

ANEJO N°8

# **Estación de Hospital**



# ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>2. EMPLAZAMIENTO</b>	<b>3</b>
<b>3. ESQUEMA FUNCIONAL</b>	<b>6</b>
3.1 NIVEL DE ANDENES	6
3.1.1 Andenes	6
3.1.2 Cuartos Técnicos	7
3.2 NIVEL DE MEZZANINA	7
3.2.1 Vestíbulo	8
3.2.2 Cuartos Técnicos	8
3.3 ACCESOS	9
<b>4. DIMENSIONAMIENTO FUNCIONAL</b>	<b>11</b>
<b>5. ESTRUCTURAS INTERIORES DE LA CAVERNA DE ESTACIÓN</b>	<b>19</b>
5.1 ESTRUCTURA DE ANDENES	19
5.2 ESTRUCTURA DE SOPORTE DE VIAS	19
5.3 ESTRUCTURA DE CUARTOS TECNICOS	20
5.3.1 Cuartos técnicos de inicio de estación	20
5.3.2 Cuartos técnicos de final de estación	21
5.4 ESTRUCTURA DE MEZZANINA Y ESCALERAS ANDEN-MEZZANINA	21
<b>6. ACCESOS EXTERIORES</b>	<b>23</b>
6.1 BATERÍA DE ASCENSORES Y CAÑÓN DE ACCESO DESDE EL HOSPITAL	23
6.1.1 Entibaciones provisionales	24
6.2 CAÑÓN DE ACCESO USANSOLO	25
6.2.1 Entibaciones provisionales	26
6.3 CAÑÓN DE ACCESO LABEAGA	27
6.3.1 Entibación	27
<b>7. VENTILACIONES</b>	<b>29</b>
7.1 VENTILACIÓN DE EMERGENCIA DE LA ESTACIÓN	29
7.2 VENTILACIÓN DE EMERGENCIA 1	30
7.2.1 Entibación	30
7.2.2 Arqueta de Ventilación de emergencia 1	30
7.2.2.1 Normativa Utilizada.	31
7.2.2.2 Calidades de los Materiales.	31

Anejo nº8: Estación de Hospital

Página i

L5-GH-AN08\_EstcHospital

PROYECTO CONSTRUCTIVO DE LA LÍNEA 5 DEL FERROCARRIL METROPOLITANO DE BILBAO  
TRAMO GALDAKAO-HOSPITAL



## ÍNDICE *(continuación)*

7.2.2.3 Coeficientes de Seguridad en Estado Límite Último (ELU).	32
7.2.2.4 Bases de Cálculo y Dimensionamiento.	32
7.2.2.4.1 Acciones.	32
7.2.2.4.2 Condiciones de Servicio.	33
7.2.2.4.3 Modelo de Cálculo y Dimensionamiento.	33
7.3 VENTILACIÓN DE EMERGENCIA 2	34
7.3.1 Entibación	35
7.3.2 Arqueta de Ventilación de emergencia 2	35
7.3.2.1 Normativa Utilizada.	35
7.3.2.2 Calidades de los Materiales	36
7.3.2.3 Coeficientes de Seguridad en Estado Límite Último (ELU).	36
7.3.2.4 Bases de Cálculo y Dimensionamiento.	37
7.3.2.4.1 Acciones.	37
7.3.2.4.2 Condiciones de Servicio.	37
7.3.2.4.3 Modelo de Cálculo y Dimensionamiento	38
7.4 VENTILACIÓN DEL SISTEMA E.B.A.	39
7.4.1 Entibación	39
7.4.2 Arqueta de Ventilación del Sistema E.B.A.	40
7.4.2.1 Normativa Utilizada.	40
7.4.2.2 Calidades de los Materiales.	41
7.4.2.3 Coeficientes de Seguridad en Estado Límite Último (ELU).	41
7.4.2.4 Bases de Cálculo y Dimensionamiento.	41
7.4.2.4.1 Acciones.	41
7.4.2.4.2 Condiciones de Servicio.	42
7.4.2.4.3 Modelo de Cálculo y Dimensionamiento.	42
7.4.3 Estructura Interna del Sistema E.B.A.	43
<b>8. EDÍCULOS DE SALIDA DE CAÑONES</b>	<b>44</b>
8.1 FOSTERITO	44
8.2 ASCENSORES	44
<b>9. RED DE DRENAJE</b>	<b>45</b>
9.1 DESCRIPCIÓN DE LA RED DE DRENAJE	45
9.2 DIMENSIONAMIENTO DE LOS POZOS DE BOMBEO	47
9.2.1 Caudal de Diseño	47
9.2.2 Altura de Bombeo	47

Anejo nº8: Estación de Hospital

Página ii



## ÍNDICE *(continuación)*

9.2.3 Tuberías de Impulsión de Agua de Drenaje	47
9.2.3.1 Estación de hospital	47
<b>10. ABASTECIMIENTO DE AGUA</b>	<b>48</b>
10.1 RED DE ABASTECIMIENTO	48
10.2 COLUMNA HÚMEDA	49
10.3 COLUMNA SECA	50
<b>11. RED ELÉCTRICA Y TELEFÓNICA</b>	<b>51</b>

## APÉNDICE Nº 8.1. ESTRUCTURAS DE ESTACIÓN. NOTAS DE CÁLCULO

Anejo nº8: Estación de Hospital

Página iii

L5-GH-AN08\_EstcHospital

PROYECTO CONSTRUCTIVO DE LA LÍNEA 5 DEL FERROCARRIL METROPOLITANO DE BILBAO  
TRAMO GALDAKAO-HOSPITAL





## 1. INTRODUCCIÓN

El objeto del presente Anejo es la descripción, diseño y dimensionamiento de los diferentes elementos que conforman la Estación de Hospital, perteneciente al Galdakao-Hospital de la Línea 5 del Ferrocarril Metropolitano de Bilbao.

La estación es subterránea en su totalidad y su diseño responde a la estación tipo del resto de líneas del Ferrocarril Metropolitano de Bilbao. Construidas en caverna tienen todas el mismo esquema funcional por motivos de seguridad y de calidad de servicio. Por seguridad, disponen de doble vestíbulo con salida independiente a la calle y por calidad de servicio poseen al menos dos cañones de acceso, lo que permite situar las bocas de salida en puntos alejados entre sí, optimizando el acceso a la estación de la población servida.

A lo largo del presente Anejo se pasará primero revista a las características propias de la estación, para abordar luego el dimensionamiento de los elementos que componen la misma.

Desde el punto de vista del diseño funcional, los cálculos desarrollados incluyen el número de canceladoras necesarias para garantizar el funcionamiento de la estación en condiciones normales de explotación. Asimismo, se obtienen las dimensiones de pasillos y escaleras de cara a cumplir las exigencias de evacuación en caso de emergencia. Todo ello se recoge en el apartado 4, “Dimensionamiento Funcional de la Estación”.

Una vez establecido el diseño funcional, se procede a realizar el análisis de las estructuras interiores de la caverna, análisis que queda reflejado en el apartado 5, que se completa con los cálculos recogidos en el Apéndice 8.1.

La estación lleva consigo además una serie de elementos estructurales asociados, es el caso de los cañones de acceso, ascensores, ventilaciones de emergencia, ventilación del sistema EBA, etc. En los apartados 6 y 7 se describen y analizan estructuralmente estos elementos agrupados en: accesos exteriores y ventilaciones.

- Accesos Exteriores:
  - Batería de ascensores de acceso al Hospital de Galdakao
  - Cañón de acceso desde Labeaga
  - Cañón de acceso desde Usansolo
  - Ascensor de acceso para usuarios de movilidad reducida.
- Ventilaciones
  - Ventilación de Emergencia 1

Anejo nº8: Estación de Hospital

Página 1

L5-GH-AN08\_EstcHospital

PROYECTO CONSTRUCTIVO DE LA LÍNEA 5 DEL FERROCARRIL METROPOLITANO DE BILBAO  
TRAMO GALDAKAO-HOSPITAL



- Ventilación de Emergencia 2
- Ventilación del Sistema E.B.A

Anejo nº8: Estación de Hospital

Página 2

L5-GH-AN08\_EstcHospital

**PROYECTO CONSTRUCTIVO DE LA LÍNEA 5 DEL FERROCARRIL METROPOLITANO DE BILBAO  
TRAMO GALDAKAO-HOSPITAL**



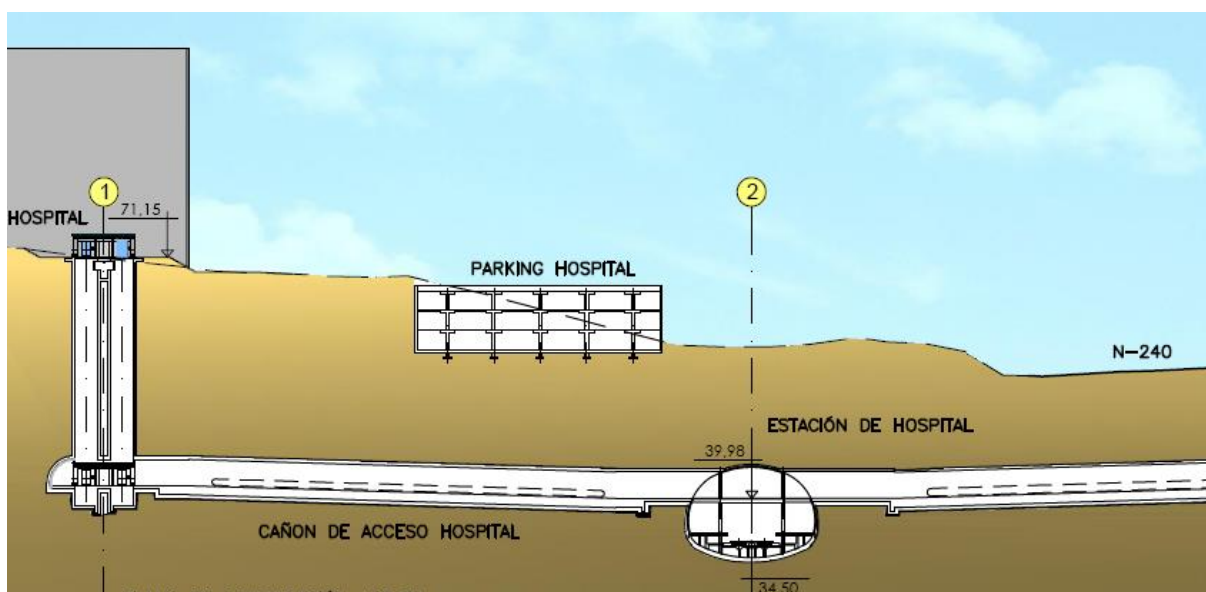
## 2. EMPLAZAMIENTO

La Estación de Hospital se implanta dentro del término municipal de Galdakao y más concretamente en el Barrio de Labeaga, en las inmediaciones del Hospital Comarcal de Galdakao y el Barrio de Usansolo.

La caverna de estación se ubica inmediatamente al este de la N-240, a la altura de la intersección que da acceso al Hospital y al Barrio de Usansolo, quedando enmarcada entre la carretera y el edificio de aparcamientos del Hospital y siendo su orientación paralela a éste último. La caverna tiene una longitud interior de 108 metros entre extremos (PK 5+989,572 a PK 6+097,572), coincidiendo el inicio y final de la excavación de la misma con el PK 5+988,872 y el PK 6+098,272 del eje de trazado.

Su emplazamiento viene condicionado por las propias instalaciones hospitalarias, y los servicios que allí se prestan, así como por la presencia de la Carretera N-240, a una cota muy por debajo de la del Hospital, ubicado en un alto.

La cota de la caverna está condicionada seriamente por la presencia de la N-240 y el edificio de aparcamientos del Hospital, lo que genera una diferencia de cota considerable entre el vestíbulo de la estación y la entrada al Hospital, que sólo podrá salvarse mediante una batería de ascensores.



La orientación elegida para la estación viene dada tanto por los condicionantes anteriormente descritos, como por la necesidad de optimizar los accesos a la caverna desde el propio Hospital y desde los barrios de Usansolo y Labeaga. Ha influido además la necesidad de hacerla compatible con la nueva urbanización residencial que tiene previsto desarrollar el Ayuntamiento de Galdakao en el Barrio de Labeaga, que incluye un aparcamiento subterráneo y una gran plaza.

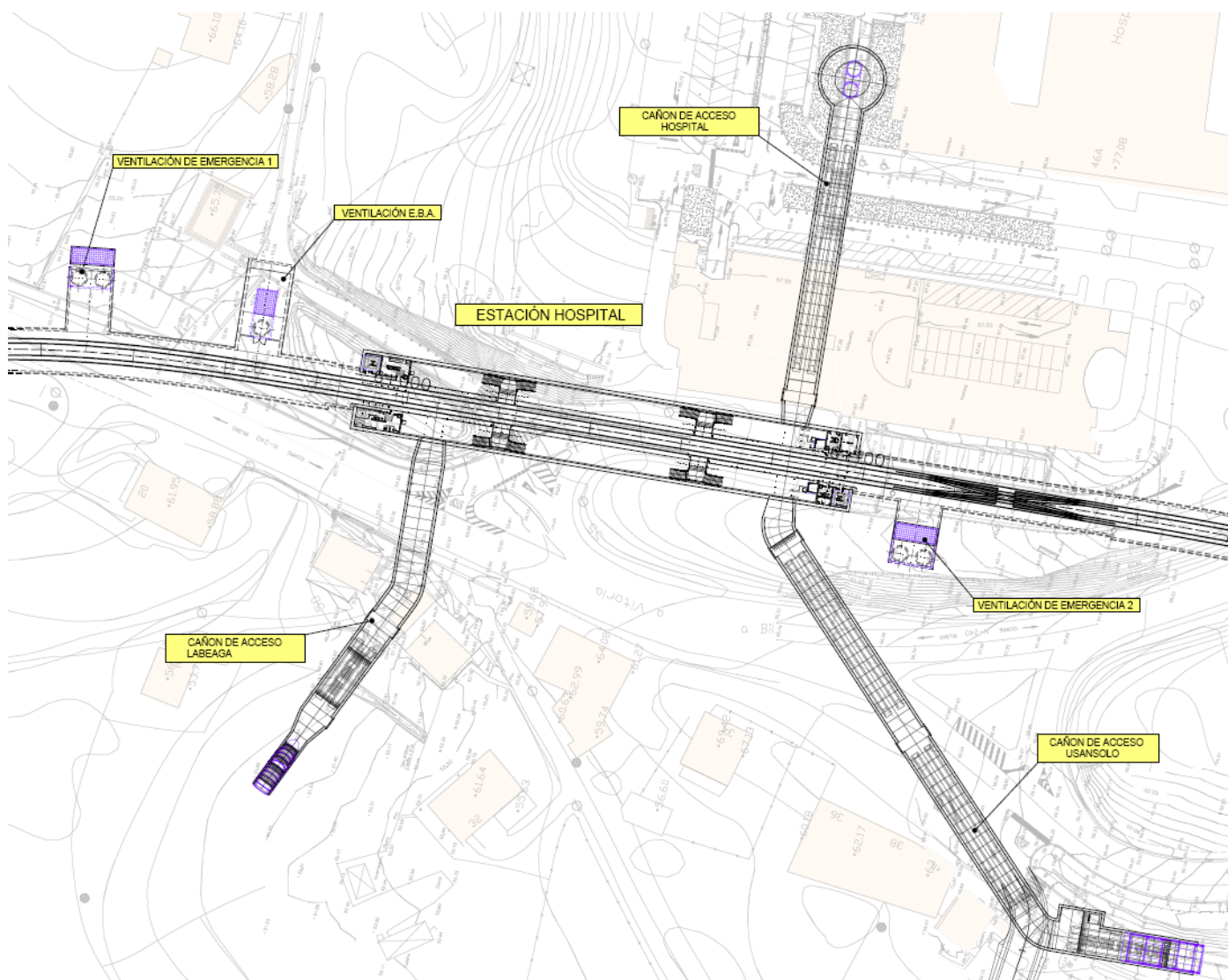
Anejo nº8: Estación de Hospital

Página 3

PROYECTO CONSTRUCTIVO DE LA LÍNEA 5 DEL FERROCARRIL METROPOLITANO DE BILBAO  
TRAMO GALDAKAO-HOSPITAL

L5-GH-AN08\_EstcHospital

Puesto que la caverna de estación necesita dos salidas de emergencia, y dado que el cañón de Hospital no puede contemplarse como tal, al tratarse de una salida mecanizada (batería de ascensores), será necesario contar con dos salidas adicionales a superficie, una por testero. Se decide dotar a ambas salidas de características geométricas adecuadas para convertirlas en cañón de acceso, lo que permitiría en un futuro contar con tres accesos a la estación.



Así pues, la estación contaría con tres cañones de acceso: Hospital, Usansolo y Labeaga, formando sus salidas un triángulo dentro del cual queda enmarcada la caverna de estación.

- Batería de ascensores de acceso al Hospital.

El cañón de salida arranca del hastial izquierdo (PKs crecientes) de la caverna en ángulo recto y su trazado en planta y alzado es rectilíneo, con una pendiente muy suave, apto para personas de movilidad reducida (PMR) y compatible con la instalación de pasillos rodantes.

Una batería de dos ascensores permite superar los casi treinta metros de desnivel existentes entre el cañón y la superficie. Los ascensores emergen frente a la fachada Norte del Hospital, cercanos a los principales accesos al mismo.

- Cañón con ascensor de acceso desde Usansolo.

Se plantea un acceso peatonal apto para PMR, que permitiría además el acceso libre desde la Estación de Autobuses hasta el Hospital, a través de la propia caverna de estación. Se diseña un cañón en suave pendiente apto para la instalación de pasillos rodantes. Esta solución no permite salvar directamente el desnivel existente entre la mezzanina y la nueva plaza, por lo que es necesario disponer, en la salida a la plaza, escaleras mecánicas y un ascensor para PMR.

El cañón sale a superficie coincidiendo con la futura gran plaza prevista por el planeamiento municipal para el Sector Labeaga, habiéndose adoptado la cota de salida prevista para la futura urbanización.

Esta disposición de accesos consigue además acercar la estación a los vecinos de Usansolo, y supone un nuevo acceso peatonal al Hospital desde este barrio, al permitir acceder a la caverna de estación y desde ésta al propio Hospital, utilizando la batería de ascensores. Se facilitaría así un trayecto que actualmente se caracteriza por la elevada diferencia de cota.

- Cañón de acceso al Barrio de Labeaga (y Uraska).

La salida se ubica en el Barrio de Labeaga y daría servicio también a la zona de Uraska y a los futuros desarrollos urbanísticos previstos en las Áreas de Labeaga y Bekea. Esta disposición aumenta la distancia entre accesos lo que aumenta el área de servicio de la Estación.

### 3. ESQUEMA FUNCIONAL

Las estaciones desempeñan dentro del F.M.B. la función clave de conectar los trenes con la vía pública, esta función no se reduce a facilitar el acceso y salida de los usuarios a los mismos, sino que implica aspectos relativos a la expedición, control y verificación de los títulos de transporte que articulan este proceso.

Las estaciones dan cabida además a diversos equipos relacionados con el funcionamiento y mantenimiento de las mismas, así como otros relacionados con la operación de la propia línea.

Para cumplir todas estas funciones las estaciones constan de: cuartos técnicos y de explotación, andenes, accesos a andenes, vestíbulo y accesos desde la vía pública al vestíbulo. Cada uno de estos escenarios da cabida a algunas de las funciones mencionadas.

Los criterios generales de diseño llevan a procurar que el tránsito entre la calle y el andén sea lo más corto posible y requiera el mínimo esfuerzo por parte de los viajeros. Para ello se disponen dos niveles a diferente altura en la caverna de estación: el nivel de andenes y el de mezzanina. Para comunicar ambos niveles se instalan, por un lado, los correspondientes tramos de escaleras y, por otro, para los usuarios con movilidad restringida, ascensores panorámicos.

#### 3.1 NIVEL DE ANDENES

Un metro y cinco centímetros (105 cm) por encima de la rasante de vía se sitúa el nivel de andenes, a cota 35,50. Esta zona de la estación constituye el espacio donde el viajero accede directamente al tren y en él se encuentran, además, parte de los cuartos técnicos de que consta la estación distribuidos en ambos extremos de la caverna.

##### 3.1.1 ANDENES

La disposición prevista en los dos recintos de estación es de andenes laterales, disposición que permite que los tráficos en cada sentido sean independientes entre sí con lo que las perturbaciones en uno de ellos no afectan al otro.

Se obtiene una longitud de andén útil de 91,20 metros mientras la anchura útil de andén garantizada es de 4,725 metros.

Tanto la iluminación, como el mobiliario (asientos, papeleras, paneles informativos, señalización, sistema de megafonía, etc.) a disponer en este espacio han de seguir la misma línea de diseño existente en las estaciones de las líneas 1,2 y 3 del F.M.B., lo que facilita la orientación y circulación de los usuarios dentro de la estación.

Anejo nº8: Estación de Hospital

Página 6

L5-GH-AN08\_EstcHospital



### 3.1.2 CUARTOS TÉCNICOS

Los cuartos técnicos se localizan en los extremos de la caverna, separados por los 91,20 m de andén útil, rematando los testeros de la estación.

Para la distribución de los locales destinados a cuartos técnicos, tanto en este nivel como en el de mezzanina, se han seguido las indicaciones dadas por ETS respecto a necesidades funcionales y de espacio en esta estación, teniendo en cuenta siempre la modulación marcada por los elementos prefabricados tipo que se utilizan en caverna.

El espacio total destinado a cuartos técnicos en la estación está en torno a los 370 m<sup>2</sup>. A nivel de andenes, los cuartos técnicos de inicio de estación ocupan una superficie en planta de 72,90 m<sup>2</sup>. Los de final de estación ocupan una superficie en planta de andenes de 53,50 m<sup>2</sup>.

A continuación se describen brevemente los cuartos técnicos ubicados a nivel de andenes:

#### Testero lado Sarratu:

- Cuarto de Seccionamiento de Catenaria.
- Centro de Transformación: en este cuarto acomete la red propia del F.M.B. a 13,2 kV que discurre a lo largo del túnel de línea para convertirse a baja tensión.
- Cuarto para Pozo de Bombeo con capacidad para dos bombas.

#### Testero lado Hospital:

- Cuarto para Pozo de Bombeo con capacidad para dos bombas.
- Cuarto de Filtros Biológicos y de Control de Agua: aquí viene a parar el desagüe del servicio situado en la planta superior y el del cuarto de limpieza situado en frente, con el fin de que las aguas fecales pasen por una primera depuración, antes de ser bombeadas a la red municipal.
- Cuarto de Baja Tensión CA-2.
- Cuarto de limpieza.

### 3.2 NIVEL DE MEZZANINA

El segundo nivel existente en la caverna se denomina nivel de mezzanina y queda 5,55 metros por encima de la rasante de vía y 4,50 metros por encima del andén. La comunicación entre ambos niveles se realiza a través de escaleras fijas, éstas son de tipo imperial por ser las que mejor se adaptan a la forma de la caverna y reducir además la invasión del andén. Para las personas de movilidad reducida se dispone de ascensores de tipo hidráulico situados dentro de la caverna

principal y accesibles desde el lado público de las barreras de entrada que transportan a los usuarios desde el vestíbulo a ambos andenes.

