



# UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

## Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos

Diseño estructural de pasarela peatonal colgante en la  
desembocadura del río Cervol en Vinaroz (Castellón)

Trabajo Fin de Grado

Grado en Ingeniería de Obras Públicas

AUTOR/A: Martínez Mello-Costa, Bruno

Tutor/a: Alcalá González, Julián

Cotutor/a externo: Martínez Muñoz, David

CURSO ACADÉMICO: 2023/2024



**TRABAJO FIN DE GRADO**  
**Grado en Ingeniería de Obras Públicas**

**Diseño estructural de pasarela peatonal colgante en la desembocadura  
del río Cervol en Vinaroz (Castellón)**

**Curso 2023/2024 Fecha 04/09/2024**

**Autor: Martínez Mello-Costa, Bruno**

**Tutor: Alcalá González, Julián**

**Cotutor externo: Martínez Muñoz, David**





UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR  
DE INGENIEROS DE CAMINOS,  
CANALES Y PUERTOS



## 01. MEMORIA



## ÍNDICE

<b>1. OBJETO.....</b>	<b>1</b>
<b>2. ANTECEDENTES .....</b>	<b>1</b>
<b>3. ESTUDIO DE SOLUCIONES.....</b>	<b>1</b>
<b>3.1. ANCHO DEL TABLERO .....</b>	<b>2</b>
<b>3.2. SELECCIÓN DE SECCIÓN DE CABLE.....</b>	<b>2</b>
<b>3.3. ANALISIS DE SOLUCIONES.....</b>	<b>2</b>
<b>3.4. ALTERNATIVAS DE DISEÑO .....</b>	<b>2</b>
<b>3.5. SOLUCIÓN ADOPTADA .....</b>	<b>2</b>
<b>3.5.1. DEFINICIÓN .....</b>	<b>2</b>
<b>3.5.1.1. SEPARACIÓN DEL TABLERO CON EL CABLE PRINCIPAL EN CENTRO LUZ.....</b>	<b>3</b>
<b>3.5.1.2. INDEPENDIZAR CABLE DE RETENIDA .....</b>	<b>3</b>
<b>3.5.1.3. CONTRA FLECHA DE EJECUCIÓN .....</b>	<b>3</b>
<b>3.5.1.4. COMPOSICIÓN DEL TABLERO .....</b>	<b>3</b>
<b>3.5.1.5. DIMENSIONAMIENTO DE LAS TORRES.....</b>	<b>3</b>
<b>3.5.1.6. ANÁLISIS DE VIABILIDAD ESTRUCTURAL.....</b>	<b>3</b>
<b>4. CÁLCULO ESTRUCTURAL.....</b>	<b>4</b>
<b>4.1. DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA .....</b>	<b>4</b>
<b>4.2. NORMATIVA EMPLEADA .....</b>	<b>4</b>
<b>4.3. ACCIONES CONSIDERADAS .....</b>	<b>4</b>
<b>4.4. MATERIALES EMPLEADOS .....</b>	<b>4</b>
<b>4.5. COMBINACIÓN DE ACCIONES .....</b>	<b>4</b>
<b>4.6. MODELO ESTRUCTURAL .....</b>	<b>4</b>
<b>4.6.1. DEFINICIÓN DEL MODELO.....</b>	<b>4</b>
<b>4.6.2. VERIFICACIÓN DE RESULTADOS.....</b>	<b>5</b>
<b>4.6.3. DIMENSIONAMIENTO DE CUANTÍA DE ARMADO EN LAS TORRES .....</b>	<b>5</b>
<b>4.7. PRUEBA DE CARGA .....</b>	<b>6</b>
<b>4.7.1. SISTEMA DE MEDICIÓN.....</b>	<b>6</b>
<b>4.7.2. TREN DE CARGAS .....</b>	<b>6</b>
<b>4.7.3. EJECUCIÓN DE LA PRUEBA .....</b>	<b>6</b>
<b>4.7.4. PAUTAS DE ESTABILIZACIÓN.....</b>	<b>6</b>
<b>4.7.5. RESULTADOS.....</b>	<b>6</b>
<b>4.7.6. DISPOSICIÓN DE LOS DEPÓSITOS.....</b>	<b>6</b>
<b>5. EQUIPAMENTOS.....</b>	<b>7</b>
<b>5.1. BARANDILLA METÁLICA.....</b>	<b>7</b>
<b>5.2. JUNTAS DE DILATACIÓN .....</b>	<b>7</b>
<b>5.3. APARATOS DE APOYO.....</b>	<b>7</b>
<b>5.4. ILUMINACIÓN.....</b>	<b>7</b>
<b>6. VALORACIÓN ECONÓMICA.....</b>	<b>8</b>
<b>6.1. VALORACIÓN ECONÓMICA.....</b>	<b>8</b>
<b>6.2. PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN .....</b>	<b>8</b>

<b>Figura 1: Emplazamiento de la desembocadura del río Cervol .....</b>	<b>1</b>
<b>Figura 2: Perfil longitudinal alternativa 1 .....</b>	<b>2</b>
<b>Figura 3: Perfil longitudinal alternativa 2 .....</b>	<b>2</b>
<b>Figura 4: Perfil longitudinal alternativa 3 .....</b>	<b>2</b>
<b>Figura 5: Perfil longitudinal solución final.....</b>	<b>2</b>
<b>Figura 6: Sección tipo del tablero adoptado para la estructura .....</b>	<b>3</b>
<b>Figura 7: Dimensiones de la sección de las torres en m .....</b>	<b>3</b>
<b>Figura 8: Definición Geometría pasarela 3D en el modelo de SAP2000.....</b>	<b>4</b>
<b>Figura 9: Definición geometría de pasarela 3D en el de modelo SAP2000, vista en perfil .....</b>	<b>5</b>
<b>Figura 10: Definición geometría de pasarela 3D en el modelo SAP por directrices.....</b>	<b>5</b>
<b>Figura 11: Armado de las torres.....</b>	<b>5</b>
<b>Figura 12: Disposición en planta.....</b>	<b>6</b>
<b>Figura 13: Disposición depósitos en alzado .....</b>	<b>6</b>
<b>Figura 14: Diseño de barandilla adoptada .....</b>	<b>7</b>
<b>Figura 15: Juntas de dilatación adoptadas .....</b>	<b>7</b>
<b>Figura 16: Aparatos de apoyo de neopreno zunchado adoptados .....</b>	<b>7</b>
<b>Figura 17: Iluminación tipo en el tablero de la pasarela .....</b>	<b>7</b>
<b>Tabla 1: Ejemplo modelo dimensionamiento de cables de retenida .....</b>	<b>1</b>
<b>Tabla 2: Ejemplo modelo dimensionamiento de cables de retenida: .....</b>	<b>2</b>
<b>Tabla 3: Valoración importe por capítulos .....</b>	<b>8</b>
<b>Tabla 4: Partidas alzadas.....</b>	<b>8</b>
<b>Tabla 5: Presupuesto PBL Final .....</b>	<b>8</b>

## 1. OBJETO

El objetivo de esta memoria descriptiva es el desarrollo y definición de los aspectos que componen el proyecto de Diseño estructural de pasarela peatonal colgante en la desembocadura del río Cervol en Vinaroz (Castellón).

En esta memoria se describirán brevemente los anejos que componen el documento a modo introductorio para su posterior desarrollo.

Este proyecto se centra en la definición del diseño de la pasarela, la cimentación de la misma no ha sido objeto de estudio.

## 2. ANTECEDENTES

Este anexo presenta los antecedentes necesarios para el diseño de una pasarela peatonal colgante sobre el río Cervol, en la localidad de Vinaroz, Castellón.

La propuesta para el diseño de la pasarela peatonal en la desembocadura del río Cervol surge como respuesta a la necesidad de mejorar la conectividad entre el núcleo urbano de Vinaroz y las urbanizaciones de la Costa Norte, solventando la barrera física que representa el río Cervol, cuyo cruce actualmente obliga a peatones y ciclistas a desviarse alrededor de 800 metros. La pasarela propuesta busca fomentar la movilidad peatonal y ciclista, potenciando el desarrollo urbano, turístico y sostenible, ofreciendo a los ciudadanos y turistas un paseo marítimo digno de pasear y de disfrutar en un día de fiesta.



Figura 1: Emplazamiento de la desembocadura del río Cervol

Históricamente, el río Cervol ha sido un elemento clave en el desarrollo de Vinaroz, funcionando como una barrera natural que ha impulsado la creación de infraestructuras de transporte a lo largo del tiempo. Durante el siglo XX, la construcción de puentes para vehículos y peatones ha mejorado parcialmente la conectividad, pero no ha resuelto completamente la necesidad de una conexión directa y accesible. La creciente urbanización de la Costa Norte y el turismo han aumentado la demanda de una infraestructura adecuada para ciclistas y peatones. En este contexto, el proyecto propuesto se alinea con las tendencias actuales de planificación urbana sostenible, que promueven el uso de medios de transporte no motorizados.

El proyecto se plantea con base en una licitación del Ayuntamiento de Vinaroz, publicada el 5 de octubre de 2020, con un plazo de ejecución de siete meses. La pasarela debe integrarse estéticamente en su entorno y cumplir con criterios técnicos que garanticen su funcionalidad y sostenibilidad, ajustándose a las normativas vigentes. El diseño estructural sigue las indicaciones del Reglamento del Dominio Público Hidráulico, que prohíbe elementos de apoyo en la zona de flujo preferente, motivo por el cual se ha optado por una solución colgante.

El emplazamiento de la pasarela se sitúa en la desembocadura del río Cervol, en una zona libre de edificaciones, lo que facilita su construcción. Las condiciones del terreno en el margen norte favorecen el uso de maquinaria y la instalación de elementos provisionales durante la obra. La situación actual del área cuenta con una pasarela existente que presenta problemas de vibraciones y movimientos, lo que refuerza la necesidad de una nueva infraestructura que garantice seguridad y funcionalidad.

En resumen, este anexo proporciona una base histórica, técnica y normativa para el diseño estructural de la nueva pasarela peatonal colgante en la desembocadura del río Cervol, destacando su importancia tanto en la mejora de la movilidad urbana como en la regeneración del entorno local.

## 3. ESTUDIO DE SOLUCIONES

El presente estudio de soluciones tiene como objetivo identificar la solución óptima para el diseño de una pasarela peatonal colgante sobre el río Cervol, en Vinaroz. Este estudio se centra en el comportamiento del cable principal, el cable de retenida, la disposición estructural de la pasarela, y la cantidad de pretensado necesario para garantizar estabilidad y funcionalidad, todo ello buscando un equilibrio entre la viabilidad técnica, económica y ambiental.

Para ello, se ha elaborado un modelo de cálculo con vectores en la plataforma Microsoft Excel. Donde según la carga que soporta la pasarela y la altura de torres empleada, se obtiene el vector fuerza que ejercen los cables principales en sus extremos donde están en contacto con las torres.

Posteriormente se selecciona la sección de cable de retenida, la fuerza de tensado y la inclinación, y se componen para obtener el vector resultante que deberá ser soportado por las torres.

Se muestra un segmento para un ejemplo de cálculo del modelo para una carga vertical por nudo de cable principal de 1311kN con altura de torres de 5 metros y cables de retenida inclinados 45 grados con 27 torones a fuerza de límite elástico.

CARGA VERTICAL EN NUDO (KN)		-1311			
CABLE DE PRETENSADO					
PDTE DEL CABLE EN NUDO (°)	PDTE EN RADIANES	N TORONES	FUERZA P EN EL NUDO	COMPONENTE HORIZONTAL EN EL NUDO	COMPONENTE VERTICAL EN EL NUDO
225	3,926990817	27	7533	-5326,635383	-5326,635383
VECTOR RESULTANTE					
VECTOR RESULTANTE (KN)	COMPONENTE HORIZONTAL EN EL NUDO	COMPONENTE VERTICAL EN EL NUDO	ÁNGULO PDTE RADIANES	ÁNGULO PDTE	ÁNGULO VR PDTE RADIANES REAL
6694,309048	-869,2353827	-6637,635383	1,701010914	97,4607	262,539254
					4,582174394

Tabla 1: Ejemplo modelo dimensionamiento de cables de retenida

VECTOR RESULTANTE						
VECTOR RESULTANTE (KN)	COMPONENTE HORIZONTAL EN EL NUDO	COMPONENTE VERTICAL EN EL NUDO	ÁNGULO PDTE RADIANES	ÁNGULO PDTE	ÁNGULO VR	ÁNGULO PDTE RADIANES REAL
5849,052764	-80,10421487	-5848,504215	1,584492001	90,7847	269,215296	4,698693307

Tabla 2: Ejemplo modelo dimensionamiento de cables de retenida:

### 3.1. ANCHO DEL TABLERO

Puesto que se trata de una pasarela peatonal, el ancho de estudio del tablero que se adopta es de 5m, el cual proporciona una idea inicial para las cargas a soportar en la estructura a efectos de dimensionamiento del cable principal.

### 3.2. SELECCIÓN DE SECCIÓN DE CABLE

Se han evaluado diferentes secciones de cable de retenida, en función de la carga a soportar. Utilizando cables catalogados del fabricante "VSL", se seleccionaron secciones con torones de 15 mm de diámetro. Se realizaron cálculos preliminares para secciones de cables con 27, 31 y 37 torones, identificando la combinación de torones adecuada según las cargas y el ángulo de inclinación del cable de retenida. Estas combinaciones optimizan la fuerza de pretensado y facilitan el diseño de una solución eficiente y estructuralmente funcional.

### 3.3. ANALISIS DE SOLUCIONES

Con los parámetros obtenidos en el estudio previo (pendiente del cable de retenida, fuerza de pretensado, altura de torres y pendiente del cable principal), se han analizado los resultados obtenidos en este modelo. El cual permite analizar el comportamiento del sistema bajo distintas configuraciones de alturas de torre y combinaciones de cables, generando gráficos representativos que muestran las variaciones de la fuerza resultante en función de la altura de las torres. El análisis concluye que, para garantizar la estabilidad estructural, es necesario que el cable de retenida tenga una inclinación mínima de 45 grados respecto a la horizontal, y que las torres tengan al menos 3 metros de altura para optimizar la disposición del sistema.

### 3.4. ALTERNATIVAS DE DISEÑO

El estudio propone tres soluciones alternativas para la disposición de la pasarela:

- Solución 1: Cable de retenida de 31 torones con inclinación de 45 grados respecto a la vertical y torres de 5 metros de altura.



Figura 2: Perfil longitudinal alternativa 1

Esta solución optimiza la fuerza de pretensado manteniendo un ángulo elevado en el nudo de conexión entre el cable principal y la torre, lo que permite reducir la sección de la torre. Este diseño favorece una pasarela esbelta y eficiente, con un vector resultante que cae en dirección vertical.

- Solución 2: Cable de retenida de 37 torones con inclinación de 45 grados respecto a la vertical y torres de 6 metros de altura.



Figura 3: Perfil longitudinal alternativa 2

En esta solución, el cable de retenida se integra en la torre, proporcionando un diseño visualmente atractivo y singular. Aunque es más costosa debido a la necesidad de torres más robustas y una mayor altura, esta configuración mejora la estabilidad y ofrece un aspecto estético más sofisticado.

- Solución 3: Cable de retenida de 37 torones contenido en la vertical y torres de 3 metros de altura.



Figura 4: Perfil longitudinal alternativa 3

En esta opción, el cable de retenida se coloca en posición vertical, lo que permite reducir la longitud del cable de retenida y el volumen de las torres ya que la altura es mucho menor que las anteriores. Sin embargo, esta solución requiere que las torres se sitúen en tierra firme y enfrenta desafíos adicionales en la cimentación, por lo que se podrían generar efectos parásitos en las reacciones debido al alto componente horizontal de fuerza que se genera en los nudos lo que podría aumentar los costos y la complejidad de la construcción.

### 3.5. SOLUCIÓN ADOPTADA

La solución finalmente adoptada es una combinación de las 2 primeras alternativas, esta solución ha contemplado los problemas anteriormente mencionados en las alternativas y se han adoptado medidas de mejora para los mismos.



Figura 5: Perfil longitudinal solución final

#### 3.5.1. Definición

Esta solución se trata de una pasarela con 7 metros de altura de torres, de las cuales cuelgan 2 cables principales de 43 torones de sección en cada torre.

Se ha optado por disponer 2 cables en cada lado de la pasarela para cumplir con las flechas de uso debido a que los cables son altamente deformables, los cables de retenida bastarán con un cable de sección 43 torones en cada torre con inclinación de 45 grados respecto a la vertical en el nudo de conexión.

Se tratará de llevar el vector resultante a la vertical en cargas máximas y contenerlo en la otra cara de la torre en cargas mínimas.

### 3.5.1.1. Separación del tablero con el cable principal en centro luz

En vista de lo mencionado sobre la inestabilidad estructural en la alternativa 3, se ha adoptado por guardar una separación mínima entre el tablero y el cable principal, pudiendo así repartir las cargas del tablero al cable principal de manera semejante en todas las péndolas, sin preocupación de tensiones parásitas en los puntos de contacto directo. Por lo que se define una separación mínima de 1 metro en el centro luz de la pasarela.

### 3.5.1.2. Independizar cable de retenida

Se ha adoptado mantener los cables de retenida fuera de las torres, pudiendo así reducir las dimensiones de la torre y tener un control más directo de los cables de retenida.

### 3.5.1.3. Contra flecha de ejecución

La estructura de estudio cuenta con elementos esbeltos y flexibles, lo que podría resultar perjudicial a la hora de someterlo a cargas, puesto que se podrían generar flechas y deformaciones de valores no deseados en el tablero.

Por la misma razón se ha optado por aportar una contra flecha de ejecución de un metro en el centro de luz, esta contra flecha debe tener una transición de pendiente suave, para ello se ha realizado la curva de la contra flecha con una parábola.

### 3.5.1.4. Composición del tablero

El tablero estará formado por piezas de hormigón armado prefabricado con 20cm de espesor, 2 metros de luz, y 5 de ancho, que se apoyará sobre unas vigas riostra metálicas convencionales con denominación HEB260 que soportan las placas de hormigón, ofreciendo 5 metros de ancho libre para la circulación de los peatones.

Estas vigas riostra serán apoyadas sobre unos perfiles en L metálicos soldados directamente sobre una viga perimetral tubular de 40 cm de canto, que cargará con las cargas de las vigas riostra, y las transmitirá al cable principal a través de las péndolas.

Las péndolas estarán empotradas en la sección tubular, sujetándola desde el fondo de la sección, las características de la péndola han sido tomadas del sistema MKT460 del proveedor MK4, con sección M24

Se incluirá también una barandilla reglamentaria con 1,3 metros de altura a lo largo de ambos lados de la pasarela. La sección transversal del tablero descrito corresponde con la siguiente figura:

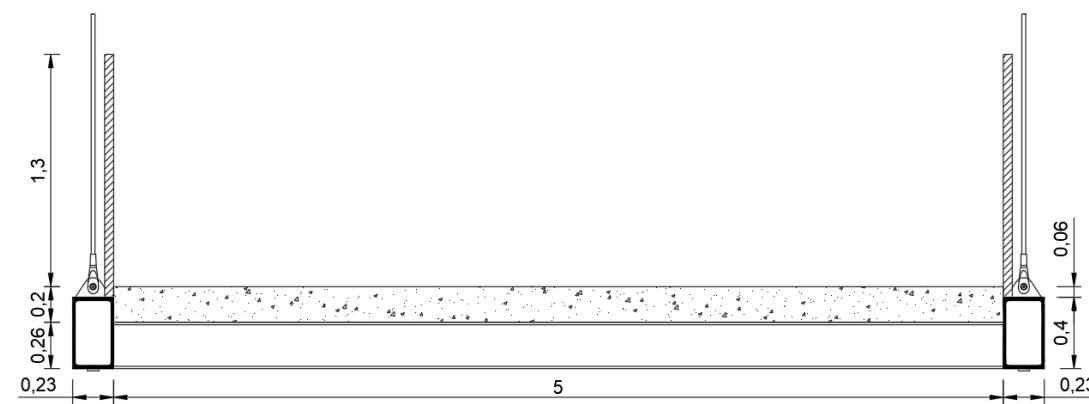


Figura 6: Sección tipo del tablero adoptado para la estructura



### 3.5.1.5. Dimensionamiento de las torres

Las dimensiones de las torres han sido escogidas en función del vector resultante producido por las tensiones del cable principal y el cable de retenida en cargas permanentes, y en estado límite último.

La dirección del vector resultante tiene una variación importante, por lo que se ha optado por una sección trapezoidal con un ancho variable en el plano longitudinal, a lo largo de la altura de las torres, luego en función de la carga máxima que ha de soportar la sección, se ha optado por una anchura constante de 1 metro en el plano transversal.

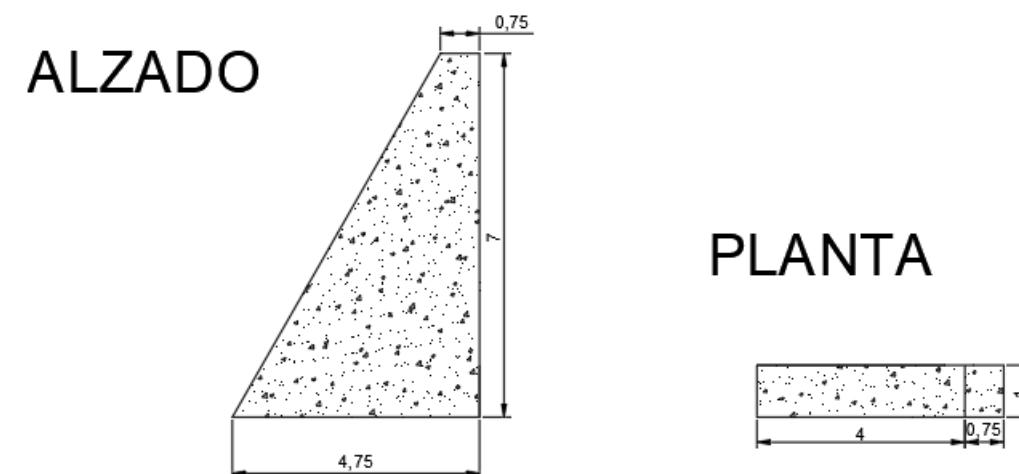


Figura 7: Dimensiones de la sección de las torres en m

### 3.5.1.6. Análisis de viabilidad estructural

Para la solución final descrita, se crea un modelo con el programa SAP2000 con las propiedades de todos los materiales para la sección definida.

Para ello, se debe definir un modelo que concrete las propiedades de los materiales a emplear, y proporcione detalles de diseño suficientes para calcular la pasarela, con los datos anteriormente obtenidos y la normativa aplicable.



## 4. CÁLCULO ESTRUCTURAL

### 4.1. DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA

La pasarela colgante se diseña para salvar una luz de 68 metros sobre el río Cervol, con un tablero de hormigón prefabricado de 20 cm de espesor. El soporte del tablero se realiza mediante vigas metálicas HEB260, apoyadas sobre vigas tubulares laterales, conectadas a los cables principales de la estructura mediante péndolas distribuidas a lo largo de la pasarela. Las torres, de hormigón armado, soportan los cables principales, los cuales transmiten las cargas mediante una catenaria formada por el peso propio y las cargas del tablero.

### 4.2. NORMATIVA EMPLEADA

La estructura se diseña siguiendo la normativa española y europea aplicable, como el Código Estructural y la Instrucción sobre las acciones en el proyecto de puentes de carretera (IAP-11), asegurando el cumplimiento de los estados límite últimos (ELU) y de servicio (ELS). Estas normativas definen los valores característicos de las cargas y los coeficientes de seguridad a aplicar.

### 4.3. ACCIONES CONSIDERADAS

Se estudian varias acciones que actúan sobre la pasarela:

- Acciones permanentes: Peso propio y cargas muertas.
- Acciones permanentes de valor no constante: Fuerza de tensión.
- Acciones variables: Sobrecargas de uso, viento y incremento de temperaturas.

Las acciones accidentales no se consideran en el cálculo estructural debido a la baja sismicidad de la zona según la normativa sismorresistente aplicada (NCSP-07)

### 4.4. MATERIALES EMPLEADOS

El proyecto utiliza hormigón armado para las torres, con una resistencia característica de 30 MPa, y acero estructural patinable (S355J2W) para las vigas riostras y laterales, que ofrecen mayor protección contra la corrosión debido a la proximidad de la costa. Las péndolas, cables principales y cables de retención están fabricados en acero de alta resistencia Y1860, asegurando la estabilidad de la estructura bajo las cargas en el tablero y las de pretensado necesarias.

El acero estructural se encuentra en un ambiente propenso a corrosión, se deberá tener en cuenta y tener una programación del mantenimiento del acero cortén.

### 4.5. COMBINACIÓN DE ACCIONES

Las combinaciones de acciones se establecen para garantizar que la pasarela pueda soportar tanto las cargas permanentes como las variables y accidentales bajo las condiciones más desfavorables. Las combinaciones para Estado Límite último (ELU), evalúan la resistencia de la estructura frente a situaciones extremas, como ráfagas de viento o sismos, mientras que las combinaciones para Estado Límite de Servicio aseguran que la estructura mantenga su funcionalidad sin sufrir deformaciones o vibraciones inaceptables para los usuarios.

Para la comprobación de Estados Límite Últimos, se han considerado 6 combinaciones como envolvente de las cargas más desfavorables a efectos de resistencia estructural en situación persistente o transitoria. No se combinarán acciones accidentales ya que la zona es de baja sismicidad y la normativa indica que no hay necesidad de incluirla en las acciones a considerar.

### 4.6. MODELO ESTRUCTURAL

Una vez definida la geometría, materiales, secciones y parámetros de cálculo necesarios, se procede a la realización del modelo de cálculo en el software de elementos finitos SAP2000. Se ha planteado un modelo estático lineal compuesto por elementos tipo barra para las secciones metálicas y tipo área para las torres.

La geometría 3D de las directrices de los elementos de la pasarela se ha definido en AutoCAD para su exportación directa al modelo de cálculo en SAP2000. Esto facilita posibles ajustes en la geometría en caso de que alguna de las comprobaciones no se cumpla, además de permitir dividir los elementos tipo barra con total flexibilidad.

Luego se definen en el modelo los materiales que se emplearán en el cálculo y las secciones de los elementos que componen la estructura y se asignan a cada grupo de elementos.

Por último, se define cada caso de carga, asignando la acción con su dirección a cada elemento que la soporta, luego se definen las combinaciones de acciones que se han considerado y se calcula la viabilidad de la estructura proyectada.

Se llevará a cabo un análisis estático lineal del modelo estructural, cuya justificación y verificación se presentarán más adelante en este anexo. Se ha optado por evitar un análisis no lineal complejo, considerando la estructura diseñada.

#### 4.6.1. DEFINICIÓN DEL MODELO

La definición del modelo completo descrita anteriormente, corresponde con la siguiente sección:

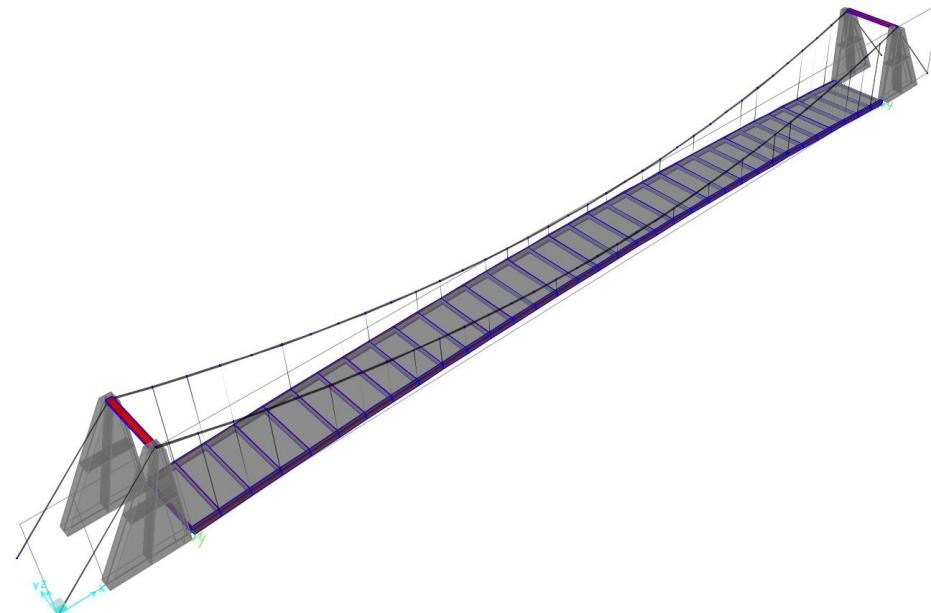


Figura 8: Definición Geometría pasarela 3D en el modelo de SAP2000



Figura 9: Definición geometría de pasarela 3D en el modelo SAP2000, vista en perfil

Para simplificar el cálculo de la estructura y el análisis de resultados correspondientes a nivel visual, se empleará una sección definida por las directrices de los elementos tipo barra “Frame” y tipo placa “Shell”, donde también se pueden observar los apoyos empleados:

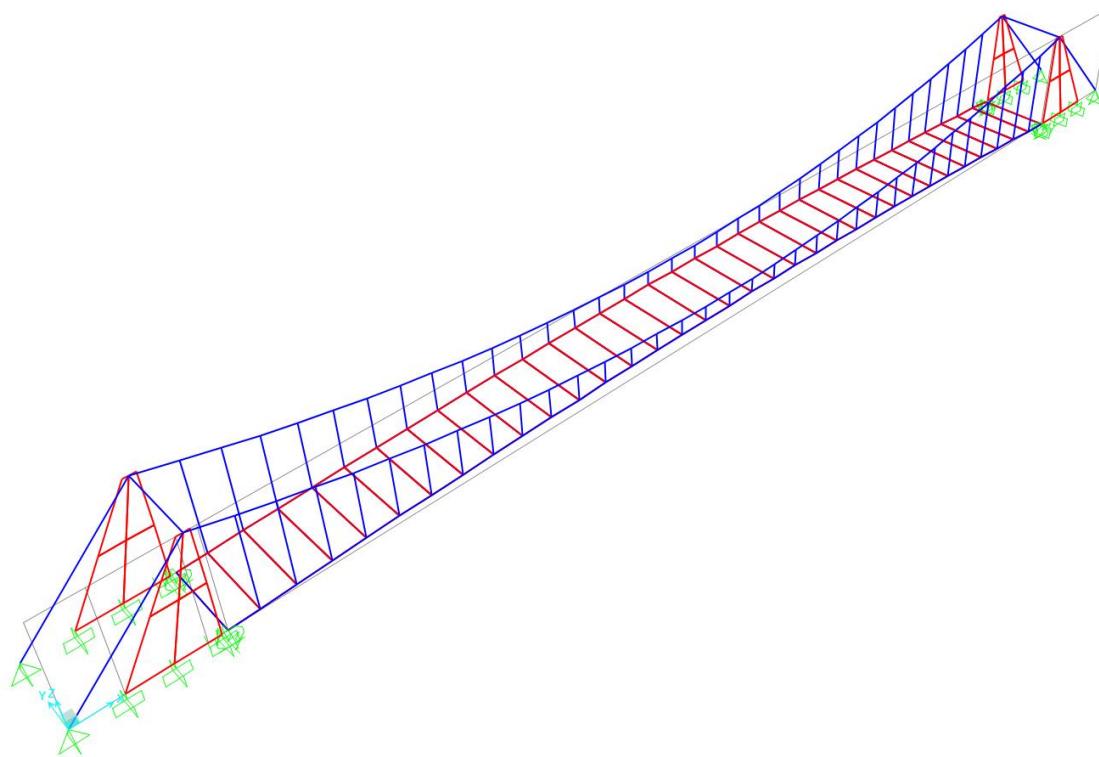


Figura 10: Definición geometría de pasarela 3D en el modelo SAP por directrices

Los colores se distinguen por los elementos barra y los elementos área.

#### 4.6.2. VERIFICACIÓN DE RESULTADOS

Tras el cálculo de la estructura en la plataforma SAP2000, se detallan los resultados de cada combinación de acciones a través de gráficas y tablas, donde se puede confirmar la viabilidad de la estructura, los resultados que nos proporciona la plataforma son los siguientes:

- Leyes de momentos flectores, cortantes y axiles para los elementos tipo barra
- Tensiones producidas en cada punto de los elementos tipo área
- Desplazamientos en los vértices de los elementos tipo área y en los nudos de conexión de los elementos tipo barra.

Para verificar la viabilidad estructural, se han comprobado las tensiones máximas en cada punto crítico de las secciones de los elementos tipo barra, pudiendo así comprobar que los perfiles metálicos y los cables empleados resisten la carga soportada.

#### 4.6.3. DIMENSIONAMIENTO DE CUANTÍA DE ARMADO EN LAS TORRES

para el dimensionamiento del armado en las torres, se ha empleado la envolvente de las combinaciones resultantes en ELU y se ha obtenido el momento más desfavorable junto a su axil concomitante a través del modelo de cálculo.

Con las solicitudes más desfavorables en las torres, se ha empleado la plataforma “Fagus” para el dimensionamiento de la cuantía de armado, donde para los momentos y axiles previamente obtenidos se verifica que con la siguiente cuantía, las torres cumplen la resistencia y los parámetros exigidos por normativa.

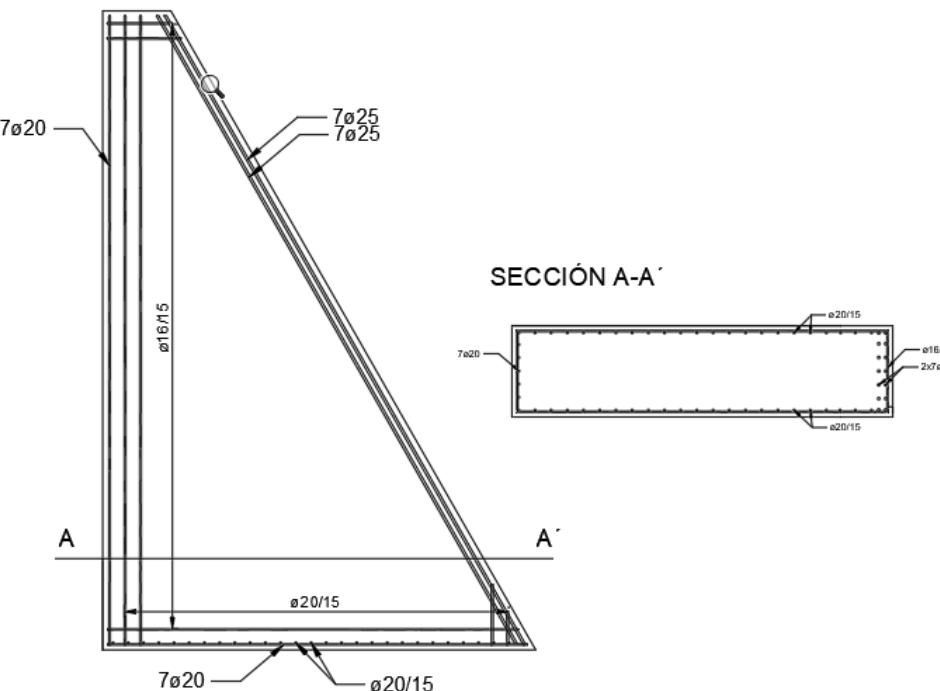


Figura 11: Armado de las torres

## 4.7. PRUEBA DE CARGA

La prueba de carga para la pasarela colgante se realizará con el objetivo de verificar la capacidad estructural y la seguridad de la misma bajo condiciones de carga controlada. Para ello, se simularán las cargas reales que actuarán sobre la pasarela, midiendo la respuesta de la estructura a dichas cargas, en términos de flechas.

### 4.7.1. SISTEMA DE MEDICIÓN

La medición principal consistirá en registrar la flecha en el centro del vano de la pasarela. Para garantizar la precisión, se utilizarán dispositivos de medición calibrados, con una sensibilidad mínima del 5% sobre los valores más bajos esperados y un rango de medición del 50% de los valores anticipados. Se recomienda el uso de equipos que automatizan la recolección de datos y proporcionen resultados en tiempo real, para mayor exactitud y eficiencia.

### 4.7.2. TREN DE CARGAS

La prueba se llevará a cabo utilizando 68 depósitos de plástico con capacidad de 1000 litros, los cuales se llenarán hasta un 80% de su capacidad total, distribuidos en posiciones estratégicas según los planos del proyecto. Estos depósitos se utilizarán para generar esfuerzos equivalentes al 60% de los calculados en el diseño bajo las especificaciones de la IAP-11, sin superar el 70% de los mismos. El peso vacío de cada depósito será de 57 kg.

El llenado de los depósitos será progresivo, evitando el transporte de depósitos llenos sobre el tablero y la carga simultánea de más de dos depósitos. Con esta configuración se alcanzará un 64% de la sobrecarga de uso, equivalente a  $5 \text{ kN/m}^2$ .

### 4.7.3. EJECUCIÓN DE LA PRUEBA

La prueba se llevará a cabo de manera secuencial, con los siguientes pasos:

1. Colocación de los depósitos vacíos en las posiciones predefinidas.
2. Llenado de los depósitos, comenzando por los centrales y avanzando hacia los extremos, con un límite de llenado simultáneo de dos depósitos.
3. Medición de las flechas en el centro del vano una vez completada la carga.
4. Descarga de los depósitos de manera inversa a su llenado, asegurando un drenaje adecuado para evitar que el agua toque las partes metálicas de la estructura.

### 4.7.4. PAUTAS DE ESTABILIZACIÓN

Durante la prueba, se medirán las flechas instantáneas y a intervalos de 10 minutos. Si la diferencia entre las mediciones no supera los límites establecidos, se dará por finalizada la fase de carga. La remanencia, calculada como el porcentaje entre la flecha remanente y la flecha total, deberá ser menor al 15% para considerar la prueba satisfactoria.

### 4.7.5. RESULTADOS

El análisis de los resultados incluirá la comparación de las flechas obtenidas con las previstas por el modelo de cálculo estructural (SAP2000). La prueba se considerará exitosa si las flechas reales no superan en un 15% las esperadas. El informe final incluirá todos los datos de la prueba, así como las conclusiones del director de la obra.



## 4.7.6. DISPOSICIÓN DE LOS DEPÓSITOS

2 depósitos llenados a un 80% en el centro de cada placa de hormigón, separados 2 metros entre sí a lo largo de toda la pasarela.

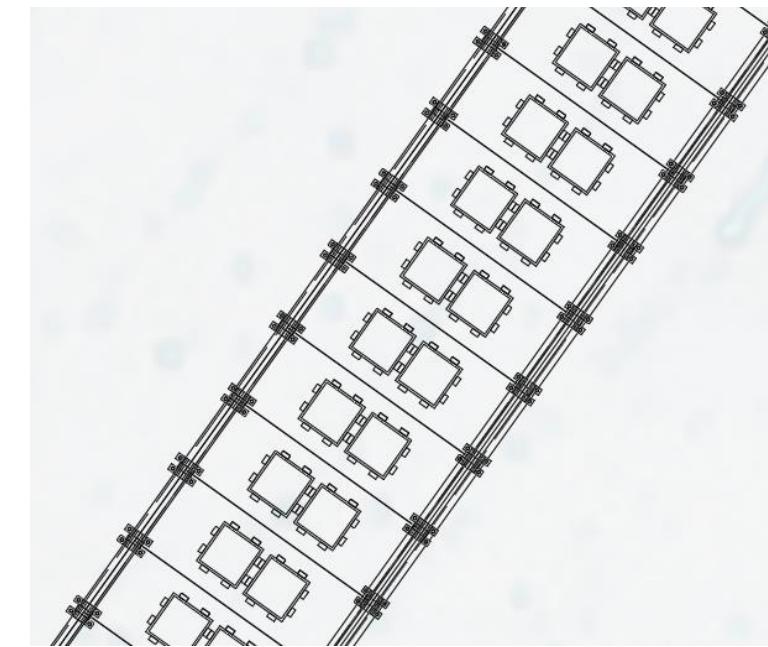


Figura 12: Disposición en planta

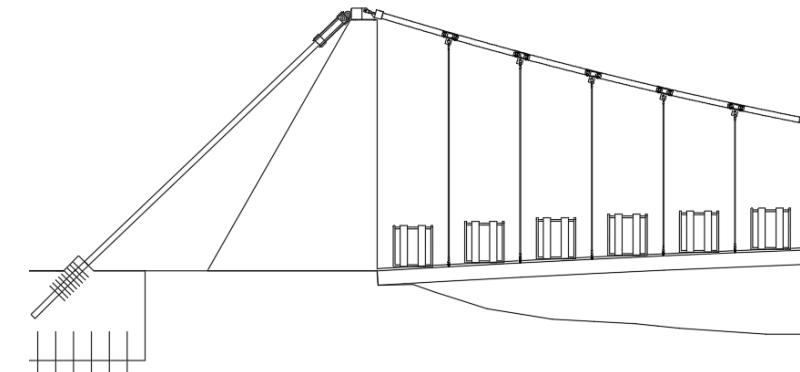


Figura 13: Disposición depósitos en alzado

## 5. EQUIPAMENTOS

En el Anejo de Equipamientos del proyecto, se describen los elementos clave que complementan la funcionalidad y seguridad de la pasarela colgante. A continuación, se resumen los principales equipamientos adoptados:

### 5.1. BARANDILLA METÁLICA

La barandilla adoptada para la pasarela es de diseño metálico con una ligera curvatura hacia el interior del tablero, lo que mejora tanto la seguridad como la estética de la estructura. Esta barandilla cuenta con una barra pasamanos de 50 mm de diámetro, que garantiza un agarre cómodo y seguro para los usuarios. Además, incluye dos barras de contención intermedias, también de 50 mm de diámetro, que proporcionan mayor protección, evitando posibles caídas sin afectar la visibilidad a lo largo de la pasarela.

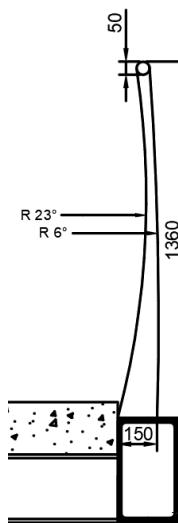


Figura 14: Diseño de barandilla adoptada

### 5.2. JUNTAS DE DILATACIÓN

Se ha dispuesto una junta de dilatación en cada estribo, fabricada con un elastómero termoplástico, lo que permite absorber las variaciones de temperatura y los movimientos de la estructura sin comprometer su estabilidad. La junta, con un ancho de 5 metros, garantiza una transición suave y sin sobresaltos entre el tablero y el terreno, proporcionando comodidad y seguridad para los peatones.

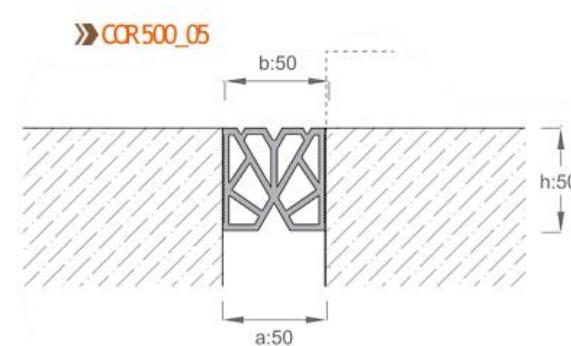


Figura 15: Juntas de dilatación adoptadas

### 5.3. APARATOS DE APOYO

Los aparatos de apoyo elegidos son de neopreno zunchado, con dimensiones de 200x200 mm y un espesor de 41 mm de canto. Estos aparatos permiten la correcta transmisión de las cargas entre el tablero y los apoyos, absorbiendo las deformaciones y desplazamientos generados por las cargas permanentes y variables, a la vez que garantizan la estabilidad global de la estructura.

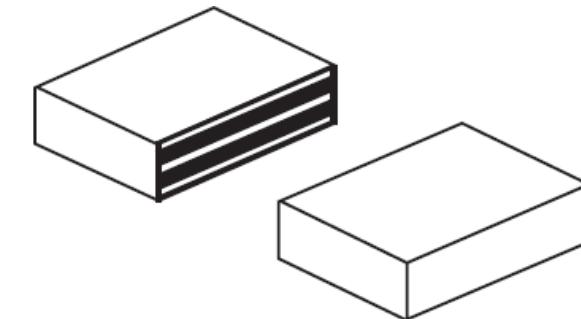


Figura 16: Aparatos de apoyo de neopreno zunchado adoptados

### 5.4. ILUMINACIÓN

La iluminación de la pasarela ha sido diseñada de forma cualitativa para garantizar tanto la seguridad de los usuarios durante la noche como la integración visual de la estructura con su entorno. Se ha optado por un sistema de iluminación LED integrado en el pasamanos, que proporciona una luz indirecta y homogénea a lo largo de todo el recorrido. Este sistema asegura un bajo consumo energético y una estética limpia, evitando el uso de postes o focos visibles.



Figura 17: Iluminación tipo en el tablero de la pasarela



## 6. VALORACIÓN ECONÓMICA

En este apartado se presenta una valoración económica detallada del diseño estructural de la pasarela colgante. El objetivo es estimar el coste total de los elementos que conforman la estructura, así como los trabajos necesarios para su ejecución. La valoración se ha realizado considerando las distintas fases del proyecto, agrupando los costes en capítulos que corresponden a diferentes partes de la estructura y trabajos previos.

Los capítulos en los que se ha dividido la valoración son los siguientes:

- **Capítulo 1: Trabajos previos.** Incluye actividades como la demolición de estructuras existentes, preparación del terreno, y la instalación de infraestructuras temporales necesarias para el desarrollo de las obras.
- **Capítulo 2: Torres.** Contempla los materiales y labores necesarias para la construcción de las torres principales que sostendrán la pasarela, incluyendo armados, encofrados, y el vertido de hormigón.
- **Capítulo 3: Tablero.** Comprende los elementos del tablero de la pasarela, como el suministro y montaje de perfiles de acero, losas prefabricadas de hormigón, y la instalación de cables de pretensado.
- **Capítulo 4: Equipamientos.** Se refiere a los componentes adicionales de seguridad y acabado, como barandillas, pasamanos, sistemas de iluminación LED y otros accesorios necesarios para el uso seguro de la pasarela.

### 6.1. VALORACIÓN ECONÓMICA

A continuación, se presenta una tabla resumen de los costes estimados para cada capítulo:

CAPÍTULO	IMPORTE
CAPÍTULO N°1: TRABAJOS PREVIOS	2.487,48
CAPÍTULO N°2: SUBESTRUCTURAS	18.316,67
CAPÍTULO N°3: SUPERESTRUCTURA	358.618,95
CAPÍTULO N°4: EQUIPAMIENTOS	110.072,96
<b>TOTAL</b>	<b>489.496,06</b>

Tabla 3: Valoración importe por capítulos

Estos costes incluyen los materiales, mano de obra y los equipos necesarios para la correcta ejecución de cada fase del proyecto. Una vez obtenido el total de los capítulos, se le añaden las partidas alzadas consideradas:

PARTIDAS ALZADAS	IMPORTE
SEGURIDAD Y SALUD	2% 9.789,92
GESTIÓN DE RESIDUOS	1,50% 7.342,44
ACCIÓN CULTURAL	1,50% 7.342,44

DESVIOS DE OBRA	1,50%	7.342,44
REPOSICIÓN DE ESTRUCTURAS Y MUROS	2,50%	12.237,40
<b>TOTAL PARTIDAS ALZADAS</b>		<b>44.054,65</b>

Tabla 4: Partidas alzadas

Con ello obtenemos el PEM:

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL	533.550,71
-----------------------------------	------------

### 6.2. PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN

El Presupuesto Base de Licitación (PBL) se calcula sumando los costes de los materiales y considerando los gastos generales y el beneficio industrial. A continuación, se desglosa el cálculo del PBL:

PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN	IMPORTE
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL	533.550,71
GASTOS GENERALES 13 %	69.361,59
BENEFICIO INDUSTRIAL 6 %	32.013,04
PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN	634.925,34
21 % I.V.A.	133.334,32
<b>PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN (I.V.A. INCLUIDO)</b>	<b>768.259,66</b>

El Presupuesto Base de Licitación (I.V.A. incluido) asciende a una cantidad de SETECIENTOS SESENTA Y OCHO MIL DOSCIENTOS CINCUENTA Y NUEVE EUROS CON SESENTA Y SEIS CÉNTIMOS (768,259,66 €).

Tabla 5: Presupuesto PBL Final

Es importante destacar que esta valoración económica es una estimación preliminar. Los costes reales pueden variar en función de las condiciones específicas de la obra, cambios en el proyecto, ajustes en los precios de materiales y mano de obra, así como decisiones técnicas que se tomen durante la ejecución. Además, no se han considerado en este anexo los costes asociados a la cimentación, gestión de residuos y al presupuesto de seguridad y salud, los cuales deben ser abordados en un anexo separado y detallado.

La presente valoración proporciona una base sólida para la planificación financiera del proyecto, ofreciendo una perspectiva clara de los recursos necesarios para la construcción de la pasarela colgante.





UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR  
DE INGENIEROS DE CAMINOS,  
CANALES Y PUERTOS



## 02. ANTECEDENTES



ÍNDICE

<u>1.</u> <u>INTRODUCCIÓN .....</u>	<u>1</u>
<u>2.</u> <u>ANTECEDENTES HISTÓRICOS .....</u>	<u>1</u>
<u>3.</u> <u>REQUISITOS DEL PROYECTO .....</u>	<u>2</u>
<u>4.</u> <u>EMPLAZAMIENTO.....</u>	<u>2</u>
<u>5.</u> <u>SITUACIÓN DE ESTUDIO.....</u>	<u>2</u>
<u>6.</u> <u>REPORTAJE FOTOGRÁFICO .....</u>	<u>3</u>
<u>7.</u> <u>SITUACIÓN ACTUAL .....</u>	<u>4</u>

Figura 1: Emplazamiento de la desembocadura del río Cervol .....	1
Figura 2: Conexión entre zonas previstas .....	1
Figura 3: Ubicación pasarela .....	2
Figura 4: Ubicación pasarela de proyecto .....	2
Figura 5: Margen del río sur vistas al norte .....	3
Figura 6: Campo margen norte del río vistas al río.....	3
Figura 7: Margen norte del río camino vistas al norte.....	3
Figura 8: Margen norte del río camino vistas al sur .....	3
Figura 9: Margen norte del río camino paralelo al río vistas al este .....	4
Figura 10: Margen norte del río Campo vistas al sur.....	4
Figura 11: Pasarela existente .....	4

## 1. INTRODUCCIÓN

El proyecto que se va a desarrollar en este trabajo final de grado consiste en un diseño estructural de una pasarela peatonal. El desarrollo del proyecto nace de una necesidad social para conectar la costa separada por el río Cervol, en Vinaròz, Castellón.

La propuesta para el diseño de la pasarela peatonal en la desembocadura del río Cervol surge como respuesta a la necesidad de mejorar la conectividad entre el núcleo urbano de Vinaroz y las urbanizaciones de la Costa Norte. El municipio presenta una barrera física representada por el río Cervol, lo que obliga a los peatones y ciclistas a desviarse aproximadamente 800 metros para cruzar el puente existente, diseñado principalmente para el tránsito vehicular, con aceras insuficientes para garantizar un tránsito seguro y continuo. La pasarela peatonal no solo proporcionará una solución a la desconexión física existente, sino que también contribuirá a la regeneración de los espacios que atraviesa, potenciando el turismo y el desarrollo local.



Figura 1: Emplazamiento de la desembocadura del río Cervol

El diseño geométrico de la pasarela debe ajustarse a las especificaciones del cauce del río, con una luz libre de 68 metros en la desembocadura del Cervol. Un aspecto importante es que toda la zona de flujo preferente debe quedar libre de elementos de apoyo, según lo estipulado en el artículo 126 ter del Reglamento del Dominio Público Hidráulico. Esto significa que la estructura debe diseñarse sin pilas o apoyos en la zona de intenso desagüe para evitar alteraciones en el flujo natural, por lo que nace la propuesta de pasarela colgante como solución a la desconexión de la costa.

## 2. ANTECEDENTES HISTÓRICOS

El río Cervol ha jugado un papel fundamental en el desarrollo urbano e histórico de la localidad de Vinaròz, en la provincia de Castellón. La ciudad, fundada en la época romana, ha estado íntimamente ligada a su puerto y al desarrollo comercial y agrícola, aspectos que han configurado su crecimiento a lo largo de los siglos. El río, cuya

desembocadura está situada al norte del núcleo urbano, ha sido históricamente una barrera natural entre Vinaròz y sus alrededores, lo que ha generado la necesidad de infraestructuras que permitan la comunicación fluida entre ambas orillas.

En el siglo XX, las infraestructuras de transporte evolucionaron con la construcción de puentes para vehículos y peatones, que, aunque funcionales, no han resuelto completamente la falta de una conexión directa y accesible para ciclistas y peatones. El desarrollo de urbanizaciones en la Costa Norte de Vinaroz y el aumento del turismo han intensificado la demanda de una infraestructura peatonal que conecte estas áreas con el centro urbano.



Figura 2: Conexión entre zonas previstas

En las últimas décadas, se ha puesto un énfasis creciente en la planificación urbana sostenible, dando lugar a proyectos orientados a mejorar la movilidad y la accesibilidad, fomentando el uso de medios de transporte no motorizados como la bicicleta y el tránsito peatonal. En este contexto, las autoridades locales, en conjunto con estrategias como el Plan de Movilidad Urbana Sostenible, impulsan el diseño de la pasarela peatonal. Esta infraestructura responde no solo a la necesidad histórica de mejorar la conectividad entre ambas márgenes del río Cervol, sino también a la modernización del entorno urbano, en línea con las tendencias europeas hacia ciudades más sostenibles y amigables con el medio ambiente.

Este proyecto, busca recuperar y poner en valor el espacio del río Cervol, conectando elementos patrimoniales de gran relevancia, con las áreas urbanas actuales. Con esta obra, el municipio de Vinaròz no solo aspira a superar la barrera física que el río Cervol ha supuesto durante siglos, sino que también busca dar un paso hacia el futuro, modernizando su infraestructura urbana en armonía con su historia y paisaje.

### 3. REQUISITOS DEL PROYECTO

Como se ha mencionado anteriormente, la elaboración de este proyecto como trabajo fin de grado nace de la licitación publicada por la Junta de Gobierno del Ayuntamiento de Vinaroz el 05 de octubre del 2020.

Donde el proyecto solicitado contempla la **elaboración y construcción** de la pasarela, con un presupuesto estimado de **1.301.652,89 EUR** y un plazo de ejecución de **7 meses**, tras la redacción del proyecto constructivo y la concesión de la autorización de costas. Se requiere que la pasarela sea estéticamente integrada con el entorno natural y urbano, además de cumplir con criterios técnicos que garanticen su funcionalidad y sostenibilidad.

El presente trabajo contempla la elaboración del diseño estructural de la pasarela de proyecto, el cual se apoyará en la normativa vigente y los requisitos mencionados en la licitación de la misma.

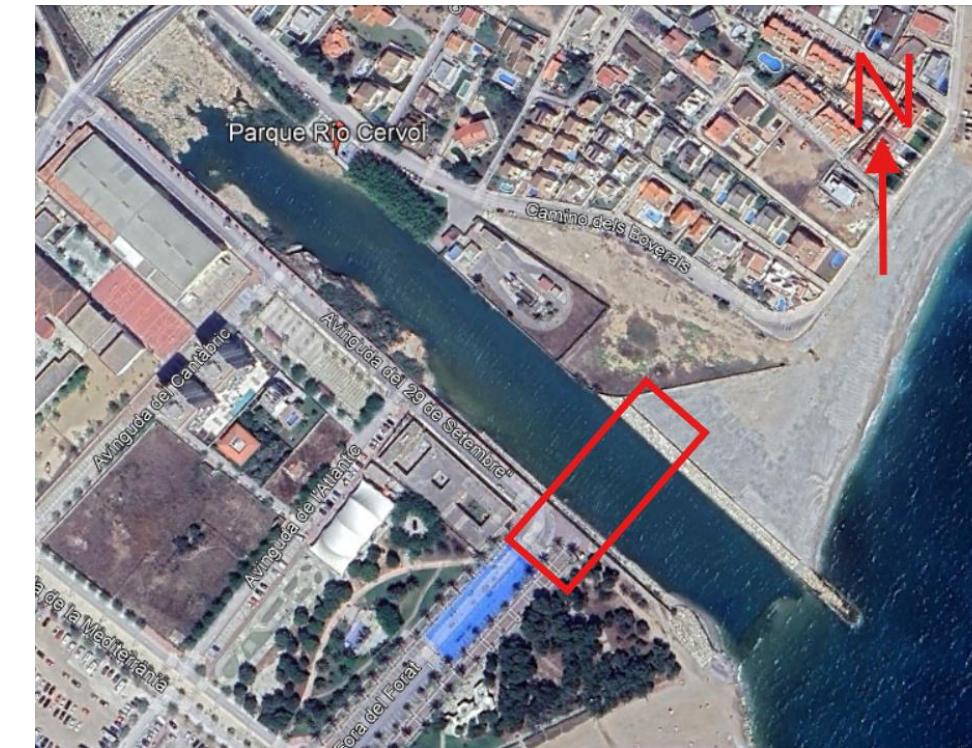
### 4. EMPLAZAMIENTO

La ubicación propuesta para la pasarela ciclo-peatonal se sitúa en la desembocadura del río Cervol, en la zona norte del municipio de Vinaròs, provincia de Castellón.



Las obras se emplazan al este de la ciudad, en la desembocadura del Río Cervol. Dicha desembocadura queda limitada por el espigón situado en el Nordeste de la Playa Fora del Forat y en la Playa de piedras Els Cossis.

En uno de los lados de la desembocadura se observa un espigón que delimita la costa en el lado norte del



río, mientras que en el otro se encuentra un muro de contención que marca el inicio o final del paseo marítimo de Vinaròs, según el punto de vista. La zona de intervención es favorable, ya que no hay edificios cercanos, lo que facilita el trabajo. Además, los terrenos próximos a la urbanización de Els Cossis, son aptos para el uso de maquinaria y la instalación de apeos provisionales durante la construcción.

### 5. SITUACIÓN DE ESTUDIO

Esta área, que conecta el núcleo urbano con las urbanizaciones de la Costa Norte, presenta una serie de características geográficas, ambientales y urbanísticas que deben ser tenidas en cuenta en el diseño y la ejecución del proyecto.

La posible realización de dicho proyecto ensalza la belleza paisajística, impulsa el transporte sostenible y fomenta la realización de actividades costeras.

La zona de estudio se encuentra despejada con un espacio delimitado para facilitar la ejecución de las obras, comose ha comentado anteriormente en un margen del río existe más espacio libre para la ejecución, el otro margen se encuentra más próximo a edificios colindantes y enlaza con una carretera.

## 6. REPORTAJE FOTOGRÁFICO

A continuación, se muestran una serie de fotografías que detallan la zona de trabajo delimitada:



1

Figura 5: Margen del río sur vistas al norte



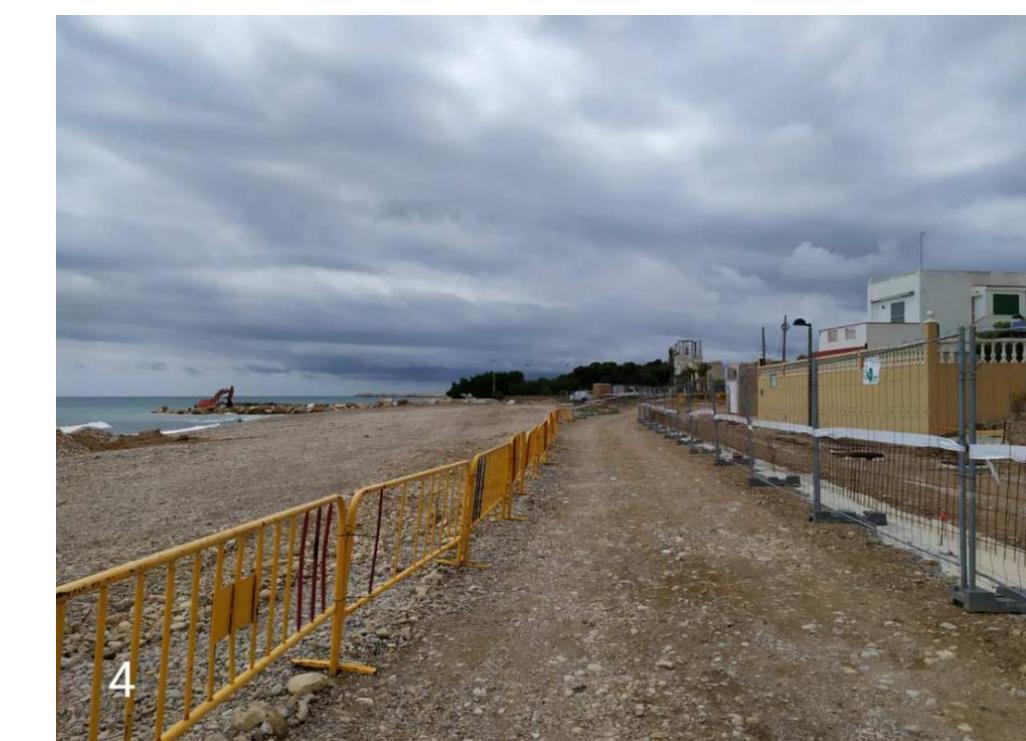
3

Figura 7: Margen norte del río camino vistas al norte



2

Figura 6: Campo margen norte del río vistas al río



4

Figura 8: Margen norte del río camino vistas al sur



Figura 9: Margen norte del río camino paralelo al río vistas al este



Figura 10: Margen norte del río Campo vistas al sur

## 7. SITUACIÓN ACTUAL

Actualmente existe una pasarela construida en el emplazamiento de estudio, que se trata de una pasarela de chapa tesada, esta solución construida presenta grandes vibraciones y movimientos por lo que se plantea una alternativa a la pasarela construida.



Figura 11: Pasarela existente

La realización de esta pasarela parte de un supuesto en el que no se realiza dicho proyecto y se mantiene la circulación por el siguiente puente más cercano.





UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR  
DE INGENIEROS DE CAMINOS,  
CANALES Y PUERTOS



### 03. ESTUDIO DE SOLUCIONES



## ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>2. ESTUDIO DE SOLUCIONES .....</b>	<b>1</b>
<b>2.1. COMPORTAMIENTO DEL CABLE PRINCIPAL .....</b>	<b>1</b>
<b>2.2. ESTUDIO DE CARGAS Y TENSIONES GENERADAS .....</b>	<b>2</b>
<b>2.3. SELECCIÓN DE SECCIONES DE CABLE REPRESENTATIVAS EN FUNCIÓN DE LA CARGA A SOPORTAR .....</b>	<b>4</b>
<b>2.4. MODELIZACIÓN DEL ANÁLISIS DEL CONJUNTO DE CABLE DE RETENIDA, CABLE PRINCIPAL, Y VECTOR FUERZA RESULTANTE .....</b>	<b>5</b>
<b>2.5. ANÁLISIS DEL MODELO ANTERIOR, OBTENCIÓN DE GRÁFICAS REPRESENTATIVAS Y PROPUESTA DE SOLUCIONES .....</b>	<b>6</b>
<b>2.5.1. SECCIÓN DE CABLE DE 31 TORONES.....</b>	<b>7</b>
<b>2.5.1.1. INCLINACIÓN DE CABLE DE RETENIDA DE B=225.....</b>	<b>7</b>
<b>2.5.1.2. INCLINACIÓN DE CABLE DE RETENIDA DE B=240.....</b>	<b>7</b>
<b>2.5.1.3. INCLINACIÓN DE CABLE DE RETENIDA DE B=255.....</b>	<b>8</b>
<b>2.5.1.4. INCLINACIÓN DE CABLE DE RETENIDA DE B=270.....</b>	<b>8</b>
<b>2.5.2. SECCIÓN DE CABLE DE 37 TORONES.....</b>	<b>9</b>
<b>2.5.2.1. INCLINACIÓN DE CABLE DE RETENIDA DE B=225.....</b>	<b>9</b>
<b>2.5.2.2. INCLINACIÓN DE CABLE DE RETENIDA DE B=240.....</b>	<b>9</b>
<b>2.5.2.3. INCLINACIÓN DE CABLE DE RETENIDA DE B=255.....</b>	<b>10</b>
<b>2.5.2.4. INCLINACIÓN DE CABLE DE RETENIDA DE B=270.....</b>	<b>10</b>
<b>2.5.3. SECCIÓN DE CABLE DE 43 TORONES.....</b>	<b>11</b>
<b>2.5.3.1. INCLINACIÓN DE CABLE DE RETENIDA DE B=225.....</b>	<b>11</b>
<b>2.5.3.2. INCLINACIÓN DE CABLE DE RETENIDA DE B=240.....</b>	<b>11</b>
<b>2.5.3.3. INCLINACIÓN DE CABLE DE RETENIDA DE B=255.....</b>	<b>12</b>
<b>2.5.3.4. INCLINACIÓN DE CABLE DE RETENIDA DE B=270.....</b>	<b>12</b>
<b>2.6. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS Y PROPUESTA DE SOLUCIONES .....</b>	<b>13</b>
<b>2.7. JUSTIFICACIÓN DE SOLUCIÓN ADOPTADA .....</b>	<b>14</b>
<b>2.7.1. CONCLUSIÓN DE LAS ALTERNATIVAS PROPUSTAS.....</b>	<b>14</b>
<b>2.7.2. JUSTIFICACIÓN DE SOLUCIÓN ADOPTADA .....</b>	<b>14</b>
<b>2.7.2.1. SEPARACIÓN DEL TABLERO CON EL CABLE PRINCIPAL EN CENTRO LUZ .....</b>	<b>14</b>
<b>2.7.2.2. INDEPENDIZAR CABLE DE RETENIDA Y DIMENSIONES .....</b>	<b>14</b>
<b>2.7.2.3. DIMENSIONES DE LAS TORRES .....</b>	<b>14</b>
<b>2.7.2.4. CONTRA FLECHA DE EJECUCIÓN .....</b>	<b>15</b>
<b>2.7.2.5. ANÁLISIS DE VIABILIDAD ESTRUCTURAL.....</b>	<b>15</b>

Figura 1: Representación de las curvas como catenaria y parábola del cable principal .....	1
Figura 2: Representación de las curvas como catenaria y parábola del cable principal ampliada .....	1
Figura 3: Ejemplo de la comba producida en el cable con una altura de 5 metros de torre .....	2
Figura 4: Variación de pendientes de parábola según altura de torre .....	2
Figura 5: Variación de la fuerza de pretensado necesaria según la altura de torre para un cable de retenida con pendiente fija .....	3
Figura 6: Croquis de ejemplo para una pasarela con los parámetros mostrados .....	6
Figura 7: Croquis de parámetros obtenidos con el presente estudio .....	6
Figura 8: Parámetros obtenidos sección 31 torones e inclinación de $\beta$ de 225° .....	7
Figura 9: Parámetros obtenidos sección 31 torones e inclinación de $\beta$ de 240° .....	7
Figura 10: Parámetros obtenidos sección 31 torones e inclinación de $\beta$ de 255° .....	8
Figura 11: Parámetros obtenidos sección 31 torones e inclinación de $\beta$ de 270° .....	8
Figura 12: Parámetros obtenidos sección 37 torones e inclinación de $\beta$ de 225° .....	9
Figura 13: Parámetros obtenidos sección 37 torones e inclinación de $\beta$ de 240° .....	9
Figura 14: Parámetros obtenidos sección 37 torones e inclinación de $\beta$ de 255° .....	10
Figura 15: Parámetros obtenidos sección 37 torones e inclinación de $\beta$ de 270 .....	10
Figura 16: Parámetros obtenidos sección 43 torones e inclinación de $\beta$ de 225 .....	11
Figura 17: Parámetros obtenidos sección 43 torones e inclinación de $\beta$ de 240 .....	11
Figura 18: Parámetros obtenidos sección 43 torones e inclinación de $\beta$ de 255 .....	12
Figura 19: Parámetros obtenidos sección 43 torones e inclinación de $\beta$ de 270 .....	12
Figura 20: Alternativa 1 para el diseño estructural de pasarela .....	13
Figura 21: Alternativa 2 para el diseño estructural de pasarela .....	13
Figura 22: Alternativa 3 para el diseño estructural de pasarela .....	13
Figura 23: Solución adoptada para el diseño estructural de la pasarela .....	14
Figura 24: Sección tipo del tablero adoptado para la estructura .....	15



Tabla 1: Ejemplo de puntos de control de la parábola adoptada .....	2
Tabla 2: Ecuaciones generadas para la obtención de los parámetros de la parábola .....	2
Tabla 3: Parámetros de la parábola .....	2
Tabla 4: Ecuación de la parábola obtenida .....	2
Tabla 5: Pendiente y ángulo de la parábola obtenida .....	2
Tabla 6: Cargas estimadas para un predimensionamiento del cable principal.....	3
Tabla 7: Vector y componentes del cable principal en un nudo extremo.....	3
Tabla 8: Fuerza de pretensado necesaria para el cable de retenida con una pendiente fija .....	3
Tabla 9: Propiedades mecánicas básicas del cable de retenida .....	4
Tabla 10: Número de torones necesarios en el cable de retenida.....	4
Tabla 11: Fuerza de pretensado máxima por sección de cable de retenida .....	4
Tabla 12: Segmento del modelo: obtención de componentes de fuerza en los nudos extremos del cable principal .....	5
Tabla 13: Segmento del modelo: selección de dirección y número de torones del cable de retenida en función de las componentes del cable principal.....	5
Tabla 14: Vector resultante con dirección y magnitud, obtenido en cada altura de torre vista en el segmento de modelo anterior.....	5
Tabla 15: Cargas empleadas para el dimensionamiento del cable de retenida .....	15



## 1. Objeto

El objeto del presente Estudio de soluciones tiene como objetivo principal la obtención de la solución óptima en cuanto al diseño de pasarela colgante.

Para ello, este estudio se centrará en la disposición del cable de retenida, y la cantidad de pretensado necesario, en función de la inclinación del cable principal en la intersección con las torres, y las cargas a soportar.

Además, es de destacar que con la solución desarrollada y según los antecedentes expuestos se busca el máximo equilibrio entre la afección medio ambiental y la viabilidad técnica – económica.

Una vez realizado un estudio que justifique la optimización de los materiales según los parámetros adoptados, se propondrán 3 soluciones de las cuales se escogerá la más oportuna según una serie de criterios.

## 2. Introducción

El presente estudio está compuesto por fases consecutivas, el orden seguido es el siguiente:

- Análisis del comportamiento del cable principal y modelización del mismo.
- Estudio de la reacción generada según la inclinación en contacto con las torres.
- Cálculo aproximado del pretensado necesario según la inclinación del cable de retenida y el cable principal, y elección de secciones tipo de cable de retenida.
- Modelización de los parámetros anteriores y obtención de gráficos representativos.
- Elección de 3 modelos representativos.

## 3. Estudio de soluciones

### 3.1. Comportamiento del cable principal

En el presente apartado se estudia el comportamiento del cable.

El cable principal, tiende a formar una catenaria, ya que la carga a soportar es principalmente su peso propio y las cargas puntuales colgadas por péndolas en tramos cortos a lo largo de la pasarela.

El estudio de una catenaria modificando parámetros en función de las múltiples situaciones que se plantean, es un tanto desafiante, por lo que se propone simplificar el proceso optando por una solución casi idéntica y perfectamente asumible, la cual es la parábola.

Se han trazado las siguientes gráficas de las curvas estudiadas, que representan el recorrido total de la pasarela de aproximadamente 68 metros de luz y una flecha de 5 metros para visualizar la viabilidad de la curva propuesta.

