prima 1.33As
Arm Ppal Sug.	1 # 5 @ 0.2	Armad Ppal Real Propuesta
As real Coloc	24.742 cm2	Area de Acero Real Colocado
c	2.05 cm	Alt blq compr: AsFy/.85f'cBetab
εt	0.0481	0.003(dt-c)/c
Chequeo	et > 0.005	Phi OK
As RetracTemp	6.93 cm2/cara	2.33<=0.75bh /(2(b+h)Fy)<=12.7
Arm Retr Sug.	1 # 3 @ 0.25	Armad Retracc Propuesta

Diseño para la Longitud Total del Muro

Diseño para Est Límite: Evento Extremo I

DISEÑO DE LA ZARPA TRASERA O TALÓN

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Evento Extremo I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | **Diseño a Cortante**

	Valor	Simbología
dv1 0.9de	0.33 m	Profund efec de Cortante (a) Art 5.8.2.9
dv2 0.72h	0.32 m	Profund efec de Cortante (b) Art 5.8.2.9
dv dom	0.33 m	Prof efec de Cortante dominante
Phi	0.85	Fact de Res a Cort Art 5.5.4.2
Beta	2	Fact.Cap Concr Agr Diag Tracc y Cort
Vc	73.13 t	Vc=0.083Betaf'c^(1/2)bvdv Art 5.8.3.3-3
Vs	0	Vs =0 No Flejes
Vn	73.13 t	Vn = Vc Art 5.8.3.3-1
Vr	65.81 t	Vr = phi x Vn
Vu	54.77 t	Cortante Ult de Diseño
Chequeo	OK	Cortante OK

Diseño para la Longitud Total del Muro

DISEÑO DEL VÁSTAGO O PANTALLA

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Evento Extremo I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | **Diseño a Cortante**

	Valor	Simbología
dv1 0.9de	0.24 m	Profund efec de Cortante (a) Art 5.8.2.9
dv2 0.72h	0.25 m	Profund efec de Cortante (b) Art 5.8.2.9
dv dom	0.25 m	Prof efec de Cortante dominante
Phi	0.85	Fact de Res a Cort Art 5.5.4.2
Beta	2	Fact.Cap Concr Agr Diag Tracc y Cort
Vc	55.34 t	Vc=0.083Betaf'c^(1/2)bvdv Art 5.8.3.3-3
Vs	0	Vs =0 No Flejes
Vn	55.34 t	Vn = Vc Art 5.8.3.3-1
Vr	65.81 t	Cortante Resist Vr = phi x Vn
Vu	28.25 t	Cortante Ult de Diseño
Chequeo	OK	Cortante OK

Diseño para la Longitud Total del Muro

DISEÑO DE LA ZARPA DELANTERA O DEDO

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Evento Extremo I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | **Diseño a Cortante**

	Valor	Simbología
dv1 0.9de	0.33 m	Profund efec de Cortante (a) Art 5.8.2.9
dv2 0.72h	0.32 m	Profund efec de Cortante (b) Art 5.8.2.9
dv dom	0.33 m	Prof efec de Cortante dominante
Phi	0.9	Fact ResisCort Art 5.5.4.2 Concr Normal
Vs	0	Vs = 0 -->> No Flejes
		ACCIÓN EN UNA DIRECCIÓN
Beta	2	Fact.Cap Concr Agr Diag Tracc y Cort
Vc	73.13 t	Vc=0.083Betaf'c^(1/2)bvdv Art 5.8.3.3-3
Vn	73.13 t	Vn = Vc Art 5.8.3.3-1
Vr	65.81 t	Cortante Resist Vr = phi x Vn
Vu	7.72 t	Cortante Ult Diseño.SeccCrít: a dv cara
Chq1direcc	Vr>Vu:OK	Cort Una Direcc OK
		ACCIÓN EN DOS DIRECCIONES
Beta_c	7.508	Rel lado largo/corto rectáng aplic.carga
bo	5.67 m	bo = Perímetro de la Sección Crítica
Vc	213.61 t	(.17+.33/Betac)Sq(fc)bodv<.33Sq(fc)bodv
Vr	192.25 t	Cortante Resist Vr = phi x Vn Vn = Vc
Vu	12.54 t	Cortante Ult Dis. Secc Crít: dv/2 de cara
Ch.2Direcc	Vr>Vu:OK	Cort Dos Direcc OK
Ch.GLOBAL	Vr>Vu:OK	Cortante Global OK

Diseño para la Longitud Total del Muro

ENVOLVENTE DE DISEÑO DE LA ALETA

ENVOLVENTE DE DISEÑO DE LA ALETA

Armad Principal a Flexión | Chequeo a Cortante

Estado Límite	ZarDel.Abajo	ZarTras.Abajo	ZarTras.Arrib	Vást.CaraRellen
Servicio I	1 # 5 @ 0.2	-	1 # 5 @ 0.13	1 # 5 @ 0.2
Resistencia I	1 # 5 @ 0.2	-	1 # 5 @ 0.09	1 # 5 @ 0.15
Ev Extremo I	1 # 5 @ 0.2	-	1 # 5 @ 0.1	1 # 5 @ 0.11
Envolvente	**1 # 5 @ 0.2**	-	**1 # 5 @ 0.09**	**1 # 5 @ 0.11**

ENVOLVENTE DE DISEÑO DE LA ALETA

Armad Principal a Flexión | **Chequeo a Cortante**

Estado Límite	ZarDelant Vr / Vu	ZarTrasera Vr / Vu	Vástago Vr / Vu
Servicio I	13.89	6.7	3.56
Resistencia I	9.03	1.13	2.24
Ev Extremo I	8.52	1.2	1.67
Envolvente	**OK CORTE**	**OK CORTE**	**OK CORTE**

Constantes de Diseño para la Aleta

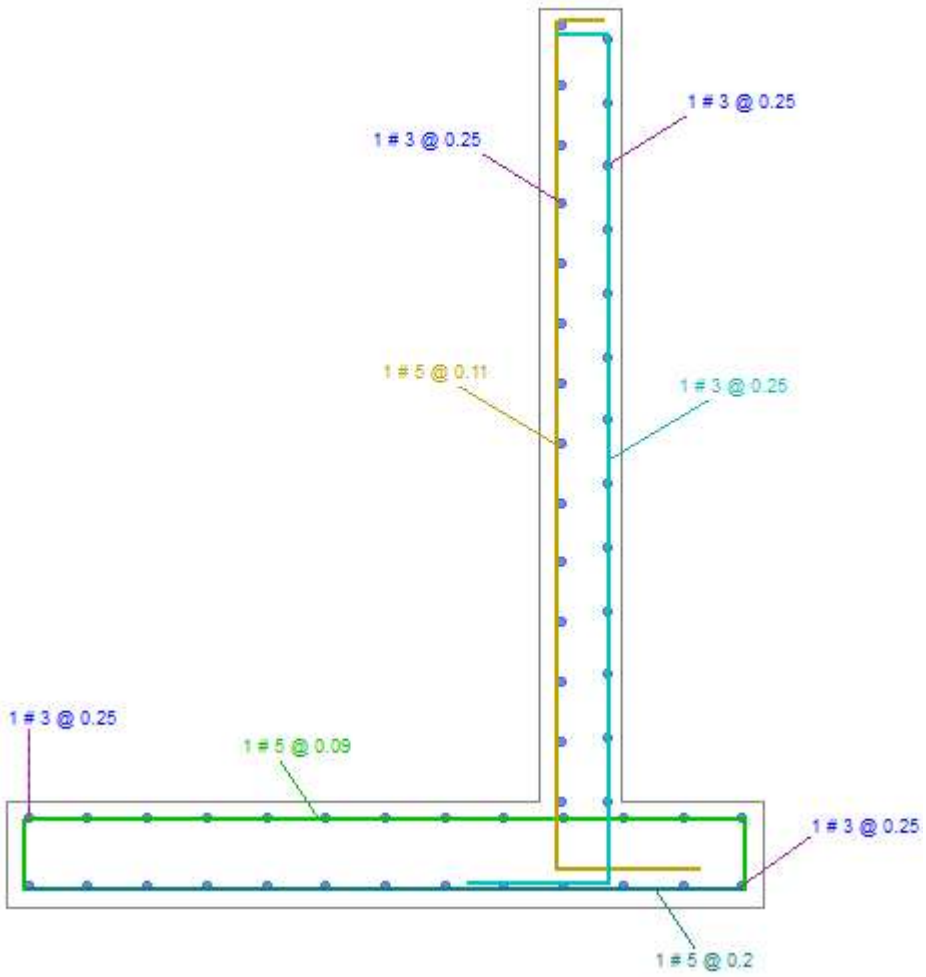
Resistencia del Concreto F'c (kg/cm2)	280
Límite de Fluencia del Acero, Fy (kg/cm2)	4200
Recubrim Concreto al Centroide Armad Principal (cm)	8
Usar Diámetro Varillas en milímetros o en pulgadas	pulg
Diámetro Mínimo a usar para Acero Principal, #	5
Diámetro Mínimo a usar para Acero Secundario, #	3
Separación Máxima Varillas Armadura Principal, (cm)	20

$$K = \frac{Mu}{bd^2} \qquad m = \frac{Fy}{0.85f'c}$$

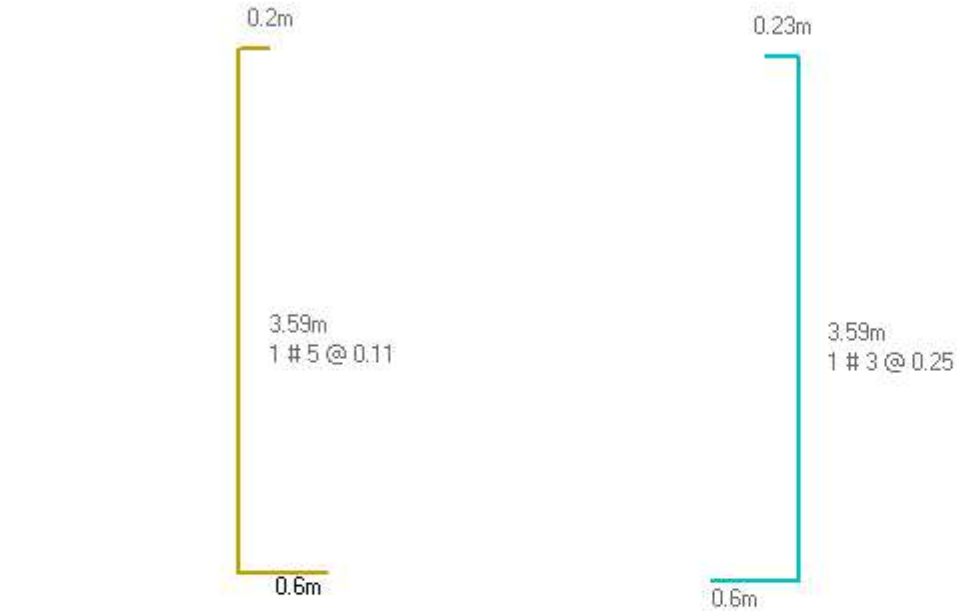
Índice de Acero Rho:

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2mK}{\emptyset fy}}\right)$$

Detalles del Muro



Detalles del Muro en Vista Separada





DISEÑO DE BOX CULVERT TIPO 10

21. DISEÑO DE BOX CULVERT TIPO 10

El diseño se realizó modelando las paredes y la losa como un conjunto, y determinar las fuerzas y momentos internos en los elementos. La estructura se diseñó paso a paso con el objeto de conocer muy bien los efectos de diseño y, el diseño del Box Coulvert y aletas fue realizado utilizando el Programa de Puentes del Ingeniero Fernando Medina (*Ver Anexos Digitales*).

21.1. DISEÑO ESTRUCTURAL

21.1.1. Datos de Entrada

A continuación, se presenta los datos iniciales para realizar el diseño y la modelación de esta estructura:

DATOS DE ENTRADA		
Altura Total de la Estructura	2.15	**m**
Ancho Total de la Estructura	6.70	**m**
Espesor de la Losa Superior	0.30	**m**
Espesor de los Muros	0.30	**m**
Espesor de la Losa Inferior	0.35	**m**
Número de Celdas	3	
Longitud de la Estructura	8.00	**m**
Longitud de la Aleta	2.00	**m**
Espesor del Vástago de la Aleta	0.30	**m**
Espesor de la Zapata	0.35	**m**

Tabla 36. *Datos de Entrada para la modelación de la Estructura.*

En los anexos se presenta el diseño del Box Culvert descrito en esta memoria de cálculo digital.

21.1.2. Constantes de Diseño

A continuación, se presenta las constantes de diseño que se tuvieron en cuenta en la modelación de esta estructura:

CONSTANTES DE DISEÑO		
Resistencia a la Compresión del Concreto (f_c')	280	kg/cm^2
Resistencia a la Fluencia del Acero (f_y) – Barras Longitudinales	4200	kg/cm^2
Resistencia a la Fluencia del Acero (f_y) – Acero de Flejes	4200	kg/cm^2
ϕ varilla muros (Octavos de pulgada)	No. 3-4	
ϕ min. varilla losa (Octavos de pulgada)	No. 3-4	
Recubrimiento centroide de losa y lateral libre	7.50	cm
Camión de Diseño	CCP-14 COL	

Tabla 37. *Constantes de Diseño para la modelación de la Estructura.*

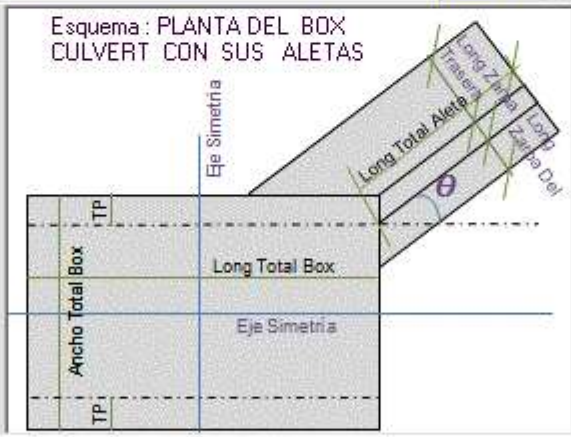
A continuación, se presentan los resultados del diseño de todas las estructuras que componen esta estructura (**Box Culvert Tipo 10**) utilizando el Programa de Puentes del Ingeniero Fernando Medina.

INFORMACIÓN GENERAL DEL BOX CULVERT

GEOMETRÍA ALCANTARILLA y GEOMETRÍA ALETAS

GEOMETRÍA DE LA ALCANTARILLA	
Ancho Total del Box (a bordes ext.), Lta (m)	6.7
Longitud Total Box (a bordes exter), Ltb (m)	8
Altura Total Box (a bordes ext), Ha (m)	2.15
Número de Celdas	3
Espesor Losa Superior ts (m)	0.3
Espesor Losa Inferior ti (m)	0.35
Espesor Paredes Verticales tp (m)	0.3
Espesor de Capa o Placa de Rodadura (m)	0.08
Dimensión de la Cartela (Igual en X e Y) (m)	0
GEOMETRÍA ALETAS (aplica para las cuatro)	
Longitud Total de la Aleta LTM (m)	2
Si Hrell es > 0, Altura Adicional de Aleta (m)	0
Altura Total en Extr Ext (menor), HLN (m)	1
Ángulo Box-Aleta en Planta, (grados)	45
Angulo Inclinación Talud Relleno (grados)	0
Ancho de Corona del Vástago, AC (m)	0.3
Proyección Trasera Vástago, BZ (m)	0
Proyección Delantera Vástago, BD (m)	0
Longitud Total de Zapata, Min 0.67H, LTZ (m)	2.2
Longitud de la Zarpa Delantera, LZD (m)	0.5
Espesor de la Zapata, Hzap (m)	0.35

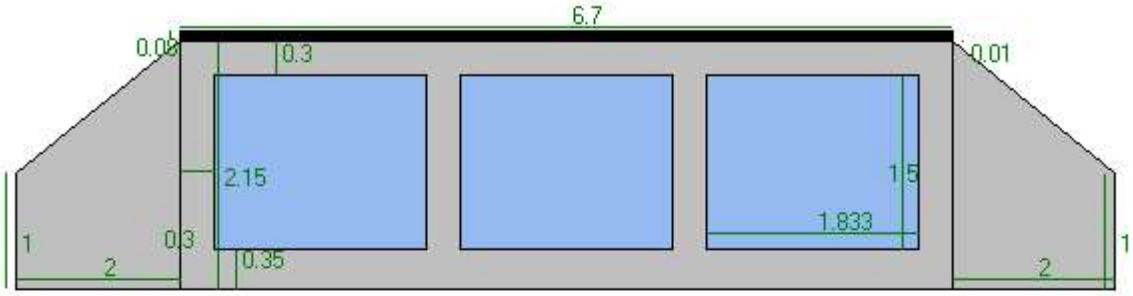
Esquema : PLANTA DEL BOX CULVERT CON SUS ALETAS



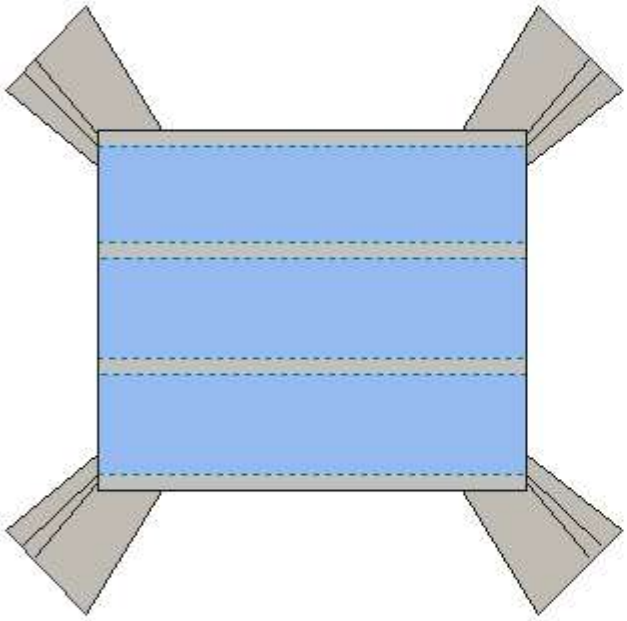
INFORMACIÓN GENERAL DEL BOX CULVERT

GEOMETRÍA ALCANTARILLA y GEOMETRÍA ALETAS

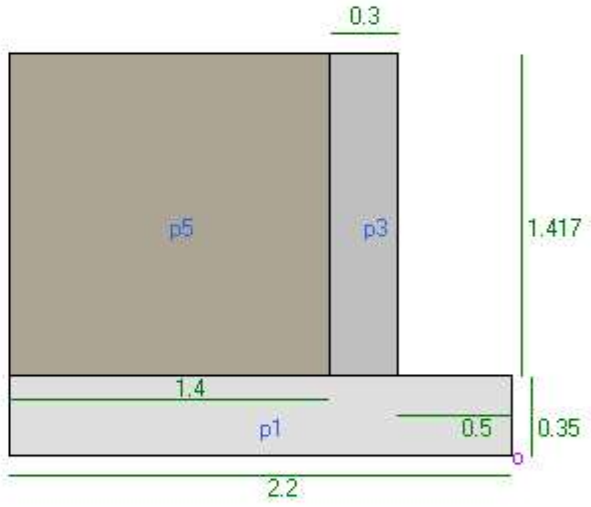
FRONTAL VIEW: BOX CULVERT AND WINGWALLS



PLAN VIEW: BOX CULVERT AND WINGWALLS



WINGWALL: FRONTAL VIEW



Información Complementaria

Altura del Relleno sobre el Box, Hrell (m)	0.01
Aleta: Sección en Estudio (a diseñar)	LTM/3

INFORMACIÓN GENERAL DEL BOX CULVERT

DATOS DEL SUELO Y EL RELLENO

DATOS DEL SUELO Y EL RELLENO

Resistencia Suelo E Lím de Resistencia(t/m2)	36.2
Resistencia Suelo E.Lím Evento Extrem (t/m2)	80.6
Resistencia Suelo Est.Lím de Servicio (t/m2)	80.6
Peso Especifico Suelo de Relleno (t/m3)	1.8
Áng Fricción Interna Suelo Relleno ϕ 'f (grads)	30
Áng Fricción Interna Suelo Cimentac ϕ 'f (grados)	30
Áng Fricc en interfase muro relleno δ (grados)	0
Altura Nivel Freático desde fondo zap, Hnf(m)	0
Tipo Empuje Horiz a considerar por el Relleno	Reposo

CONSTANTES SÍSMICAS

Coeficiente Aceleración Pico Horiz, PGA	0.15
Clase de Sitio (Clase de Suelo)	E

NORMA DE DISEÑO

Camión de Diseño: Utilizar la Norma	CCP14

Constantes de Diseño para el Box Culvert

Resistencia del Concreto F'c (kg/cm2)	280
Límite de Fluencia del Acero, Fy (kg/cm2)	4200
Recubrim Concreto al Centroide Armad Principal (cm)	7.5
Usar Diámetro Varillas en milímetros o en pulgadas	pulg
Diámetro Mínimo a usar para Acero Principal, #	4
Diámetro Mínimo a usar para Acero Secundario, #	3
Separación Máxima Varillas Armadura Principal, (cm)	20

Constantes de Diseño para las Aletas

Resistencia del Concreto F'c (kg/cm2)	280
Límite de Fluencia del Acero, Fy (kg/cm2)	4200
Recubrim Concreto al Centroide Armad Principal (cm)	7.5
Usar Diámetro Varillas en milímetros o en pulgadas	pulg
Diámetro Mínimo a usar para Acero Principal, #	4
Diámetro Mínimo a usar para Acero Secundario, #	3
Separación Máxima Varillas Armadura Principal, (cm)	20

Considerar 14/fy como Rho mínimo (sugerido SÍ)	NO

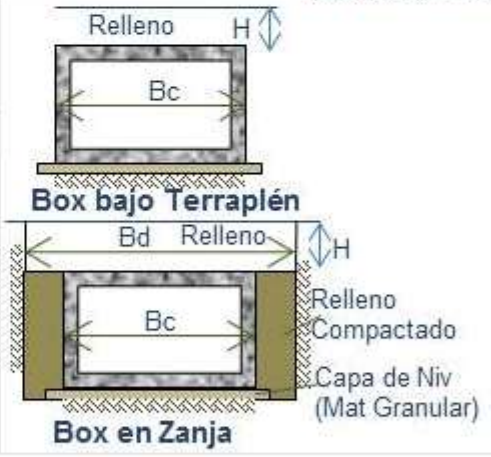
CONSTANTES PARA MODIFICACIÓN DE LAS CARGAS DE SUELO, CONSIDERANDO INTERACCIÓN SUELO ESTRUCTURA

(AASHTO CCP14 Art 12.11.2.2)

Tipo de Box (según condiciones de relleno)	Bajo Terraplén
Ancho Horizontal de la Zanja Bd (= Bc para terrapl)	7
Coeficiente Kmiu, según material del relleno	0.14
Relleno Compactado a lo largo de los laterales del box	No Compactado

Valores Sugeridos de Kmiu (Fig 12.11.2.2.1-3)

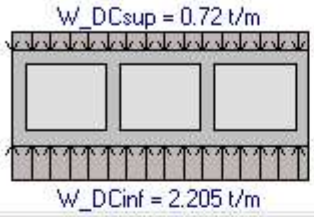
Kmiu = 0.1924 para materiales granulares no cohesivos
Kmiu = 0.165 máx. para arena y grava
kmiu = 0.150 para capa vegetal saturada
kmiu = 0.130 máx. normal para arcilla
kmiu = 0.110 arcilla saturada



SOLICITACIONES BÁSICAS DEL BOX CULVERT: DC, DW, EH, EV, LS

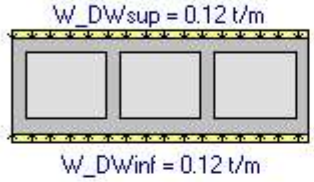
CARGAS

CARGA MUERTA DC



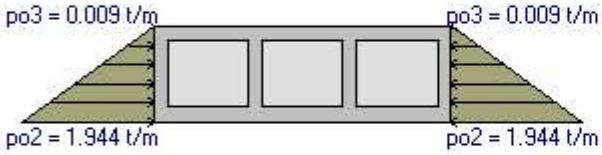
Ítem	Carga (t/m)	Descripción
W DC_sup	0.72	P.P de la Losa Superior del Box
W DC_cartelas	0	(P.P de las Cartelas) / Ancho Box
W DC_x muros	0.645	(P.P de Muros Box) / Ancho Box
W DC_inf	2.205	Carga sobre Losa Inferior por DC

CARGA MUERTA DW



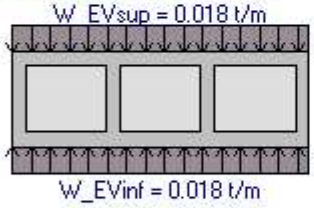
Ítem	Carga (t/m)	Descripción
W DW_sup	0.12	Carga Losa Sup por C.Rodadura
W DW_inf	0.12	Carga Losa Inf por C.Rodadura

EMPUJE DE TIERRAS EH



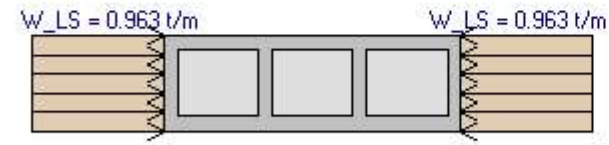
Ítem	W (t/m/m)	Descripción
p01	1.944	p01 = Ko x Pvolsueloseco x H1+ p03
p03	0.009	p03 = Ko x Pvolsueloseco x HR
p02	1.944	p02 = Ko x Pvolsuelosumerg x HNF+p01
p Eagua	0	P.unit agua x H nivel freático

PRESIÓN VERTICAL SUELO RELLENO EV



Ítem	Valor	Descripción
Box.Tip	Bajo Terraplén	Tipo de Box según manejo del Rell
Bc	6.7 m	Ancho Horizontal del Box
Kmiu	-	Coef función del Material del Relleno
H	0.01 m	Profundidad del Relleno sobre el Box
Cd	-	Coef función de Kmiu, H y Bc o Bd
Fe	1 <= 1.4 -> 1	1+ 0.20 x H / Bc
Ft	-	(Cd x Bd^2) / H / Bc <= Fe
EVsup	0.018 t/m	EVsup= Ft x GammaS x H (/ml box)

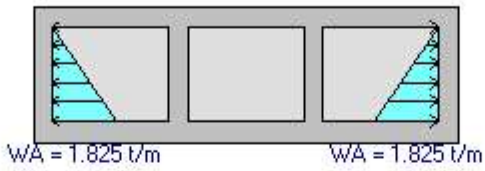
SOBRECARGA VIVA LS



Ítem	Valor	Descripción
Ko	0.5	Coef. Presion de Reposo del Suelo
PesoVol_s	1.8 t/m3	Peso Unitario Total del Suelo
H_box	2.15 m	Altura Total del Box Culvert
h_eq	1.07 m	Alt Equiv de suelo para C.Vehicular
Delta_p	0.963 t/m	Presión cte.horiz suelo x sobrec CV

CARGAS

CARGA DE AGUA WA



CARGA DE AGUA

Ítem	Valor	Descripción
Alt Agua	1.825 m	Altura de Agua actuante
Wagua_WA	1.825 t/m	Presión de Agua (box lleno)

Consideraciones:

El Art. 3.7.1 de AASHTO y CCP-14 exige considerar el caso donde el box esté lleno de agua así como el estado donde el box esté vacío

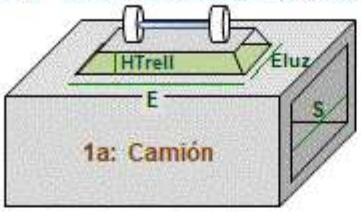
CARGAS

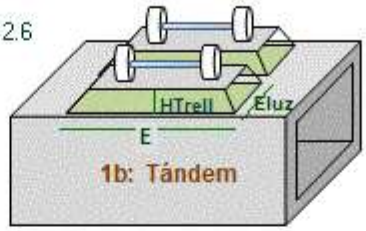
CARGA VIVA LL+Imp . Teoría

AASHTO y CCP-14 Art 4.6.2.10

Caso 1. Altura de Relleno HR < 0.6

Art 3.6.1.2.6





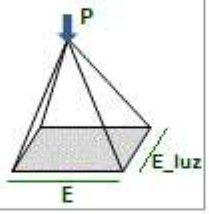
Distribución de la Carga de Eje . HR < 0.60 m

E = 0.244+0.12S

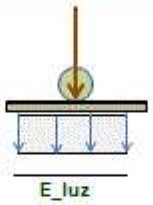
E_luz = LT + LLDF(H)

LLDF = 1.15 LT = 0.254 m

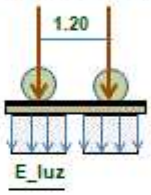
H = HR + esp pavimento



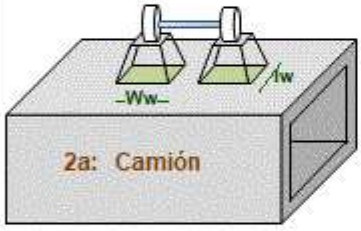
1a: Domina el Camión

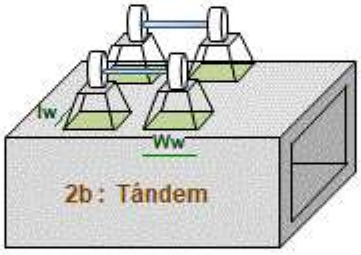


1b: Domina el Tándem



Caso 2. Altura de Relleno HR >= 0.6 m SIN Traslapo





(•) Sin Traslapo

( ) Con Traslapo

H= Hrell+esp pav

l_t= 0.254 m

$LLDF$ = 1.15

S_a= 1.20 ó 4.30 m

S_w= 1.828 m

w_t= 0.508 m

Distribución de la Carga de Eje . HR >= 0.60 m

A_{LL} = Área de Distr de la Carga de Eje a la Prof H $A_{LL} = l_w w_w$

Cálculo de w_w

$H_{int-t} = \frac{s_w - w_t - 0.06D_i}{LLDF}$

$Si\ H < H_{int-t}$

$w_w = w_t + LLDF(H) - 0.06D_i$

$Si\ H \geq H_{int-t}$

$w_w = w_t + s_w + LLDF(H) - 0.06D_i$

Cálculo de l_w

$H_{int-p} = \frac{s_a - l_t}{LLDF}$

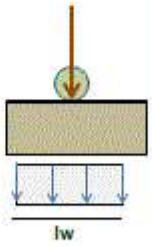
$Si\ H < H_{int-p}$

$l_w = l_t + LLDF(H)$

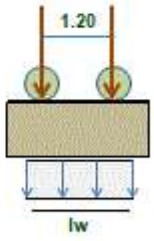
$Si\ H \geq H_{int-p}$

$l_w = l_t + s_a + LLDF(H)$

2a: Domina el Camión



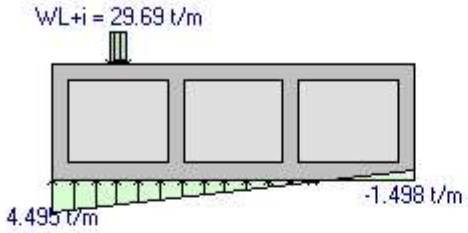
2b: Domina el Tándem



CÁLCULO DE LAS SOLICITACIONES BÁSICAS : CARGA VIVA L + i

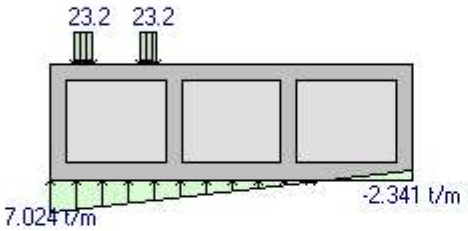
Solicitaciones Críticas por Cargas Vivas

CARGA VIVA LL+I . POSICIÓN CRÍTICA 1: CAMIÓN



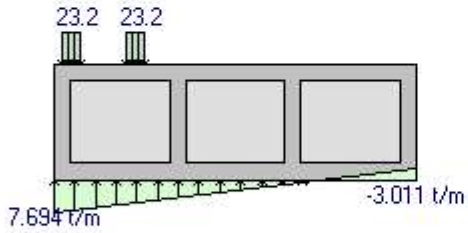
Ítem	Valor	Descripción
Carga Q	18.622 t/m	Carga Distribuida Equivalente
Fact Imp. IM	32.865 %	Factor Dinámico de Impacto
Factor m	1.2	Factor de Presencia Múltiple
Carga W	29.691 t/m	Carga Distrib. Equiv. Efectiva
L.Carga lw	0.323 m	Longitud lw de la Carga(s) W
Brazo a1	0.905 m	Brazo.Aplicac a1 de Carga W
Brazo a2	- . No aplica	Brazo.de Aplc a2 (si aplica)
Carga S1	4.495 t/m	Carga de Reacción Máxima
Carga S2	-1.498 t/m	Carga de Reacción Mínima

CARGA VIVA LL+I . POSICION CRÍTICA 2: TÁNDEM



Ítem	Valor	Descripción
Carga Q	14.549 t/m	Carga Distribuida Equivalente
Fact Imp. IM	32.865 %	Factor Dinámico de Impacto
Factor m	1.2	Factor de Presencia Múltiple
Carga W	23.196 t/m	Carga Distrib. Equiv. Efectiva
L.Carga lw	0.323 m	Longitud lw de la Carga(s) W
Brazo a1	0.305 m	Brazo.Aplicac a1 de Carga W
Brazo a2	1.505 m	Brazo.de Aplc a2 (si aplica)
Carga S1	7.024 t/m	Carga de Reacción Máxima
Carga S2	-2.341 t/m	Carga de Reacción Mínima

CARGA VIVA LL+I . POSICION CRÍTICA 3 . MÁX CORTANTE



Ítem	Valor	Descripción
Carga Q	14.549 t/m	Carga Distribuida Equivalente
Fact Imp. IM	32.865 %	Factor Dinámico de Impacto
Factor m	1.2	Factor de Presencia Múltiple
Carga W	23.196 t/m	Carga Distrib. Equiv. Efectiva
L.Carga lw	0.323 m	Longitud lw de la Carga(s) W
Brazo a1	0 m	Brazo.Aplicac a1 de Carga W
Brazo a2	1.2 m	Brazo.de Aplc a2 (si aplica)
Carga S1	7.694 t/m	Carga de Reacción Máxima
Carga S2	-3.011 t/m	Carga de Reacción Mínima

CHEQUEO DE ESFUERZOS EN EL SUELO

CHEQUEO DE ESFUERZOS EN EL SUELO

ESTADO DE CARGA	ESFZO SUELO t/m2
Carga Muerta y Acc DC	2.2
Carga Pavimento DW	0.12
Presión Vert Rellen EV	0.02
Presión Peso Agua WA	1.23
Carga Viva+Imp L+i	7.69

ESTADO LÍMITE DE RESISTENCIA

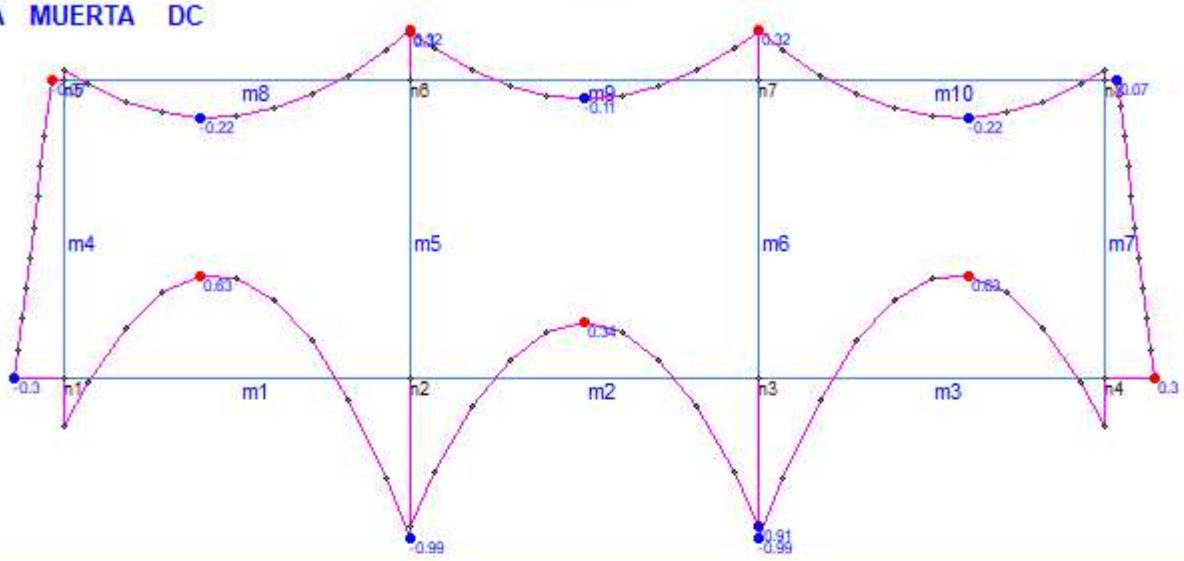
1.25(DC) + 1.50(DW) + 1.35(EV) + 1.0(WA) + 1.75(L+I)

Esfuerzo Actuante	17.66 t/m2
Resist Suelo E.Lím de Resistencia	36.2 t/m2
Diagnóstico	Cumple OK

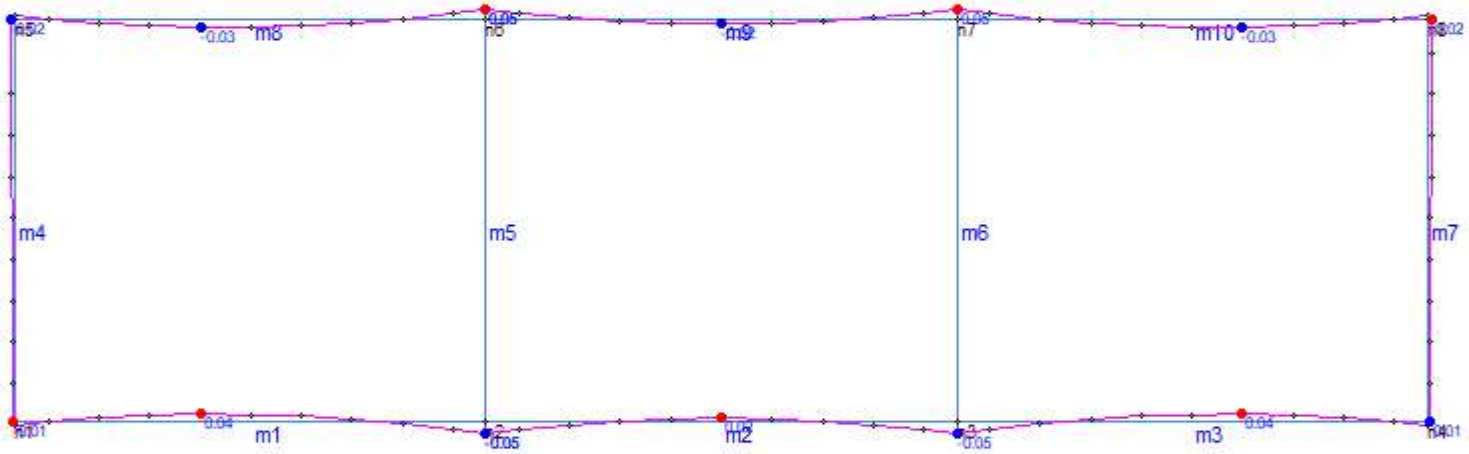
Análisis del Box para los Estado Básicos de Cargas

Diseño

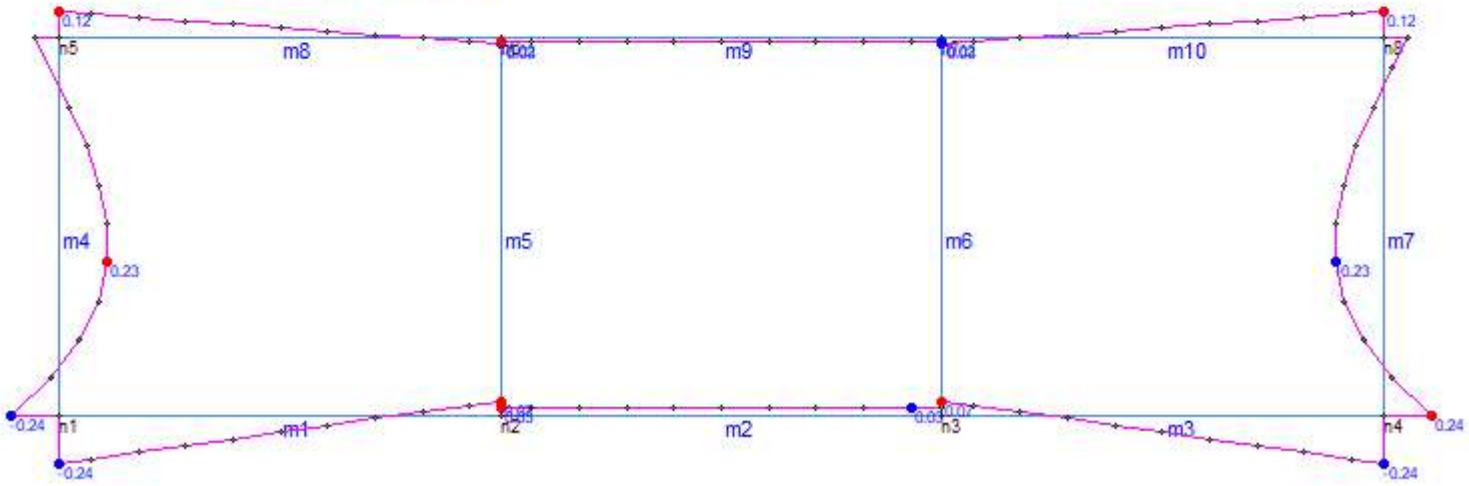
CARGA MUERTA DC



CARGA MUERTA DW

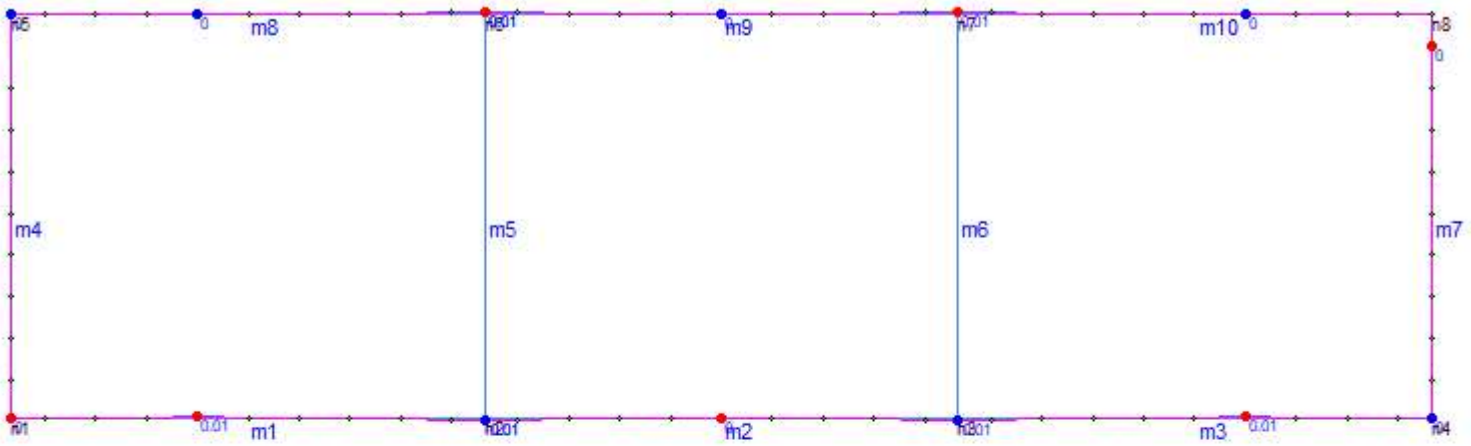


CARGA EMPUJE DE TIERRAS EH

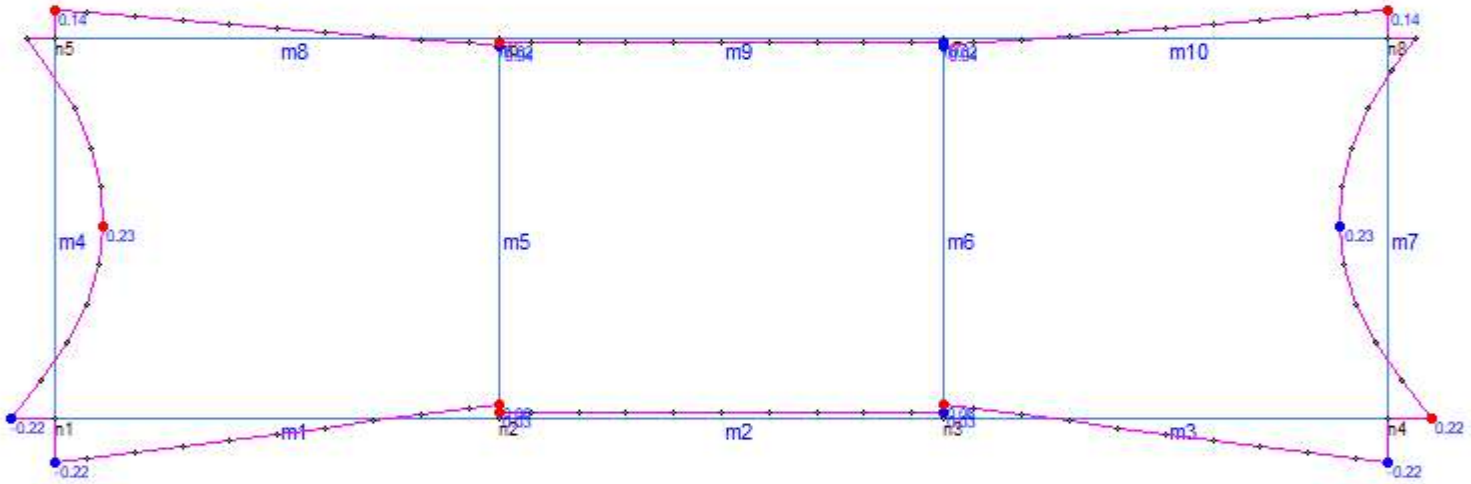


Diseño

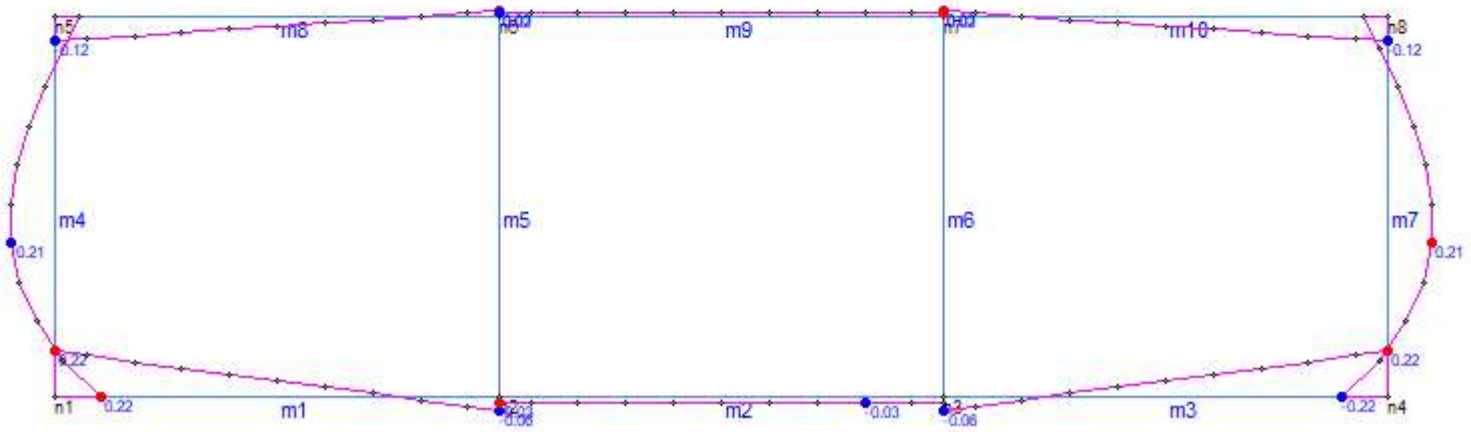
PRESIÓN CARGA VERTICAL RELLENO EV



SOBRECARGA LS

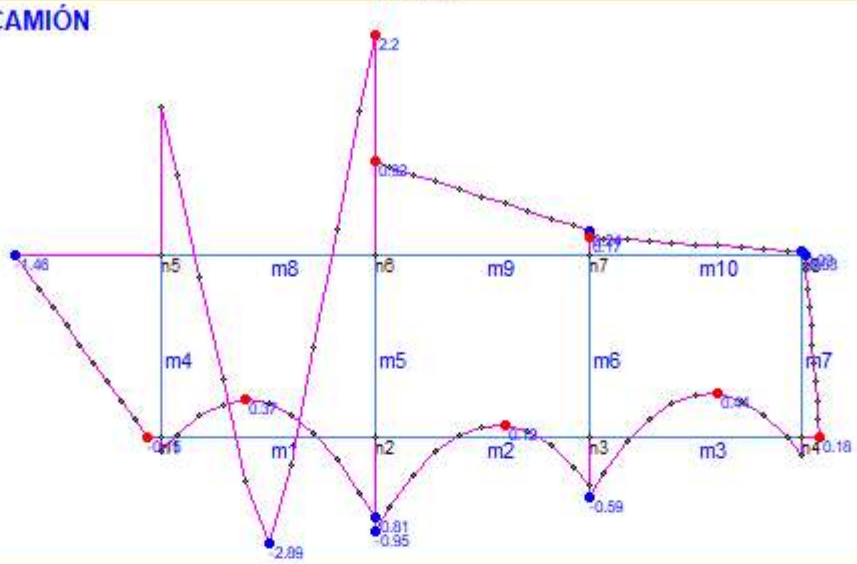


CARGA DE AGUA WA

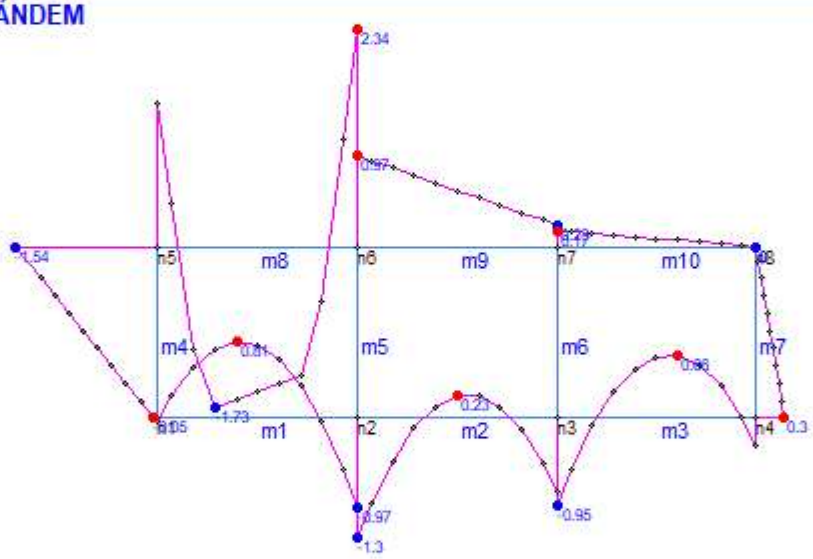


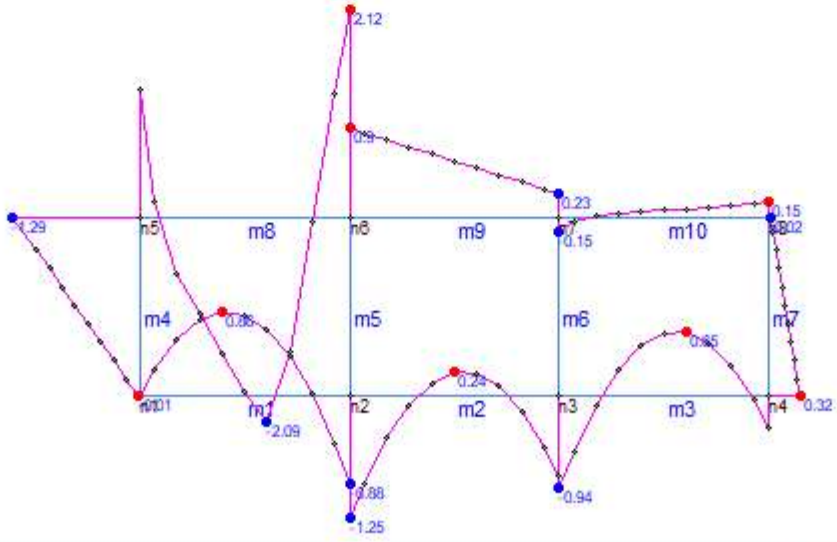
Diseño

CARGA VIVA L+ I : CAMIÓN



CARGA VIVA L + I : TÁNDEM





EFUERZOS FINALES DE MIEMBROS

CARGA MUERTA DC

Miembro	Nudo	F Axial (t)	Cortante (t)	Mom (t-m)
m1	1	0	-2.03	-0.3
	2	0	-2.68	0.99
m2	2	0	-2.35	-0.91
	3	0	-2.35	0.91
m3	3	0	-2.68	-0.99
	4	0	-2.03	0.3
m4	1	0.65	0.12	0.3
	5	-0.65	-0.12	-0.07
m5	2	1.65	-0.03	-0.08
	6	-1.65	0.03	0.01
m6	3	1.65	0.03	0.08
	7	-1.65	-0.03	-0.01
m7	4	0.65	-0.12	-0.3
	8	-0.65	0.12	0.07
m8	5	-0.12	0.65	0.07
	6	0.12	0.88	-0.32
m9	6	-0.09	0.77	0.3
	7	0.09	0.77	-0.3
m10	7	-0.12	0.88	0.32
	8	0.12	0.65	-0.07

EFUERZOS FINALES DE MIEMBROS

CARGA MUERTA DW

Miembro	Nudo	F Axial (t)	Cortante (t)	Mom (t-m)
m1	1	0	-0.11	-0.01
	2	0	-0.15	0.05
m2	2	0	-0.13	-0.05
	3	0	-0.13	0.05
m3	3	0	-0.15	-0.05
	4	0	-0.11	0.01
m4	1	0.11	-0.01	0.01
	5	-0.11	0.01	-0.02
m5	2	0.27	0	0
	6	-0.27	0	0
m6	3	0.27	0	0
	7	-0.27	0	0
m7	4	0.11	0.01	-0.01
	8	-0.11	-0.01	0.02
m8	5	0.01	0.11	0.02
	6	-0.01	0.14	-0.05
m9	6	0.01	0.13	0.05
	7	-0.01	0.13	-0.05
m10	7	0.01	0.14	0.05
	8	-0.01	0.11	-0.02

EFUERZOS FINALES DE MIEMBROS

CARGA EMPUJE DE TIERRAS EH

Miembro	Nudo	F Axial (t)	Cortante (t)	Mom (t-m)
m1	1	0	-0.14	-0.24
	2	0	0.14	-0.07
m2	2	0	0	0.03
	3	0	0	-0.03
m3	3	0	0.14	0.07
	4	0	-0.14	0.24
m4	1	0.07	1.25	0.24
	5	-0.07	0.54	-0.12
m5	2	-0.07	0.01	0.03
	6	0.07	-0.01	-0.01
m6	3	-0.07	-0.01	-0.03
	7	0.07	0.01	0.01
m7	4	0.07	-1.25	-0.24
	8	-0.07	-0.54	0.12
m8	5	0.54	0.07	0.12
	6	-0.54	-0.07	0.03
m9	6	0.52	0	-0.02
	7	-0.52	0	0.02
m10	7	0.54	-0.07	-0.03
	8	-0.54	0.07	-0.12

EFUERZOS FINALES DE MIEMBROS

PRESIÓN CARGA VERTICAL RELLENO EV

Miembro	Nudo	F Axial (t)	Cortante (t)	Mom (t-m)
m1	1	0	-0.02	0
	2	0	-0.02	0.01
m2	2	0	-0.02	-0.01
	3	0	-0.02	0.01
m3	3	0	-0.02	-0.01
	4	0	-0.02	0
m4	1	0.02	0	0
	5	-0.02	0	0
m5	2	0.04	0	0
	6	-0.04	0	0
m6	3	0.04	0	0
	7	-0.04	0	0
m7	4	0.02	0	0
	8	-0.02	0	0
m8	5	0	0.02	0
	6	0	0.02	-0.01
m9	6	0	0.02	0.01
	7	0	0.02	-0.01
m10	7	0	0.02	0.01
	8	0	0.02	0

EFUERZOS FINALES DE MIEMBROS

SOBRECARGA LS

Miembro	Nudo	F Axial (t)	Cortante (t)	Mom (t-m)
m1	1	0	-0.13	-0.22
	2	0	0.13	-0.06
m2	2	0	0	0.03
	3	0	0	-0.03
m3	3	0	0.13	0.06
	4	0	-0.13	0.22
m4	1	0.08	0.92	0.22
	5	-0.08	0.83	-0.14
m5	2	-0.08	0.01	0.03
	6	0.08	-0.01	-0.01
m6	3	-0.08	-0.01	-0.03
	7	0.08	0.01	0.01
m7	4	0.08	-0.92	-0.22
	8	-0.08	-0.83	0.14
m8	5	0.83	0.08	0.14
	6	-0.83	-0.08	0.04
m9	6	0.83	0	-0.02
	7	-0.83	0	0.02
m10	7	0.83	-0.08	-0.04
	8	-0.83	0.08	-0.14

EFUERZOS FINALES DE MIEMBROS

CARGA DE AGUA WA

Miembro	Nudo	F Axial (t)	Cortante (t)	Mom (t-m)
m1	1	0	0.13	0.22
	2	0	-0.13	0.06
m2	2	0	0	-0.03
	3	0	0	0.03
m3	3	0	-0.13	-0.06
	4	0	0.13	-0.22
m4	1	-0.07	-1.17	-0.22
	5	0.07	-0.5	0.12
m5	2	0.07	-0.01	-0.03
	6	-0.07	0.01	0.01
m6	3	0.07	0.01	0.03
	7	-0.07	-0.01	-0.01
m7	4	-0.07	1.17	0.22
	8	0.07	0.5	-0.12
m8	5	-0.5	-0.07	-0.12
	6	0.5	0.07	-0.03
m9	6	-0.49	0	0.02
	7	0.49	0	-0.02
m10	7	-0.5	0.07	0.03
	8	0.5	-0.07	0.12

Momentos Interiores en cada Miembro

CARGA MUERTA DC

Miembro	Posic.(m)	M (t-m)
m1	0	-0.3
m1	0.15	-0.02
m1	0.379	0.31
m1	0.608	0.53
m1	0.837	0.63
m1	1.067	0.61
m1	1.296	0.48
m1	1.525	0.23
m1	1.754	-0.13
m1	1.983	-0.61
m1	2.133	-0.99
m2	0	-0.91
m2	0.15	-0.58
m2	0.379	-0.18
m2	0.608	0.11
m2	0.837	0.28
m2	1.067	0.34
m2	1.296	0.28
m2	1.525	0.11
m2	1.754	-0.18
m2	1.983	-0.58
m2	2.133	-0.91
m3	0	-0.99
m3	0.15	-0.61
m3	0.379	-0.13
m3	0.608	0.23
m3	0.838	0.48
m3	1.067	0.61
m3	1.296	0.63
m3	1.525	0.53
m3	1.754	0.31
m3	1.983	-0.02
m3	2.133	-0.3
m4	0	-0.3
m4	0.175	-0.28
m4	0.362	-0.25
m4	0.55	-0.23
m4	0.738	-0.21
m4	0.925	-0.18
m4	1.112	-0.16
m4	1.3	-0.14
m4	1.488	-0.11
m4	1.825	-0.07
m4	1.825	-0.07
m5	0	0

Momentos Interiores en cada Miembro

CARGA MUERTA DC

Miembro	Posic.(m)	M (t-m)
m5	0.175	0
m5	0.362	0
m5	0.55	0
m5	0.738	0
m5	0.925	0
m5	1.112	0
m5	1.3	0
m5	1.488	0
m5	1.825	0
m5	1.825	0
m6	0	0
m6	0.175	0
m6	0.362	0
m6	0.55	0
m6	0.738	0
m6	0.925	0
m6	1.112	0
m6	1.3	0
m6	1.488	0
m6	1.825	0
m6	1.825	0
m7	0	0.3
m7	0.175	0.28
m7	0.362	0.25
m7	0.55	0.23
m7	0.738	0.21
m7	0.925	0.18
m7	1.112	0.16
m7	1.3	0.14
m7	1.488	0.11
m7	1.675	0.09
m7	1.825	0.07
m8	0	0.07
m8	0.15	-0.02
m8	0.379	-0.12
m8	0.608	-0.19
m8	0.837	-0.22
m8	1.067	-0.21
m8	1.296	-0.17
m8	1.525	-0.09
m8	1.754	0.04
m8	1.983	0.19
m8	2.133	0.32
m9	0	0.3
m9	0.15	0.2

Momentos Interiores en cada Miembro

CARGA MUERTA DC

Miembro	Posic.(m)	M (t-m)
m9	0.379	0.06
m9	0.608	-0.03
m9	0.837	-0.09
m9	1.067	-0.11
m9	1.296	-0.09
m9	1.525	-0.03
m9	1.754	0.06
m9	1.983	0.2
m9	2.133	0.3
m10	0	0.32
m10	0.15	0.19
m10	0.379	0.04
m10	0.608	-0.09
m10	0.838	-0.17
m10	1.067	-0.21
m10	1.296	-0.22
m10	1.525	-0.19
m10	1.754	-0.12
m10	1.983	-0.02
m10	2.133	0.07

Momentos Interiores en cada Miembro

CARGA MUERTA DW

Miembro	Posic.(m)	M (t-m)
m1	0	-0.01
m1	0.15	0
m1	0.379	0.02
m1	0.608	0.03
m1	0.837	0.04
m1	1.067	0.04
m1	1.296	0.03
m1	1.525	0.01
m1	1.754	-0.01
m1	1.983	-0.03
m1	2.133	-0.05
m2	0	-0.05
m2	0.15	-0.03
m2	0.379	-0.01
m2	0.608	0
m2	0.837	0.01
m2	1.067	0.02
m2	1.296	0.01
m2	1.525	0
m2	1.754	-0.01
m2	1.983	-0.03
m2	2.133	-0.05
m3	0	-0.05
m3	0.15	-0.03
m3	0.379	-0.01
m3	0.608	0.01
m3	0.838	0.03
m3	1.067	0.04
m3	1.296	0.04
m3	1.525	0.03
m3	1.754	0.02
m3	1.983	0
m3	2.133	-0.01
m4	0	-0.01
m4	0.175	-0.01
m4	0.362	-0.01
m4	0.55	-0.01
m4	0.738	-0.02
m4	0.925	-0.02
m4	1.112	-0.02
m4	1.3	-0.02
m4	1.488	-0.02
m4	1.825	-0.02
m4	1.825	-0.02
m5	0	0

Momentos Interiores en cada Miembro

CARGA MUERTA DW

Miembro	Posic.(m)	M (t-m)
m5	0.175	0
m5	0.362	0
m5	0.55	0
m5	0.738	0
m5	0.925	0
m5	1.112	0
m5	1.3	0
m5	1.488	0
m5	1.825	0
m5	1.825	0
m6	0	0
m6	0.175	0
m6	0.362	0
m6	0.55	0
m6	0.738	0
m6	0.925	0
m6	1.112	0
m6	1.3	0
m6	1.488	0
m6	1.825	0
m6	1.825	0
m7	0	0.01
m7	0.175	0.01
m7	0.362	0.01
m7	0.55	0.01
m7	0.738	0.02
m7	0.925	0.02
m7	1.112	0.02
m7	1.3	0.02
m7	1.488	0.02
m7	1.675	0.02
m7	1.825	0.02
m8	0	0.02
m8	0.15	0.01
m8	0.379	-0.01
m8	0.608	-0.03
m8	0.837	-0.03
m8	1.067	-0.03
m8	1.296	-0.03
m8	1.525	-0.01
m8	1.754	0.01
m8	1.983	0.03
m8	2.133	0.05
m9	0	0.05
m9	0.15	0.03

Momentos Interiores en cada Miembro

CARGA MUERTA DW

Miembro	Posic.(m)	M (t-m)
m9	0.379	0.01
m9	0.608	-0.01
m9	0.837	-0.02
m9	1.067	-0.02
m9	1.296	-0.02
m9	1.525	-0.01
m9	1.754	0.01
m9	1.983	0.03
m9	2.133	0.05
m10	0	0.05
m10	0.15	0.03
m10	0.379	0.01
m10	0.608	-0.01
m10	0.838	-0.03
m10	1.067	-0.03
m10	1.296	-0.03
m10	1.525	-0.03
m10	1.754	-0.01
m10	1.983	0.01
m10	2.133	0.02

Momentos Interiores en cada Miembro

CARGA EMPUJE DE TIERRAS EH

Miembro	Posic.(m)	M (t-m)
m1	0	-0.24
m1	0.15	-0.21
m1	0.379	-0.18
m1	0.608	-0.15
m1	0.837	-0.12
m1	1.067	-0.08
m1	1.296	-0.05
m1	1.525	-0.02
m1	1.754	0.01
m1	1.983	0.05
m1	2.133	0.07
m2	0	0.03
m2	0.15	0.03
m2	0.379	0.03
m2	0.608	0.03
m2	0.837	0.03
m2	1.067	0.03
m2	1.296	0.03
m2	1.525	0.03
m2	1.754	0.03
m2	1.983	0.03
m2	2.133	0.03
m3	0	0.07
m3	0.15	0.05
m3	0.379	0.01
m3	0.608	-0.02
m3	0.838	-0.05
m3	1.067	-0.08
m3	1.296	-0.12
m3	1.525	-0.15
m3	1.754	-0.18
m3	1.983	-0.21
m3	2.133	-0.24
m4	0	-0.24
m4	0.175	-0.05
m4	0.362	0.1
m4	0.55	0.19
m4	0.738	0.23
m4	0.925	0.23
m4	1.112	0.19
m4	1.3	0.13
m4	1.488	0.05
m4	1.825	-0.12
m4	1.825	-0.12
m5	0	0

Momentos Interiores en cada Miembro

CARGA EMPUJE DE TIERRAS EH

Miembro	Posic.(m)	M (t-m)
m5	0.175	0
m5	0.362	0
m5	0.55	0
m5	0.738	0
m5	0.925	0
m5	1.112	0
m5	1.3	0
m5	1.488	0
m5	1.825	0
m5	1.825	0
m6	0	0
m6	0.175	0
m6	0.362	0
m6	0.55	0
m6	0.738	0
m6	0.925	0
m6	1.112	0
m6	1.3	0
m6	1.488	0
m6	1.825	0
m6	1.825	0
m7	0	0.24
m7	0.175	0.05
m7	0.362	-0.1
m7	0.55	-0.19
m7	0.738	-0.23
m7	0.925	-0.23
m7	1.112	-0.19
m7	1.3	-0.13
m7	1.488	-0.05
m7	1.675	0.04
m7	1.825	0.12
m8	0	0.12
m8	0.15	0.11
m8	0.379	0.1
m8	0.608	0.08
m8	0.837	0.06
m8	1.067	0.05
m8	1.296	0.03
m8	1.525	0.01
m8	1.754	0
m8	1.983	-0.02
m8	2.133	-0.03
m9	0	-0.02
m9	0.15	-0.02

Momentos Interiores en cada Miembro

CARGA EMPUJE DE TIERRAS EH

Miembro	Posic.(m)	M (t-m)
m9	0.379	-0.02
m9	0.608	-0.02
m9	0.837	-0.02
m9	1.067	-0.02
m9	1.296	-0.02
m9	1.525	-0.02
m9	1.754	-0.02
m9	1.983	-0.02
m9	2.133	-0.02
m10	0	-0.03
m10	0.15	-0.02
m10	0.379	0
m10	0.608	0.01
m10	0.838	0.03
m10	1.067	0.05
m10	1.296	0.06
m10	1.525	0.08
m10	1.754	0.1
m10	1.983	0.11
m10	2.133	0.12