Este nivel no existe en toda la longitud de la estación, sino únicamente en las zonas más cercanas a los testeros, dejando por lo tanto un tramo central de unos 38 metros donde sólo hay nivel de andenes.

En este nivel, además de existir cuartos técnicos similares a los existentes en el inferior, se ubica el vestíbulo que da cabida a los sistemas de venta de billetes y de control del tráfico de personas que acceden al ferrocarril metropolitano.

La zona destinada a cuartos técnicos se ubica en las estructuras de hormigón armado implantadas en cada extremo de la caverna a tal efecto, mientras que el resto del nivel, formado por la mezzanina como tal, es una estructura metálica formada por una plataforma de acero colgada de forma puntual en la caverna mediante tirantes metálicos.

### 3.2.1 VESTÍBULO

Los vestíbulos se pueden considerar separados en dos zonas, diferenciadas por la accesibilidad de las mismas. Existe una primera zona, a la que tiene acceso cualquier usuario procedente de la vía pública a través de las bocas de acceso o ascensores, en la cual no existe control de los viajeros, y una segunda zona a la que sólo se puede acceder si se dispone de título de transporte y se cancela en las máquinas existentes.

Las máquinas canceladoras automáticas permiten el paso sólo a aquellos viajeros con billete válido haciendo así de frontera entre ambos espacios. El número de barreras determina la anchura de la plataforma, en el caso de la Estación de Galdakao, la plataforma será de 6 metros de anchura que es la dimensión mínima que pueden adoptar estos elementos.

El vestíbulo cumple además la función de distribuir los diferentes flujos de viajeros que coinciden en la estación por lo que su diseño busca las dimensiones óptimas para reducir al mínimo las interferencias entre los mismos. Por esto, las expendedoras automáticas de billetes se integran en las paredes de servicio o en las cabinas de control, adaptándose al recorrido de los usuarios.

### 3.2.2 CUARTOS TÉCNICOS

Los cuartos técnicos se localizan en los extremos de la caverna, rematando los testeros de la estación y en la distribución de los mismos, se han seguido las indicaciones dadas por la dirección del proyecto respecto a necesidades funcionales y de espacio.

Los cuartos técnicos de inicio de estación ocupan una superficie en planta de 145,00 m<sup>2</sup> en el nivel de mezzanina y los de final de estación ocupan una superficie de mezzanina en planta de 99,70 m<sup>2</sup>.

Anejo nº8: Estación de Hospital

Página 8

L5-GH-AN08\_EstcHospital

#### Testero lado Sarratu:

- Cuarto denominado “Cuarto de Baja Tensión” destinado a albergar los cuadros de distribución de los diferentes equipos electromecánicos y de los circuitos de alumbrado
- Cuarto de operadores
- Comunicación y señalización.

#### Testero lado Hospital:

- Cuarto técnico de red
- Atención al cliente
- Aseos y Vestuarios: destinados al personal del Metro que desarrolla su trabajo en la estación.
- 2 Almacenes

### **3.3 ACCESOS**

La imagen exterior de los accesos supone la zona común de la calle y el ferrocarril metropolitano por lo que estos elementos deberán por un lado servir de reclamo a los usuarios del servicio y por otro incorporarse a la trama urbana a modo de mobiliario. En este caso, tanto los cañones como los ascensores atienden a la línea de diseño seguida en las estaciones del F.M.B. de características similares a esta.

Las secciones tipo en los cañones son las convencionales utilizadas por el F.M.B. para las estaciones de las Líneas 1 y 2, ya en servicio.

- Batería de ascensores y Cañón de Acceso desde el Hospital.

El conjunto ascensores-cañón permite acceder al vestíbulo salvando un desnivel total de 31,13 metros. La batería de ascensores permite descender 29,49 metros, desde la cota 71,13, a la que se encuentra la plataforma exterior de acceso a los ascensores frente al Hospital hasta la cota 41,64 a la que se encuentra la plataforma circular de acceso a los ascensores en que finaliza el cañón. Los restantes 1,64 metros de descenso se consiguen dotando al cañón de una inclinación del 3% hacia la caverna en 55, de sus 60 metros de longitud, que coinciden en su mayor parte con la longitud de rampas.

- Cañón de Acceso Usansolo

El cañón de entrada/ salida hacia Usansolo sale a superficie coincidiendo con la carretera de acceso a Usansolo desde la N-240, inmediatamente al sur de la intersección de acceso al Hospital, por lo que ha resultado necesario proyectar la reposición de la carretera existente. La

Anejo nº8: Estación de Hospital

Página 9

PROYECTO CONSTRUCTIVO DE LA LÍNEA 5 DEL FERROCARRIL METROPOLITANO DE BILBAO  
TRAMO GALDAKAO-HOSPITAL

L5-GH-AN08\_EstcHospital



ubicación escogida para el fosterito y el ascensor vienen condicionadas por la última revisión llevada a cabo por el Ayuntamiento de Galdakao del “Plan de Sectorización del Sector Labeaga” que desarrolla el Sector urbanizable Labeaga S-LA-1, contemplado tanto en el planeamiento municipal vigente como en la Revisión de este PGOU que se tramita en la actualidad.

Es por ello que se ha adoptado como cota de salida la 54,17, más de 2 metros por debajo de la rasante actual del terreno en esa zona. El cañón cuenta con un primer tramo de escaleras, con dos escaleras mecánicas en los bordes y una central fija, este tramo supera un desnivel de 11,31 metros. Los usuarios de movilidad reducida cuentan con un ascensor que permite salvar esta misma distancia ubicado 20 metros por detrás del fosterito.

El resto del desnivel, 2,86 metros se salva dotando al resto del cañón de una inclinación del 3% hacia la caverna en buena parte de sus casi 100 metros de longitud.

- Cañón de Acceso Labeaga

Este cañón de acceso sale a superficie coincidiendo con una zona de casas bajas ubicadas en torno a la intersección de la N-240, en la margen oeste de la misma.

El cañón salva una diferencia de cota total de 11,19 metros, para eso cuenta con un tramo inicial de escaleras fijas que permite salvar los primeros 4,5 metros de desnivel, un segundo tramo con dos escaleras mecánicas en paralelo, separadas por una escalera fija, que desciende otros 6,49 metros y un tramo final de pasillos con un 0,5% de inclinación hacia la caverna que salva los 20 cm. restantes.

El motivo de no adoptar en este caso la inclinación del 3% lo encontramos en la necesidad de construir el tramo más superficial del cañón en las proximidades de dos viviendas, ubicadas una a cada lado del cañón y separadas apenas 4 metros en planta del mismo. Se ha optado por ello en descender todo lo posible en los tramos anteriores al paso bajo estas edificaciones, garantizando así la mayor tapada posible sobre el cañón, que se prevé excavado en roca al paso por las viviendas.

## **4. DIMENSIONAMIENTO FUNCIONAL**

En este apartado se recogen los cálculos justificativos de la solución adoptada para la estación de Hospital, en la situación futura de acuerdo con el estudio de demanda realizado por Ingartek para ETS en mayo de 2021

En primer lugar, con los cálculos realizados para condiciones normales de explotación se ha obtenido el número necesario de máquinas de control de entrada / salida, para que se cumplan las condiciones exigidas en cuanto a tiempos de espera.

En segundo lugar, los cálculos realizados para situación de emergencia dan como resultado las dimensiones necesarias de corredores y tramos de escalera para que se cumplan las condiciones exigidas en cuanto a tiempos de evacuación.

### **4.1 DIMENSIONAMIENTO EN CONDICIONES NORMALES**

La sección que condiciona en mayor medida el funcionamiento en condiciones normales de la estación es el control de entrada/salida, dado que las máquinas canceladoras tienen una capacidad reducida en comparación con el resto de las secciones de paso de la estación.

#### **4.1.1 HIPÓTESIS DE PARTIDA**

Las hipótesis que se han tenido en cuenta para el dimensionamiento de la estación en condiciones normales de explotación han sido las siguientes:

- Capacidad de una máquina de control: 15 ppm (este valor es conservador, pudiéndose elevar en caso necesario a 20 ppm).
- Período punta de cálculo: 20 minutos.
- Se considera que dos trenes de sentidos contrarios llegan simultáneamente a la estación.
- Aunque el estudio de demanda se ha realizado para un tiempo entre trenes de 7,5 minutos, se considera un intervalo entre trenes de cinco minutos, ya a largo plazo se prevé que sea así.
- El flujo de viajeros se produce a intervalos iguales a un intertrén (2,5 minutos).
- El número de máquinas de control se fijará de forma que no se produzcan retenciones.
- La velocidad de desplazamiento de los viajeros se establecerá de acuerdo con los criterios recogidos en la Norma estadounidense NFPA-130.
- Partiendo del estudio de demanda antes mencionado, considerando como pésimo el escenario nº 11 en el que se da servicio a Sarratu, Aperribai, Bengoetxe, Galdakao,

Anejo nº8: Estación de Hospital

Página 11

L5-GH-AN08\_EstcHospital

Hospital, Bedia y Lemoa con una frecuencia de 7,5 minutos, no incluyendo la estación de Usansolo.

Las hipótesis aplicadas han sido las siguientes:

- El estudio de demanda cifra, para el escenario señalado, cifra en 4.400 pasajeros (subidos + bajado) en día laborable, con el siguiente desglose:
  - Suben: 2.163
  - Bajan: 2.237.
- Como factor de hora punta adoptamos un 11%, con lo que tenemos que en la hora punta:
  - Suben: 238
  - Bajan: 246.

#### 4.1.2 DIMENSIONAMIENTO DE ENTRADA

Teniendo en cuenta que en la hora punta entran en la estación 238 viajeros, la carga correspondiente a los veinte minutos punta (mitad de la carga horaria) será:

$$238 \text{ viajeros} / 2 = 119 \text{ viajeros en los veinte minutos punta}$$

Teniendo en cuenta que circula un tren cada 2.5 minutos, el número de viajeros por tren será:

$$119 / 20 * 2.5 = 15 \text{ viajeros}$$

Por consiguiente, las canceladoras del vestíbulo darán servicio a 10 viajeros y por lo tanto el número de máquinas necesario para que no se produzcan retenciones será:

$$15 / 15 = 1 \text{ canceladoras}$$

Por lo tanto, con una máquina de control de entrada se cumple el objetivo de que no se produzcan retenciones de duración superior al periodo intertrenes.

#### 4.1.3 DIMENSIONAMIENTO DE SALIDA

Teniendo en cuenta que en la hora punta bajan en la estación 238 viajeros, la carga correspondiente a los veinte minutos punta (la mitad de la carga horaria) será:

$$246 \text{ viajeros} / 2 = 123 \text{ viajeros en los veinte minutos punta}$$

Dado que en esos 20 minutos habrán circulado 8 trenes en ambos sentidos, el número de pasajeros por tren será:

Anejo nº8: Estación de Hospital

Página 12

$$123 / 8 = 16 \text{ viajeros}$$

Teniendo en cuenta que de acuerdo con la norma NFPA-130 la velocidad de desplazamiento de los usuarios en horizontal es de 61 metros por minuto en condiciones normales (y de 37,7 metros por minuto en condiciones de emergencia) y la velocidad de desplazamiento en vertical (escaleras) es de 14,6 metros por minuto, se tendrá que el tiempo de llegada del primer pasajero a las máquinas canceladoras será:

$$t_0 = (3,6 / 61 + 4,60 / 14,6 + 11,0 / 61) * 60 = 33,3 \text{ seg.}$$

Por otra parte, el tiempo de llegada del último pasajero a las máquinas canceladoras, teniendo en cuenta que tendrá que recorrer 60 metros por el andén (el mayor recorrido posible) y que tardará 6 segundos en abandonar el tren, será:

$$t_n = 6 + (60 / 61 + 4,60 / 14,6 + 11,0 / 61) * 60 = 94,7 \text{ seg.}$$

Por lo tanto, el intervalo de tiempo transcurrido entre la llegada del primer viajero a las máquinas de control y la llegada del último será:

$$94,7 - 33,3 = 61,40 \text{ seg.}$$

Tomando como máximo tiempo de espera admisible de los usuarios el valor de 60 seg., el número de máquinas de control de salida necesarias será:

$$n = 16 / (15 * (61,40 + 60) / 60) = 0,52 \text{ canceladoras}$$

Por lo tanto, será necesaria una máquina.

#### 4.1.4 CONCLUSIONES

De acuerdo con los cálculos efectuados en los dos apartados anteriores, en cada vestíbulo de la estación sería necesario disponer un mínimo de dos máquinas de control tarifario para atender la demanda correspondiente a los períodos pésimos de las horas punta.

Con este número no se prevé espera de los usuarios ante las máquinas validadoras.

#### 4.2 DIMENSIONAMIENTO EN CASO DE EMERGENCIA

Los cálculos a realizar en este apartado van dirigidos a comprobar que la anchura de los corredores y escaleras implantados es la suficiente para permitir la evacuación de la estación en un tiempo inferior al mínimo admisible. Con esto se comprueba que la estación cumple los criterios de evacuación fijados por Euskal Trenbide Sarea para la evacuación de estaciones subterráneas en caso de emergencia. Los criterios adoptados se basan en las especificaciones fijadas en la NFPA-



130/2020 (National Fire Protection Association 130/2020), ante la falta de normativa europea sobre este tema. Conforme a esto, se fijan unos imperativos a cumplir para garantizar una evacuación segura.

En los apartados siguientes se analiza la situación futura de la estación de Hospital con sendos vestíbulos, en cuanto al cumplimiento de los criterios de evacuación de la NFPA-130/2014, cuyos valores recomendados son:

	Máquina de control	Andén	Esc. S.	Pasillo
Velocidad	-	37,7 m/min	14,6 m/min	37,7 m/min
Capacidad	50 ppm	81,9 p/mmin	55,5 p/mmin	81,9 p/mmin

#### 4.2.1 HIPÓTESIS DE PARTIDA

Las hipótesis que se han tenido en cuenta para el dimensionamiento en caso de emergencia son las siguientes:

- Tiempo máximo de evacuación de andenes: 4 minutos.
- Tiempo máximo de evacuación a zona segura: 6 minutos.
- Las velocidades de desplazamiento de los usuarios y capacidades de las secciones serán las fijadas por la norma NFPA-130.
- En los tramos con escaleras mecánicas se consideraría que una de ellas se encuentra fuera de servicio y por lo tanto no puede ser utilizada ni como fija. En este caso hay escaleras/rampas en el cañón de Usansolo y en el cañón de Labeaga.
- Carga de viajeros a considerar en la estación: De acuerdo a la NFPA-130 (“5.5.5.6.4 La carga máxima de tren por vía deberá ser la capacidad máxima de pasajeros del tren de mayor capacidad operando en esa vía durante el periodo punta”), se considera para los cálculos la carga de un tren lleno más la carga de viajeros correspondientes a los viajeros en andén en un día laborable de invierno dentro de los 20 min punta.
- Definición de punto seguro: Según los criterios de la NFPA-130, (“apartado 5.3.3.4: En estaciones cerradas equipadas con un sistema de ventilación de emergencia diseñado de acuerdo con el capítulo 7, cuando el sistema de ventilación proporciona protección a la zona de conexión frente a su exposición ante los efectos de un tren incendiado, confirmado mediante un análisis de ingeniería, se deberá permitir que la zona de conexión se considere lugar seguro”). Por indicación de la Dirección del Contrato, en este caso se considera punto seguro el nivel de mezzanina, nivel en el que se sitúan las canceladoras,

Anejo nº8: Estación de Hospital

Página 14



ya que las instalaciones de ventilación lo garantizan. Así mismo, el sistema de instalaciones asegura que los ascensores, en caso de emergencia, funcionaran el tiempo necesario para evacuar a las personas que se puedan ver atrapadas en el fondo de saco que supone el pasillo de acceso al ascensor, en el caso de que el fuego impida su evacuación por la mezzanina.

- Se considera que se puede producir un incendio donde la carga de fuego es importante. Siguiendo ese criterio, se establecen la siguiente hipótesis posible:
  - Incendio en un tren. Consideramos que llega un tren cargado a la estación, ardiendo en cola o en cabeza, y por tanto es preciso desalojar el tren completo (400 pasajeros) y los viajeros que están esperando en cada andén. El incendio del tren anula una de las salidas, por lo que habrá que evacuar a todos los pasajeros por las otras escaleras del andén. En el ancho del andén computa la pieza de borde, ya que no hay riesgo de caída con el tren estacionado.

#### 4.2.2 CÁLCULO DE TIEMPOS DE EVACUACIÓN

Las cargas de viajeros de cálculo se corresponderán con la demanda máxima futura estimada, para un periodo de veinte minutos:

- Pasajeros que suben:  $2.163 \cdot 0,11 \cdot 0,5/4 = 30$  viajeros, correspondiente al número de personas que están en el andén esperando a subir, dentro del intervalo de los veinte minutos punta (11% de factor de hora punta, mitad de la carga en esos 20 minutos punta y 4 trenes en los 20 minutos)
- Pasajeros que bajan:  $2.237 \cdot 0,11 \cdot 0,5/4 = 31$ , con las mismas consideraciones que en el caso anterior.
- Carga máxima de pasajeros de un tren = 400 viajeros
- Reparto 60%-40% entre andenes, concomitante con la situación de incendio:
  - 60% de 30 = 18 pasajeros en andén de subida
  - 40% de 31 = 13 pasajeros en andén de bajada

##### 4.2.2.1 INCENDIO EN UN TREN

Consideramos que llega un tren cargado a la estación, ardiendo en cola o en cabeza, y por tanto es preciso desalojar el tren completo (400 pasajeros) y los viajeros que están esperando en un andén (18). Por tanto, en el andén con el tren averiado habrá que evacuar a 418 pasajeros. El incendio del tren anula una de las salidas, por lo que hacemos el cálculo de evacuación considerando el recorrido más largo hasta las mezzaninas. En el ancho del andén computa la pieza de borde, ya que no hay riesgo de caída con el tren estacionado.

Anejo nº8: Estación de Hospital

Página 15

L5-GH-AN08\_EstcHospital

PROYECTO CONSTRUCTIVO DE LA LÍNEA 5 DEL FERROCARRIL METROPOLITANO DE BILBAO  
TRAMO GALDAKAO-HOSPITAL



En la mezzanina confluiría este volumen de pasajeros con los que están en el otro andén, de ahí que desde este punto (antes de las canceladoras) sea necesario evacuar a 431 personas (418+13).

#### 4.2.2.1.1 Capacidad del sistema

En este apartado se va a obtener la capacidad de los diferentes tramos en que puede subdividirse el recorrido desde los andenes hasta el exterior de la estación.

- Andén:
  - $3,80 \text{ m} * 81,9 \text{ p/m.min} = 311,22 \text{ p/min}$
- Andén con tren parado (computa la pieza de borde al no haber riesgo de caída):
  - $4,3 \text{ m} * 81,9 \text{ p/m.min} = 352,17 \text{ p/min}$
- Escaleras andén-vestíbulo (proyectadas), hay dos escaleras:
  - $2 * 1,8 \text{ m} * 55,5 \text{ p/m.min} = 199,8 \text{ p/min}$
- Vestíbulo/mezzanina.  $6 * 81,9 = 491,4 \text{ p/min}$
- Máquinas de control. Considerando que en total se implantan 6 máquinas, y que para la evacuación de emergencia se supone que todas ellas se encuentran abiertas, la capacidad de cada vestíbulo será:
  - $6 * 50 \text{ p/m.min} = 300 \text{ p/min}$

#### 4.2.2.1.2 Comprobación de evacuación de andenes.

La ocupación del andén más cargado es de 418 personas.

Dado que la capacidad del andén, con la pieza de borde incluida será de 352,17 p/min, el tiempo de evacuación del andén para la anchura disponible será:

$$418/352,17=1,19 \text{ minutos}$$

Siendo la capacidad de las dos escaleras andén-vestíbulo/mezzanina de 199.8 p/min, el tiempo de evacuación del andén en función de las escaleras será:

$$418/199,8= 2,09 \text{ minutos}$$

Se considera entonces que la evacuación de los andenes está condicionada por las escaleras andén -vestíbulo. A este tiempo le tenemos que añadir el tiempo que tarda el primer viajero en llegar desde el andén útil a las escaleras, realizando el recorrido de 3,5 metros del pasillo planteado:

$$3,5 \text{ m} / 37,7 \text{ m/min} = 0,09 \text{ min}$$

Por tanto, el tiempo de evacuación total del andén será de:

$$2,09 + 0,09 = 2,18 \text{ minutos}$$

Por tanto, se cumple que el tiempo de evacuación de los andenes es inferior o igual al máximo permitido de 4 minutos

#### 4.2.2.1.3 Tiempos de desplazamiento por la ruta de salida más larga

De acuerdo con las recomendaciones de la norma NFPA-130, el tiempo que invertiría un usuario en cubrir la ruta más larga, desde el extremo más alejado de un andén hasta el punto seguro de la estación (con las canceladoras abiertas):

- Andén útil: 60 m / 37,7 m/min = 1,59 min.
- Escaleras andén – vestíbulo/mezzanina: 4,60 m / 14.6 m/min = 0,32 min.
- Vestíbulo/mezzanina (hasta canceladoras): 11,0 m / 37,7 m/min = 0,29 min.

Por consiguiente, el tiempo total de recorrido de la ruta más larga será: 1,59+0,32+0,29= 2,20 min.

#### 4.2.2.1.4 Tiempo de espera en las secciones de control

A continuación, se van a calcular los tiempos que tarda el volumen total de viajeros a evacuar en atravesar las diferentes secciones de control:

- Andén: 418/352,17 = 1,19 min.
- Escaleras andén-vestíbulo: 418/199,80 = 2,09 min.
- Vestíbulo/mezzanina: 431/491.4=0,88 min.
- Sección de máquinas de control: 431/300 = 1,43 min.
- Tiempo de paso por el andén útil (60+3,5) / 37,7=1,68 min.

Por tanto, los tiempos de espera en cada sección de control serán:

- Tiempo espera escaleras andén-vestíbulo, se calcula restando al tiempo de flujo de paso por las escaleras el tiempo de desplazamiento por el andén útil = 2,09-1,68=0,41 min
- Tiempo de espera en vestíbulo, se calcula restando al tiempo de flujo de paso por el vestíbulo, el máximo de todos los tiempos de flujo de los elementos previos: 0.88-máx (1,19, 2,09) < 0 min. Por tanto, tiempo de espera es 0 min.
- Tiempo espera sección de máquinas de control, se calcula restando al tiempo de flujo de paso por las canceladoras el máximo de todos los tiempos de flujo de los elementos previos: 1,60-máx (1,19, 2,09, 0,88) < 0 min. Por tanto, tiempo de espera es 0 min.

Por lo tanto, el tiempo de espera total durante la evacuación será de 0,41 minutos.