Las curvas estudiadas son las siguientes:

	$g(x) = \frac{1}{245} x^2 - 5$	⋮
	$q(x) = 123.32 \cosh\left(\frac{x}{123.32}\right) - 128.32$	⋮

Ecuación 1: Parábola y Catenaria de la curva del cable principal

Las cuales nos proporcionan las siguientes gráficas:

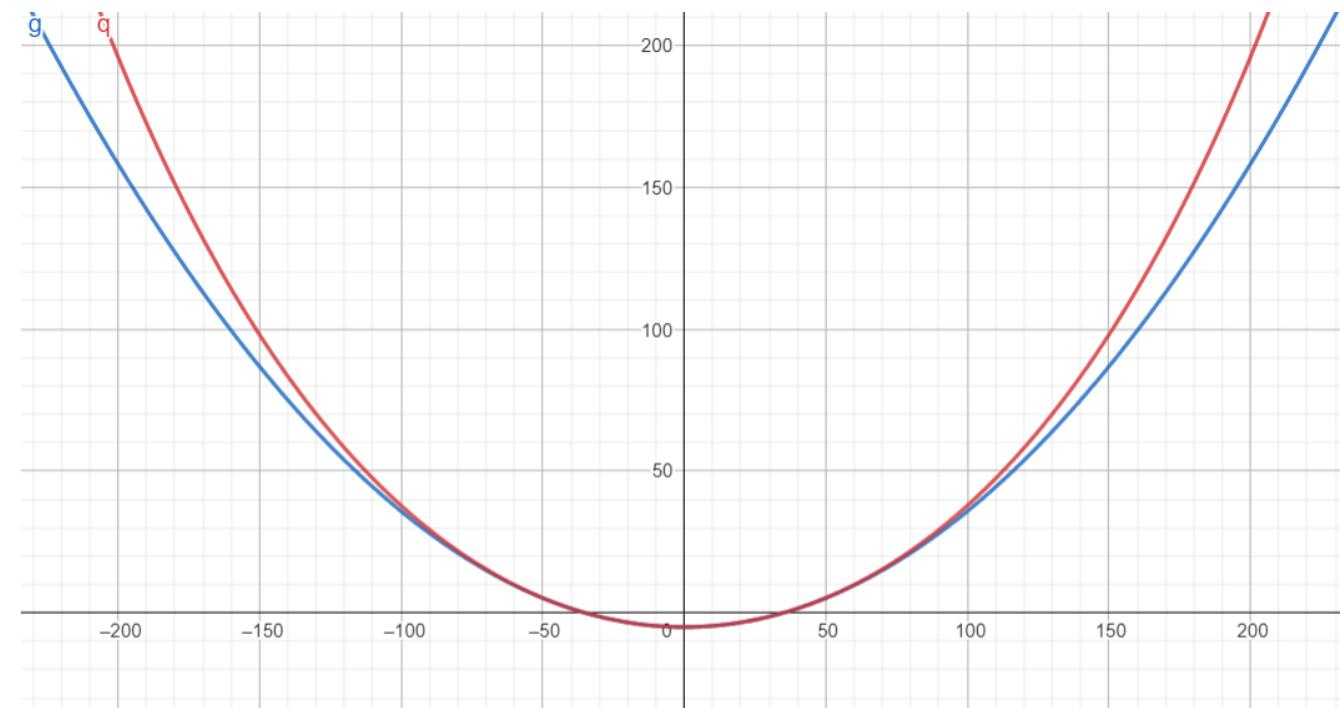


Figura 1: Representación de las curvas como catenaria y parábola del cable principal

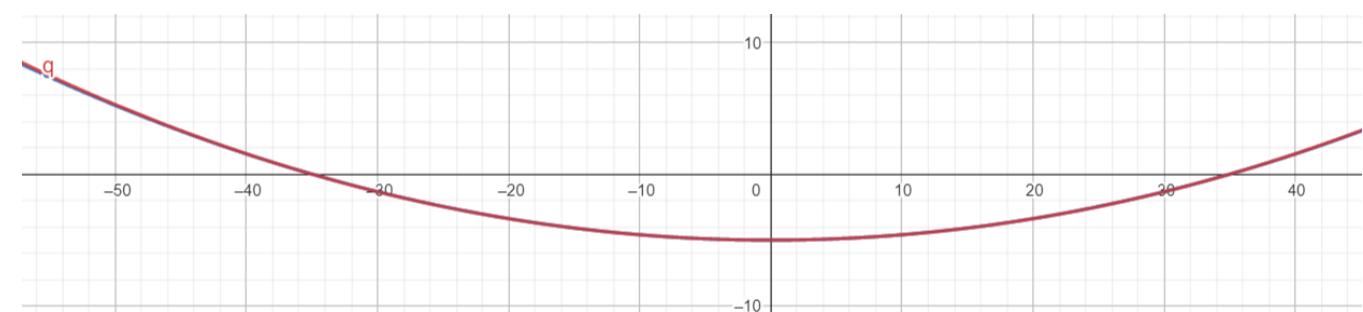


Figura 2: Representación de las curvas como catenaria y parábola del cable principal ampliada

Se observa que para el rango de luz y altura objeto de estudio, la diferencia es completamente inapreciable. Por lo que se acepta el método simplificado de estudio visualizando el cable principal como parábola.



A continuación, interesa saber la variación de la pendiente que forma el cable principal, en el nudo de la intersección con las torres.

Para ello se ha adoptado que el cable principal, tendrá el centro de la parábola tangente al tablero, permitiendo visualizar la altura de flecha en función de la altura de torres.

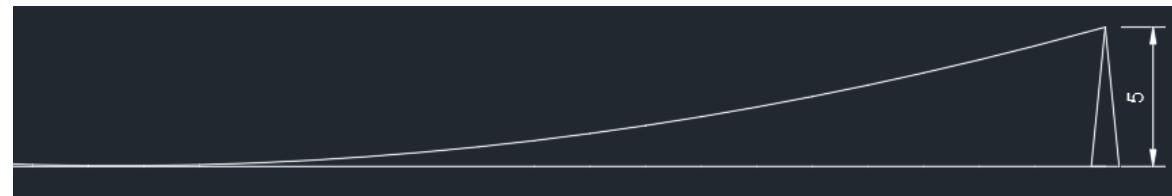


Figura 3: Ejemplo de la coma producida en el cable con una altura de 5 metros de torre

La variación del ángulo formado en los nudos se obtiene mediante la obtención de la ecuación de la parábola que contiene el cable. Se ha programado un modelo, donde los datos de partida son 3 puntos por los cuales pasa la parábola, que son los 2 apoyos y el centro del cable, el cual está en contacto con el tablero. Mediante una matriz que resuelve el sistema de ecuaciones de formado por las 3 ecuaciones con los 3 puntos independientes, se obtienen los 3 parámetros que nos proporcionan la ecuación de la parábola.

Por ejemplo, para la pasarela de 68 metros de largo con una altura de torres de 5metros, se proporcionan los siguientes datos

PUNTOS		
X1	0,0000	Y1
X2	34,0000	Y2
X3	68,0000	Y3

Tabla 6: Ejemplo de puntos de control de la parábola adoptada

Con ello se insertan los puntos en una matriz que contiene las ecuaciones de la parábola:

$$y = ax^2 + bx + c$$

MATRIZ		VECTOR INDEPENDIENTE
0	0	1
1156	34	1
4624	68	1

Tabla 7: Ecuaciones generadas para la obtención de los parámetros de la parábola

Se resuelve el sistema de ecuaciones y se obtienen los siguientes parámetros de la ecuación:

PARÁMETROS	
A	0,00432526
B	-0,29411765
C	5

Tabla 8: Parámetros de la parábola

Obteniendo la parábola:

$$Y= 0,00432526 X^2 + -0,294117647 X + 5$$

Tabla 9: Ecuación de la parábola obtenida

Y consecutivamente, la pendiente en los nudos extremos, respecto a la horizontal, traducido a grados sexagesimales de giro:

Pendiente en punto:	
X =	0,0000
Y =	5
Y' =	-0,29412
(rad) =	-0,28605
(grados) =	-16,3895

Tabla 10: Pendiente y ángulo de la parábola obtenida

Con ello finalizamos el sistema de modelo para obtener la pendiente en los nudos según la altura de torre, y se aplica a todas las alturas con una variación de altura mínima para analizar el comportamiento.

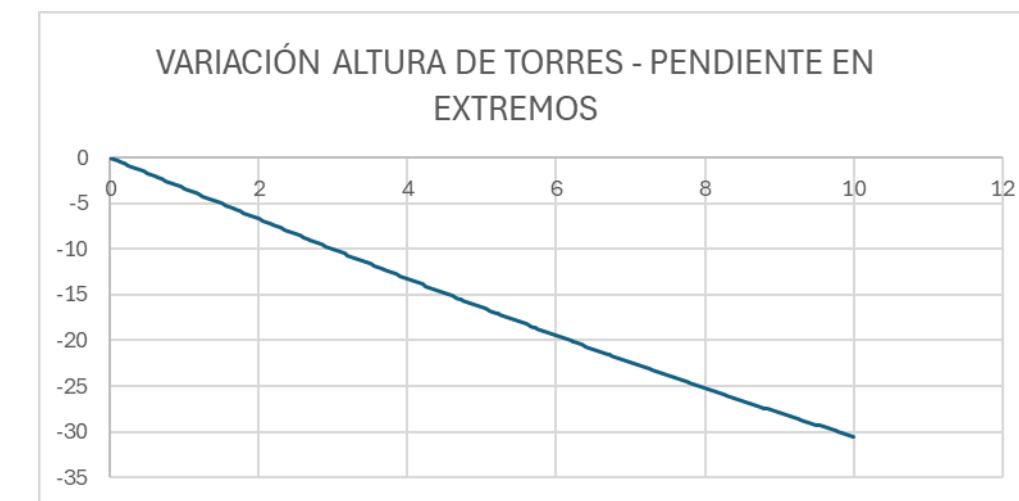


Figura 4: Variación de pendientes de parábola según altura de torre

Se observa que son linealmente proporcionales.

### 3.2. Estudio de cargas y tensiones generadas

Una vez obtenido el modelo que nos permite conocer las pendientes del cable principal según la altura de las torres, podemos empezar a analizar las cargas y las tensiones generadas en el cable.

Puesto que en la presente fase de estudio no existe una sección de tablero bien definida, se realizará un cálculo preliminar empleando como carga permanente 40 cm de tablero de hormigón, y la sobrecarga de uso del paso peatonal, lo que para una pasarela colgante sería una carga considerable y del lado de la seguridad.

Se calcula el peso total que soportará la estructura, se realiza una combinación de Estado Límite Último, y se divide la carga en los 4 nudos de los 2 cables que están en contacto con las torres.



DATOS			
TABLERO DE HORMIGON		CARGAS	
LUZ (M)	70	SOBRECARGA (KN)	PP TABALERO (KN)
ANCHO (M)	5	1750	3500
CANTO (M)	0,4	COMBINACIÓN ELU KN	CARGA POR NUDO KN
$\gamma$ Horm (KN/M3)	25	7087,5	1771,875
SOBRECARGA DE USO (KN/M2)	5		

Tabla 11: Cargas estimadas para un predimensionamiento del cable principal

Una vez obtenida la carga vertical que se soporta en cada nudo, se obtiene mediante un cálculo de vectores y ángulos, el vector fuerza del cable en tensión, y posteriormente se descompone en sus componentes horizontal y vertical, para así poder buscar la fuerza de pretensado más oportuna para el cable de retenida.

Este sistema se empleará con muchas alturas de torre para analizar la variación de fuerza, como se ha ejecutado para los grados de a continuación.

CABLE PRINCIPAL					
CARGA POR NUDO	PDTE DEL CABLE EN NUDO EXTREMO (°)	PDTE EN RADIANES	FUERZA DEL VECTOR CABLE	COMPONENTE HORIZONTAL EN EL NUDO	COMPONENTE VERTICAL EN EL NUDO
1771,875	15	0,261799388	6845,999294	6612,727525	-1771,875

Tabla 12: Vector y componentes del cable principal en un nudo extremo

Del mismo modo, pero de forma inversa, se puede obtener la fuerza de pretensado necesaria en el cable de retenida para que el vector fuerza caiga sobre la vertical en el nudo de contacto con las torres, únicamente teniendo que compensar la componente horizontal del cable principal.

PDTE DEL CABLE EN NUDO (°)	PDTE EN RADIANES	FUERZA HORIZONTAL EN EL NUDO	FUERZA VERTICAL EN EL NUDO	FUERZA POR NUDO
225	3,926990817	-6612,727525	-6612,727525	9351,80895

Tabla 13: Fuerza de pretensado necesaria para el cable de retenida con una pendiente fija

A continuación, empleamos este mismo sistema para analizar la variación de fuerza necesaria en función de la variación de la pendiente del cable por la altura de torres para obtener un vector resultante vertical en el nudo mediante un cable de retenida a 45 grados de la horizontal

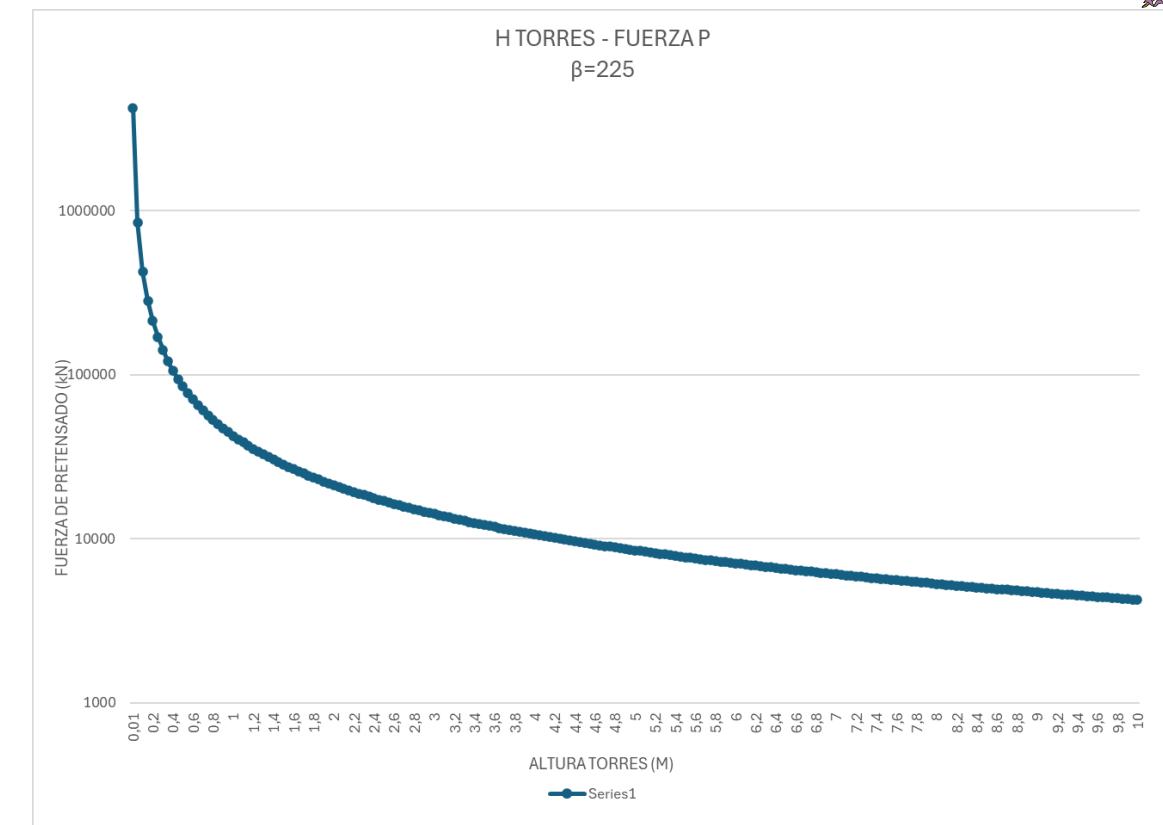


Figura 5: Variación de la fuerza de pretensado necesaria según la altura de torre para un cable de retenida con pendiente fija

Mediante el análisis se puede llegar a la conclusión de que, para una altura de torres de menos de 3 metros de altura, la fuerza requerida no es práctica. Para optimizar la fuerza de pretensado, es deseable que la altura de torres tenga un mínimo de 3 metros de altura, lo que se puede traducir en 20 grados de inclinación en el cable principal, para que la fuerza del cable de retenida necesaria no se dispare.

Con presentes datos analizados, a continuación, se deberá analizar varias disposiciones de cable de retenida que optimicen el material del cable y faciliten una solución práctica para el problema a estudiar.

### 3.3. Selección de secciones de cable representativas en función de la carga a soportar

Una vez obtenidas las componentes de fuerza que se generan en los nudos del cable, se puede buscar un cable de retenida por catálogo, que sea capaz de proporcionar la fuerza de pretensado necesaria para compensar la componente horizontal en el sentido contrario, y así llevar el vector resultante de ambas fuerzas a la dirección objetivo donde se situará el eje de las torres.

El cable de retenida se ha buscado en el catálogo del fabricante "VSL", pionero en cables de pretensado, donde proporciona la tensión máxima por cable para la sección escogida de torón, y así poder hacer un cálculo rápido de los torones necesarios por carga para escoger la combinación de torones más oportuna.

#### 1.1 Strand Properties 15 mm (0.6")

Strand type		prEN 10138 - 3 (2009)			ASTM A 416-10
		Y1860S7	Y1860S7	Y1770S7	
Nominal diameter	d	(mm)	153	15.7	15.7
Nominal cross section	A <sub>b</sub>	(mm <sup>2</sup> )	140	150	140
Nominal mass	M	(kg/m)	1093	1172	1102
Nominal yield strength	f <sub>p0.2k</sub> / f <sub>y</sub>	(MPa)	1636 <sup>b</sup>	1640 <sup>b</sup>	1560 <sup>b</sup>
Specif./min. yield load	F <sub>p0.2k</sub> / F <sub>y</sub>	(kN)	229 <sup>a</sup>	246 <sup>a</sup>	234 <sup>a</sup>
Nominal tensile strength	f <sub>pk</sub>	(MPa)	1860	1860	1770
Specif./min. breaking load	F <sub>pk</sub>	(kN)	2604	279.0	265.5
Young's modulus		(GPa)	approx. 195		
Relaxation <sup>a</sup> after 1000 h at 20 °C and 0.7 x F <sub>pk</sub>		(%)	max. 2.5		

Tabla 14: Propiedades mecánicas básicas del cable de retenida

Se ha escogido la sección Y1860S7 de 150 mm<sup>2</sup> de sección con una carga máxima de 279kN por torón, donde para la carga previamente estudiada se obtiene la siguiente cantidad de torones por cable.

PDTE DEL CABLE DE RETENIDA EN NUDO (°)	PDTE EN RADIANES	FUERZA HORIZONTAL EN EL NUDO	FUERZA VERTICAL EN EL NUDO	FUERZA POR CABLE	N TORONES
225	3,926990817	-6612,727525	-6612,727525	9351,80895	33,51902849

Tabla 15: Número de torones necesarios en el cable de retenida

La pendiente escogida del cable de retenida se ha escogido como una representativa comúnmente empleada para obtener un orden de magnitud en cuanto a los torones necesarios, pudiendo ser más fuerza la necesaria para diferentes disposiciones de cable.

Por lo que se escogen 3 secciones tipo de combinación de torones de la misma orden de magnitud para calcular esfuerzos.

#### 1.2 Tendon Properties 15 mm (0.6") and corresponding duct diameters

Unit	Strands	Breaking load			Corrugated steel duct <sup>a</sup> recommended <sup>b</sup>			Plastic duct VSL PT-PLUS <sup>c</sup>			PE pipe <sup>d</sup>	
		Y1860S7 (prEN)	Y1770S7 (prEN)	Grade 270 (ASTM)	θ <sub>1</sub> / θ <sub>3</sub>	e	θ <sub>1</sub> / θ <sub>3</sub>	e	θ <sub>1</sub> / θ <sub>3</sub>	e	θ <sub>ext</sub> x t <sub>min</sub>	e
6-31	28	7280	7812	7434	7300	120/127	21	110/117	15	130/136	27	140 x 6.7
	29	7540	8091	7700	7560	130/137	27	120/127	21	130/136	27	140 x 6.7
	30	7800	8370	7965	7821	130/137	26	120/127	20	130/136	26	140 x 6.7
	31	8060	8649	8231	8082	130/137	25	120/127	19	130/136	25	140 x 6.7
	32	8320	8928	8496	8342	130/137	24	120/127	18	130/136	24	140 x 6.7
	33	8580	9207	8762	8603	130/137	23	120/127	17	130/136	23	140 x 6.7
6-37	34	8840	9486	9027	8864	130/137	22	120/127	16	130/136	22	140 x 6.7
	35	9100	9765	9293	9125	140/147	21	130/137	22	130/136 <sup>3)</sup>	22	140 x 6.7
	36	9360	10044	9558	9385	140/147	20	130/137	21	130/136 <sup>3)</sup>	21	140 x 6.7
	37	9620	10323	9824	9646	140/147	19	130/137	20	130/136 <sup>3)</sup>	20	140 x 6.7
	6-43	11180	11997	11417	11210	150/157	27	140/147	21	150/157	27	160 x 7.7
	6-55	55	14300	15345	14603	14339	170/177	31	160/167	26	150/157	21

Tabla 16: Fuerza de pretensado máxima por sección de cable de retenida

A continuación, las combinaciones de torones escogidas para el cable:

Se han considerado para el presente estudio, las 3 opciones siguientes, siendo secciones comunes de cable de pretensado.

- N=31 (8649kN)
- N=37 (10323kN)
- N=43 (11997kN)

### 3.4. Modelización del análisis del conjunto de Cable de retenida, cable principal, y vector fuerza resultante.

Con los datos previamente analizados, se tienen los parámetros suficientes (Pendiente del cable de retenida, Fuerzas de pretensado por secciones tipo, altura de torres y pendiente del cable principal) para ejecutar un modelo donde podamos analizar la viabilidad de un conjunto de parámetros concretos, y compararlos con otros para seleccionar las soluciones más oportunas.

El modelo generado funciona de la siguiente forma:

Se ha creado una tabla con la altura de torres como filas, con una variación de 0,05 metros, con ello y las cargas de estudio empleadas previamente, se obtiene para cada altura de torre, la fuerza que se genera en cada cable.

Esta tabla se realiza para alturas desde 0,01 metro de torre hasta 10 metros para analizar todas las posibles opciones, aquí se deja un segmento representativo de la misma.

CARGA EN NUDO (KN)	1771,875
--------------------	----------

H TORRES (M)	CABLE PRINCIPAL				
	PDTE DEL CABLE GRADOS (°)	PDTE DEL CABLE RADIANES	VECTOR CABLE (KN)	COMPONENTE HORIZONTAL EN EL NUDO	VERTICAL EN EL NUDO
3	-10,014473	349,985527	-0,174785527	10189,22495	10033,98047
3,05	-10,17791942	349,822086	-0,177638205	10027,28048	9869,488986
3,1	-10,34119859	349,6588014	-0,180487964	9870,640231	9710,303679
3,15	-10,50430813	349,4956919	-0,183334763	9719,051493	9556,171875
3,2	-10,66724566	349,3327543	-0,186178559	9572,277357	9406,856689
3,25	-10,83000882	349,1699912	-0,189019312	9430,095488	9262,135817
3,3	-10,99259526	349,0074047	-0,191856981	9292,297027	9121,800426
3,35	-11,15500266	348,8449973	-0,194691525	9158,685579	8985,654151
3,4	-11,31722872	348,6827713	-0,197522903	9029,076304	8853,512178
3,45	-11,47927113	348,5207289	-0,200351077	8903,295074	8725,200408
3,5	-11,64112762	348,3588724	-0,203176006	8781,177709	8600,554688

Tabla 17: Segmento del modelo: obtención de componentes de fuerza en los nudos extremos del cable principal

A continuación, se le aplica un Pretensado, con una sección y una pendiente concreta respecto a la horizontal y un número concreto de torones

CABLE DE PRETENSADO				
PDTE DEL CABLE EN NUDO (°)	N TORONES	FUERZA P	HORIZONTAL EN EL NUDO	VERTICAL EN EL NUDO
225	31	8649	-6115,76655	-6115,76655

Tabla 18: Segmento del modelo: selección de dirección y número de torones del cable de retenida en función de las componentes del cable principal

Como resultado de la fuerza en ambos cables, se obtiene el vector resultante, con su dirección y magnitud, el cual deberá ser soportado por las torres.

Para la altura de torres estudiada, el vector resultante es el siguiente:

VECTOR RESULTANTE				
VECTOR RESULTANTE (KN)	HORIZONTAL EN EL NUDO	VERTICAL EN EL NUDO	ÁNGULO VR	ÁNGULO PDTE RADIANES REAL
8807,229391	3918,213918	-7887,64155	296,4160516	5,173436056
8735,291715	3753,722435	-7887,64155	295,4497402	5,156570741
8668,078588	3594,537129	-7887,64155	294,4995897	5,139987486
8605,305226	3440,405325	-7887,64155	293,5657073	5,123688164
8546,704835	3291,090139	-7887,64155	292,6481623	5,107673983
8492,027366	3146,369267	-7887,64155	291,7469881	5,091945525
8441,038378	3006,033876	-7887,64155	290,8621842	5,076502784
8393,517979	2869,887601	-7887,64155	289,9937193	5,061345211
8349,259868	2737,745628	-7887,64155	289,1415329	5,046471753
8308,070431	2609,433857	-7887,64155	288,3055381	5,031880892
8269,767912	2484,788137	-7887,64155	287,4856237	5,017570686

Tabla 19: Vector resultante con dirección y magnitud, obtenido en cada altura de torre vista en el segmento de modelo anterior

Conociendo la dirección de la resultante y la magnitud de fuerza se puede sacar conclusiones de si la solución con los parámetros escogidos es apta para nuestro diseño.



### 3.5. Análisis del modelo anterior, obtención de gráficas representativas y propuesta de soluciones

Para poder analizar los resultados que nos proporciona el modelo anteriormente realizado, se ha considerado que es conveniente, visualizar datos a través de unos gráficos de los resultados que representen todas las alturas de torre.

Para ello se han tenido que fijar 2 parámetros, de los cuales se ha considerado que los más oportunos son el número de torones y la inclinación del cable de retenida.

A continuación, los datos que se visualizan en los gráficos en función de la altura de torre:

- La dirección del vector resultante

A parte de este resultado, se representará en conjunto la relación anchura de base de torres – altura de torres, en función del pretensado aplicado y la dirección del mismo.

La base de las torres está formada por la diferencia entre la distancia entre la vertical en el nudo extremo del cable principal y la intersección del vector resultante con la horizontal contenida en el plano del tablero y la distancia entre la vertical en el nudo y la intersección del cable de retenida con la horizontal en plano de tablero.

Representados como a, b y Base

Esta dimensión de base es útil únicamente si se desea diseñar una torre que contenga tanto el cable de retenida como el vector resultante. Nos permite saber cuál sería el ancho mínimo de la base de torres.

A efectos prácticos, se deberá añadir el ancho necesario para contener el esfuerzo de las cargas y los recubrimientos necesarios.

Ejemplo:

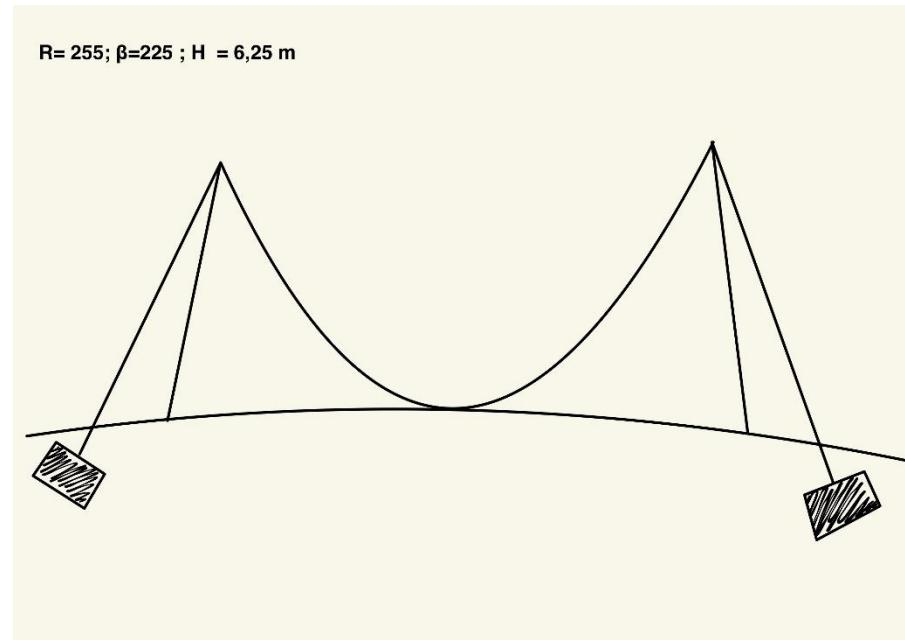


Figura 6: Croquis de ejemplo para una pasarela con los parámetros mostrados

(El ángulo  $\beta$  representa la dirección del vector del cable de pretensado)

$R=255; \beta=225; H = 6,25 \text{ m}$

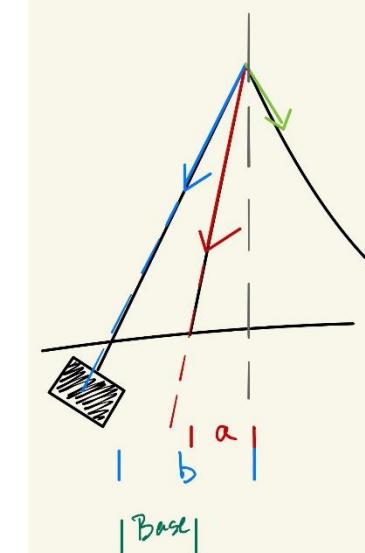


Figura 7: Croquis de parámetros obtenidos con el presente estudio

Como se ha descrito anteriormente, este ha sido un cálculo para un predimensionamiento con el objetivo de obtener soluciones óptimas, las cargas representativas empleadas para el sistema no son las cargas reales, las cargas reales se emplearán una vez se escogen las alternativas de estudio.

Las gráficas que se muestran a continuación están separadas por, número de torones y inclinación del cable de retenida.



### 3.5.1. Sección de cable de 31 torones

#### 3.5.1.1. Inclinación de cable de retenida de $\beta=225$

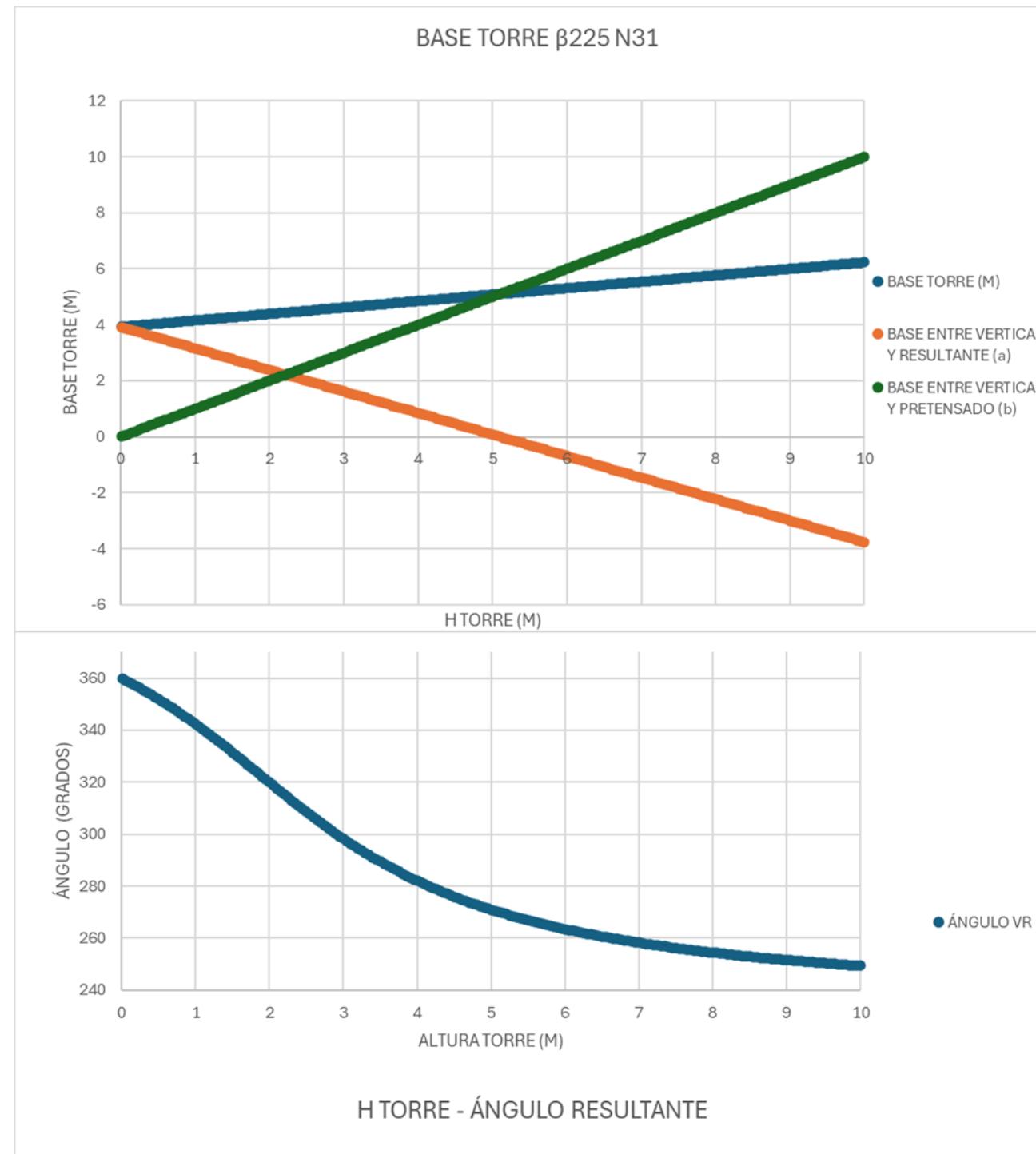


Figura 8: Parámetros obtenidos sección 31 torones e inclinación de  $\beta$  de  $225^\circ$

#### 3.5.1.2. Inclinación de cable de retenida de $\beta=240$

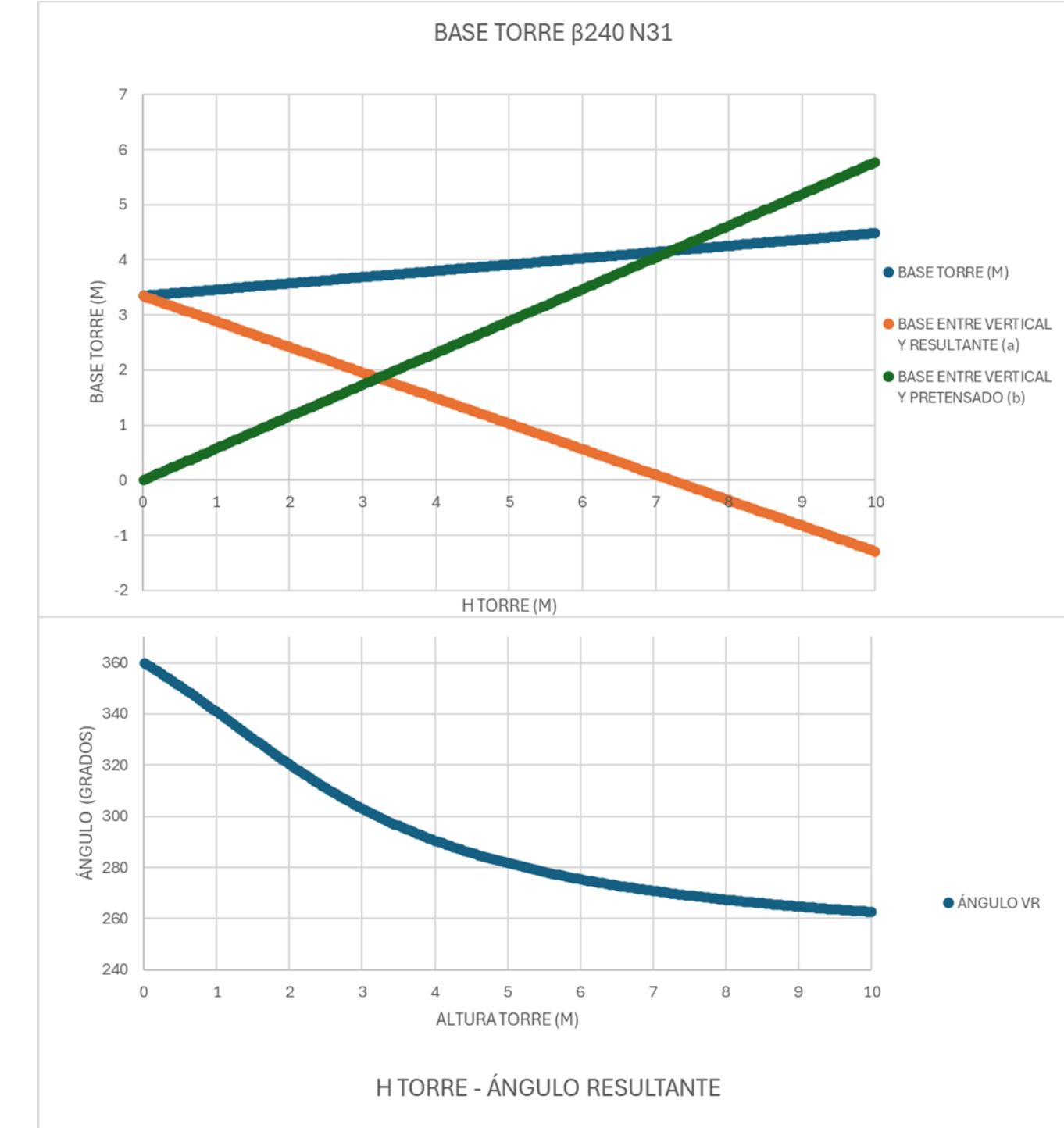


Figura 9: Parámetros obtenidos sección 31 torones e inclinación de  $\beta$  de  $240^\circ$

### 3.5.1.3. Inclinación de cable de retenida de $\beta=255$

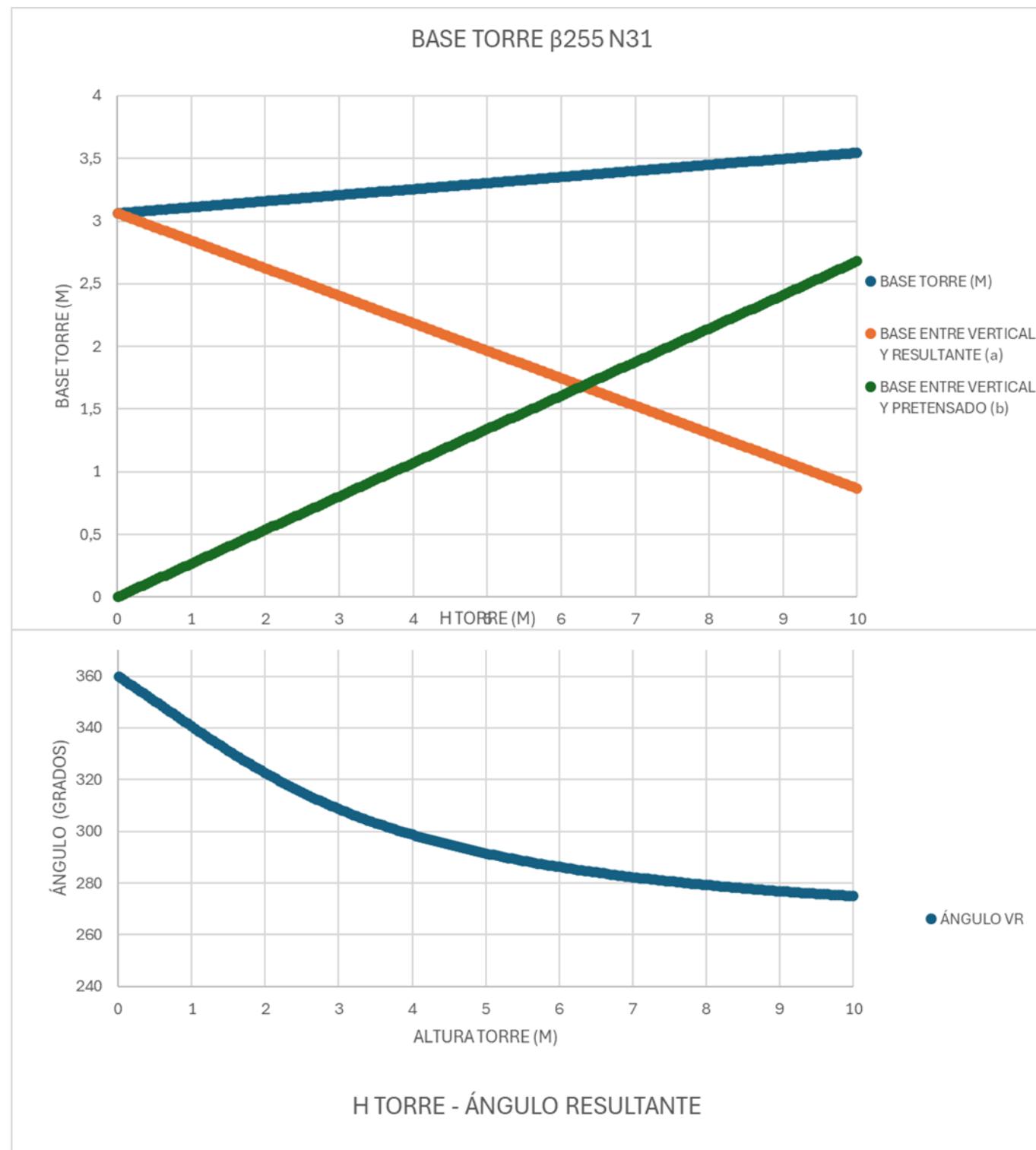


Figura 10: Parámetros obtenidos sección 31 torones e inclinación de  $\beta$  de  $255^\circ$

### 3.5.1.4. Inclinación de cable de retenida de $\beta=270$

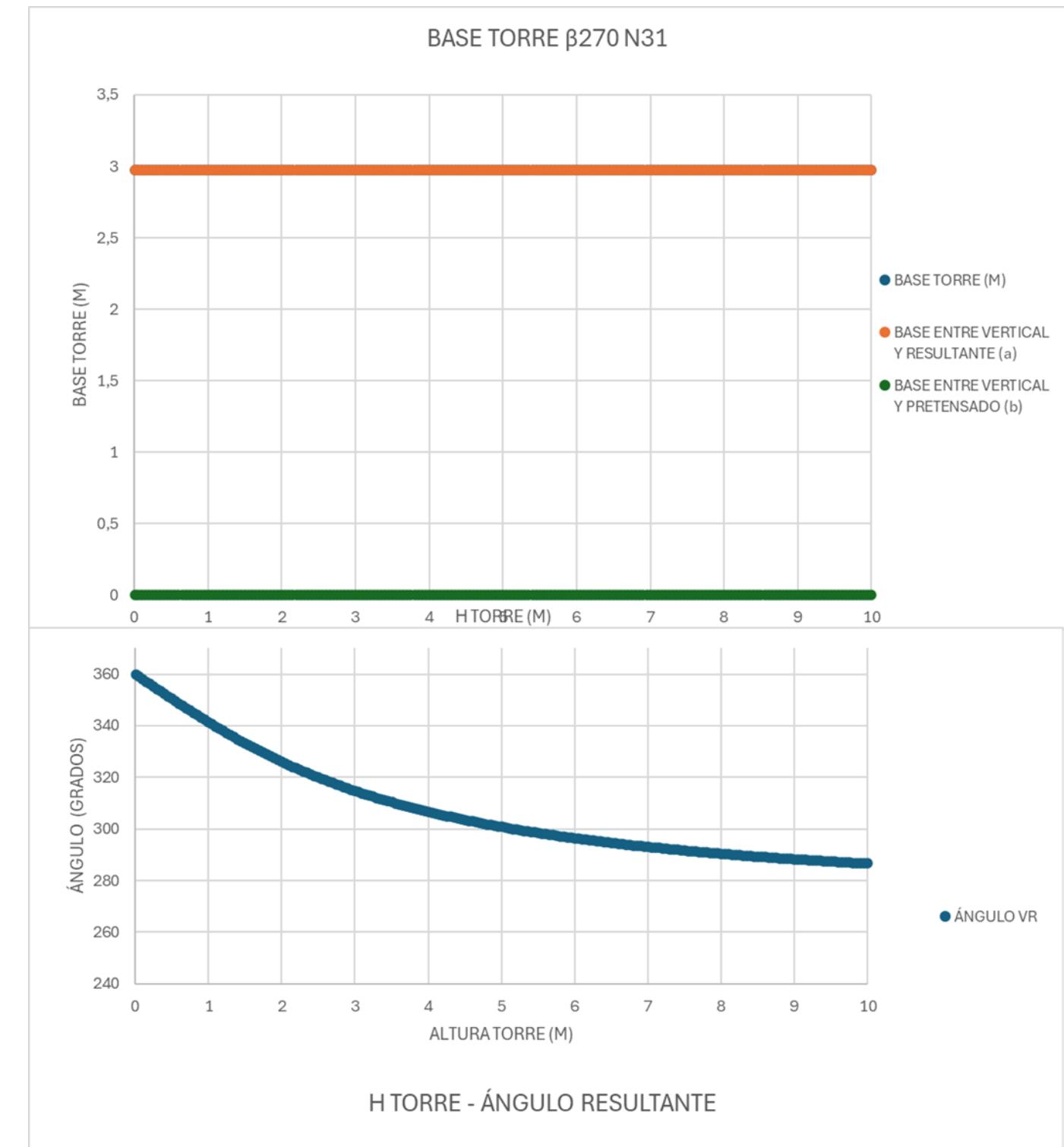


Figura 11: Parámetros obtenidos sección 31 torones e inclinación de  $\beta$  de  $270^\circ$



### 3.5.2. Sección de cable de 37 torones

#### 3.5.2.1. Inclinación de cable de retenida de $\beta=225$

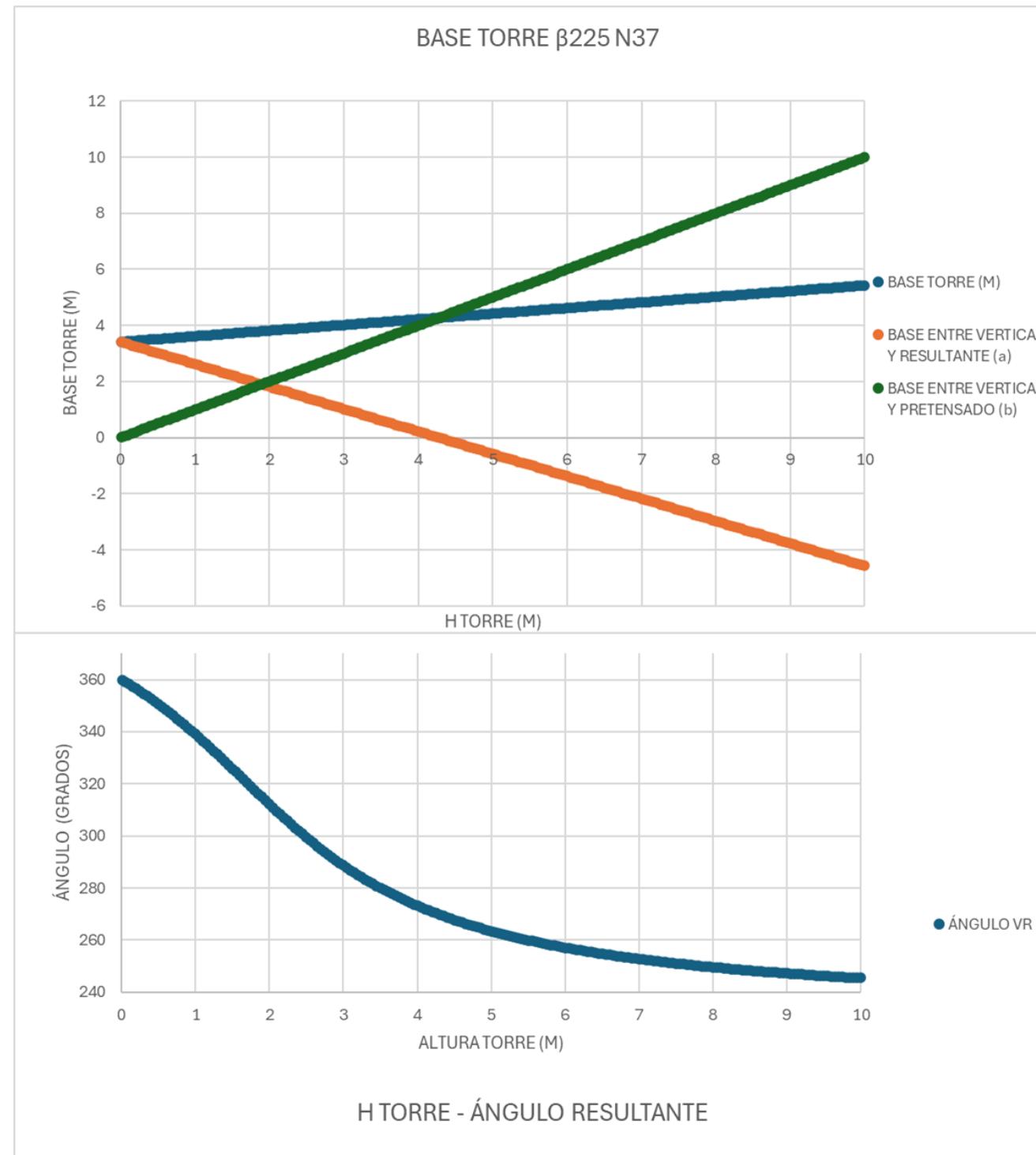


Figura 12: Parámetros obtenidos sección 37 torones e inclinación de  $\beta$  de  $225^\circ$

#### 3.5.2.2. Inclinación de cable de retenida de $\beta=240$

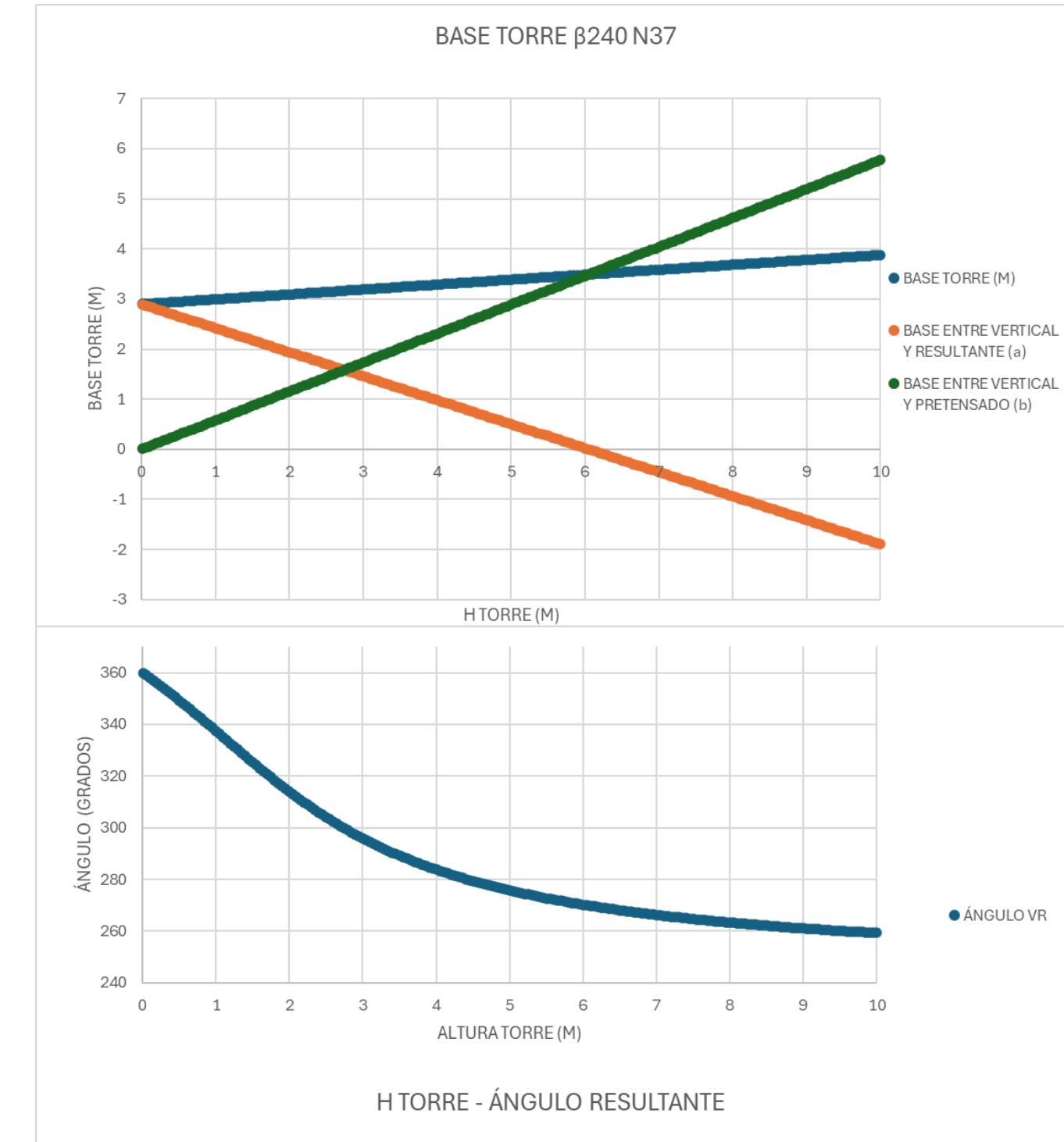


Figura 13: Parámetros obtenidos sección 37 torones e inclinación de  $\beta$  de  $240^\circ$



### 3.5.2.3. Inclinación de cable de retenida de $\beta=255$

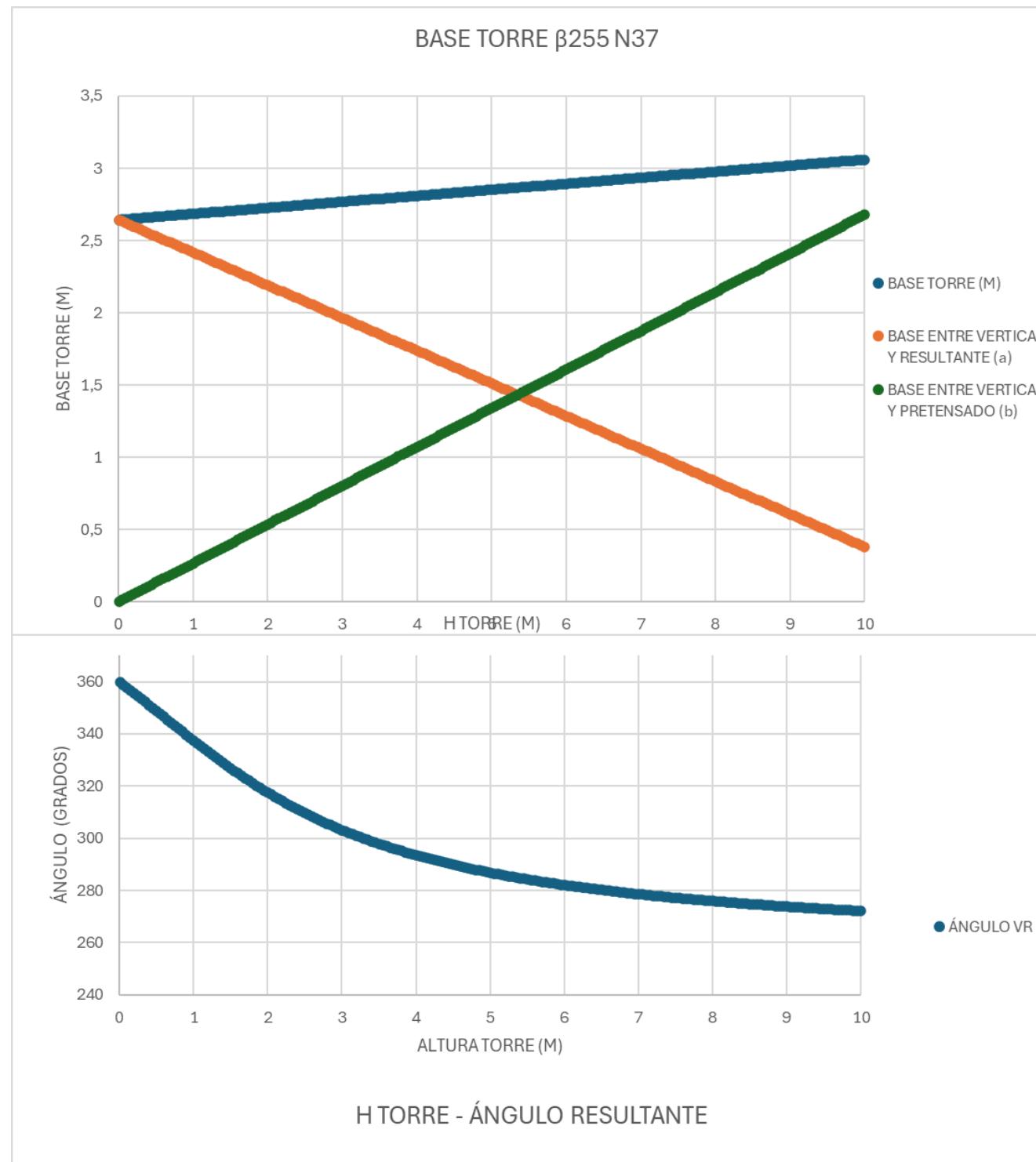


Figura 14: Parámetros obtenidos sección 37 torones e inclinación de  $\beta$  de  $255^\circ$

### 3.5.2.4. Inclinación de cable de retenida de $\beta=270$

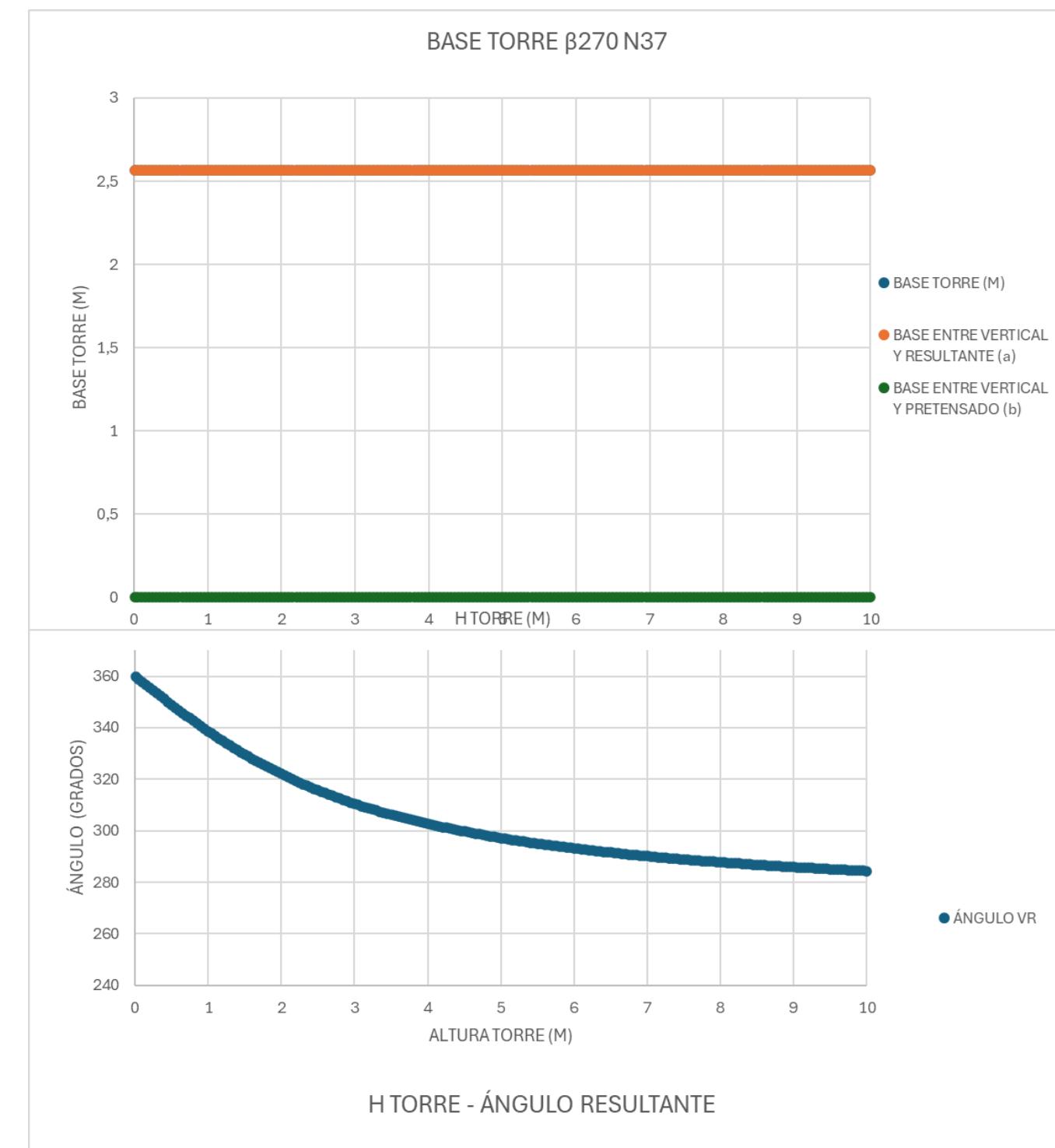


Figura 15: Parámetros obtenidos sección 37 torones e inclinación de  $\beta$  de  $270^\circ$

### 3.5.3. Sección de cable de 43 torones

#### 3.5.3.1. Inclinación de cable de retenida de $\beta=225$

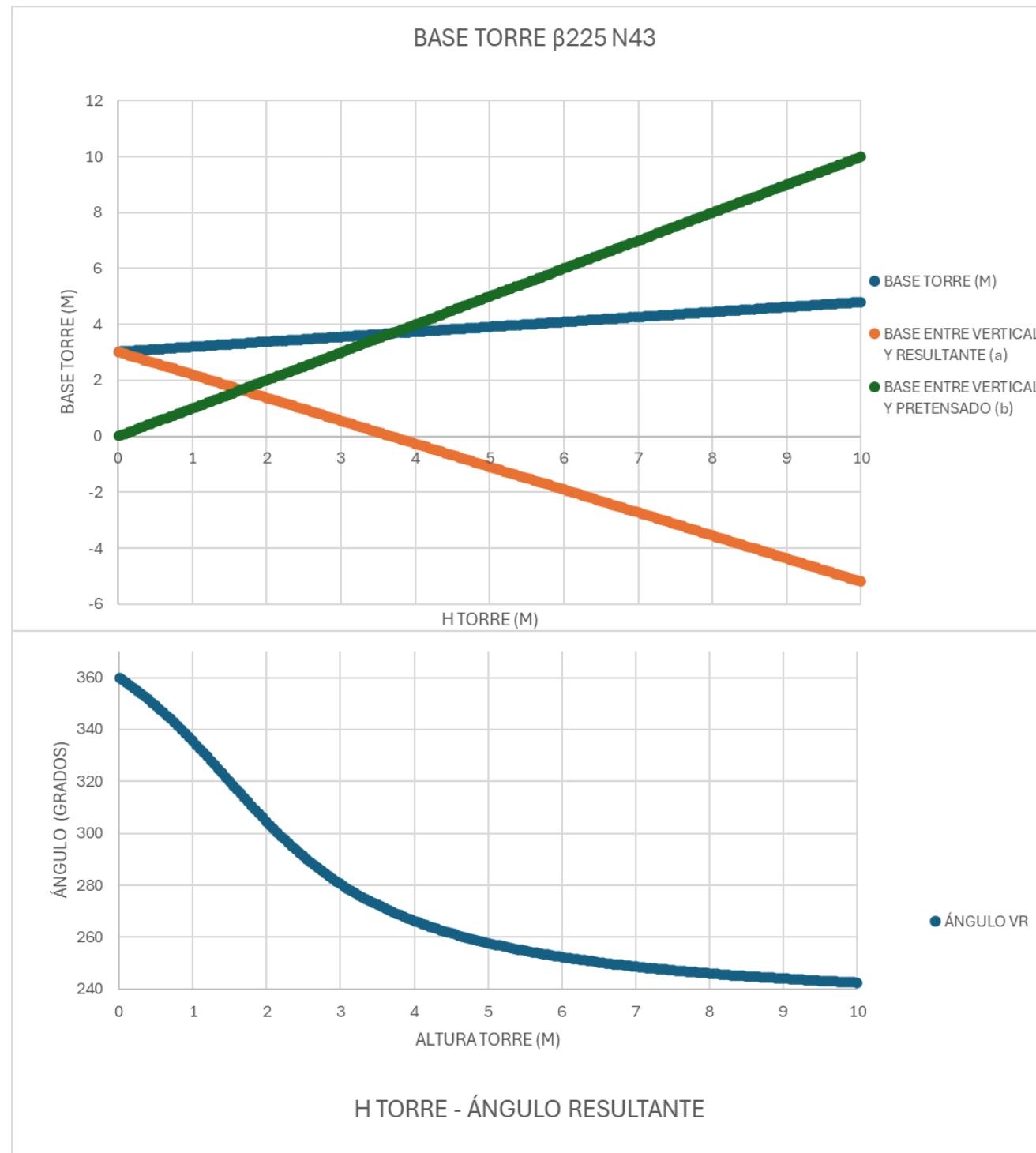


Figura 16: Parámetros obtenidos sección 43 torones e inclinación de  $\beta$  de 225

#### 3.5.3.2. Inclinación de cable de retenida de $\beta=240$

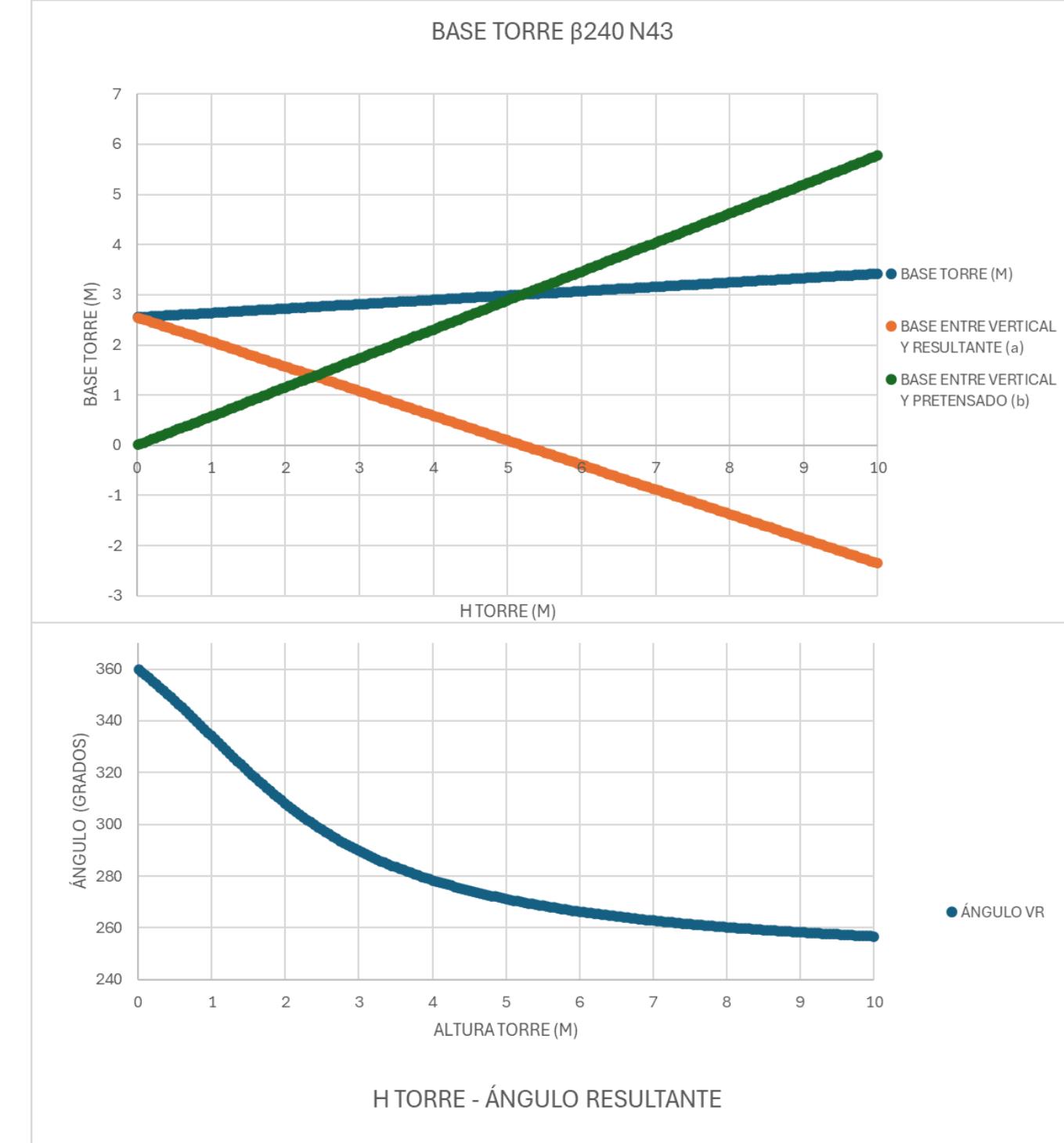


Figura 17: Parámetros obtenidos sección 43 torones e inclinación de  $\beta$  de 240

### 3.5.3.3. Inclinación de cable de retenida de $\beta=255$

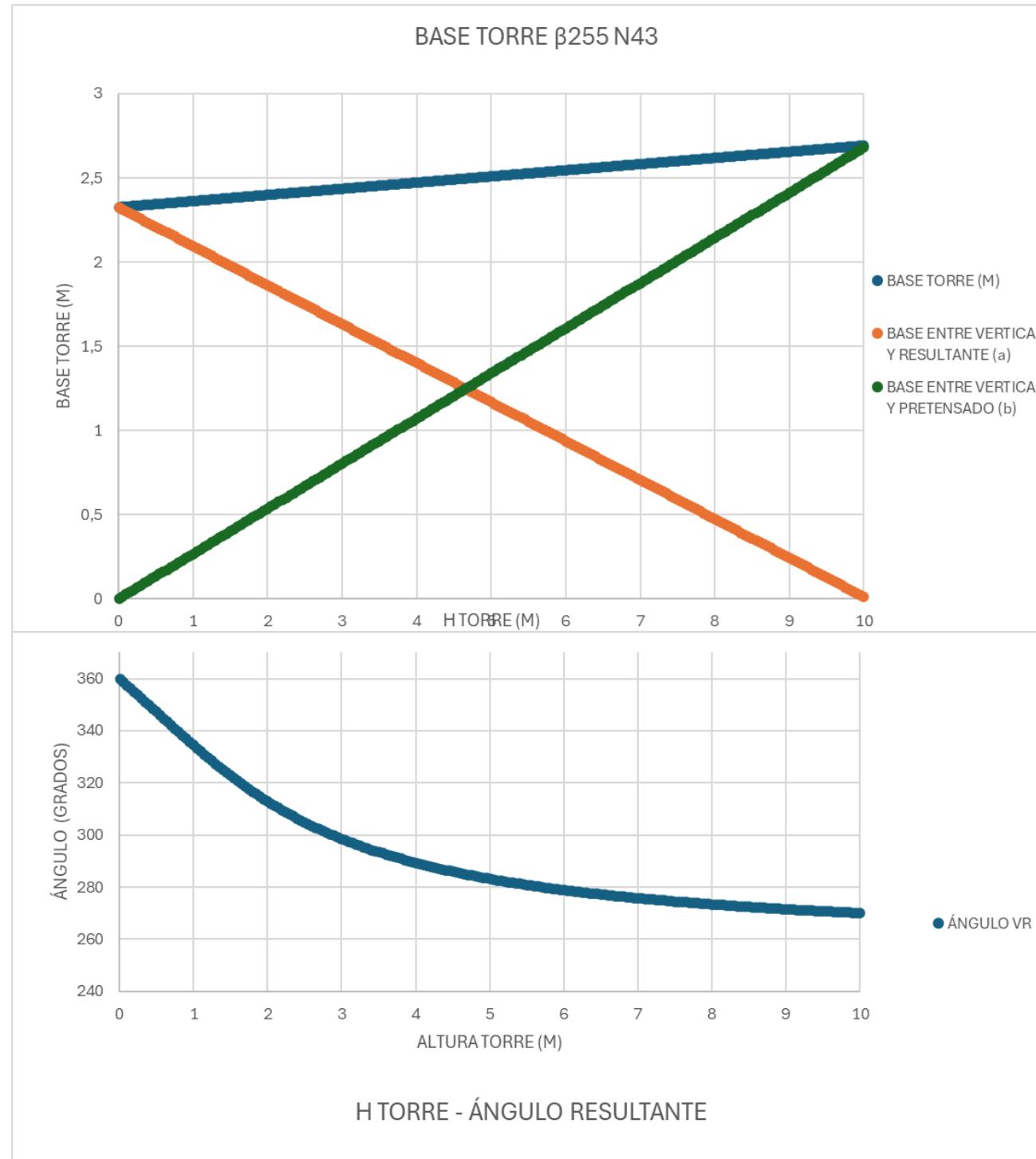


Figura 18: Parámetros obtenidos sección 43 torones e inclinación de  $\beta$  de 255

### 3.5.3.4. Inclinación de cable de retenida de $\beta=270$

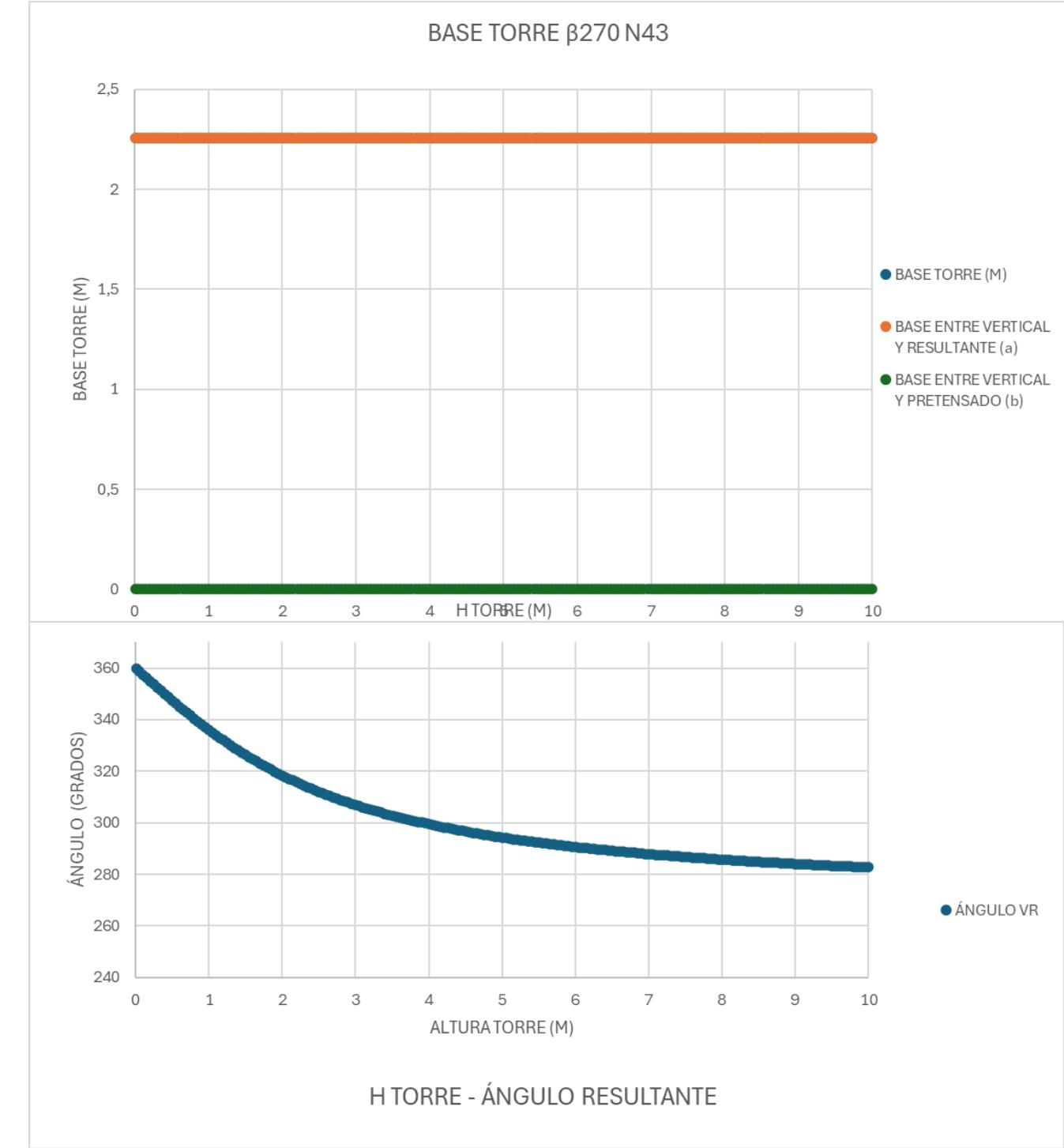


Figura 19: Parámetros obtenidos sección 43 torones e inclinación de  $\beta$  de 270



### 3.6. Análisis de los resultados obtenidos y propuesta de soluciones

A raíz de las gráficas anteriormente expuestas y un estudio sobre la eficiencia de la combinación de parámetros. Se ha llegado a 3 posibles soluciones, las cuales optimizan los materiales y tienen sus ventajas añadidas.

