

**MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL
PARA OBRAS DE PROTECCIÓN Y
CONTENCIÓN DE TIERRAS DEL
COLECTOR DE ALCANTARILLADO RIO
TEJO.**

OCAÑA – NORTE DE SANTANDER

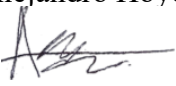
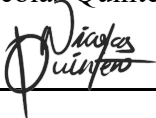
ALEJANDRO ENRIQUE HOYOS CASTRO

INGENIERO CALCULISTA

MP. 22202-365437 COR

OCAÑA 2025

	PROYECTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL PARA OBRAS DE PROTECCIÓN Y CONTENCIÓN DE TIERRAS DEL COLECTOR DE ALCANTARILLADO RIO TEJO			ELABORÓ:	ALEJANDRO HOYOS
	NOMBRE DEL DOCUMENTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL	VERSIÓN	01	REVISÓ:	NICOLÁS QUINTERO
			FECHA	13/09/2025	APROBÓ:	NICOLÁS QUINTERO

ELABORÓ	REVISÓ	APROBÓ
Alejandro Hoyos 	Nicolás Quintero 	Nicolás Quintero 

CONTROL DE CAMBIOS			
Versión	Fecha de aprobación	Descripción	Cargo que solicitó el cambio
2	13/09/2025	Actualización de memorias estructurales: mejora de redacción técnica, inclusión del diseño de entibados, ajuste de combinaciones de carga, ampliación de recomendaciones constructivas y complementación de capítulos según NSR-10.	Revisor estructural

	PROYECTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL PARA OBRAS DE PROTECCIÓN Y CONTENCIÓN DE TIERRAS DEL COLECTOR DE ALCANTARILLADO RIO TEJO			ELABORÓ:	ALEJANDRO HOYOS
	NOMBRE DEL DOCUMENTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL	VERSIÓN	01	REVISÓ:	NICOLÁS QUINTERO
			FECHA	13/09/2025	APROBÓ:	NICOLÁS QUINTERO

TABLA DE CONTENIDO

1.	DATOS GENERALES	10
1.1.	Solicitante	11
1.2.	Nombre del proyecto	11
1.3.	Ubicación.....	11
1.4.	Fecha.....	12
1.5.	Propiedad intelectual y licencia de uso	12
1.6.	Propiedad intelectual y licencia de uso	12
2.	MARCO NORMATIVO	12
3.	DATOS DE LA ESTRUCTURA.....	13
3.1.	Descripción.....	13
3.2.	Modelo de la estructura	14
3.2.1.	Muro de contención 0 + 105.00 a 0 + 263.88.....	15
3.2.2.	Muro de contención 0 + 41.00 a 0 +51.83.....	16
3.2.3.	Muro de contención 0 + 88.54 a 0 + 105.....	16
3.2.4.	Muro de contención 0 + 263.88 a 0 + 295.....	17
3.2.5.	Muro de contención 0 + 295 a 0 + 306.96.....	17
3.2.6.	Pozo de inspección	18
3.2.7.	Recubrimiento de tubería.....	18
3.3.	Materiales	19
3.4.	Condiciones de exposición y durabilidad.....	19
3.5.	Características del suelo	19
4.	PARÁMETROS DE ANÁLISIS Y DISEÑO	20

	PROYECTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL PARA OBRAS DE PROTECCIÓN Y CONTENCIÓN DE TIERRAS DEL COLECTOR DE ALCANTARILLADO RIO TEJO			ELABORÓ:	ALEJANDRO HOYOS
	NOMBRE DEL DOCUMENTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL	VERSIÓN	01	REVISÓ:	NICOLÁS QUINTERO
			FECHA	13/09/2025	APROBÓ:	NICOLÁS QUINTERO

4.1.	Método de diseño	20
4.2.	Análisis	20
4.3.	Diseño.....	20
5.	CARGAS	21
5.1.	Cargas Verticales	21
5.1.1.	Muerta.....	21
5.1.2.	Viva.....	21
5.2.	Cargas Horizontales.....	22
5.2.1.	Empuje de tierra.....	22
5.2.2.	Presión hidráulica	22
5.2.3.	Cargas sísmicas.....	22
5.3.	Hipótesis de carga.....	24
5.4.	Combinaciones de carga	25
6.	DISEÑO DE ELEMENTOS	30
6.1.	Momentos máximos	30
6.1.1.	Muro de contención 0 + 105.00 a 0 + 263.88.....	31
6.1.2.	Muro de contención 0 + 41.00 a 0 +51.83.....	32
6.1.3.	Muro de contención 0 + 88.54 a 0 + 105.....	33
6.1.4.	Muro de contención 0 + 263.88 a 0 + 295.....	34
6.1.5.	Muro de contención 0 + 295 a 0 + 306.96.....	35
6.1.6.	Pozo de inspección	35
6.1.7.	Recubrimiento de tubería.....	43
6.2.	Comprobaciones geométricas y de resistencia	44

	PROYECTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL PARA OBRAS DE PROTECCIÓN Y CONTENCIÓN DE TIERRAS DEL COLECTOR DE ALCANTARILLADO RIO TEJO			ELABORÓ:	ALEJANDRO HOYOS
	NOMBRE DEL DOCUMENTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL	VERSIÓN	01	REVISÓ:	NICOLÁS QUINTERO
			FECHA	13/09/2025	APROBÓ:	NICOLÁS QUINTERO

6.2.1.	Muro de contención 0 + 105.00 a 0 + 263.88	44
6.2.2.	Muro de contención 0 + 41.00 a 0 +51.83	46
6.2.3.	Muro de contención 0 + 88.54 a 0 + 105.....	48
6.2.4.	Muro de contención 0 + 263.88 a 0 + 295.....	50
6.2.5.	Muro de contención 0 + 295 a 0 + 306.96.....	54
6.3.	Diseño de elementos	58
6.3.1.	Muro de contención 0 + 105.00 a 0 + 263.88.....	58
6.3.2.	Muro de contención 0 + 41.00 a 0 +51.83	60
6.3.3.	Muro de contención 0 + 88.54 a 0 + 105.....	61
6.3.4.	Muro de contención 0 + 263.88 a 0 + 295.....	63
6.3.5.	Muro de contención 0 + 295 a 0 + 306.96.....	64
6.3.6.	Pozo de inspección ¡Error! Marcador no definido.	
6.3.7.	Recubrimiento de tubería.....	69
6.4.	Diseño y comprobación de elementos de cimentación.....	77
6.4.1.	Muro de contención 0 + 105.00 a 0 + 263.88.....	79
6.4.2.	Muro de contención 0 + 41.00 a 0 +51.83	81
6.4.3.	Muro de contención 0 + 88.54 a 0 + 105.....	83
6.4.4.	Muro de contención 0 + 263.88 a 0 + 295.....	88
6.4.5.	Muro de contención 0 + 295 a 0 + 306.96.....	92
7.	DISEÑO DE ENTIBADOS	98
8.	RECOMENDACIONES TÉCNICAS	112
9.	DISEÑADOR ESTRUCTURAL	115
10.	DISEÑADOR ESTRUCTURAL	116

	PROYECTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL PARA OBRAS DE PROTECCIÓN Y CONTENCIÓN DE TIERRAS DEL COLECTOR DE ALCANTARILLADO RIO TEJO			ELABORÓ:	ALEJANDRO HOYOS
	NOMBRE DEL DOCUMENTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL	VERSIÓN	01	REVISÓ:	NICOLÁS QUINTERO
			FECHA	13/09/2025	APROBÓ:	NICOLÁS QUINTERO

	PROYECTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL PARA OBRAS DE PROTECCIÓN Y CONTENCIÓN DE TIERRAS DEL COLECTOR DE ALCANTARILLADO RIO TEJO			ELABORÓ:	ALEJANDRO HOYOS
	NOMBRE DEL DOCUMENTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL	VERSIÓN	01	REVISÓ:	NICOLÁS QUINTERO
			FECHA	13/09/2025	APROBÓ:	NICOLÁS QUINTERO

CONTENIDO IMÁGENES

Ilustración 1 - Esquema muro de contención 1	11
Ilustración 2 - Esquema muro de contención 1	15
Ilustración 3 - Esquema muro de contención 2	16
Ilustración 4 - Esquema muro de contención 3	16
Ilustración 5 - Esquema muro de contención 4	17
Ilustración 6 - Esquema muro de contención 5	17
Ilustración 7 - Esquema pozo de inspección	18
Ilustración 8 - Esquema protección de tubería	18
Ilustración 9 - Espectro elástico de aceleraciones	23
Ilustración 10 - Espectro elástico de diseño	24
Ilustración 11 - Momentos principales muro de contención 1 para la envolvente en kN m /m	31
Ilustración 12 - Momentos principales muro de contención 2 para la envolvente en kN m /m	32
Ilustración 13 - Momentos principales muro de contención 3 para la envolvente en kN m /m	33
Ilustración 14 - Momentos principales muro de contención 4 para la envolvente en kN m /m	34
Ilustración 15 - Momentos principales muro de contención 5 para la envolvente en kN m/m	35
Ilustración 15 - Momentos principales M 2-2 en muro 1 de cámara de inspección para la envolvente en kN*m	36
Ilustración 16 - Momentos principales M 2-2 en muro 2 de cámara de inspección para la envolvente en kN*m	36
Ilustración 18 - Momentos principales M 2-2 en muro 3 de cámara de inspección para la envolvente en kN*m	36

	PROYECTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL PARA OBRAS DE PROTECCIÓN Y CONTENCIÓN DE TIERRAS DEL COLECTOR DE ALCANTARILLADO RIO TEJO			ELABORÓ:	ALEJANDRO HOYOS
	NOMBRE DEL DOCUMENTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL	VERSIÓN	01	REVISÓ:	NICOLÁS QUINTERO
			FECHA	13/09/2025	APROBÓ:	NICOLÁS QUINTERO

Ilustración 18 - Momentos principales M 2-2 en muro 3 de cámara de inspección para la envolvente en kN*m	37
Ilustración 17 - Momentos principales M 2-2 en muro 4 de cámara de inspección para la envolvente en kN*m	37
Ilustración 19 - - Momentos principales M 1-1 en muro 1 de cámara de inspección para la envolvente en kN*m	38
Ilustración 20 - Momentos principales M 1-1 en muro 2 de cámara de inspección para la envolvente en kN*m	38
Ilustración 21 - Momentos principales M 1-1 en muro 3 de cámara de inspección para la envolvente en kN*m	39
Ilustración 22 - Momentos principales M 1-1 en muro 4 de cámara de inspección para la envolvente en kN*m	39
Ilustración 23 - Cortante máximo en muros de cámara de inspección para la envolvente en kN	40
Ilustración 24 - Momentos principales M 2-2 en losa de tapa de cámara de inspección para la envolvente en kN*m	40
Ilustración 26 - Momentos principales M 2-2 en losa de fondo de cámara de inspección para la envolvente en kN*m	41
Ilustración 25 - Momentos principales M 1-1 en losa de tapa de cámara de inspección para la envolvente en kN*m	41
Ilustración 27 - Momentos principales M 1-1 en losa de fondo de cámara de inspección para la envolvente en kN*m	42
Ilustración 21 - Momento en X losa de fondo para la envolvente en kN m	43
Ilustración 22 - Momento en Y losa de fondo para la envolvente en kN m	43
Ilustración 23 - Momento vertical paredes de recubrimiento para la envolvente en kN m..	44
Ilustración 24 – Detalle típico de tabla estacado	98

	PROYECTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL PARA OBRAS DE PROTECCIÓN Y CONTENCIÓN DE TIERRAS DEL COLECTOR DE ALCANTARILLADO RIO TEJO			ELABORÓ:	ALEJANDRO HOYOS
	NOMBRE DEL DOCUMENTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL	VERSIÓN	01	REVISÓ:	NICOLÁS QUINTERO
			FECHA	13/09/2025	APROBÓ:	NICOLÁS QUINTERO

CONTENIDO DE TABLAS

Tabla 1 - Capacidades admisibles del suelo	20
Tabla 2 - Hipótesis de carga considerada	25
Tabla 3 - Combinaciones de carga para ELU de rotura.....	27
Tabla 4 - Combinaciones de carga para diseño de cimentaciones.....	30

	PROYECTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL PARA OBRAS DE PROTECCIÓN Y CONTENCIÓN DE TIERRAS DEL COLECTOR DE ALCANTARILLADO RIO TEJO			ELABORÓ:	ALEJANDRO HOYOS
	NOMBRE DEL DOCUMENTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL	VERSIÓN	01	REVISÓ:	NICOLÁS QUINTERO
			FECHA	13/09/2025	APROBÓ:	NICOLÁS QUINTERO

1. DATOS GENERALES

El presente documento contiene las memorias de diseño estructural correspondientes al proyecto **“Obras de Protección y Contención de Tierras del Colector de Alcantarillado Río Tejo”**, ubicado en el municipio de **Ocaña**, departamento de **Norte de Santander**, Colombia. Este proyecto tiene como objetivo principal **la estabilización de taludes y la protección de estructuras existentes** mediante la construcción de **muros de contención en concreto reforzado**, en zonas con afectación por erosión o desprendimiento de masas de suelo. Las obras proyectadas están asociadas a un sistema de recolección de aguas residuales , por lo que incluyen además elementos complementarios como **pozos y obras de drenaje**. Dado que las obras se desarrollan en una zona con **pendientes pronunciadas y suelos de baja cohesión**, el diseño contempla la intervención estructural mediante elementos de contención rígidos con cimentaciones superficiales, considerando los empujes activos del terreno, el peso propio de las estructuras y las cargas inducidas por el entorno. La presente memoria se desarrolla con base en los lineamientos del **Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10**, en particular los Títulos A (Disposiciones Generales), B (Cargas) y C (Concreto Estructural), además de los criterios geotécnicos mínimos del Título H cuando aplica.

El diseño incluye la verificación de los siguientes aspectos:

- Estabilidad global y local de los muros.
- Capacidad portante del suelo de fundación.
- Empujes activos y pasivos del terreno.
- Efectos de carga sísmica en zonas de amenaza intermedia.
- Confinamiento y anclaje adecuado del refuerzo.
- Requisitos constructivos y de durabilidad.

	PROYECTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL PARA OBRAS DE PROTECCIÓN Y CONTENCIÓN DE TIERRAS DEL COLECTOR DE ALCANTARILLADO RIO TEJO			ELABORÓ:	ALEJANDRO HOYOS
	NOMBRE DEL DOCUMENTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL	VERSIÓN	01	REVISÓ:	NICOLÁS QUINTERO
			FECHA	13/09/2025	APROBÓ:	NICOLÁS QUINTERO

Este documento complementa los planos estructurales y constituye parte integral de la documentación técnica requerida para la aprobación, revisión y ejecución del proyecto por parte de las entidades competentes.

1.1.Solicitante

El proyecto fue solicitado y donado por el señor **William Beleño Ballesteros** a la alcaldía municipal de Ocaña.

1.2.Nombre del proyecto

Construcción de la continuación del Colector de Alcantarillado Sanitario entre la descarga existente en la Plaza de Ferias y Sector Aguas Abajo del corredor del Río Tejo.

1.3.Ubicación

El proyecto se localiza en el municipio de **Ocaña**, departamento de **Norte de Santander** aguas abajo del centro de ferias de la ciudad.

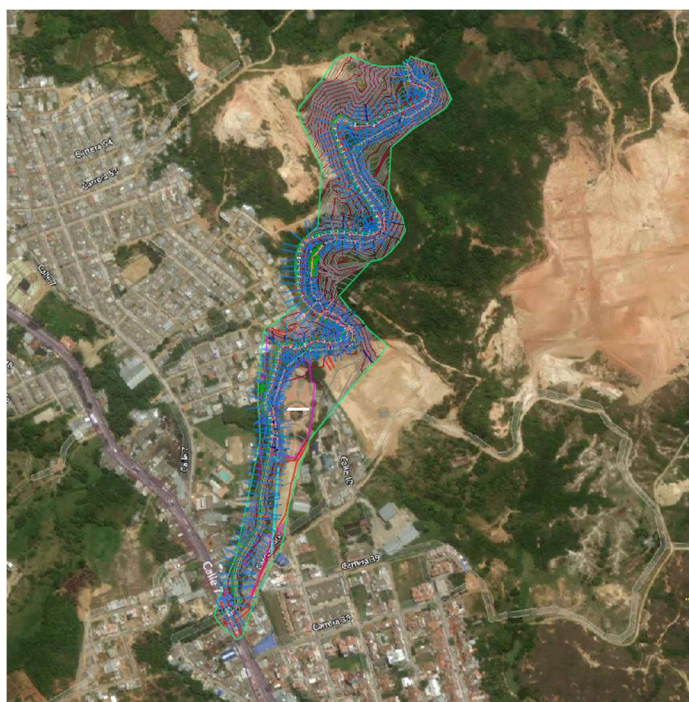


Ilustración 1 - Esquema muro de contención 1

	PROYECTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL PARA OBRAS DE PROTECCIÓN Y CONTENCIÓN DE TIERRAS DEL COLECTOR DE ALCANTARILLADO RIO TEJO			ELABORÓ:	ALEJANDRO HOYOS
	NOMBRE DEL DOCUMENTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL	VERSIÓN	01	REVISÓ:	NICOLÁS QUINTERO
			FECHA	13/09/2025	APROBÓ:	NICOLÁS QUINTERO

1.4.Fecha

Agosto de 2025

1.5.Propiedad intelectual y licencia de uso

El presente diseño abarca los elementos estructurales en concreto reforzado correspondientes a muros de contención, losas de cimentación, pozos de inspección y sistemas de entibado temporal. No incluye estructuras complementarias como urbanismo.

1.6.Propiedad intelectual y licencia de uso

Los planos y esta memoria de cálculo son propiedad intelectual del calculista. (Ley 22 de 1982) El solicitante tiene licencia para usar este diseño una vez. Cualquier uso adicional que haga del mismo deberá cancelarlo al calculista de acuerdo con la tarifa vigente en ese momento.

2. MARCO NORMATIVO

El presente diseño estructural se ha desarrollado de acuerdo con las disposiciones establecidas en el **Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente – NSR-10**, adoptado mediante el **Decreto 926 de 2010** y sus actualizaciones vigentes.

El cumplimiento de este reglamento garantiza que las estructuras proyectadas alcancen los niveles de seguridad y desempeño requeridos frente a cargas gravitacionales, de viento, hidrostáticas y sísmicas.

En la elaboración del presente documento se tuvieron en cuenta los siguientes títulos y capítulos de la NSR-10:

- **Título A – Generalidades:** definiciones, requisitos de aplicación del reglamento y responsabilidades de los profesionales intervinientes.
- **Título B – Cargas:** determinación de las combinaciones de carga y factores de mayoración y reducción para los estados límite últimos y de servicio.

	PROYECTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL PARA OBRAS DE PROTECCIÓN Y CONTENCIÓN DE TIERRAS DEL COLECTOR DE ALCANTARILLADO RIO TEJO			ELABORÓ:	ALEJANDRO HOYOS
	NOMBRE DEL DOCUMENTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL	VERSIÓN	01	REVISÓ:	NICOLÁS QUINTERO
			FECHA	13/09/2025	APROBÓ:	NICOLÁS QUINTERO

- **Título C – Concreto estructural:** criterios de diseño y detallado de elementos en concreto reforzado, incluyendo cuantías mínimas, recubrimientos y factores de resistencia.
- **Título H – Geotecnia y obras de contención:** lineamientos para el análisis de estabilidad global, capacidad portante, empujes de tierra y obras de excavación temporal.

Complementariamente, se consideraron las siguientes normas técnicas colombianas y referencias internacionales:

- **NTC 673:** Concreto – Ensayos de resistencia a la compresión.
- **NTC 2289 (ASTM A615):** Barras corrugadas de acero para refuerzo de concreto.
- **ACI 318-19:** Building Code Requirements for Structural Concrete.
- **ACI 224.3R:** Juntas en elementos de concreto.
- **GTC 18:** Seguridad en excavaciones.

El cumplimiento integral de estas disposiciones asegura que el diseño estructural cumpla con los niveles de seguridad, estabilidad y durabilidad exigidos por la legislación colombiana para este tipo de obras civiles.

3. DATOS DE LA ESTRUCTURA

3.1.Descripción

El proyecto contempla la construcción de varias obras en concreto reforzado destinadas a la protección del tramo de alcantarillado sanitario comprendido entre la descarga existente en la Plaza de Ferias y el sector aguas abajo del corredor del Río Tejo, en el municipio de Ocaña, Norte de Santander.

Las estructuras proyectadas son las siguientes:

	PROYECTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL PARA OBRAS DE PROTECCIÓN Y CONTENCIÓN DE TIERRAS DEL COLECTOR DE ALCANTARILLADO RIO TEJO			ELABORÓ:	ALEJANDRO HOYOS
	NOMBRE DEL DOCUMENTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL	VERSIÓN	01	REVISÓ:	NICOLÁS QUINTERO
			FECHA	13/09/2025	APROBÓ:	NICOLÁS QUINTERO

- Muro de contención en voladizo, de altura $h = 2.10$ m, para la protección del tramo de tubería comprendido entre las abscisas 0+105.00 a 0+263.88.
- Muro de contención en voladizo, de altura $h = 5.68$ m, para la protección del tramo de tubería entre las abscisas 0+41.00 a 0+51.83.
- Muro de contención en voladizo, de altura variable entre $h = 5.58$ m y $h = 5.67$ m, correspondiente al tramo entre las abscisas 0+88.54 a 0+105.00.
- Muro de contención en voladizo, de altura variable entre $h = 5.20$ m y $h = 6.95$ m, para la protección del tramo comprendido entre las abscisas 0+263.88 a 0+295.00.
- Muro de contención en voladizo, de altura variable entre $h = 4.79$ m y $h = 5.80$ m, para la protección del tramo comprendido entre las abscisas 0+295.00 a 0+306.96.
- Pozo de inspección con altura aproximada de hasta $h = 2.0$ m.
- Recubrimiento de tubería en los tramos expuestos a erosión y deslizamiento.

Para el desarrollo del análisis y diseño estructural se emplearon herramientas de software y cálculo verificadas y reconocidas en el ámbito de la ingeniería estructural, entre las cuales se incluyen:

- CYPECAD, bajo licencia No. 167382, utilizado para el modelado, análisis y dimensionamiento de los elementos en concreto reforzado.
- ETABS, bajo licencia No. 62500, empleado para el análisis sísmico, modelación tridimensional y verificación de esfuerzos internos.
- Microsoft Excel, utilizado para el procesamiento de datos, verificación de resultados y elaboración de cuadros de diseño.
- Librerías de Python, aplicadas para cálculos automatizados, control de combinaciones de carga y generación de reportes complementarios de verificación estructural.

El uso conjunto de estas herramientas permitió asegurar la trazabilidad, consistencia y precisión en los resultados obtenidos conforme a los requisitos del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente – NSR-10.

3.2. Modelo de la estructura

El modelo estructural de las obras proyectadas se desarrolló considerando las condiciones reales de carga, geometría y apoyo de cada uno de los **muros de contención en concreto reforzado** que conforman el sistema de protección del colector de alcantarillado Río Tejo.

	PROYECTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL PARA OBRAS DE PROTECCIÓN Y CONTENCIÓN DE TIERRAS DEL COLECTOR DE ALCANTARILLADO RIO TEJO			ELABORÓ:	ALEJANDRO HOYOS
	NOMBRE DEL DOCUMENTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL	VERSIÓN	01	REVISÓ:	NICOLÁS QUINTERO
			FECHA	13/09/2025	APROBÓ:	NICOLÁS QUINTERO

Cada muro fue modelado individualmente de acuerdo con su **longitud, altura y configuración geométrica**, incorporando las **características del terreno**, las **propiedades de los materiales** y los **empujes activos y pasivos del suelo**.

3.2.1. Muro de contención 0 + 105.00 a 0 + 263.88

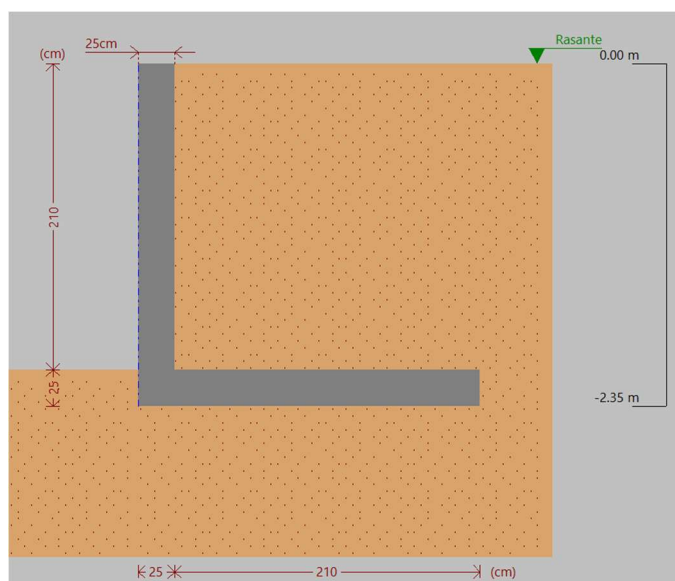


Ilustración 2 - Esquema muro de contención 1

	PROYECTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL PARA OBRAS DE PROTECCIÓN Y CONTENCIÓN DE TIERRAS DEL COLECTOR DE ALCANTARILLADO RIO TEJO			ELABORÓ:	ALEJANDRO HOYOS
	NOMBRE DEL DOCUMENTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL	VERSIÓN	01	REVISÓ:	NICOLÁS QUINTERO
			FECHA	13/09/2025	APROBÓ:	NICOLÁS QUINTERO

3.2.2. Muro de contención 0 + 41.00 a 0 + 51.83

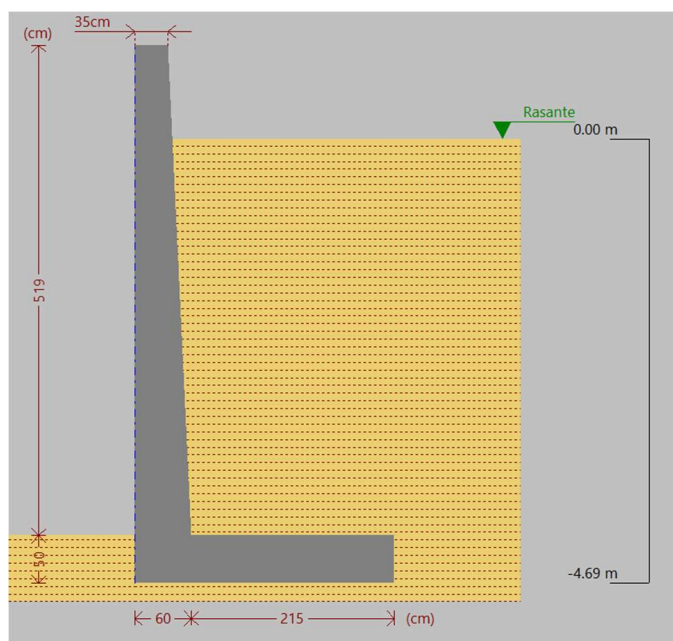


Ilustración 3 - Esquema muro de contención 2

3.2.3. Muro de contención 0 + 88.54 a 0 + 105

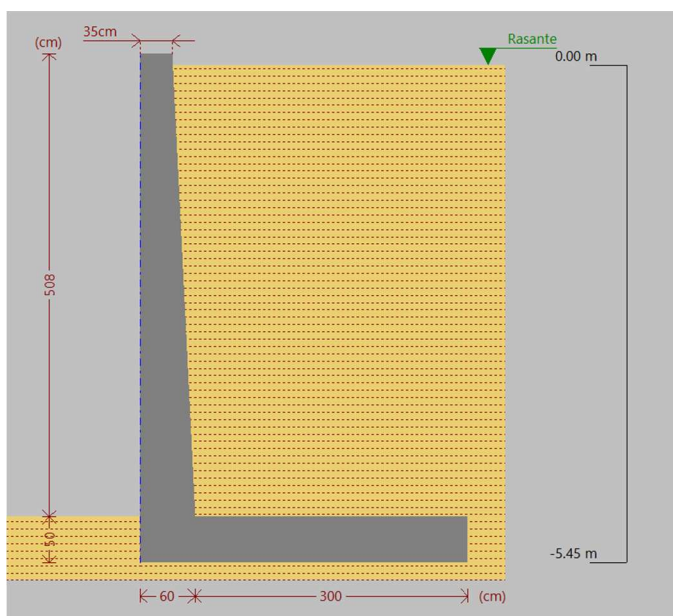


Ilustración 4 - Esquema muro de contención 3

AXIS Ingeniería y Diseño Estructural	PROYECTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL PARA OBRAS DE PROTECCIÓN Y CONTENCIÓN DE TIERRAS DEL COLECTOR DE ALCANTARILLADO RIO TEJO			ELABORÓ:	ALEJANDRO HOYOS
	NOMBRE DEL DOCUMENTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL	VERSIÓN	01	REVISÓ:	NICOLÁS QUINTERO
			FECHA	13/09/2025	APROBÓ:	NICOLÁS QUINTERO

3.2.4. Muro de contención 0 + 263.88 a 0 + 295

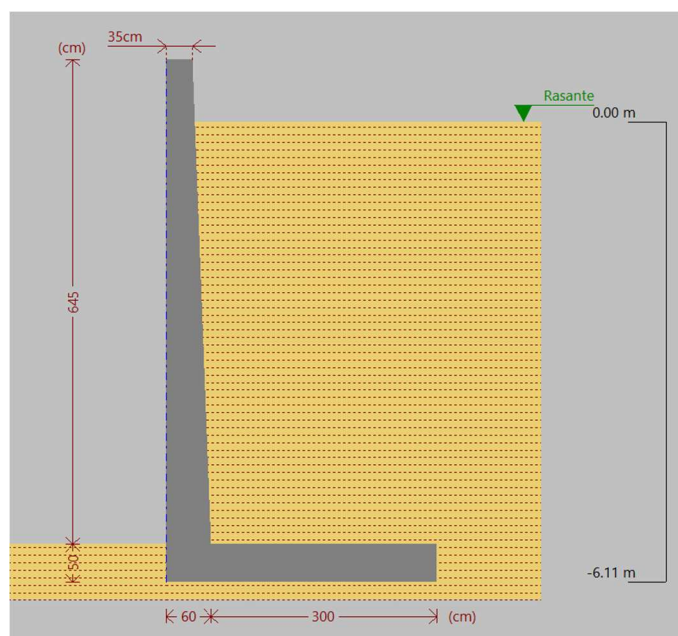


Ilustración 5 - Esquema muro de contención 4

3.2.5. Muro de contención 0 + 295 a 0 + 306.96

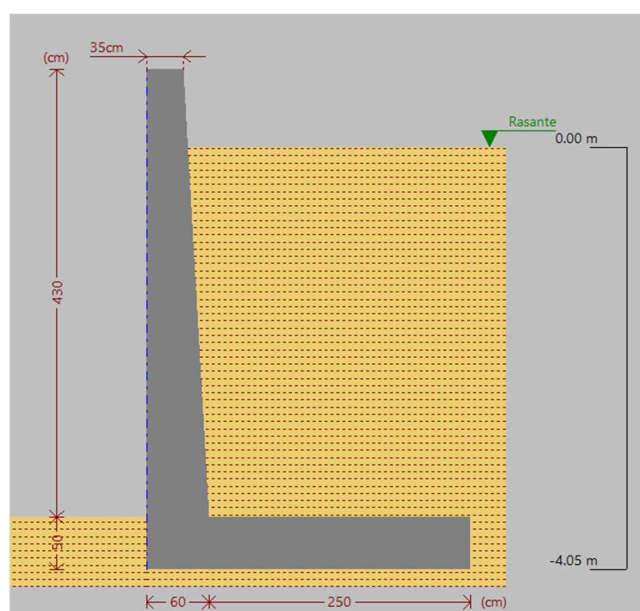


Ilustración 6 - Esquema muro de contención 5

	PROYECTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL PARA OBRAS DE PROTECCIÓN Y CONTENCIÓN DE TIERRAS DEL COLECTOR DE ALCANTARILLADO RIO TEJO			ELABORÓ:	ALEJANDRO HOYOS
	NOMBRE DEL DOCUMENTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL	VERSIÓN	01	REVISÓ:	NICOLÁS QUINTERO
			FECHA	13/09/2025	APROBÓ:	NICOLÁS QUINTERO

3.2.6. Pozo de inspección

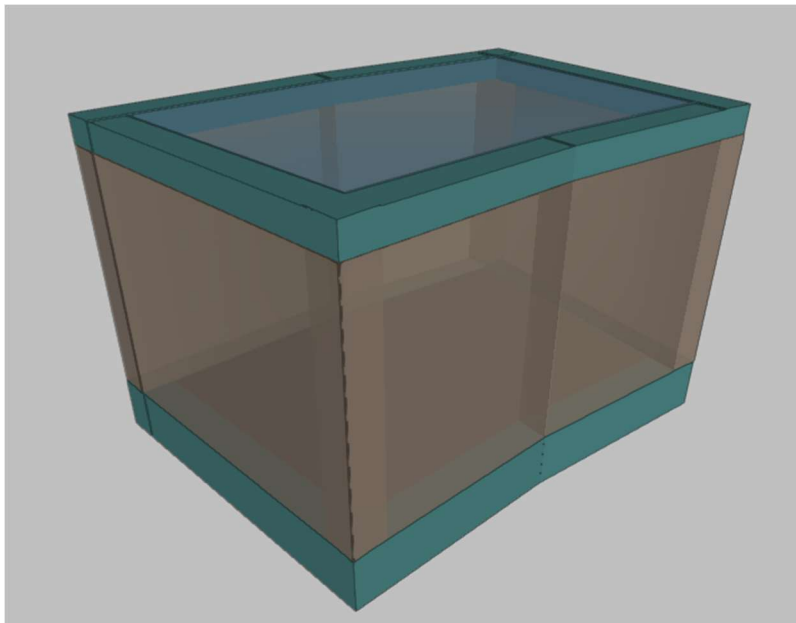


Ilustración 7 - Esquema pozo de inspección

3.2.7. Recubrimiento de tubería

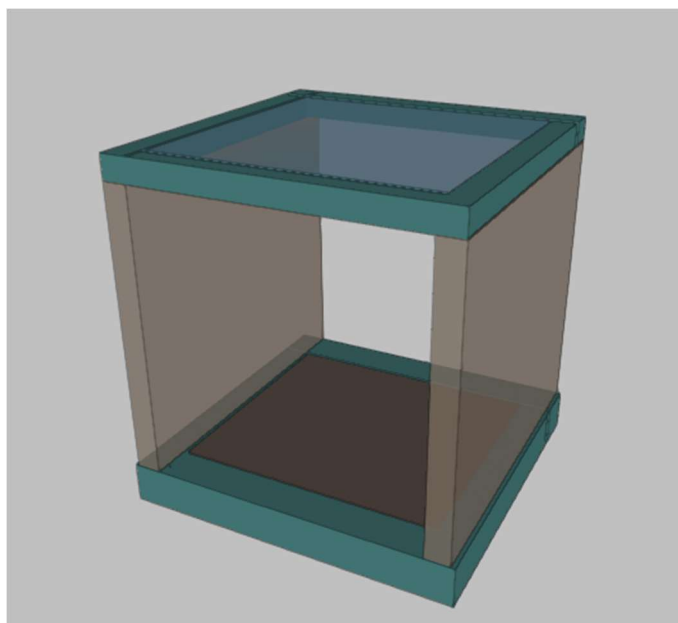


Ilustración 8 - Esquema protección de tubería

	PROYECTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL PARA OBRAS DE PROTECCIÓN Y CONTENCIÓN DE TIERRAS DEL COLECTOR DE ALCANTARILLADO RIO TEJO			ELABORÓ:	ALEJANDRO HOYOS
	NOMBRE DEL DOCUMENTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL	VERSIÓN	01	REVISÓ:	NICOLÁS QUINTERO
			FECHA	13/09/2025	APROBÓ:	NICOLÁS QUINTERO

3.3. Materiales

Para el diseño y verificación de los elementos estructurales se consideraron los materiales especificados a continuación, cumpliendo con los requisitos establecidos en el Título C – Concreto Estructural del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-10):

- Concreto estructural: resistencia a la compresión especificada de $f'_c = 28$ MPa, correspondiente a concreto de uso estructural normal, elaborado con agregados de tamaño máximo nominal de $\frac{3}{4}$ ", cemento tipo ART y agua potable, garantizando la trabajabilidad y durabilidad requeridas.
- Acero de refuerzo: límite de fluencia $f_y = 420$ MPa, conforme a la norma NTC 2289 (ASTM A615 Grado 60), empleado en barras corrugadas para refuerzo longitudinal y transversal.