#### 4.2.2.1.5 Tiempo total de evacuación

De acuerdo con los cálculos efectuados en los dos apartados anteriores, el tiempo de evacuación del volumen total de viajeros es de 2,61 minutos, resultado de la suma del tiempo de desplazamiento por la ruta de salida más larga, más los tiempos de espera total en las distintas secciones de control:

$$2,20 + 0,41 = 2,61 \text{ min}$$

Por consiguiente, las dimensiones utilizadas para los diferentes elementos que constituyen la estación SI son suficientes para garantizar la evacuación de la estación en menos tiempo del máximo permitido, que son 6 minutos.

## **5. ESTRUCTURAS INTERIORES DE LA CAVERNA DE ESTACIÓN**

Para el establecimiento de los diferentes espacios que conforman la estación de Hospital resulta necesario construir en el interior de la caverna varias estructuras, cuya descripción se encuentra recogida en este apartado.

### **5.1 ESTRUCTURA DE ANDENES**

La estructura de andenes se extiende a lo largo de toda la caverna de la estación y a cada uno de los lados de la misma, formando dos andenes de 91,2 metros de longitud por 4,55 m. de anchura.

Cada una de estas estructuras está formada por dos vigas longitudinales de sección rectangular apoyadas a intervalos regulares de 4,8 m. en sendos pilares que transmiten la carga directamente a la contrabóveda.

La superficie del andén se realiza con forjado aligerado unidireccional formado con vigueta autorresistente de 17 cm. de canto y bovedilla cerámica. Este forjado se apoya sobre las mencionadas vigas longitudinales y se extiende a lo largo de toda la longitud de los andenes.

Esta estructura es la utilizada por el F.M.B. de forma sistemática en todas sus estaciones ubicadas en cavernas excavadas.

### **5.2 ESTRUCTURA DE SOPORTE DE VIAS**

La estructura de soporte de vías es la encargada de transmitir las cargas desde la superestructura hasta la contrabóveda y está formada por una placa maciza de hormigón armado que cubre el espacio entre andenes y que descansa sobre cuatro alineaciones de muretes que se extienden a lo largo de toda la longitud de la caverna.

La placa tiene un espesor de 20 cm. de hormigón HA-30, por encima de los cuales se coloca un espesor de 30 cm. de hormigón HM-20 que se utiliza como elemento de reparto de tensiones y que se coloca entre la superestructura y la placa. Estos 30 cm. de hormigón HM-20 se aumentan a 60 cm. en seis puntos de paso de cables, con una longitud total de 13,2 m.

Los muretes tienen una longitud de 1,2 m. y la separación entre ellos es igualmente de 1,2 m., siendo variable su altura. Existen cuatro alineaciones de muretes dispuestas simétricamente con respecto al eje de la estación, estando dos de ellas debajo del eje de cada vía y las otras dos en los laterales de la placa, es decir, en los andenes, coincidiendo algunos de estos muretes con los pilares de la primera alineación de pilares de andenes.

En la unión de la placa con las dos alineaciones centrales de muretes se coloca un capitel que se extiende a lo largo de toda la alineación de muretes, incluso en las zonas de huecos, donde funciona como refuerzo de la placa formando una viga de sección trapecial.

Al igual que sucedía con la estructura de soporte de andenes, también en esta zona se ha utilizado la estructura que el F.M.B. utiliza en todas las estaciones similares a la de Hospital.

### 5.3 ESTRUCTURA DE CUARTOS TECNICOS

En ambos extremos de la caverna de la estación de Hospital se ubican las estructuras que tienen la función de alojar parte de las instalaciones de la estación, tanto equipos como instalaciones para el personal.

Estas estructuras constan de dos alturas ya descritas con anterioridad, la primera de ellas a nivel de andenes y la segunda a nivel de mezzanina.

A continuación se analizan por separado cada una de las estructuras, distinguiendo entre los cuartos técnicos que se encuentran en el inicio de la estación y los que se encuentran en el final.

#### 5.3.1 CUARTOS TÉCNICOS DE INICIO DE ESTACIÓN

Los cuartos técnicos de inicio de estación ocupan una superficie en planta de 145,00 m<sup>2</sup> en el nivel de mezzanina y de 72,90 m<sup>2</sup> en el de andenes.

El forjado a nivel de andenes corresponde a la losa tipo utilizada habitualmente en este tipo de proyectos para andén en cuartos técnicos.

El forjado a nivel de mezzanina consiste en una losa maciza de hormigón armado de 25 cm. de espesor, reforzada con una serie de vigas colgadas que, apoyadas en 4 pilares y en los hastiales de la caverna, forman el conjunto de la estructura. Estos pilares coinciden con pilares de andén y transmiten sus cargas directamente a la contrabóveda.

Las hipótesis de carga que se han considerado son el peso propio de todos los elementos y una sobrecarga variable de 800 kp/m<sup>2</sup> que corresponden a su vez a una sobrecarga de uso de 500 kp/m<sup>2</sup> y una sobrecarga de tabiquería y acabados de 300 kp/m<sup>2</sup>.

Además de calcular el forjado para las cargas mencionadas, también se calculan cada uno de los pórticos formados por vigas y pilares con la ayuda del programa de cálculo de estructuras CYPECAD.

En el Apéndice nº 8.1 se adjuntan los listados de los cálculos en los que se recogen los datos generales de cálculo y armado, materiales, secciones, geometría y cargas que se han considerado, así como los resultados obtenidos.

### 5.3.2 CUARTOS TÉCNICOS DE FINAL DE ESTACIÓN

Los cuartos técnicos de final de estación ocupan una superficie en planta de andenes de 53,50 m<sup>2</sup> y en el nivel de mezzanina de 99,70 m<sup>2</sup>.

Al igual que en el caso anterior, el forjado a nivel de mezzanina consiste en una losa maciza de hormigón armado de 25 cm. de espesor, reforzada con una serie de vigas colgadas que apoyadas en 4 pilares y en los hastiales forman el conjunto de la estructura. Así mismo, estos pilares también coinciden con pilares de andén y también transmiten sus cargas directamente a la contrabóveda.

Las hipótesis de carga que se han considerado son el peso propio de todos los elementos y una sobrecarga variable de 800 kp/m<sup>2</sup> que corresponden a su vez a una sobrecarga de uso de 500 kp/m<sup>2</sup> y una sobrecarga de tabiquería y acabados de 300 kp/m<sup>2</sup>.

Como en el caso de los cuartos técnicos de inicio de estación, los cálculos de los forjados y los pórticos que materializan la estructura se han realizado con ayuda del programa de cálculo de estructuras CYPECAD y los resultados obtenidos se presentan en el Apéndice nº 8.1.

## 5.4 ESTRUCTURA DE MEZZANINA Y ESCALERAS ANDEN-MEZZANINA

El acceso desde el exterior de la estación al interior se realiza por ambos hastiales de la caverna, una vez dentro de la estación el acceso continúa primero por un forjado que se apoya en los pilares de los cuartos técnicos y que da paso luego a una estructura de acero colgada de forma puntual en la bóveda de la caverna mediante tirantes metálicos.

La comunicación entre la plataforma metálica de la mezzanina, que se encuentra a la cota 40,00 m, y los andenes, que se encuentran a cota 35,50 m., se realiza a través de escaleras de tipo imperial de dimensiones normalizadas que son las utilizadas habitualmente en las estaciones del F.M.B..

De cada mezzanina surgen dos escaleras, una hacia cada andén, cada una de las cuales a su vez se desdoblan a la cota 38,10 m, llegando dos rampas de escalera hasta cada andén. La repetición del tipo de forjado y de escalera en cada extremo de la caverna, permite disponer vías de acceso completamente independientes entre sí.

La parte de forjado que discurre entre los cuartos técnicos ha sido calculada junto con estos. **La estructura de mezzanina situada a continuación de los cuartos técnicos, incluidas las**

escaleras de comunicación mezzaninas - andenes, corresponde con la estándar utilizada por el F.M.B. en todas las estaciones implantadas en el interior de cavernas excavadas.

Anejo nº8: Estación de Hospital

Página 22

L5-GH-AN08\_EstcHospital

PROYECTO CONSTRUCTIVO DE LA LÍNEA 5 DEL FERROCARRIL METROPOLITANO DE BILBAO  
TRAMO GALDAKAO-HOSPITAL





## 6. ACCESOS EXTERIORES

Tal y como ya se ha señalado anteriormente, los pasajeros acceden a la estación por caminos que comunican la calle con el vestíbulo. En este caso esos caminos son tres cañones de acceso, uno de ellos combinado con una batería de ascensores.

El primero de los accesos, Cañón de Acceso Labeaga, entronca con la caverna por su hastial derecho (PKs crecientes) en el PK 6+006,776. Los accesos desde Hospital y Usansolo acceden al vestíbulo Sur de la Estación y entroncan ambos con la caverna de la estación en el PK 6+083,566. Los entronques están enfrentados, en el hastial derecho (PKs crecientes) el Cañón Acceso Usansolo y en el hastial izquierdo el Cañón Acceso Hospital.

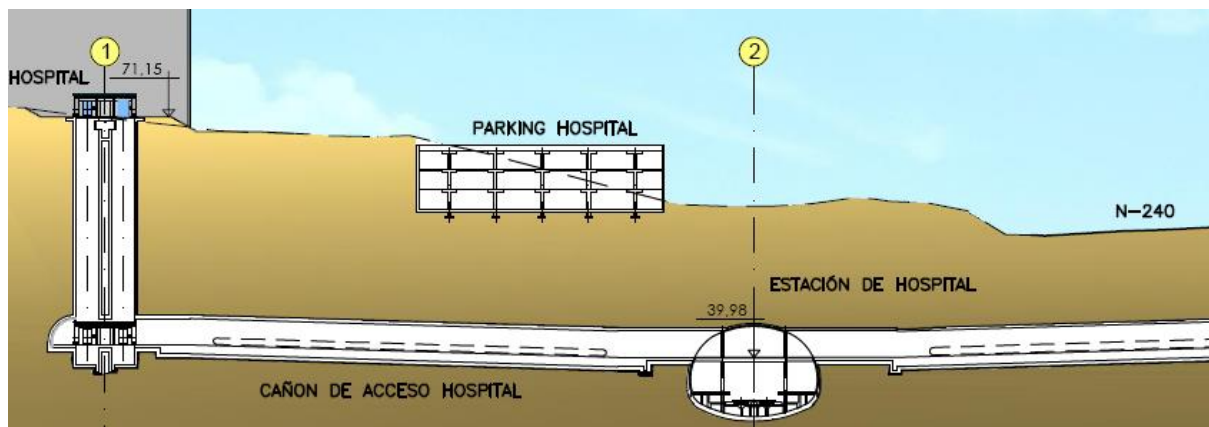
La imagen exterior de los accesos supone la zona común de la calle y el ferrocarril, por lo que estos elementos deberán por un lado servir de reclamo a los usuarios del servicio y por otro incorporarse a la trama urbana a modo de mobiliario.

En este caso, tanto los cañones como el ascensor atienden a la línea de diseño seguida por el F.M.B. en las estaciones de sus líneas 1 y 2 en servicio. Así, tanto los ascensores, como los cañones de acceso, que tienen como reclamo en superficie la estructura conocida como “fosterito”, ofrecen la misma imagen que los del F.M.B.

A continuación se describen las características constructivas de cada uno de estos elementos.

### 6.1 BATERÍA DE ASCENSORES Y CAÑÓN DE ACCESO DESDE EL HOSPITAL

La comunicación entre el Hospital de Galdakao y la Estación del FMB se proyecta mediante un trayecto combinado de ascensores y cañón con pasillos rodantes. Esta combinación es el resultado de los condicionantes que debe afrontar la implantación de la Estación de Hospital, y más en concreto, de la gran diferencia de cota entre el Hospital y los Barrios de Labeaga y Usansolo, a lo cual se ha de añadir la presencia de la N-240 y el edificio de aparcamiento del Hospital entre éste y los otros barrios a los que la estación da servicio.



La necesidad de que la caverna quede bajo la N-240 y a la vez llegue hasta el edificio principal del Hospital, sin afectar al edificio de aparcamiento ubicado inmediatamente al oeste, hace que la única solución pase por salvar buena parte de la diferencia de cotas entre caverna y centro hospitalario mediante un ascensor. A su vez, los cañones del lado N-240 adoptan en sus tramos iniciales rampas de escasa inclinación que permiten cruzar bajo la plataforma de ésta con tapada suficiente, salvando la mayor parte del desnivel en los tramos más cercanos a la salida a superficie.

En este caso, el conjunto ascensores-cañón permite acceder al vestíbulo Sur de la estación, ubicado a la cota 40,00, salvando un desnivel total de 31,13 metros. La batería de ascensores permite descender los 29,49 metros que separan la plataforma de ascensores ubicada en la fachada Norte del Hospital a la cota 71,13, y la plataforma circular interior ubicada en el extremo oeste del cañón de acceso a los ascensores frente al Hospital hasta la cota 41,64. Los restantes 1,64 metros de descenso se consiguen dotando al cañón de una inclinación del 3% hacia la caverna en buena parte de su longitud.

Dada la longitud del cañón, y teniendo en cuenta que parte de los usuarios del mismo pueden ser pacientes del centro sanitario, se proyectan pasillos rodantes, que facilitan en gran medida el tránsito a las personas con movilidad reducida.

Las secciones tipo de este cañón son las convencionales utilizadas por el F.M.B. para las estaciones de las líneas 1,2 y 3, ya en servicio.

#### 6.1.1 ENTIBACIONES PROVISIONALES

Para ejecutar en superficie la excavación necesaria para albergar el tramo de ascensor situado por encima del nivel de roca, se ha previsto el establecimiento de un recinto a cielo abierto contenido mediante una entibación de pantallas de micropilotes con carriles embebidos, habitualmente utilizada en las entibaciones del F.M.B.

Anejo nº8: Estación de Hospital

Página 24

PROYECTO CONSTRUCTIVO DE LA LÍNEA 5 DEL FERROCARRIL METROPOLITANO DE BILBAO  
TRAMO GALDAKAO-HOSPITAL

L5-GH-AN08\_EstcHospital

Los micropilotes que forman la pantalla tienen un diámetro de 25 cm., están separados entre sí 40 cm. y se arman con carriles UIC 54. La parte del micropilotes que está en contacto con la base del carril se elimina en la parte superior de los pilotes para así poder soldar los carriles a las vigas perimetrales para que el conjunto trabaje de forma solidaria. La pantalla presenta dos niveles de arriostramiento (uno en coronación y otro a 4 m. de profundidad) consistentes en perfiles HEB soldados entre sí formando la viga perimetral, y un tercer nivel de anclajes situado a 7 m. de profundidad. Los anclajes se separarán una distancia de 2,40 m. entre sí y forman un ángulo de 45° con la horizontal. Los anclajes son de cables, y están formados por 3 cordones de 0,6", con una longitud de bulbo mínima de 6,60 m. Los micropilotes están empotrados 0,50 m. en roca y tienen 11,0 m. de longitud.

Para el cálculo de esta entibación se ha utilizado el módulo de pantallas del programa CYPE, de CYPE Ingenieros. Por otro lado, para el cálculo del arriostramiento metálico de los micropilotes se ha utilizado el programa Robot Structural Analysis Professional de Autodesk para el cálculo de los esfuerzos, realizando un modelo tridimensional de la estructura, con elementos tipo barras en el espacio y nudos en la intersección de las mismas. Para definir la sección de las vigas del arriostramiento se ha utilizado el programa Fagus, de la empresa Cubus, para proceder a su comprobación.

En el Apéndice nº 8.1 se presentan los cálculos realizados.

## 6.2 CAÑÓN DE ACCESO USANSOLO

El cañón de entrada/ salida hacia Usansolo tiene su edículo de acceso ocupando parte de lo que hoy en día es la carretera de acceso a Usansolo por Labeaga, inmediatamente al sur de la intersección de acceso al Hospital. Resulta por ello necesario proyectar también la reposición de este vial asociada a la construcción de la estación (Ver Anejo nº14, Incidencia en el entorno urbano).

Tanto la ubicación del fosterito y del ascensor, como el trazado en planta y alzado del cañón de acceso desde el fosterito a la caverna de estación, tienen como referencia el planeamiento desarrollado por el Ayuntamiento de Galdakao en esta zona y, en concreto, por la revisión más reciente del "Plan de Sectorización del Sector Labeaga" que desarrolla el Sector urbanizable Labeaga S-LA-1, contemplado tanto en el planeamiento municipal vigente como en la Revisión de este PGOU que se tramita en la actualidad.

Las obras proyectadas en esta zona se ajustan a lo especificado por los técnicos municipales en relación con el Sector Labeaga, de manera que la plataforma que da acceso a fosterito y ascensor reproduce la rasante prevista para la plaza que, de acuerdo con el "Plan de Sectorización del Sector Labeaga" ocupará en un futuro esos terrenos.

Anejo nº8: Estación de Hospital

Página 25

L5-GH-AN08\_EstcHospital



Es por ello que se ha adoptado como cota de salida la 54,17, más de 2 metros por debajo de la rasante actual del terreno en esa zona.

El cañón cuenta con un primer tramo de escaleras, con dos escaleras mecánicas en los bordes y una central fija, este tramo supera un desnivel de 11,31 metros. Los usuarios de movilidad reducida cuentan con un ascensor que permite salvar esta misma distancia ubicado 20 metros por detrás del fosterito.

El resto del desnivel, 2,86 metros se salva dotando al resto del cañón de una inclinación del 3% hacia la caverna en buena parte de sus casi 100 metros de longitud.

Las secciones tipo de este cañón son las convencionales utilizadas por el F.M.B. para las estaciones de la Línea 1, 2 y 3, ya en servicio.

#### 6.2.1 ENTIBACIONES PROVISIONALES

Para ejecutar en superficie la excavación necesaria para albergar el tramo de cañón situado por encima del nivel de roca, se ha previsto el establecimiento de un recinto a cielo abierto contenido mediante una entibación de pantallas de micropilotes con carriles embebidos.

Los micropilotes que forman la pantalla tienen un diámetro de 25 cm., están separados entre sí 40 cm. y se arman con carriles UIC 54. La parte del micropilotes que está en contacto con la base del carril se elimina en la parte superior de los pilotes para así poder soldar los carriles a las vigas perimetrales para que el conjunto trabaje de forma solidaria. Los perfiles elegidos para el arriostramiento en cabeza de los micropilotes son del tipo HEB y van soldados entre sí formando la viga perimetral. Los micropilotes están empotrados un mínimo de 0,50 m. en roca y tienen 5,69 m. de longitud.

Para el cálculo de esta entibación se ha utilizado el módulo de pantallas del programa CYPE, de CYPE Ingenieros. Por otro lado, para el cálculo del arriostramiento metálico de los micropilotes se ha utilizado el programa Robot Structural Analysis Professional de Autodesk para el cálculo de los

esfuerzos, realizando un modelo tridimensional de la estructura, con elementos tipo barras en el espacio y nudos en la intersección de las mismas. Para definir la sección de las vigas del arriostramiento se ha utilizado el programa Fagus, de la empresa Cubus, para proceder a su comprobación.

En el Apéndice nº 8.1 se presentan los cálculos realizados.

### 6.3 CAÑÓN DE ACCESO LABEAGA

La salida se ubica en el Barrio de Labeaga y daría servicio también a la zona de Uraska y a los futuros desarrollos urbanísticos previstos en las Áreas de Labeaga y Bekea. Este tercer acceso, por su distribución con respecto a los dos anteriores, aumenta el área servida por la Estación.

El cañón sale a superficie coincidiendo con una zona de casas bajas ubicadas en torno a la intersección de la N-240, en la margen oeste de la misma, la población servida por este acceso con la actual distribución de población en la zona es muy reducida, si bien este acceso se ha desarrollado pensando en los desarrollos previstos por el Ayuntamiento de Galdakao en la zona.

Este acceso podría construirse en una primera fase como salida de emergencia, sustituyendo el edículo de salida por un acceso adecuado a esta funcionalidad y sin necesidad de dotarlo de escaleras mecánicas, a la espera de que los desarrollos previstos por el planeamiento se materialicen.

El cañón salva una diferencia de cota total de 11,19 metros, para eso cuenta con un tramo inicial de escaleras fijas que permite salvar los primeros 4,5 metros de desnivel, existe un segundo tramo con dos escaleras mecánicas en paralelo, separadas por una escalera fija, que desciende otros 6,49 metros y un tramo final de pasillos con un 0,5% de inclinación hacia la caverna que salva los 20 cm. restantes.

El motivo de no adoptar en este caso la inclinación del 3% vista en los anteriores cañones lo encontramos en la necesidad de construir el tramo más superficial del cañón en las proximidades de dos viviendas, ubicadas una a cada lado del cañón y separadas apenas 4 metros en planta del mismo. Para limitar posibles afecciones, se ha optado por descender todo lo posible en los tramos anteriores al paso bajo estas edificaciones, garantizando así la mayor tapada posible sobre el cañón, que se prevé excavado en roca al paso por las viviendas.

#### 6.3.1 ENTIBACIÓN

En este caso los micropilotes que forman la pantalla son de 4,37 m. de altura, empotrados un mínimo de 0,5 m. en roca. Los micropilotes tienen un diámetro de 25 cm., están separados entre sí

40 cm. y se arman con carriles UIC 54. Los perfiles elegidos para el arriostramiento en cabeza de los micropilotes son del tipo HEB y van soldados entre sí formando la viga perimetral.

Para el cálculo de esta entibación se ha utilizado el módulo MUROS PANTALLA del programa CYPE, de CYPE Ingenieros. Por otro lado, para el cálculo del arriostramiento metálico de los micropilotes se ha utilizado el programa Robot Structural Analysis Professional de Autodesk para el cálculo de los esfuerzos, realizando un modelo tridimensional de la estructura, con elementos tipo barras en el espacio y nudos en la intersección de las mismas. Para definir la sección de las vigas del arriostramiento se ha utilizado el programa Fagus, de la empresa Cubus, para proceder a su comprobación.

En el Apéndice nº 8.1 se presentan los cálculos realizados.



## **7. VENTILACIONES**

La ventilación proyectada en la Estación de Hospital se compone de dos salidas de ventilación de la estación y una tercera que soluciona la ventilación del sistema de Evacuación Bajo Andén.

### **7.1 VENTILACIÓN DE EMERGENCIA DE LA ESTACIÓN**

El sistema de ventilación de estaciones y túneles adoptado se basa en la existencia de dos fases, una de funcionamiento normal y otra de funcionamiento de emergencia. En condiciones normales existe ventilación natural y forzada mientras que en situación de emergencia toda la ventilación pasa a ser forzada.

En todas las estaciones se dispone de una chimenea de ventilación en cada extremo de la caverna que conecta el túnel de línea con el exterior, permitiendo así aminorar el efecto pistón que producen los trenes al entrar y salir de las estaciones y atenuar las corrientes que estos movimientos crean en los andenes y cañones de acceso. Las chimeneas permiten derivar al exterior parte de esa corriente de aire suavizando así además en gran manera las subpresiones y sobrepresiones generadas en la caverna.

Estas chimeneas de ventilación natural colaboran también a la ventilación forzada en casos de emergencia, para ello se dispone en cada una de ellas, en la zona de su conexión con el túnel, una cámara capaz de dar cabida a dos ventiladores axiales. Estos aparatos son reversibles, extraen o inyectan aire, permitiendo así crear una ventilación forzada que establece en las chimeneas más cercanas al punto de riesgo los flujos de aire adecuados para controlar la situación de emergencia y, en caso necesario, permitir la evacuación de usuarios y personal.