A continuación, se detallarán las soluciones.

Solución 1

**Solución 1**  
**N=31T Beta=225 H=5m Gama=270**

**Sep=2m**



Figura 20: Alternativa 1 para el diseño estructural de pasarela

(Ver sección 31 torones con Inclinación de cable de retenida de  $\beta=225$ )

Esta solución optimiza la fuerza de pretensado, teniendo un ángulo mayor con respecto a la vertical en el nudo de conexión con el cable principal y la torre.

Compensa de manera eficiente la fuerza horizontal producida por el cable principal en el nudo.

El cable de retenida está independiente de la torre, dejando la torre con la única misión de recoger las cargas verticales pudiendo así reducir su sección, a parte de mantener un equilibrio sencillo buscando una resultante en dirección vertical.

Se ha buscado que el vector resultante caiga sobre la vertical en el nudo de conexión, empleando la altura requerida de las torres para obtener el ángulo del cable principal que permita junto al cable de retenida empleado, proporcionar este resultado.

Pudiendo así tener una torre más equilibrada y esbelta, y menos fuerza de pretensado en el cable de retenida.

Solución 2

**Solución 2**  
**N=37T Beta=225 H=6m Gama=260**  
**Sep=2m**



Figura 21: Alternativa 2 para el diseño estructural de pasarela

(Ver sección 37 torones con Inclinación de cable de retenida de  $\beta=225$ )

Esta solución busca una alternativa más estética y diversa, incluyendo el cable de retenida en el interior de la propia torre. Dando un efecto visual diferente a lo común de la tipología de puentes o pasarelas colgantes.

Para esta solución se ha buscado que la resultante caiga inclinada hacia el exterior de la pasarela, 10 grados con respecto a la vertical en el nudo que forman la torre y el cable principal, pudiendo así crear un diseño de torre singular, y salvar más distancia.

Para ello se ha empleado un cable de retenida más potente y 6 metros de altura de torre.

Siendo una solución ligeramente más costosa, pero con una torre más robusta y una ejecución no excesivamente complicada.

Solución 3

**Solución 3**  
**N=37T Beta=270 H=3m Gama=310**  
**Sep=2m**



Figura 22: Alternativa 3 para el diseño estructural de pasarela

(Ver sección 37 torones con Inclinación de cable de retenida de  $\beta=270$ )

Esta solución es interesante, tras el estudio previamente realizado, se ha demostrado que, si el cable de retenida es vertical, la distancia sobre la horizontal del tablero del cable de retenida y el vector resultante, no varía para una fuerza de pretensado concreta para la altura que sea, ya que el vector resultante varía proporcionalmente a la inclinación del cable principal.

Permitiéndonos buscar optimizar la altura de las torres con una solución de torre que contenga el cable de retenida y el vector resultante, reduciendo así la longitud del cable principal, el cable de retenida, y el volumen de torre, y dando oportunidad a proporcionar una solución de torre singular.

### 3.7. JUSTIFICACIÓN DE SOLUCIÓN ADOPTADA

#### 3.7.1. CONCLUSIÓN DE LAS ALTERNATIVAS PROPUERTAS

A continuación, se justifica la conclusión de las alternativas propuestas:

- Alternativa 1

Esta solución es óptima desde el punto de vista estructural, puesto que busca optimizar los esfuerzos y optimiza los materiales aprovechando todas sus características mecánicas.

El problema de esta es la poca rigidez de la torre adoptada, el estudio de soluciones está enfocado en una carga máxima en estado límite último para las cargas sobre la estructura, obteniendo así una carga máxima del vector resultante con una dirección concreta, el cual está bien enfocado siempre y cuando se considere el proceso constructivo.

Una vez finalizado el proceso constructivo las únicas cargas actuantes serán el peso propio, la carga muerta y la fuerza de tesado. En este caso la componente horizontal de la fuerza de tesado será mucho mayor puesto que se dimensiona para la carga máxima estudiada en el estudio de soluciones. Esto significa una dirección del vector resultante inclinada hacia el exterior de la pasarela si se desea emplear el mismo número de torones y dirección del cable. Resultando una estructura inestable o económicamente inviable para ajustar el proceso constructivo a la viabilidad de la alternativa adoptada.

- Alternativa 2

Esta solución resuelve el problema anteriormente mencionado, siendo una torre robusta y de grandes dimensiones, con capacidad de resistir las cargas en Estado límite último y en estado de cargas mínimas, a parte de ser una estructura estable frente a sobrecargas transversales como viento o sismo.

Cabe mencionar que la solución puede ser mejorada a efectos de optimización de materiales, en esta solución las torres tienen unas dimensiones exageradas con un objetivo estético de incluir el cable de pretensado en el interior de la torre, no resulta económicamente viable ahorrar cable de pretensado e inclinarlo hacia el exterior para luego tener que dimensionar la torre a una escala ineficiente.

- Alternativa 3

Esta última alternativa resuelve los 2 aspectos anteriormente mencionados, siendo una torre que tiene capacidad de contener el vector resultante tanto en cargas máximas como en cargas mínimas en el instante que acaba la construcción de esta, y no tiene una sección exagerada debido a que la altura de las torres no es muy elevada.

El problema de esta solución es precisamente lo último mencionado, al tener unas torres de poca altura, el cable principal tendrá una comba de poca flecha, lo que hace que los esfuerzos horizontales sean muy elevados.

A simple vista no parece ser un problema importante, pero a efectos estructurales, esto puede generar inestabilidad en la estructura, el diseño de la pasarela ha de ser una estructura con un funcionamiento previsible con momentos flectores y cortantes simples, los cuales faciliten su ejecución.

#### 3.7.2. JUSTIFICACIÓN DE SOLUCIÓN ADOPTADA

La solución finalmente adoptada es una combinación de las 2 primeras alternativas, esta solución ha contemplado los problemas anteriormente mencionados en las alternativas y se han adoptado medidas de mejora para los mismos.

#### Solución Final

**N=43T Beta=225° Ht=7m R=270° CF=1 SEP=2  
COMBA=5**



Figura 23: Solución adoptada para el diseño estructural de la pasarela

La solución finalmente adoptada se define con las siguientes características:

- 68 metros de luz libre
- 7 metros de altura de torre
- 1 metro de contra flecha de ejecución del tablero en el centro de luz de la pasarela
- 2 metros de separación entre péndolas
- 1 metro de separación mínima entre cable principal y tablero
- 5 metros de comba máxima del cable principal en centro luz

##### 3.7.2.1. Separación del tablero con el cable principal en centro luz

En vista de lo mencionado sobre la inestabilidad estructural, se ha adoptado por guardar una separación mínima entre el tablero y el cable principal, pudiendo así repartir las cargas del tablero al cable principal de manera semejante en todas las péndolas, sin preocupación de tensiones parásitas en los puntos de contacto directo.

##### 3.7.2.2. Independizar cable de retenida y dimensiones

Se ha adoptado mantener los cables de retenida fuera de las torres, pudiendo así reducir las dimensiones de la torre y tener un control más directo de los cables de retenida.

El cable de retenida se ha empleado uno de sección mayor, puesto que para las combinaciones en ELU debe soportar una carga mayor a la necesaria para guiar el vector resultante a la vertical.

##### 3.7.2.3. Dimensiones de las torres

Las dimensiones de las torres adoptadas han sido fruto de estudiar con el mismo modelo la dirección y magnitud del resultante para cargas mínimas y cargas máximas, para este dimensionamiento se han adoptado las cargas reales que se estudian en la estructura.

Para ello se debe conocer la configuración del tablero y los elementos que lo componen.

#### Composición del tablero

El tablero estará formado por piezas de hormigón prefabricado con 20cm de espesor, 2 metros de luz, y 5 de ancho, que se apoyará sobre unas vigas riostra metálicas convencionales con denominación HEB260 que soportan las placas de hormigón.

Estas vigas riostra serán apoyadas sobre unos perfiles en L metálicos soldados directamente sobre una viga perimetral tubular de 40 cm de canto, que cargarán con las cargas de las vigas riostra, y las transmitirá al cable principal a través de las péndolas.

Las péndolas estarán sujetas en la sección tubular a través de unas orejetas soldadas encima de las vigas perpendicular a ellas, sujetando la viga desde la cara superior, las características de la péndola han sido tomadas del sistema MKT460 del proveedor MK4, con sección Ø24mm

Por último, se debe tener en cuenta que la pasarela debe incluir barandillas con una altura por normativa de 1,2 metros, se propone 1,3 metros previniendo el paso de bicicletas. El peso de las mismas para la acción a adoptar está definido en la normativa que se aplica en este proyecto, la cual corresponde con 1kN/m lineal a lo largo de ambas caras de la pasarela, esta acción estará incluida en las cargas muertas.

La sección transversal del tablero descrito corresponde con la siguiente figura:

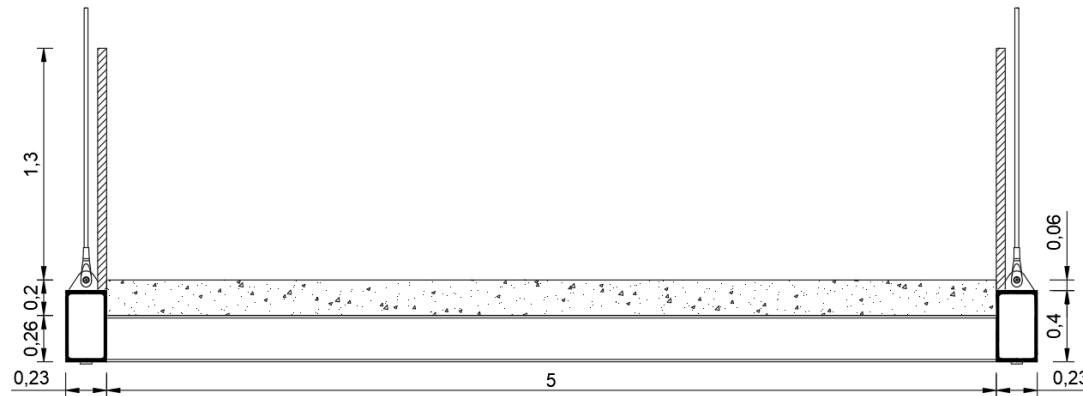


Figura 24: Sección tipo del tablero adoptado para la estructura

Donde se han calculado las siguientes cargas:



CARGAS	
PP	488,5362321
CM	1836
PP+CM	2324,536232
SCU	1700

Tabla 20: Cargas empleadas para el dimensionamiento del cable de retenida

El cálculo en detalle se realizará en el anexo de cálculo estructural.

#### Armado de las torres

El armado de las torres se calculará tras el modelado de la estructura con la plataforma de cálculo SAP2000, ya que interesa saber las tensiones que se producen en cada punto de la sección de las torres para dimensionar el armado a la envolvente de las combinaciones de acciones.

#### 3.7.2.4. Contra flecha de ejecución

La estructura de estudio cuenta con elementos esbeltos y flexibles, lo que podría resultar perjudicial a la hora de someterlo a cargas, puesto que se podrían generar flechas y deformaciones de valores no deseados en el tablero.

No obstante, no resulta ser un impedimento a la ejecución de esta siempre y cuando se controlen estas deformaciones.

Por la misma razón se ha optado por aportar una contra flecha de ejecución de un metro en el centro de luz, esta contra flecha debe tener una transición de pendiente suave, para ello se ha realizado la curva de la contra flecha con una parábola.

Esta contra flecha permite asumir las flechas permanentes y mantener el tablero con una pendiente positiva donde junto a la curvatura del cable principal estiliza el tablero.

#### 3.7.2.5. Análisis de viabilidad estructural

Para la solución final descrita, se crea un modelo con el programa SAP2000 con las propiedades de todos los materiales para la sección definida.

Para ello, se debe definir un modelo que concrete las propiedades de los materiales a emplear, y proporcione detalles de diseño suficientes para calcular la pasarela, con los datos anteriormente obtenidos y la normativa aplicable.



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR  
DE INGENIEROS DE CAMINOS,  
CANALES Y PUERTOS



## 04. CÁLCULO ESTRUCTURAL



## ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>	<b>4.3. ACERO.....</b>	<b>18</b>
<b>1.1. DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA .....</b>	<b>1</b>	<b>4.3.1. ARMADURA PASIVA .....</b>	<b>18</b>
<b>2. GEOMETRÍA DE LA ESTRUCTURA.....</b>	<b>2</b>	<b>4.3.2. ARMADURA ACTIVA .....</b>	<b>18</b>
<b>2.1. DIMENSIONES Y SECCIONES DE LOS ELEMENTOS .....</b>	<b>2</b>	<b>4.3.3. ACERO ESTRUCTURAL.....</b>	<b>18</b>
<b>2.1.1. TABLERO .....</b>	<b>2</b>	<b>5. MODELO ESTRUCTURAL.....</b>	<b>19</b>
<b>2.1.1.1. VIGA RIOSTRA.....</b>	<b>2</b>	<b>5.1. CONDICIONES DE CONTORNO .....</b>	<b>19</b>
<b>2.1.1.2. PERFILES EN L.....</b>	<b>2</b>	<b>5.2. DEFINICIÓN DE LOS CABLES .....</b>	<b>20</b>
<b>2.1.1.3. VIGA LATERAL.....</b>	<b>2</b>	<b>5.3. DEFINICIÓN DE TABLERO VIRTUAL .....</b>	<b>20</b>
<b>2.1.1.4. PAVIMENTO DE HORMIGÓN.....</b>	<b>2</b>	<b>5.4. INSERCIÓN DE SECCIONES ESTRUCTURALES EN EL MODELO DE CÁLCULO .....</b>	<b>21</b>
<b>2.1.2. PÉNDOLAS .....</b>	<b>3</b>	<b>5.4.1.1. CABLE PRINCIPAL.....</b>	<b>22</b>
<b>2.1.3. CABLE PRINCIPAL.....</b>	<b>4</b>	<b>5.4.1.2. CABLE DE RETENIDA.....</b>	<b>22</b>
<b>2.1.4. TORRES .....</b>	<b>4</b>	<b>5.4.1.3. PÉNDOLAS .....</b>	<b>22</b>
<b>2.1.5. CABLE DE RETENIDA.....</b>	<b>5</b>	<b>5.4.1.4. VIGA LATERAL.....</b>	<b>22</b>
<b>2.1.6. SECCIÓN TRANSVERSAL TIPO .....</b>	<b>5</b>	<b>5.4.1.5. VIGAS RIOSTRA .....</b>	<b>23</b>
<b>2.2. NORMATIVA EMPLEADA .....</b>	<b>5</b>	<b>5.4.1.6. TORRES .....</b>	<b>23</b>
<b>3. BASES DE PROYECTO .....</b>	<b>6</b>	<b>5.5. ACCIONES EN EL MODELO DE CÁLCULO .....</b>	<b>23</b>
<b>3.1. CRITERIOS DE SEGURIDAD .....</b>	<b>6</b>	<b>5.6. DEFORMADA DE LA ESTRUCTURA .....</b>	<b>25</b>
<b>3.2. SISTEMA DE COORDENADAS.....</b>	<b>6</b>	<b>5.6.1. DEFORMADAS DE INTERES .....</b>	<b>27</b>
<b>3.3. VALORES CARACTERÍSTICOS DE LAS ACCIONES .....</b>	<b>6</b>	<b>5.6.1.1. ESTADO LÍMITE DE DEFORMACIONES .....</b>	<b>27</b>
<b>3.3.1. ACCIONES PERMANENTES.....</b>	<b>6</b>	<b>5.6.1.2. FLECHA PERMANENTE .....</b>	<b>27</b>
<b>3.3.1.1. PESO PROPIO.....</b>	<b>6</b>	<b>5.7. DIAGRAMAS DE ESFUERZOS DE LA ESTRUCTURA.....</b>	<b>28</b>
<b>3.3.1.2. CARGAS MUERTAS .....</b>	<b>6</b>	<b>5.7.1. TENSIONES EN LAS TORRES .....</b>	<b>29</b>
<b>3.3.2. ACCIONES PERMANENTES DE VALOR NO CONSTANTE .....</b>	<b>6</b>	<b>5.7.2. DIMENSIONAMIENTO DEL ARMADO DE LAS TORRES .....</b>	<b>29</b>
<b>3.3.3. ACCIONES VARIABLES .....</b>	<b>7</b>	<b>5.8. RESULTADOS Y COMPROBACIONES DE LAS COMBINACIONES ENVOLVENTES.....</b>	<b>30</b>
<b>3.3.3.1. SOBRECARGA DE USO .....</b>	<b>7</b>	<b>5.8.1. COMPROBACIONES DE ACERO .....</b>	<b>30</b>
<b>3.3.3.2. VIENTO .....</b>	<b>7</b>	<b>5.8.1.1. COMPROBACIONES .....</b>	<b>30</b>
<b>3.3.3.3. ACCIONES TÉRMICAS.....</b>	<b>13</b>	<b>5.8.1.2. RESULTADOS DE COMPROBACIONES .....</b>	<b>33</b>
<b>3.3.3.4. ACCIÓN DE NIEVE .....</b>	<b>14</b>	<b>6. PRUEBA DE CARGA.....</b>	<b>54</b>
<b>3.3.4. ACCIONES ACCIDENTALES .....</b>	<b>14</b>	<b>6.1. SISTEMA DE MEDICIÓN .....</b>	<b>54</b>
<b>3.3.4.1. SISMO.....</b>	<b>14</b>	<b>6.2. TRENA DE CARGAS .....</b>	<b>54</b>
<b>3.4. VALORES REPRESENTATIVOS DE LAS ACCIONES .....</b>	<b>15</b>	<b>6.3. EJECUCIÓN DE LA PRUEBA .....</b>	<b>54</b>
<b>3.4.1. ACCIONES PERMANENTES.....</b>	<b>15</b>	<b>6.4. PAUTAS QUE SEGUIR.....</b>	<b>55</b>
<b>3.4.2. ACCIONES VARIABLES .....</b>	<b>15</b>	<b>6.5. RESULTADOS DE LA PRUEBA DE CARGA .....</b>	<b>55</b>
<b>3.5. VALORES DE CÁLCULO DE LAS ACCIONES .....</b>	<b>15</b>		
<b>3.5.1. ESTADOS LÍMITE ELU .....</b>	<b>15</b>		
<b>3.5.2. ESTADOS LÍMITE DE SERVICIO ELS .....</b>	<b>16</b>		
<b>3.6. COMBINACIÓN DE ACCIONES .....</b>	<b>16</b>		
<b>3.6.1. ESTADOS LÍMITE ÚLTIMOS .....</b>	<b>16</b>		
<b>3.6.1.1. SITUACIÓN PERSISTENTE .....</b>	<b>16</b>		
<b>3.6.1.2. SITUACIÓN SÍSMICA .....</b>	<b>17</b>		
<b>3.6.2. ESTADOS LÍMITE DE SERVICIO .....</b>	<b>17</b>		
<b>4. MATERIALES EMPLEADOS .....</b>	<b>17</b>		
<b>4.1. AMBIENTE.....</b>	<b>17</b>		
<b>4.2. HORMIGÓN .....</b>	<b>17</b>		
<b>4.2.1. MATERIAL DE LAS TORRES .....</b>	<b>17</b>		
<b>4.2.2. MATERIAL DE LAS CIMENTACIONES .....</b>	<b>18</b>		



Figura 1: Modelo de cálculo de la pasarela de proyecto en SAP2000 .....	1	Figura 29: Sección empleada de la viga lateral metálica en el modelo.....	22
Figura 2: Sección transversal viga riostra HEB260 en mm.....	2	Figura 30: Sección empleada de las vigas riostra en el modelo .....	23
Figura 3: Sección transversal de metro linear de losa para pavimento de hormigón en cm .....	2	Figura 31: Sección empleada de las torres en el modelo.....	23
Figura 4 Sección transversal perfil en L 250X250 en mm.....	2	Figura 32: Cargas muertas aplicadas sobre el modelo de cálculo .....	23
Figura 5: Sección transversal viga lateral Doble UPE 400.....	2	Figura 33: Sobrecargas de uso aplicadas sobre el modelo de cálculo .....	23
Figura 6: Armadura de losa para pavimento de hormigón .....	2	Figura 34: Viento en dirección Y aplicado sobre el modelo de cálculo .....	24
Figura 7 Sección de las péndolas .....	3	Figura 35: Carga de pretensado aplicada sobre el modelo de cálculo.....	24
Figura 8: Propiedades mecánicas de los torones que conforman el cable principal .....	4	Figura 36: Variación de temperatura máxima de dilatación aplicada en el modelo de cálculo .....	24
Figura 9: Propiedades de la sección del cable empleado y diámetros correspondientes .....	4	Figura 37: Variación de temperatura máxima de contracción aplicada en el modelo de cálculo .....	24
Figura 10: Dimensiones de la sección de las torres en m.....	4	Figura 38: Viento en dirección Z aplicado al modelo de cálculo.....	25
Figura 11: Propiedades cable de retenida y diámetros.....	5	Figura 39: Deformada de la estructura bajo la acción del peso propio (escala 20) .....	25
Figura 12: Sección tipo del tablero de la pasarela .....	5	Figura 40: Deformada de la estructura bajo las acciones de carga muerta (escala 20) .....	25
Figura 13: Mapa de zonas para la obtención de la velocidad básica fundamental del viento $v_{b,0}$ .....	7	Figura 41: Deformada de la estructura bajo la acción del pretensado en los cables de retenida (escala 20) .....	26
Figura 14: Numeración péndolas .....	11	Figura 42: Deformada de la estructura bajo la acción del incremento de temperatura de enfriamiento (escala 20) .....	26
Figura 15: Mapa sísmico de la norma NCSE-02, detallado en la norma NCSP-07.....	14	Figura 43: Deformada de la estructura bajo la acción del incremento de temperatura de calentamiento (escala 20) .....	26
Figura 16: Geometría de la estructura de pasarela por ejes (SAP2000) .....	19	Figura 44: Deformada de la estructura bajo la acción de la sobrecarga de uso frecuente (escala 30, vista en el plano xz) .....	27
Figura 17: Condiciones de contorno de la estructura de pasarela. (SAP2000) .....	19	Figura 45: Diagrama de axiles de la estructura en el caso de carga PP+CM+PRETENSADO (escala 0.0005) .....	28
Figura 18: Definición de los elementos tipo barra para que se comporten como cable .....	20	Figura 46: Diagrama de cortantes de la estructura en el caso de carga PP+CM+PRETENSADO plano XZ (escala 100) .....	28
Figura 19: Definición de la sección de las placas virtuales en el modelo de cálculo .....	20	Figura 47: Diagrama de cortantes de la estructura en el caso de carga PP+CM+PRETENSADO plano YZ (escala 0,1) .....	28
Figura 20: Propiedades modificadas .....	20	Figura 48: Diagrama de deflectores de la estructura en el caso de carga PP+CM+PRETENSADO plano YZ (escala 0,1) .....	28
Figura 21: Definición de las placas virtuales en el modelo de cálculo .....	21	Figura 49: Diagrama de tensiones máximas en las torres de hormigón para el caso de carga PP+CM+PRETENSADO en(MPa).....	29
Figura 22: Grupos de elementos implementados en el modelo de cálculo .....	21	Figura 50: Diagrama de tensiones mínimas en las torres de hormigón para el caso de carga PP+CM+PRETENSADO en (MPa).....	29
Figura 23: propiedades mecánicas básicas de los materiales empleados .....	21		
Figura 24:Propiedades de los elementos metálicos empleadas .....	21		
Figura 25:Propiedades del hormigón empleado para las torres .....	21		
Figura 26: Sección empleada del cable principal en el modelo .....	22		
Figura 27: Sección empleada del cable de retenida en el modelo .....	22		
Figura 28: Sección empleada de las péndolas en el modelo.....	22		



Figura 51: Reacciones envolventes ELU .....	29
Figura 52: Diagrama de esfuerzos de la sección de la torre .....	29
Figura 53: Armado de las torres de la pasarela .....	30
Figura 54: Ratios de cumplimiento de las comprobaciones seccionales en los elementos metálicos .....	33
Figura 55: Definición geométrica del "tren de cargas" .....	54
Figura 56: Posición depósitos de agua .....	54
Figura 57: Tabla asiento máximo admisible .....	55
Figura 58: Punto de control asiento máximo .....	55
Figura 59: Asiento esperado proporcionado por modelo de cálculo .....	55

Tabla 1:Peso específico de los materiales empleados .....	6
Tabla 2: Valor de cargas muertas .....	6
Tabla 3: Valor de sobrecargas de uso empleadas .....	7
Tabla 4: Coeficientes kr, z0 y zmin según el tipo de entorno. ....	8
Tabla 5 Empuje del viento transversal en cada péndola .....	11
Tabla 6: Valores característicos de las temperaturas a emplear en el modelo de cálculo.....	13
Tabla 7: Aceleración sísmica de la zona .....	14
Tabla 8 Factores de simultaneidad .....	15
Tabla 9 Coeficientes parciales para la comprobación EQU .....	15
Tabla 10 Coeficientes parciales para la comprobación SRT .....	15
Tabla 11 Coeficientes parciales para la comprobación ELS .....	16
Tabla 12: Tipos de ambiente que contemplan los cloruros marinos según el CE.....	17
Tabla 13: Propiedades del hormigón para torres a emplear .....	18
Tabla 14: Propiedades para el hormigón de cimentaciones a emplear.....	18
Tabla 15: Propiedades para el hormigón de placas prefabricadas a emplear .....	18
Tabla 16: Propiedades para el acero de las armaduras pasivas a emplear.....	18
Tabla 17: Propiedades para el acero de armadura activa a emplear .....	18
Tabla 18: Propiedades para el acero estructural de perfiles a emplear .....	18
Tabla 19: Propiedades para el acero de péndolas a emplear .....	19
Tabla 20: Desplazamientos del punto de control en el centro de vano de la deformada en sobrecarga frecuente .....	27
Tabla 21: Definición de caso de cargas permanentes en el modelo de cálculo.....	27
Tabla 22: Deformada de la estructura bajo la acción de las cargas permanentes (escala 30, vista en el plano xz).....	27
Tabla 23: Desplazamientos del punto de control en el centro de vano de la deformada en cargas permanentes .....	27

## 1. INTRODUCCIÓN

El presente Anejo de Cálculo Estructural tiene como finalidad definir y justificar la estructura de la pasarela, garantizando su adecuado comportamiento y comprobando su seguridad a través de la verificación de los estados límite de cada uno de los elementos que la componen, de acuerdo con las normativas vigentes.

En este documento se exponen los aspectos más relevantes del dimensionamiento de la pasarela desde la perspectiva del comportamiento estructural, resultado de la aplicación de las cargas previstas a lo largo de la vida útil de la estructura.

### 1.1. DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA

La estructura objeto de estudio es una pasarela destinada al paso de peatones con el objetivo de salvar una luz de 68 metros en el río Cervol a proximidad de la costa de Vinaroz. Puesto que, con las conexiones existentes, los peatones deben hacer un trayecto adicional para poder cruzar el río.

La estructura consiste en una pasarela metálica de tipología colgante de un único vano con 68 metros de luz entre los apoyos, con pavimento de losa de hormigón de 20 cm apoyado sobre perfiles metálicos HEB260 que a su vez están apoyados en 2 vigas metálicas tubulares laterales a lo largo de la traza de la pasarela a través de perfiles laminados en L soldados en la parte inferior de la cara interior de la viga, en la sección transversal, la cual consta de 5,23 metros de anchura entre los apoyos del eje de las torres, que aloja 5 metros de ancho útil en el tablero.

La longitud total de la pasarela en el perfil longitudinal es de 82,7 metros debido a la posición de los cables de retenida, pretensados y posicionados en el lado contrario del cable principal en cada torre, con una inclinación de 45 grados respecto la vertical y con la misma sección que el cable principal, el cual permite conducir los esfuerzos al eje de las torres. Este cable estará atado a una cimentación que permita asumir el esfuerzo transmitido por la fuerza de pretensado.

El alzado se conforma por 2 torres verticales en cada estribo, que junto a la torre enfrentada longitudinalmente sustentan 2 cables principales cada una de ellas. Los cables están tendidos formando una catenaria a lo largo de la traza de la pasarela por efecto del peso propio y los esfuerzos transmitidos por el tablero, el cual se ha aproximado a una parábola en el presente proyecto a efectos de cálculo, dejando en clave una separación con el tablero de 1 metros, resultando una estructura sustentada por 4 cables principales sujetos por las torres en los estribos, junto a los cables de retenida.

La estructura es sustentada por los cables principales a través de una serie de péndolas verticales conectadas con el tablero. Las péndolas están separadas a 2 metros a lo largo de la traza de cada cable principal, con una longitud variable según la altura del cable principal respecto al tablero.

Las vigas laterales están formadas por una sección tubular formada por 2 perfiles UPE400 enfrentados y soldados entre sí. Formando una sección transversal de 230 X 400 mm con un espesor de 18mm en las alas de los perfiles y 13,5 mm en el alma. El perfil será continuo a lo largo de toda la traza, soldando los tramos necesarios para llegar a la longitud de 68 metros.

Los perfiles en L que sustentan las vigas transversales metálicas tienen separación de 2 metros entre ejes a lo largo de la viga lateral, el eje vertical de los mismos esta alineado con las péndolas, las dimensiones de los perfiles son de 250 X 250 mm con 20mm de espesor de chapa.

Las vigas riostra HEB260 están posicionadas con separación de 2 metros a lo largo del tablero, apoyando los extremos de las vigas 23 cm en los perfiles metálicos en L, alineando el eje de estas con el eje de los perfiles en L.

El pavimento de hormigón es formado por placas prefabricadas de 20 cm de espesor y dimensiones de 2 X 5 metros en planta, apoyándose los extremos largos de cada placa en las vigas riostra colindantes 12 cm.



Los cables principales se han escogido del catálogo "VSL stand post-tensioning systems" de la empresa VSL, la sección adoptada para los cables principales en el presente proyecto es una sección de 43 tonnes de 6 alambres trenzados de acero Y1860S7.

Las péndolas se han escogido del catálogo "Sistemas de tirantes estructurales "MKT460" del fabricante "Mekano4", donde el predimensionamiento de la sección de las péndolas adoptada se ha obtenido en el estudio de soluciones.

La sección adoptada para las péndolas del proyecto es de tirantes metálicos de 460MPa de límite elástico del tipo M24 según el catálogo, con un diámetro exterior de 35mm.

Los cables de retenida se han escogido del catálogo "VSL stand post-tensioning systems" de la empresa VSL, la sección adoptada para los cables de retenida en el presente proyecto es una sección de 43 tonnes de 6 alambres trenzados de acero Y1860S7.

Las torres se ejecutan de hormigón armado, ya que trabajan principalmente a compresión, recibiendo las cargas del tablero y del cable de retenida, tienen una sección trapezoidal con ancho variable en el plano x a lo largo de la altura, con una base inferior en el plano x de 4,75 metros y una base superior de 0,75 metros, y un ancho en el plano x constante de 1 metro.

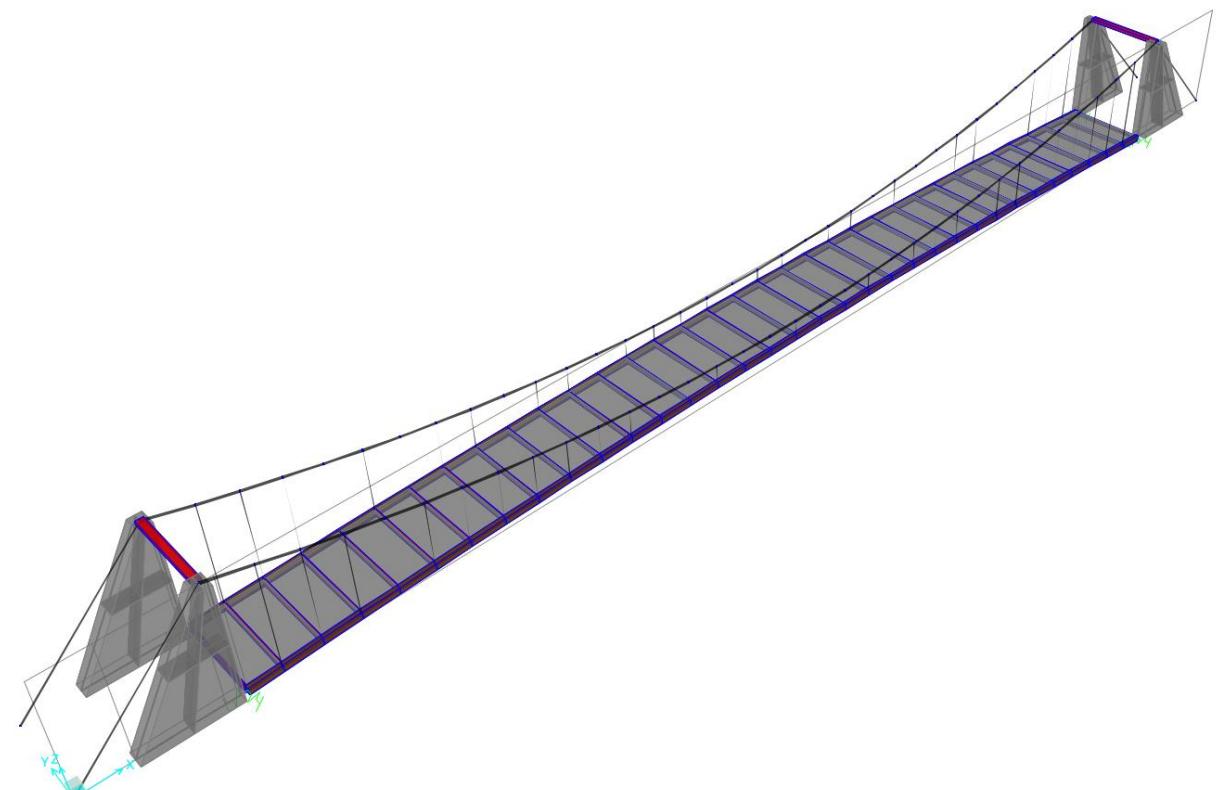


Figura 1: Modelo de cálculo de la pasarela de proyecto en SAP2000

## 2. GEOMETRÍA DE LA ESTRUCTURA

### 2.1. DIMENSIONES Y SECCIONES DE LOS ELEMENTOS

#### 2.1.1. TABLERO

Como se ha mencionado anteriormente, el tablero estará compuesto por 2 vigas metálicas huecas en sentido longitudinal, compuestas por 2 perfiles en U soldados enfrentados, que soportan una serie de vigas riostra HEB260 separadas 2 metros entre ejes a lo largo del tablero, estas vigas riostra estarán simplemente apoyadas sobre unos perfiles en L soldados a las vigas laterales. Sobre las vigas riostra, se apoyará el pavimento, compuesto por placas de hormigón de 20cm de espesor y una sección de 5X2 m<sup>2</sup> en planta.

A continuación, se detallan las secciones mencionadas:

#### 2.1.1.1. Viga riostra

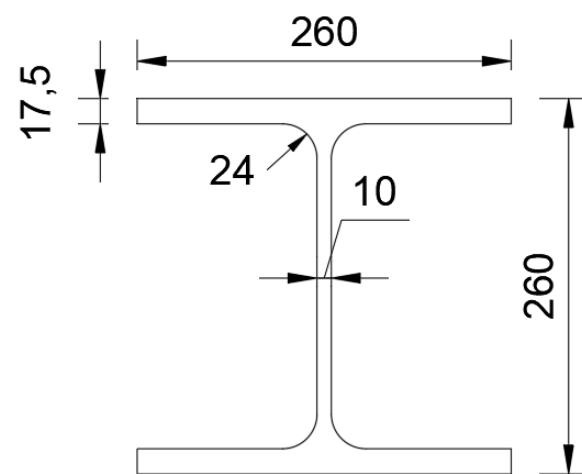


Figura 2: Sección transversal viga riostra HEB260 en mm

#### 2.1.1.2. Perfiles en L

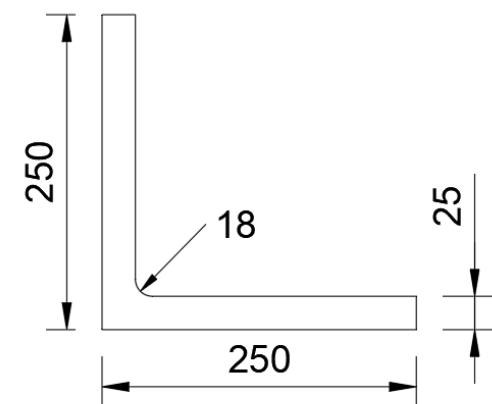
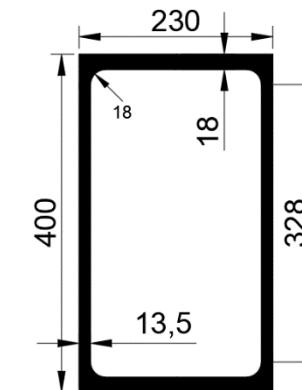


Figura 4 Sección transversal perfil en L 250X250 en mm

#### 2.1.1.3. Viga lateral

Figura 5: Sección transversal viga lateral Doble UPE 400



#### 2.1.1.4. Pavimento de hormigón

Las tensiones generadas en la losa de hormigón serán mínimas, puesto que la distancia libre de las losas es de entre vigas es de menos de 2 metros, con un armado convencional para losas de hormigón se podría resistir los momentos y transmitir las cargas gravitatorias a las vigas riostra.

Lo ideal, es que el proveedor proporcione las características óptimas en catálogo y recomiende el armado conveniente, en su defecto, la sección a emplear será la siguiente, con patillas de anclaje de 10cm:

Cara de compresión		Cara de tracción	
A's(1)	A's(2)	As(1)	As(2)
Φ8 s 25cm	Φ8 s 25cm	Φ8 s 12cm	Φ8 s 12cm
4Φ8 /m	4Φ8 /m	8Φ8 /m	8Φ8 /m

Figura 6: Armadura de losa para pavimento de hormigón

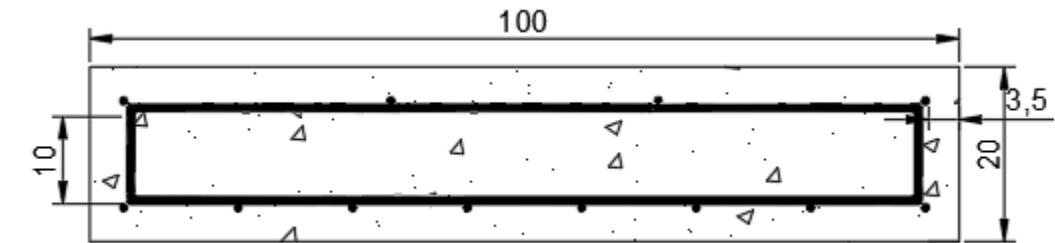


Figura 3: Sección transversal de metro lineal de losa para pavimento de hormigón en cm

## 2.1.2. PÉNDOLAS

Las péndolas son los elementos que transfieren las cargas en el tablero a los cables principales los cuales sustentan las cargas del tablero, cada lado de la pasarela lleva 33 péndolas de acero S460 separadas 2 metros entre si. Las péndolas están alineadas con el centro de cada viga rístra para la correcta transmisión de cargas, las características de las péndolas empleadas han sido recogidas en el catálogo del fabricante "Mekano4" con las siguientes propiedades:

### Características Técnicas SISTEMA MKT460

	M12	M16	M20	M24	M30	M36	M42	M48	M56	M64	M76	M90	M100	
Fuerza al Límite Elástico	kN	30	56	112	162	258	375	515	677	933	1.231	1.768	2.547	3.188
Fuerza de Rotura	kN	51	95	149	215	342	498	683	898	1.238	1.632	2.345	3.377	4.228
Área Nominal	mm <sup>2</sup>	84,3	157	245	353	561	817	1.121	1.473	2.030	2.676	3.844	5.537	6.932
Peso	kg/m	0,65	1,23	2,23	2,99	4,84	6,72	9,38	12,21	16,68	21,47	31,08	45,60	56,83
Límite Elástico (R <sub>e</sub> )	N/mm <sup>2</sup>	355	355	460	460	460	460	460	460	460	460	460	460	460
Tensión Última (R <sub>m</sub> )	N/mm <sup>2</sup>	610	610	610	610	610	610	610	610	610	610	610	610	610
Alargamiento	%	20	20	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19
Longitud Máxima cada Barra	m	6	6	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
Especificación Barra	Grado 460 según BS EN 10025-1, acero S355J2G3 modificado M12 & M16 según BS EN 10025-1, acero S355J2G3 Resiliencia: 27 J a -20°C													
Especificación Rosca	Métrica Laminada según BS 3643:1981													
Tipos de Acabado	Negro de laminación Imprimado Pintado Galvanizado													
Ajuste Longitud del Tirante (Bulón-Bulón)	M12	M16	M20	M24	M30	M36	M42	M48	M56	M64	M76	M90	M100	
Horquilla - Horquilla Cada Manguito Tensor	+/- mm	15	15	15	20	20	20	25	25	-	-	-	-	
	+/- mm	25	25	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	

Figura 6: Propiedades mecánicas de la sección de las péndolas

### Cuadro de Dimensiones Generales

Mod.	Terminal Horquilla y Orejeta				Bulón	Manguito y Contratuercua			Placa de Conexión			Placa de Reparto			Tuerca	Arandela												
	A	D	D1	D2	L	L1	L2	T	T1	D3	D4	D1	L3	L4	L6	L7	R	S	T2	D5	D6	L5	T3	E/C	T4	D7	D6	T5
M12	24	32	18	13	90	21	25	14	10	12	20	18	37	70	25	30	25	40	10	14	13	40	10	20	10	25	13	3
M16	28	43	22	17	112,5	27,5	30	16	12	16	25	22	45	85	26	33	30	45	12	18	17	50	10	24	13	30	17	3
M20	35	51	29	21	132	33	42,5	19	16	20	32	29	53	144	40	78	40	50	15	22	21	70	15	30	16	37	21	3
M24	42	62	35	25	155	41	50	24	20	24	35	35	64	155	45	84	50	60	20	26	25	80	15	36	19	44	25	4
M30	52	79	43	31	189	52	59	30	25	30	50	43	75	170	50	87	60	75	25	32	31	100	20	46	24	56	31	4
M36	64	93	52	37	217	61	69	36	30	36	55	52	89	180	55	93	70	85	30	38	37	120	20	55	29	66	37	5
M42	74	107	60	43	238	69	78,5	39	35	42	60	60	100	195	60	102	75	100	35	44	43	135	25	65	34	78	43	7
M48	84	121	68	49	266	78	87	44	40	48	60	68	115	210	60	105	85	110	40	50	49	150	30	75	38	92	49	8
M56	95	145	80	57	313	96	105,5	49	45	56	70	80	135	230	75	106	105	135	45	58	57	175	35	85	45	105	57	9
M64	120	167	91	65	348	110	120,5	59	55	64	86	91	145	240	85	112	120	150	55	66	65	200	40	100	50	118	65	9
M76	148	199	108	78	420	131	141	76	70	76	100	108	165	268	91	118	140	180	70	78	77	240	45	115	55	140	77	10
M90	170	246	129	96	498	161	171	86	80	94	120	129	195	290	126	153	170	220	80	96	92	280	55	135	70	160	92	10
M100	181	287	143	111	575	188	198	91	90	109	140	143	215	315	134	160	195	250	85	111	102	320	60	150	75	180	102	10

El tipo de tirante empleado en el proyecto corresponde con la sección M24 con límite elástico de 162kN.

Figura 7: Dimensiones de las secciones del catálogo en mm

A continuación, se refleja la sección de la péndola junto los detalles de conexión y accesorios requeridos para su ejecución proporcionados por el fabricante, donde previamente se han detallado las dimensiones:

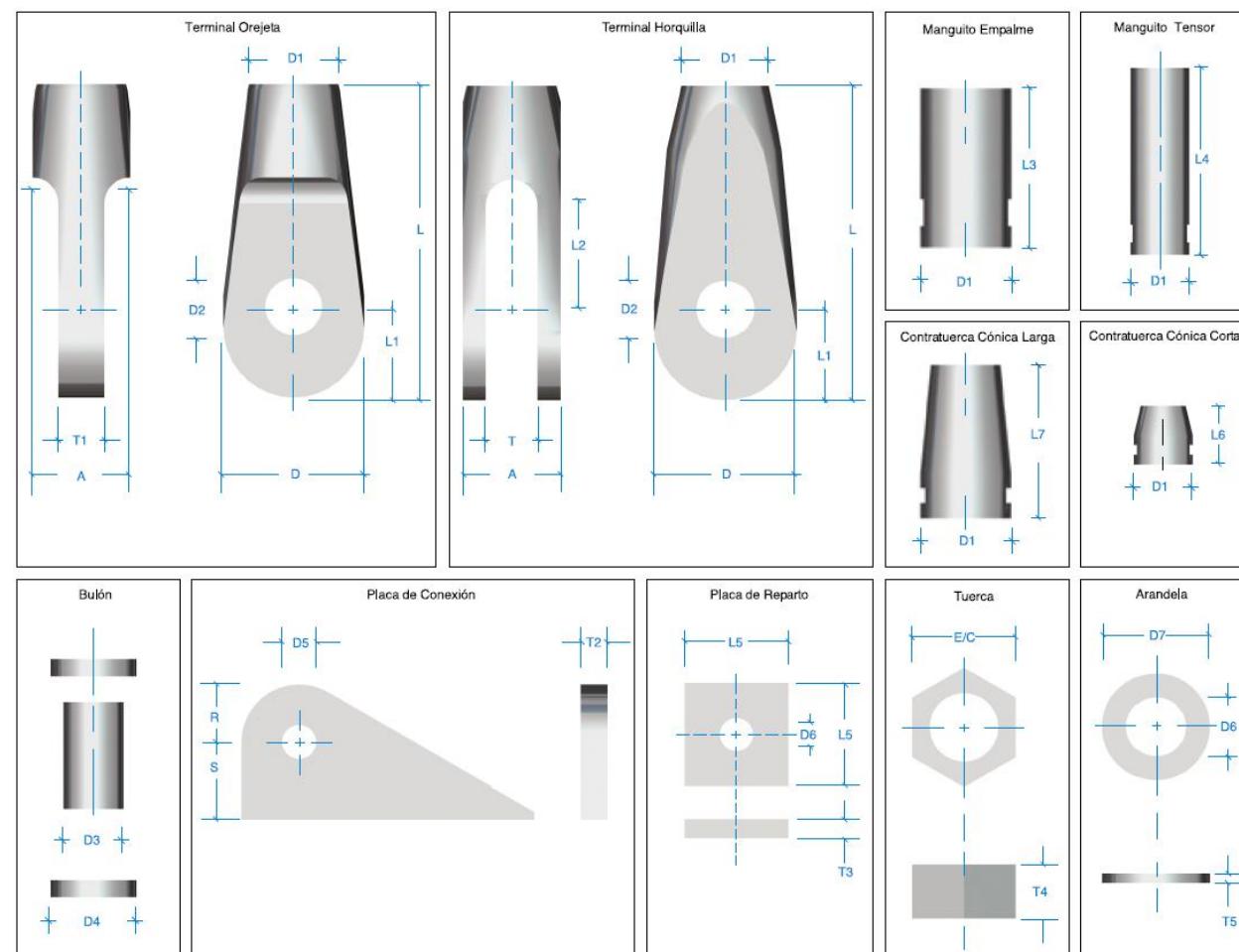


Figura 7 Sección de las péndolas

Como se aprecia en la tabla, el recubrimiento de la sección utilizada tiene un diámetro de 35 mm, mientras que el área de la sección del cable colaborante es de 353 mm<sup>2</sup>, lo que corresponde a un diámetro de 21,2 mm para la aplicación del modelo de cálculo.

### 2.1.3. CABLE PRINCIPAL

Como se ha detallado anteriormente en la introducción, la pasarela está sustentada por 2 cables principales en cada lateral de la pasarela, que cuelgan en paralelo al eje longitudinal, siendo 4 cables en total del mismo diámetro y características.

Cada extremo de cable está anclado en una torre posicionada en cada extremo del tablero de la pasarela, el cable se posiciona de tal forma que forma una catenaria con una flecha de 5 metros en el centro de luz, permitiendo a la estructura tener un comportamiento según el estudio soluciones previamente realizado.

La disposición del cable optada para la solución requiere de una longitud total de 69,7 m en cada cable, con 2 cables de 43 torones en cada torre, el cual equivale a un cable de sección Y1860S7 con diámetro Ø18,2 cm para el modelo de cálculo.

A continuación, se detallan las propiedades mecánicas del cable principal empleado:

#### 1.1 Strand Properties 15 mm (0.6")

Strand type			prEN 10138 - 3 (2009)			ASTM A 416-10
	d	(mm)	Y1860S7	Y1860S7	Y1770S7	Grade 270
Nominal diameter	d	(mm)	15.3	15.7	15.7	15.24
Nominal cross section	A <sub>p</sub>	(mm <sup>2</sup> )	140	150	150	140
Nominal mass	M	(kg/m)	1.093	1.172	1.172	1.102
Nominal yield strength	f <sub>p0.2</sub> / f <sub>y</sub>	(MPa)	1636 <sup>a</sup>	1640 <sup>a</sup>	1560 <sup>a</sup>	1676 <sup>a</sup>
Specif./min. yield load	F <sub>p0.2</sub> / F <sub>y</sub>	(kN)	229 <sup>b</sup>	246 <sup>b</sup>	234 <sup>b</sup>	234.6 <sup>b</sup>
Nominal tensile strength	f <sub>u</sub>	(MPa)	1860	1860	1770	1860
Specif./min. breaking load	F <sub>u</sub>	(kN)	260.4	279.0	265.5	260.7
Young's modulus		(GPa)	approx. 195			
Relaxation <sup>c</sup> after 1000 h at 20 °C and 0.7 x F <sub>p0.2</sub>		(%)	max. 2.5			

Figura 8: Propiedades mecánicas de los torones que conforman el cable principal

El cable empleado ha sido obtenido del catálogo de cables de pretensado del fabricante "VSL"

La sección empleada en el proyecto corresponde con la Y1860S7.

#### 1.2 Tendon Properties 15 mm (0.6") and corresponding duct diameters

Unit	Strands numbers	Breaking load			Corrugated steel duct <sup>d</sup> recommended <sup>e</sup>			Plastic duct VSL PT-PLUS®			PE pipe <sup>f</sup>		
		Y1860S7 (prEN)		Y1770S7 (prEN)	Grade 270 (ASTM)	Ø <sub>i</sub> / Ø <sub>a</sub>	e	Ø <sub>i</sub> / Ø <sub>a</sub>	e	Ø <sub>i</sub> / Ø <sub>a</sub>	e	Ø <sub>ext</sub> x t <sub>min</sub>	e
		d=15.3 mm A <sub>p</sub> =140 mm <sup>2</sup>	d=15.7 mm A <sub>p</sub> =150 mm <sup>2</sup>	d=15.7 mm A <sub>p</sub> =150 mm <sup>2</sup>	d=15.24 mm A <sub>p</sub> =140 mm <sup>2</sup>	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm x mm]	[mm]
6-43	43	11180	11997	11417	11210	150/157	27	140/147	21	150/157	27	160 x 7.7	24

Figura 9: Propiedades de la sección del cable empleado y diámetros correspondientes

El recubrimiento del cable será el proporcionado por el fabricante correspondiente a "PE pipe" el cual es un tubo de PE de 160mm de diámetro exterior que protege el cable y permite anclar las péndolas correctamente.

### 2.1.4. TORRES

Las dimensiones de las torres han sido escogidas en función del vector resultante producido por las tensiones del cable principal y el cable de retenida en cargas permanentes, y en estado límite último.

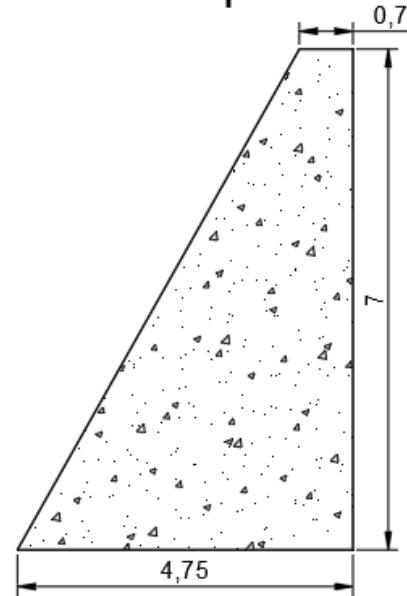
La dirección del vector resultante tiene una variación importante, por lo que se ha optado por una sección trapezoidal con un ancho variable en el plano x, a lo largo de la altura de las torres, luego en función de la carga máxima que ha de soportar la sección, se ha optado por una anchura constante de 1 metro en el plano y. La altura de las torres es de 7m, esta altura se ha adoptado para cumplir con los siguientes requisitos:

- Mantener una separación mínima de 1m entre el cable principal y el tablero.
- Ejecución del cable principal con 5m de flecha en el centro de luz.
- Ejecución del tablero con una contra flecha inicial de 1 metro en el centro de vano.

Las dimensiones de las torres se detallan a continuación:

El armado de las torres se definirá tras el cálculo de tensiones sobre las torres con la estructura completa mediante el programa de cálculo SAP2000.

#### Sección en perfil



#### Sección en planta

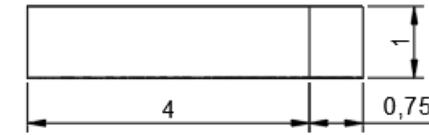


Figura 10: Dimensiones de la sección de las torres en m

## 2.1.5. CABLE DE RETENIDA

El cable de retenida es donde se aplicará la fuerza de pretensado para compensar las cargas horizontales y guiar las tensiones a la torre.

Cada torre anclará un cable de retenida en sentido contrario a los 2 cables principales, donde se encuentran entre ellos en la coronación de la torre, los cables de retenida estarán sometidos a la tensión de pretensado de estudio, la cual corresponde a la carga máxima de los cables dispuestos.

## 1.2 Tendon Properties 15 mm (0.6") and corresponding duct diameters

Unit	Strands numbers	Breaking load			Corrugated steel duct <sup>9</sup>		Plastic duct VSL PT-PLUS®		PE pipe <sup>8</sup>				
		recommended <sup>9</sup>		minimum	Ø <sub>i</sub> / Ø <sub>a</sub>	e	Ø <sub>i</sub> / Ø <sub>a</sub>	e	Ø <sub>ext</sub> x t <sub>min</sub>	e			
		Y1860S7 (prEN)	Y1770S7 (prEN)	Grade 270 (ASTM)	Ø <sub>i</sub> / Ø <sub>a</sub>	e	Ø <sub>i</sub> / Ø <sub>a</sub>	e	Ø <sub>ext</sub> x t <sub>min</sub>	e			
6-43	43	11180 [kN]	11997 [kN]	11417 [kN]	11210 [kN]	150/157 [mm]	27 [mm]	140/147 [mm]	21 [mm]	150/157 [mm x mm]	27 [mm]	160 x 7.7 [mm]	24 [mm]

Figura 11: Propiedades cable de retenida y diámetros

La sección aplicada para los cables de retenida se ha obtenido del catálogo del fabricante "VSL" anteriormente visto con una sección de 43 torones de las mismas características del cable principal.

La sección empleada es la correspondiente a Y1860S7, con un recubrimiento correspondiente a "PE pipe" de 160mm de diámetro exterior.

## 2.1.6. SECCIÓN TRANSVERSAL TIPO

El conjunto de las secciones se dispone como se ha descrito anteriormente de la siguiente forma:

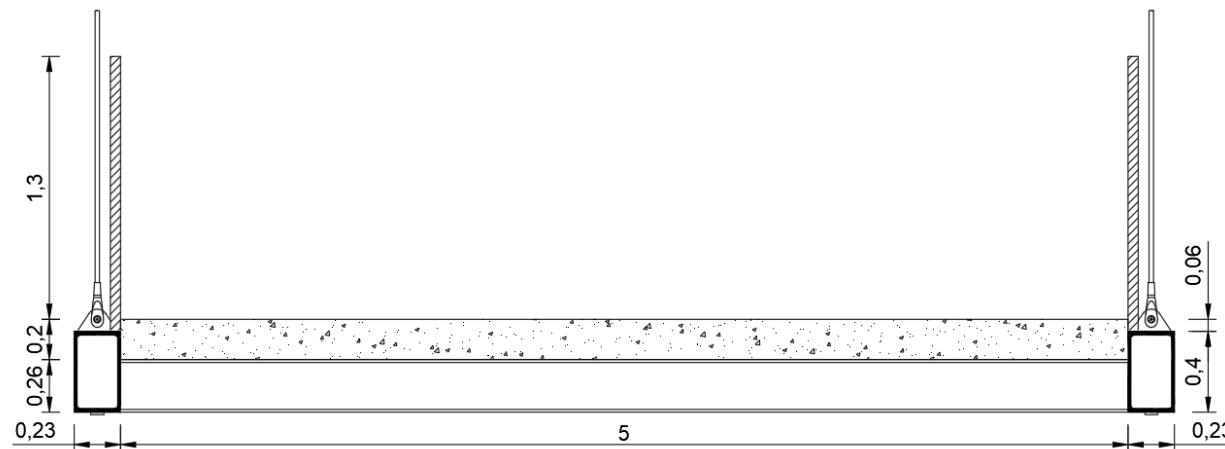


Figura 12: Sección tipo del tablero de la pasarela

## 2.2. NORMATIVA EMPLEADA

La elaboración del proyecto se llevará a cabo utilizando las normativas y recomendaciones que se detallan a continuación. Se distinguen, por un lado, los documentos relativos a las acciones a considerar y, por otro lado, aquellos que hacen referencia a la resistencia de la estructura.

### Normativa de acciones

- España. Orden FOM/2842/2011 de 29 de septiembre por la que se aprueba la "Instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carretera (IAP-11 )"
- España. Real Decreto 997/2002, de 27 de septiembre, por el que se aprueba la norma de construcción sismorresistente: parte general y edificación (NCSR-02).

### Normativa de construcción

- España. Real Decreto 470/2021 por el que se aprueba el "Nuevo Código estructural. Anejo 22: Proyecto de estructuras de acero. Reglas generales y reglas para edificación" BOE [10/8/2021].
- España. Real Decreto 470/2021 por el que se aprueba el "Nuevo Código estructural. Anejo 29: Proyecto de estructuras de acero. Puentes de acero" BOE [10/8/2021].
- EUROCODIGO 3-Parte1.1. Reglas generales y reglas para la construcción.

### 3. BASES DE PROYECTO

#### 3.1. CRITERIOS DE SEGURIDAD

La justificación de la seguridad de la estructura, objeto de este Anejo, así como su aptitud para el servicio, se realizará mediante la metodología de los estados límite. Se tomarán en cuenta los siguientes aspectos:

Estados límite de servicio ELS:

- ELS de deformaciones que afectan a la apariencia o funcionalidad de la estructura, o que causen daños a elementos no estructurales
- ELS de vibraciones inaceptables para los usuarios de la estructura, o que puedan afectar a su funcionalidad o daños en elementos no estructurales.
- ELS de plastificación en zonas localizadas de la estructura que produzcan daños o deformaciones irreversibles.
- ELS de compresión excesiva del hormigón
- ELS de fisuración del hormigón traccionado

Estados límite últimos ELU

- ELU por pérdida de equilibrio debido a la falta de estabilidad de parte o de la totalidad de la estructura considerada.
- ELU de agotamiento, que considera los diferentes mecanismos de rotura contemplados en la normativa
- ELU de fatiga debido a la fisuración progresiva por cargas repetidas

#### 3.2. SISTEMA DE COORDENADAS

Para el modelo de cálculo que se emplea en el proyecto, se ha definido un sistema de coordenadas de la siguiente forma:

Dirección transversal al eje de la pasarela eje Y, dirección longitudinal eje X y dirección gravitatoria eje Z.

#### 3.3. VALORES CARACTERÍSTICOS DE LAS ACCIONES

Los valores característicos de las acciones se han determinado de acuerdo con los criterios establecidos en la Instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carretera (IAP-11). Este enfoque se ha aplicado de manera general, aunque en algunos casos particulares se han adoptado criterios de otras normativas o recomendaciones específicas.

##### 3.3.1. Acciones permanentes

Las cargas permanentes son generadas por el peso de los diversos elementos que conforman la pasarela. La IAP-11 las clasifica como peso propio y cargas muertas. Los valores característicos de estas cargas se determinarán a partir de las dimensiones de los distintos elementos especificados en los planos, así como de los pesos específicos correspondientes.

##### 3.3.1.1. Peso propio

La acción del peso propio se refiere al peso de los elementos estructurales, cuyo valor característico puede deducirse de la tabla 3.1-a de la IAP-11.

PESO ESPECÍFICO DEL HORMIGÓN ARMADO	$\gamma_h$ (kN/m³)	25
PESO ESPECÍFICO DEL ACERO	$\gamma_a$ (kN/m³)	78,5

Tabla 21: Peso específico de los materiales empleados

##### 3.3.1.2. Cargas muertas

Las cargas muertas corresponden a las acciones generadas por los elementos no estructurales que actúan sobre los elementos estructurales, tales como pavimentos de calzadas y aceras, así como los elementos de contención.

El valor adoptado para el peso del pavimento se mantendrá constante a lo largo de toda la estructura, ya que se ha empleado una losa de placas de hormigón prefabricado de 20 cm de canto simplemente apoyadas como pavimento. La carga muerta de la losa se reparte entre las vigas riostra que están separadas cada 2 metros, asumiendo una carga lineal de 10kN/m en cada una.

En cuanto a los elementos de contención, se diseñarán barandillas que deberán cumplir con una serie de especificaciones para garantizar la seguridad de los peatones. Estas barandillas tendrán unas dimensiones que aportarán una carga de 1 kN/m repartidas en las vigas metálicas laterales.

CARGA DE LOSA DE HORMIGÓN	$q_h$ (kN/m)	10
CARGA DE BARANDILLAS	$q_b$ (kN/m)	1

Tabla 22: Valor de cargas muertas

##### 3.3.2. Acciones permanentes de valor no constante

Para definir la fuerza de tensado necesaria para que los tirantes soporten adecuadamente la estructura en condiciones de servicio, es imprescindible realizar un cálculo vectorial basado en los datos obtenidos del modelo de la estructura sin tesar, el cual ha sido previamente realizado en el estudio de soluciones para obtener la fuerza de tensado necesaria para cada solución.

La fuerza de tensado que se emplea en esta pasarela corresponde con la clasificación, según la IAP-11, como un pretensado tipo "P2", que corresponde a tirantes, péndolas y pretensado fuera del canto.

El valor característico de la fuerza de pretensado tiene un valor de 6417 que corresponde con la carga máxima asumible por la sección del cable empleado, conforme a la cantidad de torones en la sección catalogada por el fabricante.

La magnitud de la fuerza de pretensado empleada busca principalmente guiar el vector resultante al eje vertical en la sección de las torres, pudiendo así contener las tensiones producidas en la sección maciza de las torres.

Para la implementación en el modelo de cálculo, se traduce dicha fuerza a una carga de temperatura equivalente en función de la sección y las propiedades de la misma.

La temperatura a emplear se calcula de la siguiente forma:



$$\Delta T = \frac{F_p}{E \cdot A_{cp} \cdot \alpha_{cp}}$$

Donde:

- E ..... Módulo de elasticidad del cable de retenida
- $A_{cp}$ ..... Área de la sección del cable de retenida
- $\alpha_{cp}$ ..... coeficiente de dilatación del acero
- $F_p$ ..... Fuerza de pretensado requerida

$$\Delta T = \frac{6417}{195000000 \cdot 0,00645 \cdot 0,0000117} = 436,07^\circ\text{C}$$

### 3.3.3. Acciones variables

#### 3.3.3.1. Sobrecarga de uso

Para la determinación de los efectos estáticos de la sobrecarga de uso debida al tráfico de peatones, se considera la acción simultánea de las cargas siguientes

- Una carga vertical uniformemente distribuida  $q_{fk}$  de valor igual a  $5\text{kN/m}^2$

La carga vertical será repartida entre las vigas ríofra, ya que la carga esta ejercida sobre el tablero de hormigón.

No obstante, la estabilidad horizontal transversal se asegurará mediante la consideración de las acciones correspondientes.

En caso de que sea necesaria alguna comprobación local, se considerará una carga vertical puntual que actúe sobre una superficie cuadrada de  $0,10\text{ m}$  de lado, con el siguiente valor:  $10\text{Kn}$

SOBRECARGA DE USO	
$q_{SCU} (\text{kN/m})$	10
$h_{SCU} (\text{kN/m})$	1

Tabla 23: Valor de sobrecargas de uso empleadas

#### 3.3.3.2. VIENTO

##### Velocidad básica del viento

La velocidad básica del viento  $v_{b,0}$  es la velocidad media a lo largo de un período de 10 min, con un período de retorno de 50 años, medida con independencia de la dirección del viento y de la época del año en una zona plana y desprotegida frente al viento, equivalente a un entorno del puente tipo II, a una altura de 10 metros.

A partir de la velocidad básica fundamental del viento  $v_{b,0}$ , se obtiene la velocidad básica  $v_b$  mediante la expresión:

$$V_b = c_{dir} c_{season} v_{b,0}$$

Donde:

- $v_b$  ..... velocidad básica del viento para un período de retorno de 50 años (m/s)
- $c_{dir}$  ..... factor direccional del viento (a falta de estudios específicos se tomará igual a 1,0)
- $c_{season}$  ..... factor estacional del viento (a falta de estudios específicos se tomará igual a 1,0)
- $v_{b,0}$  ..... velocidad básica fundamental del viento (se toma el valor de la figura 27) (m/s)



Figura 13: Mapa de zonas para la obtención de la velocidad básica fundamental del viento  $v_b$ .

El valor a considerar para la velocidad básica fundamental del viento es el correspondiente a la Zona B, 27 m/s.

Para períodos de retorno diferentes a 50 años, la velocidad básica del viento  $v_{b(T)}$  se calcula mediante la siguiente

expresión:

$$v_b(T) = v_b \cdot c_{prob}$$

- $v_b(T)$  ..... velocidad básica del viento (m/s) para un período de retorno  $T$  (años)
- $T$  ..... período de retorno (años)
- $c_{prob}$  ..... factor de probabilidad (se obtiene a partir de la expresión siguiente)

$$c_{\text{prob}} = \left\{ \frac{1 - K \cdot \ln \left[ -\ln \left( 1 - \frac{1}{T} \right) \right]}{1 - K \cdot \ln[-\ln(0,98)]} \right\}^n$$

Se toman los siguientes parámetros:

- K ..... 0,20
- n ..... 0,50

Para situaciones persistentes, a falta de estudios específicos, se considerará un periodo de retorno para el cálculo de 100 años, por lo que  $c_{\text{prob}} = 1,04$ .

$$v_b(T = 100 \text{ años}) = 28,04 \text{ m/s}$$

#### Velocidad media del viento

La velocidad media del viento  $v_m(z)$  a una altura  $z$  sobre el terreno dependerá de la rugosidad del terreno, de la topografía y de la velocidad básica del viento  $v_b$ , y se determinará según la expresión siguiente:

$$v_m(z) = c_r(z) c_o v_b(T)$$

- $v_b(T)$  ..... velocidad básica del viento (m/s) para un periodo de retorno  $T$  (m/s)
- $c_o$  ..... factor de topografía (que se tomará con valor igual a 1,0)
- $c_r(z)$  ..... factor de rugosidad que se obtiene de la siguiente expresión

$$c_r(z) = k_r \cdot \ln \left( \frac{z}{z_0} \right) \text{ para } z \geq z_{\min}$$

$$c_r(z) = k_r \cdot \ln(z_{\min}) \text{ para } z < z_{\min}$$

- $z$  ..... altura del punto medio de aplicación del empuje del viento respecto al terreno (m)
- $k_r$  ..... factor del terreno (según tabla 1)
- $z_0$  ..... longitud de la rugosidad (según tabla 1)
- $z_{\min}$  ..... altura mínima (según tabla 1)

A efectos de calcular los parámetros anteriores, se consideran cinco tipos de entorno, los cuales se describen a continuación:

- Tipo 0. Mar o zona costera expuesta al mar abierto.
- Tipo I. Lagos o áreas planas y horizontales con vegetación depreciable y sin obstáculos.
- Tipo II. Zona rural con vegetación baja y obstáculos aislados (árboles, construcciones pequeñas, etc.), con separaciones de al menos 20 veces la altura de los obstáculos.
- Tipo III. Zona suburbana, forestal o industrial con construcciones y obstáculos aislados con una separación máxima de 20 veces la altura de los obstáculos.
- Tipo IV. Zona urbana en la que al menos el 15 % de la superficie esté edificada y la altura media de los edificios exceda de los 15 metros.

TIPO DE ENTORNO	$k_r$	$z_0$ (m)	$z_{\min}$ (m)
0	0,156	0,003	1,000
I	0,170	0,010	1,000
II	0,190	0,050	2,000
III	0,216	0,300	5,000
IV	0,235	1,000	10,000

Tabla 24: Coeficientes  $k_r$ ,  $z_0$  y  $z_{\min}$  según el tipo de entorno.

Consideramos una altura  $z$  de 7,00 metros, así que  $c_r(z)$  tiene valor de 1,21 puesto que  $z \geq z_{\min}$ . un entorno TIPO 0, con

Con todo lo anterior, se obtiene:

$$v_m(z = 7,00 \text{ m}) = 33,92 \text{ m/s}$$

#### Dirección del viento

La acción del viento, definida en el artículo 4.2.4 de la IAP-11, sobre la pasarela se considerará mediante dos direcciones:

- Perpendicular al eje del tablero, en la dirección transversal Y. Esta componente irá acompañada de una componente asociada en la dirección vertical Z
- Paralela al eje del tablero, en la dirección longitudinal X

Por lo que se definirá un viento transversal, constituido por un empuje horizontal y vertical concomitantes. Además, un viento longitudinal que solo considerara un empuje horizontal.

#### Empuje del viento

El empuje del viento sobre cualquier elemento se calculará mediante la expresión:

$$F_w = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_b^2(T) \cdot c_e(z) \cdot c_f \cdot A_{ref}$$

- $F_w$  ..... empuje horizontal del viento (N)

- $\frac{1}{2} \rho v_b^2(T)$  ..... presión de la velocidad básica del viento qb (N/m<sup>2</sup>)
- $\rho$  ..... densidad del aire (se tomará igual a 1,25 kg/m<sup>3</sup>)
- $C_f$  ..... coeficiente de fuerza del elemento considerado
- $A_{ref}$  ..... área de referencia (m<sup>2</sup>)

El Área de referencia se obtiene como la proyección del área sólida expuesta sobre el plano perpendicular a la dirección del viento.

- $c_e(z)$  ..... coeficiente de exposición en función de la altura z (mediante la siguiente expresión)

$$c_e(z) = k_r^2 \left[ c_0^2 \cdot \ln^2 \left( \frac{z}{z_0} \right) + 7 \cdot k_l \cdot c_0 \cdot \ln \left( \frac{z}{z_0} \right) \right] \text{ para } z \geq z_{min}$$

$$c_e(z) = c_e(z_{min}) \quad \text{para } z < z_{min}$$

Como  $z \geq z_{min}$ , se toma:

$$c_e(z = 7,00m) = 2,785$$

Para el efecto de la sobrecarga de uso se supondrá un área expuesta con una altura de 1,25 m en pasarelas.