Momentos Interiores en cada Miembro

PRESIÓN CARGA VERTICAL RELLENO EV

Miembro	Posic.(m)	M (t-m)
m1	0	0
m1	0.15	0
m1	0.379	0
m1	0.608	0
m1	0.837	0.01
m1	1.067	0.01
m1	1.296	0
m1	1.525	0
m1	1.754	0
m1	1.983	-0.01
m1	2.133	-0.01
m2	0	-0.01
m2	0.15	0
m2	0.379	0
m2	0.608	0
m2	0.837	0
m2	1.067	0
m2	1.296	0
m2	1.525	0
m2	1.754	0
m2	1.983	0
m2	2.133	-0.01
m3	0	-0.01
m3	0.15	-0.01
m3	0.379	0
m3	0.608	0
m3	0.838	0
m3	1.067	0.01
m3	1.296	0.01
m3	1.525	0
m3	1.754	0
m3	1.983	0
m3	2.133	0
m4	0	0
m4	0.175	0
m4	0.362	0
m4	0.55	0
m4	0.738	0
m4	0.925	0
m4	1.112	0
m4	1.3	0
m4	1.488	0
m4	1.825	0
m4	1.825	0
m5	0	0

Momentos Interiores en cada Miembro

PRESIÓN CARGA VERTICAL RELLENO EV

Miembro	Posic.(m)	M (t-m)
m5	0.175	0
m5	0.362	0
m5	0.55	0
m5	0.738	0
m5	0.925	0
m5	1.112	0
m5	1.3	0
m5	1.488	0
m5	1.825	0
m5	1.825	0
m6	0	0
m6	0.175	0
m6	0.362	0
m6	0.55	0
m6	0.738	0
m6	0.925	0
m6	1.112	0
m6	1.3	0
m6	1.488	0
m6	1.825	0
m6	1.825	0
m7	0	0
m7	0.175	0
m7	0.362	0
m7	0.55	0
m7	0.738	0
m7	0.925	0
m7	1.112	0
m7	1.3	0
m7	1.488	0
m7	1.675	0
m7	1.825	0
m8	0	0
m8	0.15	0
m8	0.379	0
m8	0.608	0
m8	0.837	0
m8	1.067	0
m8	1.296	0
m8	1.525	0
m8	1.754	0
m8	1.983	0
m8	2.133	0.01
m9	0	0.01
m9	0.15	0

Momentos Interiores en cada Miembro

PRESIÓN CARGA VERTICAL RELLENO EV

Miembro	Posic.(m)	M (t-m)
m9	0.379	0
m9	0.608	0
m9	0.837	0
m9	1.067	0
m9	1.296	0
m9	1.525	0
m9	1.754	0
m9	1.983	0
m9	2.133	0.01
m10	0	0.01
m10	0.15	0
m10	0.379	0
m10	0.608	0
m10	0.838	0
m10	1.067	0
m10	1.296	0
m10	1.525	0
m10	1.754	0
m10	1.983	0
m10	2.133	0

Momentos Interiores en cada Miembro

SOBRECARGA LS

Miembro	Posic.(m)	M (t-m)
m1	0	-0.22
m1	0.15	-0.2
m1	0.379	-0.17
m1	0.608	-0.14
m1	0.837	-0.11
m1	1.067	-0.08
m1	1.296	-0.05
m1	1.525	-0.02
m1	1.754	0.01
m1	1.983	0.04
m1	2.133	0.06
m2	0	0.03
m2	0.15	0.03
m2	0.379	0.03
m2	0.608	0.03
m2	0.837	0.03
m2	1.067	0.03
m2	1.296	0.03
m2	1.525	0.03
m2	1.754	0.03
m2	1.983	0.03
m2	2.133	0.03
m3	0	0.06
m3	0.15	0.04
m3	0.379	0.01
m3	0.608	-0.02
m3	0.838	-0.05
m3	1.067	-0.08
m3	1.296	-0.11
m3	1.525	-0.14
m3	1.754	-0.17
m3	1.983	-0.2
m3	2.133	-0.22
m4	0	-0.22
m4	0.175	-0.07
m4	0.362	0.06
m4	0.55	0.15
m4	0.738	0.2
m4	0.925	0.23
m4	1.112	0.21
m4	1.3	0.17
m4	1.488	0.09
m4	1.825	-0.14
m4	1.825	-0.14
m5	0	0

Momentos Interiores en cada Miembro

SOBRECARGA LS

Miembro	Posic.(m)	M (t-m)
m5	0.175	0
m5	0.362	0
m5	0.55	0
m5	0.738	0
m5	0.925	0
m5	1.112	0
m5	1.3	0
m5	1.488	0
m5	1.825	0
m5	1.825	0
m6	0	0
m6	0.175	0
m6	0.362	0
m6	0.55	0
m6	0.738	0
m6	0.925	0
m6	1.112	0
m6	1.3	0
m6	1.488	0
m6	1.825	0
m6	1.825	0
m7	0	0.22
m7	0.175	0.07
m7	0.362	-0.06
m7	0.55	-0.15
m7	0.738	-0.2
m7	0.925	-0.23
m7	1.112	-0.21
m7	1.3	-0.17
m7	1.488	-0.09
m7	1.675	0.02
m7	1.825	0.14
m8	0	0.14
m8	0.15	0.12
m8	0.379	0.11
m8	0.608	0.09
m8	0.837	0.07
m8	1.067	0.05
m8	1.296	0.03
m8	1.525	0.01
m8	1.754	0
m8	1.983	-0.02
m8	2.133	-0.04
m9	0	-0.02
m9	0.15	-0.02

Momentos Interiores en cada Miembro

SOBRECARGA LS

Miembro	Posic.(m)	M (t-m)
m9	0.379	-0.02
m9	0.608	-0.02
m9	0.837	-0.02
m9	1.067	-0.02
m9	1.296	-0.02
m9	1.525	-0.02
m9	1.754	-0.02
m9	1.983	-0.02
m9	2.133	-0.02
m10	0	-0.04
m10	0.15	-0.02
m10	0.379	0
m10	0.608	0.01
m10	0.838	0.03
m10	1.067	0.05
m10	1.296	0.07
m10	1.525	0.09
m10	1.754	0.11
m10	1.983	0.12
m10	2.133	0.14

Momentos Interiores en cada Miembro

CARGA DE AGUA WA

Miembro	Posic.(m)	M (t-m)
m1	0	0.22
m1	0.15	0.2
m1	0.379	0.17
m1	0.608	0.14
m1	0.837	0.11
m1	1.067	0.08
m1	1.296	0.05
m1	1.525	0.02
m1	1.754	-0.01
m1	1.983	-0.04
m1	2.133	-0.06
m2	0	-0.03
m2	0.15	-0.03
m2	0.379	-0.03
m2	0.608	-0.03
m2	0.837	-0.03
m2	1.067	-0.03
m2	1.296	-0.03
m2	1.525	-0.03
m2	1.754	-0.03
m2	1.983	-0.03
m2	2.133	-0.03
m3	0	-0.06
m3	0.15	-0.04
m3	0.379	-0.01
m3	0.608	0.02
m3	0.838	0.05
m3	1.067	0.08
m3	1.296	0.11
m3	1.525	0.14
m3	1.754	0.17
m3	1.983	0.2
m3	2.133	0.22
m4	0	0.22
m4	0.175	0.04
m4	0.362	-0.09
m4	0.55	-0.17
m4	0.738	-0.21
m4	0.925	-0.21
m4	1.112	-0.18
m4	1.3	-0.12
m4	1.488	-0.05
m4	1.825	0.12
m4	1.825	0.12
m5	0	0

Momentos Interiores en cada Miembro

CARGA DE AGUA WA

Miembro	Posic.(m)	M (t-m)
m5	0.175	0
m5	0.362	0
m5	0.55	0
m5	0.738	0
m5	0.925	0
m5	1.112	0
m5	1.3	0
m5	1.488	0
m5	1.825	0
m5	1.825	0
m6	0	0
m6	0.175	0
m6	0.362	0
m6	0.55	0
m6	0.738	0
m6	0.925	0
m6	1.112	0
m6	1.3	0
m6	1.488	0
m6	1.825	0
m6	1.825	0
m7	0	-0.22
m7	0.175	-0.04
m7	0.362	0.09
m7	0.55	0.17
m7	0.738	0.21
m7	0.925	0.21
m7	1.112	0.18
m7	1.3	0.12
m7	1.488	0.05
m7	1.675	-0.04
m7	1.825	-0.12
m8	0	-0.12
m8	0.15	-0.11
m8	0.379	-0.09
m8	0.608	-0.07
m8	0.837	-0.06
m8	1.067	-0.04
m8	1.296	-0.03
m8	1.525	-0.01
m8	1.754	0
m8	1.983	0.02
m8	2.133	0.03
m9	0	0.02
m9	0.15	0.02

Momentos Interiores en cada Miembro

CARGA DE AGUA WA

Miembro	Posic.(m)	M (t-m)
m9	0.379	0.02
m9	0.608	0.02
m9	0.837	0.02
m9	1.067	0.02
m9	1.296	0.02
m9	1.525	0.02
m9	1.754	0.02
m9	1.983	0.02
m9	2.133	0.02
m10	0	0.03
m10	0.15	0.02
m10	0.379	0
m10	0.608	-0.01
m10	0.838	-0.03
m10	1.067	-0.04
m10	1.296	-0.06
m10	1.525	-0.07
m10	1.754	-0.09
m10	1.983	-0.11
m10	2.133	-0.12

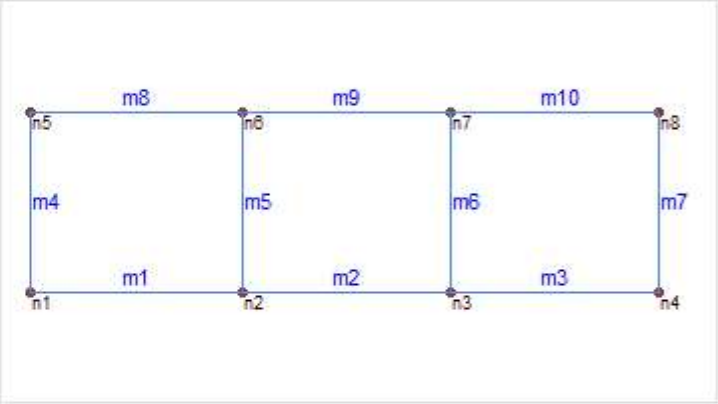
Momentos Interiores en cada Miembro

ESTADO LÍMITE DE RESISTENCIA Ia

Máx Carga Vertical y Máx Carga Horizontal

1.25(DC)+1.50(DW)+1.35(EV)+1.75(L+I)+1.5(EH)+1.75(LS)

Miembro	Posic.(m)	Mom Mu(t-m)
m1	0	-1.38
m1	0.15	-0.3
m1	0.379	0.79
m1	0.608	1.52
m1	0.837	1.89
m1	1.067	1.9
m1	1.296	1.55
m1	1.525	0.84
m1	1.754	-0.51
m1	1.983	-1.67
m1	2.133	-2.81
m2	0	-3.4
m2	0.15	-2.31
m2	0.379	-0.96
m2	0.608	-0.01
m2	0.837	0.68
m2	1.067	0.95
m2	1.296	0.87
m2	1.525	0.42
m2	1.754	-0.39
m2	1.983	-1.55
m2	2.133	-2.51
m3	0	-2.78
m3	0.15	-1.68
m3	0.379	-0.29
m3	0.608	0.73
m3	0.838	1.39
m3	1.067	1.69
m3	1.296	1.63
m3	1.525	1.21
m3	1.754	0.43
m3	1.983	-0.71
m3	2.133	-1.65
m4	0	-1.38
m4	0.182	-1.03
m4	0.365	-0.81
m4	0.548	-0.73
m4	0.73	-0.78
m4	0.912	-0.95
m4	1.095	-1.24
m4	1.277	-1.65
m4	1.46	-2.15
m4	1.642	-3.24
m4	1.825	-3.24



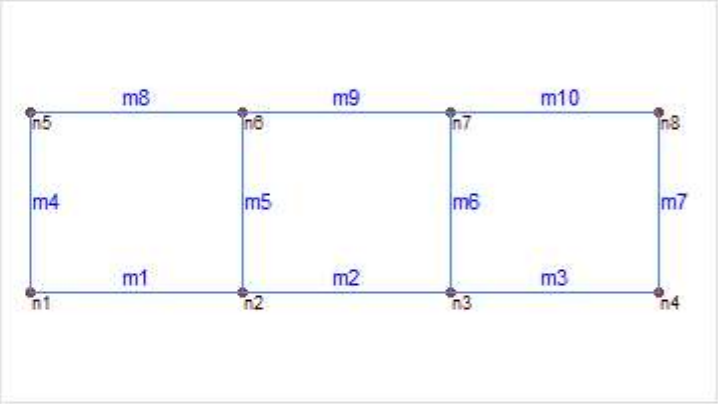
Momentos Interiores en cada Miembro

ESTADO LÍMITE DE RESISTENCIA Ia

Máx Carga Vertical y Máx Carga Horizontal

1.25(DC)+1.50(DW)+1.35(EV)+1.75(L+I)+1.5(EH)+1.75(LS)

Miembro	Posic.(m)	Mom Mu(t-m)
m5	0	0.75
m5	0.182	0.91
m5	0.365	1.08
m5	0.548	1.25
m5	0.73	1.41
m5	0.912	1.58
m5	1.095	1.75
m5	1.277	1.92
m5	1.46	2.09
m5	1.642	2.39
m5	1.825	2.39
m6	0	0.27
m6	0.182	0.26
m6	0.365	0.24
m6	0.548	0.22
m6	0.73	0.21
m6	0.912	0.19
m6	1.095	0.17
m6	1.277	0.16
m6	1.46	0.14
m6	1.642	0.12
m6	1.825	0.12
m7	0	1.65
m7	0.182	1.04
m7	0.365	0.52
m7	0.548	0.15
m7	0.73	-0.09
m7	0.912	-0.22
m7	1.095	-0.23
m7	1.277	-0.14
m7	1.46	0.04
m7	1.642	0.32
m7	1.825	0.6
m8	0	3.24
m8	0.15	1.77
m8	0.379	-1.77
m8	0.608	-3.03
m8	0.837	-4.08
m8	1.067	-5.23
m8	1.296	-3.84
m8	1.525	-2.51
m8	1.754	-0.98
m8	1.983	2.73
m8	2.133	4.46



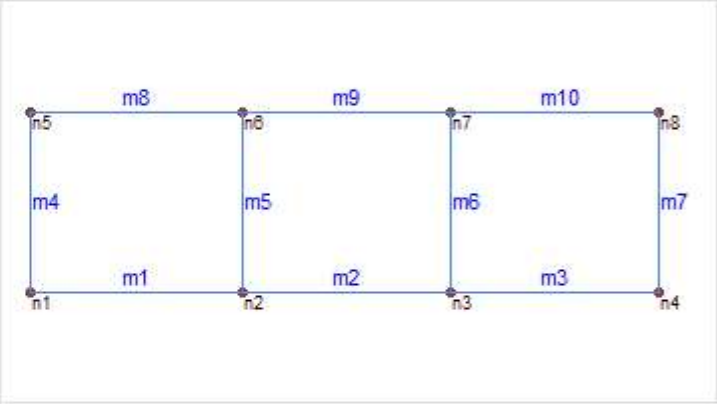
Momentos Interiores en cada Miembro

ESTADO LÍMITE DE RESISTENCIA Ia

Máx Carga Vertical y Máx Carga Horizontal

1.25(DC)+1.50(DW)+1.35(EV)+1.75(L+I)+1.5(EH)+1.75(LS)

Miembro	Posic.(m)	Mom Mu(t-m)
m9	0	2.09
m9	0.15	1.84
m9	0.379	1.5
m9	0.608	1.21
m9	0.837	0.99
m9	1.067	0.82
m9	1.296	0.71
m9	1.525	0.66
m9	1.754	0.67
m9	1.983	0.74
m9	2.133	0.82
m10	0	0.68
m10	0.15	0.51
m10	0.379	0.3
m10	0.608	0.14
m10	0.838	0.05
m10	1.067	0.01
m10	1.296	0.03
m10	1.525	0.11
m10	1.754	0.25
m10	1.983	0.44
m10	2.133	0.6



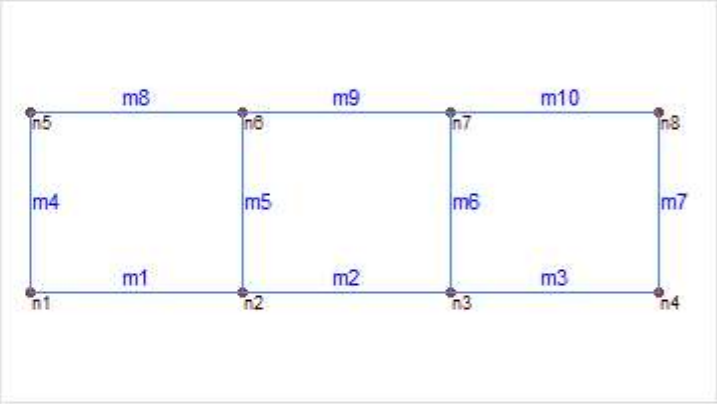
Momentos Interiores en cada Miembro

ESTADO LÍMITE DE RESISTENCIA Ib

Máxima Carga Vertical y Mínima Carga Horizontal

1.25(DC)+1.5(DW)+1.35(EV)+1.75(L+I)+1.0(WA)+0.9(EH)+1.75(LS)

Miembro	Posic.(m)	Mom Mu(t-m)
m1	0	-1.02
m1	0.15	0.03
m1	0.379	1.07
m1	0.608	1.75
m1	0.837	2.07
m1	1.067	2.03
m1	1.296	1.63
m1	1.525	0.86
m1	1.754	-0.53
m1	1.983	-1.75
m1	2.133	-2.91
m2	0	-3.45
m2	0.15	-2.37
m2	0.379	-1.01
m2	0.608	-0.06
m2	0.837	0.63
m2	1.067	0.9
m2	1.296	0.82
m2	1.525	0.37
m2	1.754	-0.44
m2	1.983	-1.6
m2	2.133	-2.57
m3	0	-2.89
m3	0.15	-1.75
m3	0.379	-0.32
m3	0.608	0.76
m3	0.838	1.47
m3	1.067	1.82
m3	1.296	1.81
m3	1.525	1.44
m3	1.754	0.71
m3	1.983	-0.38
m3	2.133	-1.29
m4	0	-1.02
m4	0.182	-0.96
m4	0.365	-0.96
m4	0.548	-1.01
m4	0.73	-1.13
m4	0.912	-1.3
m4	1.095	-1.53
m4	1.277	-1.85
m4	1.46	-2.23
m4	1.642	-3.05
m4	1.825	-3.05



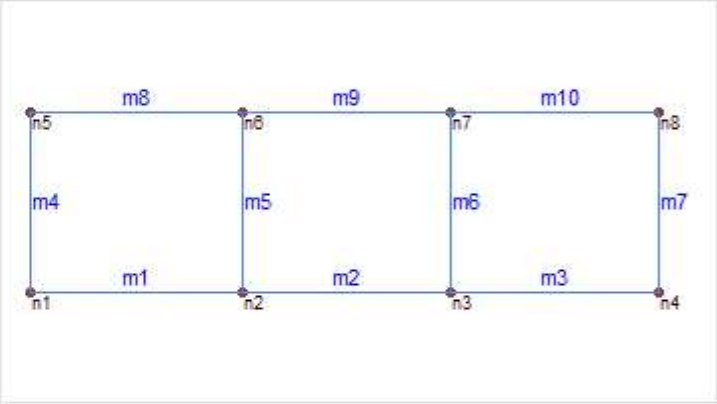
Momentos Interiores en cada Miembro

ESTADO LÍMITE DE RESISTENCIA Ib

Máxima Carga Vertical y Mínima Carga Horizontal

1.25(DC)+1.5(DW)+1.35(EV)+1.75(L+I)+1.0(WA)+0.9(EH)+1.75(LS)

Miembro	Posic.(m)	Mom Mu(t-m)
m5	0	0.75
m5	0.182	0.91
m5	0.365	1.08
m5	0.548	1.25
m5	0.73	1.41
m5	0.912	1.58
m5	1.095	1.75
m5	1.277	1.92
m5	1.46	2.09
m5	1.642	2.39
m5	1.825	2.39
m6	0	0.27
m6	0.182	0.26
m6	0.365	0.24
m6	0.548	0.22
m6	0.73	0.21
m6	0.912	0.19
m6	1.095	0.17
m6	1.277	0.16
m6	1.46	0.14
m6	1.642	0.12
m6	1.825	0.12
m7	0	1.29
m7	0.182	0.97
m7	0.365	0.67
m7	0.548	0.43
m7	0.73	0.25
m7	0.912	0.13
m7	1.095	0.07
m7	1.277	0.06
m7	1.46	0.12
m7	1.642	0.26
m7	1.825	0.41
m8	0	3.05
m8	0.15	1.59
m8	0.379	-1.92
m8	0.608	-3.16
m8	0.837	-4.17
m8	1.067	-5.3
m8	1.296	-3.88
m8	1.525	-2.53
m8	1.754	-0.97
m8	1.983	2.76
m8	2.133	4.51



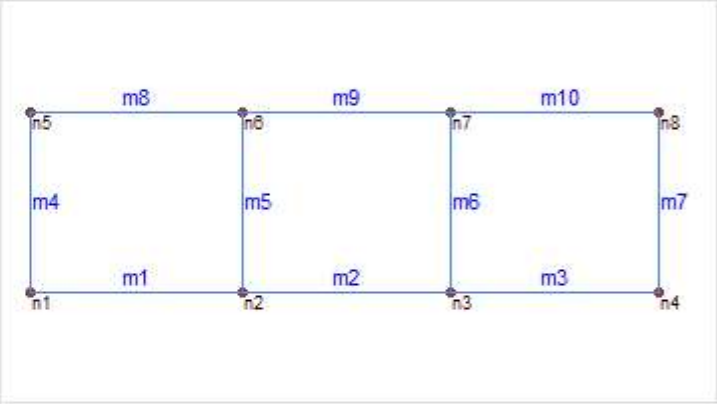
Momentos Interiores en cada Miembro

ESTADO LÍMITE DE RESISTENCIA Ib

Máxima Carga Vertical y Mínima Carga Horizontal

1.25(DC)+1.5(DW)+1.35(EV)+1.75(L+I)+1.0(WA)+0.9(EH)+1.75(LS)

Miembro	Posic.(m)	Mom Mu(t-m)
m9	0	2.12
m9	0.15	1.87
m9	0.379	1.52
m9	0.608	1.24
m9	0.837	1.02
m9	1.067	0.85
m9	1.296	0.74
m9	1.525	0.69
m9	1.754	0.7
m9	1.983	0.77
m9	2.133	0.85
m10	0	0.73
m10	0.15	0.54
m10	0.379	0.3
m10	0.608	0.12
m10	0.838	0
m10	1.067	-0.06
m10	1.296	-0.06
m10	1.525	-0.01
m10	1.754	0.1
m10	1.983	0.27
m10	2.133	0.41



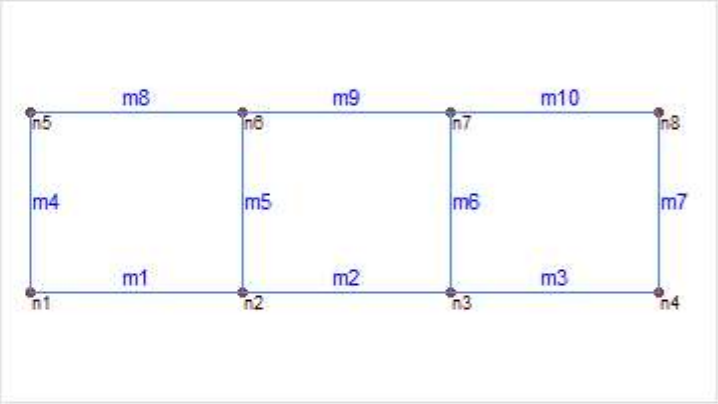
Momentos Interiores en cada Miembro

ESTADO LÍMITE DE RESISTENCIA Ic

Mín. Carga Vertical y Máx. Carga Horizontal

0.9(DC)+0.65(DW)+1.0(EV)+0.9(EH)+1.75(LS)

Miembro	Posic.(m)	Mom Mu(t-m)
m1	0	-1.61
m1	0.15	-0.51
m1	0.379	0.61
m1	0.608	1.38
m1	0.837	1.78
m1	1.067	1.82
m1	1.296	1.5
m1	1.525	0.82
m1	1.754	-0.5
m1	1.983	-1.63
m1	2.133	-2.74
m2	0	-3.37
m2	0.15	-2.28
m2	0.379	-0.92
m2	0.608	0.02
m2	0.837	0.71
m2	1.067	0.99
m2	1.296	0.9
m2	1.525	0.46
m2	1.754	-0.35
m2	1.983	-1.52
m2	2.133	-2.48
m3	0	-2.71
m3	0.15	-1.63
m3	0.379	-0.28
m3	0.608	0.71
m3	0.838	1.34
m3	1.067	1.61
m3	1.296	1.52
m3	1.525	1.07
m3	1.754	0.25
m3	1.983	-0.92
m3	2.133	-1.89
m4	0	-1.61
m4	0.182	-1.13
m4	0.365	-0.77
m4	0.548	-0.58
m4	0.73	-0.56
m4	0.912	-0.69
m4	1.095	-0.98
m4	1.277	-1.43
m4	1.46	-2.02
m4	1.642	-3.4
m4	1.825	-3.4

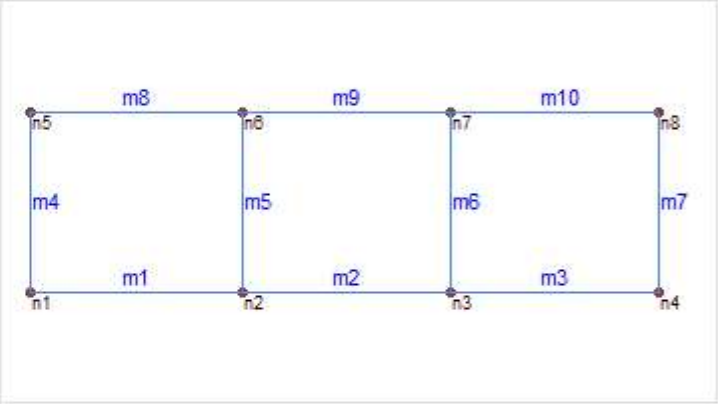


Momentos Interiores en cada Miembro

ESTADO LÍMITE DE RESISTENCIA Ic — **Mín. Carga Vertical y Máx. Carga Horizontal**

0.9(DC)+0.65(DW)+1.0(EV)+0.9(EH)+1.75(LS)

Miembro	Posic.(m)	Mom Mu(t-m)
m5	0	0.75
m5	0.182	0.91
m5	0.365	1.08
m5	0.548	1.25
m5	0.73	1.41
m5	0.912	1.58
m5	1.095	1.75
m5	1.277	1.92
m5	1.46	2.09
m5	1.642	2.39
m5	1.825	2.39
m6	0	0.27
m6	0.182	0.26
m6	0.365	0.24
m6	0.548	0.22
m6	0.73	0.21
m6	0.912	0.19
m6	1.095	0.17
m6	1.277	0.16
m6	1.46	0.14
m6	1.642	0.12
m6	1.825	0.12
m7	0	1.89
m7	0.182	1.13
m7	0.365	0.48
m7	0.548	0
m7	0.73	-0.31
m7	0.912	-0.48
m7	1.095	-0.49
m7	1.277	-0.36
m7	1.46	-0.09
m7	1.642	0.33
m7	1.825	0.76
m8	0	3.4
m8	0.15	1.92
m8	0.379	-1.64
m8	0.608	-2.93
m8	0.837	-3.99
m8	1.067	-5.17
m8	1.296	-3.8
m8	1.525	-2.49
m8	1.754	-0.99
m8	1.983	2.7
m8	2.133	4.42



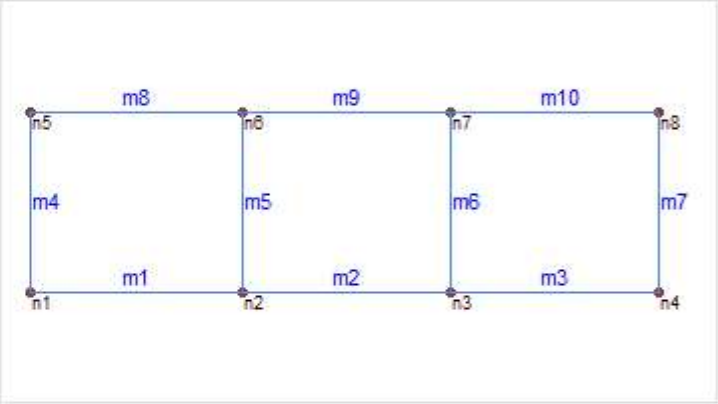
Momentos Interiores en cada Miembro

ESTADO LÍMITE DE RESISTENCIA Ic

Mín. Carga Vertical y Máx. Carga Horizontal

0.9(DC)+0.65(DW)+1.0(EV)+0.9(EH)+1.75(LS)

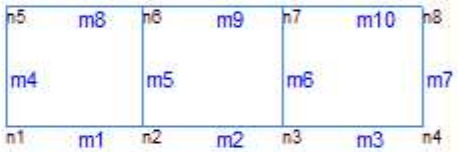
Miembro	Posic.(m)	Mom Mu(t-m)
m9	0	2.07
m9	0.15	1.81
m9	0.379	1.47
m9	0.608	1.19
m9	0.837	0.96
m9	1.067	0.79
m9	1.296	0.68
m9	1.525	0.63
m9	1.754	0.64
m9	1.983	0.72
m9	2.133	0.8
m10	0	0.63
m10	0.15	0.48
m10	0.379	0.29
m10	0.608	0.16
m10	0.838	0.09
m10	1.067	0.07
m10	1.296	0.11
m10	1.525	0.21
m10	1.754	0.37
m10	1.983	0.59
m10	2.133	0.76



ENVOLVENTE MÁXIMA DE DISEÑO

Diseño a Flexión y Cortante de todas las secciones del Box Culvert

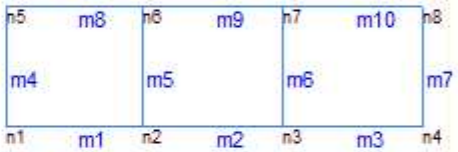
Mi.	Posic(m)	Mu(t-m)	As(cm2)	Arm.Sug	Vu(t)	Vu/Vr (Cheq)
m1	0	-1.61	2.08	1 # 4 @ 0.2	6.76	0.32 Ok
m1	0.15	-0.51	0.66	1 # 4 @ 0.2	5.73	0.27 Ok
m1	0.379	1.07	1.38	1 # 4 @ 0.2	4.15	0.2 Ok
m1	0.608	1.75	2.26	1 # 4 @ 0.2	2.58	0.12 Ok
m1	0.837	2.07	2.67	1 # 4 @ 0.2	1	0.05 Ok
m1	1.067	2.03	2.61	1 # 4 @ 0.2	-0.93	0.04 Ok
m1	1.296	1.63	2.09	1 # 4 @ 0.2	-2.51	0.12 Ok
m1	1.525	0.86	1.11	1 # 4 @ 0.2	-4.08	0.2 Ok
m1	1.754	-0.53	0.69	1 # 4 @ 0.2	-5.66	0.27 Ok
m1	1.983	-1.75	2.25	1 # 4 @ 0.2	-7.24	0.35 Ok
m1	2.133	-2.91	3.76	1 # 4 @ 0.2	-8.27	0.4 Ok
m2	0	-3.45	4.46	1 # 4 @ 0.2	7.68	0.37 Ok
m2	0.15	-2.37	3.05	1 # 4 @ 0.2	6.65	0.32 Ok
m2	0.379	-1.01	1.29	1 # 4 @ 0.2	5.08	0.24 Ok
m2	0.608	-0.06	0.08	1 # 4 @ 0.2	3.5	0.17 Ok
m2	0.837	0.71	0.91	1 # 4 @ 0.2	1.93	0.09 Ok
m2	1.067	0.99	1.27	1 # 4 @ 0.2	0.35	0.02 Ok
m2	1.296	0.9	1.16	1 # 4 @ 0.2	-1.22	0.06 Ok
m2	1.525	0.46	0.58	1 # 4 @ 0.2	-2.8	0.13 Ok
m2	1.754	-0.44	0.56	1 # 4 @ 0.2	-4.37	0.21 Ok
m2	1.983	-1.6	2.06	1 # 4 @ 0.2	-5.95	0.29 Ok
m2	2.133	-2.57	3.31	1 # 4 @ 0.2	-6.98	0.34 Ok
m3	0	-2.89	3.73	1 # 4 @ 0.2	8.06	0.39 Ok
m3	0.15	-1.75	2.25	1 # 4 @ 0.2	7.03	0.34 Ok
m3	0.379	-0.32	0.4	1 # 4 @ 0.2	5.45	0.26 Ok
m3	0.608	0.76	0.97	1 # 4 @ 0.2	3.88	0.19 Ok
m3	0.838	1.47	1.89	1 # 4 @ 0.2	2.3	0.11 Ok
m3	1.067	1.82	2.34	1 # 4 @ 0.2	0.73	0.03 Ok
m3	1.296	1.81	2.33	1 # 4 @ 0.2	-1.21	0.06 Ok
m3	1.525	1.44	1.85	1 # 4 @ 0.2	-2.78	0.13 Ok
m3	1.754	0.71	0.91	1 # 4 @ 0.2	-4.36	0.21 Ok
m3	1.983	-0.92	1.19	1 # 4 @ 0.2	-5.93	0.28 Ok
m3	2.133	-1.89	2.43	1 # 4 @ 0.2	-6.97	0.33 Ok
m4	0	-1.61	2.54	1 # 4 @ 0.2	-4.88	0.28 Ok
m4	0.175	-1.13	1.77	1 # 4 @ 0.2	-4.11	0.24 Ok
m4	0.362	-0.96	1.51	1 # 4 @ 0.2	-3.44	0.2 Ok
m4	0.55	-1.01	1.59	1 # 4 @ 0.2	-2.79	0.16 Ok
m4	0.738	-1.13	1.77	1 # 4 @ 0.2	-2.19	0.13 Ok
m4	0.925	-1.3	2.04	1 # 4 @ 0.2	-1.61	0.09 Ok
m4	1.112	-1.53	2.42	1 # 4 @ 0.2	-1.15	0.07 Ok
m4	1.3	-1.85	2.92	1 # 4 @ 0.2	-0.83	0.05 Ok
m4	1.488	-2.23	3.52	1 # 4 @ 0.2	-0.52	0.03 Ok
m4	1.825	-3.4	5.41	1 # 4 @ 0.2	0.87	0.05 Ok
m4	1.825	-3.4	5.41	1 # 4 @ 0.2	0.87	0.05 Ok



ENVOLVENTE MÁXIMA DE DISEÑO

Diseño a Flexión y Cortante de todas las secciones del Box Culvert

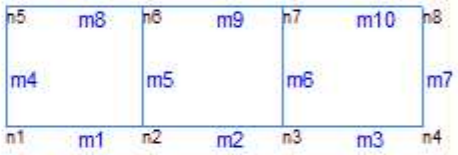
Mi.	Posic(m)	Mu(t-m)	As(cm2)	Arm.Sug	Vu(t)	Vu/Vr (Cheq)
m5	0	0.75	1.18	1 # 4 @ 0.2	1.56	0.09 Ok
m5	0.175	0.91	1.43	1 # 4 @ 0.2	1.56	0.09 Ok
m5	0.362	1.08	1.69	1 # 4 @ 0.2	1.56	0.09 Ok
m5	0.55	1.25	1.96	1 # 4 @ 0.2	1.56	0.09 Ok
m5	0.738	1.41	2.23	1 # 4 @ 0.2	1.56	0.09 Ok
m5	0.925	1.58	2.49	1 # 4 @ 0.2	1.63	0.09 Ok
m5	1.112	1.75	2.76	1 # 4 @ 0.2	1.79	0.1 Ok
m5	1.3	1.92	3.03	1 # 4 @ 0.2	1.96	0.11 Ok
m5	1.488	2.09	3.3	1 # 4 @ 0.2	2.13	0.12 Ok
m5	1.825	2.39	3.78	1 # 4 @ 0.2	2.44	0.14 Ok
m5	1.825	2.39	3.78	1 # 4 @ 0.2	2.44	0.14 Ok
m6	0	0.27	0.43	1 # 4 @ 0.2	0.32	0.02 Ok
m6	0.175	0.26	0.4	1 # 4 @ 0.2	0.3	0.02 Ok
m6	0.362	0.24	0.38	1 # 4 @ 0.2	0.28	0.02 Ok
m6	0.55	0.22	0.35	1 # 4 @ 0.2	0.27	0.02 Ok
m6	0.738	0.21	0.32	1 # 4 @ 0.2	0.25	0.01 Ok
m6	0.925	0.19	0.3	1 # 4 @ 0.2	0.23	0.01 Ok
m6	1.112	0.17	0.27	1 # 4 @ 0.2	0.22	0.01 Ok
m6	1.3	0.16	0.25	1 # 4 @ 0.2	0.2	0.01 Ok
m6	1.488	0.14	0.22	1 # 4 @ 0.2	0.18	0.01 Ok
m6	1.825	0.12	0.19	1 # 4 @ 0.2	0.17	0.01 Ok
m6	1.825	0.12	0.19	1 # 4 @ 0.2	0.17	0.01 Ok
m7	0	1.89	2.98	1 # 4 @ 0.2	5.04	0.29 Ok
m7	0.175	1.13	1.77	1 # 4 @ 0.2	4.11	0.24 Ok
m7	0.362	0.67	1.05	1 # 4 @ 0.2	3.15	0.18 Ok
m7	0.55	0.43	0.68	1 # 4 @ 0.2	2.21	0.13 Ok
m7	0.738	-0.31	0.49	1 # 4 @ 0.2	1.31	0.08 Ok
m7	0.925	-0.48	0.74	1 # 4 @ 0.2	0.55	0.03 Ok
m7	1.112	-0.49	0.76	1 # 4 @ 0.2	-0.38	0.02 Ok
m7	1.3	-0.36	0.56	1 # 4 @ 0.2	-1.18	0.07 Ok
m7	1.488	0.12	0.18	1 # 4 @ 0.2	-1.94	0.11 Ok
m7	1.675	0.33	0.52	1 # 4 @ 0.2	-3.17	0.18 Ok
m7	1.825	0.76	1.2	1 # 4 @ 0.2	-3.19	0.18 Ok
m8	0	3.4	5.41	1 # 4 @ 0.2	-17.05	0.98 Ok
m8	0.15	1.92	3.02	1 # 4 @ 0.2	-16.89	0.97 Ok
m8	0.379	-1.92	3.02	1 # 4 @ 0.2	-13.63	0.78 Ok
m8	0.608	-3.16	5.01	1 # 4 @ 0.2	-4.08	0.23 Ok
m8	0.837	-4.17	5.98	1 # 4 @ 0.2	-3.02	0.17 Ok
m8	1.067	-5.3	6.39	1 # 4 @ 0.19	-2.76	0.16 Ok
m8	1.296	-3.88	5.98	1 # 4 @ 0.2	-2.51	0.14 Ok
m8	1.525	-2.53	4	1 # 4 @ 0.2	-1.45	0.08 Ok
m8	1.754	-0.99	1.55	1 # 4 @ 0.2	8.31	0.48 Ok
m8	1.983	2.76	4.38	1 # 4 @ 0.2	11.57	0.66 Ok
m8	2.133	4.51	5.98	1 # 4 @ 0.2	11.73	0.67 Ok



ENVOLVENTE MÁXIMA DE DISEÑO

Diseño a Flexión y Cortante de todas las secciones del Box Culvert

Mi.	Posic(m)	Mu(t-m)	As(cm2)	Arm.Sug	Vu(t)	Vu/Vr (Cheq)
m9	0	2.12	3.35	1 # 4 @ 0.2	-2.11	0.12 Ok
m9	0.15	1.87	2.94	1 # 4 @ 0.2	-1.81	0.1 Ok
m9	0.379	1.52	2.4	1 # 4 @ 0.2	-1.36	0.08 Ok
m9	0.608	1.24	1.95	1 # 4 @ 0.2	-0.91	0.05 Ok
m9	0.837	1.02	1.59	1 # 4 @ 0.2	-0.45	0.03 Ok
m9	1.067	0.85	1.33	1 # 4 @ 0.2	0	0 Ok
m9	1.296	0.74	1.16	1 # 4 @ 0.2	0.45	0.03 Ok
m9	1.525	0.69	1.08	1 # 4 @ 0.2	0.91	0.05 Ok
m9	1.754	0.7	1.09	1 # 4 @ 0.2	1.36	0.08 Ok
m9	1.983	0.77	1.21	1 # 4 @ 0.2	1.81	0.1 Ok
m9	2.133	0.85	1.34	1 # 4 @ 0.2	2.11	0.12 Ok
m10	0	0.73	1.14	1 # 4 @ 0.2	-1.8	0.1 Ok
m10	0.15	0.54	0.85	1 # 4 @ 0.2	-1.62	0.09 Ok
m10	0.379	0.3	0.47	1 # 4 @ 0.2	-1.34	0.08 Ok
m10	0.608	0.16	0.25	1 # 4 @ 0.2	-1.07	0.06 Ok
m10	0.838	0.09	0.13	1 # 4 @ 0.2	-0.79	0.05 Ok
m10	1.067	0.07	0.11	1 # 4 @ 0.2	-0.51	0.03 Ok
m10	1.296	0.11	0.18	1 # 4 @ 0.2	-0.24	0.01 Ok
m10	1.525	0.21	0.34	1 # 4 @ 0.2	0.24	0.01 Ok
m10	1.754	0.37	0.59	1 # 4 @ 0.2	0.52	0.03 Ok
m10	1.983	0.59	0.93	1 # 4 @ 0.2	0.8	0.05 Ok
m10	2.133	0.76	1.2	1 # 4 @ 0.2	0.98	0.06 Ok

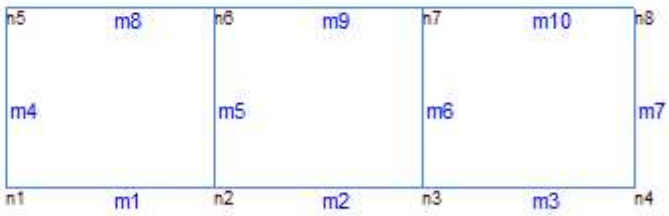


ENVOLVENTE MÁXIMA DE DISEÑO

Mi.	Posic(m)	Mu(t-m)	As(cm2)	Arm.Sug	Vu(t)	Vu/Vr	(Cheq)
m1	0	-1.61	2.08	1 # 4 @ 0.2	6.76	0.32	Ok

Diseño Detallado a Flexión para la sección en estudio

	Valor	Simbología
Mu	1.61 t-m	Momento mayorado en la secc
K	21.347 t/m2	Mu/bd^2
m	17.647	fy/0.85f'c
Ro Calc	0.0006	Cuantía Acero de Diseño
As calc	1.561 cm2	Area Refuerzo Calculado Total
Ic	0.004 m4	Mom de Inercia de Sección Bruta
fr	33.132 kg/cm2	Módulo de Ruptura : 1.98(f'c)^1/2
Mcr	6.764 t-m	Mom Agrietamiento
Asmin(Mcr)	6.649 cm2	Acero para Mom_Agrietam.
1.33Ascal	2.076 cm2	Acero Calculado x 1.33
Acero Domina	2.076 cm2	Acero a Flexión Definitivo
Arm Ppal Sug.	1 # 4 @ 0.2	Armad Ppal Real Propuesta
As real Coloc	6.334 cm2	Area de Acero Real Colocado
c	1.31 cm	Alt blq compr: AsFy/.85f'cBetab
et	0.054	0.003(dt-c)/c
Chequeo	et > 0.005	Phi OK
As RetracTemp	18.64 cm2/cara	2.33<=0.75bh /(2(b+h)Fy)<=12.7
Arm Retr Sug.	1 # 3 @ 0.25	Armad Retracc Propuesta



*

Esfuerzos en el Suelo

ÍTEM	ESFZO MÁX SUELO
Carga Muerta DC	2.2 t/m2
Carga Muerta DW	0.12 t/m2
Empuje Tierras EH	0 t/m2
PrVert Relleno WV	0.02 t/m2
Sobrecarga LS	0 t/m2
Carga de Agua WA	0 t/m2
Carga Viva L+I (Vmáx)	7.69 t/m2
Est,Lím Res. Comb_Dom	16.56 t/m2
Res.Suelo E.Lím Resis	36.2 t/m2
Chequeo	SUELO OK

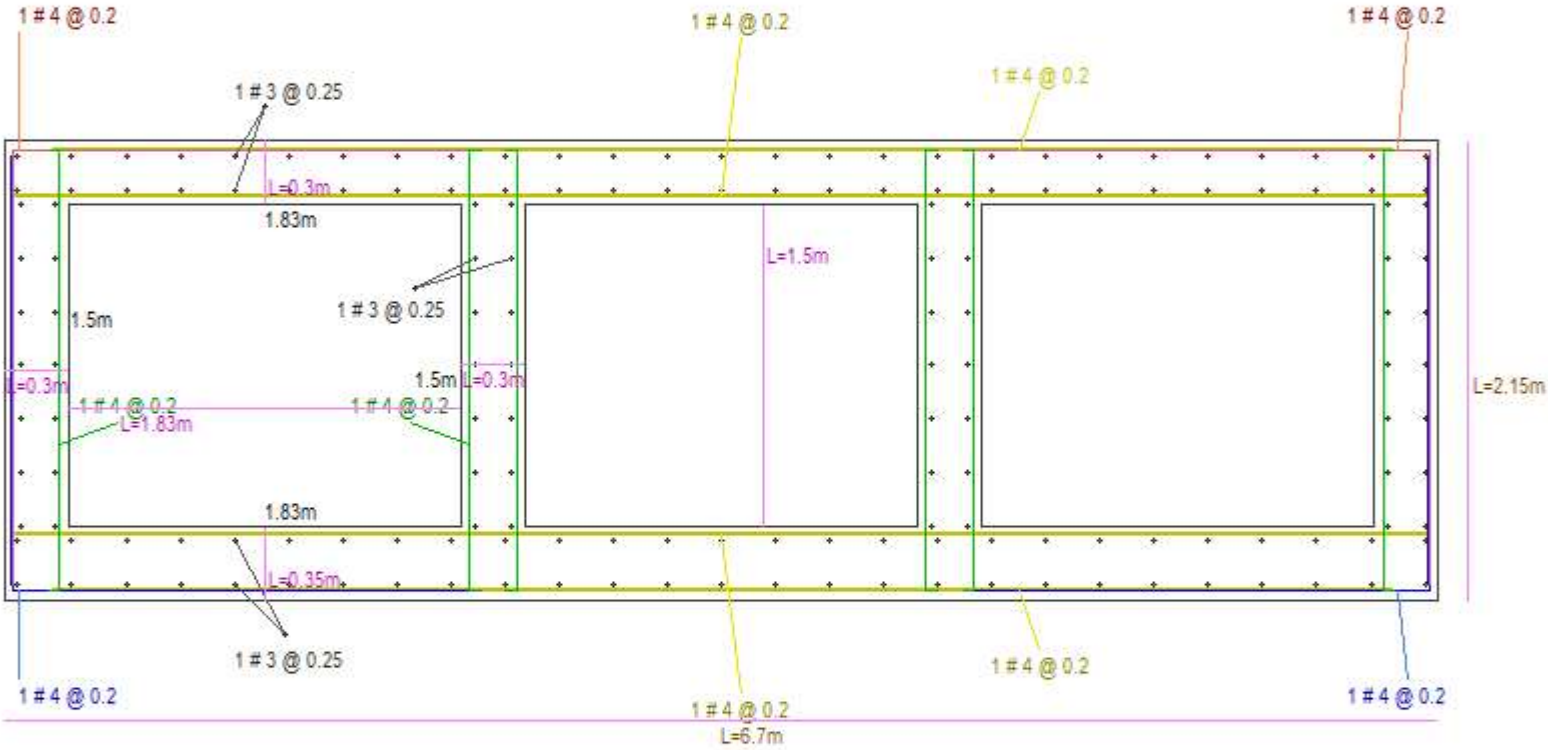
*

Diseño Detallado a Corte para la sección en estudio

	Valor	Simbología
dv1 0.9de	0.279 m	Profund efec de Cortante (a) Art 5.8.2.9
dv2 0.72h	0.252 m	Profund efec de Cortante (b) Art 5.8.2.9
dv dom	0.279 m	Prof efec de Cortante dominante
Phi	0.85	Fact de Res a Cort Art 5.5.4.2
Beta	2	Fact.Cap Concr Agr Diag Tracc y Cort
Vc	24.51 t	Vc=0.083Betaf'c^(1/2)bvdv Art 5.8.3.3-3
Vs	0	Vs =0 No Flejes
Vn	24.51 t	Vn = Vc Art 5.8.3.3-1
Vr	20.83 t	Vr = phi x Vn
Vu	6.76 t	Cortante Ult de Diseño
Chequeo	0.32 Ok	

ARMADURA BOX CULVERT

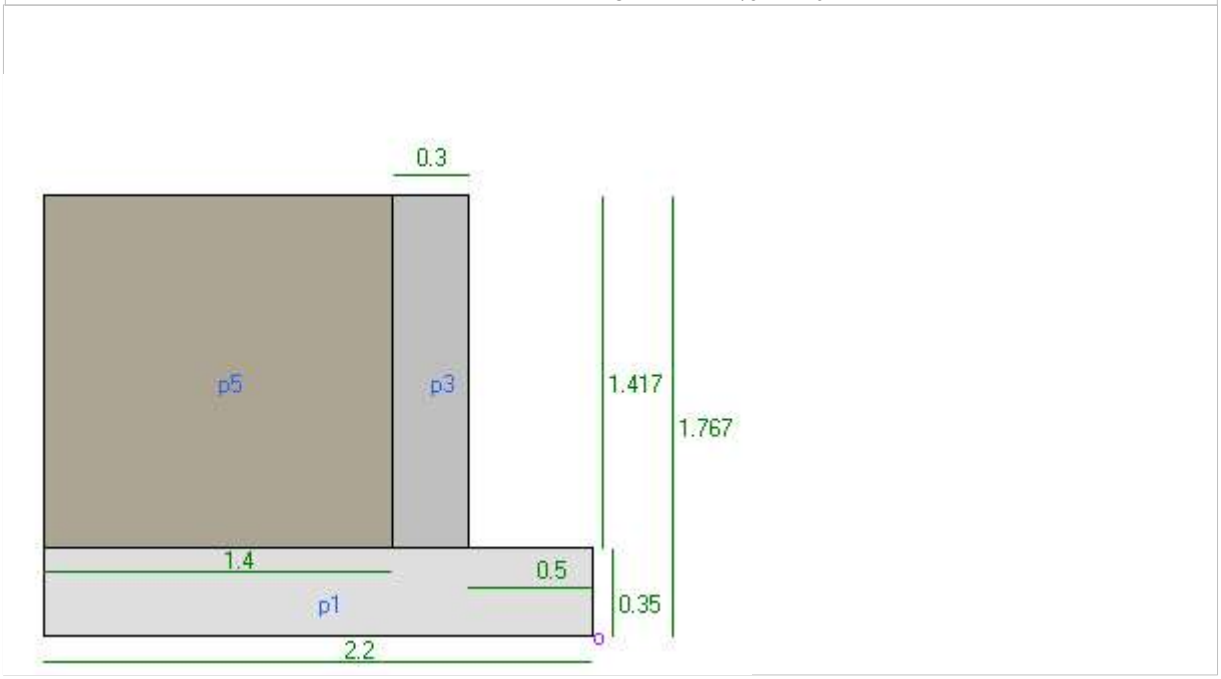
Armadura Sugerida



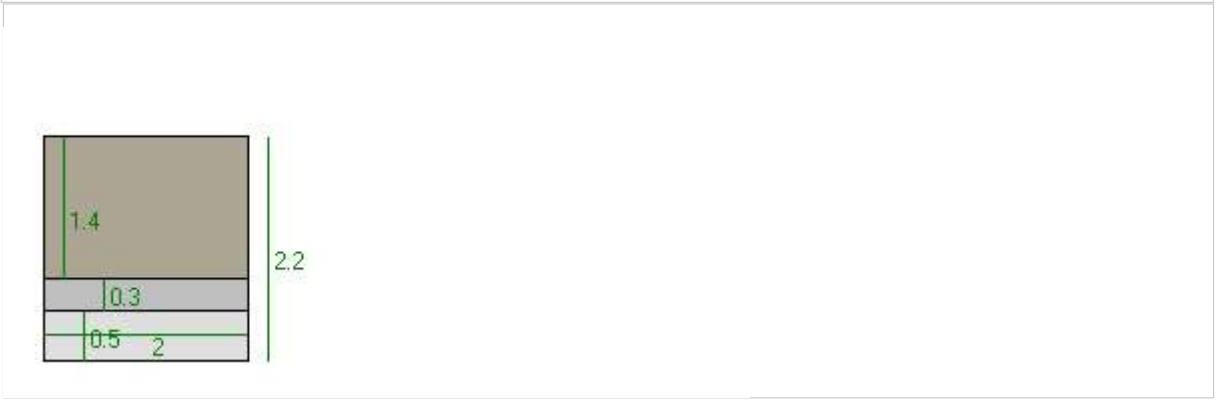
Diseño de la Aleta Superficial del Box

Muro: Rep. 4

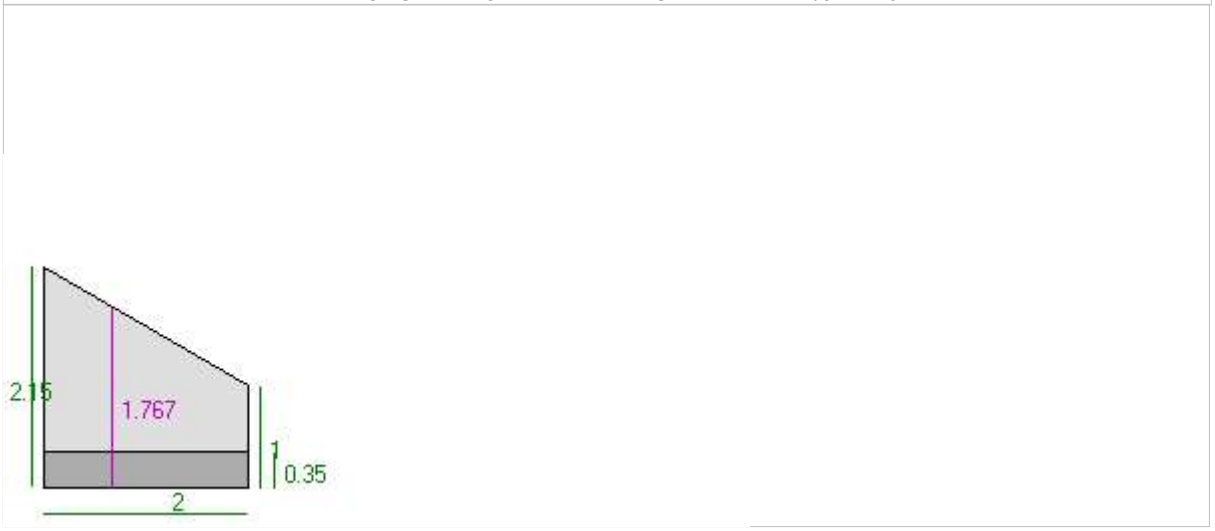
VISTA TRANSVERSAL - Corte en LTM/3 = 1.767m



VISTA EN PLANTA



VISTA LONGITD.FRONTAL - Pto de Calculo en : LTM/3 = 1.767m



Diseño de la Aleta Superficial del Box

Muro: Rep. 6

Cargas y Momentos

Cargas y Momentos DC por el Muro Total

Polig	Peso(t)	Brazo y(m)	Mom Mo (t-m)
p1	3.696	1.1	4.066
p2	0	0	0
p3	2.04	0.65	1.326
p4	0	0	0
Σ	5.736		5.392

	Valor	Simbología
P DC	5.736	Carga por P.P. Muro (t)
yDC	0.94	Ubicación PDC resp a o (m)
eDC	0.16	Excentricidad de PDC (m)
M DC	0.918	Mom por PDC a ycg zap(t-m)
M DCo	5.392	Mom por PDC resp a o (t-m)

Cargas y Momentos EV por el Relleno

Polig	Peso(t)	Brazo y(m)	Mom Mo (t-m)
p5	7.14	1.5	10.71
p6	0	0	0
Σ	7.14		10.71

	Valor	Simbología
P EV	7.14	Carga por Peso Relleno (t)
yEV	1.5	Ubicación PEV resp a o (m)
eEV	-0.4	Excentricidad de PEV (m)
M EV	-2.856	Mom por PEV a ycg zap(t-m)
M EVo	10.71	Mom por PEV resp a o (t-m)

Empuje de Tierras

PRESIÓN DE TIERRAS (AASHTO 2014 y CCP14 Art. 3.11.5.3)

$$k_a = sin^2(\theta + \varnothing'_f)/(\Gamma(sin^2\theta\, sin(\theta - \delta))$$

$$\Gamma = \{1 + \sqrt{[\sin(\varnothing'_f + \delta)\sin(\varnothing'_f - \beta)/[\sin(\theta - \delta)\sin(\theta + \beta)]}\}^2$$

	Valor	Simbología
θ	90	Ang Cara Trasera Muro con Horiz (°)
β	0	Ang Talud Relleno con la Horiz (°)
δ	0	Ang Fricción Relleno-Muro (°)
ϕ	30	Ang Efectivo Fricción Interna (°)
Ka	0.333	Coefic. de Presión Lateral Activa
po1	1.06	Presión por suelo nat seco (t/m2)
H1	1.767	Altura Suelo Nat Seco (m)
E1	1.873	Emp por Suelo Nat Seco (t)
po2	1.06	Presión por Suelo Sumergido (t/m2)
H2	0	Altura del Suelo Sumergido (m)
E2	0	Empuje por Suelo Sumergido (t)
pagua	0	Presión del Agua (t/m2)
Eagua	0	Empuje del Agua (t)
EHtot.	1.873	Empuje Total EH (t)
Bzo.Etot	0.589	Brazo del Empuje Total Z_EH (m)
M EH	1.103	Momento por Empuje Total EH (t-m)

SOBRECARGA VIVA (AASHTO 2014 y CCP14 Art. 3.11.6.4)

Carga Vertical

	Valor	Simbología
pv	0.688	Presion Vert por sobrecarga (t/m2)
d	0	Dist del muro a borde tráfico (m)
heq	1.147	Altura equiv de sobrecarga (m)
ls	1.4	Ancho accion sobrecarga viva (m)
PLs	1.926	Peso por sobrec. viva:Vertical (t)
yLs	1.5	Ubicación sobrecarga viva (m)
eLs	-0.4	Excentricidad Sobrecarga Viva (m)
MLsv	-0.771	Mom por LS vert en el ycg zap (t-m)
MLso	2.89	Momento por LS vertical (o) (t-m)

Presión Lateral (Horizontal) Ec 3.11.6.4-1

	Valor	Simbología
p1	0.688	Presion horiz por sobrec viva (t/m2)
eLs	2.431	Empuje de Tierras por sobrec viva (t)
ZLs	0.883	Ubicación de Emuje desde x-x (m)
MLsh	2.147	Momento por LS horiz en ycg zap(t-m)
MLs	1.377	Mom Total por LS en ycg zap (t-m)

Diseño de la Aleta Superficial del Box

Muro: Rep. 7

Sismo

CÁLCULO SÍSMICO . AASHTO y CCP14 Art 3.10

Carga Cálculo Aceler por Masa Muro Art. 11.6.5.2.2

Polig	Peso(t)	Brazo z (m)	Mom M (P*z) (t-m)
p1	3.696	0.175	0.647
p2	0	0.822	0
p3	2.04	1.058	2.159
p4	0	0.822	0
Σ	5.736		2.806

Carga Cálculo Aceler por Masa Relleno Art. 11.6.5.2.2

Polig	Peso(t)	Brazo z (m)	Mom M (P*z) (t-m)
p5	7.14	1.058	7.557
p6	0	0	0
Σ	7.14		7.557

Cálculo Empuje y Momento Sísmico. Mononobe Okabe

	Valor	Descripción
kho	0.315	x Fpga
kh	0.158	Coef de Aceleración Horizontal
kv	0	Coef de Aceleración Vertical
θ	8.951°	ArcTg(kh)
i	0°	Ang Inclinación Talud Relleno
ϕ	30°	Ang Fricción Interna Suelo Relleno
δ	0°	Ang de Rozamiento Terreno Muro
β	90°	Ang entre Vertical y Paramento Muro
KAE	0.439	Coef Sísmico de Presión Activa Suelo
PAE	3.65 t	Emp Dinámico Horiz Activo (inc.PEstát)
ΔPAE	1.778 t	Empuje Pseudo Estático
MEAE	1.53 t-m	Momento por Emp Dinám Horiz Activo

Ecuación Empuje Activo Sísmico Mononobe Okabe

$$K_{AE} = \frac{sin^2(\emptyset + \beta - \theta)}{\psi \cos\theta sin^2\beta \sin(\beta - \delta - \theta)}$$

$$\theta = \arctan(k_h/(1-k_v))$$

$$\beta = Ang\ entre\ vert\ y\ param.muro$$

$$i = Talud\ del\ Relleno$$

$$\psi = \{1 + \sqrt{\frac{\sin(\emptyset+\delta)\sin(\emptyset-\theta-i)}{\sin(\beta-\delta-\theta)\cos(i+\beta)}}\}^2$$

Global

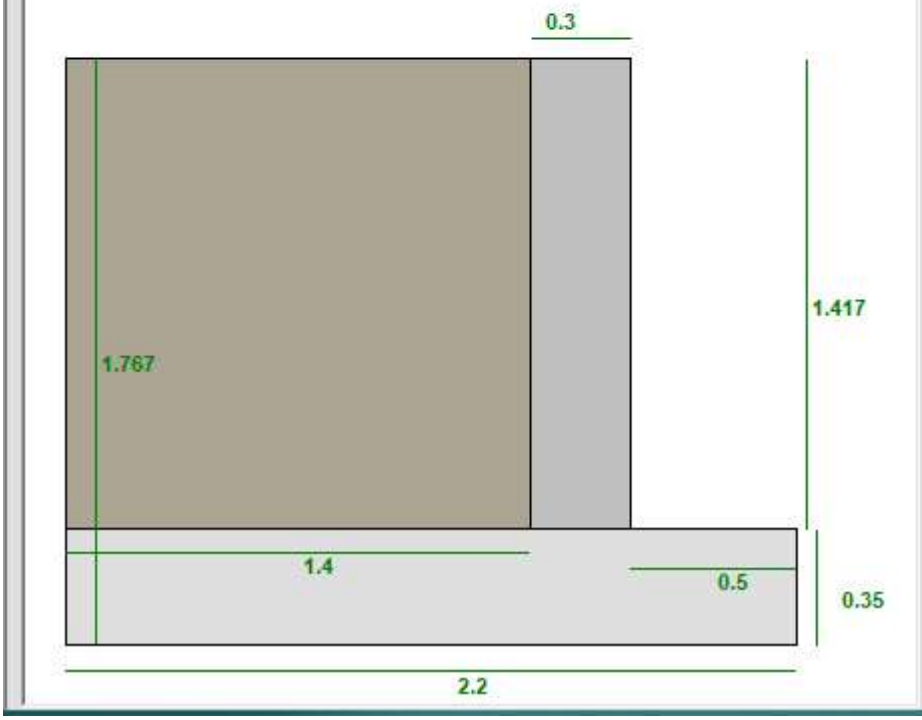
Carga Total de Sismo: PIR y Hbu

	Valor	Simbología
Ww	5.736	Peso del Cuerpo del Muro (t)
Ws	7.14	Peso del Suelo del Relleno (t)
Kh	0.158	Coef Acelerac Sísmica Horiz
PIR	2.028	Fza Inercial Horiz: kh(Ww+Ws) (t)
EH	1.873	Empuje Estático de Suelos (t)
DeltaPAE	1.778	Difer. Emononobe - EH (t)
Pseis_1	2.792	100%DeltaPAE + 50%PIR (t)
Pseis_2	2.964	50%(DeltaPAE(>=EH)) + 100%PIR
Pseis_dom	**2.964**	Carga Psísmica dominante (t)
Brazo Y	0.86	Brazo de Aplic: 0.4Htot_Muro (m)
Mseis	**2.549**	Mom por Carga Psísmica (t-m)
Sumat Fsism	**2.964**	Suma Total de Fsismo (t)
Sumat Msism	**2.549**	Suma Total de Msismo (t-m)

Estados Límite

EstLim	SERVICIO I		RESISTENCIA I		EV EXTREMO I	
Combin.	γMAχ	γMIN	γMAχ	γMIN	γMAχ	γMIN
DC	1.00	1.00	1.25	0.90	1.25	0.90
DW	1.00	1.00	1.50	0.65	1.50	0.65
LL	1.00	1.00	1.75	1.75	0.00	0.00
BR	1.00	1.00	1.75	1.75	0.00	0.00
EH	1.00	1.00	1.50	0.90	1.50	0.90
EV	1.00	1.00	1.35	1.00	1.35	1.00
LS	1.00	1.00	1.75	1.75	0.00	0.00
TU	1.00	1.20	0.50	1.20	0.50	1.20
SH	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
WA	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
WS	0.30	0.00	0.00	0.00	1.40	0.00
WL	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
EQ	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Denominacion Cargas	
	DESCRIPCIÓN
DC	P.P. Comp.Estr y Accesor.
DW	P.P. Rodadura e Instalac.
LL	Carga Viva Vehicular
BR	Fuerza Frenado Vehicular
EH	Empuje Horizont del Suelo
EV	Presión Vert Suelo Relleno
LS	Sobrecarga por C_Viva
TU	Fuerza por Temp Uniforme
SH	Fuerzas por Retracción
WA	Pres Agua y Corriente
WS	Viento sobre Estructura
WL	Viento sobre C Viva
EQ	Carga Sísmica



Estados Límite

Estado Límite de SERVICIO I

Servicio I	P (t)	H (t)	M (t-m)	Pu Máx (t)	Hu Máx (t)	Mu máx (t-m)	Pu Mín (t)	Hu Mín (t)	Mu mín (t-m)
DC	5.736		0.918	5.736		0.918	5.736		0.918
EH		1.873	1.103		1.873	1.103		1.873	1.103
EV	7.14		-2.856	7.14		-2.856	7.14		-2.856
LS	1.926	2.431	2.147	1.926	2.431	2.147	1.926	2.431	2.147
EQ									
Σ				14.802	4.304	1.312	14.802	4.304	1.312

Estado Límite de RESISTENCIA I

Resisten I	P (t)	H (t)	M (t-m)	Pu Máx (t)	Hu Máx (t)	Mu máx (t-m)	Pu Mín (t)	Hu Mín (t)	Mu mín (t-m)
DC	5.736		0.918	7.17		1.148	5.162		0.826
EH		1.873	1.103		2.81	1.654		1.686	0.993
EV	7.14		-2.856	9.639		-3.856	7.14		-2.856
LS	1.926	2.431	2.147	3.371	4.254	3.758	3.371	4.254	3.758
EQ									
Σ				20.18	7.064	2.704	15.674	5.94	2.721

Estado Límite de EVENTO EXTREMO I

Ev.Extrem I	P (t)	H (t)	M (t-m)	Pu Máx (t)	Hu Máx (t)	Mu máx (t-m)	Pu Mín (t)	Hu Mín (t)	Mu mín (t-m)
DC	5.736		0.918	7.17		1.148	5.162		0.826
EH		1.873	1.103		2.81	1.654		1.686	0.993
EV	7.14		-2.856	9.639		-3.856	7.14		-2.856
LS	1.926	2.431	2.147	0.963	1.215	1.074	0.963	1.215	1.074
EQ		2.964	2.549		2.964	2.549		2.964	2.549
Σ				17.772	6.989	2.569	13.266	5.865	2.586