El funcionamiento del sistema será distinto en función de la gravedad y localización de la emergencia. Cuando se trate de la parada de un tren entre dos estaciones por motivos técnicos la función del sistema será establecer un flujo de aire suficiente para mantener la temperatura y calidad del aire en el túnel en condiciones aceptables. Cuando la emergencia exija la evacuación inmediata del túnel, generalmente por aparición de fuego o humo, la función principal del sistema será realizar una aportación de aire fresco y limpio para controlar los productos de combustión y crear rutas seguras para la evacuación de pasajeros y el acceso de los servicios de emergencia.

Las ventilaciones que se proyectan en la Estación de Hospital, salen a superficie en la margen Este de la carretera N-240, ocupando espacios no urbanizados ubicados próximos a la carretera, de esta forma, podrán ejecutarse sin afectar al tráfico que circula por la misma.

Los aparatos a disponer serán ventilaciones axiales reversibles de 130 kW de potencia.

## 7.2 VENTILACIÓN DE EMERGENCIA 1

Esta ventilación de emergencia arranca en el túnel de línea, unos 60 m antes de la caverna, de forma que la cámara de ventiladores queda situada a la altura del PK 5+929,729 en el hastial izquierdo (PKs crecientes) del túnel.

A continuación de dicha cámara se sitúa la galería, también perpendicular al túnel de línea, que comunica la cámara de ventiladores con los dos pozos de salida al exterior. Estos pozos son de 3 metros de diámetro interior y se excavan en vertical.

La salida al exterior del pozo de ventilación coincide con una parcela anexa a la carretera que no soporta actividad alguna. Las rejillas de ventilación en superficie se han implantado siguiendo el procedimiento habitual en las ventilaciones de las líneas del F.M.B., de forma que no queden sobre los pozos sino retranqueadas a un lado, con el fin de que cualquier objeto que caiga por dichas rejillas no llegue hasta el fondo de los mismos.

Tanto las rejillas como los dos pozos verticales quedan en la parcela, a suficiente distancia para no afectar a la plataforma de la carretera.

### 7.2.1 ENTIBACIÓN

Para el cálculo de esta entibación se ha utilizado el módulo MUROS PANTALLA del programa CYPE, de CYPE Ingenieros. Por otro lado, para el cálculo del arriostramiento metálico de los micropilotes se ha utilizado el programa Robot Structural Analysis Professional de Autodesk para el cálculo de los esfuerzos, realizando un modelo tridimensional de la estructura, con elementos tipo barras en el espacio y nudos en la intersección de las mismas. Para definir la sección de las vigas del arriostramiento se ha utilizado el programa Fagus, de la empresa Cubus, para proceder a su comprobación.

En este caso las pantallas son de 9,50 m. de altura, empotradas 1,0 m. en roca. Los micropilotes que forman la pantalla tienen un diámetro de 25 cm., están separados entre sí 40 cm. y se arman con carriles UIC 54. Para su arriostramiento se utilizan tres filas de anclajes, a 1,7, 4,30 y 6,9 m. de profundidad. Los anclajes forman 45° con la horizontal. Los perfiles elegidos para el arriostramiento en cabeza de los micropilotes son del tipo HEB y van soldados entre sí formando la viga perimetral.

En el Apéndice nº 8.1 se presentan los cálculos realizados.

### 7.2.2 ARQUETA DE VENTILACIÓN DE EMERGENCIA 1

A continuación se procede a describir brevemente los criterios seguidos en el dimensionamiento y cálculo de la arqueta de ventilación.

Sus características geométricas principales son las siguientes:

Anejo nº8: Estación de Hospital

Página 30

L5-GH-AN08\_EstcHospital



- Su geometría en planta es rectangular, con unas dimensiones interiores de 8,20 m. de ancho x 8,80 m. de largo.
- En alzado, la altura de la arqueta es variable, siendo su valor máximo cercano a los 4,50 m.
- El espesor de los muros laterales es 0,35 m. El canto de la losa superior es de 0,30 m. mientras que la solera presenta un canto de 0,45 m.

#### 7.2.2.1 NORMATIVA UTILIZADA.

Tanto en el cálculo de las acciones, como en el dimensionamiento de los distintos elementos que componen la arqueta de ventilación, se han tenido en cuenta las siguientes instrucciones:

- Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08). Ministerio de la Presidencia. (Real Decreto 1247/2008, de 18 de julio). Año 2008.
- Instrucción de Acero Estructural (EAE). Ministerio de la Presidencia. (Real Decreto 751/2011, de 27 de mayo). Año 2011.
- Código Técnico de la Edificación. Seguridad estructural. (Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo). Año 2006.

#### 7.2.2.2 CALIDADES DE LOS MATERIALES.

- Hormigones.

Dado el emplazamiento geográfico de la arqueta y teniendo en cuenta que se trata de un elemento enterrado, ésta se encuentra en un Tipo de Ambiente IIa. Así pues, la resistencia mínima exigible al hormigón estructural compatible con los requisitos de durabilidad es 25 N/mm<sup>2</sup>. Los hormigones a emplear en este caso serán los siguientes:

Hormigones		
En solera, dintel y muros laterales	HA-30	$f_{ck} \geq 300 \text{ kp/cm}^2$
En limpieza de cimentaciones	HM-15	$f_{ck} \geq 150 \text{ kp/cm}^2$

Coeficiente parcial de seguridad del hormigón $\gamma_c$	1,50
--	------

- Aceros.

Aceros		
Acero pasivo	B 500 S	$f_{yk} \geq 5.100 \text{ kp/cm}^2$

Coeficiente parcial de seguridad del acero pasivo $\gamma_s$	1,15
--	------

### 7.2.2.3 COEFICIENTES DE SEGURIDAD EN ESTADO LÍMITE ÚLTIMO (ELU).

Tipo de Acción (Control de Ejecución: Normal)	Situación Persistente o Transitoria	
	Efecto favorable	Efecto desfavorable
Permanente	$\gamma_G = 1,00$	$\gamma_G = 1,35$
Permanente de valor no constante	$\gamma_{G'} = 1,00$	$\gamma_{G'} = 1,50$
Variable	$\gamma_Q = 0,00$	$\gamma_Q = 1,50$

### 7.2.2.4 BASES DE CÁLCULO Y DIMENSIONAMIENTO.

#### 7.2.2.4.1 Acciones.

Las acciones que se han tenido en cuenta en el dimensionamiento de la arqueta de ventilación han sido las siguientes:

- Acciones Permanentes.
  - Peso Propio: Se ha tomado como peso específico del hormigón armado un valor de  $2,5 \text{ Mp/m}^3$ .
  - Carga Muerta: Se incluye la carga de  $0,70 \text{ m.}$  de tapada de tierras sobre la arqueta, que supone una carga muerta de  $1,4 \text{ Mp/m}^3$ .
  - Terreno: Como datos característicos del relleno a disponer se toman:

Peso específico	Ángulo de rozamiento interno ( $\phi$ )	Tipo de empuje de tierras
$2,0 \text{ Mp/m}^3$	$30^\circ$	El que resulte pésimo entre activo o reposo

Anejo nº8: Estación de Hospital

Página 32

L5-GH-AN08\_EstcHospital

PROYECTO CONSTRUCTIVO DE LA LÍNEA 5 DEL FERROCARRIL METROPOLITANO DE BILBAO  
TRAMO GALDAKAO-HOSPITAL



- Acciones Variables.
  - Sobrecarga repartida: Se ha evaluado la hipótesis de disponer una sobrecarga peatonal sobre la losa superior uniformemente repartida de 0,5 Mp/m<sup>2</sup>.
  - Empuje Hidrostático: No hay presencia de nivel freático en toda la altura de la arqueta ni, dado el emplazamiento de la obra, se prevé la posibilidad de inundaciones en la misma.
  - Acciones Sísmicas: De acuerdo con la Norma de Construcción Sismorresistente: Parte General y Edificación (NCSE-02), dado el emplazamiento geográfico de la estructura, no es preceptivo considerar acciones sísmicas por ser el valor de la aceleración sísmica de cálculo  $a_c$  menor de 0,04g (m/s<sup>2</sup>).

#### 7.2.2.4.2 Condiciones de Servicio.

Dado el emplazamiento geográfico de la estructura, ésta se encuentra en un Tipo de Ambiente IIa. Así pues el valor máximo de abertura de fisura será de:

Clase de Exposición	$W_{\max}$ (mm)
IIa	0,3

En el Apéndice correspondiente se incluyen la comprobación a fisuración de los diferentes muros y losas que componen la arqueta de ventilación.

#### 7.2.2.4.3 Modelo de Cálculo y Dimensionamiento.

La primera fase del cálculo es la determinación de los esfuerzos, que serán el punto de partida para la realización de las comprobaciones de los Estados Límite. Los esfuerzos son una manera de cuantificar la respuesta resistente de la estructura a las acciones aplicadas sobre la misma, pero su evaluación requiere el establecimiento de un modelo estructural que permita determinarlos con la precisión suficiente para cada estado de carga.

Dadas las características de la estructura, el modelo de cálculo empleado para la misma es el siguiente:

- Losa superior, muros laterales y losa inferior:  
Para el dimensionamiento y el armado del conjunto estructural que constituye la losa superior, muros laterales y losa inferior, se ha utilizado el programa CYPECAD de CYPE Ingenieros, S.A. CYPECAD es un programa concebido para realizar el cálculo y dimensionado de estructuras de hormigón armado y metálicas diseñadas con forjados unidireccionales, reticulares y losas macizas para edificios sometidos a acciones verticales y horizontales. Las vigas pueden ser de hormigón o metálicas. Los soportes pueden ser

pilares de hormigón armado, metálicos, pantallas de hormigón armado, muros de hormigón armado con o sin empujes horizontales y muros de fábrica. La cimentación puede ser fija (por zapatas o encepados) o flotante (mediante vigas y losas de cimentación). La estructura se discretiza en elementos tipo barra, emparrillados de barras y nudos, y elementos finitos triangulares. El análisis de las solicitaciones se realiza mediante un cálculo espacial en 3D, por métodos matriciales de rigidez, formando todos los elementos que definen la estructura: pilares, pantallas H.A., muros, vigas y forjados. Se establece la compatibilidad de deformaciones en todos los nudos, considerando seis grados de libertad, y se crea la hipótesis de indeformabilidad del plano de cada planta, para simular el comportamiento rígido del forjado, impidiendo los desplazamientos relativos entre nudos del mismo (diafragma rígido). Por tanto, cada planta sólo podrá girar y desplazarse en su conjunto (tres grados de libertad). Para todos los estados de carga se realiza un cálculo estático, (excepto cuando se consideran acciones dinámicas por sismo, en cuyo caso se emplea el análisis modal espectral), y se supone un comportamiento lineal de los materiales y, por tanto, un cálculo de primer orden, de cara a la obtención de desplazamientos y esfuerzos. El armado y comprobación de las distintas secciones se realiza de acuerdo a la Norma EHE-08.

En el Apéndice nº 8.1 se adjuntan los resultados del análisis estructural relativo a los distintos elementos que componen la arqueta de ventilación.

## 7.3 VENTILACIÓN DE EMERGENCIA 2

Esta ventilación de emergencia arranca en el túnel de línea, a escasos metros del testero final de la caverna, de forma que la cámara de ventiladores queda situada a la altura del PK 6+113,275 en el hastial derecho (PKs crecientes) del túnel.

A continuación de dicha cámara se sitúa la galería, también perpendicular al túnel de línea, que comunica la cámara de ventiladores con los dos pozos de salida al exterior. Estos pozos son de 3 metros de diámetro interior y se excavan en vertical por el procedimiento de raise-boring.

La salida al exterior de la ventilación coincide en el espacio disponible entre el desmonte de la carretera N-240 y el vial de acceso al Hospital que discurre entre la carretera y el edificio de aparcamientos en altura del centro hospitalario.

Las rejillas de ventilación en superficie se han implantado siguiendo el procedimiento habitual en las ventilaciones de las líneas del F.M.B., de forma que no queden sobre los pozos sino retranqueadas a un lado, con el fin de que cualquier objeto que caiga por dichas rejillas no llegue hasta el fondo de los mismos.

Tanto las rejillas como los dos pozos verticales quedan en la parcela, a suficiente distancia para no afectar a los viales anexos a las mismas.

Anejo nº8: Estación de Hospital

Página 34

L5-GH-AN08\_EstcHospital

### 7.3.1 ENTIBACIÓN

Para el cálculo de esta entibación se ha utilizado el módulo MUROS PANTALLA del programa CYPE, de CYPE Ingenieros. Por otro lado, para el cálculo del arriostramiento metálico de los micropilotes se ha utilizado el programa Robot Structural Analysis Professional de Autodesk para el cálculo de los esfuerzos, realizando un modelo tridimensional de la estructura, con elementos tipo barras en el espacio y nudos en la intersección de las mismas. Para definir la sección de las vigas del arriostramiento se ha utilizado el programa Fagus, de la empresa Cubus, para proceder a su comprobación.

En este caso las pantallas son de 10,50 m. de altura, empotradas 1,0 m. en roca. Los micropilotes que forman la pantalla tienen un diámetro de 25 cm, están separados entre sí 40 cm. y se arman con carriles UIC 54. Para su arriostramiento se utilizan tres filas de anclajes, a 1,7, 4,3 y 6,9 m. de profundidad. Los anclajes forman 45º con la horizontal. Los perfiles elegidos para el arriostramiento en cabeza de los micropilotes son del tipo HEB y van soldados entre sí formando la viga perimetral.

En el Apéndice nº 8.1 se presentan los cálculos realizados.

### 7.3.2 ARQUETA DE VENTILACIÓN DE EMERGENCIA 2

Sus características geométricas principales son las siguientes:

- Su geometría en planta es rectangular, con unas dimensiones interiores de 8,20 m. de ancho x 8,80 m. de largo.
- En alzado la altura de la arqueta es variable, siendo su valor máximo cercano a los 4,10 m.
- El espesor de los muros laterales es 0,35 m. El canto de la losa superior es de 0,30 m. mientras que la solera presenta un canto de 0,45 m.

Los criterios seguidos en el dimensionamiento y cálculo de la arqueta de ventilación son los mismos que en la ventilación de emergencia 1, y se describen a continuación:

#### 7.3.2.1 NORMATIVA UTILIZADA.

Tanto en el cálculo de las acciones, como en el dimensionamiento de los distintos elementos que componen la arqueta de ventilación, se han tenido en cuenta las siguientes instrucciones:

- Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08). Ministerio de la Presidencia. (Real Decreto 1247/2008, de 18 de julio). Año 2008.
- Instrucción de Acero Estructural (EAE). Ministerio de la Presidencia. (Real Decreto 751/2011, de 27 de mayo). Año 2011.

- Código Técnico de la Edificación. Seguridad estructural. (Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo). Año 2006.

### 7.3.2.2 CALIDADES DE LOS MATERIALES

- Hormigones.

Dado el emplazamiento geográfico de la arqueta y teniendo en cuenta que se trata de un elemento enterrado, ésta se encuentra en un Tipo de Ambiente IIa. Así pues, la resistencia mínima exigible al hormigón estructural compatible con los requisitos de durabilidad es 25 N/mm<sup>2</sup>. Los hormigones a emplear en este caso serán los siguientes:

Hormigones		
En solera, dintel y muros laterales	HA-30	$f_{ck} \geq 300 \text{ kp/cm}^2$
En limpieza de cimentaciones	HM-15	$f_{ck} \geq 150 \text{ kp/cm}^2$

Coeficiente parcial de seguridad del hormigón $\gamma_c$	1,50
--	------

- Aceros.

Aceros		
Acero pasivo	B 500 S	$f_{yk} \geq 5.100 \text{ kp/cm}^2$

Coeficiente parcial de seguridad del acero pasivo $\gamma_s$	1,15
--	------

### 7.3.2.3 COEFICIENTES DE SEGURIDAD EN ESTADO LÍMITE ÚLTIMO (ELU).

Tipo de Acción (Control de Ejecución: Normal)	Situación Persistente o Transitoria	
	Efecto favorable	Efecto desfavorable
Permanente	$\gamma_G = 1,00$	$\gamma_G = 1,35$
Permanente de valor no constante	$\gamma_{G'} = 1,00$	$\gamma_{G'} = 1,50$
Variable	$\gamma_Q = 0,00$	$\gamma_Q = 1,50$

#### 7.3.2.4 BASES DE CÁLCULO Y DIMENSIONAMIENTO.

##### 7.3.2.4.1 Acciones.

Las acciones que se han tenido en cuenta en el dimensionamiento de la arqueta de ventilación han sido las siguientes:

- Acciones Permanentes.
  - Peso Propio: Se ha tomado como peso específico del hormigón armado un valor de 2,5 Mp/m<sup>3</sup>.
  - Carga Muerta: Se incluye la carga de 0,70 m. de tapada de tierras sobre la arqueta, que supone una carga muerta de 1,4 Mp/m<sup>3</sup>.
  - Terreno: Como datos característicos del relleno a disponer se toman:

Peso específico	Ángulo de rozamiento interno ( $\phi$ )	Tipo de empuje de tierras
2,0 Mp/m <sup>3</sup>	30º	El que resulte pésimo entre activo o reposo

- Acciones Variables.
  - Sobrecarga repartida: Se ha evaluado la hipótesis de disponer una sobrecarga peatonal sobre la losa superior uniformemente repartida de 0,5 Mp/m<sup>2</sup>.
  - Empuje Hidrostático: No hay presencia de nivel freático en toda la altura de la arqueta ni, dado el emplazamiento de la obra, se prevé la posibilidad de inundaciones en la misma.
  - Acciones Sísmicas: De acuerdo con la Norma de Construcción Sismorresistente: Parte General y Edificación (NCSE-02), dado el emplazamiento geográfico de la estructura, no es preceptivo considerar acciones sísmicas por ser el valor de la aceleración sísmica de cálculo  $a_c$  menor de 0,04g (m/s<sup>2</sup>).

##### 7.3.2.4.2 Condiciones de Servicio.

Dado el emplazamiento geográfico de la estructura, ésta se encuentra en un Tipo de Ambiente IIa. Así pues el valor máximo de abertura de fisura será de:

Clase de Exposición	$W_{\max}$ (mm)
IIa	0,3

En el Apéndice correspondiente se incluyen la comprobación a fisuración de los diferentes muros y losas que componen la arqueta de ventilación.

#### 7.3.2.4.3 Modelo de Cálculo y Dimensionamiento

La primera fase del cálculo es la determinación de los esfuerzos, que serán el punto de partida para la realización de las comprobaciones de los Estados Límite. Los esfuerzos son una manera de cuantificar la respuesta resistente de la estructura a las acciones aplicadas sobre la misma, pero su evaluación requiere el establecimiento de un modelo estructural que permita determinarlos con la precisión suficiente para cada estado de carga.

Dadas las características de la estructura, el modelo de cálculo empleado para la misma es el siguiente:

- Losa superior, muros laterales y losa inferior:

Para el dimensionamiento y el armado del conjunto estructural que constituye la losa superior, muros laterales y losa inferior, se ha utilizado el programa CYPECAD de CYPE Ingenieros, S.A. CYPECAD es un programa concebido para realizar el cálculo y dimensionado de estructuras de hormigón armado y metálicas diseñadas con forjados unidireccionales, reticulares y losas macizas para edificios sometidos a acciones verticales y horizontales. Las vigas pueden ser de hormigón o metálicas. Los soportes pueden ser pilares de hormigón armado, metálicos, pantallas de hormigón armado, muros de hormigón armado con o sin empujes horizontales y muros de fábrica. La cimentación puede ser fija (por zapatas o encepados) o flotante (mediante vigas y losas de cimentación). La estructura se discretiza en elementos tipo barra, emparrillados de barras y nudos, y elementos finitos triangulares. El análisis de las solicitaciones se realiza mediante un cálculo espacial en 3D, por métodos matriciales de rigidez, formando todos los elementos que definen la estructura: pilares, pantallas H.A., muros, vigas y forjados. Se establece la compatibilidad de deformaciones en todos los nudos, considerando seis grados de libertad, y se crea la hipótesis de indeformabilidad del plano de cada planta, para simular el comportamiento rígido del forjado, impidiendo los desplazamientos relativos entre nudos del mismo (diafragma rígido). Por tanto, cada planta sólo podrá girar y desplazarse en su conjunto (tres grados de libertad). Para todos los estados de carga se realiza un cálculo estático, (excepto cuando se consideran acciones dinámicas por sismo, en cuyo caso se emplea el análisis modal espectral), y se supone un comportamiento lineal de los materiales y, por tanto, un cálculo de primer orden, de cara a la obtención de desplazamientos y esfuerzos. El armado y comprobación de las distintas secciones se realiza de acuerdo a la Norma EHE-08.

En el Apéndice nº 8.1 se adjuntan los resultados del análisis estructural relativo a los distintos elementos que componen la arqueta de ventilación.

Anejo nº8: Estación de Hospital

Página 38

L5-GH-AN08\_EstcHospital



## 7.4 VENTILACIÓN DEL SISTEMA E.B.A.

Adicionalmente a las ventilaciones de emergencia descritas, la estación dispone de un sistema independiente de ventilación correspondiente al sistema de Extracción Bajo Andén, conocido como E.B.A., que funciona de forma continua. Este sistema tiene por función la extracción del aire contaminado y el calor producido por el funcionamiento normal de los trenes.

El sistema produce un barrido en la estación y andenes con aire fresco proveniente del exterior a través de los cañones de acceso a la vez que se extrae el aire existente bajo los andenes, que es la zona donde se genera la mayor contaminación y calor dentro de la estación, ya que es donde tienen lugar las frenadas y arranques de los trenes.

Cada andén dispone de su propia línea de extracción de gases desde donde se conducen a la unidad de extracción donde el aire es filtrado para eliminar en lo posible las impurezas que contiene antes de ser impulsado al exterior mediante el ventilador tubular ubicado en la cámara de 30 kW de potencia estimada.

El ventilador se ubica en la galería que entronca con el túnel de línea a la altura del PK 5+966,429, por el hastial derecho del túnel (PKs crecientes). La galería es perpendicular al túnel y termina en el pozo de ventilación que conecta con el exterior.

Esta ventilación del sistema EBA sale a superficie en la margen Este de la carretera N-240, en el triángulo limitado por ésta y dos viales locales de accesos al barrio de Uraska.

La conexión entre la galería y el exterior se realiza a través de un único pozo, de igual sección que los realizados en las ventilaciones de emergencia descritas anteriormente, que asciende vertical hacia el exterior.

### 7.4.1 ENTIBACIÓN

Para el cálculo de esta entibación se ha utilizado el módulo MUROS PANTALLA del programa CYPE, de CYPE Ingenieros. Por otro lado, para el cálculo del arriostramiento metálico de los micropilotes se ha utilizado el programa Robot Structural Analysis Professional de Autodesk para el cálculo de los esfuerzos, realizando un modelo tridimensional de la estructura, con elementos tipo barras en el espacio y nudos en la intersección de las mismas. Para definir la sección de las vigas del arriostramiento se ha utilizado el programa Fagus, de la empresa Cubus, para proceder a su comprobación.