#### Empuje provocado por el viento transversal sobre tableros

El empuje transversal producido por el viento sobre el tablero de alma llena, como sería este caso con un tablero de vigas, tendrá un área de referencia  $A_{ref,y}$  definida como el producto de la longitud del tramo de puente por la altura equivalente  $h_{eq}$ .

$$A_{ref,y} = L \cdot h_{eq} = 68 \cdot 0,46 = 31,28\text{m}^2$$

$$A_{ref,y,SC} = L \cdot h_{eq,SC} = 68 \cdot 1,63 = 116,28\text{m}^2$$

Ante la falta de datos experimentales el coeficiente de fuerza en la dirección y vendrá definido mediante la siguiente expresión:

$$c_{f,y} = 2,5 - 3 \cdot (B/h_{eq,SC}) = 1,542$$

$$\text{cumpliendo } 1,3 < c_{f,y} < 2,4$$

Siendo;

- B es la anchura total de tablero → B=5,46 m
- $h_{eq}$  es la altura equivalente, que se obtiene considerando el propio tablero y teniendo en cuenta la presencia de sobrecarga de uso al ser más desfavorable.

$$h_{eq} = 0,46\text{m} ; h_{ea,SC} = 0,46 + 1,25 = 1,71\text{m}$$

Sustituyendo los valores se obtiene un coeficiente de fuerza con un valor  $c_{f,y,SC} = 1,542$  y tomando el valor mínimo del coeficiente sin considerar la sobrecarga.

$$F_{w,y} = \frac{1}{2} \rho v_b^2(T) \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \cdot c_e(z) \cdot C_{f,x} \cdot A_{ref,x}$$

$$-F_{w,y} = 491,36 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \cdot 2,785 \cdot 1,3 \cdot 31,28\text{m}^2 = 55,64\text{kN}$$

$$-F_{w,y,SC} = 491,36 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \cdot 2,785 \cdot 1,542 \cdot 116,28 = 245,35\text{kN}$$

Para repartir la carga del viento sobre la superficie se aplica la carga sin multiplicar por la dimensión longitudinal, se emplea la carga correspondiente a la de sobrecarga de uso ya que es más desfavorable.

$$-q_{w,y,SC} = 491,36 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \cdot 2,785 \cdot 1,507 \cdot 1,65 = \pm 3,61\text{kN/m}$$

El empuje vertical del viento en dirección Z sobre el tablero en el sentido más desfavorable se define mediante la siguiente expresión

$$F_{w,z} = 491,36 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \cdot 2,785 \cdot C_{f,z} \cdot A_{ref,z} = \pm 218,17\text{kN}$$

Siendo:

- $C_{f,z}$  : es el coeficiente de fuerza en la dirección vertical Z, con un valor  $C_{f,z} = \pm 0,9$
- $A_{ref,z}$  : área en planta del tablero  $A_{ref,z} = 68 \cdot 5,46 = 371,28\text{m}^2$

Para repartir la carga del viento entre las vigas riostra que soportan las cargas gravitatorias se multiplica la presión del viento únicamente por la separación de las vigas de tal modo que:

$$q_{w,z} = 491,36 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \cdot 2,785 \cdot C_{f,z} \cdot 2 = \pm 2,46\text{kN/m}$$

#### **Momento de vuelco**

El momento de vuelco debido a la acción concomitante de los empujes transversal y vertical provocada por la acción del viento transversal se supondrá:

- El empuje transversal estará aplicado a un 60% de la altura equivalente.
- El empuje vertical está aplicado a una distancia del borde de barlovento de ¼ de la anchura del tablero

Al tratarse de una pasarela colgante con un tablero esbelto tanto en planta como en alzado, el momento de vuelco para la misma no se estudia en el presente trabajo.

#### Empuje provocado por el viento longitudinal sobre tableros

El empuje horizontal en la dirección X debido al viento longitudinal sobre el tablero se define mediante el apartado 4.2.5.2 de la IAP11, cuyo valor en general será pequeño, por lo que no generará efectos significativos.

El valor del empuje será una fracción del empuje transversal del viento en dirección Y, y multiplicado por un coeficiente reductor. El porcentaje será del 25 % para elementos sólidos como tableros o vigas, no se considerará la reducción por la inclinación de las almas en los tableros de alma llena. Por otro lado, el coeficiente reductor se define según la siguiente expresión:

$$1 - \left[ \frac{7}{c_0 \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) + 7} \right] \Phi[L/L(z)]$$

Siendo:

- $c_0$  es el factor topográfico definido anteriormente y con un valor de 1
  - $z$  altura del punto de aplicación del empuje del viento respecto al terreno, que tiene un valor de 7 m
  - $z_0$  con un valor de 0,003 m y  $z_{min}$  con un valor de 1 m, definidos mediante la tabla 4.2-b
- $$\Phi[L/L(z)] = 0,230 + 0,182 \cdot \ln[L/L(z)]$$
- L: longitud sobre la que actúa el empuje longitudinal, se tomara como valor la longitud total, de la pasarela  $L = 68 \text{ m}$
  - $L(z)$ : longitud integral de la turbulencia que se definirá según la siguiente expresión:

$$L(z) = 300(z/200)^a = 83,92 \text{ m para } z_{min} \leq z \leq 200$$

El coeficiente  $a$  se define según la tabla 4.2-d que para un entorno de tipo 0, se obtendrá un valor de 0,38.

Sustituyendo los valores se obtiene un valor del coeficiente reductor de 0,91.

Para el modelo de cálculo se insertará como carga repartida en las vigas riestra que estén expuestas al viento. Aplicando tanto el porcentaje como el coeficiente reductor al empuje transversal del viento en dirección Y, en el área de tablero afectado en proyección x, y distribuyendo la carga por la cantidad de vigas riestra expuestas, se obtiene el siguiente valor:

$$q_{w,x,SC} = 491,36 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \cdot 2,785 \cdot 1,507 \cdot 0,91 \cdot 0,25 \cdot h_{cf}/17 = 0,027 \text{kN/m}$$

#### Empuje del viento sobre otros elementos del puente

Los elementos a considerar la acción del viento son los cables, las péndolas y las torres, actuando en los cables de retenida y en las torres un viento longitudinal y transversal mientras que en las péndolas y los cables principales, solo actuará el viento transversal. El empuje del viento sobre estos elementos se realizará mediante las siguientes expresiones:

$$F = 491,36 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \cdot 2,785 \cdot C_f \cdot A_{ref}$$

Donde  $C_f$  es el coeficiente de fuerza, adoptado según la geometría del elemento mediante la figura 4.2-b de la IAP-11 donde se especifican los valores para las secciones más habituales. Y el área de referencia  $A_{ref}$  definido como la proyección del área sólida sobre el plano perpendicular al viento.

#### • Cable principal

La sección de los 2 cables principales que anclan en cada torre es circular con un diámetro equivalente de 0,091 m, con un diámetro de su vaina de PE correspondiente de 0,16m de superficie lisa que cumple la siguiente condición, por lo que el coeficiente de fuerza tiene un valor de:

$$\emptyset \cdot V_b(T) \cdot \sqrt{C_e(z)} = 0,16 \cdot 28,04 \cdot \sqrt{2,785} = 7,48 \frac{\text{m}^2}{\text{s}} > 6 \frac{\text{m}^2}{\text{s}}$$

$$C_f = 0,7$$

El área de referencia que produce el empuje del viento transversal sobre los cables se define mediante la longitud del cable, la cual ha sido obtenida con ayuda del programa AutoCAD y su diámetro visto en perfil, con el siguiente valor:

$$A_{ref} = 68,9713 * 0,16 = 11,04 \text{ m}^2$$

Sustituyendo los valores obtenidos se obtiene el valor del empuje del viento transversal sobre el cable.

$$F_{w,y,cable} = 491,36 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \cdot 2,785 \cdot 0,7 \cdot 11,035 = 10,57 \text{kN}$$

En el modelo se aplicará como carga distribuida a lo largo del cable, por lo que:

$$q_{w,y,cable} = 10,57 \text{kN}/Lx = 0,153 \text{kN/m}$$

#### • Cable de retenida

La sección de los 2 cables principales que anclan en cada torre es circular con un diámetro equivalente de 0,091 m, con un diámetro de su vaina de PE correspondiente de 0,16m de superficie lisa que cumple la siguiente condición, por lo que el coeficiente de fuerza tiene un valor de:

$$\emptyset \cdot V_b(T) \cdot \sqrt{C_e(z)} = 0,16 \cdot 28,04 \cdot \sqrt{2,785} = 7,48 \frac{\text{m}^2}{\text{s}} > 6 \frac{\text{m}^2}{\text{s}}$$

$$C_f = 0,7$$

El área de referencia que produce el empuje del viento transversal sobre los arcos se define mediante la longitud del cable, la cual ha sido obtenida con ayuda del programa AutoCAD y su diámetro visto en perfil, con el siguiente valor:

$$A_{ref} = 9,90 * 0,16 = 1,584 \text{ m}^2$$

Sustituyendo los valores obtenidos se obtiene el valor del empuje del viento transversal sobre el cable.

$$F_{w,y,cable} = 491,36 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \cdot 2,785 \cdot 0,7 \cdot 1,584 = 1,52 \text{kN}$$

En el modelo se aplicará como carga distribuida a lo largo del cable, por lo que:

$$q_{w,y,cable} = 1,52 \text{kN}/Lx = 0,153 \text{kN/m}$$

El área de referencia que produce el empuje del viento longitudinal sobre los cables se define mediante la altura del cable y su diámetro visto en alzado, con el siguiente valor:

$$A_{ref} = 7,00 * 0,16 = 1,12 \text{ m}^2$$

Sustituyendo los valores obtenidos se obtiene el valor del empuje del viento longitudinal sobre el cable.

$$F_{w,x,\text{cable}} = 491,36 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \cdot 2,785 \cdot 0,7 \cdot 1.12 \cdot 0,25 \cdot 0,91 = 0,24 \text{kN}$$

En el modelo se aplicará como carga distribuida a lo largo del cable, por lo que:

$$q_{w,x,\text{cable}} = 0,24 \text{kN}/Lx = 0,03 \text{kN}/\text{m}$$

- Péndolas

La sección de las péndolas es circular con un diámetro del recubrimiento exterior de 0,029 m, y una superficie lisa que cumple la siguiente condición, por lo que el coeficiente de fuerza tiene un valor de 1,2.

$$\phi \cdot V_b(T) \cdot \sqrt{C_e(z)} = 0,035 \cdot 27,0 \cdot \sqrt{1,397} = 1,64 \frac{\text{m}^2}{\text{s}} < 6 \frac{\text{m}^2}{\text{s}}$$

El área de referencia que produce el empuje del viento transversal sobre las péndolas se define mediante la herramienta AutoCAD para cada una de las péndolas y sustituyendo los valores en la siguiente expresión se obtiene los empujes del viento para cada péndola.

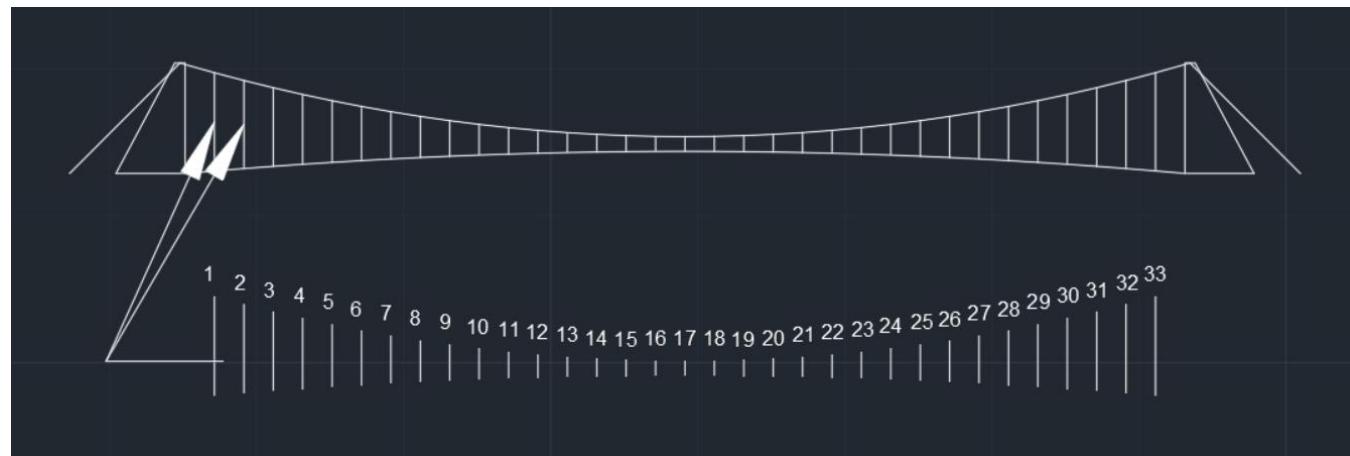


Figura 14: Numeración péndolas

Péndola	Longitud	$\phi$	Aref	Fw,t (kN)	qw,t (kN/m)
1	6,668	0,035	0,233	0,383	0,057
2	5,982	0,035	0,209	0,344	0,057
3	5,34	0,035	0,187	0,307	0,057
4	4,742	0,035	0,166	0,273	0,057
5	4,188	0,035	0,147	0,241	0,057
6	3,679	0,035	0,129	0,211	0,057
7	3,214	0,035	0,112	0,185	0,057
8	2,793	0,035	0,098	0,161	0,057
9	2,417	0,035	0,085	0,139	0,057
10	2,085	0,035	0,073	0,120	0,057
11	1,797	0,035	0,063	0,103	0,057
12	1,553	0,035	0,054	0,089	0,057
13	1,354	0,035	0,047	0,078	0,057
14	1,199	0,035	0,042	0,069	0,057
15	1,089	0,035	0,038	0,063	0,057
16	1,022	0,035	0,036	0,059	0,057
17	1	0,035	0,035	0,057	0,057
18	1,022	0,035	0,036	0,059	0,057
19	1,089	0,035	0,038	0,063	0,057
20	1,199	0,035	0,042	0,069	0,057
21	1,354	0,035	0,047	0,078	0,057
22	1,553	0,035	0,054	0,089	0,057
23	1,797	0,035	0,063	0,103	0,057
24	2,085	0,035	0,073	0,120	0,057
25	2,417	0,035	0,085	0,139	0,057
26	2,793	0,035	0,098	0,161	0,057
27	3,214	0,035	0,112	0,185	0,057
28	3,679	0,035	0,129	0,211	0,057
29	4,188	0,035	0,147	0,241	0,057
30	4,742	0,035	0,166	0,273	0,057
31	5,34	0,035	0,187	0,307	0,057
32	5,982	0,035	0,209	0,344	0,057
33	6,668	0,035	0,233	0,383	0,057

Tabla 25 Empuje del viento transversal en cada péndola

- Torres

Las torres están formadas por dos elementos de sección variable trapezoidal idénticos en cada estribo, la sección varía linealmente a lo largo de la altura, partiendo de una sección en el punto más alto de  $70 \times 100 \text{ cm}^2$  a una sección de  $475 \times 100 \text{ cm}^2$ . Para que estos dos elementos colaboren frente a las solicitudes de la pasarela, están arriostradas entre las 2 torres mediante una viga riostra en el punto más alto de las torres en cada estribo.

Empleando la tabla 4.2-b obtenemos los coeficientes para los elementos monolíticos que conforman las torres.

Empuje transversal:

Puesto que la sección es variable, se obtiene una media del coeficiente de fuerza empleando una sección rectangular con la base menor y una sección rectangular con la base mayor, la cual será adecuada para su área de referencia.

$$\frac{B_{menor}}{h} = \frac{70\text{cm}}{700\text{cm}} = 0,1$$

$$\frac{B_{mayor}}{h} = \frac{475\text{cm}}{750\text{cm}} = 0,679$$

$$\frac{0,1 + 0,679}{2} = 0,389 \rightarrow c_f = 2,19$$

Con área de referencia:

$$A_{ref} = (475 + 70) * \frac{700}{2} = 190750 \text{ cm}^2 = 19,08 \text{ m}^2$$

Sustituyendo los valores obtenidos se obtiene el valor del empuje del viento transversal sobre las torres.

$$F_{wy,torre} = 491,36 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \cdot 2,785 \cdot 2,19 \cdot 19,08 = 57,16 \text{kN}$$

$$q_{wy,torre} = \frac{60,40}{A_{ref}} = 3 \text{kN/m}^2$$

El empuje longitudinal será con el área de referencia vista en perfil, la cual se define de la siguiente manera:

$$A_{ref} = 7\text{m} \cdot 1\text{m} = 7\text{m}^2$$

Con un coeficiente de fuerza de 2,2 puesto que no aparece en la tabla 4.2-b de la IAP-11.

Sustituyendo los valores obtenidos se obtiene el valor del empuje del viento longitudinal sobre las torres.

$$F_{wx,torre} = 491,36 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \cdot 2,785 \cdot 2,2 \cdot 7 = 21,07 \text{kN}$$

$$q_{wx,torre} = \frac{60,40}{A_{ref}} = 3,01 \text{kN/m}^2$$

Como se puede observar, las cargas de viento longitudinales son mínimas para la rigidez de la estructura en sentido longitudinal, y los únicos elementos realmente afectados son las torres, las cuales están dimensionadas para un orden de magnitud de cargas mucho más elevado.

En vista de la magnitud de las cargas a emplear del viento longitudinal, y los elementos afectados, se ha optado por no incluir esta acción en el modelo de estudio, puesto que los resultados serían despreciables.

### 3.3.3. ACCIONES TÉRMICAS

#### Acción térmica en tablero

En el apartado 4.3 de la IAP-11 se definen los valores que se han de emplear.

Para la evaluación de la acción térmica en el tablero se deberá considerar el tipo de tablero. El tipo 1 corresponde a los tableros de acero, se adoptará este tipo de tablero para las acciones térmicas, puesto que la estructura resistente de la pasarela está totalmente compuesta por acero, a pesar de que el pavimento del tablero sea de hormigón prefabricado.

#### Temperatura máxima

El cálculo de los efectos de la componente uniforme de temperatura parte del valor de la temperatura del aire a la sombra en el lugar del emplazamiento del puente. El valor característico de la temperatura máxima del aire a la sombra  $T_{max}$  depende del clima del lugar y la altitud. El mapa de isoterma de la figura 4.3-a proporciona el valor para un periodo de retorno de 50 años.

Para Castellón se tendrá un intervalo de 40 a 42 °C.

$$T_{max} = 42^{\circ}\text{C}$$

Para periodo de retorno distinto de 50 años se ajustará lo valores mediante las siguientes expresiones. Considerando los valores de  $k1=0,781$  y  $k2=0,056$ , y  $\rho=0,01$ , para un periodo de retorno de 100 años en situaciones persistentes.

$$T_{max,p} = T_{max}(k_1 - k_2 \ln[-\ln(1 - \rho)])$$

$$T_{max,p} = 42 \cdot (0,781 - 0,056 \ln[-\ln(1 - 0,01)]) = 43,62^{\circ}\text{C}$$

La componente uniforme de la temperatura del tablero, temperatura efectiva, tendrá un valor máximo que se determinará a partir de la temperatura del aire mediante la siguiente expresión:

$$T_{e,max} = T_{max,p} + \Delta T_{e,max}$$

El valor de  $\Delta T_{e,max}$  se obtiene de la tabla 4.3-b, con un valor para el tablero tipo 1 de +16 °C.

$$T_{e,max} = 43,62 + 16 = 59,62^{\circ}\text{C}$$

El valor característico de la máxima variación de la componente uniforme de temperatura en dilatación:

$$\Delta T_{N,exp} = T_{e,max} - T_0$$

En el caso de no poder establecer una temperatura inicial del elemento en el momento de coaccionar su movimiento, se tomará igual a la temperatura media durante el periodo de construcción, y en ausencia de esta información se tomará igual a 15°C.

$$\Delta T_{N,exp} = 59,62 - 15 = 44,62^{\circ}\text{C}$$

El efecto de la diferencia vertical de temperatura para calentamiento de la sección será objeto de estudio en el proyecto, puesto que los elementos metálicos empleados en la estructura son de sección esbelta, la diferencia de temperatura en las caras superior e inferior es despreciable.

Para el efecto de la diferencia de temperatura longitudinal en las 2 caras extremas del tablero y las vigas, se debe considerar únicamente en los casos que la pasarela esté orientada próximamente de norte a sur o este a oeste, o la diferencia de temperaturas ocasiona efectos estructurales o funcionales significativos, por lo que no es necesaria su comprobación para este proyecto.

#### Temperatura mínima

El valor característico de la temperatura mínima del aire a la sombra  $T_{min}$  depende del clima del lugar y la altitud. El mapa de isoterma de la figura 4.3-b proporciona la zona climática invernal, la cual para Castellón es la zona 5, con una altitud de 0m sobre el mar. Por lo que la temperatura mínima anual del aire es:

$$T_{min} = -5^{\circ}\text{C}$$

Para periodo de retorno distinto de 50 años se ajustarán lo valores mediante las siguientes expresiones. Considerando los valores de  $k1=0,781$  y  $k2=0,056$ , y  $\rho=0,01$ , para un periodo de retorno de 100 años en situaciones persistentes.

$$T_{min,p} = T_{min}(k_3 - k_4 \ln[-\ln(1 - \rho)])$$

$$T_{min,p} = -5 \cdot (0,393 - 0,156 \ln[-\ln(1 - 0,01)]) = -5,55^{\circ}\text{C}$$

La componente uniforme de la temperatura del tablero, temperatura efectiva, tendrá un valor máximo que se determinará a partir de la temperatura del aire mediante la siguiente expresión:

$$T_{e,min} = T_{min,p} + \Delta T_{e,min}$$

El valor de  $\Delta T_{e,min}$  se obtiene de la tabla 4.3-b, con un valor para el tablero tipo 1 de -3 °C.

$$T_{e,min} = -5,55 - 3 = -8,55^{\circ}\text{C}$$

El valor característico de la máxima variación de la componente uniforme de temperatura en contracción será:

$$\Delta T_{N,con} = T_0 - T_{e,min} = 15 - (-8,55) = 23,55^{\circ}\text{C}$$

El efecto de la diferencia vertical de temperatura para el enfriamiento producido no será objeto de estudio en el proyecto, puesto que los elementos metálicos empleados en la estructura son de sección esbelta, la diferencia de temperatura en las caras superior e inferior es despreciable.

#### Implementación en el modelo

Los valores de temperaturas a implementar en el modelo serán los obtenidos como máxima variación uniforme de temperatura en dilatación y contracción. Empleándose como carga de temperatura uniforme positiva para dilatación y carga uniforme negativa para contracción con los siguientes valores:

VARIACIÓN DE TEMPERATURA EN DILATACIÓN	TEMP+	44,62
VARIACIÓN DE TEMPERATURA EN CONTRACCIÓN	TEMP-	-23,55

Tabla 26: Valores característicos de las temperaturas a emplear en el modelo de cálculo

### 3.3.3.4. Acción de nieve

La sobrecarga de nieve por lo general se considera en zonas de alta montaña o durante la construcción.

En el emplazamiento del presente proyecto, nos ubicamos en la costa de Castellón, zona climática 5 según la figura 4.3-b de la IAP-11 con una altura de 0m respecto al nivel del mar. Por lo que no se considera la acción de nieve para la estructura.

### 3.3.4. Acciones accidentales

#### 3.3.4.1. Sismo

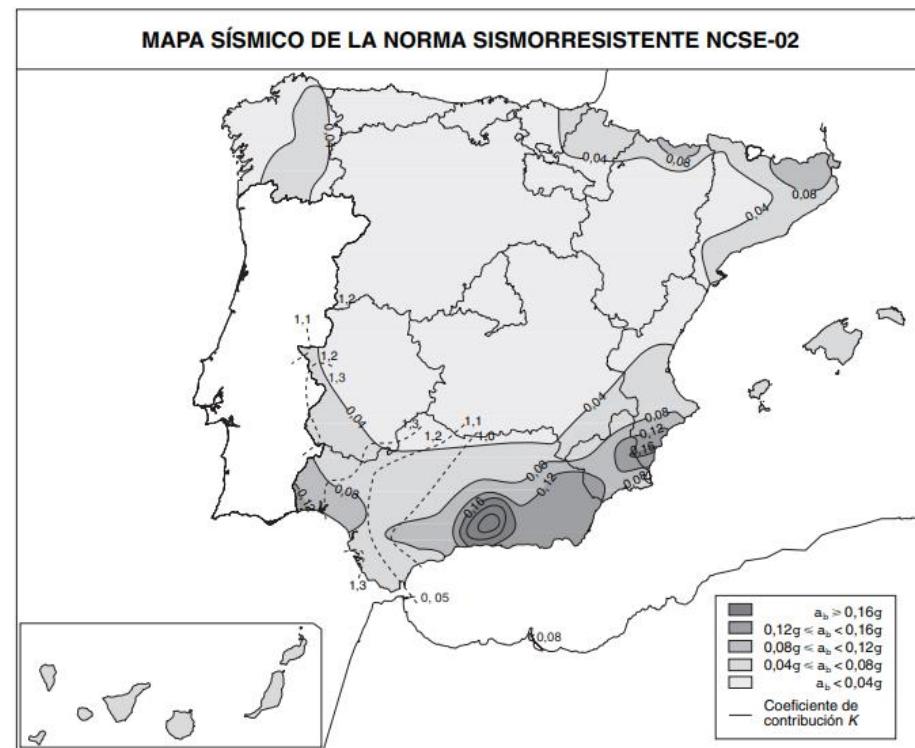
La acción sísmica, según la IAP-11 se considerará en el presente proyecto de acuerdo con las prescripciones recogidas en la Norma de Construcción Sismorresistente de Puentes (NCSP-07) o la normativa que la sustituya.

Para la clasificación de los puentes según su importancia a efectos de la aplicación de la norma, se ha clasificado la pasarela del proyecto como de "importancia normal", que hace referencia a los siguientes criterios:

"Aquellos puentes o pasarelas cuya destrucción puede interrumpir un servicio necesario para la colectividad o producir importantes pérdidas económicas sin que, en ningún caso, se trate de un servicio imprescindible o pueda dar lugar a efectos catastróficos."

#### Sismicidad de la zona:

Según la Norma Básica de la Edificación (NCSP-07), el término municipal de Vinaròs presenta una aceleración sísmica básica ( $a_b$ ) por debajo de  $0,04 \cdot g$ , es decir  $0,392 \text{ m/s}^2$  como se muestra en la figura de a continuación, y con un coeficiente de contribución  $K = 1,0$ .



### 3.4. VALORES REPRESENTATIVOS DE LAS ACCIONES

El valor representativo de las acciones es el utilizado para la verificación de los estados límite. El principal valor representativo de las acciones es su valor característico, calculado en el apartado anterior. No obstante, para las acciones variables, se considerarán además otros valores representativos, los cuales se especificarán en este apartado.

#### 3.4.1. Acciones permanentes

Para las acciones permanentes se considera un único valor representativo que coincide con su valor característico  $G_k$  o  $G^*_k$ , definido posteriormente en este capítulo.

Para las acciones permanentes de valor no constante, definidas conforme al apartado 3.2, el valor característico será el correspondiente al instante  $t$  en el que se realiza la comprobación.

#### 3.4.2. Acciones variables

Las acciones variables además de su valor característico  $Q_k$ , se considera los siguientes valores representativos en función de la comprobación que se realice:

- Valor de combinación  $\Psi_0 Q_k$ :

Será el valor de la acción cuando actúe con alguna otra acción variable, para tener en cuenta la pequeña probabilidad de que actúen simultáneamente los valores más desfavorables de varias acciones independientes.

- Valor frecuente  $\Psi_1 Q_k$ :

Es el valor de la acción que sea sobrepasado durante un periodo de corta duración respecto a la vida útil del puente, correspondiendo a un periodo de retorno de una semana. Se utilizará para los ELS reversibles.

- Valor casi-permanente  $\Psi_2 Q_k$ :

Es el valor de la acción que sea sobrepasado durante gran parte de la vida útil del puente. Se utilizará para la comprobación de los ELU en situación accidental y los ELS reversibles para la evaluación de efectos diferidos.

Los valores de los factores de simultaneidad ( $\Psi$ ) varían según la acción y difieren de los calculados en los apartados anteriores. Estos valores específicos se encuentran detallados en la tabla expuesta.

### 3.5. VALORES DE CÁLCULO DE LAS ACCIONES

El valor de cálculo de una acción se determina multiplicando el valor representativo por el correspondiente coeficiente parcial de seguridad,  $\gamma_F$ . Estos coeficientes parciales de seguridad varían según la situación de proyecto y el tipo de estado límite que se esté comprobando, ya sea de equilibrio o de resistencia.

Acción	$\Psi_0$	$\Psi_1$	$\Psi_2$
Sobrecarga de uso	0,4	0,4	0
Viento	0,3	0,2	0
Acción térmica	0,6	0,6	0,5

Tabla 28 Factores de simultaneidad

En los apartados siguientes, se especificarán los valores de los coeficientes según cada caso particular, teniendo en cuenta que estos coeficientes consideran la incertidumbre tanto en la estimación de las acciones como en la modelización de sus efectos.

#### 3.5.1. Estados límite ELU

El valor de cálculo para la comprobación en el Estado Límite de Último (ELU) se enfocará en el análisis bajo situaciones persistentes o transitorias en las que se verificará el equilibrio (EQU), adoptando los coeficientes parciales de seguridad indicados en la tabla 6.2-b de la IAP-11.

En cuanto a las acciones climáticas, estas incluyen la acción térmica y la acción del viento. Sin embargo, como se justificará en apartados posteriores.

Acción	Efecto	
	Estabilizador	Desestabilizador
Permanente (G)	Peso propio	0,9
	Carga muerta	0,9
Variable (Q)	Sobrecarga de uso	0
	Acciones climáticas	0

Tabla 29 Coeficientes parciales para la comprobación EQU

Las comprobaciones más relevantes a efectuar en el Estado Límite Último (ELU), son las relacionadas con la resistencia (STR), ya que suelen ser las más desfavorables. Para estas comprobaciones, se adoptarán los valores de los coeficientes parciales de seguridad establecidos en la tabla 6.2-b de la IAP-11.

Acción	Efecto	
	Estabilizador	Desestabilizador
Permanente (G)	Peso propio	1
	Carga muerta	1
Variable (Q)	Sobrecarga de uso	0
	Acciones climáticas	0

Tabla 30 Coeficientes parciales para la comprobación SRT

La aplicación de los distintos valores de los coeficientes parciales de seguridad está sujeta a las condiciones especificadas en la normativa:

- Las acciones permanentes de valor constante utilizan coeficientes  $\gamma_G = 1$  y  $\gamma_G = 1,35$ . Estos coeficientes se aplican a la totalidad de la acción del mismo origen, según si el efecto total es favorable o desfavorable.
- La carga de pavimento de hormigón se considera en su totalidad, esta carga será ponderada con un coeficiente  $\gamma_G = 1,35$  cuando el efecto sea desfavorable.

### 3.5.2. Estados límite de servicio ELS

Para la comprobación del Estado Límite de Servicio (ELS), se adoptarán los valores de los coeficientes parciales de seguridad especificados en la tabla 6.2-c de la IAP-11.

Acción		Efecto	
		Estabilizador	Desestabilizador
Permanente (G)	Peso propio	1	1
	Carga muerta	1	1
Variable (Q)	Sobrecarga de uso	0	1
	Acciones climáticas	0	1

Tabla 31 Coeficientes parciales para la comprobación ELS

## 3.6. COMBINACIÓN DE ACCIONES

Se identificará la hipótesis de cargas críticas más desfavorable para las cargas variables entre las diversas situaciones de proyecto, combinando los valores de cálculo que puedan actuar simultáneamente según los criterios anteriormente citados para el proyecto.

### 3.6.1. Estados límite últimos

#### 3.6.1.1. Situación persistente

Las combinaciones de acciones a tener en cuenta para las verificaciones en el Estado Límite de Último (ELU) se especificarán a continuación, centrándose el estudio en situaciones persistentes o transitorias. La combinación de acciones fundamental se llevará a cabo de acuerdo con la siguiente expresión, incluyendo las acciones permanentes de valor no constante para los efectos del pretensado:

$$\sum_{j<1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \sum_{m>1} \gamma_{G,m} G_{k,m}^* + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i>1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}.$$

Donde:

- $G_{k,j}$ : Valor característico de cada acción permanente de valor constante
- $G_{k,m}^*$ : Valor característico de cada acción permanente de valor no constante
- $Q_{k,1}$ : Valor característico de la acción variable dominante
- $\psi_{0,i} Q_{k,i}$ : Valor de combinación de las acciones variables concomitantes con la acción variable dominante
- $\gamma_G, \gamma_{G,m}, \gamma_{Q,1}, \gamma_{Q,i}$ : Coeficientes parciales

Deberá realizarse tantas hipótesis o combinaciones como sea necesario, considerando para cada una de ellas una acción variable dominante y el resto de las acciones como concomitantes.

Al combinar las distintas acciones variables, se deben tener en cuenta las consideraciones especificadas en la IAP-11:

- El viento transversal sobre el tablero se evaluará considerando la actuación simultánea de la componente vertical del viento y el momento de vuelco correspondiente.

- Cuando se considere el viento longitudinal sobre el tablero, no se tendrá en cuenta la acción simultánea del viento transversal, ni el empuje vertical, ni el momento de vuelco asociado.
- Si se considera que la acción del viento es predominante, no se tomará en cuenta la sobrecarga de uso.
- Si la sobrecarga de uso se considera predominante, se incluirá el viento concomitante correspondiente.
- No se tendrá en cuenta la acción simultánea del viento y la acción térmica.

Las combinaciones a realizar para el Estado Límite Último (ELU) en situaciones persistentes o transitorias, con el fin de comprobar la resistencia (STR), son las siguientes:

- Combinación 1

$$\text{Comb1\_ELU} = 1,35 \cdot \text{Perm} + 1,35 \cdot \text{SCU} + 1,5 \cdot 0,3 \cdot V_y$$

- Combinación 2

$$\text{Comb2\_ELU} = 1,35 \cdot \text{Perm} + 1,35 \cdot \text{SCU} + 1,5 \cdot 0,6 \cdot T$$

- Combinación 3

$$\text{Comb3\_ELU} = 1,35 \cdot \text{Perm} + 1,5 \cdot V_y$$

- Combinación 4

$$\text{Comb4\_ELU} = 1,35 \cdot \text{Perm} + 1,5 \cdot T^+ + 1,35 \cdot 0,4 \cdot \text{SCU}$$

- Combinación 5

$$\text{Comb5\_ELU} = 1 \cdot \text{Perm} + 1,35 \cdot P_2 - 1,5 \cdot V_z$$

- Combinación 6

$$\text{Comb6\_ELU} = 1 \cdot \text{Perm} + 1,35 \cdot P_2 + 1,5 \cdot T^-$$

Las comprobaciones de las combinaciones de las 6 hipótesis de cargas envolventes para Estado Límite Último se realizan a continuación en el apartado de modelización, con la ayuda del software SAP2000.

### 3.6.1.2. Situación sísmica

La combinación de acciones correspondiente a la situación sísmica se realizará de acuerdo con la siguiente expresión, tal como se define en la IAP-11. En esta expresión, se aplica una simplificación de los coeficientes parciales de seguridad, asignándoles un valor unitario, tal como se especifica en la NCSP-07.

$$\sum_{j=1} G_{k,j} + \sum_{m=1} G^*_{k,m} + \psi_{2,1} \cdot Q_{k,1} + A_{Ed}$$

Donde:

- $G_{k,j}$ : Valor representativo de cada acción permanente de valor constante.
- $G^*_{k,m}$ : Valor representativo de cada acción permanente de valor no constante.
- $\psi_{2,1} \cdot Q_{k,1}$ : Valor casi-permanente de la sobrecarga de uso, especificado en la tabla 8.
- $A_{Ed}$ : Valor de cálculo de la acción sísmica.

Como se verá posteriormente en el apartado de acciones accidentales, en este proyecto la acción sísmica no será objeto de estudio, puesto que por la zona donde se desea ejecutar la pasarela, la acción sísmica tiene un valor el cual la normativa sismorresistente permite no tener en cuenta a efectos de cálculo.

### 3.6.2. Estados límite de servicio

La comprobación para el Estado Límite de Servicio (ELS) se realizará utilizando la combinación frecuente, que es adecuada para la verificación de los estados reversibles, dado que su formulación es similar a la de los Estados Límite Últimos (ELU). La combinación casi permanente, que evalúa la actuación de los efectos diferidos, no se ha considerado en este proyecto.

La combinación de acciones frecuente se expresa mediante la siguiente fórmula:

$$\sum_{j=1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \sum_{m=1} \gamma_{G,m} \cdot G^*_{k,m} + \gamma_{Q,1} \cdot \psi_{1,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i=1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

Donde:

- $G_{k,j}$ : Valor característico de cada acción permanente.
- $G^*_{k,m}$ : Valor característico de cada acción permanente de valor no constante.
- $\psi_{1,1} \cdot Q_{k,1}$ : Valor característico de la acción variable dominante.
- $\psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$ : Valor de combinación de las acciones variables concomitantes a la acción variable dominante.
- $\gamma_G; \gamma_{G,m}; \gamma_{Q,1}; \gamma_{Q,i}$ : Coeficientes parciales.

## 4. MATERIALES EMPLEADOS

En este apartado se especifican las características mecánicas de los materiales que se utilizarán en la estructura. Como los coeficientes parciales de seguridad, utilizados para caracterizar el comportamiento de los materiales en el cálculo de los esfuerzos últimos resistentes.

### 4.1. Ambiente

El ambiente que se encuentra en el emplazamiento de la estructura es un ambiente cercano a la costa, con clasificación XS1 según el Código Estructural. Por lo que es importante emplear un hormigón con las propiedades adecuadas para el mismo. Los criterios del ambiente empleado para el proyecto son los recogidos en la siguiente tabla del código estructural.

4. Corrosión inducida por cloruros de origen marino		
XS1	Expuestos a aerosoles marinos, pero no en contacto directo con el agua del mar.	Elementos estructurales de hormigón armado o pretensado sometidos a los aerosoles marinos, ubicados en la costa o cerca de la costa.
XS2	Permanentemente sumergida en agua de mar.	Elementos estructurales de hormigón armado o pretensado permanentemente sumergidos en agua marina.
XS3	Zonas de carrera de mareas afectadas por el oleaje o salpicaduras.	Elementos estructurales de hormigón armado o pretensado situados en zona de carrera de mareas, afectados por el oleaje o salpicaduras.

Tabla 32: Tipos de ambiente que contemplan los cloruros marinos según el CE

También se empleará un acero estructural patinable para los elementos de acero visibles, excepto para las péndolas que llevan su propio recubrimiento proporcionado por el fabricante.

### 4.2. HORMIGÓN

#### 4.2.1. Cemento

El cemento empleado en el hormigón debe cumplir con las características MR ya que el emplazamiento cuenta con un ambiente expuesto a sulfatos marinos XS1.

#### 4.2.2. Material de las torres

Para las torres se empleará un hormigón para armar de resistencia característica 30MPa, estos elementos son muy visibles, de gran altura, esbeltos y de difícil ejecución, por lo que para una ejecución adecuada y mejor acabado, se exige que el hormigón se suministre con consistencia fluida, las características del hormigón a emplear se muestran a continuación:

HORMIGÓN: HA30/F/20/XS1		
Resistencia característica	$f_{ck}$ (Mpa)	30
Resistencia característica media	$f_{cm}$ (Mpa)	38
Módulo elástico	$E_c$ (Mpa)	32800
Coeficiente de dilatación térmica	$\alpha_c(\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1})$	$1 \times 10^{-5}$
Coeficiente de poisson	$v_c$	0,2

Tabla 33: Propiedades del hormigón para torres a emplear

#### 4.2.3. Material de las cimentaciones

Para las cimentaciones que sujetarán los cables de retenida no será necesario emplear la misma consistencia, puesto que es una ejecución sencilla y no estará a la vista, las características del hormigón a emplear serán las siguientes:

HORMIGÓN: HA30/F/20/XS1		
Resistencia característica	$f_{ck}$ (Mpa)	30
Resistencia característica media	$f_{cm}$ (Mpa)	38
Módulo elástico	$E_c$ (Mpa)	33000
Coeficiente de dilatación térmica	$\alpha_c(\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1})$	$1 \times 10^{-5}$
Coeficiente de poisson	$v_c$	0,2

Tabla 34: Propiedades para el hormigón de cimentaciones a emplear

Para el pavimento de hormigón prefabricado se empleará el material convencional para hormigones prefabricados ya que la losa del tablero no es colaborante, las características propuestas son las siguientes:

HORMIGÓN: HA30/B/20/XS1		
Resistencia característica	$f_{ck}$ (Mpa)	30
Resistencia característica media	$f_{cm}$ (Mpa)	38
Módulo elástico	$E_c$ (Mpa)	33000
Coeficiente de dilatación térmica	$\alpha_c(\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1})$	$1 \times 10^{-5}$
Coeficiente de poisson	$v_c$	0,2

Tabla 35: Propiedades para el hormigón de placas prefabricadas a emplear

### 4.3. ACERO

#### 4.3.1. Armadura pasiva

El acero pasivo empleado en armadura tanto en el hormigón de las losas prefabricadas como en las torres será de naturaleza B500SD, con las siguientes características:

ARMADURA PASIVA B500 SD		
Límite elástico	$f_y$ (Mpa)	500
Módulo elástico	$E_a$ (Mpa)	210000
Coeficiente de dilatación térmica	$\alpha_c(\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1})$	$1,2 \times 10^{-5}$
Coeficiente de poisson	$v_c$	0,3

Tabla 36: Propiedades para el acero de las armaduras pasivas a emplear

#### 4.3.2. Armadura activa

El acero empleado para la armadura activa tanto en las losas prefabricadas, como en los cables principales y cables de retenida es de naturaleza S1860S7, con las siguientes características:

ARMADURA ACTIVA S1860 S7		
Límite elástico	$f_y$ (Mpa)	1700
Resistencia a tracción	$f_u$ (Mpa)	1860
Módulo elástico	$E_a$ (Mpa)	190000
Coeficiente de dilatación térmica	$\alpha_c(\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1})$	$1,2 \times 10^{-5}$
Coeficiente de poisson	$v_c$	0,3

Tabla 37: Propiedades para el acero de armadura activa a emplear

#### 4.3.3. Acero estructural

El acero estructural empleado para los perfiles de las vigas riestra; los perfiles en L y las vigas laterales tubulares será un acero estructural patinable S355J2W, ya que la pasarela está posicionada cerca de la costa y conviene tener una protección adicional a corrosión en los perfiles metálicos expuestos.

ACERO ESTRUCTURAL S355J2W		
Límite elástico	$f_y$ (Mpa)	355
Resistencia a tracción	$f_u$ (Mpa)	510
Módulo elástico	$E_a$ (Mpa)	210000
Coeficiente de dilatación térmica	$\alpha_c(\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1})$	$1,2 \times 10^{-5}$
Coeficiente de poisson	$v_c$	0,3

Tabla 38: Propiedades para el acero estructural de perfiles a emplear

El acero estructural empleado en las péndolas de la pasarela será un S460 según el catálogo de "Mekano4", con las siguientes características:

ACERO ESTRUCTURAL S460		
Límite elástico	$f_y$ (Mpa)	460
Resistencia a tracción	$f_u$ (Mpa)	610
Módulo elástico	$E_a$ (Mpa)	210000
Coeficiente de dilatación térmica	$\alpha_c$ ( $^{\circ}$ C $^{-1}$ )	$1,2 \times 10^{-5}$
Coeficiente de poisson	$\nu_c$	0,3

Tabla 39: Propiedades para el acero de péndolas a emplear

## 5. MODELO ESTRUCTURAL

Una vez definida la geometría de la pasarela y los elementos estructurales se procede a la realización del modelo de cálculo en el software de elementos finitos SAP2000. Se ha planteado un modelo elástico lineal compuesto por elementos tipo barra para las secciones metálicas y tipo área para las torres.

El tablero no se ha modelado puesto que no se considera un elemento estructural, se ha insertado en el modelo como carga muerta repartida en las vigas riostira HEB260. No obstante, para que el programa funcione correctamente, se han dispuesto secciones con la geometría de las placas prefabricadas sin masa o inercia.

Cabe señalar que, al tratarse de una pasarela, la sobrecarga de uso es uniforme y gravitatoria, distribuida de manera homogénea sobre el tablero. En el caso de un puente de carretera o ferrocarril, con diversas configuraciones de carga (como carriles virtuales y cargas longitudinales y transversales de vehículos), sería más relevante emplear una malla para definir el tablero.

Se llevará a cabo un análisis estático lineal del modelo estructural, cuya justificación y verificación se presentarán más adelante en este anexo. Se ha optado por evitar un análisis no lineal complejo, considerando la estructura diseñada.

La geometría 3D de las directrices de los elementos de la pasarela se ha definido en AutoCAD para su exportación directa al modelo de cálculo en SAP2000. Esto facilita posibles ajustes en la geometría en caso de que alguna de las comprobaciones no se cumpla, además de permitir dividir los elementos tipo barra con total flexibilidad.

### 5.1. CONDICIONES DE CONTORNO

Para el correcto funcionamiento del modelo en lo referente a representar la realidad, se definen las condiciones de contorno de la estructura.

- Las torres estarán empotradas
- Los cables de retenida articulados a su cimentación en el terreno
- El tablero estará con apoyo móvil en sus extremos, permitiendo giros y desplazamientos horizontales por dilatación o contracción, aparte de aplicarle un muelle que simule el comportamiento del tablero sobre un neopreno.

Figura 16: Geometría de la estructura de pasarela por ejes (SAP2000)

Dado que se han modelado las directrices de los elementos, se ha definido nudos de dimensión finita que conecten los nudos correspondientes del tablero con los elementos a los que debería estar conectados en esa sección.

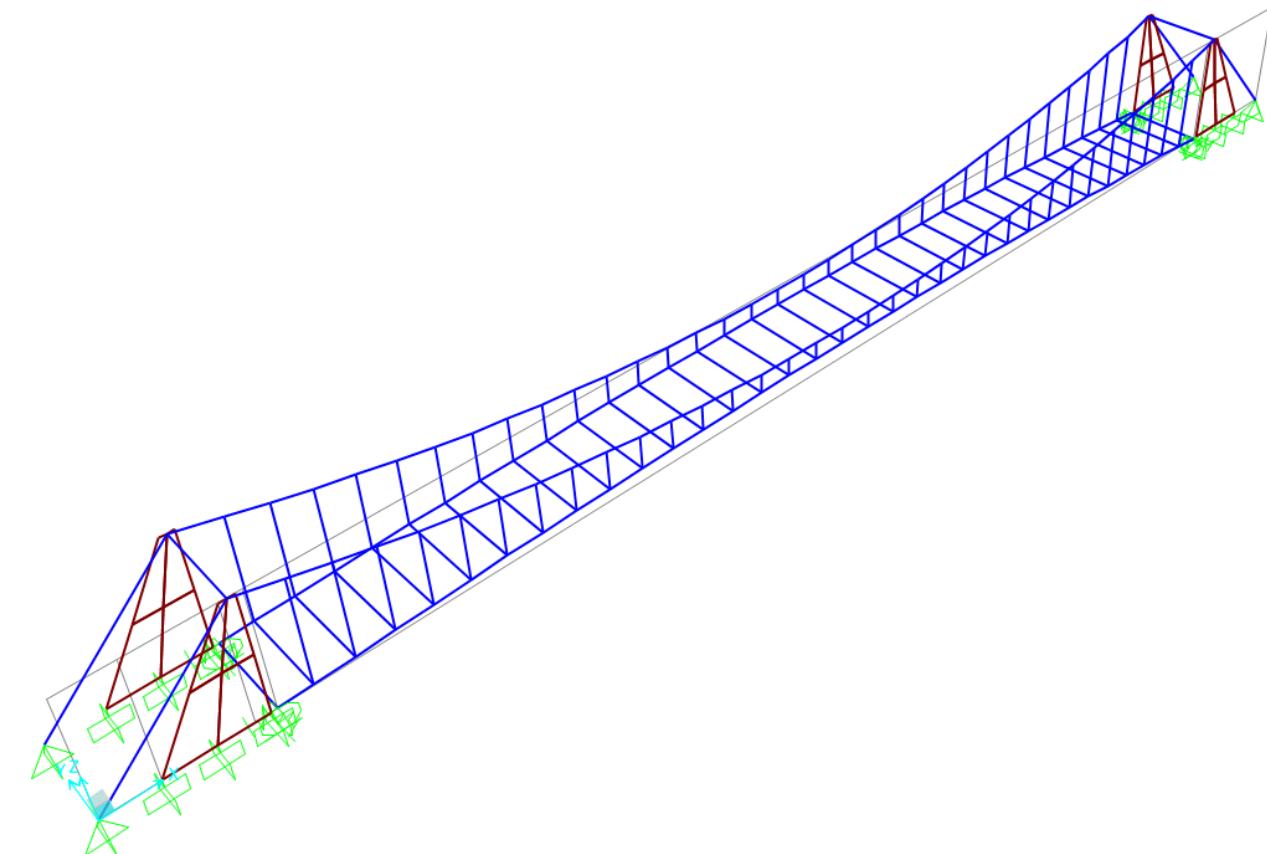


Figura 17: Condiciones de contorno de la estructura de pasarela. (SAP2000)

## 5.2. DEFINICIÓN DE LOS CABLES

Los cables en general son elementos altamente no lineales, cuyo comportamiento es diverso al de un elemento tipo barra, gran parte de la estructura estudiada está compuesta por cables cuya definición se debe analizar para que su comportamiento sea previsible.

El programa SAP2000 permite incluir elementos tipo cable, pero estos suelen no responder de manera adecuada, lo que puede generar errores en el análisis estructural. Por esta razón, se han utilizado barras con características especiales para simular el comportamiento de los cables. Primero, se han liberado los momentos ( $M_2$ ,  $M_3$  y  $T$  en ejes locales) para que las barras se comporten como cables. Además, se ha impuesto un límite de compresión en dichas barras, ya que deben trabajar únicamente a tracción, aunque su resistencia a la compresión no sea completamente nula, y se ha definido un módulo elástico que caracteriza los cables y simula su comportamiento.

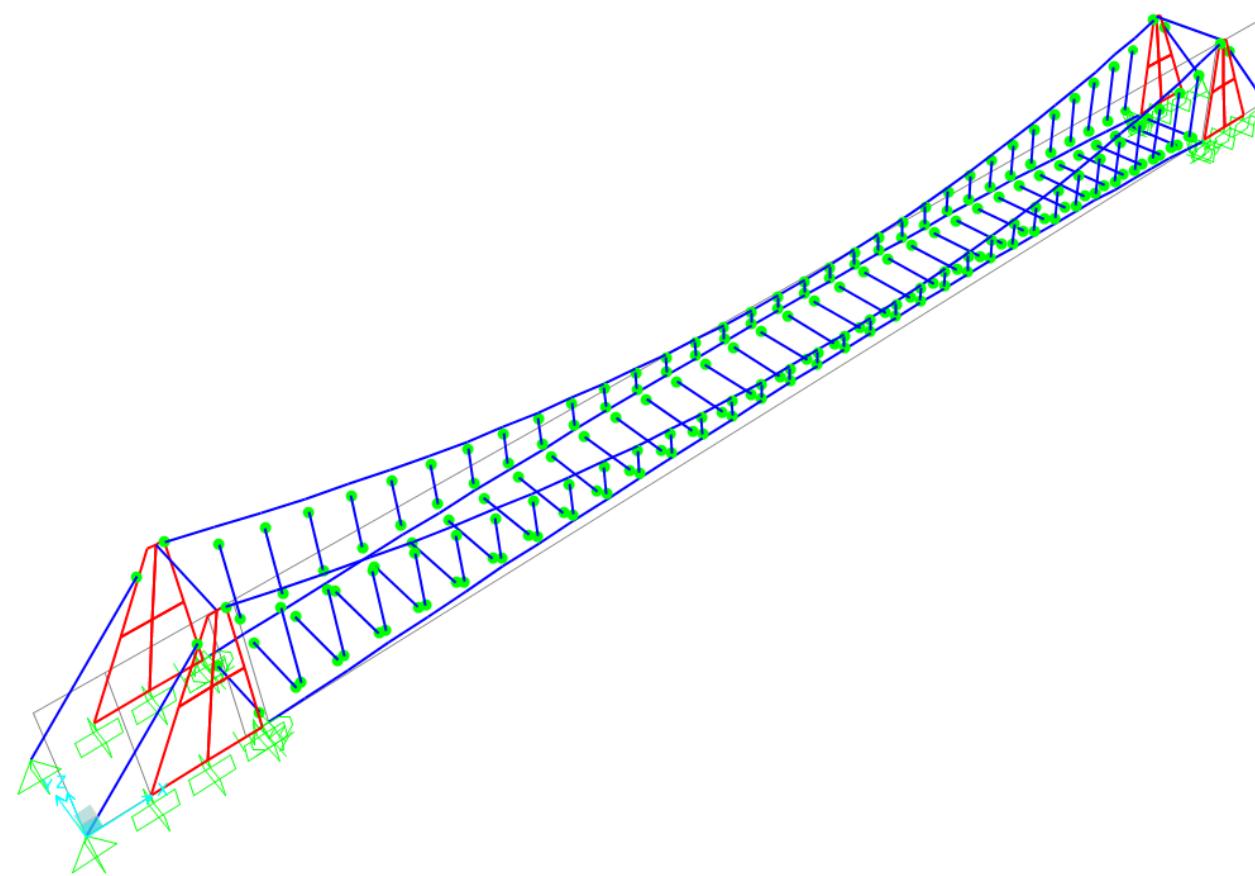


Figura 18: Definición de los elementos tipo barra para que se comporten como cable

## 5.3. DEFINICIÓN DE TABLERO VIRTUAL

Para que el modelo de cálculo se ejecute correctamente, se han definido unas placas virtuales con la sección que tendrán las placas de hormigón prefabricado que conformarán el tablero entre cada 2 vigas riostra a lo largo de todo el tablero.

Este paso es necesario debido a que, si no se definen, las vigas laterales quedan liberadas para movimientos en Y, siendo imposible verificar el comportamiento de la estructura frente a cargas transversales.

no obstante, las placas se definirán sin masa, peso o inercia ya que el objetivo no es definir un tablero de hormigón estructural.

A continuación, se detallan las secciones aplicadas:

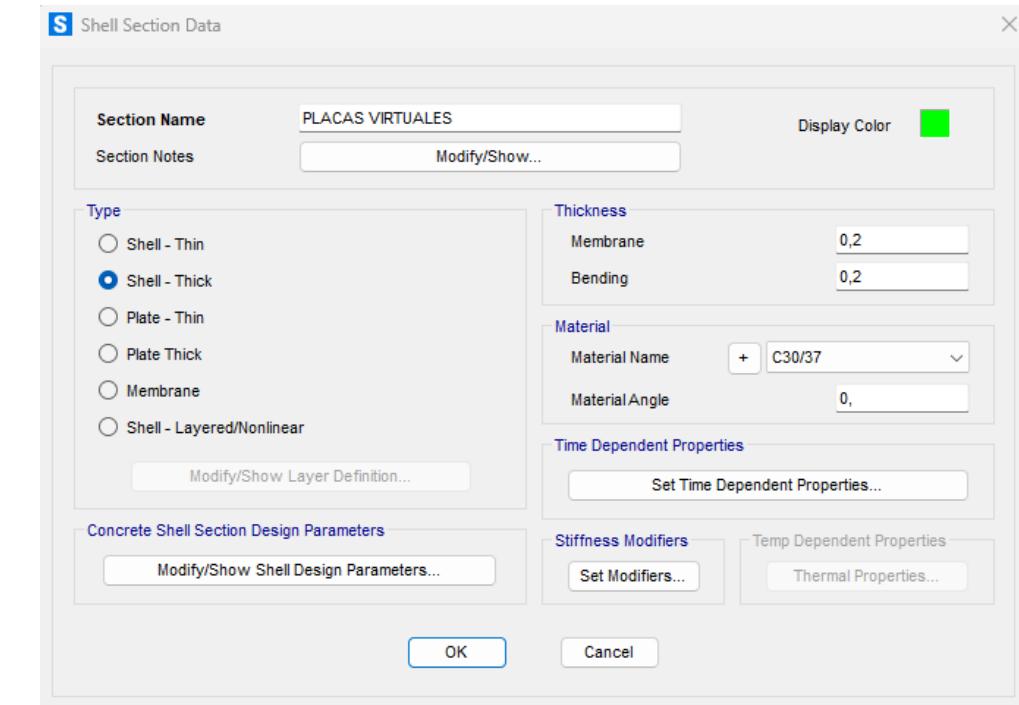


Figura 19: Definición de la sección de las placas virtuales en el modelo de cálculo

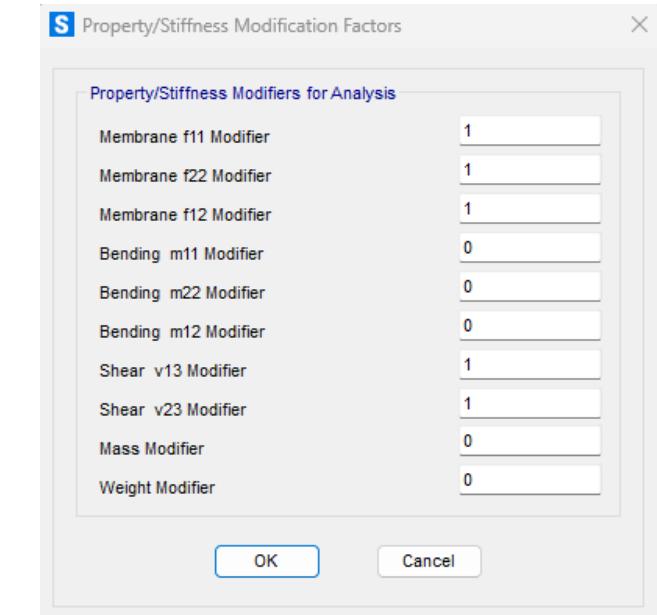


Figura 20: Propiedades modificadas

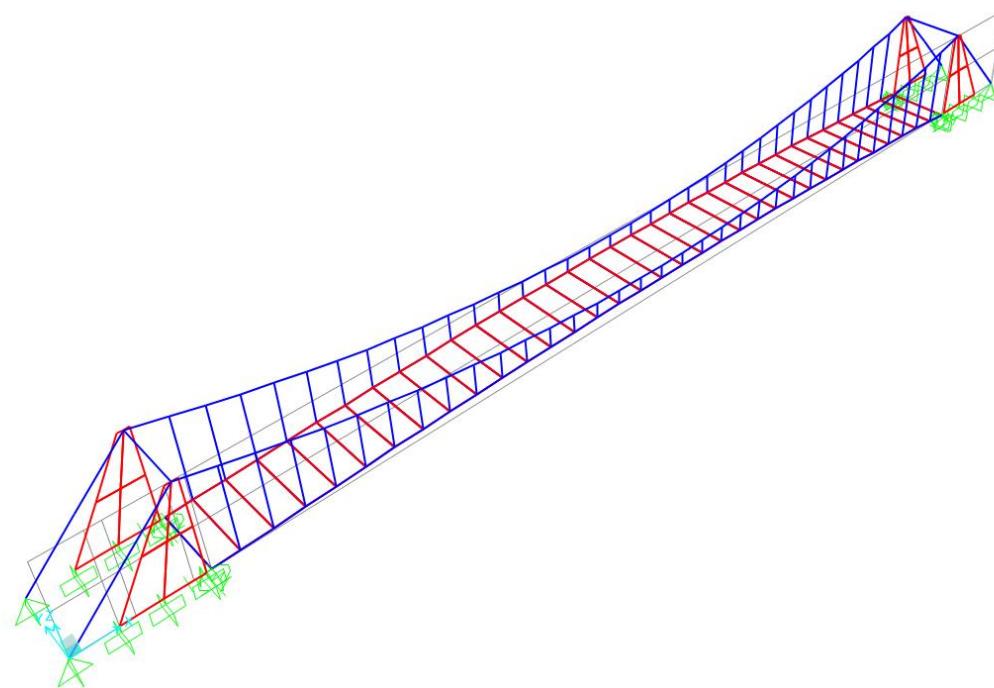


Figura 21: Definición de las placas virtuales en el modelo de cálculo

#### 5.4. INSERCIÓN DE SECCIONES ESTRUCTURALES EN EL MODELO DE CÁLCULO

A continuación, se detallan los tipos de secciones empleados para cada elemento. Las secciones se han dividido en grupos de elementos para aplicarlas en conjunto a cada tipo de elemento, los grupos son los siguientes:

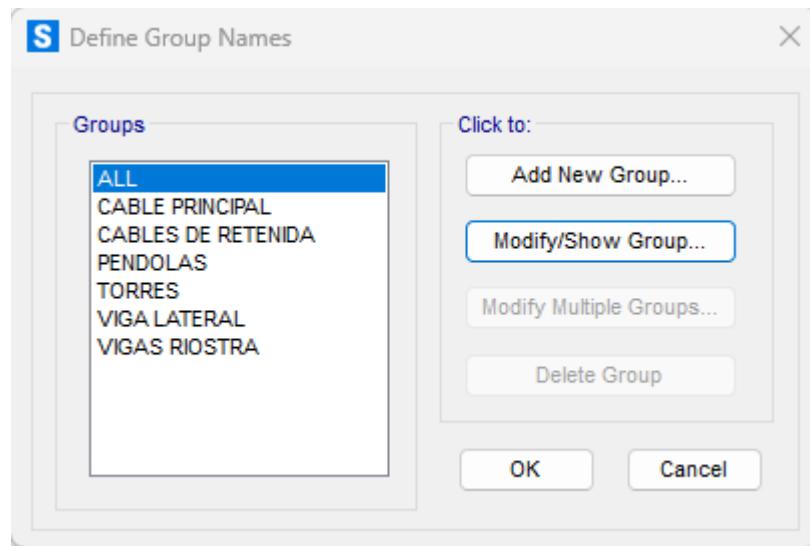


Figura 22: Grupos de elementos implementados en el modelo de cálculo

Luego se definen los materiales y cada tipo de sección y se aplica en el grupo de barras correspondiente, siendo los materiales empleados:

Material Text	UnitWeight KN/m3	UnitMass KN·s2/m4	E1 KN/m2	U12 Unitless	A1 1/C
C30/37	24,993	2,5485	33000000	0,2	1E-05
S1860S7	78,5	8,00477210...	195000000	0,3	1,17E-05
S355	78,5	8,00477210...	210000000	0,3	1,17E-05
S460	78,5	8,00477210...	210000000	0,3	1,17E-05

Figura 23: propiedades mecánicas básicas de los materiales empleados

Material Text	Fy KN/m2	Fu KN/m2
S1860S7	1640000	1860000
S355	355000	510000
S460	460000	610000

Figura 24: Propiedades de los elementos metálicos empleadas

Material Text	Fc KN/m2
C30/37	30000

Figura 25: Propiedades del hormigón empleado para las torres



#### 5.4.1.1. Cable principal

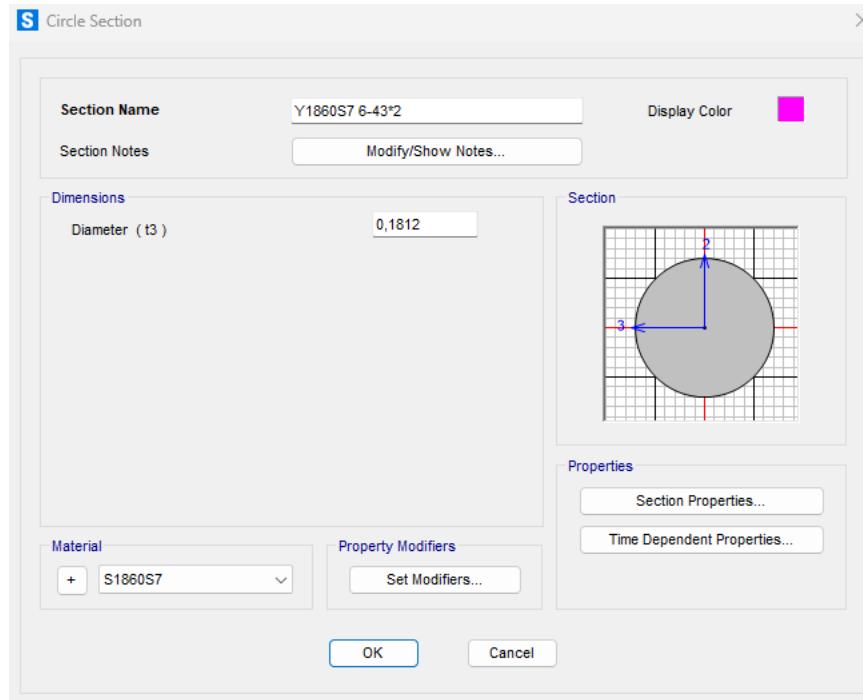


Figura 26: Sección empleada del cable principal en el modelo

#### 5.4.1.3. Péndolas

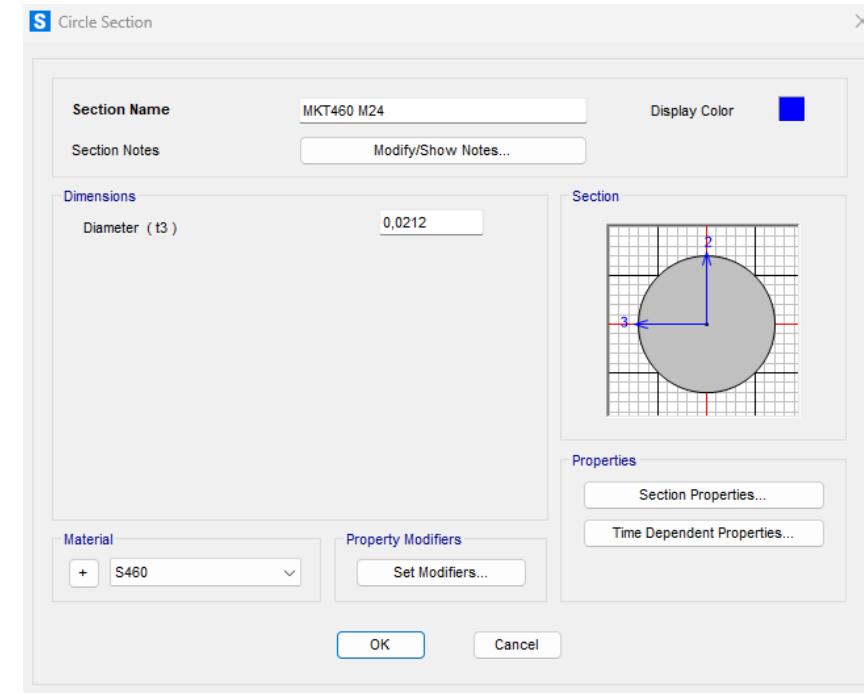


Figura 28: Sección empleada de las péndolas en el modelo

#### 5.4.1.2. Cable de retención

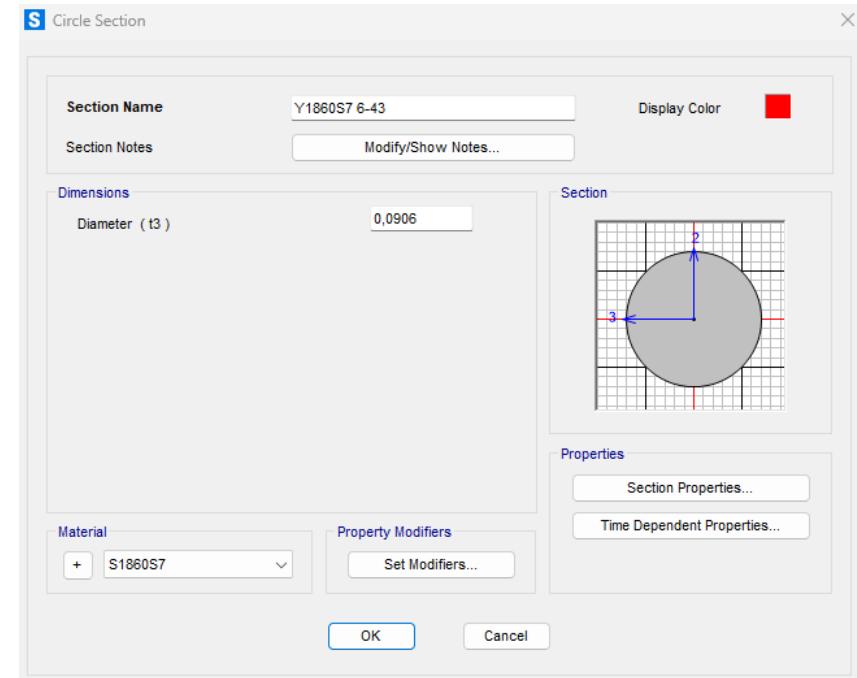


Figura 27: Sección empleada del cable de retención en el modelo

#### 5.4.1.4. Viga lateral

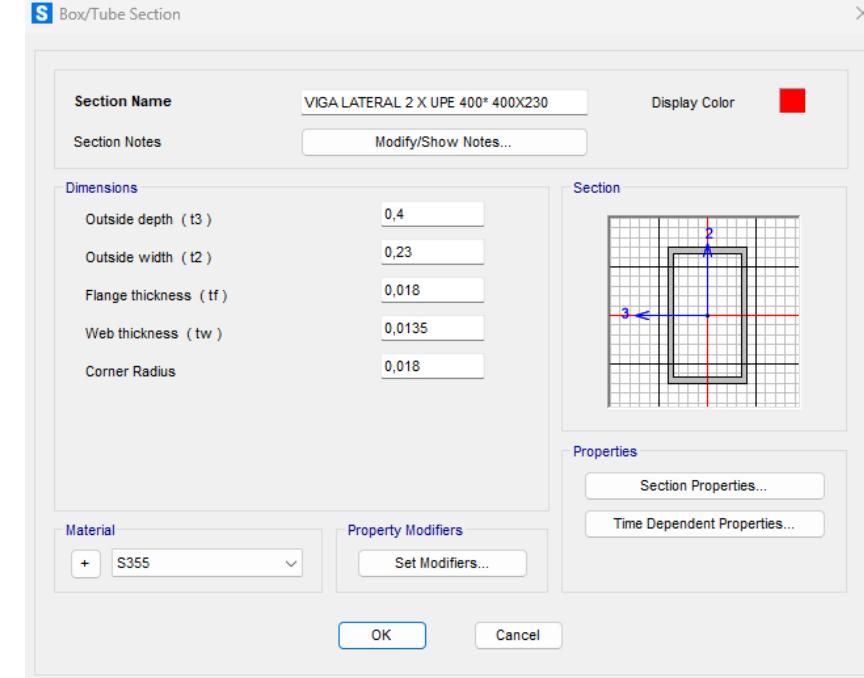


Figura 29: Sección empleada de la viga lateral metálica en el modelo

#### 5.4.1.5. Vigas riostra

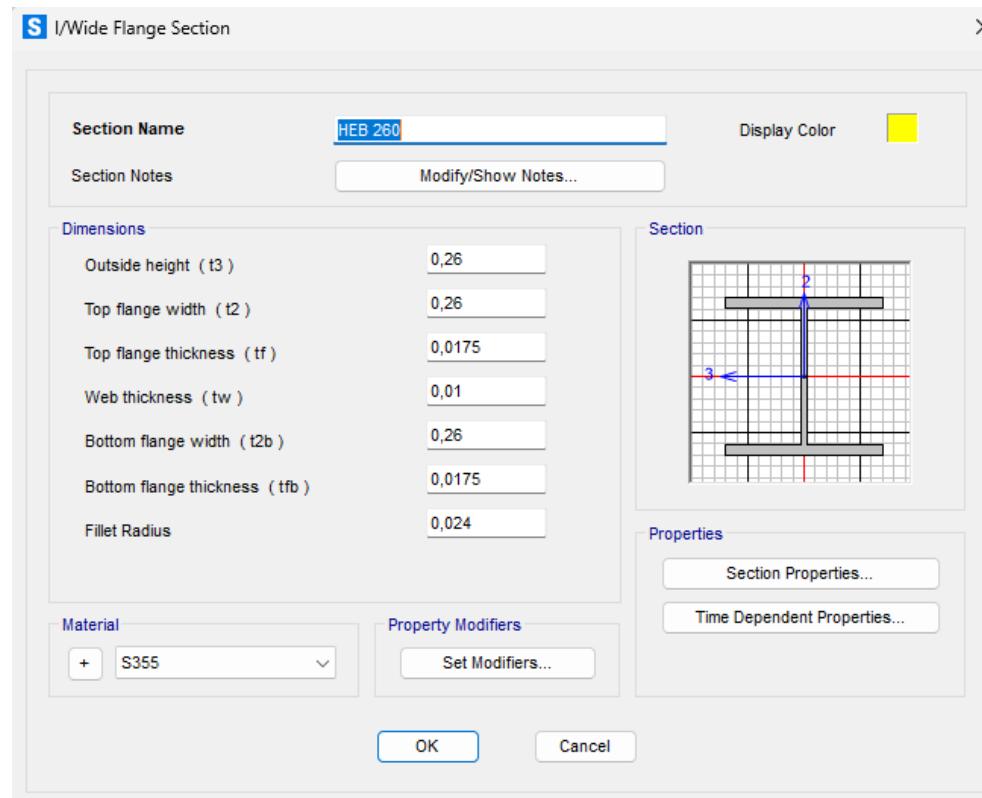


Figura 30: Sección empleada de las vigas riostra en el modelo

#### 5.4.1.6. Torres

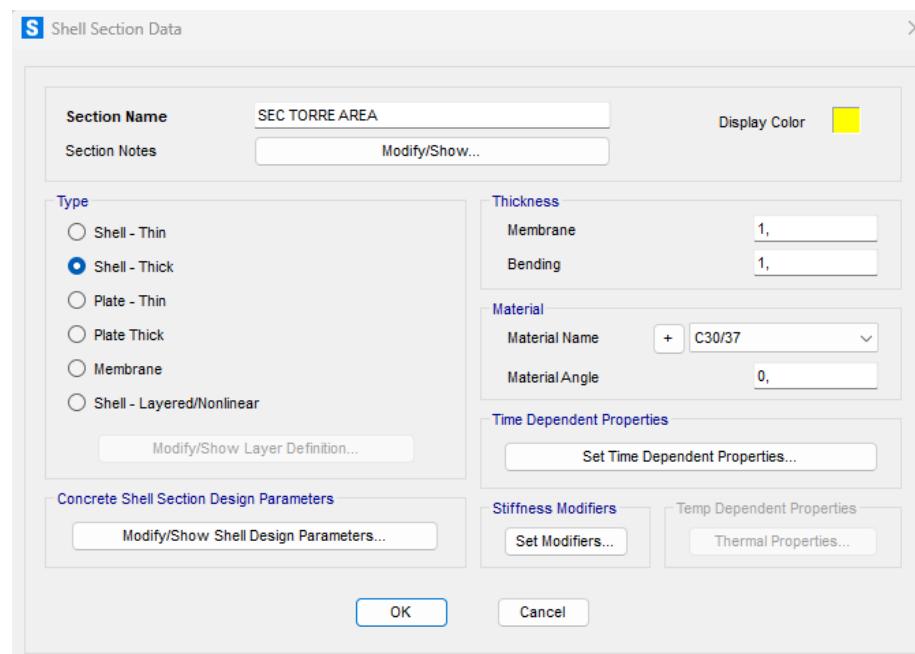


Figura 31: Sección empleada de las torres en el modelo

#### 5.5. ACCIONES EN EL MODELO DE CÁLCULO

Tal como se ha explicado a lo largo de este anexo, quedan definidas la geometría, secciones, combinaciones e hipótesis consideradas en el modelo, se presentan a continuación la implementación de los valores de las acciones en los casos más representativos.