ANÁLISIS DE ESTABILIDAD Y ESFUERZOS EN EL SUELO

Muro SP: R. 1

Estado Límite Servicio I

CHEQUEO CAPACIDAD RESISTENTE DEL SUELO

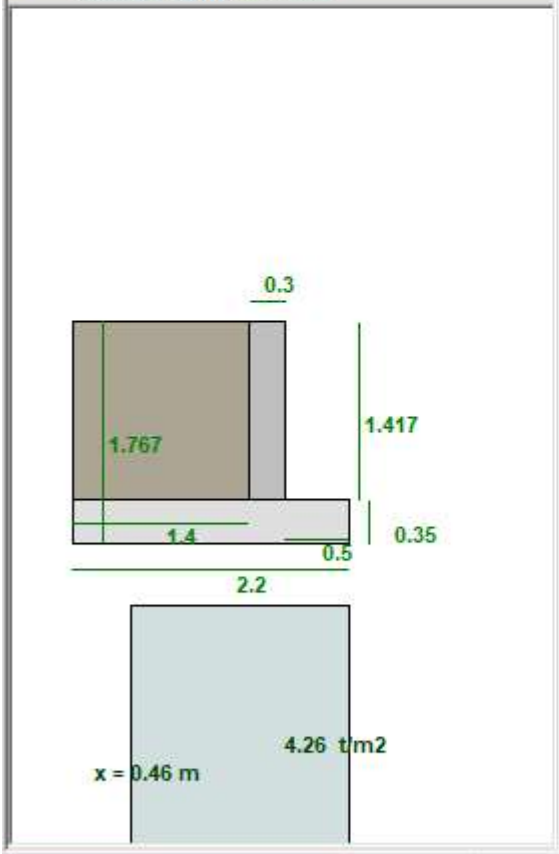
Solicitaciones Estado Límite : **Servicio**

Resistencia Suelo 80.6 t/m2 | Caso: MÁXIMO

	Valor	Simbología
ΣP	14.8	Sumatoria Fuerzas Verticales (t)
B	2.2	Ancho de la Zapata (m)
L	2	Longitud de la Zapata (m)
d	0.87	(MomEstab - MomVolc) /SumatP (m)
e calc	0.23	Excentricidad de la Carga (m)
Suelo		
σv	4.26	Esfzo Vertical en Suelo (t/m2)
Roca		
σv1	-	Esfzo Vert Máx en Roca (t/m2)
σv2	-	Esfzo Vert Mín en Roca (t/m2)

ESFUERZOS MÁXIMOS Y MÍNIMOS EN EL SUELO (t/m2)

ESTADO LÍMITE: **Servicio**



CHEQUEO VOLCAMIENTO

E. LÍMITE:Servicio

$e_{máx}$=.B/3 (Est Lím Resistencia) Caso: MÁXIMO

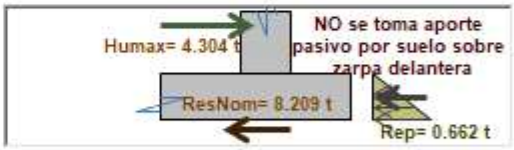
$\gamma_{EQ} = 1$ $e_{máx}$= (8B/10)/2 $\gamma_{EQ} = 0$ $e_{máx}$= (2B/3)/2.Ev Extr

	Valor	Simbología
DCmuro	5.39	Mom(o) DCmuro(t-m)
EV	10.71	Mom(o) por Peso Relleno EV (t-m)
LS	0	Mom(o) por Sobrec LS vert (t-m)
SumaMestab	16.1	Sumator. Mom Estabilizantes (t-m)
EH	1.1	Mom(o) por Emp Tierras EH (t-m)
LS	2.15	Mom(o) por Sobrec LS horiz (t-m)
Pseis	0	Mom(o) por FzaSísmic Pseis (t-m)
SumaMvolc	3.25	Sumatoria Mom Volcamiento (t-m)
Ry	14.8	Sumatoria Fuerzas Verticales (t)
d	0.87	(MomEstab - MomVolc) / Ry (m)
e calculada	0.23	LongitudZap / 2 - d (m)
e máx	0.73	Excentric. Máx según Norma (m)
Diagnóstico	OK VOLC	Chequeo e(calc) vs e(máx)

CHEQUEO DESLIZAM

E. LÍMITE: **Servicio**

	Valor	Simbología
i	0	Ang Inclinación Relleno Delant (°)
β	90	Ang Pared Del. (ZarpDel) con Horizont (°)
δ	0	Ang Fricción Relleno-Estrib S pasivo (°)
ϕ	30	Ang Efectivo Fricc Int S Pasivo (°)
Kp	3	Coeficiente de Presión Lateral Pasiva
hp1	0.35	Altura Básica Pres. Pasiva (Hzarp del) (m)
qp1	1.89	Esfuerzo de Pres. Pasiva Básica (t/m2)
Rep	0.662	Resistencia Nominal Básica Pasiva (t)
Rn_fricc	8.209	Resist. Nominal por Fricc suelo-cim (t)
Rn_Total	8.87	Resistencia Nominal Total (sin llave) (t)
Humáx	4.304	Fza Horiz Máx que produce Deslizam (t)
Hu/Rntot	0.485	Cumple Deslizamiento SIN usar LLave



d = (MomEstab - MomVolc) /SumatP e = B / 2 - d

11.6.3.2-2 (3) tercio medio

Suelo NO ROCOSO

$$\sigma_v = \left(\frac{\Sigma P}{B - 2e}\right)/L$$

11.6.3.2-1

Suelo ROCOSO

$$\sigma_v = \left(\frac{\Sigma P}{B}\left(1 \pm \frac{6e}{B}\right)\right)/L$$

Suelo ROCOSO R fuera tercio medio

$$\sigma_{v\,máx} = \frac{2\Sigma P}{3B\left(\frac{B}{2} - e\right)}$$

$\sigma_{v\,mín} = 0$

11.6.3.2-4 (5)

REVISIÓN GLOBAL DE ESFUERZOS EN SUELO Y ESTABILIDAD

ENVOLVENTE

CHEQUEO	Evaluación	Observación
Esfzos Suelo	EMáx<Qa EMín>0	Esfuerzos OK
Deslizamiento	NO Req Llave	-
Volcamiento	OK	-

ANÁLISIS DE ESTABILIDAD Y ESFUERZOS EN EL SUELO

Muro SP: R. 2

Estado Límite Resistencia I

CHEQUEO CAPACIDAD RESISTENTE DEL SUELO

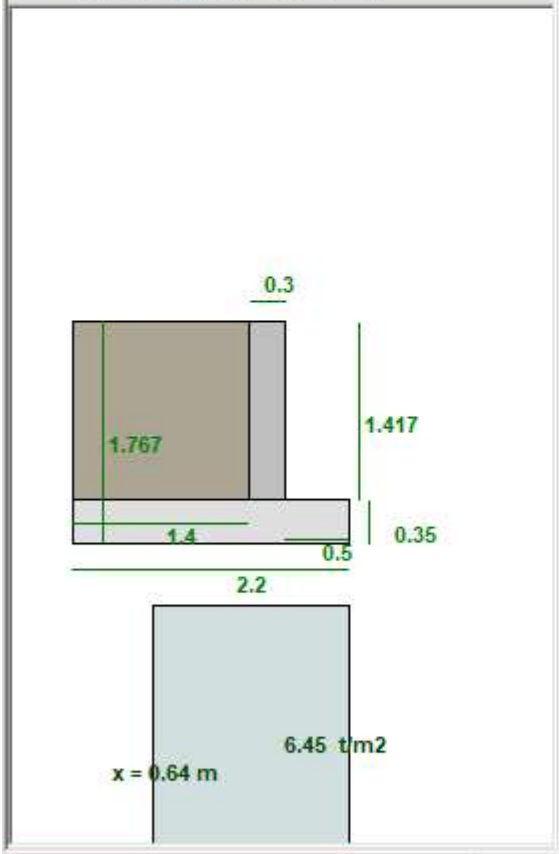
Solicitaciones Estado Límite : **Resistencia I**

Resistencia Suelo 36.2 t/m2 | Caso: MÁXIMO

	Valor	Simbología
ΣP	20.18	Sumatoria Fuerzas Verticales (t)
B	2.2	Ancho de la Zapata (m)
L	2	Longitud de la Zapata (m)
d	0.78	(MomEstab - MomVolc) /SumatP (m)
e calc	0.32	Excentricidad de la Carga (m)
Suelo		
σv	6.45	Esfzo Vertical en Suelo (t/m2)
Roca		
σv1	-	Esfzo Vert Máx en Roca (t/m2)
σv2	-	Esfzo Vert Mín en Roca (t/m2)

ESFUERZOS MÁXIMOS Y MÍNIMOS EN EL SUELO (t/m2)

ESTADO LÍMITE: **Resistencia I**



CHEQUEO VOLCAMIENTO

E. LÍMITE:Resistencia I

$e_{máx}$=: B/3 (Est Lím Resistencia) Caso: MÁXIMO

$\gamma_{EQ} = 1$ $e_{máx}$= (8B/10)/2 $\gamma_{EQ} = 0$ $e_{máx}$= (2B/3)/2. Ev Extr

	Valor	Simbología
DCmuro	6.74	Mom(o) DCmuro(t-m)
EV	14.46	Mom(o) por Peso Relleno EV (t-m)
LS	0	Mom(o) por Sobrec LS vert (t-m)
SumaMestab	21.2	Sumator. Mom Estabilizantes (t-m)
EH	1.65	Mom(o) por Emp Tierras EH (t-m)
LS	3.76	Mom(o) por Sobrec LS horiz (t-m)
Pseis	0	Mom(o) por FzaSísmic Pseis (t-m)
SumaMvolc	5.41	Sumatoria Mom Volcamiento (t-m)
Ry	20.18	Sumatoria Fuerzas Verticales (t)
d	0.78	(MomEstab - MomVolc) / Ry (m)
e calculada	0.32	LongitudZap / 2 - d (m)
e máx	0.73	Excentric. Máx según Norma (m)
Diagnóstico	OK VOLC	Chequeo e(calc) vs e(máx)

CHEQUEO DESLIZAM

E. LÍMITE: **Resistencia I**

	Valor	Simbología
i	0	Ang Inclinación Relleno Delant (°)
β	90	Ang Pared Del. (ZarpDel) con Horizont (°)
δ	0	Ang Fricción Relleno-Estrib S pasivo (°)
ϕ	30	Ang Efectivo Fricc Int S Pasivo (°)
Kp	3	Coeficiente de Presión Lateral Pasiva
hp1	0.35	Altura Básica Pres. Pasiva (Hzarp del) (m)
qp1	1.89	Esfuerzo de Pres. Pasiva Básica (t/m2)
Rep	0.662	Resistencia Nominal Básica Pasiva (t)
Rn_fricc	8.209	Resist. Nominal por Fricc suelo-cim (t)
Rn_Total	8.87	Resistencia Nominal Total (sin llave) (t)
Humáx	7.064	Fza Horiz Máx que produce Deslizam (t)
Hu/Rntot	0.796	Cumple Deslizamiento SIN usar LLave



d = (MomEstab - MomVolc) /SumatP e = B / 2 - d

11.6.3.2-2 (3) tercio medio

Suelo NO ROCOSO

$$\sigma_v = \left(\frac{\Sigma P}{B - 2e}\right)/L$$

11.6.3.2-1

Suelo ROCOSO

$$\sigma_v = \left(\frac{\Sigma P}{B}\left(1 \pm \frac{6e}{B}\right)\right)/L$$

Suelo ROCOSO R fuera tercio medio

$$\sigma_{v\,máx} = \frac{2\Sigma P}{3B\left(\frac{B}{2} - e\right)}$$

$\sigma_{v\,mín} = 0$

11.6.3.2-4 (5)

REVISIÓN GLOBAL DE ESFUERZOS EN SUELO Y ESTABILIDAD

ENVOLVENTE

CHEQUEO	Evaluación	Observación
Esfzos Suelo	EMáx<Qa EMín>0	Esfuerzos OK
Deslizamiento	NO Req Llave	-
Volcamiento	OK	-

ANÁLISIS DE ESTABILIDAD Y ESFUERZOS EN EL SUELO

Muro SP: R. 3

Estado Límite Evento Extremo I

CHEQUEO CAPACIDAD RESISTENTE DEL SUELO

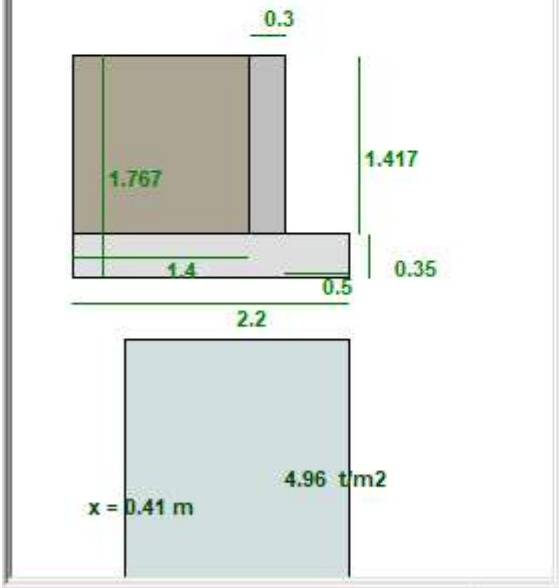
Solicitaciones Estado Límite : **Evento Extremo I**

Resistencia Suelo 80.6 t/m2 | Caso: MÁXIMO

	Valor	Simbología
ΣP	17.77	Sumatoria Fuerzas Verticales (t)
B	2.2	Ancho de la Zapata (m)
L	2	Longitud de la Zapata (m)
d	0.9	(MomEstab - MomVolc) /SumatP (m)
e calc	0.2	Excentricidad de la Carga (m)
Suelo		
σv	4.96	Esfzo Vertical en Suelo (t/m2)
Roca		
σv1	-	Esfzo Vert Máx en Roca (t/m2)
σv2	-	Esfzo Vert Mín en Roca (t/m2)

ESFUERZOS MÁXIMOS Y MÍNIMOS EN EL SUELO (t/m2)

ESTADO LÍMITE: **Evento Extremo I**



d = (MomEstab - MomVolc) /SumatP e = B / 2 - d

Suelo NO ROCOSO

$$\sigma_v = \left(\frac{\Sigma P}{B - 2e}\right)/L$$

11.6.3.2-1

11.6.3.2-2 (3) tercio medio

Suelo ROCOSO

$$\sigma_v = \left(\frac{\Sigma P}{B}\left(1 \pm \frac{6e}{B}\right)\right)/L$$

Suelo ROCOSO R fuera tercio medio

$$\sigma_{v\,máx} = \frac{2\Sigma P}{3B\left(\frac{B}{2} - e\right)}$$

$\sigma_{v\,mín} = 0$

11.6.3.2-4 (5)

CHEQUEO VOLCAMIENTO

E. LÍMITE:Evento Extremo I

$e_{máx}$=: B/3 (Est Lím Resistencia) | Caso: MÁXIMO

$\gamma_{EQ} = 1$ $e_{máx}$= (8B/10)/2 $\gamma_{EQ} = 0$ $e_{máx}$= (2B/3)/2. Ev Extr

	Valor	Simbología
DCmuro	6.74	Mom(o) DCmuro(t-m)
EV	14.46	Mom(o) por Peso Relleno EV (t-m)
LS	0	Mom(o) por Sobrec LS vert (t-m)
SumaMestab	21.2	Sumator. Mom Estabilizantes (t-m)
EH	1.65	Mom(o) por Emp Tierras EH (t-m)
LS	1.07	Mom(o) por Sobrec LS horiz (t-m)
Pseis	2.55	Mom(o) por FzaSísmic Pseis (t-m)
SumaMvolc	5.28	Sumatoria Mom Volcamiento (t-m)
Ry	17.77	Sumatoria Fuerzas Verticales (t)
d	0.9	(MomEstab - MomVolc) / Ry (m)
e calculada	0.2	LongitudZap / 2 - d (m)
e máx	0.81	Excentric. Máx según Norma (m)
Diagnóstico	OK VOLC	Chequeo e(calc) vs e(máx)

CHEQUEO DESLIZAM

E. LÍMITE: **Evento Extremo I**

	Valor	Simbología
i	0	Ang Inclinación Relleno Delant (°)
β	90	Ang Pared Del. (ZarpDel) con Horizont (°)
δ	0	Ang Fricción Relleno-Estrib S pasivo (°)
ϕ	30	Ang Efectivo Fricc Int S Pasivo (°)
Kp	3	Coeficiente de Presión Lateral Pasiva
hp1	0.35	Altura Básica Pres. Pasiva (Hzarp del) (m)
qp1	1.89	Esfuerzo de Pres. Pasiva Básica (t/m2)
Rep	0.662	Resistencia Nominal Básica Pasiva (t)
Rn_fricc	8.209	Resist. Nominal por Fricc suelo-cim (t)
Rn_Total	8.87	Resistencia Nominal Total (sin llave) (t)
Humáx	6.989	Fza Horiz Máx que produce Deslizam (t)
Hu/Rntot	0.788	Cumple Deslizamiento SIN usar LLave



REVISIÓN GLOBAL DE ESFUERZOS EN SUELO Y ESTABILIDAD

ENVOLVENTE

CHEQUEO	Evaluación	Observación
Esfzos Suelo	EMáx<Qa EMín>0	Esfuerzos OK
Deslizamiento	NO Req Llave	-
Volcamiento	OK	-

Diseño para Est Límite: Servicio I

DISEÑO DE LA ZARPA TRASERA O TALÓN

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Servicio

Solicitaciones | Diseño a Flexión | Diseño a Cortante

	Valor	Descripción
Pzartras	-7.98 t	Carga Total por Reacc Sue Zarp Tras
Wzarptras	2.35 t	Carga Total por P.P. Zarpa Trasera
Wrelleno	7.14 t	Carga Total por Peso del Relleno
Sobrec.Ver	1.93 t	Carga por Comp. Vert Sobrecarga
Vu	3.44 t	Sumat Cargas Vert: Vu de Diseño
MuxReacc Sue	0 t-m	Momento por Reacc Suelo
Mu x PPzarp	1.65 t-m	Momento por P.P. Zarpa Trasera
Mu x Wrell	5 t-m	Momento por Peso del Relleno
Mu x Sobrec	2.7 t-m	Momento por CompV Sobrecarga
Sumat Mu	9.34 t-m	Sumat de Momentos. Mu diseño

Solicit para la Long Total del Muro



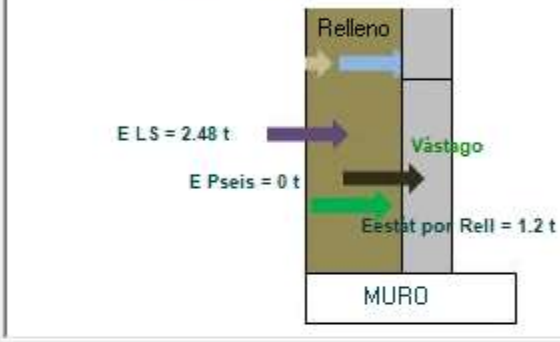
DISEÑO DEL VÁSTAGO O PANTALLA

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Servicio

Solicitaciones | Diseño a Flexión | Diseño a Cortante

	Valor	Descripción
E de Tierras EH	1.2 t	Emp Estático de Tierras
E sísmico E Pseis	0 t	Empuje Sísmico Pseis
E Sobrecarga LS	2.48 t	Emp por Sobrecarga Viva
Sumat Empujes	3.68 t	Sumat de Empujes = Vu diseño
Mom x E.Tierra EH	0.57 t-m	Mom x Emp de Tierras
Mom por Pseis	0 t-m	Mom por Fza Sísmica Pseis
Mom por LS	2.23 t-m	Mom x SobrecViva LS
Sumat Momentos	2.8 t-m	Sumat de Momentos = Mu diseño

Solicit para la Long Total del Muro



DISEÑO DE LA ZARPA DELANTERA O DEDO

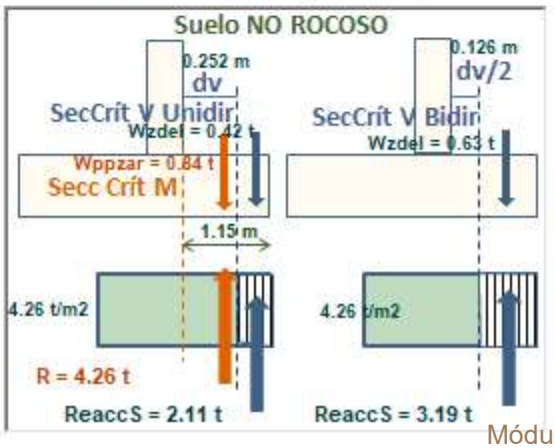
SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Servicio

Solicitaciones | Diseño a Flexión | Diseño a Cortante

	Valor	Descripción
Pzardel	4.26 t	Carga Total Reacc Suelo Zarp Del
Wzardel	0.84 t	Carga Total por P.P. Zarpa Delant
Vu	1.7 t	Sumat Cargas:Cortante Ult Diseño
Mu x ReaccSue	1.07 t-m	Momento por Reacc Suelo
Mu x Wzarp	-0.21 t-m	Momento por P.P. Zarpa
Sumat Mu	0.86 t-m	Sumatoria Momentos. Mu diseño

Cargas para la Longitud Total del Estribo

Solicitaciones Básicas en la Zarpa Delantera



Diseño para Est Límite: Servicio I

DISEÑO DE LA ZARPA TRASERA O TALÓN

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Servicio

Solicitaciones | **Diseño a Flexión** | Diseño a Cortante

	Valor	Simbología
Mu	9.341 t-m	Momento mayorado en la secc
K	64.07 t/m2	Mu/bd^2
m	17.647	fy/0.85f'c
Ro Calc	0.0017	Cuantía Acero de Diseño
As calc	9.294 cm2	Area Refuerzo Calculado Total
Ic	0.007 m4	Mom de Inercia de Sección Bruta
fr	33.132 kg/cm2	Módulo de Ruptura : 1.98(f'c)^1/2
Mcr	13.529 t-m	Mom Agrietamiento
Asmin(Mcr)	13.556 cm2	Acero para Mom_Agrietam.
1.33Ascal	12.361 cm2	Acero Calculado x 1.33
Acero Domina	12.361 cm2	Ascalc<AsMín(Mcr). Prima 1.33As
Arm Ppal Sug.	1 # 4 @ 0.2	Armad Ppal Real Propuesta
As real Coloc	12.668 cm2	Area de Acero Real Colocado
c	1.31 cm	Alt blq compr: AsFy/.85f'cBetab
εt	0.054	0.003(dt-c)/c
Chequeo	et > 0.005	Phi OK
As RetracTemp	4.66 cm2/cara	2.33<=0.75bh /(2(b+h)Fy)<=12.7
Arm Retr Sug.	1 # 3 @ 0.25	Armad Retracc Propuesta

Diseño para la Longitud Total del Muro

DISEÑO DEL VÁSTAGO O PANTALLA

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Servicio

Solicitaciones | **Diseño a Flexión** | Diseño a Cortante

	Valor	Simbología
Mu	2.798 t-m	Momento mayorado en la secc
K	28.902 t/m2	Mu/bd^2
m	17.647	fy/0.85f'c
Ro Calc	0.0008	Cuantía Acero de Diseño
As calc	3.387 cm2	Area Refuerzo Calculado Total
Ic	0.004 m4	Mom de Inercia de Sección Bruta
fr	33.132 kg/cm2	Módulo de Ruptura : 1.98(f'c)^1/2
Mcr	9.94 t-m	Mom Agrietamiento
Asmin(Mcr)	12.253 cm2	Acero para Mom_Agrietam.
1.33Ascal	4.505 cm2	Acero Calculado x 1.33
Acero Domina	4.505 cm2	Ascalc<AsMín(Mcr). Prima 1.33As
Arm Ppal Sug.	1 # 4 @ 0.2	Armad Ppal Real Propuesta
As real Coloc	12.668 cm2	Area de Acero Real Colocado
c	1.31 cm	Alt blq compr: AsFy/.85f'cBetab
εt	0.0426	0.003(dt-c)/c
Chequeo	et > 0.005	Phi OK
As RetracTemp	4.66 cm2/cara	2.33<=0.75bh /(2(b+h)Fy)<=12.7
Arm Retr Sug.	1 # 3 @ 0.25	Armad Retracc Propuesta

Diseño para la Longitud Total del Muro

DISEÑO DE LA ZARPA DELANTERA O DEDO

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Servicio

Solicitaciones | **Diseño a Flexión** | Diseño a Cortante

	Valor	Simbología
Mu	0.856 t-m	Momento mayorado en la secc
K	5.868 t/m2	Mu/bd^2
m	17.647	fy/0.85f'c
Ro Calc	0.0002	Cuantía Acero de Diseño
As calc	0.839 cm2	Area Refuerzo Calculado Total
Ic	0.007 m4	Mom de Inercia de Sección Bruta
fr	33.132 kg/cm2	Módulo de Ruptura : 1.98(f'c)^1/2
Mcr	13.529 t-m	Mom Agrietamiento
Asmin(Mcr)	13.556 cm2	Acero para Mom_Agrietam.
1.33Ascal	1.117 cm2	Acero Calculado x 1.33
Acero Domina	1.117 cm2	Ascalc<AsMín(Mcr). Prima 1.33As
Arm Ppal Sug.	1 # 4 @ 0.2	Armad Ppal Real Propuesta
As real Coloc	12.668 cm2	Area de Acero Real Colocado
c	1.31 cm	Alt blq compr: AsFy/.85f'cBetab
εt	0.054	0.003(dt-c)/c
Chequeo	et > 0.005	Phi OK
As RetracTemp	4.66 cm2/cara	2.33<=0.75bh /(2(b+h)Fy)<=12.7
Arm Retr Sug.	1 # 3 @ 0.25	Armad Retracc Propuesta

Diseño para la Longitud Total del Muro

Diseño para Est Límite: Servicio I

DISEÑO DE LA ZARPA TRASERA O TALÓN

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Servicio

Solicitaciones | Diseño a Flexión | **Diseño a Cortante**

	Valor	Simbología
dv1 0.9de	0.24 m	Profund efec de Cortante (a) Art 5.8.2.9
dv2 0.72h	0.25 m	Profund efec de Cortante (b) Art 5.8.2.9
dv dom	0.25 m	Prof efec de Cortante dominante
Phi	0.85	Fact de Res a Cort Art 5.5.4.2
Beta	2	Fact.Cap Concr Agr Diag Tracc y Cort
Vc	44.27 t	Vc=0.083Betaf'c^(1/2)bvdv Art 5.8.3.3-3
Vs	0	Vs =0 No Flejes
Vn	44.27 t	Vn = Vc Art 5.8.3.3-1
Vr	39.84 t	Vr = phi x Vn
Vu	3.44 t	Cortante Ult de Diseño
Chequeo	OK	Cortante OK

Diseño para la Longitud Total del Muro

DISEÑO DEL VÁSTAGO O PANTALLA

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Servicio

Solicitaciones | Diseño a Flexión | **Diseño a Cortante**

	Valor	Simbología
dv1 0.9de	0.2 m	Profund efec de Cortante (a) Art 5.8.2.9
dv2 0.72h	0.22 m	Profund efec de Cortante (b) Art 5.8.2.9
dv dom	0.22 m	Prof efec de Cortante dominante
Phi	0.85	Fact de Res a Cort Art 5.5.4.2
Beta	2	Fact.Cap Concr Agr Diag Tracc y Cort
Vc	37.95 t	Vc=0.083Betaf'c^(1/2)bvdv Art 5.8.3.3-3
Vs	0	Vs =0 No Flejes
Vn	37.95 t	Vn = Vc Art 5.8.3.3-1
Vr	39.84 t	Cortante Resist Vr = phi x Vn
Vu	3.68 t	Cortante Ult de Diseño
Chequeo	OK	Cortante OK

Diseño para la Longitud Total del Muro

DISEÑO DE LA ZARPA DELANTERA O DEDO

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Servicio

Solicitaciones | Diseño a Flexión | **Diseño a Cortante**

	Valor	Simbología
dv1 0.9de	0.24 m	Profund efec de Cortante (a) Art 5.8.2.9
dv2 0.72h	0.25 m	Profund efec de Cortante (b) Art 5.8.2.9
dv dom	0.25 m	Prof efec de Cortante dominante
Phi	0.9	Fact ResisCort Art 5.5.4.2 Concr Normal
Vs	0	Vs = 0 -->> No Flejes
		ACCIÓN EN UNA DIRECCIÓN
Beta	2	Fact.Cap Concr Agr Diag Tracc y Cort
Vc	44.27 t	Vc=0.083Betaf'c^(1/2)bvdv Art 5.8.3.3-3
Vn	44.27 t	Vn = Vc Art 5.8.3.3-1
Vr	39.84 t	Cortante Resist Vr = phi x Vn
Vu	1.7 t	Cortante Ult Diseño.SeccCrít: a dv cara
Chq1direcc	Vr>Vu:OK	Cort Una Direcc OK
		ACCIÓN EN DOS DIRECCIONES
Beta_c	7.937	Rel lado largo/corto rectáng aplic.carga
bo	4.5 m	bo = Perímetro de la Sección Crítica
Vc	127.07 t	(.17+.33/Betac)Sq(fc)bodv<.33Sq(fc)bodv
Vr	114.37 t	Cortante Resist Vr = phi x Vn Vn = Vc
Vu	2.56 t	Cortante Ult Dis. Secc Crít: dv/2 de cara
Ch.2Direcc	Vr>Vu:OK	Cort Dos Direcc OK
Ch.GLOBAL	Vr>Vu:OK	Cortante Global OK

Diseño para la Longitud Total del Muro

Diseño para Est Límite: Resistencia I

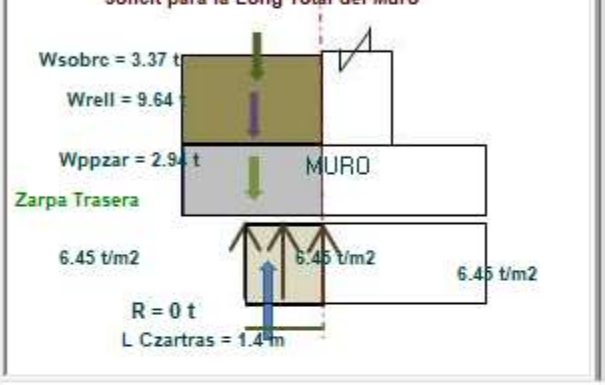
DISEÑO DE LA ZARPA TRASERA O TALÓN

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Resistencia I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | Diseño a Cortante

	Valor	Descripción
Pzartras	0 t	Carga Total por Reacc Sue Zarp Tras
Wzarptras	2.94 t	Carga Total por P.P. Zarpa Trasera
Wrelleno	9.64 t	Carga Total por Peso del Relleno
Sobrec.Ver	3.37 t	Carga por Comp. Vert Sobrecarga
Vu	15.95 t	Sumat Cargas Vert: Vu de Diseño
MuxReacc Sue	0 t-m	Momento por Reacc Suelo
Mu x PPzarp	2.06 t-m	Momento por P.P. Zarpa Trasera
Mu x Wrell	6.75 t-m	Momento por Peso del Relleno
Mu x Sobrec	4.72 t-m	Momento por CompV Sobrecarga
Sumat Mu	13.52 t-m	Sumat de Momentos. Mu diseño

Solicit para la Long Total del Muro



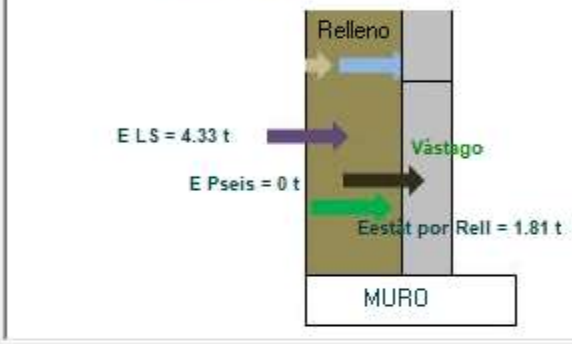
DISEÑO DEL VÁSTAGO O PANTALLA

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Resistencia I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | Diseño a Cortante

	Valor	Descripción
E de Tierras EH	1.81 t	Emp Estático de Tierras
E sísmico E Pseis	0 t	Empuje Sísmico Pseis
E Sobrecarga LS	4.33 t	Emp por Sobrecarga Viva
Sumat Empujes	6.14 t	Sumat de Empujes = Vu diseño
Mom x E.Tierra EH	0.85 t-m	Mom x Emp de Tierras
Mom por Pseis	0 t-m	Mom por Fza Sísmica Pseis
Mom por LS	3.9 t-m	Mom x SobrecViva LS
Sumat Momentos	4.75 t-m	Sumat de Momentos = Mu diseño

Solicit para la Long Total del Muro



DISEÑO DE LA ZARPA DELANTERA O DEDO

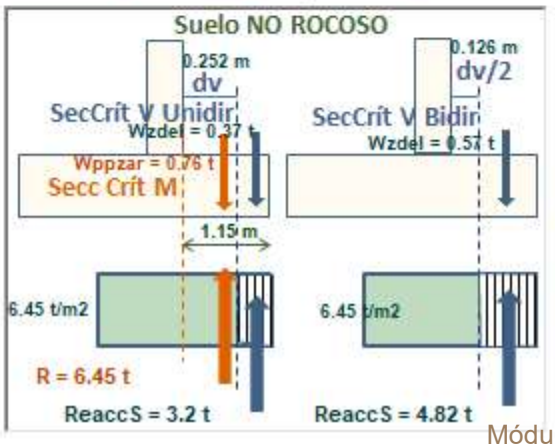
SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Resistencia I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | Diseño a Cortante

	Valor	Descripción
Pzardel	6.45 t	Carga Total Reacc Suelo Zarp Del
Wzardel	0.76 t	Carga Total por P.P. Zarpa Delant
Vu	2.82 t	Sumat Cargas:Cortante Ult Diseño
Mu x ReaccSue	1.61 t-m	Momento por Reacc Suelo
Mu x Wzarp	-0.19 t-m	Momento por P.P. Zarpa
Sumat Mu	1.42 t-m	Sumatoria Momentos. Mu diseño

Cargas para la Longitud Total del Estribo

Solicitaciones Básicas en la Zarpa Delantera



Diseño para Est Límite: Resistencia I

DISEÑO DE LA ZARPA TRASERA O TALÓN

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Resistencia I

Solicitaciones | **Diseño a Flexión** | Diseño a Cortante

	Valor	Simbología
Mu	13.525 t-m	Momento mayorado en la secc
K	92.764 t/m2	Mu/bd^2
m	17.647	fy/0.85f'c
Ro Calc	0.0025	Cuantía Acero de Diseño
As calc	13.552 cm2	Area Refuerzo Calculado Total
Ic	0.007 m4	Mom de Inercia de Sección Bruta
fr	33.132 kg/cm2	Módulo de Ruptura : 1.98(f'c)^1/2
Mcr	13.529 t-m	Mom Agrietamiento
Asmin(Mcr)	13.556 cm2	Acero para Mom_Agrietam.
1.33Ascal	18.024 cm2	Acero Calculado x 1.33
Acero Domina	13.556 cm2	calc<AsMín(Mcr). Prima Asmin(M
Arm Ppal Sug.	1 # 4 @ 0.18	Armad Ppal Real Propuesta
As real Coloc	14.075 cm2	Area de Acero Real Colocado
c	1.46 cm	Alt blq compr: AsFy/.85f'cBetab
εt	0.0483	0.003(dt-c)/c
Chequeo	et > 0.005	Phi OK
As RetracTemp	4.66 cm2/cara	2.33<=0.75bh /(2(b+h)Fy)<=12.7
Arm Retr Sug.	1 # 3 @ 0.25	Armad Retracc Propuesta

Diseño para la Longitud Total del Muro

DISEÑO DEL VÁSTAGO O PANTALLA

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Resistencia I

Solicitaciones | **Diseño a Flexión** | Diseño a Cortante

	Valor	Simbología
Mu	4.754 t-m	Momento mayorado en la secc
K	49.111 t/m2	Mu/bd^2
m	17.647	fy/0.85f'c
Ro Calc	0.0013	Cuantía Acero de Diseño
As calc	5.784 cm2	Area Refuerzo Calculado Total
Ic	0.004 m4	Mom de Inercia de Sección Bruta
fr	33.132 kg/cm2	Módulo de Ruptura : 1.98(f'c)^1/2
Mcr	9.94 t-m	Mom Agrietamiento
Asmin(Mcr)	12.253 cm2	Acero para Mom_Agrietam.
1.33Ascal	7.692 cm2	Acero Calculado x 1.33
Acero Domina	7.692 cm2	₰scalc<AsMín(Mcr). Prima 1.33As
Arm Ppal Sug.	1 # 4 @ 0.2	Armad Ppal Real Propuesta
As real Coloc	12.668 cm2	Area de Acero Real Colocado
c	1.31 cm	Alt blq compr: AsFy/.85f'cBetab
εt	0.0426	0.003(dt-c)/c
Chequeo	et > 0.005	Phi OK
As RetracTemp	4.66 cm2/cara	2.33<=0.75bh /(2(b+h)Fy)<=12.7
Arm Retr Sug.	1 # 3 @ 0.25	Armad Retracc Propuesta

Diseño para la Longitud Total del Muro

DISEÑO DE LA ZARPA DELANTERA O DEDO

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Resistencia I

Solicitaciones | **Diseño a Flexión** | Diseño a Cortante

	Valor	Simbología
Mu	1.423 t-m	Momento mayorado en la secc
K	9.762 t/m2	Mu/bd^2
m	17.647	fy/0.85f'c
Ro Calc	0.0003	Cuantía Acero de Diseño
As calc	1.398 cm2	Area Refuerzo Calculado Total
Ic	0.007 m4	Mom de Inercia de Sección Bruta
fr	33.132 kg/cm2	Módulo de Ruptura : 1.98(f'c)^1/2
Mcr	13.529 t-m	Mom Agrietamiento
Asmin(Mcr)	13.556 cm2	Acero para Mom_Agrietam.
1.33Ascal	1.859 cm2	Acero Calculado x 1.33
Acero Domina	1.859 cm2	₰scalc<AsMín(Mcr). Prima 1.33As
Arm Ppal Sug.	1 # 4 @ 0.2	Armad Ppal Real Propuesta
As real Coloc	12.668 cm2	Area de Acero Real Colocado
c	1.31 cm	Alt blq compr: AsFy/.85f'cBetab
εt	0.054	0.003(dt-c)/c
Chequeo	et > 0.005	Phi OK
As RetracTemp	4.66 cm2/cara	2.33<=0.75bh /(2(b+h)Fy)<=12.7
Arm Retr Sug.	1 # 3 @ 0.25	Armad Retracc Propuesta

Diseño para la Longitud Total del Muro

Diseño para Est Límite: Resistencia I

DISEÑO DE LA ZARPA TRASERA O TALÓN

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Resistencia I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | **Diseño a Cortante**

	Valor	Simbología
dv1 0.9de	0.24 m	Profund efec de Cortante (a) Art 5.8.2.9
dv2 0.72h	0.25 m	Profund efec de Cortante (b) Art 5.8.2.9
dv dom	0.25 m	Prof efec de Cortante dominante
Phi	0.85	Fact de Res a Cort Art 5.5.4.2
Beta	2	Fact.Cap Concr Agr Diag Tracc y Cort
Vc	44.27 t	Vc=0.083Betaf'c^(1/2)bvdv Art 5.8.3.3-3
Vs	0	Vs =0 No Flejes
Vn	44.27 t	Vn = Vc Art 5.8.3.3-1
Vr	39.84 t	Vr = phi x Vn
Vu	15.95 t	Cortante Ult de Diseño
Chequeo	OK	Cortante OK

Diseño para la Longitud Total del Muro

DISEÑO DEL VÁSTAGO O PANTALLA

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Resistencia I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | **Diseño a Cortante**

	Valor	Simbología
dv1 0.9de	0.2 m	Profund efec de Cortante (a) Art 5.8.2.9
dv2 0.72h	0.22 m	Profund efec de Cortante (b) Art 5.8.2.9
dv dom	0.22 m	Prof efec de Cortante dominante
Phi	0.85	Fact de Res a Cort Art 5.5.4.2
Beta	2	Fact.Cap Concr Agr Diag Tracc y Cort
Vc	37.95 t	Vc=0.083Betaf'c^(1/2)bvdv Art 5.8.3.3-3
Vs	0	Vs =0 No Flejes
Vn	37.95 t	Vn = Vc Art 5.8.3.3-1
Vr	39.84 t	Cortante Resist Vr = phi x Vn
Vu	6.14 t	Cortante Ult de Diseño
Chequeo	OK	Cortante OK

Diseño para la Longitud Total del Muro

DISEÑO DE LA ZARPA DELANTERA O DEDO

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Resistencia I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | **Diseño a Cortante**

	Valor	Simbología
dv1 0.9de	0.24 m	Profund efec de Cortante (a) Art 5.8.2.9
dv2 0.72h	0.25 m	Profund efec de Cortante (b) Art 5.8.2.9
dv dom	0.25 m	Prof efec de Cortante dominante
Phi	0.9	Fact ResisCort Art 5.5.4.2 Concr Normal
Vs	0	Vs = 0 -->> No Flejes
		ACCIÓN EN UNA DIRECCIÓN
Beta	2	Fact.Cap Concr Agr Diag Tracc y Cort
Vc	44.27 t	Vc=0.083Betaf'c^(1/2)bvdv Art 5.8.3.3-3
Vn	44.27 t	Vn = Vc Art 5.8.3.3-1
Vr	39.84 t	Cortante Resist Vr = phi x Vn
Vu	2.82 t	Cortante Ult Diseño.SeccCrít: a dv cara
Chq1direcc	Vr>Vu:OK	Cort Una Direcc OK
		ACCIÓN EN DOS DIRECCIONES
Beta_c	7.937	Rel lado largo/corto rectáng aplic.carga
bo	4.5 m	bo = Perímetro de la Sección Crítica
Vc	127.07 t	(.17+.33/Betac)Sq(fc)bodv<.33Sq(fc)bodv
Vr	114.37 t	Cortante Resist Vr = phi x Vn Vn = Vc
Vu	4.26 t	Cortante Ult Dis. Secc Crít: dv/2 de cara
Ch.2Direcc	Vr>Vu:OK	Cort Dos Direcc OK
Ch.GLOBAL	Vr>Vu:OK	Cortante Global OK

Diseño para la Longitud Total del Muro

Diseño para Est Límite: Evento Extremo I

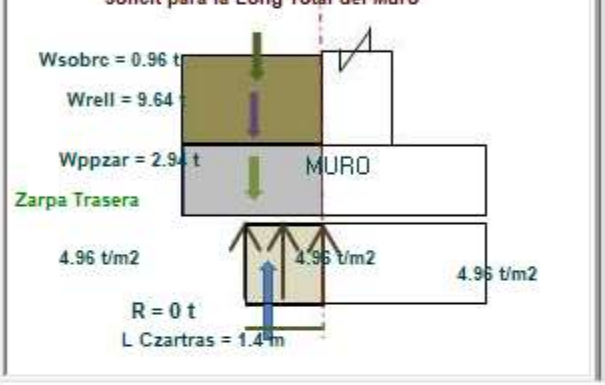
DISEÑO DE LA ZARPA TRASERA O TALÓN

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Evento Extremo I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | Diseño a Cortante

	Valor	Descripción
Pzartras	0 t	Carga Total por Reacc Sue Zarp Tras
Wzarptras	2.94 t	Carga Total por P.P. Zarpa Trasera
Wrelleno	9.64 t	Carga Total por Peso del Relleno
Sobrec.Ver	0.96 t	Carga por Comp. Vert Sobrecarga
Vu	13.54 t	Sumat Cargas Vert: Vu de Diseño
MuxReacc Sue	0 t-m	Momento por Reacc Suelo
Mu x PPzarp	2.06 t-m	Momento por P.P. Zarpa Trasera
Mu x Wrell	6.75 t-m	Momento por Peso del Relleno
Mu x Sobrec	1.35 t-m	Momento por CompV Sobrecarga
Sumat Mu	10.15 t-m	Sumat de Momentos. Mu diseño

Solicit para la Long Total del Muro



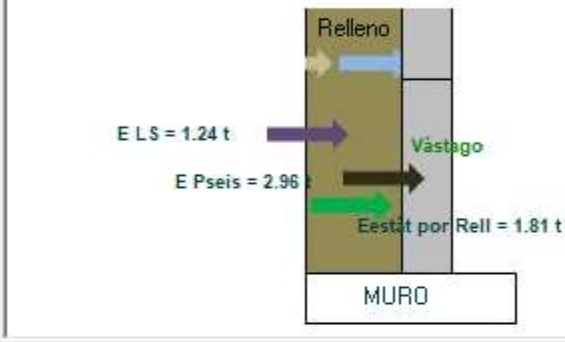
DISEÑO DEL VÁSTAGO O PANTALLA

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Evento Extremo I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | Diseño a Cortante

	Valor	Descripción
E de Tierras EH	1.81 t	Emp Estático de Tierras
E sísmico E Pseis	2.96 t	Empuje Sísmico Pseis
E Sobrecarga LS	1.24 t	Emp por Sobrecarga Viva
Sumat Empujes	6.01 t	Sumat de Empujes = Vu diseño
Mom x E.Tierra EH	0.85 t-m	Mom x Emp de Tierras
Mom por Pseis	2.55 t-m	Mom por Fza Sísmica Pseis
Mom por LS	1.11 t-m	Mom x SobrecViva LS
Sumat Momentos	4.52 t-m	Sumat de Momentos = Mu diseño

Solicit para la Long Total del Muro



DISEÑO DE LA ZARPA DELANTERA O DEDO

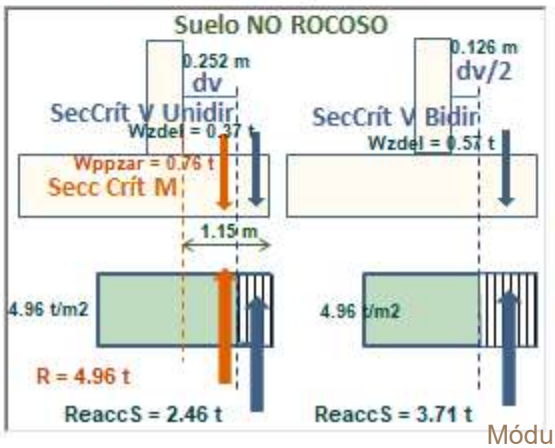
SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Evento Extremo I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | Diseño a Cortante

	Valor	Descripción
Pzardel	4.96 t	Carga Total Reacc Suelo Zarp Del
Wzardel	0.76 t	Carga Total por P.P. Zarpa Delant
Vu	2.09 t	Sumat Cargas:Cortante Ult Diseño
Mu x ReaccSue	1.24 t-m	Momento por Reacc Suelo
Mu x Wzarp	-0.19 t-m	Momento por P.P. Zarpa
Sumat Mu	1.05 t-m	Sumatoria Momentos. Mu diseño

Cargas para la Longitud Total del Estribo

Solicitaciones Básicas en la Zarpa Delantera



Diseño para Est Límite: Evento Extremo I

DISEÑO DE LA ZARPA TRASERA O TALÓN

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Evento Extremo I

Solicitaciones | **Diseño a Flexión** | Diseño a Cortante

	Valor	Simbología
Mu	10.154 t-m	Momento mayorado en la secc
K	69.642 t/m2	Mu/bd^2
m	17.647	fy/0.85f'c
Ro Calc	0.0019	Cuantía Acero de Diseño
As calc	10.116 cm2	Area Refuerzo Calculado Total
Ic	0.007 m4	Mom de Inercia de Sección Bruta
fr	33.132 kg/cm2	Módulo de Ruptura : 1.98(f'c)^1/2
Mcr	13.529 t-m	Mom Agrietamiento
Asmin(Mcr)	13.556 cm2	Acero para Mom_Agrietam.
1.33Ascal	13.454 cm2	Acero Calculado x 1.33
Acero Domina	13.454 cm2	Ascalc<AsMín(Mcr). Prima 1.33As
Arm Ppal Sug.	1 # 4 @ 0.18	Armad Ppal Real Propuesta
As real Coloc	14.075 cm2	Area de Acero Real Colocado
c	1.46 cm	Alt blq compr: AsFy/.85f'cBetab
εt	0.0483	0.003(dt-c)/c
Chequeo	et > 0.005	Phi OK
As RetracTemp	4.66 cm2/cara	2.33<=0.75bh /(2(b+h)Fy)<=12.7
Arm Retr Sug.	1 # 3 @ 0.25	Armad Retracc Propuesta

Diseño para la Longitud Total del Muro

DISEÑO DEL VÁSTAGO O PANTALLA

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Evento Extremo I

Solicitaciones | **Diseño a Flexión** | Diseño a Cortante

	Valor	Simbología
Mu	4.517 t-m	Momento mayorado en la secc
K	46.661 t/m2	Mu/bd^2
m	17.647	fy/0.85f'c
Ro Calc	0.0012	Cuantía Acero de Diseño
As calc	5.492 cm2	Area Refuerzo Calculado Total
Ic	0.004 m4	Mom de Inercia de Sección Bruta
fr	33.132 kg/cm2	Módulo de Ruptura : 1.98(f'c)^1/2
Mcr	9.94 t-m	Mom Agrietamiento
Asmin(Mcr)	12.253 cm2	Acero para Mom_Agrietam.
1.33Ascal	7.304 cm2	Acero Calculado x 1.33
Acero Domina	7.304 cm2	Ascalc<AsMín(Mcr). Prima 1.33As
Arm Ppal Sug.	1 # 4 @ 0.2	Armad Ppal Real Propuesta
As real Coloc	12.668 cm2	Area de Acero Real Colocado
c	1.31 cm	Alt blq compr: AsFy/.85f'cBetab
εt	0.0426	0.003(dt-c)/c
Chequeo	et > 0.005	Phi OK
As RetracTemp	4.66 cm2/cara	2.33<=0.75bh /(2(b+h)Fy)<=12.7
Arm Retr Sug.	1 # 3 @ 0.25	Armad Retracc Propuesta

Diseño para la Longitud Total del Muro

DISEÑO DE LA ZARPA DELANTERA O DEDO

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Evento Extremo I

Solicitaciones | **Diseño a Flexión** | Diseño a Cortante

	Valor	Simbología
Mu	1.051 t-m	Momento mayorado en la secc
K	7.208 t/m2	Mu/bd^2
m	17.647	fy/0.85f'c
Ro Calc	0.0002	Cuantía Acero de Diseño
As calc	1.031 cm2	Area Refuerzo Calculado Total
Ic	0.007 m4	Mom de Inercia de Sección Bruta
fr	33.132 kg/cm2	Módulo de Ruptura : 1.98(f'c)^1/2
Mcr	13.529 t-m	Mom Agrietamiento
Asmin(Mcr)	13.556 cm2	Acero para Mom_Agrietam.
1.33Ascal	1.372 cm2	Acero Calculado x 1.33
Acero Domina	1.372 cm2	Ascalc<AsMín(Mcr). Prima 1.33As
Arm Ppal Sug.	1 # 4 @ 0.2	Armad Ppal Real Propuesta
As real Coloc	12.668 cm2	Area de Acero Real Colocado
c	1.31 cm	Alt blq compr: AsFy/.85f'cBetab
εt	0.054	0.003(dt-c)/c
Chequeo	et > 0.005	Phi OK
As RetracTemp	4.66 cm2/cara	2.33<=0.75bh /(2(b+h)Fy)<=12.7
Arm Retr Sug.	1 # 3 @ 0.25	Armad Retracc Propuesta

Diseño para la Longitud Total del Muro

Diseño para Est Límite: Evento Extremo I

DISEÑO DE LA ZARPA TRASERA O TALÓN

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Evento Extremo I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | **Diseño a Cortante**

	Valor	Simbología
dv1 0.9de	0.24 m	Profund efec de Cortante (a) Art 5.8.2.9
dv2 0.72h	0.25 m	Profund efec de Cortante (b) Art 5.8.2.9
dv dom	0.25 m	Prof efec de Cortante dominante
Phi	0.85	Fact de Res a Cort Art 5.5.4.2
Beta	2	Fact.Cap Concr Agr Diag Tracc y Cort
Vc	44.27 t	Vc=0.083Betaf'c^(1/2)bvdv Art 5.8.3.3-3
Vs	0	Vs =0 No Flejes
Vn	44.27 t	Vn = Vc Art 5.8.3.3-1
Vr	39.84 t	Vr = phi x Vn
Vu	13.54 t	Cortante Ult de Diseño
Chequeo	OK	Cortante OK

Diseño para la Longitud Total del Muro

DISEÑO DEL VÁSTAGO O PANTALLA

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Evento Extremo I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | **Diseño a Cortante**

	Valor	Simbología
dv1 0.9de	0.2 m	Profund efec de Cortante (a) Art 5.8.2.9
dv2 0.72h	0.22 m	Profund efec de Cortante (b) Art 5.8.2.9
dv dom	0.22 m	Prof efec de Cortante dominante
Phi	0.85	Fact de Res a Cort Art 5.5.4.2
Beta	2	Fact.Cap Concr Agr Diag Tracc y Cort
Vc	37.95 t	Vc=0.083Betaf'c^(1/2)bvdv Art 5.8.3.3-3
Vs	0	Vs =0 No Flejes
Vn	37.95 t	Vn = Vc Art 5.8.3.3-1
Vr	39.84 t	Cortante Resist Vr = phi x Vn
Vu	6.01 t	Cortante Ult de Diseño
Chequeo	OK	Cortante OK

Diseño para la Longitud Total del Muro

DISEÑO DE LA ZARPA DELANTERA O DEDO

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Evento Extremo I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | **Diseño a Cortante**

	Valor	Simbología
dv1 0.9de	0.24 m	Profund efec de Cortante (a) Art 5.8.2.9
dv2 0.72h	0.25 m	Profund efec de Cortante (b) Art 5.8.2.9
dv dom	0.25 m	Prof efec de Cortante dominante
Phi	0.9	Fact ResisCort Art 5.5.4.2 Concr Normal
Vs	0	Vs = 0 -->> No Flejes
		ACCIÓN EN UNA DIRECCIÓN
Beta	2	Fact.Cap Concr Agr Diag Tracc y Cort
Vc	44.27 t	Vc=0.083Betaf'c^(1/2)bvdv Art 5.8.3.3-3
Vn	44.27 t	Vn = Vc Art 5.8.3.3-1
Vr	39.84 t	Cortante Resist Vr = phi x Vn
Vu	2.09 t	Cortante Ult Diseño.SeccCrít: a dv cara
Chq1direcc	Vr>Vu:OK	Cort Una Direcc OK
		ACCIÓN EN DOS DIRECCIONES
Beta_c	7.937	Rel lado largo/corto rectáng aplic.carga
bo	4.5 m	bo = Perímetro de la Sección Crítica
Vc	127.07 t	(.17+.33/Betac)Sq(fc)bodv<.33Sq(fc)bodv
Vr	114.37 t	Cortante Resist Vr = phi x Vn Vn = Vc
Vu	3.14 t	Cortante Ult Dis. Secc Crít: dv/2 de cara
Ch.2Direcc	Vr>Vu:OK	Cort Dos Direcc OK
Ch.GLOBAL	Vr>Vu:OK	Cortante Global OK

Diseño para la Longitud Total del Muro

ENVOLVENTE DE DISEÑO DE LA ALETA

ENVOLVENTE DE DISEÑO DE LA ALETA

Armad Principal a Flexión | Chequeo a Cortante

Estado Límite	ZarDel.Abajo	ZarTras.Abajo	ZarTras.Arrib	Vást.CaraRellen
Servicio I	1 # 4 @ 0.2	-	1 # 4 @ 0.2	1 # 4 @ 0.2
Resistencia I	1 # 4 @ 0.2	-	1 # 4 @ 0.18	1 # 4 @ 0.2
Ev Extremo I	1 # 4 @ 0.2	-	1 # 4 @ 0.18	1 # 4 @ 0.2
Envolvente	**1 # 4 @ 0.2**	-	**1 # 4 @ 0.18**	**1 # 4 @ 0.2**

ENVOLVENTE DE DISEÑO DE LA ALETA

Armad Principal a Flexión | **Chequeo a Cortante**

Estado Límite	ZarDelant Vr / Vu	ZarTrasera Vr / Vu	Vástago Vr / Vu
Servicio I	23.47	11.6	8.76
Resistencia I	14.11	2.5	5.25
Ev Extremo I	19.11	2.94	5.37
Envolvente	**OK CORTE**	**OK CORTE**	**OK CORTE**

Constantes de Diseño para la Aleta

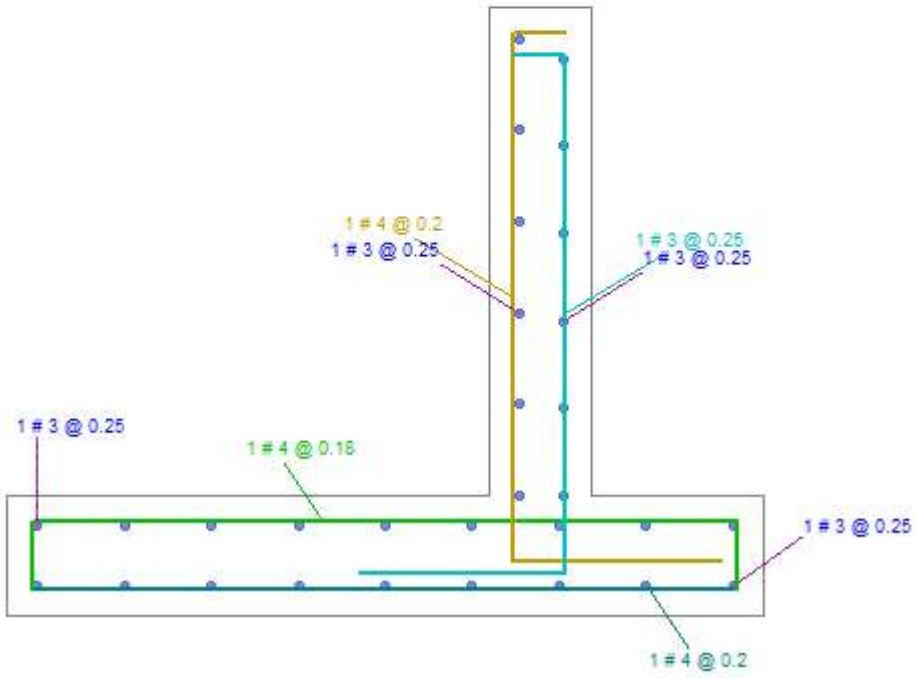
Resistencia del Concreto F'c (kg/cm2)	280
Límite de Fluencia del Acero, Fy (kg/cm2)	4200
Recubrim Concreto al Centroide Armad Principal (cm)	8
Usar Diámetro Varillas en milímetros o en pulgadas	pulg
Diámetro Mínimo a usar para Acero Principal, #	4
Diámetro Mínimo a usar para Acero Secundario, #	3
Separación Máxima Varillas Armadura Principal, (cm)	20

$$K = \frac{Mu}{bd^2} \qquad m = \frac{Fy}{0.85f'c}$$

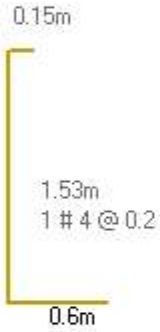
Índice de Acero Rho:

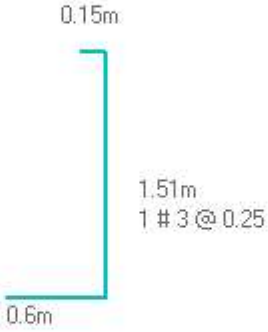
$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2mK}{\emptyset fy}}\right)$$

Detalles del Muro



Detalles del Muro en Vista Separada









DISEÑO DE BOX CULVERT TIPO 11

22. DISEÑO DE BOX CULVERT TIPO 11

El diseño se realizó modelando las paredes y la losa como un conjunto, y determinar las fuerzas y momentos internos en los elementos. La estructura se diseñó paso a paso con el objeto de conocer muy bien los efectos de diseño y, el diseño del Box Coulvert y aletas fue realizado utilizando el Programa de Puentes del Ingeniero Fernando Medina (*Ver Anexos Digitales*).

22.1. DISEÑO ESTRUCTURAL

22.1.1. Datos de Entrada

A continuación, se presenta los datos iniciales para realizar el diseño y la modelación de esta estructura:

DATOS DE ENTRADA		
Altura Total de la Estructura	3.80	**m**
Ancho Total de la Estructura	13.40	**m**
Espesor de la Losa Superior	0.40	**m**
Espesor de los Muros	0.35	**m**
Espesor de la Losa Inferior	0.40	**m**
Número de Celdas	3	
Longitud de la Estructura	7.00	**m**
Longitud de la Aleta	3.00	**m**
Espesor del Vástago de la Aleta	0.35	**m**
Espesor de la Zapata	0.40	**m**

Tabla 38. *Datos de Entrada para la modelación de la Estructura.*

En los anexos se presenta el diseño del Box Culvert descrito en esta memoria de cálculo digital.

22.1.2. Constantes de Diseño

A continuación, se presenta las constantes de diseño que se tuvieron en cuenta en la modelación de esta estructura:

CONSTANTES DE DISEÑO		
Resistencia a la Compresión del Concreto (f_c')	280	kg/cm^2
Resistencia a la Fluencia del Acero (f_y) – Barras Longitudinales	4200	kg/cm^2
Resistencia a la Fluencia del Acero (f_y) – Acero de Flejes	4200	kg/cm^2
ϕ varilla muros (Octavos de pulgada)	No. 3-5	
ϕ min. varilla losa (Octavos de pulgada)	No. 3-5	
Recubrimiento centroide de losa y lateral libre	7.50	cm
Camión de Diseño	CCP-14 COL	

Tabla 39. *Constantes de Diseño para la modelación de la Estructura.*

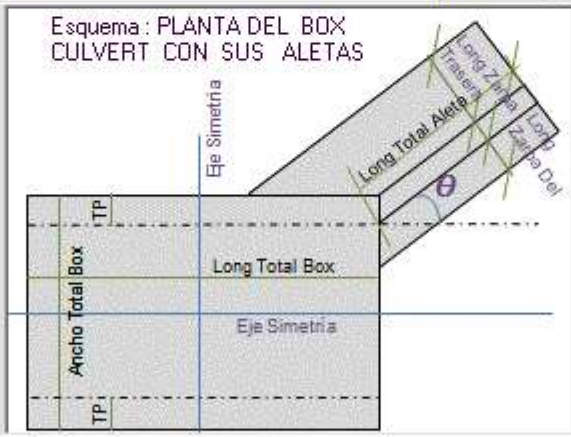
A continuación, se presentan los resultados del diseño de todas las estructuras que componen esta estructura (**Box Culvert Tipo 11**) utilizando el Programa de Puentes del Ingeniero Fernando Medina.