En este caso las pantallas son de 8,50 m. de altura, empotradas 0,5 m. en roca. Los micropilotes que forman la pantalla tienen un diámetro de 25 cm., están separados entre sí 40 cm. y se arman con carriles UIC 54. Para su arriostramiento se utilizan dos filas de anclajes, a 2,5 y 5,25 m. de

profundidad. Los anclajes forman 45° con la horizontal. Los perfiles elegidos para el arriostramiento en cabeza de los micropilotes son del tipo HEB y van soldados entre sí formando la viga perimetral.

En el Apéndice nº 8.1 se presentan los cálculos realizados.

#### 7.4.2 ARQUETA DE VENTILACIÓN DEL SISTEMA E.B.A.

A continuación se procede a describir brevemente los criterios seguidos en el dimensionamiento y cálculo de la arqueta de ventilación del sistema E.B.A.

Sus características geométricas principales son las siguientes:

- Su geometría en planta es rectangular, con unas dimensiones interiores de 4,00 m. de ancho x 10,20 m. de largo.
- En alzado, la altura de la arqueta presenta un escalón en la zona de la rejilla, siendo su valor máximo cercano a los 3,35 m. En el resto de la arqueta la altura es menor, rondando los 3,22 m. de altura libre.
- El canto de los muros laterales es de 0,30 m. y el de la losa superior es de 0,25 m. La solera sin embargo presenta un canto de 0,40 m.

##### 7.4.2.1 NORMATIVA UTILIZADA.

Tanto en el cálculo de las acciones, como en el dimensionamiento de los distintos elementos que componen la arqueta de ventilación del sistema E.B.A., se han tenido en cuenta las siguientes instrucciones:

- Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08). Ministerio de la Presidencia. (Real Decreto 1247/2008, de 18 de julio). Año 2008.
- Instrucción de Acero Estructural (EAE). Ministerio de la Presidencia. (Real Decreto 751/2011, de 27 de mayo). Año 2011.
- Código Técnico de la Edificación. Seguridad estructural. (Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo). Año 2006.

#### 7.4.2.2 CALIDADES DE LOS MATERIALES.

- Hormigones.

Al igual que en los casos anteriores, la arqueta se encuentra en un Tipo de Ambiente IIa. Así pues, la resistencia mínima exigible al hormigón estructural compatible con los requisitos de durabilidad es 25 N/mm<sup>2</sup>. Los hormigones a emplear en este caso serán los siguientes:

Hormigones		
En solera, dintel y muros laterales	HA-30	$f_{ck} \geq 300 \text{ kp/cm}^2$
En limpieza de cimentaciones	HM-15	$f_{ck} \geq 150 \text{ kp/cm}^2$

Coeficiente parcial de seguridad del hormigón $\gamma_c$	1,50
--	------

- Aceros.

Aceros		
Acero pasivo	B 500 S	$f_{yk} \geq 5.100 \text{ kp/cm}^2$

Coeficiente parcial de seguridad del acero pasivo $\gamma_s$	1,15
--	------

#### 7.4.2.3 COEFICIENTES DE SEGURIDAD EN ESTADO LÍMITE ÚLTIMO (ELU).

Tipo de Acción (Control de Ejecución: Normal)	Situación Persistente o Transitoria	
	Efecto favorable	Efecto desfavorable
Permanente	$\gamma_G = 1,00$	$\gamma_G = 1,35$
Permanente de valor no constante	$\gamma_{G'} = 1,00$	$\gamma_{G'} = 1,50$
Variable	$\gamma_Q = 0,00$	$\gamma_Q = 1,50$

#### 7.4.2.4 BASES DE CÁLCULO Y DIMENSIONAMIENTO.

##### 7.4.2.4.1 Acciones.

Las acciones que se han tenido en cuenta en el dimensionamiento de la arqueta de ventilación han sido las siguientes:

- Acciones Permanentes.
  - Peso Propio: Se ha tomado como peso específico del hormigón armado un valor de 2,5 Mp/m<sup>3</sup>.
  - Carga Muerta: Se incluye la carga de 0,30 m. de tapada de tierras sobre la arqueta, que supone una carga muerta de 0,6 Mp/m<sup>3</sup>.
  - Terreno: Como datos característicos del relleno a disponer se toman:

Peso específico	Ángulo de rozamiento interno ( $\phi$ )	Tipo de empuje de tierras
2,0 Mp/m <sup>3</sup>	30°	El que resulte pésimo entre activo o reposo

- Acciones Variables.
  - Sobrecarga repartida: Se ha evaluado la hipótesis de disponer una sobrecarga peatonal sobre la losa superior uniformemente repartida de 0,5 Mp/m<sup>2</sup>.
  - Empuje Hidrostático: No hay presencia de nivel freático en toda la altura de la arqueta ni, dado el emplazamiento de la obra, se prevé la posibilidad de inundaciones en la misma.
  - Acciones Sísmicas: De acuerdo con la Norma de Construcción Sismorresistente: Parte General y Edificación (NCSE-02), dado el emplazamiento geográfico de la estructura, no es preceptivo considerar acciones sísmicas por ser el valor de la aceleración sísmica de cálculo  $a_c$  menor de 0,04g (m/s<sup>2</sup>).

#### 7.4.2.4.2 Condiciones de Servicio.

Dado el emplazamiento geográfico de la estructura, ésta se encuentra en un Tipo de Ambiente IIa. Así pues el valor máximo de abertura de fisura será de:

Clase de Exposición	$W_{\max}$ (mm)
IIa	0,3

En el Apéndice correspondiente se incluyen la comprobación a fisuración de los diferentes muros y losas que componen la arqueta de ventilación del sistema E.B.A.

#### 7.4.2.4.3 Modelo de Cálculo y Dimensionamiento.

La primera fase del cálculo es la determinación de los esfuerzos, que serán el punto de partida para la realización de las comprobaciones de los Estados Límite. Los esfuerzos son una manera de cuantificar la respuesta resistente de la estructura a las acciones aplicadas sobre la misma, pero su

evaluación requiere el establecimiento de un modelo estructural que permita determinarlos con la precisión suficiente para cada estado de carga.

Dadas las características de la estructura, el modelo de cálculo empleado para la misma es el siguiente:

- Losa superior, muros laterales y losa inferior:

Para el dimensionamiento y el armado del conjunto estructural que constituye la losa superior, muros laterales y losa inferior, se ha utilizado el programa CYPECAD de CYPE Ingenieros, S.A. CYPECAD es un programa concebido para realizar el cálculo y dimensionado de estructuras de hormigón armado y metálicas diseñadas con forjados unidireccionales, reticulares y losas macizas para edificios sometidos a acciones verticales y horizontales. Las vigas pueden ser de hormigón o metálicas. Los soportes pueden ser pilares de hormigón armado, metálicos, pantallas de hormigón armado, muros de hormigón armado con o sin empujes horizontales y muros de fábrica. La cimentación puede ser fija (por zapatas o encepados) o flotante (mediante vigas y losas de cimentación). La estructura se discretiza en elementos tipo barra, emparrillados de barras y nudos, y elementos finitos triangulares. El análisis de las solicitaciones se realiza mediante un cálculo espacial en 3D, por métodos matriciales de rigidez, formando todos los elementos que definen la estructura: pilares, pantallas H.A., muros, vigas y forjados. Se establece la compatibilidad de deformaciones en todos los nudos, considerando seis grados de libertad, y se crea la hipótesis de indeformabilidad del plano de cada planta, para simular el comportamiento rígido del forjado, impidiendo los desplazamientos relativos entre nudos del mismo (diafragma rígido). Por tanto, cada planta sólo podrá girar y desplazarse en su conjunto (tres grados de libertad). Para todos los estados de carga se realiza un cálculo estático, (excepto cuando se consideran acciones dinámicas por sismo, en cuyo caso se emplea el análisis modal espectral), y se supone un comportamiento lineal de los materiales y, por tanto, un cálculo de primer orden, de cara a la obtención de desplazamientos y esfuerzos. El armado y comprobación de las distintas secciones se realiza de acuerdo a la Norma EHE-08.

En el Apéndice nº 8.1 se adjuntan los resultados del análisis estructural relativo a los distintos elementos que componen la arqueta de ventilación del sistema E.B.A.

#### 7.4.3 ESTRUCTURA INTERNA DEL SISTEMA E.B.A.

La conexión del sistema E.B.A con la cámara de ventilación, en el túnel de línea, se realiza a través de una galería transversal al eje ferroviario. Su diseño corresponde al utilizado por el F.M.B. de forma sistemática en todas sus estaciones ubicadas en cavernas excavadas.

## **8. EDÍCULOS DE SALIDA DE CAÑONES**

### **8.1 FOSTERITO**

Como edículo de salida de los cañones de Usansolo y Labeaga se proyecta un fosterito, si bien, como se describía con anterioridad, en primera fase el Cañón de Acceso Labeaga podría construirse con la funcionalidad única de salida de emergencia y, por tanto, no procedería la colocación de un fosterito en esta primera fase.

No existe ningún cálculo de fosteritos, ya que corresponde a la solución *estándar* adoptada por Metro Bilbao, como salida en algunos cañones.

### **8.2 ASCENSORES**

Tanto en la batería de ascensores ubicada junto a la fachada Norte del Hospital, como en el ascensor del acceso desde Usansolo, se dispondrán los edículos tipo utilizados en las estaciones más recientes del F.M.B. con idéntica funcionalidad.

## **9. RED DE DRENAJE**

Este apartado se desarrolla más extensamente en el Anejo nº6 Hidrología y Drenaje, adjuntándose a continuación un breve resumen de lo que allí se menciona.

### **9.1 DESCRIPCIÓN DE LA RED DE DRENAJE**

El caudal de agua a desaguar en la zona de estación provendrá de cuatro orígenes distintos. Por un lado se tendrá el agua procedente de infiltración a través del sostenimiento de la caverna. Por otro, el agua que entre del exterior a través de los diferentes pozos. A continuación, el agua procedente de la red de abastecimiento de la estación, que accederá a la red de drenaje desde el filtro biológico (al que llega desde el servicio destinado al personal de la estación) o bien cuando se realicen labores de limpieza en la estación. Por último se tendrá en cuenta el agua del túnel de línea que desagüe en la estación.

Para recoger el agua procedente de la infiltración freática se dispone entre el sostenimiento y el revestimiento, de forma continua en sentido longitudinal, una banda drenante formada por un geotextil, con una lámina de impermeabilización de PVC de 2 mm. de grosor entre esa banda y el revestimiento. Transversalmente, esa banda abarca la bóveda y hastiales, llegando hasta un punto situado ligeramente por debajo de la cota de andén.

En los dos extremos inferiores de la banda drenante discurren sendos tubos longitudinales de P.V.C. de 150 milímetros de diámetro que recogen el agua conducido circunferencialmente por dicha banda.

Cada 6 metros se dispondrá a cada lado de la caverna un tubo de P.V.C. de 150 milímetros de diámetro que recogerán el agua que circule por los drenes longitudinales que recogen el agua de infiltración.

Posteriormente el agua discurrirá por el canal formado bajo andenes por la contrabóveda y el tabique existente bajo dichos andenes. Este canal se desaguará desde ambos lados por tubos de P.V.C. de 110 milímetros de diámetro enfrentados a las arquetas del eje central de la estación, distanciadas entre sí 15 metros.

Las arquetas se unen entre sí mediante dos tuberías de P.V.C. de 250 milímetros de diámetro, que parten del centro de la caverna y llegan a las arquetas finales, una en cada testero de la estación, de las que se desaguará al pozo de bombeo por medio de sendos tubos de P.V.C. de 300 milímetros de diámetro, que tendrán una pendiente del 2%.

En cuanto al agua que acceda a la zona de estación procedente del exterior a través de los diferentes pozos, su captación se llevará a cabo dando a la solera de las galerías una cierta

Anejo nº8: Estación de Hospital

Página 45

L5-GH-AN08\_EstcHospital

inclinación (2% longitudinal y 1,5% transversalmente) y colocando los correspondientes sumideros en los puntos bajos de las mismas. El agua así recogido será conducido mediante los correspondientes colectores a los pozos de bombeo.

El drenaje del ascensor y su cuarto de máquinas se realizará dando a las soleras una pendiente del 2% y recogiendo el agua con tubos de P.V.C. de 150 milímetros de diámetro.

Se baja dicho caudal por el pozo del ascensor por medio de una bajante de P.V.C. de 150 milímetros de diámetro, hasta una arqueta de rotura de carga y posteriormente se lleva hasta un pozo de bombeo propio que desaguará en superficie.

En los cañones de acceso la posible agua que puede llegar de lluvia se recogerá con una canaleta colocada al final de las escaleras fijas o del pequeño vestíbulo de entrada. De aquí pasa el agua por un tubo de P.V.C. de 150 milímetros de diámetro y con un 2% de pendiente hasta una arqueta con rejilla antes de las escaleras mecánicas.

Una vez en este punto se saca un tubo de P.V.C. de 150 milímetros a partir del cual se deja caer el agua por el pavimento inclinado por debajo de las escaleras y se recoge con otra rejilla. En este punto se recoge también el agua de infiltración recogido por los dos drenes longitudinales de P.V.C. de 150 milímetros de diámetro. Toda esta agua es conducida por un tubo de P.V.C. de 200 milímetros de diámetro hasta los andenes. Para ubicar éste tubo se hace una perforación inclinada hasta la zona bajo andenes para posteriormente desaguar en el colector general de P.V.C de 250 mm de diámetro.

En cuanto al túnel de ventilación E.B.A. se le coloca una canaleta rectangular perimetralmente a la rejilla de salida para recoger las aguas. El resto del agua de lluvia que no es recogida por ésta se recoge en una canaleta semicircular de 0,15 metros de radio debido a la inclinación transversal de 1,5% dada a la solera. Todo ello es recogido por una arqueta que lleva el agua por un tubo de P.V.C. de 150 mm. de diámetro hasta una arqueta con rejilla que también asume el caudal de infiltración de la cámara de ventilación. Por último se lleva a la arqueta final situada en el túnel por un tubo de 200 milímetros de diámetro.

Por otra parte, también habrá que prever el drenaje de otras zonas de la estación, en las que aunque en principio no sea normal la presencia de agua, ésta pueda aparecer esporádicamente, bien de forma intencionada (limpieza) o casual (fuga de conducciones contra incendios o de abastecimiento). Así, en estas zonas (bajo andenes, foso de ascensores, huecos de E.B.A.) se dará a la solera una cierta inclinación, disponiéndose sumideros en los puntos bajos y colectores que conduzcan el agua recogida bien al colector longitudinal situado bajo las vías, o bien directamente a los pozos de bombeo.



## 9.2 DIMENSIONAMIENTO DE LOS POZOS DE BOMBEO

Para la evacuación de todas las aguas citadas anteriormente se dispondrán dos pozos de bombeo, dentro de la estación y próximos a los testeros de la caverna.

### 9.2.1 CAUDAL DE DISEÑO

Se muestran a continuación los caudales totales de agua que será necesario evacuar por cada pozo de bombeo considerado en el presente proyecto:

- Pozo de Bombeo Estación Hospital Testero lado Galdakao: 10,39 l/s
- Pozo de Bombeo Estación Hospital Testero lado Hospital: 15,25 l/s

En vista de los caudales obtenidos, las dimensiones de los pozos de bombeo contemplados son suficientes para alojar **dos bombas**.

### 9.2.2 ALTURA DE BOMBEO

Se muestra a continuación las alturas geométricas de cada pozo de bombeo:

Pozo de Bombeo	Cota Rasante	Cota Solera Pozo de Bombeo	Cota de calle	Altura Geométrica (m)
Estación Hospital Testero lado Galdakao	34,45	29,66	53,23	23,57
Estación Hospital Testero lado Hospital	34,45	29,66	62,13	32,47

### 9.2.3 TUBERÍAS DE IMPULSIÓN DE AGUA DE DRENAJE

#### 9.2.3.1 ESTACIÓN DE HOSPITAL

Se ha previsto para los pozos de bombeo ubicados en la estación del Hospital, dos tuberías de impulsión de acero de 300 milímetros de diámetro. Ambas parten del pozo de bombeo correspondiente y seguirá por el túnel siguiendo el camino señalado en los planos subiendo o por el hueco de la ventilación de emergencia o por el de ventilación EBA.

Posteriormente desaguan en una arqueta de rotura de carga antes de su enganche a la red de saneamiento municipal de Galdakao.

## 10. ABASTECIMIENTO DE AGUA

El abastecimiento de agua a la estación de Hospital comprende tres redes distintas, que son:

- Red de abastecimiento de agua para servicios y limpieza.
- Red contra-incendios: Columna húmeda
- Red contra incendios: Columna seca.

A continuación se van a describir las principales características de las tres redes.

### 10.1 RED DE ABASTECIMIENTO

El enganche a la red municipal de abastecimiento se realiza próximo a la denominada Ventilación de Emergencia 2. Desde esa conducción se lleva una tubería de 3" hasta el mencionado pozo, por el que acomete al recinto del ferrocarril.

En ambos tramos, entre el enganche a la red y la estación, se ha colocado en la correspondiente arqueta, una válvula de compuerta, de accionamiento telescópico, tipo inglés y bridada.

Una vez en cada recinto del ferrocarril, se lleva la tubería hasta el cuarto de control de agua, donde se bifurca en dos líneas, una de 2" de diámetro para la red de BIEs (columna húmeda de la red contra incendios) y otra de 1 1/2" de diámetro para abastecimiento.

Desde el contador, la distribución de agua de abastecimiento se realiza por dos ramales de 1 1/2" de diámetro, uno por cada bajo-andén, comunicados entre sí por los testers de estación, formando un circuito que alimentará los siguientes puntos:

- Aseos y vestuarios: se lleva una tubería de 3/4", con válvula de bola en el extremo, para alimentar los sanitarios allí instalados.
- Cuarto de limpieza: se dispone de un punto de 1/2" con válvula de bola.
- Andenes: se han previsto dos bocas de riego o puntos de agua de 1/2" en cada andén, que se situarán bajo rejilla, entre la losa del andén y el hastial del cajón de estación. Llevan válvula de bola y regulador de presión, para que el agua que salga por ellos no tenga suficiente presión para conseguir una velocidad de proyección que pudiera alcanzar la catenaria. Además son de enchufe rápido, que abra el paso de agua cuando se conecten y lo cierre en el momento de su desconexión.
- Filtro biológico: se ha colocado una toma de 1/2" de diámetro con válvula de corte de bola y preparada para conexión de manguera. Al estar situado al nivel de túnel de línea, debe llevar regulador de presión.

Anejo nº8: Estación de Hospital

Página 48

L5-GH-AN08\_EstcHospital

- Pozos de bombeo: se han colocado sendas tomas de 1/2", con válvula de corte bola y preparadas para conexionado de manguera. Llevan reguladores de presión.
- Rejillas de conductos de ventilación (emergencia y E.B.A.): se han previsto puntos de agua de 1/2" para llevar a cabo la limpieza de las mismas. Llevan válvula de corte de bola y están preparadas para conexionado de manguera.
- Cañones de acceso: a lo largo de los dos cañones se han tendido sendas tuberías de 3/4" de diámetro que alimentan las conexiones de 1/2" que se han ubicado en cada cañón para poder realizar la limpieza de los mismos. Estas conexiones van provistas de enchufes rápidos iguales a los dispuestos en los andenes. En estas tomas se dispondrán válvulas de corte de bola.

## 10.2 COLUMNA HÚMEDA

Esta instalación partirá del cuarto de control de agua de cada uno de los recintos, con una conducción de 2" de diámetro.

Consta de seis bocas de incendio equipadas (BIEs) colocadas tres en cada andén y al tresbolillo, de manera que toda la longitud de cada uno de los recintos queda cubierta por al menos una de ellas. También se ha previsto la colocación de dos BIEs en el acceso al Hospital (ascensor), dos BIEs en el cañón de Usansolo y una BIE en el cañón de Labeaga.

En los andenes se propone una distribución al tresbolillo por motivo de seguridad ya que, en caso de situarlas enfrentadas, si se produjera un accidente justo delante de ellas, podría resultar imposible la utilización de ambas y por tanto no realizar correctamente las tareas de extinción.

La distribución de agua se realiza por medio de dos tuberías de 2" de diámetro por andén, que se derivan mediante otras de 1 1/2" de diámetro a los nichos donde se ubican las BIEs. La distribución de agua a los cañones se extiende a partir de las tuberías de los andenes, y consta de tuberías de 2" de diámetro.

Dado el peligro que existe de dar servicio de agua a las BIEs sin haber cortado previamente tensión en catenaria, al estar éstas al alcance del público, se ha establecido colocar en la tubería de alimentación una válvula solenoide que, enclavada con los seccionadores de catenaria, sólo puede actuarse desde el control, garantizando la inoperancia de estos equipos cuando la catenaria está en tensión.

En caso de fallo de la electroválvula, se ha proyectado un by-pass con válvula de accionamiento manual, bloqueada bajo llave, sólo disponible por seguridad.

### 10.3 COLUMNA SECA

Esta red consta de dos bajantes, una en la Ventilación EBA y otra en la Ventilación de emergencia 2, de 3" de diámetro que, partiendo de sus correspondientes arquetas en la vía pública, acceden al túnel del ferrocarril.

Las bajantes alimentan a sendas conducciones de 2 1/2" que recorrerán el hastial izquierdo del túnel de línea (en el sentido creciente de los PKs) en el caso de la ventilación EBA y el hastial derecho en el caso de la ventilación de emergencia hasta la estación de Hospital. En el testero de la estación ambas conducciones se comunican a través de una tubería transversal, inicialmente cerrada por una válvula de corte.

Por cada hastial y al tresbolillo se han colocado cada 100 metros tomas con racores Barcelona de 45 mm, provistas con válvula de 1 1/2" de diámetro de cierre rápido y antifuego. Al ir al tresbolillo, cada 50 metros a lo largo del túnel siempre hay una toma de columna seca, que puede ser alimentada desde las arquetas ubicadas junto a los pozos de ventilación de emergencia de la estación o desde las arquetas situadas en la estación contigua o en el emboquille, previa apertura de la válvula de la conducción transversal.

Se ha colocado una toma siamesa con doble racor tipo Barcelona de 45 mm en ambos andenes.

Cada bajante está conectada a una boca siamesa bridada de 3" de diámetro, con doble racor tipo Barcelona de 70 mm, para el Servicio de Bomberos.

Estas bocas se ubican en el interior de las correspondientes arquetas a nivel de calle, situadas en las proximidades de los dos pozos de ventilación de emergencia, pero no adosadas a los mismos, de forma que en caso de incendio los humos que salgan no dificulten la actuación de los bomberos.

Las tapas de estas arquetas disponen de un sistema de seguridad que desconecta la tensión de catenaria antes de poder manipular las bocas.

Desde la arqueta, que tiene un desagüe de 0,1 metros de diámetro para evitar acumulaciones de agua, hasta los pozos de ventilación de emergencia, se instala por zanja la tubería de 3" de diámetro para conducción de agua y un tubo de PVC de 40 mm de diámetro para el paso de cables del sistema de seguridad.