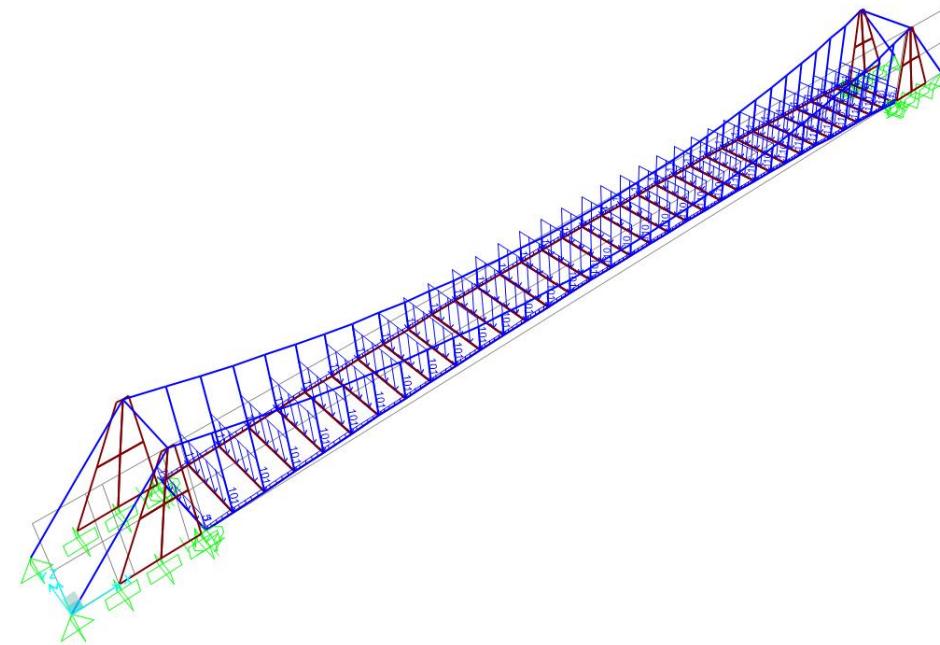


Figura 32: Cargas muertas aplicadas sobre el modelo de cálculo

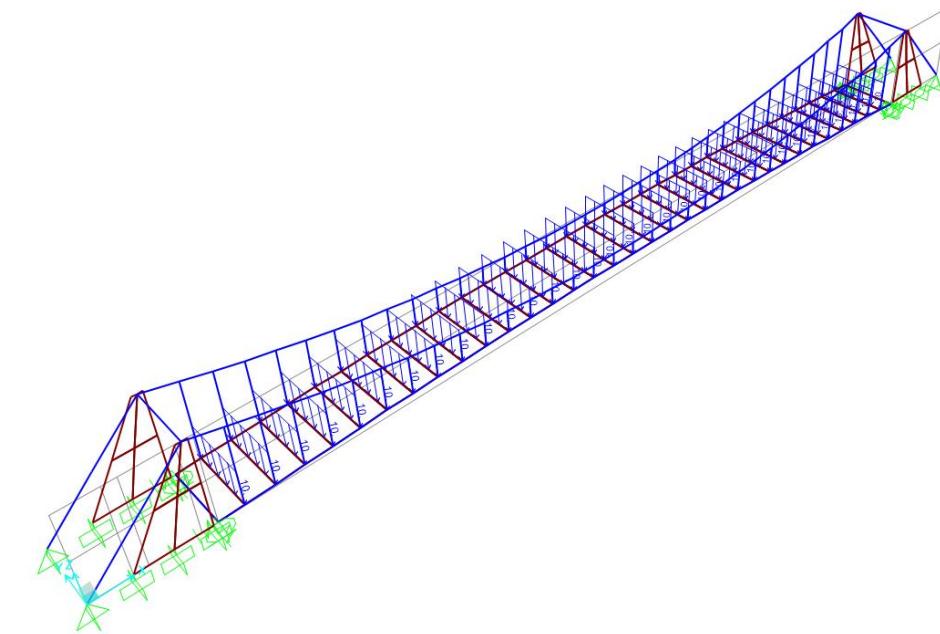


Figura 33: Sobrecargas de uso aplicadas sobre el modelo de cálculo

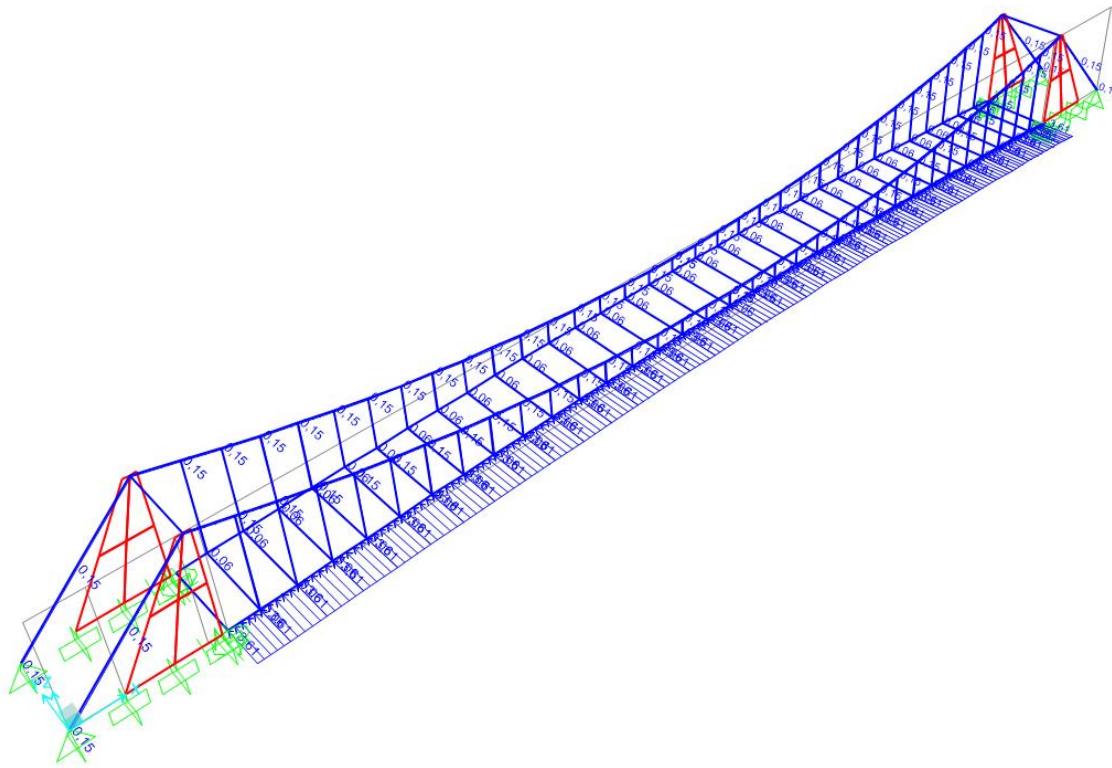
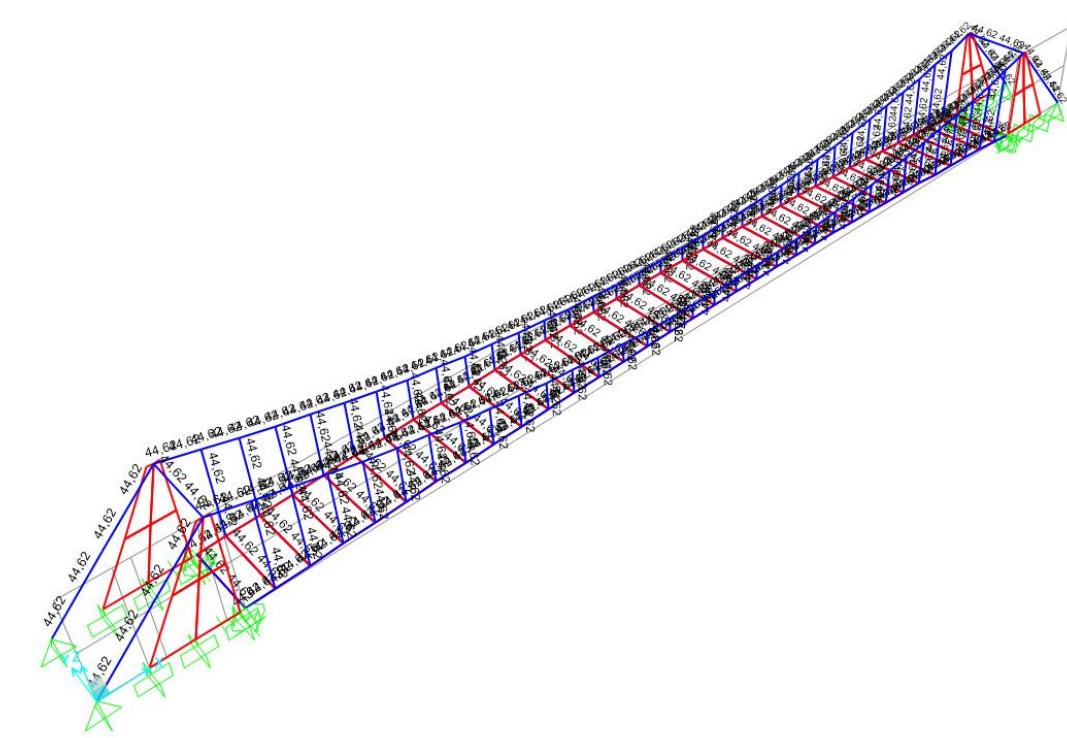


Figura 34: Viento en dirección Y aplicado sobre el modelo de cálculo



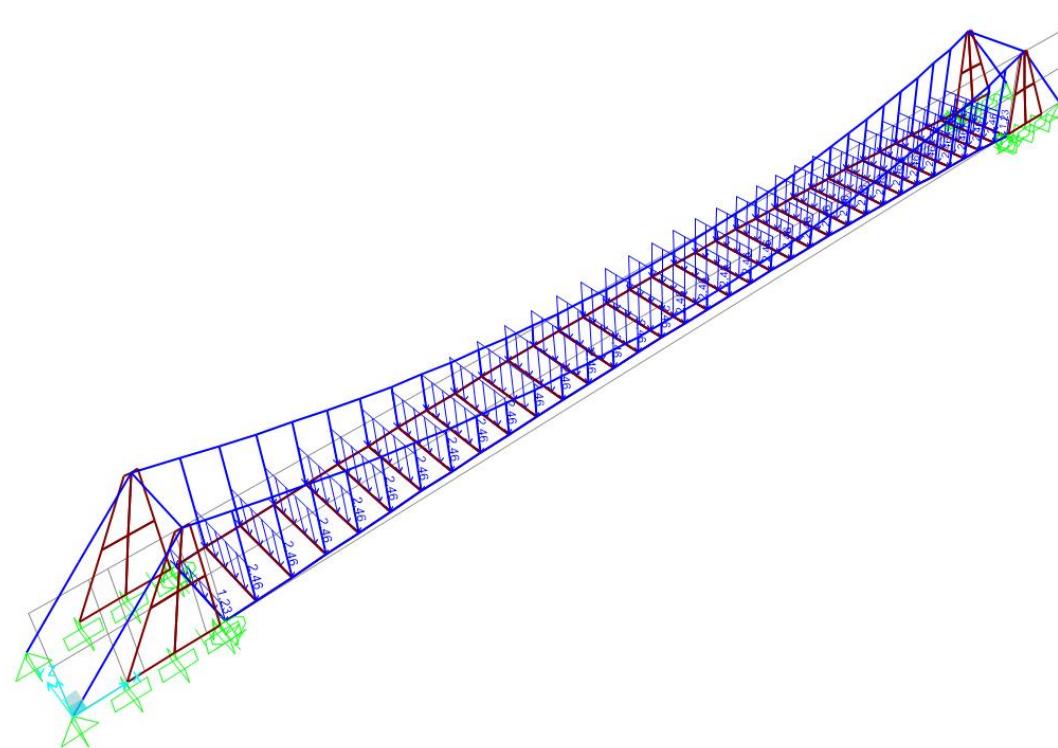


Figura 38: Viento en dirección Z aplicado al modelo de cálculo

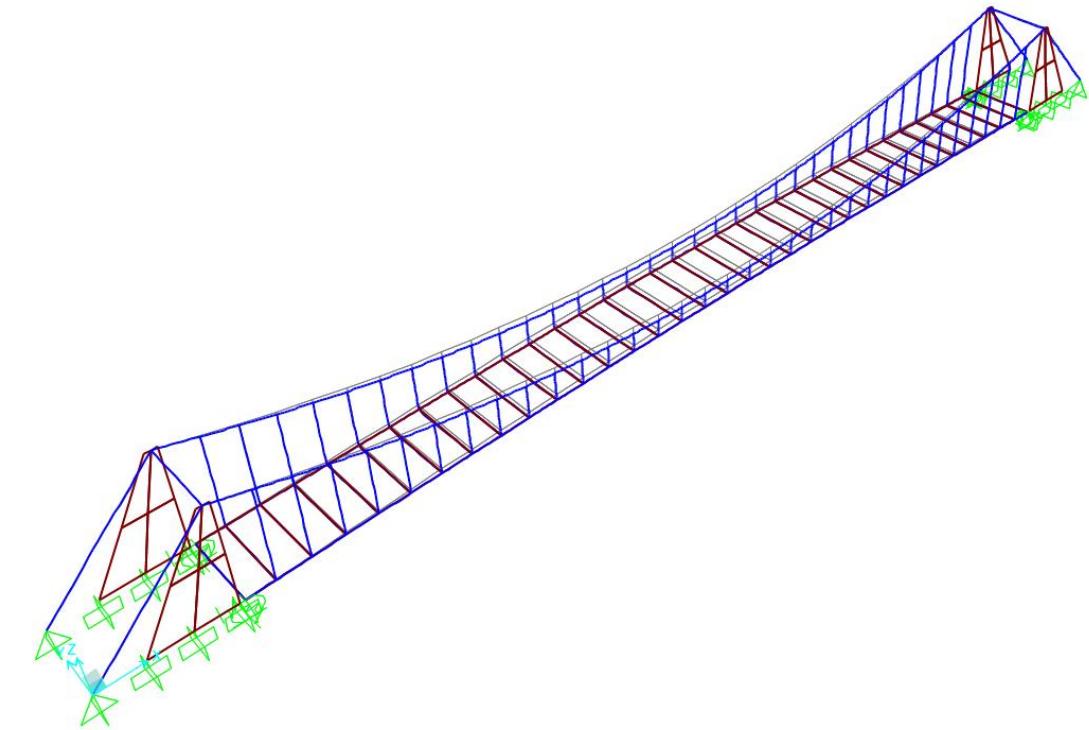


Figura 39: Deformada de la estructura bajo la acción del peso propio (escala 20)

## 5.6. DEFORMADA DE LA ESTRUCTURA

Para analizar el efecto del tesado en la estructura, se muestran las deformaciones resultantes al aplicar el peso propio, las cargas muertas y el tesado de manera independiente (utilizando un factor de escala que exagera la respuesta ante estas acciones). Finalmente, se presenta la combinación de las cargas permanentes a escala real, lo que refleja la condición previa a la puesta en servicio.

A continuación, se reflejarán algunas deformadas representativas:

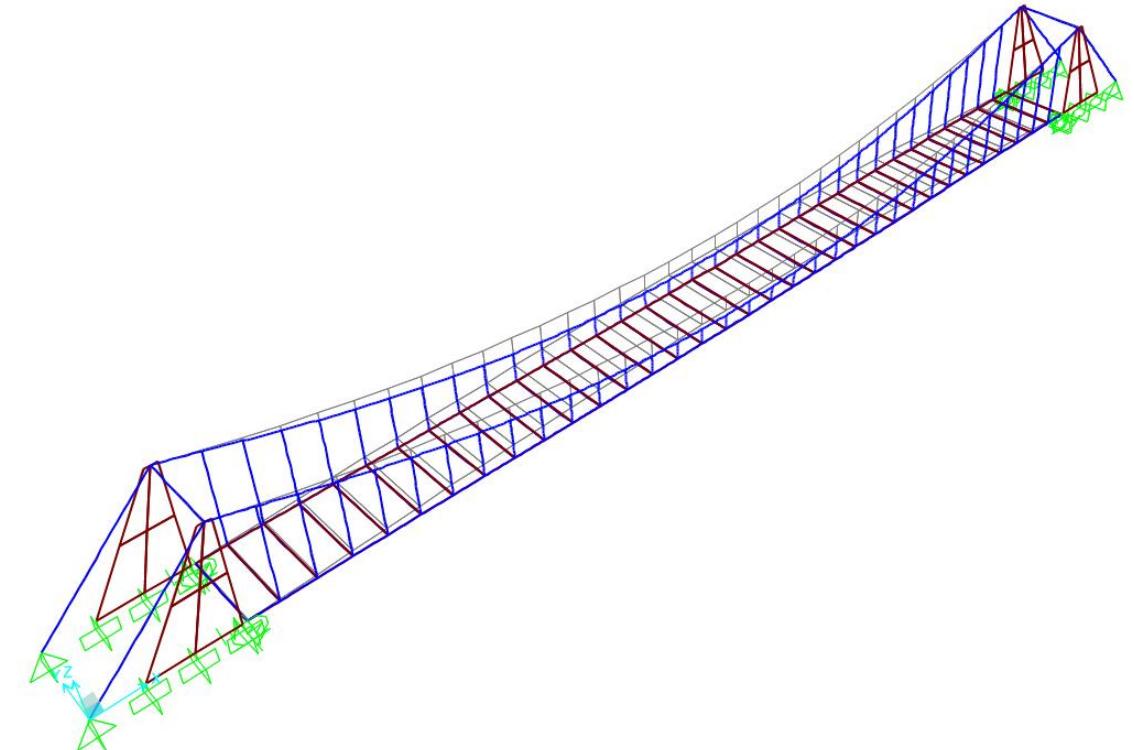


Figura 40: Deformada de la estructura bajo las acciones de carga muerta (escala 20)

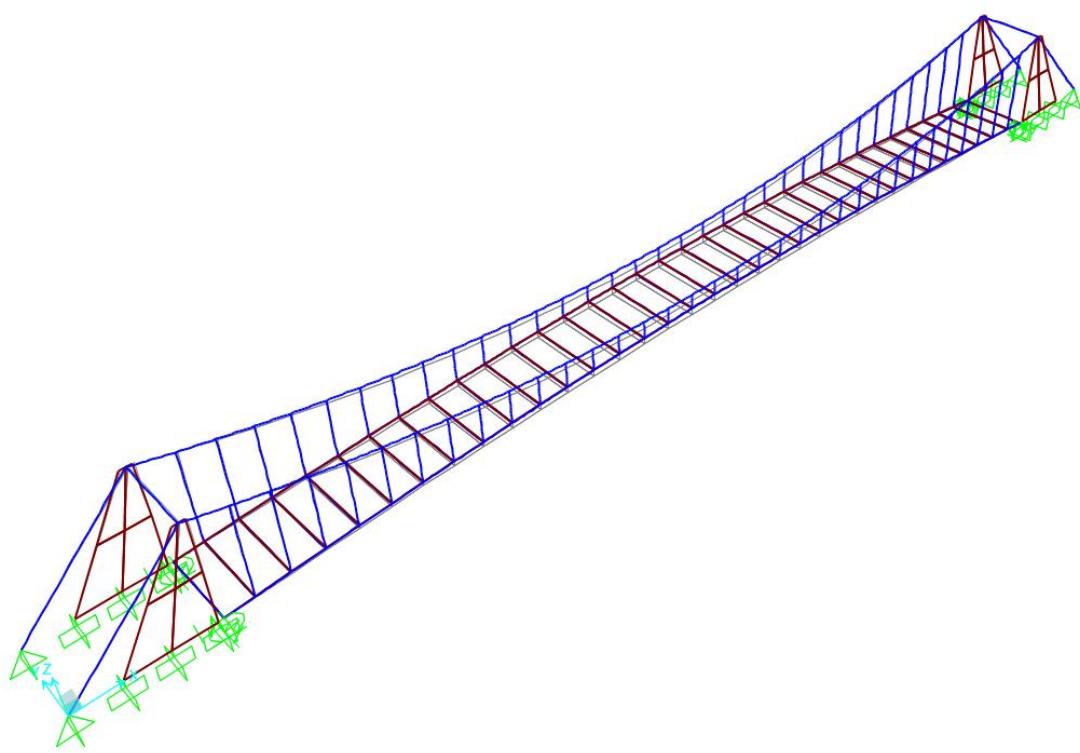


Figura 41: Deformada de la estructura bajo la acción del pretensado en los cables de retención (escala 20)

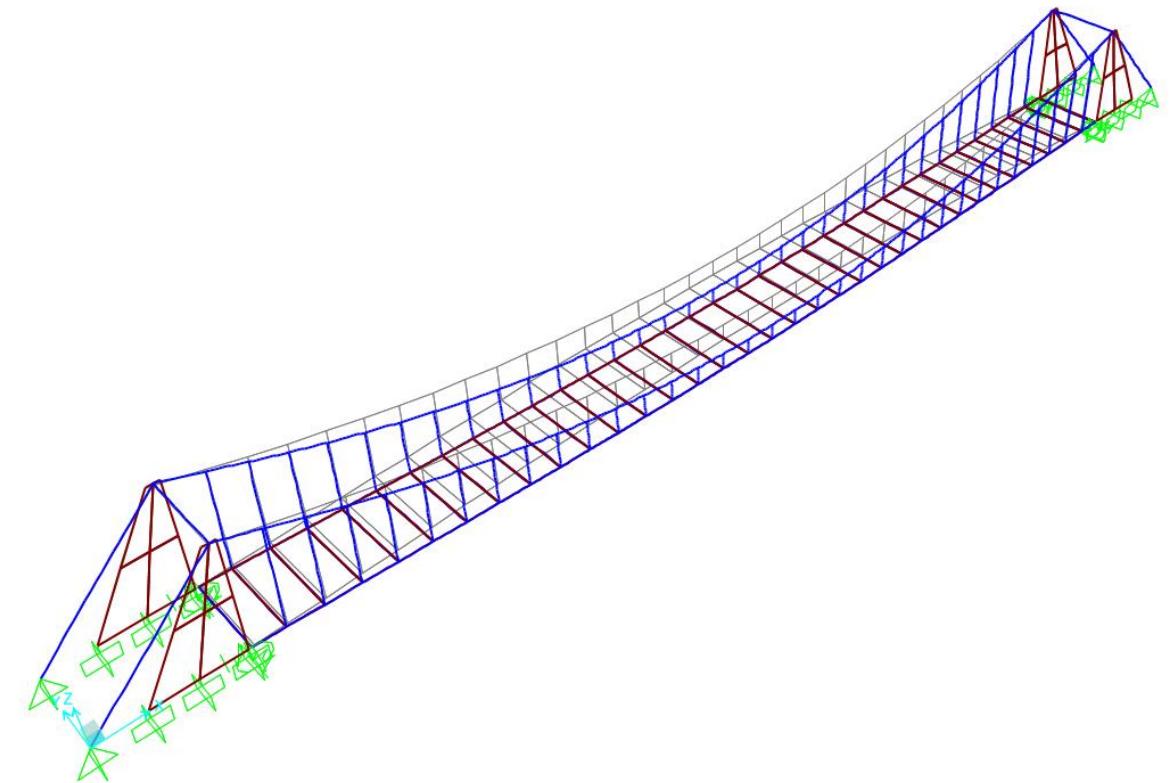


Figura 43: Deformada de la estructura bajo la acción del incremento de temperatura de calentamiento (escala 20)

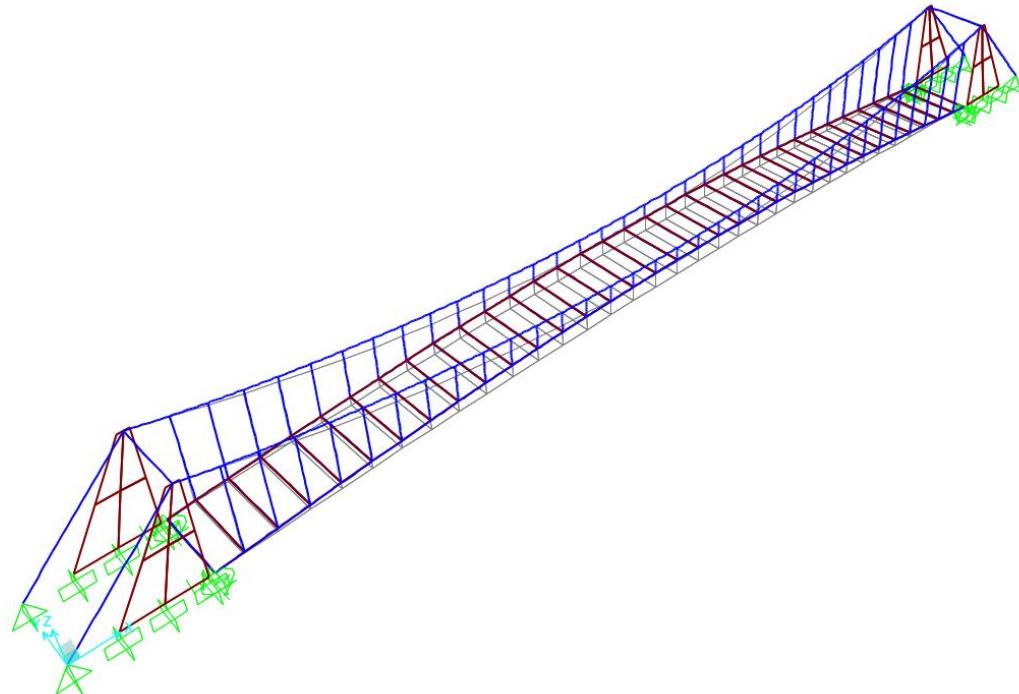


Figura 42: Deformada de la estructura bajo la acción del incremento de temperatura de enfriamiento (escala 20)

## 5.6.1. DEFORMADAS DE INTERES

### 5.6.1.1. Estado límite de deformaciones

Se refleja la deformada vertical bajo la acción de sobrecarga frecuente, ya que es requisito a cumplir por normativa, que la flecha vertical máxima en esta combinación no supere L/1200, siendo según la IAP-11 una flecha máxima permitida con el siguiente valor:

$$\frac{68}{1200} = 0,057m$$

La acción frecuente de la sobrecarga de uso vertical según la IAP-11 se calcula como se ha detallado anteriormente en el apartado de bases de proyecto, con un valor de:

$$q_{scu,f} = \gamma_{Q,1} \cdot \psi_{1,1} \cdot q_{scu} = 1 \cdot 0,4 \cdot 10 = 4 kN/m$$

Con una deformada producida:

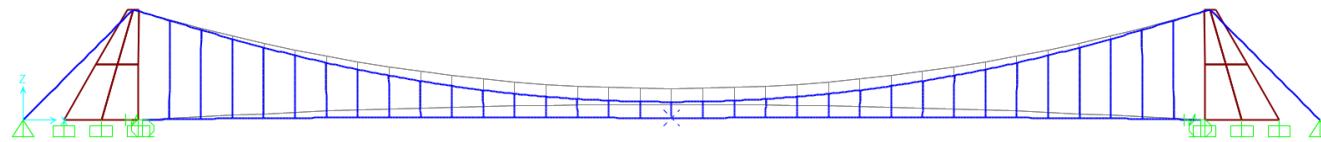


Figura 44: Deformada de la estructura bajo la acción de la sobrecarga de uso frecuente (escala 30, vista en el plano xz)

S Joint Displacements			
Joint Object 39		Joint Element 39	
1	0,	2	0,
Trans	0,	3	-0,02838
Rotn	-6,627E-04	0,	0,

Tabla 40: Desplazamientos del punto de control en el centro de vano de la deformada en sobrecarga frecuente

La deformada vertical producida bajo la acción en el punto de flecha máxima es de 0,028 metros, la cual cumple con la normativa aplicada.

### 5.6.1.2. Flecha permanente

Interesa conocer la flecha permanente producida una vez acabada la construcción, esta flecha se producirá bajo las acciones permanentes (peso propio, carga muerta y pretensado), es decir, una vez acabada la construcción de la misma.

El motivo de interés es saber cuánto asentará la estructura permanentemente principalmente para conocer la posición del tablero una vez acabada la construcción, en previsión de la flecha permanente se adoptó una contra flecha de ejecución de 1 metro en el centro de vano.

La combinación de cargas es la siguiente:

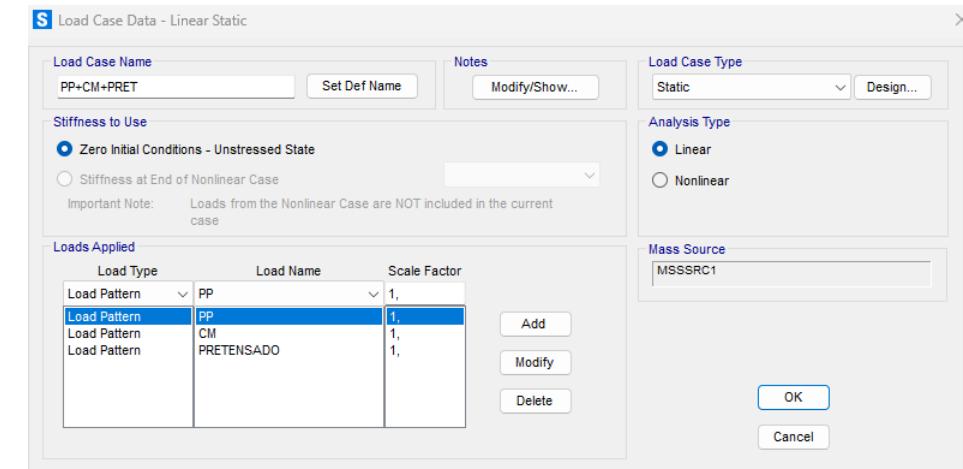


Tabla 41: Definición de caso de cargas permanentes en el modelo de cálculo

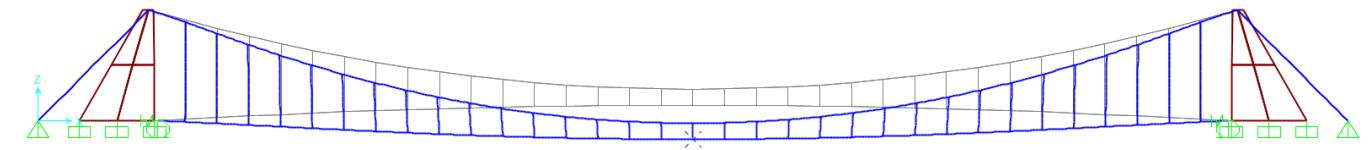


Tabla 42: Deformada de la estructura bajo la acción de las cargas permanentes (escala 30, vista en el plano xz)

S Joint Displacements			
Joint Object 39		Joint Element 39	
1	0,	2	0,
Trans	0,	3	-0,07177
Rotn	-0,00181	0,	0,

Tabla 43: Desplazamientos del punto de control en el centro de vano de la deformada en cargas permanentes

La flecha producida es de 7,2cm, la estructura sigue estando en una contra flecha positiva, se puede prever que el tablero siempre estará con una pequeña pendiente positiva

## 5.7. DIAGRAMAS DE ESFUERZOS DE LA ESTRUCTURA

Se reflejan los diagramas de esfuerzos de los elementos tipo barra, ya que al ser uno un elemento lineal y otro un área no se pueden visualizar al mismo tiempo debido a que no comparten las mismas unidades, por lo que se mostrarán los diagramas de las barras y posteriormente las tensiones en las torres de hormigón.

Se muestran los diagramas de axiles en el caso de carga PP+CM+SCU como una combinación representativa. El color azul representa los valores de axiles positivos, los cuales en axiles equivalen a tracción y el rojo los negativos que en axiles equivalen a compresión.

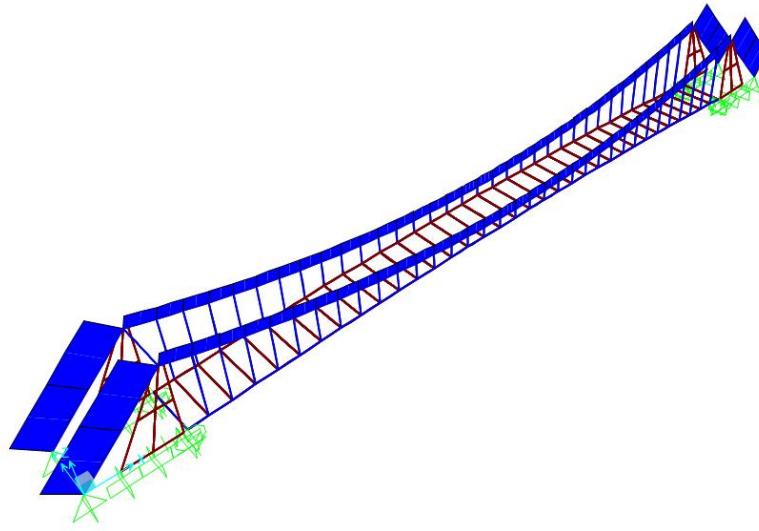


Figura 45: Diagrama de axiles de la estructura en el caso de carga PP+CM+PRETENSADO (escala 0.0005)

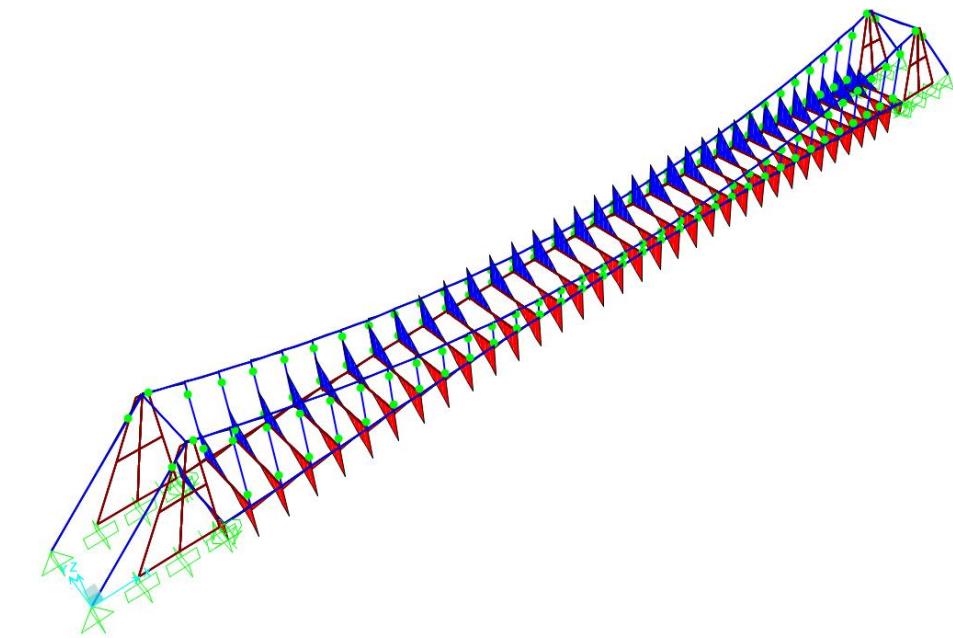


Figura 47: Diagrama de cortantes de la estructura en el caso de carga PP+CM+PRETENSADO plano YZ (escala 0,1)

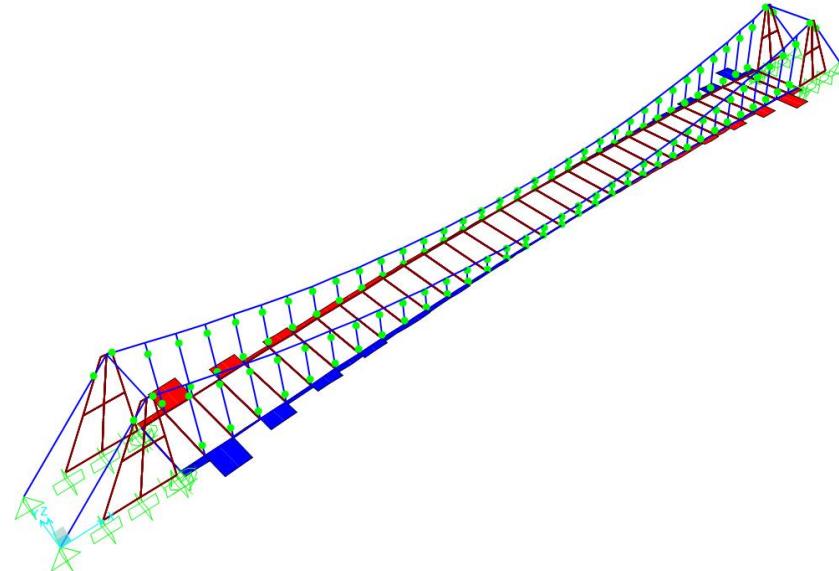


Figura 46: Diagrama de cortantes de la estructura en el caso de carga PP+CM+PRETENSADO plano XZ (escala 100)

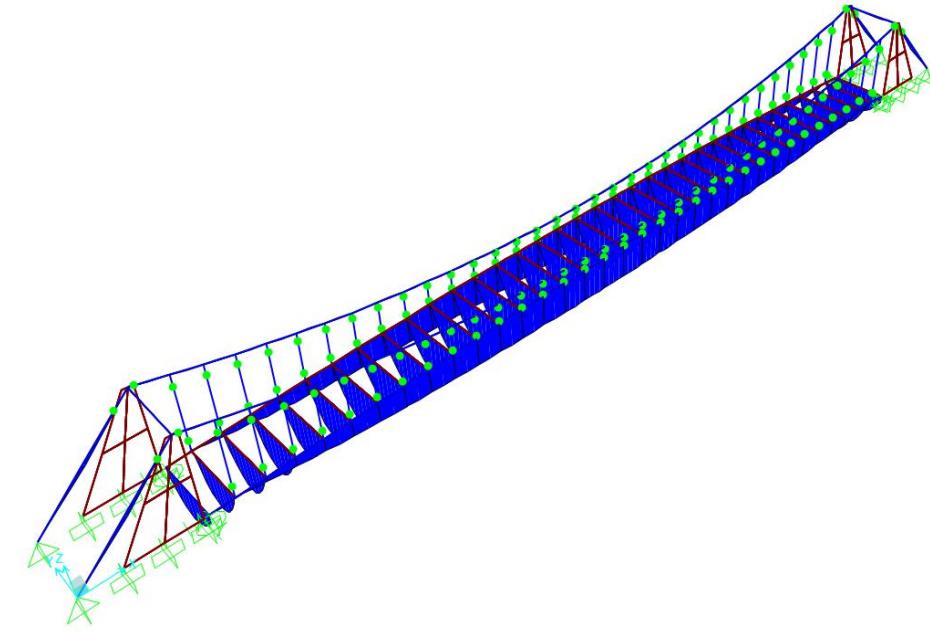


Figura 48: Diagrama de flectores de la estructura en el caso de carga PP+CM+PRETENSADO plano YZ (escala 0,1)



### 5.7.1. TENSIONES EN LAS TORRES

A continuación, se muestran los diagramas de tensiones en las torres para el caso de carga PP+CM+SCU como una combinación representativa. Los valores positivos representan la zona traccionada que los negativos la zona comprimida.

Dado que la estructura es doblemente simétrica, se refleja una cara de la estructura en el plano XY, las tensiones de las torres en (MPa) en la cara adyacente son idénticas a esta.

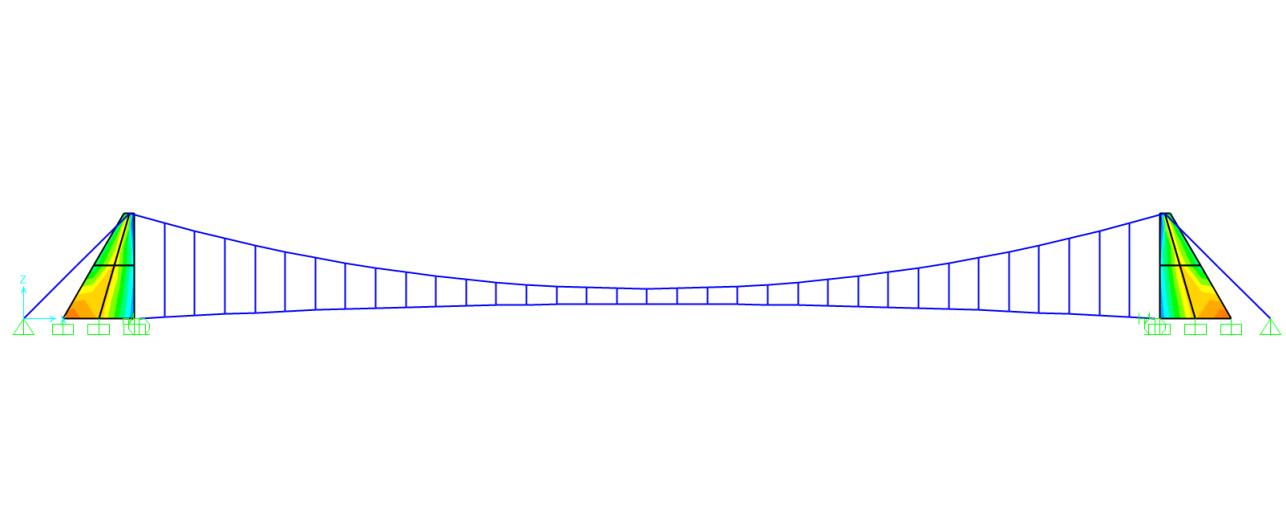


Figura 49: Diagrama de tensiones máximas en las torres de hormigón para el caso de carga PP+CM+PRETENSADO en (MPa)

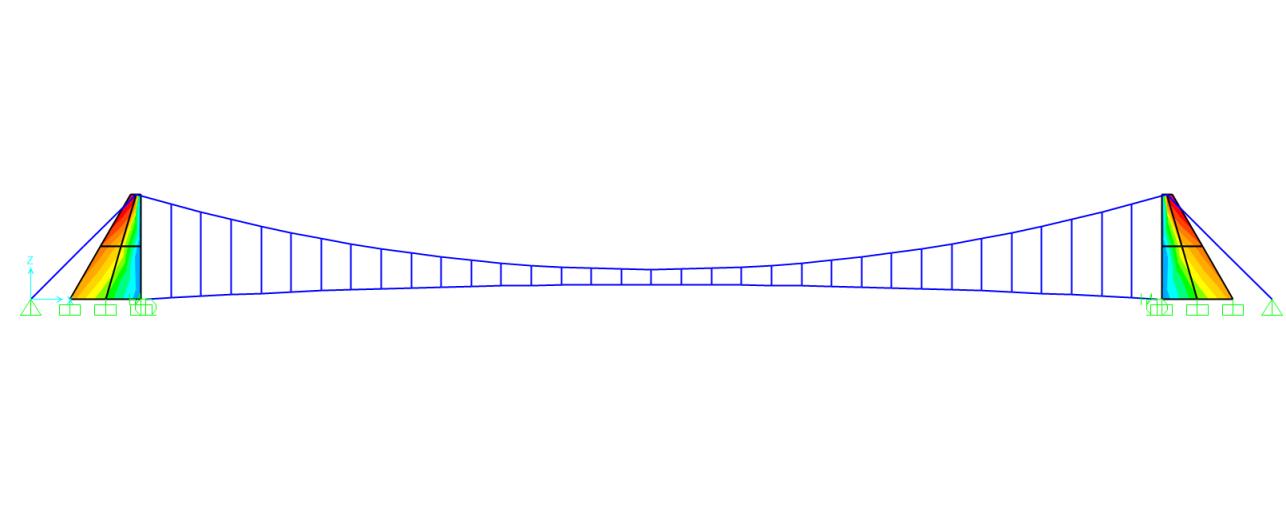


Figura 50: Diagrama de tensiones mínimas en las torres de hormigón para el caso de carga PP+CM+PRETENSADO en (MPa)

### 5.7.2. DIMENSIONAMIENTO DEL ARMADO DE LAS TORRES

Para realizar el dimensionamiento del armado de las torres se ha acudido a otra plataforma que permite el dimensionamiento de secciones de hormigón, para ello se ha tenido que obtener el flector máximo con su axil concomitante de la envolvente de las combinaciones en ELU en SAP2000.

El flector obtenido, junto a su axil ha sido el siguiente:

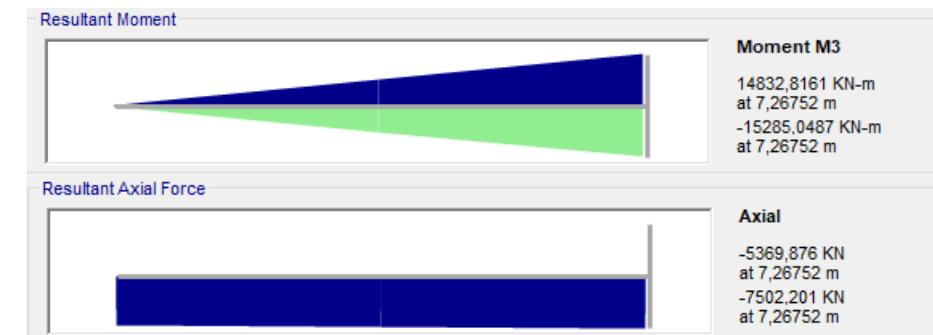


Figura 51: Reacciones envolventes ELU

Con ello se ha acudido al programa de cálculo "FEGUS", donde se ha aplicado la sección de estudio de las torres y se ha dimensionado la cuantía que proporciona la figura siguiente:

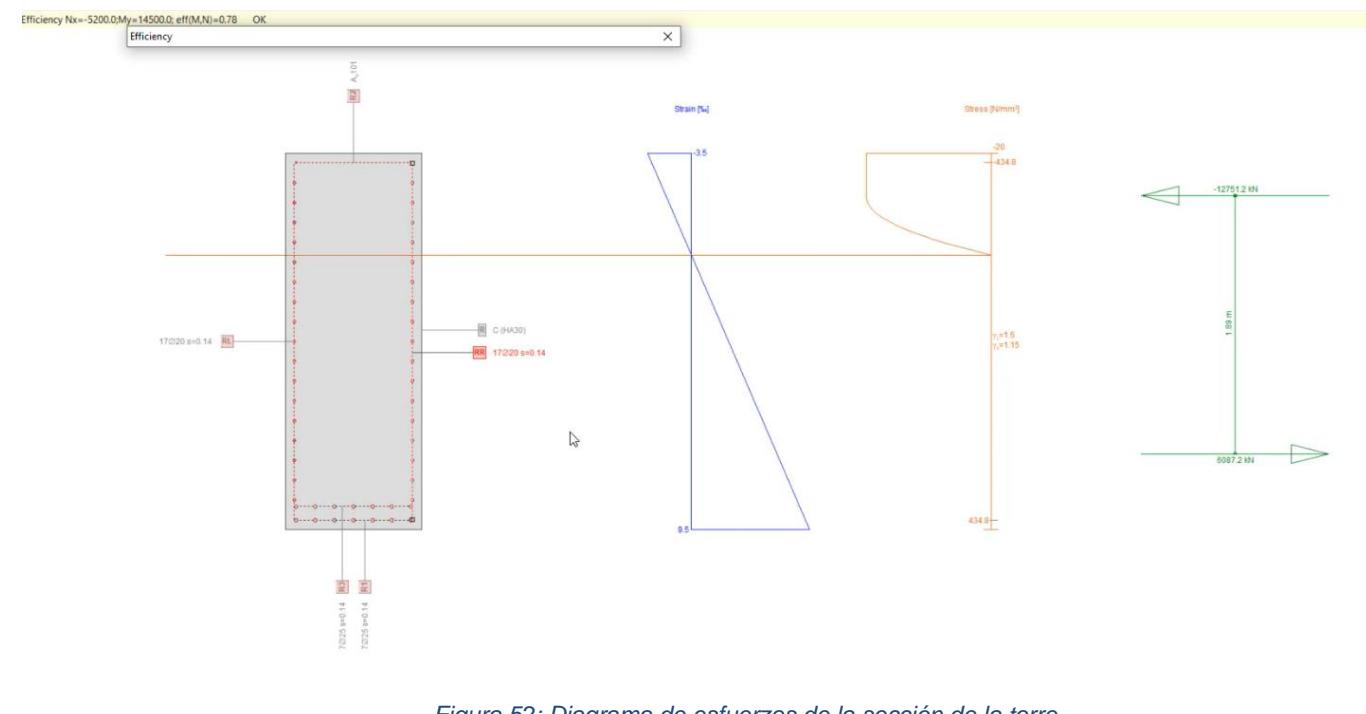


Figura 52: Diagrama de esfuerzos de la sección de la torre

Con esta figura queda justificada la cuantía a aplicar en la sección, la cual se define en el plano siguiente:

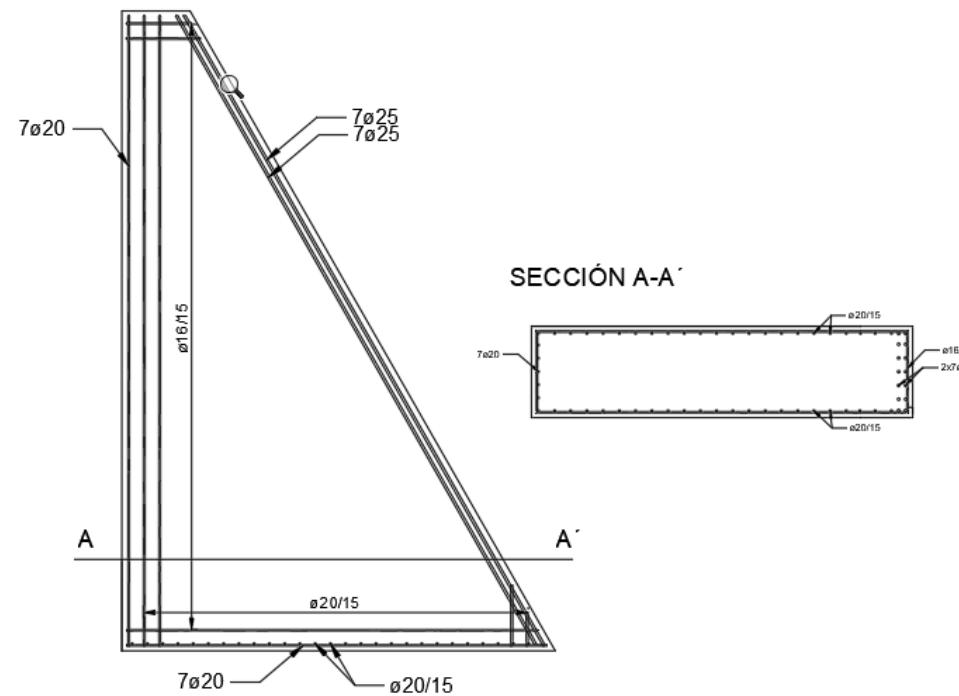


Figura 53: Armado de las torres de la pasarela

## 5.8. RESULTADOS Y COMPROBACIONES DE LAS COMBINACIONES ENVOLVENTES

En vista de los resultados que ha proporcionado la plataforma, se procede a comprobar las secciones de los elementos, el proceso de comprobación consta en que la capacidad de resistir los esfuerzos de las secciones sea suficiente para las combinaciones proporcionadas y cumplan con la normativa exigida

Se comprobarán las secciones metálicas, donde se emplea la norma: "UNE-EN 1993-1-1:2013/A1:2014. Eurocódigo 3: Proyecto de estructuras de acero. Parte 1-1: Reglas generales y reglas para edificios."

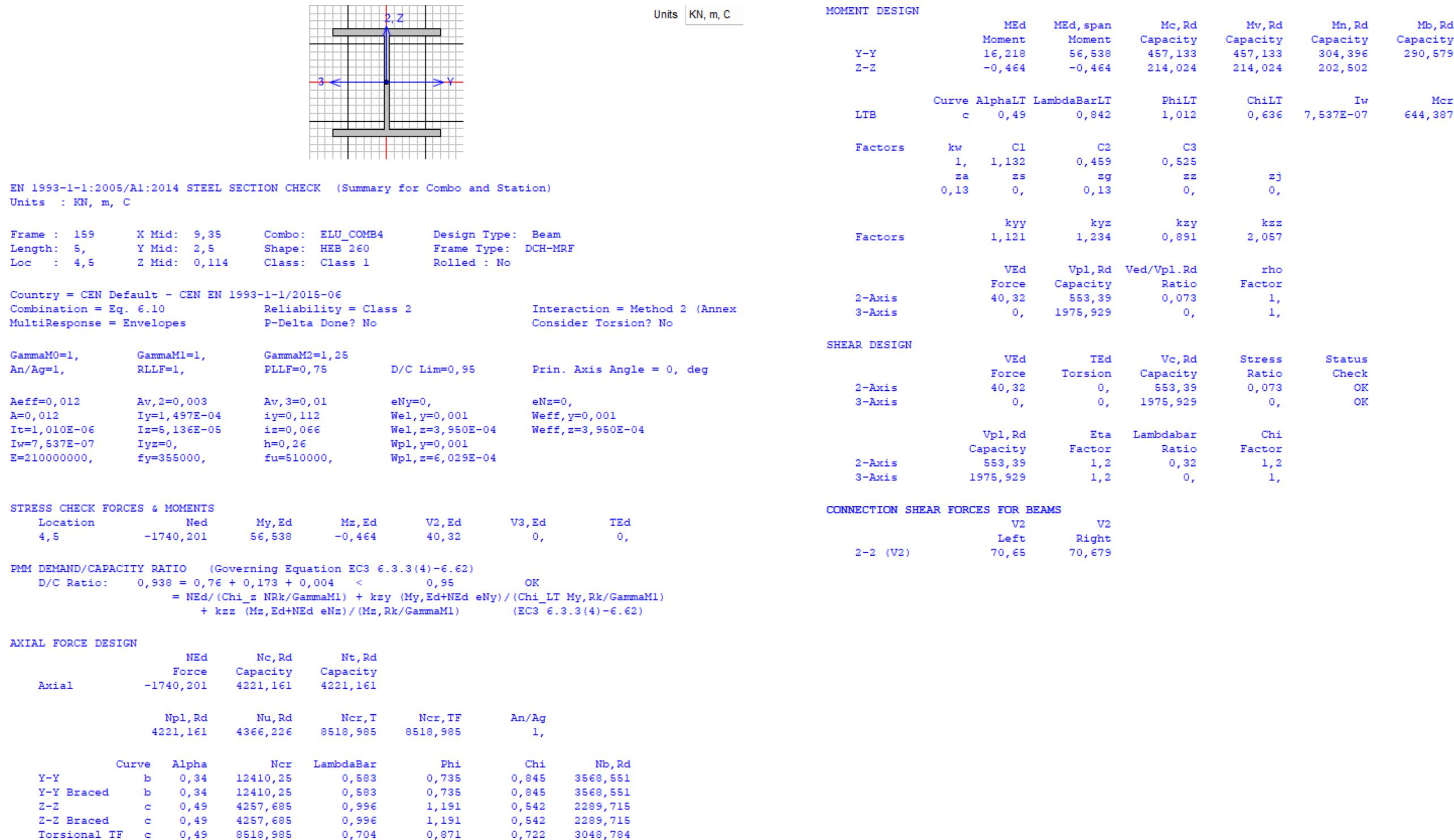
Tras la aplicación del programa SAP2000, las comprobaciones las realiza el propio programa donde proporciona los resultados de la sección de cada elemento metálico que forme la estructura y si cumple con la normativa.

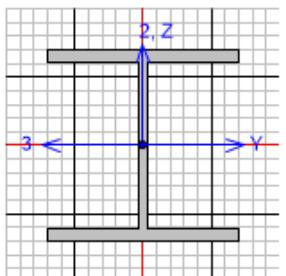
### 5.8.1. COMPROBACIONES DE ACERO

#### 5.8.1.1. Comprobaciones

Para cada elemento y combinación, la plataforma proporciona 3 documentos con las comprobaciones realizadas cada 50 cm de barra, cada documento se realizan un tipo de comprobaciones con los detalles de los coeficientes obtenidos y otros parámetros intermedios.

A continuación, se muestran las 3 tablas generadas para una combinación representativa, la cual resulta ser de las más desfavorables, esta es ELU\_COMB4 en una sección de viga ristra





Units KN, m, C

AXIAL FORCE DESIGN

Axial	NEd	Nc,Rd	Nt,Rd
	Force	Capacity	Capacity
-1740,201	4221,161	4221,161	
	Npl,Rd	Nu,Rd	Ncr,T
	4221,161	4366,226	8518,985
			Ncr,TF
			8518,985
	An/Ag		
			1,

Curve	Alpha	Ncr	LambdaBar	Phi	Chi	Nb,Rd
Y-Y	b 0,34	12410,25	0,583	0,735	0,845	3568,551
Y-Y Braced	b 0,34	12410,25	0,583	0,735	0,845	3568,551
Z-Z	c 0,49	4257,685	0,996	1,191	0,542	2289,715
Z-Z Braced	c 0,49	4257,685	0,996	1,191	0,542	2289,715
Torsional TF	c 0,49	8518,985	0,704	0,871	0,722	3048,784

EN 1993-1-1:2005/A1:2014 STEEL SECTION CHECK (Flexural Details for Combo and Station)  
Units : KN, m, C

Frame : 159 X Mid: 9,35 Combo: ELU\_COMB4 Design Type: Beam  
Length: 5, Y Mid: 2,5 Shape: HEB 260 Frame Type: DCH-MRF  
Loc : 4,5 Z Mid: 0,114 Class: Class 1 Rolled : No  
  
Country = CEN Default - CEN EN 1993-1-1/2015-06  
Combination = Eq. 6.10 Reliability = Class 2  
MultiResponse = Envelopes P-Delta Done? No  
  
GammaM0=1, GammaM1=1, GammaM2=1,25  
An/Ag=1, RLLF=1, PLLF=0,75 D/C Lim=0,95  
Prin. Axis Angle = 0, deg  
  
Aeff=0,012 Av,2=0,003 Av,3=0,01 eNy=0, eNz=0,  
A=0,012 Iy=1,497E-04 iy=0,112 Wel,y=0,001 Weff,y=0,001  
It=1,010E-06 Iz=5,136E-05 iz=0,066 Wel,z=3,950E-04 Weff,z=3,950E-04  
Iw=7,537E-07 Iyz=0, h=0,26 Wpl,y=0,001  
E=210000000, fy=355000, fu=510000, Wpl,z=6,029E-04

MOMENT DESIGN

Y-Y	MEd	MEd,span	Mc,Rd	Mv,Rd	Mn,Rd	Mb,Rd
	Moment	Moment	Capacity	Capacity	Capacity	Capacity
16,218	56,538	457,133	457,133	304,396	290,579	
-0,464	-0,464	214,024	214,024	202,502		
Compactness	Section	Flange	Web	Epsilon	Alpha	Psi
	Class 1	Class 1	Class 1	0,814	1,	-0,175
LTB	Curve	AlphaLT	LambdaBarLT	PhiLT	ChiLT	Iw
	c 0,49	0,842	1,012	0,636	7,537E-07	644,387
Factors	kw	C1	C2	C3		
	1,	1,132	0,459	0,525		
	za	zs	zg	zz	zj	
	0,13	0,	0,13	0,	0,	
Factors	Cmy	Cmz	CmLT	kyy	kyz	kzy
	0,944	1,	0,944	1,121	1,234	0,891
						2,057

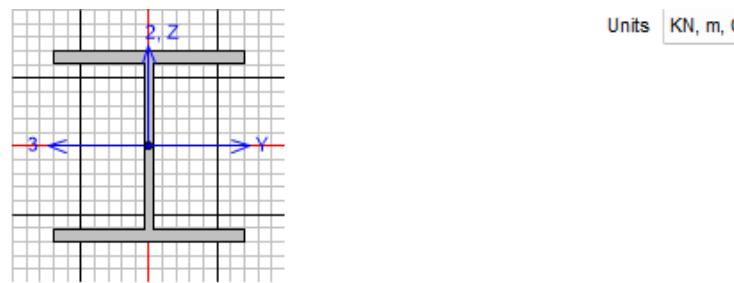
STRESS CHECK FORCES & MOMENTS

Location	Ned	My, Ed	Mz, Ed	V2, Ed	V3, Ed	TEd
4,5	-1740,201	56,538	-0,464	40,32	0,	0,

PMM DEMAND/CAPACITY RATIO (Governing Equation EC3 6.3.3(4)-6.62)  
D/C Ratio: 0,938 = 0,76 + 0,173 + 0,004 < 0,95 OK  
= NEd/(Chi\_z NRk/GammaM1) + kzy (My,Ed+NEd eNy)/(Chi\_LT My, Rk/GammaM1)  
+ kzz (Mz, Ed+NEd eNz)/(Mz, Rk/GammaM1) (EC3 6.3.3(4)-6.62)

BASIC FACTORS

Buckling Mode	K Factor	L	Lcr/i
Y-Y	1,	5,	44,563
Y-Y Braced	1,	5,	44,563
Z-Z	1,	5,	76,081
Z-Z Braced	1,	5,	76,081
LTB	1,	5,	76,081



EN 1993-1-1:2005/A1:2014 STEEL SECTION CHECK (Envelope Details)

Units : KN, m, C

Element: 159 Section: HEB 260 Combo: ELU\_COMB4 Len: 5,

Frame : 159 X Mid: 9,35 Design Type: Beam  
Length: 5, Y Mid: 2,5 Frame Type: DCH-MRF  
Shape: HEB 260 Z Mid: 0,114 Rolled : No

Country = CEN Default - CEN EN 1993-1-1/2015-06  
Combination = Eq. 6.10 Reliability = Class 2  
MultiResponse = Envelopes P-Delta Done? No

GammaM0=1, An/Ag=1,	GammaM1=1, RLLF=1,	GammaM2=1,25 PLLF=0,75	D/C Lim=0,95
A=0,012 It=1,010E-06 Iw=7,537E-07 E=2100000000,	Iy=1,497E-04 Iz=5,136E-05 Iyz=0, fy=355000,	iy=0,112 iz=0,066 h=0,26 fu=510000,	Wel,y=0,001 Wel,z=3,950E-04 Wpl,y=0,001 Wpl,z=6,029E-04

#### AXIAL FORCE & BIAXIAL MOMENT DESIGN

N-My-Mz Demand/Capacity Ratio						
Governing Equation	Load Combo	Station Location	N Ratio	My,Ed Ratio	Mz,Ed Ratio	Total Ratio
ε.3.3(4)-ε.62	ELU_COMB4	0,5	0,76 +	0,173 +	0,004 =	0,938

SHEAR CHECK						
Governing Equation	Shear Direction	Load Combo	Station Location	VEd Force	Vc,Rd Capacity	Stress Ratio
ε.2.6(1)	2-A	ELU_COMB1	5,	70,679	553,39	0,128
ε.2.6(1)	3-A	ELU_COMB3	0,	0,028	1975,929	1,424E-05

#### 5.8.1.2. Resultados de comprobaciones

La cantidad de información generada es muy elevada, por lo que el programa recopila todas las comprobaciones con un número de ratio que te informa del cumplimiento de la sección, el no cumplimiento y si está sobredimensionada.

Para Que la sección cumpla con los esfuerzos proporcionados el ratio debe ser inferior a 1, mayor a 1 no resistiría los esfuerzos soportados según la normativa aplicada.

A continuación, se detalla una figura donde se aprecian los ratios de los elementos metálicos de la estructura:

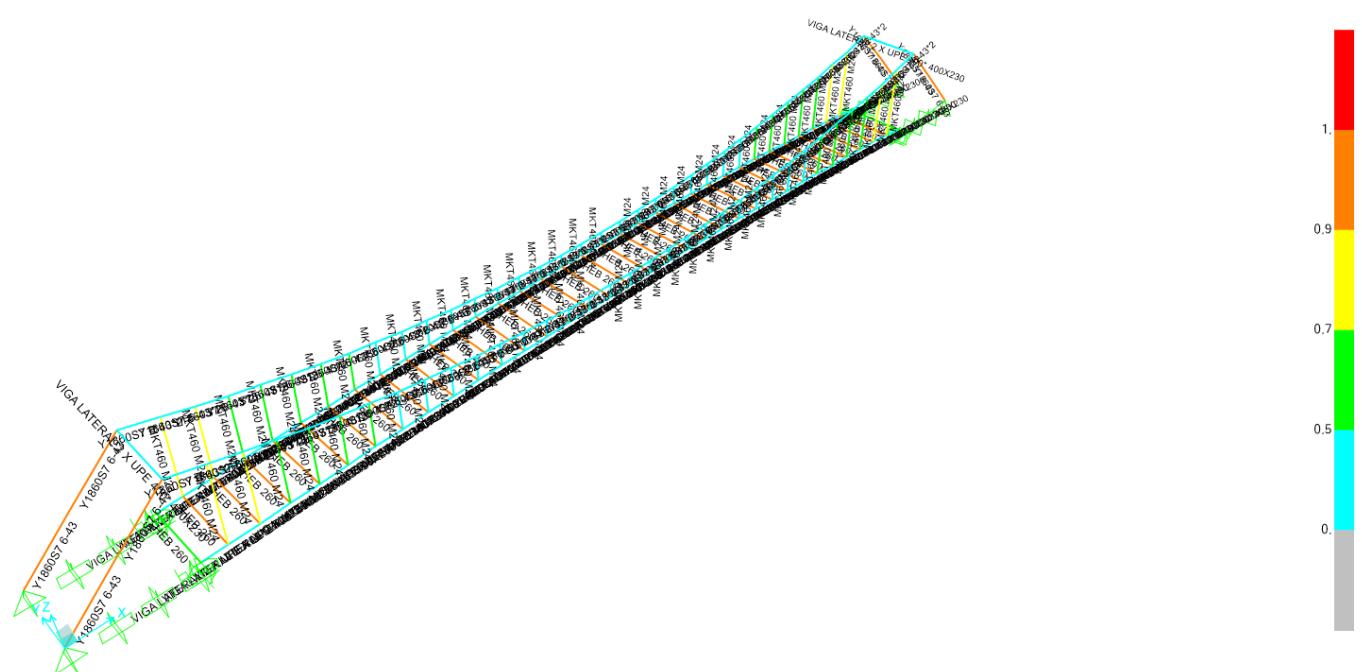


Figura 54: Ratios de cumplimiento de las comprobaciones seccionales en los elementos metálicos

Como se puede observar la estructura resiste las cargas para las combinaciones aplicadas en la totalidad de las secciones.

A continuación, se detallan los resultados tabulados de las comprobaciones realizadas de forma resumida.