INFORMACIÓN GENERAL DEL BOX CULVERT

GEOMETRÍA ALCANTARILLA y GEOMETRÍA ALETAS

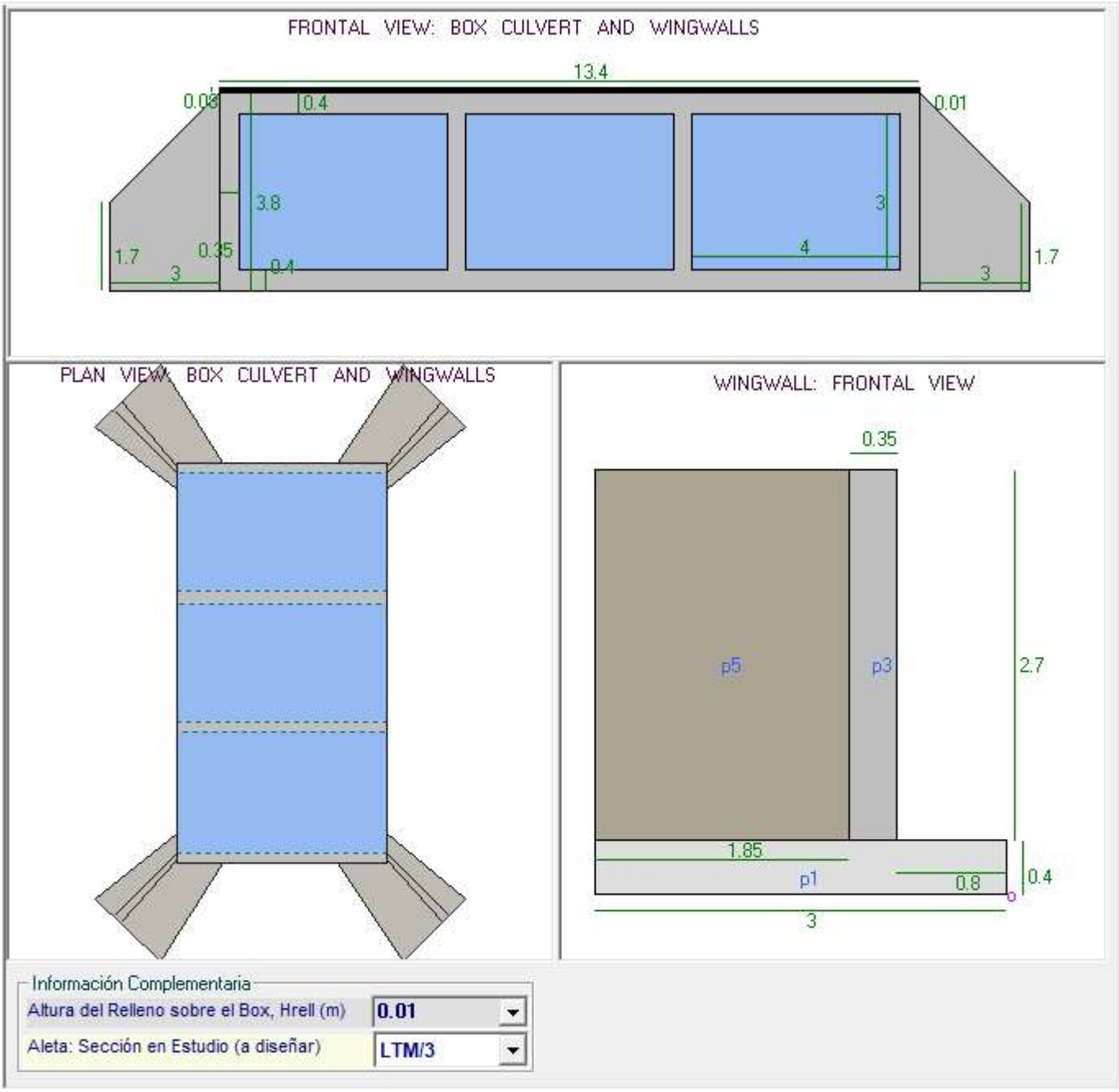
GEOMETRÍA DE LA ALCANTARILLA	
Ancho Total del Box (a bordes ext.), Lta (m)	13.4
Longitud Total Box (a bordes exter), Ltb (m)	7
Altura Total Box (a bordes ext), Ha (m)	3.8
Número de Celdas	3
Espesor Losa Superior ts (m)	0.4
Espesor Losa Inferior ti (m)	0.4
Espesor Paredes Verticales tp (m)	0.35
Espesor de Capa o Placa de Rodadura (m)	0.08
Dimensión de la Cartela (Igual en X e Y) (m)	0
GEOMETRÍA ALETAS (aplica para las cuatro)	
Longitud Total de la Aleta LTM (m)	3
Si Hrell es > 0, Altura Adicional de Aleta (m)	0
Altura Total en Extr Ext (menor), HLN (m)	1.7
Ángulo Box-Aleta en Planta, (grados)	45
Angulo Inclinación Talud Relleno (grados)	0
Ancho de Corona del Vástago, AC (m)	0.35
Proyección Trasera Vástago, BZ (m)	0
Proyección Delantera Vástago, BD (m)	0
Longitud Total de Zapata, Min 0.67H, LTZ (m)	3
Longitud de la Zarpa Delantera, LZD (m)	0.8
Espesor de la Zapata, Hzap (m)	0.4

Esquema : PLANTA DEL BOX CULVERT CON SUS ALETAS



INFORMACIÓN GENERAL DEL BOX CULVERT

GEOMETRÍA ALCANTARILLA y GEOMETRÍA ALETAS



Información Complementaria

Altura del Relleno sobre el Box, Hrell (m)	0.01
Aleta: Sección en Estudio (a diseñar)	LTM/3

INFORMACIÓN GENERAL DEL BOX CULVERT

DATOS DEL SUELO Y EL RELLENO

DATOS DEL SUELO Y EL RELLENO

Resistencia Suelo E Lím de Resistencia(t/m2)	25.9
Resistencia Suelo E.Lím Evento Extrem (t/m2)	57.5
Resistencia Suelo Est.Lím de Servicio (t/m2)	57.5
Peso Especifico Suelo de Relleno (t/m3)	1.8
Áng Fricción Interna Suelo Relleno ϕ 'f (grads)	30
Áng Fricción Interna Suelo Cimentac ϕ 'f (grados)	30
Áng Fricc en interfase muro relleno δ (grados)	0
Altura Nivel Freático desde fondo zap, Hnf(m)	0
Tipo Empuje Horiz a considerar por el Relleno	Reposo

CONSTANTES SÍSMICAS

Coeficiente Aceleración Pico Horiz, PGA	0.15
Clase de Sitio (Clase de Suelo)	E

NORMA DE DISEÑO

Camión de Diseño: Utilizar la Norma	CCP14

Constantes de Diseño para el Box Culvert

Resistencia del Concreto F'c (kg/cm2)	280
Límite de Fluencia del Acero, Fy (kg/cm2)	4200
Recubrim Concreto al Centroide Armad Principal (cm)	7.5
Usar Diámetro Varillas en milímetros o en pulgadas	pulg
Diámetro Mínimo a usar para Acero Principal, #	5
Diámetro Mínimo a usar para Acero Secundario, #	3
Separación Máxima Varillas Armadura Principal, (cm)	20

Constantes de Diseño para las Aletas

Resistencia del Concreto F'c (kg/cm2)	280
Límite de Fluencia del Acero, Fy (kg/cm2)	4200
Recubrim Concreto al Centroide Armad Principal (cm)	7.5
Usar Diámetro Varillas en milímetros o en pulgadas	pulg
Diámetro Mínimo a usar para Acero Principal, #	5
Diámetro Mínimo a usar para Acero Secundario, #	3
Separación Máxima Varillas Armadura Principal, (cm)	20

Considerar 14/fy como Rho mínimo (sugerido SÍ)	NO

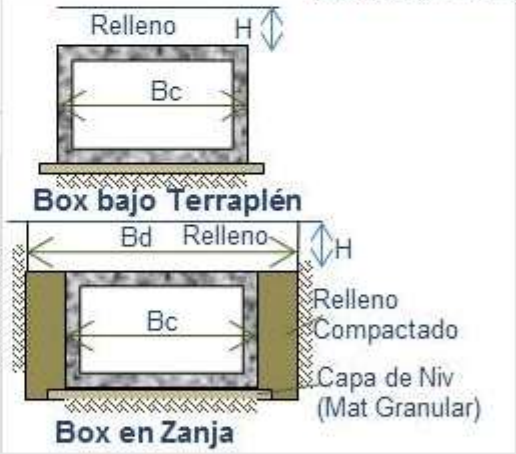
CONSTANTES PARA MODIFICACIÓN DE LAS CARGAS DE SUELO, CONSIDERANDO INTERACCIÓN SUELO ESTRUCTURA

(AASHTO CCP14 Art 12.11.2.2)

Tipo de Box (según condiciones de relleno)	Bajo Terraplén
Ancho Horizontal de la Zanja Bd (= Bc para terrapl)	7
Coeficiente Kmiu, según material del relleno	0.14
Relleno Compactado a lo largo de los laterales del box	No Compactado

Valores Sugeridos de Kmiu (Fig 12.11.2.2.1-3)

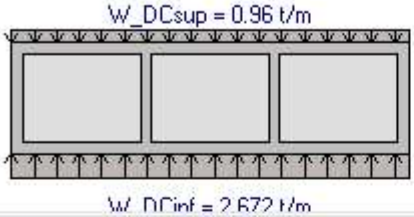
Kmiu = 0.1924 para materiales granulares no cohesivos
Kmiu = 0.165 máx. para arena y grava
kmiu = 0.150 para capa vegetal saturada
kmiu = 0.130 máx. normal para arcilla
kmiu = 0.110 arcilla saturada



SOLICITACIONES BÁSICAS DEL BOX CULVERT: DC, DW, EH, EV, LS

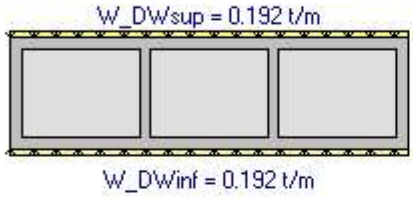
CARGAS

CARGA MUERTA DC



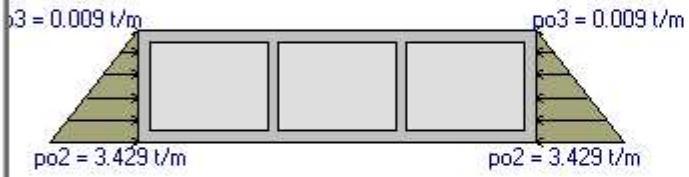
Ítem	Carga (t/m)	Descripción
W DC_sup	0.96	P.P de la Losa Superior del Box
W DC_cartelas	0	(P.P de las Cartelas) / Ancho Box
W DC_x muros	0.752	(P.P de Muros Box) / Ancho Box
W DC_inf	2.672	Carga sobre Losa Inferior por DC

CARGA MUERTA DW



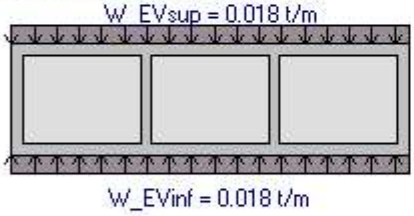
Ítem	Carga (t/m)	Descripción
W DW_sup	0.192	Carga Losa Sup por C.Rodadura
W DW_inf	0.192	Carga Losa Inf por C.Rodadura

EMPUJE DE TIERRAS EH



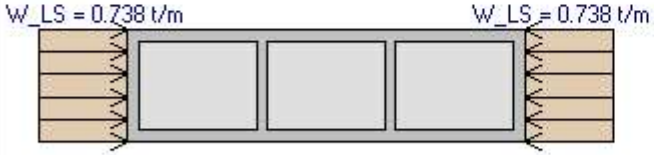
Ítem	W (t/m/m)	Descripción
p01	3.429	p01 = Ko x Pvolsueloseco x H1+ p03
p03	0.009	p03 = Ko x Pvolsueloseco x HR
p02	3.429	p02 = Ko x Pvolsuelosumerg x HNF+p01
p Eagua	0	P.unit agua x H nivel freático

PRESIÓN VERTICAL SUELO RELLENO EV



Ítem	Valor	Descripción
Box.Tip	Bajo Terraplén	Tipo de Box según manejo del Rell
Bc	13.4 m	Ancho Horizontal del Box
Kmiu	-	Coef función del Material del Relleno
H	0.01 m	Profundidad del Relleno sobre el Box
Cd	-	Coef función de Kmiu, H y Bc o Bd
Fe	1 <= 1.4 -> 1	1+ 0.20 x H / Bc
Ft	-	(Cd x Bd^2) / H / Bc <= Fe
EVsup	0.018 t/m	EVsup= Ft x GammaS x H (/ml box)

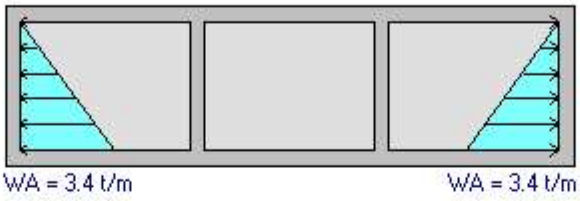
SOBRECARGA VIVA LS



Ítem	Valor	Descripción
Ko	0.5	Coef. Presion de Reposo del Suelo
PesoVol_s	1.8 t/m3	Peso Unitario Total del Suelo
H_box	3.8 m	Altura Total del Box Culvert
h_eq	0.82 m	Alt Equiv de suelo para C.Vehicular
Delta_p	0.738 t/m	Presión cte.horiz suelo x sobrec CV

CARGAS

CARGA DE AGUA WA



CARGA DE AGUA

Ítem	Valor	Descripción
Alt Agua	3.4 m	Altura de Agua actuante
Wagua_WA	3.4 t/m	Presión de Agua (box lleno)

Consideraciones:

El Art. 3.7.1 de AASHTO y CCP-14 exige considerar el caso donde el box esté lleno de agua así como el estado donde el box esté vacío

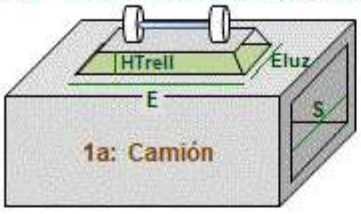
CARGAS

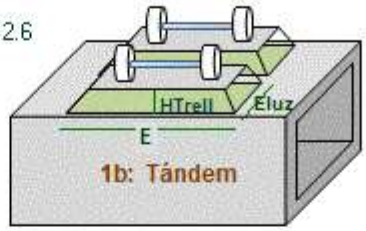
CARGA VIVA LL+Imp . Teoría

AASHTO y CCP-14 Art 4.6.2.10

Caso 1. Altura de Relleno HR < 0.6

Art 3.6.1.2.6





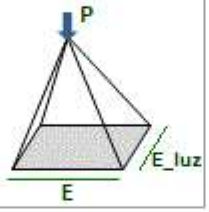
Distribución de la Carga de Eje . HR < 0.60 m

E = 0.244+0.12S

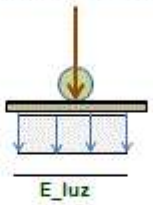
E_luz = LT + LLDF(H)

LLDF = 1.15 LT = 0.254 m

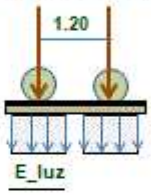
H = HR + esp pavimento



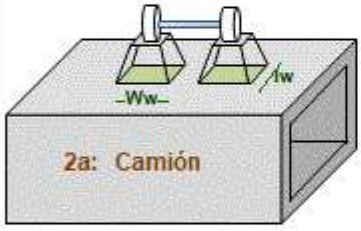
1a: Domina el Camión

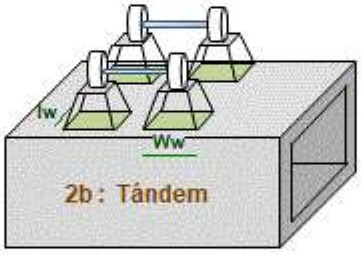


1b: Domina el Tándem



Caso 2. Altura de Relleno HR >= 0.6 m SIN Traslapo





(•) Sin Traslapo

( ) Con Traslapo

H= Hrell+esp pav

l_t= 0.254 m

$LLDF$ = 1.15

S_a= 1.20 ó 4.30 m

S_w= 1.828 m

w_t= 0.508 m

Distribución de la Carga de Eje . HR >= 0.60 m

A_{LL} = Área de Distr de la Carga de Eje a la Prof H $A_{LL} = l_w w_w$

Cálculo de w_w

$$H_{int-t} = \frac{s_w - w_t - 0.06D_i}{LLDF}$$

$Si\ H < H_{int-t}$

$w_w = w_t + LLDF(H) - 0.06D_i$

$Si\ H \geq H_{int-t}$

$w_w = w_t + s_w + LLDF(H) - 0.06D_i$

Cálculo de l_w

$$H_{int-p} = \frac{s_a - l_t}{LLDF}$$

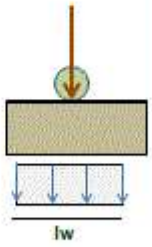
$Si\ H < H_{int-p}$

$l_w = l_t + LLDF(H)$

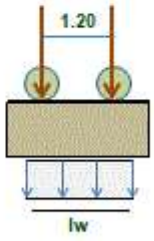
$Si\ H \geq H_{int-p}$

$l_w = l_t + s_a + LLDF(H)$

2a: Domina el Camión



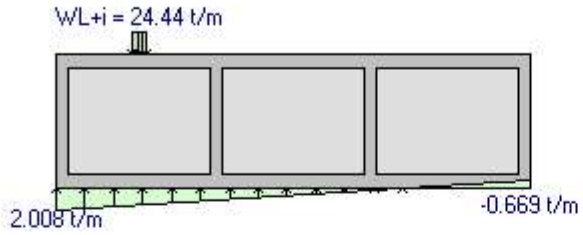
2b: Domina el Tándem



CÁLCULO DE LAS SOLICITACIONES BÁSICAS : CARGA VIVA L + i

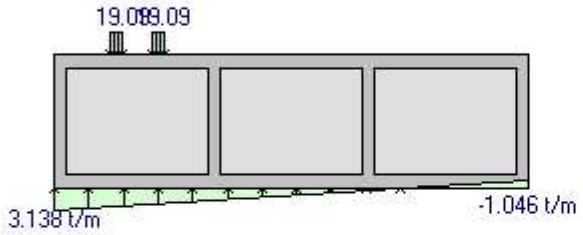
Solicitaciones Críticas por Cargas Vivas

CARGA VIVA LL+I . POSICIÓN CRÍTICA 1: CAMIÓN



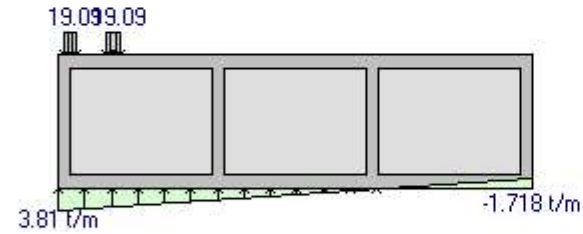
Ítem	Valor	Descripción
Carga Q	15.327 t/m	Carga Distribuida Equivalente
Fact Imp. IM	32.865 %	Factor Dinámico de Impacto
Factor m	1.2	Factor de Presencia Múltiple
Carga W	24.437 t/m	Carga Distrib. Equiv. Efectiva
L.Carga lw	0.358 m	Longitud lw de la Carga(s) W
Brazo a1	1.996 m	Brazo.Aplicac a1 de Carga W
Brazo a2	- . No aplica	Brazo.de Aplc a2 (si aplica)
Carga S1	2.008 t/m	Carga de Reacción Máxima
Carga S2	-0.669 t/m	Carga de Reacción Mínima

CARGA VIVA LL+I . POSICION CRÍTICA 2: TÁNDEM



Ítem	Valor	Descripción
Carga Q	11.974 t/m	Carga Distribuida Equivalente
Fact Imp. IM	32.865 %	Factor Dinámico de Impacto
Factor m	1.2	Factor de Presencia Múltiple
Carga W	19.092 t/m	Carga Distrib. Equiv. Efectiva
L.Carga lw	0.358 m	Longitud lw de la Carga(s) W
Brazo a1	1.396 m	Brazo.Aplicac a1 de Carga W
Brazo a2	2.596 m	Brazo.de Aplc a2 (si aplica)
Carga S1	3.138 t/m	Carga de Reacción Máxima
Carga S2	-1.046 t/m	Carga de Reacción Mínima

CARGA VIVA LL+I . POSICION CRÍTICA 3 . MÁX CORTANTE



Ítem	Valor	Descripción
Carga Q	11.974 t/m	Carga Distribuida Equivalente
Fact Imp. IM	32.865 %	Factor Dinámico de Impacto
Factor m	1.2	Factor de Presencia Múltiple
Carga W	19.092 t/m	Carga Distrib. Equiv. Efectiva
L.Carga lw	0.358 m	Longitud lw de la Carga(s) W
Brazo a1	0 m	Brazo.Aplicac a1 de Carga W
Brazo a2	1.2 m	Brazo.de Aplc a2 (si aplica)
Carga S1	3.81 t/m	Carga de Reacción Máxima
Carga S2	-1.718 t/m	Carga de Reacción Mínima

CHEQUEO DE ESFUERZOS EN EL SUELO

CHEQUEO DE ESFUERZOS EN EL SUELO

ESTADO DE CARGA	ESFZO SUELO t/m2
Carga Muerta y Acc DC	2.67
Carga Pavimento DW	0.19
Presión Vert Rellen EV	0.02
Presión Peso Agua WA	2.69
Carga Viva+Imp L+i	3.81

ESTADO LÍMITE DE RESISTENCIA

1.25(DC) + 1.50(DW) + 1.35(EV) + 1.0(WA) + 1.75(L+I)

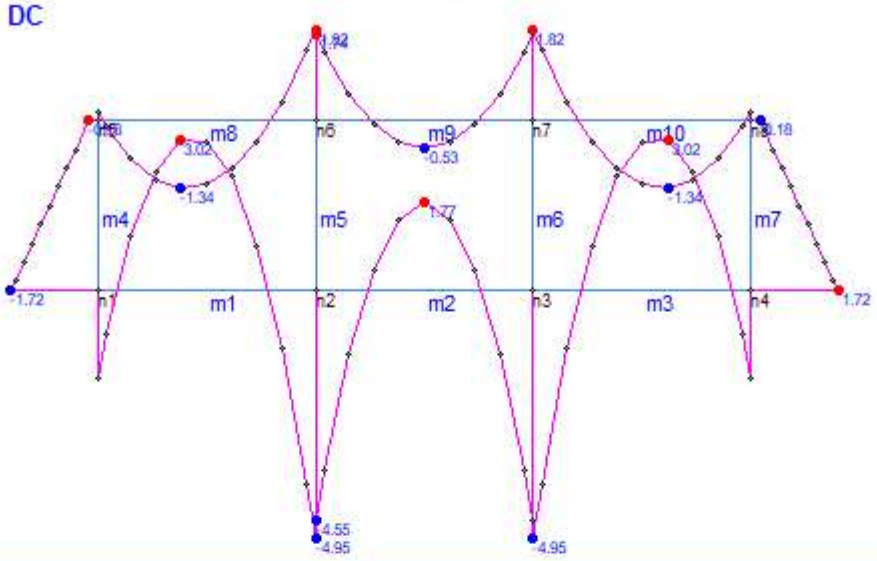
Esfuerzo Actuante	13.01 t/m2
Resist Suelo E.Lím de Resistencia	25.9 t/m2
Diagnóstico	Cumple OK

Análisis del Box para los Estado Básicos de Cargas

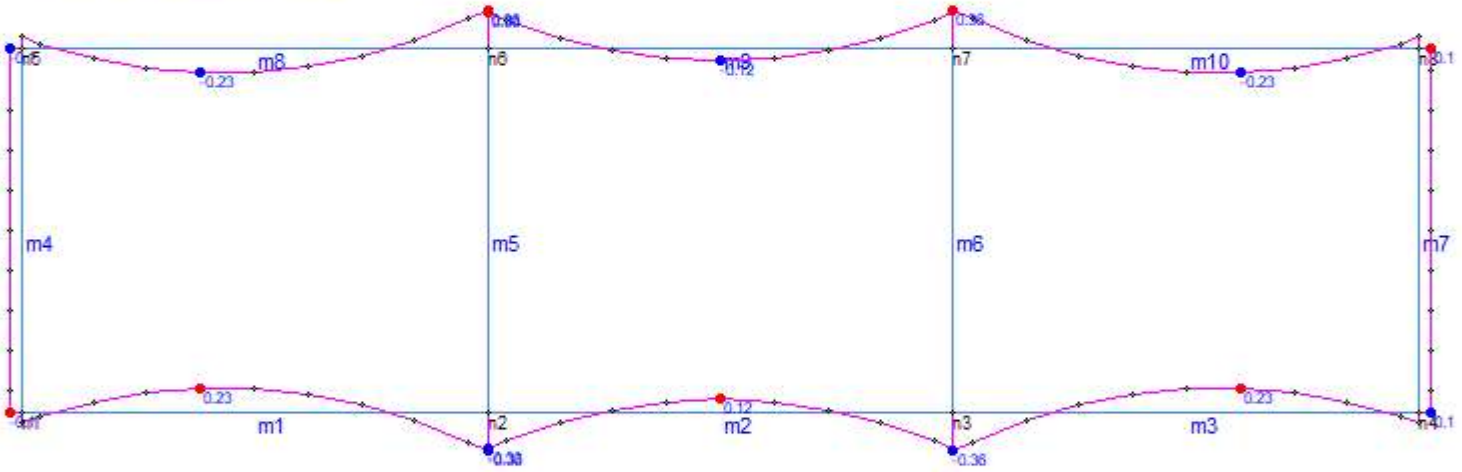
DiagrMom
Report:1

Diseño

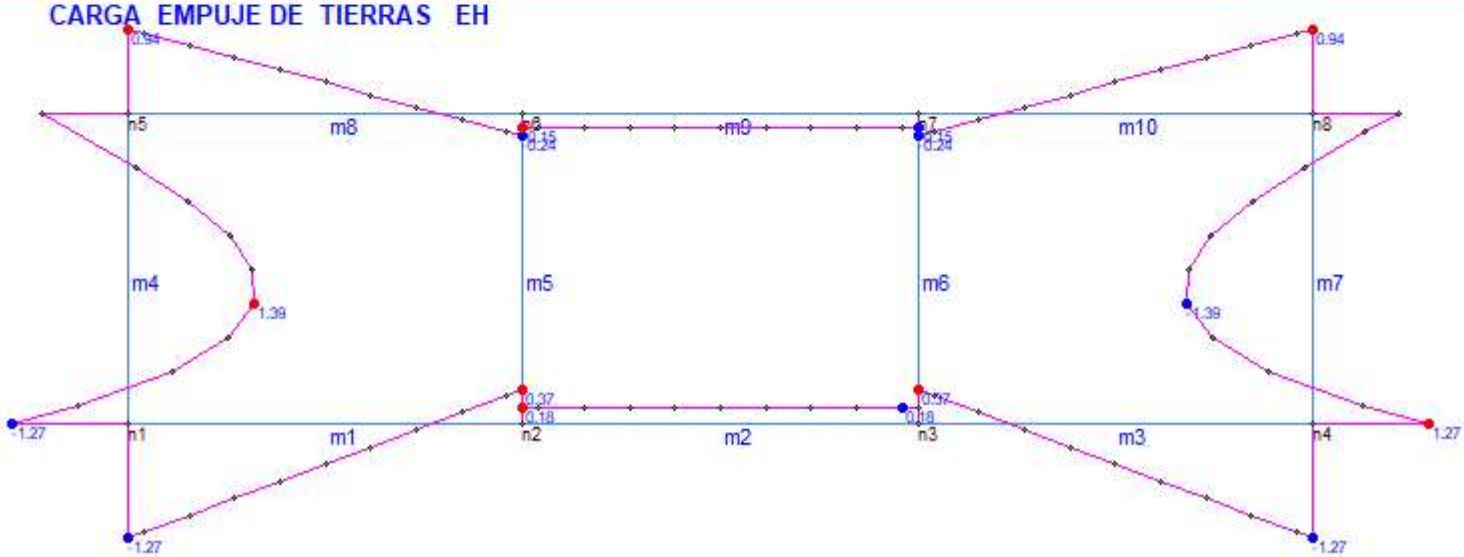
CARGA MUERTA DC



CARGA MUERTA DW



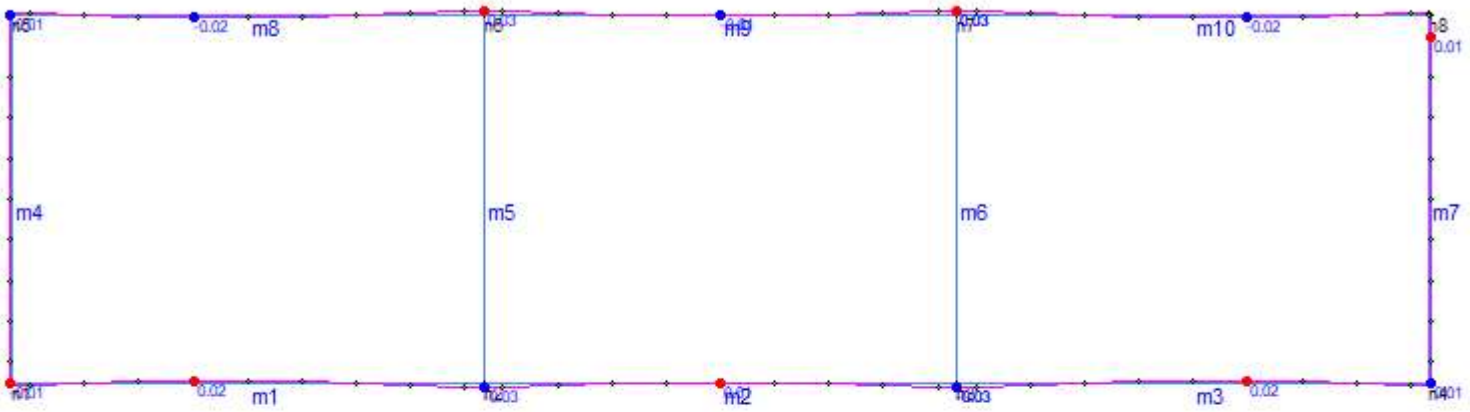
CARGA EMPUJE DE TIERRAS EH



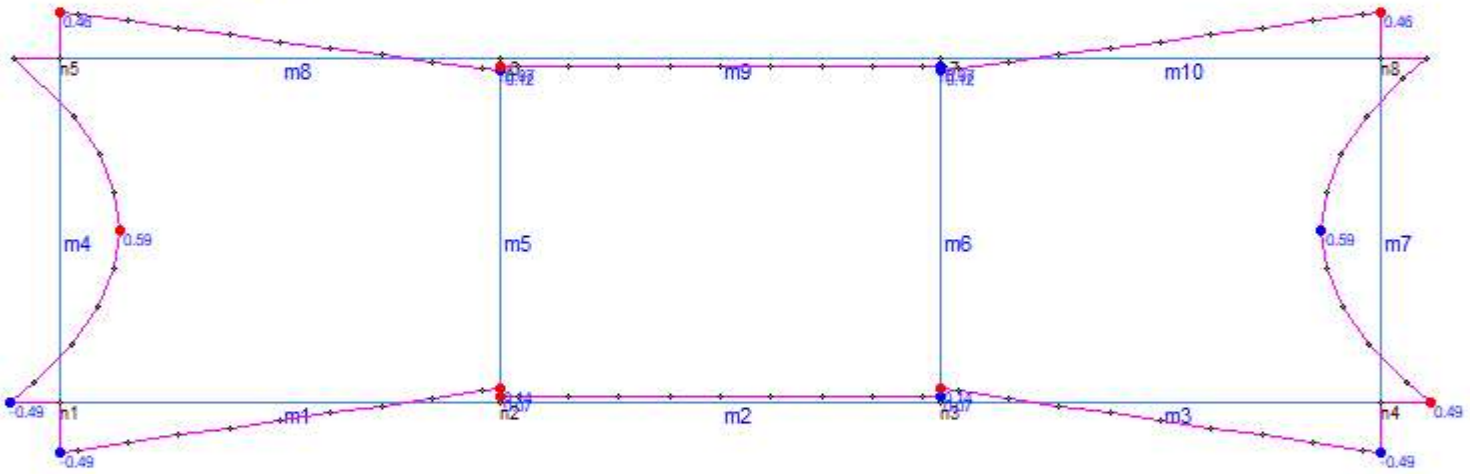
Análisis del Box para los Estado Básicos de Cargas

Diseño

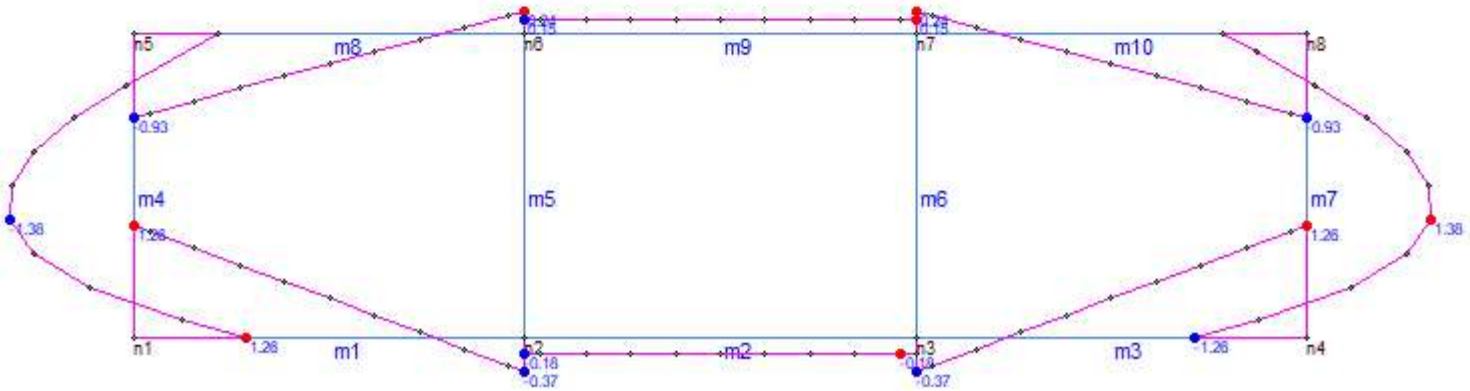
PRESIÓN CARGA VERTICAL RELLENO EV



SOBRECARGA LS



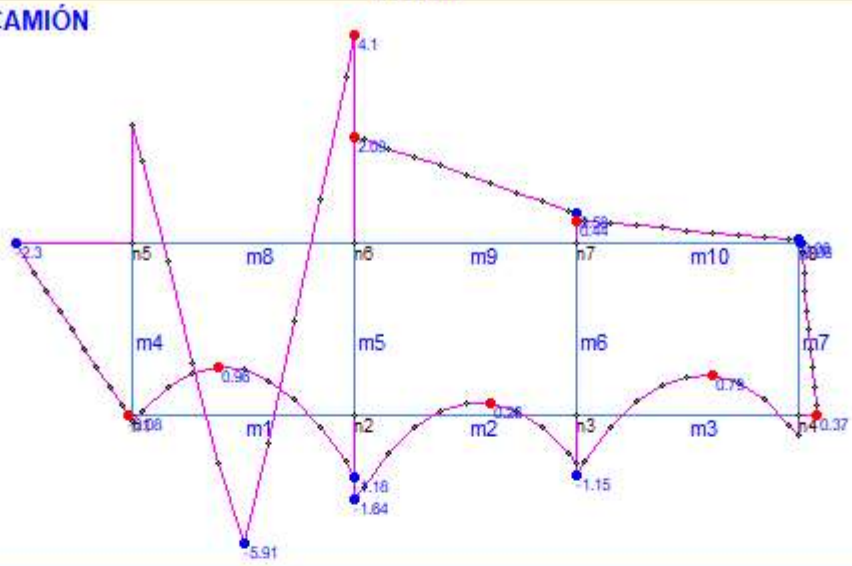
CARGA DE AGUA WA



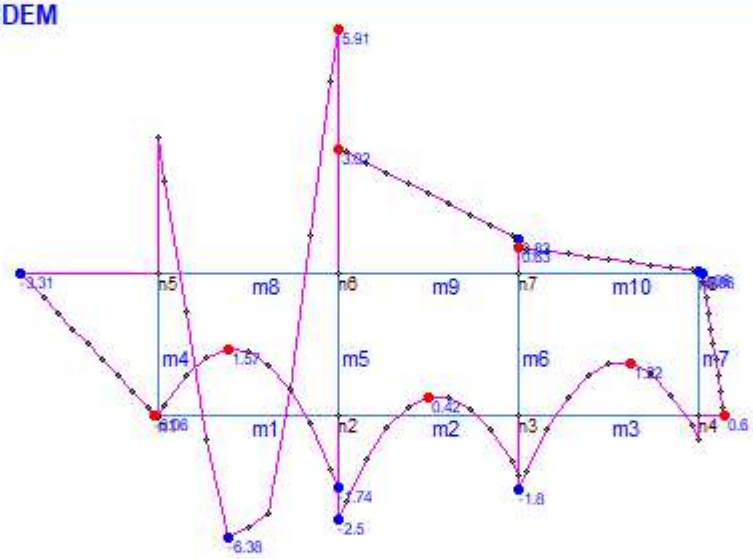
Análisis del Box para los Estado Básicos de Cargas

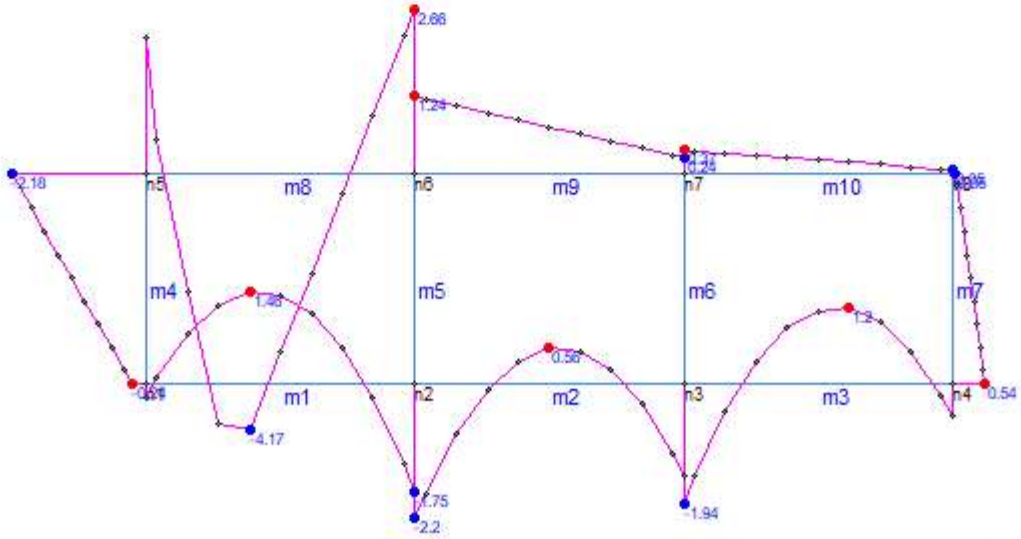
Diseño

CARGA VIVA L+ I : CAMIÓN



CARGA VIVA L + I : TÁNDEM





EFUERZOS FINALES DE MIEMBROS

CARGA MUERTA DC

Miembro	Nudo	F Axial (t)	Cortante (t)	Mom (t-m)
m1	1	0	-5.07	-1.72
	2	0	-6.55	4.95
m2	2	0	-5.81	-4.55
	3	0	-5.81	4.55
m3	3	0	-6.55	-4.95
	4	0	-5.07	1.72
m4	1	1.71	0.45	1.72
	5	-1.71	-0.45	-0.18
m5	2	4.55	-0.09	-0.4
	6	-4.55	0.09	0.09
m6	3	4.55	0.09	0.4
	7	-4.55	-0.09	-0.09
m7	4	1.71	-0.45	-1.72
	8	-1.71	0.45	0.18
m8	5	-0.45	1.71	0.18
	6	0.45	2.47	-1.82
m9	6	-0.36	2.09	1.74
	7	0.36	2.09	-1.74
m10	7	-0.45	2.47	1.82
	8	0.45	1.71	-0.18

EFUERZOS FINALES DE MIEMBROS

CARGA MUERTA DW

Miembro	Nudo	F Axial (t)	Cortante (t)	Mom (t-m)
m1	1	0	-0.36	-0.1
	2	0	-0.48	0.36
m2	2	0	-0.42	-0.33
	3	0	-0.42	0.33
m3	3	0	-0.48	-0.36
	4	0	-0.36	0.1
m4	1	0.36	0	0.1
	5	-0.36	0	-0.1
m5	2	0.89	0	-0.03
	6	-0.89	0	0.02
m6	3	0.89	0	0.03
	7	-0.89	0	-0.02
m7	4	0.36	0	-0.1
	8	-0.36	0	0.1
m8	5	0	0.36	0.1
	6	0	0.48	-0.36
m9	6	0	0.42	0.33
	7	0	0.42	-0.33
m10	7	0	0.48	0.36
	8	0	0.36	-0.1

EFUERZOS FINALES DE MIEMBROS

CARGA EMPUJE DE TIERRAS EH

Miembro	Nudo	F Axial (t)	Cortante (t)	Mom (t-m)
m1	1	0	-0.38	-1.27
	2	0	0.38	-0.37
m2	2	0	0	0.18
	3	0	0	-0.18
m3	3	0	0.38	0.37
	4	0	-0.38	1.27
m4	1	0.27	3.99	1.27
	5	-0.27	1.86	-0.94
m5	2	-0.27	0.03	0.19
	6	0.27	-0.03	-0.09
m6	3	-0.27	-0.03	-0.19
	7	0.27	0.03	0.09
m7	4	0.27	-3.99	-1.27
	8	-0.27	-1.86	0.94
m8	5	1.86	0.27	0.94
	6	-1.86	-0.27	0.24
m9	6	1.83	0	-0.15
	7	-1.83	0	0.15
m10	7	1.86	-0.27	-0.24
	8	-1.86	0.27	-0.94

EFUERZOS FINALES DE MIEMBROS

PRESIÓN CARGA VERTICAL RELLENO EV

Miembro	Nudo	F Axial (t)	Cortante (t)	Mom (t-m)
m1	1	0	-0.03	-0.01
	2	0	-0.04	0.03
m2	2	0	-0.04	-0.03
	3	0	-0.04	0.03
m3	3	0	-0.04	-0.03
	4	0	-0.03	0.01
m4	1	0.03	0	0.01
	5	-0.03	0	-0.01
m5	2	0.08	0	0
	6	-0.08	0	0
m6	3	0.08	0	0
	7	-0.08	0	0
m7	4	0.03	0	-0.01
	8	-0.03	0	0.01
m8	5	0	0.03	0.01
	6	0	0.04	-0.03
m9	6	0	0.04	0.03
	7	0	0.04	-0.03
m10	7	0	0.04	0.03
	8	0	0.03	-0.01

EFUERZOS FINALES DE MIEMBROS

SOBRECARGA LS

Miembro	Nudo	F Axial (t)	Cortante (t)	Mom (t-m)
m1	1	0	-0.15	-0.49
	2	0	0.15	-0.14
m2	2	0	0	0.07
	3	0	0	-0.07
m3	3	0	0.15	0.14
	4	0	-0.15	0.49
m4	1	0.13	1.27	0.49
	5	-0.13	1.24	-0.46
m5	2	-0.13	0.01	0.07
	6	0.13	-0.01	-0.05
m6	3	-0.13	-0.01	-0.07
	7	0.13	0.01	0.05
m7	4	0.13	-1.27	-0.49
	8	-0.13	-1.24	0.46
m8	5	1.24	0.13	0.46
	6	-1.24	-0.13	0.12
m9	6	1.24	0	-0.07
	7	-1.24	0	0.07
m10	7	1.24	-0.13	-0.12
	8	-1.24	0.13	-0.46

EFUERZOS FINALES DE MIEMBROS

CARGA DE AGUA WA

Miembro	Nudo	F Axial (t)	Cortante (t)	Mom (t-m)
m1	1	0	0.37	1.26
	2	0	-0.37	0.37
m2	2	0	0	-0.18
	3	0	0	0.18
m3	3	0	-0.37	-0.37
	4	0	0.37	-1.26
m4	1	-0.27	-3.95	-1.26
	5	0.27	-1.83	0.93
m5	2	0.27	-0.03	-0.19
	6	-0.27	0.03	0.09
m6	3	0.27	0.03	0.19
	7	-0.27	-0.03	-0.09
m7	4	-0.27	3.95	1.26
	8	0.27	1.83	-0.93
m8	5	-1.83	-0.27	-0.93
	6	1.83	0.27	-0.24
m9	6	-1.8	0	0.15
	7	1.8	0	-0.15
m10	7	-1.83	0.27	0.24
	8	1.83	-0.27	0.93

Momentos Interiores en cada Miembro

CARGA MUERTA DC

Miembro	Posic.(m)	M (t-m)
m1	0	-1.72
m1	0.175	-0.88
m1	0.675	1.09
m1	1.175	2.39
m1	1.675	3.02
m1	2.175	2.98
m1	2.675	2.28
m1	3.175	0.91
m1	3.675	-1.13
m1	4.175	-3.84
m1	4.35	-4.95
m2	0	-4.55
m2	0.175	-3.58
m2	0.675	-1.24
m2	1.175	0.43
m2	1.675	1.43
m2	2.175	1.77
m2	2.675	1.43
m2	3.175	0.43
m2	3.675	-1.24
m2	4.175	-3.58
m2	4.35	-4.55
m3	0	-4.95
m3	0.175	-3.84
m3	0.675	-1.13
m3	1.175	0.91
m3	1.675	2.28
m3	2.175	2.98
m3	2.675	3.02
m3	3.175	2.39
m3	3.675	1.09
m3	4.175	-0.88
m3	4.35	-1.72
m4	0	-1.72
m4	0.2	-1.63
m4	0.575	-1.46
m4	0.95	-1.29
m4	1.325	-1.12
m4	1.7	-0.95
m4	2.075	-0.78
m4	2.45	-0.61
m4	2.825	-0.44
m4	3.4	-0.18
m4	3.4	-0.18
m5	0	0

Momentos Interiores en cada Miembro

CARGA MUERTA DC

Miembro	Posic.(m)	M (t-m)
m5	0.2	0
m5	0.575	0
m5	0.95	0
m5	1.325	0
m5	1.7	0
m5	2.075	0
m5	2.45	0
m5	2.825	0
m5	3.4	0
m5	3.4	0
m6	0	0
m6	0.2	0
m6	0.575	0
m6	0.95	0
m6	1.325	0
m6	1.7	0
m6	2.075	0
m6	2.45	0
m6	2.825	0
m6	3.4	0
m6	3.4	0
m7	0	1.72
m7	0.2	1.63
m7	0.575	1.46
m7	0.95	1.29
m7	1.325	1.12
m7	1.7	0.95
m7	2.075	0.78
m7	2.45	0.61
m7	2.825	0.44
m7	3.2	0.27
m7	3.4	0.18
m8	0	0.18
m8	0.175	-0.11
m8	0.675	-0.76
m8	1.175	-1.17
m8	1.675	-1.34
m8	2.175	-1.27
m8	2.675	-0.96
m8	3.175	-0.41
m8	3.675	0.38
m8	4.175	1.41
m8	4.35	1.82
m9	0	1.74
m9	0.175	1.39

Momentos Interiores en cada Miembro

CARGA MUERTA DC

Miembro	Posic.(m)	M (t-m)
m9	0.675	0.55
m9	1.175	-0.05
m9	1.675	-0.41
m9	2.175	-0.53
m9	2.675	-0.41
m9	3.175	-0.05
m9	3.675	0.55
m9	4.175	1.39
m9	4.35	1.74
m10	0	1.82
m10	0.175	1.41
m10	0.675	0.38
m10	1.175	-0.41
m10	1.675	-0.96
m10	2.175	-1.27
m10	2.675	-1.34
m10	3.175	-1.17
m10	3.675	-0.76
m10	4.175	-0.11
m10	4.35	0.18

Momentos Interiores en cada Miembro

CARGA MUERTA DW

Miembro	Posic.(m)	M (t-m)
m1	0	-0.1
m1	0.175	-0.04
m1	0.675	0.1
m1	1.175	0.19
m1	1.675	0.23
m1	2.175	0.22
m1	2.675	0.17
m1	3.175	0.07
m1	3.675	-0.08
m1	4.175	-0.28
m1	4.35	-0.36
m2	0	-0.33
m2	0.175	-0.26
m2	0.675	-0.09
m2	1.175	0.03
m2	1.675	0.1
m2	2.175	0.12
m2	2.675	0.1
m2	3.175	0.03
m2	3.675	-0.09
m2	4.175	-0.26
m2	4.35	-0.33
m3	0	-0.36
m3	0.175	-0.28
m3	0.675	-0.08
m3	1.175	0.07
m3	1.675	0.17
m3	2.175	0.22
m3	2.675	0.23
m3	3.175	0.19
m3	3.675	0.1
m3	4.175	-0.04
m3	4.35	-0.1
m4	0	-0.1
m4	0.2	-0.1
m4	0.575	-0.1
m4	0.95	-0.1
m4	1.325	-0.1
m4	1.7	-0.1
m4	2.075	-0.1
m4	2.45	-0.1
m4	2.825	-0.1
m4	3.4	-0.1
m4	3.4	-0.1
m5	0	0

Momentos Interiores en cada Miembro

CARGA MUERTA DW

Miembro	Posic.(m)	M (t-m)
m5	0.2	0
m5	0.575	0
m5	0.95	0
m5	1.325	0
m5	1.7	0
m5	2.075	0
m5	2.45	0
m5	2.825	0
m5	3.4	0
m5	3.4	0
m6	0	0
m6	0.2	0
m6	0.575	0
m6	0.95	0
m6	1.325	0
m6	1.7	0
m6	2.075	0
m6	2.45	0
m6	2.825	0
m6	3.4	0
m6	3.4	0
m7	0	0.1
m7	0.2	0.1
m7	0.575	0.1
m7	0.95	0.1
m7	1.325	0.1
m7	1.7	0.1
m7	2.075	0.1
m7	2.45	0.1
m7	2.825	0.1
m7	3.2	0.1
m7	3.4	0.1
m8	0	0.1
m8	0.175	0.04
m8	0.675	-0.1
m8	1.175	-0.19
m8	1.675	-0.23
m8	2.175	-0.23
m8	2.675	-0.17
m8	3.175	-0.07
m8	3.675	0.08
m8	4.175	0.27
m8	4.35	0.36
m9	0	0.33
m9	0.175	0.26

Momentos Interiores en cada Miembro

CARGA MUERTA DW

Miembro	Posic.(m)	M (t-m)
m9	0.675	0.09
m9	1.175	-0.03
m9	1.675	-0.1
m9	2.175	-0.12
m9	2.675	-0.1
m9	3.175	-0.03
m9	3.675	0.09
m9	4.175	0.26
m9	4.35	0.33
m10	0	0.36
m10	0.175	0.27
m10	0.675	0.08
m10	1.175	-0.07
m10	1.675	-0.17
m10	2.175	-0.23
m10	2.675	-0.23
m10	3.175	-0.19
m10	3.675	-0.1
m10	4.175	0.04
m10	4.35	0.1

Momentos Interiores en cada Miembro

CARGA EMPUJE DE TIERRAS EH

Miembro	Posic.(m)	M (t-m)
m1	0	-1.27
m1	0.175	-1.21
m1	0.675	-1.02
m1	1.175	-0.83
m1	1.675	-0.64
m1	2.175	-0.45
m1	2.675	-0.26
m1	3.175	-0.07
m1	3.675	0.12
m1	4.175	0.3
m1	4.35	0.37
m2	0	0.18
m2	0.175	0.18
m2	0.675	0.18
m2	1.175	0.18
m2	1.675	0.18
m2	2.175	0.18
m2	2.675	0.18
m2	3.175	0.18
m2	3.675	0.18
m2	4.175	0.18
m2	4.35	0.18
m3	0	0.37
m3	0.175	0.3
m3	0.675	0.12
m3	1.175	-0.07
m3	1.675	-0.26
m3	2.175	-0.45
m3	2.675	-0.64
m3	3.175	-0.83
m3	3.675	-1.02
m3	4.175	-1.21
m3	4.35	-1.27
m4	0	-1.27
m4	0.2	-0.54
m4	0.575	0.49
m4	0.95	1.11
m4	1.325	1.39
m4	1.7	1.38
m4	2.075	1.12
m4	2.45	0.67
m4	2.825	0.09
m4	3.4	-0.94
m4	3.4	-0.94
m5	0	0

Momentos Interiores en cada Miembro

CARGA EMPUJE DE TIERRAS EH

Miembro	Posic.(m)	M (t-m)
m5	0.2	0
m5	0.575	0
m5	0.95	0
m5	1.325	0
m5	1.7	0
m5	2.075	0
m5	2.45	0
m5	2.825	0
m5	3.4	0
m5	3.4	0
m6	0	0
m6	0.2	0
m6	0.575	0
m6	0.95	0
m6	1.325	0
m6	1.7	0
m6	2.075	0
m6	2.45	0
m6	2.825	0
m6	3.4	0
m6	3.4	0
m7	0	1.27
m7	0.2	0.54
m7	0.575	-0.49
m7	0.95	-1.11
m7	1.325	-1.39
m7	1.7	-1.38
m7	2.075	-1.12
m7	2.45	-0.67
m7	2.825	-0.09
m7	3.2	0.57
m7	3.4	0.94
m8	0	0.94
m8	0.175	0.9
m8	0.675	0.76
m8	1.175	0.62
m8	1.675	0.49
m8	2.175	0.35
m8	2.675	0.22
m8	3.175	0.08
m8	3.675	-0.06
m8	4.175	-0.19
m8	4.35	-0.24
m9	0	-0.15
m9	0.175	-0.15

Momentos Interiores en cada Miembro

CARGA EMPUJE DE TIERRAS EH

Miembro	Posic.(m)	M (t-m)
m9	0.675	-0.15
m9	1.175	-0.15
m9	1.675	-0.15
m9	2.175	-0.15
m9	2.675	-0.15
m9	3.175	-0.15
m9	3.675	-0.15
m9	4.175	-0.15
m9	4.35	-0.15
m10	0	-0.24
m10	0.175	-0.19
m10	0.675	-0.06
m10	1.175	0.08
m10	1.675	0.22
m10	2.175	0.35
m10	2.675	0.49
m10	3.175	0.62
m10	3.675	0.76
m10	4.175	0.9
m10	4.35	0.94

Momentos Interiores en cada Miembro

PRESIÓN CARGA VERTICAL RELLENO EV

Miembro	Posic.(m)	M (t-m)
m1	0	-0.01
m1	0.175	0
m1	0.675	0.01
m1	1.175	0.02
m1	1.675	0.02
m1	2.175	0.02
m1	2.675	0.02
m1	3.175	0.01
m1	3.675	-0.01
m1	4.175	-0.03
m1	4.35	-0.03
m2	0	-0.03
m2	0.175	-0.02
m2	0.675	-0.01
m2	1.175	0
m2	1.675	0.01
m2	2.175	0.01
m2	2.675	0.01
m2	3.175	0
m2	3.675	-0.01
m2	4.175	-0.02
m2	4.35	-0.03
m3	0	-0.03
m3	0.175	-0.03
m3	0.675	-0.01
m3	1.175	0.01
m3	1.675	0.02
m3	2.175	0.02
m3	2.675	0.02
m3	3.175	0.02
m3	3.675	0.01
m3	4.175	0
m3	4.35	-0.01
m4	0	-0.01
m4	0.2	-0.01
m4	0.575	-0.01
m4	0.95	-0.01
m4	1.325	-0.01
m4	1.7	-0.01
m4	2.075	-0.01
m4	2.45	-0.01
m4	2.825	-0.01
m4	3.4	-0.01
m4	3.4	-0.01
m5	0	0

Momentos Interiores en cada Miembro

PRESIÓN CARGA VERTICAL RELLENO EV

Miembro	Posic.(m)	M (t-m)
m5	0.2	0
m5	0.575	0
m5	0.95	0
m5	1.325	0
m5	1.7	0
m5	2.075	0
m5	2.45	0
m5	2.825	0
m5	3.4	0
m5	3.4	0
m6	0	0
m6	0.2	0
m6	0.575	0
m6	0.95	0
m6	1.325	0
m6	1.7	0
m6	2.075	0
m6	2.45	0
m6	2.825	0
m6	3.4	0
m6	3.4	0
m7	0	0.01
m7	0.2	0.01
m7	0.575	0.01
m7	0.95	0.01
m7	1.325	0.01
m7	1.7	0.01
m7	2.075	0.01
m7	2.45	0.01
m7	2.825	0.01
m7	3.2	0.01
m7	3.4	0.01
m8	0	0.01
m8	0.175	0
m8	0.675	-0.01
m8	1.175	-0.02
m8	1.675	-0.02
m8	2.175	-0.02
m8	2.675	-0.02
m8	3.175	-0.01
m8	3.675	0.01
m8	4.175	0.03
m8	4.35	0.03
m9	0	0.03
m9	0.175	0.02

Momentos Interiores en cada Miembro

PRESIÓN CARGA VERTICAL RELLENO EV

Miembro	Posic.(m)	M (t-m)
m9	0.675	0.01
m9	1.175	0
m9	1.675	-0.01
m9	2.175	-0.01
m9	2.675	-0.01
m9	3.175	0
m9	3.675	0.01
m9	4.175	0.02
m9	4.35	0.03
m10	0	0.03
m10	0.175	0.03
m10	0.675	0.01
m10	1.175	-0.01
m10	1.675	-0.02
m10	2.175	-0.02
m10	2.675	-0.02
m10	3.175	-0.02
m10	3.675	-0.01
m10	4.175	0
m10	4.35	0.01

Momentos Interiores en cada Miembro

SOBRECARGA LS

Miembro	Posic.(m)	M (t-m)
m1	0	-0.49
m1	0.175	-0.47
m1	0.675	-0.4
m1	1.175	-0.32
m1	1.675	-0.25
m1	2.175	-0.18
m1	2.675	-0.1
m1	3.175	-0.03
m1	3.675	0.04
m1	4.175	0.12
m1	4.35	0.14
m2	0	0.07
m2	0.175	0.07
m2	0.675	0.07
m2	1.175	0.07
m2	1.675	0.07
m2	2.175	0.07
m2	2.675	0.07
m2	3.175	0.07
m2	3.675	0.07
m2	4.175	0.07
m2	4.35	0.07
m3	0	0.14
m3	0.175	0.12
m3	0.675	0.04
m3	1.175	-0.03
m3	1.675	-0.1
m3	2.175	-0.18
m3	2.675	-0.25
m3	3.175	-0.32
m3	3.675	-0.4
m3	4.175	-0.47
m3	4.35	-0.49
m4	0	-0.49
m4	0.2	-0.26
m4	0.575	0.11
m4	0.95	0.38
m4	1.325	0.53
m4	1.7	0.59
m4	2.075	0.54
m4	2.45	0.39
m4	2.825	0.14
m4	3.4	-0.46
m4	3.4	-0.46
m5	0	0

Momentos Interiores en cada Miembro

SOBRECARGA LS

Miembro	Posic.(m)	M (t-m)
m5	0.2	0
m5	0.575	0
m5	0.95	0
m5	1.325	0
m5	1.7	0
m5	2.075	0
m5	2.45	0
m5	2.825	0
m5	3.4	0
m5	3.4	0
m6	0	0
m6	0.2	0
m6	0.575	0
m6	0.95	0
m6	1.325	0
m6	1.7	0
m6	2.075	0
m6	2.45	0
m6	2.825	0
m6	3.4	0
m6	3.4	0
m7	0	0.49
m7	0.2	0.26
m7	0.575	-0.11
m7	0.95	-0.38
m7	1.325	-0.53
m7	1.7	-0.59
m7	2.075	-0.54
m7	2.45	-0.39
m7	2.825	-0.14
m7	3.2	0.22
m7	3.4	0.46
m8	0	0.46
m8	0.175	0.43
m8	0.675	0.37
m8	1.175	0.3
m8	1.675	0.24
m8	2.175	0.17
m8	2.675	0.1
m8	3.175	0.04
m8	3.675	-0.03
m8	4.175	-0.1
m8	4.35	-0.12
m9	0	-0.07
m9	0.175	-0.07

Momentos Interiores en cada Miembro

SOBRECARGA LS

Miembro	Posic.(m)	M (t-m)
m9	0.675	-0.07
m9	1.175	-0.07
m9	1.675	-0.07
m9	2.175	-0.07
m9	2.675	-0.07
m9	3.175	-0.07
m9	3.675	-0.07
m9	4.175	-0.07
m9	4.35	-0.07
m10	0	-0.12
m10	0.175	-0.1
m10	0.675	-0.03
m10	1.175	0.04
m10	1.675	0.1
m10	2.175	0.17
m10	2.675	0.24
m10	3.175	0.3
m10	3.675	0.37
m10	4.175	0.43
m10	4.35	0.46

Momentos Interiores en cada Miembro

CARGA DE AGUA WA

Miembro	Posic.(m)	M (t-m)
m1	0	1.26
m1	0.175	1.19
m1	0.675	1.01
m1	1.175	0.82
m1	1.675	0.63
m1	2.175	0.45
m1	2.675	0.26
m1	3.175	0.07
m1	3.675	-0.11
m1	4.175	-0.3
m1	4.35	-0.37
m2	0	-0.18
m2	0.175	-0.18
m2	0.675	-0.18
m2	1.175	-0.18
m2	1.675	-0.18
m2	2.175	-0.18
m2	2.675	-0.18
m2	3.175	-0.18
m2	3.675	-0.18
m2	4.175	-0.18
m2	4.35	-0.18
m3	0	-0.37
m3	0.175	-0.3
m3	0.675	-0.11
m3	1.175	0.07
m3	1.675	0.26
m3	2.175	0.45
m3	2.675	0.63
m3	3.175	0.82
m3	3.675	1.01
m3	4.175	1.19
m3	4.35	1.26
m4	0	1.26
m4	0.2	0.54
m4	0.575	-0.48
m4	0.95	-1.1
m4	1.325	-1.38
m4	1.7	-1.36
m4	2.075	-1.1
m4	2.45	-0.66
m4	2.825	-0.09
m4	3.4	0.93
m4	3.4	0.93
m5	0	0

Momentos Interiores en cada Miembro

CARGA DE AGUA WA

Miembro	Posic.(m)	M (t-m)
m5	0.2	0
m5	0.575	0
m5	0.95	0
m5	1.325	0
m5	1.7	0
m5	2.075	0
m5	2.45	0
m5	2.825	0
m5	3.4	0
m5	3.4	0
m6	0	0
m6	0.2	0
m6	0.575	0
m6	0.95	0
m6	1.325	0
m6	1.7	0
m6	2.075	0
m6	2.45	0
m6	2.825	0
m6	3.4	0
m6	3.4	0
m7	0	-1.26
m7	0.2	-0.54
m7	0.575	0.48
m7	0.95	1.1
m7	1.325	1.38
m7	1.7	1.36
m7	2.075	1.1
m7	2.45	0.66
m7	2.825	0.09
m7	3.2	-0.57
m7	3.4	-0.93
m8	0	-0.93
m8	0.175	-0.89
m8	0.675	-0.75
m8	1.175	-0.62
m8	1.675	-0.48
m8	2.175	-0.35
m8	2.675	-0.21
m8	3.175	-0.08
m8	3.675	0.06
m8	4.175	0.19
m8	4.35	0.24
m9	0	0.15
m9	0.175	0.15

Momentos Interiores en cada Miembro

CARGA DE AGUA WA

Miembro	Posic.(m)	M (t-m)
m9	0.675	0.15
m9	1.175	0.15
m9	1.675	0.15
m9	2.175	0.15
m9	2.675	0.15
m9	3.175	0.15
m9	3.675	0.15
m9	4.175	0.15
m9	4.35	0.15
m10	0	0.24
m10	0.175	0.19
m10	0.675	0.06
m10	1.175	-0.08
m10	1.675	-0.21
m10	2.175	-0.35
m10	2.675	-0.48
m10	3.175	-0.62
m10	3.675	-0.75
m10	4.175	-0.89
m10	4.35	-0.93

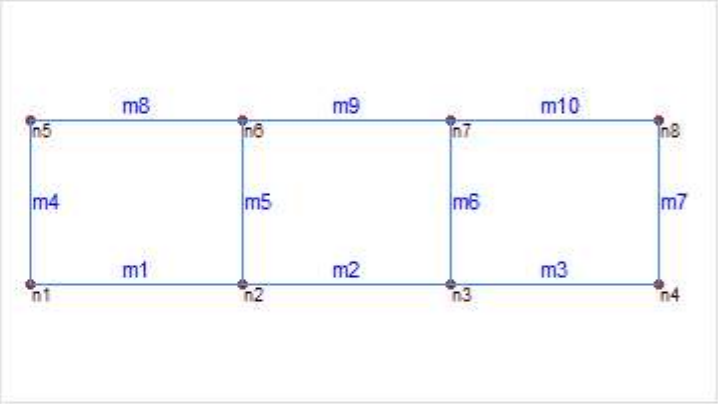
Momentos Interiores en cada Miembro

ESTADO LÍMITE DE RESISTENCIA Ia

Máx Carga Vertical y Máx Carga Horizontal

1.25(DC)+1.50(DW)+1.35(EV)+1.75(L+I)+1.5(EH)+1.75(LS)

Miembro	Posic.(m)	Mom Mu(t-m)
m1	0	-5.23
m1	0.175	-3.37
m1	0.675	0.95
m1	1.175	3.91
m1	1.675	5.51
m1	2.175	5.75
m1	2.675	4.63
m1	3.175	2.16
m1	3.675	-1.68
m1	4.175	-6.87
m1	4.35	-9.01
m2	0	-10.22
m2	0.175	-8.16
m2	0.675	-3.2
m2	1.175	0.4
m2	1.675	2.65
m2	2.175	3.53
m2	2.675	3.06
m2	3.175	1.23
m2	3.675	-1.96
m2	4.175	-6.51
m2	4.35	-8.42
m3	0	-9.11
m3	0.175	-7.01
m3	0.675	-1.91
m3	1.175	1.83
m3	1.675	4.21
m3	2.175	5.23
m3	2.675	4.9
m3	3.175	3.2
m3	3.675	0.15
m3	4.175	-4.27
m3	4.35	-6.13
m4	0	-5.23
m4	0.34	-3.91
m4	0.68	-2.14
m4	1.02	-1.15
m4	1.36	-0.87
m4	1.7	-1.21
m4	2.04	-2.09
m4	2.38	-3.44
m4	2.72	-5.17
m4	3.06	-8.4
m4	3.4	-8.4



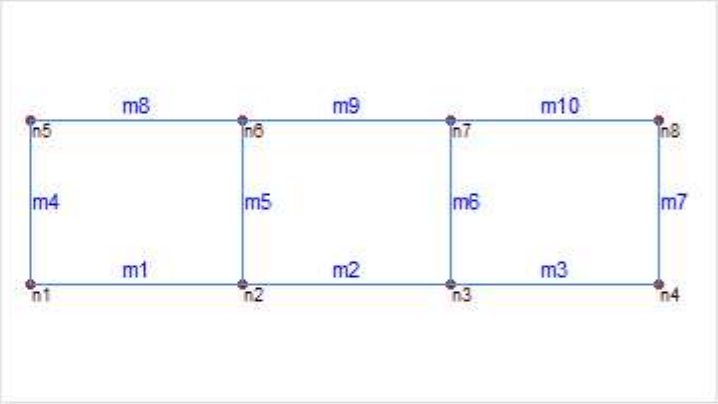
Momentos Interiores en cada Miembro

ESTADO LÍMITE DE RESISTENCIA Ia

Máx Carga Vertical y Máx Carga Horizontal

1.25(DC)+1.50(DW)+1.35(EV)+1.75(L+I)+1.5(EH)+1.75(LS)

Miembro	Posic.(m)	Mom Mu(t-m)
m5	0	1.56
m5	0.34	1.76
m5	0.68	2.15
m5	1.02	2.54
m5	1.36	2.92
m5	1.7	3.31
m5	2.04	3.7
m5	2.38	4.08
m5	2.72	4.47
m5	3.06	5.07
m5	3.4	5.07
m6	0	0.57
m6	0.34	0.55
m6	0.68	0.53
m6	1.02	0.51
m6	1.36	0.48
m6	1.7	0.46
m6	2.04	0.44
m6	2.38	0.41
m6	2.72	0.39
m6	3.06	0.35
m6	3.4	0.35
m7	0	6.13
m7	0.34	4.45
m7	0.68	1.95
m7	1.02	0.24
m7	1.36	-0.78
m7	1.7	-1.17
m7	2.04	-1.01
m7	2.38	-0.39
m7	2.72	0.61
m7	3.06	1.92
m7	3.4	2.72
m8	0	8.4
m8	0.175	5.93
m8	0.675	-0.88
m8	1.175	-7.31
m8	1.675	-12.07
m8	2.175	-11.88
m8	2.675	-11.1
m8	3.175	-5.37
m8	3.675	2.04
m8	4.175	9.82
m8	4.35	12.63



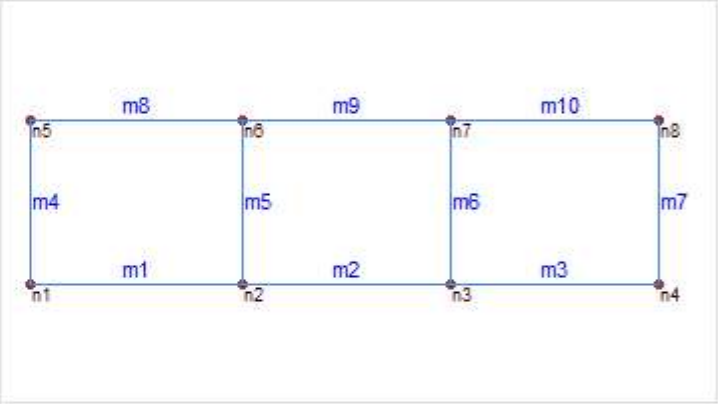
Momentos Interiores en cada Miembro

ESTADO LÍMITE DE RESISTENCIA Ia

Máx Carga Vertical y Máx Carga Horizontal

1.25(DC)+1.50(DW)+1.35(EV)+1.75(L+I)+1.5(EH)+1.75(LS)

Miembro	Posic.(m)	Mom Mu(t-m)
m9	0	7.64
m9	0.175	6.93
m9	0.675	5.17
m9	1.175	3.78
m9	1.675	2.77
m9	2.175	2.14
m9	2.675	1.89
m9	3.175	2.02
m9	3.675	2.53
m9	4.175	3.41
m9	4.35	3.81
m10	0	3.38
m10	0.175	2.8
m10	0.675	1.4
m10	1.175	0.38
m10	1.675	-0.26
m10	2.175	-0.53
m10	2.675	-0.41
m10	3.175	0.08
m10	3.675	0.95
m10	4.175	2.19
m10	4.35	2.72



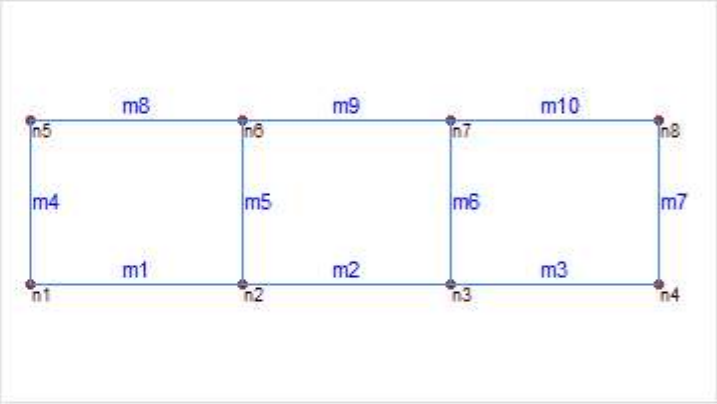
Momentos Interiores en cada Miembro

ESTADO LÍMITE DE RESISTENCIA Ib

Máxima Carga Vertical y Mínima Carga Horizontal

1.25(DC)+1.5(DW)+1.35(EV)+1.75(L+I)+1.0(WA)+0.9(EH)+1.75(LS)

Miembro	Posic.(m)	Mom Mu(t-m)
m1	0	-3.21
m1	0.175	-1.45
m1	0.675	2.57
m1	1.175	5.23
m1	1.675	6.53
m1	2.175	6.47
m1	2.675	5.05
m1	3.175	2.28
m1	3.675	-1.86
m1	4.175	-7.35
m1	4.35	-9.6
m2	0	-10.5
m2	0.175	-8.45
m2	0.675	-3.48
m2	1.175	0.12
m2	1.675	2.36
m2	2.175	3.25
m2	2.675	2.78
m2	3.175	0.95
m2	3.675	-2.24
m2	4.175	-6.79
m2	4.35	-8.71
m3	0	-9.7
m3	0.175	-7.49
m3	0.675	-2.09
m3	1.175	1.95
m3	1.675	4.63
m3	2.175	5.95
m3	2.675	5.91
m3	3.175	4.52
m3	3.675	1.76
m3	4.175	-2.35
m3	4.35	-4.11
m4	0	-3.21
m4	0.34	-3.05
m4	0.68	-2.91
m4	1.02	-2.92
m4	1.36	-3.08
m4	1.7	-3.39
m4	2.04	-3.87
m4	2.38	-4.51
m4	2.72	-5.31
m4	3.06	-6.9
m4	3.4	-6.9