## **11. RED ELÉCTRICA Y TELEFÓNICA**

La toma de conexión en la red eléctrica y las de telefonía se realizan enganchando a la red municipal y acometiendo al recinto del ferrocarril en la zona de cuartos técnicos ubicada en vestíbulo. En los planos de acometidas exteriores figuran el trazado y los distintos puntos donde se puede conectar.



APÉNDICE N°8.1

# **Estructuras de estación.**

## **Notas de Cálculo**





Trabajo: **P.C. Línea 5 del FMB. Tramo: Estación Hospital**

Código trabajo: **p01700**

Cálculo: **Apéndice 8.1.- Estructuras de Estación. Notas de Cálculo**

	<b>página</b>
<b>1.- Cuartos Técnicos de Estación.....</b>	<b>1000</b>
1.1.- Cuartos Técnicos Testero Galdakao.....	1100
1.2.- Cuartos Técnicos de Final de Línea.....	1200
<b>2.- Cañón de Acceso Labeaga.....</b>	<b>2000</b>
2.1.- Entibación.....	2100
<b>3.- Cañón de Acceso Usansolo.....</b>	<b>3000</b>
3.1.- Entibación.....	3100
3.2.- Pantalla Rampa de Ataque Cañón Usansolo.....	3200
3.3.- Estructura de Acceso.....	3300
<b>4.- Ascensor Acceso Hospital.....</b>	<b>4000</b>
4.1.- Entibación.....	4100
4.2.- Arqueta.....	4200
<b>5.- Ventilaciones de Emergencia.....</b>	<b>5000</b>
5.1.- Entibación.....	5100
5.2.- Arqueta.....	5200
<b>6.- Ventilación del Sistema E.B.A. Hospital.....</b>	<b>6000</b>
6.1.- Entibación.....	6100
6.2.- Arqueta.....	6200
<b>7.- Pantalla Usansolo.....</b>	<b>7000</b>
7.1.- Zona anclada.....	7001
7.2.- Zona en voladizo.....	7013



Trabajo: **Apéndice 8.1. Estación Hospital**

Código trabajo: **p01700**

Cálculo: **1.- Cuartos Técnicos de Estación**

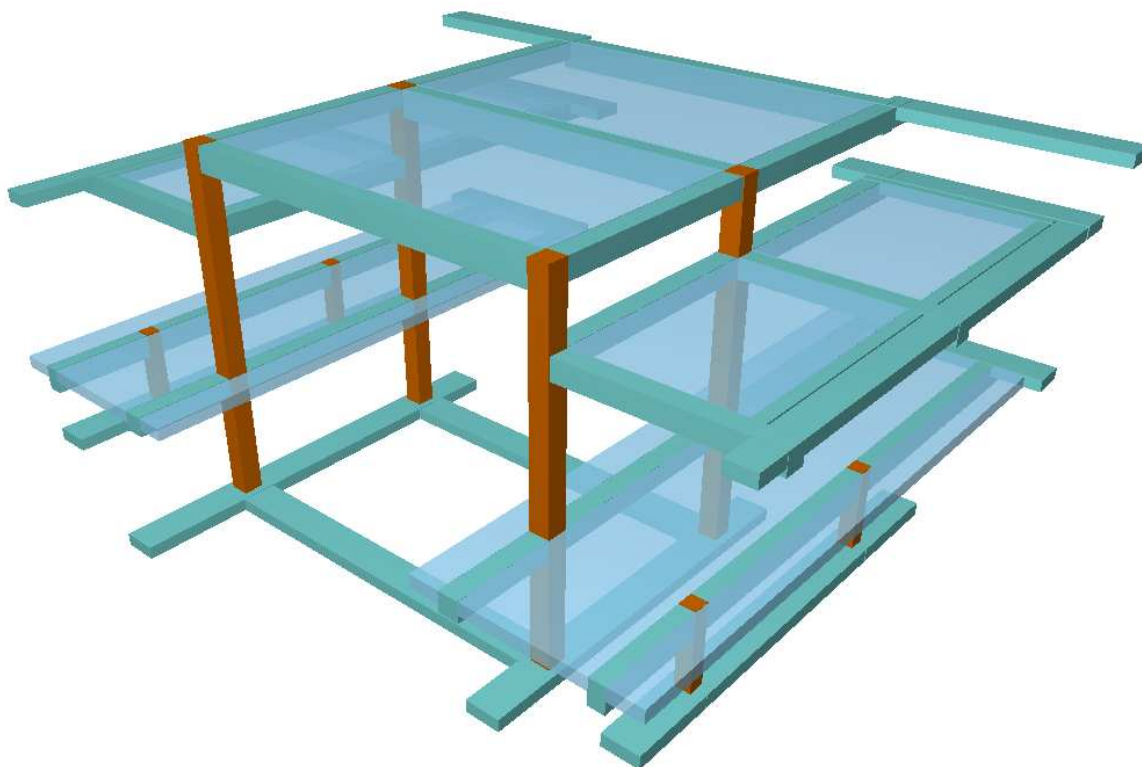
	<b>página</b>
<b>1.1.- Cuartos Técnicos Testero Galdakao.....</b>	<b>1100</b>
1.1.1.- Normas consideradas.....	1101
1.1.2.- Geometría.....	1101
1.1.3.- Hipótesis de Carga.....	1102
1.1.4.- Cargas.....	1102
1.1.5.- Combinaciones.....	1102
1.1.6.- Materiales.....	1104
1.1.7.- Losa Cota +39,93.....	1105
1.1.8.- Losa Cota +38,53.....	1110
1.1.9.- Pilares.....	1115
1.1.10.- Pórticos.....	1118

### 1.1.1.- Normas consideradas

Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08)

Código Técnico de la Edificación (CTE)

### 1.1.2.- Geometría



Vista del modelo

### Plantas

Grupo	Nombre del grupo	Planta	Nombre planta	Altura	Cota
5	Cota Mezzanina +39,93	5	Cota Mezzanina +39,93	1.40	39.93
4	Cota Mezzanina +38,53	4	Cota Mezzanina +38,53	3.15	38.53
3	Cota Andén	3	Cota Andén	1.53	35.38
2	Base Pilar 0,30x0,30	2	Base Pilar 0,30x0,30	1.07	33.85
1	Base Pilar 0,40x0,40	1	Base Pilar 0,40x0,40	32.78	32.78
0	Cimentación				0.00

### Pilares

GI: grupo inicial

GF: grupo final

Ang: ángulo del pilar en grados sexagesimales

Datos de los pilares

Referencia	Coord(P.Fijo)	GI- GF	Vinculación exterior	Ang.	Punto fijo
P4	( -0.00, 10.75)	1-5	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P3	( 4.80, 10.75)	1-5	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P2	( 0.00, 2.75)	1-5	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P1	( 4.80, 2.75)	1-5	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P9	( -0.00, 13.50)	2-3	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P10	( 4.80, 13.50)	2-3	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P11	( -0.00, 0.00)	2-3	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P12	( 4.80, -0.00)	2-3	Sin vinculación exterior	0.0	Centro

Referencia pilar	Planta	Dimensiones	Coefs. empotramiento		Coefs. pandeo	
			Cabeza	Pie	Pandeo x	Pandeo Y
P4,P3,P2,P1	5	0.40x0.40	0.30	1.00	1.00	1.00
	4	0.40x0.40	1.00	1.00	1.00	1.00
	3	0.40x0.40	1.00	1.00	1.00	1.00
	2	0.40x0.40	1.00	1.00	1.00	1.00
P9,P10,P11,P12	3	0.30x0.30	0.30	1.00	1.00	1.00

### 1.1.3.- Hipótesis de carga

Referencia	Descripción	Naturaleza
G	Peso propio + cargas muertas	Carga permanente
Qa	Sobrecarga de uso	Sobrecarga de uso

### 1.1.4.- Cargas

Cargas especiales introducidas (en Tm, Tm/m y Tm/m2)

Planta	S.C.U (t/m <sup>2</sup> )	Cargas muertas (t/m <sup>2</sup> )
Cota Mezzanina +39,93	0.50	0.30
Cota Mezzanina +38,53	0.50	0.30
Cota Andén	0.50	0.30
Cota Pilar 0,30x0,30	0.00	0.00
Cota Pilar 0,40x0,40	0.00	0.00

### 1.1.5.- Combinaciones

Para las distintas situaciones de proyecto, las combinaciones de acciones se definirán de acuerdo con los siguientes criterios:

## - Con coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_{Q1} \Psi_{p1} Q_{k1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Qi} \Psi_{ai} Q_{ki}$$

## - Sin coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

- Donde:

$G_k$  Acción permanente

$Q_k$  Acción variable

$\gamma_G$  Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes

$\gamma_{Q,1}$  Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal

$\gamma_{Q,i}$  Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento

$\Psi_{p,1}$  Coeficiente de combinación de la acción variable principal

$\Psi_{a,i}$  Coeficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento

### 1.1.5.1.- Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ ) y coeficientes de combinación ( $\psi$ )

Para cada situación de proyecto y estado límite los coeficientes a utilizar serán:

#### E.L.U. de rotura. Hormigón: EHE-08

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )		Coeficientes de combinación ( $\psi$ )	
	Favorable	Desfavorable	Principal ( $\psi_p$ )	Acompañamiento ( $\psi_a$ )
Carga permanente (G)	1.000	1.350	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.500	1.000	0.700

#### E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones: EHE-08 / CTE DB-SE C

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )		Coeficientes de combinación ( $\psi$ )	
	Favorable	Desfavorable	Principal ( $\psi_p$ )	Acompañamiento ( $\psi_a$ )
Carga permanente (G)	1.000	1.600	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.600	1.000	0.700

#### Desplazamientos

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )		Coeficientes de combinación ( $\psi$ )	
	Favorable	Desfavorable	Principal ( $\psi_p$ )	Acompañamiento ( $\psi_a$ )
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

## 1.1.5.2.- Combinaciones

### ■ Nombres de las hipótesis

G Carga permanente

Qa Sobrecarga de uso

### ■ E.L.U. de rotura. Hormigón

Comb.	G	Qa
1	1.000	
2	1.350	
3	1.000	1.500
4	1.350	1.500

### ■ E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones

Comb.	G	Qa
1	1.000	
2	1.600	
3	1.000	1.600
4	1.600	1.600

### ■ Desplazamientos

Comb.	G	Qa
1	1.000	
2	1.000	1.000

## 1.1.6.- Materiales

### - Hormigón

Hormigón	fck (kp/cm <sup>2</sup> )	$\gamma_c$	r <sub>nom</sub> (cm)
HA-30/20/B/IIa	306	1.5	3.5

### - Acero en barras

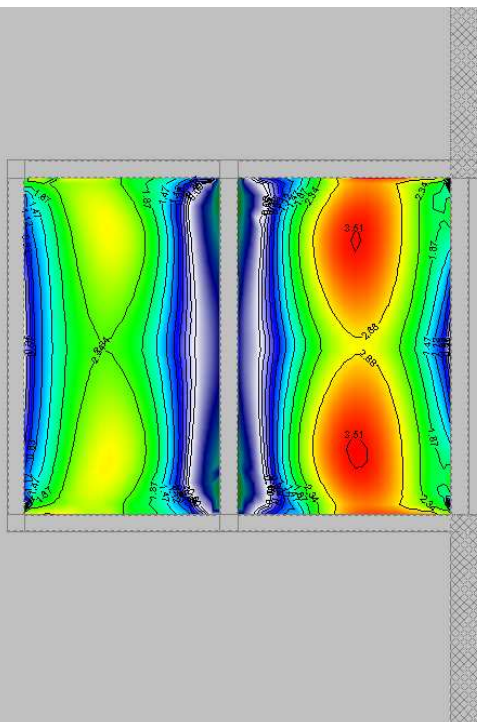
Acero	fyk (kp/cm <sup>2</sup> )	$\gamma_s$
B 500 S	5097	1.15

## 1.1.7.- LOSA COTA+39,93

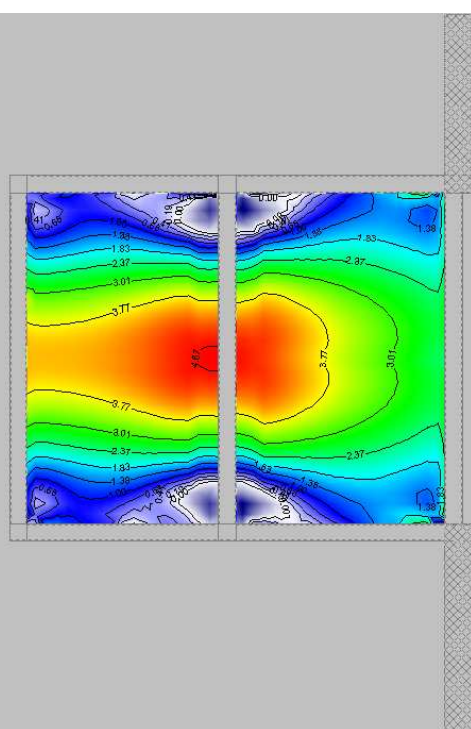
### LOSA COTA+39,93

Esfuerzos de dimensionamiento

Mx inferior (Tn·m/m)

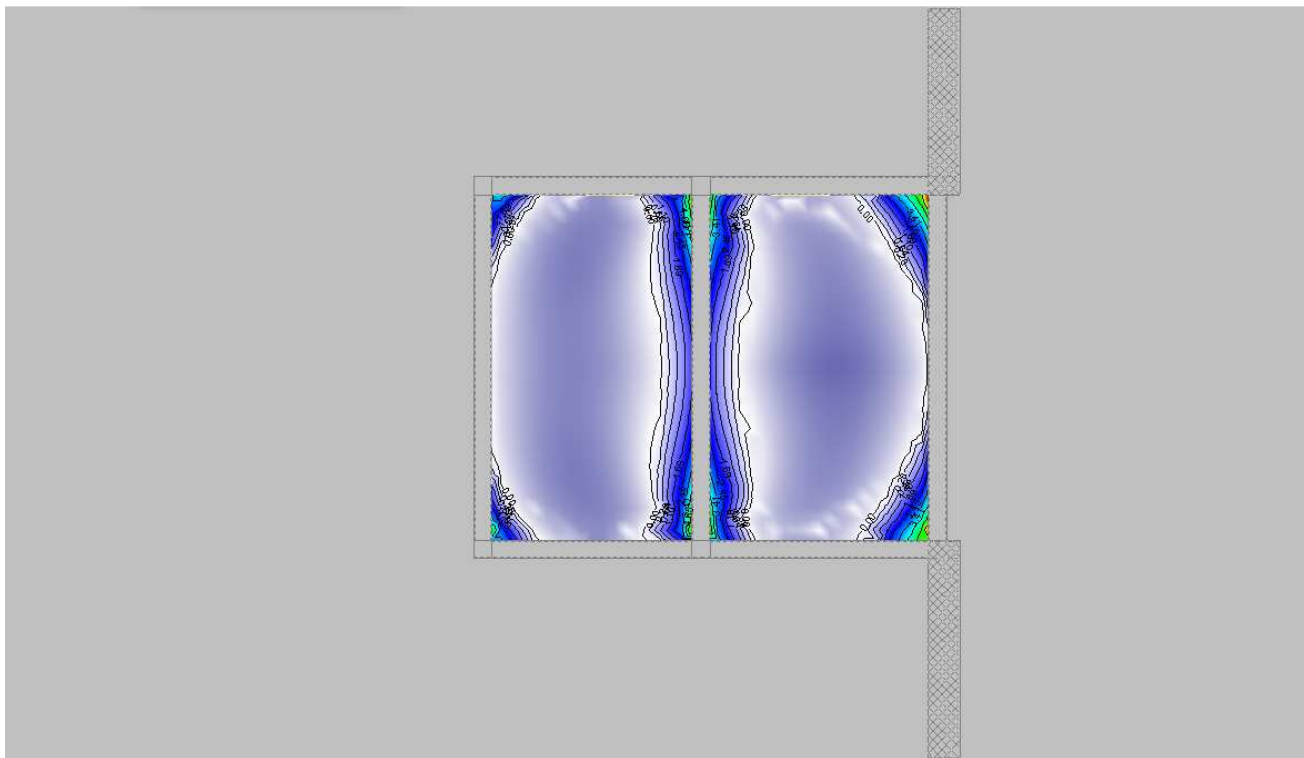


My inferior (Tn·m/m)

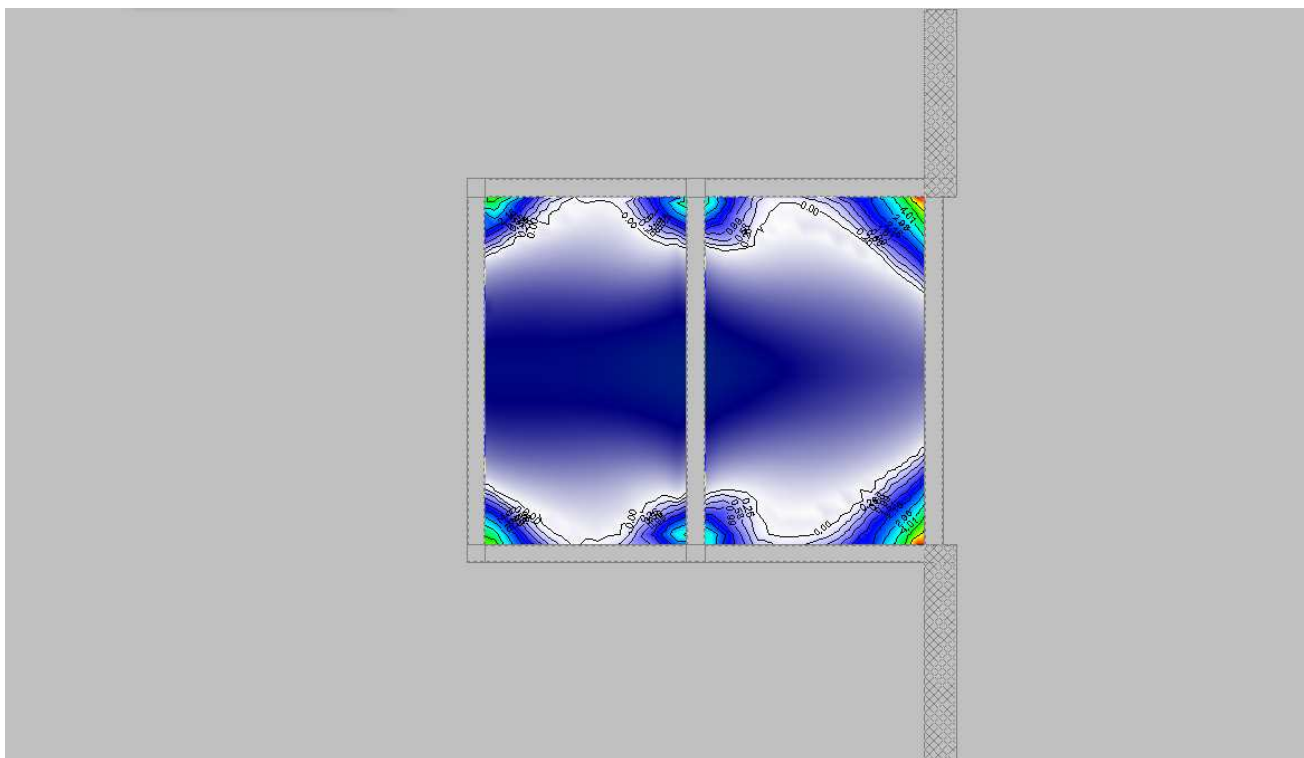




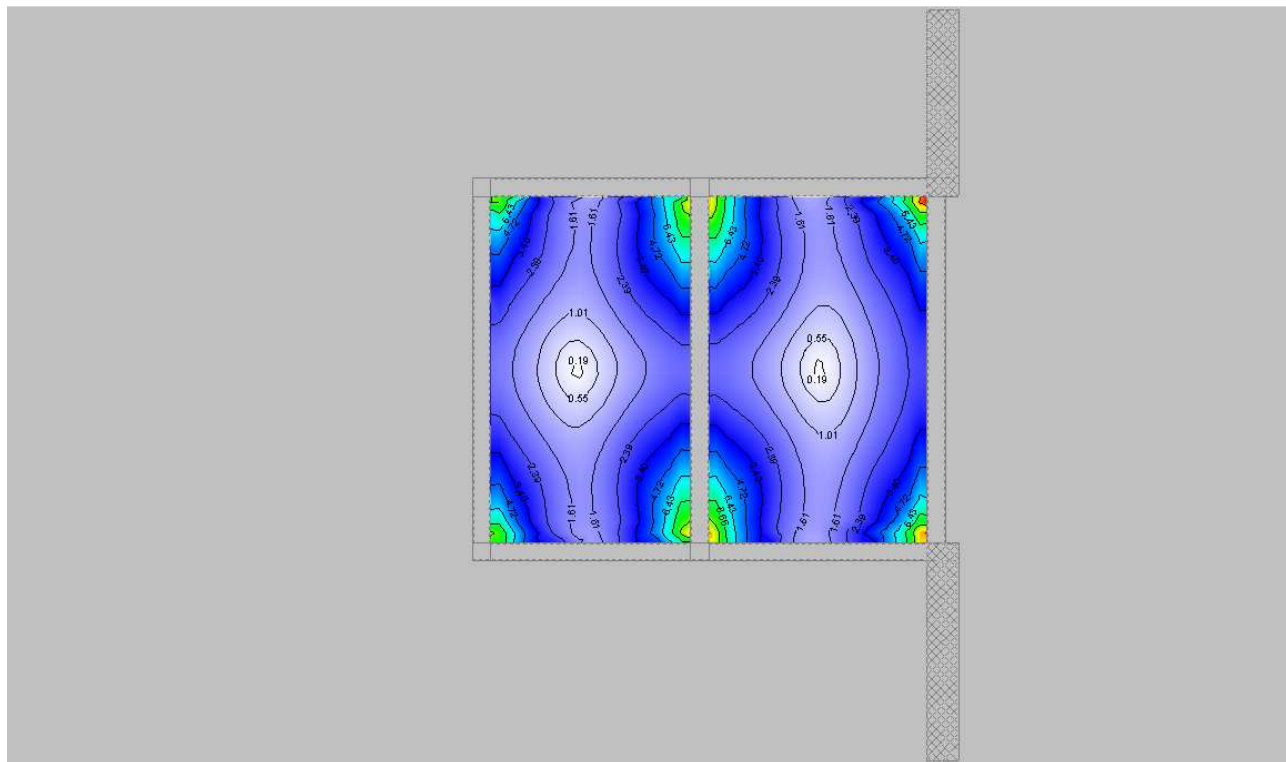
Mx superior (Tn·m/m)



My superior (Tn·m/m)