TABLE: Steel Design 1 - Summary Data - EN 1993-1-1:2005

Frame	DesignSect	DesignType	Status	Ratio	RatioType	Combo	Location	ErrMsg	WarnMsg
Text	Text	Text	Text	Unitless	Text	Text	m	Text	Text
A68	MKT460 M24	Column	No Messages	0,745453	NMM	ELU_COMB3	3,11254	No MessagesNo Messages	
A69	MKT460 M24	Column	No Messages	0,727685	NMM	ELU_COMB3	2,79618	No MessagesNo Messages	
A6A	MKT460 M24	Column	No Messages	0,614761	NMM	ELU_COMB3	2,50023	No MessagesNo Messages	
A6B	MKT460 M24	Column	No Messages	0,537821	NMM	ELU_COMB1	2,22468	No MessagesNo Messages	
A6C	MKT460 M24	Column	No Messages	0,519925	NMM	ELU_COMB1	1,96955	No MessagesNo Messages	
A6D	MKT460 M24	Column	No Messages	0,506382	NMM	ELU_COMB1	1,73483	No MessagesNo Messages	
A6E	MKT460 M24	Column	No Messages	0,494315	NMM	ELU_COMB1	1,52052	No MessagesNo Messages	
A6F	MKT460 M24	Column	No Messages	0,484634	NMM	ELU_COMB1	1,32662	No MessagesNo Messages	
A70	MKT460 M24	Column	No Messages	0,477965	NMM	ELU_COMB2	2,30626	No MessagesNo Messages	
A71	MKT460 M24	Column	No Messages	0,478032	NMM	ELU_COMB2	2,00011	No MessagesNo Messages	
A72	MKT460 M24	Column	No Messages	0,478085	NMM	ELU_COMB2	1,73477	No MessagesNo Messages	
A73	MKT460 M24	Column	No Messages	0,47813	NMM	ELU_COMB2	1,51025	No MessagesNo Messages	
A74	MKT460 M24	Column	No Messages	0,478166	NMM	ELU_COMB2	1,32656	No MessagesNo Messages	
A75	MKT460 M24	Column	No Messages	0,478195	NMM	ELU_COMB2	1,18368	No MessagesNo Messages	
A76	MKT460 M24	Column	No Messages	0,478215	NMM	ELU_COMB2	1,08163	No MessagesNo Messages	
A77	MKT460 M24	Column	No Messages	0,478228	NMM	ELU_COMB2	1,0204	No MessagesNo Messages	
A78	MKT460 M24	Column	No Messages	0,478237	NMM	ELU_COMB2	0,99999	No MessagesNo Messages	
A8B	Y1860S7 6-43*2	Brace	No Messages	0,141138	NMM	ELU_COMB2	2,44111	No MessagesNo Messages	
A8C	Y1860S7 6-43*2	Brace	No Messages	0,1407	NMM	ELU_COMB2	2,06787	No MessagesNo Messages	
A8D	Y1860S7 6-43*2	Brace	No Messages	0,140045	NMM	ELU_COMB2	2,05952	No MessagesNo Messages	
A8E	Y1860S7 6-43*2	Brace	No Messages	0,139486	NMM	ELU_COMB2	2,05169	No MessagesNo Messages	
A8F	Y1860S7 6-43*2	Brace	No Messages	0,138991	NMM	ELU_COMB2	2,0444	No MessagesNo Messages	
A90	Y1860S7 6-43*2	Brace	No Messages	0,138532	NMM	ELU_COMB2	2,03764	No MessagesNo Messages	
A91	Y1860S7 6-43*2	Brace	No Messages	0,138108	NMM	ELU_COMB2	2,03143	No MessagesNo Messages	
A92	Y1860S7 6-43*2	Brace	No Messages	0,140686	NMM	ELU_COMB3	0	No MessagesNo Messages	
A93	Y1860S7 6-43*2	Brace	No Messages	0,146206	NMM	ELU_COMB3	0	No MessagesNo Messages	
A94	Y1860S7 6-43*2	Brace	No Messages	0,151009	NMM	ELU_COMB3	0	No MessagesNo Messages	
A95	Y1860S7 6-43*2	Brace	No Messages	0,155116	NMM	ELU_COMB3	0	No MessagesNo Messages	
A96	Y1860S7 6-43*2	Brace	No Messages	0,158546	NMM	ELU_COMB3	0	No MessagesNo Messages	
A97	Y1860S7 6-43*2	Brace	No Messages	0,161319	NMM	ELU_COMB3	0	No MessagesNo Messages	
A98	Y1860S7 6-43*2	Brace	No Messages	0,16345	NMM	ELU_COMB3	0	No MessagesNo Messages	
A99	Y1860S7 6-43*2	Brace	No Messages	0,164955	NMM	ELU_COMB3	0	No MessagesNo Messages	
A9A	Y1860S7 6-43*2	Brace	No Messages	0,165848	NMM	ELU_COMB3	0	No MessagesNo Messages	
A9B	Y1860S7 6-43*2	Beam	No Messages	0,166138	NMM	ELU_COMB3	0	No MessagesNo Messages	
AAE	VIGA LATERAL 2X UPE 400* 400X230	Brace	No Messages	0,423925	NMM	ELU_COMB4	0	No MessagesNo Messages	
AAF	VIGA LATERAL 2X UPE 400* 400X230	Brace	No Messages	0,419819	NMM	ELU_COMB4	0	No MessagesNo Messages	
AB0	VIGA LATERAL 2X UPE 400* 400X230	Brace	No Messages	0,422123	NMM	ELU_COMB4	0	No MessagesNo Messages	
AB1	VIGA LATERAL 2X UPE 400* 400X230	Brace	No Messages	0,426911	NMM	ELU_COMB4	0	No MessagesNo Messages	
AB2	VIGA LATERAL 2X UPE 400* 400X230	Brace	No Messages	0,429708	NMM	ELU_COMB4	0	No MessagesNo Messages	
AB3	VIGA LATERAL 2X UPE 400* 400X230	Brace	No Messages	0,433351	NMM	ELU_COMB4	0	No MessagesNo Messages	
AB4	VIGA LATERAL 2X UPE 400* 400X230	Brace	No Messages	0,435392	NMM	ELU_COMB4	0	No MessagesNo Messages	
AB5	VIGA LATERAL 2X UPE 400* 400X230	Brace	No Messages	0,438023	NMM	ELU_COMB4	0	No MessagesNo Messages	
AB6	VIGA LATERAL 2X UPE 400* 400X230	Brace	No Messages	0,441404	NMM	ELU_COMB4	0	No MessagesNo Messages	
AB7	VIGA LATERAL 2X UPE 400* 400X230	Brace	No Messages	0,444676	NMM	ELU_COMB4	0	No MessagesNo Messages	
AB8	VIGA LATERAL 2X UPE 400* 400X230	Brace	No Messages	0,44712	NMM	ELU_COMB4	0	No MessagesNo Messages	
AB9	VIGA LATERAL 2X UPE 400* 400X230	Brace	No Messages	0,44941	NMM	ELU_COMB4	0	No MessagesNo Messages	
ABA	VIGA LATERAL 2X UPE 400* 400X230	Brace	No Messages	0,451195	NMM	ELU_COMB4	0	No MessagesNo Messages	
ABB	VIGA LATERAL 2X UPE 400* 400X230	Beam	No Messages	0,45261	NMM	ELU_COMB4	0	No MessagesNo Messages	
ABC	VIGA LATERAL 2X UPE 400* 400X230	Beam	No Messages	0,453558	NMM	ELU_COMB4	0	No MessagesNo Messages	
ABD	VIGA LATERAL 2X UPE 400* 400X230	Beam	No Messages	0,454123	NMM	ELU_COMB4	0	No MessagesNo Messages	
1	VIGA LATERAL 2X UPE 400* 400X230	Brace	No Messages	0,431164	NMM	ELU_COMB4	0	No MessagesNo Messages	
4	MKT460 M24	Column	No Messages	0,745427	NMM	ELU_COMB3	3,11254	No MessagesNo Messages	
5	MKT460 M24	Column	No Messages	0,727695	NMM	ELU_COMB3	2,79618	No MessagesNo Messages	
6	MKT460 M24	Column	No Messages	0,614765	NMM	ELU_COMB3	2,50023	No MessagesNo Messages	
7	MKT460 M24	Column	No Messages	0,53782	NMM	ELU_COMB1	2,22468	No MessagesNo Messages	
8	MKT460 M24	Column	No Messages	0,519925	NMM	ELU_COMB1	1,96955	No MessagesNo Messages	
9	MKT460 M24	Column	No Messages	0,506382	NMM	ELU_COMB1	1,73483	No MessagesNo Messages	
10	MKT460 M24	Column	No Messages	0,494315	NMM	ELU_COMB1	1,52052	No MessagesNo Messages	
11	MKT460 M24	Column	No Messages	0,484634	NMM	ELU_COMB1	1,32662	No MessagesNo Messages	
12	MKT460 M24	Column	No Messages	0,477965	NMM	ELU_COMB2	2,30626	No MessagesNo Messages	
13	MKT460 M24	Column	No Messages	0,478032	NMM	ELU_COMB2	2,00011	No MessagesNo Messages	
14	MKT460 M24	Column	No Messages	0,478085	NMM	ELU_COMB2	1,73477	No MessagesNo Messages	

TABLE: Steel Design 1 - Summary Data - EN 1993-1-1:2005

Frame	DesignSect	DesignType	Status	Ratio	RatioType	Combo	Location	ErrMsg	WarnMsg
Text	Text	Text	Text	Unitless	Text	Text	m	Text	Text
15	MKT460 M24	Column	No Messages	0,47813	NMM	ELU_COMB2	1,51025	No MessagesNo Messages	
16	MKT460 M24	Column	No Messages	0,478166	NMM	ELU_COMB2	1,32656	No MessagesNo Messages	
17	MKT460 M24	Column	No Messages	0,478195	NMM	ELU_COMB2	1,18368	No MessagesNo Messages	
18	MKT460 M24	Column	No Messages	0,478215	NMM	ELU_COMB2	1,08163	No MessagesNo Messages	
19	MKT460 M24	Column	No Messages	0,478225	NMM	ELU_COMB2	1,0204	No MessagesNo Messages	
21	Y1860S7 6-43*2	Brace	No Messages	0,141138	NMM	ELU_COMB2	2,44111	No MessagesNo Messages	
22	Y1860S7 6-43*2	Brace	No Messages	0,1407	NMM	ELU_COMB2	2,06787	No MessagesNo Messages	
23	Y1860S7 6-43*2	Brace	No Messages	0,140045	NMM	ELU_COMB2	2,05952	No MessagesNo Messages	
24	Y1860S7 6-43*2	Brace	No Messages	0,139486	NMM	ELU_COMB2	2,05169	No MessagesNo Messages	

TABLE: Steel Design 1 - Summary Data - EN 1993-1-1:2005

Frame	DesignSect	DesignType	Status	Ratio	RatioType	Combo	Location	ErrMsg	WarnMsg
Text	Text	Text	Text	Unitless	Text	Text	m	Text	Text
79	Y1860S7 6-43*2	Brace	No Messages	0,1392	NMM	ELU_COMB1	2,03143	No MessagesNo Messages	
80	Y1860S7 6-43*2	Brace	No Messages	0,144704	NMM	ELU_COMB3	0	No MessagesNo Messages	
81	Y1860S7 6-43*2	Brace	No Messages	0,150213	NMM	ELU_COMB3	0	No MessagesNo Messages	
82	Y1860S7 6-43*2	Brace	No Messages	0,155005	NMM	ELU_COMB3	0	No MessagesNo Messages	
83	Y1860S7 6-43*2	Brace	No Messages	0,159104	NMM	ELU_COMB3	0	No MessagesNo Messages	
84	Y1860S7 6-43*2	Brace	No Messages	0,162527	NMM	ELU_COMB3	0	No MessagesNo Messages	
85	Y1860S7 6-43*2	Brace	No Messages	0,165293	NMM	ELU_COMB3	0	No MessagesNo Messages	
86	Y1860S7 6-43*2	Brace	No Messages	0,167419	NMM	ELU_COMB3	0	No MessagesNo Messages	
87	Y1860S7 6-43*2	Brace	No Messages	0,168921	NMM	ELU_COMB3	0	No MessagesNo Messages	
88	Y1860S7 6-43*2	Brace	No Messages	0,169811	NMM	ELU_COMB3	0	No MessagesNo Messages	
89	Y1860S7 6-43*2	Beam	No Messages	0,1701	NMM	ELU_COMB3	0	No MessagesNo Messages	
90	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	Brace	No Messages	0,423925	NMM	ELU_COMB4	0	No MessagesNo Messages	
91	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	Brace	No Messages	0,419819	NMM	ELU_COMB4	0	No MessagesNo Messages	
92	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	Brace	No Messages	0,422123	NMM	ELU_COMB4	0	No MessagesNo Messages	
93	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	Brace	No Messages	0,426911	NMM	ELU_COMB4	0	No MessagesNo Messages	
94	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	Brace	No Messages	0,429708	NMM	ELU_COMB4	0	No MessagesNo Messages	
95	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	Brace	No Messages	0,433351	NMM	ELU_COMB4	0	No MessagesNo Messages	
96	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	Brace	No Messages	0,435392	NMM	ELU_COMB4	0	No MessagesNo Messages	
97	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	Brace	No Messages	0,438023	NMM	ELU_COMB4	0	No MessagesNo Messages	
98	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	Brace	No Messages	0,441404	NMM	ELU_COMB4	0	No MessagesNo Messages	
99	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	Brace	No Messages	0,444676	NMM	ELU_COMB4	0	No MessagesNo Messages	
100	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	Brace	No Messages	0,44712	NMM	ELU_COMB4	0	No MessagesNo Messages	
101	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	Brace	No Messages	0,44941	NMM	ELU_COMB4	0	No MessagesNo Messages	
102	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	Brace	No Messages	0,451195	NMM	ELU_COMB4	0	No MessagesNo Messages	
103	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	Beam	No Messages	0,45261	NMM	ELU_COMB4	0	No MessagesNo Messages	
104	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	Beam	No Messages	0,453558	NMM	ELU_COMB4	0	No MessagesNo Messages	
105	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	Beam	No Messages	0,454123	NMM	ELU_COMB4	0	No MessagesNo Messages	
106	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	Brace	No Messages	0,431164	NMM	ELU_COMB4	0	No MessagesNo Messages	
108	MKT460 M24	Column	No Messages	0,766124	NMM	ELU_COMB3	3,11254	No MessagesNo Messages	
109	MKT460 M24	Column	No Messages	0,747236	NMM	ELU_COMB3	2,79618	No MessagesNo Messages	
110	MKT460 M24	Column	No Messages	0,634328	NMM	ELU_COMB3	2,50023	No MessagesNo Messages	
111	MKT460 M24	Column	No Messages	0,547531	NMM	ELU_COMB3	2,22468	No MessagesNo Messages	
112	MKT460 M24	Column	No Messages	0,525955	NMM	ELU_COMB1	1,96955	No MessagesNo Messages	
113	MKT460 M24	Column	No Messages	0,512439	NMM	ELU_COMB1	1,73483	No MessagesNo Messages	
114	MKT460 M24	Column	No Messages	0,50039	NMM	ELU_COMB1	1,52052	No MessagesNo Messages	
115	MKT460 M24	Column	No Messages	0,490721	NMM	ELU_COMB1	1,32662	No MessagesNo Messages	
116	MKT460 M24	Column	No Messages	0,483271	NMM	ELU_COMB1	1,15313	No MessagesNo Messages	
117	MKT460 M24	Column	No Messages	0,482054	NMM	ELU_COMB1	2,00011	No MessagesNo Messages	
118	MKT460 M24	Column	No Messages	0,482109	NMM	ELU_COMB1	1,73477	No MessagesNo Messages	
119	MKT460 M24	Column	No Messages	0,482154	NMM	ELU_COMB1	1,51025	No MessagesNo Messages	
120	MKT460 M24	Column	No Messages	0,482191	NMM	ELU_COMB1	1,32656	No MessagesNo Messages	
121	MKT460 M24	Column	No Messages	0,48222	NMM	ELU_COMB1	1,18368	No MessagesNo Messages	
122	MKT460 M24	Column	No Messages	0,482239	NMM	ELU_COMB1	1,08163	No MessagesNo Messages	
123	MKT460 M24	Column	No Messages	0,48225	NMM	ELU_COMB1	1,0204	No MessagesNo Messages	
124	Y1860S7 6-43*2	Brace	No Messages	0,142276	NMM	ELU_COMB1	2,44111	No MessagesNo Messages	
125	Y1860S7 6-43*2	Brace	No Messages	0,141791	NMM	ELU_COMB1	2,06787	No MessagesNo Messages	
126	Y1860S7 6-43*2	Brace	No Messages	0,141147	NMM	ELU_COMB1	2,05952	No MessagesNo Messages	
127	Y1860S7 6-43*2	Brace	No Messages	0,14059	NMM	ELU_COMB1	2,05169	No MessagesNo Messages	
128	Y1860S7 6-43*2	Brace	No Messages	0,140091	NMM	ELU_COMB1	2,0444	No MessagesNo Messages	
129	Y1860S7 6-43*2	Brace	No Messages	0,139627	NMM	ELU_COMB1	2,03764	No MessagesNo Messages	
130	Y1860S7 6-43*2	Brace	No Messages	0,1392	NMM	ELU_COMB1	2,03143	No MessagesNo Messages	
131	Y1860S7 6-43*2	Brace	No Messages	0,144704	NMM	ELU_COMB3	0	No MessagesNo Messages	
132	Y1860S7 6-43*2	Brace	No Messages	0,150213	NMM	ELU_COMB3	0	No MessagesNo Messages	
133	Y1860S7 6-43*2	Brace	No Messages	0,155005	NMM	ELU_COMB3	0	No MessagesNo Messages	
134	Y1860S7 6-43*2	Brace	No Messages	0,159104	NMM	ELU_COMB3	0	No MessagesNo Messages	
135	Y1860S7 6-43*2	Brace	No Messages	0,162527	NMM	ELU_COMB3	0	No MessagesNo Messages	
136	Y1860S7 6-43*2	Brace	No Messages	0,165293	NMM	ELU_COMB3	0	No MessagesNo Messages	
137	Y1860S7 6-43*2	Brace	No Messages	0,167419	NMM	ELU_COMB3	0	No MessagesNo Messages	
138	Y1860S7 6-43*2	Brace	No Messages	0,168921	NMM	ELU_COMB3	0	No MessagesNo Messages	
139	Y1860S7 6-43*2	Brace	No Messages	0,169811	NMM	ELU_COMB3	0	No MessagesNo Messages	
140	Y1860S7 6-43*2	Beam	No Messages	0,1701	NMM	ELU_COMB3	0	No MessagesNo Messages	
141	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	Brace	No Messages	0,423927	NMM	ELU_COMB4	0	No MessagesNo Messages	

TABLE: Steel Design 1 - Summary Data - EN 1993-1-1:2005

Frame	DesignSect	DesignType	Status	Ratio	RatioType	Combo	Location	ErrMsg	WarnMsg
Text	Text	Text	Text	Unitless	Text	Text	m	Text	Text
142	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	Brace	No Messages	0,419818	NMM	ELU_COMB4	0	No MessagesNo Messages	
143	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	Brace	No Messages	0,422122	NMM	ELU_COMB4	0	No MessagesNo Messages	
144	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	Brace	No Messages	0,42691	NMM	ELU_COMB4	0	No MessagesNo Messages	
145	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	Brace	No Messages	0,429707	NMM	ELU_COMB4	0	No MessagesNo Messages	
146	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	Brace	No Messages	0,43335	NMM	ELU_COMB4	0	No MessagesNo Messages	
147	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	Brace	No Messages	0,435392	NMM	ELU_COMB4	0	No MessagesNo Messages	
148	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	Brace	No Messages	0,438022	NMM	ELU_COMB4	0	No MessagesNo Messages	
149	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230								

TABLE: Steel Design 2 - NMM Details - EN 1993-1-1:2005 1 of 6

Frame	DesignSect	DesignType	Status	Combo	Location	NEd	MyEd	MzEd	VzEd	VyEd
Text	Text	Text	Text	Text	m	KN	KN-m	KN-m	KN	KN
A68	MKT460 M24	Column	No Messages	ELU_COMB3	3,11254	28,983	0	-0,4142	0	0
A69	MKT460 M24	Column	No Messages	ELU_COMB3	2,79618	43,861	0	-0,3342	0	0
A6A	MKT460 M24	Column	No Messages	ELU_COMB3	2,50023	40,42	0	-0,2672	0	0
A6B	MKT460 M24	Column	No Messages	ELU_COMB1	2,22468	73,22	0	-0,0635	0	0
A6C	MKT460 M24	Column	No Messages	ELU_COMB1	1,96955	73,364	0	-0,0497	0	0
A6D	MKT460 M24	Column	No Messages	ELU_COMB1	1,73483	73,644	0	-0,0386	0	0
A6E	MKT460 M24	Column	No Messages	ELU_COMB1	1,52052	73,673	0	-0,0297	0	0
A6F	MKT460 M24	Column	No Messages	ELU_COMB1	1,32662	73,675	0	-0,0226	0	0
A70	MKT460 M24	Column	No Messages	ELU_COMB2	2,30626	74,1	0	0	0	0
A71	MKT460 M24	Column	No Messages	ELU_COMB2	2,00011	74,111	0	0	0	0
A72	MKT460 M24	Column	No Messages	ELU_COMB2	1,73477	74,119	0	0	0	0
A73	MKT460 M24	Column	No Messages	ELU_COMB2	1,51025	74,126	0	0	0	0
A74	MKT460 M24	Column	No Messages	ELU_COMB2	1,32656	74,132	0	0	0	0
A75	MKT460 M24	Column	No Messages	ELU_COMB2	1,18368	74,136	0	0	0	0
A76	MKT460 M24	Column	No Messages	ELU_COMB2	1,08163	74,139	0	0	0	0
A77	MKT460 M24	Column	No Messages	ELU_COMB2	1,0204	74,141	0	0	0	0
A78	MKT460 M24	Column	No Messages	ELU_COMB2	0,99999	74,142	0	0	0	0
A8B	Y1860S7 6-43*2	Brace	No Messages	ELU_COMB2	2,44111	4874,124	-1,938E-14	2,585E-16	10,922	0
A8C	Y1860S7 6-43*2	Brace	No Messages	ELU_COMB2	2,06787	4858,981	-34,4997	0,00004417	17,116	0
A8D	Y1860S7 6-43*2	Brace	No Messages	ELU_COMB2	2,05952	4836,363	-4,7573	0,0001182	6,057	0
A8E	Y1860S7 6-43*2	Brace	No Messages	ELU_COMB2	2,05169	4817,06	2,0898	0,0001768	2,45	0
A8F	Y1860S7 6-43*2	Brace	No Messages	ELU_COMB2	2,0444	4799,974	1,5096	0,0002576	2,833	0
A90	Y1860S7 6-43*2	Brace	No Messages	ELU_COMB2	2,03764	4784,116	1,7138	0,0003292	3,098	0
A91	Y1860S7 6-43*2	Brace	No Messages	ELU_COMB2	2,03143	4769,468	2,4582	0,0004143	3,052	0
A92	Y1860S7 6-43*2	Brace	No Messages	ELU_COMB3	0	2656,611	0,9916	-126,6248	2,72	4,802
A93	Y1860S7 6-43*2	Brace	No Messages	ELU_COMB3	0	2649,95	0,9898	-135,8579	2,734	4,225
A94	Y1860S7 6-43*2	Brace	No Messages	ELU_COMB3	0	2644,021	0,9706	-143,8962	2,742	3,663
A95	Y1860S7 6-43*2	Brace	No Messages	ELU_COMB3	0	2638,828	0,9407	-150,7747	2,748	3,116
A96	Y1860S7 6-43*2	Brace	No Messages	ELU_COMB3	0	2634,375	0,906	-156,5249	2,75	2,581
A97	Y1860S7 6-43*2	Brace	No Messages	ELU_COMB3	0	2630,667	0,8714	-161,1763	2,75	2,056
A98	Y1860S7 6-43*2	Brace	No Messages	ELU_COMB3	0	2627,706	0,8407	-164,7559	2,748	1,539
A99	Y1860S7 6-43*2	Brace	No Messages	ELU_COMB3	0	2625,494	0,8167	-167,2888	2,745	1,029
A9A	Y1860S7 6-43*2	Brace	No Messages	ELU_COMB3	0	2624,035	0,8015	-168,7965	2,74	0,524
A9B	Y1860S7 6-43*2	Beam	No Messages	ELU_COMB3	0	2623,328	0,7962	-169,2955	2,735	0,021
AAE	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	Brace	No Messages	ELU_COMB4	0	-2471,017	23,5088	2,287	6,554	0,654
AAF	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	Brace	No Messages	ELU_COMB4	0	-2475,883	6,6041	-2,4024	3,081	0,409
AB0	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	Brace	No Messages	ELU_COMB4	0	-2475,422	8,9935	1,4321	6,002	0,288
AB1	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	Brace	No Messages	ELU_COMB4	0	-2475,161	17,2311	-1,2287	5,215	0,167
AB2	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	Brace	No Messages	ELU_COMB4	0	-2475,446	23,8924	0,5237	4,554	0,126
AB3	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	Brace	No Messages	ELU_COMB4	0	-2475,229	29,2285	-0,6173	4,215	0,065
AB4	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	Brace	No Messages	ELU_COMB4	0	-2475,37	33,8867	0,1183	3,921	0,057
AB5	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	Brace	No Messages	ELU_COMB4	0	-2475,273	37,9553	-0,358	3,635	0,023
AB6	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	Brace	No Messages	ELU_COMB4	0	-2475,331	41,4519	-0,0526	3,372	0,027
AB7	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	Brace	No Messages	ELU_COMB4	0	-2475,287	44,4221	-0,2509	4,4517	0,0526
AB8	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	Brace	No Messages	ELU_COMB4	0	-2475,309	46,9104	-0,1249	44,221	0,2509
AB9	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	Brace	No Messages	ELU_COMB4	0	-2475,288	48,9535	-0,2073	23,8918	0,1249
ABA	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	Brace	No Messages	ELU_COMB4	0	-2475,294	50,5827	-0,1564	56,9104	0,1249
ABB	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	Beam	No Messages	ELU_COMB4	0	-2475,282	51,8232	-0,1898	51,8236	0,1897
ABC	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	Beam	No Messages	ELU_COMB4	0	-2475,28	52,695	-0,1712	52,6956	0,1712
ABD	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	Beam	No Messages	ELU_COMB4	0	-2475,273	53,2122	-0,1823	53,2128	0,1825
1	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	Brace	No Messages	ELU_COMB4	0	-2520,013	2,063E-10	6,0982	15,416	1,147
4	MKT460 M24	Column	No Messages	ELU_COMB3	3,11254	28,979	0	-0,4142	0	0
5	MKT460 M24	Column	No Messages	ELU_COMB3	2,79618	43,863	0	-0,3342	0	0
6	MKT460 M24	Column	No Messages	ELU_COMB3	2,50023	40,421	0	-0,2672	0	0
7	MKT460 M24	Column	No Messages	ELU_COMB1	2,22468	73,22	0	-0,0635	0	0
8	MKT460 M24	Column	No Messages	ELU_COMB1	1,96955	73,364	0	-0,0497	0	0
9	MKT460 M24	Column	No Messages	ELU_COMB1	1,73483	73,644	0	-0,0386	0	0
10	MKT460 M24	Column	No Messages	ELU_COMB1	1,52052	73,673	0	-0,0297	0	0
11	MKT460 M24	Column	No Messages	ELU_COMB1	1,32662	73,675	0	-0,0226	0	0
12	MKT460 M24	Column	No Messages	ELU_COMB2	2,30626	74,1	0	0	0	0
13	MKT460 M24	Column	No Messages	ELU_COMB2	2,00011	74,111	0	0	0	0
14	MKT460 M24	Column	No Messages	ELU_COMB2	1,73477	74,119	0	0	0	0

TABLE: Steel Design 2 - NMM Details - EN 1993-1-1:2005 1 of 6

Frame	DesignSect	DesignType	Status	Combo	Location	NEd	MyEd	MzEd	VzEd	VyEd
Text	Text	Text	Text	Text	m	KN	KN-m	KN-m	KN	KN

<tbl\_r cells="11" ix="1"

TABLE: Steel Design 2 - NMM Details - EN 1993-1-1:2005 1 of 6

Frame	DesignSect	DesignType	Status	Combo	Location	NEd	MyEd	MzEd	VzEd	VyEd
Text	Text	Text	Text	Text	m	KN	KN-m	KN-m	KN	KN
79	Y1860S7 6-43*2	Brace	No Messages	ELU_COMB1	2,03143	4807,188	1,2024	-31,1115	2,985	1,759
80	Y1860S7 6-43*2	Brace	No Messages	ELU_COMB3	0	2853,131	0,6639	-125,6048	2,585	4,802
81	Y1860S7 6-43*2	Brace	No Messages	ELU_COMB3	0	2845,971	0,9235	-134,8365	2,604	4,225
82	Y1860S7 6-43*2	Brace	No Messages	ELU_COMB3	0	2839,596	1,1453	-142,8737	2,623	3,663
83	Y1860S7 6-43*2	Brace	No Messages	ELU_COMB3	0	2834,012	1,3307	-149,7513	2,641	3,116
84	Y1860S7 6-43*2	Brace	No Messages	ELU_COMB3	0	2829,224	1,4822	-155,501	2,657	2,581
85	Y1860S7 6-43*2	Brace	No Messages	ELU_COMB3	0	2825,235	1,6023	-160,1521	2,673	2,056
86	Y1860S7 6-43*2	Brace	No Messages	ELU_COMB3	0	2822,049	1,6932	-163,7316	2,687	1,539
87	Y1860S7 6-43*2	Brace	No Messages	ELU_COMB3	0	2819,669	1,7567	-166,2644	2,701	1,029
88	Y1860S7 6-43*2	Brace	No Messages	ELU_COMB3	0	2818,097	1,7943	-167,7722	2,714	0,524
89	Y1860S7 6-43*2	Beam	No Messages	ELU_COMB3	0	2817,333	1,8066	-168,2712	2,727	0,021
90	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	Brace	No Messages	ELU_COMB4	0	-2471,017	23,5088	-2,287	6,552	0,654
91	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	Brace	No Messages	ELU_COMB4	0	-2475,883	6,6041	2,4024	3,081	0,409
92	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	Brace	No Messages	ELU_COMB4	0	-2475,422	8,9935	-1,4321	6,002	0,288
93	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	Brace	No Messages	ELU_COMB4	0	-2475,161	17,2311	1,2287	5,215	0,167
94	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	Brace	No Messages	ELU_COMB4	0	-2475,446	23,8924	-0,5237	4,554	0,126
95	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	Brace	No Messages	ELU_COMB4	0	-2475,229	29,2285	0,6173	4,215	0,065
96	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	Brace	No Messages	ELU_COMB4	0	-2475,37	33,8867	-0,1183	3,921	0,057
97	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	Brace	No Messages	ELU_COMB4	0	-2475,273	37,9553	0,358	3,635	0,023
98	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	Brace	No Messages	ELU_COMB4	0	-2475,331	41,4519	0,0526	3,372	0,027
99	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	Brace	No Messages	ELU_COMB4	0	-2475,287	44,4221	0,2509	3,132	0,006921
100	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	Brace	No Messages	ELU_COMB4	0	-2475,309	46,9104	0,1249	2,909	0,013
101	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	Brace	No Messages	ELU_COMB4	0	-2475,288	48,9535	0,2073	2,702	0,001311
102	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	Brace	No Messages	ELU_COMB4	0	-2475,294	50,5827	0,1564	2,508	0,006784
103	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	Beam	No Messages	ELU_COMB4	0	-2475,282	51,8232	0,1898	2,324	0
104	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	Beam	No Messages	ELU_COMB4	0	-2475,28	52,695	0,1712	2,146	0,003169
105	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	Beam	No Messages	ELU_COMB4	0	-2475,273	53,2122	0,1823	1,973	0,001042
106	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	Brace	No Messages	ELU_COMB4	0	-2520,013	-2,343E-10	-6,0982	15,416	1,147
108	MKT460 M24	Column	No Messages	ELU_COMB3	3,11254	32,339	0	-0,4142	0	0
109	MKT460 M24	Column	No Messages	ELU_COMB3	2,79618	47,036	0	-0,3342	0	0
110	MKT460 M24	Column	No Messages	ELU_COMB3	2,50023	43,597	0	-0,2672	0	0
111	MKT460 M24	Column	No Messages	ELU_COMB3	2,22468	41,875	0	-0,2116	0	0
112	MKT460 M24	Column	No Messages	ELU_COMB1	1,96955	74,343	0	-0,0497	0	0
113	MKT460 M24	Column	No Messages	ELU_COMB1	1,73483	74,628	0	-0,0386	0	0
114	MKT460 M24	Column	No Messages	ELU_COMB1	1,52052	74,66	0	-0,0297	0	0
115	MKT460 M24	Column	No Messages	ELU_COMB1	1,32662	74,664	0	-0,0226	0	0
116	MKT460 M24	Column	No Messages	ELU_COMB1	1,15313	74,681	0	-0,0171	0	0
117	MKT460 M24	Column	No Messages	ELU_COMB1	2,00011	74,734	0	3,918E-18	0	0,026
118	MKT460 M24	Column	No Messages	ELU_COMB1	1,73477	74,743	0	-5,999E-18	0	0,022
119	MKT460 M24	Column	No Messages	ELU_COMB1	1,51025	74,75	0	8,805E-18	0	0,019
120	MKT460 M24	Column	No Messages	ELU_COMB1	1,32656	74,755	0	-4,285E-19	0	0,017
121	MKT460 M24	Column	No Messages	ELU_COMB1	1,18368	74,76	0	-3,278E-19	0	0,015
122	MKT460 M24	Column	No Messages	ELU_COMB1	1,08163	74,763	0	-1,068E-18	0	0,014
123	MKT460 M24	Column	No Messages	ELU_COMB1	1,0204	74,765	0	-1,42E-18	0	0,013
124	Y1860S7 6-43*2	Brace	No Messages	ELU_COMB1	2,44111	4913,407	1,364E-14	4,07E-13	8,45	3,001
125	Y1860S7 6-43*2	Brace	No Messages	ELU_COMB1	2,06787	4896,678	-28,4664	7,2611	14,407	2,753
126	Y1860S7 6-43*2	Brace	No Messages	ELU_COMB1	2,05952	4874,435	-4,3255	12,9297	5,318	2,539
127	Y1860S7 6-43*2	Brace	No Messages	ELU_COMB1	2,05169	4855,173	0,998	18,1298	2,471	2,333
128	Y1860S7 6-43*2	Brace	No Messages	ELU_COMB1	2,0444	4837,942	0,4614	22,8814	2,807	2,135
129	Y1860S7 6-43*2	Brace	No Messages	ELU_COMB1	2,03764	4821,948	0,613	27,2031	3,022	1,944
130	Y1860S7 6-43*2	Brace	No Messages	ELU_COMB1	2,03143	4807,188	1,2023	31,1115	2,985	1,759
131	Y1860S7 6-43*2	Brace	No Messages	ELU_COMB3	0	2853,131	0,6639	125,6048	2,585	4,802
132	Y1860S7 6-43*2	Brace	No Messages	ELU_COMB3	0	2845,971	0,9234	134,8365	2,604	4,225
133	Y1860S7 6-43*2	Brace	No Messages	ELU_COMB3	0	2839,596	1,1453	142,8737	2,623	3,663
134	Y1860S7 6-43*2	Brace	No Messages	ELU_COMB3	0	2834,012	1,3307	149,7513	2,641	3,116
135	Y1860S7 6-43*2	Brace	No Messages	ELU_COMB3	0	2829,224	1,4822	155,501	2,657	2,581
136	Y1860S7 6-43*2	Brace	No Messages	ELU_COMB3	0	2825,235	1,6023	160,1521	2,673	2,056
137	Y1860S7 6-43*2	Brace	No Messages	ELU_COMB3	0	2822,049	1,6932	163,7316	2,687	1,539
138	Y1860S7 6-43*2	Brace	No Messages	ELU_COMB3	0	2819,669	1,7567	166,2644	2,701	1,029
139	Y1860S7 6-43*2	Brace	No Messages	ELU_COMB3	0	2818,097	1,7944	167,7722	2,714	0,524
140	Y1860S7 6-43*2	Beam	No Messages	ELU_COMB3	0	2817,333	1,8066	168,2712	2,727	0,021
14										

TABLE: Steel Design 2 - NMM Details - EN 1993-1-1:2005 2 of 6											
Frame	DesignSect	Tu	MySpan	MzSpan	Equation	TotalRatio	NRatio	MyRatio	MzRatio	SRLimit	
Text	Text	KN-m	KN-m	KN-m	Text	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	
A68	MKT460 M24	0,1017	0	-0,4142	6.2.1(7)	0,745453	0,178494	0	0,56696	0,95	
A69	MKT460 M24	0,1106	0	-0,3342	6.2.1(7)	0,727685	0,270121	0	0,457564	0,95	
A6A	MKT460 M24	0,1198	0	-0,2672	6.2.1(7)	0,614761	0,24893	0	0,365831	0,95	
A6B	MKT460 M24	0,0388	0	-0,0635	6.2.1(7)	0,537821	0,450929	0	0,086892	0,95	
A6C	MKT460 M24	0,0416	0	-0,0497	6.2.1(7)	0,519925	0,45182	0	0,068105	0,95	
A6D	MKT460 M24	0,0445	0	-0,0386	6.2.1(7)	0,506382	0,453542	0	0,052839	0,95	
A6E	MKT460 M24	0,0471	0	-0,0297	6.2.1(7)	0,494315	0,453724	0	0,040591	0,95	
A6F	MKT460 M24	0,0496	0	-0,0226	6.2.1(7)	0,484634	0,453736	0	0,030898	0,95	
A70	MKT460 M24	0	0	0	6.2.3(1)-6.5	0,477965	0,477965	0	0	0,95	
A71	MKT460 M24	0	0	0	6.2.3(1)-6.5	0,478032	0,478032	0	0	0,95	
A72	MKT460 M24	0	0	0	6.2.3(1)-6.5	0,478085	0,478085	0	0	0,95	
A73	MKT460 M24	0	0	0	6.2.3(1)-6.5	0,47813	0,47813	0	0	0,95	
A74	MKT460 M24	0	0	0	6.2.3(1)-6.5	0,478166	0,478166	0	0	0,95	
A75	MKT460 M24	0	0	0	6.2.3(1)-6.5	0,478195	0,478195	0	0	0,95	
A76	MKT460 M24	0	0	0	6.2.3(1)-6.5	0,478215	0,478215	0	0	0,95	
A77	MKT460 M24	0	0	0	6.2.3(1)-6.5	0,478228	0,478228	0	0	0,95	
A78	MKT460 M24	0	0	0	6.2.3(1)-6.5	0,478237	0,478237	0	0	0,95	
A8B	Y1860S7 6-43*2	0	-34,4997	5,83E-12	6.2.3(1)-6.5	0,141138	0,141138	0	0	0,95	
A8C	Y1860S7 6-43*2	0	-34,4997	0,00004417	6.2.3(1)-6.5	0,1407	0,1407	0	0	0,95	
A8D	Y1860S7 6-43*2	0	-4,7573	0,0001182	6.2.3(1)-6.5	0,140045	0,140045	0	0	0,95	
A8E	Y1860S7 6-43*2	0	3,2014	0,0001768	6.2.3(1)-6.5	0,139486	0,139486	0	0	0,95	
A8F	Y1860S7 6-43*2	0	3,0084	0,0002576	6.2.3(1)-6.5	0,138991	0,138991	0	0	0,95	
A90	Y1860S7 6-43*2	0	3,4781	0,0003292	6.2.3(1)-6.5	0,138532	0,138532	0	0	0,95	
A91	Y1860S7 6-43*2	0	4,1707	0,0004143	6.2.3(1)-6.5	0,138108	0,138108	0	0	0,95	
A92	Y1860S7 6-43*2	24,6888	2,3624	-126,6248	6.2.1(7)	0,140686	0,062817	0,00061	0,077867	0,95	
A93	Y1860S7 6-43*2	22,5645	2,3712	-135,8579	6.2.1(7)	0,146206	0,06266	0,000609	0,083544	0,95	
A94	Y1860S7 6-43*2	20,2786	2,3576	-143,8962	6.2.1(7)	0,151009	0,062519	0,000597	0,088488	0,95	
A95	Y1860S7 6-43*2	17,8515	2,3303	-150,7747	6.2.1(7)	0,155116	0,062397	0,000578	0,092717	0,95	
A96	Y1860S7 6-43*2	15,3033	2,2957	-156,5249	6.2.1(7)	0,158546	0,062291	0,000557	0,096253	0,95	
A97	Y1860S7 6-43*2	12,6542	2,2591	-161,1763	6.2.1(7)	0,161319	0,062204	0,000536	0,099114	0,95	
A98	Y1860S7 6-43*2	9,9239	2,2248	-164,7559	6.2.1(7)	0,16345	0,062134	0,000517	0,101315	0,95	
A99	Y1860S7 6-43*2	7,1316	2,1963	-167,2888	6.2.1(7)	0,164955	0,062081	0,000502	0,102873	0,95	
A9A	Y1860S7 6-43*2	4,296	2,1759	-168,7965	6.2.1(7)	0,165848	0,062047	0,000493	0,1038	0,95	
A9B	Y1860S7 6-43*2	1,4348	2,1653	-169,2955	6.2.1(7)	0,166138	0,06203	0,00049	0,104107	0,95	
AAE	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	4,2322	23,5088	2,287	6.3.3(4)-6.62	0,423925	0,408922	0,011591	0,003413	0,95	
AAF	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	1,6882	8,9935	-2,4024	6.3.3(4)-6.62	0,419819	0,409716	0,006086	0,004017	0,95	
AB0	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	0,6616	17,2311	1,4321	6.3.3(4)-6.62	0,422123	0,409629	0,010168	0,002325	0,95	
AB1	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	0,266	23,8924	-1,2287	6.3.3(4)-6.62	0,426911	0,409576	0,015215	0,00212	0,95	
AB2	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	0,101	29,2285	0,5237	6.3.3(4)-6.62	0,429708	0,409614	0,019275	0,000819	0,95	
AB3	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	0,0415	33,8867	-0,6173	6.3.3(4)-6.62	0,433351	0,40957	0,022686	0,001095	0,95	
AB4	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	0,0138	37,9553	0,1183	6.3.3(4)-6.62	0,435392	0,409586	0,025665	0,000141	0,95	
AB5	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	0,0059	41,4519	-0,358	6.3.3(4)-6.61	0,438023	0,391428	0,0462	0,000394	0,95	
AB6	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	0	44,4221	-0,1062	6.3.3(4)-6.61	0,441404	0,391438	0,049868	0	0,95	
AB7	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	0	46,9104	-0,2509	6.3.3(4)-6.61	0,444676	0,391431	0,052961	0,000285	0,95	
AB8	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	0	48,9535	-0,1516	6.3.3(4)-6.61	0,44712	0,391434	0,055522	0,000164	0,95	
AB9	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	0	50,7121	-0,2073	6.3.3(4)-6.61	0,44941	0,391431	0,05774	0,000239	0,95	
ABA	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	0	52,1469	-0,1699	6.3.3(4)-6.61	0,451195	0,391432	0,059572	0,000191	0,95	
ABB	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	0	53,203	-0,1898	6.3.3(4)-6.61	0,45261	0,39143	0,06096	0,00022	0,95	
ABC	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	0	53,8975	-0,1776	6.3.3(4)-6.61	0,453558	0,39143	0,061925	0,000203	0,95	
ABD	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	0	54,2417	-0,1823	6.3.3(4)-6.61	0,454123	0,391429	0,062484	0,000211	0,95	
1	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	10,6902	23,5088	8,0509	6.3.3(4)-6.62	0,431164	0,407676	0,009658	0,013831	0,95	
4	MKT460 M24	0,1017	0	-0,4142	6.2.1(7)	0,745427</td					

TABLE: Steel Design 2 - NMM Details - EN 1993-1-1:2005 2 of 6

Frame	DesignSect	Tu	MySpan	MzSpan	Equation	TotalRatio	NRatio	MyRatio	MzRatio	SRLimit
Text	Text	KN-m	KN-m	KN-m	Text	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless
79	Y1860S7 6-43*2	7,935	2,846	-34,5425	6.2.3(1)-6.5	0,1392	0,1392	0	0	0,95
80	Y1860S7 6-43*2	24,5245	1,8982	-125,6048	6.2.1(7)	0,144704	0,067464	0,000408	0,077239	0,95
81	Y1860S7 6-43*2	22,4173	2,1742	-134,8365	6.2.1(7)	0,150213	0,067295	0,000568	0,082916	0,95
82	Y1860S7 6-43*2	20,1486	2,4118	-142,8737	6.2.1(7)	0,155005	0,067144	0,000704	0,087859	0,95
83	Y1860S7 6-43*2	17,7387	2,6127	-149,7513	6.2.1(7)	0,159104	0,067012	0,000818	0,092088	0,95
84	Y1860S7 6-43*2	15,2079	2,7788	-155,501	6.2.1(7)	0,162527	0,066899	0,000911	0,095624	0,95
85	Y1860S7 6-43*2	12,5761	2,9126	-160,1521	6.2.1(7)	0,165293	0,066804	0,000985	0,098484	0,95
86	Y1860S7 6-43*2	9,8631	3,0165	-163,7316	6.2.1(7)	0,167419	0,066729	0,001041	0,100685	0,95
87	Y1860S7 6-43*2	7,0882	3,0926	-166,2644	6.2.1(7)	0,168921	0,066673	0,00108	0,102243	0,95
88	Y1860S7 6-43*2	4,2699	3,1424	-167,7722	6.2.1(7)	0,169811	0,066636	0,001103	0,10317	0,95
89	Y1860S7 6-43*2	1,4261	3,1669	-168,2712	6.2.1(7)	0,1701	0,066617	0,001111	0,103477	0,95
90	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	4,2322	23,5088	-2,287	6.3.3(4)-6.62	0,423925	0,408922	0,011591	0,003413	0,95
91	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	1,6882	8,9935	2,4024	6.3.3(4)-6.62	0,419819	0,409716	0,006086	0,004017	0,95
92	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	0,6616	17,2311	-1,4321	6.3.3(4)-6.62	0,422123	0,409629	0,010168	0,002325	0,95
93	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	0,266	23,8924	1,2287	6.3.3(4)-6.62	0,426911	0,409576	0,015215	0,00212	0,95
94	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	0,101	29,2285	-0,5237	6.3.3(4)-6.62	0,429708	0,409614	0,019275	0,000819	0,95
95	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	0,0415	33,8867	0,6173	6.3.3(4)-6.62	0,433351	0,40957	0,022686	0,001095	0,95
96	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	0,0138	37,9553	-0,1183	6.3.3(4)-6.62	0,435392	0,409586	0,025665	0,000141	0,95
97	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	0,0059	41,4519	0,358	6.3.3(4)-6.61	0,438023	0,391428	0,0462	0,000394	0,95
98	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	0	44,4221	0,1062	6.3.3(4)-6.61	0,441404	0,391438	0,049868	0	0,95
99	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	0	46,9104	0,2509	6.3.3(4)-6.61	0,444676	0,391431	0,052961	0,000285	0,95
100	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	0	48,9535	0,1516	6.3.3(4)-6.61	0,447112	0,391434	0,055522	0,000164	0,95
101	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	0	50,7121	0,2073	6.3.3(4)-6.61	0,449491	0,391431	0,05774	0,000239	0,95
102	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	0	52,1469	0,1699	6.3.3(4)-6.61	0,451195	0,391432	0,059572	0,000191	0,95
103	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	0	53,203	0,1898	6.3.3(4)-6.61	0,45261	0,39143	0,06096	0,00022	0,95
104	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	0	53,8975	0,1776	6.3.3(4)-6.61	0,453558	0,39143	0,061925	0,000203	0,95
105	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	0	54,2417	0,1823	6.3.3(4)-6.61	0,454123	0,391429	0,062484	0,000211	0,95
106	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	10,6902	23,5088	-8,0509	6.3.3(4)-6.62	0,431164	0,407676	0,009658	0,013831	0,95
108	MKT460 M24	0,1008	0	-0,4142	6.2.1(7)	0,766124	0,199165	0	0,56696	0,95
109	MKT460 M24	0,1097	0	-0,3342	6.2.1(7)	0,747236	0,289673	0	0,457564	0,95
110	MKT460 M24	0,1188	0	-0,2672	6.2.1(7)	0,634328	0,268497	0	0,365831	0,95
111	MKT460 M24	0,1281	0	-0,2116	6.2.1(7)	0,547531	0,257891	0	0,28964	0,95
112	MKT460 M24	0,0412	0	-0,0497	6.2.1(7)	0,525955	0,45785	0	0,068105	0,95
113	MKT460 M24	0,044	0	-0,0386	6.2.1(7)	0,512439	0,4596	0	0,052839	0,95
114	MKT460 M24	0,0467	0	-0,0297	6.2.1(7)	0,50039	0,459799	0	0,040591	0,95
115	MKT460 M24	0,0491	0	-0,0226	6.2.1(7)	0,490721	0,459823	0	0,030898	0,95
116	MKT460 M24	0,0511	0	-0,0171	6.2.1(7)	0,483271	0,459926	0	0,023345	0,95
117	MKT460 M24	0,0523	0	-0,0128	6.2.3(1)-6.5	0,482054	0,482054	0	0	0,95
118	MKT460 M24	0,0523	0	-0,0096	6.2.3(1)-6.5	0,482109	0,482109	0	0	0,95
119	MKT460 M24	0,0506	0	-0,0073	6.2.3(1)-6.5	0,482154	0,482154	0	0	0,95
120	MKT460 M24	0,0464	0	-0,0056	6.2.3(1)-6.5	0,482191	0,482191	0	0	0,95
121	MKT460 M24	0,0393	0	-0,0045	6.2.3(1)-6.5	0,48222	0,48222	0	0	0,95
122	MKT460 M24	0,0288	0	-0,0038	6.2.3(1)-6.5	0,482239	0,482239	0	0	0,95
123	MKT460 M24	0,0153	0	-0,0033	6.2.3(1)-6.5	0,48225	0,48225	0	0	0,95
124	Y1860S7 6-43*2	9,9219	-28,4664	7,1211	6.2.3(1)-6.5	0,142276	0,142276	0	0	0,95
125	Y1860S7 6-43*2	9,7906	-28,4664	12,8073	6.2.3(1)-6.5	0,141791	0,141791	0	0	0,95
126	Y1860S7 6-43*2	9,5776	-4,3255	18,0131	6.2.3(1)-6.5	0,141147	0,141147	0	0	0,95
127	Y1860S7 6-43*2	9,2794	2,1314	22,772	6.2.3(1)-6.5	0,14059	0,14059	0	0	0,95
128	Y1860S7 6-43*2	8,9022	1,934	27,1022	6.2.3(1)-6.5	0,140091	0,140091	0	0	0,95
129	Y1860S7 6-43*2	8,452	2,2998	31,0206	6.2.3(1)-6.5	0,139627	0,139627	0	0	0,95
130	Y1860S7 6-43*2	7,935	2,8459	34,5425	6.2.3(1)-6.5	0,1392	0,1392	0	0	0,95
131	Y1860S7 6-43*2	24,5245	1,8981	125,6048	6.2.1(7)	0,144704	0,067464	0,000408	0,077239	0,95
132	Y1860S7 6-43*2	22,4173	2,1742	134,8365	6.2.1(7)	0,150213	0,067295	0,000568		

TABLE: Steel Design 2- NMM Details - EN 1993-1-1:2005 3 of 6

Frame	DesignSect	NsdDsgn	NcRd	NtRd	NbyRd	NbzRd	MySdDsgn	McyRd	MvyRd	MbyRd
Text	Text	KN	KN	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m	KN-m
A68	MKT460 M24	28,983	0,516	155,033	0,516	0,516	0	0,7305	0,7305	0,7305
A69	MKT460 M24	43,861	0,637	155,033	0,637	0,637	0	0,7305	0,7305	0,7305
A6A	MKT460 M24	40,42	0,794	155,033	0,794	0,794	0	0,7305	0,7305	0,7305
A6B	MKT460 M24	73,22	0,999	155,033	0,999	0,999	0	0,7305	0,7305	0,7305
A6C	MKT460 M24	73,364	1,269	155,033	1,269	1,269	0	0,7305	0,7305	0,7305
A6D	MKT460 M24	73,644	1,626	155,033	1,626	1,626	0	0,7305	0,7305	0,7305
A6E	MKT460 M24	73,673	2,103	155,033	2,103	2,103	0	0,7305	0,7305	0,7305
A6F	MKT460 M24	73,675	2,741	155,033	2,741	2,741	0	0,7305	0,7305	0,7305
A70	MKT460 M24	74,1	3,595	155,033	3,595	3,595	0	0,7305	0,7305	0,7305
A71	MKT460 M24	74,111	4,728	155,033	4,728	4,728	0	0,7305	0,7305	0,7305
A72	MKT460 M24	74,119	6,207	155,033	6,207	6,207	0	0,7305	0,7305	0,7305
A73	MKT460 M24	74,126	8,075	155,033	8,075	8,075	0	0,7305	0,7305	0,7305
A74	MKT460 M24	74,132	10,309	155,033	10,309	10,309	0	0,7305	0,7305	0,7305
A75	MKT460 M24	74,136	12,752	155,033	12,752	12,752	0	0,7305	0,7305	0,7305
A76	MKT460 M24	74,141	16,766	155,033	16,766	16,766	0	0,7305	0,7305	0,7305
A77	MKT460 M24	74,141	16,766	155,033	16,766	16,766	0	0,7305	0,7305	0,7305
A78	MKT460 M24	74,142	17,397	155,033	17,397	17,397	0	0,7305	0,7305	0,7305
A8B	Y1860S7 6-43*2	4874,124	12348,603	34534,384	12348,603	34534,384	0	1626,1746	1626,1746	1626,1746
A8C	Y1860S7 6-43*2	4858,981	15874,515	34534,384	15874,515	15874,515	-34,4997	1626,1746	1626,1746	1626,1746
A8D	Y1860S7 6-43*2	4836,363	15967,01	34534,384	15967,01	15967,01	-4,7573	1626,1746	1626,1746	1626,1746
A8E	Y1860S7 6-43*2	4817,06	16054,263	34534,384	16054,263	16054,263	2,0898	1626,1746	1626,1746	1626,1746
A8F	Y1860S7 6-43*2	4799,974	16136,096	34534,384	16136,096	16136,096	1,5096	1626,1746	1626,1746	1626,1746
A90	Y1860S7 6-43*2	4784,116	16212,337	34534,384	16212,337	16212,337	1,7138	1626,1746	1626,1746	1626,1746
A91	Y1860S7 6-43*2	4769,468	16282,823	34534,384	16282,823	16282,823	2,4582	1626,1746	1626,1746	1626,1746
A92	Y1860S7 6-43*2	4750,405	16347,405	34534,384	16347,405	16347,405	0,9916	1626,1746	1626,1746	1626,1746
A93	Y1860S7 6-43*2	4749,95	16405,943	34534,384	16405,943	16405,943	0,9898	1626,1746	1626,1746	1626,1746
A94	Y1860S7 6-43*2	4744,021	16458,309	34534,384	16458,309	16458,309	0,9706	1626,1746	1626,1746	1626,1746
A95	Y1860S7 6-43*2	4738,828	16504,387	34534,384	16504,387	16504,387	0,9407	1626,1746	1626,1746	1626,1746
A96	Y1860S7 6-43*2	4734,375	16544,076	34534,384	16544,076	16544,076	0,906	1626,1746	1626,1746	1626,1746
A97	Y1860S7 6-43*2	4730,667	16577,288	34534,384	16577,288	16577,288	0,8714	1626,1746	1626,1746	1626,1746
A98	Y1860S7 6-43*2	4727,706	16603,947	34534,384	16603,947	16603,947	0,8407	1626,1746	1626,1746	1626,1746
A99	Y1860S7 6-43*2	4725,494	16623,994	34534,384	16623,994	16623,994	0,8167	1626,1746	1626,1746	1626,1746
A9A	Y1860S7 6-43*2	4724,035	16637,385	34534,384	16637,385	16637,385	0,8015	1626,1746	1626,1746	1626,1746
A9B	Y1860S7 6-43*2	4723,328	16644,087	34534,384	16644,087	16644,087	0,7962	1626,1746	1626,1746	1626,1746
AAE	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	-2471,017	6042,766	6323,691	6323,691	6042,766	23,5088	858,4251	858,4251	858,4251
AAF	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	-2475,883	6042,932	6323,691	6323,691	6042,932	6,6041	858,4251	858,4251	858,4251
AB0	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	-2475,422	6043,086	6323,691	6323,691	6043,086	8,9935	858,4251	858,4251	858,4251
AB1	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	-2475,161	6043,23	6323,691	6323,691	6043,23	17,2311	858,4251	858,4251	858,4251
AB2	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	-2475,446	6043,363	6323,691	6323,691	6043,363	23,8924	858,4251	858,4251	858,4251
AB3	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	-2475,229	6043,484	6323,691	6323,691	6043,484	29,2285	858,4251	858,4251	858,4251
AB4	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	-2475,37	6043,595	6323,691	6323,691	6043,595	33,8867	858,4251	858,4251	858,4251
AB5	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	-2475,273	6043,694	6323,691	6323,691	6043,694	37,9553	858,4251	858,4251	858,4251
AB6	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	-2475,331	6043,783	6323,691	6323,691	6043,783	41,4519	858,4251	858,4251	858,4251
AB7	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	-2475,287	6043,86	6323,691	6323,691	6043,86	44,4221	858,4251	858,4251	858,4251
AB8	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	-2475,309	6043,927	6323,691	6323,691	6043,927	46,9104	858,4251	858,4251	858,4251
AB9	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	-2475,288	6043,982	6323,691	6323,691	6043,982	48,9535	858,4251	858,4251	858,4251
ABA	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	-2475,294	6044,026	6323,691	6323,691	6044,026	50,5827	858,4251	858,4251	858,4251
ABB	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	-2475,282	6044,059	6323,691	6323,691	6044,059	51,8232	858,4251	858,4251	858,4251
ABC	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	-2475,28	6044,082	6323,691	6323,691	6044,082	52,695	858,4251	858,4251	858,4251
ABD	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	-2475,273	6044,093	6323,691	6323,691	6044,093	53,2122	858,4251	858,4251	85

TABLE: Steel Design 2 - NMM Details - EN 1993-1-1:2005 3 of 6

Frame	DesignSect	NsdDsgn	NcRd	NtRd	NbyRd	NbzRd	MySdDsgn	McyRd	MvyRd	MbyRd
Text	Text	KN	KN	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m	KN-m
79	Y1860S7 6-43*2	4807,188	16282,823	34534,384	16282,823	16282,823	1,2024	1626,1746	1626,1746	1626,1746
80	Y1860S7 6-43*2	2853,131	16347,405	34534,384	16347,405	16347,405	0,6639	1626,1746	1626,1746	1626,1746
81	Y1860S7 6-43*2	2845,971	16405,943	34534,384	16405,943	16405,943	0,9235	1626,1746	1626,1746	1626,1746
82	Y1860S7 6-43*2	2839,596	16458,309	34534,384	16458,309	16458,309	1,1453	1626,1746	1626,1746	1626,1746
83	Y1860S7 6-43*2	2834,012	16504,387	34534,384	16504,387	16504,387	1,3307	1626,1746	1626,1746	1626,1746
84	Y1860S7 6-43*2	2829,224	16544,076	34534,384	16544,076	16544,076	1,4822	1626,1746	1626,1746	1626,1746
85	Y1860S7 6-43*2	2825,235	16577,288	34534,384	16577,288	16577,288	1,6023	1626,1746	1626,1746	1626,1746
86	Y1860S7 6-43*2	2822,049	16603,947	34534,384	16603,947	16603,947	1,6932	1626,1746	1626,1746	1626,1746
87	Y1860S7 6-43*2	2819,669	16623,994	34534,384	16623,994	16623,994	1,7567	1626,1746	1626,1746	1626,1746
88	Y1860S7 6-43*2	2818,097	16637,385	34534,384	16637,385	16637,385	1,7943	1626,1746	1626,1746	1626,1746
89	Y1860S7 6-43*2	2817,333	16644,087	34534,384	16644,087	16644,087	1,8066	1626,1746	1626,1746	1626,1746
90	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	-2471,017	6042,766	6323,691	6042,766	23,5088	858,4251	858,4251	858,4251	858,4251
91	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	-2475,883	6042,932	6323,691	6042,932	6,6041	858,4251	858,4251	858,4251	858,4251
92	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	-2475,422	6043,086	6323,691	6043,086	8,9935	858,4251	858,4251	858,4251	858,4251
93	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	-2475,161	6043,23	6323,691	6043,23	17,2311	858,4251	858,4251	858,4251	858,4251
94	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	-2475,446	6043,363	6323,691	6043,363	23,8924	858,4251	858,4251	858,4251	858,4251
95	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	-2475,229	6043,484	6323,691	6043,484	29,2285	858,4251	858,4251	858,4251	858,4251
96	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	-2475,37	6043,595	6323,691	6043,595	33,8867	858,4251	858,4251	858,4251	858,4251
97	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	-2475,273	6043,694	6323,691	6043,694	37,9553	858,4251	858,4251	858,4251	858,4251
98	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	-2475,331	6043,783	6323,691	6043,783	41,4519	858,4251	858,4251	858,4251	858,4251
99	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	-2475,287	6043,86	6323,691	6043,86	44,4221	858,4251	858,4251	858,4251	858,4251
100	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	-2475,309	6043,927	6323,691	6043,927	46,9104	858,4251	858,4251	858,4251	858,4251
101	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	-2475,288	6043,982	6323,691	6043,982	48,9535	858,4251	858,4251	858,4251	858,4251
102	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	-2475,294	6044,026	6323,691	6044,026	50,5827	858,4251	858,4251	858,4251	858,4251
103	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	-2475,282	6044,059	6323,691	6044,059	51,8232	858,4251	858,4251	858,4251	858,4251
104	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	-2475,28	6044,082	6323,691	6044,082	52,695	858,4251	858,4251	858,4251	858,4251
105	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	-2475,273	6044,093	6323,691	6044,093	53,2122	858,4251	858,4251	858,4251	858,4251
106	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	-2520,013	6181,417	6323,691	6323,691	6181,417	0	858,4251	858,4251	858,4251
108	MKT460 M24	32,339	0,516	155,033	0,516	0,516	0	0,7305	0,7305	0,7305
109	MKT460 M24	47,036	0,637	155,033	0,637	0,637	0	0,7305	0,7305	0,7305
110	MKT460 M24	43,597	0,794	155,033	0,794	0,794	0	0,7305	0,7305	0,7305
111	MKT460 M24	41,875	0,999	155,033	0,999	0,999	0	0,7305	0,7305	0,7305
112	MKT460 M24	74,343	1,269	155,033	1,269	1,269	0	0,7305	0,7305	0,7305
113	MKT460 M24	74,628	1,626	155,033	1,626	1,626	0	0,7305	0,7305	0,7305
114	MKT460 M24	74,66	2,103	155,033	2,103	2,103	0	0,7305	0,7305	0,7305
115	MKT460 M24	74,664	2,741	155,033	2,741	2,741	0	0,7305	0,7305	0,7305
116	MKT460 M24	74,681	3,595	155,033	3,595	3,595	0	0,7305	0,7305	0,7305
117	MKT460 M24	74,734	4,728	155,033	4,728	4,728	0	0,7305	0,7305	0,7305
118	MKT460 M24	74,743	6,207	155,033	6,207	6,207	0	0,7305	0,7305	0,7305
119	MKT460 M24	74,75	8,075	155,033	8,075	8,075	0	0,7305	0,7305	0,7305
120	MKT460 M24	74,755	10,309	155,033	10,309	10,309	0	0,7305	0,7305	0,7305
121	MKT460 M24	74,76	12,752	155,033	12,752	12,752	0	0,7305	0,7305	0,7305
122	MKT460 M24	74,763	15,066	155,033	15,066	15,066	0	0,7305	0,7305	0,7305
123	MKT460 M24	74,765	16,766	155,033	16,766	16,766	0	0,7305	0,7305	0,7305
124	Y1860S7 6-43*2	4913,407	12348,603	34534,384	12348,603	12348,603	0	1626,1746	1626,1746	1626,1746
125	Y1860S7 6-43*2	4896,678	15874,515	34534,384	15874,515	15874,515	-28,4664	1626,1746	1626,1746	1626,1746
126	Y1860S7 6-43*2	4874,435	15967,01	34534,384	15967,01	15967,01	-4,3255	1626,1746	1626,1746	1626,1746
127	Y1860S7 6-43*2	4855,173	16054,263	34534,384	16054,263	16054,263	0,998	1626,1746	1626,1746	1626,1746
128	Y1860S7 6-43*2	4837,942	16136,096	34534,384	16136,096	16136,096	0,4614	1626,1746	1626,1746	1626,1746
129	Y1860S7 6-43*2	4821,948	16212,337	34534,384	162					

TABLE: Steel Design 2 - NMM Details - EN 1993-1-1:2005 4 of 6

Frame	DesignSect	Ky	Ly	kyy	kzy	C1	MzSdDsgn	McRd	MvzRd	Kz
Text	Text	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	KN-m	KN-m	KN-m	Unitless
A68	MKT460 M24	1	1	1	0,6	1	-0,4142	0,7305	0,7305	1
A69	MKT460 M24	1	1	1	0,6	1	-0,3342	0,7305	0,7305	1
A6A	MKT460 M24	1	1	1	0,6	1	-0,2672	0,7305	0,7305	1
A6B	MKT460 M24	1	1	1	0,6	1	-0,0635	0,7305	0,7305	1
A6C	MKT460 M24	1	1	1	0,6	1	-0,0497	0,7305	0,7305	1
A6D	MKT460 M24	1	1	1	0,6	1	-0,0386	0,7305	0,7305	1
A6E	MKT460 M24	1	1	1	0,6	1	-0,0297	0,7305	0,7305	1
A6F	MKT460 M24	1	1	1	0,6	1	-0,0226	0,7305	0,7305	1
A70	MKT460 M24	1	1	1	0,6	1	0	0,7305	0,7305	1
A71	MKT460 M24	1	1	1	0,6	1	0	0,7305	0,7305	1
A72	MKT460 M24	1	1	1	0,6	1	0	0,7305	0,7305	1
A73	MKT460 M24	1	1	1	0,6	1	0	0,7305	0,7305	1
A74	MKT460 M24	1	1	1	0,6	1	0	0,7305	0,7305	1
A75	MKT460 M24	1	1	1	0,6	1	0	0,7305	0,7305	1
A76	MKT460 M24	1	1	1	0,6	1	0	0,7305	0,7305	1
A77	MKT460 M24	1	1	1	0,6	1	0	0,7305	0,7305	1
A78	MKT460 M24	1	1	1	0,6	1	0	0,7305	0,7305	1
A8B	Y1860S7 6-43*2	1	1	0,6	0,36	1,759971	0	1626,1746	1626,1746	1
A8C	Y1860S7 6-43*2	1	1	0,655157	0,393094	1,581715	0	1626,1746	1626,1746	1
A8D	Y1860S7 6-43*2	1	1	0,4	0,24	2,647968	0	1626,1746	1626,1746	1
A8E	Y1860S7 6-43*2	1	1	0,982639	0,589583	1,117421	0	1626,1746	1626,1746	1
A8F	Y1860S7 6-43*2	1	1	0,978483	0,58709	1,125398	0	1626,1746	1626,1746	1
A90	Y1860S7 6-43*2	1	1	0,985338	0,591203	1,106269	0	1626,1746	1626,1746	1
A91	Y1860S7 6-43*2	1	1	0,987253	0,592352	1,086796	0	1626,1746	1626,1746	1
A92	Y1860S7 6-43*2	1	1	0,970986	0,582592	1,163604	-126,6248	1626,1746	1626,1746	1
A93	Y1860S7 6-43*2	1	1	0,970909	0,582545	1,162423	-135,8579	1626,1746	1626,1746	1
A94	Y1860S7 6-43*2	1	1	0,970992	0,582595	1,163083	-143,8962	1626,1746	1626,1746	1
A95	Y1860S7 6-43*2	1	1	0,970826	0,582496	1,164926	-150,7747	1626,1746	1626,1746	1
A96	Y1860S7 6-43*2	1	1	0,970488	0,582293	1,167501	-156,5249	1626,1746	1626,1746	1
A97	Y1860S7 6-43*2	1	1	0,970052	0,582031	1,170394	-161,1763	1626,1746	1626,1746	1
A98	Y1860S7 6-43*2	1	1	0,969583	0,58175	1,173238	-164,7559	1626,1746	1626,1746	1
A99	Y1860S7 6-43*2	1	1	0,969138	0,581483	1,175706	-167,2888	1626,1746	1626,1746	1
A9A	Y1860S7 6-43*2	1	1	0,968766	0,58126	1,177522	-168,7965	1626,1746	1626,1746	1
A9B	Y1860S7 6-43*2	1	1	0,968508	0,581105	1,081933	-169,2955	1626,1746	1626,1746	1
AAE	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	1	1	0,705418	0,423251	1,360759	2,287	535,0945	535,0945	1
AAF	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	1	1	0,968225	0,580935	1,049787	-2,4024	535,0945	535,0945	1
AB0	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	1	1	0,84429	0,506574	1,191212	1,4321	535,0945	535,0945	1
AB1	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	1	1	0,91109	0,546654	1,09815	-1,2287	535,0945	535,0945	1
AB2	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	1	1	0,943475	0,566085	1,05812	0,5237	535,0945	535,0945	1
AB3	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	1	1	0,957809	0,574685	1,040991	-0,6173	535,0945	535,0945	1
AB4	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	1	1	0,96742	0,580452	1,029806	0,1183	535,0945	535,0945	1
AB5	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	1	1	0,95675	0,57405	1,034067	-0,358	535,0945	535,0945	1
AB6	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	1	1	0,963671	0,578202	1,026396	-0,0526	535,0945	535,0945	1
AB7	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	1	1	0,969139	0,581483	1,020559	-0,2509	535,0945	535,0945	1
AB8	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	1	1	0,973612	0,584167	1,015931	-0,1249	535,0945	535,0945	1
AB9	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	1	1	0,977382	0,586429	1	-0,2073	535,0945	535,0945	1
ABA	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	1	1	0,980654	0,588392	1	-0,1564	535,0945	535,0945	1
ABB	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	1	1	0,98358	0,590148	1	-0,1898	535,0945	535,0945	1
ABC	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	1	1	0,986281	0,591769	1	-0,1712	535,0945	535,0945	1
ABD	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	1	1	0,988859	0,593316	1	-0,1823	535,0945	535,0945	1
1	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	1	1	0,587746	0,352648	1,622691	6,0982	535,0945	535,0945	1
4	MKT460 M24	1	1	1	0,6	1	-0,4142	0,7305	0,7305	1
5	MKT460 M24	1	1	1	0,6	1	-0,3342	0,7305	0,7305	1
6	MKT460 M24	1	1	1	0,6	1	-0,2672	0,7305	0,7305	1
7	MKT460 M24	1	1	1	0,6	1	-0,0635	0,7305	0,7305	1
8	MKT460 M24	1	1	1	0,6	1	-0,0497	0,7305	0,7305	1
9	MKT460 M24	1	1	1	0,6	1	-0,0386	0,7305	0,7305	1
10	MKT460 M24	1	1	1	0,6	1	-0,0297	0,7305	0,7305	1
11	MKT460 M24	1	1	1	0,6	1	-0,0226	0,7305	0,7305	1
12	MKT460 M24	1	1	1	0,6	1	0	0,7305	0,7305	1
13	MKT460 M24	1	1	1	0,6	1	0	0,7305	0,7305	1
14	MKT460 M24	1	1	1	0,6	1	0	0,7305	0,7305	1

TABLE: Steel Design 2 - NMM Details - EN 1993-1-1:2005 4 of 6

Frame	DesignS

TABLE: Steel Design 2 - NMM Details - EN 1993-1-1:2005 4 of 6

Frame	DesignSect	Ky	Ly	kyy	kzy	C1	MzSdDsgn	MczRd	MvzRd	Kz
Text	Text	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	KN-m	KN-m	KN-m	Unitless
79	Y1860S7 6-43*2	1	1	0,98011	0,588066	1,132554	-31,1115	1626,1746	1626,1746	1
80	Y1860S7 6-43*2	1	1	0,967489	0,580493	1,212109	-125,6048	1626,1746	1626,1746	1
81	Y1860S7 6-43*2	1	1	0,971237	0,582742	1,179785	-134,8365	1626,1746	1626,1746	1
82	Y1860S7 6-43*2	1	1	0,973744	0,584246	1,158839	-142,8737	1626,1746	1626,1746	1
83	Y1860S7 6-43*2	1	1	0,975466	0,58528	1,144528	-149,7513	1626,1746	1626,1746	1
84	Y1860S7 6-43*2	1	1	0,97667	0,586002	1,134464	-155,501	1626,1746	1626,1746	1
85	Y1860S7 6-43*2	1	1	0,977506	0,586503	1,127293	-160,1521	1626,1746	1626,1746	1
86	Y1860S7 6-43*2	1	1	0,978065	0,586839	1,122214	-163,7316	1626,1746	1626,1746	1
87	Y1860S7 6-43*2	1	1	0,978402	0,587041	1,118737	-166,2644	1626,1746	1626,1746	1
88	Y1860S7 6-43*2	1	1	0,97855	0,58713	1,116562	-167,7722	1626,1746	1626,1746	1
89	Y1860S7 6-43*2	1	1	0,978523	0,587114	1,054605	-168,2712	1626,1746	1626,1746	1
90	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	1	1	0,705418	0,423251	1,360759	-2,287	535,0945	535,0945	1
91	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	1	1	0,968225	0,580935	1,049787	2,4024	535,0945	535,0945	1
92	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	1	1	0,84429	0,506574	1,191212	-1,4321	535,0945	535,0945	1
93	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	1	1	0,91109	0,546654	1,09815	1,2287	535,0945	535,0945	1
94	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	1	1	0,943475	0,566085	1,05812	-0,5237	535,0945	535,0945	1
95	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	1	1	0,957809	0,574685	1,040991	0,6173	535,0945	535,0945	1
96	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	1	1	0,96742	0,580452	1,029806	-0,1183	535,0945	535,0945	1
97	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	1	1	0,95675	0,57405	1,034067	0,358	535,0945	535,0945	1
98	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	1	1	0,963671	0,578202	1,026396	0,0526	535,0945	535,0945	1
99	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	1	1	0,969139	0,581483	1,020559	0,2509	535,0945	535,0945	1
100	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	1	1	0,973612	0,584167	1,015931	0,1249	535,0945	535,0945	1
101	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	1	1	0,977382	0,586429	1	0,2073	535,0945	535,0945	1
102	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	1	1	0,980654	0,588392	1	0,1564	535,0945	535,0945	1
103	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	1	1	0,98358	0,590148	1	0,1898	535,0945	535,0945	1
104	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	1	1	0,986281	0,591769	1	0,1712	535,0945	535,0945	1
105	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	1	1	0,988859	0,593316	1	0,1823	535,0945	535,0945	1
106	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	1	1	0,587746	0,352648	1,622691	-6,0982	535,0945	535,0945	1
108	MKT460 M24	1	1	1	0,6	1	-0,4142	0,7305	0,7305	1
109	MKT460 M24	1	1	1	0,6	1	-0,3342	0,7305	0,7305	1
110	MKT460 M24	1	1	1	0,6	1	-0,2672	0,7305	0,7305	1
111	MKT460 M24	1	1	1	0,6	1	-0,2116	0,7305	0,7305	1
112	MKT460 M24	1	1	1	0,6	1	-0,0497	0,7305	0,7305	1
113	MKT460 M24	1	1	1	0,6	1	-0,0386	0,7305	0,7305	1
114	MKT460 M24	1	1	1	0,6	1	-0,0297	0,7305	0,7305	1
115	MKT460 M24	1	1	1	0,6	1	-0,0226	0,7305	0,7305	1
116	MKT460 M24	1	1	1	0,6	1	-0,0171	0,7305	0,7305	1
117	MKT460 M24	1	1	1	0,6	1	0	0,7305	0,7305	1
118	MKT460 M24	1	1	1	0,6	1	0	0,7305	0,7305	1
119	MKT460 M24	1	1	1	0,6	1	0	0,7305	0,7305	1
120	MKT460 M24	1	1	1	0,6	1	0	0,7305	0,7305	1
121	MKT460 M24	1	1	1	0,6	1	0	0,7305	0,7305	1
122	MKT460 M24	1	1	1	0,6	1	0	0,7305	0,7305	1
123	MKT460 M24	1	1	1	0,6	1	0	0,7305	0,7305	1
124	Y1860S7 6-43*2	1	1	0,6	0,36	1,781104	0	1626,1746	1626,1746	1
125	Y1860S7 6-43*2	1	1	0,660781	0,396469	1,579808	7,2611	1626,1746	1626,1746	1
126	Y1860S7 6-43*2	1	1	0,4	0,24	2,7	12,9297	1626,1746	1626,1746	1
127	Y1860S7 6-43*2	1	1	0,973412	0,584047	1,187417	18,1298	1626,1746	1626,1746	1
128	Y1860S7 6-43*2	1	1	0,96585	0,57951	1,209676	22,8814	1626,1746	1626,1746	1
129	Y1860S7 6-43*2	1	1	0,976139	0,585683	1,169971	27,2031	1626,1746	1626,1746	1
130	Y1860S7 6-43*2	1	1	0,98011	0,588066	1,132556	31,1115	1626,1746	1626,1746	1
131	Y1860S7 6-43*2	1	1	0,967488	0,580493	1,212117	125,6048	1626,1746	1626,1746	1
132	Y1860S7 6-43*2	1	1	0,971236	0,582742	1,179789	134,8365	1626,1746	1626,1746	1
133	Y1860S7 6-43*2	1	1	0,973744	0,584246	1,158841	142,8737	1626,1746	1626,1746	1
134	Y1860S7 6-43*2	1	1	0,975466	0,58528	1,144529	149,7513	1626,1746	1626,1746	1
135	Y1860S7 6-43*2	1	1	0,97667	0,586002	1,134464	155,501	1626,1746	1626,1746	1
136	Y1860S7 6-43*2	1	1	0,977506	0,586504	1,127293	160,1521	1626,1746	1626,1746	1
137	Y1860S7 6-43*2	1	1	0,978065	0,586839	1,122213	163,7316	1626,1746	1626,1746	1
138	Y1860S7 6-43*2	1	1	0,978402	0,587041	1,118736	166,2644	1626,1746	1626,1746	1