3.4. Condiciones de exposición y durabilidad

Los elementos estarán expuestos a humedad constante y agentes agresivos del suelo; por tanto, el concreto y los recubrimientos cumplen los requisitos de durabilidad establecidos en el Capítulo C.7.7 de la NSR-10, como lo son recubrimiento mínimo de 7.5 cm y una resistencia mínima a la compresión de 4000 psi

3.5. Características del suelo

Las propiedades geotécnicas del terreno fueron determinadas a partir del estudio de suelos realizado para el área de influencia del proyecto. Con base en los resultados obtenidos, se definieron las **capacidades admisibles de trabajo (Q_a)** correspondientes a los estratos predominantes en las zonas de cimentación, las cuales se presentan en la **Tabla 1**.

ZONA	ESTRATO	Prof. Desplante (m)	Q_a (MPa)
Zona 1	Arena Limo arcillosa	3.0	0.2

	PROYECTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL PARA OBRAS DE PROTECCIÓN Y CONTENCIÓN DE TIERRAS DEL COLECTOR DE ALCANTARILLADO RIO TEJO			ELABORÓ:	ALEJANDRO HOYOS
	NOMBRE DEL DOCUMENTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL	VERSIÓN	01	REVISÓ:	NICOLÁS QUINTERO
			FECHA	13/09/2025	APROBÓ:	NICOLÁS QUINTERO

Zona 2	Cuarzo monzonita	1.5	17.5
--------	------------------	-----	------

Tabla 1 - Capacidades admisibles del suelo

4. PARÁMETROS DE ANÁLISIS Y DISEÑO

4.1.Método de diseño

El diseño estructural se realizó aplicando el método de los estados límite últimos (LRFD), conforme a lo establecido en el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente – NSR-10, Título C – Concreto Estructural.

Este método garantiza la seguridad y desempeño estructural mediante la utilización de factores de carga y de reducción de resistencia, asegurando que la capacidad última de los elementos sea mayor que las solicitaciones mayoradas obtenidas de las combinaciones de carga definidas en el Título B de la NSR-10.

4.2.Análisis

El análisis estructural se efectuó en tres dimensiones utilizando el software CYPE, que permite la modelación precisa de los elementos estructurales mediante la formulación de elementos finitos tipo placa y sólido.

El modelo considera las condiciones reales de apoyo, continuidad, rigidez de los elementos y las combinaciones de carga establecidas por la norma, garantizando la coherencia entre la respuesta estructural y las condiciones de borde del terreno y cimentación.

4.3.Diseño

El diseño de los elementos se desarrolló con el programa CYPE, aplicando los criterios del Título C de la NSR-10 para concreto reforzado.

El software realiza la verificación de resistencia, estabilidad, flexión, corte y servicio, así como la comprobación del cumplimiento de recubrimientos, cuantías mínimas y anclajes.

	PROYECTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL PARA OBRAS DE PROTECCIÓN Y CONTENCIÓN DE TIERRAS DEL COLECTOR DE ALCANTARILLADO RIO TEJO			ELABORÓ:	ALEJANDRO HOYOS
	NOMBRE DEL DOCUMENTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL	VERSIÓN	01	REVISÓ:	NICOLÁS QUINTERO
			FECHA	13/09/2025	APROBÓ:	NICOLÁS QUINTERO

Los resultados obtenidos se complementaron con verificaciones manuales y hojas de cálculo auxiliares en Excel y Python, asegurando la trazabilidad y consistencia de los cálculos.

5. CARGAS

Las cargas consideradas en el análisis y diseño estructural corresponden a las acciones permanentes, variables y accidentales que actúan sobre las obras proyectadas, conforme a lo establecido en el Título B – Cargas del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-10).

Estas cargas incluyen el peso propio de los elementos estructurales, las presiones ejercidas por el terreno y el agua, así como las acciones sísmicas derivadas de la ubicación del proyecto en una zona de amenaza sísmica intermedia.

Todas las combinaciones de carga fueron aplicadas de acuerdo con las disposiciones normativas, garantizando que los esfuerzos obtenidos representen condiciones de servicio y de resistencia adecuadas para el diseño de los muros de contención y estructuras asociadas.

5.1.Cargas Verticales

5.1.1. Muerta

El peso propio de la estructura fue considerado automáticamente por el software **CYPECAD**, con base en las propiedades geométricas y la densidad de los materiales definidos para cada elemento estructural. Se incluyen los pesos correspondientes al concreto, acero de refuerzo y elementos constructivos asociados, conforme a lo establecido en el **Título B – Cargas**, de la **NSR-10**.

5.1.2. Viva

Se consideró una **lámina de agua equivalente a la altura de cada elemento**, aplicada como carga distribuida sobre la **losa de fondo**, únicamente en los sectores donde dicha condición hidráulica es relevante. Esta carga representa el peso del fluido contenido o

	PROYECTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL PARA OBRAS DE PROTECCIÓN Y CONTENCIÓN DE TIERRAS DEL COLECTOR DE ALCANTARILLADO RIO TEJO			ELABORÓ:	ALEJANDRO HOYOS
	NOMBRE DEL DOCUMENTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL	VERSIÓN	01	REVISÓ:	NICOLÁS QUINTERO
			FECHA	13/09/2025	APROBÓ:	NICOLÁS QUINTERO

confinado durante el funcionamiento del sistema, conforme a las condiciones de servicio previstas.

5.2.Cargas Horizontales

5.2.1. Empuje de tierra

Se incluyó el **empuje activo del terreno** en las superficies externas de los muros de contención y paredes de las estructuras tipo caja, calculado según la **teoría de Rankine**, considerando el peso específico del suelo, el ángulo de fricción interna y las condiciones de drenaje.

Este empuje actúa de forma triangular creciente con la profundidad, aplicándose sobre la cara del muro en contacto con el relleno.

5.2.2. Presión hidráulica

Se aplicó una **presión hidrostática equivalente a una lámina de agua hasta la cota de inundación** en la cara externa de los muros de contención y demás elementos en contacto con el flujo.

La presión se consideró de manera lineal con la profundidad, con valores máximos en el punto más bajo del elemento, siguiendo las recomendaciones del **Título B – Cargas Hidrostáticas e Hidrodinámicas de la NSR-10**.

5.2.3. Cargas sísmicas

El análisis sísmico se realizó aplicando el espectro de diseño corregido (S_a/R) correspondiente a la zona de amenaza sísmica intermedia, según la clasificación establecida en el Título A de la NSR-10 para el municipio de Ocaña, Norte de Santander. Se adoptaron los siguientes parámetros de diseño sísmico

	PROYECTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL PARA OBRAS DE PROTECCIÓN Y CONTENCIÓN DE TIERRAS DEL COLECTOR DE ALCANTARILLADO RIO TEJO			ELABORÓ:	ALEJANDRO HOYOS
	NOMBRE DEL DOCUMENTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL	VERSIÓN	01	REVISÓ:	NICOLÁS QUINTERO
			FECHA	13/09/2025	APROBÓ:	NICOLÁS QUINTERO

Parámetro	Descripción
Disipación de energía	DMO – Capacidad Moderada
Tipo de suelo	D
Factor de reducción sísmica (R)	3.0
Aceleración horizontal efectiva A_a	0.20
Aceleración vertical efectiva A_v	0.15
Factor de amplificación F_a	1.6
Factor de amplificación F_v	2.2
Factor de importancia (IV)	1.5

Tabla 2 – parámetros sísmicos

Estos valores fueron empleados para la generación del espectro de diseño y la determinación de las fuerzas sísmicas equivalentes.

La estructura se diseñó para resistir dichas solicitaciones bajo el criterio de capacidad de disipación moderada (DMO), verificando los requisitos de ductilidad y confinamiento establecidos en el Capítulo C.21 del Título C – Concreto Estructural.

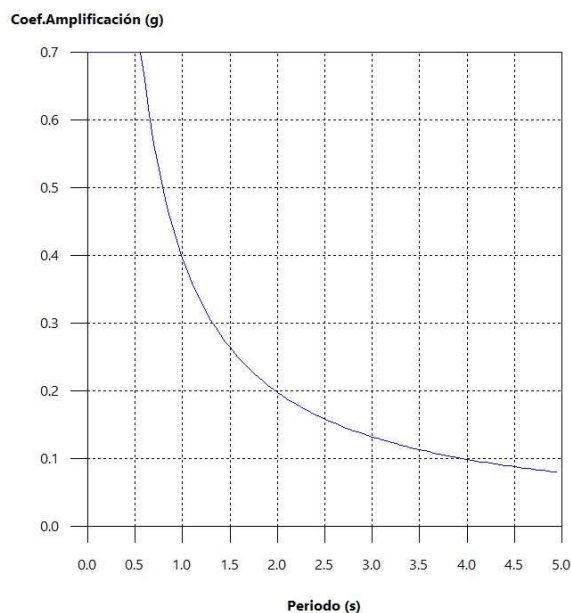


Ilustración 9 - Espectro elástico de aceleraciones

	PROYECTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL PARA OBRAS DE PROTECCIÓN Y CONTENCIÓN DE TIERRAS DEL COLECTOR DE ALCANTARILLADO RIO TEJO			ELABORÓ:	ALEJANDRO HOYOS
	NOMBRE DEL DOCUMENTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL	VERSIÓN	01	REVISÓ:	NICOLÁS QUINTERO
			FECHA	13/09/2025	APROBÓ:	NICOLÁS QUINTERO

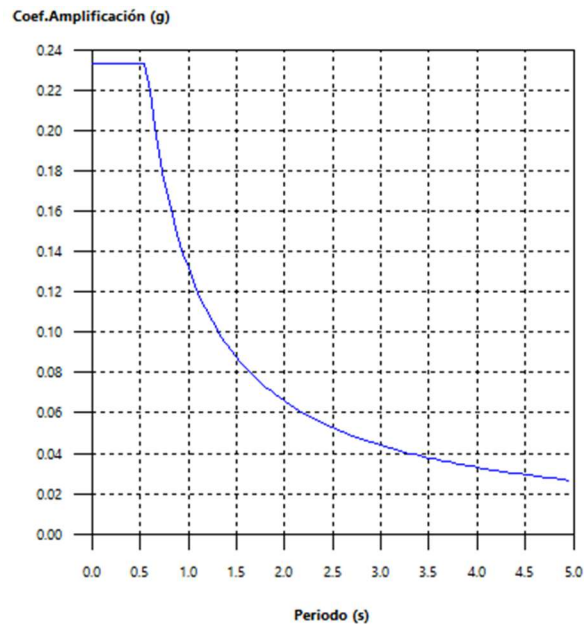


Ilustración 10 - Espectro elástico de diseño

5.3. Hipótesis de carga

Las hipótesis de carga consideradas en el análisis estructural corresponden a las acciones que actúan de forma permanente o variable sobre la estructura, incluyendo efectos gravitacionales, de suelo y sísmicos. A continuación, se resumen las hipótesis aplicadas en el modelo estructural:

Símbolo	Descripción
PP	Peso propio de todos los elementos estructurales y no estructurales.
CM	Cargas muertas adicionales distintas al peso propio (rellenos, acabados, revestimientos, etc.).
Suelo o Hidrodinámica	Empuje activo del terreno ejercido sobre los muros de contención y estructuras en contacto con el suelo o empujes hidrodinámicos asociados las corrientes del río.

	PROYECTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL PARA OBRAS DE PROTECCIÓN Y CONTENCIÓN DE TIERRAS DEL COLECTOR DE ALCANTARILLADO RIO TEJO			ELABORÓ:	ALEJANDRO HOYOS
	NOMBRE DEL DOCUMENTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL	VERSIÓN	01	REVISÓ:	NICOLÁS QUINTERO
			FECHA	13/09/2025	APROBÓ:	NICOLÁS QUINTERO

Qa	Sobrecarga de uso o carga viva considerada sobre la losa de fondo y zonas de acceso.
SX	Acción sísmica en dirección X, según espectro de diseño corregido (Sa/R).
SY	Acción sísmica en dirección Y, según espectro de diseño corregido (Sa/R).

Tabla 3 - Hipótesis de carga considerada

5.4. Combinaciones de carga

Para el diseño estructural se adoptaron las combinaciones de carga correspondientes al Estado Límite Último (E.L.U.) o de rotura, conforme a lo establecido en la sección B.3.3 de la NSR-10.

Estas combinaciones garantizan que los elementos estructurales cuenten con la capacidad resistente suficiente frente a las solicitaciones máximas posibles derivadas de la acción simultánea de cargas permanentes, variables y sísmicas. Las combinaciones empleadas en el análisis y diseño se presentan a continuación:

Comb.	PP	CM	Suelo	Qa	SX	SY
1	1.400	1.400				
2	1.200	1.200				
3	1.200	1.200		1.600		
4	1.200	1.200	1.600			
5	1.200	1.200	1.600	1.600		
6	1.200	1.200			-0.300	-1.000

	PROYECTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL PARA OBRAS DE PROTECCIÓN Y CONTENCIÓN DE TIERRAS DEL COLECTOR DE ALCANTARILLADO RIO TEJO			ELABORÓ:	ALEJANDRO HOYOS
	NOMBRE DEL DOCUMENTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL	VERSIÓN	01	REVISÓ:	NICOLÁS QUINTERO
			FECHA	13/09/2025	APROBÓ:	NICOLÁS QUINTERO

Comb.	PP	CM	Suelo	Qa	SX	SY
7	1.200	1.200		0.500	-0.300	-1.000
8	1.200	1.200			0.300	-1.000
9	1.200	1.200		0.500	0.300	-1.000
10	1.200	1.200			-1.000	-0.300
11	1.200	1.200		0.500	-1.000	-0.300
12	1.200	1.200			-1.000	0.300
13	1.200	1.200		0.500	-1.000	0.300
14	1.200	1.200			0.300	1.000
15	1.200	1.200		0.500	0.300	1.000
16	1.200	1.200			-0.300	1.000
17	1.200	1.200		0.500	-0.300	1.000
18	1.200	1.200			1.000	0.300
19	1.200	1.200		0.500	1.000	0.300
20	1.200	1.200			1.000	-0.300
21	1.200	1.200		0.500	1.000	-0.300
22	0.900	0.900				
23	0.900	0.900	1.600			

	PROYECTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL PARA OBRAS DE PROTECCIÓN Y CONTENCIÓN DE TIERRAS DEL COLECTOR DE ALCANTARILLADO RIO TEJO			ELABORÓ:	ALEJANDRO HOYOS
	NOMBRE DEL DOCUMENTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL	VERSIÓN	01	REVISÓ:	NICOLÁS QUINTERO
			FECHA	13/09/2025	APROBÓ:	NICOLÁS QUINTERO

Comb.	PP	CM	Suelo	Qa	SX	SY
24	0.900	0.900			-0.300	-1.000
25	0.900	0.900	1.600		-0.300	-1.000
26	0.900	0.900			0.300	-1.000
27	0.900	0.900	1.600		0.300	-1.000
28	0.900	0.900			-1.000	-0.300
29	0.900	0.900	1.600		-1.000	-0.300
30	0.900	0.900			-1.000	0.300
31	0.900	0.900	1.600		-1.000	0.300
32	0.900	0.900			0.300	1.000
33	0.900	0.900	1.600		0.300	1.000
34	0.900	0.900			-0.300	1.000
35	0.900	0.900	1.600		-0.300	1.000
36	0.900	0.900			1.000	0.300
37	0.900	0.900	1.600		1.000	0.300
38	0.900	0.900			1.000	-0.300
39	0.900	0.900	1.600		1.000	-0.300

Tabla 4 - Combinaciones de carga para ELU de rotura

	PROYECTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL PARA OBRAS DE PROTECCIÓN Y CONTENCIÓN DE TIERRAS DEL COLECTOR DE ALCANTARILLADO RIO TEJO			ELABORÓ:	ALEJANDRO HOYOS
	NOMBRE DEL DOCUMENTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL	VERSIÓN	01	REVISÓ:	NICOLÁS QUINTERO
			FECHA	13/09/2025	APROBÓ:	NICOLÁS QUINTERO

Para el dimensionamiento y verificación de las **zapatas de los muros de contención**, se emplearon combinaciones de carga específicas orientadas a evaluar los **Estados Límite de Servicio (E.L.S.)** aplicables al **suelo de fundación**. Estas combinaciones permiten comprobar la **capacidad portante admisible (Qa)**, así como el control de **asentamientos, estabilidad y levantamiento** de las cimentaciones bajo las distintas condiciones de carga. Las combinaciones consideradas para el diseño de cimentación se presentan a continuación:

Comb.	PP	CM	Suelo	Qa	SX	SY
1	1.000	1.000				
2	1.000	1.000		1.000		
3	1.000	1.000	1.000			
4	1.000	1.000	1.000	1.000		
5	0.600	0.600				
6	0.600	0.600	1.000			
7	0.600	0.600			-0.700	
8	1.000	1.000			-0.700	
9	0.600	0.600	1.000		-0.700	
10	1.000	1.000	1.000		-0.700	
11	0.600	0.600			0.700	
12	1.000	1.000			0.700	
13	0.600	0.600	1.000		0.700	

	PROYECTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL PARA OBRAS DE PROTECCIÓN Y CONTENCIÓN DE TIERRAS DEL COLECTOR DE ALCANTARILLADO RIO TEJO			ELABORÓ:	ALEJANDRO HOYOS
	NOMBRE DEL DOCUMENTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL	VERSIÓN	01	REVISÓ:	NICOLÁS QUINTERO
			FECHA	13/09/2025	APROBÓ:	NICOLÁS QUINTERO

Comb.	PP	CM	Suelo	Qa	SX	SY
14	1.000	1.000	1.000		0.700	
15	0.600	0.600				-0.700
16	1.000	1.000				-0.700
17	0.600	0.600	1.000			-0.700
18	1.000	1.000	1.000			-0.700
19	0.600	0.600				0.700
20	1.000	1.000				0.700
21	0.600	0.600	1.000			0.700
22	1.000	1.000	1.000			0.700
23	1.000	1.000		0.750	-0.525	
24	1.000	1.000	1.000	0.750	-0.525	
25	1.000	1.000		0.750	0.525	
26	1.000	1.000	1.000	0.750	0.525	
27	1.000	1.000		0.750		-0.525
28	1.000	1.000	1.000	0.750		-0.525
29	1.000	1.000		0.750		0.525
30	1.000	1.000	1.000	0.750		0.525

	PROYECTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL PARA OBRAS DE PROTECCIÓN Y CONTENCIÓN DE TIERRAS DEL COLECTOR DE ALCANTARILLADO RIO TEJO			ELABORÓ:	ALEJANDRO HOYOS
	NOMBRE DEL DOCUMENTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL	VERSIÓN	01	REVISÓ:	NICOLÁS QUINTERO
			FECHA	13/09/2025	APROBÓ:	NICOLÁS QUINTERO

Tabla 5 - Combinaciones de carga para diseño de cimentaciones

6. DISEÑO DE ELEMENTOS

En esta sección se presentan las solicitudes de diseño obtenidas a partir del análisis estructural y las áreas de refuerzo requeridas para los distintos elementos que conforman las obras de contención.

El proceso de diseño se realizó siguiendo los lineamientos establecidos en el Título C – Concreto Estructural del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-10), verificando los estados límite últimos (resistencia) y de servicio (fisuración y deformación).

Los resultados mostrados corresponden a la envolvente de esfuerzos generada por las combinaciones de carga más críticas, considerando las acciones permanentes, variables, sísmicas y de empuje de tierras.

Para cada elemento se identifican los momentos flectores máximos, cortantes y las áreas de acero de refuerzo necesarias en cm^2/m .

Los factores de reducción de resistencia (ϕ) aplicados corresponden a los valores indicados en el Capítulo C.10.2 de la NSR-10, según el tipo de sollicitación (flexión, corte, compresión).

6.1. Momentos máximos

Los **momentos flectores máximos** se obtuvieron a partir del análisis estructural realizado con el software **CYPECAD**, mediante la modelación de los muros de contención como elementos tipo placa, apoyados sobre su base y sometidos a las cargas combinadas de peso propio, empuje activo del terreno, presión hidrostática y acción sísmica.

Los resultados se presentan en forma de **diagramas de momentos envolventes**, que permiten identificar las zonas críticas de flexión en cada muro.

	PROYECTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL PARA OBRAS DE PROTECCIÓN Y CONTENCIÓN DE TIERRAS DEL COLECTOR DE ALCANTARILLADO RIO TEJO			ELABORÓ:	ALEJANDRO HOYOS
	NOMBRE DEL DOCUMENTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL	VERSIÓN	01	REVISÓ:	NICOLÁS QUINTERO
			FECHA	13/09/2025	APROBÓ:	NICOLÁS QUINTERO

Dichos valores constituyen la base para el dimensionamiento del acero de refuerzo longitudinal y transversal, conforme a los criterios de diseño de la **NSR-10, Título C**.

6.1.1. Muro de contención 0 + 105.00 a 0 + 263.88

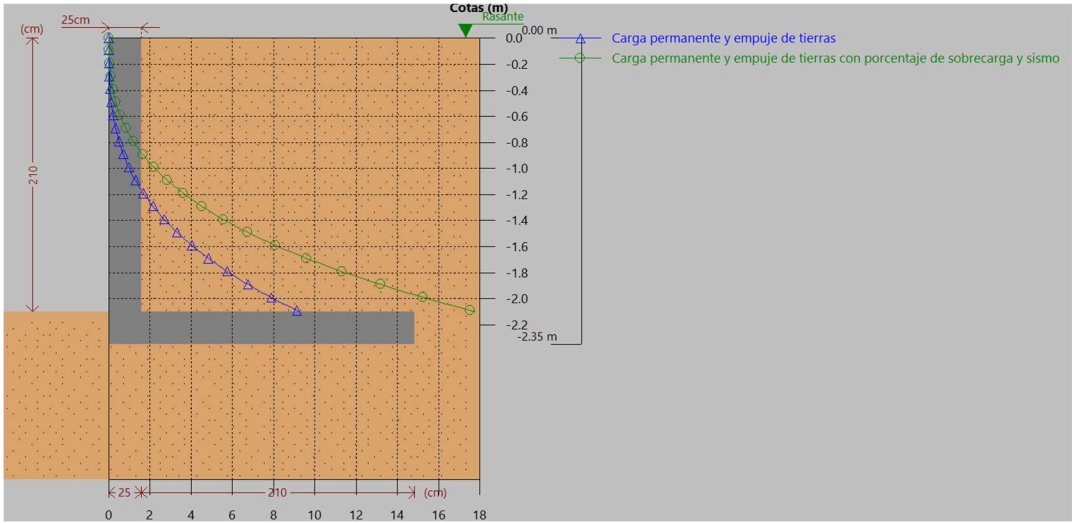


Ilustración 11 - Momentos principales muro de contención 1 para la envolvente en kN m /m

Comprobación de estabilidad: <i>Valor introducido por el usuario.</i>		
- Coeficiente de seguridad al vuelco (Situaciones persistentes):	Mínimo: 3.0 Calculado: 9.37	Cumple
- Coeficiente de seguridad al vuelco (Situaciones accidentales sísmicas):	Mínimo: 2.0 Calculado: 4.97	Cumple
- Coeficiente de seguridad al deslizamiento (Situaciones persistentes):	Mínimo: 1.6 Calculado: 3.86	Cumple
- Coeficiente de seguridad al deslizamiento (Situaciones accidentales sísmicas):	Mínimo: 1.05 Calculado: 2.16	Cumple

Tabla 6 - Comprobación de estabilidad muro de contención 1

	PROYECTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL PARA OBRAS DE PROTECCIÓN Y CONTENCIÓN DE TIERRAS DEL COLECTOR DE ALCANTARILLADO RIO TEJO			ELABORÓ:	ALEJANDRO HOYOS
	NOMBRE DEL DOCUMENTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL	VERSIÓN	01	REVISÓ:	NICOLÁS QUINTERO
			FECHA	13/09/2025	APROBÓ:	NICOLÁS QUINTERO

6.1.2. Muro de contención 0 + 41.00 a 0 +51.83

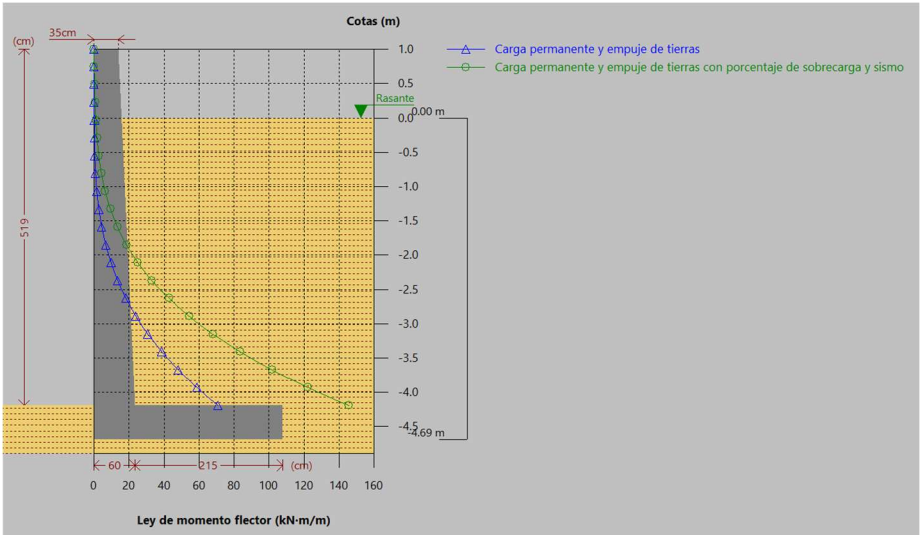


Ilustración 12 - Momentos principales muro de contención 2 para la envolvente en kN m /m

Comprobación de estabilidad: <i>Valor introducido por el usuario.</i>		
- Coeficiente de seguridad al vuelco (Situaciones persistentes):	Mínimo: 3.0 Calculado: 4.2	Cumple
- Coeficiente de seguridad al vuelco (Situaciones accidentales sísmicas):	Mínimo: 2.0 Calculado: 2.05	Cumple
- Coeficiente de seguridad al deslizamiento (Situaciones persistentes):	Mínimo: 1.6 Calculado: 2.97	Cumple
- Coeficiente de seguridad al deslizamiento (Situaciones accidentales sísmicas):	Mínimo: 1.05 Calculado: 1.58	Cumple

Tabla 7 - Comprobación de estabilidad muro de contención 2

	PROYECTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL PARA OBRAS DE PROTECCIÓN Y CONTENCIÓN DE TIERRAS DEL COLECTOR DE ALCANTARILLADO RIO TEJO			ELABORÓ:	ALEJANDRO HOYOS
	NOMBRE DEL DOCUMENTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL	VERSIÓN	01	REVISÓ:	NICOLÁS QUINTERO
			FECHA	13/09/2025	APROBÓ:	NICOLÁS QUINTERO

6.1.3. Muro de contención 0 + 88.54 a 0 + 105

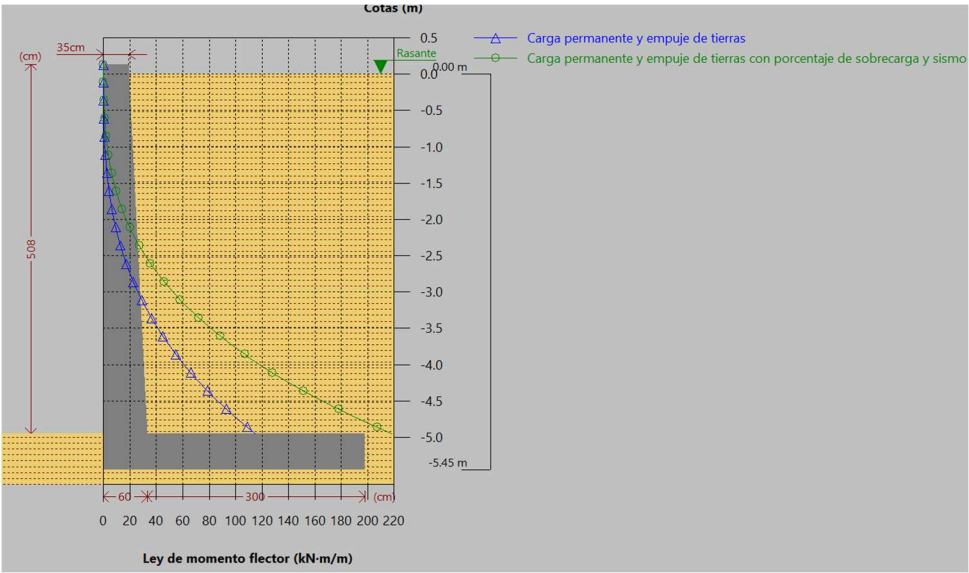


Ilustración 13 - Momentos principales muro de contención 3 para la envolvente en kN m /m

Comprobación de estabilidad: <i>Valor introducido por el usuario.</i>		
- Coeficiente de seguridad al vuelco (Situaciones persistentes):	Mínimo: 3.0 Calculado: 5.31	Cumple
- Coeficiente de seguridad al vuelco (Situaciones accidentales sísmicas):	Mínimo: 2.0 Calculado: 2.79	Cumple
- Coeficiente de seguridad al deslizamiento (Situaciones persistentes):	Mínimo: 1.6 Calculado: 3.23	Cumple
- Coeficiente de seguridad al deslizamiento (Situaciones accidentales sísmicas):	Mínimo: 1.05 Calculado: 1.77	Cumple

Tabla 8 - Comprobación de estabilidad muro de contención 4

	PROYECTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL PARA OBRAS DE PROTECCIÓN Y CONTENCIÓN DE TIERRAS DEL COLECTOR DE ALCANTARILLADO RIO TEJO			ELABORÓ:	ALEJANDRO HOYOS
	NOMBRE DEL DOCUMENTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL	VERSIÓN	01	REVISÓ:	NICOLÁS QUINTERO
			FECHA	13/09/2025	APROBÓ:	NICOLÁS QUINTERO

6.1.4. Muro de contención 0 + 263.88 a 0 + 295

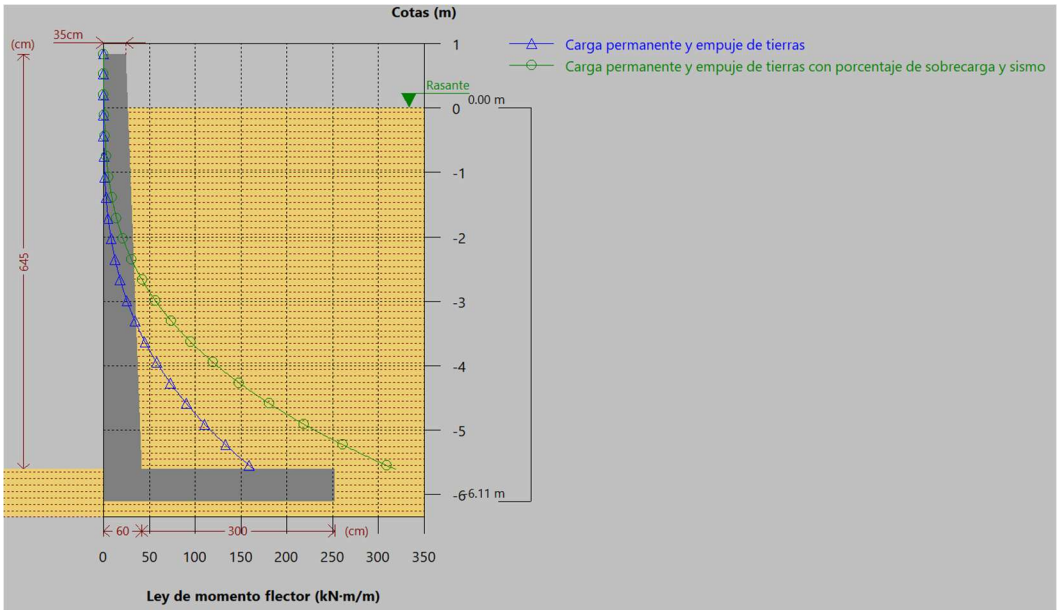


Ilustración 14 - Momentos principales muro de contención 4 para la envolvente en kN m /m

Comprobación de estabilidad: <i>Valor introducido por el usuario.</i>		
- Coeficiente de seguridad al vuelco (Situaciones persistentes):	Mínimo: 2 Calculado: 4.29	Cumple
- Coeficiente de seguridad al vuelco (Situaciones accidentales sísmicas):	Mínimo: 2 Calculado: 2.21	Cumple
- Coeficiente de seguridad al deslizamiento (Situaciones persistentes):	Mínimo: 1.5 Calculado: 2.96	Cumple
- Coeficiente de seguridad al deslizamiento (Situaciones accidentales sísmicas):	Mínimo: 1.5 Calculado: 1.61	Cumple

Tabla 9 - Comprobación de estabilidad muro de contención 4

	PROYECTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL PARA OBRAS DE PROTECCIÓN Y CONTENCIÓN DE TIERRAS DEL COLECTOR DE ALCANTARILLADO RIO TEJO			ELABORÓ:	ALEJANDRO HOYOS
	NOMBRE DEL DOCUMENTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL	VERSIÓN	01	REVISÓ:	NICOLÁS QUINTERO
			FECHA	13/09/2025	APROBÓ:	NICOLÁS QUINTERO

6.1.5. Muro de contención 0 + 295 a 0 + 306.96

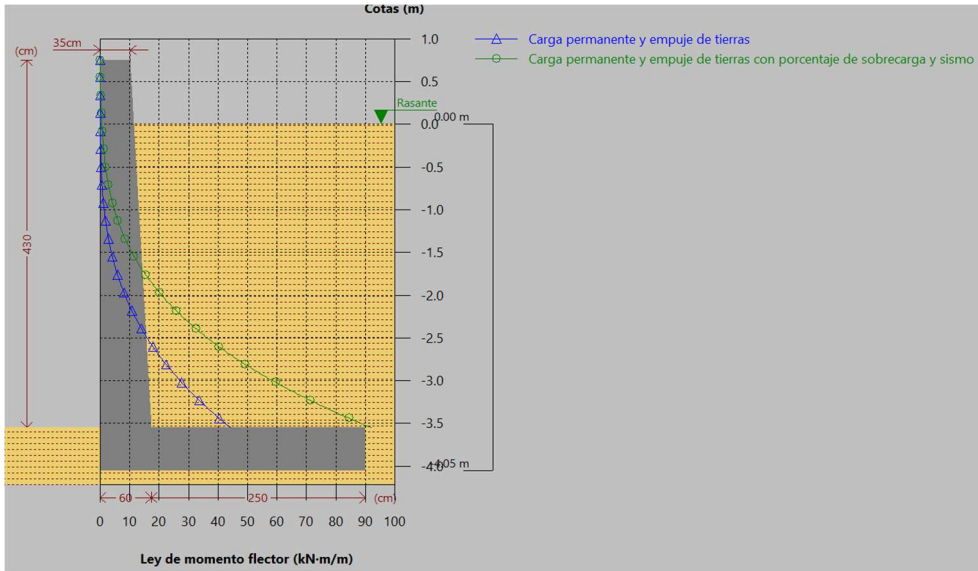


Ilustración 15 - Momentos principales muro de contención 5 para la envolvente en kN m/m

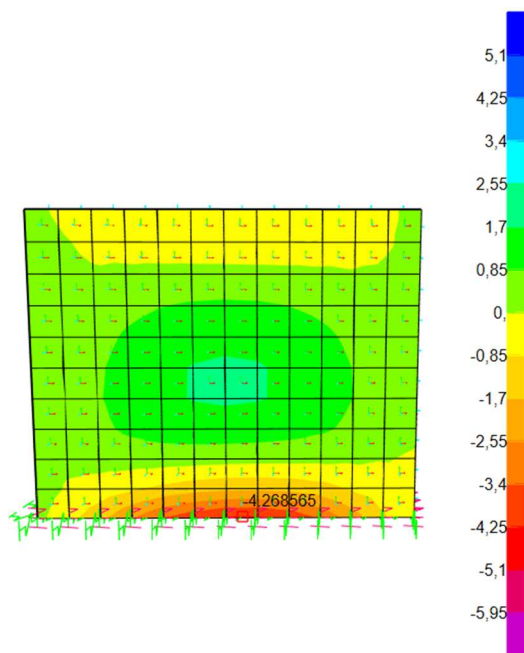
Comprobación de estabilidad: <i>Valor introducido por el usuario.</i>		
- Coeficiente de seguridad al vuelco (Situaciones persistentes):	Mínimo: 2 Calculado: 4.29	Cumple
- Coeficiente de seguridad al vuelco (Situaciones accidentales sísmicas):	Mínimo: 2 Calculado: 2.21	Cumple
- Coeficiente de seguridad al deslizamiento (Situaciones persistentes):	Mínimo: 1.5 Calculado: 2.96	Cumple
- Coeficiente de seguridad al deslizamiento (Situaciones accidentales sísmicas):	Mínimo: 1.5 Calculado: 1.61	Cumple

Tabla 10 - Comprobación de estabilidad muro de contención 5

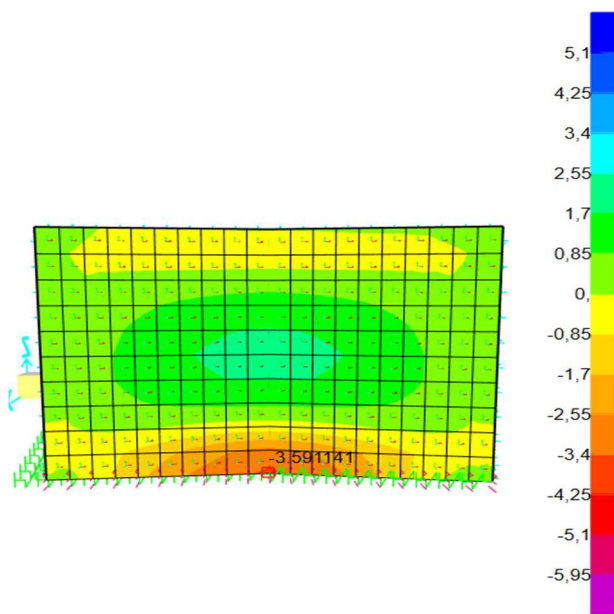
6.1.6. Pozo de inspección

Se relacionan las solicitaciones de diseño de momentos máximos y cortante para el calculo de las áreas de acero requeridas.

	PROYECTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL PARA OBRAS DE PROTECCIÓN Y CONTENCIÓN DE TIERRAS DEL COLECTOR DE ALCANTARILLADO RIO TEJO			ELABORÓ:	ALEJANDRO HOYOS
	NOMBRE DEL DOCUMENTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL	VERSIÓN	01	REVISÓ:	NICOLÁS QUINTERO
			FECHA	13/09/2025	APROBÓ:	NICOLÁS QUINTERO



*Ilustración 16 - Momentos principales M 2-2 en muro 1 de cámara de inspección para la envolvente en kN*m*



*Ilustración 18 - Momentos principales M 2-2 en muro 3 de cámara de inspección para la envolvente en kN*m*

*Ilustración 17 - Momentos principales M 2-2 en muro 2 de cámara de inspección para la envolvente en kN*m*

AXIS Ingeniería y Diseño Estructural	PROYECTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL PARA OBRAS DE PROTECCIÓN Y CONTENCIÓN DE TIERRAS DEL COLECTOR DE ALCANTARILLADO RIO TEJO			ELABORÓ:	ALEJANDRO HOYOS
	NOMBRE DEL DOCUMENTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL	VERSIÓN	01	REVISÓ:	NICOLÁS QUINTERO
			FECHA	13/09/2025	APROBÓ:	NICOLÁS QUINTERO

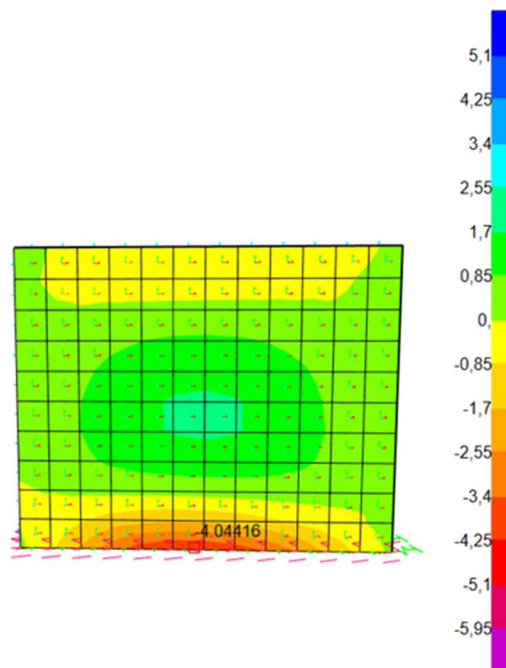


Ilustración 19 - Momentos principales M 2-2 en muro 3 de cámara de inspección para la envolvente en kN*m

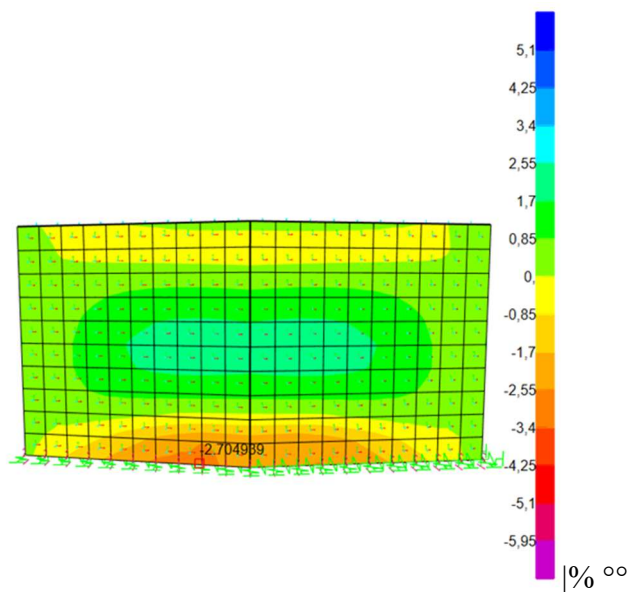


Ilustración 20 - Momentos principales M 2-2 en muro 4 de cámara de inspección para la envolvente en kN*m

AXIS Ingeniería y Diseño Estructural	PROYECTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL PARA OBRAS DE PROTECCIÓN Y CONTENCIÓN DE TIERRAS DEL COLECTOR DE ALCANTARILLADO RIO TEJO			ELABORÓ:	ALEJANDRO HOYOS
	NOMBRE DEL DOCUMENTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL	VERSIÓN	01	REVISÓ:	NICOLÁS QUINTERO
			FECHA	13/09/2025	APROBÓ:	NICOLÁS QUINTERO

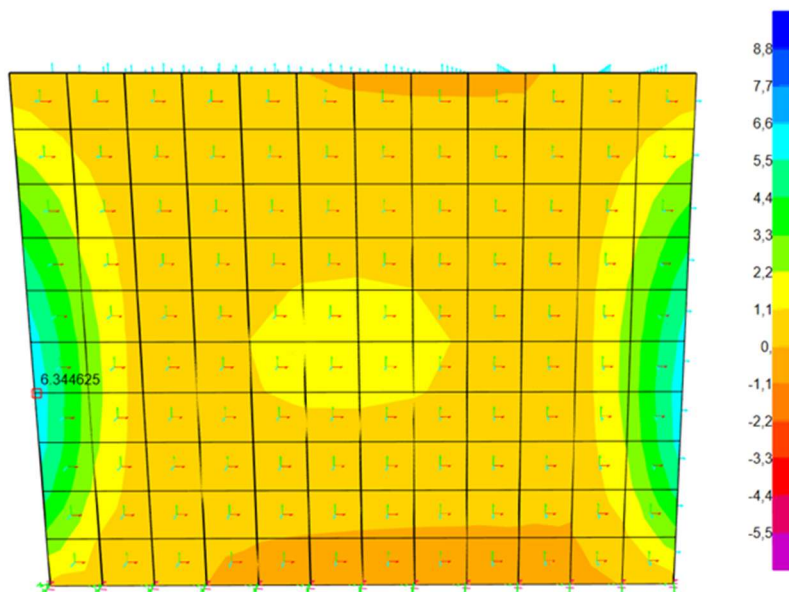


Ilustración 21 - - Momentos principales M_{1-1} en muro 1 de cámara de inspección para la envolvente en $kN*m$

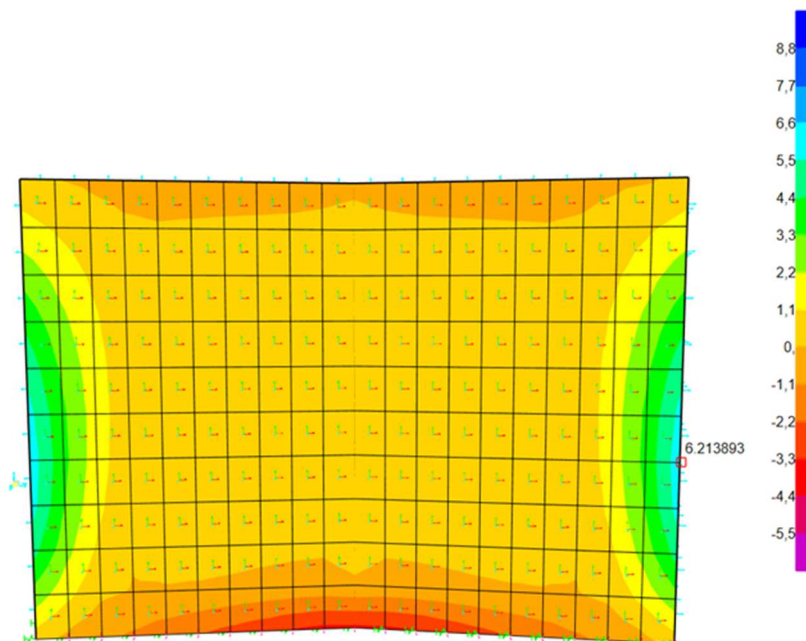


Ilustración 22 - Momentos principales M_{1-1} en muro 2 de cámara de inspección para la envolvente en $kN*m$

AXIS Ingeniería y Diseño Estructural	PROYECTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL PARA OBRAS DE PROTECCIÓN Y CONTENCIÓN DE TIERRAS DEL COLECTOR DE ALCANTARILLADO RIO TEJO			ELABORÓ:	ALEJANDRO HOYOS
	NOMBRE DEL DOCUMENTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL	VERSIÓN	01	REVISÓ:	NICOLÁS QUINTERO
			FECHA	13/09/2025	APROBÓ:	NICOLÁS QUINTERO

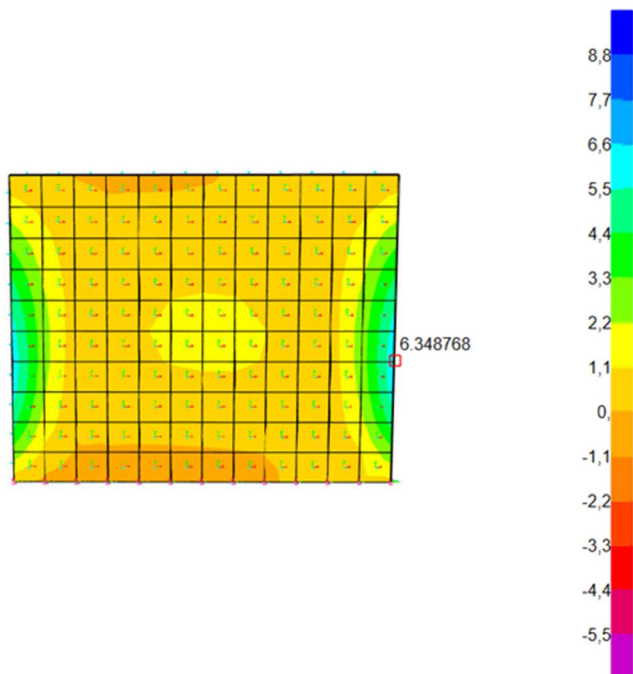


Ilustración 23 - Momentos principales M_{1-1} en muro 3 de cámara de inspección para la envolvente en $kN*m$

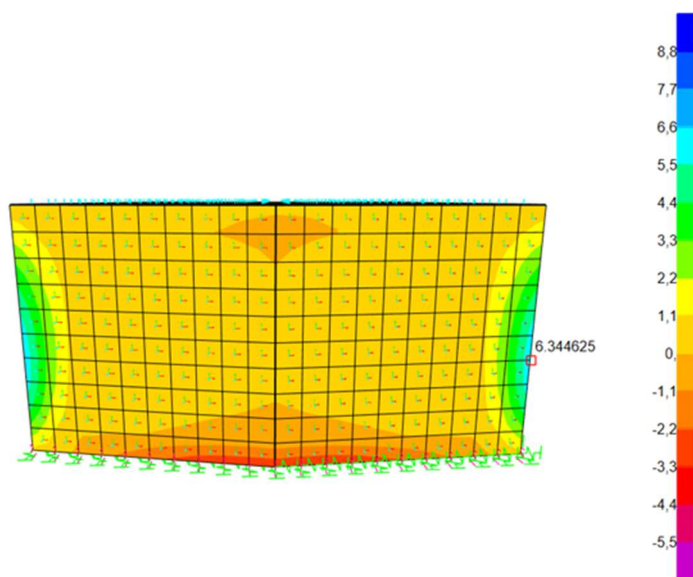


Ilustración 24 - Momentos principales M_{1-1} en muro 4 de cámara de inspección para la envolvente en $kN*m$

	PROYECTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL PARA OBRAS DE PROTECCIÓN Y CONTENCIÓN DE TIERRAS DEL COLECTOR DE ALCANTARILLADO RIO TEJO			ELABORÓ:	ALEJANDRO HOYOS
	NOMBRE DEL DOCUMENTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL	VERSIÓN	01	REVISÓ:	NICOLÁS QUINTERO
			FECHA	13/09/2025	APROBÓ:	NICOLÁS QUINTERO

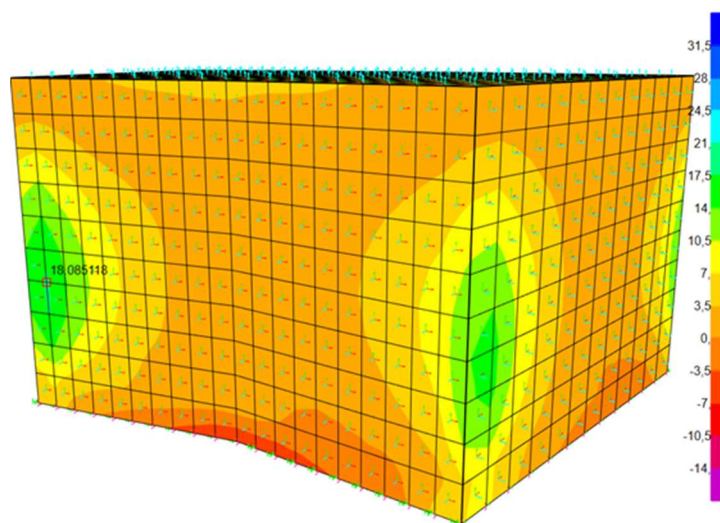


Ilustración 25 - Cortante máximo en muros de cámara de inspección para la envolvente en kN

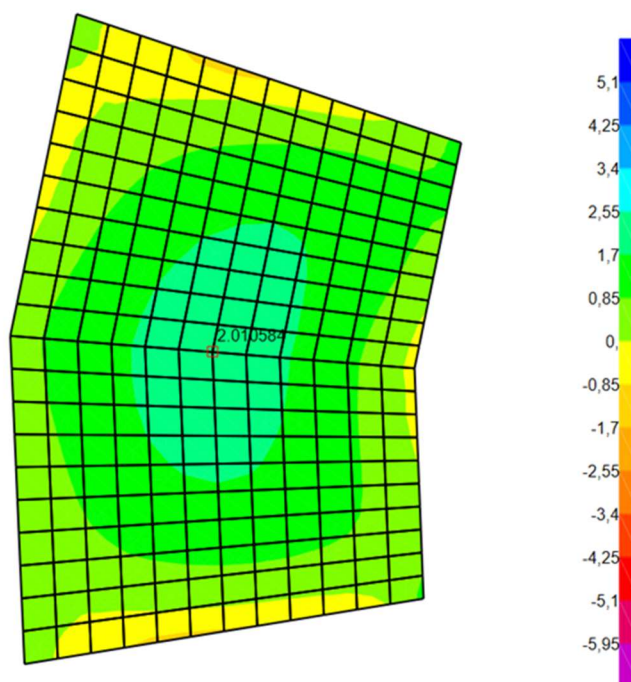


Ilustración 26 - Momentos principales M 2-2 en losa de tapa de cámara de inspección para la envolvente en kN*m

AXIS Ingeniería y Diseño Estructural	PROYECTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL PARA OBRAS DE PROTECCIÓN Y CONTENCIÓN DE TIERRAS DEL COLECTOR DE ALCANTARILLADO RIO TEJO			ELABORÓ:	ALEJANDRO HOYOS
	NOMBRE DEL DOCUMENTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL	VERSIÓN	01	REVISÓ:	NICOLÁS QUINTERO
			FECHA	13/09/2025	APROBÓ:	NICOLÁS QUINTERO

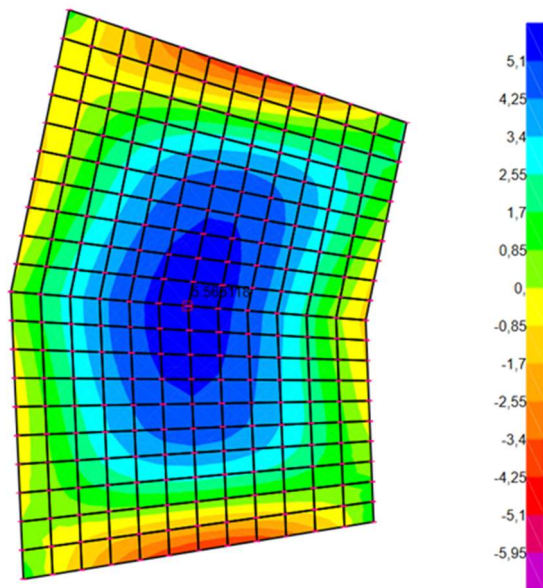


Ilustración 27 - Momentos principales M 2-2 en losa de fondo de cámara de inspección para la envolvente en kN*m

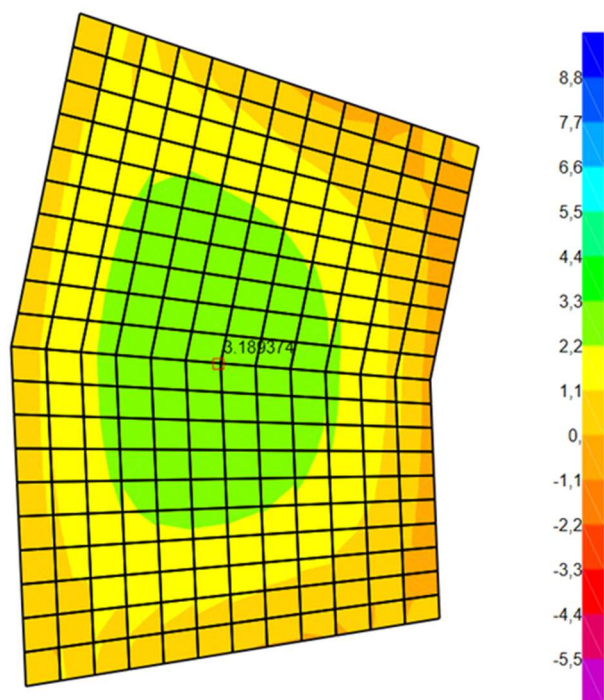
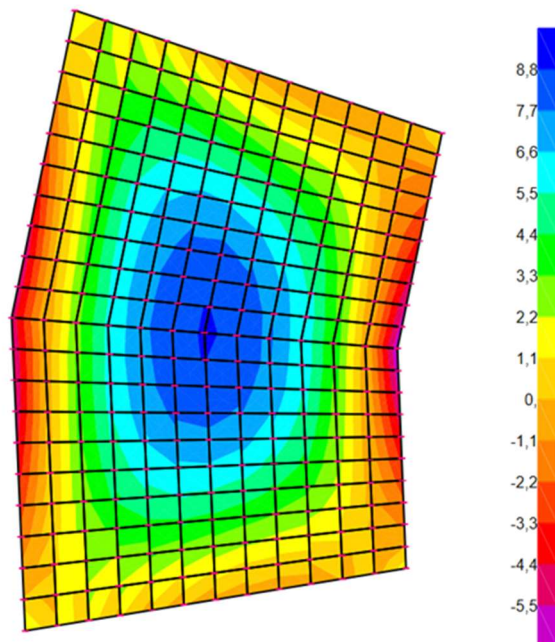


Ilustración 28 - Momentos principales M 1-1 en losa de tapa de cámara de inspección para la envolvente en kN*m

AXIS Ingeniería y Diseño Estructural	PROYECTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL PARA OBRAS DE PROTECCIÓN Y CONTENCIÓN DE TIERRAS DEL COLECTOR DE ALCANTARILLADO RIO TEJO			ELABORÓ:	ALEJANDRO HOYOS
	NOMBRE DEL DOCUMENTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL	VERSIÓN	01	REVISÓ:	NICOLÁS QUINTERO
			FECHA	13/09/2025	APROBÓ:	NICOLÁS QUINTERO



*Ilustración 29 - Momentos principales M 1-1 en losa de fondo de cámara de inspección para la envolvente en kN*m*

	PROYECTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL PARA OBRAS DE PROTECCIÓN Y CONTENCIÓN DE TIERRAS DEL COLECTOR DE ALCANTARILLADO RIO TEJO			ELABORÓ:	ALEJANDRO HOYOS
	NOMBRE DEL DOCUMENTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL	VERSIÓN	01	REVISÓ:	NICOLÁS QUINTERO
			FECHA	13/09/2025	APROBÓ:	NICOLÁS QUINTERO

6.1.7. Recubrimiento de tubería

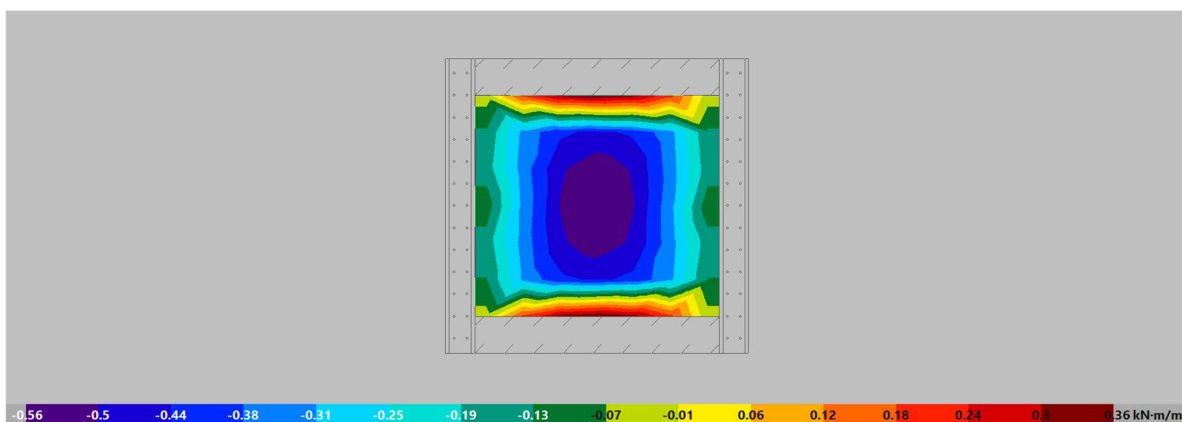


Ilustración 30 - Momento en X losa de fondo para la envolvente en kN m

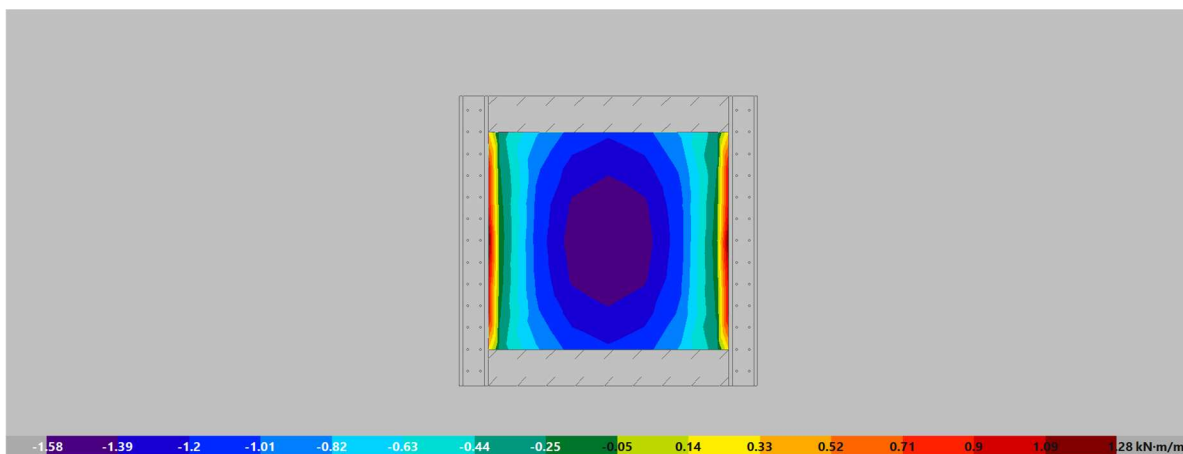


Ilustración 31 - Momento en Y losa de fondo para la envolvente en kN m

	PROYECTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL PARA OBRAS DE PROTECCIÓN Y CONTENCIÓN DE TIERRAS DEL COLECTOR DE ALCANTARILLADO RIO TEJO			ELABORÓ:	ALEJANDRO HOYOS
	NOMBRE DEL DOCUMENTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL	VERSIÓN	01	REVISÓ:	NICOLÁS QUINTERO
			FECHA	13/09/2025	APROBÓ:	NICOLÁS QUINTERO

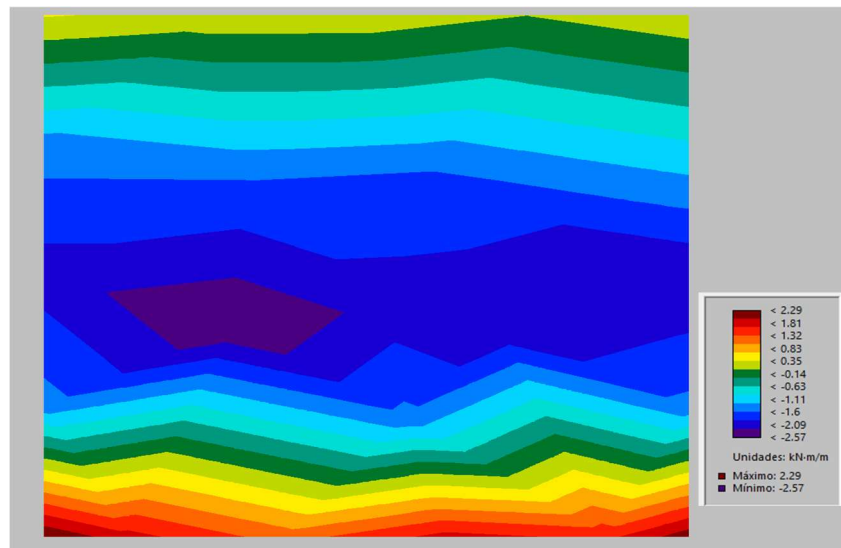


Ilustración 32 - Momento vertical paredes de recubrimiento para la envolvente en kN m

6.2. Comprobaciones geométricas y de resistencia

6.2.1. Muro de contención 0 + 105.00 a 0 + 263.88

Referencia: Muro: Muro_tuberia (Protección para tubería)		
Comprobación	Valores	Estado
Comprobación a rasante en arranque muro: <i>Criterio de CYPE</i>	Máximo: 372.4 kN/m Calculado: 32 kN/m	Cumple
Espesor mínimo del tramo: <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 11.3.1.1</i>	Mínimo: 19 cm Calculado: 25 cm	Cumple
Separación libre mínima armaduras horizontales: <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 25.2.1</i>	Mínimo: 2.5 cm	
- Trasdós:	Calculado: 29 cm	Cumple
- Intradós:	Calculado: 19 cm	Cumple
Separación máxima armaduras horizontales: <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 8.7.2.2</i>	Máximo: 45 cm	
- Trasdós:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Intradós:	Calculado: 20 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima horizontal por cara: <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 11.6.1</i>	Mínimo: 0.001	
- Trasdós (-2.10 m):	Calculado: 0.00095	cumple
- Intradós (-2.10 m):	Calculado: 0.00142	Cumple

	PROYECTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL PARA OBRAS DE PROTECCIÓN Y CONTENCIÓN DE TIERRAS DEL COLECTOR DE ALCANTARILLADO RIO TEJO			ELABORÓ:	ALEJANDRO HOYOS
	NOMBRE DEL DOCUMENTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL	VERSIÓN	01	REVISÓ:	NICOLÁS QUINTERO
			FECHA	13/09/2025	APROBÓ:	NICOLÁS QUINTERO

Referencia: Muro: Muro_tuberia (Protección para tuberia)		
Comprobación	Valores	Estado
Cuantía mínima mecánica horizontal por cara: <i>Criterio de CYPE (Cuantía horizontal > 20% Cuantía vertical)</i> - Trasdós: - Intradós:	Mínimo: 0.00072 Calculado: 0.00095 Mínimo: 0.00025 Calculado: 0.00142	Cumple Cumple
Cuantía mínima geométrica vertical cara traccionada: - Trasdós (-2.10 m): <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 11.6.1</i>	Mínimo: 0.0006 Calculado: 0.00361	Cumple
Cuantía mínima mecánica vertical cara traccionada: - Trasdós (-2.10 m): <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 9.6.1.2</i>	Mínimo: 0.00339 Calculado: 0.00361	Cumple
Cuantía mínima geométrica vertical cara comprimida: - Intradós (-2.10 m): <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 11.6.1</i>	Mínimo: 0.0006 Calculado: 0.00129	Cumple
Cuantía máxima geométrica de armadura vertical total: - (0.00 m): <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 10.6.1.1</i>	Máximo: 0.08 Calculado: 0.00491	Cumple
Separación libre mínima armaduras verticales: <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 25.2.1</i> - Trasdós, vertical: - Intradós, vertical:	Mínimo: 2.5 cm Calculado: 18.8 cm Calculado: 20 cm	Cumple Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 8.7.2.2</i> - Armadura vertical Trasdós, vertical: - Armadura vertical Intradós, vertical:	Máximo: 45 cm Calculado: 22 cm Calculado: 22 cm	Cumple Cumple
Comprobación a flexión compuesta: <i>Comprobación realizada por unidad de longitud de muro</i>		Cumple
Comprobación a cortante: <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 22.5.6.1</i>	Máximo: 89.5 kN/m Calculado: 27.3 kN/m	Cumple
Verificación de la fisuración por tensión en barras: <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 24.3.2</i>	Máximo: 261.104 MPa Calculado: 81.253 MPa	Cumple
Longitud de solapes: <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 25.5.2.1</i> - Base intradós:	Mínimo: 0.3 m Calculado: 0.3 m	Cumple

	PROYECTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL PARA OBRAS DE PROTECCIÓN Y CONTENCIÓN DE TIERRAS DEL COLECTOR DE ALCANTARILLADO RIO TEJO			ELABORÓ:	ALEJANDRO HOYOS
	NOMBRE DEL DOCUMENTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL	VERSIÓN	01	REVISÓ:	NICOLÁS QUINTERO
			FECHA	13/09/2025	APROBÓ:	NICOLÁS QUINTERO

Referencia: Muro: Muro_tuberia (Protección para tubería)		
Comprobación	Valores	Estado
Comprobación del anclaje del armado base en coronación: <i>Criterio de CYPE</i>		
- Trasdós:	Mínimo: 10 cm Calculado: 10 cm	Cumple
- Intradós:	Mínimo: 0 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Información adicional:		
- Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Trasdós: -2.10 m - Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Intradós: -2.10 m - Sección crítica a flexión compuesta: Cota: -2.10 m, Md: 23.32 kN·m/m, Nd: 11.59 kN/m, Vd: 32.02 kN/m, Tensión máxima del acero: 226.951 MPa - Sección crítica a cortante: Cota: -1.94 m		

6.2.2. Muro de contención 0 + 41.00 a 0 +51.83

Referencia: Muro: Muro_045 (ABS 0 + 45)		
Comprobación	Valores	Estado
Comprobación a rasante en arranque muro: <i>Criterio de CYPE</i>	Máximo: 1101.1 kN/m Calculado: 123.1 kN/m	Cumple
Espesor mínimo del tramo: <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 11.3.1.1</i>	Mínimo: 19 cm Calculado: 35 cm	Cumple
Separación libre mínima armaduras horizontales: <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 25.2.1</i>	Mínimo: 2.5 cm	
- Trasdós:	Calculado: 28.4 cm	Cumple
- Intradós:	Calculado: 18.4 cm	Cumple
Separación máxima armaduras horizontales: <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 8.7.2.2</i>	Máximo: 45 cm	
- Trasdós:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Intradós:	Calculado: 20 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima horizontal por cara: <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 11.6.1</i>	Mínimo: 0.001	
- Trasdós (-4.19 m):	Calculado: 0.0011	Cumple
- Intradós (-4.19 m):	Calculado: 0.00165	Cumple
Cuantía mínima mecánica horizontal por cara: <i>Criterio de CYPE (Cuantía horizontal > 20% Cuantía vertical)</i>		
- Trasdós:	Mínimo: 0.00067 Calculado: 0.0011	Cumple

	PROYECTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL PARA OBRAS DE PROTECCIÓN Y CONTENCIÓN DE TIERRAS DEL COLECTOR DE ALCANTARILLADO RIO TEJO			ELABORÓ:	ALEJANDRO HOYOS
	NOMBRE DEL DOCUMENTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL	VERSIÓN	01	REVISÓ:	NICOLÁS QUINTERO
			FECHA	13/09/2025	APROBÓ:	NICOLÁS QUINTERO