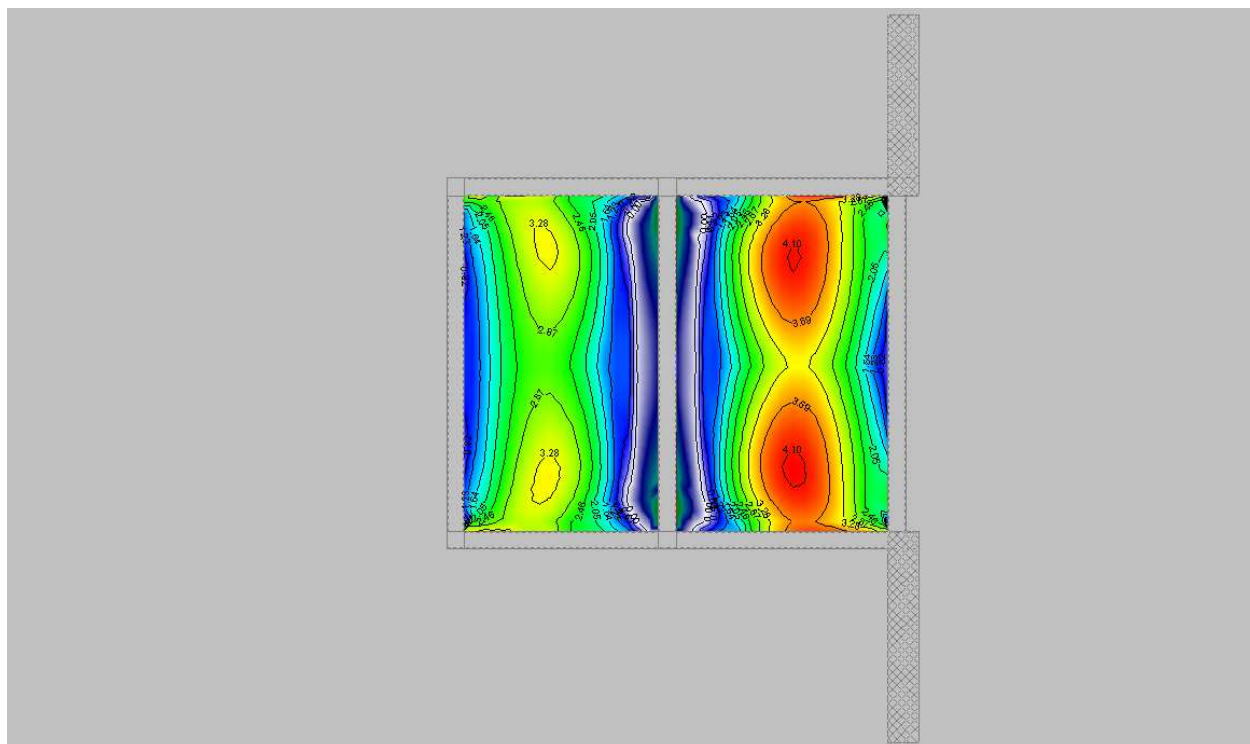


Cortante (Tn/m)

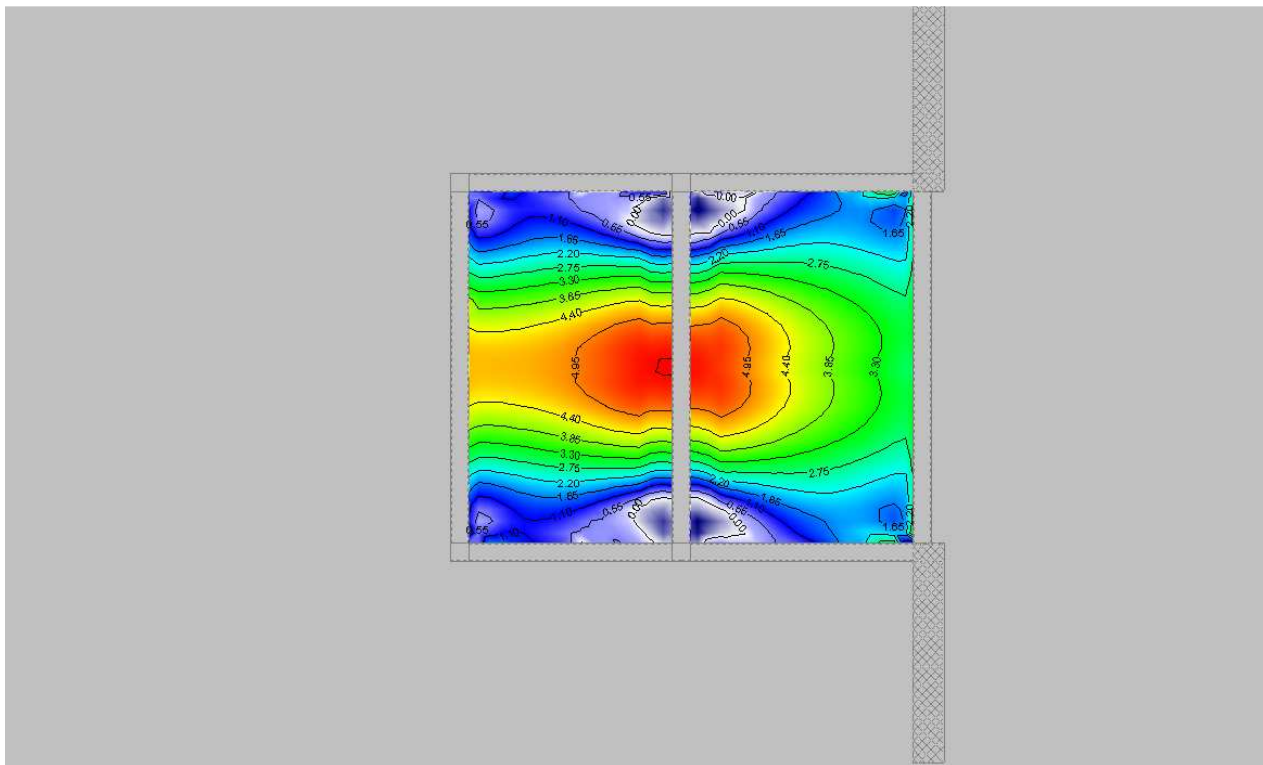


Cuantías de armadura

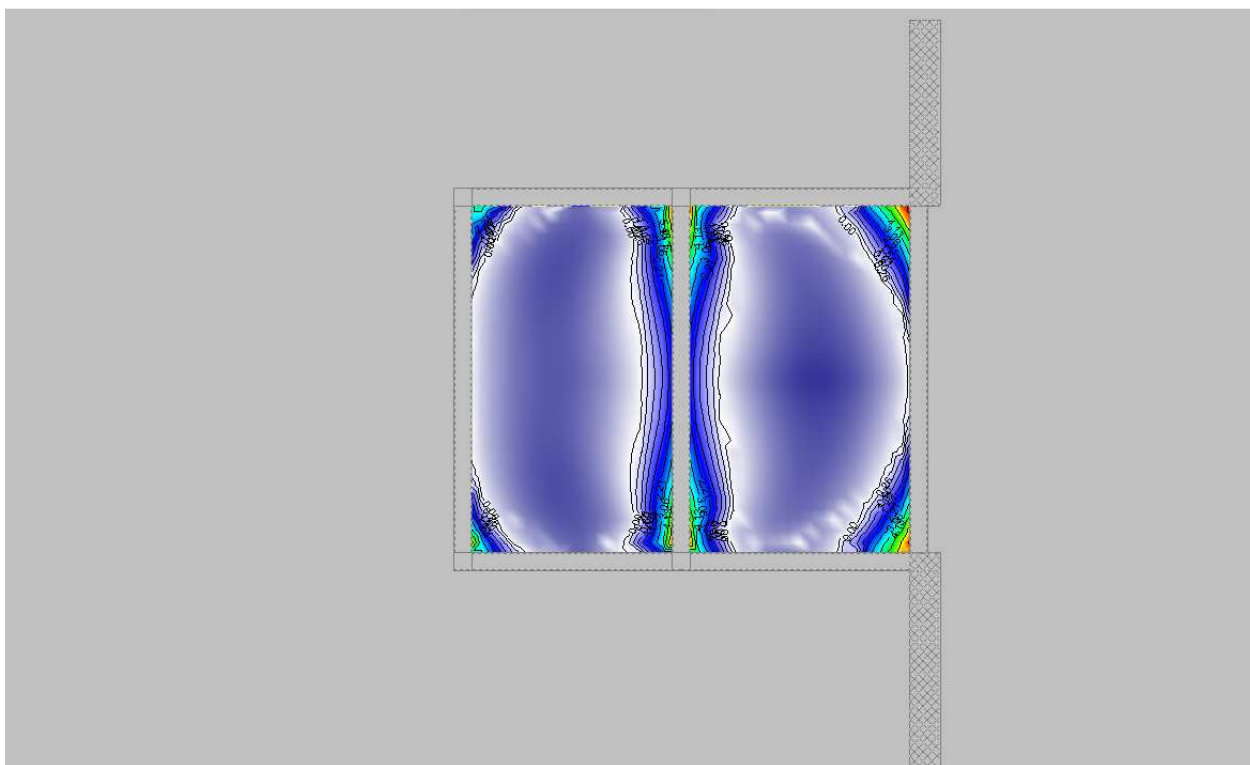
Inferior dirección X (cm<sup>2</sup>/m)



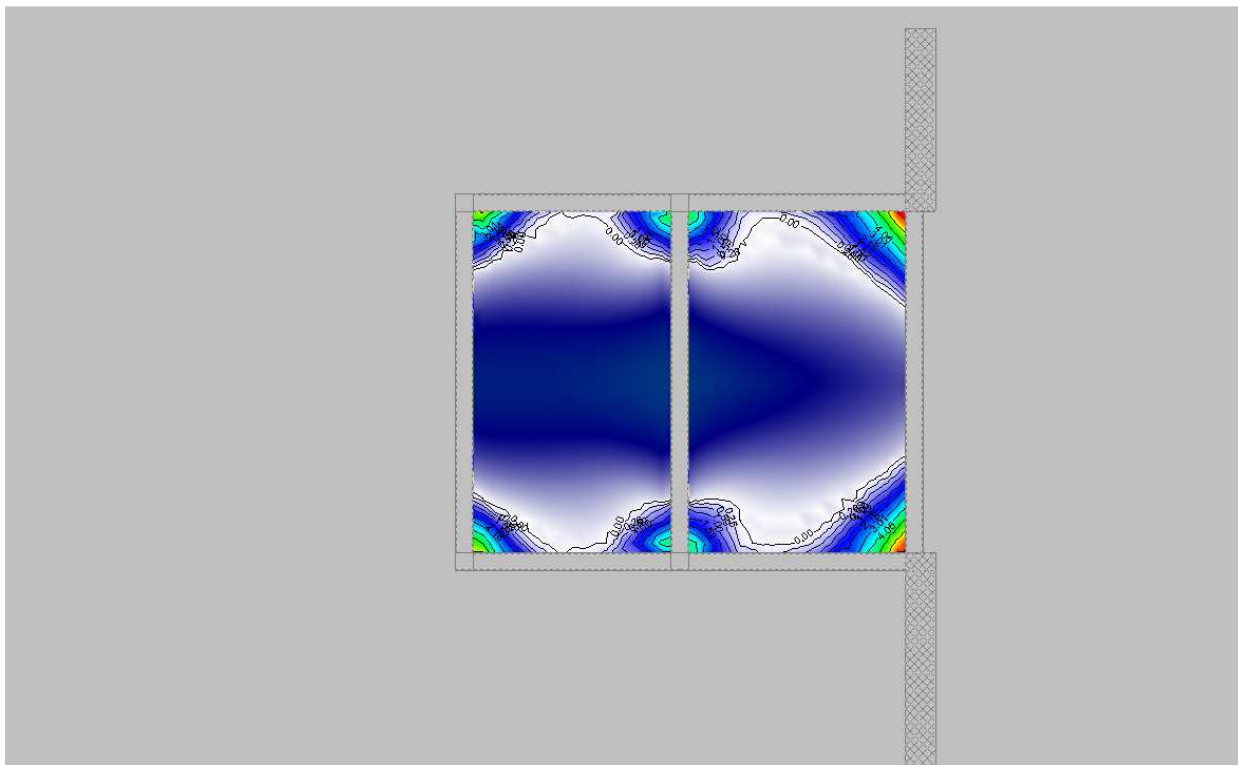
Inferior dirección Y ( $\text{cm}^2/\text{m}$ )



Superior dirección X ( $\text{cm}^2/\text{m}$ )



Superior dirección Y (cm<sup>2</sup>/m)



Armadura dispuesta

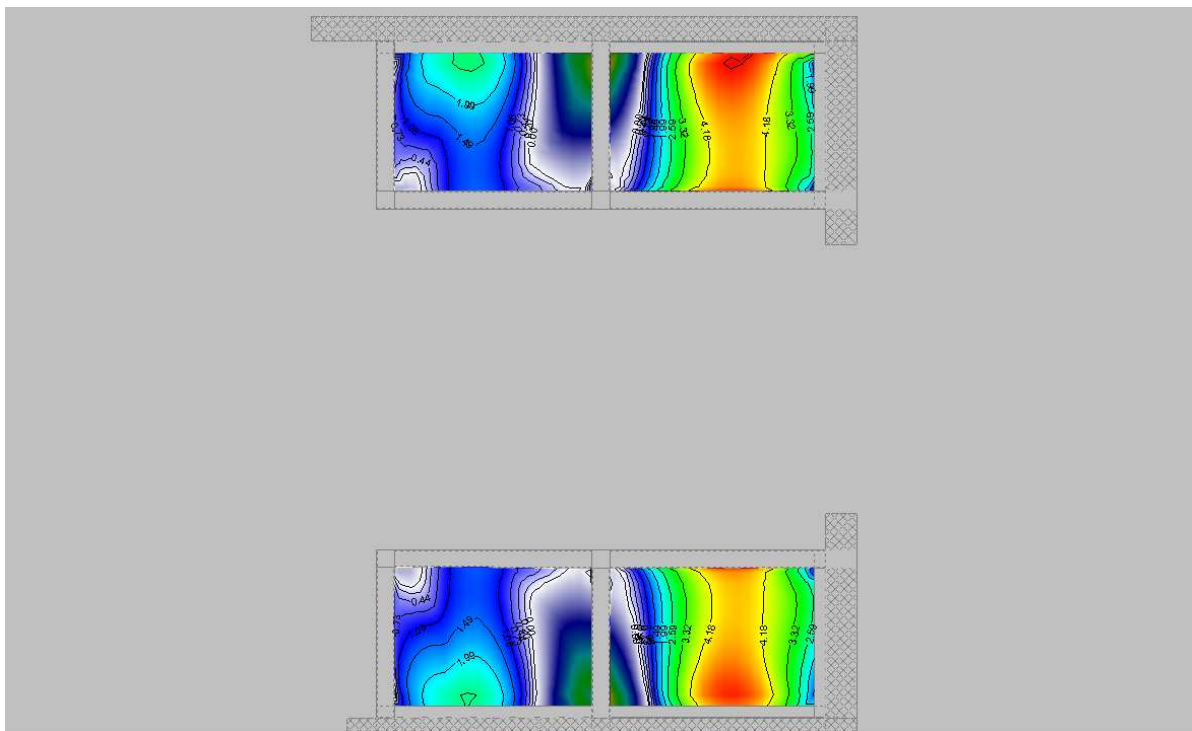
	Armadura base	Refuerzo
Longitudinal inferior	ϕ 16 c/0,20	-
Longitudinal superior	ϕ 16 c/0,20	-
Transversal inferior	ϕ 16 c/0,20	-
Transversal superior	ϕ 20 c/0,10	-
Cortante	No es necesario	-

## 1.1.8.- LOSA COTA+38,53

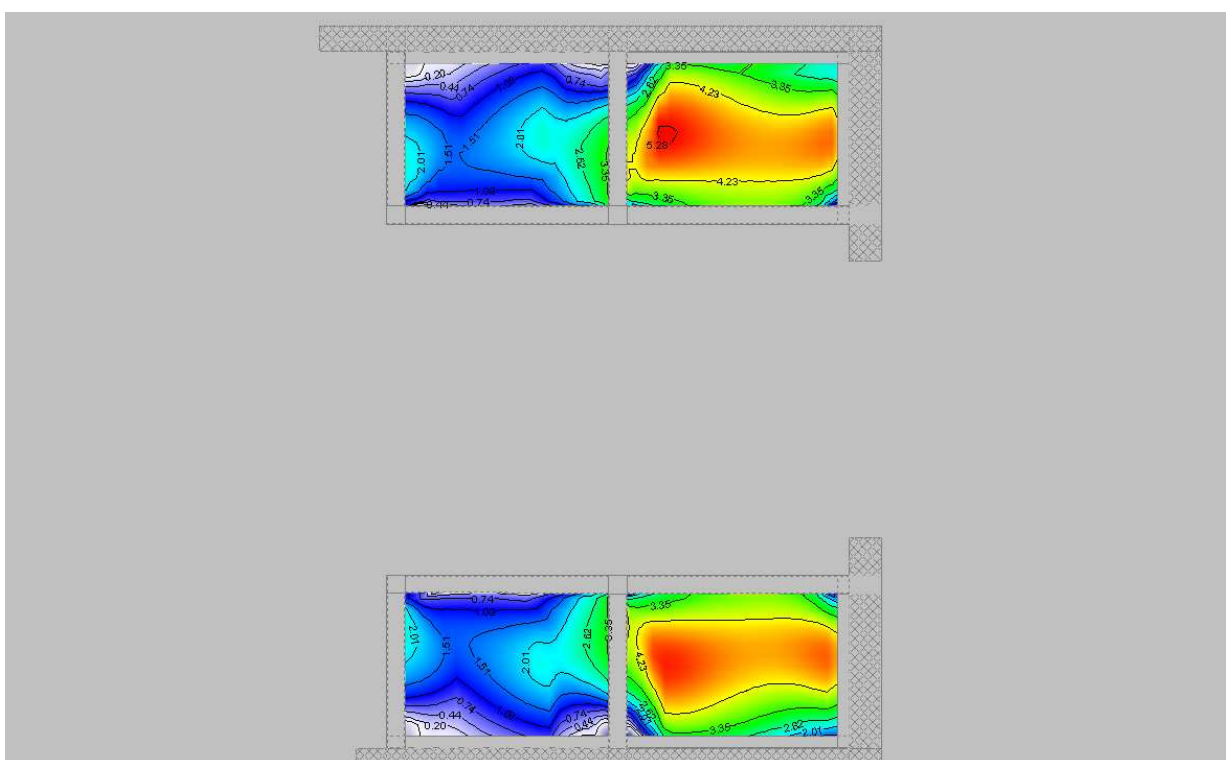
### LOSA COTA+38,53

Esfuerzos de dimensionamiento

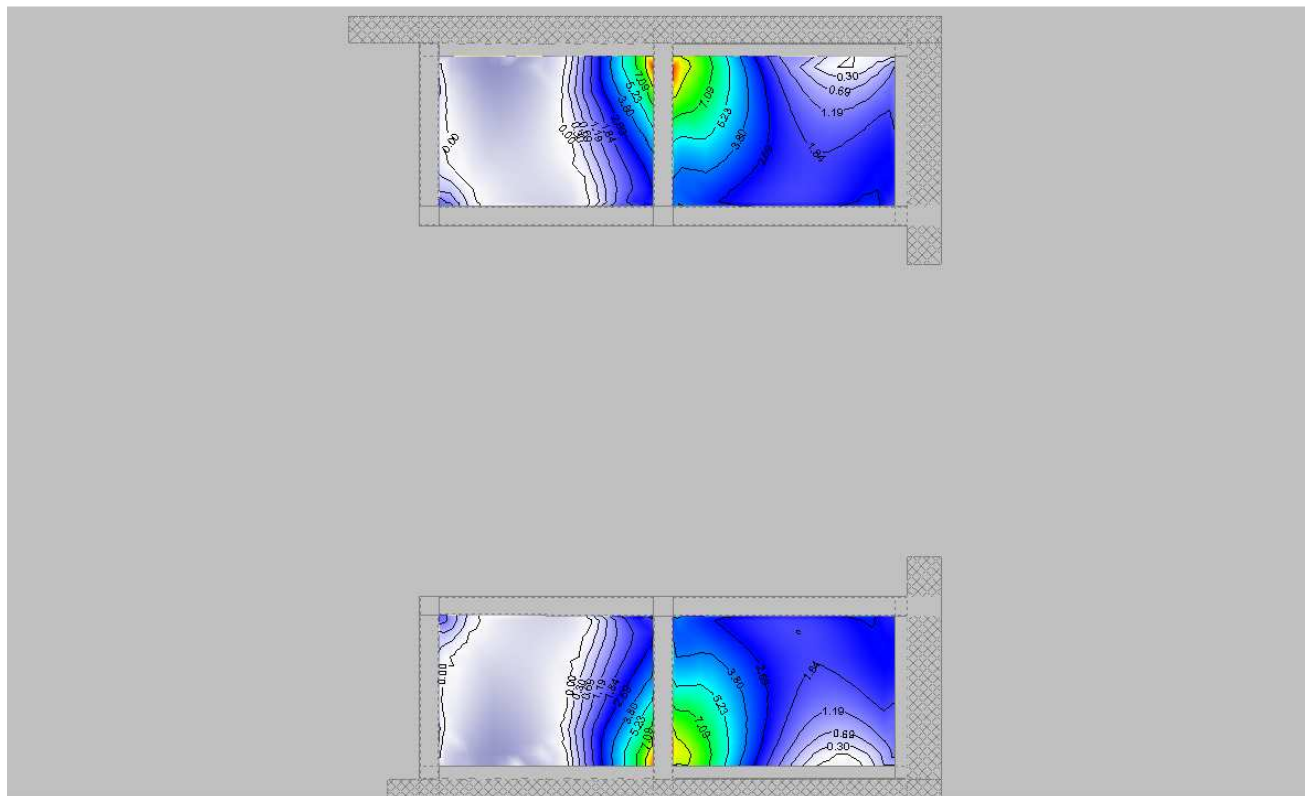
Mx inferior (Tn·m/m)