TABLE: Steel Design 2 - NMM Details - EN 1993-1-1:2005 5 of 6

Frame	DesignSect	Lz	kzz	kyz	Fy	E	Length	MajAxisAng	RLLF	SectClass	Text
Text	Text	Unitless	Unitless	Unitless	KN/m2	KN/m2	m	Degrees	Unitless	Text	
A68	MKT460 M24	1	0,95	0,57	460000	210000000	6,22508	0	1	Class 2	
A69	MKT460 M24	1	0,95	0,57	460000	210000000	5,59236	0	1	Class 2	
A6A	MKT460 M24	1	0,95	0,57	460000	210000000	5,00045	0	1	Class 2	
A6B	MKT460 M24	1	0,95	0,57	460000	210000000	4,44937	0	1	Class 2	
A6C	MKT460 M24	1	0,95	0,57	460000	210000000	3,9391	0	1	Class 2	
A6D	MKT460 M24	1	0,95	0,57	460000	210000000	3,46966	0	1	Class 2	
A6E	MKT460 M24	1	0,95	0,57	460000	210000000	3,04104	0	1	Class 2	
A6F	MKT460 M24	1	0,95	0,57	460000	210000000	2,65324	0	1	Class 2	
A70	MKT460 M24	1	1	0,6	460000	210000000	2,30626	0	1	Class 2	
A71	MKT460 M24	1	1	0,6	460000	210000000	2,00011	0	1	Class 2	
A72	MKT460 M24	1	1	0,6	460000	210000000	1,73477	0	1	Class 2	
A73	MKT460 M24	1	1	0,6	460000	210000000	1,51025	0	1	Class 2	
A74	MKT460 M24	1	1	0,6	460000	210000000	1,32656	0	1	Class 2	
A75	MKT460 M24	1	1	0,6	460000	210000000	1,18368	0	1	Class 2	
A76	MKT460 M24	1	1	0,6	460000	210000000	1,08163	0	1	Class 2	
A77	MKT460 M24	1	1	0,6	460000	210000000	1,0204	0	1	Class 2	
A78	MKT460 M24	1	1	0,6	460000	210000000	0,99999	0	1	Class 2	
A8B	Y1860S7 6-43*2	1	1	0,6	164000	195000000	2,44111	0	1	Class 2	
A8C	Y1860S7 6-43*2	1	1	0,6	164000	195000000	2,06787	0	1	Class 2	
A8D	Y1860S7 6-43*2	1	1	0,6	164000	195000000	2,05952	0	1	Class 2	
A8E	Y1860S7 6-43*2	1	1	0,6	164000	195000000	2,05169	0	1	Class 2	
A8F	Y1860S7 6-43*2	1	1	0,6	164000	195000000	2,0444	0	1	Class 2	
A90	Y1860S7 6-43*2	1	1	0,6	164000	195000000	2,03764	0	1	Class 2	
A91	Y1860S7 6-43*2	1	1	0,6	164000	195000000	2,03143	0	1	Class 2	
A92	Y1860S7 6-43*2	1	0,967785	0,580671	1640000	195000000	2,02576	0	1	Class 2	
A93	Y1860S7 6-43*2	1	0,973487	0,584092	1640000	195000000	2,02065	0	1	Class 2	
A94	Y1860S7 6-43*2	1	0,978173	0,586904	1640000	195000000	2,0161	0	1	Class 2	
A95	Y1860S7 6-43*2	1	0,982134	0,589281	1640000	195000000	2,0121	0	1	Class 2	
A96	Y1860S7 6-43*2	1	0,985569	0,591341	1640000	195000000	2,00867	0	1	Class 2	
A97	Y1860S7 6-43*2	1	0,98862	0,593172	1640000	195000000	2,00581	0	1	Class 2	
A98	Y1860S7 6-43*2	1	0,991394	0,594836	1640000	195000000	2,00352	0	1	Class 2	
A99	Y1860S7 6-43*2	1	0,993973	0,596384	1640000	195000000	2,00179	0	1	Class 2	
A9A	Y1860S7 6-43*2	1	0,996427	0,597856	1640000	195000000	2,00065	0	1	Class 2	
A9B	Y1860S7 6-43*2	1	0,998814	0,599289	1640000	195000000	2,00007	0	1	Class 2	
AAE	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	1	0,798506	0,479103	355000	210000000	2,00287	0	1	Class 1	
AAF	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	1	0,89469	0,536814	355000	210000000	2,00252	0	1	Class 1	
AB0	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	1	0,868859	0,521315	355000	210000000	2,00218	0	1	Class 1	
AB1	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	1	0,923232	0,553939	355000	210000000	2,00187	0	1	Class 1	
AB2	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	1	0,836819	0,502091	355000	210000000	2,00158	0	1	Class 1	
AB3	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	1	0,948914	0,569348	355000	210000000	2,00132	0	1	Class 1	
AB4	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	1	0,639376	0,383626	355000	210000000	2,00108	0	1	Class 1	
AB5	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	1	0,982178	0,589307	355000	210000000	2,00086	0	1	Class 1	
AB6	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	1	0,82676	0,496056	355000	210000000	2,00067	0	1	Class 1	
AB7	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	1	1,01279	0,607674	355000	210000000	2,00051	0	1	Class 1	
AB8	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	1	0,962691	0,577615	355000	210000000	2,00036	0	1	Class 1	
AB9	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	1	1,030393	0,618236	355000	210000000	2,00024	0	1	Class 1	
ABA	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	1	1,002552	0,601531	355000	210000000	2,00015	0	1	Class 1	
ABB	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	1	1,0349	0,62094	355000	210000000	2,00007	0	1	Class 1	
ABC	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	1	1,020837	0,612502	355000	210000000	2,00003	0	1	Class 1	
ABD	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	1	1,030888	0,618533	355000	210000000	2	0	1	Class 1	
1	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	1	0,919268	0,551561	355000	210000000	1,70212	0	1	Class 1	
4	MKT460 M24	1	0,95	0,57	460000	210000000	6,22508	0	1	Class 2	
5	MKT460 M24	1	0,95	0,57	460000	210000000	5,59236	0	1	Class 2	
6	MKT460 M24	1	0,95	0,57	460000	210000000	5,00045	0	1	Class 2	
7	MKT460 M24	1	0,95	0,57	460000	210000000	4,44937	0	1	Class 2	
8	MKT460 M24	1	0,95	0,57	460000	210000000	3,9391	0	1	Class 2	
9	MKT460 M24	1	0,95	0,57	460000	210000000	3,46966	0	1	Class 2	
10	MKT460 M24	1	0,95	0,57	460000	210000000	3,04104	0	1	Class 2	
11	MKT460 M24	1	0,95	0,57	460000	210000000	2,65324	0	1	Class 2	
12	MKT460 M24	1	1	0,6	460000	210000000	2,30626	0	1	Class 2	

TABLE: Steel Design 2 - NMM Details - EN 1993-1-1:2005 5 of 6

Frame	DesignSect	Lz	kzz	kyz	Fy	E	Length	MajAxisAng	RLLF	SectClass
Text	Text	Unitless	Unitless	Unitless	KN/m2	KN/m2	m	Degrees	Unitless	Text
79	Y1860S7 6-43*2	1	0,96027	0,576162	1640000	195000000	2,03143	0	1	Class 2
80	Y1860S7 6-43*2	1	0,967523	0,580514	1640000	195000000	2,02576	0	1	Class 2
81	Y1860S7 6-43*2	1	0,973287	0,583972	1640000	195000000	2,02065	0	1	Class 2
82	Y1860S7 6-43*2	1	0,978017	0,58681	1640000	195000000	2,0161	0	1	Class 2
83	Y1860S7 6-43*2	1	0,982012	0,589207	1640000	195000000	2,0121	0	1	Class 2
84	Y1860S7 6-43*2	1	0,985474	0,591284	1640000	195000000	2,00867	0	1	Class 2
85	Y1860S7 6-43*2	1	0,988547	0,593128	1640000	195000000	2,00581	0	1	Class 2
86	Y1860S7 6-43*2	1	0,99134	0,594804	1640000	195000000	2,00352	0	1	Class 2
87	Y1860S7 6-43*2	1	0,993936	0,596362	1640000	195000000	2,00179	0	1	Class 2
88	Y1860S7 6-43*2	1	0,996405	0,597843	1640000	195000000	2,00065	0	1	Class 2
89	Y1860S7 6-43*2	1	0,998807	0,599284	1640000	195000000	2,00007	0	1	Class 2
90	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	1	0,798506	0,479103	355000	210000000	2,00287	0	1	Class 1
91	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	1	0,89469	0,536814	355000	210000000	2,00252	0	1	Class 1
92	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	1	0,868859	0,521315	355000	210000000	2,00218	0	1	Class 1
93	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	1	0,923232	0,553939	355000	210000000	2,00187	0	1	Class 1
94	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	1	0,836819	0,502091	355000	210000000	2,00158	0	1	Class 1
95	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	1	0,948914	0,569348	355000	210000000	2,00132	0	1	Class 1
96	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	1	0,639376	0,383626	355000	210000000	2,00108	0	1	Class 1
97	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	1	0,982178	0,589307	355000	210000000	2,00086	0	1	Class 1
98	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	1	0,82676	0,496056	355000	210000000	2,00067	0	1	Class 1
99	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	1	1,01279	0,607674	355000	210000000	2,00051	0	1	Class 1
100	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	1	0,962691	0,577615	355000	210000000	2,00036	0	1	Class 1
101	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	1	1,030393	0,618236	355000	210000000	2,00024	0	1	Class 1
102	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	1	1,002552	0,601531	355000	210000000	2,00015	0	1	Class 1
103	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	1	1,0349	0,62094	355000	210000000	2,00007	0	1	Class 1
104	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	1	1,020837	0,612502	355000	210000000	2,00003	0	1	Class 1
105	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	1	1,030888	0,618533	355000	210000000	2	0	1	Class 1
106	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	1	0,919268	0,551561	355000	210000000	1,70212	0	1	Class 1
108	MKT460 M24	1	0,95	0,57	460000	210000000	6,22508	0	1	Class 2
109	MKT460 M24	1	0,95	0,57	460000	210000000	5,59236	0	1	Class 2
110	MKT460 M24	1	0,95	0,57	460000	210000000	5,00045	0	1	Class 2
111	MKT460 M24	1	0,95	0,57	460000	210000000	4,44937	0	1	Class 2
112	MKT460 M24	1	0,95	0,57	460000	210000000	3,9391	0	1	Class 2
113	MKT460 M24	1	0,95	0,57	460000	210000000	3,46966	0	1	Class 2
114	MKT460 M24	1	0,95	0,57	460000	210000000	3,04104	0	1	Class 2
115	MKT460 M24	1	0,95	0,57	460000	210000000	2,65324	0	1	Class 2
116	MKT460 M24	1	0,95	0,57	460000	210000000	2,30626	0	1	Class 2
117	MKT460 M24	1	0,95	0,57	460000	210000000	2,00011	0	1	Class 2
118	MKT460 M24	1	0,95	0,57	460000	210000000	1,73477	0	1	Class 2
119	MKT460 M24	1	0,95	0,57	460000	210000000	1,51025	0	1	Class 2
120	MKT460 M24	1	0,95	0,57	460000	210000000	1,32656	0	1	Class 2
121	MKT460 M24	1	0,95	0,57	460000	210000000	1,18368	0	1	Class 2
122	MKT460 M24	1	0,95	0,57	460000	210000000	1,08163	0	1	Class 2
123	MKT460 M24	1	0,95	0,57	460000	210000000	1,0204	0	1	Class 2
124	Y1860S7 6-43*2	1	0,6	0,36	1640000	195000000	2,44111	0	1	Class 2
125	Y1860S7 6-43*2	1	0,82678	0,496068	1640000	195000000	2,06787	0	1	Class 2
126	Y1860S7 6-43*2	1	0,887117	0,53227	1640000	195000000	2,05952	0	1	Class 2
127	Y1860S7 6-43*2	1	0,918458	0,551075	1640000	195000000	2,05169	0	1	Class 2
128	Y1860S7 6-43*2	1	0,937706	0,562624	1640000	195000000	2,0444	0	1	Class 2
129	Y1860S7 6-43*2	1	0,950774	0,570465	1640000	195000000	2,03764	0	1	Class 2
130	Y1860S7 6-43*2	1	0,96027	0,576162	1640000	195000000	2,03143	0	1	Class 2
131	Y1860S7 6-43*2	1	0,967523	0,580514	1640000	195000000	2,02576	0	1	Class 2
132	Y1860S7 6-43*2	1	0,973287	0,583972	1640000	195000000	2,02065	0	1	Class 2
133	Y1860S7 6-43*2	1	0,978017	0,58681	1640000	195000000	2,0161	0	1	Class 2
134	Y1860S7 6-43*2	1	0,982012	0,589207	1640000	195000000	2,0121	0	1	Class 2
135	Y1860S7 6-43*2	1	0,985474	0,591284	1640000	195000000	2,00867	0	1	Class 2
136	Y1860S7 6-43*2	1	0,988547	0,593128	1640000	195000000	2,00581	0	1	Class 2
137	Y1860S7 6-43*2	1	0,99134	0,594804	1640000	195000000	2,00352	0	1	Class 2
138	Y1860S7 6-43*2	1	0,993936	0,596362	1640000	195000000	2,00179	0	1	Class 2
139	Y1860S7 6-43*2	1	0,996405	0,597843						

TABLE: Steel Design 2 - NMM Details - EN 1993-1-1:2005 6 of 6

TABLE: Steel Design 2 - NMM Details - EN 1993-1-1:2005 6 of 6

TABLE: Steel Design 2 - NMM Details - EN 1993-1-1:2005 6 of 6

TABLE: Steel Design 2 - NMM Details - EN 1993-1-1:2005 6 of 6

TABLE: Steel Design 3 - Shear Details - EN 1993-1-1:2005 1 of 3

Frame	DesignSect	DesignType	Status	V2Combo	V2Loc	V2Ratio	V2SdDsgn	Vc2Rd	T2Ed	V3Combo
Text	Text	Text	Text	Text	m	Unitless	KN	KN	KN-m	Text
A68	MKT460 M24	Column	No Messages	ELU_COMB1	0	0	0	84,373	0,0305	ELU_COMB3
A69	MKT460 M24	Column	No Messages	ELU_COMB1	0	0	0	84,373	0,0332	ELU_COMB3
A6A	MKT460 M24	Column	No Messages	ELU_COMB1	0	0	0	84,373	0,036	ELU_COMB3
A6B	MKT460 M24	Column	No Messages	ELU_COMB1	0	0	0	84,373	0,0388	ELU_COMB3
A6C	MKT460 M24	Column	No Messages	ELU_COMB1	0	0	0	84,373	0,0416	ELU_COMB3
A6D	MKT460 M24	Column	No Messages	ELU_COMB1	0	0	0	84,373	0,0445	ELU_COMB3
A6E	MKT460 M24	Column	No Messages	ELU_COMB1	0	0	0	84,373	0,0471	ELU_COMB3
A6F	MKT460 M24	Column	No Messages	ELU_COMB1	0	0	0	84,373	0,0496	ELU_COMB3
A70	MKT460 M24	Column	No Messages	ELU_COMB1	0	0	0	84,373	0,0516	ELU_COMB3
A71	MKT460 M24	Column	No Messages	ELU_COMB1	0	0	0	84,373	0,0528	ELU_COMB3
A72	MKT460 M24	Column	No Messages	ELU_COMB1	0	0	0	84,373	0,0528	ELU_COMB3
A73	MKT460 M24	Column	No Messages	ELU_COMB1	0	0	0	84,373	0,0511	ELU_COMB3
A74	MKT460 M24	Column	No Messages	ELU_COMB1	0	0	0	84,373	0,0469	ELU_COMB3
A75	MKT460 M24	Column	No Messages	ELU_COMB1	0	0	0	84,373	0,0396	ELU_COMB3
A76	MKT460 M24	Column	No Messages	ELU_COMB1	0	0	0	84,373	0,0291	ELU_COMB3
A77	MKT460 M24	Column	No Messages	ELU_COMB1	0	0	0	84,373	0,0154	ELU_COMB3
A78	MKT460 M24	Column	No Messages	ELU_COMB1	0	0	0	84,373	0	ELU_COMB3
A8B	Y1860S7 6-43*2	Brace	No Messages	ELU_COMB2	0	0,000789	17,344	21975,147	0	ELU_COMB3
A8C	Y1860S7 6-43*2	Brace	No Messages	ELU_COMB2	2,06787	0,000779	17,116	21975,147	0	ELU_COMB3
A8D	Y1860S7 6-43*2	Brace	No Messages	ELU_COMB2	2,05952	0,000276	6,057	21975,147	0	ELU_COMB3
A8E	Y1860S7 6-43*2	Brace	No Messages	ELU_COMB2	0	0,000137	3,016	21975,147	0	ELU_COMB3
A8F	Y1860S7 6-43*2	Brace	No Messages	ELU_COMB4	2,0444	0,000129	2,84	21975,147	0	ELU_COMB3
A90	Y1860S7 6-43*2	Brace	No Messages	ELU_COMB2	2,03764	0,000141	3,098	21975,147	0	ELU_COMB3
A91	Y1860S7 6-43*2	Brace	No Messages	ELU_COMB2	2,03143	0,000139	3,052	21975,147	0	ELU_COMB3
A92	Y1860S7 6-43*2	Brace	No Messages	ELU_COMB2	2,02576	0,000136	2,995	21975,147	0	ELU_COMB3
A93	Y1860S7 6-43*2	Brace	No Messages	ELU_COMB2	2,02065	0,000135	2,961	21975,147	0	ELU_COMB3
A94	Y1860S7 6-43*2	Brace	No Messages	ELU_COMB2	2,0161	0,000133	2,929	21975,147	0	ELU_COMB3
A95	Y1860S7 6-43*2	Brace	No Messages	ELU_COMB2	2,0121	0,000132	2,899	21975,147	0	ELU_COMB3
A96	Y1860S7 6-43*2	Brace	No Messages	ELU_COMB2	2,00867	0,000131	2,87	21975,147	0	ELU_COMB3
A97	Y1860S7 6-43*2	Brace	No Messages	ELU_COMB2	2,00581	0,000129	2,843	21975,147	0	ELU_COMB3
A98	Y1860S7 6-43*2	Brace	No Messages	ELU_COMB2	2,00352	0,000128	2,817	21975,147	0	ELU_COMB3
A99	Y1860S7 6-43*2	Brace	No Messages	ELU_COMB2	2,00179	0,000127	2,792	21975,147	0	ELU_COMB3
A9A	Y1860S7 6-43*2	Brace	No Messages	ELU_COMB2	2,00065	0,000126	2,768	21975,147	0	ELU_COMB3
A9B	Y1860S7 6-43*2	Beam	No Messages	ELU_COMB2	2,00007	0,000125	2,744	21975,147	0	ELU_COMB3
AAE	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	Brace	No Messages	ELU_COMB2	2,00287	0,004804	11,612	2417,207	7,0261	ELU_COMB3
AAF	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	Brace	No Messages	ELU_COMB4	0	0,001275	3,081	2417,207	1,6882	ELU_COMB3
AB0	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	Brace	No Messages	ELU_COMB2	0	0,00258	6,237	2417,207	1,1016	ELU_COMB3
AB1	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	Brace	No Messages	ELU_COMB2	0	0,002224	5,376	2417,207	0,4383	ELU_COMB3
AB2	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	Brace	No Messages	ELU_COMB2	0	0,001934	4,676	2417,207	0,1702	ELU_COMB3
AB3	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	Brace	No Messages	ELU_COMB2	0	0,001791	4,329	2417,207	0,0476	ELU_COMB3
AB4	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	Brace	No Messages	ELU_COMB2	0	0,001665	4,025	2417,207	0,01934	ELU_COMB3
AB5	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	Brace	No Messages	ELU_COMB2	0	0,001542	3,728	2417,207	0,001429	ELU_COMB3
AB6	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	Brace	No Messages	ELU_COMB2	0	0,001429	3,454	2417,207	0,001429	ELU_COMB3
AB7	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	Brace	No Messages	ELU_COMB2	0	0,001325	3,203	2417,207	0,001325	ELU_COMB3
AB8	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	Brace	No Messages	ELU_COMB2	0	0,001228	2,969	2417,207	0,000973	ELU_COMB3
AB9	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	Brace	No Messages	ELU_COMB2	0	0,001138	2,751	2417,207	0,000895	ELU_COMB3
ABA	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	Brace	No Messages	ELU_COMB2	0	0,001053	2,546	2417,207	0,000895	ELU_COMB3
ABB	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	Beam	No Messages	ELU_COMB2	0	0,000973	2,351	2417,207	0,000895	ELU_COMB3
ABC	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	Beam	No Messages	ELU_COMB2	0	0,000895	2,163	2417,207	0,000895	ELU_COMB3
ABD	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	Beam	No Messages	ELU_COMB2	0	0,000819	1,979	2417,207	0,000819	ELU_COMB3
1	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	Brace	No Messages	ELU_COMB4	0	0,006377	15,416	2417,207	10,6902	ELU_COMB3
4	MKT460 M24	Column	No Messages	ELU_COMB1	0	0	0	84,373	0,0305	ELU_COMB3
5	MKT460 M24	Column	No Messages	ELU_COMB1	0	0	0	84,373	0,0332	ELU_COMB3
6	MKT460 M24	Column	No Messages	ELU_COMB1	0	0	0	84,373	0,036	ELU_COMB3
7	MKT460 M24	Column	No Messages	ELU_COMB1	0	0	0	84,373	0,0388	ELU_COMB3
8	MKT460 M24	Column	No Messages	ELU_COMB1	0	0	0	84,373	0,0416	ELU_COMB3
9	MKT460 M24	Column	No Messages	ELU_COMB1	0	0	0	84,373	0,0445	ELU_COMB3
10	MKT460 M24	Column	No Messages	ELU_COMB1	0	0	0	84,373	0,0471	ELU_COMB3
11	MKT460 M24	Column	No Messages	ELU_COMB1	0	0	0	84,373	0,0496	ELU_COMB3
12	MKT460 M24	Column	No Messages	ELU_COMB1	0	0	0	84,373	0,0516	ELU_COMB3
13	MKT460 M24	Column	No Messages	ELU_COMB1	0	0	0	84,373	0,0528	ELU_COMB3
14	MKT460 M24	Column	No Messages	ELU_COMB1	0	0	0	84,373	0,0528	ELU_COMB3

TABLE: Steel Design 3 - Shear Details - EN 1993-1-1:2005 1 of 3

Frame	DesignSect	DesignType	Status	V2Combo	V2Loc	V2Ratio	V2SdDsgn	Vc2Rd	T2Ed	V3Combo
Text	Text	Text	Text	Text	m					
<th

TABLE: Steel Design 3 - Shear Details - EN 1993-1-1:2005 1 of 3

Frame	DesignSect	DesignType	Status	V2Combo	V2Loc	V2Ratio	V2SdDsgn	Vc2Rd	T2Ed	V3Combo	Text
Text	Text	Text	Text	Text	m	Unitless	KN	KN	KN-m	Text	
79	Y1860S7 6-43*2	Brace	No Messages	ELU_COMB2	2,03143	0,000139	3,052	21975,147	0	ELU_COMB3	
80	Y1860S7 6-43*2	Brace	No Messages	ELU_COMB2	2,02576	0,000136	2,995	21975,147	0	ELU_COMB3	
81	Y1860S7 6-43*2	Brace	No Messages	ELU_COMB2	2,02065	0,000135	2,961	21975,147	0	ELU_COMB3	
82	Y1860S7 6-43*2	Brace	No Messages	ELU_COMB2	2,0161	0,000133	2,929	21975,147	0	ELU_COMB3	
83	Y1860S7 6-43*2	Brace	No Messages	ELU_COMB2	2,0121	0,000132	2,899	21975,147	0	ELU_COMB3	
84	Y1860S7 6-43*2	Brace	No Messages	ELU_COMB2	2,00867	0,000131	2,87	21975,147	0	ELU_COMB3	
85	Y1860S7 6-43*2	Brace	No Messages	ELU_COMB2	2,00581	0,000129	2,843	21975,147	0	ELU_COMB3	
86	Y1860S7 6-43*2	Brace	No Messages	ELU_COMB2	2,00352	0,000128	2,817	21975,147	0	ELU_COMB3	
87	Y1860S7 6-43*2	Brace	No Messages	ELU_COMB2	2,00179	0,000127	2,792	21975,147	0	ELU_COMB3	
88	Y1860S7 6-43*2	Brace	No Messages	ELU_COMB2	2,00065	0,000126	2,768	21975,147	0	ELU_COMB3	
89	Y1860S7 6-43*2	Beam	No Messages	ELU_COMB2	2,00007	0,000125	2,744	21975,147	0	ELU_COMB3	
90	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	Brace	No Messages	ELU_COMB2	2,00287	0,004804	11,612	2417,207	7,0261	ELU_COMB4	
91	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	Brace	No Messages	ELU_COMB4	0	0,001275	3,081	2417,207	1,6882	ELU_COMB3	
92	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	Brace	No Messages	ELU_COMB2	0	0,00258	6,237	2417,207	1,1016	ELU_COMB3	
93	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	Brace	No Messages	ELU_COMB2	0	0,002224	5,376	2417,207	0,4383	ELU_COMB3	
94	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	Brace	No Messages	ELU_COMB2	0	0,001934	4,676	2417,207	0,1702	ELU_COMB3	
95	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	Brace	No Messages	ELU_COMB2	0	0,001791	4,329	2417,207	0,0676	ELU_COMB3	
96	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	Brace	No Messages	ELU_COMB2	0	0,001665	4,025	2417,207	0,0245	ELU_COMB3	
97	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	Brace	No Messages	ELU_COMB2	0	0,001542	3,728	2417,207	0,0093	ELU_COMB3	
98	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	Brace	No Messages	ELU_COMB2	0	0,001429	3,454	2417,207	0,0022	ELU_COMB3	
99	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	Brace	No Messages	ELU_COMB2	0	0,001325	3,203	2417,207	0	ELU_COMB3	
100	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	Brace	No Messages	ELU_COMB2	0	0,001228	2,969	2417,207	0	ELU_COMB3	
101	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	Brace	No Messages	ELU_COMB2	0	0,001138	2,751	2417,207	0	ELU_COMB3	
102	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	Brace	No Messages	ELU_COMB2	0	0,001053	2,546	2417,207	0	ELU_COMB3	
103	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	Beam	No Messages	ELU_COMB2	0	0,000973	2,351	2417,207	0	ELU_COMB3	
104	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	Beam	No Messages	ELU_COMB2	0	0,000895	2,163	2417,207	0	ELU_COMB3	
105	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	Beam	No Messages	ELU_COMB2	0	0,000819	1,979	2417,207	0	ELU_COMB3	
106	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	Brace	No Messages	ELU_COMB4	0	0,006377	15,416	2417,207	10,6902	ELU_COMB4	
108	MKT460 M24	Column	No Messages	ELU_COMB1	0	0	0	84,373	0,0302	ELU_COMB3	
109	MKT460 M24	Column	No Messages	ELU_COMB1	0	0	0	84,373	0,0328	ELU_COMB3	
110	MKT460 M24	Column	No Messages	ELU_COMB1	0	0	0	84,373	0,0356	ELU_COMB3	
111	MKT460 M24	Column	No Messages	ELU_COMB1	0	0	0	84,373	0,0384	ELU_COMB3	
112	MKT460 M24	Column	No Messages	ELU_COMB1	0	0	0	84,373	0,0412	ELU_COMB3	
113	MKT460 M24	Column	No Messages	ELU_COMB1	0	0	0	84,373	0,044	ELU_COMB3	
114	MKT460 M24	Column	No Messages	ELU_COMB1	0	0	0	84,373	0,0467	ELU_COMB3	
115	MKT460 M24	Column	No Messages	ELU_COMB1	0	0	0	84,373	0,0491	ELU_COMB3	
116	MKT460 M24	Column	No Messages	ELU_COMB1	0	0	0	84,373	0,0511	ELU_COMB3	
117	MKT460 M24	Column	No Messages	ELU_COMB1	0	0	0	84,373	0,0523	ELU_COMB3	
118	MKT460 M24	Column	No Messages	ELU_COMB1	0	0	0	84,373	0,0523	ELU_COMB3	
119	MKT460 M24	Column	No Messages	ELU_COMB1	0	0	0	84,373	0,0506	ELU_COMB3	
120	MKT460 M24	Column	No Messages	ELU_COMB1	0	0	0	84,373	0,0464	ELU_COMB3	
121	MKT460 M24	Column	No Messages	ELU_COMB1	0	0	0	84,373	0,0393	ELU_COMB3	
122	MKT460 M24	Column	No Messages	ELU_COMB1	0	0	0	84,373	0,0288	ELU_COMB3	
123	MKT460 M24	Column	No Messages	ELU_COMB1	0	0	0	84,373	0,0153	ELU_COMB3	
124	Y1860S7 6-43*2	Brace	No Messages	ELU_COMB2	0	0,000789	17,346	21975,147	0	ELU_COMB3	
125	Y1860S7 6-43*2	Brace	No Messages	ELU_COMB2	2,06787	0,000779	17,118	21975,147	0	ELU_COMB3	
126	Y1860S7 6-43*2	Brace	No Messages	ELU_COMB2	2,05952	0,000276	6,058	21975,147	0	ELU_COMB3	
127	Y1860S7 6-43*2	Brace	No Messages	ELU_COMB2	0	0,000137	3,016	21975,147	0	ELU_COMB3	
128	Y1860S7 6-43*2	Brace	No Messages	ELU_COMB4	2,0444	0,000129	2,84	21975,147	0	ELU_COMB3	
129	Y1860S7 6-43*2	Brace	No Messages	ELU_COMB2	2,03764	0,000141	3,098	21975,147	0	ELU_COMB3	
130	Y1860S7 6-43*2	Brace	No Messages	ELU_COMB2	2,03143	0,000139	3,052	21975,147	0	ELU_COMB3	
131	Y1860S7 6-43*2	Brace	No Messages	ELU_COMB2	2,02576	0,000136	2,995	21975,147	0	ELU_COMB3	
132	Y1860S7 6-43*2	Brace	No Messages	ELU_COMB2	2,02065	0,000135	2,961	21975,147	0	ELU_COMB3	
133	Y1860S7 6-43*2	Brace	No Messages	ELU_COMB2	2,0161	0,000133	2,929	21975,147	0	ELU_COMB3	
134	Y1860S7 6-43*2	Brace	No Messages	ELU_COMB2	2,0121	0,000132	2,899	21975,147	0	ELU_COMB3	
135	Y1860S7 6-43*2	Brace	No Messages	ELU_COMB2	2,00867	0,000131	2,87	21975,147	0	ELU_COMB3	
136	Y1860S7 6-43*2	Brace	No Messages	ELU_COMB2	2,00581	0,000129	2,843	21975,147	0	ELU_COMB3	
137	Y1860S7 6-43*2	Brace	No Messages	ELU_COMB2	2,00352	0,000128	2,817	21975,147	0	ELU_COMB3	
138	Y1860S7 6-43*2	Brace	No Messages	ELU_COMB2	2,00179	0,000127	2,792	21975,147	0	ELU_COMB3	
139	Y1860S7 6-43*2	Brace	No Messages	ELU_COMB2	2,						



TABLE: Steel Design 3 - Shear Details - EN 1993-1-1:2005 2 of 3

Frame	DesignSect	V3Loc	V3Ratio	V3SdDsgn	Vc3Rd	T3Ed	SRLimit	RLLF
Text	Text	m	Unitless	KN	KN	KN-m	Unitless	Unitless
A68	MKT460 M24	6,22508	0,003154	0,266	84,373	0,1017	0,95	1
A69	MKT460 M24	0	0,002834	0,239	84,373	0,1106	0,95	1
A6A	MKT460 M24	0	0,002534	0,214	84,373	0,1198	0,95	1
A6B	MKT460 M24	4,44937	0,002254	0,19	84,373	0,1292	0,95	1
A6C	MKT460 M24	3,9391	0,001996	0,168	84,373	0,1386	0,95	1
A6D	MKT460 M24	3,46966	0,001758	0,148	84,373	0,148	0,95	1
A6E	MKT460 M24	0	0,001541	0,13	84,373	0,1569	0,95	1
A6F	MKT460 M24	0	0,001344	0,113	84,373	0,165	0,95	1
A70	MKT460 M24	0	0,001169	0,099	84,373	0,1716	0,95	1
A71	MKT460 M24	0	0,001013	0,086	84,373	0,1757	0,95	1
A72	MKT460 M24	0	0,000879	0,074	84,373	0,1758	0,95	1
A73	MKT460 M24	1,51025	0,000765	0,065	84,373	0,1699	0,95	1
A74	MKT460 M24	0	0,000672	0,057	84,373	0,156	0,95	1
A75	MKT460 M24	0	0,0006	0,051	84,373	0,132	0,95	1
A76	MKT460 M24	0	0,000548	0,046	84,373	0,0967	0,95	1
A77	MKT460 M24	0	0,000517	0,044	84,373	0,0514	0,95	1
A78	MKT460 M24	0,99999	0,000507	0,043	84,373	0	0,95	1
A8B	Y1860S7 6-43*2	2,44111	0,000582	12,795	21975,147	33,3547	0,95	1
A8C	Y1860S7 6-43*2	2,06787	0,000418	9,178	21975,147	32,8994	0,95	1
A8D	Y1860S7 6-43*2	2,05952	0,000385	8,464	21975,147	32,1732	0,95	1
A8E	Y1860S7 6-43*2	2,05169	0,000354	7,777	21975,147	31,1627	0,95	1
A8F	Y1860S7 6-43*2	2,0444	0,000324	7,116	21975,147	29,8885	0,95	1
A90	Y1860S7 6-43*2	2,03764	0,000295	6,479	21975,147	28,3712	0,95	1
A91	Y1860S7 6-43*2	2,03143	0,000267	5,863	21975,147	26,6311	0,95	1
A92	Y1860S7 6-43*2	2,02576	0,00024	5,267	21975,147	24,6888	0,95	1
A93	Y1860S7 6-43*2	2,02065	0,000213	4,688	21975,147	22,5645	0,95	1
A94	Y1860S7 6-43*2	2,0161	0,000188	4,126	21975,147	20,2786	0,95	1
A95	Y1860S7 6-43*2	2,0121	0,000163	3,578	21975,147	17,8515	0,95	1
A96	Y1860S7 6-43*2	2,00867	0,000138	3,042	21975,147	15,3033	0,95	1
A97	Y1860S7 6-43*2	2,00581	0,000115	2,516	21975,147	12,6542	0,95	1
A98	Y1860S7 6-43*2	2,00352	0	1,999	21975,147	9,9239	0,95	1
A99	Y1860S7 6-43*2	2,00179	0	1,489	21975,147	7,1316	0,95	1
A9A	Y1860S7 6-43*2	2,00065	0	0,983	21975,147	4,296	0,95	1
A9B	Y1860S7 6-43*2	2,00007	0	0,48	21975,147	1,4348	0,95	1
AAE	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	0	0,003627	5,936	1636,644	0,5491	0,95	1
AAF	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	0	0,003606	5,901	1636,644	0,2995	0,95	1
AB0	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	0	0,003584	5,866	1636,644	1,1517	0,95	1
AB1	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	0	0,003564	5,833	1636,644	2,2992	0,95	1
AB2	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	0	0,003542	5,797	1636,644	3,3958	0,95	1
AB3	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	0	0,003521	5,763	1636,644	4,2909	0,95	1
AB4	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	0	0,0035	5,729	1636,644	4,9237	0,95	1
AB5	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	0	0,00348	5,695	1636,644	5,2774	0,95	1
AB6	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	0	0,003459	5,661	1636,644	5,3584	0,95	1
AB7	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	0	0,003439	5,628	1636,644	5,1859	0,95	1
AB8	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	0	0,003418	5,594	1636,644	4,786	0,95	1
AB9	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	0	0,003398	5,561	1636,644	4,1897	0,95	1
ABA	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	0	0,003378	5,528	1636,644	3,4301	0,95	1
ABB	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	0	0,003358	5,496	1636,644	2,5424	0,95	1
ABC	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	0	0,003338	5,463	1636,644	1,5625	0,95	1
ABD	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	0	0,003318	5,431	1636,644	0,527	0,95	1
1	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	0	0,003221	5,272	1636,644	3,8693	0,95	1
4	MKT460 M24	6,22508	0,003154	0,266	84,373	0,1017	0,95	1
5	MKT460 M24	0	0,002834	0,239	84,373	0,1106	0,95	1
6	MKT460 M24	0	0,002534	0,214	84,373	0,1198	0,95	1
7	MKT460 M24	4,44937	0,002254	0,19	84,373	0,1292	0,95	1
8	MKT460 M24	3,9391	0,001996	0,168	84,373	0,1386	0,95	1
9	MKT460 M24	3,46966	0,001758	0,148	84,373	0,148	0,95	1
10	MKT460 M24	0	0,001541	0,13	84,373	0,1569	0,95	1
11	MKT460 M24	0	0,001344	0,113	84,373	0,165	0,95	1
12	MKT460 M24	0	0,001169	0,099	84,373	0,1716	0,95	1
13	MKT460 M24	0	0,001013	0,086	84,373	0,1757	0,95	1
14	MKT460 M24	0	0,000879	0,074	84,373	0,1758	0,95	1

TABLE: Steel Design 3 - Shear Details - EN 1993-1-1:2005 2 of 3

Frame	DesignSect	V3Loc	V3Ratio	V3SdDsgn	Vc3Rd	T3Ed	SRLimit	RLLF
Text	Text	m	Unitless	KN	KN	KN-m	Unitless	Unitless
15	MKT460 M24	1,51025	0,000765	0,065	84,373	0,1699	0,95	1
16	MKT460 M24	0	0,000672	0,057	84,373	0,156	0,95	1
17	MKT460 M24	0	0,0006	0,051	84,373	0,132	0,95	1
18	MKT460 M24	0	0,000548	0,046	84,373	0,0967	0,95	1
19	MKT460 M24	0	0,00051					



TABLE: Steel Design 3 - Shear Details - EN 1993-1-1:2005 2 of 3

Frame	DesignSect	V3Loc	V3Ratio	V3SdDsgn	Vc3Rd	T3Ed	SRLimit	RLLF
Text	Text	m	Unitless	KN	KN	KN-m	Unitless	Unitless
79	Y1860S7 6-43*2	2,03143	0,000267	5,863	21975,147	26,4499	0,95	1
80	Y1860S7 6-43*2	2,02576	0,00024	5,267	21975,147	24,5245	0,95	1
81	Y1860S7 6-43*2	2,02065	0,000213	4,688	21975,147	22,4173	0,95	1
82	Y1860S7 6-43*2	2,0161	0,000188	4,126	21975,147	20,1486	0,95	1
83	Y1860S7 6-43*2	2,0121	0,000163	3,578	21975,147	17,7387	0,95	1
84	Y1860S7 6-43*2	2,00867	0,000138	3,042	21975,147	15,2079	0,95	1
85	Y1860S7 6-43*2	2,00581	0,000115	2,516	21975,147	12,5761	0,95	1
86	Y1860S7 6-43*2	2,00352	0	1,999	21975,147	9,8631	0,95	1
87	Y1860S7 6-43*2	2,00179	0	1,489	21975,147	7,0882	0,95	1
88	Y1860S7 6-43*2	2,00065	0	0,983	21975,147	4,2699	0,95	1
89	Y1860S7 6-43*2	2,00007	0	0,48	21975,147	1,4261	0,95	1
90	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	0	0,000399	0,654	1636,644	4,2322	0,95	1
91	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	0	0,000303	0,496	1636,644	1,5517	0,95	1
92	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	0	0,000285	0,466	1636,644	0,4193	0,95	1
93	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	0	0,000261	0,427	1636,644	2,0103	0,95	1
94	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	0	0,000241	0,394	1636,644	3,2829	0,95	1
95	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	0	0,000219	0,358	1636,644	4,2476	0,95	1
96	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	0	0,000198	0,324	1636,644	4,9078	0,95	1
97	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	0	0,000176	0,289	1636,644	5,2723	0,95	1
98	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	0	0,000155	0,254	1636,644	5,3575	0,95	1
99	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	0	0,000134	0,22	1636,644	5,1864	0,95	1
100	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	0	0,000113	0,186	1636,644	4,787	0,95	1
101	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	0	0	0,151	1636,644	4,1906	0,95	1
102	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	0	0	0,118	1636,644	3,431	0,95	1
103	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	0	0	0,084	1636,644	2,543	0,95	1
104	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	0	0	0,05	1636,644	1,5628	0,95	1
105	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	0	0	0,017	1636,644	0,5271	0,95	1
106	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	0	0,000701	1,147	1636,644	10,6902	0,95	1
108	MKT460 M24	6,22508	0,003154	0,266	84,373	0,1008	0,95	1
109	MKT460 M24	0	0,002834	0,239	84,373	0,1097	0,95	1
110	MKT460 M24	0	0,002534	0,214	84,373	0,1188	0,95	1
111	MKT460 M24	4,44937	0,002254	0,19	84,373	0,1281	0,95	1
112	MKT460 M24	3,9391	0,001996	0,168	84,373	0,1375	0,95	1
113	MKT460 M24	3,46966	0,001758	0,148	84,373	0,1469	0,95	1
114	MKT460 M24	0	0,001541	0,13	84,373	0,1558	0,95	1
115	MKT460 M24	0	0,001344	0,113	84,373	0,1639	0,95	1
116	MKT460 M24	0	0,001169	0,099	84,373	0,1704	0,95	1
117	MKT460 M24	0	0,001013	0,086	84,373	0,1745	0,95	1
118	MKT460 M24	0	0,000879	0,074	84,373	0,1746	0,95	1
119	MKT460 M24	1,51025	0,000765	0,065	84,373	0,1688	0,95	1
120	MKT460 M24	0	0,000672	0,057	84,373	0,155	0,95	1
121	MKT460 M24	0	0,0006	0,051	84,373	0,1311	0,95	1
122	MKT460 M24	0	0,000548	0,046	84,373	0,0961	0,95	1
123	MKT460 M24	0	0,000517	0,044	84,373	0,051	0,95	1
124	Y1860S7 6-43*2	2,44111	0,000455	10,004	21975,147	33,0731	0,95	1
125	Y1860S7 6-43*2	2,06787	0,000418	9,178	21975,147	32,6353	0,95	1
126	Y1860S7 6-43*2	2,05952	0,000385	8,464	21975,147	31,9253	0,95	1
127	Y1860S7 6-43*2	2,05169	0,000354	7,777	21975,147	30,9313	0,95	1
128	Y1860S7 6-43*2	2,0444	0,000324	7,116	21975,147	29,6737	0,95	1
129	Y1860S7 6-43*2	2,03764	0,000295	6,479	21975,147	28,1731	0,95	1
130	Y1860S7 6-43*2	2,03143	0,000267	5,863	21975,147	26,4499	0,95	1
131	Y1860S7 6-43*2	2,02576	0,00024	5,267	21975,147	24,5245	0,95	1
132	Y1860S7 6-43*2	2,02065	0,000213	4,688	21975,147	22,4173	0,95	1
133	Y1860S7 6-43*2	2,0161	0,000188	4,126	21975,147	20,1486	0,95	1
134	Y1860S7 6-43*2	2,0121	0,000163	3,578	21975,147	17,7387	0,95	1
135	Y1860S7 6-43*2	2,00867	0,000138	3,042	21975,147	15,2079	0,95	1
136	Y1860S7 6-43*2	2,00581	0,000115	2,516	21975,147	12,5761	0,95	1
137	Y1860S7 6-43*2	2,00352	0	1,999	21975,147	9,8631	0,95	1
138	Y1860S7 6-43*2	2,00179	0	1,489	21975,147	7,0882	0,95	1
139	Y1860S7 6-43*2	2,00065	0	0,983	21975,147	4,2699	0,95	1
140	Y1860S7 6-43*2	2,00004	0	0,48	21975,147	1,4262	0,95	1
141	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	0	0,000399	0,654	1636,644	4,2322	0,95	1

TABLE: Steel Design 3 - Shear Details - EN 1993-1-1:2005 2 of 3

Frame	DesignSect	V3Loc	V3Ratio	V3SdDsgn	Vc3Rd	T3Ed	SRLimit	RLLF
Text	Text	m	Unitless	KN	KN	KN-m	Unitless	Unitless
142	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	0	0,000303	0,496	1636,644	1,5517	0,95	1
143	VIGA LATERAL 2 X UPE 400* 400X230	0	0,000285	0,466	1636,644	0,4193	0,95	1
144								



TABLE: Steel Design 3 - Shear Details - EN 1993-1-1:2005 3 of 3

TABLE: Steel Design 3 - Shear Details - EN 1993-1-1:2005 3 of 3

## 6. PRUEBA DE CARGA

### 6.1. SISTEMA DE MEDICIÓN

Se medirá la flecha en el centro de luz de la pasarela.

Los dispositivos de medición utilizados deben seleccionarse basándose en la experiencia con pruebas similares, estar correctamente calibrados y contar con una sensibilidad mínima cercana al 5% de los valores más bajos esperados. Asimismo, su rango de medición deberá ser, al menos, del 50% de los valores mínimos anticipados para estas magnitudes.

Es aconsejable que el equipo de instrumentación permita registrar automáticamente las mediciones realizadas y que ofrezca resultados en tiempo real.

### 6.2. Tren de cargas

Para la prueba se usarán 68 depósitos de plástico de 1000 L (1m<sup>3</sup>) en las posiciones detalladas en los planos, llenándolos hasta el 80% de capacidad.

El depósito estándar considerado tiene unas dimensiones en planta de 1,0 m x 1,0 m y un peso vacío de 57 kg (incluyendo base de transporte).

La ubicación de los depósitos sobre el tablero está determinada por los esfuerzos que se deben alcanzar. En cada sección, los esfuerzos de la prueba de carga deben aproximarse al 60% de los causados por la sobrecarga especificada en la IAP-11 ("Instrucción de Acciones a considerar en Puentes de Carretera"), sin exceder el 70% de estos valores. Es fundamental destacar que los esfuerzos mencionados son esfuerzos característicos, es decir, no incrementados.

El tablero se irá cargando de forma progresiva, prohibiéndose expresamente el transporte de un depósito lleno sobre el tablero o la carga/descarga simultánea de los depósitos.

Con el número de depósitos escogidos se llega al 64 % de la sobrecarga de uso (5 kN/m<sup>2</sup>).

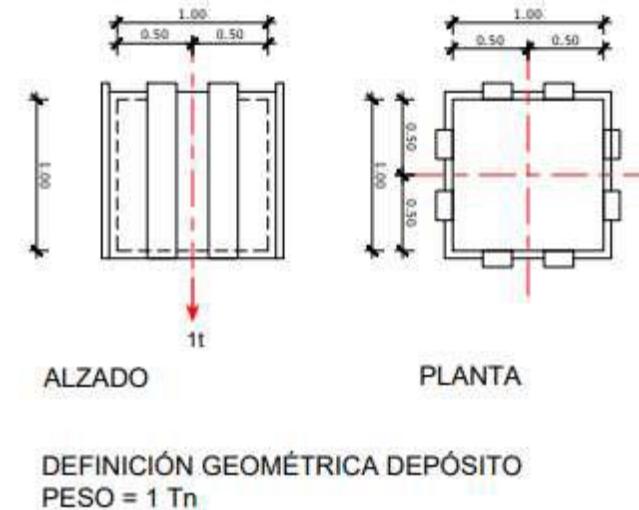


Figura 55: Definición geométrica del "tren de cargas"

### 6.3. Ejecución de la prueba

De acuerdo con las características geométricas de la estructura, la prueba consistirá en cargar estáticamente el puente, siguiendo las etapas que se describen a continuación:

1. Colocación de los depósitos en su posición, estando vacíos. Está prohibido el transporte o manipulación de los depósitos si están llenos.
2. Llenado de los depósitos en el orden establecido, hasta alcanzar el 80% de capacidad en el depósito comenzando por los depósitos centrales y alternando el llenado de los demás hasta llegar a los extremos. No se permite el llenado simultáneo de más de dos depósitos ni un desfase superior a un depósito por lado.

El informe deberá especificar el orden de llenado de los depósitos.

3. Se procederá a realizar las mediciones de la flecha, siguiendo las indicaciones descritas en los párrafos siguientes.
4. El vaciado de los depósitos se realizará uno a uno, siguiendo un orden estrictamente inverso al proceso de carga, es decir, comenzando por los depósitos situados en los extremos. Se debe garantizar que los sistemas de drenaje instalados en el puente no se obstruyan ni se sobrepongan sus capacidades.

Se permite la descarga simultánea de hasta dos depósitos, siempre que se asegure la correcta evacuación y evitando que el agua toque la parte metálica. Para ello, es necesario que el flujo de agua se evacúe a una altura inferior a la estructura metálica, asegurando que no se disperse en días de viento moderado.

5. Finalmente, se retirarán los depósitos del tablero.



Figura 56: Posición depósitos de agua

#### 6.4. PAUTAS QUE SEGUIR

Las pautas para el criterio de estabilización de las medidas son las siguientes:

Una vez concluida la etapa de carga, se medirá la flecha en el centro del vano. Las flechas instantáneas obtenidas en esta medida se denominan  $f_0$

Después de 10 minutos, se realizará una nueva medición de las flechas, obteniendo un valor de  $f_{10}$ .

Si se verifica que  $(f_{10} - f_0) < 0,05 f_0$  se da por finalizada la fase de carga y se puede proceder. En caso contrario se mantendrá la carga diez minutos más, procediendo a una nueva lectura de flechas que se denominan  $f_{20}$ .

En el supuesto de que  $(f_{20} - f_0) < 0,20 (f_{10} - f_0)$ , se considera finalizada la fase de carga, en caso contrario se hará el que decida el director de la prueba.

Una vez finalizada la fase de carga y completada la toma de medidas, se procederá a descargar el tablero en el orden inverso al proceso de carga. La diferencia entre los valores de la flecha registrados al final de la descarga y antes de iniciar la prueba se denomina valor remanente,  $f_r$

La remanencia ( $\alpha$ ) se define como el porcentaje que representa la relación entre el valor remanente  $f_r$  y el valor total de la flecha para un estado de carga determinado.

De acuerdo con las "Recomendaciones para la realización de pruebas de carga de recepción en puentes de carretera", la prueba será admisible si  $\alpha$  cumple con los límites establecidos.

Si $\alpha \leq \alpha_{lim}$	el valor remanente se considera admisible
Si $\alpha_{lim} < \alpha \leq 2\alpha_{lim}$	deberá realizarse un segundo ciclo de carga (repetición del ensayo)
Si $\alpha > 2\alpha_{lim}$	se suspenderá la aplicación de la carga

En caso de ser necesario un segundo ciclo de carga:

Si $\alpha^* \leq \alpha/3$	el valor remanente se considera admisible
Si $\alpha^* > \alpha/3$	se suspenderá la aplicación de la carga

Donde  $\alpha$  es la remanencia obtenida en el primer ciclo y  $\alpha^*$  la obtenida en el segundo ciclo (tomando en este caso como valores iniciales los estabilizados después de la descarga del primer ciclo).

Donde  $\alpha_{lim} = 15\%$  para puentes metálicos

En caso de que, realizado el segundo ciclo, no se hubieran alcanzado resultados satisfactorios, el Director de la prueba suspenderá la aplicación de la carga correspondiente, tomando respecto a los demás estados de carga las medidas que crea convenientes.

Además de tener en cuenta los criterios hasta ahora expuestos, referentes a la estabilización de las medidas y al tratamiento de los valores remanentes, para el caso que se define, se considerará que el resultado de la prueba es satisfactorio si las flechas máximas obtenidas tras la estabilización no difieren en más de un 15% (puente mixto) de las previstas en el proyecto.

En el caso de que los valores obtenidos sean inferiores al 60% de los previstos, será necesario justificar esta disminución de la respuesta

No deben aparecer signos de agotamiento de la capacidad portante en ninguna parte de la estructura. Las fisuras que se produzcan durante la prueba, así como aquellas que permanezcan abiertas una vez retirada la carga, deben ajustarse a los criterios establecidos en el código estructural para la evaluación del estado límite de fisuración.

Con base en los resultados obtenidos en cada estado de carga, el Director de la prueba podrá decidir repetirla si lo considera necesario.

#### 6.5. Resultados de la prueba de carga

El cálculo de los esfuerzos y las flechas esperadas durante la prueba se ha realizado utilizando el programa SAP2000, el cual también permite evaluar el porcentaje de los esfuerzos para asegurarse de no sobrepasar los límites establecidos.

Los valores correspondientes a cada hipótesis de carga se presentan en los planos y se detallan en los cálculos a continuación.

Etapa	Flecha esperada en el CL (M)	Flecha máxima admisible (M)
1	0,1819	0,2112

Figura 57: Tabla asiento máximo admisible

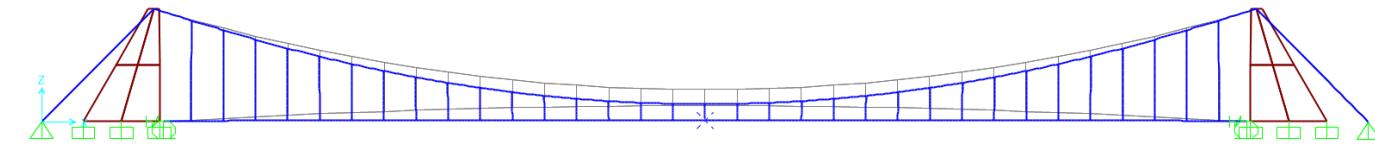


Figura 58: Punto de control asiento máximo



Figura 59: Asiento esperado proporcionado por modelo de cálculo

Al final de la prueba de carga se tendrá que hacer el informe correspondiente con todos los datos que se hayan obtenido y conclusiones derivadas.

La aprobación/rechazo de la prueba de carga se someterá a los criterios vistos anteriormente y al criterio del Director de Obra.



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR  
DE INGENIEROS DE CAMINOS,  
CANALES Y PUERTOS



## 05. EQUIPAMENTOS



ÍNDICE

<b>1.</b>	<b><u>INTRODUCCIÓN</u></b>	<b>1</b>
<b>2.</b>	<b><u>DIMENSIONAMIENTO DE LOS APARATOS DE APOYO</u></b>	<b>1</b>
2.1.	<u>CRITERIOS DE SELECCIÓN</u>	1
2.2.	<u>SOLUCIÓN FINAL</u>	1
<b>3.</b>	<b><u>ELEMENTOS DE CONTENCIÓN</u></b>	<b>1</b>
<b>4.</b>	<b><u>ILUMINACIÓN</u></b>	<b>2</b>
4.1.	<u>ILUMINACIÓN DE LAS TORRES</u>	2
4.2.	<u>ILUMINACIÓN DEL TABLERO</u>	2
<b>5.</b>	<b><u>JUNTAS DE DILATACIÓN</u></b>	<b>3</b>

Figura 1: Apoyos elastoméricos tipo empleados .....	1
Figura 2: Alzado barandilla .....	1
Figura 3: Geometría barandilla en alzado.....	2
Figura 4: Pasamanos con LED incorporada .....	2
Figura 5: Junta de dilatación adoptada .....	3
Figura 6: Junta tipo empleada.....	3
Figura 7: Desplazamiento en vigas laterales ELU_COMB4 .....	3

## 1. INTRODUCCIÓN

El presente anexo tiene como objetivo describir los equipamientos incorporados en el diseño estructural de la pasarela colgante, con el fin de garantizar tanto la funcionalidad como la seguridad de la estructura y de los usuarios. La selección de estos elementos ha sido realizada atendiendo a los requisitos técnicos, normativos y estéticos del proyecto, considerando las condiciones específicas del entorno y las cargas esperadas.

En primer lugar, se detallará el diseño de la barandilla, que cumple una función esencial en la protección de los peatones y en la integración visual con el entorno de la pasarela. Seguidamente, se abordarán los apoyos elastoméricos instalados para el correcto apoyo de las vigas laterales del tablero, cuya finalidad es absorber las deformaciones y movimientos inducidos por las cargas dinámicas y térmicas, garantizando así la estabilidad y durabilidad de la estructura.

También se incluirá la descripción de la junta de dilatación, elemento clave para permitir los desplazamientos del tablero debidos a cambios térmicos y otras variaciones sin comprometer la integridad de la estructura. Finalmente, se analizará el sistema de iluminación de la pasarela, tanto desde el punto de vista de la seguridad como de la eficiencia energética, contribuyendo a la visibilidad y al atractivo estético durante las horas nocturnas.

Este conjunto de equipamientos ha sido cuidadosamente seleccionado para optimizar el rendimiento y la durabilidad de la pasarela, al mismo tiempo que se garantiza una experiencia segura y cómoda para los usuarios.

## 2. DIMENSIONAMIENTO DE LOS APARATOS DE APOYO

Para el diseño de los apoyos elastoméricos utilizados en la pasarela colgante, se ha empleado el catálogo de Mecanogumbla, específicamente los modelos de **neopreno armado**. Este tipo de apoyo elastomérico se ha seleccionado debido a su capacidad para absorber las pequeñas deformaciones inducidas por las cargas térmicas y dinámicas, que son de baja magnitud debido a las características propias de una estructura colgante.

### 2.1. CRITERIOS DE SELECCIÓN

Se han tomado en consideración los siguientes factores para el dimensionamiento de los apoyos:

- **Cargas verticales reducidas:**  
La pasarela colgante genera bajas cargas verticales en los apoyos de las vigas, lo que permitió seleccionar un apoyo de neopreno con propiedades suficientes para soportar las condiciones de carga gravitatorias.
- **Deformaciones mínimas:** Debido a las características del diseño, los apoyos deben tener la capacidad de deformarse dentro de los límites aceptables, sin comprometer la estabilidad estructural.
- **Resistencia a las variaciones térmicas:** Se han considerado las fluctuaciones de temperatura, seleccionando un material capaz de soportar ciclos térmicos sin perder sus propiedades mecánicas.

### 2.2. SOLUCIÓN FINAL

La solución adoptada consiste en un **apoyo elastomérico de neopreno armado de 41 cm de canto y una sección cuadrada en planta de 200 mm<sup>2</sup>**. Este apoyo se ha dimensionado considerando las propiedades mecánicas del material y las cargas esperadas en el tablero de la pasarela. Para asegurar un apoyo adecuado y evitar deslizamientos, se han implementado las siguientes medidas:

- **Colocación de una capa de mortero de nivelación** de 3 cm de espesor entre el apoyo elastomérico y el murete frontal, lo cual permite una distribución uniforme de las cargas y corrige posibles imperfecciones en la superficie de apoyo.



- **Uso de resina entre el neopreno y el mortero**, lo que asegura una mejor adherencia y evita desplazamientos del aparato de apoyo debido a las cargas dinámicas, que aunque son pequeñas, podrían causar movimientos indeseados por las características suspendidas de la estructura.

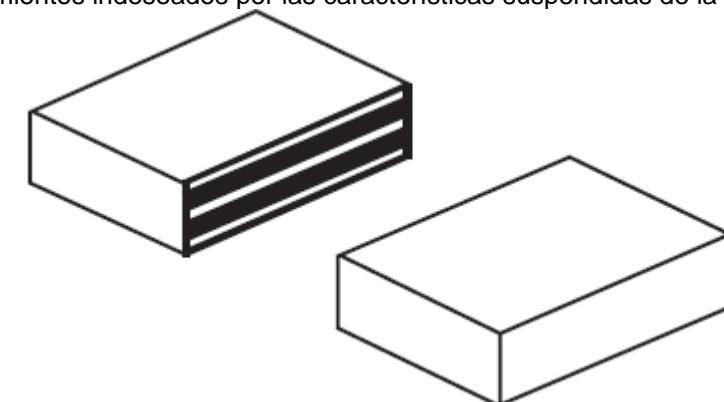


Figura 1: Apoyos elastoméricos tipo empleados

Con esta configuración, se asegura que los apoyos elastoméricos seleccionados cumplen con los requisitos técnicos del proyecto, garantizando la estabilidad y funcionalidad del tablero, además de permitir los movimientos necesarios para compensar las dilataciones y contracciones del material debido a los cambios térmicos.

## 3. ELEMENTOS DE CONTENCIÓN

El diseño de las barandillas se ha realizado teniendo en cuenta los ángulos y la estética global del tablero de la pasarela, dando lugar a un diseño simétrico en ambos lados del tablero.

Ambas barandillas están diseñadas en acero, con un pasamanos de 25cm de radio en sección tubular de acero inoxidable y 2 barras de contención tubulares de 25cm de radio, la barra superior ejerce de pasamanos, es el elemento de la barandilla más próximo al centro del tablero, las 2 barras consecutivas se sitúan una a 30cm de la superior y 50cm más en la última como se refleja en la figura.

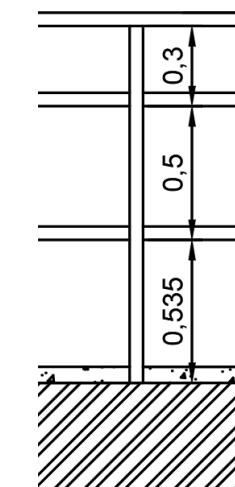


Figura 2: Alzado barandilla

La barandilla parte del tramo final de cada cuchillo con cierta inclinación concordante con el ángulo del cuchillo del tablero. La estructura de la barandilla dispuesta cada 2 metros, tiene más inclinación en la parte interior que la exterior, consiguiendo así reforzar la estructura.

La separación de la estructura de las barandillas se dispone a 2 metros para conseguir homogeneidad, y facilidad de ejecución, consiguiendo un aspecto visual ligero y acogedor.

La estructura de la barandilla tendrá la base soldada a las vigas laterales a lo largo del tablero, por soldadura a tope. La geometría vista en sección de tablero es la siguiente:

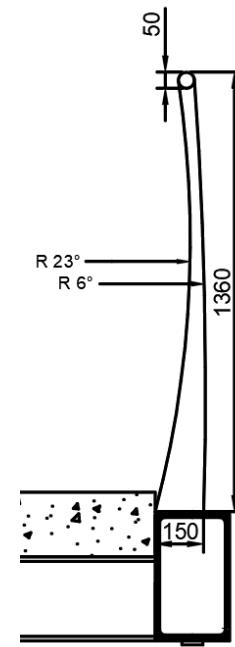


Figura 3: Geometría barandilla en alzado

La altura de dichas barandillas es de 1,30 metros, la altura mínima de barandillas en pasarelas por normativa adopta un valor de 1,20m, se ha escogido adoptar 1,3 metros por las futuras adopciones de la pasarela, por seguridad en caso de que se le de uso ciclista.

Las barras de contención intermedias se han adoptado emplear la misma forma de la barra pasamanos por homogeneizar la pasarela a la vista de los peatones, cada estructura vertical de barandilla estará intercalada con una péndola de la pasarela a lo largo de la viga tubular. Generando cuadrículas huecas de 100X50 cm<sup>2</sup> como mucho.

## 4. ILUMINACIÓN

La iluminación de la pasarela peatonal colgante es un aspecto clave no solo para garantizar la seguridad de los usuarios durante la noche, sino también para mejorar su integración visual en el entorno, creando un espacio más atractivo tanto de día como de noche.

### 4.1. ILUMINACIÓN DE LAS TORRES

Para iluminar las torres de la pasarela, se ha previsto la instalación de focos de iluminación dispuestos estratégicamente en los taludes próximos a las torres. Estos focos estarán orientados hacia las torres, resaltando su presencia arquitectónica y estructural. Esta disposición no solo realza la verticalidad y esbeltez de las torres, sino que también aporta un elemento de iluminación decorativa, creando un efecto visual que otorga carácter a la



pasarela, convirtiéndola en un punto de referencia en el entorno. Los focos se seleccionarán de manera que proyecten luz de manera uniforme, evitando deslumbramientos y garantizando un consumo energético eficiente.

### 4.2. ILUMINACIÓN DEL TABLERO

La opción elegida para la iluminación del tablero de la pasarela es la integración de un sistema de iluminación LED en el pasamanos. Esta solución ofrece múltiples ventajas tanto desde el punto de vista estético como funcional.



Figura 4: Pasamanos con LED incorporada

El sistema LED, discretamente colocado a lo largo del pasamanos en ambos lados de la pasarela, proporcionará una iluminación indirecta que se extiende a lo largo de toda la estructura, proyectando luz suave y uniforme sobre el camino peatonal. Este tipo de iluminación genera un ambiente agradable, sin deslumbrar a los usuarios, al estar orientada directamente hacia el tablero. Además, se minimizan las sombras, lo que contribuye a mejorar la percepción de seguridad para los peatones y ciclistas, especialmente en horas nocturnas.

Una de las principales ventajas de los LEDs es su eficiencia energética y larga vida útil. Este tipo de tecnología no solo permite un bajo consumo, sino que también reduce significativamente los costos de mantenimiento, ya que las luminarias tienen una vida útil considerablemente mayor que las lámparas convencionales. Además, los LEDs permiten el uso de luz blanca neutra o cálida, lo que facilita la adaptación de la iluminación al entorno y refuerza la integración de la pasarela en el paisaje urbano o natural.

El diseño integrado en el pasamanos también aporta un valor estético notable, eliminando la necesidad de elementos adicionales como postes de luz o focos a pie de calle. Esto mantiene la limpieza visual de la pasarela, resaltando su diseño esbelto y minimalista, sin interferir con la experiencia visual de los usuarios.

En resumen, la iluminación LED en el pasamanos se destaca como una solución moderna, eficiente y estética que, además de cumplir con las necesidades de seguridad y visibilidad, potencia el atractivo visual de la pasarela, contribuyendo a una mejor experiencia para los usuarios tanto de día como de noche.

## 5. JUNTAS DE DILATACIÓN

Para garantizar la durabilidad y funcionalidad de la pasarela peatonal colgante, se han previsto juntas de dilatación de tipo compresión de 30 cm de ancho, las cuales se dispondrán en cada estribo de la estructura. Estas juntas permiten absorber los movimientos causados por las variaciones de temperatura, cargas dinámicas y otros efectos, evitando tensiones indeseadas en el tablero y asegurando una correcta transición entre el tablero y los apoyos.

Cada junta estará diseñada para cubrir el ancho de 5 metros del tablero, lo que permite una superficie continua a lo largo del paso peatonal, garantizando una transición suave y prácticamente desapercibida para los usuarios. Esto es fundamental para evitar que los peatones o ciclistas perciban irregularidades en el camino, asegurando un tránsito cómodo y seguro.

Las juntas de tipo compresión están diseñadas para adaptarse al movimiento de expansión y contracción del tablero, conservando su elasticidad y capacidad de absorción de las deformaciones. Además, su diseño robusto y resistente permite que soporten las condiciones ambientales y las cargas permanentes o variables sin perder su funcionalidad con el paso del tiempo.

Este tipo de junta es ideal para infraestructuras como la pasarela colgante, ya que además de cumplir su función estructural, mantiene el confort de los usuarios, garantizando una integración efectiva entre la estructura y el terreno.

Las juntas adoptadas en este proyecto corresponden con las del fabricante "cortartec" ideales para sellados de junta entre hormigones, a continuación la junta adoptada:



Figura 5: Junta de dilatación adoptada

La junta ilustrada en la imagen corresponde con un elastómero termoplástico que se fabrica a medida del consumidor, esta junta es sencilla de ejecutar, pues se introduce por presión en la posición que se deseé, la sección tipo del catálogo corresponde con la siguiente:

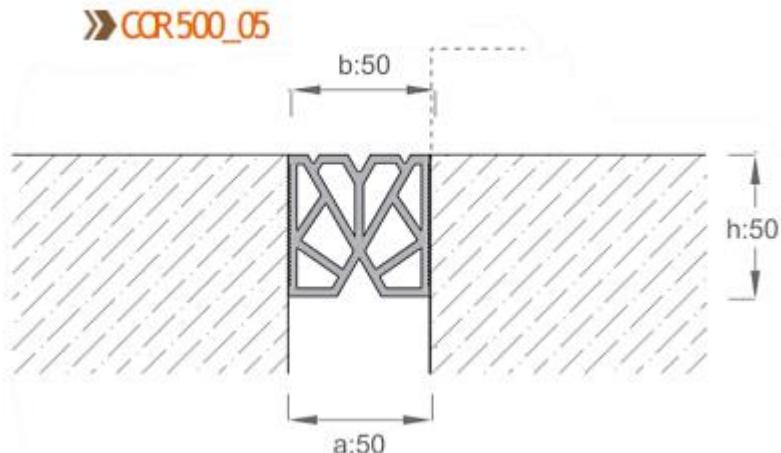


Figura 6: Junta tipo empleada

Esta junta es eficaz en el diseño de estudio puesto que salva 5cm en cada extremo del tablero, siendo el desplazamiento longitudinal máximo de 15mm en cada extremo en la combinación más desfavorable a acciones térmicas.



Figura 7: Desplazamiento en vigas laterales ELU\_COMB4



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR  
DE INGENIEROS DE CAMINOS,  
CANALES Y PUERTOS



## 06. VALORACIÓN ECONÓMICA



ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN ..... ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
2. RELACIÓN VALORADA DE LAS UNIDADES DE OBRA ..... ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
3. VALORACIÓN ECONÓMICA..... ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.

## 1. INTRODUCCIÓN

El objeto del presente anexo de valoración económica es realizar una estimación del precio conjunto de todos los elementos que constituyen la pasarela colgante.

En este anexo se presenta una estimación de los posibles costes asociados a la ejecución de la pasarela. Para ello, se ha dividido la obra en distintos capítulos, valorando las posibles partidas que abarcan las diferentes acciones y elementos relevantes del proyecto.

Dado que el procedimiento constructivo y la planificación de la obra no forman parte del alcance de este proyecto, los costes estimados no tienen carácter contractual, ya que pueden verse modificados por reducciones en los plazos de ejecución según las decisiones que se tomen durante la obra. Por este motivo, no se ha incluido en este anexo la gestión de residuos ni el presupuesto de seguridad y salud.

Otra mención es que no se incluirá el coste de las cimentaciones de la estructura, junto las excavaciones correspondientes, ya que no está contemplado en el presente proyecto.

Por lo tanto, se procederá a realizar una estimación aproximada de los costes para la ejecución de la estructura en el proyecto de pasarela.

Los capítulos que conforman la valoración económica son los siguientes:

- Capítulo 1: Trabajos previos
- Capítulo 2: Torres
- Capítulo 3: Tablero
- Capítulo 4: Equipamientos



## 2. RELACIÓN VALORADA DE LAS UNIDADES DE OBRA

CAPÍTULO Nº1: TRABAJOS PREVIOS					
CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	MEDICIÓN	IMPORTE
TP1	m <sup>3</sup>	Demolición de muro de hormigón armado mediante retroexcavadora con martillo rompedor y equipo de oxicorte, incluida la retirada de escombros a contenedor o acopio intermedio.	45,82	4,5	206,19
TP2	m <sup>2</sup>	Despeje y desbroce del terreno	0,86	72	61,92
TP3	m <sup>3</sup>	Suelo adecuado en zonas de estribos, incluso extendido, humectación y compactación utilizando rodillo vibratorio.	5,92	14,4	85,25
TP4	ud	Casetas monobloc compactas de dimensiones 8,00x2,35 metros con aislamiento y ventanas de 150x100 centímetros e instalación eléctrica, base de cuadro de protección interior, dos pantallas de dos tubos fluorescentes de 40W, un ojo de buey exterior, dos enchufes y un interruptor, incluida la colocación, amortizable en 10 usos. En la siguiente tabla vemos la descomposición de los elementos y del personal necesario para la realización de la tarea.	490,64	2	981,28
TP5	ud	Instalación de fontanería para un aseo dotado de lavabo e inodoro, realizada con tuberías de polietileno reticulado para las redes de agua fría y caliente, y con tuberías de PVC diámetro 40mm para la red de desagües, preparada para sifón individual en cada aparato, incluso con parte proporcional de bajante PVC de 110 mm y con manguetón para el enlace al inodoro, sin grifería, aparatos sanitarios ni ayudas de albañilería, las tomas de agua cerrada con llaves de escuadra o tapones (según proceda), y los desagües con tapones, totalmente acabada. En la siguiente tabla vemos la descomposición de los elementos y del personal necesario para la realización de la tarea.	427,94	2	855,88
TP6	ud	Instalación eléctrica empotrada en vestíbulo y acceso en vivienda con una electrificación básica, compuesta por 1 timbre zumbador de superficie, 1 punto de luz con 2 encendidos conmutados y 1 toma de corriente 2P+T de 16 A para uso general, realizada con mecanismos de calidad media y con cable de cobre unipolar de diferentes secciones colocado bajo tubo flexible corrugado de doble capa de PVC de distintos diámetros, totalmente instalada, conectada y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002. En la siguiente tabla vemos la descomposición de los elementos y del personal necesario para la realización de la tarea.	148,48	2	296,96
<b>TOTAL CAPÍTULO 1: TRABAJOS PREVIOS</b>					<b>2.487,48</b>



**CAPÍTULO N°2: TORRES**

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	MEDICIÓN	IMPORTE
TO01	kg	Suministro de jaulas montadas en taller de acero corrugado B500S de distintos diámetros y colocación como armado en pilones de puente, incluido el atado de solapes, la colocación de separadores, cortes y despuntes totalmente montada y lista para hormigonar	1,44	11869,2	17.091,65
TO02	m <sup>2</sup>	Encofrado visto en paramentos curvos, incluso apuntalamientos, elementos auxiliares, desencofrado y limpieza.	42,48	0	0,00
TO03	m <sup>2</sup>	Encofrado visto en paramentos planos, incluso apuntalamientos, elementos auxiliares, desencofrado y limpieza.	22,77	53,8	1.225,03
TO04	m <sup>3</sup>	Suministro y vertido de hormigón armado de resistencia característica para la ejecución de las torres de la estructura (HA-30/F/20/XS1), consistencia fluida, con tamaño máximo del árido 20mm, clase general de exposición XS1, vertido mediante bomba en torres de puente, incluidos el vibrado y el curado según Código Estructural y DB SE-C del CTE.	192,39	75,6	14.544,68
TO05	m <sup>3</sup>	Suministro y vertido de hormigón armado de resistencia característica para la ejecución de las ménsulas en las torres de la estructura (HA-30/F/20/XS1), consistencia fluida, con tamaño máximo del árido 20mm, clase general de exposición XS1, vertido mediante bomba en torres de puente, incluidos el vibrado y el curado según Código Estructural y DB SE-C del CTE.	192,39	2	384,78
TO06	kg	Suministro de acero S 355 J 2 , en perfil laminado en caliente serie UPE como riostra transversal entre torres, acabado con capa de imprimación antioxidante, y colocación como armado en tablero y pilas de puente de hormigón, incluso parte proporcional de cortes, piezas especiales y despuntes.	3,98	1118,7	4.452,43
TO07	kg	Suministro y colocación de cables principales de la estructura, tipo cable de pretensado de 43 torones trenzados de ø15 Y1860S7 del fabricante "VSL", incluyendo el transporte y todos los materiales y medios necesarios para su correcta ejecución.	7,12	2002,5	14.257,80
<b>TOTAL CAPÍTULO 2: TORRES</b>					<b>18.316,67</b>



**CAPÍTULO N°3: TABLERO**

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	MEDICIÓN	IMPORTE
TA01	kg	Suministro de acero S 355J2, en perfil laminado en caliente serie UPE 400*, acabado con capa de imprimación antioxidante, con montaje soldado en puente con estructura de acero, incluso parte proporcional de cortes, piezas especiales y despuntes, según Código Estructural.	3,95	19139,5	75.601,03
TA02	kg	Suministro de acero S 355J2, en perfil laminado en caliente serie HEB260, acabado con capa de imprimación antioxidante, con montaje soldado en puente con estructura de acero, incluso parte proporcional de cortes, piezas especiales y despuntes, según Código Estructural.	3,95	16334,7	64.522,07
TA03	kg	Suministro de acero S 355J2, en perfil laminado en caliente serie L de 250X250 mm <sup>2</sup> y 20mm de espesor, acabado con capa de imprimación antioxidante, con montaje soldado en puente con estructura de acero, incluso parte proporcional de cortes, piezas especiales y despuntes, según Código Estructural.	3,95	1334,5	5.271,28
TA04	ud	Suministro y colocación de losetas prefabricadas de hormigón de 2m de luz para transito peatonal, incluido transporte y pp. De medios auxiliares.	216,67	34	7.366,78
TA05	kg	Suministro y colocación de péndolas estructurales tipo M24 de acero S460 del fabricante "Mekano4", incluyendo el transporte y todos los materiales y medios necesarios para su correcta ejecución.	7,35	521,3	3.831,56
TA06	m	Suministro y colocación de cables principales de la estructura, tipo cable de pretensado de 43 torones trenzados de ø15 Y1860S7 del fabricante "VSL", incluyendo el transporte y todos los materiales y medios necesarios para su correcta ejecución.	7,12	28201,6	200.795,39
TA07	dm <sup>3</sup>	Suministro y colocación de apoyo de neopreno confinado-teflón tipo POT PU-200 sobre lecho de mortero de nivelación.	39,38	19,2	756,10
TA08	m	Junta de dilatación para tablero de 50 mm de movimiento máximo, tipo "cortartec - COR 500_05" o similar, totalmente colocada, incluso parte proporcional de operaciones de corte y demolición, perforaciones, resina epoxi, pernos, anclajes químicos y selladores.	474,76	1	474,76
<b>TOTAL CAPÍTULO 3: TABLERO</b>					<b>358.618,95</b>



**CAPÍTULO N°4: EQUIPAMENTOS**

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	MEDICIÓN	IMPORTE
TA01	kg	Barandilla de acero según detalle y especificaciones de planos, incluso anclajes, totalmente terminada y colocada, con tratamiento de granallado e imprimación epoxi y terminada en esmalte de poliuretano.	5,67	10880	61.689,60
TA02	ml	Perfil circular de acero inoxidable de ø50mm como pasamanos. Incluye suministro, montaje, soldadura y colocación del mismo.	43,92	136	5.973,12
TA03	ml	Barras cilíndricas de ø50mm dispuestas entre las barandillas como sistema de contención, incluyendo suministro, montaje y colocación	43,92	272	11.946,24
TA04	ml	LED dispuestas cada 50 cm en el pasamanos de la barandilla, incluyendo suministro, montaje y colocación en obra	224	136	30.464,00
<b>TOTAL CAPÍTULO 4: EQUIPAMENTOS</b>					<b>110.072,96</b>



### 3. VALORACIÓN ECONÓMICA

CAPÍTULO	IMPORTE
CAPÍTULO Nº1: TRABAJOS PREVIOS	2.487,48
CAPÍTULO Nº2: SUBESTRUCTURAS	18.316,67
CAPÍTULO Nº3: SUPERESTRUCTURA	358.618,95
CAPÍTULO Nº4: EQUIPAMIENTOS	110.072,96
<b>TOTAL</b>	<b>489.496,06</b>
PARTIDAS ALZADAS	IMPORTE
SEGURIDAD Y SALUD	2% 9.789,92
GESTIÓN DE RESIDUOS	1,50% 7.342,44
ACCIÓN CULTURAL	1,50% 7.342,44
DESVÍOS DE OBRA	1,50% 7.342,44
REPOSICIÓN DE ESTRUCTURAS Y MUROS	2,50% 12.237,40
<b>TOTAL PARTIDAS ALZADAS</b>	<b>44.054,65</b>
<b>PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL</b>	<b>533.550,71</b>



PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN	IMPORTE
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL	533.550,71
GASTOS GENERALES 13 %	69.361,59
BENEFICIO INDUSTRIAL 6 %	32.013,04
PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN 21 % I.V.A.	634.925,34 133.334,32
<b>PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN (I.V.A. INCLUIDO)</b>	<b>768.259,66</b>

El Presupuesto Base de Licitación (I.V.A. incluido) asciende a una cantidad de SETECIENTOS SESENTA Y OCHO MIL DOSCIENTOS CINCUENTA Y NUEVE EUROS CON SESENTA Y SEIS CÉNTIMOS (768,259,66 €).