Referencia: Muro: Muro_045 (ABS 0 + 45)		
Comprobación	Valores	Estado
- Intradós:	Mínimo: 0.00026 Calculado: 0.00165	Cumple
Cuantía mínima geométrica vertical cara traccionada: - Trasdós (-4.19 m): <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 11.6.1</i>	Mínimo: 0.00075 Calculado: 0.00339	Cumple
Cuantía mínima mecánica vertical cara traccionada: - Trasdós (-4.19 m): <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 9.6.1.2</i>	Mínimo: 0.00339 Calculado: 0.00339	Cumple
Cuantía mínima geométrica vertical cara comprimida: - Intradós (-4.19 m): <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 11.6.1</i>	Mínimo: 0.0006 Calculado: 0.00132	Cumple
Cuantía máxima geométrica de armadura vertical total: - (1.00 m): <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 10.6.1.1</i>	Máximo: 0.08 Calculado: 0.00809	Cumple
Separación libre mínima armaduras verticales: <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 25.2.1</i> - Trasdós, vertical: - Intradós, vertical:	Mínimo: 2.5 cm Calculado: 10.1 cm Calculado: 21.8 cm	Cumple Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 8.7.2.2</i> - Armadura vertical Trasdós, vertical: - Armadura vertical Intradós, vertical:	Máximo: 45 cm Calculado: 14 cm Calculado: 25 cm	Cumple Cumple
Comprobación a flexión compuesta: <i>Comprobación realizada por unidad de longitud de muro</i>		Cumple
Comprobación a cortante: <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 22.5.6.1</i>	Máximo: 264.5 kN/m Calculado: 97.2 kN/m	Cumple
Verificación de la fisuración por tensión en barras: <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 24.3.2</i>	Máximo: 274.68 MPa Calculado: 80.1758 MPa	Cumple
Longitud de solapes: <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 25.5.2.1</i> - Base trasdós: - Base intradós:	Mínimo: 0.92 m Calculado: 1.5 m Mínimo: 0.46 m Calculado: 1.2 m	Cumple Cumple
Comprobación del anclaje del armado base en coronación: <i>Criterio de CYPE</i>		

	PROYECTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL PARA OBRAS DE PROTECCIÓN Y CONTENCIÓN DE TIERRAS DEL COLECTOR DE ALCANTARILLADO RIO TEJO			ELABORÓ:	ALEJANDRO HOYOS
	NOMBRE DEL DOCUMENTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL	VERSIÓN	01	REVISÓ:	NICOLÁS QUINTERO
			FECHA	13/09/2025	APROBÓ:	NICOLÁS QUINTERO

Referencia: Muro: Muro_045 (ABS 0 + 45)		
Comprobación	Valores	Estado
- Trasdós:	Mínimo: 20 cm Calculado: 20 cm	Cumple
- Intradós:	Mínimo: 0 cm Calculado: 25 cm	Cumple
Área mínima longitudinal cara superior viga de coronación: <i>Criterio de CYPE</i>	Mínimo: 4 cm ² Calculado: 4 cm ²	cumple
Información adicional: - Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Trasdós: -4.19 m - Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Intradós: -4.19 m - Sección crítica a flexión compuesta: Cota: -4.19 m, Md: 185.65 kN·m/m, Nd: 59.77 kN/m, Vd: 123.19 kN/m, Tensión máxima del acero: 245.669 MPa - Sección crítica a cortante: Cota: -3.70 m		

6.2.3. Muro de contención 0 + 88.54 a 0 + 105

Referencia: Muro: Muro_90 (ABS 0 + 90)		
Comprobación	Valores	Estado
Comprobación a rasante en arranque muro: <i>Criterio de CYPE</i>	Máximo: 1101.1 kN/m Calculado: 167 kN/m	Cumple
Espesor mínimo del tramo: <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 11.3.1.1</i>	Mínimo: 19 cm Calculado: 35 cm	Cumple
Separación libre mínima armaduras horizontales: <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 25.2.1</i>	Mínimo: 2.5 cm	
- Trasdós:	Calculado: 28.4 cm	Cumple
- Intradós:	Calculado: 18.4 cm	Cumple
Separación máxima armaduras horizontales: <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 8.7.2.2</i>	Máximo: 45 cm	
- Trasdós:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Intradós:	Calculado: 20 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima horizontal por cara: <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 11.6.1</i>	Mínimo: 0.001	
- Trasdós (-4.95 m):	Calculado: 0.0011	Cumple
- Intradós (-4.95 m):	Calculado: 0.00165	Cumple
Cuantía mínima mecánica horizontal por cara: <i>Criterio de CYPE (Cuantía horizontal > 20% Cuantía vertical)</i>		
- Trasdós:	Mínimo: 0.00067 Calculado: 0.0011	Cumple

	PROYECTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL PARA OBRAS DE PROTECCIÓN Y CONTENCIÓN DE TIERRAS DEL COLECTOR DE ALCANTARILLADO RIO TEJO			ELABORÓ:	ALEJANDRO HOYOS
	NOMBRE DEL DOCUMENTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL	VERSIÓN	01	REVISÓ:	NICOLÁS QUINTERO
			FECHA	13/09/2025	APROBÓ:	NICOLÁS QUINTERO

Referencia: Muro: Muro_90 (ABS 0 + 90)		
Comprobación	Valores	Estado
- Intradós:	Mínimo: 0.00026 Calculado: 0.00165	Cumple
Cuantía mínima geométrica vertical cara traccionada: - Trasdós (-4.95 m): <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 11.6.1</i>	Mínimo: 0.00075 Calculado: 0.00339	Cumple
Cuantía mínima mecánica vertical cara traccionada: - Trasdós (-4.95 m): <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 9.6.1.2</i>	Mínimo: 0.00339 Calculado: 0.00339	Cumple
Cuantía mínima geométrica vertical cara comprimida: - Intradós (-4.95 m): <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 11.6.1</i>	Mínimo: 0.0006 Calculado: 0.00132	Cumple
Cuantía máxima geométrica de armadura vertical total: - (0.13 m): <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 10.6.1.1</i>	Máximo: 0.08 Calculado: 0.00809	Cumple
Separación libre mínima armaduras verticales: <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 25.2.1</i> - Trasdós, vertical: - Intradós, vertical:	Mínimo: 2.5 cm Calculado: 10.1 cm Calculado: 21.8 cm	Cumple Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 8.7.2.2</i> - Armadura vertical Trasdós, vertical: - Armadura vertical Intradós, vertical:	Máximo: 45 cm Calculado: 14 cm Calculado: 25 cm	Cumple Cumple
Comprobación a flexión compuesta: <i>Comprobación realizada por unidad de longitud de muro</i>		Cumple
Comprobación a cortante: <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 22.5.6.1</i>	Máximo: 264.3 kN/m Calculado: 136.3 kN/m	Cumple
Verificación de la fisuración por tensión en barras: <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 24.3.2</i>	Máximo: 274.68 MPa Calculado: 143.129 MPa	Cumple
Longitud de solapes: <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 25.5.2.1</i> - Base trasdós: - Base intradós:	Mínimo: 0.92 m Calculado: 1.5 m Mínimo: 0.46 m Calculado: 1.2 m	Cumple Cumple
Comprobación del anclaje del armado base en coronación: <i>Criterio de CYPE</i>		

	PROYECTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL PARA OBRAS DE PROTECCIÓN Y CONTENCIÓN DE TIERRAS DEL COLECTOR DE ALCANTARILLADO RIO TEJO			ELABORÓ:	ALEJANDRO HOYOS
	NOMBRE DEL DOCUMENTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL	VERSIÓN	01	REVISÓ:	NICOLÁS QUINTERO
			FECHA	13/09/2025	APROBÓ:	NICOLÁS QUINTERO

Referencia: Muro: Muro_90 (ABS 0 + 90)		
Comprobación	Valores	Estado
- Trasdós:	Mínimo: 20 cm Calculado: 20 cm	Cumple
- Intradós:	Mínimo: 0 cm Calculado: 25 cm	Cumple
Área mínima longitudinal cara superior viga de coronación: <i>Criterio de CYPE</i>	Mínimo: 4 cm ² Calculado: 4 cm ²	cumple
Información adicional: - Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Trasdós: -4.95 m - Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Intradós: -4.95 m - Sección crítica a flexión compuesta: Cota: -4.95 m, Md: 284.94 kN·m/m, Nd: 60.90 kN/m, Vd: 167.08 kN/m, Tensión máxima del acero: 388.731 MPa - Sección crítica a cortante: Cota: -4.46 m		

6.2.4. Muro de contención 0 + 263.88 a 0 + 295

Referencia: Muro: Muro_265 (ABS 0 + 265)		
Comprobación	Valores	Estado
Comprobación a rasante en arranque muro: <i>Criterio de CYPE</i>	Máximo: 1101.1 kN/m Calculado: 105.3 kN/m	Cumple
Espesor mínimo del tramo: <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 11.3.1.1</i>	Mínimo: 19 cm Calculado: 35 cm	Cumple
Separación libre mínima armaduras horizontales: <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 25.2.1</i>	Mínimo: 2.5 cm	
- Trasdós:	Calculado: 28.4 cm	Cumple
- Intradós:	Calculado: 18.4 cm	Cumple
Separación máxima armaduras horizontales: <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 8.7.2.2</i>	Máximo: 45 cm	
- Trasdós:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Intradós:	Calculado: 20 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima horizontal por cara: <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 11.6.1</i>	Mínimo: 0.001	
- Trasdós (-3.85 m):	Calculado: 0.0011	Cumple
- Intradós (-3.85 m):	Calculado: 0.00165	Cumple
Cuantía mínima mecánica horizontal por cara: <i>Criterio de CYPE (Cuantía horizontal > 20% Cuantía vertical)</i>		
- Trasdós:	Mínimo: 0.00067 Calculado: 0.0011	Cumple

	PROYECTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL PARA OBRAS DE PROTECCIÓN Y CONTENCIÓN DE TIERRAS DEL COLECTOR DE ALCANTARILLADO RIO TEJO			ELABORÓ:	ALEJANDRO HOYOS
	NOMBRE DEL DOCUMENTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL	VERSIÓN	01	REVISÓ:	NICOLÁS QUINTERO
			FECHA	13/09/2025	APROBÓ:	NICOLÁS QUINTERO

Referencia: Muro: Muro_265 (ABS 0 + 265)		
Comprobación	Valores	Estado
- Intradós:	Mínimo: 0.00026 Calculado: 0.00165	Cumple
Cuantía mínima geométrica vertical cara traccionada: - Trasdós (-3.85 m): <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 11.6.1</i>	Mínimo: 0.00075 Calculado: 0.00339	Cumple
Cuantía mínima mecánica vertical cara traccionada: - Trasdós (-3.85 m): <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 9.6.1.2</i>	Mínimo: 0.00339 Calculado: 0.00339	Cumple
Cuantía mínima geométrica vertical cara comprimida: - Intradós (-3.85 m): <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 11.6.1</i>	Mínimo: 0.0006 Calculado: 0.00132	Cumple
Cuantía máxima geométrica de armadura vertical total: - (0.85 m): <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 10.6.1.1</i>	Máximo: 0.08 Calculado: 0.00809	Cumple
Separación libre mínima armaduras verticales: <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 25.2.1</i>	Mínimo: 2.5 cm	
- Trasdós, vertical:	Calculado: 10.1 cm	Cumple
- Intradós, vertical:	Calculado: 21.8 cm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 8.7.2.2</i>	Máximo: 45 cm	
- Armadura vertical Trasdós, vertical:	Calculado: 14 cm	Cumple
- Armadura vertical Intradós, vertical:	Calculado: 25 cm	Cumple
Comprobación a flexión compuesta: <i>Comprobación realizada por unidad de longitud de muro</i>		Cumple
Comprobación a cortante: <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 22.5.6.1</i>	Máximo: 263.1 kN/m Calculado: 81.4 kN/m	Cumple
Verificación de la fisuración por tensión en barras: <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 24.3.2</i>	Máximo: 274.68 MPa Calculado: 60.5705 MPa	Cumple
Longitud de solapes: <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 25.5.2.1</i>		
- Base trasdós:	Mínimo: 0.92 m Calculado: 1.5 m	Cumple
- Base intradós:	Mínimo: 0.46 m Calculado: 1.2 m	Cumple
Comprobación del anclaje del armado base en coronación: <i>Criterio de CYPE</i>		

	PROYECTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL PARA OBRAS DE PROTECCIÓN Y CONTENCIÓN DE TIERRAS DEL COLECTOR DE ALCANTARILLADO RIO TEJO			ELABORÓ:	ALEJANDRO HOYOS
	NOMBRE DEL DOCUMENTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL	VERSIÓN	01	REVISÓ:	NICOLÁS QUINTERO
			FECHA	13/09/2025	APROBÓ:	NICOLÁS QUINTERO

Referencia: Muro: Muro_265 (ABS 0 + 265)		
Comprobación	Valores	Estado
- Trasdós:	Mínimo: 20 cm Calculado: 20 cm	Cumple
- Intradós:	Mínimo: 0 cm Calculado: 25 cm	Cumple
Área mínima longitudinal cara superior viga de coronación: <i>Criterio de CYPE</i>	Mínimo: 2.2 cm ² Calculado: 3.9 cm ²	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional: - Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Trasdós: -3.85 m - Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Intradós: -3.85 m - Sección crítica a flexión compuesta: Cota: -3.85 m, Md: 146.22 kN·m/m, Nd: 54.30 kN/m, Vd: 105.31 kN/m, Tensión máxima del acero: 190.825 MPa - Sección crítica a cortante: Cota: -3.37 m		
Referencia: Muro: Muro_295 (ABS 0 + 295)		
Comprobación	Valores	Estado
Comprobación a rasante en arranque muro: <i>Criterio de CYPE</i>	Máximo: 1101.1 kN/m Calculado: 137.5 kN/m	Cumple
Espesor mínimo del tramo: <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 11.3.1.1</i>	Mínimo: 19 cm Calculado: 35 cm	Cumple
Separación libre mínima armaduras horizontales: <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 25.2.1</i>	Mínimo: 2.5 cm	
- Trasdós:	Calculado: 28.4 cm	Cumple
- Intradós:	Calculado: 18.4 cm	Cumple
Separación máxima armaduras horizontales: <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 8.7.2.2</i>	Máximo: 45 cm	
- Trasdós:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Intradós:	Calculado: 20 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima horizontal por cara: <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 11.6.1</i>	Mínimo: 0.001	
- Trasdós (-4.45 m):	Calculado: 0.0011	Cumple
- Intradós (-4.45 m):	Calculado: 0.00165	Cumple
Cuantía mínima mecánica horizontal por cara: <i>Criterio de CYPE (Cuantía horizontal > 20% Cuantía vertical)</i>		
- Trasdós:	Mínimo: 0.00067 Calculado: 0.0011	Cumple
- Intradós:	Mínimo: 0.00026 Calculado: 0.00165	Cumple

	PROYECTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL PARA OBRAS DE PROTECCIÓN Y CONTENCIÓN DE TIERRAS DEL COLECTOR DE ALCANTARILLADO RIO TEJO			ELABORÓ:	ALEJANDRO HOYOS
	NOMBRE DEL DOCUMENTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL	VERSIÓN	01	REVISÓ:	NICOLÁS QUINTERO
			FECHA	13/09/2025	APROBÓ:	NICOLÁS QUINTERO

Referencia: Muro: Muro_265 (ABS 0 + 265)		
Comprobación	Valores	Estado
Cantidad mínima geométrica vertical cara traccionada: - Trasdós (-4.45 m): <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 11.6.1</i>	Mínimo: 0.00075 Calculado: 0.00339	Cumple
Cantidad mínima mecánica vertical cara traccionada: - Trasdós (-4.45 m): <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 9.6.1.2</i>	Mínimo: 0.00339 Calculado: 0.00339	Cumple
Cantidad mínima geométrica vertical cara comprimida: - Intradós (-4.45 m): <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 11.6.1</i>	Mínimo: 0.0006 Calculado: 0.00132	Cumple
Cantidad máxima geométrica de armadura vertical total: - (0.85 m): <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 10.6.1.1</i>	Máximo: 0.08 Calculado: 0.00809	Cumple
Separación libre mínima armaduras verticales: <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 25.2.1</i> - Trasdós, vertical: - Intradós, vertical:	Mínimo: 2.5 cm Calculado: 10.1 cm Calculado: 21.8 cm	Cumple Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 8.7.2.2</i> - Armadura vertical Trasdós, vertical: - Armadura vertical Intradós, vertical:	Máximo: 45 cm Calculado: 14 cm Calculado: 25 cm	Cumple Cumple
Comprobación a flexión compuesta: <i>Comprobación realizada por unidad de longitud de muro</i>		Cumple
Comprobación a cortante: <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 22.5.6.1</i>	Máximo: 264.8 kN/m Calculado: 109.9 kN/m	Cumple
Verificación de la fisuración por tensión en barras: <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 24.3.2</i>	Máximo: 274.68 MPa Calculado: 98.7082 MPa	Cumple
Longitud de solapes: <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 25.5.2.1</i> - Base trasdós: - Base intradós:	Mínimo: 0.92 m Calculado: 1.5 m Mínimo: 0.46 m Calculado: 1.2 m	Cumple Cumple
Comprobación del anclaje del armado base en coronación: <i>Criterio de CYPE</i> - Trasdós:	Mínimo: 20 cm Calculado: 20 cm	Cumple

	PROYECTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL PARA OBRAS DE PROTECCIÓN Y CONTENCIÓN DE TIERRAS DEL COLECTOR DE ALCANTARILLADO RIO TEJO			ELABORÓ:	ALEJANDRO HOYOS
	NOMBRE DEL DOCUMENTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL	VERSIÓN	01	REVISÓ:	NICOLÁS QUINTERO
			FECHA	13/09/2025	APROBÓ:	NICOLÁS QUINTERO

Referencia: Muro: Muro_265 (ABS 0 + 265)		
Comprobación	Valores	Estado
- Intradós:	Mínimo: 0 cm Calculado: 25 cm	Cumple
Área mínima longitudinal cara superior viga de coronación: <i>Criterio de CYPE</i>	Mínimo: 4 cm ² Calculado: 4 cm ²	cumple
Información adicional:		
- Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Trasdós: -4.45 m		
- Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Intradós: -4.45 m		
- Sección crítica a flexión compuesta: Cota: -4.45 m, Md: 217.32 kN·m/m, Nd: 61.47 kN/m, Vd: 137.51 kN/m, Tensión máxima del acero: 290.735 MPa		
- Sección crítica a cortante: Cota: -3.96 m		

6.2.5. Muro de contención 0 + 295 a 0 + 306.96

Referencia: Muro: Muro_295 (ABS 0 + 295)		
Comprobación	Valores	Estado
Comprobación a rasante en arranque muro: <i>Criterio de CYPE</i>	Máximo: 1101.1 kN/m Calculado: 137.5 kN/m	Cumple
Espesor mínimo del tramo: <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 11.3.1.1</i>	Mínimo: 19 cm Calculado: 35 cm	Cumple
Separación libre mínima armaduras horizontales: <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 25.2.1</i>	Mínimo: 2.5 cm	
- Trasdós:	Calculado: 28.4 cm	Cumple
- Intradós:	Calculado: 18.4 cm	Cumple
Separación máxima armaduras horizontales: <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 8.7.2.2</i>	Máximo: 45 cm	
- Trasdós:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Intradós:	Calculado: 20 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima horizontal por cara: <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 11.6.1</i>	Mínimo: 0.001	
- Trasdós (-4.45 m):	Calculado: 0.0011	Cumple
- Intradós (-4.45 m):	Calculado: 0.00165	Cumple
Cuantía mínima mecánica horizontal por cara: <i>Criterio de CYPE (Cuantía horizontal > 20% Cuantía vertical)</i>		
- Trasdós:	Mínimo: 0.00067 Calculado: 0.0011	Cumple
- Intradós:	Mínimo: 0.00026 Calculado: 0.00165	Cumple

	PROYECTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL PARA OBRAS DE PROTECCIÓN Y CONTENCIÓN DE TIERRAS DEL COLECTOR DE ALCANTARILLADO RIO TEJO			ELABORÓ:	ALEJANDRO HOYOS
	NOMBRE DEL DOCUMENTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL	VERSIÓN	01	REVISÓ:	NICOLÁS QUINTERO
			FECHA	13/09/2025	APROBÓ:	NICOLÁS QUINTERO

Referencia: Muro: Muro_295 (ABS 0 + 295)		
Comprobación	Valores	Estado
Cantidad mínima geométrica vertical cara traccionada: - Trasdós (-4.45 m): <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 11.6.1</i>	Mínimo: 0.00075 Calculado: 0.00339	Cumple
Cantidad mínima mecánica vertical cara traccionada: - Trasdós (-4.45 m): <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 9.6.1.2</i>	Mínimo: 0.00339 Calculado: 0.00339	Cumple
Cantidad mínima geométrica vertical cara comprimida: - Intradós (-4.45 m): <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 11.6.1</i>	Mínimo: 0.0006 Calculado: 0.00132	Cumple
Cantidad máxima geométrica de armadura vertical total: - (0.85 m): <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 10.6.1.1</i>	Máximo: 0.08 Calculado: 0.00809	Cumple
Separación libre mínima armaduras verticales: <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 25.2.1</i> - Trasdós, vertical: - Intradós, vertical:	Mínimo: 2.5 cm Calculado: 10.1 cm Calculado: 21.8 cm	Cumple Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 8.7.2.2</i> - Armadura vertical Trasdós, vertical: - Armadura vertical Intradós, vertical:	Máximo: 45 cm Calculado: 14 cm Calculado: 25 cm	Cumple Cumple
Comprobación a flexión compuesta: <i>Comprobación realizada por unidad de longitud de muro</i>		Cumple
Comprobación a cortante: <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 22.5.6.1</i>	Máximo: 264.8 kN/m Calculado: 109.9 kN/m	Cumple
Verificación de la fisuración por tensión en barras: <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 24.3.2</i>	Máximo: 274.68 MPa Calculado: 98.7082 MPa	Cumple
Longitud de solapes: <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 25.5.2.1</i> - Base trasdós: - Base intradós:	Mínimo: 0.92 m Calculado: 1.5 m Mínimo: 0.46 m Calculado: 1.2 m	Cumple Cumple
Comprobación del anclaje del armado base en coronación: <i>Criterio de CYPE</i> - Trasdós:	Mínimo: 20 cm Calculado: 20 cm	Cumple

	PROYECTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL PARA OBRAS DE PROTECCIÓN Y CONTENCIÓN DE TIERRAS DEL COLECTOR DE ALCANTARILLADO RIO TEJO			ELABORÓ:	ALEJANDRO HOYOS
	NOMBRE DEL DOCUMENTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL	VERSIÓN	01	REVISÓ:	NICOLÁS QUINTERO
			FECHA	13/09/2025	APROBÓ:	NICOLÁS QUINTERO

Referencia: Muro: Muro_295 (ABS 0 + 295)		
Comprobación	Valores	Estado
- Intradós:	Mínimo: 0 cm Calculado: 25 cm	Cumple
Área mínima longitudinal cara superior viga de coronación: <i>Criterio de CYPE</i>	Mínimo: 4 cm ² Calculado: 4 cm ²	cumple
Información adicional:		
- Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Trasdós: -4.45 m - Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Intradós: -4.45 m - Sección crítica a flexión compuesta: Cota: -4.45 m, Md: 217.32 kN·m/m, Nd: 61.47 kN/m, Vd: 137.51 kN/m, Tensión máxima del acero: 290.735 MPa - Sección crítica a cortante: Cota: -3.96 m		

Referencia: Muro: Muro_305 (ABS 0 + 305)		
Comprobación	Valores	Estado
Comprobación a rasante en arranque muro: <i>Criterio de CYPE</i>	Máximo: 1101 kN/m Calculado: 90.7 kN/m	Cumple
Espesor mínimo del tramo: <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 11.3.1.1</i>	Mínimo: 19 cm Calculado: 35 cm	Cumple
Separación libre mínima armaduras horizontales: <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 25.2.1</i>	Mínimo: 2.5 cm	
- Trasdós:	Calculado: 28.4 cm	Cumple
- Intradós:	Calculado: 18.4 cm	Cumple
Separación máxima armaduras horizontales: <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 8.7.2.2</i>	Máximo: 45 cm	
- Trasdós:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Intradós:	Calculado: 20 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima horizontal por cara: <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 11.6.1</i>	Mínimo: 0.001	
- Trasdós (-3.55 m):	Calculado: 0.0011	Cumple
- Intradós (-3.55 m):	Calculado: 0.00165	Cumple
Cuantía mínima mecánica horizontal por cara: <i>Criterio de CYPE (Cuantía horizontal > 20% Cuantía vertical)</i>		
- Trasdós:	Mínimo: 0.00067 Calculado: 0.0011	Cumple
- Intradós:	Mínimo: 0.00026 Calculado: 0.00165	Cumple

	PROYECTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL PARA OBRAS DE PROTECCIÓN Y CONTENCIÓN DE TIERRAS DEL COLECTOR DE ALCANTARILLADO RIO TEJO			ELABORÓ:	ALEJANDRO HOYOS
	NOMBRE DEL DOCUMENTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL	VERSIÓN	01	REVISÓ:	NICOLÁS QUINTERO
			FECHA	13/09/2025	APROBÓ:	NICOLÁS QUINTERO

Referencia: Muro: Muro_305 (ABS 0 + 305)		
Comprobación	Valores	Estado
Cantidad mínima geométrica vertical cara traccionada: - Trasdós (-3.55 m): <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 11.6.1</i>	Mínimo: 0.00075 Calculado: 0.00339	Cumple
Cantidad mínima mecánica vertical cara traccionada: - Trasdós (-3.55 m): <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 9.6.1.2</i>	Mínimo: 0.00339 Calculado: 0.00339	Cumple
Cantidad mínima geométrica vertical cara comprimida: - Intradós (-3.55 m): <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 11.6.1</i>	Mínimo: 0.0006 Calculado: 0.00132	Cumple
Cantidad máxima geométrica de armadura vertical total: - (0.75 m): <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 10.6.1.1</i>	Máximo: 0.08 Calculado: 0.00809	Cumple
Separación libre mínima armaduras verticales: <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 25.2.1</i> - Trasdós, vertical: - Intradós, vertical:	Mínimo: 2.5 cm Calculado: 10.1 cm Calculado: 21.8 cm	Cumple Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 8.7.2.2</i> - Armadura vertical Trasdós, vertical: - Armadura vertical Intradós, vertical:	Máximo: 45 cm Calculado: 14 cm Calculado: 25 cm	Cumple Cumple
Comprobación a flexión compuesta: <i>Comprobación realizada por unidad de longitud de muro</i>		Cumple
Comprobación a cortante: <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 22.5.6.1</i>	Máximo: 261.7 kN/m Calculado: 68.6 kN/m	Cumple
Verificación de la fisuración por tensión en barras: <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 24.3.2</i>	Máximo: 274.68 MPa Calculado: 45.9613 MPa	Cumple
Longitud de solapes: <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 25.5.2.1</i> - Base trasdós: - Base intradós:	Mínimo: 0.92 m Calculado: 1.5 m Mínimo: 0.46 m Calculado: 1.2 m	Cumple Cumple
Comprobación del anclaje del armado base en coronación: <i>Criterio de CYPE</i> - Trasdós:	Mínimo: 20 cm Calculado: 20 cm	Cumple

	PROYECTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL PARA OBRAS DE PROTECCIÓN Y CONTENCIÓN DE TIERRAS DEL COLECTOR DE ALCANTARILLADO RIO TEJO			ELABORÓ:	ALEJANDRO HOYOS
	NOMBRE DEL DOCUMENTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL	VERSIÓN	01	REVISÓ:	NICOLÁS QUINTERO
			FECHA	13/09/2025	APROBÓ:	NICOLÁS QUINTERO

Referencia: Muro: Muro_305 (ABS 0 + 305)		
Comprobación	Valores	Estado
- Intradós:	Mínimo: 0 cm Calculado: 25 cm	Cumple
Área mínima longitudinal cara superior viga de coronación: <i>Criterio de CYPE</i>	Mínimo: 2.2 cm² Calculado: 3.9 cm²	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Trasdós: -3.55 m - Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Intradós: -3.55 m - Sección crítica a flexión compuesta: Cota: -3.55 m, Md: 116.63 kN·m/m, Nd: 49.77 kN/m, Vd: 90.71 kN/m, Tensión máxima del acero: 149.905 MPa - Sección crítica a cortante: Cota: -3.07 m		

6.3.Diseño de elementos

6.3.1. Muro de contención 0 + 105.00 a 0 + 263.88

Momento crítico en pantalla $M_u = 23.32 \text{ kN}\cdot\text{m}$

Cálculo de acero vertical en cara interior

Mu	23,32	kN m	Asci	0,00037945	m2
d	0,17	m	A	0,00893	m
b	1,00	m		0,00893	m
ø	0,90				
f'c	28,00	MPa	Asci (cm2)	3,79	
fy	420,00	MPa	ρ	0,00227	

$$\rho_{min-flex} = \frac{14}{f_y} = 0.00333$$

$$\rho_{min-h} = 0.002$$

$$\rho_{min-v} = 0.0012$$

	PROYECTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL PARA OBRAS DE PROTECCIÓN Y CONTENCIÓN DE TIERRAS DEL COLECTOR DE ALCANTARILLADO RIO TEJO			ELABORÓ:	ALEJANDRO HOYOS
	NOMBRE DEL DOCUMENTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL	VERSIÓN	01	REVISÓ:	NICOLÁS QUINTERO
			FECHA	13/09/2025	APROBÓ:	NICOLÁS QUINTERO

- Refuerzo por flexión:

$$A_s = 0.00333 * 100 \text{ cm} * 25 \text{ cm} = 8.25 \text{ cm}^2.$$

Usar #5 cada 22 cm.

- Refuerzo para retracción y fraguado:

$$A_s = 0.002 * 100 \text{ cm} * 25 \text{ cm} = 5 \text{ cm}^2.$$

Usar #3 cada 30 cm en cara interior

Usar #3 cada 20 cm en cara exterior

- Refuerzo vertical cara expuesta

- $A_s = 0.0012 * 100 \text{ cm} * 25 \text{ cm} = 3 \text{ cm}^2.$

- Usar #3 cada 22 cm en cara interior

Momento flector en zapata $M_u = 30.94 \text{ kN}\cdot\text{m}$

Cálculo de acero vertical en cara superior

Mu	30,94	kN m	Asvci	0,00050818	m2
d	0,17	m	a	0,01196	m
b	1,00	m		0,01196	m
ø	0,90				
f'c	28,00	MPa	Asci (cm2)	5,08	
fy	420,00	MPa	ρ	0,00304	

$$\rho_{min-flex} = \frac{14}{f_y} = 0.00333$$

- Refuerzo por flexión:

$$A_s = 0.00333 * 100 \text{ cm} * 25 \text{ cm} = 8.25 \text{ cm}^2.$$

Usar #4 cada 14 cm.

	PROYECTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL PARA OBRAS DE PROTECCIÓN Y CONTENCIÓN DE TIERRAS DEL COLECTOR DE ALCANTARILLADO RIO TEJO			ELABORÓ:	ALEJANDRO HOYOS
	NOMBRE DEL DOCUMENTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL	VERSIÓN	01	REVISÓ:	NICOLÁS QUINTERO
			FECHA	13/09/2025	APROBÓ:	NICOLÁS QUINTERO

6.3.2. Muro de contención 0 + 41.00 a 0 +51.83

Momento crítico en pantalla $M_u = 185.65 \text{ kN}\cdot\text{m}$

Mu	185,65	kN m	Asvci	0,00095069	m2
d	0,53	m	a	0,01678	m
b	1,00	m		0,01678	m
ø	0,90				
f'c	28,00	MPa	Asvci (cm2)	9,51	
fy	420,00	MPa	ρ	0,00181	

$$\rho_{min-flex} = \frac{14}{f_y} = 0.00333$$

$$\rho_{min-h} = 0.002$$

$$\rho_{min-v} = 0.0012$$

- Refuerzo vertical por flexión cara a tierra:

$$A_s = 0.00333 \cdot 100 \text{ cm} \cdot 53 \text{ cm} = 19.98 \text{ cm}^2.$$

Usar #6 cada 14 cm.

- Refuerzo para retracción y fraguado:

$$A_s = 0.002 \cdot 100 \text{ cm} \cdot 53 \text{ cm} = 12 \text{ cm}^2.$$

Usar #5 cada 30 cm en cara interior

Usar #5 cada 20 cm en cara exterior

- Refuerzo vertical cara expuesta

- $A_s = 0.0012 \cdot 100 \text{ cm} \cdot 53 \text{ cm} = 7.2 \text{ cm}^2.$

- Usar #5 cada 25 cm en cara interior

	PROYECTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL PARA OBRAS DE PROTECCIÓN Y CONTENCIÓN DE TIERRAS DEL COLECTOR DE ALCANTARILLADO RIO TEJO			ELABORÓ:	ALEJANDRO HOYOS
	NOMBRE DEL DOCUMENTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL	VERSIÓN	01	REVISÓ:	NICOLÁS QUINTERO
			FECHA	13/09/2025	APROBÓ:	NICOLÁS QUINTERO

Momento flector en zapata $M_u = 219.32 \text{ kN}\cdot\text{m}$

Mu	219,32	kN m	Asvci	0,00140625	m2
d	0,43	m	a	0,02482	m
b	1,00	m		0,02481	m
ø	0,90				
f'c	28,00	MPa	Asvci (cm2)	14,06	
fy	420,00	MPa	ρ	0,00331	

$$\rho_{min-flex} = \frac{14}{fy} = 0.00333$$

- Refuerzo por flexión:

$$A_s = 0.00333 \cdot 100 \text{ cm} \cdot 43 \text{ cm} = 16.65 \text{ cm}^2.$$

Usar #7 cada 22 cm.

6.3.3. Muro de contención 0 + 88.54 a 0 + 105

Momento crítico en pantalla $M_u = 284.94 \text{ kN}\cdot\text{m}$

Mu	284,94	kN m	Asvci	0,00147226	m2
d	0,53	m	a	0,02598	m
b	1,00	m		0,02598	m
ø	0,90				
f'c	28,00	MPa	Asvci (cm2)	14,72	
fy	420,00	MPa	ρ	0,00280	

$$\rho_{min-flex} = \frac{14}{fy} = 0.00333$$

$$\rho_{min-h} = 0.002$$

$$\rho_{min-v} = 0.0012$$

- Refuerzo vertical por flexión cara a tierra:

	PROYECTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL PARA OBRAS DE PROTECCIÓN Y CONTENCIÓN DE TIERRAS DEL COLECTOR DE ALCANTARILLADO RIO TEJO			ELABORÓ:	ALEJANDRO HOYOS
	NOMBRE DEL DOCUMENTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL	VERSIÓN	01	REVISÓ:	NICOLÁS QUINTERO
			FECHA	13/09/2025	APROBÓ:	NICOLÁS QUINTERO

$$A_s = 0.00333 * 100 \text{ cm} * 53 \text{ cm} = 19.98 \text{ cm}^2.$$

Usar #6 cada 14 cm.

- Refuerzo para retracción y fraguado:

$$A_s = 0.002 * 100 \text{ cm} * 53 \text{ cm} = 12 \text{ cm}^2.$$

Usar #5 cada 30 cm en cara interior

Usar #5 cada 20 cm en cara exterior

- Refuerzo vertical cara expuesta
 - $A_s = 0.0012 * 100 \text{ cm} * 53 \text{ cm} = 7.2 \text{ cm}^2.$
 - Usar #5 cada 25 cm en cara interior

Momento flector en zapata $M_u = 341.94 \text{ kN}\cdot\text{m}$

Mu	341,94	kN m	Asvci	0,00219559	m2
d	0,43	m	a	0,03875	m
b	1,00	m		0,02598	m
ø	0,90				
f'c	28,00	MPa	Asvci (cm2)	21,96	
fy	420,00	MPa	ρ	0,00517	

$$\rho_{min-flex} = \frac{14}{f_y} = 0.00333$$

- Refuerzo por flexión:

$$A_s = 0.00517 * 100 \text{ cm} * 43 \text{ cm} = 25.85 \text{ cm}^2.$$

Usar #7 cada 15 cm.

	PROYECTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL PARA OBRAS DE PROTECCIÓN Y CONTENCIÓN DE TIERRAS DEL COLECTOR DE ALCANTARILLADO RIO TEJO			ELABORÓ:	ALEJANDRO HOYOS
	NOMBRE DEL DOCUMENTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL	VERSIÓN	01	REVISÓ:	NICOLÁS QUINTERO
			FECHA	13/09/2025	APROBÓ:	NICOLÁS QUINTERO

6.3.4. Muro de contención 0 + 263.88 a 0 + 295

Momento crítico en pantalla $M_u = 414.58 \text{ kN}\cdot\text{m}$

Mu	414,58	kN m	Asvci	0,00216809	m ²
d	0,53	m	a	0,03826	m
b	1,00	m		0,03826	m
ø	0,90				
f'c	28,00	MPa	Asvci (cm²)	21,68	
fy	420,00	MPa	ρ	0,00413	

$$\rho_{min-flex} = \frac{14}{f_y} = 0.00333$$

$$\rho_{min-h} = 0.002$$

$$\rho_{min-v} = 0.0012$$

- Refuerzo vertical por flexión cara a tierra:

$$A_s = 0.00413 \cdot 100 \text{ cm} \cdot 53 \text{ cm} = 24.78 \text{ cm}^2.$$

Usar #6 cada 14 cm.

- Refuerzo para retracción y fraguado:

$$A_s = 0.002 \cdot 100 \text{ cm} \cdot 53 \text{ cm} = 12 \text{ cm}^2.$$

Usar #5 cada 30 cm en cara interior

Usar #5 cada 20 cm en cara exterior

- Refuerzo vertical mínimo cara expuesta

- $A_s = 0.0012 \cdot 100 \text{ cm} \cdot 53 \text{ cm} = 7.2 \text{ cm}^2.$

- Usar #5 cada 25 cm en cara interior

	PROYECTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL PARA OBRAS DE PROTECCIÓN Y CONTENCIÓN DE TIERRAS DEL COLECTOR DE ALCANTARILLADO RIO TEJO			ELABORÓ:	ALEJANDRO HOYOS
	NOMBRE DEL DOCUMENTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL	VERSIÓN	01	REVISÓ:	NICOLÁS QUINTERO
			FECHA	13/09/2025	APROBÓ:	NICOLÁS QUINTERO

Momento flector en zapata $M_u = 483.6 \text{ kN}\cdot\text{m}$

Mu	483,60	kN m	Asvci	0,00322640	m2
d	0,43	m	a	0,05694	m
b	1,00	m		0,05694	m
ø	0,90				
f'c	28,00	MPa	Asvci (cm2)	32,26	
fy	420,00	MPa	ρ	0,00759	

$$\rho_{min-flex} = \frac{14}{fy} = 0.00333$$

- Refuerzo por flexión:

$$A_s = 0.00759 \cdot 100 \text{ cm} \cdot 43 \text{ cm} = 32.63 \text{ cm}^2.$$

Usar #8 cada 14 cm.

6.3.5. Muro de contención 0 + 295 a 0 + 306.96

Momento crítico en pantalla $M_u = 116.63 \text{ kN}\cdot\text{m}$

Mu	116,63	kN m	Asvci	0,00059363	m2
d	0,53	m	a	0,01048	m
b	1,00	m		0,01048	m
ø	0,90				
f'c	28,00	MPa	Asvci (cm2)	5,94	
fy	420,00	MPa	ρ	0,00113	

$$\rho_{min-flex} = \frac{14}{fy} = 0.00333$$

$$\rho_{min-h} = 0.002$$

$$\rho_{min-v} = 0.0012$$

- Refuerzo vertical por flexión cara a tierra:

	PROYECTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL PARA OBRAS DE PROTECCIÓN Y CONTENCIÓN DE TIERRAS DEL COLECTOR DE ALCANTARILLADO RIO TEJO			ELABORÓ:	ALEJANDRO HOYOS
	NOMBRE DEL DOCUMENTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL	VERSIÓN	01	REVISÓ:	NICOLÁS QUINTERO
			FECHA	13/09/2025	APROBÓ:	NICOLÁS QUINTERO

$$A_s = 0.00333 * 100 \text{ cm} * 53 \text{ cm} = 17.65 \text{ cm}^2.$$

Usar #6 cada 14 cm.

- Refuerzo para retracción y fraguado:

$$A_s = 0.002 * 100 \text{ cm} * 53 \text{ cm} = 12 \text{ cm}^2.$$

Usar #5 cada 30 cm en cara interior

Usar #5 cada 20 cm en cara exterior

- Refuerzo vertical mínimo cara expuesta

- $A_s = 0.0012 * 100 \text{ cm} * 53 \text{ cm} = 7.2 \text{ cm}^2.$

- Usar #5 cada 25 cm en cara interior

Momento flector en zapata $M_u = 483.6 \text{ kN}\cdot\text{m}$

Mu	147,96	kN m	Asvci	0,00093933	m2
d	0,43	m	a	0,01658	m
b	1,00	m		0,01658	m
ø	0,90				
f'c	28,00	MPa	Asvci (cm2)	9,39	
fy	420,00	MPa	ρ	0,00221	

$$\rho_{min-flex} = \frac{14}{f_y} = 0.00333$$

- Refuerzo por flexión:

$$A_s = 0.00333 * 100 \text{ cm} * 43 \text{ cm} = 14.32 \text{ cm}^2.$$

Usar #8 cada 22 cm.

	PROYECTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL PARA OBRAS DE PROTECCIÓN Y CONTENCIÓN DE TIERRAS DEL COLECTOR DE ALCANTARILLADO RIO TEJO			ELABORÓ:	ALEJANDRO HOYOS
	NOMBRE DEL DOCUMENTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL	VERSIÓN	01	REVISÓ:	NICOLÁS QUINTERO
			FECHA	13/09/2025	APROBÓ:	NICOLÁS QUINTERO

6.3.6. Pozo de inspección

DISEÑO DE MUROS											
DATOS DE ENTRADA											
	$f_c =$	28,0 MPa		$\epsilon_c =$	0,003		Cuantías	p_{bal}	0,02833		
	$f_y =$	420,0 MPa		$E_s =$	2,00E+05 MPa			p_{min}	0,00333		
	$b =$	1,0 m		$\beta_1 =$	0,85			p_{max}	0,01806		
	e (muro)=	0,25 m									
	d' (muro)=	0,05 m									
	d (muro)=	0,2 m									
MOMENTO RESISTENTE				$a =$	$A_s f_y / (0,85 f_c b)$						
				$M_r =$	$\phi A_s f_y (d - a/2)$						
				$\phi =$	0,9						
				$M_{req} =$	6,34 kN*m						
				$A_{s req} =$	9,03 cm ²						
Interior											
Diametro	A_s (cm ²)	Sep (cm)	Cant. Calc.	$A_s t$ (cm ²)	a (cm)	ρ	Chequeo ρ	c (cm)	ϵ_s	Chequeo	M_r (kN*m)
#4	1,29	25	5	6,45	1,14	0,003225	Ojo, $< p_{min}$	1,34	0,0418062	As fluye	4,74
		1/2 $A_{s req}$	4,52				Usar cada	#4 25	Vert. cm		
$A_{s temp}$	$0,003 \cdot b \cdot h$	7,5	cm ²	C.23-C.7.12.2.1							
		1/2 $A_{s req}$	3,75				Usar cada	#4 25	Long. cm		
Exterior											
Diametro	A_s (cm ²)	Sep (cm)	Cant. Calc.	$A_s t$ (cm ²)	a (cm)	ρ	Chequeo ρ	c (cm)	ϵ_s	Chequeo	M_r (kN*m)
#4	1,29	25	5	6,45	1,14	0,003225	Ok	1,34	0,0418062	As fluye	4,74
		1/2 $A_{s req}$	4,52				Usar cada	#4 25	Vert. cm		
$A_{s temp}$	$0,003 \cdot b \cdot h$	7,5	cm ²	C.23-C.7.12.2.1							
		1/2 $A_{s req}$	3,75				Usar cada	#4 25	Long. cm		
CORTANTE											
	$V_{req} =$	18 kN									
	$\phi v_c = \phi \cdot 0,17 \cdot \text{Raiz}(f_c)$			$\phi v_c =$	0,675 MPa						
	$v_u = V_u / b \cdot d$			$V_c =$	134,933 kN						
				Cumple, $V_{req} < \phi V_c$							

Ilustración 33 - Diseño de muros para cámara de inspección.

	PROYECTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL PARA OBRAS DE PROTECCIÓN Y CONTENCIÓN DE TIERRAS DEL COLECTOR DE ALCANTARILLADO RIO TEJO			ELABORÓ:	ALEJANDRO HOYOS
	NOMBRE DEL DOCUMENTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL	VERSIÓN	01	REVISÓ:	NICOLÁS QUINTERO
			FECHA	13/09/2025	APROBÓ:	NICOLÁS QUINTERO

DISEÑO DE LOSAS											
DATOS DE ENTRADA											
	$f_c =$	28,0 MPa		$\epsilon_c =$	0,003		Cuantías	p_{bal}	0,02833		
	$f_y =$	420,0 MPa		$E_s =$	2,00E+05 MPa			p_{min}	0,00333		
	$b =$	1,0 m		$\beta_1 =$	0,85			p_{max}	0,01806		
	$e(losa) =$	0,2 m									
	$d'(losa) =$	0,05 m									
	$d(losa) =$	0,15 m									
MOMENTO RESISTENTE				$a =$	$A_s \cdot f_y / (0,85 \cdot f_c \cdot b)$						
				$M_r =$	$\phi \cdot A_s \cdot f_y \cdot (d - a/2)$						
				$\phi =$	0,9						
				$M_{req} =$	3,18 kN*m						
				$A_{s_{req}} =$	6,39 cm ²						
Inferior											
Diametro	A_s (cm ²)	Sep (cm)	Cant. Calc.	$A_s t$ (cm ²)	a (cm)	ρ	Chequeo ρ	c (cm)	ϵ_s	Chequeo	M_r (kN*m)
#3	0,71	25	5	3,55	0,63	0,00236667	Ojo, $< \rho_{min}$	0,74	0,05805634	As fluye	1,97
		1/2 $A_{s_{req}}$	3,20				Usar cada	#3 25	Vert. cm		
$A_{s_{temp}}$	$0,0018 \cdot b \cdot h$	3,6	cm ²				Usar cada	#3 25	Long. cm		
		1/2 $A_{s_{req}}$	1,8								
Superior											
Diametro	A_s (cm ²)	Sep (cm)	Cant. Calc.	$A_s t$ (cm ²)	a (cm)	ρ	Chequeo ρ	c (cm)	ϵ_s	Chequeo	M_r (kN*m)
#3	0,71	25	5	3,55	0,63	0,00236667	Ok	0,74	0,05805634	As fluye	1,97
		1/2 $A_{s_{req}}$	3,20				Usar cada	#3 25	Vert. cm		
$A_{s_{temp}}$	$0,0018 \cdot b \cdot h$	3,6	cm ²	C.23-C.7.12.2.1			Usar cada	#3 25	Long. cm		
		1/2 $A_{s_{req}}$	1,8								
CORTANTE											
	$V_{req} =$	10 kN									
	$\phi v_c = \phi \cdot 0,17 \cdot \text{Raiz}(f_c)$			$\phi v_c =$	0,675 MPa						
	$v_u = V_u / b \cdot d$			$V_c =$	101,200 kN						
				Cumple, $V_{req} < \phi V_c$							

Ilustración 34 - Diseño de losa de tapa para cámara de inspección.

	PROYECTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL PARA OBRAS DE PROTECCIÓN Y CONTENCIÓN DE TIERRAS DEL COLECTOR DE ALCANTARILLADO RIO TEJO			ELABORÓ:	ALEJANDRO HOYOS
	NOMBRE DEL DOCUMENTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL	VERSIÓN	01	REVISÓ:	NICOLÁS QUINTERO
			FECHA	13/09/2025	APROBÓ:	NICOLÁS QUINTERO

DISEÑO DE LOSAS											
DATOS DE ENTRADA											
	f _c =	28,0 MPa		ε _c =	0,003		Cuantías	p _{bal}	0,02833		
	f _y =	420,0 MPa		E _s =	2,00E+05 MPa			p _{min}	0,00333		
	b=	1,0 m		β ₁ =	0,85			p _{max}	0,01806		
	e (losa)=	0,2 m									
	d'(losa)=	0,05 m									
	d(losa)=	0,15 m									
MOMENTO RESISTENTE				a=	As*fy/(0,85*f _c *b)						
				M _r =	φ*As*fy*(d-a/2)						
				φ=	0,9						
				M _{req} =	8,8 kN*m						
				As _{req} =	17,91 cm ²						
Inferior											
Diametro	As (cm ²)	Sep (cm)	Cant. Calc.	As t (cm ²)	a (cm)	ρ	Chequeo ρ	c (cm)	ε _s	Chequeo	Mr (kN*m)
#5	1,99	25	5	9,95	1,76	0,00663333	Ok	2,07	0,01878392	As fluye	5,31
		1/2 As _{req}	8,96				Usar cada	#5 25	Long cm		
As _{temp}	0,0018*b*h	3,6	cm ²				Usar cada	#5 25	Long. cm		
		1/2 As _{req}	1,8								
Superior											
Diametro	As (cm ²)	Sep (cm)	Cant. Calc.	As t (cm ²)	a (cm)	ρ	Chequeo ρ	c (cm)	ε _s	Chequeo	Mr (kN*m)
#5	1,99	25	5	9,95	1,76	0,00663333	Ok	2,07	0,01878392	As fluye	5,31
		1/2 As _{req}	8,96				Usar cada	#5 25	Vert. cm		
As _{temp}	0,0018*b*h	3,6	cm ²	C.23-C.7.12.2.1			Usar cada	#5 25	Long. cm		
		1/2 As _{req}	1,8								
CORTANTE											
		V _{req} :	32,3 kN								
		φ _{vc} = φ*0,17*Raiz(f _c)		φ _{vc} =	0,675 MPa						
		v _u = V _u /b*d		V _c =	101,200 kN						
				Cumple, V _{req} < φ V _c							

Ilustración 35 - Diseño de losa de fondo para cámara de inspección

	PROYECTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL PARA OBRAS DE PROTECCIÓN Y CONTENCIÓN DE TIERRAS DEL COLECTOR DE ALCANTARILLADO RIO TEJO			ELABORÓ:	ALEJANDRO HOYOS
	NOMBRE DEL DOCUMENTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL	VERSIÓN	01	REVISÓ:	NICOLÁS QUINTERO
			FECHA	13/09/2025	APROBÓ:	NICOLÁS QUINTERO

6.3.6.1. Reacciones en losa de fondo

Se presentan las reacciones para carga de servicio D+L no sobrepasaron la capacidad portante de

TABLE: Joint Reactions

Joint	OutputCase	CaseType	F1	F2	F3
1	D+L	Combination	0,0004087	-0,00002389	0,189
2	D+L	Combination	0,000109	-0,000007719	0,377
3	D+L	Combination	-0,0002521	0,00002019	0,54
4	D+L	Combination	0,000001282	0,0007205	0,27
5	D+L	Combination	0,0004071	-0,00004275	0,188
6	D+L	Combination	-0,0001156	-0,0007104	0,269
3095	D+L	Combination	0,0003456	-0,00005334	0,377
3096	D+L	Combination	0,0003114	0,00007162	0,772
3097	D+L	Combination	0,0003581	0,0001011	0,386
3098	D+L	Combination	0,0002672	0,0001654	0,799
3099	D+L	Combination	0,0002967	0,0001962	0,4
3100	D+L	Combination	0,0002191	0,0002321	0,827
3101	D+L	Combination	0,0002372	0,0002649	0,414
3102	D+L	Combination	0,0001733	0,0002815	0,854
3103	D+L	Combination	0,0001842	0,0003164	0,428
3104	D+L	Combination	0,0001323	0,0003208	0,882
3105	D+L	Combination	0,0001389	0,0003573	0,443
3106	D+L	Combination	0,00009747	0,0003559	0,911
3107	D+L	Combination	0,0001029	0,0003936	0,457
3108	D+L	Combination	0,00006932	0,0003923	0,939
3109	D+L	Combination	0,00007673	0,0004304	0,471
3110	D+L	Combination	0,00004771	0,0004348	0,968
3111	D+L	Combination	0,00006043	0,0004729	0,486
3112	D+L	Combination	0,0000313	0,0004873	0,998
3113	D+L	Combination	0,0000525	0,0005246	0,5
3114	D+L	Combination	0,0000175	0,0005507	1,028
3115	D+L	Combination	0,00004785	0,0005885	0,515
3116	D+L	Combination	0,000001601	0,0006197	1,058
3117	D+L	Combination	0,00003485	0,0006572	0,53
3118	D+L	Combination	-0,00002363	0,0006831	0,54
3119	D+L	Combination	0,0002934	-0,00008186	0,377
3120	D+L	Combination	0,0002676	0,00004235	0,771
3121	D+L	Combination	0,0002328	0,0001356	0,798

	PROYECTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL PARA OBRAS DE PROTECCIÓN Y CONTENCIÓN DE TIERRAS DEL COLECTOR DE ALCANTARILLADO RIO TEJO			ELABORÓ:	ALEJANDRO HOYOS
	NOMBRE DEL DOCUMENTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL	VERSIÓN	01	REVISÓ:	NICOLÁS QUINTERO
			FECHA	13/09/2025	APROBÓ:	NICOLÁS QUINTERO

3122	D+L	Combination	0,0001932	0,0002009	0,824
3123	D+L	Combination	0,0001528	0,0002487	0,851
3124	D+L	Combination	0,0001148	0,0002865	0,879
3125	D+L	Combination	0,00008057	0,0003207	0,907
3126	D+L	Combination	0,00005112	0,0003564	0,936
3127	D+L	Combination	0,00002662	0,0003985	0,965
3128	D+L	Combination	0,000006937	0,00045	0,995
3129	D+L	Combination	-0,000008912	0,000512	1,026
3130	D+L	Combination	-0,00002361	0,0005808	1,057
3131	D+L	Combination	-0,00004253	0,0006523	0,54
3132	D+L	Combination	0,0002441	-0,0001037	0,377
3133	D+L	Combination	0,0002217	0,00001805	0,771
3134	D+L	Combination	0,0001931	0,0001091	0,796
3135	D+L	Combination	0,0001591	0,0001723	0,822
3136	D+L	Combination	0,0001237	0,0002179	0,848
3137	D+L	Combination	0,0000887	0,0002538	0,875
3138	D+L	Combination	0,00005605	0,0002862	0,903
3139	D+L	Combination	0,00002667	0,0003203	0,932
3140	D+L	Combination	0,00000152	0,0003604	0,962
3141	D+L	Combination	-0,0000189	0,0004095	0,992
3142	D+L	Combination	-0,00003457	0,0004694	1,024
3143	D+L	Combination	-0,00004716	0,0005395	1,056
3144	D+L	Combination	-0,00006016	0,000622	0,54
3145	D+L	Combination	0,0001993	-0,0001182	0,377
3146	D+L	Combination	0,0001784	-8,666E-07	0,77
3147	D+L	Combination	0,0001523	0,00008606	0,795
3148	D+L	Combination	0,0001222	0,0001456	0,82
3149	D+L	Combination	0,00009012	0,0001881	0,846
3150	D+L	Combination	0,00005789	0,0002214	0,872
3151	D+L	Combination	0,00002669	0,0002513	0,9
3152	D+L	Combination	-0,000002125	0,0002828	0,928
3153	D+L	Combination	-0,00002748	0,0003198	0,958
3154	D+L	Combination	-0,00004827	0,0003656	0,99
3155	D+L	Combination	-0,00006404	0,000423	1,022
3156	D+L	Combination	-0,00007549	0,0004946	1,055
3157	D+L	Combination	-0,00008486	0,0005867	0,54
3158	D+L	Combination	0,0001606	-0,0001248	0,377
3159	D+L	Combination	0,0001386	-0,00001393	0,769
3160	D+L	Combination	0,0001135	0,0000665	0,794

	PROYECTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL PARA OBRAS DE PROTECCIÓN Y CONTENCIÓN DE TIERRAS DEL COLECTOR DE ALCANTARILLADO RIO TEJO			ELABORÓ:	ALEJANDRO HOYOS
	NOMBRE DEL DOCUMENTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL	VERSIÓN	01	REVISÓ:	NICOLÁS QUINTERO
			FECHA	13/09/2025	APROBÓ:	NICOLÁS QUINTERO

3161	D+L	Combination	0,00008526	0,0001206	0,818
3162	D+L	Combination	0,00005565	0,0001589	0,843
3163	D+L	Combination	0,00002528	0,0001885	0,869
3164	D+L	Combination	-0,000004657	0,0002152	0,897
3165	D+L	Combination	-0,00003316	0,0002432	0,925
3166	D+L	Combination	-0,00005892	0,0002763	0,956
3167	D+L	Combination	-0,00008073	0,0003179	0,987
3168	D+L	Combination	-0,00009753	0,0003719	1,02
3169	D+L	Combination	-0,0001092	0,0004437	1,054
3170	D+L	Combination	-0,0001163	0,0005414	0,54
3171	D+L	Combination	0,0001293	-0,0001224	0,377
3172	D+L	Combination	0,0001046	-0,00002108	0,769
3173	D+L	Combination	0,00007836	0,00005016	0,793
3174	D+L	Combination	0,00005112	0,00009697	0,817
3175	D+L	Combination	0,00002276	0,0001296	0,841
3176	D+L	Combination	-0,000006279	0,0001549	0,867
3177	D+L	Combination	-0,00003555	0,0001775	0,894
3178	D+L	Combination	-0,00006414	0,0002014	0,923
3179	D+L	Combination	-0,00009087	0,0002298	0,953
3180	D+L	Combination	-0,0001145	0,0002663	0,985
3181	D+L	Combination	-0,0001335	0,0003153	1,019
3182	D+L	Combination	-0,0001465	0,0003839	1,054
3183	D+L	Combination	-0,0001533	0,0004822	0,54
3184	D+L	Combination	0,0001077	-0,0001102	0,377
3185	D+L	Combination	0,00007718	-0,00002245	0,768
3186	D+L	Combination	0,00004914	0,00003646	0,792
3187	D+L	Combination	0,0000215	0,00007403	0,815
3188	D+L	Combination	-0,0000062	0,0001	0,84
3189	D+L	Combination	-0,0000346	0,00012	0,865
3190	D+L	Combination	-0,0000637	0,0001381	0,892
3191	D+L	Combination	-0,00009282	0,0001573	0,921
3192	D+L	Combination	-0,000121	0,0001803	0,952
3193	D+L	Combination	-0,0001468	0,0002105	0,984
3194	D+L	Combination	-0,0001688	0,0002521	1,018
3195	D+L	Combination	-0,0001845	0,0003132	1,053
3196	D+L	Combination	-0,0001913	0,000404	0,54
3197	D+L	Combination	0,00009655	-0,0000869	0,377
3198	D+L	Combination	0,00005852	-0,00001885	0,768
3199	D+L	Combination	0,00002658	0,00002455	0,791

	PROYECTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL PARA OBRAS DE PROTECCIÓN Y CONTENCIÓN DE TIERRAS DEL COLECTOR DE ALCANTARILLADO RIO TEJO			ELABORÓ:	ALEJANDRO HOYOS
	NOMBRE DEL DOCUMENTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL	VERSIÓN	01	REVISÓ:	NICOLÁS QUINTERO
			FECHA	13/09/2025	APROBÓ:	NICOLÁS QUINTERO

3200	D+L	Combination	-0,000001985	0,0000513	0,814
3201	D+L	Combination	-0,00002953	0,00006945	0,838
3202	D+L	Combination	-0,00005788	0,0000838	0,864
3203	D+L	Combination	-0,00008717	0,00009684	0,891
3204	D+L	Combination	-0,0001172	0,0001109	0,92
3205	D+L	Combination	-0,0001469	0,0001278	0,951
3206	D+L	Combination	-0,0001752	0,0001502	0,983
3207	D+L	Combination	-0,0001997	0,000182	1,018
3208	D+L	Combination	-0,0002183	0,0002297	1,053
3209	D+L	Combination	-0,0002266	0,0003018	0,54
3210	D+L	Combination	0,00009904	-0,00005267	0,377
3211	D+L	Combination	0,00004762	-0,00001136	0,768
3212	D+L	Combination	0,00001107	0,00001345	0,791
3213	D+L	Combination	-0,0000181	0,00002754	0,814
3214	D+L	Combination	-0,00004619	0,00003785	0,838
3215	D+L	Combination	-0,0000747	0,00004606	0,863
3216	D+L	Combination	-0,0001046	0,00005388	0,89
3217	D+L	Combination	-0,0001355	0,0000623	0,919
3218	D+L	Combination	-0,0001668	0,00007243	0,95
3219	D+L	Combination	-0,0001969	0,00008563	0,983
3220	D+L	Combination	-0,0002235	0,0001038	1,018
3221	D+L	Combination	-0,0002419	0,0001332	1,054
3222	D+L	Combination	-0,0002489	0,0001702	0,54
3223	D+L	Combination	0,00004055	-0,000002406	0,768
3224	D+L	Combination	0,000003733	0,000000294	0,79
3225	D+L	Combination	-0,00002684	0,000002525	0,813
3226	D+L	Combination	-0,00005528	0,000004639	0,837
3227	D+L	Combination	-0,00008453	0,000006872	0,863
3228	D+L	Combination	-0,000115	0,000009249	0,89
3229	D+L	Combination	-0,0001468	0,00001177	0,919
3230	D+L	Combination	-0,000179	0,00001435	0,951
3231	D+L	Combination	-0,0002104	0,00001688	0,984
3232	D+L	Combination	-0,0002382	0,00001911	1,019
3233	D+L	Combination	-0,0002565	0,00002058	1,054
3234	D+L	Combination	0,0001066	0,00003825	0,377
3235	D+L	Combination	0,00004906	0,000005295	0,768
3236	D+L	Combination	0,000008962	-0,00001387	0,791
3237	D+L	Combination	-0,00002213	-0,00002357	0,814
3238	D+L	Combination	-0,00005154	-0,00002962	0,838

	PROYECTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL PARA OBRAS DE PROTECCIÓN Y CONTENCIÓN DE TIERRAS DEL COLECTOR DE ALCANTARILLADO RIO TEJO			ELABORÓ:	ALEJANDRO HOYOS
	NOMBRE DEL DOCUMENTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL	VERSIÓN	01	REVISÓ:	NICOLÁS QUINTERO
			FECHA	13/09/2025	APROBÓ:	NICOLÁS QUINTERO

3239	D+L	Combination	-0,00008103	-0,0000334	0,863
3240	D+L	Combination	-0,0001118	-0,00003649	0,89
3241	D+L	Combination	-0,0001436	-0,00003994	0,919
3242	D+L	Combination	-0,0001761	-0,00004495	0,95
3243	D+L	Combination	-0,0002079	-0,00005317	0,983
3244	D+L	Combination	-0,0002372	-0,00006687	1,018
3245	D+L	Combination	-0,00026	-0,00009293	1,053
3246	D+L	Combination	-0,0002728	-0,0001284	0,54
3247	D+L	Combination	0,0001097	0,00007239	0,377
3248	D+L	Combination	0,00006115	0,00001087	0,768
3249	D+L	Combination	0,00002258	-0,00002738	0,791
3250	D+L	Combination	-0,000009941	-0,00004967	0,814
3251	D+L	Combination	-0,00004008	-0,00006353	0,838
3252	D+L	Combination	-0,00007039	-0,0000734	0,864
3253	D+L	Combination	-0,0001014	-0,00008174	0,89
3254	D+L	Combination	-0,0001333	-0,00009085	0,919
3255	D+L	Combination	-0,0001654	-0,0001029	0,95
3256	D+L	Combination	-0,0001968	-0,0001204	0,983
3257	D+L	Combination	-0,0002261	-0,0001479	1,017
3258	D+L	Combination	-0,000252	-0,0001919	1,052
3259	D+L	Combination	-0,0002717	-0,0002618	0,539
3260	D+L	Combination	0,0001246	0,0000935	0,377
3261	D+L	Combination	0,00008024	0,00001128	0,768
3262	D+L	Combination	0,00004303	-0,00004289	0,792
3263	D+L	Combination	0,000009673	-0,00007597	0,815
3264	D+L	Combination	-0,00002188	-0,00009752	0,839
3265	D+L	Combination	-0,00005314	-0,0001129	0,865
3266	D+L	Combination	-0,00008479	-0,0001263	0,892
3267	D+L	Combination	-0,0001166	-0,0001406	0,92
3268	D+L	Combination	-0,0001481	-0,0001589	0,951
3269	D+L	Combination	-0,0001784	-0,0001845	0,983
3270	D+L	Combination	-0,0002067	-0,000222	1,017
3271	D+L	Combination	-0,000232	-0,0002797	1,052
3272	D+L	Combination	-0,0002532	-0,0003683	0,539
3273	D+L	Combination	0,0001479	0,0001019	0,377
3274	D+L	Combination	0,0001071	0,000005307	0,768
3275	D+L	Combination	0,00006974	-0,00006127	0,792
3276	D+L	Combination	0,00003528	-0,0001035	0,816
3277	D+L	Combination	0,000002004	-0,0001315	0,841

	PROYECTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL PARA OBRAS DE PROTECCIÓN Y CONTENCIÓN DE TIERRAS DEL COLECTOR DE ALCANTARILLADO RIO TEJO			ELABORÓ:	ALEJANDRO HOYOS
	NOMBRE DEL DOCUMENTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL	VERSIÓN	01	REVISÓ:	NICOLÁS QUINTERO
			FECHA	13/09/2025	APROBÓ:	NICOLÁS QUINTERO

3278	D+L	Combination	-0,00003074	-0,000152	0,866
3279	D+L	Combination	-0,00006329	-0,0001698	0,893
3280	D+L	Combination	-0,00009535	-0,0001888	0,922
3281	D+L	Combination	-0,0001263	-0,0002126	0,952
3282	D+L	Combination	-0,0001554	-0,0002448	0,984
3283	D+L	Combination	-0,000182	-0,00029	1,018
3284	D+L	Combination	-0,0002058	-0,0003556	1,052
3285	D+L	Combination	-0,0002281	-0,0004514	0,539
3286	D+L	Combination	0,0001792	0,00009884	0,376
3287	D+L	Combination	0,0001396	-0,000007478	0,769
3288	D+L	Combination	0,0001018	-0,00008326	0,793
3289	D+L	Combination	0,00006519	-0,0001325	0,817
3290	D+L	Combination	0,00002978	-0,0001658	0,842
3291	D+L	Combination	-0,000005	-0,0001904	0,868
3292	D+L	Combination	-0,00003886	-0,000212	0,895
3293	D+L	Combination	-0,00007151	-0,0002351	0,924
3294	D+L	Combination	-0,0001022	-0,0002636	0,954
3295	D+L	Combination	-0,0001304	-0,0003012	0,986
3296	D+L	Combination	-0,0001556	-0,0003517	1,019
3297	D+L	Combination	-0,0001786	-0,0004205	1,053
3298	D+L	Combination	-0,0002011	-0,0005156	0,539
3299	D+L	Combination	0,0002163	0,00008579	0,376
3300	D+L	Combination	0,0001768	-0,00002708	0,769
3301	D+L	Combination	0,0001369	-0,0001091	0,794
3302	D+L	Combination	0,00009765	-0,0001633	0,819
3303	D+L	Combination	0,00005905	-0,0002004	0,844
3304	D+L	Combination	0,00002185	-0,0002282	0,871
3305	D+L	Combination	-0,00001381	-0,0002528	0,898
3306	D+L	Combination	-0,00004733	-0,0002792	0,927
3307	D+L	Combination	-0,0000783	-0,0003117	0,957
3308	D+L	Combination	-0,0001062	-0,0003534	0,988
3309	D+L	Combination	-0,0001309	-0,0004074	1,02
3310	D+L	Combination	-0,0001536	-0,0004761	1,053
3311	D+L	Combination	-0,0001775	-0,0005652	0,539
3312	D+L	Combination	0,0002581	0,00006382	0,376
3313	D+L	Combination	0,0002164	-0,00005306	0,769
3314	D+L	Combination	0,0001734	-0,0001387	0,795
3315	D+L	Combination	0,0001297	-0,0001958	0,821
3316	D+L	Combination	0,00008727	-0,0002353	0,847

	PROYECTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL PARA OBRAS DE PROTECCIÓN Y CONTENCIÓN DE TIERRAS DEL COLECTOR DE ALCANTARILLADO RIO TEJO			ELABORÓ:	ALEJANDRO HOYOS
	NOMBRE DEL DOCUMENTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL	VERSIÓN	01	REVISÓ:	NICOLÁS QUINTERO
			FECHA	13/09/2025	APROBÓ:	NICOLÁS QUINTERO

3317	D+L	Combination	0,0000469	-0,0002653	0,874
3318	D+L	Combination	0,000009401	-0,000292	0,901
3319	D+L	Combination	-0,00002512	-0,000321	0,93
3320	D+L	Combination	-0,0000564	-0,0003564	0,96
3321	D+L	Combination	-0,00008443	-0,0004016	0,99
3322	D+L	Combination	-0,0001095	-0,000458	1,022
3323	D+L	Combination	-0,0001331	-0,0005248	1,054
3324	D+L	Combination	-0,0001591	-0,0006038	0,538
3325	D+L	Combination	0,0003032	0,0000339	0,376
3326	D+L	Combination	0,0002576	-0,00008481	0,77
3327	D+L	Combination	0,0002082	-0,0001715	0,796
3328	D+L	Combination	0,0001585	-0,0002298	0,823
3329	D+L	Combination	0,0001108	-0,0002706	0,849
3330	D+L	Combination	0,00006711	-0,0003019	0,877
3331	D+L	Combination	0,00002778	-0,0003301	0,905
3332	D+L	Combination	-0,000007086	-0,0003607	0,933
3333	D+L	Combination	-0,00003804	-0,0003981	0,963
3334	D+L	Combination	-0,00006574	-0,0004457	0,993
3335	D+L	Combination	-0,00009131	-0,0005041	1,023
3336	D+L	Combination	-0,0001168	-0,0005692	1,054
3337	D+L	Combination	-0,0001469	-0,0006364	0,538
3338	D+L	Combination	0,0003498	-0,000003115	0,376
3339	D+L	Combination	0,0002959	-0,0001211	0,77
3340	D+L	Combination	0,000237	-0,0002069	0,797
3341	D+L	Combination	0,0001787	-0,0002651	0,825
3342	D+L	Combination	0,0001254	-0,0003065	0,852
3343	D+L	Combination	0,00007852	-0,0003387	0,88
3344	D+L	Combination	0,00003841	-0,0003677	0,908
3345	D+L	Combination	0,000004707	-0,0003991	0,937
3346	D+L	Combination	-0,00002348	-0,0004375	0,966
3347	D+L	Combination	-0,00004811	-0,0004865	0,995
3348	D+L	Combination	-0,0000719	-0,0005466	1,025
3349	D+L	Combination	-0,00009863	-0,0006116	1,055
3350	D+L	Combination	-0,0001337	-0,0006697	0,538
3351	D+L	Combination	0,000337	-0,0001581	0,385
3352	D+L	Combination	0,0002608	-0,0002424	0,399
3353	D+L	Combination	0,0001908	-0,0003007	0,413
3354	D+L	Combination	0,00013	-0,000343	0,427

	PROYECTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL PARA OBRAS DE PROTECCIÓN Y CONTENCIÓN DE TIERRAS DEL COLECTOR DE ALCANTARILLADO RIO TEJO			ELABORÓ:	ALEJANDRO HOYOS
	NOMBRE DEL DOCUMENTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL	VERSIÓN	01	REVISÓ:	NICOLÁS QUINTERO
			FECHA	13/09/2025	APROBÓ:	NICOLÁS QUINTERO

3355	D+L	Combination	0,00007856	-0,000376	0,441
3356	D+L	Combination	0,00003713	-0,000406	0,456
3357	D+L	Combination	0,000005418	-0,000438	0,47
3358	D+L	Combination	-0,00001748	-0,0004772	0,484
3359	D+L	Combination	-0,00003362	-0,0005268	0,499
3360	D+L	Combination	-0,00004849	-0,0005888	0,513
3361	D+L	Combination	-0,00007237	-0,000654	0,528
Total D+L					217,154
Total general					217,154
Área de contacto			9,01	m2	
Presión de servicio			24,10	kN/m2	
Qad =			55,3	kN/m2	

Tabla 11 - Reacciones en los nodos de apoyo para losa de fondo de cámara de inspección.

	PROYECTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL PARA OBRAS DE PROTECCIÓN Y CONTENCIÓN DE TIERRAS DEL COLECTOR DE ALCANTARILLADO RIO TEJO			ELABORÓ:	ALEJANDRO HOYOS
	NOMBRE DEL DOCUMENTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL	VERSIÓN	01	REVISÓ:	NICOLÁS QUINTERO
			FECHA	13/09/2025	APROBÓ:	NICOLÁS QUINTERO

6.3.7. Recubrimiento de tubería

DISEÑO DE MUROS											
DATOS DE ENTRADA											
	f_c =	28,0 MPa		ϵ_c =	0,003		Cuantías	ρ_{bal}	0,02833		
	f_y =	420,0 MPa		E_s =	2,00E+05 MPa			ρ_{min}	0,00333		
	b =	1,0 m		β_1 =	0,85			ρ_{max}	0,01806		
	e (muro)=	0,15 m									
	d' (muro)=	0,05 m									
	d (muro)=	0,1 m									
MOMENTO RESISTENTE				a =	$A_s \cdot f_y / (0,85 \cdot f_c \cdot b)$						
				M_r =	$\phi \cdot A_s \cdot f_y \cdot (d - a/2)$						
				ϕ =	0,9						
				M_{req} =	6,34 kN*m						
				$A_{s_{req}}$ =	9,03 cm ²						
Interior											
Diametro	A_s (cm ²)	Sep (cm)	Cant. Calc.	$A_s t$ (cm ²)	a (cm)	ρ	Chequeo ρ	c (cm)	ϵ_s	Chequeo	M_r (kN*m)
#4	1,29	20	6	7,74	1,37	0,00774	Ok	1,61	0,01566925	As fluye	2,73
		1/2 $A_{s_{req}}$	4,52				Usar cada	#4 25	Vert. cm		
$A_{s_{temp}}$	$0,003 \cdot b \cdot h$	4,5	cm ²	C.23-C.7.12.2.1			Usar cada	#4 25	Long. cm		
Exterior											
Diametro	A_s (cm ²)	Sep (cm)	Cant. Calc.	$A_s t$ (cm ²)	a (cm)	ρ	Chequeo ρ	c (cm)	ϵ_s	Chequeo	M_r (kN*m)
#4	1,29	20	6	7,74	1,37	0,00774	Ok	1,61	0,01566925	As fluye	2,73
		1/2 $A_{s_{req}}$	4,52				Usar cada	#4 25	Vert. cm		
$A_{s_{temp}}$	$0,003 \cdot b \cdot h$	4,5	cm ²	C.23-C.7.12.2.1			Usar cada	#4 25	Long. cm		
CORTANTE											
		V_{req} :	20 kN								
		$\phi_{vc} = \phi \cdot 0,17 \cdot \text{Raiz}(f_c)$			$\phi_{vc} =$	0,675 MPa					
		$v_u = V_u / b \cdot d$			$V_c =$	67,467 kN					
					Cumple, $V_{req} < \phi V_c$						

Ilustración 36 - Diseño de muros para recubrimiento de tubería

	PROYECTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL PARA OBRAS DE PROTECCIÓN Y CONTENCIÓN DE TIERRAS DEL COLECTOR DE ALCANTARILLADO RIO TEJO			ELABORÓ:	ALEJANDRO HOYOS
	NOMBRE DEL DOCUMENTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL	VERSIÓN	01	REVISÓ:	NICOLÁS QUINTERO
			FECHA	13/09/2025	APROBÓ:	NICOLÁS QUINTERO

DISEÑO DE LOSAS											
DATOS DE ENTRADA											
	$f_c =$	28,0 MPa		$\epsilon_c =$	0,003	Cuantías	p_{bal}	0,02833			
	$f_y =$	420,0 MPa		$E_s =$	2,00E+05 MPa		p_{min}	0,00333			
	$b =$	1,0 m		$\beta_1 =$	0,85		p_{max}	0,01806			
	$e(losa) =$	0,15 m									
	$d'(losa) =$	0,05 m									
	$d(losa) =$	0,1 m									
MOMENTO RESISTENTE				$a =$	$A_s \cdot f_y / (0,85 \cdot f_c \cdot b)$						
				$M_r =$	$\phi \cdot A_s \cdot f_y \cdot (d - a/2)$						
				$\phi =$	0,9						
				$M_{req} =$	3,18 kN*m						
				$A_{s_{req}} =$	6,39 cm ²						
Inferior											
Diametro	A_s (cm ²)	Sep (cm)	Cant. Calc.	$A_s t$ (cm ²)	a (cm)	ρ	Chequeo ρ	c (cm)	ϵ_s	Chequeo	M_r (kN*m)
#4	1,29	25	5	6,45	1,14	0,00645	Ok	1,34	0,0194031	As fluye	2,30
		1/2 $A_{s_{req}}$	3,20				Usar cada	#4 20	Vert. cm		
$A_{s_{temp}}$	0,0018*b*h	2,7	cm ²								
		1/2 $A_{s_{req}}$	1,35				Usar cada	#4 20	Long. cm		
Superior											
Diametro	A_s (cm ²)	Sep (cm)	Cant. Calc.	$A_s t$ (cm ²)	a (cm)	ρ	Chequeo ρ	c (cm)	ϵ_s	Chequeo	M_r (kN*m)
#4	1,29	25	5	6,45	1,14	0,00645	Ok	1,34	0,0194031	As fluye	2,30
		1/2 $A_{s_{req}}$	3,20				Usar cada	#3 25	Vert. cm		
$A_{s_{temp}}$	0,0018*b*h	2,7	cm ²	C.23-C.7.12.2.1							
		1/2 $A_{s_{req}}$	1,35				Usar cada	#3 25	Long. cm		
CORTANTE											
	$V_{req} =$	20 kN									
	$\phi_{vc} = \phi \cdot 0,17 \cdot \text{Raiz}(f_c)$			$\phi_{vc} =$	0,675 MPa						
	$v_u = V_u / b \cdot d$			$V_c =$	67,467 kN						
				Cumple, $V_{req} < \phi V_c$							

Ilustración 37 - Diseño de losas para recubrimiento de tubería

	PROYECTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL PARA OBRAS DE PROTECCIÓN Y CONTENCIÓN DE TIERRAS DEL COLECTOR DE ALCANTARILLADO RIO TEJO			ELABORÓ:	ALEJANDRO HOYOS
	NOMBRE DEL DOCUMENTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL	VERSIÓN	01	REVISÓ:	NICOLÁS QUINTERO
			FECHA	13/09/2025	APROBÓ:	NICOLÁS QUINTERO

6.3.8. Diseño y comprobación de elementos de cimentación

6.3.9. Muro de contención 0 + 105.00 a 0 + 263.88

Referencia: Zapata corrida: Muro_tuberia (Protección para tubería)		
Comprobación	Valores	Estado
Comprobación de estabilidad: <i>Valor introducido por el usuario.</i>		
- Coeficiente de seguridad al vuelco (Situaciones persistentes):	Mínimo: 1.8 Calculado: 9.37	Cumple
- Coeficiente de seguridad al vuelco (Situaciones accidentales sísmicas):	Mínimo: 1.2 Calculado: 4.97	Cumple
- Coeficiente de seguridad al deslizamiento (Situaciones persistentes):	Mínimo: 1.5 Calculado: 3.86	Cumple
- Coeficiente de seguridad al deslizamiento (Situaciones accidentales sísmicas):	Mínimo: 1.2 Calculado: 2.16	Cumple
Canto mínimo:		
- Zapata: <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 13.3.1.2</i>	Mínimo: 15 cm Calculado: 25 cm	Cumple
Tensiones sobre el terreno: <i>Valor introducido por el usuario.</i>		
- Tensión media (Situaciones persistentes):	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.0453 MPa	Cumple
- Tensión máxima (Situaciones persistentes):	Máximo: 0.25 MPa Calculado: 0.0633 MPa	Cumple
- Tensión media (Situaciones accidentales sísmicas):	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.0453 MPa	Cumple
- Tensión máxima (Situaciones accidentales sísmicas):	Máximo: 0.3 MPa Calculado: 0.0758 MPa	Cumple
Flexión en zapata: <i>Comprobación basada en criterios resistentes</i>		
- Armado superior trasdós:	Mínimo: 6.37 cm ² /m Calculado: 9.05 cm ² /m	Cumple
- Armado inferior trasdós:	Mínimo: 0 cm ² /m Calculado: 5.06 cm ² /m	Cumple
Esfuerzo cortante: <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 22.5.5.1</i>		
- Trasdós (Situaciones persistentes):	Máximo: 116.9 kN/m Calculado: 9.3 kN/m	Cumple
- Trasdós (Situaciones accidentales sísmicas):	Máximo: 93.5 kN/m Calculado: 13.6 kN/m	Cumple

	PROYECTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL PARA OBRAS DE PROTECCIÓN Y CONTENCIÓN DE TIERRAS DEL COLECTOR DE ALCANTARILLADO RIO TEJO			ELABORÓ:	ALEJANDRO HOYOS
	NOMBRE DEL DOCUMENTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL	VERSIÓN	01	REVISÓ:	NICOLÁS QUINTERO
			FECHA	13/09/2025	APROBÓ:	NICOLÁS QUINTERO

Referencia: Zapata corrida: Muro_tuberia (Protección para tubería)		
Comprobación	Valores	Estado
Longitud de anclaje: <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 25.4.3.1</i>		
- Arranque trasdós:	Mínimo: 15 cm Calculado: 14.9 cm	cumple
- Arranque intradós:	Mínimo: 15 cm Calculado: 14.9 cm	cumple
- Armado inferior trasdós (Patilla):	Mínimo: 0 cm Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado inferior intradós (Patilla):	Mínimo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado superior trasdós (Patilla):	Mínimo: 0 cm Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado superior intradós (Patilla):	Mínimo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Recubrimiento:		
- Lateral: <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 20.6.1.3.1</i>	Mínimo: 7.5 cm Calculado: 7.5 cm	Cumple
Diámetro mínimo: <i>Criterio de CYPE.</i>	Mínimo: #3	
- Armadura transversal inferior:	Calculado: Ø1/2"	Cumple
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: Ø1/2"	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: Ø1/2"	Cumple
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: Ø1/2"	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 8.7.2.2</i>	Máximo: 45 cm	
- Armadura transversal inferior:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: 14 cm	Cumple
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: 25 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 25.2.1</i>	Mínimo: 2.5 cm	
- Armadura transversal inferior:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: 14 cm	Cumple
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: 25 cm	Cumple

	PROYECTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL PARA OBRAS DE PROTECCIÓN Y CONTENCIÓN DE TIERRAS DEL COLECTOR DE ALCANTARILLADO RIO TEJO			ELABORÓ:	ALEJANDRO HOYOS
	NOMBRE DEL DOCUMENTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL	VERSIÓN	01	REVISÓ:	NICOLÁS QUINTERO
			FECHA	13/09/2025	APROBÓ:	NICOLÁS QUINTERO

Referencia: Zapata corrida: Muro_tuberia (Protección para tubería)		
Comprobación	Valores	Estado
Cuantía geométrica mínima: <i>Norma ACI 318M-14, Artículo 24.4.3.2</i>	Mínimo: 0.001	
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: 0.00202	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: 0.00362	Cumple
Cuantía mecánica mínima:		
- Armadura transversal superior: <i>Norma ACI 318M-14, Artículo 9.6.1</i>	Mínimo: 0.00339 Calculado: 0.00362	Cumple
Información adicional:		
- Momento flector pésimo en la sección de referencia del trasdós: 30.94 kN·m/m		

6.3.10. Muro de contención 0 + 41.00 a 0 +51.83

Referencia: Zapata corrida: Muro_045 (ABS 0 + 45)		
Comprobación	Valores	Estado
Comprobación de estabilidad: <i>Valor introducido por el usuario.</i>		
- Coeficiente de seguridad al vuelco (Situaciones persistentes):	Mínimo: 2 Calculado: 4.2	Cumple
- Coeficiente de seguridad al vuelco (Situaciones accidentales sísmicas):	Mínimo: 2 Calculado: 2.05	Cumple
- Coeficiente de seguridad al deslizamiento (Situaciones persistentes):	Mínimo: 1.5 Calculado: 2.97	Cumple
- Coeficiente de seguridad al deslizamiento (Situaciones accidentales sísmicas):	Mínimo: 1.5 Calculado: 1.58	Cumple
Canto mínimo:		
- Zapata: <i>Norma ACI 318M-14, Artículo 13.3.1.2</i>	Mínimo: 15 cm Calculado: 50 cm	Cumple
Tensiones sobre el terreno: <i>Valor introducido por el usuario.</i>		
- Tensión media (Situaciones persistentes):	Máximo: 16.74 MPa Calculado: 0.1084 MPa	Cumple
- Tensión máxima (Situaciones persistentes):	Calculado: 0.1917 MPa	Cumple
- Tensión media (Situaciones accidentales sísmicas):	Calculado: 0.109 MPa	Cumple
- Tensión máxima (Situaciones accidentales sísmicas):	Calculado: 0.2906 MPa	Cumple
Flexión en zapata: <i>Comprobación basada en criterios resistentes</i>		

	PROYECTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL PARA OBRAS DE PROTECCIÓN Y CONTENCIÓN DE TIERRAS DEL COLECTOR DE ALCANTARILLADO RIO TEJO			ELABORÓ:	ALEJANDRO HOYOS
	NOMBRE DEL DOCUMENTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL	VERSIÓN	01	REVISÓ:	NICOLÁS QUINTERO
			FECHA	13/09/2025	APROBÓ:	NICOLÁS QUINTERO

Referencia: Zapata corrida: Muro_045 (ABS 0 + 45)		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado superior trasdós:	Mínimo: 15.45 cm ² /m Calculado: 17.63 cm ² /m	Cumple
- Armado inferior trasdós:	Mínimo: 0 cm ² /m Calculado: 13.26 cm ² /m	Cumple
Esfuerzo cortante: <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 22.5.5.1</i>		
- Trasdós (Situaciones persistentes):	Máximo: 283.9 kN/m Calculado: 81.2 kN/m	Cumple
- Trasdós (Situaciones accidentales sísmicas):	Máximo: 227.1 kN/m Calculado: 132.8 kN/m	Cumple
Longitud de anclaje:		
- Arranque trasdós: <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 25.4.3.1</i>	Mínimo: 15.2 cm Calculado: 39.3 cm	Cumple
- Arranque intradós: <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 25.4.3.1</i>	Mínimo: 15 cm Calculado: 39.3 cm	Cumple
- Armado inferior trasdós (Patilla): <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 25.4.3.1</i>	Mínimo: 0 cm Calculado: 35 cm	Cumple
- Armado inferior intradós (Patilla): <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 25.4.3.1</i>	Mínimo: 30 cm Calculado: 35 cm	Cumple
- Armado superior trasdós (Patilla): <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 25.4.3</i>	Mínimo: 0 cm Calculado: 45 cm	Cumple
- Armado superior intradós (Patilla): <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 25.4.3.1</i>	Mínimo: 36 cm Calculado: 45 cm	Cumple
Recubrimiento:		
- Lateral: <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 20.6.1.3.1</i>	Mínimo: 7.5 cm Calculado: 7.5 cm	Cumple
Diámetro mínimo: <i>Criterio de CYPE.</i>	Mínimo: #3	
- Armadura transversal inferior:	Calculado: Ø5/8"	Cumple
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: Ø5/8"	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: Ø7/8"	Cumple
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: Ø5/8"	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 8.7.2.2</i>	Máximo: 45 cm	
- Armadura transversal inferior:	Calculado: 15 cm	Cumple

	PROYECTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL PARA OBRAS DE PROTECCIÓN Y CONTENCIÓN DE TIERRAS DEL COLECTOR DE ALCANTARILLADO RIO TEJO			ELABORÓ:	ALEJANDRO HOYOS
	NOMBRE DEL DOCUMENTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL	VERSIÓN	01	REVISÓ:	NICOLÁS QUINTERO
			FECHA	13/09/2025	APROBÓ:	NICOLÁS QUINTERO

Referencia: Zapata corrida: Muro_045 (ABS 0 + 45)		
Comprobación	Valores	Estado
- Armadura transversal superior:	Calculado: 22 cm	Cumple
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: 15 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 25.2.1</i>	Mínimo: 2.5 cm	
- Armadura transversal inferior:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: 22 cm	Cumple
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: 15 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 24.4.3.2</i>	Mínimo: 0.001	
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: 0.00265	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: 0.00352	Cumple
Cuantía mecánica mínima: <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 9.6.1</i>	Mínimo: 0.00339	
- Armadura transversal superior:	Calculado: 0.00352	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Momento flector pésimo en la sección de referencia del trasdós: 219.32 kN·m/m		

6.3.11. Muro de contención 0 + 88.54 a 0 + 105

Referencia: Zapata corrida: Muro_90 (ABS 0 + 90)		
Comprobación	Valores	Estado
Comprobación de estabilidad: <i>Valor introducido por el usuario.</i>		
- Coeficiente de seguridad al vuelco (Situaciones persistentes):	Mínimo: 2 Calculado: 5.31	Cumple
- Coeficiente de seguridad al vuelco (Situaciones accidentales sísmicas):	Mínimo: 2 Calculado: 2.79	Cumple
- Coeficiente de seguridad al deslizamiento (Situaciones persistentes):	Mínimo: 1.5 Calculado: 3.23	Cumple
- Coeficiente de seguridad al deslizamiento (Situaciones accidentales sísmicas):	Mínimo: 1.5 Calculado: 1.77	Cumple

	PROYECTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL PARA OBRAS DE PROTECCIÓN Y CONTENCIÓN DE TIERRAS DEL COLECTOR DE ALCANTARILLADO RIO TEJO			ELABORÓ:	ALEJANDRO HOYOS
	NOMBRE DEL DOCUMENTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL	VERSIÓN	01	REVISÓ:	NICOLÁS QUINTERO
			FECHA	13/09/2025	APROBÓ:	NICOLÁS QUINTERO

Referencia: Zapata corrida: Muro_90 (ABS 0 + 90)		
Comprobación	Valores	Estado
Canto mínimo: - Zapata: <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 13.3.1.2</i>	Mínimo: 15 cm Calculado: 50 cm	Cumple
Tensiones sobre el terreno: <i>Valor introducido por el usuario.</i>	Máximo: 16.74 MPa	
- Tensión media (Situaciones persistentes):	Calculado: 0.122 MPa	Cumple
- Tensión máxima (Situaciones persistentes):	Calculado: 0.1897 MPa	Cumple
- Tensión media (Situaciones accidentales sísmicas):	Calculado: 0.1226 MPa	Cumple
- Tensión máxima (Situaciones accidentales sísmicas):	Calculado: 0.2547 MPa	Cumple
Flexión en zapata: <i>Comprobación basada en criterios resistentes</i>		
- Armado superior trasdós:	Mínimo: 24.47 cm ² /m Calculado: 25.86 cm ² /m	Cumple
- Armado inferior trasdós:	Mínimo: 0 cm ² /m Calculado: 13.26 cm ² /m	Cumple
Esfuerzo cortante: <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 22.5.5.1</i>		
- Trasdós (Situaciones persistentes):	Máximo: 283.9 kN/m Calculado: 91.6 kN/m	Cumple
- Trasdós (Situaciones accidentales sísmicas):	Máximo: 227.1 kN/m Calculado: 137 kN/m	Cumple
Longitud de anclaje:		
- Arranque trasdós: <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 25.4.3</i>	Mínimo: 23.7 cm Calculado: 39.3 cm	Cumple
- Arranque intradós: <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 25.4.3.1</i>	Mínimo: 15 cm Calculado: 39.3 cm	Cumple
- Armado inferior trasdós (Patilla): <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 25.4.3.1</i>	Mínimo: 0 cm Calculado: 35 cm	Cumple
- Armado inferior intradós (Patilla): <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 25.4.3.1</i>	Mínimo: 30 cm Calculado: 35 cm	Cumple
- Armado superior trasdós (Patilla): <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 25.4.3</i>	Mínimo: 0 cm Calculado: 45 cm	Cumple
- Armado superior intradós (Patilla): <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 25.4.3.1</i>	Mínimo: 36 cm Calculado: 45 cm	Cumple

	PROYECTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL PARA OBRAS DE PROTECCIÓN Y CONTENCIÓN DE TIERRAS DEL COLECTOR DE ALCANTARILLADO RIO TEJO			ELABORÓ:	ALEJANDRO HOYOS
	NOMBRE DEL DOCUMENTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL	VERSIÓN	01	REVISÓ:	NICOLÁS QUINTERO
			FECHA	13/09/2025	APROBÓ:	NICOLÁS QUINTERO

Referencia: Zapata corrida: Muro_90 (ABS 0 + 90)		
Comprobación	Valores	Estado
Recubrimiento:		
- Lateral:	Mínimo: 7.5 cm	
<i>Norma ACI 318M-14. Artículo 20.6.1.3.1</i>	Calculado: 7.5 cm	Cumple
Diámetro mínimo:		
<i>Criterio de CYPE.</i>	Mínimo: #3	
- Armadura transversal inferior:	Calculado: Ø5/8"	Cumple
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: Ø5/8"	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: Ø7/8"	Cumple
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: Ø5/8"	Cumple
Separación máxima entre barras:		
<i>Norma ACI 318M-14. Artículo 8.7.2.2</i>	Máximo: 45 cm	
- Armadura transversal inferior:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: 15 cm	Cumple
Separación mínima entre barras:		
<i>Norma ACI 318M-14. Artículo 25.2.1</i>	Mínimo: 2.5 cm	
- Armadura transversal inferior:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: 15 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima:		
<i>Norma ACI 318M-14. Artículo 24.4.3.2</i>	Mínimo: 0.001	
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: 0.00265	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: 0.00517	Cumple
Cuantía mecánica mínima:		
- Armadura transversal superior:	Mínimo: 0.00339	
<i>Norma ACI 318M-14. Artículo 9.6.1</i>	Calculado: 0.00517	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Momento flector pésimo en la sección de referencia del trasdós: 341.94 kN·m/m		

	PROYECTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL PARA OBRAS DE PROTECCIÓN Y CONTENCIÓN DE TIERRAS DEL COLECTOR DE ALCANTARILLADO RIO TEJO			ELABORÓ:	ALEJANDRO HOYOS
	NOMBRE DEL DOCUMENTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL	VERSIÓN	01	REVISÓ:	NICOLÁS QUINTERO
			FECHA	13/09/2025	APROBÓ:	NICOLÁS QUINTERO

Referencia: Zapata corrida: Muro_105 (ABS 0 + 105)		
Comprobación	Valores	Estado
Comprobación de estabilidad: <i>Valor introducido por el usuario.</i>		
- Coeficiente de seguridad al vuelco (Situaciones persistentes):	Mínimo: 2 Calculado: 5.14	Cumple
- Coeficiente de seguridad al vuelco (Situaciones accidentales sísmicas):	Mínimo: 2 Calculado: 2.7	Cumple
- Coeficiente de seguridad al deslizamiento (Situaciones persistentes):	Mínimo: 1.5 Calculado: 3.18	Cumple
- Coeficiente de seguridad al deslizamiento (Situaciones accidentales sísmicas):	Mínimo: 1.5 Calculado: 1.74	Cumple
Canto mínimo:		
- Zapata: <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 13.3.1.2</i>	Mínimo: 15 cm Calculado: 50 cm	Cumple
Tensiones sobre el terreno: <i>Valor introducido por el usuario.</i>		
- Tensión media (Situaciones persistentes):	Máximo: 16.74 MPa Calculado: 0.124 MPa	Cumple
- Tensión máxima (Situaciones persistentes):	Calculado: 0.195 MPa	Cumple
- Tensión media (Situaciones accidentales sísmicas):	Calculado: 0.1246 MPa	Cumple
- Tensión máxima (Situaciones accidentales sísmicas):	Calculado: 0.2634 MPa	Cumple
Flexión en zapata: <i>Comprobación basada en criterios resistentes</i>		
- Armado superior trasdós:	Mínimo: 25.71 cm ² /m Calculado: 25.86 cm ² /m	Cumple
- Armado inferior trasdós:	Mínimo: 0 cm ² /m Calculado: 13.26 cm ² /m	Cumple
Esfuerzo cortante: <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 22.5.5.1</i>		
- Trasdós (Situaciones persistentes):	Máximo: 283.9 kN/m Calculado: 95.8 kN/m	Cumple
- Trasdós (Situaciones accidentales sísmicas):	Máximo: 227.1 kN/m Calculado: 143.3 kN/m	Cumple
Longitud de anclaje:		
- Arranque trasdós: <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 25.4.3</i>	Mínimo: 24.9 cm Calculado: 39.3 cm	Cumple
- Arranque intradós: <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 25.4.3.1</i>	Mínimo: 15 cm Calculado: 39.3 cm	Cumple

	PROYECTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL PARA OBRAS DE PROTECCIÓN Y CONTENCIÓN DE TIERRAS DEL COLECTOR DE ALCANTARILLADO RIO TEJO			ELABORÓ:	ALEJANDRO HOYOS
	NOMBRE DEL DOCUMENTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL	VERSIÓN	01	REVISÓ:	NICOLÁS QUINTERO
			FECHA	13/09/2025	APROBÓ:	NICOLÁS QUINTERO

Referencia: Zapata corrida: Muro_105 (ABS 0 + 105)		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inferior trasdós (Patilla): <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 25.4.3.1</i>	Mínimo: 0 cm Calculado: 35 cm	Cumple
- Armado inferior intradós (Patilla): <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 25.4.3.1</i>	Mínimo: 30 cm Calculado: 35 cm	Cumple
- Armado superior trasdós (Patilla): <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 25.4.3</i>	Mínimo: 0 cm Calculado: 45 cm	Cumple
- Armado superior intradós (Patilla): <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 25.4.3.1</i>	Mínimo: 36 cm Calculado: 45 cm	Cumple
Recubrimiento:		
- Lateral: <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 20.6.1.3.1</i>	Mínimo: 7.5 cm Calculado: 7.5 cm	Cumple
Diámetro mínimo: <i>Criterio de CYPE.</i>	Mínimo: #3	
- Armadura transversal inferior:	Calculado: Ø5/8"	Cumple
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: Ø5/8"	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: Ø7/8"	Cumple
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: Ø5/8"	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 8.7.2.2</i>	Máximo: 45 cm	
- Armadura transversal inferior:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: 15 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 25.2.1</i>	Mínimo: 2.5 cm	
- Armadura transversal inferior:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: 15 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 24.4.3.2</i>	Mínimo: 0.001	
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: 0.00265	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: 0.00517	Cumple

	PROYECTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL PARA OBRAS DE PROTECCIÓN Y CONTENCIÓN DE TIERRAS DEL COLECTOR DE ALCANTARILLADO RIO TEJO			ELABORÓ:	ALEJANDRO HOYOS
	NOMBRE DEL DOCUMENTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL	VERSIÓN	01	REVISÓ:	NICOLÁS QUINTERO
			FECHA	13/09/2025	APROBÓ:	NICOLÁS QUINTERO

Referencia: Zapata corrida: Muro_105 (ABS 0 + 105)		
Comprobación	Valores	Estado
Cuantía mecánica mínima:		
- Armadura transversal superior:	Mínimo: 0.00339	
<i>Norma ACI 318M-14. Artículo 9.6.1</i>	Calculado: 0.00517	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Momento flector pésimo en la sección de referencia del trasdós: 358.45 kN·m/m		

6.3.12. Muro de contención 0 + 263.88 a 0 + 295

Referencia: Zapata corrida: Muro_265 (ABS 0 + 265)		
Comprobación	Valores	Estado
Comprobación de estabilidad:		
<i>Valor introducido por el usuario.</i>		
- Coeficiente de seguridad al vuelco (Situaciones persistentes):	Mínimo: 2	
	Calculado: 8.34	Cumple
- Coeficiente de seguridad al vuelco (Situaciones accidentales sísmicas):	Mínimo: 2	
	Calculado: 4.05	Cumple
- Coeficiente de seguridad al deslizamiento (Situaciones persistentes):	Mínimo: 1.5	
	Calculado: 4.15	Cumple
- Coeficiente de seguridad al deslizamiento (Situaciones accidentales sísmicas):	Mínimo: 1.5	
	Calculado: 2.19	Cumple
Canto mínimo:		
- Zapata:	Mínimo: 15 cm	
<i>Norma ACI 318M-14. Artículo 13.3.1.2</i>	Calculado: 50 cm	Cumple
Tensiones sobre el terreno:		
<i>Valor introducido por el usuario.</i>		
- Tensión media (Situaciones persistentes):	Máximo: 16.74 MPa	
	Calculado: 0.0999 MPa	Cumple
- Tensión máxima (Situaciones persistentes):	Calculado: 0.1401 MPa	Cumple
- Tensión media (Situaciones accidentales sísmicas):	Calculado: 0.1003 MPa	Cumple
- Tensión máxima (Situaciones accidentales sísmicas):	Calculado: 0.1789 MPa	Cumple
Flexión en zapata:		
<i>Comprobación basada en criterios resistentes</i>		
- Armado superior trasdós:	Mínimo: 13.03 cm ² /m	
	Calculado: 23.03 cm ² /m	Cumple
- Armado inferior trasdós:	Mínimo: 0 cm ² /m	
	Calculado: 13.26 cm ² /m	Cumple

	PROYECTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL PARA OBRAS DE PROTECCIÓN Y CONTENCIÓN DE TIERRAS DEL COLECTOR DE ALCANTARILLADO RIO TEJO			ELABORÓ:	ALEJANDRO HOYOS
	NOMBRE DEL DOCUMENTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL	VERSIÓN	01	REVISÓ:	NICOLÁS QUINTERO
			FECHA	13/09/2025	APROBÓ:	NICOLÁS QUINTERO

Referencia: Zapata corrida: Muro_265 (ABS 0 + 265)		
Comprobación	Valores	Estado
Esfuerzo cortante: <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 22.5.5.1</i> - Trasdós (Situaciones persistentes): - Trasdós (Situaciones accidentales sísmicas):	Máximo: 283.9 kN/m Calculado: 48.3 kN/m Máximo: 227.1 kN/m Calculado: 75.4 kN/m	Cumple Cumple
Longitud de anclaje: <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 25.4.3.1</i> - Arranque trasdós: - Arranque intradós: - Armado inferior trasdós (Patilla): - Armado inferior intradós (Patilla): - Armado superior trasdós (Patilla): - Armado superior intradós (Patilla):	Mínimo: 15.2 cm Calculado: 39.3 cm Mínimo: 15 cm Calculado: 39.3 cm Mínimo: 0 cm Calculado: 35 cm Mínimo: 30 cm Calculado: 35 cm Mínimo: 0 cm Calculado: 45 cm Mínimo: 41 cm Calculado: 45 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple
Recubrimiento: - Lateral: <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 20.6.1.3.1</i>	Mínimo: 7.5 cm Calculado: 7.5 cm	Cumple
Diámetro mínimo: <i>Criterio de CYPE.</i> - Armadura transversal inferior: - Armadura longitudinal inferior: - Armadura transversal superior: - Armadura longitudinal superior:	Mínimo: #3 Calculado: Ø5/8" Calculado: Ø5/8" Calculado: Ø1" Calculado: Ø5/8"	Cumple Cumple Cumple Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 8.7.2.2</i> - Armadura transversal inferior: - Armadura transversal superior: - Armadura longitudinal inferior: - Armadura longitudinal superior:	Máximo: 45 cm Calculado: 15 cm Calculado: 22 cm Calculado: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 25.2.1</i>	Mínimo: 2.5 cm	

	PROYECTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL PARA OBRAS DE PROTECCIÓN Y CONTENCIÓN DE TIERRAS DEL COLECTOR DE ALCANTARILLADO RIO TEJO			ELABORÓ:	ALEJANDRO HOYOS
	NOMBRE DEL DOCUMENTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL	VERSIÓN	01	REVISÓ:	NICOLÁS QUINTERO
			FECHA	13/09/2025	APROBÓ:	NICOLÁS QUINTERO

Referencia: Zapata corrida: Muro_265 (ABS 0 + 265)		
Comprobación	Valores	Estado
- Armadura transversal inferior:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: 22 cm	Cumple
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: 15 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 24.4.3.2</i>	Mínimo: 0.001	
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: 0.00265	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: 0.0046	Cumple
Cuantía mecánica mínima:		
- Armadura transversal superior: <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 9.6.1</i>	Mínimo: 0.00339 Calculado: 0.0046	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Momento flector pésimo en la sección de referencia del trasdós: 185.73 kN·m/m		

Referencia: Zapata corrida: Muro_280 (ABS 0 + 280)		
Comprobación	Valores	Estado
Comprobación de estabilidad: <i>Valor introducido por el usuario.</i>		
- Coeficiente de seguridad al vuelco (Situaciones persistentes):	Mínimo: 2 Calculado: 4.29	Cumple
- Coeficiente de seguridad al vuelco (Situaciones accidentales sísmicas):	Mínimo: 2 Calculado: 2.21	Cumple
- Coeficiente de seguridad al deslizamiento (Situaciones persistentes):	Mínimo: 1.5 Calculado: 2.96	Cumple
- Coeficiente de seguridad al deslizamiento (Situaciones accidentales sísmicas):	Mínimo: 1.5 Calculado: 1.61	Cumple
Canto mínimo:		
- Zapata: <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 13.3.1.2</i>	Mínimo: 15 cm Calculado: 50 cm	Cumple
Tensiones sobre el terreno: <i>Valor introducido por el usuario.</i>	Máximo: 16.74 MPa	
- Tensión media (Situaciones persistentes):	Calculado: 0.1387 MPa	Cumple
- Tensión máxima (Situaciones persistentes):	Calculado: 0.2386 MPa	Cumple
- Tensión media (Situaciones accidentales sísmicas):	Calculado: 0.1394 MPa	Cumple

	PROYECTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL PARA OBRAS DE PROTECCIÓN Y CONTENCIÓN DE TIERRAS DEL COLECTOR DE ALCANTARILLADO RIO TEJO			ELABORÓ:	ALEJANDRO HOYOS
	NOMBRE DEL DOCUMENTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL	VERSIÓN	01	REVISÓ:	NICOLÁS QUINTERO
			FECHA	13/09/2025	APROBÓ:	NICOLÁS QUINTERO