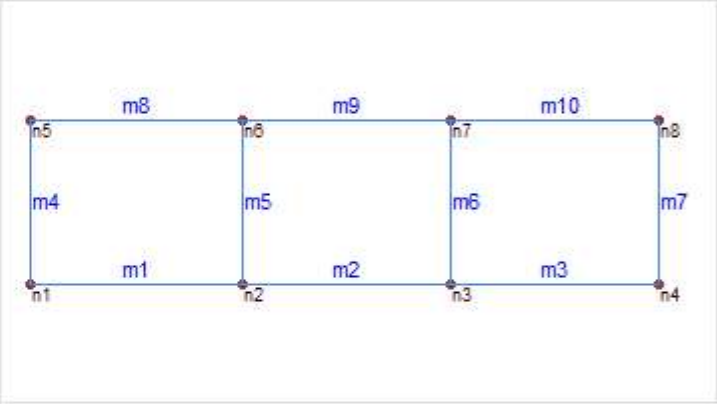
Momentos Interiores en cada Miembro

ESTADO LÍMITE DE RESISTENCIA Ib

Máxima Carga Vertical y Mínima Carga Horizontal

1.25(DC)+1.5(DW)+1.35(EV)+1.75(L+I)+1.0(WA)+0.9(EH)+1.75(LS)

Miembro	Posic.(m)	Mom Mu(t-m)
m5	0	1.56
m5	0.34	1.76
m5	0.68	2.15
m5	1.02	2.54
m5	1.36	2.92
m5	1.7	3.31
m5	2.04	3.7
m5	2.38	4.08
m5	2.72	4.47
m5	3.06	5.07
m5	3.4	5.07
m6	0	0.57
m6	0.34	0.55
m6	0.68	0.53
m6	1.02	0.51
m6	1.36	0.48
m6	1.7	0.46
m6	2.04	0.44
m6	2.38	0.41
m6	2.72	0.39
m6	3.06	0.35
m6	3.4	0.35
m7	0	4.11
m7	0.34	3.59
m7	0.68	2.73
m7	1.02	2
m7	1.36	1.43
m7	1.7	1.02
m7	2.04	0.76
m7	2.38	0.67
m7	2.72	0.75
m7	3.06	1.01
m7	3.4	1.22
m8	0	6.9
m8	0.175	4.5
m8	0.675	-2.09
m8	1.175	-8.31
m8	1.675	-12.84
m8	2.175	-12.43
m8	2.675	-11.44
m8	3.175	-5.49
m8	3.675	2.13
m8	4.175	10.12
m8	4.35	13.01



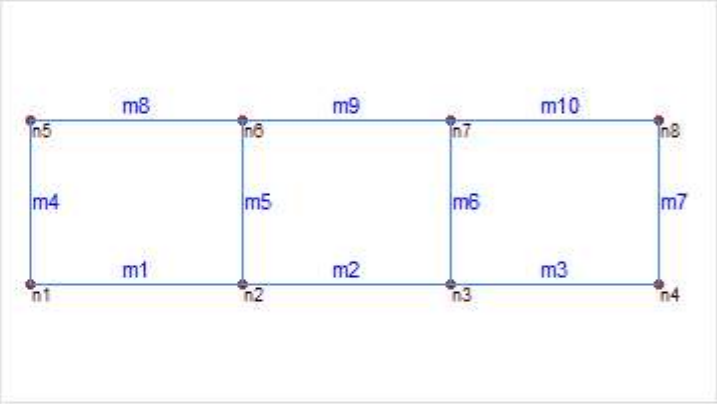
Momentos Interiores en cada Miembro

ESTADO LÍMITE DE RESISTENCIA Ib

Máxima Carga Vertical y Mínima Carga Horizontal

1.25(DC)+1.5(DW)+1.35(EV)+1.75(L+I)+1.0(WA)+0.9(EH)+1.75(LS)

Miembro	Posic.(m)	Mom Mu(t-m)
m9	0	7.88
m9	0.175	7.17
m9	0.675	5.41
m9	1.175	4.02
m9	1.675	3.01
m9	2.175	2.39
m9	2.675	2.13
m9	3.175	2.26
m9	3.675	2.77
m9	4.175	3.65
m9	4.35	4.05
m10	0	3.76
m10	0.175	3.11
m10	0.675	1.49
m10	1.175	0.25
m10	1.675	-0.6
m10	2.175	-1.09
m10	2.675	-1.19
m10	3.175	-0.92
m10	3.675	-0.26
m10	4.175	0.77
m10	4.35	1.22



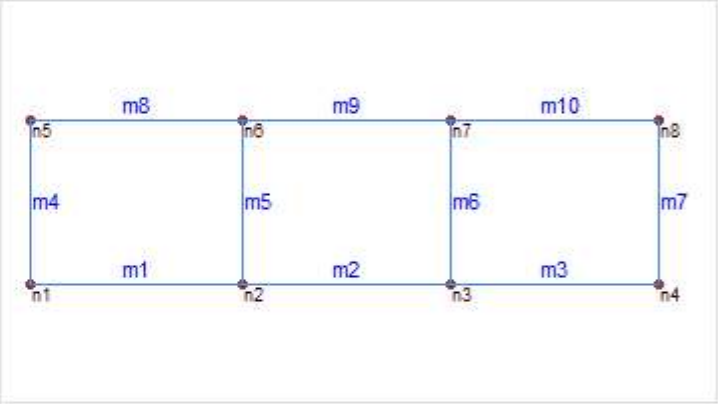
Momentos Interiores en cada Miembro

ESTADO LÍMITE DE RESISTENCIA Ic

Mín. Carga Vertical y Máx. Carga Horizontal

0.9(DC)+0.65(DW)+1.0(EV)+0.9(EH)+1.75(LS)

Miembro	Posic.(m)	Mom Mu(t-m)
m1	0	-5.33
m1	0.175	-3.46
m1	0.675	0.87
m1	1.175	3.84
m1	1.675	5.46
m1	2.175	5.71
m1	2.675	4.61
m1	3.175	2.15
m1	3.675	-1.67
m1	4.175	-6.85
m1	4.35	-8.98
m2	0	-10.21
m2	0.175	-8.15
m2	0.675	-3.19
m2	1.175	0.42
m2	1.675	2.66
m2	2.175	3.55
m2	2.675	3.08
m2	3.175	1.25
m2	3.675	-1.94
m2	4.175	-6.49
m2	4.35	-8.41
m3	0	-9.09
m3	0.175	-6.99
m3	0.675	-1.9
m3	1.175	1.82
m3	1.675	4.19
m3	2.175	5.2
m3	2.675	4.85
m3	3.175	3.13
m3	3.675	0.07
m3	4.175	-4.36
m3	4.35	-6.23
m4	0	-5.33
m4	0.34	-4.03
m4	0.68	-2.23
m4	1.02	-1.16
m4	1.36	-0.77
m4	1.7	-1
m4	2.04	-1.81
m4	2.38	-3.16
m4	2.72	-4.99
m4	3.06	-8.63
m4	3.4	-8.63

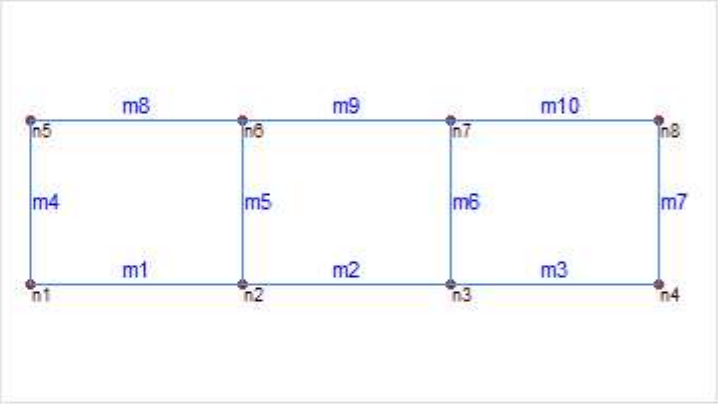


Momentos Interiores en cada Miembro

ESTADO LÍMITE DE RESISTENCIA Ic — **Mín. Carga Vertical y Máx. Carga Horizontal**

0.9(DC)+0.65(DW)+1.0(EV)+0.9(EH)+1.75(LS)

Miembro	Posic.(m)	Mom Mu(t-m)
m5	0	1.56
m5	0.34	1.76
m5	0.68	2.15
m5	1.02	2.54
m5	1.36	2.92
m5	1.7	3.31
m5	2.04	3.7
m5	2.38	4.08
m5	2.72	4.47
m5	3.06	5.07
m5	3.4	5.07
m6	0	0.57
m6	0.34	0.55
m6	0.68	0.53
m6	1.02	0.51
m6	1.36	0.48
m6	1.7	0.46
m6	2.04	0.44
m6	2.38	0.41
m6	2.72	0.39
m6	3.06	0.35
m6	3.4	0.35
m7	0	6.23
m7	0.34	4.57
m7	0.68	2.05
m7	1.02	0.25
m7	1.36	-0.88
m7	1.7	-1.38
m7	2.04	-1.29
m7	2.38	-0.67
m7	2.72	0.43
m7	3.06	1.97
m7	3.4	2.95
m8	0	8.63
m8	0.175	6.15
m8	0.675	-0.7
m8	1.175	-7.16
m8	1.675	-11.95
m8	2.175	-11.79
m8	2.675	-11.05
m8	3.175	-5.35
m8	3.675	2.02
m8	4.175	9.76
m8	4.35	12.56



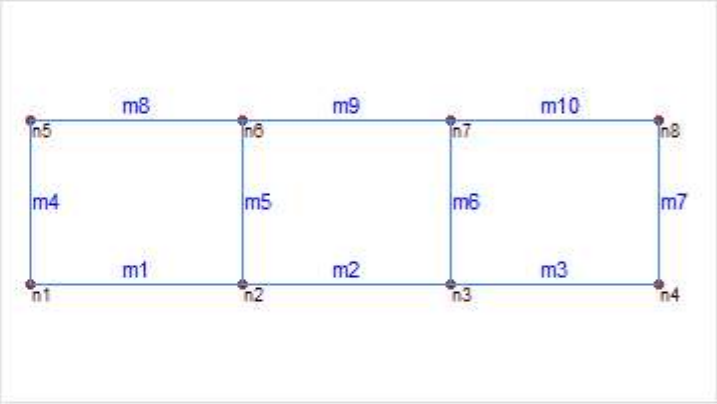
Momentos Interiores en cada Miembro

ESTADO LÍMITE DE RESISTENCIA Ic

Mín. Carga Vertical y Máx. Carga Horizontal

0.9(DC)+0.65(DW)+1.0(EV)+0.9(EH)+1.75(LS)

Miembro	Posic.(m)	Mom Mu(t-m)
m9	0	7.6
m9	0.175	6.9
m9	0.675	5.13
m9	1.175	3.75
m9	1.675	2.74
m9	2.175	2.11
m9	2.675	1.86
m9	3.175	1.99
m9	3.675	2.49
m9	4.175	3.37
m9	4.35	3.77
m10	0	3.32
m10	0.175	2.75
m10	0.675	1.38
m10	1.175	0.4
m10	1.675	-0.21
m10	2.175	-0.44
m10	2.675	-0.3
m10	3.175	0.23
m10	3.675	1.13
m10	4.175	2.41
m10	4.35	2.95



ENVOLVENTE MÁXIMA DE DISEÑO

Diseño a Flexión y Cortante de todas las secciones del Box Culvert

Mi.	Posic(m)	Mu(t-m)	As(cm2)	Arm.Sug	Vu(t)	Vu/Vr (Cheq)
m1	0	-5.33	5.84	1 # 5 @ 0.2	11.04	0.47 Ok
m1	0.175	-3.46	3.78	1 # 5 @ 0.2	10.09	0.43 Ok
m1	0.675	2.57	2.8	1 # 5 @ 0.2	7.37	0.31 Ok
m1	1.175	5.23	5.73	1 # 5 @ 0.2	4.65	0.2 Ok
m1	1.675	6.53	7.17	1 # 5 @ 0.2	1.94	0.08 Ok
m1	2.175	6.47	7.11	1 # 5 @ 0.2	-1.41	0.06 Ok
m1	2.675	5.05	5.53	1 # 5 @ 0.2	-4.13	0.18 Ok
m1	3.175	2.28	2.48	1 # 5 @ 0.2	-6.85	0.29 Ok
m1	3.675	-1.86	2.02	1 # 5 @ 0.2	-9.56	0.41 Ok
m1	4.175	-7.35	7.34	1 # 5 @ 0.2	-12.28	0.52 Ok
m1	4.35	-9.6	7.99	1 # 5 @ 0.2	-13.23	0.56 Ok
m2	0	-10.5	8.76	1 # 5 @ 0.2	12.1	0.51 Ok
m2	0.175	-8.45	7.34	1 # 5 @ 0.2	11.15	0.47 Ok
m2	0.675	-3.48	3.8	1 # 5 @ 0.2	8.43	0.36 Ok
m2	1.175	0.42	0.45	1 # 5 @ 0.2	5.71	0.24 Ok
m2	1.675	2.66	2.9	1 # 5 @ 0.2	3	0.13 Ok
m2	2.175	3.55	3.87	1 # 5 @ 0.2	0.28	0.01 Ok
m2	2.675	3.08	3.35	1 # 5 @ 0.2	-2.44	0.1 Ok
m2	3.175	1.25	1.35	1 # 5 @ 0.2	-5.16	0.22 Ok
m2	3.675	-2.24	2.44	1 # 5 @ 0.2	-7.87	0.33 Ok
m2	4.175	-6.79	7.34	1 # 5 @ 0.2	-10.59	0.45 Ok
m2	4.35	-8.71	7.34	1 # 5 @ 0.2	-11.54	0.49 Ok
m3	0	-9.7	8.07	1 # 5 @ 0.2	13.19	0.56 Ok
m3	0.175	-7.49	7.34	1 # 5 @ 0.2	12.24	0.52 Ok
m3	0.675	-2.09	2.27	1 # 5 @ 0.2	9.52	0.4 Ok
m3	1.175	1.95	2.12	1 # 5 @ 0.2	6.8	0.29 Ok
m3	1.675	4.63	5.06	1 # 5 @ 0.2	4.09	0.17 Ok
m3	2.175	5.95	6.53	1 # 5 @ 0.2	1.37	0.06 Ok
m3	2.675	5.91	6.49	1 # 5 @ 0.2	-1.98	0.08 Ok
m3	3.175	4.52	4.94	1 # 5 @ 0.2	-4.7	0.2 Ok
m3	3.675	1.76	1.92	1 # 5 @ 0.2	-7.41	0.32 Ok
m3	4.175	-4.36	4.77	1 # 5 @ 0.2	-10.13	0.43 Ok
m3	4.35	-6.23	6.84	1 # 5 @ 0.2	-11.08	0.47 Ok
m4	0	-5.33	6.65	1 # 5 @ 0.2	-9.77	0.48 Ok
m4	0.2	-4.03	5.22	1 # 5 @ 0.2	-8.51	0.42 Ok
m4	0.575	-2.91	3.76	1 # 5 @ 0.2	-6.55	0.32 Ok
m4	0.95	-2.92	3.77	1 # 5 @ 0.2	-5.31	0.26 Ok
m4	1.325	-3.08	3.98	1 # 5 @ 0.2	-4.19	0.21 Ok
m4	1.7	-3.39	4.39	1 # 5 @ 0.2	-3.21	0.16 Ok
m4	2.075	-3.87	5.01	1 # 5 @ 0.2	-2.35	0.12 Ok
m4	2.45	-4.51	5.85	1 # 5 @ 0.2	-1.62	0.08 Ok
m4	2.825	-5.31	6.65	1 # 5 @ 0.2	2.39	0.12 Ok
m4	3.4	-8.63	8.54	1 # 5 @ 0.2	3.39	0.17 Ok
m4	3.4	-8.63	8.54	1 # 5 @ 0.2	3.39	0.17 Ok



ENVOLVENTE MÁXIMA DE DISEÑO

Diseño a Flexión y Cortante de todas las secciones del Box Culvert

Mi.	Posic(m)	Mu(t-m)	As(cm2)	Arm.Sug	Vu(t)	Vu/Vr (Cheq)
m5	0	1.56	2	1 # 5 @ 0.2	1.67	0.08 Ok
m5	0.2	1.76	2.27	1 # 5 @ 0.2	1.88	0.09 Ok
m5	0.575	2.15	2.77	1 # 5 @ 0.2	2.27	0.11 Ok
m5	0.95	2.54	3.27	1 # 5 @ 0.2	2.65	0.13 Ok
m5	1.325	2.92	3.78	1 # 5 @ 0.2	3.04	0.15 Ok
m5	1.7	3.31	4.28	1 # 5 @ 0.2	3.43	0.17 Ok
m5	2.075	3.7	4.79	1 # 5 @ 0.2	3.81	0.19 Ok
m5	2.45	4.08	5.29	1 # 5 @ 0.2	4.2	0.21 Ok
m5	2.825	4.47	5.8	1 # 5 @ 0.2	4.59	0.23 Ok
m5	3.4	5.07	6.59	1 # 5 @ 0.2	5.18	0.26 Ok
m5	3.4	5.07	6.59	1 # 5 @ 0.2	5.18	0.26 Ok
m6	0	0.57	0.72	1 # 5 @ 0.2	0.68	0.03 Ok
m6	0.2	0.55	0.71	1 # 5 @ 0.2	0.67	0.03 Ok
m6	0.575	0.53	0.68	1 # 5 @ 0.2	0.64	0.03 Ok
m6	0.95	0.51	0.65	1 # 5 @ 0.2	0.62	0.03 Ok
m6	1.325	0.48	0.62	1 # 5 @ 0.2	0.6	0.03 Ok
m6	1.7	0.46	0.59	1 # 5 @ 0.2	0.57	0.03 Ok
m6	2.075	0.44	0.56	1 # 5 @ 0.2	0.55	0.03 Ok
m6	2.45	0.41	0.53	1 # 5 @ 0.2	0.53	0.03 Ok
m6	2.825	0.39	0.5	1 # 5 @ 0.2	0.5	0.02 Ok
m6	3.4	0.35	0.45	1 # 5 @ 0.2	0.47	0.02 Ok
m6	3.4	0.35	0.45	1 # 5 @ 0.2	0.47	0.02 Ok
m7	0	6.23	6.65	1 # 5 @ 0.2	9.63	0.48 Ok
m7	0.2	4.57	5.94	1 # 5 @ 0.2	8.46	0.42 Ok
m7	0.575	2.73	3.52	1 # 5 @ 0.2	6.36	0.32 Ok
m7	0.95	2	2.58	1 # 5 @ 0.2	4.39	0.22 Ok
m7	1.325	1.43	1.84	1 # 5 @ 0.2	2.55	0.13 Ok
m7	1.7	-1.38	1.77	1 # 5 @ 0.2	0.88	0.04 Ok
m7	2.075	-1.29	1.66	1 # 5 @ 0.2	-1.09	0.05 Ok
m7	2.45	-0.67	0.86	1 # 5 @ 0.2	-2.22	0.11 Ok
m7	2.825	0.75	0.97	1 # 5 @ 0.2	-3.55	0.18 Ok
m7	3.2	1.97	2.53	1 # 5 @ 0.2	-5.29	0.26 Ok
m7	3.4	2.95	3.81	1 # 5 @ 0.2	-5.34	0.27 Ok
m8	0	8.63	7.34	1 # 5 @ 0.2	-21.93	0.93 Ok
m8	0.175	6.15	6.75	1 # 5 @ 0.2	-21.67	0.92 Ok
m8	0.675	-2.09	2.27	1 # 5 @ 0.2	-20.91	0.89 Ok
m8	1.175	-8.31	7.34	1 # 5 @ 0.2	-20.16	0.86 Ok
m8	1.675	-12.84	10.77	1 # 5 @ 0.18	-10.09	0.43 Ok
m8	2.175	-12.43	10.42	1 # 5 @ 0.19	-6.7	0.28 Ok
m8	2.675	-11.44	9.56	1 # 5 @ 0.2	-3.31	0.14 Ok
m8	3.175	-5.49	6.02	1 # 5 @ 0.2	7.26	0.31 Ok
m8	3.675	2.13	2.31	1 # 5 @ 0.2	8.01	0.34 Ok
m8	4.175	10.12	8.43	1 # 5 @ 0.2	8.77	0.37 Ok
m8	4.35	13.01	10.92	1 # 5 @ 0.18	9.04	0.38 Ok



ENVOLVENTE MÁXIMA DE DISEÑO

Diseño a Flexión y Cortante de todas las secciones del Box Culvert

Mi.	Posic(m)	Mu(t-m)	As(cm2)	Arm.Sug	Vu(t)	Vu/Vr (Cheq)
m9	0	7.88	7.34	1 # 5 @ 0.2	-3.89	0.17 Ok
m9	0.175	7.17	7.34	1 # 5 @ 0.2	-3.57	0.15 Ok
m9	0.675	5.41	5.93	1 # 5 @ 0.2	-2.68	0.11 Ok
m9	1.175	4.02	4.39	1 # 5 @ 0.2	-1.79	0.08 Ok
m9	1.675	3.01	3.29	1 # 5 @ 0.2	-0.89	0.04 Ok
m9	2.175	2.39	2.6	1 # 5 @ 0.2	0	0 Ok
m9	2.675	2.13	2.32	1 # 5 @ 0.2	0.89	0.04 Ok
m9	3.175	2.26	2.46	1 # 5 @ 0.2	1.79	0.08 Ok
m9	3.675	2.77	3.01	1 # 5 @ 0.2	2.68	0.11 Ok
m9	4.175	3.65	3.98	1 # 5 @ 0.2	3.57	0.15 Ok
m9	4.35	4.05	4.42	1 # 5 @ 0.2	3.89	0.17 Ok
m10	0	3.76	4.11	1 # 5 @ 0.2	-4.74	0.2 Ok
m10	0.175	3.11	3.39	1 # 5 @ 0.2	-4.46	0.19 Ok
m10	0.675	1.49	1.62	1 # 5 @ 0.2	-3.66	0.16 Ok
m10	1.175	0.4	0.43	1 # 5 @ 0.2	-2.87	0.12 Ok
m10	1.675	-0.6	0.66	1 # 5 @ 0.2	-2.07	0.09 Ok
m10	2.175	-1.09	1.18	1 # 5 @ 0.2	-1.28	0.05 Ok
m10	2.675	-1.19	1.29	1 # 5 @ 0.2	-0.48	0.02 Ok
m10	3.175	-0.92	0.99	1 # 5 @ 0.2	0.81	0.03 Ok
m10	3.675	1.13	1.23	1 # 5 @ 0.2	1.61	0.07 Ok
m10	4.175	2.41	2.63	1 # 5 @ 0.2	2.4	0.1 Ok
m10	4.35	2.95	3.22	1 # 5 @ 0.2	2.68	0.11 Ok

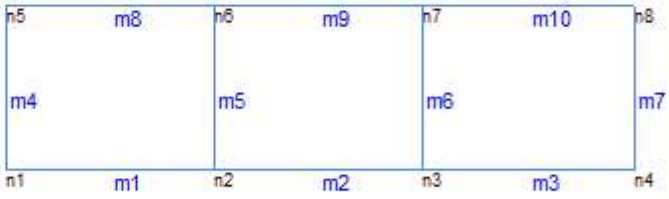


ENVOLVENTE MÁXIMA DE DISEÑO

Mi.	Posic(m)	Mu(t-m)	As(cm2)	Arm.Sug	Vu(t)	Vu/Vr	(Cheq)
m1	0	-5.33	5.84	1 # 5 @ 0.2	11.04	0.47	Ok

Diseño Detallado a Flexión para la sección en estudio

	Valor	Simbología
Mu	5.33 t-m	Momento mayorado en la secc
K	50.486 t/m2	Mu/bd^2
m	17.647	fy/0.85f'c
Ro Calc	0.0014	Cuantía Acero de Diseño
As calc	4.393 cm2	Area Refuerzo Calculado Total
Ic	0.005 m4	Mom de Inercia de Sección Bruta
fr	33.132 kg/cm2	Módulo de Ruptura : 1.98(f'c)^1/2
Mcr	8.835 t-m	Mom Agrietamiento
Asmin(Mcr)	7.338 cm2	Acero para Mom_Agrietam.
1.33Ascal	5.843 cm2	Acero Calculado x 1.33
Acero Domina	5.843 cm2	Acero a Flexión Definitivo
Arm Ppal Sug.	1 # 5 @ 0.2	Armad Ppal Real Propuesta
As real Coloc	9.897 cm2	Area de Acero Real Colocado
c	2.05 cm	Alt blq compr: AsFy/.85f'cBetab
et	0.0408	0.003(dt-c)/c
Chequeo	et > 0.005	Phi OK
As RetracTemp	17.86 cm2/cara	2.33<=0.75bh /(2(b+h)Fy)<=12.7
Arm Retr Sug.	1 # 3 @ 0.25	Armad Retracc Propuesta



*

Esfuerzos en el Suelo

ÍTEM	ESFZO MÁX SUELO
Carga Muerta DC	2.67 t/m2
Carga Muerta DW	0.19 t/m2
Empuje Tierras EH	0 t/m2
PrVert Relleno WV	0.02 t/m2
Sobrecarga LS	0 t/m2
Carga de Agua WA	0 t/m2
Carga Viva L+I (Vmáx)	3.81 t/m2
Est,Lím Res. Comb_Dom	10.55 t/m2
Res.Suelo E.Lím Resis	25.9 t/m2
Chequeo	SUELO OK

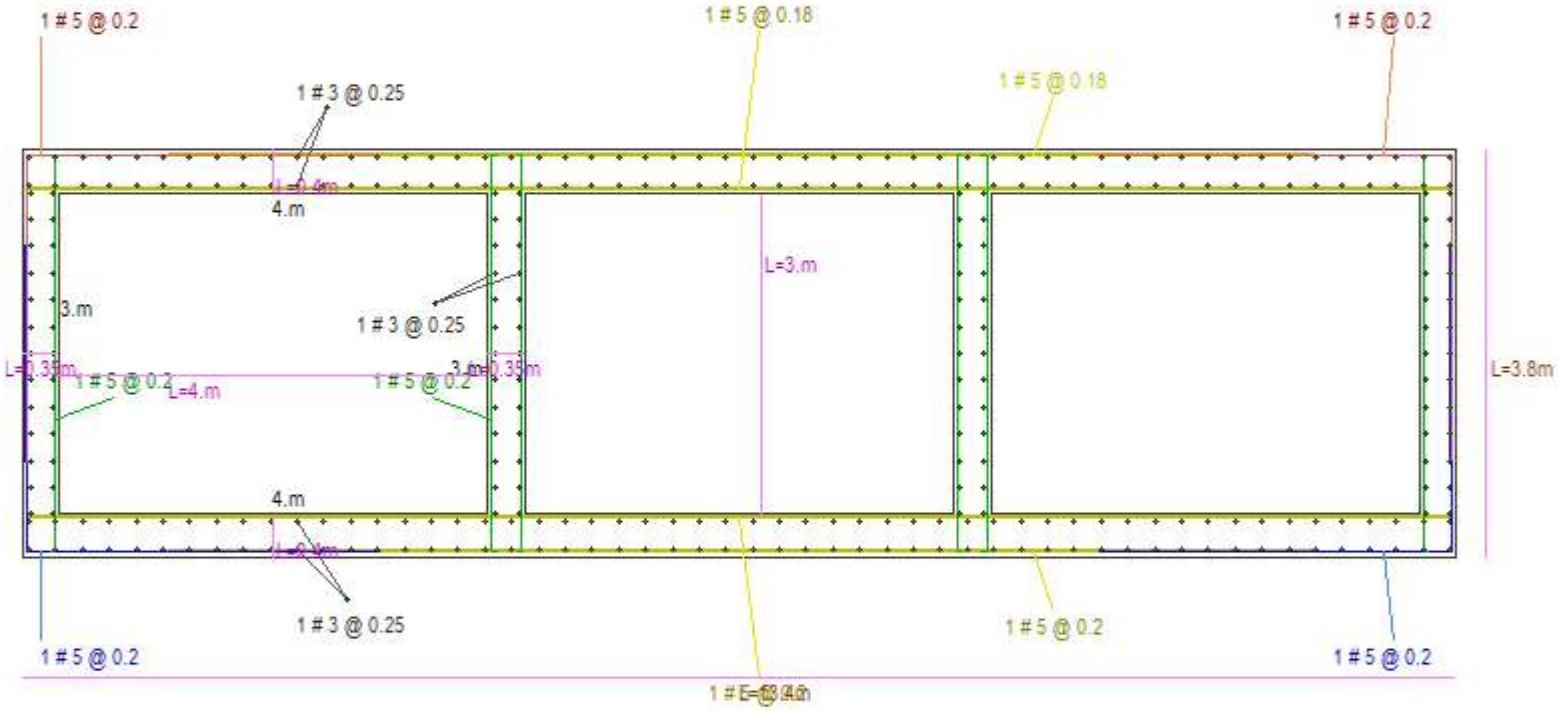
*

Diseño Detallado a Corte para la sección en estudio

	Valor	Simbología
dv1 0.9de	0.315 m	Profund efec de Cortante (a) Art 5.8.2.9
dv2 0.72h	0.288 m	Profund efec de Cortante (b) Art 5.8.2.9
dv dom	0.315 m	Prof efec de Cortante dominante
Phi	0.85	Fact de Res a Cort Art 5.5.4.2
Beta	2	Fact.Cap Concr Agr Diag Tracc y Cort
Vc	27.67 t	Vc=0.083Betaf'c^(1/2)bvdv Art 5.8.3.3-3
Vs	0	Vs =0 No Flejes
Vn	27.67 t	Vn = Vc Art 5.8.3.3-1
Vr	23.52 t	Vr = phi x Vn
Vu	11.04 t	Cortante Ult de Diseño
Chequeo	0.47 Ok	

ARMADURA BOX CULVERT

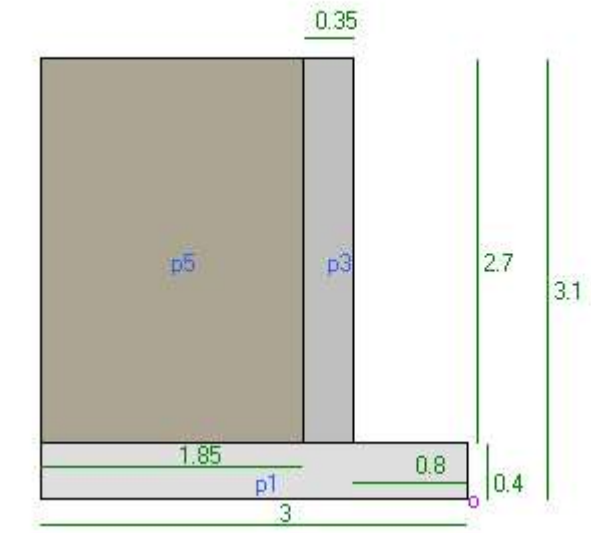
Armadura Sugerida



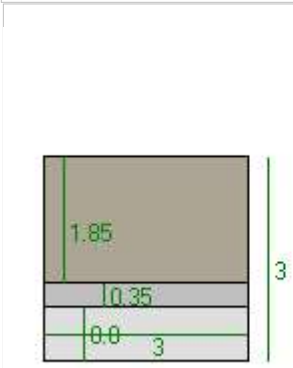
Diseño de la Aleta Superficial del Box

Muro: Rep. 4

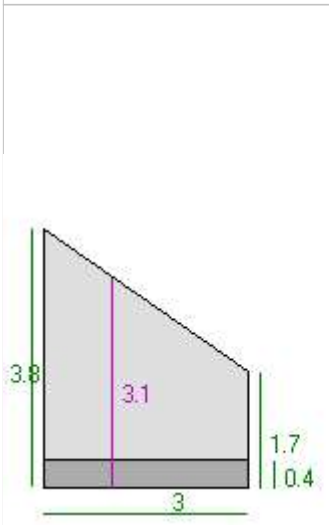
VISTA TRANSVERSAL - Corte en LTM/3 = 3.1m



VISTA EN PLANTA



VISTA LONGITD.FRONTAL - Pto de Calculo en : LTM/3 = 3.1m



Diseño de la Aleta Superficial del Box

Muro: Rep. 6

Cargas y Momentos

Cargas y Momentos DC por el Muro Total

Polig	Peso(t)	Brazo y(m)	Mom Mo (t-m)
p1	8.64	1.5	12.96
p2	0	0	0
p3	6.804	0.975	6.634
p4	0	0	0
Σ	15.444		19.594

	Valor	Simbología
P DC	15.444	Carga por P.P. Muro (t)
yDC	1.269	Ubicación PDC resp a o (m)
eDC	0.231	Excentricidad de PDC (m)
M DC	3.572	Mom por PDC a ycg zap(t-m)
M DCo	19.594	Mom por PDC resp a o (t-m)

Cargas y Momentos EV por el Relleno

Polig	Peso(t)	Brazo y(m)	Mom Mo (t-m)
p5	26.973	2.075	55.969
p6	0	0	0
Σ	26.973		55.969

	Valor	Simbología
P EV	26.973	Carga por Peso Relleno (t)
yEV	2.075	Ubicación PEV resp a o (m)
eEV	-0.575	Excentricidad de PEV (m)
M EV	-15.509	Mom por PEV a ycg zap(t-m)
M EVo	55.969	Mom por PEV resp a o (t-m)

Empuje de Tierras

PRESIÓN DE TIERRAS (AASHTO 2014 y CCP14 Art. 3.11.5.3)

$$k_a = sin^2(\theta + \emptyset'_f)/(\Gamma(sin^2\theta sin(\theta - \delta))$$

$$\Gamma = \{1 + \sqrt{\sin(\emptyset'_f + \delta)\sin(\emptyset'_f - \beta)/[\sin(\theta - \delta)\sin(\theta + \beta)]}\}^2$$

	Valor	Simbología
θ	90	Ang Cara Trasera Muro con Horiz (°)
β	0	Ang Talud Relleno con la Horiz (°)
δ	0	Ang Fricción Relleno-Muro (°)
ϕ	30	Ang Efectivo Fricción Interna (°)
Ka	0.333	Coefic. de Presión Lateral Activa
po1	1.86	Presión por suelo nat seco (t/m2)
H1	3.1	Altura Suelo Nat Seco (m)
E1	8.649	Emp por Suelo Nat Seco (t)
po2	1.86	Presión por Suelo Sumergido (t/m2)
H2	0	Altura del Suelo Sumergido (m)
E2	0	Empuje por Suelo Sumergido (t)
pagua	0	Presión del Agua (t/m2)
Eagua	0	Empuje del Agua (t)
EHtot.	8.649	Empuje Total EH (t)
Bzo.Etot	1.033	Brazo del Empuje Total Z_EH (m)
M EH	8.937	Momento por Empuje Total EH (t-m)

SOBRECARGA VIVA (AASHTO 2014 y CCP14 Art. 3.11.6.4)

Carga Vertical

	Valor	Simbología
pv	0.534	Presion Vert por sobrecarga (t/m2)
d	0	Dist del muro a borde tráfico (m)
heq	0.89	Altura equiv de sobrecarga (m)
ls	1.85	Ancho accion sobrecarga viva (m)
PLs	2.964	Peso por sobrec. viva:Vertical (t)
yLs	2.075	Ubicación sobrecarga viva (m)
eLs	-0.575	Excentricidad Sobrecarga Viva (m)
MLsv	-1.704	Mom por LS vert en el ycg zap (t-m)
MLso	6.15	Momento por LS vertical (o) (t-m)

Presión Lateral (Horizontal) Ec 3.11.6.4-1

	Valor	Simbología
p1	0.534	Presion horiz por sobrec viva (t/m2)
eLs	4.966	Empuje de Tierras por sobrec viva (t)
ZLs	1.55	Ubicación de Emuje desde x-x (m)
MLsh	7.698	Momento por LS horiz en ycg zap(t-m)
MLs	5.993	Mom Total por LS en ycg zap (t-m)

Diseño de la Aleta Superficial del Box

Muro: Rep. 7

Sismo

CÁLCULO SÍSMICO . AASHTO y CCP14 Art 3.10

Carga Cálculo Aceler por Masa Muro Art. 11.6.5.2.2

Polig	Peso(t)	Brazo z (m)	Mom M (P*z) (t-m)
p1	8.64	0.2	1.728
p2	0	1.3	0
p3	6.804	1.75	11.907
p4	0	1.3	0
Σ	15.444		13.635

Carga Cálculo Aceler por Masa Relleno Art. 11.6.5.2.2

Polig	Peso(t)	Brazo z (m)	Mom M (P*z) (t-m)
p5	26.973	1.75	47.203
p6	0	0	0
Σ	26.973		47.203

Cálculo Empuje y Momento Sísmico. Mononobe Okabe

	Valor	Descripción
kho	0.315	x Fpga
kh	0.158	Coef de Aceleración Horizontal
kv	0	Coef de Aceleración Vertical
θ	8.951°	ArcTg(kh)
i	0°	Ang Inclinación Talud Relleno
ϕ	30°	Ang Fricción Interna Suelo Relleno
δ	0°	Ang de Rozamiento Terreno Muro
β	90°	Ang entre Vertical y Paramento Muro
KAE	0.439	Coef Sísmico de Presión Activa Suelo
PAE	17.105 t	Emp Dinámico Horiz Activo (inc.PEstát)
ΔPAE	8.456 t	Empuje Pseudo Estático
MEAE	12.85 t-m	Momento por Emp Dinám Horiz Activo

Ecuación Empuje Activo Sísmico Mononobe Okabe

$$K_{AE} = \frac{sin^2(\emptyset + \beta - \theta)}{\psi \cos\theta sin^2\beta \sin(\beta - \delta - \theta)}$$

$$\theta = \arctan(k_h/(1-k_v))$$

$$\beta = Ang\ entre\ vert\ y\ param.muro$$

$$i = Talud\ del\ Relleno$$

$$\psi = \{1 + \sqrt{\frac{\sin(\emptyset+\delta)\sin(\emptyset-\theta-i)}{\sin(\beta-\delta-\theta)\cos(i+\beta)}}\}^2$$

Global

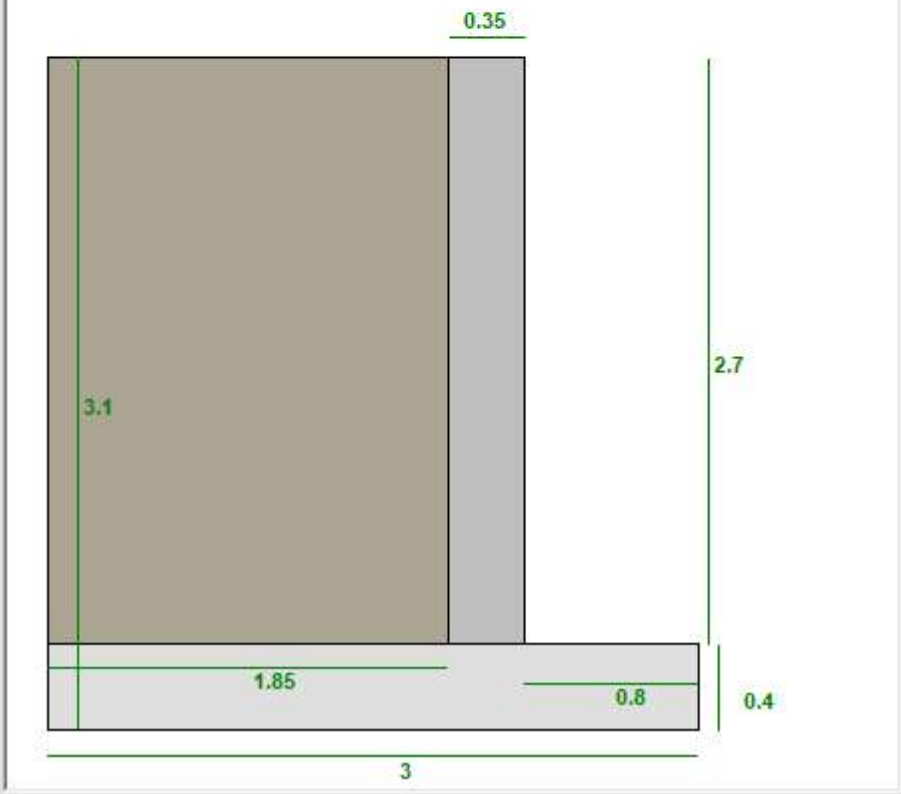
Carga Total de Sismo: PIR y Hbu

	Valor	Simbología
Ww	15.444	Peso del Cuerpo del Muro (t)
Ws	26.973	Peso del Suelo del Relleno (t)
Kh	0.158	Coef Acelerac Sísmica Horiz
PIR	6.681	Fza Inercial Horiz: kh(Ww+Ws) (t)
EH	8.649	Empuje Estático de Suelos (t)
DeltaPAE	8.456	Difer. Emononobe - EH (t)
Pseis_1	11.796	100%DeltaPAE + 50%PIR (t)
Pseis_2	11.005	50%(DeltaPAE(>=EH)) + 100%PIR
Pseis_dom	**11.796**	Carga Psísmica dominante (t)
Brazo Y	1.52	Brazo de Aplic: 0.4Htot_Muro (m)
Mseis	**17.93**	Mom por Carga Psísmica (t-m)
Sumat Fsism	**11.796**	Suma Total de Fsismo (t)
Sumat Msism	**17.93**	Suma Total de Msismo (t-m)

Estados Límite

EstLím	SERVICIO I		RESISTENCIA I		EV EXTREMO I	
Combin.	γMAχ	γMIN	γMAχ	γMIN	γMAχ	γMIN
DC	1.00	1.00	1.25	0.90	1.25	0.90
DW	1.00	1.00	1.50	0.65	1.50	0.65
LL	1.00	1.00	1.75	1.75	0.00	0.00
BR	1.00	1.00	1.75	1.75	0.00	0.00
EH	1.00	1.00	1.50	0.90	1.50	0.90
EV	1.00	1.00	1.35	1.00	1.35	1.00
LS	1.00	1.00	1.75	1.75	0.00	0.00
TU	1.00	1.20	0.50	1.20	0.50	1.20
SH	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
WA	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
WS	0.30	0.00	0.00	0.00	1.40	0.00
WL	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
EQ	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Denominacion Cargas	
	DESCRIPCIÓN
DC	P.P. Comp.Estr y Accesor.
DW	P.P. Rodadura e Instalac.
LL	Carga Viva Vehicular
BR	Fuerza Frenado Vehicular
EH	Empuje Horizont del Suelo
EV	Presión Vert Suelo Relleno
LS	Sobrecarga por C_Viva
TU	Fuerza por Temp Uniforme
SH	Fuerzas por Retracción
WA	Pres Agua y Corriente
WS	Viento sobre Estructura
WL	Viento sobre C Viva
EQ	Carga Sísmica



Estados Límite

Estado Límite de SERVICIO I

Servicio I	P (t)	H (t)	M (t-m)	Pu Máx (t)	Hu Máx (t)	Mu máx (t-m)	Pu Mín (t)	Hu Mín (t)	Mu mín (t-m)
DC	15.444		3.572	15.444		3.572	15.444		3.572
EH		8.649	8.937		8.649	8.937		8.649	8.937
EV	26.973		-15.509	26.973		-15.509	26.973		-15.509
LS	2.964	4.966	7.698	2.964	4.966	7.698	2.964	4.966	7.698
EQ									
Σ				45.381	13.615	4.698	45.381	13.615	4.698

Estado Límite de RESISTENCIA I

Resisten I	P (t)	H (t)	M (t-m)	Pu Máx (t)	Hu Máx (t)	Mu máx (t-m)	Pu Mín (t)	Hu Mín (t)	Mu mín (t-m)
DC	15.444		3.572	19.305		4.465	13.9		3.215
EH		8.649	8.937		12.973	13.406		7.784	8.044
EV	26.973		-15.509	36.414		-20.938	26.973		-15.509
LS	2.964	4.966	7.698	5.186	8.691	13.471	5.186	8.691	13.471
EQ									
Σ				60.905	21.664	10.404	46.059	16.475	9.22

Estado Límite de EVENTO EXTREMO I

Ev.Extrem I	P (t)	H (t)	M (t-m)	Pu Máx (t)	Hu Máx (t)	Mu máx (t-m)	Pu Mín (t)	Hu Mín (t)	Mu mín (t-m)
DC	15.444		3.572	19.305		4.465	13.9		3.215
EH		8.649	8.937		12.973	13.406		7.784	8.044
EV	26.973		-15.509	36.414		-20.938	26.973		-15.509
LS	2.964	4.966	7.698	1.482	2.483	3.849	1.482	2.483	3.849
EQ		11.796	17.93		11.796	17.93		11.796	17.93
Σ				57.2	27.253	18.712	42.354	22.063	17.528

ANÁLISIS DE ESTABILIDAD Y ESFUERZOS EN EL SUELO

Muro SP: R. 1

Estado Límite Servicio I

CHEQUEO CAPACIDAD RESISTENTE DEL SUELO

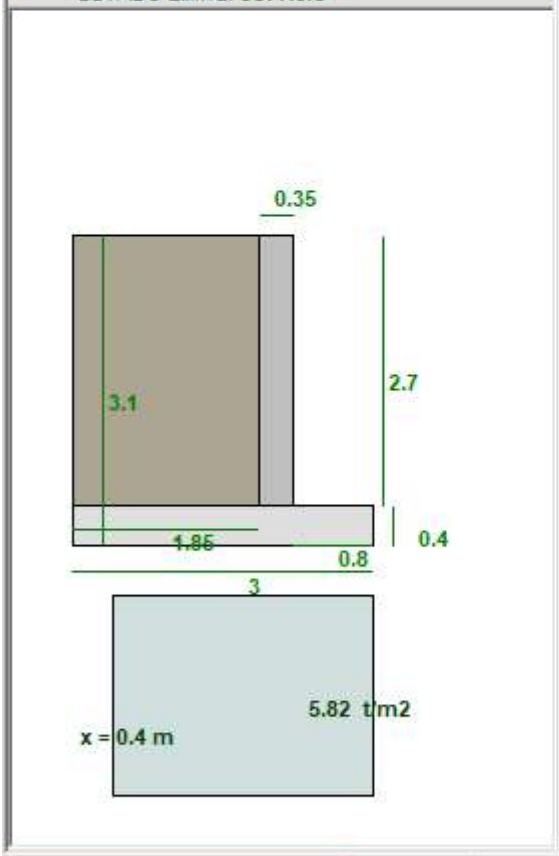
Solicitaciones Estado Límite : **Servicio**

Resistencia Suelo 57.5 t/m2 | Caso: MÁXIMO

	Valor	Simbología
ΣP	45.38	Sumatoria Fuerzas Verticales (t)
B	3	Ancho de la Zapata (m)
L	3	Longitud de la Zapata (m)
d	1.3	(MomEstab - MomVolc) /SumatP (m)
e calc	0.2	Excentricidad de la Carga (m)
Suelo		
σv	5.82	Esfzo Vertical en Suelo (t/m2)
Roca		
σv1	-	Esfzo Vert Máx en Roca (t/m2)
σv2	-	Esfzo Vert Mín en Roca (t/m2)

ESFUERZOS MÁXIMOS Y MÍNIMOS EN EL SUELO (t/m2)

ESTADO LÍMITE: **Servicio**



CHEQUEO VOLCAMIENTO

E. LÍMITE:Servicio

$e_{máx}$=: B/3 (Est Lím Resistencia) Caso: MÁXIMO

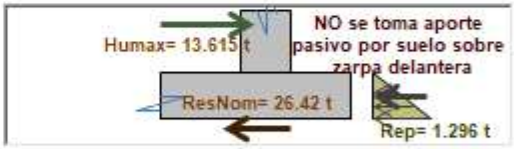
$\gamma_{EQ} = 1$ $e_{máx}$= (8B/10)/2 $\gamma_{EQ} = 0$ $e_{máx}$= (2B/3)/2.Ev Extr

	Valor	Simbología
DCmuro	19.59	Mom(o) DCmuro(t-m)
EV	55.97	Mom(o) por Peso Relleno EV (t-m)
LS	0	Mom(o) por Sobrec LS vert (t-m)
SumaMestab	75.56	Sumator. Mom Estabilizantes (t-m)
EH	8.94	Mom(o) por Emp Tierras EH (t-m)
LS	7.7	Mom(o) por Sobrec LS horiz (t-m)
Pseis	0	Mom(o) por FzaSísmic Pseis (t-m)
SumaMvolc	16.63	Sumatoria Mom Volcamiento (t-m)
Ry	45.38	Sumatoria Fuerzas Verticales (t)
d	1.3	(MomEstab - MomVolc) / Ry (m)
e calculada	0.2	LongitudZap / 2 - d (m)
e máx	1	Excentric. Máx según Norma (m)
Diagnóstico	OK VOLC	Chequeo e(calc) vs e(máx)

CHEQUEO DESLIZAM

E. LÍMITE: **Servicio**

	Valor	Simbología
i	0	Ang Inclinación Relleno Delant (°)
β	90	Ang Pared Del. (ZarpDel) con Horizont (°)
δ	0	Ang Fricción Relleno-Estrib S pasivo (°)
ϕ	30	Ang Efectivo Fricc Int S Pasivo (°)
Kp	3	Coeficiente de Presión Lateral Pasiva
hp1	0.4	Altura Básica Pres. Pasiva (Hzarp del) (m)
qp1	2.16	Esfuerzo de Pres. Pasiva Básica (t/m2)
Rep	1.296	Resistencia Nominal Básica Pasiva (t)
Rn_fricc	26.42	Resist. Nominal por Fricc suelo-cim (t)
Rn_Total	27.716	Resistencia Nominal Total (sin llave) (t)
Humáx	13.615	Fza Horiz Máx que produce Deslizam (t)
Hu/Rntot	0.491	Cumple Deslizamiento SIN usar LLave



d = (MomEstab - MomVolc) /SumatP e = B / 2 - d

11.6.3.2-2 (3) tercio medio

Suelo NO ROCOSO

$$\sigma_v = \left(\frac{\Sigma P}{B - 2e}\right)/L$$

11.6.3.2-1

Suelo ROCOSO

$$\sigma_v = \left(\frac{\Sigma P}{B}\left(1 \pm \frac{6e}{B}\right)\right)/L$$

Suelo ROCOSO R fuera tercio medio

$$\sigma_{v\,máx} = \frac{2\Sigma P}{3B\left(\frac{B}{2} - e\right)}$$

$\sigma_{v\,mín} = 0$

11.6.3.2-4 (5)

REVISIÓN GLOBAL DE ESFUERZOS EN SUELO Y ESTABILIDAD

ENVOLVENTE

CHEQUEO	Evaluación	Observación
Esfzos Suelo	EMáx<Qa EMín>0	Esfuerzos OK
Deslizamiento	NO Req Llave	-
Volcamiento	OK	-

ANÁLISIS DE ESTABILIDAD Y ESFUERZOS EN EL SUELO

Muro SP: R. 2

Estado Límite Resistencia I

CHEQUEO CAPACIDAD RESISTENTE DEL SUELO

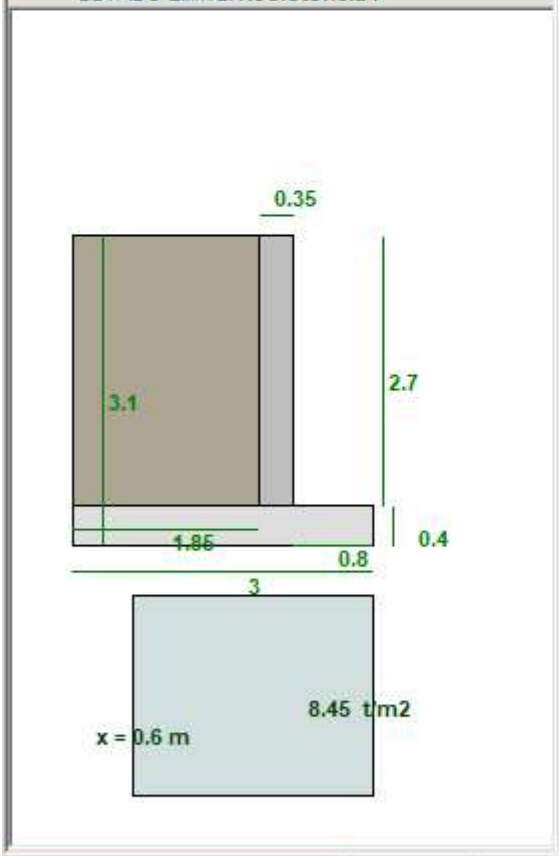
Solicitaciones Estado Límite : **Resistencia I**

Resistencia Suelo 25.9 t/m2 | Caso: MÁXIMO

	Valor	Simbología
ΣP	60.91	Sumatoria Fuerzas Verticales (t)
B	3	Ancho de la Zapata (m)
L	3	Longitud de la Zapata (m)
d	1.2	(MomEstab - MomVolc) /SumatP (m)
e calc	0.3	Excentricidad de la Carga (m)
Suelo		
σv	8.45	Esfzo Vertical en Suelo (t/m2)
Roca		
σv1	-	Esfzo Vert Máx en Roca (t/m2)
σv2	-	Esfzo Vert Mín en Roca (t/m2)

ESFUERZOS MÁXIMOS Y MÍNIMOS EN EL SUELO (t/m2)

ESTADO LÍMITE: **Resistencia I**



CHEQUEO VOLCAMIENTO

E. LÍMITE:Resistencia I

$e_{máx}$=: B/3 (Est Lím Resistencia) | Caso: MÁXIMO

$\gamma_{EQ} = 1$ $e_{máx}$= (8B/10)/2 $\gamma_{EQ} = 0$ $e_{máx}$= (2B/3)/2.Ev Extr

	Valor	Simbología
DCmuro	24.49	Mom(o) DCmuro(t-m)
EV	75.56	Mom(o) por Peso Relleno EV (t-m)
LS	0	Mom(o) por Sobrec LS vert (t-m)
SumaMestab	100.05	Sumator. Mom Estabilizantes (t-m)
EH	13.41	Mom(o) por Emp Tierras EH (t-m)
LS	13.47	Mom(o) por Sobrec LS horiz (t-m)
Pseis	0	Mom(o) por FzaSísmic Pseis (t-m)
SumaMvolc	26.88	Sumatoria Mom Volcamiento (t-m)
Ry	60.91	Sumatoria Fuerzas Verticales (t)
d	1.2	(MomEstab - MomVolc) / Ry (m)
e calculada	0.3	LongitudZap / 2 - d (m)
e máx	1	Excentric. Máx según Norma (m)
Diagnóstico	OK VOLC	Chequeo e(calc) vs e(máx)

CHEQUEO DESLIZAM

E. LÍMITE: **Resistencia I**

	Valor	Simbología
i	0	Ang Inclinación Relleno Delant (°)
β	90	Ang Pared Del. (ZarpDel) con Horizont (°)
δ	0	Ang Fricción Relleno-Estrib S pasivo (°)
ϕ	30	Ang Efectivo Fricc Int S Pasivo (°)
Kp	3	Coeficiente de Presión Lateral Pasiva
hp1	0.4	Altura Básica Pres. Pasiva (Hzarp del) (m)
qp1	2.16	Esfuerzo de Pres. Pasiva Básica (t/m2)
Rep	1.296	Resistencia Nominal Básica Pasiva (t)
Rn_fricc	26.42	Resist. Nominal por Fricc suelo-cim (t)
Rn_Total	27.716	Resistencia Nominal Total (sin llave) (t)
Humáx	21.664	Fza Horiz Máx que produce Deslizam (t)
Hu/Rntot	0.782	Cumple Deslizamiento SIN usar LLave



d = (MomEstab - MomVolc) /SumatP e = B / 2 - d

11.6.3.2-2 (3) tercio medio

Suelo NO ROCOSO

$$\sigma_v = \left(\frac{\Sigma P}{B - 2e}\right)/L$$

11.6.3.2-1

Suelo ROCOSO

$$\sigma_v = \left(\frac{\Sigma P}{B}\left(1 \pm \frac{6e}{B}\right)\right)/L$$

Suelo ROCOSO R fuera tercio medio

$$\sigma_{v\,máx} = \frac{2\Sigma P}{3B\left(\frac{B}{2} - e\right)}$$

$\sigma_{v\,mín} = 0$

11.6.3.2-4 (5)

REVISIÓN GLOBAL DE ESFUERZOS EN SUELO Y ESTABILIDAD

ENVOLVENTE

CHEQUEO	Evaluación	Observación
Esfzos Suelo	EMáx<Qa EMín>0	Esfuerzos OK
Deslizamiento	NO Req Llave	-
Volcamiento	OK	-

ANÁLISIS DE ESTABILIDAD Y ESFUERZOS EN EL SUELO

Muro SP: R. 3

Estado Límite Evento Extremo I

CHEQUEO CAPACIDAD RESISTENTE DEL SUELO

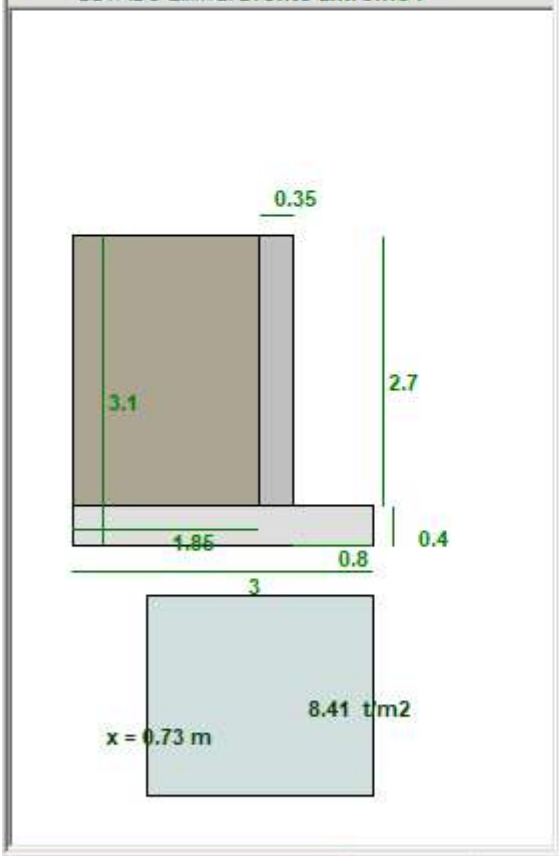
Solicitaciones Estado Límite : **Evento Extremo I**

Resistencia Suelo 57.5 t/m2 | Caso: MÁXIMO

	Valor	Simbología
ΣP	57.2	Sumatoria Fuerzas Verticales (t)
B	3	Ancho de la Zapata (m)
L	3	Longitud de la Zapata (m)
d	1.13	(MomEstab - MomVolc) /SumatP (m)
e calc	0.37	Excentricidad de la Carga (m)
Suelo		
σv	8.41	Esfzo Vertical en Suelo (t/m2)
Roca		
σv1	-	Esfzo Vert Máx en Roca (t/m2)
σv2	-	Esfzo Vert Mín en Roca (t/m2)

ESFUERZOS MÁXIMOS Y MÍNIMOS EN EL SUELO (t/m2)

ESTADO LÍMITE: **Evento Extremo I**



CHEQUEO VOLCAMIENTO

E. LÍMITE:Evento Extremo I

$e_{máx}$=: B/3 (Est Lím Resistencia) | Caso: MÁXIMO

$\gamma_{EQ} = 1$ $e_{máx}$= (8B/10)/2 $\gamma_{EQ} = 0$ $e_{máx}$= (2B/3)/2. Ev Extr

	Valor	Simbología
DCmuro	24.49	Mom(o) DCmuro(t-m)
EV	75.56	Mom(o) por Peso Relleno EV (t-m)
LS	0	Mom(o) por Sobrec LS vert (t-m)
SumaMestab	100.05	Sumator. Mom Estabilizantes (t-m)
EH	13.41	Mom(o) por Emp Tierras EH (t-m)
LS	3.85	Mom(o) por Sobrec LS horiz (t-m)
Pseis	17.93	Mom(o) por FzaSísmic Pseis (t-m)
SumaMvolc	35.18	Sumatoria Mom Volcamiento (t-m)
Ry	57.2	Sumatoria Fuerzas Verticales (t)
d	1.13	(MomEstab - MomVolc) / Ry (m)
e calculada	0.37	LongitudZap / 2 - d (m)
e máx	1.1	Excentric. Máx según Norma (m)
Diagnóstico	OK VOLC	Chequeo e(calc) vs e(máx)

CHEQUEO DESLIZAM

E. LÍMITE: **Evento Extremo I**

	Valor	Simbología
i	0	Ang Inclinación Relleno Delant (°)
β	90	Ang Pared Del. (ZarpDel) con Horizont (°)
δ	0	Ang Fricción Relleno-Estrib S pasivo (°)
ϕ	30	Ang Efectivo Fricc Int S Pasivo (°)
Kp	3	Coeficiente de Presión Lateral Pasiva
hp1	0.4	Altura Básica Pres. Pasiva (Hzarp del) (m)
qp1	2.16	Esfuerzo de Pres. Pasiva Básica (t/m2)
Rep	1.296	Resistencia Nominal Básica Pasiva (t)
Rn_fricc	26.42	Resist. Nominal por Fricc suelo-cim (t)
Rn_Total	27.716	Resistencia Nominal Total (sin llave) (t)
Humáx	27.253	Fza Horiz Máx que produce Deslizam (t)
Hu/Rntot	0.983	Cumple Deslizamiento SIN usar LLave



d = (MomEstab - MomVolc) /SumatP e = B / 2 - d

11.6.3.2-2 (3) tercio medio

Suelo NO ROCOSO

$$\sigma_v = \left(\frac{\Sigma P}{B - 2e}\right)/L$$

11.6.3.2-1

Suelo ROCOSO

$$\sigma_v = \left(\frac{\Sigma P}{B}\left(1 \pm \frac{6e}{B}\right)\right)/L$$

Suelo ROCOSO R fuera tercio medio

$$\sigma_{v\,máx} = \frac{2\Sigma P}{3B\left(\frac{B}{2} - e\right)}$$

$\sigma_{v\,mín} = 0$

11.6.3.2-4 (5)

REVISIÓN GLOBAL DE ESFUERZOS EN SUELO Y ESTABILIDAD

ENVOLVENTE

CHEQUEO	Evaluación	Observación
Esfzos Suelo	EMáx<Qa EMín>0	Esfuerzos OK
Deslizamiento	NO Req Llave	-
Volcamiento	OK	-

Diseño para Est Límite: Servicio I

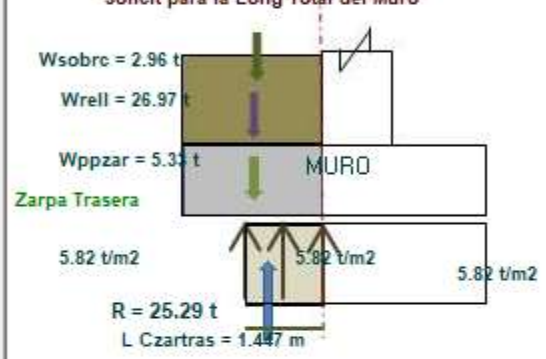
DISEÑO DE LA ZARPA TRASERA O TALÓN

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Servicio

Solicitaciones | Diseño a Flexión | Diseño a Cortante

	Valor	Descripción
Pzartras	-25.29 t	Carga Total por Reacc Sue Zarp Tras
Wzarptras	5.33 t	Carga Total por P.P. Zarpa Trasera
Wrelleno	26.97 t	Carga Total por Peso del Relleno
Sobrec.Ver	2.96 t	Carga por Comp. Vert Sobrecarga
Vu	9.98 t	Sumat Cargas Vert: Vu de Diseño
MuxReacc Sue	0 t-m	Momento por Reacc Suelo
Mu x PPzarp	4.93 t-m	Momento por P.P. Zarpa Trasera
Mu x Wrell	24.95 t-m	Momento por Peso del Relleno
Mu x Sobrec	5.48 t-m	Momento por CompV Sobrecarga
Sumat Mu	35.36 t-m	Sumat de Momentos. Mu diseño

Solicit para la Long Total del Muro



DISEÑO DEL VÁSTAGO O PANTALLA

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Servicio

Solicitaciones | Diseño a Flexión | Diseño a Cortante

	Valor	Descripción
E de Tierras EH	6.56 t	Emp Estático de Tierras
E sísmico E Pseis	0 t	Empuje Sísmico Pseis
E Sobrecarga LS	5.45 t	Emp por Sobrecarga Viva
Sumat Empujes	12.01 t	Sumat de Empujes = Vu diseño
Mom x E.Tierra EH	5.9 t-m	Mom x Emp de Tierras
Mom por Pseis	0 t-m	Mom por Fza Sísmica Pseis
Mom por LS	9.26 t-m	Mom x SobrecViva LS
Sumat Momentos	15.16 t-m	Sumat de Momentos = Mu diseño

Solicit para la Long Total del Muro



DISEÑO DE LA ZARPA DELANTERA O DEDO

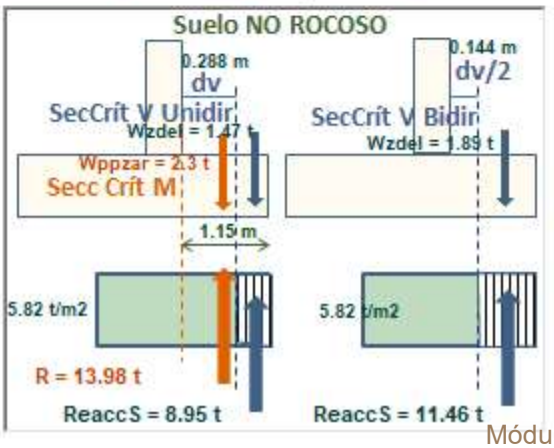
SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Servicio

Solicitaciones | Diseño a Flexión | Diseño a Cortante

	Valor	Descripción
Pzardel	13.98 t	Carga Total Reacc Suelo Zarp Del
Wzardel	2.3 t	Carga Total por P.P. Zarpa Delant
Vu	7.47 t	Sumat Cargas:Cortante Ult Diseño
Mu x ReaccSue	5.59 t-m	Momento por Reacc Suelo
Mu x Wzarp	-0.92 t-m	Momento por P.P. Zarpa
Sumat Mu	4.67 t-m	Sumatoria Momentos. Mu diseño

Cargas para la Longitud Total del Estribo

Solicitaciones Básicas en la Zarpa Delantera



Diseño para Est Límite: Servicio I

DISEÑO DE LA ZARPA TRASERA O TALÓN

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Servicio

Solicitaciones | **Diseño a Flexión** | Diseño a Cortante

	Valor	Simbología
Mu	35.361 t-m	Momento mayorado en la secc
K	115.108 t/m2	Mu/bd^2
m	17.647	fy/0.85f'c
Ro Calc	0.0031	Cuantía Acero de Diseño
As calc	30.065 cm2	Area Refuerzo Calculado Total
Ic	0.016 m4	Mom de Inercia de Sección Bruta
fr	33.132 kg/cm2	Módulo de Ruptura : 1.98(f'c)^1/2
Mcr	26.505 t-m	Mom Agrietamiento
Asmin(Mcr)	22.373 cm2	Acero para Mom_Agrietam.
1.33Ascal	39.986 cm2	Acero Calculado x 1.33
Acero Domina	30.065 cm2	As(calc) > As Mín (Mcr)
Arm Ppal Sug.	1 # 5 @ 0.19	Armad Ppal Real Propuesta
As real Coloc	31.253 cm2	Area de Acero Real Colocado
c	2.16 cm	Alt blq compr: AsFy/.85f'cBetab
εt	0.0386	0.003(dt-c)/c
Chequeo	et > 0.005	Phi OK
As RetracTemp	7.65 cm2/cara	2.33<=0.75bh /(2(b+h)Fy)<=12.7
Arm Retr Sug.	1 # 3 @ 0.25	Armad Retracc Propuesta

Diseño para la Longitud Total del Muro

DISEÑO DEL VÁSTAGO O PANTALLA

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Servicio

Solicitaciones | **Diseño a Flexión** | Diseño a Cortante

	Valor	Simbología
Mu	15.164 t-m	Momento mayorado en la secc
K	69.339 t/m2	Mu/bd^2
m	17.647	fy/0.85f'c
Ro Calc	0.0019	Cuantía Acero de Diseño
As calc	15.107 cm2	Area Refuerzo Calculado Total
Ic	0.011 m4	Mom de Inercia de Sección Bruta
fr	33.132 kg/cm2	Módulo de Ruptura : 1.98(f'c)^1/2
Mcr	20.293 t-m	Mom Agrietamiento
Asmin(Mcr)	20.334 cm2	Acero para Mom_Agrietam.
1.33Ascal	20.092 cm2	Acero Calculado x 1.33
Acero Domina	20.092 cm2	Ascalc<AsMín(Mcr). Prima 1.33As
Arm Ppal Sug.	1 # 5 @ 0.2	Armad Ppal Real Propuesta
As real Coloc	29.69 cm2	Area de Acero Real Colocado
c	2.05 cm	Alt blq compr: AsFy/.85f'cBetab
εt	0.0335	0.003(dt-c)/c
Chequeo	et > 0.005	Phi OK
As RetracTemp	6.99 cm2/cara	2.33<=0.75bh /(2(b+h)Fy)<=12.7
Arm Retr Sug.	1 # 3 @ 0.25	Armad Retracc Propuesta