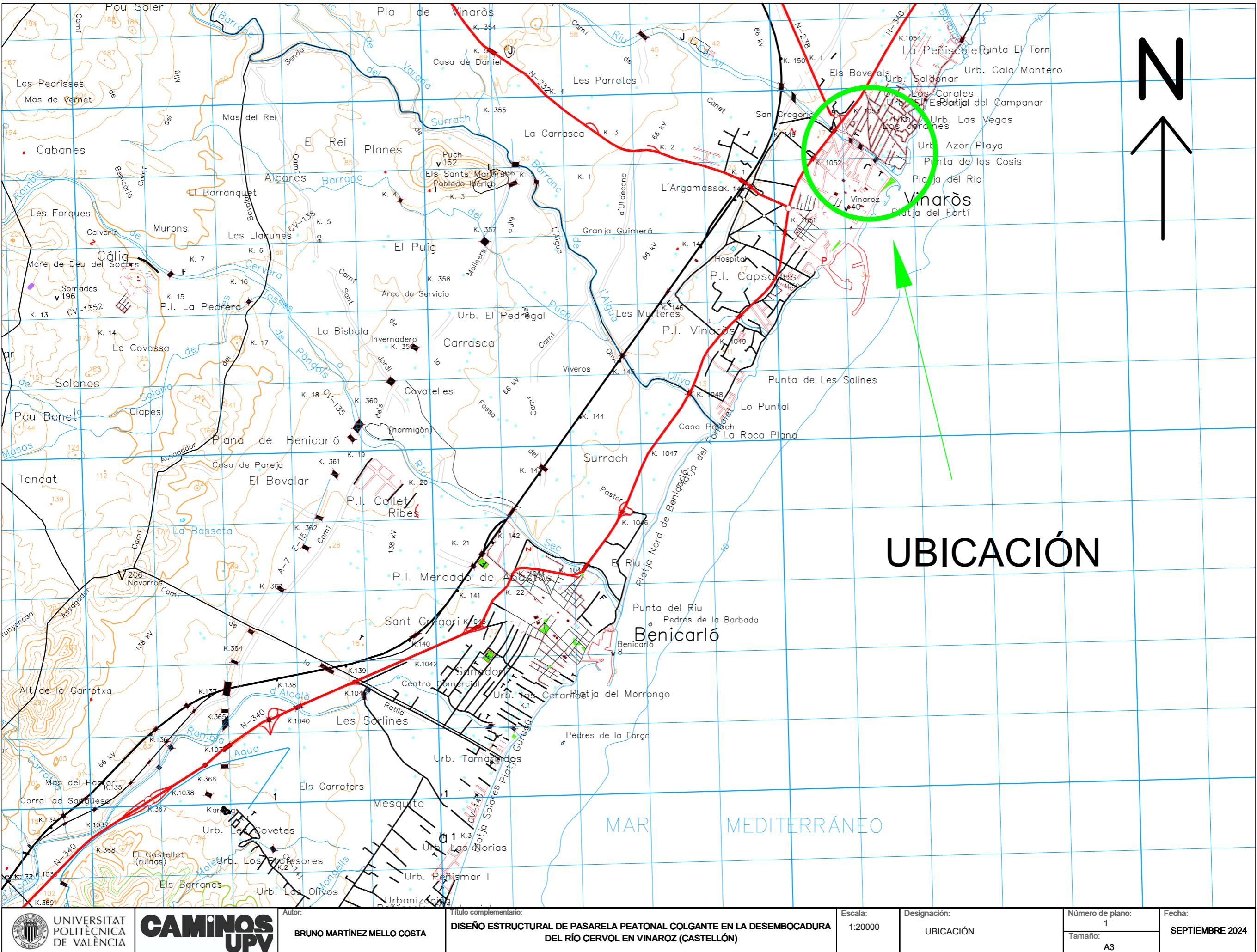


UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR  
DE INGENIEROS DE CAMINOS,  
CANALES Y PUERTOS



**PLANOS**



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

# CAMINOS UPV

**BRUNO MARTÍNEZ MELLO COSTA**

Título complementario:

## DISEÑO ESTRUCTURAL DE PASARELA PEATONAL COLGANTE EN LA DESEMBOCADURA DEL RÍO CERVOL EN VINAROZ (CASTELLÓN)

A Escala:

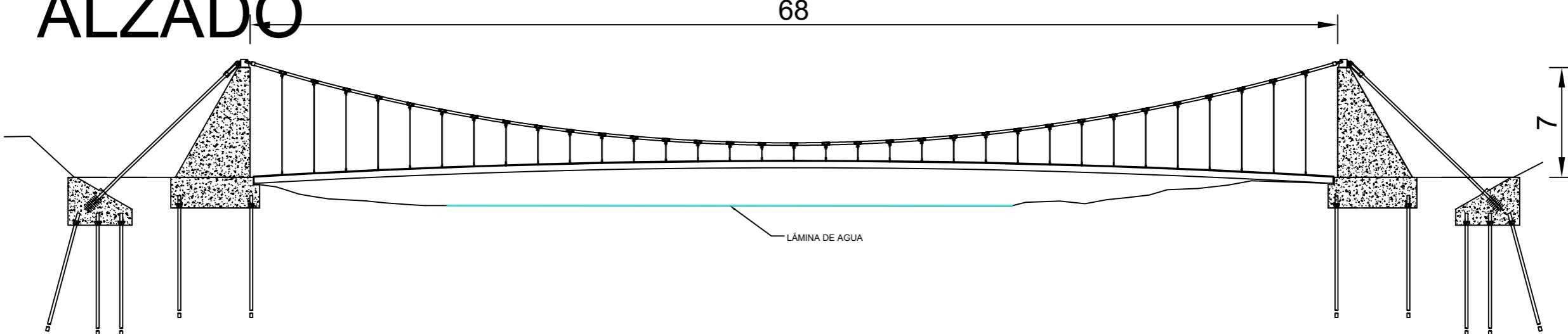
**Designación:**

Número de piano:  
1

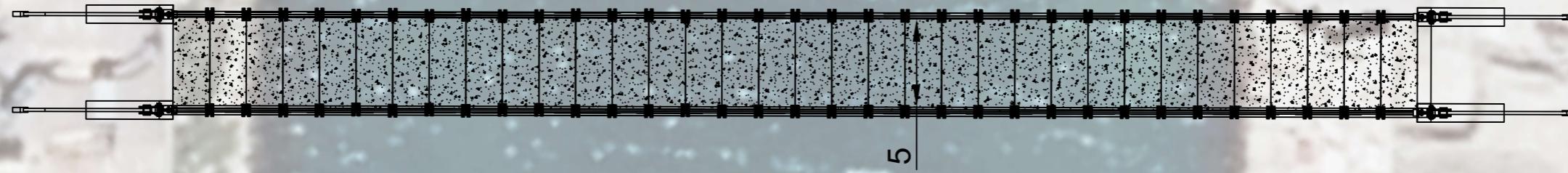
SEPTIEMBRE 2024



# ALZADO



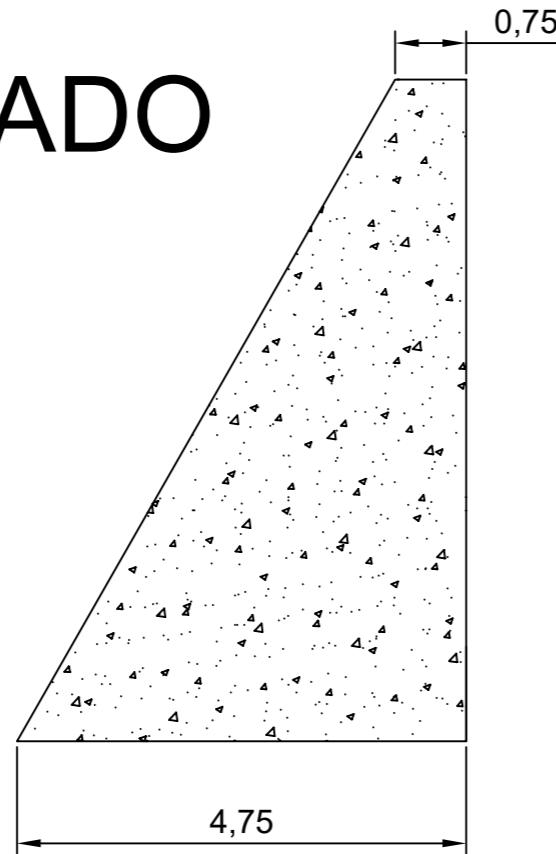
# PLANTA



COTAS EN M

GEOMETRÍA - TORRES  
E 1:80  
COTAS EN M

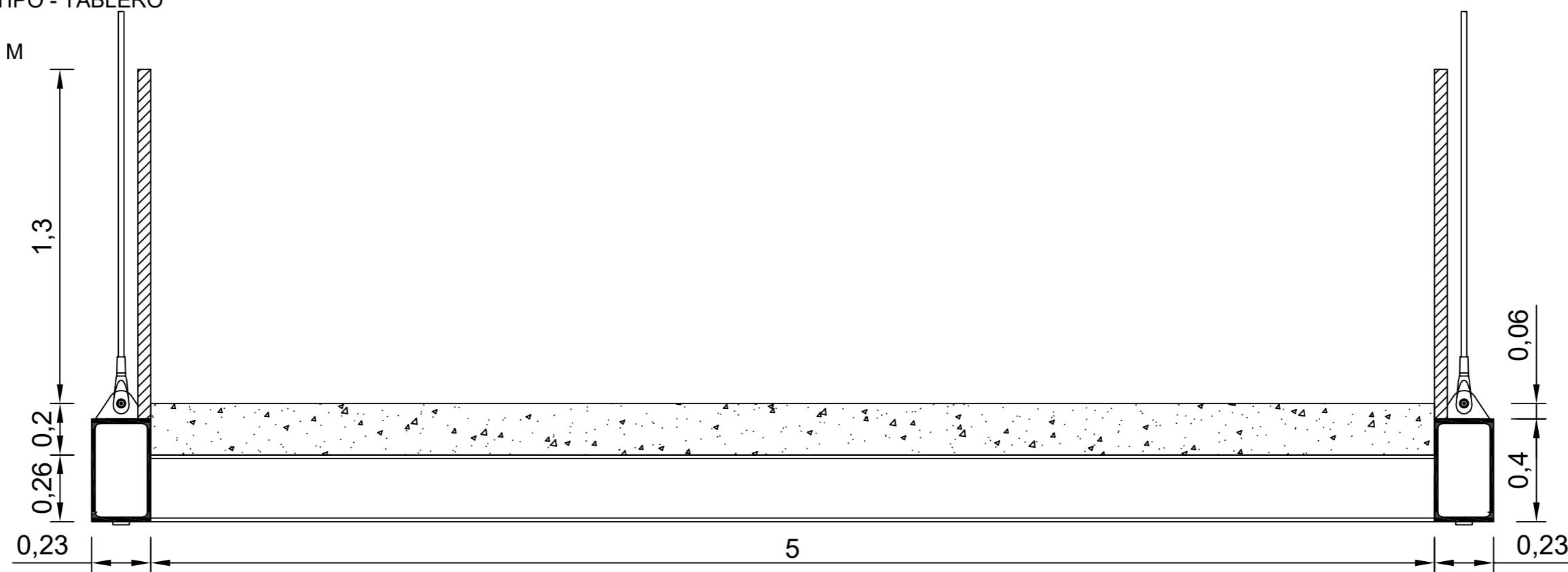
# ALZADO



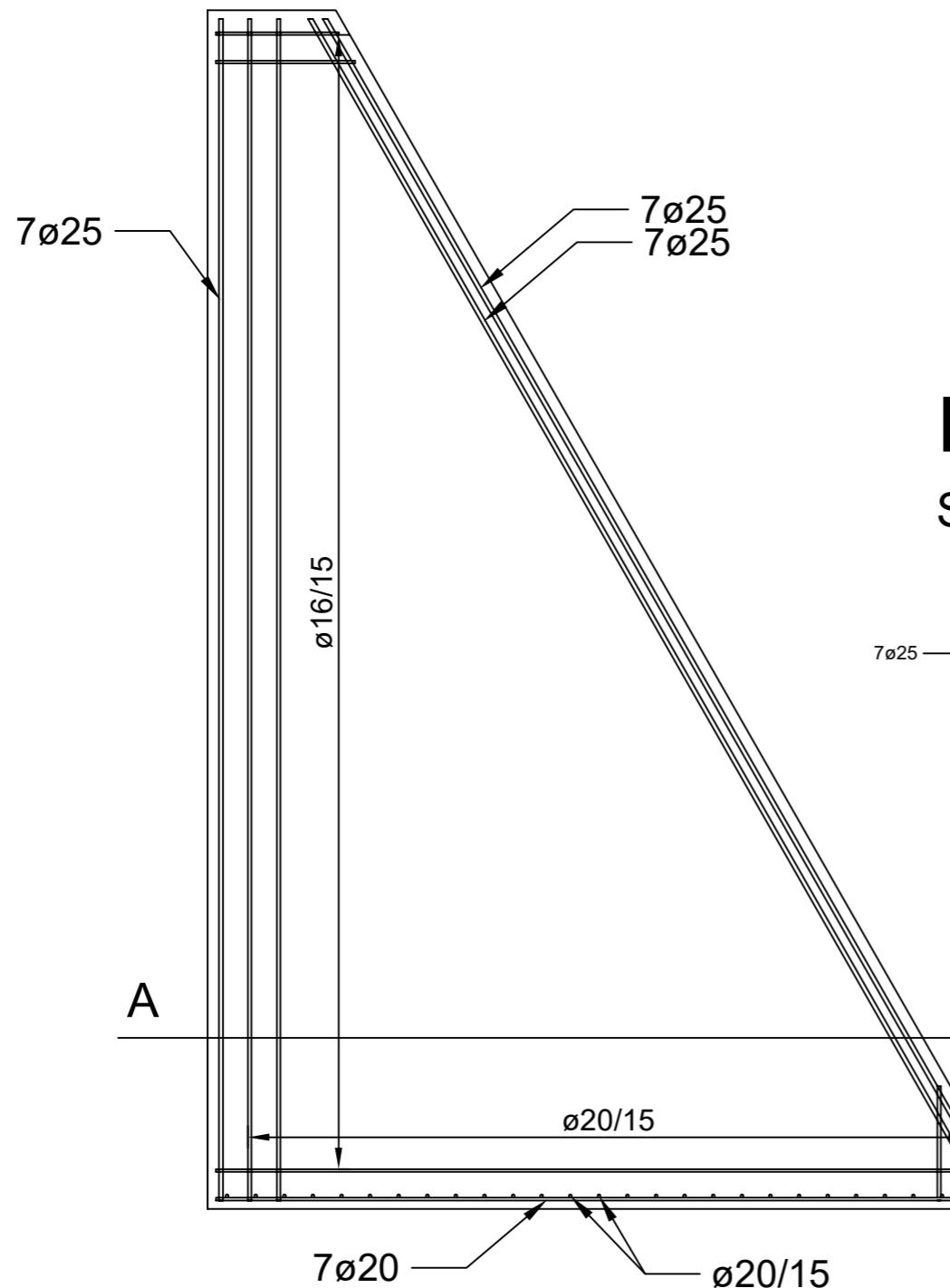
# PLANTA



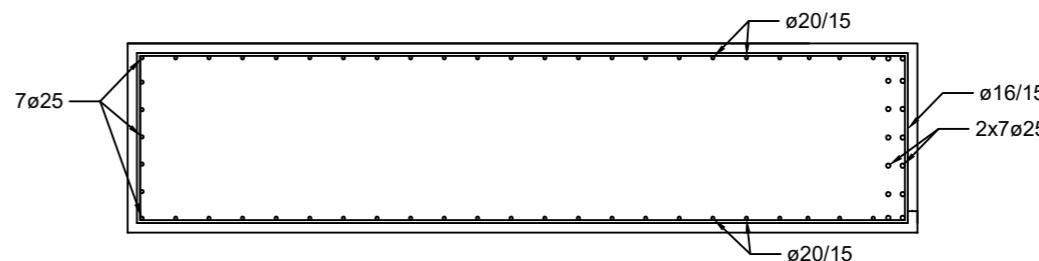
SECCIÓN TIPO - TABLERO  
E 1:20  
COTAS EN M



# ALZADO



## PLANTA SECCIÓN A-A'



A ————— A'

Tabla de longitud de anclaje y solape HA30 (CM)				
Ø	Ls1	Ls2	Lb1	Lb2
16	80	114	40	57
20	104	146	52	73
25	163	228	81	114

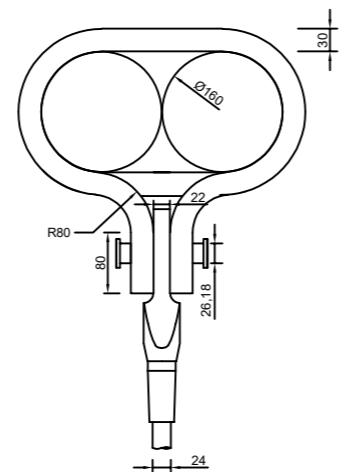
  

MATERIAL	DEFINICIÓN		NIVEL DE CONTROL	RECUBRIMIENTO NOM (MM)
HORMIGÓN	TORRES	HA-30/F/20/XS1	ESTADÍSTICO	50
HORMIGÓN	TABLERO	HA-30/F/20/XS1	ESTADÍSTICO	50
ACERO	LAMINADO	S355J2	NORMAL	-
ACERO	CABLES PRINCIPALES	Y1860S7	NORMAL	-
ACERO	CABLES DE RETENIDA	Y1860S8	NORMAL	-
ACERO	PÉNDOLAS	S460	NORMAL	-
ACERO	ARMADURA PASIVA	B500S	NORMAL	-

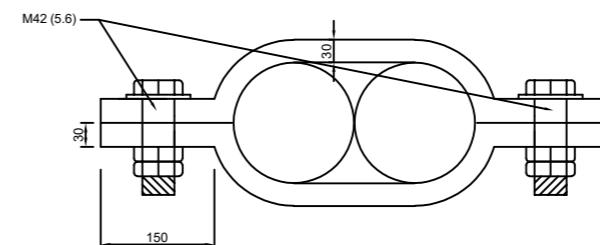
\*EL CEMENTO EMPLEADO DEBE CUMPLIR CON CARACTERÍSTICAS M&R\*

# DETALLE ABRAZADERA CABLE PRINCIPAL

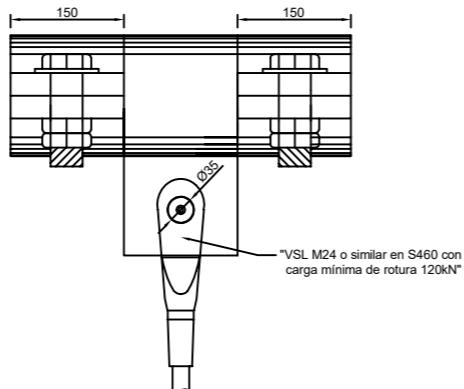
ABRAZADERA PRINCIPAL



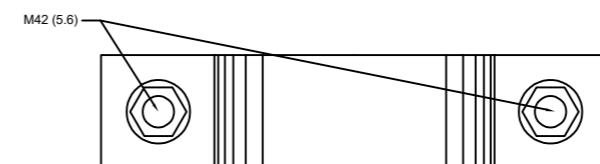
ABRAZADERA SECUNDARIA



ABRAZADERA COMPLETA

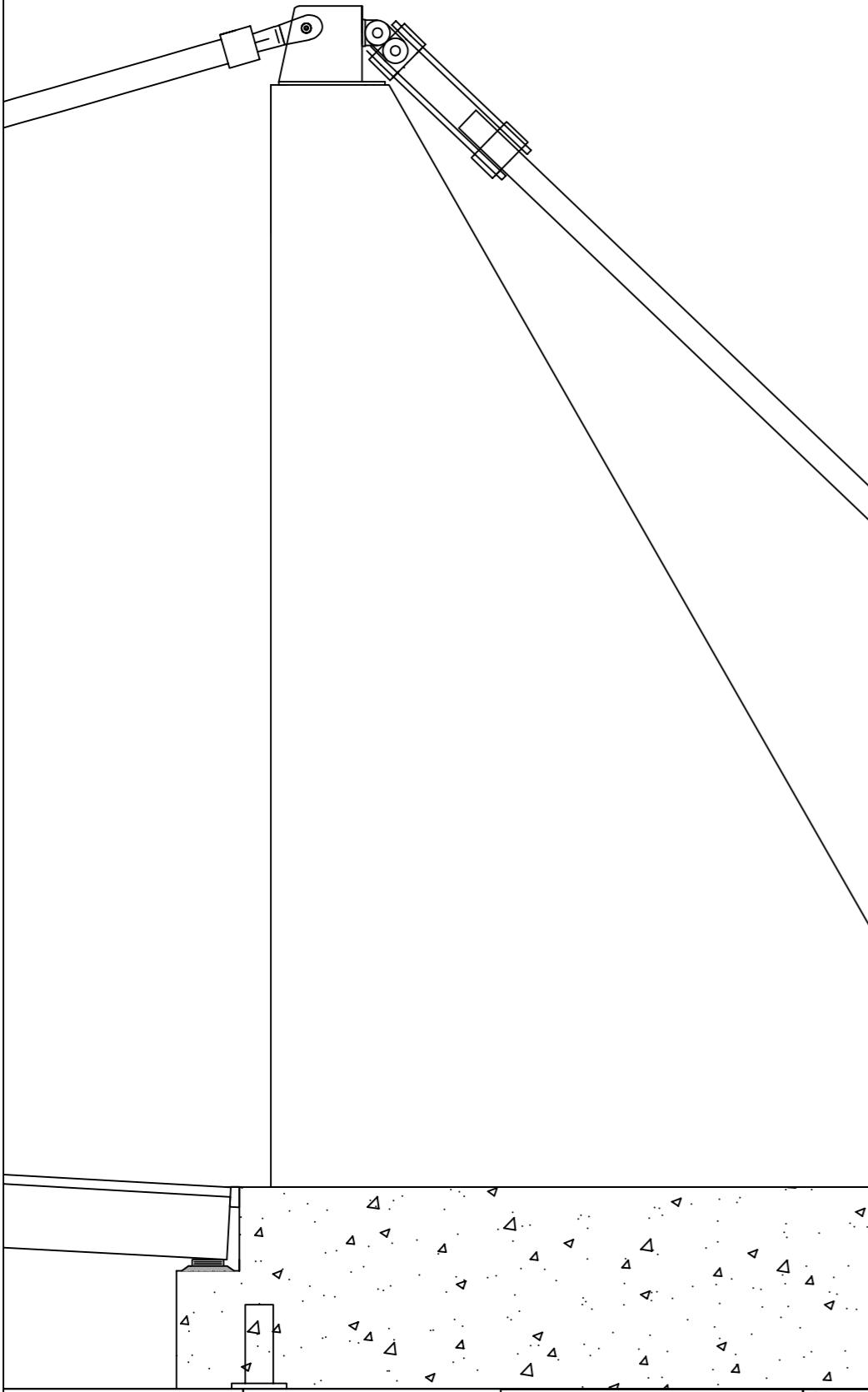


ABRAZADERA SECUNDARIA

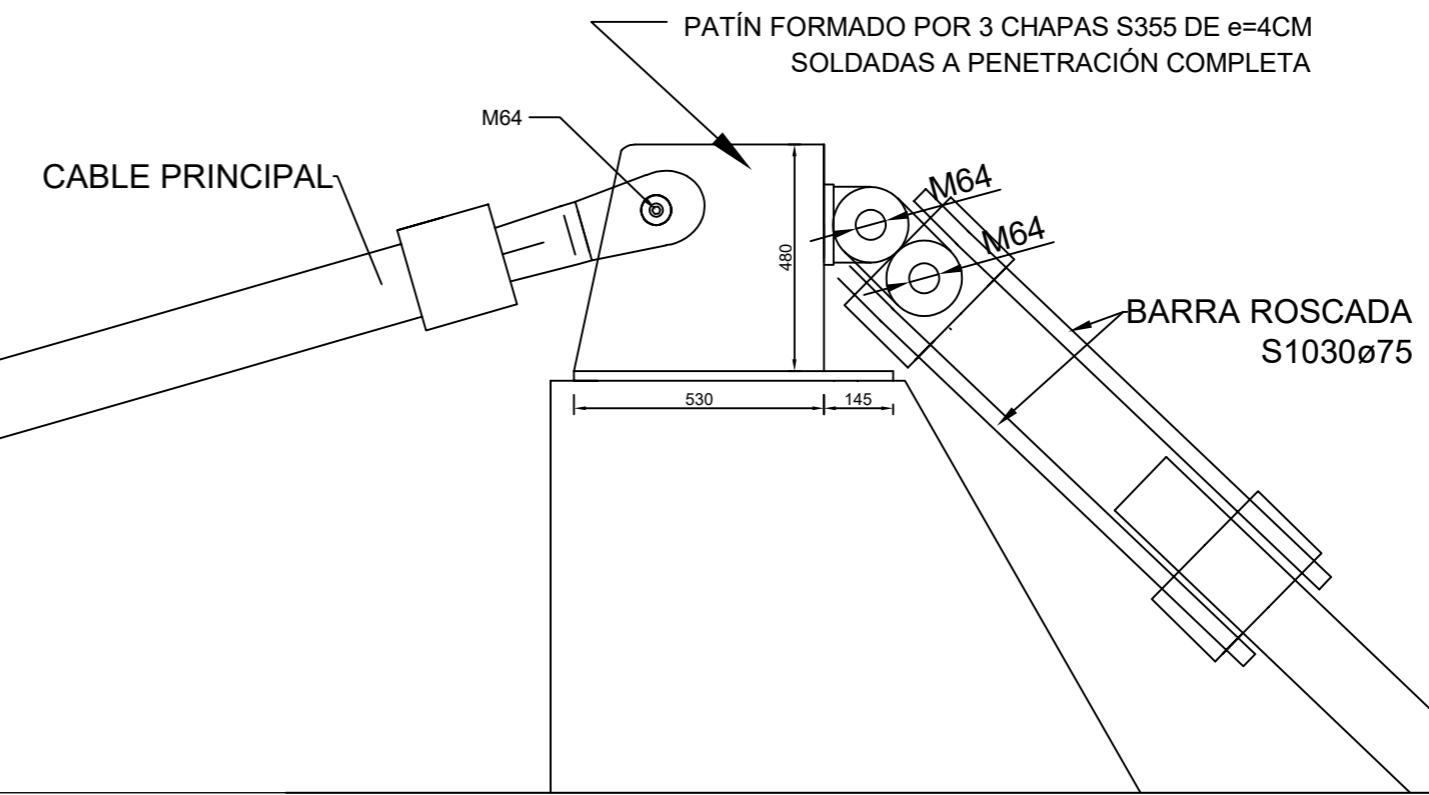


COTAS EN MM

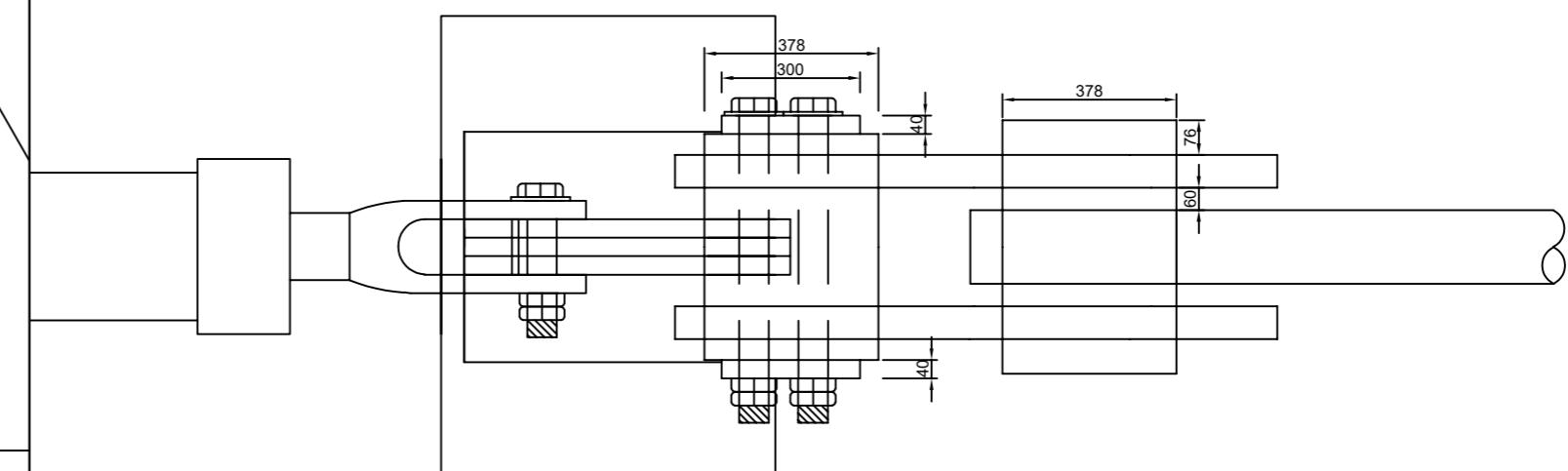
ALZADOTORRE E 1:40  
COTAS EN MM



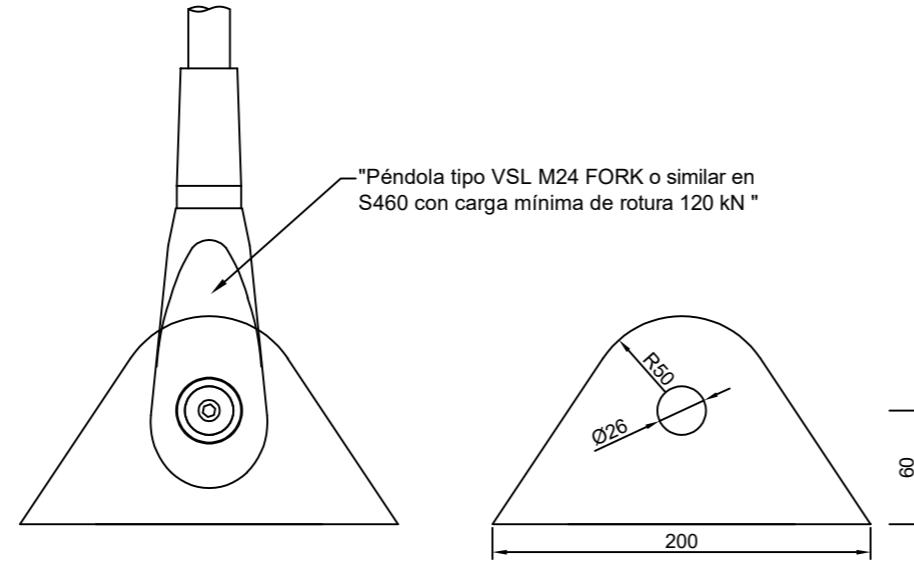
ALZADO SUJECIÓN DE  
CABLES SOBRE TORRE E 1:16  
COTAS EN MM



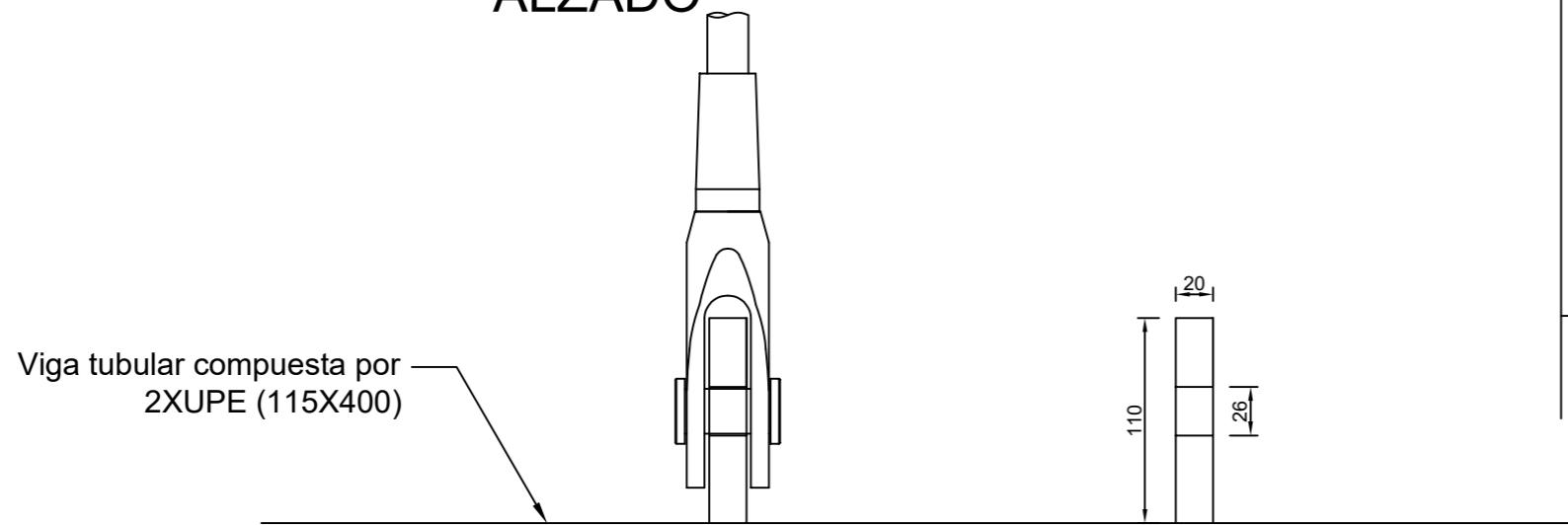
PLANTA SUJECIÓN DE CABLES  
SOBRE TORRE E 1:16  
COTAS EN MM



## PERFIL



**ALZADO**



## COTAS EN MM

## DISPOSICIÓN TABLERO

ALZADO

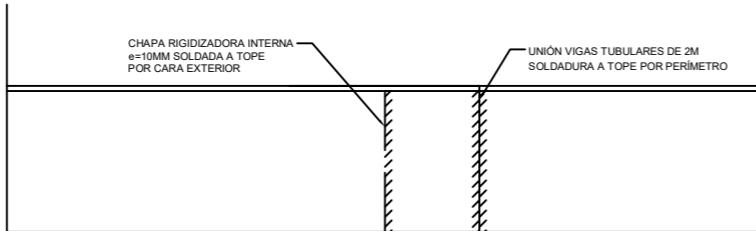
PLANTA

ALZADO

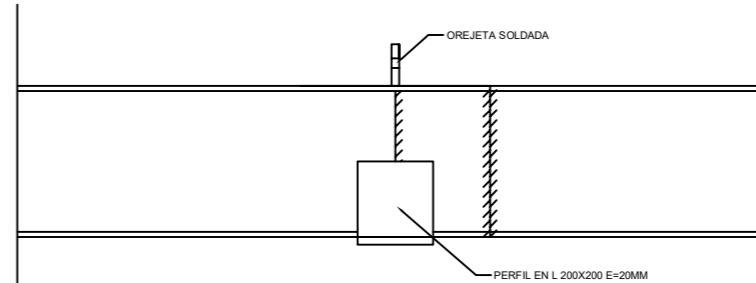
PLANTA

COTAS EN MM

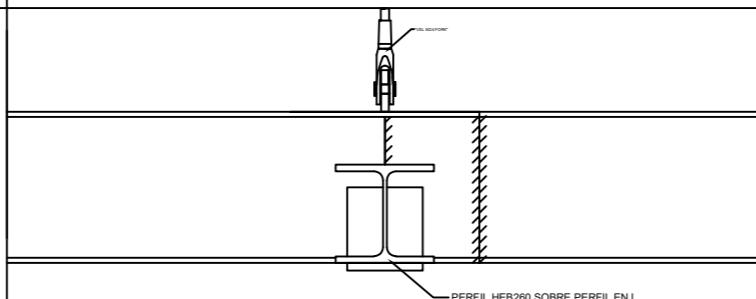
1



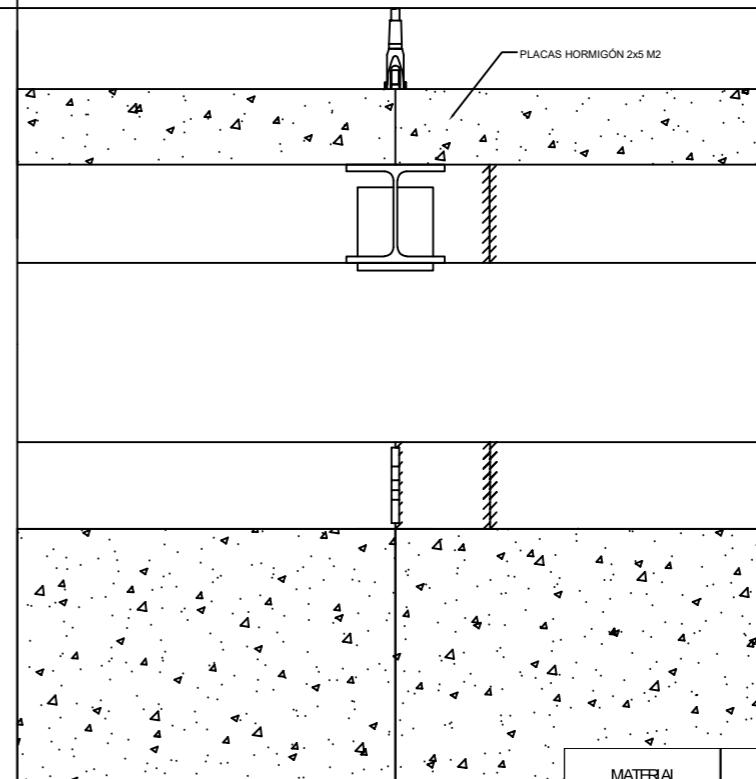
2



3



4

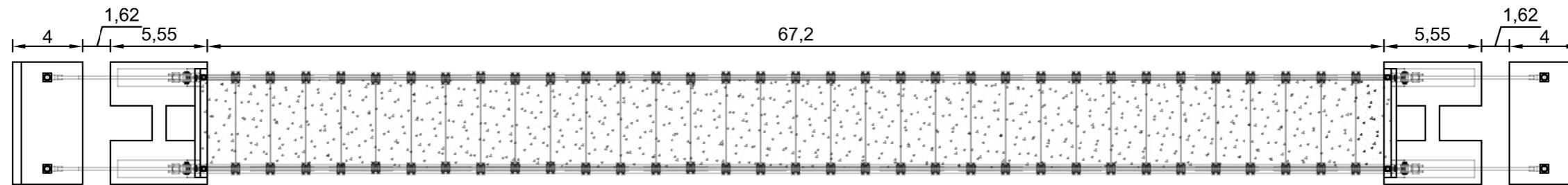


MATERIAL	DEFINICIÓN		NIVEL DE CONTROL	RECUBRIMIENTO NOM (MM)
HORMIGÓN	TORRES	HA-30/F/20/XSI	ESTADÍSTICO	50
HORMIGÓN	TABLERO	HA-30/F/20/XSI	ESTADÍSTICO	50
ACERO	LAMINADO	S355J2	NORMAL	-
ACERO	CABLES PRINCIPALES	Y1860S7	NORMAL	-
ACERO	CABLES DE RETENIDA	Y1860S8	NORMAL	-
ACERO	PÉNDOLAS	S460	NORMAL	-
ACERO	ARMADURA PASIVA	B500S	NORMAL	-

PLANTA ZAPATAS CIMENTACIÓN

E 1:300

COTAS EN M

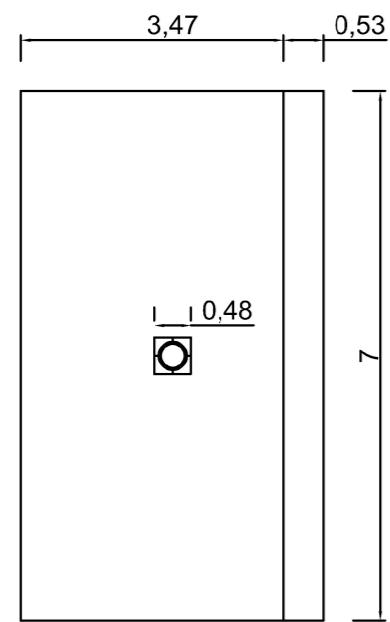


ZAPATAS CIMENTACIÓN CABLE DE RETENIDA

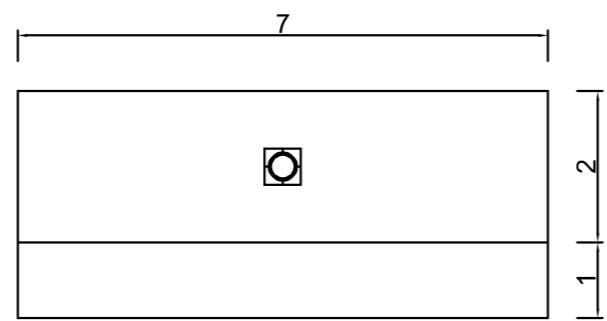
E 1:100

COTAS EN M

PLANTA



ALZADO

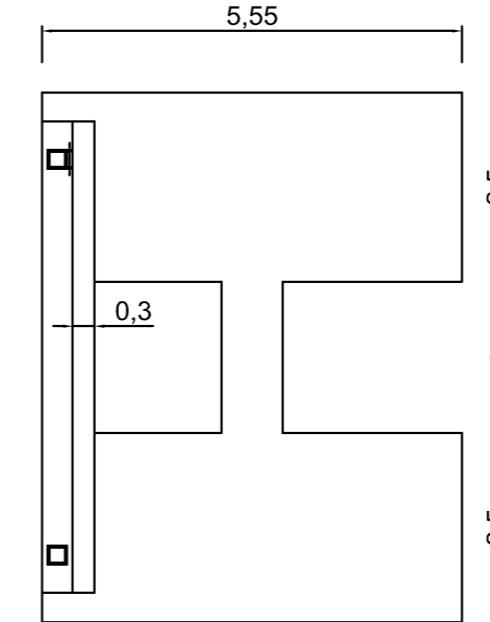


PLANTA ZAPATAS CIMENTACIÓN TORRES

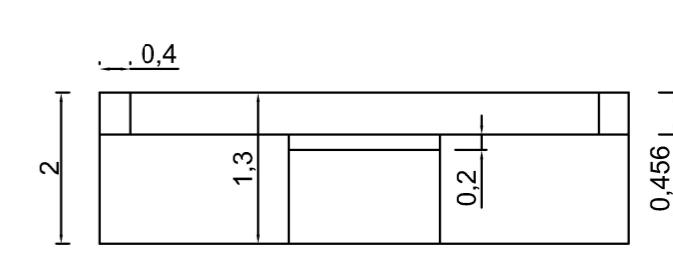
E 1:100

COTAS EN M

PLANTA



ALZADO

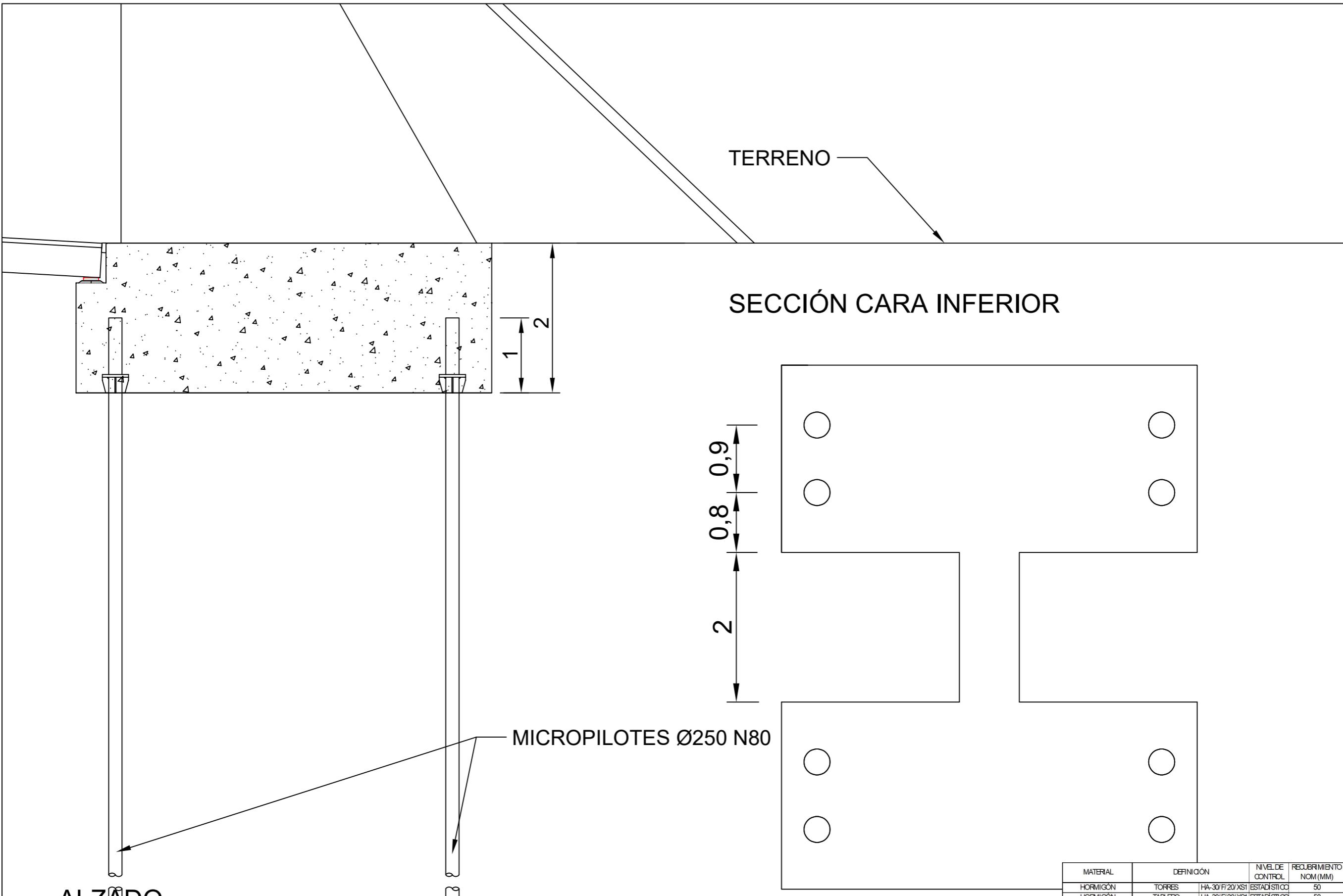


COTAS EN M



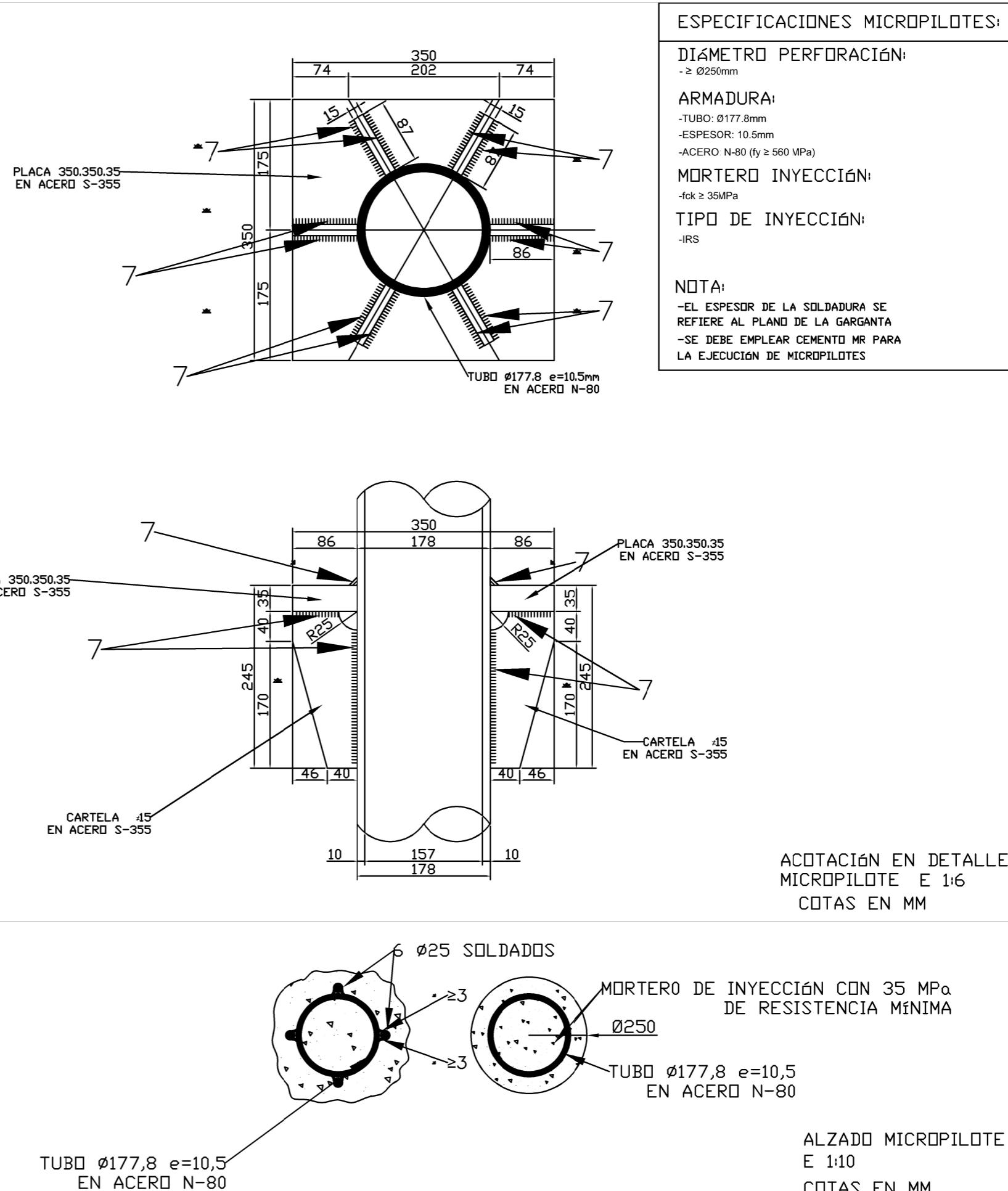
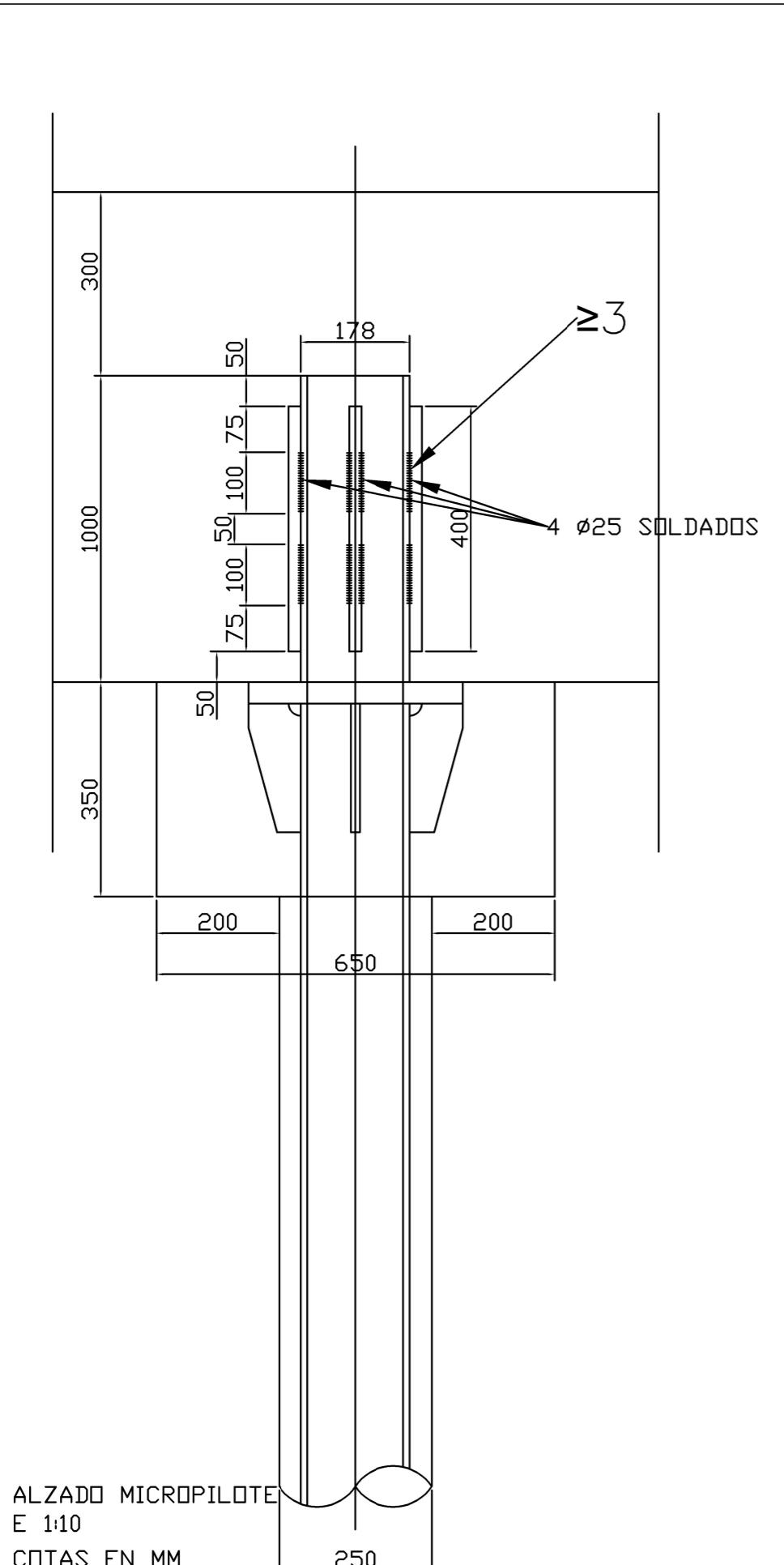
MATERIAL	DEFINICIÓN	NIVEL DE CONTROL	RECUBRIMIENTO NOM (MM)
HORMIGÓN	TORRES	HA-30/F20/XS1 ESTADÍSTICO	50
HORMIGÓN	TABLERO	HA-30/F20/XS1 ESTADÍSTICO	50
HORMIGÓN	MICROPILOTES	HA-30/F20/XS1 ESTADÍSTICO	50
ACERO	LAMINADO	S355J2	NORMAL
ACERO	CABLES PRINCIPALES	Y1860S7	NORMAL
ACERO	CABLES DE RETENIDA	Y1860S7	NORMAL
ACERO	PENDOLAS	S460	NORMAL
ACERO	ARMADURA PASIVA	B500S	NORMAL

\*EL CEMENTO EMPLEADO DEBE CUMPLIR CON CARACTERÍSTICAS SMR



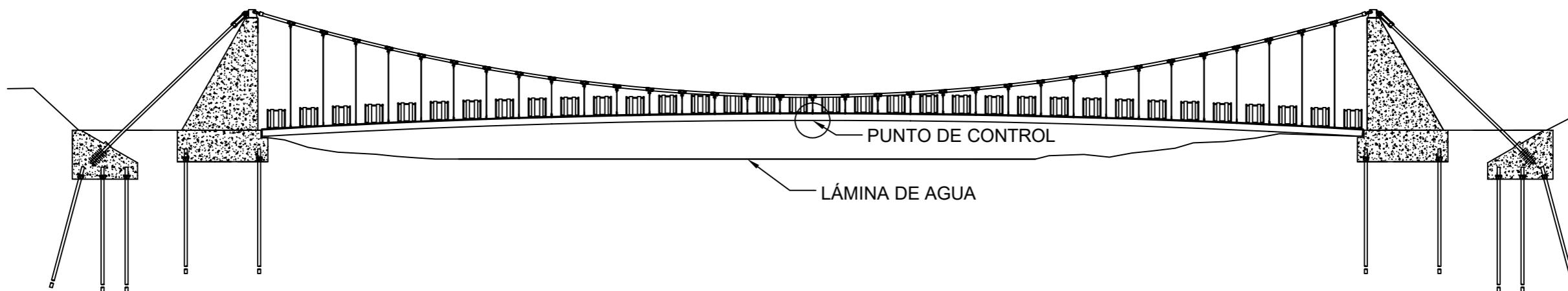
MATERIAL	DEFINICIÓN	NIVEL DE CONTROL	RECUBRIMIENTO NOM (MM)
HORMIGÓN	TORRES	HA-30/F20/XS1 ESTADÍSTICO	50
HORMIGÓN	TABLERO	HA-30/F20/XS1 ESTADÍSTICO	50
HORMIGÓN	MICROPILOTES	HA-30/F20/XS1 ESTADÍSTICO	50
ACERO	LAMINADO	S355J2	NORMAL
ACERO	CABLES PRINCIPALES	Y1860S7	NORMAL
ACERO	CABLES DE RETENCIÓN	Y1860S7	NORMAL
ACERO	PENDOLAS	S460	NORMAL
ACERO	ARMADURA PASIVA	B500S	NORMAL

\*EL CEMENTO EMPLEADO DEBE CUMPLIR CON CARACTERÍSTICAS M.R.

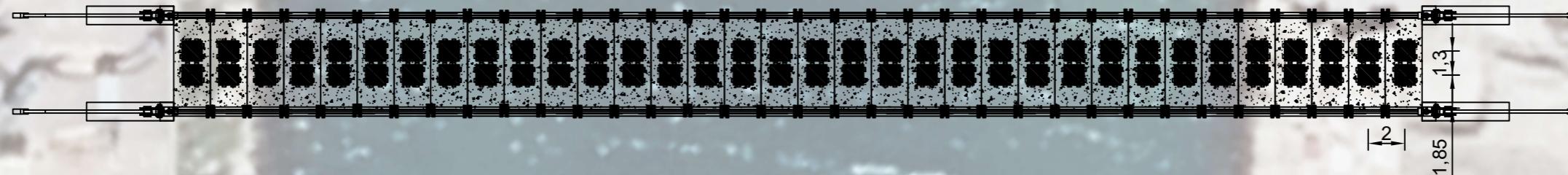


ESPECIFICACIONES MICROPILOTES:	
DIÁMETRO PERFORACIÓN:	- ≥ Ø250mm
ARMADURA:	-TUBO: Ø177.8mm -ESPESOR: 10.5mm -ACERO N-80 ( $f_y \geq 560$ MPa)
MÓRTERO INYECCIÓN:	- $f_{ck} \geq 35$ MPa
TIPO DE INYECCIÓN:	-IRS
NOTA:	-EL ESPESOR DE LA SOLDADURA SE REFIERE AL PLANO DE LA GARGANTA -SE DEBE EMPLEAR CEMENTO MR PARA LA EJECUCIÓN DE MICROPILOTES

**ALZADO**  
E 1:300



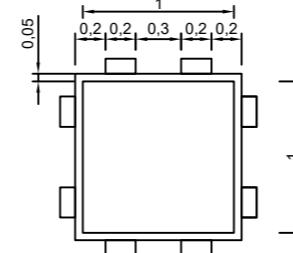
**PLANTA**  
E 1:300



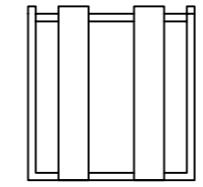
**SECCIÓN DEPÓSTOS**  
E 1:50

COTAS EN M

SECCIÓN DEPÓSITO 1M<sup>3</sup>  
VISTA EN PLANTA

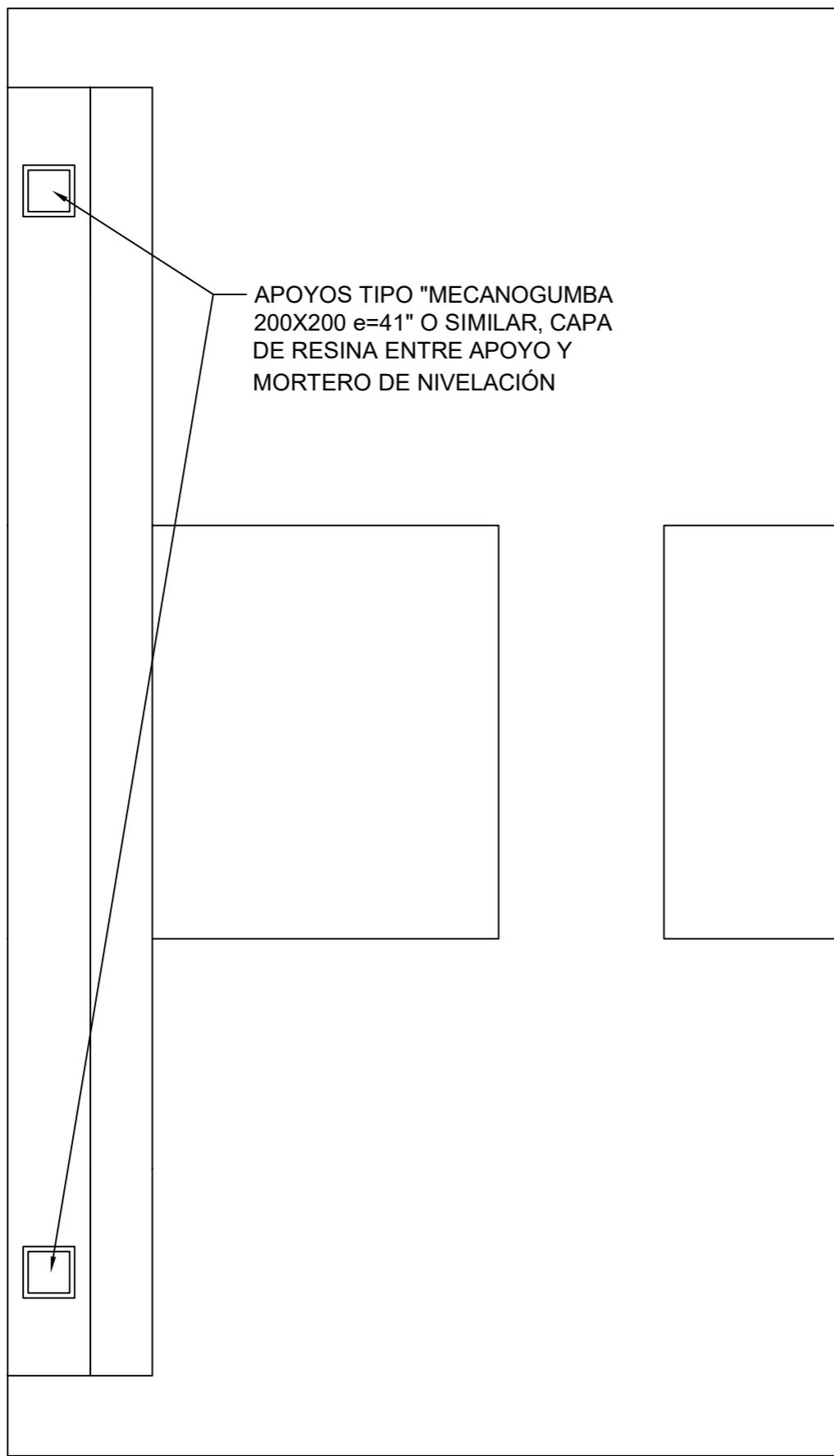


SECCIÓN DEPÓSITO 1M<sup>3</sup>  
VISTA EN ALZADO

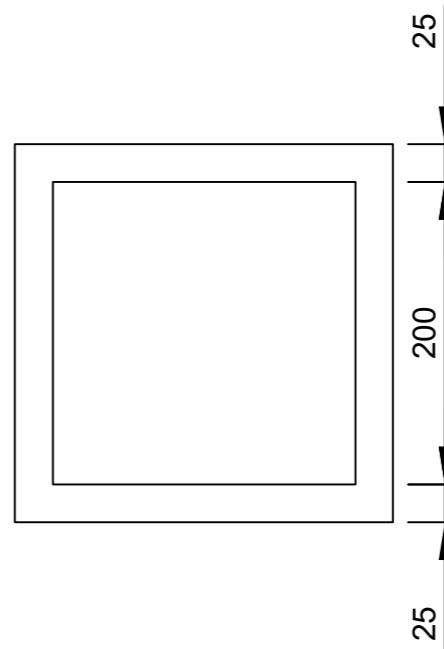


Etapa	Flecha esperada en el CL (M)	Flecha máxima admisible (M)
1	0,1819	0,2112

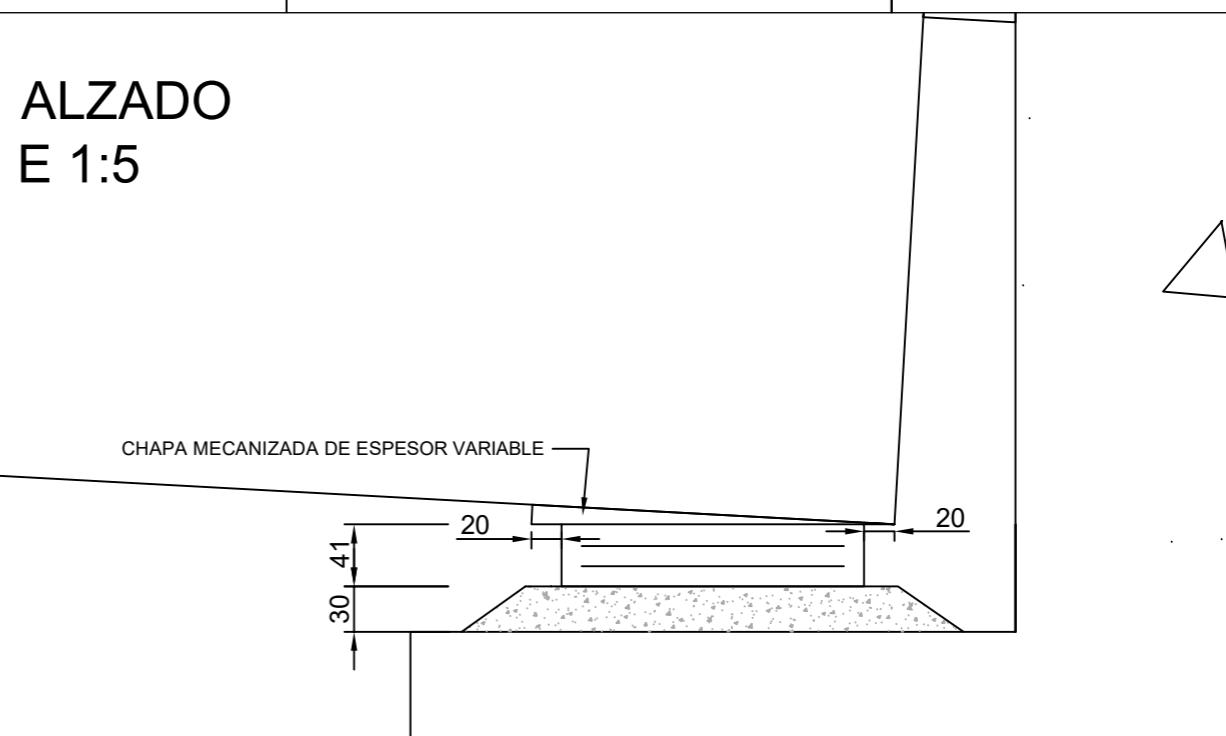
**PLANTA**  
E 1:30



**PLANTA**  
E 1:5

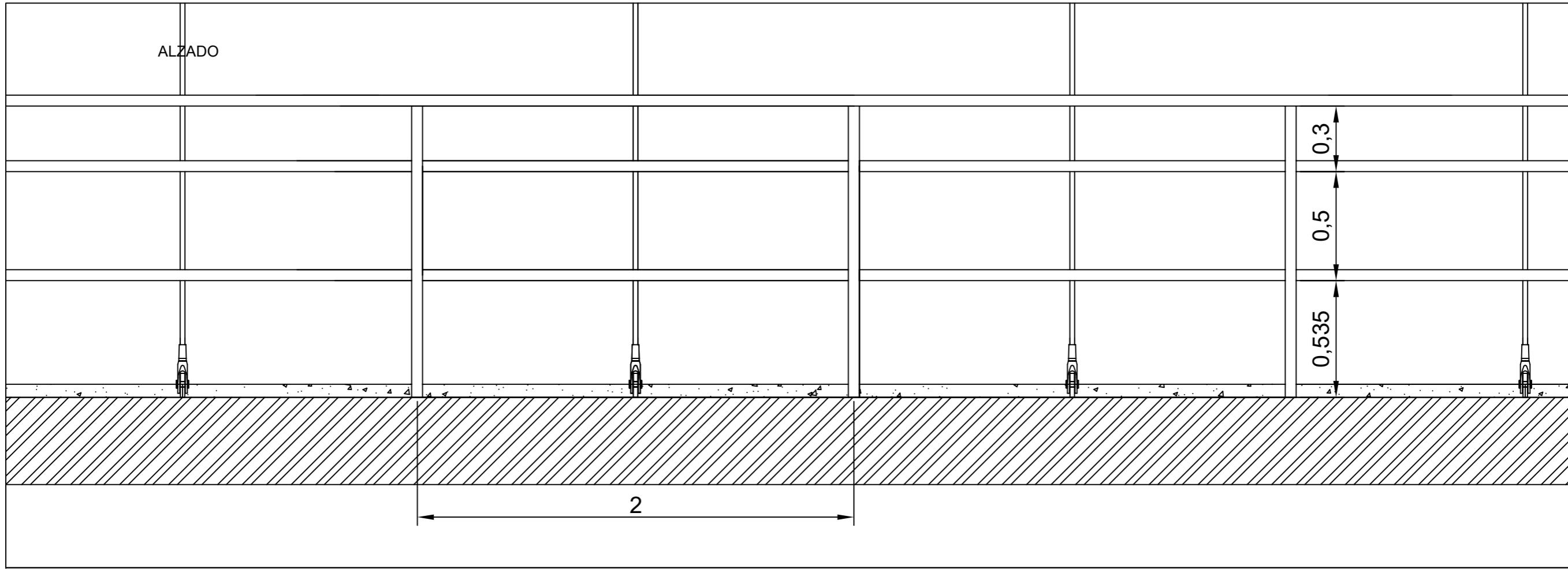


**ALZADO**  
E 1:5



COTAS EN MM

ALZADO



SECCIÓN TIPO