Referencia: Zapata corrida: Muro_280 (ABS 0 + 280)		
Comprobación	Valores	Estado
- Tensión máxima (Situaciones accidentales sísmicas):	Calculado: 0.3428 MPa	Cumple
Flexión en zapata: <i>Comprobación basada en criterios resistentes</i>		
- Armado superior trasdós:	Mínimo: 35.29 cm ² /m Calculado: 36.19 cm ² /m	Cumple
- Armado inferior trasdós:	Mínimo: 0 cm ² /m Calculado: 13.26 cm ² /m	Cumple
Esfuerzo cortante: <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 22.5.5.1</i>		
- Trasdós (Situaciones persistentes):	Máximo: 283.9 kN/m Calculado: 123.4 kN/m	Cumple
- Trasdós (Situaciones accidentales sísmicas):	Máximo: 227.1 kN/m Calculado: 189.2 kN/m	Cumple
Longitud de anclaje:		
- Arranque trasdós: <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 25.4.3</i>	Mínimo: 25.1 cm Calculado: 39.3 cm	Cumple
- Arranque intradós: <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 25.4.3.1</i>	Mínimo: 15 cm Calculado: 39.3 cm	Cumple
- Armado inferior trasdós (Patilla): <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 25.4.3.1</i>	Mínimo: 0 cm Calculado: 35 cm	Cumple
- Armado inferior intradós (Patilla): <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 25.4.3.1</i>	Mínimo: 30 cm Calculado: 35 cm	Cumple
- Armado superior trasdós (Patilla): <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 25.4.3</i>	Mínimo: 0 cm Calculado: 45 cm	Cumple
- Armado superior intradós (Patilla): <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 25.4.3.1</i>	Mínimo: 41 cm Calculado: 45 cm	Cumple
Recubrimiento:		
- Lateral: <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 20.6.1.3.1</i>	Mínimo: 7.5 cm Calculado: 7.5 cm	Cumple
Diámetro mínimo: <i>Criterio de CYPE.</i>	Mínimo: #3	
- Armadura transversal inferior:	Calculado: Ø5/8"	Cumple
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: Ø5/8"	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: Ø1"	Cumple
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: Ø5/8"	Cumple

	PROYECTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL PARA OBRAS DE PROTECCIÓN Y CONTENCIÓN DE TIERRAS DEL COLECTOR DE ALCANTARILLADO RIO TEJO			ELABORÓ:	ALEJANDRO HOYOS
	NOMBRE DEL DOCUMENTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL	VERSIÓN	01	REVISÓ:	NICOLÁS QUINTERO
			FECHA	13/09/2025	APROBÓ:	NICOLÁS QUINTERO

Referencia: Zapata corrida: Muro_280 (ABS 0 + 280)		
Comprobación	Valores	Estado
Separación máxima entre barras: <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 8.7.2.2</i>	Máximo: 45 cm	
- Armadura transversal inferior:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: 14 cm	Cumple
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: 15 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 25.2.1</i>	Mínimo: 2.5 cm	
- Armadura transversal inferior:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: 14 cm	Cumple
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: 15 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 24.4.3.2</i>	Mínimo: 0.001	
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: 0.00265	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: 0.00723	Cumple
Cuantía mecánica mínima: <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 9.6.1</i>	Mínimo: 0.00339	
- Armadura transversal superior:	Calculado: 0.00723	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Momento flector pésimo en la sección de referencia del trasdós: 483.60 kN·m/m		

6.3.13. Muro de contención 0 + 295 a 0 + 306.96

Referencia: Zapata corrida: Muro_295 (ABS 0 + 295)		
Comprobación	Valores	Estado
Comprobación de estabilidad: <i>Valor introducido por el usuario.</i>		
- Coeficiente de seguridad al vuelco (Situaciones persistentes):	Mínimo: 2 Calculado: 4.8	Cumple
- Coeficiente de seguridad al vuelco (Situaciones accidentales sísmicas):	Mínimo: 2 Calculado: 2.39	Cumple
- Coeficiente de seguridad al deslizamiento (Situaciones persistentes):	Mínimo: 1.5 Calculado: 3.15	Cumple
- Coeficiente de seguridad al deslizamiento (Situaciones accidentales sísmicas):	Mínimo: 1.5 Calculado: 1.68	Cumple

	PROYECTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL PARA OBRAS DE PROTECCIÓN Y CONTENCIÓN DE TIERRAS DEL COLECTOR DE ALCANTARILLADO RIO TEJO			ELABORÓ:	ALEJANDRO HOYOS
	NOMBRE DEL DOCUMENTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL	VERSIÓN	01	REVISÓ:	NICOLÁS QUINTERO
			FECHA	13/09/2025	APROBÓ:	NICOLÁS QUINTERO

Referencia: Zapata corrida: Muro_295 (ABS 0 + 295)		
Comprobación	Valores	Estado
Canto mínimo: - Zapata: <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 13.3.1.2</i>	Mínimo: 15 cm Calculado: 50 cm	Cumple
Tensiones sobre el terreno: <i>Valor introducido por el usuario.</i>	Máximo: 16.74 MPa	
- Tensión media (Situaciones persistentes):	Calculado: 0.1134 MPa	Cumple
- Tensión máxima (Situaciones persistentes):	Calculado: 0.1884 MPa	Cumple
- Tensión media (Situaciones accidentales sísmicas):	Calculado: 0.1139 MPa	Cumple
- Tensión máxima (Situaciones accidentales sísmicas):	Calculado: 0.2657 MPa	Cumple
Flexión en zapata: <i>Comprobación basada en criterios resistentes</i>		
- Armado superior trasdós:	Mínimo: 18.42 cm ² /m Calculado: 23.03 cm ² /m	Cumple
- Armado inferior trasdós:	Mínimo: 0 cm ² /m Calculado: 13.26 cm ² /m	Cumple
Esfuerzo cortante: <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 22.5.5.1</i>		
- Trasdós (Situaciones persistentes):	Máximo: 283.9 kN/m Calculado: 82.2 kN/m	Cumple
- Trasdós (Situaciones accidentales sísmicas):	Máximo: 227.1 kN/m Calculado: 130 kN/m	Cumple
Longitud de anclaje:		
- Arranque trasdós: <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 25.4.3</i>	Mínimo: 17.7 cm Calculado: 39.3 cm	Cumple
- Arranque intradós: <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 25.4.3.1</i>	Mínimo: 15 cm Calculado: 39.3 cm	Cumple
- Armado inferior trasdós (Patilla): <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 25.4.3.1</i>	Mínimo: 0 cm Calculado: 35 cm	Cumple
- Armado inferior intradós (Patilla): <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 25.4.3.1</i>	Mínimo: 30 cm Calculado: 35 cm	Cumple
- Armado superior trasdós (Patilla): <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 25.4.3</i>	Mínimo: 0 cm Calculado: 45 cm	Cumple
- Armado superior intradós (Patilla): <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 25.4.3.1</i>	Mínimo: 41 cm Calculado: 45 cm	Cumple

	PROYECTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL PARA OBRAS DE PROTECCIÓN Y CONTENCIÓN DE TIERRAS DEL COLECTOR DE ALCANTARILLADO RIO TEJO			ELABORÓ:	ALEJANDRO HOYOS
	NOMBRE DEL DOCUMENTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL	VERSIÓN	01	REVISÓ:	NICOLÁS QUINTERO
			FECHA	13/09/2025	APROBÓ:	NICOLÁS QUINTERO

Referencia: Zapata corrida: Muro_295 (ABS 0 + 295)		
Comprobación	Valores	Estado
Recubrimiento:		
- Lateral:	Mínimo: 7.5 cm	
<i>Norma ACI 318M-14. Artículo 20.6.1.3.1</i>	Calculado: 7.5 cm	Cumple
Diámetro mínimo:		
<i>Criterio de CYPE.</i>	Mínimo: #3	
- Armadura transversal inferior:	Calculado: Ø5/8"	Cumple
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: Ø5/8"	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: Ø1"	Cumple
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: Ø5/8"	Cumple
Separación máxima entre barras:		
<i>Norma ACI 318M-14. Artículo 8.7.2.2</i>	Máximo: 45 cm	
- Armadura transversal inferior:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: 22 cm	Cumple
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: 15 cm	Cumple
Separación mínima entre barras:		
<i>Norma ACI 318M-14. Artículo 25.2.1</i>	Mínimo: 2.5 cm	
- Armadura transversal inferior:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: 22 cm	Cumple
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: 15 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima:		
<i>Norma ACI 318M-14. Artículo 24.4.3.2</i>	Mínimo: 0.001	
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: 0.00265	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: 0.0046	Cumple
Cuantía mecánica mínima:		
- Armadura transversal superior:	Mínimo: 0.00339	
<i>Norma ACI 318M-14. Artículo 9.6.1</i>	Calculado: 0.0046	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Momento flector pésimo en la sección de referencia del trasdós: 260.20 kN·m/m		

	PROYECTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL PARA OBRAS DE PROTECCIÓN Y CONTENCIÓN DE TIERRAS DEL COLECTOR DE ALCANTARILLADO RIO TEJO			ELABORÓ:	ALEJANDRO HOYOS
	NOMBRE DEL DOCUMENTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL	VERSIÓN	01	REVISÓ:	NICOLÁS QUINTERO
			FECHA	13/09/2025	APROBÓ:	NICOLÁS QUINTERO

Referencia: Zapata corrida: Muro_305 (ABS 0 + 305)		
Comprobación	Valores	Estado
Comprobación de estabilidad: <i>Valor introducido por el usuario.</i>		
- Coeficiente de seguridad al vuelco (Situaciones persistentes):	Mínimo: 2 Calculado: 7.08	Cumple
- Coeficiente de seguridad al vuelco (Situaciones accidentales sísmicas):	Mínimo: 2 Calculado: 3.42	Cumple
- Coeficiente de seguridad al deslizamiento (Situaciones persistentes):	Mínimo: 1.5 Calculado: 3.83	Cumple
- Coeficiente de seguridad al deslizamiento (Situaciones accidentales sísmicas):	Mínimo: 1.5 Calculado: 2.01	Cumple
Canto mínimo:		
- Zapata: <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 13.3.1.2</i>	Mínimo: 15 cm Calculado: 50 cm	Cumple
Tensiones sobre el terreno: <i>Valor introducido por el usuario.</i>		
- Tensión media (Situaciones persistentes):	Máximo: 16.74 MPa Calculado: 0.0932 MPa	Cumple
- Tensión máxima (Situaciones persistentes):	Calculado: 0.1369 MPa	Cumple
- Tensión media (Situaciones accidentales sísmicas):	Calculado: 0.0936 MPa	Cumple
- Tensión máxima (Situaciones accidentales sísmicas):	Calculado: 0.1799 MPa	Cumple
Flexión en zapata: <i>Comprobación basada en criterios resistentes</i>		
- Armado superior trasdós:	Mínimo: 10.33 cm ² /m Calculado: 23.03 cm ² /m	Cumple
- Armado inferior trasdós:	Mínimo: 0 cm ² /m Calculado: 13.26 cm ² /m	Cumple
Esfuerzo cortante: <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 22.5.5.1</i>		
- Trasdós (Situaciones persistentes):	Máximo: 283.9 kN/m Calculado: 47 kN/m	Cumple
- Trasdós (Situaciones accidentales sísmicas):	Máximo: 227.1 kN/m Calculado: 75.3 kN/m	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 25.4.3.1</i>		
- Arranque trasdós:	Mínimo: 15.2 cm Calculado: 39.3 cm	Cumple
- Arranque intradós:	Mínimo: 15 cm Calculado: 39.3 cm	Cumple

	PROYECTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL PARA OBRAS DE PROTECCIÓN Y CONTENCIÓN DE TIERRAS DEL COLECTOR DE ALCANTARILLADO RIO TEJO			ELABORÓ:	ALEJANDRO HOYOS
	NOMBRE DEL DOCUMENTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL	VERSIÓN	01	REVISÓ:	NICOLÁS QUINTERO
			FECHA	13/09/2025	APROBÓ:	NICOLÁS QUINTERO

Referencia: Zapata corrida: Muro_305 (ABS 0 + 305)		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inferior trasdós (Patilla):	Mínimo: 0 cm Calculado: 35 cm	Cumple
- Armado inferior intradós (Patilla):	Mínimo: 30 cm Calculado: 35 cm	Cumple
- Armado superior trasdós (Patilla):	Mínimo: 0 cm Calculado: 45 cm	Cumple
- Armado superior intradós (Patilla):	Mínimo: 41 cm Calculado: 45 cm	Cumple
Recubrimiento:		
- Lateral: <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 20.6.1.3.1</i>	Mínimo: 7.5 cm Calculado: 7.5 cm	Cumple
Diámetro mínimo: <i>Criterio de CYPE.</i>	Mínimo: #3	
- Armadura transversal inferior:	Calculado: Ø5/8"	Cumple
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: Ø5/8"	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: Ø1"	Cumple
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: Ø5/8"	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 8.7.2.2</i>	Máximo: 45 cm	
- Armadura transversal inferior:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: 22 cm	Cumple
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: 15 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 25.2.1</i>	Mínimo: 2.5 cm	
- Armadura transversal inferior:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: 22 cm	Cumple
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: 15 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Norma ACI 318M-14. Artículo 24.4.3.2</i>	Mínimo: 0.001	
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: 0.00265	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: 0.0046	Cumple

	PROYECTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL PARA OBRAS DE PROTECCIÓN Y CONTENCIÓN DE TIERRAS DEL COLECTOR DE ALCANTARILLADO RIO TEJO			ELABORÓ:	ALEJANDRO HOYOS
	NOMBRE DEL DOCUMENTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL	VERSIÓN	01	REVISÓ:	NICOLÁS QUINTERO
			FECHA	13/09/2025	APROBÓ:	NICOLÁS QUINTERO

Referencia: Zapata corrida: Muro_305 (ABS 0 + 305)		
Comprobación	Valores	Estado
Cuantía mecánica mínima:		
- Armadura transversal superior:	Mínimo: 0.00275	
<i>Norma ACI 318M-14. Artículo 9.6.1</i>	Calculado: 0.0046	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Momento flector pésimo en la sección de referencia del trasdós: 147.96 kN·m/m		

	PROYECTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL PARA OBRAS DE PROTECCIÓN Y CONTENCIÓN DE TIERRAS DEL COLECTOR DE ALCANTARILLADO RIO TEJO			ELABORÓ:	ALEJANDRO HOYOS
	NOMBRE DEL DOCUMENTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL	VERSIÓN	01	REVISÓ:	NICOLÁS QUINTERO
			FECHA	13/09/2025	APROBÓ:	NICOLÁS QUINTERO

7. DISEÑO DE ENTIBADOS

Con el fin de garantizar la estabilidad temporal de las excavaciones y la seguridad durante la construcción de las estructuras proyectadas, se ha previsto el uso de sistemas de entibado metálico modulares tipo puntal telescópico con largueros y tablestacado.

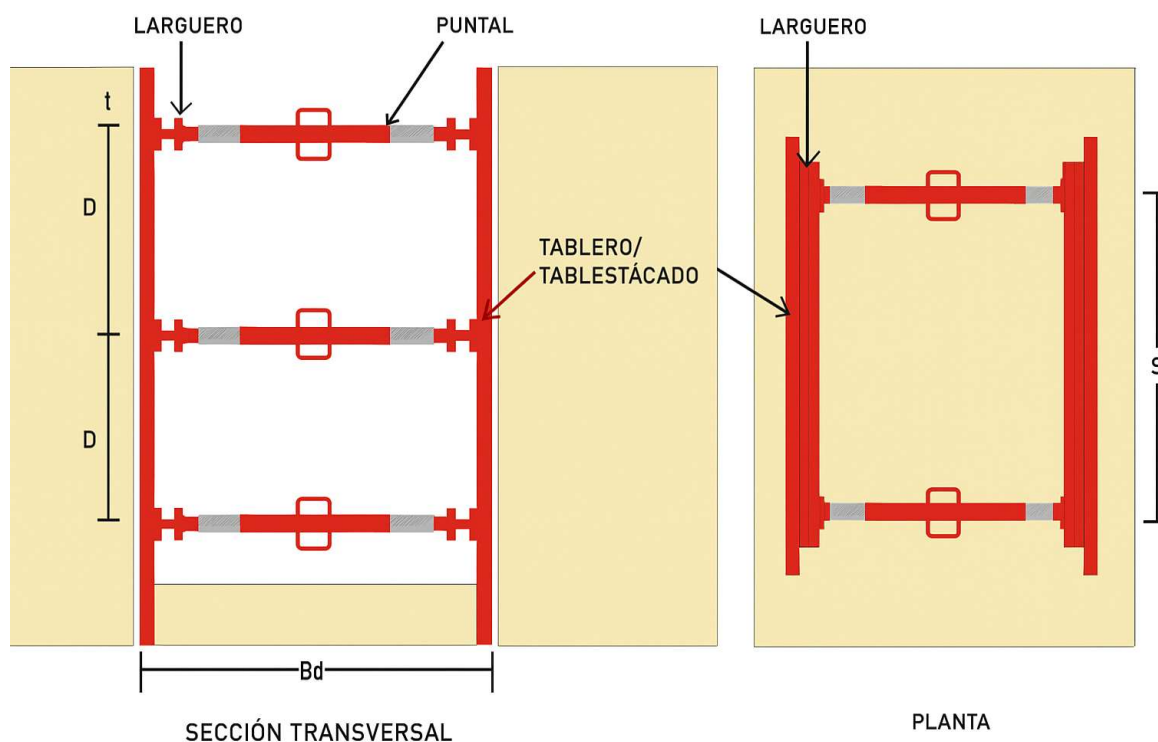


Ilustración 38 – Detalle típico de tabla estacado

Estos sistemas permiten controlar los desplazamientos del terreno, prevenir desprendimientos y mantener la geometría de las perforaciones y zanjas durante la ejecución de las obras de cimentación y de instalación del alcantarillado.

Los entibados están conformados por largueros laterales, puntales o codales telescópicos y tableros o tablestacados, dispuestos en módulos ajustables que se adaptan a la profundidad y ancho de la excavación, tal como se muestra en las figuras incluidas en este capítulo.

	PROYECTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL PARA OBRAS DE PROTECCIÓN Y CONTENCIÓN DE TIERRAS DEL COLECTOR DE ALCANTARILLADO RIO TEJO			ELABORÓ:	ALEJANDRO HOYOS
	NOMBRE DEL DOCUMENTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL	VERSIÓN	01	REVISÓ:	NICOLÁS QUINTERO
			FECHA	13/09/2025	APROBÓ:	NICOLÁS QUINTERO

El diseño de estos elementos se realizará considerando las presiones laterales del terreno, la profundidad de la excavación, el tipo de suelo y las condiciones hidráulicas, conforme a los criterios establecidos en la NSR-10, Título H.

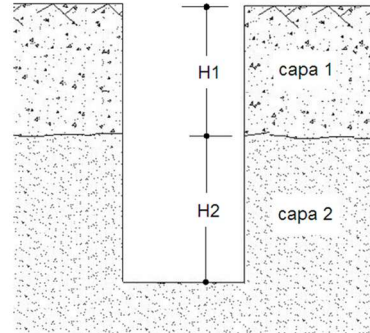
A continuación las memorias de cálculo se especificarán las características geométricas, materiales, capacidades de carga y procedimientos de instalación y retiro de los sistemas de entibado, así como las verificaciones estructurales necesarias para asegurar su estabilidad durante todo el proceso constructivo.

	PROYECTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL PARA OBRAS DE PROTECCIÓN Y CONTENCIÓN DE TIERRAS DEL COLECTOR DE ALCANTARILLADO RIO TEJO			ELABORÓ:	ALEJANDRO HOYOS
	NOMBRE DEL DOCUMENTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL	VERSIÓN	01	REVISÓ:	NICOLÁS QUINTERO
			FECHA	13/09/2025	APROBÓ:	NICOLÁS QUINTERO

DISEÑO DE ENTIBADO METALICO ABS 0 + 45

DATOS INICIALES DEL SUELO

capa 1	arcilla	capa 2	arcilla
γ_m [ton / m ³]	1.83	γ_m [ton / m ³]	1.90
c [ton / m ²]	1.60	c [ton / m ²]	3.46
ϕ [Grados]	27.98	ϕ [Grados]	30.09
q_u [ton / m ²]	15.30	q_u [ton / m ²]	113.66
H_1 [m]	4.50	H_2 [m]	0.50



DATOS DE LA EXCAVACIÓN

B [m]	3.2	→ Ancho de la zanja
H_t [m]	5.00	→ Profundidad total

DATOS PROMEDIO DE LAS CAPAS Y CALCULO DE $\mathcal{P}_a$

C_{prom} [ton / m ²]	1.79
γ_a [ton / m ³]	1.83
$\frac{\gamma H}{c}$	5.13

$\mathcal{P}_a$ [ton / m ²]	2.75 Arcilla Media
---	--------------------

DATOS DEL ENTIBADO

No de Puntales	2
t [m]	0.2 → Distancia del puntal al borde
s [m]	1.5 → Separación horizontal entre puntales
D [m]	2.5 → Separación vertical entre puntales
M [m]	0 Entibado Continuo

CALCULO DE FUERZAS Y MOMENTOS DE LOS ELEMENTOS QUE CONFORMAN EL ENTIBADO

CALCULO DE FUERZAS EN LOS PUNTALES EN ARCILLA MEDIA

·Puntal superior	[ton]	2.58
·puntal inferior	[ton]	5.98
·Puntal Critico	[ton]	10.31

CALCULO DE MOMENTOS MAX EN LOS PARALES (TABLONES O TABLEROS)

M_{max} [ton·m]	0.19	→ Momento Max para diseño debido a presiones laterales del suelo
-------------------	------	--

CALCULO DE MOMENTOS MAX EN LOS LARGUEROS

M_{max} [ton·m]	0.48	→ Momento a nivel del puntal superior
M_{max} [ton·m]	1.12	→ Momento a nivel del puntal inferior
M_{max} [ton·m]	1.93	→ Momento a nivel de los puntales intermedios
M_{max} [ton·m]	1.93	→ Momento Max para diseño debido a presiones laterales del suelo

SOBRECARGAS

q [ton / m ²]	2
K_a	0.29

q_h	0.581708601	→ Presión lateral debido a sobrecarga
-------	-------------	---------------------------------------

CALCULO DE FUERZAS EN LOS PUNTALES DEBIDO A SOBRECARGA

·Puntal superior	[ton]	1.27
·puntal inferior	[ton]	1.27
·Puntales intermedios	[ton]	2.18

	PROYECTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL PARA OBRAS DE PROTECCIÓN Y CONTENCIÓN DE TIERRAS DEL COLECTOR DE ALCANTARILLADO RIO TEJO			ELABORÓ:	ALEJANDRO HOYOS
	NOMBRE DEL DOCUMENTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL	VERSIÓN	01	REVISÓ:	NICOLÁS QUINTERO
			FECHA	13/09/2025	APROBÓ:	NICOLÁS QUINTERO

CALCULO DE MOMENTOS MAX EN LOS PARALES (TABLONES O TABLEROS)

Mmax [ton·m] 0.14 → Momento Max para diseño debido a sobrecargas

CALCULO DE MOMENTOS MAX EN LOS LARGUEROS

Mmax [ton·m] 0.24 → Momento a nivel del puntal superior

Mmax [ton·m] 0.24 → Momento a nivel del puntal inferior

Mmax [ton·m] 0.41 → Momento a nivel de los puntales intermedios

Mmax [ton·m] 0.41 → Momento Max para diseño debido a presiones laterales del suelo

FUERZAS Y MOMENTOS TOTALES PARA DISEÑO

PUNTALES			PARALES (TABLAESTACAS)	LARGUEROS
·Puntal superior	[ton]	3.84	Mmax [ton·m] 0.33	Mmax [ton·m] 2.34
·puntal inferior	[ton]	7.25		
·Puntales intermedios	[ton]	12.49		

DISEÑO DE ELEMENTOS QUE CONFORMAN EL ENTIBADO

PUNTALES

VALORES DE ACERO

tipo de maderas	F _c [MPa]	F _b [MPa]	E _{min} [MPa]
A36	250.0	250.0	200
ES2	345.0	345.0	200

F_c [MPa] Esfuerzo a compresión

F_b [MPa] Esfuerzo a Flexión

·Tipo de ACERO A36

Se requiere un puntal de

Capacidad Puntal (kN) 170.00 SEGÚN REFERENCIA (Codal para entibacion ISCHEBECK TITAN)

P [Ton] 17.34 cumple

Tableros de contencion

$$S = \frac{M_{max}}{\sigma_{adm}}$$

S [cm³] (Modulo de Sección) 13.2 → Modulo de sección de diseño

Profundidad de Hincado tabla estaca [m] 0.6

Modulo de la seccion de diseño [cm³] 51.0

Se escoge una sección con módulo de sección mayor al de diseño Sección AS 500 e=9.5mm (Sx=37.0cm³), para Tableros-Tablestacado la mínima sección es AS 500 e=12.0mm (Sx=51.0cm³)

LARGUEROS

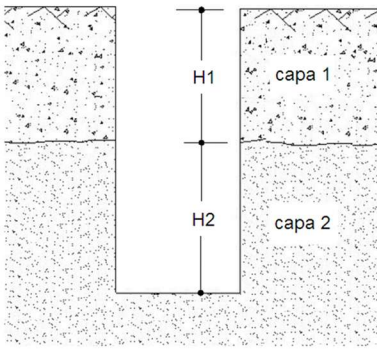
$$S = \frac{M_{max}}{\sigma_{adm}}$$

S [cm³] (Modulo de Sección) 93.7 → Modulo de sección de diseño

Modulo de sección Perfil Sx > Sx diseño [cm³] 117.0

Se escoge una perfil con módulo de sección mayor al de diseño perfil IPN 140 (Sx=82.0cm³), para Largueros el perfil de menor sección es IPN160 (Sx=117.0cm³)

	PROYECTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL PARA OBRAS DE PROTECCIÓN Y CONTENCIÓN DE TIERRAS DEL COLECTOR DE ALCANTARILLADO RIO TEJO			ELABORÓ:	ALEJANDRO HOYOS
	NOMBRE DEL DOCUMENTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL	VERSIÓN	01	REVISÓ:	NICOLÁS QUINTERO
			FECHA	13/09/2025	APROBÓ:	NICOLÁS QUINTERO

DISEÑO DE ENTIBADO METALICO ABS 0 + 90			
DATOS INICIALES DEL SUELO			
capa 1	arcilla	capa 2	arcilla
γ_m [ton / m ³]	1.83	γ_m [ton / m ³]	1.90
C [ton / m ²]	14.60	C [ton / m ²]	2.18
ϕ [Grados]	25.48	ϕ [Grados]	26.99
q_u [ton / m ²]	15.00	q_u [ton / m ²]	71.00
H_1 [m]	4.00	H_2 [m]	0.50
			
DATOS DE LA EXCAVACIÓN			
B [m]	3.8	→ Ancho de la zanja	
H_T [m]	4.50	→ Profundidad total	
DATOS PROMEDIO DE LAS CAPAS Y CALCULO DE ϕ_a			
C_{prom} [ton / m ²]	13.22		
γ_a [ton / m ³]	1.83		
$\frac{\gamma H}{c}$	0.62		
ϕ_a [ton / m ²]	2.48	Arcilla Firme	
DATOS DEL ENTIBADO			
No de Puntales	2		
t [m]	0.2	→ Distancia del puntal al borde	
s [m]	1.5	→ Separación horizontal entre puntales	
D [m]	2.5	→ Separación vertical entre puntales	
M [m]	0	Entibado Continuo	
CALCULO DE FUERZAS Y MOMENTOS DE LOS ELEMENTOS QUE CONFORMAN EL ENTIBADO			
CALCULO DE FUERZAS EN LOS PUNTALES EN ARCILLA FIRME			
·Puntal superior	[ton]	2.09	
·puntal inferior	[ton]	2.09	
·Puntal Critico	[ton]	9.29	
CALCULO DE MOMENTOS MAX EN LOS PARALES (TABLONES O TABLEROS)			
Mmax [ton-m]	0.17	→ Momento Max para diseño debido a presiones laterales del suelo	
CALCULO DE MOMENTOS MAX EN LOS LARGUEROS			
Mmax [ton-m]	0.39	→ Momento a nivel del puntal superior	
Mmax [ton-m]	0.39	→ Momento a nivel del puntal inferior	
Mmax [ton-m]	1.74	→ Momento a nivel de los puntales intermedios	
Mmax [ton-m]	1.74	→ Momento Max para diseño debido a presiones laterales del suelo	
SOBRECARGAS			
q [ton / m ²]	2		
K_a	0.32		
q_h	0.639865016	→ Presión lateral debido a sobrecarga	
CALCULO DE FUERZAS EN LOS PUNTALES DEBIDO A SOBRECARGA			
·Puntal superior	[ton]	1.39	
·puntal inferior	[ton]	1.39	
·Puntales intermedios	[ton]	2.40	

	PROYECTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL PARA OBRAS DE PROTECCIÓN Y CONTENCIÓN DE TIERRAS DEL COLECTOR DE ALCANTARILLADO RIO TEJO			ELABORÓ:	ALEJANDRO HOYOS
	NOMBRE DEL DOCUMENTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL	VERSIÓN	01	REVISÓ:	NICOLÁS QUINTERO
			FECHA	13/09/2025	APROBÓ:	NICOLÁS QUINTERO

CALCULO DE MOMENTOS MAX EN LOS PARALES (TABLONES O TABLEROS)

M_{max} [ton·m] 0.15 → Momento Max para diseño debido a sobrecargas

CALCULO DE MOMENTOS MAX EN LOS LARGUEROS

M_{max} [ton·m] 0.26 → Momento a nivel del puntal superior

M_{max} [ton·m] 0.26 → Momento a nivel del puntal inferior

M_{max} [ton·m] 0.45 → Momento a nivel de los puntales intermedios

M_{max} [ton·m] 0.45 → Momento Max para diseño debido a presiones laterales del suelo

FUERZAS Y MOMENTOS TOTALES PARA DISEÑO

PUNTALES			PARALES (TABLAESTACAS)		LARGUEROS	
·Puntal superior	[ton]	3.48	M _{max} [ton·m]	0.32	M _{max} [ton·m]	2.19
·puntal inferior	[ton]	3.48				
·Puntales intermedios	[ton]	11.69				

DISEÑO DE ELEMENTOS QUE CONFORMAN EL ENTIBADO

PUNTALES

VALORES DE ACERO

tipo de maderas	F _c [MPa]	F _b [MPa]	E _{min} [MPa]
A36	250.0	250.0	200
ES2	345.0	345.0	200

F_c [MPa] Esfuerzo a compresión

F_b [MPa] Esfuerzo a Flexión

·Tipo de ACERO A36

Se requiere un puntal de

Capacidad Puntal (kN) 170.00 SEGÚN REFERENCIA (Codal para entibacion ISCHEBECK TITAN)

P [Ton] 17.34 cumple

Tableros de contencion

$$S = \frac{M_{max}}{\sigma_{adm}}$$

S [cm³] (Modulo de Sección) 13.0 → Modulo de sección de diseño

Profundidad de Hincado tabla estaca [m] 0.6

Modulo de la seccion de diseño [cm³] 51.0

Se escoge una sección con módulo de sección mayor al de diseño Sección AS 500 e=9.5mm (Sx=37.0cm³), para Tableros-Tablestacado la mínima sección es AS 500 e=12.0mm (Sx=51.0cm³)

LARGUEROS

$$S = \frac{M_{max}}{\sigma_{adm}}$$

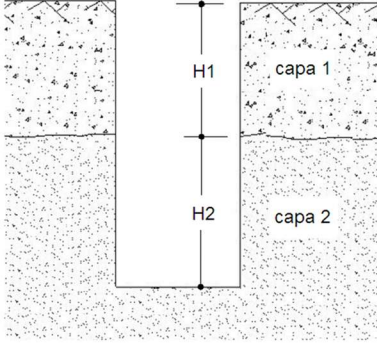
S [cm³] (Modulo de Sección) 87.6 → Modulo de sección de diseño

Modulo de sección Perfil Sx > Sx diseño [cm³] 117.0

Se escoge una perfil con módulo de sección mayor al de diseño perfil IPN 140 (Sx=82.0cm³), para Largueros el perfil de menor sección es IPN160 (Sx=117.0cm³)

	PROYECTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL PARA OBRAS DE PROTECCIÓN Y CONTENCIÓN DE TIERRAS DEL COLECTOR DE ALCANTARILLADO RIO TEJO			ELABORÓ:	ALEJANDRO HOYOS
	NOMBRE DEL DOCUMENTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL	VERSIÓN	01	REVISÓ:	NICOLÁS QUINTERO
			FECHA	13/09/2025	APROBÓ:	NICOLÁS QUINTERO

DISEÑO DE ENTIBADO METALICO ABS 0 + 105			
DATOS INICIALES DEL SUELO			
capa 1	arcilla	capa 2	arcilla
γ_m [ton / m³]	1.83	γ_m [ton / m³]	1.90
C [ton / m²]	1.46	C [ton / m²]	2.18
ϕ [Grados]	25.48	ϕ [Grados]	26.99
q_u [ton / m²]	15.00	q_u [ton / m²]	71.00
H_1 [m]	4.00	H_2 [m]	0.50



DATOS DE LA EXCAVACIÓN	
B [m]	3.8 → Ancho de la zanja
H _T [m]	4.50 → Profundidad total

DATOS PROMEDIO DE LAS CAPAS Y CALCULO DE $\bar{\phi}_a$	
C _{prom} [ton / m²]	1.54
γ_a [ton / m³]	1.83
$\frac{\gamma H}{c}$	5.36

$\bar{\phi}_a$ [ton / m²]	2.48 Arcilla Media
---------------------------	--------------------

DATOS DEL ENTIBADO	
No de Puntales	2
t [m]	0.2 → Distancia del puntal al borde
s [m]	1.5 → Separación horizontal entre puntales
D [m]	2.5 → Separación vertical entre puntales
M [m]	0 Entibado Continuo

CALCULO DE FUERZAS Y MOMENTOS DE LOS ELEMENTOS QUE CONFORMAN EL ENTIBADO

CALCULO DE FUERZAS EN LOS PUNTALES		EN ARCILLA MEDIA
Puntal superior	[ton]	2.09
Puntal inferior	[ton]	5.39
Puntal Critico	[ton]	9.29

CALCULO DE MOMENTOS MAX EN LOS PARALES (TABLONES O TABLEROS)	
M _{max} [ton-m]	0.17 → Momento Max para diseño debido a presiones laterales del suelo

CALCULO DE MOMENTOS MAX EN LOS LARGUEROS	
M _{max} [ton-m]	0.39 → Momento a nivel del puntal superior
M _{max} [ton-m]	1.01 → Momento a nivel del puntal inferior
M _{max} [ton-m]	1.74 → Momento a nivel de los puntales intermedios
M _{max} [ton-m]	1.74 → Momento Max para diseño debido a presiones laterales del suelo

SOBRECARGAS

Q [ton / m²]	2
K _a	0.32

Q _h	0.639865016 → Presión lateral debido a sobrecarga
----------------	---

CALCULO DE FUERZAS EN LOS PUNTALES DEBIDO A SOBRECARGA	
Puntal superior	[ton] 1.39
Puntal inferior	[ton] 1.39
Puntales intermedios	[ton] 2.40

	PROYECTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL PARA OBRAS DE PROTECCIÓN Y CONTENCIÓN DE TIERRAS DEL COLECTOR DE ALCANTARILLADO RIO TEJO			ELABORÓ:	ALEJANDRO HOYOS
	NOMBRE DEL DOCUMENTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL	VERSIÓN	01	REVISÓ:	NICOLÁS QUINTERO
			FECHA	13/09/2025	APROBÓ:	NICOLÁS QUINTERO

CALCULO DE MOMENTOS MAX EN LOS PARALES (TABLONES O TABLEROS)