Diseño para la Longitud Total del Muro

DISEÑO DE LA ZARPA DELANTERA O DEDO

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Servicio

Solicitaciones | **Diseño a Flexión** | Diseño a Cortante

	Valor	Simbología
Mu	4.67 t-m	Momento mayorado en la secc
K	15.202 t/m2	Mu/bd^2
m	17.647	fy/0.85f'c
Ro Calc	0.0004	Cuantía Acero de Diseño
As calc	3.875 cm2	Area Refuerzo Calculado Total
Ic	0.016 m4	Mom de Inercia de Sección Bruta
fr	33.132 kg/cm2	Módulo de Ruptura : 1.98(f'c)^1/2
Mcr	26.505 t-m	Mom Agrietamiento
Asmin(Mcr)	22.373 cm2	Acero para Mom_Agrietam.
1.33Ascal	5.153 cm2	Acero Calculado x 1.33
Acero Domina	5.153 cm2	Ascalc<AsMín(Mcr). Prima 1.33As
Arm Ppal Sug.	1 # 5 @ 0.2	Armad Ppal Real Propuesta
As real Coloc	29.69 cm2	Area de Acero Real Colocado
c	2.05 cm	Alt blq compr: AsFy/.85f'cBetab
εt	0.0408	0.003(dt-c)/c
Chequeo	et > 0.005	Phi OK
As RetracTemp	7.65 cm2/cara	2.33<=0.75bh /(2(b+h)Fy)<=12.7
Arm Retr Sug.	1 # 3 @ 0.25	Armad Retracc Propuesta

Diseño para la Longitud Total del Muro

Diseño para Est Límite: Servicio I

DISEÑO DE LA ZARPA TRASERA O TALÓN

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Servicio

Solicitaciones | Diseño a Flexión | **Diseño a Cortante**

	Valor	Simbología
dv1 0.9de	0.29 m	Profund efec de Cortante (a) Art 5.8.2.9
dv2 0.72h	0.29 m	Profund efec de Cortante (b) Art 5.8.2.9
dv dom	0.29 m	Prof efec de Cortante dominante
Phi	0.85	Fact de Res a Cort Art 5.5.4.2
Beta	2	Fact.Cap Concr Agr Diag Tracc y Cort
Vc	75.89 t	Vc=0.083Betaf'c^(1/2)bvdv Art 5.8.3.3-3
Vs	0	Vs =0 No Flejes
Vn	75.89 t	Vn = Vc Art 5.8.3.3-1
Vr	68.3 t	Vr = phi x Vn
Vu	9.98 t	Cortante Ult de Diseño
Chequeo	OK	Cortante OK

Diseño para la Longitud Total del Muro

DISEÑO DEL VÁSTAGO O PANTALLA

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Servicio

Solicitaciones | Diseño a Flexión | **Diseño a Cortante**

	Valor	Simbología
dv1 0.9de	0.24 m	Profund efec de Cortante (a) Art 5.8.2.9
dv2 0.72h	0.25 m	Profund efec de Cortante (b) Art 5.8.2.9
dv dom	0.25 m	Prof efec de Cortante dominante
Phi	0.85	Fact de Res a Cort Art 5.5.4.2
Beta	2	Fact.Cap Concr Agr Diag Tracc y Cort
Vc	66.41 t	Vc=0.083Betaf'c^(1/2)bvdv Art 5.8.3.3-3
Vs	0	Vs =0 No Flejes
Vn	66.41 t	Vn = Vc Art 5.8.3.3-1
Vr	68.3 t	Cortante Resist Vr = phi x Vn
Vu	12.01 t	Cortante Ult de Diseño
Chequeo	OK	Cortante OK

Diseño para la Longitud Total del Muro

DISEÑO DE LA ZARPA DELANTERA O DEDO

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Servicio

Solicitaciones | Diseño a Flexión | **Diseño a Cortante**

	Valor	Simbología
dv1 0.9de	0.29 m	Profund efec de Cortante (a) Art 5.8.2.9
dv2 0.72h	0.29 m	Profund efec de Cortante (b) Art 5.8.2.9
dv dom	0.29 m	Prof efec de Cortante dominante
Phi	0.9	Fact ResisCort Art 5.5.4.2 Concr Normal
Vs	0	Vs = 0 -->> No Flejes
		ACCIÓN EN UNA DIRECCIÓN
Beta	2	Fact.Cap Concr Agr Diag Tracc y Cort
Vc	75.89 t	Vc=0.083Betaf'c^(1/2)bvdv Art 5.8.3.3-3
Vn	75.89 t	Vn = Vc Art 5.8.3.3-1
Vr	68.3 t	Cortante Resist Vr = phi x Vn
Vu	7.47 t	Cortante Ult Diseño.SeccCrít: a dv cara
Chq1direcc	Vr>Vu:OK	Cort Una Direcc OK
		ACCIÓN EN DOS DIRECCIONES
Beta_c	10.417	Rel lado largo/corto rectáng aplic.carga
bo	6.58 m	bo = Perímetro de la Sección Crítica
Vc	202.11 t	(.17+.33/Betac)Sq(fc)bodv<.33Sq(fc)bodv
Vr	181.9 t	Cortante Resist Vr = phi x Vn Vn = Vc
Vu	9.57 t	Cortante Ult Dis. Secc Crít: dv/2 de cara
Ch.2Direcc	Vr>Vu:OK	Cort Dos Direcc OK
Ch.GLOBAL	Vr>Vu:OK	Cortante Global OK

Diseño para la Longitud Total del Muro

Diseño para Est Límite: Resistencia I

DISEÑO DE LA ZARPA TRASERA O TALÓN

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Resistencia I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | Diseño a Cortante

	Valor	Descripción
Pzartras	0 t	Carga Total por Reacc Sue Zarp Tras
Wzarptras	6.66 t	Carga Total por P.P. Zarpa Trasera
Wrelleno	36.41 t	Carga Total por Peso del Relleno
Sobrec.Ver	5.19 t	Carga por Comp. Vert Sobrecarga
Vu	48.26 t	Sumat Cargas Vert: Vu de Diseño
MuxReacc Sue	0 t-m	Momento por Reacc Suelo
Mu x PPzarp	6.16 t-m	Momento por P.P. Zarpa Trasera
Mu x Wrell	33.68 t-m	Momento por Peso del Relleno
Mu x Sobrec	9.59 t-m	Momento por CompV Sobrecarga
Sumat Mu	49.44 t-m	Sumat de Momentos. Mu diseño

Solicit para la Long Total del Muro



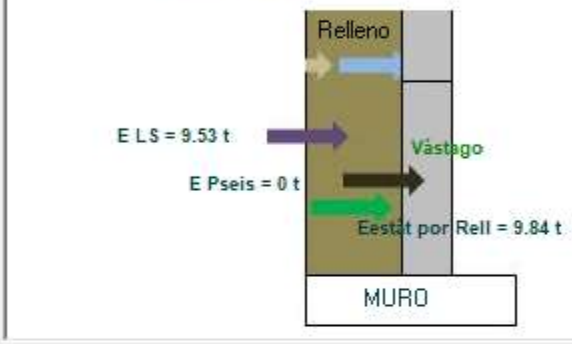
DISEÑO DEL VÁSTAGO O PANTALLA

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Resistencia I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | Diseño a Cortante

	Valor	Descripción
E de Tierras EH	9.84 t	Emp Estático de Tierras
E sísmico E Pseis	0 t	Empuje Sísmico Pseis
E Sobrecarga LS	9.53 t	Emp por Sobrecarga Viva
Sumat Empujes	19.37 t	Sumat de Empujes = Vu diseño
Mom x E.Tierra EH	8.86 t-m	Mom x Emp de Tierras
Mom por Pseis	0 t-m	Mom por Fza Sísmica Pseis
Mom por LS	16.2 t-m	Mom x SobrecViva LS
Sumat Momentos	25.06 t-m	Sumat de Momentos = Mu diseño

Solicit para la Long Total del Muro



DISEÑO DE LA ZARPA DELANTERA O DEDO

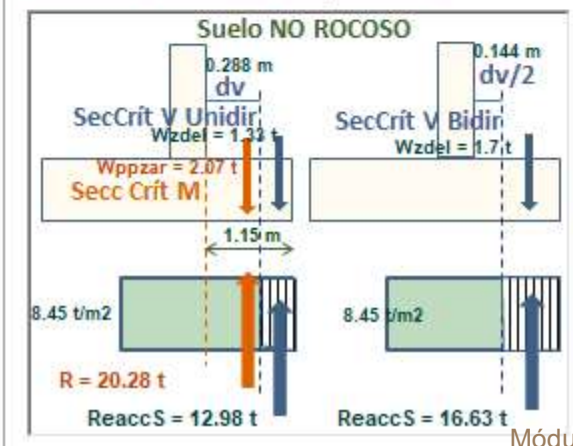
SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Resistencia I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | Diseño a Cortante

	Valor	Descripción
Pzardel	20.28 t	Carga Total Reacc Suelo Zarp Del
Wzardel	2.07 t	Carga Total por P.P. Zarpa Delant
Vu	11.65 t	Sumat Cargas:Cortante Ult Diseño
Mu x ReaccSue	8.11 t-m	Momento por Reacc Suelo
Mu x Wzarp	-0.83 t-m	Momento por P.P. Zarpa
Sumat Mu	7.28 t-m	Sumatoria Momentos. Mu diseño

Cargas para la Longitud Total del Estribo

Solicitaciones Básicas en la Zarpa Delantera



Diseño para Est Límite: Resistencia I

DISEÑO DE LA ZARPA TRASERA O TALÓN

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Resistencia I

Solicitaciones | **Diseño a Flexión** | Diseño a Cortante

	Valor	Simbología
Mu	49.438 t-m	Momento mayorado en la secc
K	160.931 t/m2	Mu/bd^2
m	17.647	fy/0.85f'c
Ro Calc	0.0044	Cuantía Acero de Diseño
As calc	42.534 cm2	Area Refuerzo Calculado Total
Ic	0.016 m4	Mom de Inercia de Sección Bruta
fr	33.132 kg/cm2	Módulo de Ruptura : 1.98(f'c)^1/2
Mcr	26.505 t-m	Mom Agrietamiento
Asmin(Mcr)	22.373 cm2	Acero para Mom_Agrietam.
1.33Ascal	56.571 cm2	Acero Calculado x 1.33
Acero Domina	42.534 cm2	As(calc) > As Mín (Mcr)
Arm Ppal Sug.	1 # 5 @ 0.13	Armad Ppal Real Propuesta
As real Coloc	45.677 cm2	Area de Acero Real Colocado
c	3.16 cm	Alt blq compr: AsFy/.85f'cBetab
εt	0.0255	0.003(dt-c)/c
Chequeo	et > 0.005	Phi OK
As RetracTemp	7.65 cm2/cara	2.33<=0.75bh /(2(b+h)Fy)<=12.7
Arm Retr Sug.	1 # 3 @ 0.25	Armad Retracc Propuesta

Diseño para la Longitud Total del Muro

DISEÑO DEL VÁSTAGO O PANTALLA

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Resistencia I

Solicitaciones | **Diseño a Flexión** | Diseño a Cortante

	Valor	Simbología
Mu	25.062 t-m	Momento mayorado en la secc
K	114.593 t/m2	Mu/bd^2
m	17.647	fy/0.85f'c
Ro Calc	0.0031	Cuantía Acero de Diseño
As calc	25.25 cm2	Area Refuerzo Calculado Total
Ic	0.011 m4	Mom de Inercia de Sección Bruta
fr	33.132 kg/cm2	Módulo de Ruptura : 1.98(f'c)^1/2
Mcr	20.293 t-m	Mom Agrietamiento
Asmin(Mcr)	20.334 cm2	Acero para Mom_Agrietam.
1.33Ascal	33.583 cm2	Acero Calculado x 1.33
Acero Domina	25.25 cm2	As(calc) > As Mín (Mcr)
Arm Ppal Sug.	1 # 5 @ 0.2	Armad Ppal Real Propuesta
As real Coloc	29.69 cm2	Area de Acero Real Colocado
c	2.05 cm	Alt blq compr: AsFy/.85f'cBetab
εt	0.0335	0.003(dt-c)/c
Chequeo	et > 0.005	Phi OK
As RetracTemp	6.99 cm2/cara	2.33<=0.75bh /(2(b+h)Fy)<=12.7
Arm Retr Sug.	1 # 3 @ 0.25	Armad Retracc Propuesta

Diseño para la Longitud Total del Muro

DISEÑO DE LA ZARPA DELANTERA O DEDO

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Resistencia I

Solicitaciones | **Diseño a Flexión** | Diseño a Cortante

	Valor	Simbología
Mu	7.282 t-m	Momento mayorado en la secc
K	23.703 t/m2	Mu/bd^2
m	17.647	fy/0.85f'c
Ro Calc	0.0006	Cuantía Acero de Diseño
As calc	6.053 cm2	Area Refuerzo Calculado Total
Ic	0.016 m4	Mom de Inercia de Sección Bruta
fr	33.132 kg/cm2	Módulo de Ruptura : 1.98(f'c)^1/2
Mcr	26.505 t-m	Mom Agrietamiento
Asmin(Mcr)	22.373 cm2	Acero para Mom_Agrietam.
1.33Ascal	8.051 cm2	Acero Calculado x 1.33
Acero Domina	8.051 cm2	\scalc<AsMín(Mcr). Prima 1.33As
Arm Ppal Sug.	1 # 5 @ 0.2	Armad Ppal Real Propuesta
As real Coloc	29.69 cm2	Area de Acero Real Colocado
c	2.05 cm	Alt blq compr: AsFy/.85f'cBetab
εt	0.0408	0.003(dt-c)/c
Chequeo	et > 0.005	Phi OK
As RetracTemp	7.65 cm2/cara	2.33<=0.75bh /(2(b+h)Fy)<=12.7
Arm Retr Sug.	1 # 3 @ 0.25	Armad Retracc Propuesta

Diseño para la Longitud Total del Muro

Diseño para Est Límite: Resistencia I

DISEÑO DE LA ZARPA TRASERA O TALÓN

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Resistencia I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | **Diseño a Cortante**

	Valor	Simbología
dv1 0.9de	0.29 m	Profund efec de Cortante (a) Art 5.8.2.9
dv2 0.72h	0.29 m	Profund efec de Cortante (b) Art 5.8.2.9
dv dom	0.29 m	Prof efec de Cortante dominante
Phi	0.85	Fact de Res a Cort Art 5.5.4.2
Beta	2	Fact.Cap Concr Agr Diag Tracc y Cort
Vc	75.89 t	Vc=0.083Betaf'c^(1/2)bvdv Art 5.8.3.3-3
Vs	0	Vs =0 No Flejes
Vn	75.89 t	Vn = Vc Art 5.8.3.3-1
Vr	68.3 t	Vr = phi x Vn
Vu	48.26 t	Cortante Ult de Diseño
Chequeo	OK	Cortante OK

Diseño para la Longitud Total del Muro

DISEÑO DEL VÁSTAGO O PANTALLA

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Resistencia I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | **Diseño a Cortante**

	Valor	Simbología
dv1 0.9de	0.24 m	Profund efec de Cortante (a) Art 5.8.2.9
dv2 0.72h	0.25 m	Profund efec de Cortante (b) Art 5.8.2.9
dv dom	0.25 m	Prof efec de Cortante dominante
Phi	0.85	Fact de Res a Cort Art 5.5.4.2
Beta	2	Fact.Cap Concr Agr Diag Tracc y Cort
Vc	66.41 t	Vc=0.083Betaf'c^(1/2)bvdv Art 5.8.3.3-3
Vs	0	Vs =0 No Flejes
Vn	66.41 t	Vn = Vc Art 5.8.3.3-1
Vr	68.3 t	Cortante Resist Vr = phi x Vn
Vu	19.37 t	Cortante Ult de Diseño
Chequeo	OK	Cortante OK

Diseño para la Longitud Total del Muro

DISEÑO DE LA ZARPA DELANTERA O DEDO

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Resistencia I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | **Diseño a Cortante**

	Valor	Simbología
dv1 0.9de	0.29 m	Profund efec de Cortante (a) Art 5.8.2.9
dv2 0.72h	0.29 m	Profund efec de Cortante (b) Art 5.8.2.9
dv dom	0.29 m	Prof efec de Cortante dominante
Phi	0.9	Fact ResisCort Art 5.5.4.2 Concr Normal
Vs	0	Vs = 0 -->> No Flejes
		ACCIÓN EN UNA DIRECCIÓN
Beta	2	Fact.Cap Concr Agr Diag Tracc y Cort
Vc	75.89 t	Vc=0.083Betaf'c^(1/2)bvdv Art 5.8.3.3-3
Vn	75.89 t	Vn = Vc Art 5.8.3.3-1
Vr	68.3 t	Cortante Resist Vr = phi x Vn
Vu	11.65 t	Cortante Ult Diseño.SeccCrít: a dv cara
Chq1direcc	Vr>Vu:OK	Cort Una Direcc OK
		ACCIÓN EN DOS DIRECCIONES
Beta_c	10.417	Rel lado largo/corto rectáng aplic.carga
bo	6.58 m	bo = Perímetro de la Sección Crítica
Vc	202.11 t	(.17+.33/Betac)Sq(fc)bodv<.33Sq(fc)bodv
Vr	181.9 t	Cortante Resist Vr = phi x Vn Vn = Vc
Vu	14.93 t	Cortante Ult Dis. Secc Crít: dv/2 de cara
Ch.2Direcc	Vr>Vu:OK	Cort Dos Direcc OK
Ch.GLOBAL	Vr>Vu:OK	Cortante Global OK

Diseño para la Longitud Total del Muro

Diseño para Est Límite: Evento Extremo I

DISEÑO DE LA ZARPA TRASERA O TALÓN

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Evento Extremo I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | Diseño a Cortante

	Valor	Descripción
Pzartras	0 t	Carga Total por Reacc Sue Zarp Tras
Wzarptras	6.66 t	Carga Total por P.P. Zarpa Trasera
Wrelleno	36.41 t	Carga Total por Peso del Relleno
Sobrec.Ver	1.48 t	Carga por Comp. Vert Sobrecarga
Vu	44.56 t	Sumat Cargas Vert: Vu de Diseño
MuxReacc Sue	0 t-m	Momento por Reacc Suelo
Mu x PPzarp	6.16 t-m	Momento por P.P. Zarpa Trasera
Mu x Wrell	33.68 t-m	Momento por Peso del Relleno
Mu x Sobrec	2.74 t-m	Momento por CompV Sobrecarga
Sumat Mu	42.58 t-m	Sumat de Momentos. Mu diseño



DISEÑO DEL VÁSTAGO O PANTALLA

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Evento Extremo I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | Diseño a Cortante

	Valor	Descripción
E de Tierras EH	9.84 t	Emp Estático de Tierras
E sísmico E Pseis	11.8 t	Empuje Sísmico Pseis
E Sobrecarga LS	2.72 t	Emp por Sobrecarga Viva
Sumat Empujes	24.36 t	Sumat de Empujes = Vu diseño
Mom x E.Tierra EH	8.86 t-m	Mom x Emp de Tierras
Mom por Pseis	17.93 t-m	Mom por Fza Sísmica Pseis
Mom por LS	4.63 t-m	Mom x SobrecViva LS
Sumat Momentos	31.42 t-m	Sumat de Momentos = Mu diseño

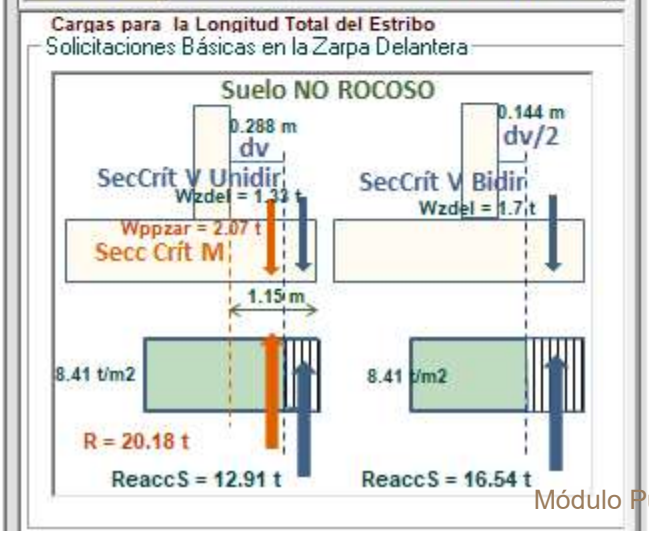


DISEÑO DE LA ZARPA DELANTERA O DEDO

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Evento Extremo I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | Diseño a Cortante

	Valor	Descripción
Pzardel	20.18 t	Carga Total Reacc Suelo Zarp Del
Wzardel	2.07 t	Carga Total por P.P. Zarpa Delant
Vu	11.59 t	Sumat Cargas:Cortante Ult Diseño
Mu x ReaccSue	8.07 t-m	Momento por Reacc Suelo
Mu x Wzarp	-0.83 t-m	Momento por P.P. Zarpa
Sumat Mu	7.24 t-m	Sumatoria Momentos. Mu diseño



Diseño para Est Límite: Evento Extremo I

DISEÑO DE LA ZARPA TRASERA O TALÓN

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Evento Extremo I

Solicitaciones | **Diseño a Flexión** | Diseño a Cortante

	Valor	Simbología
Mu	42.584 t-m	Momento mayorado en la secc
K	138.621 t/m2	Mu/bd^2
m	17.647	fy/0.85f'c
Ro Calc	0.0038	Cuantía Acero de Diseño
As calc	36.425 cm2	Area Refuerzo Calculado Total
Ic	0.016 m4	Mom de Inercia de Sección Bruta
fr	33.132 kg/cm2	Módulo de Ruptura : 1.98(f'c)^1/2
Mcr	26.505 t-m	Mom Agrietamiento
Asmin(Mcr)	22.373 cm2	Acero para Mom_Agrietam.
1.33Ascal	48.445 cm2	Acero Calculado x 1.33
Acero Domina	36.425 cm2	As(calc) > As Mín (Mcr)
Arm Ppal Sug.	1 # 5 @ 0.16	Armad Ppal Real Propuesta
As real Coloc	37.112 cm2	Area de Acero Real Colocado
c	2.57 cm	Alt blq compr: AsFy/.85f'cBetab
εt	0.032	0.003(dt-c)/c
Chequeo	et > 0.005	Phi OK
As RetracTemp	7.65 cm2/cara	2.33<=0.75bh /(2(b+h)Fy)<=12.7
Arm Retr Sug.	1 # 3 @ 0.25	Armad Retracc Propuesta

Diseño para la Longitud Total del Muro

DISEÑO DEL VÁSTAGO O PANTALLA

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Evento Extremo I

Solicitaciones | **Diseño a Flexión** | Diseño a Cortante

	Valor	Simbología
Mu	31.417 t-m	Momento mayorado en la secc
K	143.654 t/m2	Mu/bd^2
m	17.647	fy/0.85f'c
Ro Calc	0.0039	Cuantía Acero de Diseño
As calc	31.891 cm2	Area Refuerzo Calculado Total
Ic	0.011 m4	Mom de Inercia de Sección Bruta
fr	33.132 kg/cm2	Módulo de Ruptura : 1.98(f'c)^1/2
Mcr	20.293 t-m	Mom Agrietamiento
Asmin(Mcr)	20.334 cm2	Acero para Mom_Agrietam.
1.33Ascal	42.415 cm2	Acero Calculado x 1.33
Acero Domina	31.891 cm2	As(calc) > As Mín (Mcr)
Arm Ppal Sug.	1 # 5 @ 0.18	Armad Ppal Real Propuesta
As real Coloc	32.989 cm2	Area de Acero Real Colocado
c	2.28 cm	Alt blq compr: AsFy/.85f'cBetab
εt	0.0299	0.003(dt-c)/c
Chequeo	et > 0.005	Phi OK
As RetracTemp	6.99 cm2/cara	2.33<=0.75bh /(2(b+h)Fy)<=12.7
Arm Retr Sug.	1 # 3 @ 0.25	Armad Retracc Propuesta

Diseño para la Longitud Total del Muro

DISEÑO DE LA ZARPA DELANTERA O DEDO

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Evento Extremo I

Solicitaciones | **Diseño a Flexión** | Diseño a Cortante

	Valor	Simbología
Mu	7.241 t-m	Momento mayorado en la secc
K	23.571 t/m2	Mu/bd^2
m	17.647	fy/0.85f'c
Ro Calc	0.0006	Cuantía Acero de Diseño
As calc	6.02 cm2	Area Refuerzo Calculado Total
Ic	0.016 m4	Mom de Inercia de Sección Bruta
fr	33.132 kg/cm2	Módulo de Ruptura : 1.98(f'c)^1/2
Mcr	26.505 t-m	Mom Agrietamiento
Asmin(Mcr)	22.373 cm2	Acero para Mom_Agrietam.
1.33Ascal	8.006 cm2	Acero Calculado x 1.33
Acero Domina	8.006 cm2	As<AsMín(Mcr). Prima 1.33As
Arm Ppal Sug.	1 # 5 @ 0.2	Armad Ppal Real Propuesta
As real Coloc	29.69 cm2	Area de Acero Real Colocado
c	2.05 cm	Alt blq compr: AsFy/.85f'cBetab
εt	0.0408	0.003(dt-c)/c
Chequeo	et > 0.005	Phi OK
As RetracTemp	7.65 cm2/cara	2.33<=0.75bh /(2(b+h)Fy)<=12.7
Arm Retr Sug.	1 # 3 @ 0.25	Armad Retracc Propuesta

Diseño para la Longitud Total del Muro

Diseño para Est Límite: Evento Extremo I

DISEÑO DE LA ZARPA TRASERA O TALÓN

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Evento Extremo I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | **Diseño a Cortante**

	Valor	Simbología
dv1 0.9de	0.29 m	Profund efec de Cortante (a) Art 5.8.2.9
dv2 0.72h	0.29 m	Profund efec de Cortante (b) Art 5.8.2.9
dv dom	0.29 m	Prof efec de Cortante dominante
Phi	0.85	Fact de Res a Cort Art 5.5.4.2
Beta	2	Fact.Cap Concr Agr Diag Tracc y Cort
Vc	75.89 t	Vc=0.083Betaf'c^(1/2)bvdv Art 5.8.3.3-3
Vs	0	Vs =0 No Flejes
Vn	75.89 t	Vn = Vc Art 5.8.3.3-1
Vr	68.3 t	Vr = phi x Vn
Vu	44.56 t	Cortante Ult de Diseño
Chequeo	OK	Cortante OK

Diseño para la Longitud Total del Muro

DISEÑO DEL VÁSTAGO O PANTALLA

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Evento Extremo I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | **Diseño a Cortante**

	Valor	Simbología
dv1 0.9de	0.24 m	Profund efec de Cortante (a) Art 5.8.2.9
dv2 0.72h	0.25 m	Profund efec de Cortante (b) Art 5.8.2.9
dv dom	0.25 m	Prof efec de Cortante dominante
Phi	0.85	Fact de Res a Cort Art 5.5.4.2
Beta	2	Fact.Cap Concr Agr Diag Tracc y Cort
Vc	66.41 t	Vc=0.083Betaf'c^(1/2)bvdv Art 5.8.3.3-3
Vs	0	Vs =0 No Flejes
Vn	66.41 t	Vn = Vc Art 5.8.3.3-1
Vr	68.3 t	Cortante Resist Vr = phi x Vn
Vu	24.36 t	Cortante Ult de Diseño
Chequeo	OK	Cortante OK

Diseño para la Longitud Total del Muro

DISEÑO DE LA ZARPA DELANTERA O DEDO

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Evento Extremo I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | **Diseño a Cortante**

	Valor	Simbología
dv1 0.9de	0.29 m	Profund efec de Cortante (a) Art 5.8.2.9
dv2 0.72h	0.29 m	Profund efec de Cortante (b) Art 5.8.2.9
dv dom	0.29 m	Prof efec de Cortante dominante
Phi	0.9	Fact ResisCort Art 5.5.4.2 Concr Normal
Vs	0	Vs = 0 -->> No Flejes
		ACCIÓN EN UNA DIRECCIÓN
Beta	2	Fact.Cap Concr Agr Diag Tracc y Cort
Vc	75.89 t	Vc=0.083Betaf'c^(1/2)bvdv Art 5.8.3.3-3
Vn	75.89 t	Vn = Vc Art 5.8.3.3-1
Vr	68.3 t	Cortante Resist Vr = phi x Vn
Vu	11.59 t	Cortante Ult Diseño.SeccCrít: a dv cara
Chq1direcc	Vr>Vu:OK	Cort Una Direcc OK
		ACCIÓN EN DOS DIRECCIONES
Beta_c	10.417	Rel lado largo/corto rectáng aplic.carga
bo	6.58 m	bo = Perímetro de la Sección Crítica
Vc	202.11 t	(.17+.33/Betac)Sq(fc)bodv<.33Sq(fc)bodv
Vr	181.9 t	Cortante Resist Vr = phi x Vn Vn = Vc
Vu	14.84 t	Cortante Ult Dis. Secc Crít: dv/2 de cara
Ch.2Direcc	Vr>Vu:OK	Cort Dos Direcc OK
Ch.GLOBAL	Vr>Vu:OK	Cortante Global OK

Diseño para la Longitud Total del Muro

ENVOLVENTE DE DISEÑO DE LA ALETA

ENVOLVENTE DE DISEÑO DE LA ALETA

Armad Principal a Flexión | Chequeo a Cortante

Estado Límite	ZarDel.Abajo	ZarTras.Abajo	ZarTras.Arrib	Vást.CaraRellen
Servicio I	1 # 5 @ 0.2	-	1 # 5 @ 0.19	1 # 5 @ 0.2
Resistencia I	1 # 5 @ 0.2	-	1 # 5 @ 0.13	1 # 5 @ 0.2
Ev Extremo I	1 # 5 @ 0.2	-	1 # 5 @ 0.16	1 # 5 @ 0.18
Envolvente	**1 # 5 @ 0.2**	-	**1 # 5 @ 0.13**	**1 # 5 @ 0.18**

ENVOLVENTE DE DISEÑO DE LA ALETA

Armad Principal a Flexión | **Chequeo a Cortante**

Estado Límite	ZarDelant Vr / Vu	ZarTrasera Vr / Vu	Vástago Vr / Vu
Servicio I	9.14	6.84	4.7
Resistencia I	5.86	1.42	2.91
Ev Extremo I	5.9	1.53	2.32
Envolvente	**OK CORTE**	**OK CORTE**	**OK CORTE**

Constantes de Diseño para la Aleta

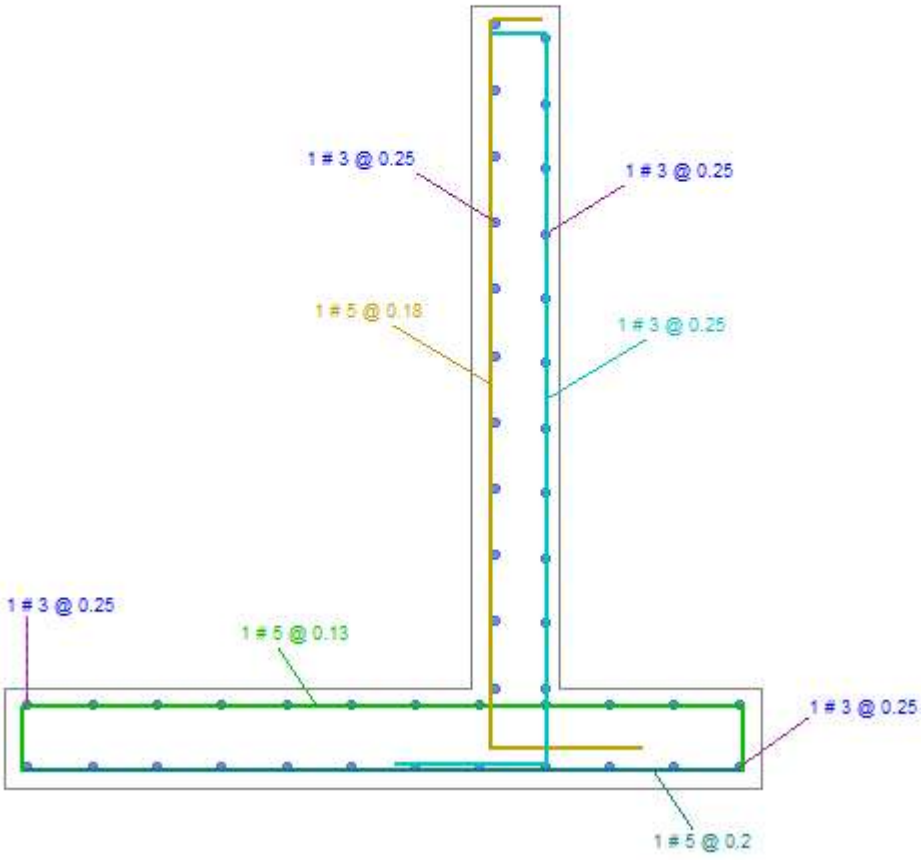
Resistencia del Concreto F'c (kg/cm2)	280
Límite de Fluencia del Acero, Fy (kg/cm2)	4200
Recubrim Concreto al Centroide Armad Principal (cm)	8
Usar Diámetro Varillas en milímetros o en pulgadas	pulg
Diámetro Mínimo a usar para Acero Principal, #	5
Diámetro Mínimo a usar para Acero Secundario, #	3
Separación Máxima Varillas Armadura Principal, (cm)	20

$$K = \frac{Mu}{bd^2} \qquad m = \frac{Fy}{0.85f'c}$$

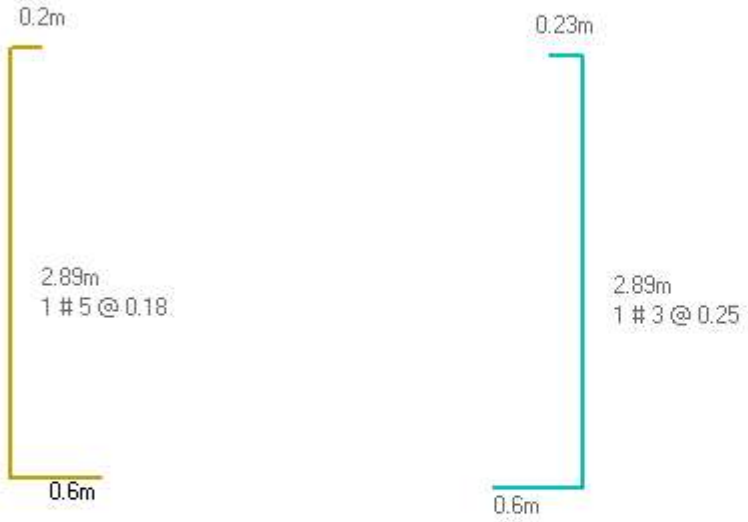
Índice de Acero Rho:

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2mK}{\emptyset fy}}\right)$$

Detalles del Muro



Detalles del Muro en Vista Separada





DISEÑO DE BOX CULVERT TIPO 12

23. DISEÑO DE BOX CULVERT TIPO 12

El diseño se realizó modelando las paredes y la losa como un conjunto, y determinar las fuerzas y momentos internos en los elementos. La estructura se diseñó paso a paso con el objeto de conocer muy bien los efectos de diseño y, el diseño del Box Coulvert y aletas fue realizado utilizando el Programa de Puentes del Ingeniero Fernando Medina (*Ver Anexos Digitales*).

23.1. DISEÑO ESTRUCTURAL

23.1.1. Datos de Entrada

A continuación, se presenta los datos iniciales para realizar el diseño y la modelación de esta estructura:

DATOS DE ENTRADA		
Altura Total de la Estructura	3.20	**m**
Ancho Total de la Estructura	6.90	**m**
Espesor de la Losa Superior	0.35	**m**
Espesor de los Muros	0.30	**m**
Espesor de la Losa Inferior	0.35	**m**
Número de Celdas	2	
Longitud de la Estructura	4.00	**m**
Longitud de la Aleta	2.00	**m**
Espesor del Vástago de la Aleta	0.30	**m**
Espesor de la Zapata	0.35	**m**

Tabla 40. *Datos de Entrada para la modelación de la Estructura.*

En los anexos se presenta el diseño del Box Culvert descrito en esta memoria de cálculo digital.

23.1.2. Constantes de Diseño

A continuación, se presenta las constantes de diseño que se tuvieron en cuenta en la modelación de esta estructura:

CONSTANTES DE DISEÑO		
Resistencia a la Compresión del Concreto (f_c')	280	kg/cm^2
Resistencia a la Fluencia del Acero (f_y) – Barras Longitudinales	4200	kg/cm^2
Resistencia a la Fluencia del Acero (f_y) – Acero de Flejes	4200	kg/cm^2
ϕ varilla muros (Octavos de pulgada)	No. 3-4	
ϕ min. varilla losa (Octavos de pulgada)	No. 3-4	
Recubrimiento centroide de losa y lateral libre	7.50	cm
Camión de Diseño	CCP-14 COL	

Tabla 41. *Constantes de Diseño para la modelación de la Estructura.*

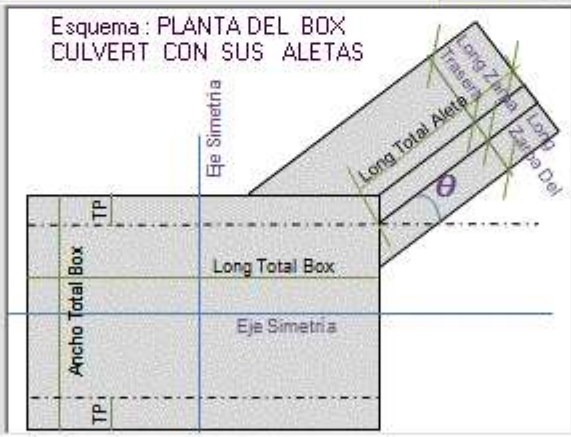
A continuación, se presentan los resultados del diseño de todas las estructuras que componen esta estructura (**Box Culvert Tipo 12**) utilizando el Programa de Puentes del Ingeniero Fernando Medina.

INFORMACIÓN GENERAL DEL BOX CULVERT

GEOMETRÍA ALCANTARILLA y GEOMETRÍA ALETAS

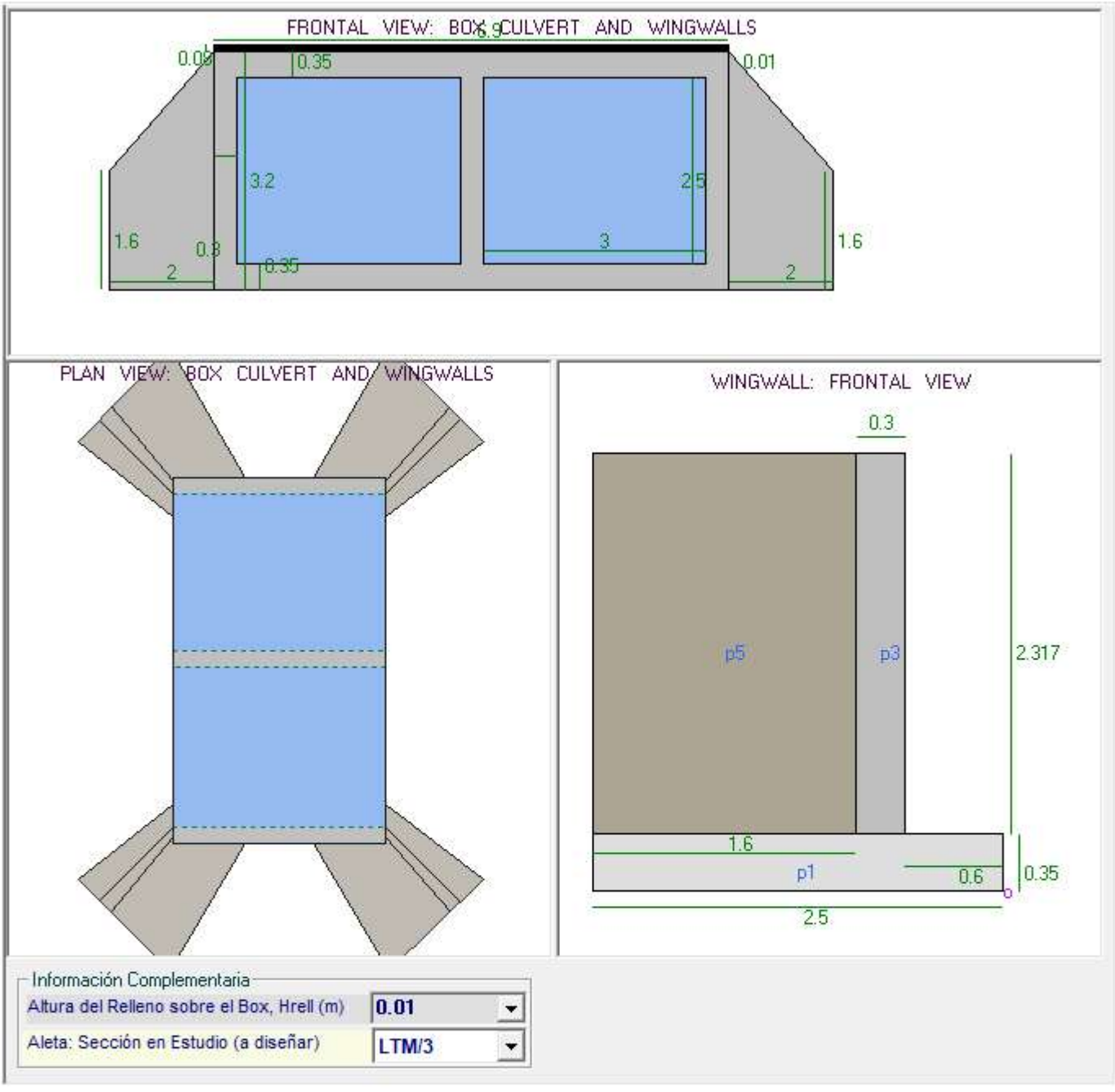
GEOMETRÍA DE LA ALCANTARILLA	
Ancho Total del Box (a bordes ext.), Lta (m)	6.9
Longitud Total Box (a bordes exter), Ltb (m)	4
Altura Total Box (a bordes ext), Ha (m)	3.2
Número de Celdas	2
Espesor Losa Superior ts (m)	0.35
Espesor Losa Inferior ti (m)	0.35
Espesor Paredes Verticales tp (m)	0.3
Espesor de Capa o Placa de Rodadura (m)	0.08
Dimensión de la Cartela (Igual en X e Y) (m)	0
GEOMETRÍA ALETAS (aplica para las cuatro)	
Longitud Total de la Aleta LTM (m)	2
Si Hrell es > 0, Altura Adicional de Aleta (m)	0
Altura Total en Extr Ext (menor), HLN (m)	1.6
Ángulo Box-Aleta en Planta, (grados)	45
Angulo Inclinación Talud Relleno (grados)	0
Ancho de Corona del Vástago, AC (m)	0.3
Proyección Trasera Vástago, BZ (m)	0
Proyección Delantera Vástago, BD (m)	0
Longitud Total de Zapata, Min 0.67H, LTZ (m)	2.5
Longitud de la Zarpa Delantera, LZD (m)	0.6
Espesor de la Zapata, Hzap (m)	0.35

Esquema : PLANTA DEL BOX CULVERT CON SUS ALETAS



INFORMACIÓN GENERAL DEL BOX CULVERT

GEOMETRÍA ALCANTARILLA y GEOMETRÍA ALETAS



Información Complementaria

Altura del Relleno sobre el Box, Hrell (m)	0.01
Aleta: Sección en Estudio (a diseñar)	LTM/3

INFORMACIÓN GENERAL DEL BOX CULVERT

DATOS DEL SUELO Y EL RELLENO

DATOS DEL SUELO Y EL RELLENO

Resistencia Suelo E Lím de Resistencia(t/m2)	54.4
Resistencia Suelo E.Lím Evento Extrem (t/m2)	120.9
Resistencia Suelo Est.Lím de Servicio (t/m2)	120.9
Peso Especifico Suelo de Relleno (t/m3)	1.8
Áng Fricción Interna Suelo Relleno ϕ 'f (grads)	30
Áng Fricción Interna Suelo Cimentac ϕ 'f (grados)	30
Áng Fricc en interfase muro relleno δ (grados)	0
Altura Nivel Freático desde fondo zap, Hnf(m)	0
Tipo Empuje Horiz a considerar por el Relleno	Reposo

CONSTANTES SÍSMICAS

Coeficiente Aceleración Pico Horiz, PGA	0.15
Clase de Sitio (Clase de Suelo)	E

NORMA DE DISEÑO

Camión de Diseño: Utilizar la Norma	CCP14

Constantes de Diseño para el Box Culvert

Resistencia del Concreto F'c (kg/cm2)	280
Límite de Fluencia del Acero, Fy (kg/cm2)	4200
Recubrim Concreto al Centroide Armad Principal (cm)	7.5
Usar Diámetro Varillas en milímetros o en pulgadas	pulg
Diámetro Mínimo a usar para Acero Principal, #	4
Diámetro Mínimo a usar para Acero Secundario, #	3
Separación Máxima Varillas Armadura Principal, (cm)	20

Constantes de Diseño para las Aletas

Resistencia del Concreto F'c (kg/cm2)	280
Límite de Fluencia del Acero, Fy (kg/cm2)	4200
Recubrim Concreto al Centroide Armad Principal (cm)	7.5
Usar Diámetro Varillas en milímetros o en pulgadas	pulg
Diámetro Mínimo a usar para Acero Principal, #	4
Diámetro Mínimo a usar para Acero Secundario, #	3
Separación Máxima Varillas Armadura Principal, (cm)	20

Considerar 14/fy como Rho mínimo (sugerido SÍ)	NO

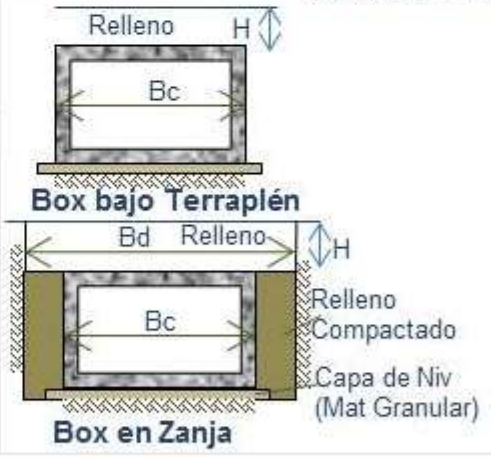
CONSTANTES PARA MODIFICACIÓN DE LAS CARGAS DE SUELO, CONSIDERANDO INTERACCIÓN SUELO ESTRUCTURA

(AASHTO CCP14 Art 12.11.2.2)

Tipo de Box (según condiciones de relleno)	Bajo Terraplén
Ancho Horizontal de la Zanja Bd (= Bc para terrapl)	7
Coeficiente Kmiu, según material del relleno	0.14
Relleno Compactado a lo largo de los laterales del box	No Compactado

Valores Sugeridos de Kmiu (Fig 12.11.2.2.1-3)

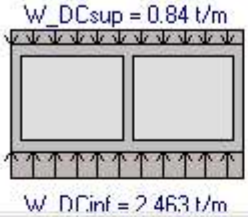
Kmiu = 0.1924 para materiales granulares no cohesivos
Kmiu = 0.165 máx. para arena y grava
kmiu = 0.150 para capa vegetal saturada
kmiu = 0.130 máx. normal para arcilla
kmiu = 0.110 arcilla saturada



SOLICITACIONES BÁSICAS DEL BOX CULVERT: DC, DW, EH, EV, LS

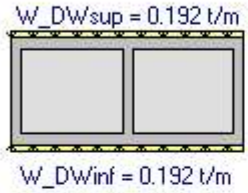
CARGAS

CARGA MUERTA DC



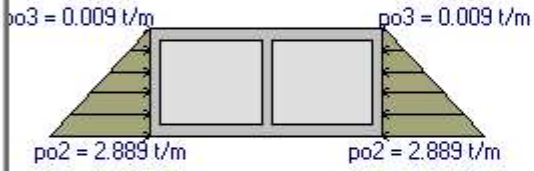
Ítem	Carga (t/m)	Descripción
W DC_sup	0.84	P.P de la Losa Superior del Box
W DC_cartelas	0	(P.P de las Cartelas) / Ancho Box
W DC_x muros	0.783	(P.P de Muros Box) / Ancho Box
W DC_inf	2.463	Carga sobre Losa Inferior por DC

CARGA MUERTA DW



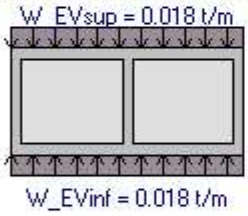
Ítem	Carga (t/m)	Descripción
W DW_sup	0.192	Carga Losa Sup por C.Rodadura
W DW_inf	0.192	Carga Losa Inf por C.Rodadura

EMPUJE DE TIERRAS EH



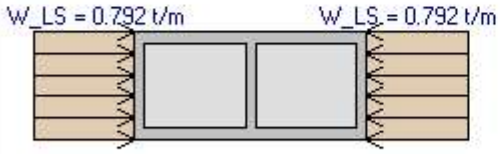
Ítem	W (t/m/m)	Descripción
p01	2.889	p01 = Ko x Pvolsueloseco x H1+ p03
p03	0.009	p03 = Ko x Pvolsueloseco x HR
p02	2.889	p02 = Ko x Pvolsuelosumerg x HNF+p01
p Eagua	0	P.unit agua x H nivel freático

PRESIÓN VERTICAL SUELO RELLENO EV



Ítem	Valor	Descripción
Box.Tip	Bajo Terraplén	Tipo de Box según manejo del Rell
Bc	6.9 m	Ancho Horizontal del Box
Kmiu	-	Coef función del Material del Relleno
H	0.01 m	Profundidad del Relleno sobre el Box
Cd	-	Coef función de Kmiu, H y Bc o Bd
Fe	1 <= 1.4 -> 1	1+ 0.20 x H / Bc
Ft	-	(Cd x Bd^2) / H / Bc <= Fe
EVsup	0.018 t/m	EVsup= Ft x GammaS x H (/ml box)

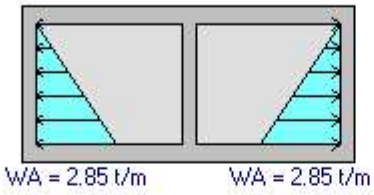
SOBRECARGA VIVA LS



Ítem	Valor	Descripción
Ko	0.5	Coef. Presion de Reposo del Suelo
PesoVol_s	1.8 t/m3	Peso Unitario Total del Suelo
H_box	3.2 m	Altura Total del Box Culvert
h_eq	0.88 m	Alt Equiv de suelo para C.Vehicular
Delta_p	0.792 t/m	Presión cte.horiz suelo x sobrec CV

CARGAS

CARGA DE AGUA WA



CARGA DE AGUA

Ítem	Valor	Descripción
Alt Agua	2.85 m	Altura de Agua actuante
Wagua_WA	2.85 t/m	Presión de Agua (box lleno)

Consideraciones:

El Art. 3.7.1 de AASHTO y CCP-14 exige considerar el caso donde el box esté lleno de agua así como el estado donde el box esté vacío

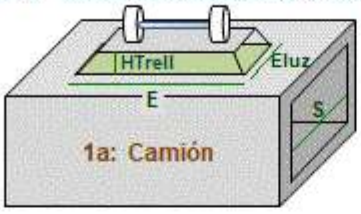
CARGAS

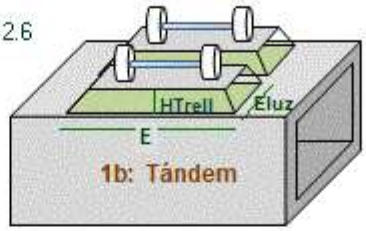
CARGA VIVA LL+Imp . Teoría

AASHTO y CCP-14 Art 4.6.2.10

Caso 1. Altura de Relleno HR < 0.6

Art 3.6.1.2.6





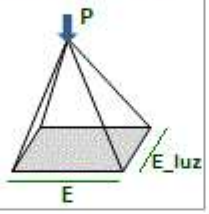
Distribución de la Carga de Eje . HR < 0.60 m

E = 0.244+0.12S

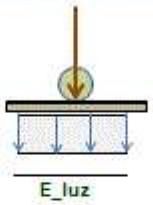
E_luz = LT + LLDF(H)

LLDF = 1.15 LT = 0.254 m

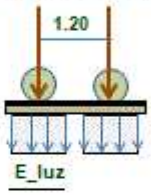
H = HR + esp pavimento



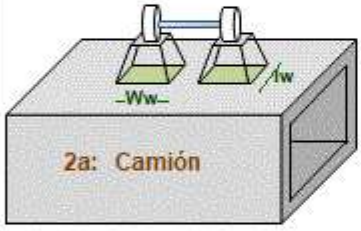
1a: Domina el Camión

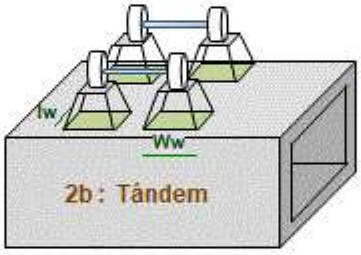


1b: Domina el Tándem



Caso 2. Altura de Relleno HR >= 0.6 m SIN Traslapo





(•) **Sin Traslapo**

( ) **Con Traslapo**

H= Hrell+esp pav

l_t= 0.254 m

$LLDF$ = 1.15

S_a= 1.20 ó 4.30 m

S_w= 1.828 m

w_t= 0.508 m

Distribución de la Carga de Eje . HR >= 0.60 m

A_{LL} = Área de Distr de la Carga de Eje a la Prof H $A_{LL} = l_w w_w$

Cálculo de w_w

$$H_{int-t} = \frac{s_w - w_t - 0.06D_i}{LLDF}$$

$Si\ H < H_{int-t}$

$w_w = w_t + LLDF(H) - 0.06D_i$

$Si\ H \geq H_{int-t}$

$w_w = w_t + s_w + LLDF(H) - 0.06D_i$

Cálculo de l_w

$$H_{int-p} = \frac{s_a - l_t}{LLDF}$$

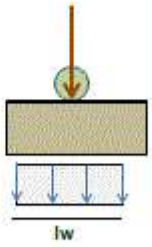
$Si\ H < H_{int-p}$

$l_w = l_t + LLDF(H)$

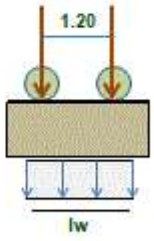
$Si\ H \geq H_{int-p}$

$l_w = l_t + s_a + LLDF(H)$

2a: Domina el Camión



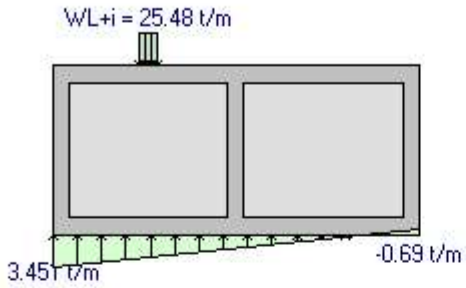
2b: Domina el Tándem



CÁLCULO DE LAS SOLICITACIONES BÁSICAS : CARGA VIVA L + i

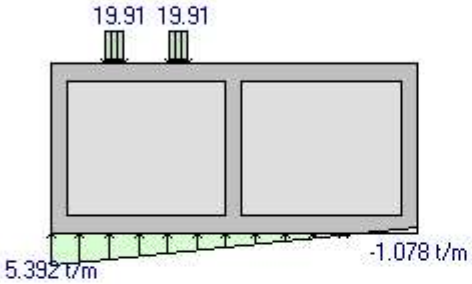
Solicitaciones Críticas por Cargas Vivas

CARGA VIVA LL+I . POSICIÓN CRÍTICA 1: CAMIÓN



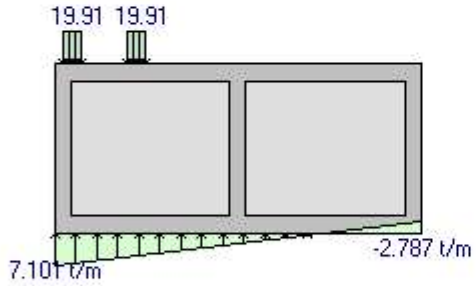
Ítem	Valor	Descripción
Carga Q	15.984 t/m	Carga Distribuida Equivalente
Fact Imp. IM	32.865 %	Factor Dinámico de Impacto
Factor m	1.2	Factor de Presencia Múltiple
Carga W	25.485 t/m	Carga Distrib. Equiv. Efectiva
L.Carga lw	0.358 m	Longitud lw de la Carga(s) W
Brazo a1	1.471 m	Brazo.Aplicac a1 de Carga W
Brazo a2	- . No aplica	Brazo.de Aplc a2 (si aplica)
Carga S1	3.451 t/m	Carga de Reacción Máxima
Carga S2	-0.69 t/m	Carga de Reacción Mínima

CARGA VIVA LL+I . POSICION CRÍTICA 2: TÁNDEM



Ítem	Valor	Descripción
Carga Q	12.488 t/m	Carga Distribuida Equivalente
Fact Imp. IM	32.865 %	Factor Dinámico de Impacto
Factor m	1.2	Factor de Presencia Múltiple
Carga W	19.91 t/m	Carga Distrib. Equiv. Efectiva
L.Carga lw	0.358 m	Longitud lw de la Carga(s) W
Brazo a1	0.871 m	Brazo.Aplicac a1 de Carga W
Brazo a2	2.071 m	Brazo.de Aplc a2 (si aplica)
Carga S1	5.392 t/m	Carga de Reacción Máxima
Carga S2	-1.078 t/m	Carga de Reacción Mínima

CARGA VIVA LL+I . POSICION CRÍTICA 3 . MÁX CORTANTE



Ítem	Valor	Descripción
Carga Q	12.488 t/m	Carga Distribuida Equivalente
Fact Imp. IM	32.865 %	Factor Dinámico de Impacto
Factor m	1.2	Factor de Presencia Múltiple
Carga W	19.91 t/m	Carga Distrib. Equiv. Efectiva
L.Carga lw	0.358 m	Longitud lw de la Carga(s) W
Brazo a1	0 m	Brazo.Aplicac a1 de Carga W
Brazo a2	1.2 m	Brazo.de Aplc a2 (si aplica)
Carga S1	7.101 t/m	Carga de Reacción Máxima
Carga S2	-2.787 t/m	Carga de Reacción Mínima

CHEQUEO DE ESFUERZOS EN EL SUELO

CHEQUEO DE ESFUERZOS EN EL SUELO

ESTADO DE CARGA	ESFZO SUELO t/m2
Carga Muerta y Acc DC	2.46
Carga Pavimento DW	0.19
Presión Vert Rellen EV	0.02
Presión Peso Agua WA	2.17
Carga Viva+Imp L+i	7.1

ESTADO LÍMITE DE RESISTENCIA

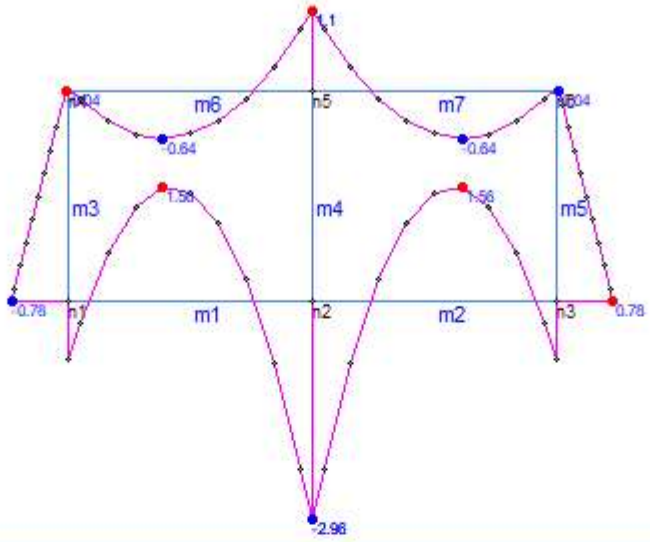
1.25(DC) + 1.50(DW) + 1.35(EV) + 1.0(WA) + 1.75(L+I)

Esfuerzo Actuante	17.99 t/m2
Resist Suelo E.Lím de Resistencia	54.4 t/m2
Diagnóstico	Cumple OK

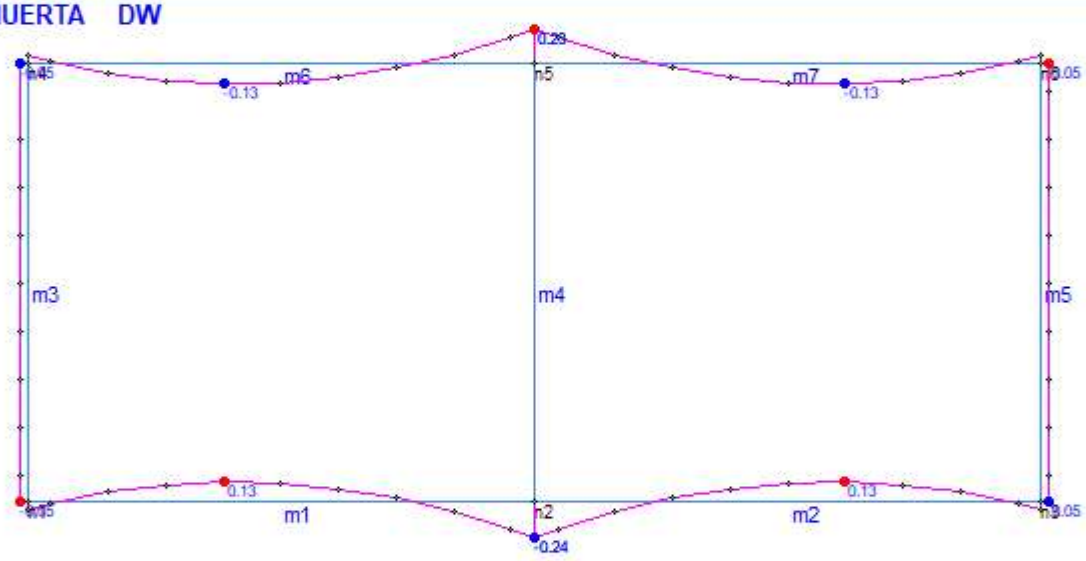
Análisis del Box para los Estado Básicos de Cargas

Diseño

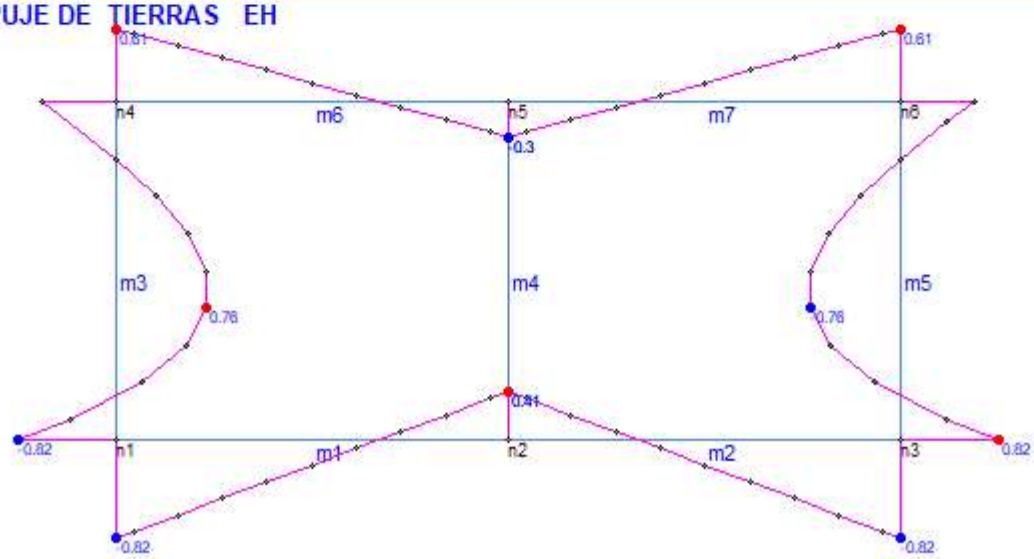
CARGA MUERTA DC



CARGA MUERTA DW



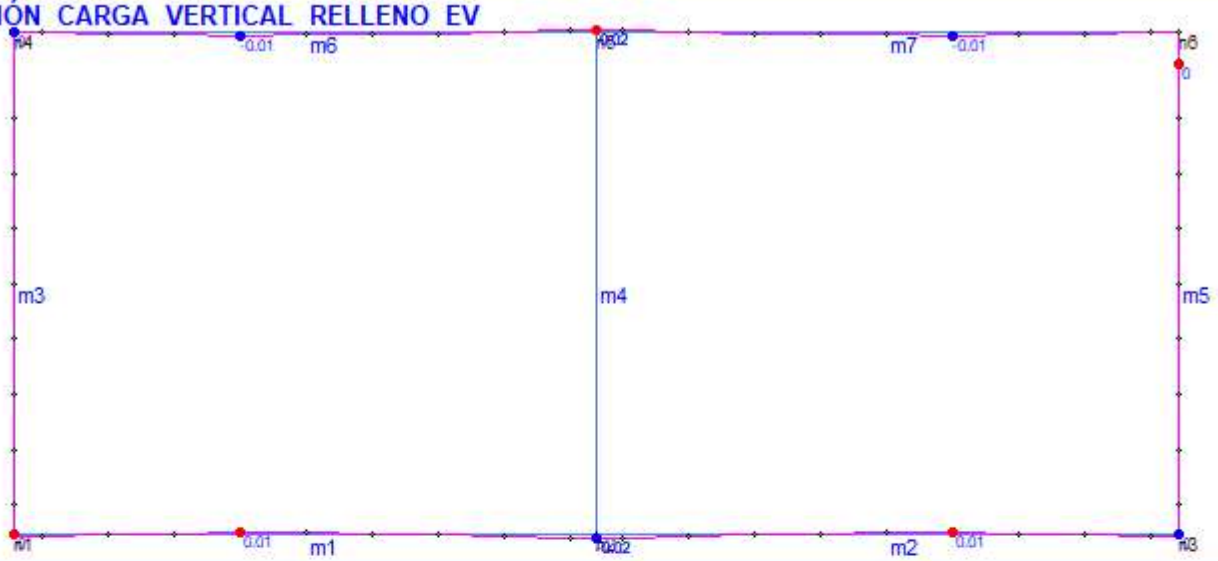
CARGA EMPUJE DE TIERRAS EH



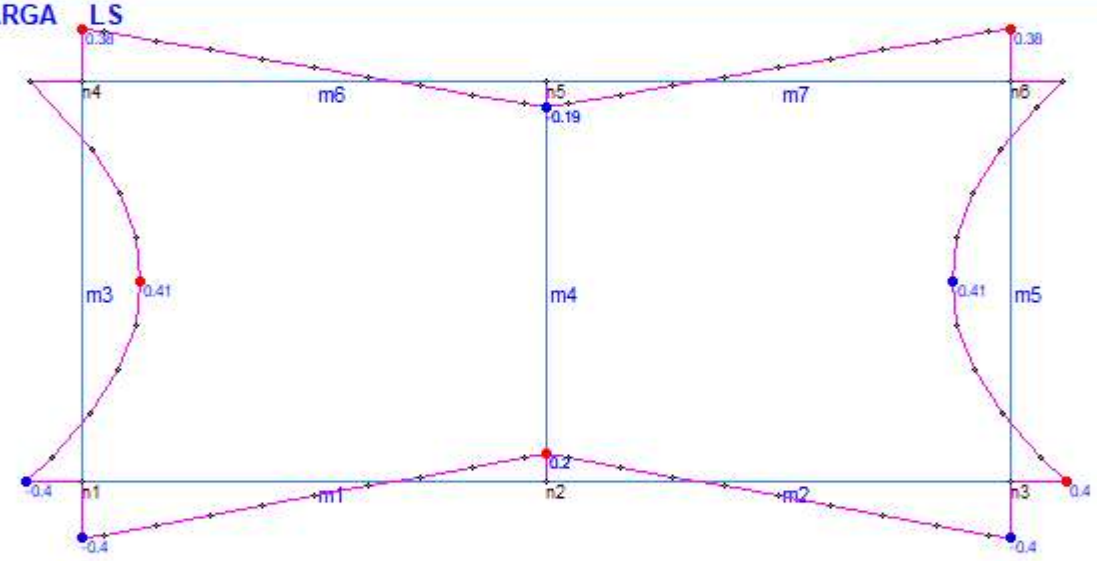
Análisis del Box para los Estado Básicos de Cargas

Diseño

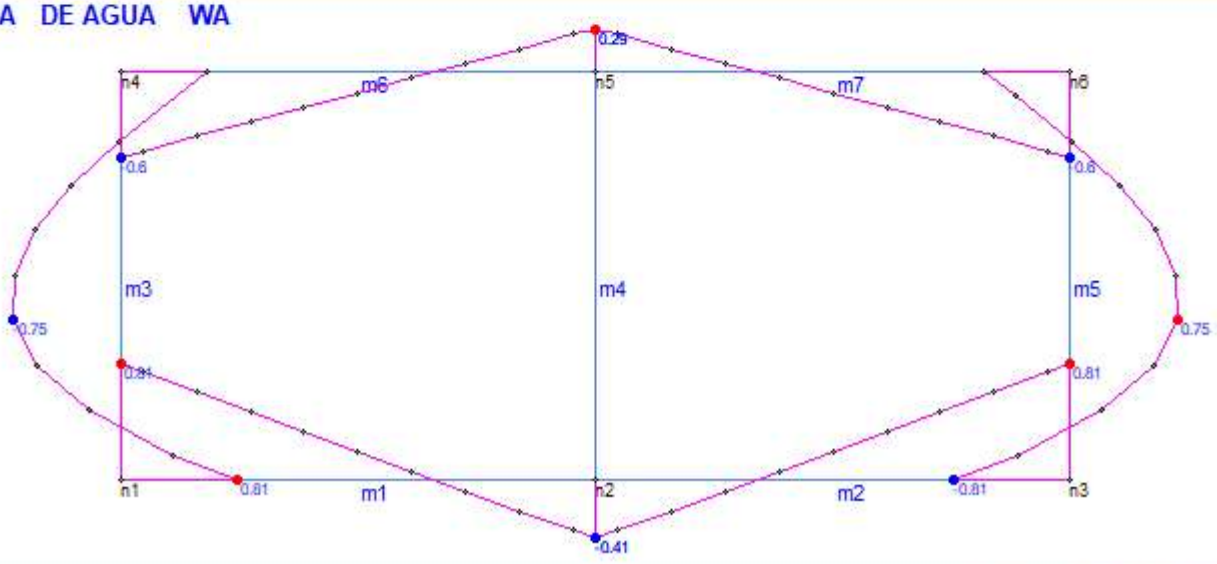
PRESIÓN CARGA VERTICAL RELLENO EV



SOBRECARGA LS



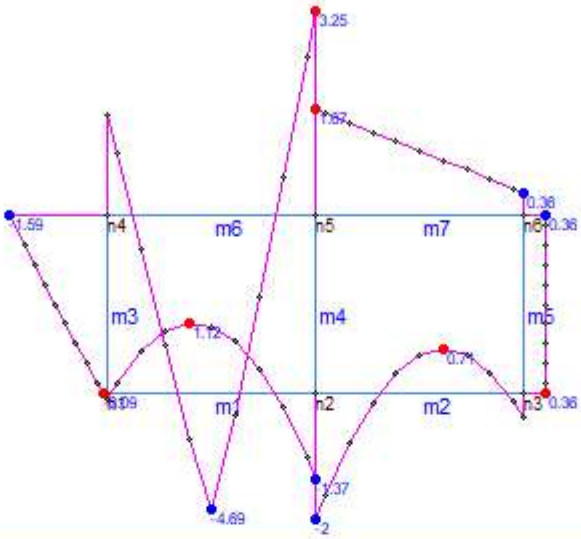
CARGA DE AGUA WA



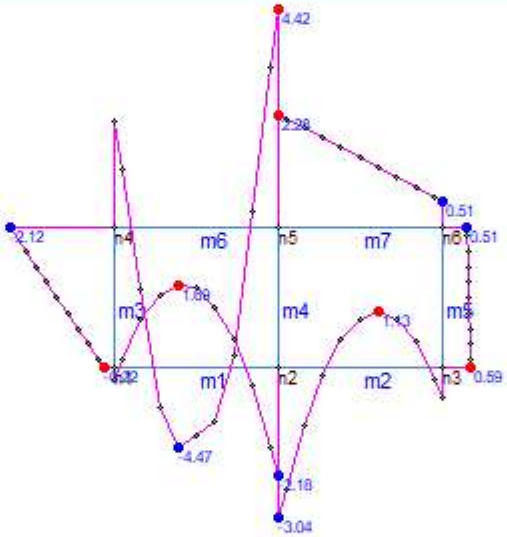
Análisis del Box para los Estado Básicos de Cargas

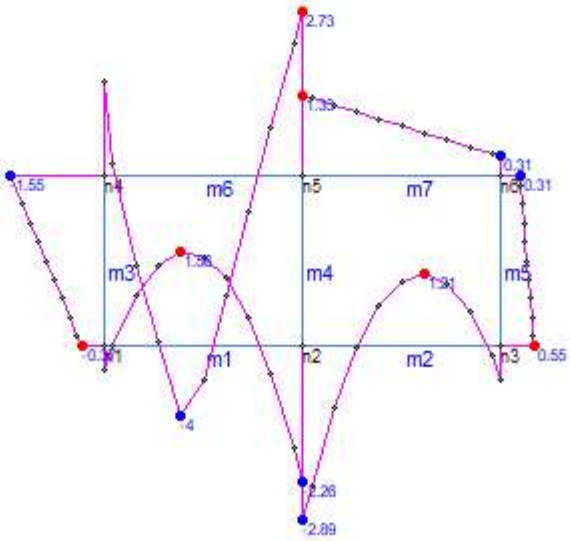
Diseño

CARGA VIVA L+ I : CAMIÓN



CARGA VIVA L + I : TÁNDEM





EFUERZOS FINALES DE MIEMBROS

CARGA MUERTA DC

Miembro	Nudo	F Axial (t)	Cortante (t)	Mom (t-m)
m1	1	0	-3.4	-0.78
	2	0	-4.73	2.96
m2	2	0	-4.73	-2.96
	3	0	-3.4	0.78
m3	1	1.06	0.26	0.78
	4	-1.06	-0.26	-0.04
m4	2	3.42	0	0
	5	-3.42	0	0
m5	3	1.06	-0.26	-0.78
	6	-1.06	0.26	0.04
m6	4	-0.26	1.06	0.04
	5	0.26	1.71	-1.1
m7	5	-0.26	1.71	1.1
	6	0.26	1.06	-0.04

EFUERZOS FINALES DE MIEMBROS

CARGA MUERTA DW

Miembro	Nudo	F Axial (t)	Cortante (t)	Mom (t-m)
m1	1	0	-0.26	-0.05
	2	0	-0.38	0.24
m2	2	0	-0.38	-0.24
	3	0	-0.26	0.05
m3	1	0.26	0	0.05
	4	-0.26	0	-0.05
m4	2	0.74	0	0
	5	-0.74	0	0
m5	3	0.26	0	-0.05
	6	-0.26	0	0.05
m6	4	0	0.26	0.05
	5	0	0.37	-0.23
m7	5	0	0.37	0.23
	6	0	0.26	-0.05

EFUERZOS FINALES DE MIEMBROS

CARGA EMPUJE DE TIERRAS EH

Miembro	Nudo	F Axial (t)	Cortante (t)	Mom (t-m)
m1	1	0	-0.37	-0.82
	2	0	0.37	-0.41
m2	2	0	0.37	0.41
	3	0	-0.37	0.82
m3	1	0.27	2.82	0.82
	4	-0.27	1.31	-0.61
m4	2	-0.55	0	0
	5	0.55	0	0
m5	3	0.27	-2.82	-0.82
	6	-0.27	-1.31	0.61
m6	4	1.31	0.27	0.61
	5	-1.31	-0.27	0.3
m7	5	1.31	-0.27	-0.3
	6	-1.31	0.27	-0.61

EFUERZOS FINALES DE MIEMBROS

PRESIÓN CARGA VERTICAL RELLENO EV

Miembro	Nudo	F Axial (t)	Cortante (t)	Mom (t-m)
m1	1	0	-0.02	0
	2	0	-0.04	0.02
m2	2	0	-0.04	-0.02
	3	0	-0.02	0
m3	1	0.02	0	0
	4	-0.02	0	0
m4	2	0.07	0	0
	5	-0.07	0	0
m5	3	0.02	0	0
	6	-0.02	0	0
m6	4	0	0.02	0
	5	0	0.03	-0.02
m7	5	0	0.03	0.02
	6	0	0.02	0

EFUERZOS FINALES DE MIEMBROS

SOBRECARGA LS

Miembro	Nudo	F Axial (t)	Cortante (t)	Mom (t-m)
m1	1	0	-0.18	-0.4
	2	0	0.18	-0.2
m2	2	0	0.18	0.2
	3	0	-0.18	0.4
m3	1	0.17	1.14	0.4
	4	-0.17	1.12	-0.38
m4	2	-0.34	0	0
	5	0.34	0	0
m5	3	0.17	-1.14	-0.4
	6	-0.17	-1.12	0.38
m6	4	1.12	0.17	0.38
	5	-1.12	-0.17	0.19
m7	5	1.12	-0.17	-0.19
	6	-1.12	0.17	-0.38

EFUERZOS FINALES DE MIEMBROS

CARGA DE AGUA WA

Miembro	Nudo	F Axial (t)	Cortante (t)	Mom (t-m)
m1	1	0	0.37	0.81
	2	0	-0.37	0.41
m2	2	0	-0.37	-0.41
	3	0	0.37	-0.81
m3	1	-0.27	-2.78	-0.81
	4	0.27	-1.28	0.6
m4	2	0.54	0	0
	5	-0.54	0	0
m5	3	-0.27	2.78	0.81
	6	0.27	1.28	-0.6
m6	4	-1.28	-0.27	-0.6
	5	1.28	0.27	-0.29
m7	5	-1.28	0.27	0.29
	6	1.28	-0.27	0.6

Momentos Interiores en cada Miembro

CARGA MUERTA DC

Miembro	Posic.(m)	M (t-m)
m1	0	-0.78
m1	0.15	-0.29
m1	0.525	0.67
m1	0.9	1.29
m1	1.275	1.56
m1	1.65	1.48
m1	2.025	1.06
m1	2.4	0.29
m1	2.775	-0.82
m1	3.15	-2.28
m1	3.3	-2.96
m2	0	-2.96
m2	0.15	-2.28
m2	0.525	-0.82
m2	0.9	0.29
m2	1.275	1.06
m2	1.65	1.48
m2	2.025	1.56
m2	2.4	1.29
m2	2.775	0.67
m2	3.15	-0.29
m2	3.3	-0.78
m3	0	-0.78
m3	0.175	-0.73
m3	0.488	-0.65
m3	0.8	-0.57
m3	1.112	-0.49
m3	1.425	-0.41
m3	1.738	-0.32
m3	2.05	-0.24
m3	2.362	-0.16
m3	2.85	-0.04
m3	2.85	-0.04
m4	0	0
m4	0.175	0
m4	0.488	0
m4	0.8	0
m4	1.112	0
m4	1.425	0
m4	1.738	0
m4	2.05	0
m4	2.362	0
m4	2.85	0
m4	2.85	0
m5	0	0.78

Momentos Interiores en cada Miembro

CARGA MUERTA DC

Miembro	Posic.(m)	M (t-m)
m5	0.175	0.73
m5	0.488	0.65
m5	0.8	0.57
m5	1.112	0.49
m5	1.425	0.41
m5	1.738	0.32
m5	2.05	0.24
m5	2.362	0.16
m5	2.675	0.08
m5	2.85	0.04
m6	0	0.04
m6	0.15	-0.11
m6	0.525	-0.41
m6	0.9	-0.58
m6	1.275	-0.64
m6	1.65	-0.57
m6	2.025	-0.39
m6	2.4	-0.09
m6	2.775	0.32
m6	3.15	0.86
m6	3.3	1.1
m7	0	1.1
m7	0.15	0.86
m7	0.525	0.32
m7	0.9	-0.09
m7	1.275	-0.39
m7	1.65	-0.57
m7	2.025	-0.64
m7	2.4	-0.58
m7	2.775	-0.41
m7	3.15	-0.11
m7	3.3	0.04

Momentos Interiores en cada Miembro

CARGA MUERTA DW

Miembro	Posic.(m)	M (t-m)
m1	0	-0.05
m1	0.15	-0.01
m1	0.525	0.06
m1	0.9	0.11
m1	1.275	0.13
m1	1.65	0.12
m1	2.025	0.08
m1	2.4	0.02
m1	2.775	-0.07
m1	3.15	-0.18
m1	3.3	-0.24
m2	0	-0.24
m2	0.15	-0.18
m2	0.525	-0.07
m2	0.9	0.02
m2	1.275	0.08
m2	1.65	0.12
m2	2.025	0.13
m2	2.4	0.11
m2	2.775	0.06
m2	3.15	-0.01
m2	3.3	-0.05
m3	0	-0.05
m3	0.175	-0.05
m3	0.488	-0.05
m3	0.8	-0.05
m3	1.112	-0.05
m3	1.425	-0.05
m3	1.738	-0.05
m3	2.05	-0.05
m3	2.362	-0.05
m3	2.85	-0.05
m3	2.85	-0.05
m4	0	0
m4	0.175	0
m4	0.488	0
m4	0.8	0
m4	1.112	0
m4	1.425	0
m4	1.738	0
m4	2.05	0
m4	2.362	0
m4	2.85	0
m4	2.85	0
m5	0	0.05

Momentos Interiores en cada Miembro

CARGA MUERTA DW

Miembro	Posic.(m)	M (t-m)
m5	0.175	0.05
m5	0.488	0.05
m5	0.8	0.05
m5	1.112	0.05
m5	1.425	0.05
m5	1.738	0.05
m5	2.05	0.05
m5	2.362	0.05
m5	2.675	0.05
m5	2.85	0.05
m6	0	0.05
m6	0.15	0.01
m6	0.525	-0.06
m6	0.9	-0.11
m6	1.275	-0.13
m6	1.65	-0.12
m6	2.025	-0.09
m6	2.4	-0.03
m6	2.775	0.06
m6	3.15	0.18
m6	3.3	0.23
m7	0	0.23
m7	0.15	0.18
m7	0.525	0.06
m7	0.9	-0.03
m7	1.275	-0.09
m7	1.65	-0.12
m7	2.025	-0.13
m7	2.4	-0.11
m7	2.775	-0.06
m7	3.15	0.01
m7	3.3	0.05

Momentos Interiores en cada Miembro

CARGA EMPUJE DE TIERRAS EH

Miembro	Posic.(m)	M (t-m)
m1	0	-0.82
m1	0.15	-0.77
m1	0.525	-0.63
m1	0.9	-0.49
m1	1.275	-0.35
m1	1.65	-0.21
m1	2.025	-0.07
m1	2.4	0.07
m1	2.775	0.22
m1	3.15	0.36
m1	3.3	0.41
m2	0	0.41
m2	0.15	0.36
m2	0.525	0.22
m2	0.9	0.07
m2	1.275	-0.07
m2	1.65	-0.21
m2	2.025	-0.35
m2	2.4	-0.49
m2	2.775	-0.63
m2	3.15	-0.77
m2	3.3	-0.82
m3	0	-0.82
m3	0.175	-0.37
m3	0.488	0.23
m3	0.8	0.6
m3	1.112	0.76
m3	1.425	0.75
m3	1.738	0.61
m3	2.05	0.35
m3	2.362	0.01
m3	2.85	-0.61
m3	2.85	-0.61
m4	0	0
m4	0.175	0
m4	0.488	0
m4	0.8	0
m4	1.112	0
m4	1.425	0
m4	1.738	0
m4	2.05	0
m4	2.362	0
m4	2.85	0
m4	2.85	0
m5	0	0.82

Momentos Interiores en cada Miembro

CARGA EMPUJE DE TIERRAS EH

Miembro	Posic.(m)	M (t-m)
m5	0.175	0.37
m5	0.488	-0.23
m5	0.8	-0.6
m5	1.112	-0.76
m5	1.425	-0.75
m5	1.738	-0.61
m5	2.05	-0.35
m5	2.362	-0.01
m5	2.675	0.38
m5	2.85	0.61
m6	0	0.61
m6	0.15	0.57
m6	0.525	0.47
m6	0.9	0.36
m6	1.275	0.26
m6	1.65	0.16
m6	2.025	0.05
m6	2.4	-0.05
m6	2.775	-0.15
m6	3.15	-0.26
m6	3.3	-0.3
m7	0	-0.3
m7	0.15	-0.26
m7	0.525	-0.15
m7	0.9	-0.05
m7	1.275	0.05
m7	1.65	0.16
m7	2.025	0.26
m7	2.4	0.36
m7	2.775	0.47
m7	3.15	0.57
m7	3.3	0.61

Momentos Interiores en cada Miembro

PRESIÓN CARGA VERTICAL RELLENO EV

Miembro	Posic.(m)	M (t-m)
m1	0	0
m1	0.15	0
m1	0.525	0.01
m1	0.9	0.01
m1	1.275	0.01
m1	1.65	0.01
m1	2.025	0.01
m1	2.4	0
m1	2.775	-0.01
m1	3.15	-0.02
m1	3.3	-0.02
m2	0	-0.02
m2	0.15	-0.02
m2	0.525	-0.01
m2	0.9	0
m2	1.275	0.01
m2	1.65	0.01
m2	2.025	0.01
m2	2.4	0.01
m2	2.775	0.01
m2	3.15	0
m2	3.3	0
m3	0	0
m3	0.175	0
m3	0.488	0
m3	0.8	0
m3	1.112	0
m3	1.425	0
m3	1.738	0
m3	2.05	0
m3	2.362	0
m3	2.85	0
m3	2.85	0
m4	0	0
m4	0.175	0
m4	0.488	0
m4	0.8	0
m4	1.112	0
m4	1.425	0
m4	1.738	0
m4	2.05	0
m4	2.362	0
m4	2.85	0
m4	2.85	0
m5	0	0

Momentos Interiores en cada Miembro

PRESIÓN CARGA VERTICAL RELLENO EV

Miembro	Posic.(m)	M (t-m)
m5	0.175	0
m5	0.488	0
m5	0.8	0
m5	1.112	0
m5	1.425	0
m5	1.738	0
m5	2.05	0
m5	2.362	0
m5	2.675	0
m5	2.85	0
m6	0	0
m6	0.15	0
m6	0.525	-0.01
m6	0.9	-0.01
m6	1.275	-0.01
m6	1.65	-0.01
m6	2.025	-0.01
m6	2.4	0
m6	2.775	0.01
m6	3.15	0.02
m6	3.3	0.02
m7	0	0.02
m7	0.15	0.02
m7	0.525	0.01
m7	0.9	0
m7	1.275	-0.01
m7	1.65	-0.01
m7	2.025	-0.01
m7	2.4	-0.01
m7	2.775	-0.01
m7	3.15	0
m7	3.3	0

Momentos Interiores en cada Miembro

SOBRECARGA LS

Miembro	Posic.(m)	M (t-m)
m1	0	-0.4
m1	0.15	-0.38
m1	0.525	-0.31
m1	0.9	-0.24
m1	1.275	-0.17
m1	1.65	-0.1
m1	2.025	-0.03
m1	2.4	0.04
m1	2.775	0.11
m1	3.15	0.17
m1	3.3	0.2
m2	0	0.2
m2	0.15	0.17
m2	0.525	0.11
m2	0.9	0.04
m2	1.275	-0.03
m2	1.65	-0.1
m2	2.025	-0.17
m2	2.4	-0.24
m2	2.775	-0.31
m2	3.15	-0.38
m2	3.3	-0.4
m3	0	-0.4
m3	0.175	-0.22
m3	0.488	0.06
m3	0.8	0.25
m3	1.112	0.37
m3	1.425	0.41
m3	1.738	0.38
m3	2.05	0.26
m3	2.362	0.07
m3	2.85	-0.38
m3	2.85	-0.38
m4	0	0
m4	0.175	0
m4	0.488	0
m4	0.8	0
m4	1.112	0
m4	1.425	0
m4	1.738	0
m4	2.05	0
m4	2.362	0
m4	2.85	0
m4	2.85	0
m5	0	0.4

Momentos Interiores en cada Miembro

SOBRECARGA LS

Miembro	Posic.(m)	M (t-m)
m5	0.175	0.22
m5	0.488	-0.06
m5	0.8	-0.25
m5	1.112	-0.37
m5	1.425	-0.41
m5	1.738	-0.38
m5	2.05	-0.26
m5	2.362	-0.07
m5	2.675	0.2
m5	2.85	0.38
m6	0	0.38
m6	0.15	0.35
m6	0.525	0.29
m6	0.9	0.23
m6	1.275	0.16
m6	1.65	0.1
m6	2.025	0.03
m6	2.4	-0.03
m6	2.775	-0.1
m6	3.15	-0.16
m6	3.3	-0.19
m7	0	-0.19
m7	0.15	-0.16
m7	0.525	-0.1
m7	0.9	-0.03
m7	1.275	0.03
m7	1.65	0.1
m7	2.025	0.16
m7	2.4	0.23
m7	2.775	0.29
m7	3.15	0.35
m7	3.3	0.38

Momentos Interiores en cada Miembro

CARGA DE AGUA WA

Miembro	Posic.(m)	M (t-m)
m1	0	0.81
m1	0.15	0.76
m1	0.525	0.62
m1	0.9	0.48
m1	1.275	0.34
m1	1.65	0.2
m1	2.025	0.06
m1	2.4	-0.07
m1	2.775	-0.21
m1	3.15	-0.35
m1	3.3	-0.41
m2	0	-0.41
m2	0.15	-0.35
m2	0.525	-0.21
m2	0.9	-0.07
m2	1.275	0.06
m2	1.65	0.2
m2	2.025	0.34
m2	2.4	0.48
m2	2.775	0.62
m2	3.15	0.76
m2	3.3	0.81
m3	0	0.81
m3	0.175	0.37
m3	0.488	-0.23
m3	0.8	-0.59
m3	1.112	-0.75
m3	1.425	-0.74
m3	1.738	-0.59
m3	2.05	-0.34
m3	2.362	-0.01
m3	2.85	0.6
m3	2.85	0.6
m4	0	0
m4	0.175	0
m4	0.488	0
m4	0.8	0
m4	1.112	0
m4	1.425	0
m4	1.738	0
m4	2.05	0
m4	2.362	0
m4	2.85	0
m4	2.85	0
m5	0	-0.81

Momentos Interiores en cada Miembro

CARGA DE AGUA WA

Miembro	Posic.(m)	M (t-m)
m5	0.175	-0.37
m5	0.488	0.23
m5	0.8	0.59
m5	1.112	0.75
m5	1.425	0.74
m5	1.738	0.59
m5	2.05	0.34
m5	2.362	0.01
m5	2.675	-0.38
m5	2.85	-0.6
m6	0	-0.6
m6	0.15	-0.56
m6	0.525	-0.46
m6	0.9	-0.36
m6	1.275	-0.25
m6	1.65	-0.15
m6	2.025	-0.05
m6	2.4	0.05
m6	2.775	0.15
m6	3.15	0.25
m6	3.3	0.29
m7	0	0.29
m7	0.15	0.25
m7	0.525	0.15
m7	0.9	0.05
m7	1.275	-0.05
m7	1.65	-0.15
m7	2.025	-0.25
m7	2.4	-0.36
m7	2.775	-0.46
m7	3.15	-0.56
m7	3.3	-0.6

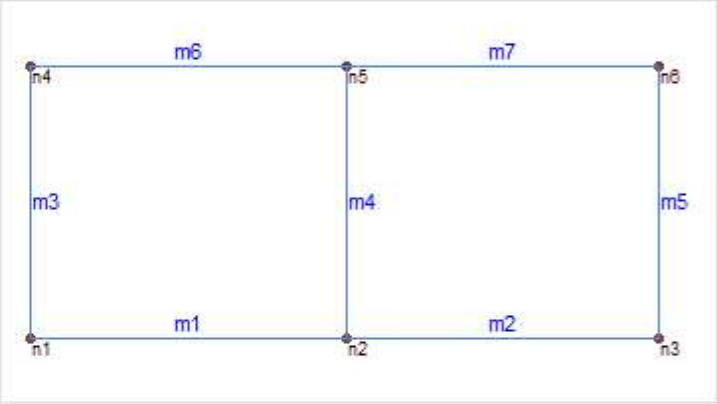
Momentos Interiores en cada Miembro

ESTADO LÍMITE DE RESISTENCIA Ia

Máx Carga Vertical y Máx Carga Horizontal

1.25(DC)+1.50(DW)+1.35(EV)+1.75(L+I)+1.5(EH)+1.75(LS)

Miembro	Posic.(m)	Mom Mu(t-m)
m1	0	-3.36
m1	0.15	-1.87
m1	0.525	1.17
m1	0.9	3.23
m1	1.275	4.3
m1	1.65	4.38
m1	2.025	3.49
m1	2.4	1.6
m1	2.775	-1.26
m1	3.15	-5.11
m1	3.3	-6.93
m2	0	-8.44
m2	0.15	-6.58
m2	0.525	-2.64
m2	0.9	0.33
m2	1.275	2.31
m2	1.65	3.3
m2	2.025	3.31
m2	2.4	2.34
m2	2.775	0.38
m2	3.15	-2.56
m2	3.3	-4.02
m3	0	-3.36
m3	0.285	-2.51
m3	0.57	-1.39
m3	0.855	-0.76
m3	1.14	-0.57
m3	1.425	-0.78
m3	1.71	-1.33
m3	1.995	-2.18
m3	2.28	-3.29
m3	2.565	-5.42
m3	2.85	-5.42
m4	0	1.51
m4	0.285	1.65
m4	0.57	1.89
m4	0.855	2.14
m4	1.14	2.38
m4	1.425	2.63
m4	1.71	2.87
m4	1.995	3.12
m4	2.28	3.37
m4	2.565	3.75
m4	2.85	3.75



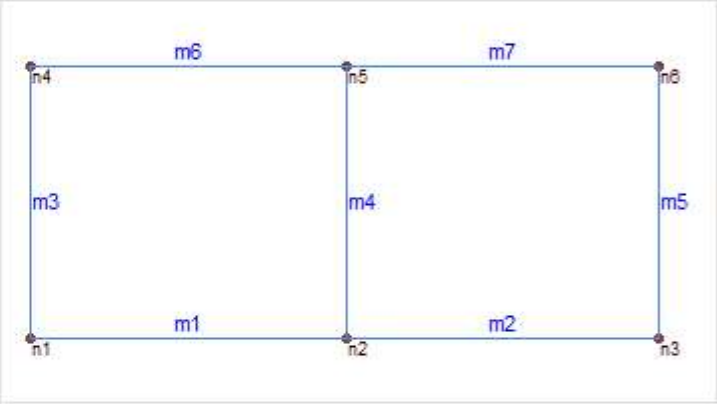
Momentos Interiores en cada Miembro

ESTADO LÍMITE DE RESISTENCIA Ia

Máx Carga Vertical y Máx Carga Horizontal

1.25(DC)+1.50(DW)+1.35(EV)+1.75(L+I)+1.5(EH)+1.75(LS)

Miembro	Posic.(m)	Mom Mu(t-m)
m5	0	4.02
m5	0.285	2.95
m5	0.57	1.45
m5	0.855	0.44
m5	1.14	-0.13
m5	1.425	-0.31
m5	1.71	-0.13
m5	1.995	0.34
m5	2.28	1.07
m5	2.565	2
m5	2.85	2.6
m6	0	5.42
m6	0.15	3.38
m6	0.525	-1.59
m6	0.9	-6.35
m6	1.275	-8.15
m6	1.65	-8.71
m6	2.025	-7.39
m6	2.4	-4.85
m6	2.775	1.15
m6	3.15	6.38
m6	3.3	8.72
m7	0	4.97
m7	0.15	4.54
m7	0.525	3.6
m7	0.9	2.85
m7	1.275	2.3
m7	1.65	1.93
m7	2.025	1.76
m7	2.4	1.78
m7	2.775	1.98
m7	3.15	2.39
m7	3.3	2.6



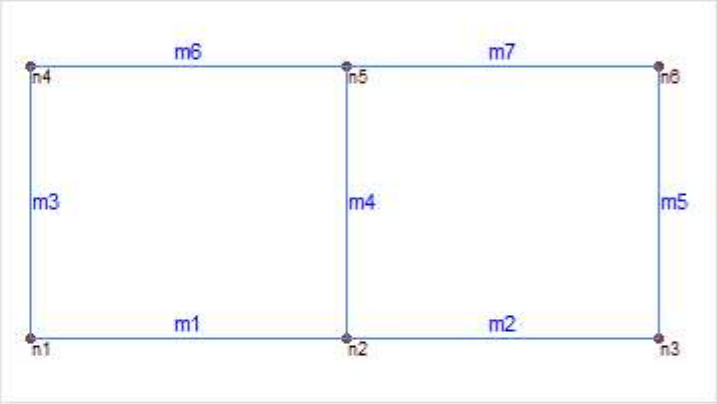
Momentos Interiores en cada Miembro

ESTADO LÍMITE DE RESISTENCIA Ib

Máxima Carga Vertical y Mínima Carga Horizontal

1.25(DC)+1.5(DW)+1.35(EV)+1.75(L+I)+1.0(WA)+0.9(EH)+1.75(LS)

Miembro	Posic.(m)	Mom Mu(t-m)
m1	0	-2.06
m1	0.15	-0.66
m1	0.525	2.16
m1	0.9	4
m1	1.275	4.85
m1	1.65	4.71
m1	2.025	3.59
m1	2.4	1.48
m1	2.775	-1.6
m1	3.15	-5.68
m1	3.3	-7.58
m2	0	-9.09
m2	0.15	-7.15
m2	0.525	-2.98
m2	0.9	0.21
m2	1.275	2.41
m2	1.65	3.63
m2	2.025	3.86
m2	2.4	3.11
m2	2.775	1.37
m2	3.15	-1.35
m2	3.3	-2.71
m3	0	-2.06
m3	0.285	-1.92
m3	0.57	-1.76
m3	0.855	-1.71
m3	1.14	-1.78
m3	1.425	-1.97
m3	1.71	-2.29
m3	1.995	-2.73
m3	2.28	-3.3
m3	2.565	-4.45
m3	2.85	-4.45
m4	0	1.51
m4	0.285	1.65
m4	0.57	1.89
m4	0.855	2.14
m4	1.14	2.38
m4	1.425	2.63
m4	1.71	2.87
m4	1.995	3.12
m4	2.28	3.37
m4	2.565	3.75
m4	2.85	3.75



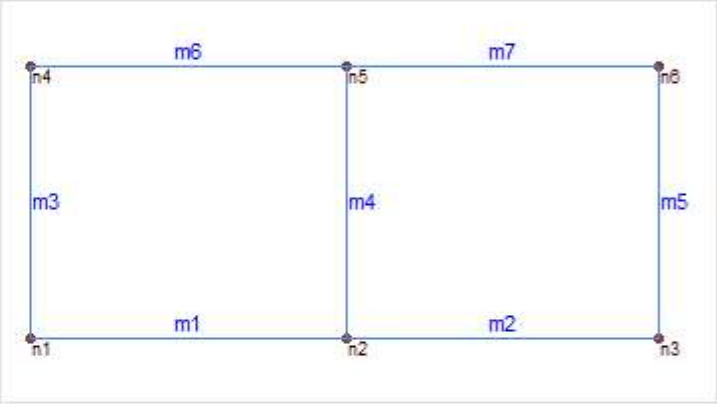
Momentos Interiores en cada Miembro

ESTADO LÍMITE DE RESISTENCIA Ib

Máxima Carga Vertical y Mínima Carga Horizontal

1.25(DC)+1.5(DW)+1.35(EV)+1.75(L+I)+1.0(WA)+0.9(EH)+1.75(LS)

Miembro	Posic.(m)	Mom Mu(t-m)
m5	0	2.71
m5	0.285	2.36
m5	0.57	1.82
m5	0.855	1.39
m5	1.14	1.08
m5	1.425	0.89
m5	1.71	0.82
m5	1.995	0.88
m5	2.28	1.07
m5	2.565	1.4
m5	2.85	1.64
m6	0	4.45
m6	0.15	2.48
m6	0.525	-2.33
m6	0.9	-6.92
m6	1.275	-8.56
m6	1.65	-8.96
m6	2.025	-7.48
m6	2.4	-4.77
m6	2.775	1.39
m6	3.15	6.78
m6	3.3	9.19
m7	0	5.44
m7	0.15	4.94
m7	0.525	3.84
m7	0.9	2.93
m7	1.275	2.21
m7	1.65	1.68
m7	2.025	1.35
m7	2.4	1.2
m7	2.775	1.25
m7	3.15	1.49
m7	3.3	1.64



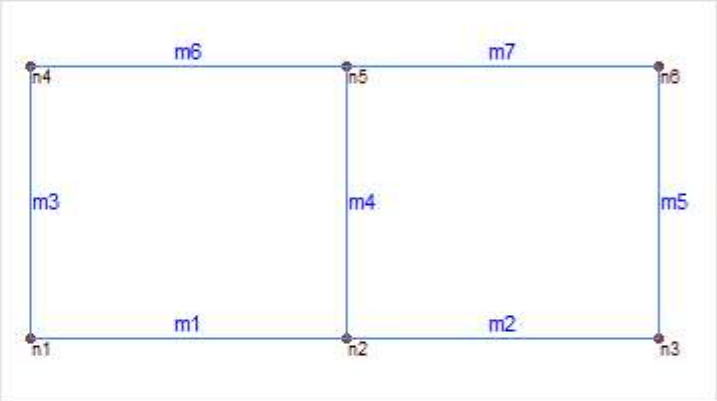
Momentos Interiores en cada Miembro

ESTADO LÍMITE DE RESISTENCIA Ic

Mín. Carga Vertical y Máx. Carga Horizontal

0.9(DC)+0.65(DW)+1.0(EV)+0.9(EH)+1.75(LS)

Miembro	Posic.(m)	Mom Mu(t-m)
m1	0	-3.57
m1	0.15	-2.07
m1	0.525	1.01
m1	0.9	3.1
m1	1.275	4.21
m1	1.65	4.33
m1	2.025	3.47
m1	2.4	1.62
m1	2.775	-1.21
m1	3.15	-5.02
m1	3.3	-6.83
m2	0	-8.33
m2	0.15	-6.49
m2	0.525	-2.58
m2	0.9	0.35
m2	1.275	2.29
m2	1.65	3.25
m2	2.025	3.22
m2	2.4	2.21
m2	2.775	0.22
m2	3.15	-2.76
m2	3.3	-4.23
m3	0	-3.57
m3	0.285	-2.66
m3	0.57	-1.43
m3	0.855	-0.68
m3	1.14	-0.38
m3	1.425	-0.51
m3	1.71	-1.03
m3	1.995	-1.93
m3	2.28	-3.17
m3	2.565	-5.72
m3	2.85	-5.72
m4	0	1.51
m4	0.285	1.65
m4	0.57	1.89
m4	0.855	2.14
m4	1.14	2.38
m4	1.425	2.63
m4	1.71	2.87
m4	1.995	3.12
m4	2.28	3.37
m4	2.565	3.75
m4	2.85	3.75

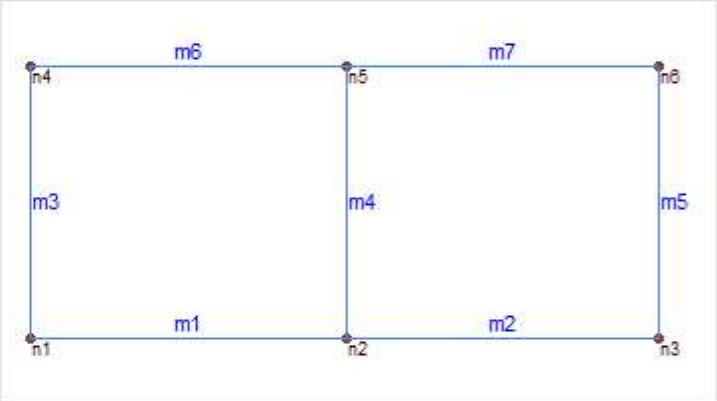


Momentos Interiores en cada Miembro

ESTADO LÍMITE DE RESISTENCIA Ic — **Mín. Carga Vertical y Máx. Carga Horizontal**

0.9(DC)+0.65(DW)+1.0(EV)+0.9(EH)+1.75(LS)

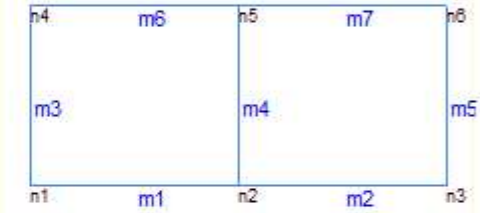
Miembro	Posic.(m)	Mom Mu(t-m)
m5	0	4.23
m5	0.285	3.1
m5	0.57	1.49
m5	0.855	0.36
m5	1.14	-0.32
m5	1.425	-0.57
m5	1.71	-0.43
m5	1.995	0.09
m5	2.28	0.94
m5	2.565	2.12
m5	2.85	2.9
m6	0	5.72
m6	0.15	3.66
m6	0.525	-1.36
m6	0.9	-6.17
m6	1.275	-8.02
m6	1.65	-8.64
m6	2.025	-7.37
m6	2.4	-4.87
m6	2.775	1.08
m6	3.15	6.25
m6	3.3	8.57
m7	0	4.82
m7	0.15	4.41
m7	0.525	3.52
m7	0.9	2.83
m7	1.275	2.32
m7	1.65	2.01
m7	2.025	1.88
m7	2.4	1.95
m7	2.775	2.21
m7	3.15	2.67
m7	3.3	2.9



ENVOLVENTE MÁXIMA DE DISEÑO

Diseño a Flexión y Cortante de todas las secciones del Box Culvert

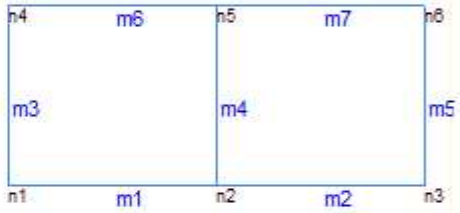
Mi.	Posic(m)	Mu(t-m)	As(cm2)	Arm.Sug	Vu(t)	Vu/Vr (Cheq)
m1	0	-3.57	4.62	1 # 4 @ 0.2	10.6	0.51 Ok
m1	0.15	-2.07	2.66	1 # 4 @ 0.2	9.55	0.46 Ok
m1	0.525	2.16	2.79	1 # 4 @ 0.2	6.93	0.33 Ok
m1	0.9	4	5.18	1 # 4 @ 0.2	4.3	0.21 Ok
m1	1.275	4.85	6.29	1 # 4 @ 0.2	1.68	0.08 Ok
m1	1.65	4.71	6.12	1 # 4 @ 0.2	-1.64	0.08 Ok
m1	2.025	3.59	4.64	1 # 4 @ 0.2	-4.26	0.2 Ok
m1	2.4	1.62	2.09	1 # 4 @ 0.2	-6.89	0.33 Ok
m1	2.775	-1.6	2.06	1 # 4 @ 0.2	-9.51	0.46 Ok
m1	3.15	-5.68	6.65	1 # 4 @ 0.19	-12.14	0.58 Ok
m1	3.3	-7.58	7.47	1 # 4 @ 0.16	-13.19	0.63 Ok
m2	0	-9.09	9.01	1 # 4 @ 0.14	13.43	0.64 Ok
m2	0.15	-7.15	7.04	1 # 4 @ 0.18	12.38	0.59 Ok
m2	0.525	-2.98	3.84	1 # 4 @ 0.2	9.76	0.47 Ok
m2	0.9	0.35	0.44	1 # 4 @ 0.2	7.13	0.34 Ok
m2	1.275	2.41	3.11	1 # 4 @ 0.2	4.5	0.22 Ok
m2	1.65	3.63	4.7	1 # 4 @ 0.2	1.88	0.09 Ok
m2	2.025	3.86	5	1 # 4 @ 0.2	-1.43	0.07 Ok
m2	2.4	3.11	4.02	1 # 4 @ 0.2	-4.06	0.19 Ok
m2	2.775	1.37	1.76	1 # 4 @ 0.2	-6.69	0.32 Ok
m2	3.15	-2.76	3.56	1 # 4 @ 0.2	-9.31	0.45 Ok
m2	3.3	-4.23	5.48	1 # 4 @ 0.2	-10.36	0.5 Ok
m3	0	-3.57	5.68	1 # 4 @ 0.2	-7.28	0.42 Ok
m3	0.175	-2.66	4.21	1 # 4 @ 0.2	-6.5	0.37 Ok
m3	0.488	-1.76	2.77	1 # 4 @ 0.2	-5.28	0.3 Ok
m3	0.8	-1.71	2.69	1 # 4 @ 0.2	-4.15	0.24 Ok
m3	1.112	-1.78	2.8	1 # 4 @ 0.2	-3.11	0.18 Ok
m3	1.425	-1.97	3.11	1 # 4 @ 0.2	-2.16	0.12 Ok
m3	1.738	-2.29	3.61	1 # 4 @ 0.2	-1.29	0.07 Ok
m3	2.05	-2.73	4.32	1 # 4 @ 0.2	1.26	0.07 Ok
m3	2.362	-3.3	5.24	1 # 4 @ 0.2	2	0.11 Ok
m3	2.85	-5.72	6.91	1 # 4 @ 0.18	2.87	0.16 Ok
m3	2.85	-5.72	6.91	1 # 4 @ 0.18	2.87	0.16 Ok
m4	0	1.51	2.38	1 # 4 @ 0.2	1.51	0.09 Ok
m4	0.175	1.65	2.59	1 # 4 @ 0.2	1.65	0.09 Ok
m4	0.488	1.89	2.99	1 # 4 @ 0.2	1.89	0.11 Ok
m4	0.8	2.14	3.38	1 # 4 @ 0.2	2.14	0.12 Ok
m4	1.112	2.38	3.77	1 # 4 @ 0.2	2.38	0.14 Ok
m4	1.425	2.63	4.16	1 # 4 @ 0.2	2.63	0.15 Ok
m4	1.738	2.87	4.56	1 # 4 @ 0.2	2.87	0.16 Ok
m4	2.05	3.12	4.95	1 # 4 @ 0.2	3.12	0.18 Ok
m4	2.362	3.37	5.35	1 # 4 @ 0.2	3.37	0.19 Ok
m4	2.85	3.75	5.97	1 # 4 @ 0.2	3.75	0.21 Ok
m4	2.85	3.75	5.97	1 # 4 @ 0.2	3.75	0.21 Ok



ENVOLVENTE MÁXIMA DE DISEÑO

Diseño a Flexión y Cortante de todas las secciones del Box Culvert

Mi.	Posic(m)	Mu(t-m)	As(cm2)	Arm.Sug	Vu(t)	Vu/Vr (Cheq)
m5	0	4.23	5.98	1 # 4 @ 0.2	7.88	0.45 Ok
m5	0.175	3.1	4.92	1 # 4 @ 0.2	6.94	0.4 Ok
m5	0.488	1.82	2.86	1 # 4 @ 0.2	5.34	0.31 Ok
m5	0.8	1.39	2.18	1 # 4 @ 0.2	3.83	0.22 Ok
m5	1.112	1.08	1.69	1 # 4 @ 0.2	2.41	0.14 Ok
m5	1.425	0.89	1.4	1 # 4 @ 0.2	1.08	0.06 Ok
m5	1.738	0.82	1.29	1 # 4 @ 0.2	-0.57	0.03 Ok
m5	2.05	0.88	1.39	1 # 4 @ 0.2	-1.46	0.08 Ok
m5	2.362	1.07	1.69	1 # 4 @ 0.2	-2.39	0.14 Ok
m5	2.675	2.12	3.34	1 # 4 @ 0.2	-3.87	0.22 Ok
m5	2.85	2.9	4.6	1 # 4 @ 0.2	-3.88	0.22 Ok
m6	0	5.72	6.65	1 # 4 @ 0.19	-19.89	0.95 Ok
m6	0.15	3.66	4.73	1 # 4 @ 0.2	-19.68	0.94 Ok
m6	0.525	-2.33	3	1 # 4 @ 0.2	-19.17	0.92 Ok
m6	0.9	-6.92	6.81	1 # 4 @ 0.18	-17.66	0.85 Ok
m6	1.275	-8.56	8.46	1 # 4 @ 0.14	-5.69	0.27 Ok
m6	1.65	-8.96	8.87	1 # 4 @ 0.14	-5.18	0.25 Ok
m6	2.025	-7.48	7.37	1 # 4 @ 0.17	-4.67	0.22 Ok
m6	2.4	-4.87	6.33	1 # 4 @ 0.2	7.86	0.38 Ok
m6	2.775	1.39	1.79	1 # 4 @ 0.2	9.38	0.45 Ok
m6	3.15	6.78	6.67	1 # 4 @ 0.18	9.89	0.47 Ok
m6	3.3	9.19	9.11	1 # 4 @ 0.13	10.09	0.48 Ok
m7	0	5.44	6.65	1 # 4 @ 0.19	-4.46	0.21 Ok
m7	0.15	4.94	6.43	1 # 4 @ 0.19	-4.17	0.2 Ok
m7	0.525	3.84	4.98	1 # 4 @ 0.2	-3.47	0.17 Ok
m7	0.9	2.93	3.78	1 # 4 @ 0.2	-2.76	0.13 Ok
m7	1.275	2.32	2.99	1 # 4 @ 0.2	-2.05	0.1 Ok
m7	1.65	2.01	2.58	1 # 4 @ 0.2	-1.34	0.06 Ok
m7	2.025	1.88	2.43	1 # 4 @ 0.2	-0.63	0.03 Ok
m7	2.4	1.95	2.51	1 # 4 @ 0.2	0.64	0.03 Ok
m7	2.775	2.21	2.85	1 # 4 @ 0.2	1.35	0.06 Ok
m7	3.15	2.67	3.44	1 # 4 @ 0.2	2.06	0.1 Ok
m7	3.3	2.9	3.74	1 # 4 @ 0.2	2.34	0.11 Ok

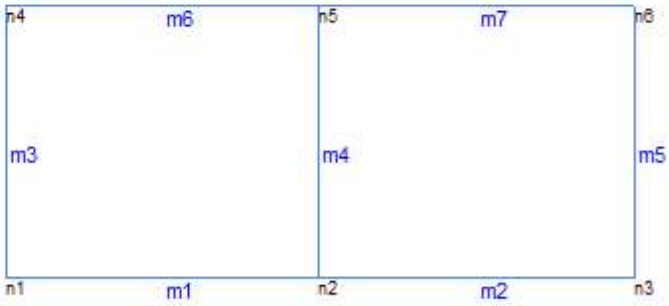


ENVOLVENTE MÁXIMA DE DISEÑO

Mi.	Posic(m)	Mu(t-m)	As(cm2)	Arm.Sug	Vu(t)	Vu/Vr (Cheq)
m1	0	-3.57	4.62	1 # 4 @ 0.2	10.6	0.51 Ok

Diseño Detallado a Flexión para la sección en estudio

	Valor	Simbología
Mu	3.57 t-m	Momento mayorado en la secc
K	47.246 t/m2	Mu/bd^2
m	17.647	fy/0.85f'c
Ro Calc	0.0013	Cuantía Acero de Diseño
As calc	3.476 cm2	Area Refuerzo Calculado Total
Ic	0.004 m4	Mom de Inercia de Sección Bruta
fr	33.132 kg/cm2	Módulo de Ruptura : 1.98(f'c)^1/2
Mcr	6.764 t-m	Mom Agrietamiento
Asmin(Mcr)	6.649 cm2	Acero para Mom_Agrietam.
1.33Ascal	4.623 cm2	Acero Calculado x 1.33
Acero Domina	4.623 cm2	Acero a Flexión Definitivo
Arm Ppal Sug.	1 # 4 @ 0.2	Armad Ppal Real Propuesta
As real Coloc	6.334 cm2	Area de Acero Real Colocado
c	1.31 cm	Alt blq compr: AsFy/.85f'cBetab
et	0.0768	0.003(dt-c)/c
Chequeo	et > 0.005	Phi OK
As RetracTemp	9.32 cm2/cara	2.33<=0.75bh /(2(b+h)Fy)<=12.7
Arm Retr Sug.	1 # 3 @ 0.25	Armad Retracc Propuesta



*

Esfuerzos en el Suelo

ÍTEM	ESFZO MÁX SUELO
Carga Muerta DC	2.46 t/m2
Carga Muerta DW	0.19 t/m2
Empuje Tierras EH	0 t/m2
PrVert Relleno WV	0.02 t/m2
Sobrecarga LS	0 t/m2
Carga de Agua WA	0 t/m2
Carga Viva L+I (Vmáx)	7.1 t/m2
Est,Lím Res. Comb_Dom	16.05 t/m2
Res.Suelo E.Lím Resis	54.4 t/m2
Chequeo	SUELO OK

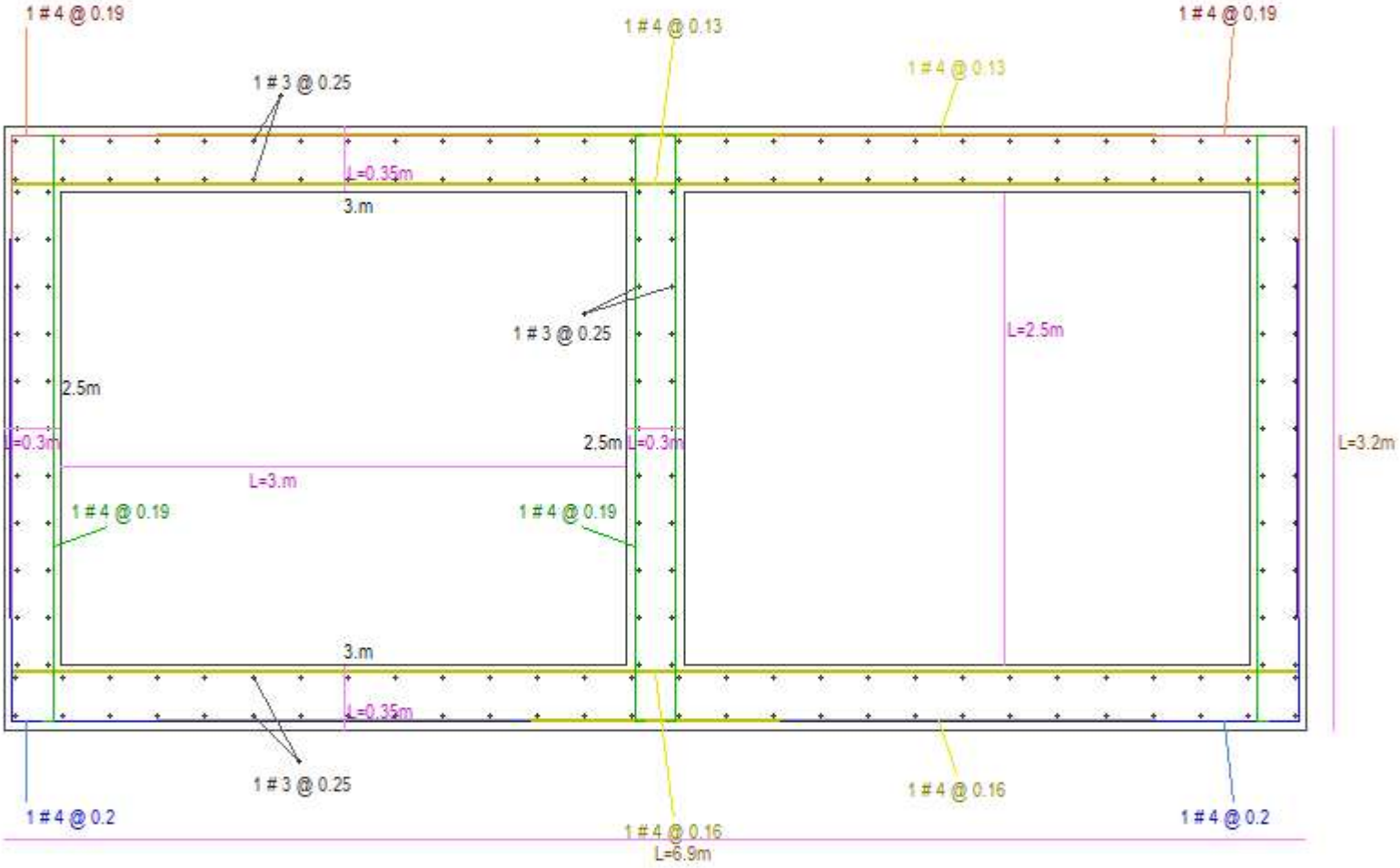
*

Diseño Detallado a Corte para la sección en estudio

	Valor	Simbología
dv1 0.9de	0.279 m	Profund efec de Cortante (a) Art 5.8.2.9
dv2 0.72h	0.252 m	Profund efec de Cortante (b) Art 5.8.2.9
dv dom	0.279 m	Prof efec de Cortante dominante
Phi	0.85	Fact de Res a Cort Art 5.5.4.2
Beta	2	Fact.Cap Concr Agr Diag Tracc y Cort
Vc	24.51 t	Vc=0.083Betaf'c^(1/2)bvdv Art 5.8.3.3-3
Vs	0	Vs =0 No Flejes
Vn	24.51 t	Vn = Vc Art 5.8.3.3-1
Vr	20.83 t	Vr = phi x Vn
Vu	10.6 t	Cortante Ult de Diseño
Chequeo	0.51 Ok	

ARMADURA BOX CULVERT

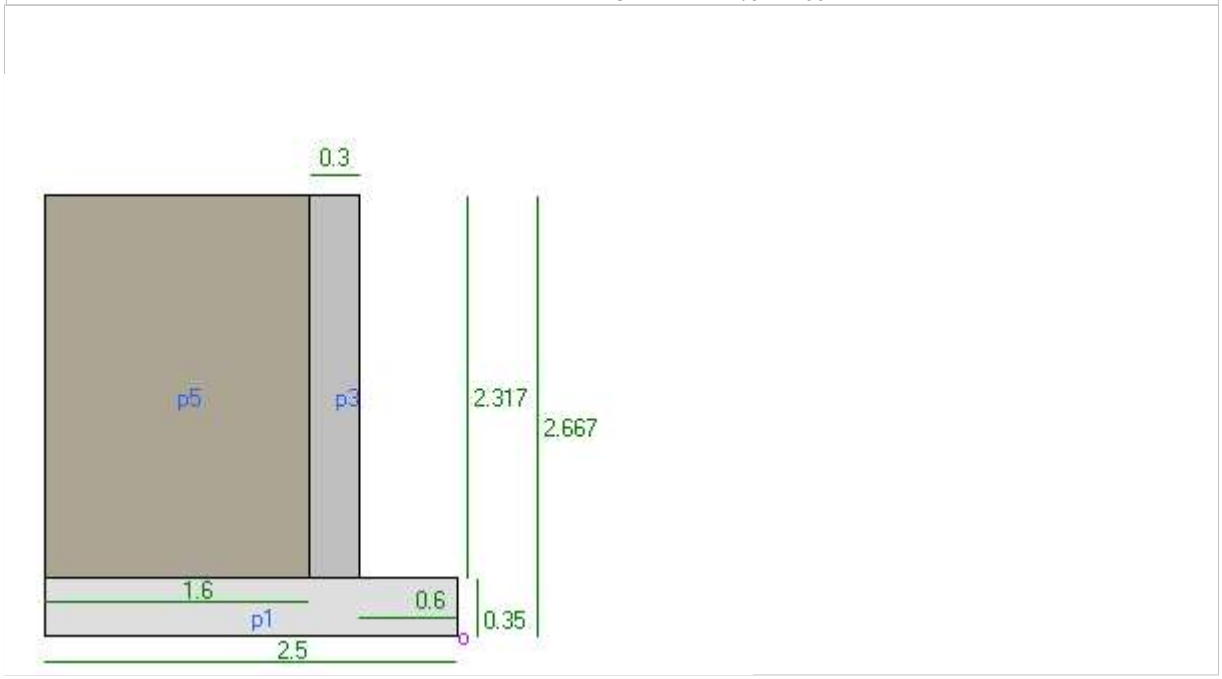
Armadura Sugerida



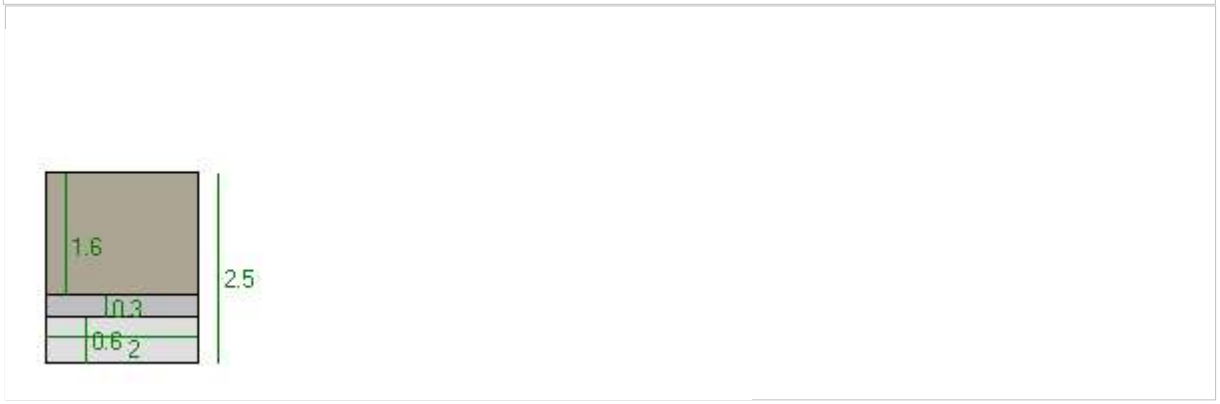
Diseño de la Aleta Superficial del Box

Muro: Rep. 4

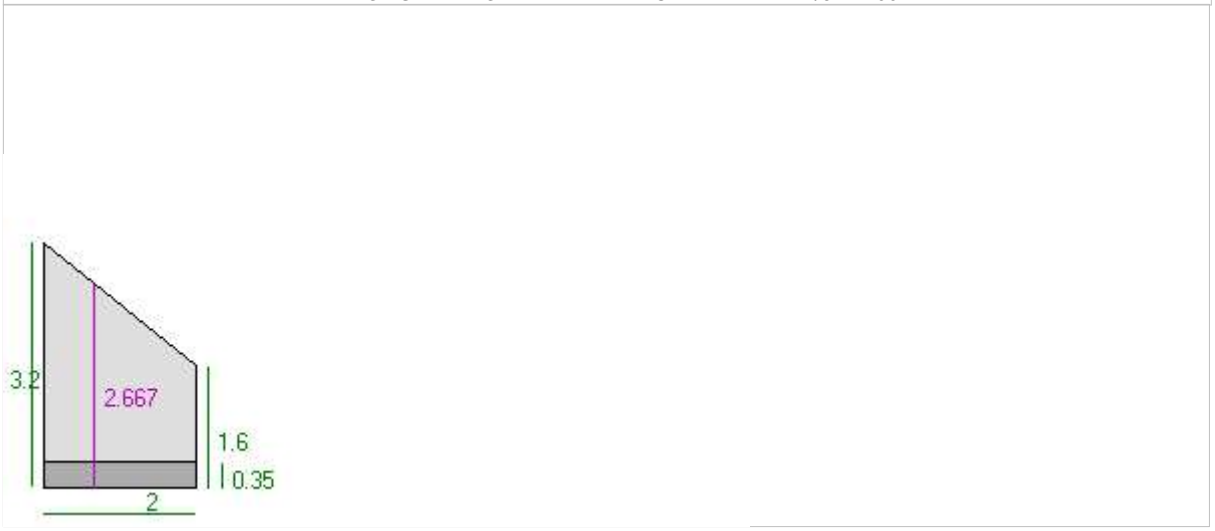
VISTA TRANSVERSAL - Corte en LTM/3 = 2.667m



VISTA EN PLANTA



VISTA LONGITD.FRONTAL - Pto de Calculo en : LTM/3 = 2.667m



Diseño de la Aleta Superficial del Box

Muro: Rep. 6

Cargas y Momentos

Cargas y Momentos DC por el Muro Total

Polig	Peso(t)	Brazo y(m)	Mom Mo (t-m)
p1	4.2	1.25	5.25
p2	0	0	0
p3	3.336	0.75	2.502
p4	0	0	0
Σ	7.536		7.752

	Valor	Simbología
P DC	7.536	Carga por P.P. Muro (t)
yDC	1.029	Ubicación PDC resp a o (m)
eDC	0.221	Excentricidad de PDC (m)
M DC	1.668	Mom por PDC a ycg zap(t-m)
M DCo	7.752	Mom por PDC resp a o (t-m)

Cargas y Momentos EV por el Relleno

Polig	Peso(t)	Brazo y(m)	Mom Mo (t-m)
p5	13.344	1.7	22.685
p6	0	0	0
Σ	13.344		22.685

	Valor	Simbología
P EV	13.344	Carga por Peso Relleno (t)
yEV	1.7	Ubicación PEV resp a o (m)
eEV	-0.45	Excentricidad de PEV (m)
M EV	-6.005	Mom por PEV a ycg zap(t-m)
M EVo	22.685	Mom por PEV resp a o (t-m)

Empuje de Tierras

PRESIÓN DE TIERRAS (AASHTO 2014 y CCP14 Art. 3.11.5.3)

$$k_a = sin^2(\theta + \varnothing'_f)/(\Gamma(sin^2\theta\, sin(\theta - \delta))$$

$$\Gamma = \{1 + \sqrt{[\sin(\varnothing'_f + \delta)\sin(\varnothing'_f - \beta)/[\sin(\theta - \delta)\sin(\theta + \beta)]}\}^2$$

	Valor	Simbología
θ	90	Ang Cara Trasera Muro con Horiz (°)
β	0	Ang Talud Relleno con la Horiz (°)
δ	0	Ang Fricción Relleno-Muro (°)
ϕ	30	Ang Efectivo Fricción Interna (°)
Ka	0.333	Coefic. de Presión Lateral Activa
po1	1.6	Presión por suelo nat seco (t/m2)
H1	2.667	Altura Suelo Nat Seco (m)
E1	4.267	Emp por Suelo Nat Seco (t)
po2	1.6	Presión por Suelo Sumergido (t/m2)
H2	0	Altura del Suelo Sumergido (m)
E2	0	Empuje por Suelo Sumergido (t)
pagua	0	Presión del Agua (t/m2)
Eagua	0	Empuje del Agua (t)
EHtot.	4.267	Empuje Total EH (t)
Bzo.Etot	0.889	Brazo del Empuje Total Z_EH (m)
M EH	3.793	Momento por Empuje Total EH (t-m)

SOBRECARGA VIVA (AASHTO 2014 y CCP14 Art. 3.11.6.4)

Carga Vertical

	Valor	Simbología
pv	0.58	Presion Vert por sobrecarga (t/m2)
d	0	Dist del muro a borde tráfico (m)
heq	0.967	Altura equiv de sobrecarga (m)
ls	1.6	Ancho accion sobrecarga viva (m)
PLs	1.856	Peso por sobrec. viva:Vertical (t)
yLs	1.7	Ubicación sobrecarga viva (m)
eLs	-0.45	Excentricidad Sobrecarga Viva (m)
MLsv	-0.835	Mom por LS vert en el ycg zap (t-m)
MLso	3.155	Momento por LS vertical (o) (t-m)

Presión Lateral (Horizontal) Ec 3.11.6.4-1

	Valor	Simbología
p1	0.58	Presion horiz por sobrec viva (t/m2)
eLs	3.093	Empuje de Tierras por sobrec viva (t)
ZLs	1.333	Ubicación de Emuje desde x-x (m)
MLsh	4.124	Momento por LS horiz en ycg zap(t-m)
MLs	3.289	Mom Total por LS en ycg zap (t-m)

Diseño de la Aleta Superficial del Box

Muro: Rep. 7

Sismo

CÁLCULO SÍSMICO . AASHTO y CCP14 Art 3.10

Carga Cálculo Aceler por Masa Muro Art. 11.6.5.2.2

Polig	Peso(t)	Brazo z (m)	Mom M (P*z) (t-m)
p1	4.2	0.175	0.735
p2	0	1.122	0
p3	3.336	1.508	5.032
p4	0	1.122	0
Σ	7.536		5.767

Carga Cálculo Aceler por Masa Relleno Art. 11.6.5.2.2

Polig	Peso(t)	Brazo z (m)	Mom M (P*z) (t-m)
p5	13.344	1.508	20.127
p6	0	0	0
Σ	13.344		20.127

Cálculo Empuje y Momento Sísmico. Mononobe Okabe

	Valor	Descripción
kho	0.315	x Fpga
kh	0.158	Coef de Aceleración Horizontal
kv	0	Coef de Aceleración Vertical
θ	8.951°	ArcTg(kh)
i	0°	Ang Inclinación Talud Relleno
ϕ	30°	Ang Fricción Interna Suelo Relleno
δ	0°	Ang de Rozamiento Terreno Muro
β	90°	Ang entre Vertical y Paramento Muro
KAE	0.439	Coef Sísmico de Presión Activa Suelo
PAE	8.088 t	Emp Dinámico Horiz Activo (inc.PEstát)
ΔPAE	3.82 t	Empuje Pseudo Estático
MEAE	4.89 t-m	Momento por Emp Dinám Horiz Activo

Ecuación Empuje Activo Sísmico Mononobe Okabe

$$K_{AE} = \frac{sin^2(\emptyset + \beta - \theta)}{\psi \cos\theta sin^2\beta \sin(\beta - \delta - \theta)}$$

$$\theta = \arctan(k_h/(1-k_v))$$

$$\beta = Ang\ entre\ vert\ y\ param.muro$$

$$i = Talud\ del\ Relleno$$

$$\psi = \{1 + \sqrt{\frac{\sin(\emptyset+\delta)\sin(\emptyset-\theta-i)}{\sin(\beta-\delta-\theta)\cos(i+\beta)}}\}^2$$

Global

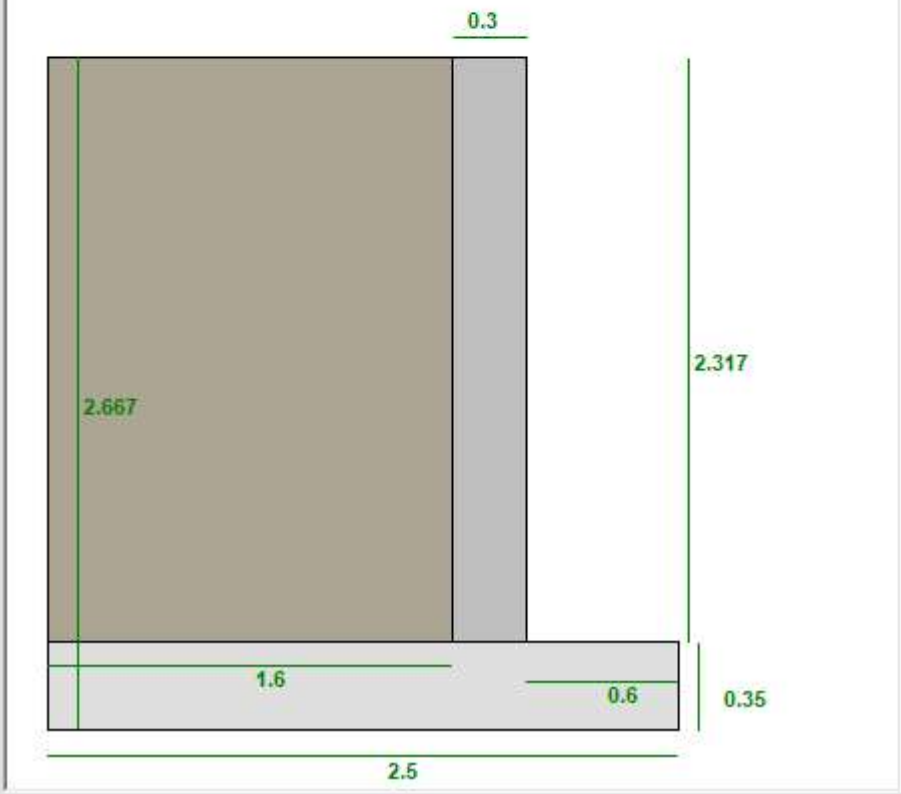
Carga Total de Sismo: PIR y Hbu

	Valor	Simbología
Ww	7.536	Peso del Cuerpo del Muro (t)
Ws	13.344	Peso del Suelo del Relleno (t)
Kh	0.158	Coef Acelerac Sísmica Horiz
PIR	3.289	Fza Inercial Horiz: kh(Ww+Ws) (t)
EH	4.267	Empuje Estático de Suelos (t)
DeltaPAE	3.82	Difer. Emononobe - EH (t)
Pseis_1	5.464	100%DeltaPAE + 50%PIR (t)
Pseis_2	5.422	50%(DeltaPAE(>=EH)) + 100%PIR
Pseis_dom	**5.464**	Carga Psísmica dominante (t)
Brazo Y	1.28	Brazo de Aplic: 0.4Htot_Muro (m)
Mseis	**6.994**	Mom por Carga Psísmica (t-m)
Sumat Fsism	**5.464**	Suma Total de Fsismo (t)
Sumat Msism	**6.994**	Suma Total de Msismo (t-m)