Mmax [ton·m] 0.15 → Momento Max para diseño debido a sobrecargas

CALCULO DE MOMENTOS MAX EN LOS LARGUEROS

Mmax [ton·m] 0.26 → Momento a nivel del puntal superior

Mmax [ton·m] 0.26 → Momento a nivel del puntal inferior

Mmax [ton·m] 0.45 → Momento a nivel de los puntales intermedios

Mmax [ton·m] 0.45 → Momento Max para diseño debido a presiones laterales del suelo

FUERZAS Y MOMENTOS TOTALES PARA DISEÑO

PUNTALES			PARALES (TABLAESTACAS)		LARGUEROS	
·Puntal superior	[ton]	3.48	Mmax [ton·m]	0.32	Mmax [ton·m]	2.19
·puntal inferior	[ton]	6.78				
·Puntales intermedios	[ton]	11.69				

DISEÑO DE ELEMENTOS QUE CONFORMAN EL ENTIBADO

PUNTALES

VALORES DE ACERO

tipo de maderas	F _c [MPa]	F _b [MPa]	E _{min} [MPa]
A36	250.0	250.0	200
ES2	345.0	345.0	200

F_c [MPa] Esfuerzo a compresión

F_b [MPa] Esfuerzo a Flexión

·Tipo de ACERO A36

Se requiere un puntal de

Capacidad Puntal (kN) 170.00 SEGÚN REFERENCIA (Codal para entibacion ISCHEBECK TITAN)

P [Ton] 17.34 cumple

Tableros de contencion

$$S = \frac{M_{max}}{\sigma_{adm}}$$

S [cm³] (Modulo de Sección) 13.0 → Modulo de sección de diseño

Profundidad de Hincado tabla estaca [m] 0.6

Modulo de la seccion de diseño [cm³] 51.0

Se escoge una sección con módulo de sección mayor al de diseño Sección AS 500 e=9.5mm (Sx=37.0cm³), para Tableros-Tablestacado la mínima sección es AS 500 e=12.0mm (Sx=51.0cm³)

LARGUEROS

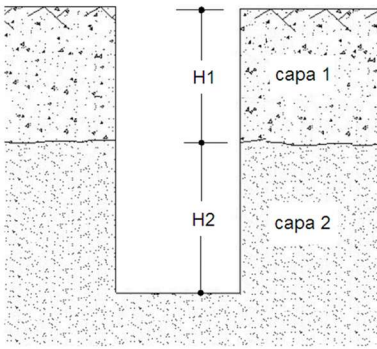
$$S = \frac{M_{max}}{\sigma_{adm}}$$

S [cm³] (Modulo de Sección) 87.6 → Modulo de sección de diseño

Modulo de sección Perfil Sx >Sx diseño [cm³] 117.0

Se escoge una perfil con módulo de sección mayor al de diseño perfil IPN 140 (Sx=82.0cm³), para Largueros el perfil de menor sección es IPN160 (Sx=117.0cm³)

	PROYECTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL PARA OBRAS DE PROTECCIÓN Y CONTENCIÓN DE TIERRAS DEL COLECTOR DE ALCANTARILLADO RIO TEJO			ELABORÓ:	ALEJANDRO HOYOS
	NOMBRE DEL DOCUMENTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL	VERSIÓN	01	REVISÓ:	NICOLÁS QUINTERO
			FECHA	13/09/2025	APROBÓ:	NICOLÁS QUINTERO

DISEÑO DE ENTIBADO METALICO ABS 0 + 265			
DATOS INICIALES DEL SUELO			
capa 1	arcilla	capa 2	arcilla
γ_m [ton / m³]	1.70	γ_m [ton / m³]	1.70
C [ton / m²]	0.45	C [ton / m²]	0.45
ϕ [Grados]	27.33	ϕ [Grados]	27.33
q_u [ton / m²]	15.00	q_u [ton / m²]	15.00
H_1 [m]	4.50	H_2 [m]	0.50
			
DATOS DE LA EXCAVACIÓN			
B [m]	3.8	→ Ancho de la zanja	
Ht [m]	5.00	→ Profundidad total	
DATOS PROMEDIO DE LAS CAPAS Y CALCULO DE $\bar{\phi}_a$			
C_{prom} [ton / m²]	0.45		
γ_a [ton / m³]	1.70		
$\frac{\gamma H}{c}$	18.93		
$\bar{\phi}_a$ [ton / m²]	2.56 Arcilla Media		
DATOS DEL ENTIBADO			
No de Puntales	2		
t [m]	0.2	→ Distancia del puntal al borde	
s [m]	1.5	→ Separación horizontal entre puntales	
D [m]	2.5	→ Separación vertical entre puntales	
M [m]	0	Entibado Continuo	
CALCULO DE FUERZAS Y MOMENTOS DE LOS ELEMENTOS QUE CONFORMAN EL ENTIBADO			
CALCULO DE FUERZAS EN LOS PUNTALES EN ARCILLA MEDIA			
·Puntal superior	[ton]	2.40	
·puntal inferior	[ton]	5.56	
·Puntal Critico	[ton]	9.58	
CALCULO DE MOMENTOS MAX EN LOS PARALES (TABLONES O TABLEROS)			
Mmax [ton-m]	0.18	→ Momento Max para diseño debido a presiones laterales del suelo	
CALCULO DE MOMENTOS MAX EN LOS LARGUEROS			
Mmax [ton-m]	0.45	→ Momento a nivel del puntal superior	
Mmax [ton-m]	1.04	→ Momento a nivel del puntal inferior	
Mmax [ton-m]	1.80	→ Momento a nivel de los puntales intermedios	
Mmax [ton-m]	1.80	→ Momento Max para diseño debido a presiones laterales del suelo	
SOBRECARGAS			
q [ton / m²]	2		
Ka	0.31		
qh	0.616697369	→ Presión lateral debido a sobrecarga	
CALCULO DE FUERZAS EN LOS PUNTALES DEBIDO A SOBRECARGA			
·Puntal superior	[ton]	1.34	
·puntal inferior	[ton]	1.34	
·Puntales intermedios	[ton]	2.31	

	PROYECTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL PARA OBRAS DE PROTECCIÓN Y CONTENCIÓN DE TIERRAS DEL COLECTOR DE ALCANTARILLADO RIO TEJO			ELABORÓ:	ALEJANDRO HOYOS
	NOMBRE DEL DOCUMENTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL	VERSIÓN	01	REVISÓ:	NICOLÁS QUINTERO
			FECHA	13/09/2025	APROBÓ:	NICOLÁS QUINTERO

CALCULO DE MOMENTOS MAX EN LOS PARALES (TABLONES O TABLEROS)

Mmax [ton·m] 0.14 → Momento Max para diseño debido a sobrecargas

CALCULO DE MOMENTOS MAX EN LOS LARGUEROS

Mmax [ton·m] 0.25 → Momento a nivel del puntal superior

Mmax [ton·m] 0.25 → Momento a nivel del puntal inferior

Mmax [ton·m] 0.43 → Momento a nivel de los puntales intermedios

Mmax [ton·m] 0.43 → Momento Max para diseño debido a presiones laterales del suelo

FUERZAS Y MOMENTOS TOTALES PARA DISEÑO

PUNTALES			PARALES (TABLAESTACAS)		LARGUEROS	
·Puntal superior	[ton]	3.74	Mmax [ton·m]	0.32	Mmax [ton·m]	2.23
·puntal inferior	[ton]	6.90				
·Puntales intermedios	[ton]	11.90				

DISEÑO DE ELEMENTOS QUE CONFORMAN EL ENTIBADO

PUNTALES

VALORES DE ACERO

tipo de maderas	F _c [MPa]	F _b [MPa]	E _{min} [MPa]
A36	250.0	250.0	200
ES2	345.0	345.0	200

F_c [MPa] Esfuerzo a compresión

F_b [MPa] Esfuerzo a Flexión

·Tipo de ACERO A36

Se requiere un puntal de

Capacidad Puntal (kN) 170.00 SEGÚN REFERENCIA (Codal para entibacion ISCHEBECK TITAN)

P [Ton] 17.34 cumple

Tableros de contencion

$$S = \frac{M_{max}}{\sigma_{adm}}$$

S [cm³] (Modulo de Sección) 13.0 → Modulo de sección de diseño

Profundidad de Hincado tabla estaca [m] 0.6

Modulo de la seccion de diseño [cm³] 51.0

Se escoge una sección con módulo de sección mayor al de diseño Sección AS 500 e=9.5mm (Sx=37.0cm³), para Tableros-Tablestacado la mínima sección es AS 500 e=12.0mm (Sx=51.0cm³)

LARGUEROS

$$S = \frac{M_{max}}{\sigma_{adm}}$$

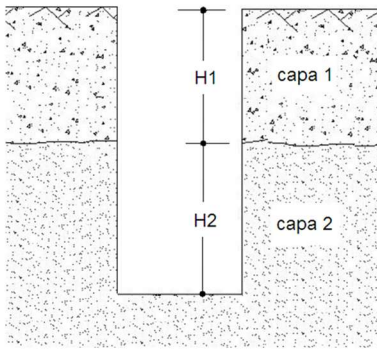
S [cm³] (Modulo de Sección) 89.2 → Modulo de sección de diseño

Modulo de sección Perfil Sx >Sx diseño [cm³] 117.0

Se escoge una perfil con módulo de sección mayor al de diseño perfil IPN 140 (Sx=82.0cm³), para Largueros el perfil de menor sección es IPN160 (Sx=117.0cm³)

	PROYECTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL PARA OBRAS DE PROTECCIÓN Y CONTENCIÓN DE TIERRAS DEL COLECTOR DE ALCANTARILLADO RIO TEJO			ELABORÓ:	ALEJANDRO HOYOS
	NOMBRE DEL DOCUMENTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL	VERSIÓN	01	REVISÓ:	NICOLÁS QUINTERO
			FECHA	13/09/2025	APROBÓ:	NICOLÁS QUINTERO

DISEÑO DE ENTIBADO METALICO ABS 0 + 295			
DATOS INICIALES DEL SUELO			
capa 1	arcilla	capa 2	arcilla
γ_m [ton / m ³]	1.70	γ_m [ton / m ³]	1.70
c [ton / m ²]	0.45	c [ton / m ²]	0.45
ϕ [Grados]	27.33	ϕ [Grados]	27.33
q_u [ton / m ²]	15.00	q_u [ton / m ²]	15.00
H1 [m]	3.80	H2 [m]	0.50



DATOS DE LA EXCAVACIÓN	
B [m]	3.8 → Ancho de la zanja
H _T [m]	4.30 → Profundidad total

DATOS PROMEDIO DE LAS CAPAS Y CALCULO DE ϕ_a	
C_{prom} [ton / m ²]	0.45
γ_a [ton / m ³]	1.70
$\frac{\gamma H}{c}$	16.28

ϕ_a [ton / m²]
2.20 Arcilla Media

DATOS DEL ENTIBADO	
No de Puntales	2
t [m]	0.2 → Distancia del puntal al borde
s [m]	1.5 → Separación horizontal entre puntales
D [m]	2.5 → Separación vertical entre puntales
M [m]	0 Entibado Continuo

CALCULO DE FUERZAS Y MOMENTOS DE LOS ELEMENTOS QUE CONFORMAN EL ENTIBADO

CALCULO DE FUERZAS EN LOS PUNTALES		EN ARCILLA MEDIA
Puntal superior	[ton]	1.77
puntal inferior	[ton]	4.78
Puntal Critico	[ton]	8.24

CALCULO DE MOMENTOS MAX EN LOS PARALES (TABLONES O TABLEROS)	
M _{max} [ton-m]	0.15 → Momento Max para diseño debido a presiones laterales del suelo

CALCULO DE MOMENTOS MAX EN LOS LARGUEROS	
M _{max} [ton-m]	0.33 → Momento a nivel del puntal superior
M _{max} [ton-m]	0.90 → Momento a nivel del puntal inferior
M _{max} [ton-m]	1.55 → Momento a nivel de los puntales intermedios
M _{max} [ton-m]	1.55 → Momento Max para diseño debido a presiones laterales del suelo

SOBRECARGAS

q [ton / m ²]	2
K _a	0.31

q_h
0.616697369 → Presión lateral debido a sobrecarga

CALCULO DE FUERZAS EN LOS PUNTALES DEBIDO A SOBRECARGA		
Puntal superior	[ton]	1.34
puntal inferior	[ton]	1.34
Puntales intermedios	[ton]	2.31

	PROYECTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL PARA OBRAS DE PROTECCIÓN Y CONTENCIÓN DE TIERRAS DEL COLECTOR DE ALCANTARILLADO RIO TEJO			ELABORÓ:	ALEJANDRO HOYOS
	NOMBRE DEL DOCUMENTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL	VERSIÓN	01	REVISÓ:	NICOLÁS QUINTERO
			FECHA	13/09/2025	APROBÓ:	NICOLÁS QUINTERO

CALCULO DE MOMENTOS MAX EN LOS PARALES (TABLONES O TABLEROS)

Mmax [ton·m] 0.14 → Momento Max para diseño debido a sobrecargas

CALCULO DE MOMENTOS MAX EN LOS LARGUEROS

Mmax [ton·m] 0.25 → Momento a nivel del puntal superior

Mmax [ton·m] 0.25 → Momento a nivel del puntal inferior

Mmax [ton·m] 0.43 → Momento a nivel de los puntales intermedios

Mmax [ton·m] 0.43 → Momento Max para diseño debido a presiones laterales del suelo

FUERZAS Y MOMENTOS TOTALES PARA DISEÑO

PUNTALES			PARALES (TABLAESTACAS)		LARGUEROS	
·Puntal superior	[ton]	3.11	Mmax [ton·m]	0.30	Mmax [ton·m]	1.98
·puntal inferior	[ton]	6.12				
·Puntales intermedios	[ton]	10.55				

DISEÑO DE ELEMENTOS QUE CONFORMAN EL ENTIBADO

PUNTALES

VALORES DE ACERO

tipo de maderas	F _c [MPa]	F _b [MPa]	E _{min} [MPa]
A36	250.0	250.0	200
ES2	345.0	345.0	200

F_c [MPa] Esfuerzo a compresión

F_b [MPa] Esfuerzo a Flexión

·Tipo de ACERO A36

Se requiere un puntal de

Capacidad Puntal (kN) 170.00 SEGÚN REFERENCIA (Codal para entibacion ISCHEBECK TITAN)

P [Ton] 17.34 cumple

Tableros de contencion

$$S = \frac{M_{max}}{\sigma_{adm}}$$

S [cm³] (Modulo de Sección) 12.0 → Modulo de sección de diseño

Profundidad de Hincado tabla estaca [m] 0.6

Modulo de la seccion de diseño [cm³] 51.0

Se escoge una sección con módulo de sección mayor al de diseño Sección AS 500 e=9.5mm (Sx=37.0cm³), para Tableros-Tablestacado la mínima sección es AS 500 e=12.0mm (Sx=51.0cm³)

LARGUEROS

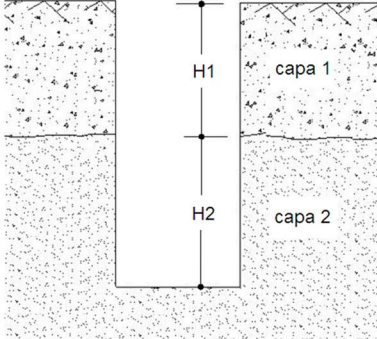
$$S = \frac{M_{max}}{\sigma_{adm}}$$

S [cm³] (Modulo de Sección) 79.2 → Modulo de sección de diseño

Modulo de sección Perfil Sx >Sx diseño [cm³] 117.0

Se escoge una perfil con módulo de sección mayor al de diseño perfil IPN 140 (Sx=82.0cm³), para Largueros el perfil de menor sección es IPN160 (Sx=117.0cm³)

	PROYECTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL PARA OBRAS DE PROTECCIÓN Y CONTENCIÓN DE TIERRAS DEL COLECTOR DE ALCANTARILLADO RIO TEJO			ELABORÓ:	ALEJANDRO HOYOS
	NOMBRE DEL DOCUMENTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL	VERSIÓN	01	REVISÓ:	NICOLÁS QUINTERO
			FECHA	13/09/2025	APROBÓ:	NICOLÁS QUINTERO

DISEÑO DE ENTIBADO METALICO ABS 0 + 305			
DATOS INICIALES DEL SUELO			
capa 1	arcilla	capa 2	arcilla
γ_m [ton / m ³]	1.70	γ_m [ton / m ³]	1.70
C [ton / m ²]	0.45	C [ton / m ²]	0.45
ϕ [Grados]	27.33	ϕ [Grados]	27.33
q_u [ton / m ²]	15.00	q_u [ton / m ²]	15.00
H_1 [m]	3.80	H_2 [m]	0.50
			
DATOS DE LA EXCAVACIÓN			
B [m]	3.8	→ Ancho de la zanja	
Ht [m]	4.30	→ Profundidad total	
DATOS PROMEDIO DE LAS CAPAS Y CALCULO DE $\bar{\phi}_a$			
C_{prom} [ton / m ²]	0.45		
γ_a [ton / m ³]	1.70		
$\frac{\gamma H}{c}$	16.28		
$\bar{\phi}_a$ [ton / m ²]	2.20 Arcilla Media		
DATOS DEL ENTIBADO			
No de Puntales	2		
t [m]	0.2	→ Distancia del puntal al borde	
s [m]	1.5	→ Separación horizontal entre puntales	
D [m]	2.5	→ Separación vertical entre puntales	
M [m]	0	Entibado Continuo	
CALCULO DE FUERZAS Y MOMENTOS DE LOS ELEMENTOS QUE CONFORMAN EL ENTIBADO			
CALCULO DE FUERZAS EN LOS PUNTALES EN ARCILLA MEDIA			
·Puntal superior	[ton]	1.77	
·puntal inferior	[ton]	4.78	
·Puntal Critico	[ton]	8.24	
CALCULO DE MOMENTOS MAX EN LOS PARALES (TABLONES O TABLEROS)			
Mmax [ton-m]	0.15	→ Momento Max para diseño debido a presiones laterales del suelo	
CALCULO DE MOMENTOS MAX EN LOS LARGUEROS			
Mmax [ton-m]	0.33	→ Momento a nivel del puntal superior	
Mmax [ton-m]	0.90	→ Momento a nivel del puntal inferior	
Mmax [ton-m]	1.55	→ Momento a nivel de los puntales intermedios	
Mmax [ton-m]	1.55	→ Momento Max para diseño debido a presiones laterales del suelo	
SOBRECARGAS			
q [ton / m ²]	2		
Ka	0.31		
qh	0.616697369	→ Presión lateral debido a sobrecarga	
CALCULO DE FUERZAS EN LOS PUNTALES DEBIDO A SOBRECARGA			
·Puntal superior	[ton]	1.34	
·puntal inferior	[ton]	1.34	
·Puntales intermedios	[ton]	2.31	

	PROYECTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL PARA OBRAS DE PROTECCIÓN Y CONTENCIÓN DE TIERRAS DEL COLECTOR DE ALCANTARILLADO RIO TEJO			ELABORÓ:	ALEJANDRO HOYOS
	NOMBRE DEL DOCUMENTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL	VERSIÓN	01	REVISÓ:	NICOLÁS QUINTERO
			FECHA	13/09/2025	APROBÓ:	NICOLÁS QUINTERO

CALCULO DE MOMENTOS MAX EN LOS PARALES (TABLONES O TABLEROS)

M_{max} [ton·m] 0.14 → Momento Max para diseño debido a sobrecargas

CALCULO DE MOMENTOS MAX EN LOS LARGUEROS

M_{max} [ton·m] 0.25 → Momento a nivel del puntal superior

M_{max} [ton·m] 0.25 → Momento a nivel del puntal inferior

M_{max} [ton·m] 0.43 → Momento a nivel de los puntales intermedios

M_{max} [ton·m] 0.43 → Momento Max para diseño debido a presiones laterales del suelo

FUERZAS Y MOMENTOS TOTALES PARA DISEÑO

PUNTALES			PARALES (TABLAESTACAS)		LARGUEROS	
·Puntal superior	[ton]	3.11	M _{max} [ton·m]	0.30	M _{max} [ton·m]	1.98
·puntal inferior	[ton]	6.12				
·Puntales intermedios	[ton]	10.55				

DISEÑO DE ELEMENTOS QUE CONFORMAN EL ENTIBADO

PUNTALES

VALORES DE ACERO

tipo de maderas	F _c [MPa]	F _b [MPa]	E _{min} [MPa]
A36	250.0	250.0	200
ES2	345.0	345.0	200

F_c [MPa] Esfuerzo a compresión

F_b [MPa] Esfuerzo a Flexión

·Tipo de ACERO A36

Se requiere un puntal de

Capacidad Puntal (kN) 170.00 SEGÚN REFERENCIA (Codal para entibacion ISCHEBECK TITAN)

P [Ton] 17.34 cumple

Tableros de contencion

$$S = \frac{M_{max}}{\sigma_{adm}}$$

S [cm³] (Modulo de Sección) 12.0 → Modulo de sección de diseño

Profundidad de Hincado tabla estaca [m] 0.6

Modulo de la seccion de diseño [cm³] 51.0

Se escoge una sección con módulo de sección mayor al de diseño Sección AS 500 e=9.5mm (Sx=37.0cm³), para Tableros-Tablestacado la mínima sección es AS 500 e=12.0mm (Sx=51.0cm³)

LARGUEROS

$$S = \frac{M_{max}}{\sigma_{adm}}$$

S [cm³] (Modulo de Sección) 79.2 → Modulo de sección de diseño

Modulo de sección Perfil Sx >Sx diseño [cm³] 117.0

Se escoge una perfil con módulo de sección mayor al de diseño perfil IPN 140 (Sx=82.0cm³), para Largueros el perfil de menor sección es IPN160 (Sx=117.0cm³)

	PROYECTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL PARA OBRAS DE PROTECCIÓN Y CONTENCIÓN DE TIERRAS DEL COLECTOR DE ALCANTARILLADO RIO TEJO			ELABORÓ:	ALEJANDRO HOYOS
	NOMBRE DEL DOCUMENTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL	VERSIÓN	01	REVISÓ:	NICOLÁS QUINTERO
			FECHA	13/09/2025	APROBÓ:	NICOLÁS QUINTERO

8. RECOMENDACIONES TÉCNICAS

Con base en los resultados del análisis y diseño estructural, así como en las condiciones geotécnicas y constructivas del sitio, se presentan las siguientes recomendaciones técnicas, orientadas a garantizar la correcta ejecución y el desempeño adecuado de las obras proyectadas:

- **Supervisión técnica:**

Todas las actividades constructivas deberán realizarse bajo la **supervisión permanente de un ingeniero civil o estructural** debidamente matriculado, quien deberá verificar el cumplimiento de los planos aprobados, memorias de cálculo y especificaciones de diseño.

- **Condiciones del terreno:**

Antes del inicio de las excavaciones, se debe **verificar la capacidad portante del suelo** en el sitio exacto de las cimentaciones. Si se evidencian diferencias significativas respecto a los valores considerados (Q_a) en esta memoria, deberán **ajustarse los diseños o proponerse soluciones alternativas** de estabilización o refuerzo del terreno.

- **Ejecución de cimentaciones:**

Las **zapatas y los muros de contención** deben vaciarse sobre una superficie firme, limpia y libre de material suelto. En caso de presencia de humedad o nivel freático elevado, será obligatorio implementar **drenajes o bombeo temporal** para garantizar la estabilidad durante la ejecución.

- **Control de calidad del concreto:**

El concreto estructural deberá cumplir con una resistencia mínima de $f'c = 28 \text{ MPa}$, verificándose mediante **ensayos de cilindros** conforme a la **NTC 673**.

No se permitirá el uso de concreto fuera del tiempo de manejabilidad ni con adiciones de agua no controladas en obra.

	PROYECTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL PARA OBRAS DE PROTECCIÓN Y CONTENCIÓN DE TIERRAS DEL COLECTOR DE ALCANTARILLADO RIO TEJO			ELABORÓ:	ALEJANDRO HOYOS
	NOMBRE DEL DOCUMENTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL	VERSIÓN	01	REVISÓ:	NICOLÁS QUINTERO
			FECHA	13/09/2025	APROBÓ:	NICOLÁS QUINTERO

- **Refuerzo y anclaje:**

El acero de refuerzo debe cumplir con las especificaciones de la **NTC 2289 (ASTM A615, Grado 60)**. Deben respetarse los **recubrimientos mínimos y longitudes de anclaje** establecidas en el **Título C – Concreto Estructural de la NSR-10**, garantizando la protección contra la corrosión.

- **Entibados y contención temporal:**

En las excavaciones profundas o cercanas a estructuras existentes se deberán instalar **entibados metálicos o de madera estructural**, diseñados y verificados según el **Título H de la NSR-10**, para evitar deslizamientos o colapsos del terreno durante la ejecución.

- **Drenajes y control de aguas:**

Los muros de contención deberán incorporar **sistemas de drenaje adecuados** (tubos, filtros y capas granulares), con el fin de evitar la acumulación de presiones hidrostáticas que comprometan la estabilidad de la estructura.

- **Mantenimiento y monitoreo:**

Se recomienda realizar **inspecciones periódicas** de las obras una vez en servicio, verificando la presencia de fisuras, asentamientos diferenciales o erosión, y aplicar medidas correctivas oportunas en caso de detección de anomalías.

- **Seguridad y estabilidad global:**

Todo procedimiento constructivo deberá planearse y ejecutarse de manera que no se comprometa la **estabilidad global del talud o del entorno**, garantizando las condiciones de seguridad tanto del personal de obra como de las estructuras vecinas.

- **Recomendaciones generales**

- Todas las dimensiones indicadas en los planos y memorias se expresan en **metros (m)** a menos que se indiquen lo contrario
- El **recubrimiento del acero de refuerzo** será de **0.075 m** para las superficies en contacto directo con el terreno.

	PROYECTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL PARA OBRAS DE PROTECCIÓN Y CONTENCIÓN DE TIERRAS DEL COLECTOR DE ALCANTARILLADO RIO TEJO			ELABORÓ:	ALEJANDRO HOYOS
	NOMBRE DEL DOCUMENTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL	VERSIÓN	01	REVISÓ:	NICOLÁS QUINTERO
			FECHA	13/09/2025	APROBÓ:	NICOLÁS QUINTERO

- Se debe verificar en obra la correcta colocación de los separadores y distanciadores, garantizando que los recubrimientos mínimos cumplan con lo establecido en la **NSR-10, Título C – Concreto Estructural**.

- **Recomendaciones de los materiales**

- **Concreto estructural:** resistencia a la compresión a los 28 días $f'_c = 28$ MPa.
- **Concreto simple para solado:** resistencia a la compresión a los 28 días $f'_c = 14$ MPa.
- **Acero de refuerzo:** esfuerzo de fluencia $f_y = 420$ MPa, conforme a la norma **NTC 2289 (ASTM A615, Grado 60)**.
- **Tamaño máximo nominal del agregado (TMN):**
- Para losas con espesor ≤ 0.30 m: $TMN \leq \frac{1}{2}$ ".
- Para losas con espesor > 0.30 m: $TMN \leq \frac{3}{4}$ ".
- **Relación agua/cemento:** 0.40, recomendada para asegurar la durabilidad, trabajabilidad y control de fisuración.
- **Impermeabilización:** Para las **juntas entre la losa de cimentación y los muros de contención**, se empleará **Sikaflex® PRO-3** o un sellante de propiedades equivalentes.

La **dosificación y compatibilidad** de estos productos deberán definirse según el diseño de mezcla proporcionado por el fabricante del concreto.

- **Sobre juntas de dilatación y construcción**

- De acuerdo con las recomendaciones del **ACI 224.3R**, la configuración de las áreas delimitadas por juntas de construcción y dilatación debe ser preferiblemente **rectangular o cuadrada**, con una relación **largo/ancho entre 1.25 y 1.50**.
- Las **separaciones entre juntas (S)** deben cumplir con el rango $24b \leq S \leq 36b$, siendo **b** el espesor de la losa.

	PROYECTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL PARA OBRAS DE PROTECCIÓN Y CONTENCIÓN DE TIERRAS DEL COLECTOR DE ALCANTARILLADO RIO TEJO			ELABORÓ:	ALEJANDRO HOYOS
	NOMBRE DEL DOCUMENTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL	VERSIÓN	01	REVISÓ:	NICOLÁS QUINTERO
			FECHA	13/09/2025	APROBÓ:	NICOLÁS QUINTERO

- Para las **losas de cimentación** y los **muros de contención**, se deberán prever **juntas de construcción verticales y horizontales** en los puntos de interrupción de vaciado o cambios geométricos significativos, utilizando materiales que garanticen la **estanqueidad y continuidad estructural** entre elementos adyacentes.
- La ubicación y detalle de las juntas deberán indicarse expresamente en los planos estructurales y contar con la aprobación del diseñador antes del vaciado de concreto.

9. DISEÑADOR ESTRUCTURAL

El control de calidad constituye un componente esencial para garantizar que las obras estructurales proyectadas cumplan con los parámetros de seguridad, resistencia y durabilidad establecidos en la **NSR-10**. Todas las actividades de construcción deberán ejecutarse bajo la **supervisión directa de un ingeniero civil o estructural matriculado**, quien será responsable de verificar la correcta aplicación de los procedimientos constructivos, el cumplimiento de los planos aprobados y las especificaciones técnicas definidas en esta memoria.

Durante la ejecución de los elementos estructurales en concreto reforzado, se deberá llevar un **registro detallado de los materiales empleados**, incluyendo certificados de calidad del acero, resultados de ensayos de resistencia del concreto (cilindros a 7 y 28 días) y verificación de dosificaciones. Los resultados deberán cumplir con los valores mínimos establecidos en el **Título C – Concreto Estructural de la NSR-10** y en las normas **NTC 673** (concreto) y **NTC 2289** (acero de refuerzo). Ningún elemento estructural podrá vaciarse sin contar con la autorización del responsable técnico.

El **control de ejecución** deberá incluir la inspección del armado del refuerzo, recubrimientos, ubicación de juntas de construcción y dilatación, así como la correcta colocación y vibrado del concreto. Las desviaciones en geometría, nivel o alineación

	PROYECTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL PARA OBRAS DE PROTECCIÓN Y CONTENCIÓN DE TIERRAS DEL COLECTOR DE ALCANTARILLADO RIO TEJO			ELABORÓ:	ALEJANDRO HOYOS
	NOMBRE DEL DOCUMENTO	MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL	VERSIÓN	01	REVISÓ:	NICOLÁS QUINTERO
			FECHA	13/09/2025	APROBÓ:	NICOLÁS QUINTERO

deberán corregirse antes del vaciado. Además, las actividades deberán programarse de manera que se evite la exposición prolongada del refuerzo a la intemperie o a condiciones que puedan generar corrosión o pérdida de adherencia.

Finalmente, se deberá mantener un **sistema de trazabilidad y registro de obra**, que documente cada una de las etapas constructivas mediante bitácoras, fotografías y actas de control. Este registro será la base de la certificación de cumplimiento estructural exigida por el **Revisor Independiente de Diseño Estructural** y por las autoridades competentes. Cumplir con estos procedimientos garantizará la integridad estructural, la durabilidad de las obras y la seguridad durante y después de su construcción.

10. DISEÑADOR ESTRUCTURAL

Según la ley 400 del 19 de agosto de 1997, Título VI PROFESIONALES – Capítulo 2 Diseñadores– Artículo 27; Los diseñadores estructurales deben acreditar estudios de postgrado o experiencia mayor de cinco (5) años en el área de estructuras. En cumplimiento con la ley firma el ingeniero a cargo del diseño:

Atentamente,



Alejandro Enrique Hoyos Castro
MSc. Ingeniería Civil – Énfasis en Ingeniería Estructural
T.P: 22202-365437 COR

Montería, 14 de Septiembre de 2025

Señor(es)

WILLIAM BELEÑO BALLESTEROS

Ocaña, Norte de Santander

Referencia: **Proyecto Construcción de la continuación del Colector De Alcantarillado Sanitario entre la descarga existente en La Plaza De Ferias y sector aguas abajo del Corredor Del Río Tejo, Municipio De Ocaña, Norte De Santander**

Cordial saludo,

Yo, **Alejandro Enrique Hoyos Castro**, identificado con la cédula de ciudadanía No. 1067938474 de Montería, de profesión Ingeniero Civil con T.P. No. 22202-365437 COR, en el ejercicio de la facultad conferida por el Decreto 926 de 2010 NSR-10 modificado por el Decreto 2113 del 25 de noviembre de 2019, por medio del presente documento, declaro que asumo toda responsabilidad de los cálculos, planos estructurales y datos contenidos en las memorias de diseño estructural para el proyecto denominado "**Construcción de la continuación del Colector De Alcantarillado Sanitario entre la descarga existente en La Plaza De Ferias y sector aguas abajo del Corredor Del Río Tejo, Municipio De Ocaña, Norte De Santander**", eximiendo al donante del proyecto cualquier responsabilidad o perjuicio relacionado o producido por el diseño estructural entregado en Asunto.

Para constancia de lo anterior, se firma en el municipio de Montería, Córdoba, a los catorce (14) días del mes de septiembre del año 2025 y hago entrega de mis credenciales como Magister en Ingeniería Civil con énfasis en Ingeniería Estructural, Matricula profesional Vigente y Diploma de Grado de Ingeniero Civil.



ALEJANDRO ENRIQUE HOYOS CASTRO

Msc. Ingeniería Estructural

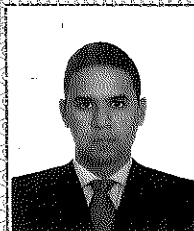
CC. 1067938474

M.P. 22202-365437 COR



Matrícula Profesional No.
22202-365437 COR
Fecha de Expedición: 11/08/2017

Nombre:
**ALEJANDRO ENRIQUE
HOYOS CASTRO**
Identificación:
C.C. 1067938474
Profesión:
INGENIERO CIVIL
Institución:
**UNIVERSIDAD PONTIFICIA
BOLIVARIANA SECC MONTERIA**



En nombre de la REPÚBLICA DE COLOMBIA y autorizada por el Ministerio de Educación Nacional mediante decreto No. 263 del 22 de febrero de 1973, representada por el Consejo Directivo y el Rector,

teniendo en cuenta que

ALEJANDRO ENRIQUE HOYOS CASTRO

CC No. 1.067.938.474 de Montería

**Ha cumplido los requisitos académicos exigidos por la Universidad,
le otorga con todas las prerrogativas, obligaciones y derechos el título de:**

MAGÍSTER EN INGENIERÍA CIVIL

Dado en Barranquilla, a los 22 días del mes de septiembre de 2023



Decano de División



Rector



Directora de Registro

Personería Jurídica
Resolución No. 000396 del
7 de Junio de 1993

Acta No. 2023-23-C-658



**Universidad
Pontificia
Bolivariana**

MONTERÍA

APROBADA SEGÚN RESOLUCIÓN No. 4800 DEL 20 DE OCTUBRE DE 1995 DEL MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL

Teniendo en cuenta que

Alejandro Enrique Hoyos Castro

Cédula de ciudadanía No. 1.067.938.474 expedida en Montería

Cursó y aprobó los estudios exigidos por las normas legales
reglamentarias vigentes, le confiere el título de

Ingeniero Civil

En testimonio de ello le expide el presente diploma en Montería,
Departamento de Córdoba, República de Colombia el día 24 del mes
de Febrero del año 2017

Jorge R. Bedoya J.
El Rector

Beatriz Linares L.
El Decano

[Signature]
El Secretario General

Anotado en el Folio 935 del Libro 7-C de Registro de Diplomas
Refrendado en Montería el 24 de Febrero de 2017

18676