Estados Límite

EstLím	SERVICIO I		RESISTENCIA I		EV EXTREMO I	
Combin.	γMAχ	γMIN	γMAχ	γMIN	γMAχ	γMIN
DC	1.00	1.00	1.25	0.90	1.25	0.90
DW	1.00	1.00	1.50	0.65	1.50	0.65
LL	1.00	1.00	1.75	1.75	0.00	0.00
BR	1.00	1.00	1.75	1.75	0.00	0.00
EH	1.00	1.00	1.50	0.90	1.50	0.90
EV	1.00	1.00	1.35	1.00	1.35	1.00
LS	1.00	1.00	1.75	1.75	0.00	0.00
TU	1.00	1.20	0.50	1.20	0.50	1.20
SH	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
WA	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
WS	0.30	0.00	0.00	0.00	1.40	0.00
WL	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
EQ	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

	Denominacion Cargas
	DESCRIPCIÓN
DC	P.P. Comp.Estr y Accesor.
DW	P.P. Rodadura e Instalac.
LL	Carga Viva Vehicular
BR	Fuerza Frenado Vehicular
EH	Empuje Horizont del Suelo
EV	Presión Vert Suelo Relleno
LS	Sobrecarga por C_Viva
TU	Fuerza por Temp Uniforme
SH	Fuerzas por Retracción
WA	Pres Agua y Corriente
WS	Viento sobre Estructura
WL	Viento sobre C Viva
EQ	Carga Sísmica



Estados Límite

Estado Límite de SERVICIO I

Servicio I	P (t)	H (t)	M (t-m)	Pu Máx (t)	Hu Máx (t)	Mu máx (t-m)	Pu Mín (t)	Hu Mín (t)	Mu mín (t-m)
DC	7.536		1.668	7.536		1.668	7.536		1.668
EH		4.267	3.793		4.267	3.793		4.267	3.793
EV	13.344		-6.005	13.344		-6.005	13.344		-6.005
LS	1.856	3.093	4.124	1.856	3.093	4.124	1.856	3.093	4.124
EQ									
Σ				22.736	7.36	3.58	22.736	7.36	3.58

Estado Límite de RESISTENCIA I

Resisten I	P (t)	H (t)	M (t-m)	Pu Máx (t)	Hu Máx (t)	Mu máx (t-m)	Pu Mín (t)	Hu Mín (t)	Mu mín (t-m)
DC	7.536		1.668	9.42		2.085	6.782		1.501
EH		4.267	3.793		6.401	5.689		3.84	3.413
EV	13.344		-6.005	18.014		-8.106	13.344		-6.005
LS	1.856	3.093	4.124	3.248	5.413	7.218	3.248	5.413	7.218
EQ									
Σ				30.682	11.814	6.885	23.374	9.254	6.128

Estado Límite de EVENTO EXTREMO I

Ev.Extrem I	P (t)	H (t)	M (t-m)	Pu Máx (t)	Hu Máx (t)	Mu máx (t-m)	Pu Mín (t)	Hu Mín (t)	Mu mín (t-m)
DC	7.536		1.668	9.42		2.085	6.782		1.501
EH		4.267	3.793		6.401	5.689		3.84	3.413
EV	13.344		-6.005	18.014		-8.106	13.344		-6.005
LS	1.856	3.093	4.124	0.928	1.547	2.062	0.928	1.547	2.062
EQ		5.464	6.994		5.464	6.994		5.464	6.994
Σ				28.362	13.411	8.724	21.054	10.851	7.966

ANÁLISIS DE ESTABILIDAD Y ESFUERZOS EN EL SUELO

Muro SP: R. 1

Estado Límite Servicio I

CHEQUEO CAPACIDAD RESISTENTE DEL SUELO

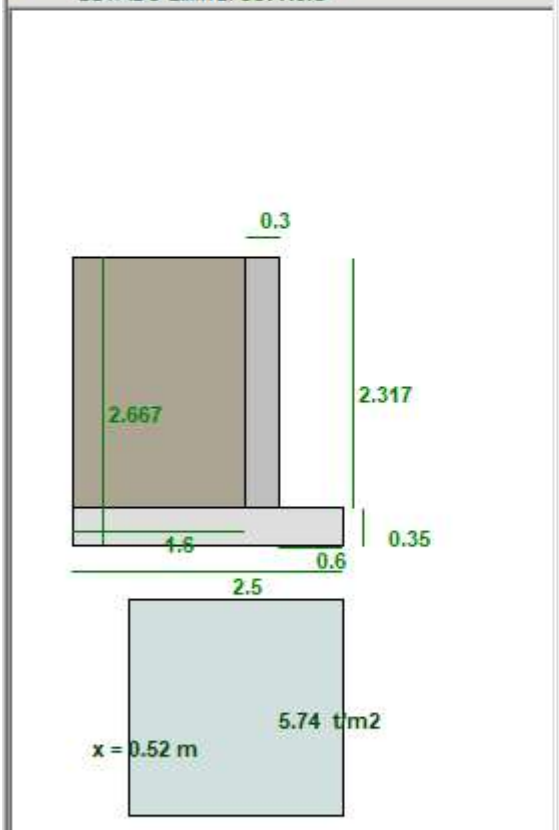
Solicitaciones Estado Límite : **Servicio**

Resistencia Suelo 120.9 t/m2 | Caso: MÁXIMO

	Valor	Simbología
ΣP	22.74	Sumatoria Fuerzas Verticales (t)
B	2.5	Ancho de la Zapata (m)
L	2	Longitud de la Zapata (m)
d	0.99	(MomEstab - MomVolc) /SumatP (m)
e calc	0.26	Excentricidad de la Carga (m)
Suelo		
σv	5.74	Esfzo Vertical en Suelo (t/m2)
Roca		
σv1	-	Esfzo Vert Máx en Roca (t/m2)
σv2	-	Esfzo Vert Mín en Roca (t/m2)

ESFUERZOS MÁXIMOS Y MÍNIMOS EN EL SUELO (t/m2)

ESTADO LÍMITE: **Servicio**



CHEQUEO VOLCAMIENTO

E. LÍMITE:Servicio

$e_{máx}$=: B/3 (Est Lím Resistencia) | Caso: MÁXIMO

$\gamma_{EQ} = 1$ $e_{máx}$= (8B/10)/2 $\gamma_{EQ} = 0$ $e_{máx}$= (2B/3)/2. Ev Extr

	Valor	Simbología
DCmuro	7.75	Mom(o) DCmuro(t-m)
EV	22.68	Mom(o) por Peso Relleno EV (t-m)
LS	0	Mom(o) por Sobrec LS vert (t-m)
SumaMestab	30.44	Sumator. Mom Estabilizantes (t-m)
EH	3.79	Mom(o) por Emp Tierras EH (t-m)
LS	4.12	Mom(o) por Sobrec LS horiz (t-m)
Pseis	0	Mom(o) por FzaSísmic Pseis (t-m)
SumaMvolc	7.92	Sumatoria Mom Volcamiento (t-m)
Ry	22.74	Sumatoria Fuerzas Verticales (t)
d	0.99	(MomEstab - MomVolc) / Ry (m)
e calculada	0.26	LongitudZap / 2 - d (m)
e máx	0.83	Excentric. Máx según Norma (m)
Diagnóstico	OK VOLC	Chequeo e(calc) vs e(máx)

CHEQUEO DESLIZAM

E. LÍMITE: **Servicio**

	Valor	Simbología
i	0	Ang Inclinación Relleno Delant (°)
β	90	Ang Pared Del. (ZarpDel) con Horizont (°)
δ	0	Ang Fricción Relleno-Estrib S pasivo (°)
ϕ	30	Ang Efectivo Fricc Int S Pasivo (°)
Kp	3	Coeficiente de Presión Lateral Pasiva
hp1	0.35	Altura Básica Pres. Pasiva (Hzarp del) (m)
qp1	1.89	Esfuerzo de Pres. Pasiva Básica (t/m2)
Rep	0.662	Resistencia Nominal Básica Pasiva (t)
Rn_fricc	13.1	Resist. Nominal por Fricc suelo-cim (t)
Rn_Total	13.762	Resistencia Nominal Total (sin llave) (t)
Humáx	7.36	Fza Horiz Máx que produce Deslizam (t)
Hu/Rntot	0.535	Cumple Deslizamiento SIN usar LLave



d = (MomEstab - MomVolc) /SumatP e = B / 2 - d

11.6.3.2-2 (3) tercio medio

Suelo NO ROCOSO

$$\sigma_v = \left(\frac{\Sigma P}{B - 2e}\right)/L$$

11.6.3.2-1

Suelo ROCOSO

$$\sigma_v = \left(\frac{\Sigma P}{B}\left(1 \pm \frac{6e}{B}\right)\right)/L$$

Suelo ROCOSO R fuera tercio medio

$$\sigma_{v\,máx} = \frac{2\Sigma P}{3B\left(\frac{B}{2} - e\right)}$$

$\sigma_{v\,mín} = 0$

11.6.3.2-4 (5)

REVISIÓN GLOBAL DE ESFUERZOS EN SUELO Y ESTABILIDAD

ENVOLVENTE

CHEQUEO	Evaluación	Observación
Esfzos Suelo	EMáx<Qa EMín>0	Esfuerzos OK
Deslizamiento	NO Req Llave	-
Volcamiento	OK	-

Muro SP: R. 2

Estado Límite Resistencia I

CHEQUEO CAPACIDAD RESISTENTE DEL SUELO

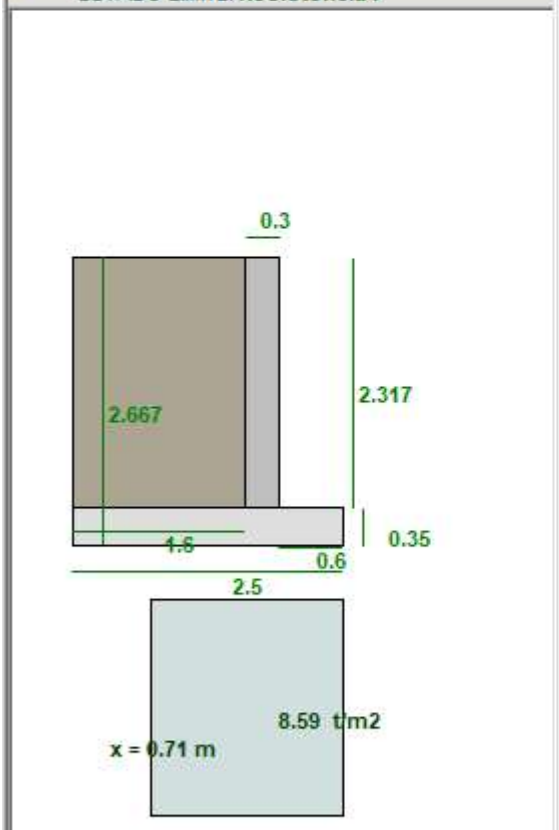
Solicitaciones Estado Límite : **Resistencia I**

Resistencia Suelo 54.4 t/m2 | Caso: MÁXIMO

	Valor	Simbología
ΣP	30.68	Sumatoria Fuerzas Verticales (t)
B	2.5	Ancho de la Zapata (m)
L	2	Longitud de la Zapata (m)
d	0.89	(MomEstab - MomVolc) /SumatP (m)
e calc	0.36	Excentricidad de la Carga (m)
Suelo		
σv	8.59	Esfzo Vertical en Suelo (t/m2)
Roca		
σv1	-	Esfzo Vert Máx en Roca (t/m2)
σv2	-	Esfzo Vert Mín en Roca (t/m2)

ESFUERZOS MÁXIMOS Y MÍNIMOS EN EL SUELO (t/m2)

ESTADO LÍMITE: **Resistencia I**



CHEQUEO VOLCAMIENTO

E. LÍMITE:Resistencia I

$e_{máx}$=: B/3 (Est Lím Resistencia) Caso: MÁXIMO

$\gamma_{EQ} = 1$ $e_{máx}$= (8B/10)/2 $\gamma_{EQ} = 0$ $e_{máx}$= (2B/3)/2. Ev Extr

	Valor	Simbología
DCmuro	9.69	Mom(o) DCmuro(t-m)
EV	30.62	Mom(o) por Peso Relleno EV (t-m)
LS	0	Mom(o) por Sobrec LS vert (t-m)
SumaMestab	40.31	Sumator. Mom Estabilizantes (t-m)
EH	5.69	Mom(o) por Emp Tierras EH (t-m)
LS	7.22	Mom(o) por Sobrec LS horiz (t-m)
Pseis	0	Mom(o) por FzaSísmic Pseis (t-m)
SumaMvolc	12.91	Sumatoria Mom Volcamiento (t-m)
Ry	30.68	Sumatoria Fuerzas Verticales (t)
d	0.89	(MomEstab - MomVolc) / Ry (m)
e calculada	0.36	LongitudZap / 2 - d (m)
e máx	0.83	Excentric. Máx según Norma (m)
Diagnóstico	OK VOLC	Chequeo e(calc) vs e(máx)

CHEQUEO DESLIZAM

E. LÍMITE: **Resistencia I**

	Valor	Simbología
i	0	Ang Inclinación Relleno Delant (°)
β	90	Ang Pared Del. (ZarpDel) con Horizont (°)
δ	0	Ang Fricción Relleno-Estrib S pasivo (°)
ϕ	30	Ang Efectivo Fricc Int S Pasivo (°)
Kp	3	Coeficiente de Presión Lateral Pasiva
hp1	0.35	Altura Básica Pres. Pasiva (Hzarp del) (m)
qp1	1.89	Esfuerzo de Pres. Pasiva Básica (t/m2)
Rep	0.662	Resistencia Nominal Básica Pasiva (t)
Rn_fricc	13.1	Resist. Nominal por Fricc suelo-cim (t)
Rn_Total	13.762	Resistencia Nominal Total (sin llave) (t)
Humáx	11.814	Fza Horiz Máx que produce Deslizam (t)
Hu/Rntot	0.858	Cumple Deslizamiento SIN usar LLave



d = (MomEstab - MomVolc) /SumatP e = B / 2 - d

11.6.3.2-2 (3) tercio medio

Suelo NO ROCOSO

$$\sigma_v = \left(\frac{\Sigma P}{B - 2e}\right)/L$$

11.6.3.2-1

Suelo ROCOSO

$$\sigma_v = \left(\frac{\Sigma P}{B}\left(1 \pm \frac{6e}{B}\right)\right)/L$$

Suelo ROCOSO R fuera tercio medio

$$\sigma_{v\,máx} = \frac{2\Sigma P}{3B\left(\frac{B}{2} - e\right)}$$

$\sigma_{v\,mín} = 0$

11.6.3.2-4 (5)

REVISIÓN GLOBAL DE ESFUERZOS EN SUELO Y ESTABILIDAD

ENVOLVENTE

CHEQUEO	Evaluación	Observación
Esfzos Suelo	EMáx<Qa EMín>0	Esfuerzos OK
Deslizamiento	NO Req Llave	-
Volcamiento	OK	-

ANÁLISIS DE ESTABILIDAD Y ESFUERZOS EN EL SUELO

Muro SP: R. 3

Estado Límite Evento Extremo I

CHEQUEO CAPACIDAD RESISTENTE DEL SUELO

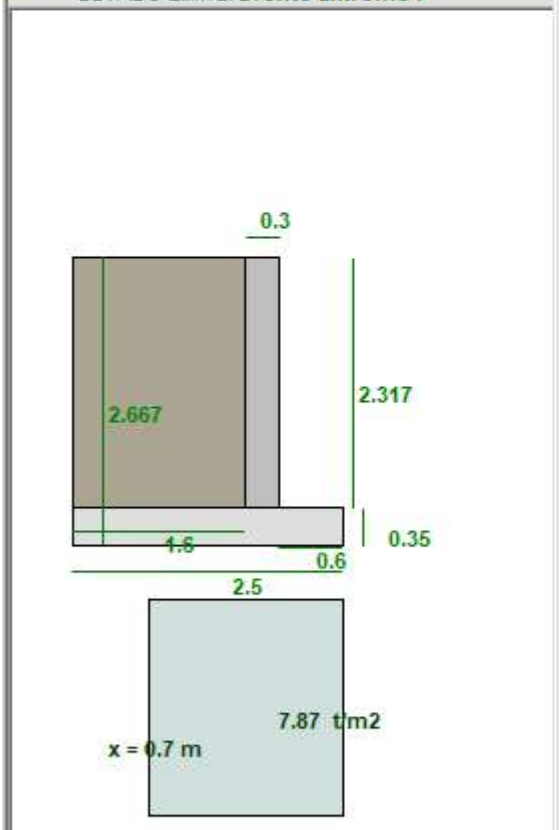
Solicitaciones Estado Límite : **Evento Extremo I**

Resistencia Suelo 120.9 t/m2 | Caso: MÁXIMO

	Valor	Simbología
ΣP	28.36	Sumatoria Fuerzas Verticales (t)
B	2.5	Ancho de la Zapata (m)
L	2	Longitud de la Zapata (m)
d	0.9	(MomEstab - MomVolc) /SumatP (m)
e calc	0.35	Excentricidad de la Carga (m)
Suelo		
σv	7.87	Esfzo Vertical en Suelo (t/m2)
Roca		
σv1	-	Esfzo Vert Máx en Roca (t/m2)
σv2	-	Esfzo Vert Mín en Roca (t/m2)

ESFUERZOS MÁXIMOS Y MÍNIMOS EN EL SUELO (t/m2)

ESTADO LÍMITE: **Evento Extremo I**



CHEQUEO VOLCAMIENTO

E. LÍMITE:Evento Extremo I

$e_{máx}$=: B/3 (Est Lím Resistencia) | Caso: MÁXIMO

$\gamma_{EQ} = 1$ $e_{máx}$= (8B/10)/2 $\gamma_{EQ} = 0$ $e_{máx}$= (2B/3)/2. Ev Extr

	Valor	Simbología
DCmuro	9.69	Mom(o) DCmuro(t-m)
EV	30.62	Mom(o) por Peso Relleno EV (t-m)
LS	0	Mom(o) por Sobrec LS vert (t-m)
SumaMestab	40.31	Sumator. Mom Estabilizantes (t-m)
EH	5.69	Mom(o) por Emp Tierras EH (t-m)
LS	2.06	Mom(o) por Sobrec LS horiz (t-m)
Pseis	6.99	Mom(o) por FzaSísmic Pseis (t-m)
SumaMvolc	14.75	Sumatoria Mom Volcamiento (t-m)
Ry	28.36	Sumatoria Fuerzas Verticales (t)
d	0.9	(MomEstab - MomVolc) / Ry (m)
e calculada	0.35	LongitudZap / 2 - d (m)
e máx	0.92	Excentric. Máx según Norma (m)
Diagnóstico	OK VOLC	Chequeo e(calc) vs e(máx)

CHEQUEO DESLIZAM

E. LÍMITE: **Evento Extremo I**

	Valor	Simbología
i	0	Ang Inclinación Relleno Delant (°)
β	90	Ang Pared Del. (ZarpDel) con Horizont (°)
δ	0	Ang Fricción Relleno-Estrib S pasivo (°)
ϕ	30	Ang Efectivo Fricc Int S Pasivo (°)
Kp	3	Coeficiente de Presión Lateral Pasiva
hp1	0.35	Altura Básica Pres. Pasiva (Hzarp del) (m)
qp1	1.89	Esfuerzo de Pres. Pasiva Básica (t/m2)
Rep	0.662	Resistencia Nominal Básica Pasiva (t)
Rn_fricc	13.1	Resist. Nominal por Fricc suelo-cim (t)
Rn_Total	13.762	Resistencia Nominal Total (sin llave) (t)
Humáx	13.411	Fza Horiz Máx que produce Deslizam (t)
Hu/Rntot	0.975	Cumple Deslizamiento SIN usar LLave



d = (MomEstab - MomVolc) /SumatP e = B / 2 - d

11.6.3.2-2 (3) tercio medio

Suelo NO ROCOSO

$$\sigma_v = \left(\frac{\Sigma P}{B - 2e}\right)/L$$

11.6.3.2-1

Suelo ROCOSO

$$\sigma_v = \left(\frac{\Sigma P}{B}\left(1 \pm \frac{6e}{B}\right)\right)/L$$

Suelo ROCOSO R fuera tercio medio

$$\sigma_{v\,máx} = \frac{2\Sigma P}{3B\left(\frac{B}{2} - e\right)}$$

$\sigma_{v\,mín} = 0$

11.6.3.2-4 (5)

REVISIÓN GLOBAL DE ESFUERZOS EN SUELO Y ESTABILIDAD

ENVOLVENTE

CHEQUEO	Evaluación	Observación
Esfzos Suelo	EMáx<Qa EMín>0	Esfuerzos OK
Deslizamiento	NO Req Llave	-
Volcamiento	OK	-

Diseño para Est Límite: Servicio I

DISEÑO DE LA ZARPA TRASERA O TALÓN

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Servicio

Solicitaciones | Diseño a Flexión | Diseño a Cortante

	Valor	Descripción
Pzartras	-12.41 t	Carga Total por Reacc Sue Zarp Tras
Wzarptras	2.69 t	Carga Total por P.P. Zarpa Trasera
Wrelleno	13.34 t	Carga Total por Peso del Relleno
Sobrec.Ver	1.86 t	Carga por Comp. Vert Sobrecarga
Vu	5.48 t	Sumat Cargas Vert: Vu de Diseño
MuxReacc Sue	0 t-m	Momento por Reacc Suelo
Mu x PPzarp	2.15 t-m	Momento por P.P. Zarpa Trasera
Mu x Wrell	10.68 t-m	Momento por Peso del Relleno
Mu x Sobrec	2.97 t-m	Momento por CompV Sobrecarga
Sumat Mu	15.8 t-m	Sumat de Momentos. Mu diseño

Solicit para la Long Total del Muro



DISEÑO DEL VÁSTAGO O PANTALLA

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Servicio

Solicitaciones | Diseño a Flexión | Diseño a Cortante

	Valor	Descripción
E de Tierras EH	3.22 t	Emp Estático de Tierras
E sísmico E Pseis	0 t	Empuje Sísmico Pseis
E Sobrecarga LS	3.31 t	Emp por Sobrecarga Viva
Sumat Empujes	6.53 t	Sumat de Empujes = Vu diseño
Mom x E.Tierra EH	2.49 t-m	Mom x Emp de Tierras
Mom por Pseis	0 t-m	Mom por Fza Sísmica Pseis
Mom por LS	4.71 t-m	Mom x SobrecViva LS
Sumat Momentos	7.2 t-m	Sumat de Momentos = Mu diseño

Solicit para la Long Total del Muro



DISEÑO DE LA ZARPA DELANTERA O DEDO

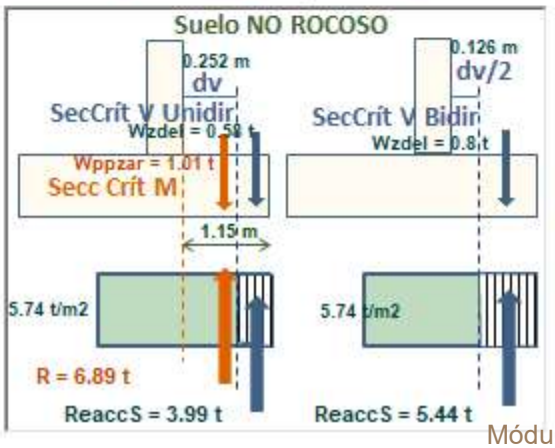
SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Servicio

Solicitaciones | Diseño a Flexión | Diseño a Cortante

	Valor	Descripción
Pzardel	6.89 t	Carga Total Reacc Suelo Zarp Del
Wzardel	1.01 t	Carga Total por P.P. Zarpa Delant
Vu	3.41 t	Sumat Cargas:Cortante Ult Diseño
Mu x ReaccSue	2.07 t-m	Momento por Reacc Suelo
Mu x Wzarp	-0.3 t-m	Momento por P.P. Zarpa
Sumat Mu	1.76 t-m	Sumatoria Momentos. Mu diseño

Cargas para la Longitud Total del Estribo

Solicitaciones Básicas en la Zarpa Delantera



Diseño para Est Límite: Servicio I

DISEÑO DE LA ZARPA TRASERA O TALÓN

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Servicio

Solicitaciones | **Diseño a Flexión** | Diseño a Cortante

	Valor	Simbología
Mu	15.795 t-m	Momento mayorado en la secc
K	108.335 t/m2	Mu/bd^2
m	17.647	fy/0.85f'c
Ro Calc	0.0029	Cuantía Acero de Diseño
As calc	15.889 cm2	Area Refuerzo Calculado Total
Ic	0.007 m4	Mom de Inercia de Sección Bruta
fr	33.132 kg/cm2	Módulo de Ruptura : 1.98(f'c)^1/2
Mcr	13.529 t-m	Mom Agrietamiento
Asmin(Mcr)	13.556 cm2	Acero para Mom_Agrietam.
1.33Ascal	21.132 cm2	Acero Calculado x 1.33
Acero Domina	15.889 cm2	As(calc) > As Mín (Mcr)
Arm Ppal Sug.	1 # 4 @ 0.15	Armad Ppal Real Propuesta
As real Coloc	16.89 cm2	Area de Acero Real Colocado
c	1.75 cm	Alt blq compr: AsFy/.85f'cBetab
εt	0.0398	0.003(dt-c)/c
Chequeo	et > 0.005	Phi OK
As RetracTemp	4.66 cm2/cara	2.33<=0.75bh /(2(b+h)Fy)<=12.7
Arm Retr Sug.	1 # 3 @ 0.25	Armad Retracc Propuesta

Diseño para la Longitud Total del Muro

DISEÑO DEL VÁSTAGO O PANTALLA

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Servicio

Solicitaciones | **Diseño a Flexión** | Diseño a Cortante

	Valor	Simbología
Mu	7.198 t-m	Momento mayorado en la secc
K	74.357 t/m2	Mu/bd^2
m	17.647	fy/0.85f'c
Ro Calc	0.002	Cuantía Acero de Diseño
As calc	8.811 cm2	Area Refuerzo Calculado Total
Ic	0.004 m4	Mom de Inercia de Sección Bruta
fr	33.132 kg/cm2	Módulo de Ruptura : 1.98(f'c)^1/2
Mcr	9.94 t-m	Mom Agrietamiento
Asmin(Mcr)	12.253 cm2	Acero para Mom_Agrietam.
1.33Ascal	11.719 cm2	Acero Calculado x 1.33
Acero Domina	11.719 cm2	Ascalc<AsMín(Mcr). Prima 1.33As
Arm Ppal Sug.	1 # 4 @ 0.2	Armad Ppal Real Propuesta
As real Coloc	12.668 cm2	Area de Acero Real Colocado
c	1.31 cm	Alt blq compr: AsFy/.85f'cBetab
εt	0.0426	0.003(dt-c)/c
Chequeo	et > 0.005	Phi OK
As RetracTemp	4.66 cm2/cara	2.33<=0.75bh /(2(b+h)Fy)<=12.7
Arm Retr Sug.	1 # 3 @ 0.25	Armad Retracc Propuesta

Diseño para la Longitud Total del Muro

DISEÑO DE LA ZARPA DELANTERA O DEDO

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Servicio

Solicitaciones | **Diseño a Flexión** | Diseño a Cortante

	Valor	Simbología
Mu	1.763 t-m	Momento mayorado en la secc
K	12.095 t/m2	Mu/bd^2
m	17.647	fy/0.85f'c
Ro Calc	0.0003	Cuantía Acero de Diseño
As calc	1.733 cm2	Area Refuerzo Calculado Total
Ic	0.007 m4	Mom de Inercia de Sección Bruta
fr	33.132 kg/cm2	Módulo de Ruptura : 1.98(f'c)^1/2
Mcr	13.529 t-m	Mom Agrietamiento
Asmin(Mcr)	13.556 cm2	Acero para Mom_Agrietam.
1.33Ascal	2.305 cm2	Acero Calculado x 1.33
Acero Domina	2.305 cm2	Ascalc<AsMín(Mcr). Prima 1.33As
Arm Ppal Sug.	1 # 4 @ 0.2	Armad Ppal Real Propuesta
As real Coloc	12.668 cm2	Area de Acero Real Colocado
c	1.31 cm	Alt blq compr: AsFy/.85f'cBetab
εt	0.054	0.003(dt-c)/c
Chequeo	et > 0.005	Phi OK
As RetracTemp	4.66 cm2/cara	2.33<=0.75bh /(2(b+h)Fy)<=12.7
Arm Retr Sug.	1 # 3 @ 0.25	Armad Retracc Propuesta

Diseño para la Longitud Total del Muro

Diseño para Est Límite: Servicio I

DISEÑO DE LA ZARPA TRASERA O TALÓN

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Servicio

Solicitaciones | Diseño a Flexión | **Diseño a Cortante**

	Valor	Simbología
dv1 0.9de	0.24 m	Profund efec de Cortante (a) Art 5.8.2.9
dv2 0.72h	0.25 m	Profund efec de Cortante (b) Art 5.8.2.9
dv dom	0.25 m	Prof efec de Cortante dominante
Phi	0.85	Fact de Res a Cort Art 5.5.4.2
Beta	2	Fact.Cap Concr Agr Diag Tracc y Cort
Vc	44.27 t	Vc=0.083Betaf'c^(1/2)bvdv Art 5.8.3.3-3
Vs	0	Vs =0 No Flejes
Vn	44.27 t	Vn = Vc Art 5.8.3.3-1
Vr	39.84 t	Vr = phi x Vn
Vu	5.48 t	Cortante Ult de Diseño
Chequeo	OK	Cortante OK

Diseño para la Longitud Total del Muro

DISEÑO DEL VÁSTAGO O PANTALLA

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Servicio

Solicitaciones | Diseño a Flexión | **Diseño a Cortante**

	Valor	Simbología
dv1 0.9de	0.2 m	Profund efec de Cortante (a) Art 5.8.2.9
dv2 0.72h	0.22 m	Profund efec de Cortante (b) Art 5.8.2.9
dv dom	0.22 m	Prof efec de Cortante dominante
Phi	0.85	Fact de Res a Cort Art 5.5.4.2
Beta	2	Fact.Cap Concr Agr Diag Tracc y Cort
Vc	37.95 t	Vc=0.083Betaf'c^(1/2)bvdv Art 5.8.3.3-3
Vs	0	Vs =0 No Flejes
Vn	37.95 t	Vn = Vc Art 5.8.3.3-1
Vr	39.84 t	Cortante Resist Vr = phi x Vn
Vu	6.53 t	Cortante Ult de Diseño
Chequeo	OK	Cortante OK

Diseño para la Longitud Total del Muro

DISEÑO DE LA ZARPA DELANTERA O DEDO

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Servicio

Solicitaciones | Diseño a Flexión | **Diseño a Cortante**

	Valor	Simbología
dv1 0.9de	0.24 m	Profund efec de Cortante (a) Art 5.8.2.9
dv2 0.72h	0.25 m	Profund efec de Cortante (b) Art 5.8.2.9
dv dom	0.25 m	Prof efec de Cortante dominante
Phi	0.9	Fact ResisCort Art 5.5.4.2 Concr Normal
Vs	0	Vs = 0 -->> No Flejes
		ACCIÓN EN UNA DIRECCIÓN
Beta	2	Fact.Cap Concr Agr Diag Tracc y Cort
Vc	44.27 t	Vc=0.083Betaf'c^(1/2)bvdv Art 5.8.3.3-3
Vn	44.27 t	Vn = Vc Art 5.8.3.3-1
Vr	39.84 t	Cortante Resist Vr = phi x Vn
Vu	3.41 t	Cortante Ult Diseño.SeccCrít: a dv cara
Chq1direcc	Vr>Vu:OK	Cort Una Direcc OK
		ACCIÓN EN DOS DIRECCIONES
Beta_c	7.937	Rel lado largo/corto rectáng aplic.carga
bo	4.5 m	bo = Perímetro de la Sección Crítica
Vc	127.07 t	(.17+.33/Betac)Sq(fc)bodv<.33Sq(fc)bodv
Vr	114.37 t	Cortante Resist Vr = phi x Vn Vn = Vc
Vu	4.64 t	Cortante Ult Dis. Secc Crít: dv/2 de cara
Ch.2Direcc	Vr>Vu:OK	Cort Dos Direcc OK
Ch.GLOBAL	Vr>Vu:OK	Cortante Global OK

Diseño para la Longitud Total del Muro

Diseño para Est Límite: Resistencia I

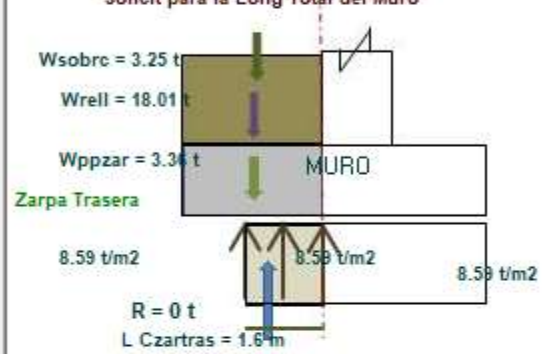
DISEÑO DE LA ZARPA TRASERA O TALÓN

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Resistencia I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | Diseño a Cortante

	Valor	Descripción
Pzartras	0 t	Carga Total por Reacc Sue Zarp Tras
Wzarptras	3.36 t	Carga Total por P.P. Zarpa Trasera
Wrelleno	18.01 t	Carga Total por Peso del Relleno
Sobrec.Ver	3.25 t	Carga por Comp. Vert Sobrecarga
Vu	24.62 t	Sumat Cargas Vert: Vu de Diseño
MuxReacc Sue	0 t-m	Momento por Reacc Suelo
Mu x PPzarp	2.69 t-m	Momento por P.P. Zarpa Trasera
Mu x Wrell	14.41 t-m	Momento por Peso del Relleno
Mu x Sobrec	5.2 t-m	Momento por CompV Sobrecarga
Sumat Mu	22.3 t-m	Sumat de Momentos. Mu diseño

Solicit para la Long Total del Muro



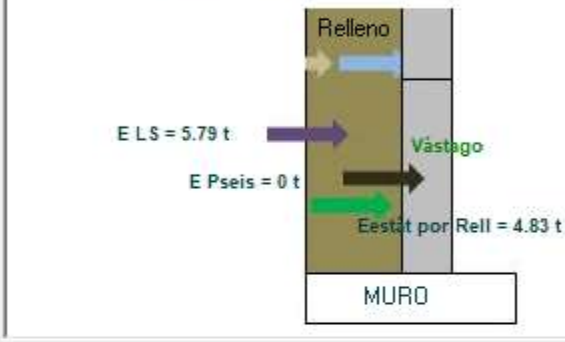
DISEÑO DEL VÁSTAGO O PANTALLA

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Resistencia I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | Diseño a Cortante

	Valor	Descripción
E de Tierras EH	4.83 t	Emp Estático de Tierras
E sísmico E Pseis	0 t	Empuje Sísmico Pseis
E Sobrecarga LS	5.79 t	Emp por Sobrecarga Viva
Sumat Empujes	10.62 t	Sumat de Empujes = Vu diseño
Mom x E.Tierra EH	3.73 t-m	Mom x Emp de Tierras
Mom por Pseis	0 t-m	Mom por Fza Sísmica Pseis
Mom por LS	8.24 t-m	Mom x SobrecViva LS
Sumat Momentos	11.97 t-m	Sumat de Momentos = Mu diseño

Solicit para la Long Total del Muro



DISEÑO DE LA ZARPA DELANTERA O DEDO

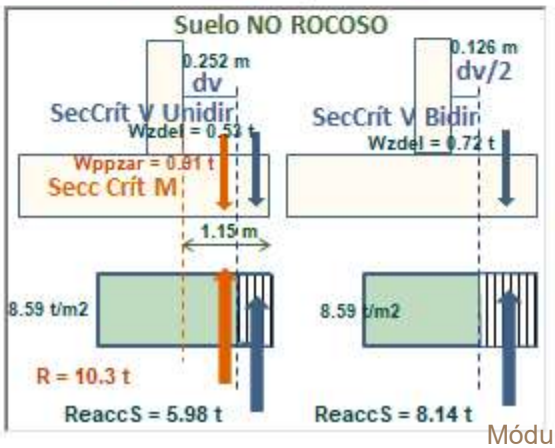
SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Resistencia I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | Diseño a Cortante

	Valor	Descripción
Pzardel	10.3 t	Carga Total Reacc Suelo Zarp Del
Wzardel	0.91 t	Carga Total por P.P. Zarpa Delant
Vu	5.45 t	Sumat Cargas:Cortante Ult Diseño
Mu x ReaccSue	3.09 t-m	Momento por Reacc Suelo
Mu x Wzarp	-0.27 t-m	Momento por P.P. Zarpa
Sumat Mu	2.82 t-m	Sumatoria Momentos. Mu diseño

Cargas para la Longitud Total del Estribo

Solicitaciones Básicas en la Zarpa Delantera



Diseño para Est Límite: Resistencia I

DISEÑO DE LA ZARPA TRASERA O TALÓN

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Resistencia I

Solicitaciones | **Diseño a Flexión** | Diseño a Cortante

	Valor	Simbología
Mu	22.296 t-m	Momento mayorado en la secc
K	152.924 t/m2	Mu/bd^2
m	17.647	fy/0.85f'c
Ro Calc	0.0042	Cuantía Acero de Diseño
As calc	22.687 cm2	Area Refuerzo Calculado Total
Ic	0.007 m4	Mom de Inercia de Sección Bruta
fr	33.132 kg/cm2	Módulo de Ruptura : 1.98(f'c)^1/2
Mcr	13.529 t-m	Mom Agrietamiento
Asmin(Mcr)	13.556 cm2	Acero para Mom_Agrietam.
1.33Ascal	30.174 cm2	Acero Calculado x 1.33
Acero Domina	22.687 cm2	As(calc) > As Mín (Mcr)
Arm Ppal Sug.	1 # 4 @ 0.11	Armad Ppal Real Propuesta
As real Coloc	23.032 cm2	Area de Acero Real Colocado
c	2.39 cm	Alt blq compr: AsFy/.85f'cBetab
εt	0.0284	0.003(dt-c)/c
Chequeo	et > 0.005	Phi OK
As RetracTemp	4.66 cm2/cara	2.33<=0.75bh /(2(b+h)Fy)<=12.7
Arm Retr Sug.	1 # 3 @ 0.25	Armad Retracc Propuesta

Diseño para la Longitud Total del Muro

DISEÑO DEL VÁSTAGO O PANTALLA

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Resistencia I

Solicitaciones | **Diseño a Flexión** | Diseño a Cortante

	Valor	Simbología
Mu	11.974 t-m	Momento mayorado en la secc
K	123.702 t/m2	Mu/bd^2
m	17.647	fy/0.85f'c
Ro Calc	0.0034	Cuantía Acero de Diseño
As calc	14.841 cm2	Area Refuerzo Calculado Total
Ic	0.004 m4	Mom de Inercia de Sección Bruta
fr	33.132 kg/cm2	Módulo de Ruptura : 1.98(f'c)^1/2
Mcr	9.94 t-m	Mom Agrietamiento
Asmin(Mcr)	12.253 cm2	Acero para Mom_Agrietam.
1.33Ascal	19.738 cm2	Acero Calculado x 1.33
Acero Domina	14.841 cm2	As(calc) > As Mín (Mcr)
Arm Ppal Sug.	1 # 4 @ 0.17	Armad Ppal Real Propuesta
As real Coloc	14.903 cm2	Area de Acero Real Colocado
c	1.55 cm	Alt blq compr: AsFy/.85f'cBetab
εt	0.0358	0.003(dt-c)/c
Chequeo	et > 0.005	Phi OK
As RetracTemp	4.66 cm2/cara	2.33<=0.75bh /(2(b+h)Fy)<=12.7
Arm Retr Sug.	1 # 3 @ 0.25	Armad Retracc Propuesta

Diseño para la Longitud Total del Muro

DISEÑO DE LA ZARPA DELANTERA O DEDO

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Resistencia I

Solicitaciones | **Diseño a Flexión** | Diseño a Cortante

	Valor	Simbología
Mu	2.819 t-m	Momento mayorado en la secc
K	19.336 t/m2	Mu/bd^2
m	17.647	fy/0.85f'c
Ro Calc	0.0005	Cuantía Acero de Diseño
As calc	2.775 cm2	Area Refuerzo Calculado Total
Ic	0.007 m4	Mom de Inercia de Sección Bruta
fr	33.132 kg/cm2	Módulo de Ruptura : 1.98(f'c)^1/2
Mcr	13.529 t-m	Mom Agrietamiento
Asmin(Mcr)	13.556 cm2	Acero para Mom_Agrietam.
1.33Ascal	3.691 cm2	Acero Calculado x 1.33
Acero Domina	3.691 cm2	Ascalc<AsMín(Mcr). Prima 1.33As
Arm Ppal Sug.	1 # 4 @ 0.2	Armad Ppal Real Propuesta
As real Coloc	12.668 cm2	Area de Acero Real Colocado
c	1.31 cm	Alt blq compr: AsFy/.85f'cBetab
εt	0.054	0.003(dt-c)/c
Chequeo	et > 0.005	Phi OK
As RetracTemp	4.66 cm2/cara	2.33<=0.75bh /(2(b+h)Fy)<=12.7
Arm Retr Sug.	1 # 3 @ 0.25	Armad Retracc Propuesta

Diseño para la Longitud Total del Muro

Diseño para Est Límite: Resistencia I

DISEÑO DE LA ZARPA TRASERA O TALÓN

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Resistencia I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | **Diseño a Cortante**

	Valor	Simbología
dv1 0.9de	0.24 m	Profund efec de Cortante (a) Art 5.8.2.9
dv2 0.72h	0.25 m	Profund efec de Cortante (b) Art 5.8.2.9
dv dom	0.25 m	Prof efec de Cortante dominante
Phi	0.85	Fact de Res a Cort Art 5.5.4.2
Beta	2	Fact.Cap Concr Agr Diag Tracc y Cort
Vc	44.27 t	Vc=0.083Betaf'c^(1/2)bvdv Art 5.8.3.3-3
Vs	0	Vs =0 No Flejes
Vn	44.27 t	Vn = Vc Art 5.8.3.3-1
Vr	39.84 t	Vr = phi x Vn
Vu	24.62 t	Cortante Ult de Diseño
Chequeo	OK	Cortante OK

Diseño para la Longitud Total del Muro

DISEÑO DEL VÁSTAGO O PANTALLA

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Resistencia I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | **Diseño a Cortante**

	Valor	Simbología
dv1 0.9de	0.2 m	Profund efec de Cortante (a) Art 5.8.2.9
dv2 0.72h	0.22 m	Profund efec de Cortante (b) Art 5.8.2.9
dv dom	0.22 m	Prof efec de Cortante dominante
Phi	0.85	Fact de Res a Cort Art 5.5.4.2
Beta	2	Fact.Cap Concr Agr Diag Tracc y Cort
Vc	37.95 t	Vc=0.083Betaf'c^(1/2)bvdv Art 5.8.3.3-3
Vs	0	Vs =0 No Flejes
Vn	37.95 t	Vn = Vc Art 5.8.3.3-1
Vr	39.84 t	Cortante Resist Vr = phi x Vn
Vu	10.62 t	Cortante Ult de Diseño
Chequeo	OK	Cortante OK

Diseño para la Longitud Total del Muro

DISEÑO DE LA ZARPA DELANTERA O DEDO

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Resistencia I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | **Diseño a Cortante**

	Valor	Simbología
dv1 0.9de	0.24 m	Profund efec de Cortante (a) Art 5.8.2.9
dv2 0.72h	0.25 m	Profund efec de Cortante (b) Art 5.8.2.9
dv dom	0.25 m	Prof efec de Cortante dominante
Phi	0.9	Fact ResisCort Art 5.5.4.2 Concr Normal
Vs	0	Vs = 0 -->> No Flejes
		ACCIÓN EN UNA DIRECCIÓN
Beta	2	Fact.Cap Concr Agr Diag Tracc y Cort
Vc	44.27 t	Vc=0.083Betaf'c^(1/2)bvdv Art 5.8.3.3-3
Vn	44.27 t	Vn = Vc Art 5.8.3.3-1
Vr	39.84 t	Cortante Resist Vr = phi x Vn
Vu	5.45 t	Cortante Ult Diseño.SeccCrít: a dv cara
Chq1direcc	Vr>Vu:OK	Cort Una Direcc OK
		ACCIÓN EN DOS DIRECCIONES
Beta_c	7.937	Rel lado largo/corto rectáng aplic.carga
bo	4.5 m	bo = Perímetro de la Sección Crítica
Vc	127.07 t	(.17+.33/Betac)Sq(fc)bodv<.33Sq(fc)bodv
Vr	114.37 t	Cortante Resist Vr = phi x Vn Vn = Vc
Vu	7.42 t	Cortante Ult Dis. Secc Crít: dv/2 de cara
Ch.2Direcc	Vr>Vu:OK	Cort Dos Direcc OK
Ch.GLOBAL	Vr>Vu:OK	Cortante Global OK

Diseño para la Longitud Total del Muro

Diseño para Est Límite: Evento Extremo I

DISEÑO DE LA ZARPA TRASERA O TALÓN

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Evento Extremo I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | Diseño a Cortante

	Valor	Descripción
Pzartras	0 t	Carga Total por Reacc Sue Zarp Tras
Wzarptras	3.36 t	Carga Total por P.P. Zarpa Trasera
Wrelleno	18.01 t	Carga Total por Peso del Relleno
Sobrec.Ver	0.93 t	Carga por Comp. Vert Sobrecarga
Vu	22.3 t	Sumat Cargas Vert: Vu de Diseño
MuxReacc Sue	0 t-m	Momento por Reacc Suelo
Mu x PPzarp	2.69 t-m	Momento por P.P. Zarpa Trasera
Mu x Wrell	14.41 t-m	Momento por Peso del Relleno
Mu x Sobrec	1.48 t-m	Momento por CompV Sobrecarga
Sumat Mu	18.58 t-m	Sumat de Momentos. Mu diseño

Solicit para la Long Total del Muro



DISEÑO DEL VÁSTAGO O PANTALLA

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Evento Extremo I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | Diseño a Cortante

	Valor	Descripción
E de Tierras EH	4.83 t	Emp Estático de Tierras
E sísmico E Pseis	5.46 t	Empuje Sísmico Pseis
E Sobrecarga LS	1.65 t	Emp por Sobrecarga Viva
Sumat Empujes	11.95 t	Sumat de Empujes = Vu diseño
Mom x E.Tierra EH	3.73 t-m	Mom x Emp de Tierras
Mom por Pseis	6.99 t-m	Mom por Fza Sísmica Pseis
Mom por LS	2.36 t-m	Mom x SobrecViva LS
Sumat Momentos	13.08 t-m	Sumat de Momentos = Mu diseño

Solicit para la Long Total del Muro



DISEÑO DE LA ZARPA DELANTERA O DEDO

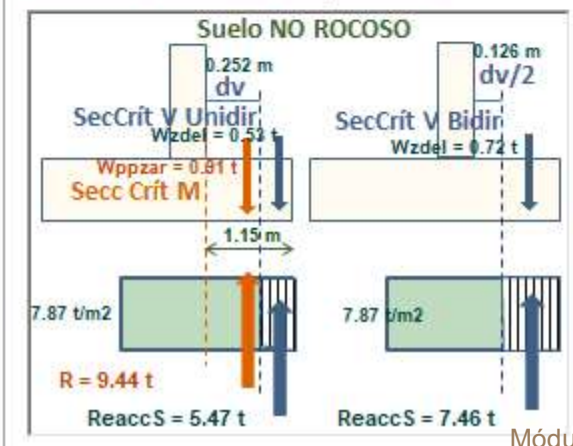
SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Evento Extremo I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | Diseño a Cortante

	Valor	Descripción
Pzardel	9.44 t	Carga Total Reacc Suelo Zarp Del
Wzardel	0.91 t	Carga Total por P.P. Zarpa Delant
Vu	4.95 t	Sumat Cargas:Cortante Ult Diseño
Mu x ReaccSue	2.83 t-m	Momento por Reacc Suelo
Mu x Wzarp	-0.27 t-m	Momento por P.P. Zarpa
Sumat Mu	2.56 t-m	Sumatoria Momentos. Mu diseño

Cargas para la Longitud Total del Estribo

Solicitaciones Básicas en la Zarpa Delantera



Diseño para Est Límite: Evento Extremo I

DISEÑO DE LA ZARPA TRASERA O TALÓN

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Evento Extremo I

Solicitaciones | **Diseño a Flexión** | Diseño a Cortante

	Valor	Simbología
Mu	18.584 t-m	Momento mayorado en la secc
K	127.464 t/m2	Mu/bd^2
m	17.647	fy/0.85f'c
Ro Calc	0.0035	Cuantía Acero de Diseño
As calc	18.786 cm2	Area Refuerzo Calculado Total
Ic	0.007 m4	Mom de Inercia de Sección Bruta
fr	33.132 kg/cm2	Módulo de Ruptura : 1.98(f'c)^1/2
Mcr	13.529 t-m	Mom Agrietamiento
Asmin(Mcr)	13.556 cm2	Acero para Mom_Agrietam.
1.33Ascal	24.985 cm2	Acero Calculado x 1.33
Acero Domina	18.786 cm2	As(calc) > As Mín (Mcr)
Arm Ppal Sug.	1 # 4 @ 0.13	Armad Ppal Real Propuesta
As real Coloc	19.489 cm2	Area de Acero Real Colocado
c	2.02 cm	Alt blq compr: AsFy/.85f'cBetab
εt	0.0341	0.003(dt-c)/c
Chequeo	et > 0.005	Phi OK
As RetracTemp	4.66 cm2/cara	2.33<=0.75bh /(2(b+h)Fy)<=12.7
Arm Retr Sug.	1 # 3 @ 0.25	Armad Retracc Propuesta

Diseño para la Longitud Total del Muro

DISEÑO DEL VÁSTAGO O PANTALLA

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Evento Extremo I

Solicitaciones | **Diseño a Flexión** | Diseño a Cortante

	Valor	Simbología
Mu	13.08 t-m	Momento mayorado en la secc
K	135.12 t/m2	Mu/bd^2
m	17.647	fy/0.85f'c
Ro Calc	0.0037	Cuantía Acero de Diseño
As calc	16.258 cm2	Area Refuerzo Calculado Total
Ic	0.004 m4	Mom de Inercia de Sección Bruta
fr	33.132 kg/cm2	Módulo de Ruptura : 1.98(f'c)^1/2
Mcr	9.94 t-m	Mom Agrietamiento
Asmin(Mcr)	12.253 cm2	Acero para Mom_Agrietam.
1.33Ascal	21.624 cm2	Acero Calculado x 1.33
Acero Domina	16.258 cm2	As(calc) > As Mín (Mcr)
Arm Ppal Sug.	1 # 4 @ 0.15	Armad Ppal Real Propuesta
As real Coloc	16.89 cm2	Area de Acero Real Colocado
c	1.75 cm	Alt blq compr: AsFy/.85f'cBetab
εt	0.0312	0.003(dt-c)/c
Chequeo	et > 0.005	Phi OK
As RetracTemp	4.66 cm2/cara	2.33<=0.75bh /(2(b+h)Fy)<=12.7
Arm Retr Sug.	1 # 3 @ 0.25	Armad Retracc Propuesta

Diseño para la Longitud Total del Muro

DISEÑO DE LA ZARPA DELANTERA O DEDO

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Evento Extremo I

Solicitaciones | **Diseño a Flexión** | Diseño a Cortante

	Valor	Simbología
Mu	2.559 t-m	Momento mayorado en la secc
K	17.553 t/m2	Mu/bd^2
m	17.647	fy/0.85f'c
Ro Calc	0.0005	Cuantía Acero de Diseño
As calc	2.518 cm2	Area Refuerzo Calculado Total
Ic	0.007 m4	Mom de Inercia de Sección Bruta
fr	33.132 kg/cm2	Módulo de Ruptura : 1.98(f'c)^1/2
Mcr	13.529 t-m	Mom Agrietamiento
Asmin(Mcr)	13.556 cm2	Acero para Mom_Agrietam.
1.33Ascal	3.349 cm2	Acero Calculado x 1.33
Acero Domina	3.349 cm2	1.33Ascalc<AsMín(Mcr). Prima 1.33As
Arm Ppal Sug.	1 # 4 @ 0.2	Armad Ppal Real Propuesta
As real Coloc	12.668 cm2	Area de Acero Real Colocado
c	1.31 cm	Alt blq compr: AsFy/.85f'cBetab
εt	0.054	0.003(dt-c)/c
Chequeo	et > 0.005	Phi OK
As RetracTemp	4.66 cm2/cara	2.33<=0.75bh /(2(b+h)Fy)<=12.7
Arm Retr Sug.	1 # 3 @ 0.25	Armad Retracc Propuesta

Diseño para la Longitud Total del Muro

Diseño para Est Límite: Evento Extremo I

DISEÑO DE LA ZARPA TRASERA O TALÓN

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Evento Extremo I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | **Diseño a Cortante**

	Valor	Simbología
dv1 0.9de	0.24 m	Profund efec de Cortante (a) Art 5.8.2.9
dv2 0.72h	0.25 m	Profund efec de Cortante (b) Art 5.8.2.9
dv dom	0.25 m	Prof efec de Cortante dominante
Phi	0.85	Fact de Res a Cort Art 5.5.4.2
Beta	2	Fact.Cap Concr Agr Diag Tracc y Cort
Vc	44.27 t	Vc=0.083Betaf'c^(1/2)bvdv Art 5.8.3.3-3
Vs	0	Vs =0 No Flejes
Vn	44.27 t	Vn = Vc Art 5.8.3.3-1
Vr	39.84 t	Vr = phi x Vn
Vu	22.3 t	Cortante Ult de Diseño
Chequeo	OK	Cortante OK

Diseño para la Longitud Total del Muro

DISEÑO DEL VÁSTAGO O PANTALLA

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Evento Extremo I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | **Diseño a Cortante**

	Valor	Simbología
dv1 0.9de	0.2 m	Profund efec de Cortante (a) Art 5.8.2.9
dv2 0.72h	0.22 m	Profund efec de Cortante (b) Art 5.8.2.9
dv dom	0.22 m	Prof efec de Cortante dominante
Phi	0.85	Fact de Res a Cort Art 5.5.4.2
Beta	2	Fact.Cap Concr Agr Diag Tracc y Cort
Vc	37.95 t	Vc=0.083Betaf'c^(1/2)bvdv Art 5.8.3.3-3
Vs	0	Vs =0 No Flejes
Vn	37.95 t	Vn = Vc Art 5.8.3.3-1
Vr	39.84 t	Cortante Resist Vr = phi x Vn
Vu	11.95 t	Cortante Ult de Diseño
Chequeo	OK	Cortante OK

Diseño para la Longitud Total del Muro

DISEÑO DE LA ZARPA DELANTERA O DEDO

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Evento Extremo I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | **Diseño a Cortante**

	Valor	Simbología
dv1 0.9de	0.24 m	Profund efec de Cortante (a) Art 5.8.2.9
dv2 0.72h	0.25 m	Profund efec de Cortante (b) Art 5.8.2.9
dv dom	0.25 m	Prof efec de Cortante dominante
Phi	0.9	Fact ResisCort Art 5.5.4.2 Concr Normal
Vs	0	Vs = 0 -->> No Flejes
		ACCIÓN EN UNA DIRECCIÓN
Beta	2	Fact.Cap Concr Agr Diag Tracc y Cort
Vc	44.27 t	Vc=0.083Betaf'c^(1/2)bvdv Art 5.8.3.3-3
Vn	44.27 t	Vn = Vc Art 5.8.3.3-1
Vr	39.84 t	Cortante Resist Vr = phi x Vn
Vu	4.95 t	Cortante Ult Diseño.SeccCrít: a dv cara
Chq1direcc	Vr>Vu:OK	Cort Una Direcc OK
		ACCIÓN EN DOS DIRECCIONES
Beta_c	7.937	Rel lado largo/corto rectáng aplic.carga
bo	4.5 m	bo = Perímetro de la Sección Crítica
Vc	127.07 t	(.17+.33/Betac)Sq(fc)bodv<.33Sq(fc)bodv
Vr	114.37 t	Cortante Resist Vr = phi x Vn Vn = Vc
Vu	6.74 t	Cortante Ult Dis. Secc Crít: dv/2 de cara
Ch.2Direcc	Vr>Vu:OK	Cort Dos Direcc OK
Ch.GLOBAL	Vr>Vu:OK	Cortante Global OK

Diseño para la Longitud Total del Muro

ENVOLVENTE DE DISEÑO DE LA ALETA

ENVOLVENTE DE DISEÑO DE LA ALETA

Armad Principal a Flexión | Chequeo a Cortante

Estado Límite	ZarDel.Abajo	ZarTras.Abajo	ZarTras.Arrib	Vást.CaraRellen
Servicio I	1 # 4 @ 0.2	-	1 # 4 @ 0.15	1 # 4 @ 0.2
Resistencia I	1 # 4 @ 0.2	-	1 # 4 @ 0.11	1 # 4 @ 0.17
Ev Extremo I	1 # 4 @ 0.2	-	1 # 4 @ 0.13	1 # 4 @ 0.15
Envolvente	**1 # 4 @ 0.2**	-	**1 # 4 @ 0.11**	**1 # 4 @ 0.15**

ENVOLVENTE DE DISEÑO DE LA ALETA

Armad Principal a Flexión | **Chequeo a Cortante**

Estado Límite	ZarDelant Vr / Vu	ZarTrasera Vr / Vu	Vástago Vr / Vu
Servicio I	11.69	7.27	4.94
Resistencia I	7.31	1.62	3.04
Ev Extremo I	8.05	1.79	2.7
Envolvente	**OK CORTE**	**OK CORTE**	**OK CORTE**

Constantes de Diseño para la Aleta

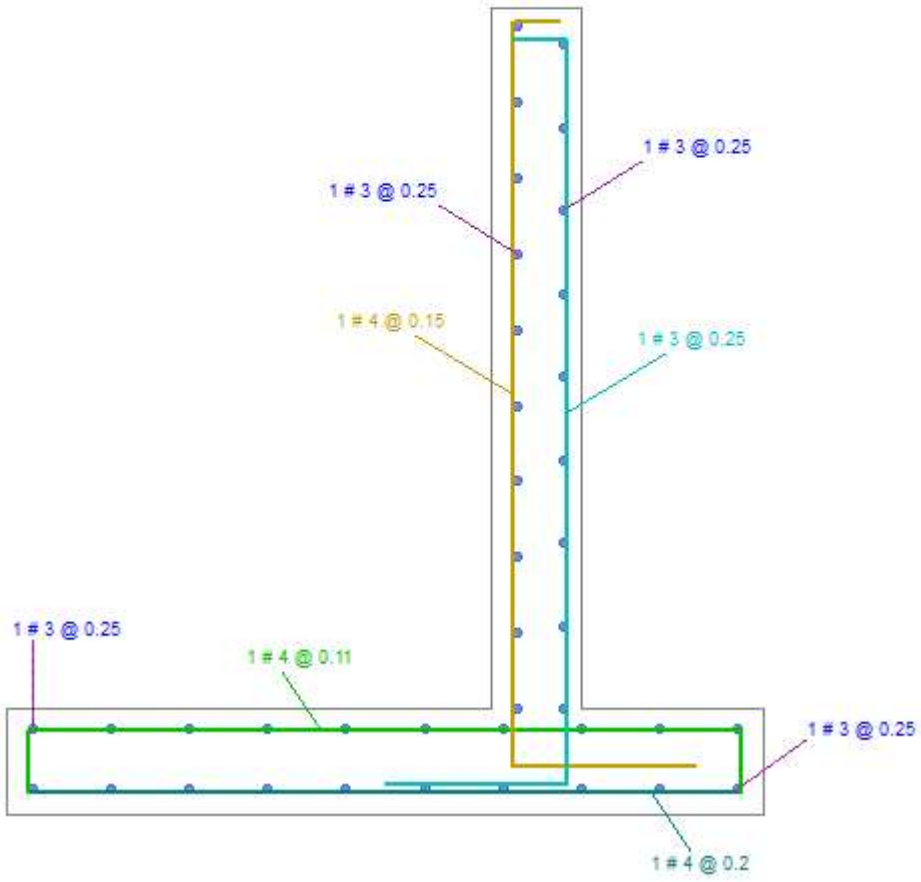
Resistencia del Concreto F'c (kg/cm2)	280
Límite de Fluencia del Acero, Fy (kg/cm2)	4200
Recubrim Concreto al Centroide Armad Principal (cm)	8
Usar Diámetro Varillas en milímetros o en pulgadas	pulg
Diámetro Mínimo a usar para Acero Principal, #	4
Diámetro Mínimo a usar para Acero Secundario, #	3
Separación Máxima Varillas Armadura Principal, (cm)	20

$$K = \frac{Mu}{bd^2} \qquad m = \frac{Fy}{0.85f'c}$$

Índice de Acero Rho:

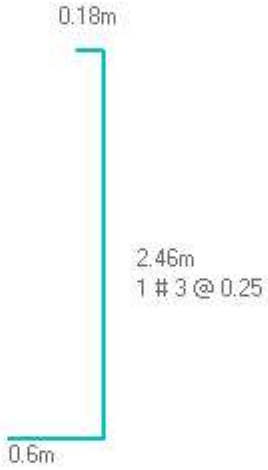
$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2mK}{\emptyset fy}}\right)$$

Detalles del Muro



Detalles del Muro en Vista Separada







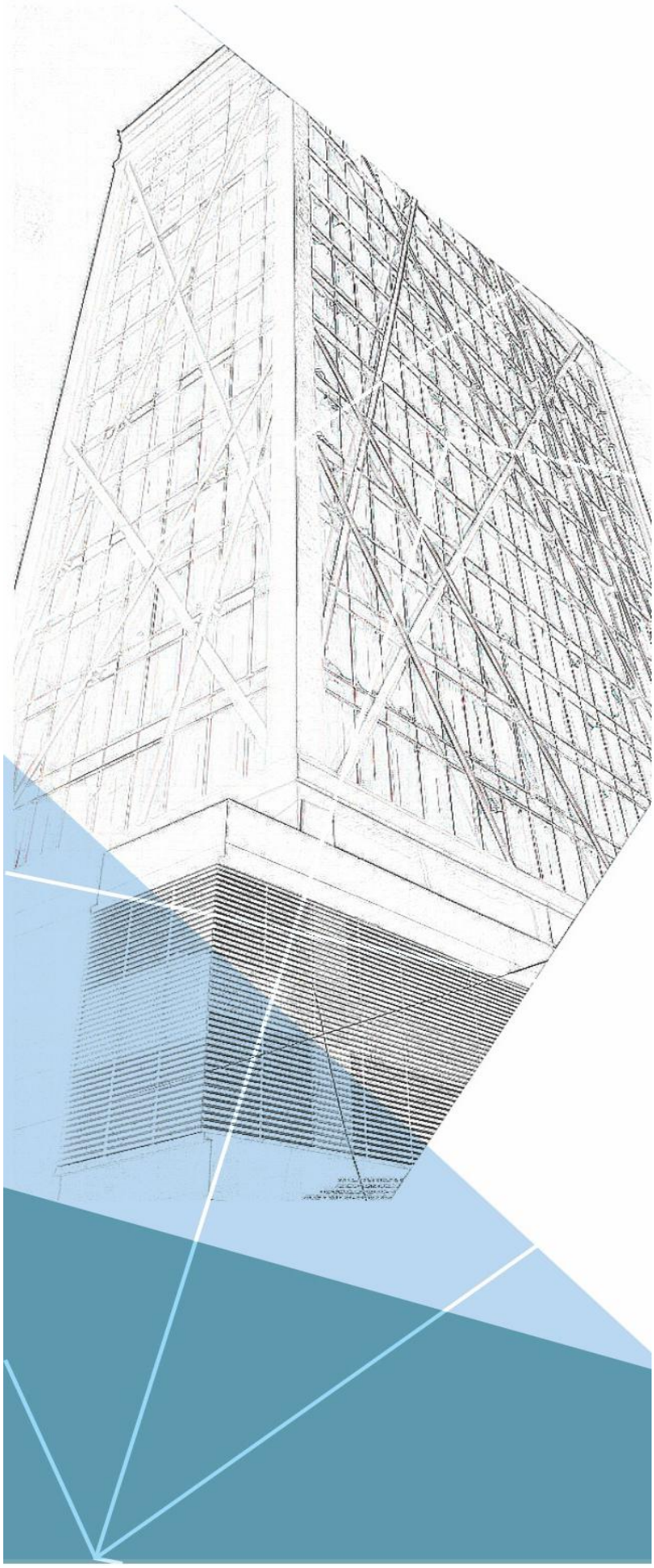


24. ESPECIFICACIONES Y CONCLUSIONES

Para la correcta protección del acero de refuerzo se diseñan los elementos correspondientes para las Estructuras Hidráulicas considerando 7.50 centímetros de recubrimiento del concreto vaciado contra la tierra y en permanente contacto con ella y, considerando un recubrimiento de 5.00 cm para el concreto expuesto al agua.

25. ANEXOS

Los anexos de los Box Culvert Tipos se presentan en los anexos digitales para su posterior revisión.



……

P-Delta Ingeniería Estructural S.A.S

Sociedad de profesionales con más 20 años de experiencia en el mercado nacional e internacional.

Estamos orientados al servicio del cálculo de todo tipo de estructuras, construcción de obras civiles, consultoría de ingeniería, revisión estructural, evaluaciones técnicas e ingeniería estructural en diseños de hormigón armado, estructuras metálicas, elementos prefabricados y madera, en las áreas inmobiliaria, habitacional, industrial y comercial.

……

Contacto

Barrio Manga 4ta Av. N°25-13 Ed. BRP Tower Ofc. 10-01 Cartagena – Colombia

(5) 6436539 Cel.: 3015271827

oguzman@pdeltaie.com

www.pdeltaie.com

ANEXOS
(BOX CULVERT TIPO 1)

Ver Documentos Digitales

ANEXOS
(BOX CULVERT TIPO 2)

Ver Documentos Digitales

ANEXOS
(BOX CULVERT TIPO 3)

Ver Documentos Digitales

ANEXOS
(BOX CULVERT TIPO 4)

Ver Documentos Digitales

ANEXOS
(BOX CULVERT TIPO 5)

Ver Documentos Digitales

ANEXOS
(BOX CULVERT TIPO 6)

Ver Documentos Digitales

ANEXOS
(BOX CULVERT TIPO 7)

Ver Documentos Digitales

ANEXOS
(BOX CULVERT TIPO 8)

Ver Documentos Digitales

ANEXOS
(BOX CULVERT TIPO 9)

Ver Documentos Digitales

ANEXOS
(BOX CULVERT TIPO 10)

Ver Documentos Digitales

ANEXOS
(BOX CULVERT TIPO 11)

Ver Documentos Digitales

ANEXOS
(BOX CULVERT TIPO 12)

Ver Documentos Digitales