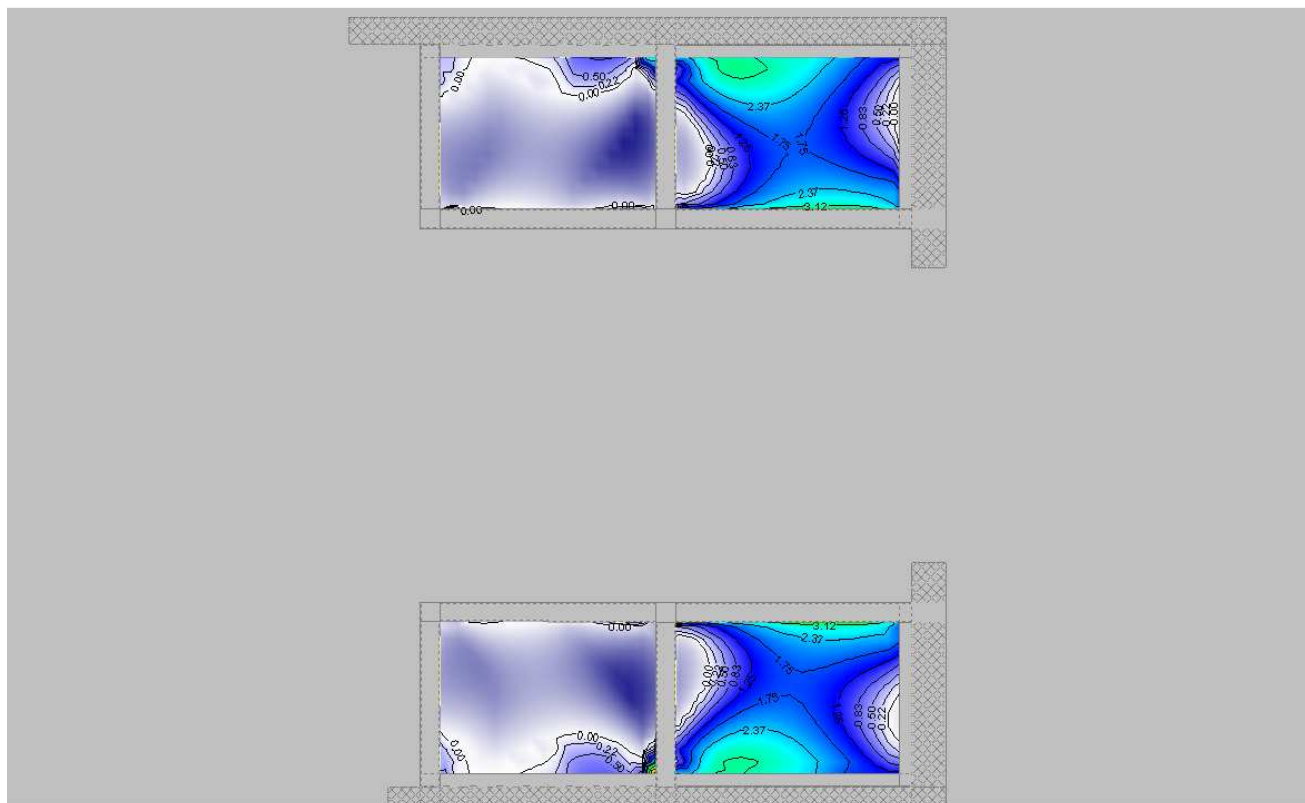
My inferior (Tn·m/m)



Mx superior (Tn·m/m)

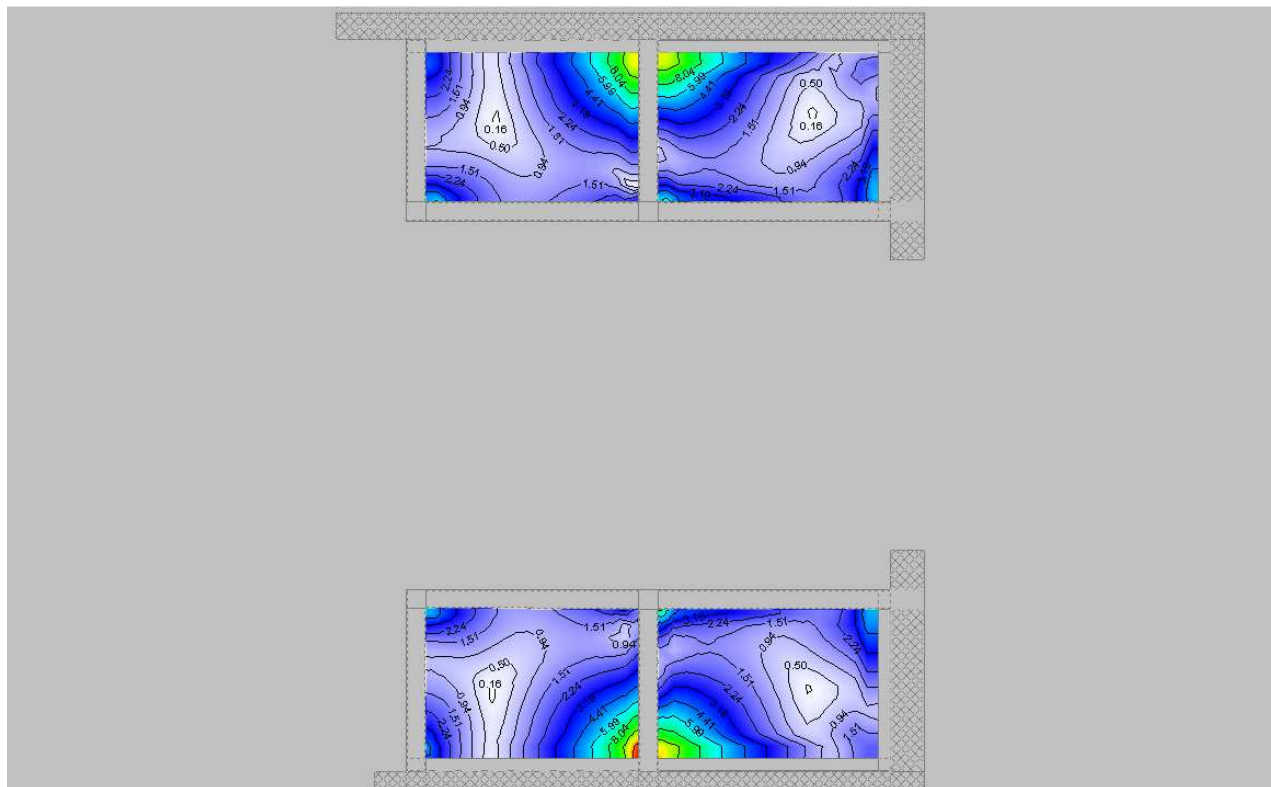


My superior (Tn·m/m)



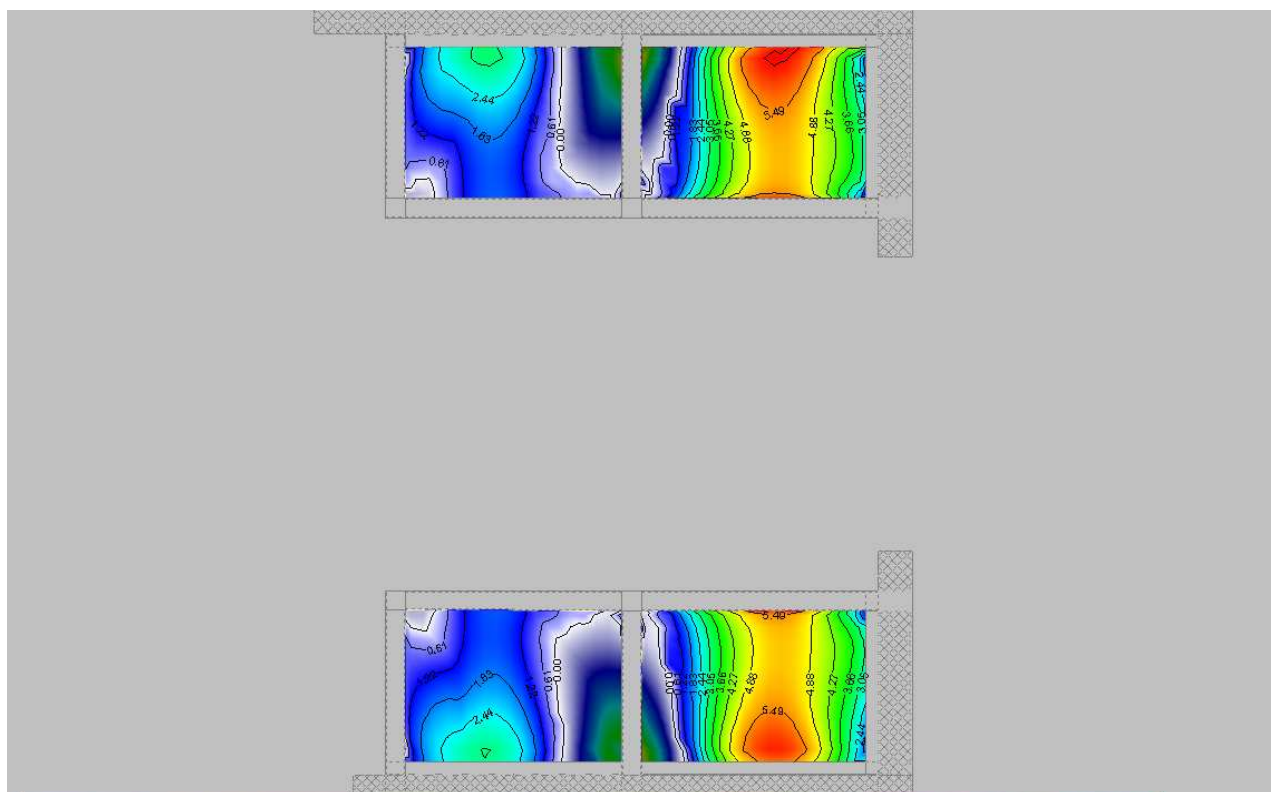


Cortante (Tn/m)

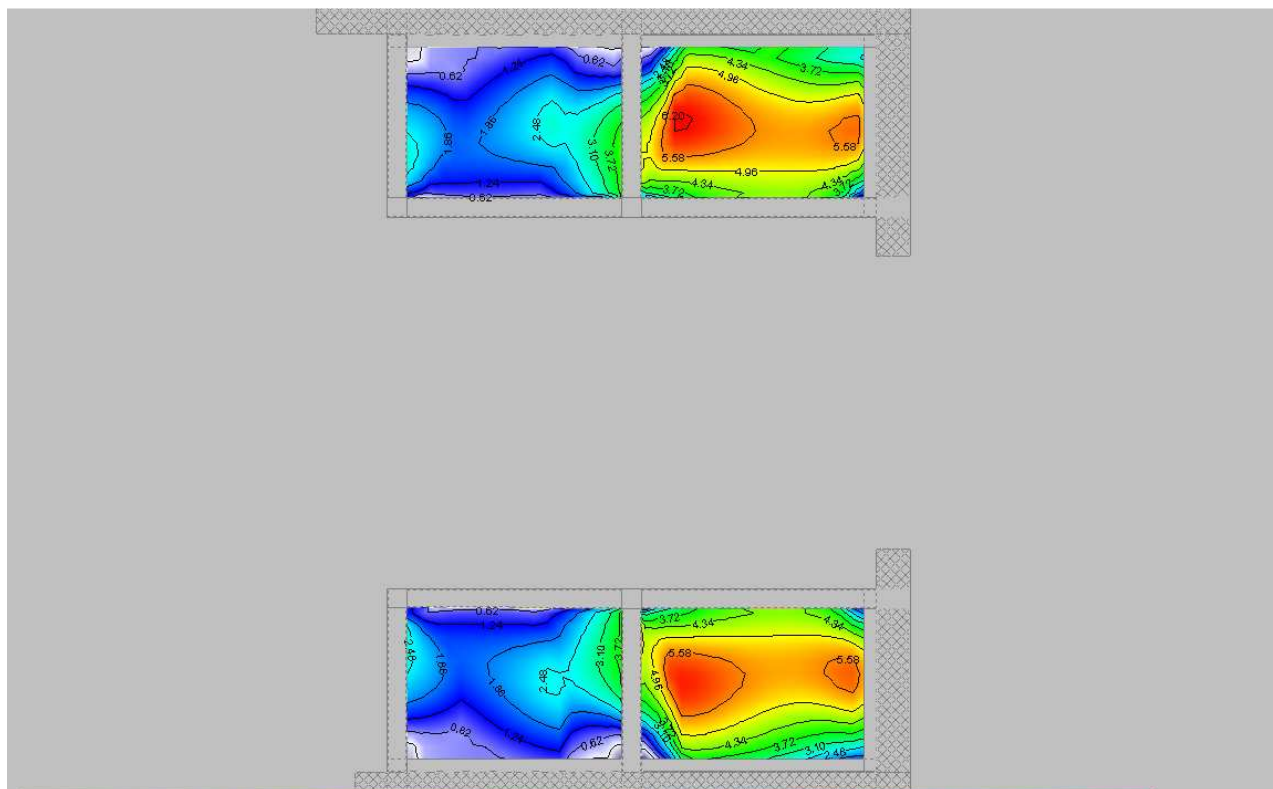


Cuantías de armadura

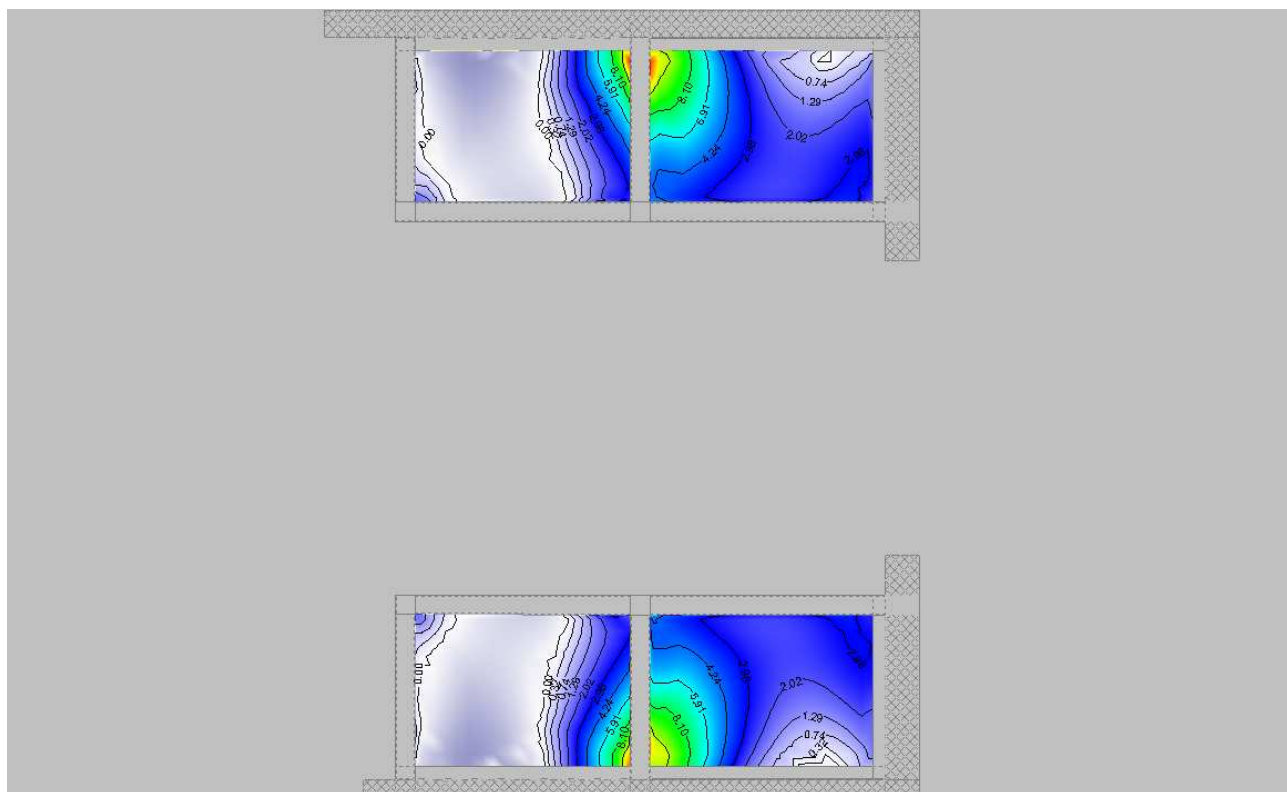
Inferior dirección X ( $\text{cm}^2/\text{m}$ )



Inferior dirección Y ( $\text{cm}^2/\text{m}$ )

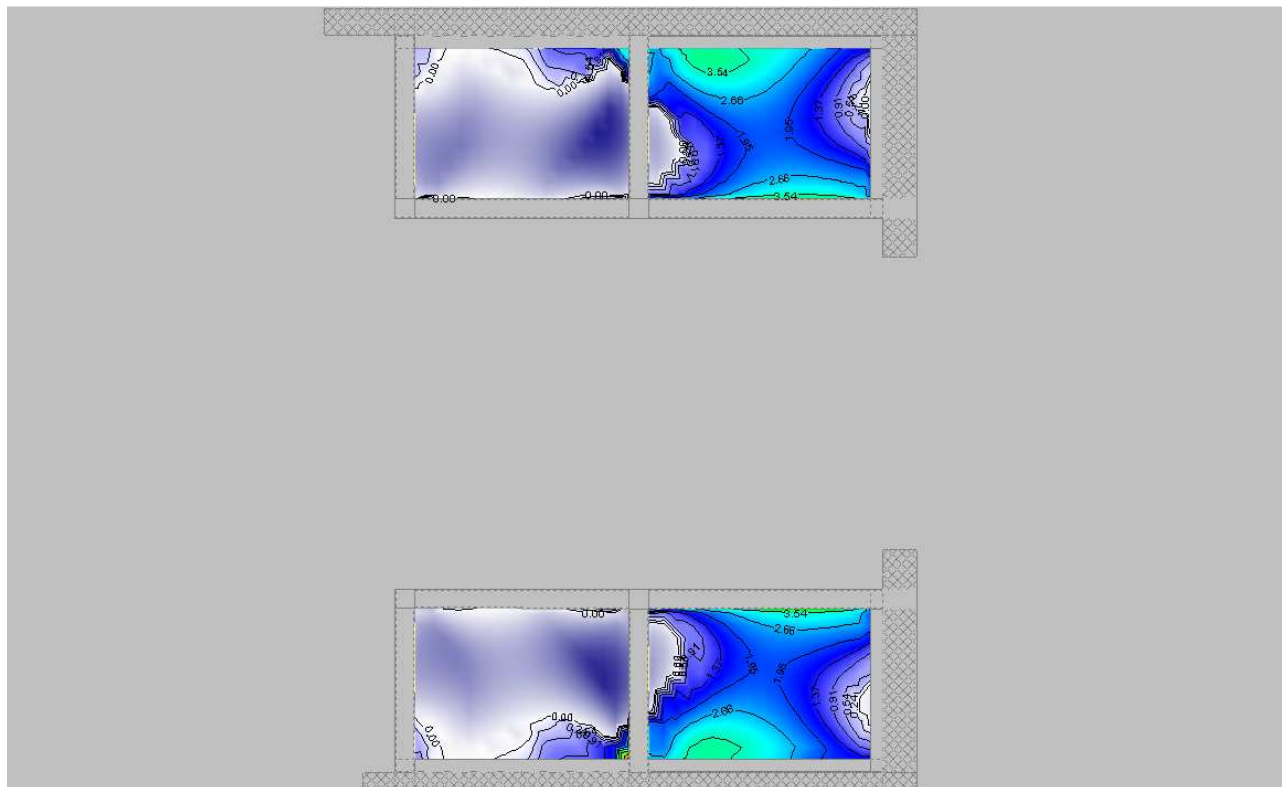


Superior dirección X ( $\text{cm}^2/\text{m}$ )





Superior dirección Y (cm<sup>2</sup>/m)



Armadura dispuesta

	Armadura base	Refuerzo
Longitudinal inferior	Ø 16 c/0,20	-
Longitudinal superior	Ø 16 c/0,20	-
Transversal inferior	Ø 16 c/0,20	-
Transversal superior	Ø 20 c/0,10	-
Cortante	No es necesario	-

## 1.1.9.- PILARES

### PILARES

Esfuerzos de pilares por hipótesis

■ Tramo: Nivel inicial / nivel final del tramo entre plantas.

■ Nota:

Los esfuerzos están referidos a ejes locales del pilar.

Soporte	Planta	Dimensión (cm)	Tramo (m)	Hipótesis	Base						Cabeza					
					N (t)	Mx (t-m)	My (t-m)	Qx (t)	Qy (t)	T (t-m)	N (t)	Mx (t-m)	My (t-m)	Qx (t)	Qy (t)	T (t-m)
P4	Cota Mezzanina 39,93	40x40	38.53/23.53	Carga permanente	10.71	2.52	-3.37	4.33	-9.58	0.00	10.35	-1.37	5.25	4.33	-9.58	0.00
				Sobrecarga de uso	4.80	1.25	-1.62	2.15	-4.62	0.00	4.80	-0.69	2.54	2.15	-4.62	0.00
	Cota Mezzanina 38,53	40x40	35.38/22.23	Carga permanente	15.76	0.02	1.18	0.14	1.20	0.00	14.66	-0.37	-2.13	0.14	1.20	0.00
				Sobrecarga de uso	6.60	0.01	0.59	0.07	0.60	0.00	6.60	-0.18	-1.05	0.07	0.60	0.00
P3	Cota Andén	40x40	33.85/19.08	Carga permanente	26.48	0.08	0.02	-0.29	-0.06	-0.00	26.03	0.41	0.08	-0.29	-0.06	-0.00
				Sobrecarga de uso	11.72	0.04	0.00	-0.15	-0.01	-0.00	11.72	0.20	0.01	-0.15	-0.01	-0.00
	Cota Pilar 0,30x0,30	40x40	32.78/33.85	Carga permanente	26.91	-0.24	-0.05	-0.29	-0.06	0.00	26.48	0.08	0.02	-0.29	-0.06	0.00
				Sobrecarga de uso	11.72	-0.12	-0.01	-0.15	-0.01	0.00	11.72	0.04	0.00	-0.15	-0.01	0.00
P2	Cota Mezzanina 39,93	40x40	38.53/23.43	Carga permanente	23.55	0.02	-5.95	-0.04	-18.30	0.00	23.23	0.05	8.69	-0.04	-18.30	0.00
				Sobrecarga de uso	11.35	0.02	-2.95	0.01	-9.19	0.00	11.35	0.02	4.40	0.01	-9.19	0.00
	Cota Mezzanina 38,53	40x40	35.38/22.23	Carga permanente	30.78	0.23	1.94	0.14	2.10	0.00	29.68	-0.15	-3.83	0.14	2.10	0.00
				Sobrecarga de uso	14.18	0.12	1.01	0.07	1.08	0.00	14.18	-0.08	-1.97	0.07	1.08	0.00
P1	Cota Andén	40x40	33.85/19.08	Carga permanente	42.24	-0.06	0.10	0.22	-0.37	0.00	41.79	-0.30	0.52	0.22	-0.37	0.00
				Sobrecarga de uso	19.68	-0.03	0.05	0.11	-0.18	0.00	19.68	-0.15	0.25	0.11	-0.18	0.00
	Cota Pilar 0,30x0,30	40x40	32.78/33.85	Carga permanente	42.67	0.18	-0.30	0.22	-0.37	-0.00	42.24	-0.06	0.10	0.22	-0.37	-0.00
				Sobrecarga de uso	19.68	0.09	-0.14	0.11	-0.18	-0.00	19.68	-0.03	0.05	0.11	-0.18	-0.00
P2	Cota Mezzanina 39,93	40x40	38.53/23.53	Carga permanente	10.65	2.49	3.37	4.27	9.56	0.00	10.29	-1.35	-5.23	4.27	9.56	0.00
				Sobrecarga de uso	4.76	1.23	1.62	2.12	4.61	0.00	4.76	-0.68	-2.53	2.12	4.61	0.00
	Cota Mezzanina 38,53	40x40	35.38/22.23	Carga permanente	15.67	0.02	-1.16	0.14	-1.19	0.00	14.57	-0.37	2.11	0.14	-1.19	0.00
				Sobrecarga de uso	6.56	0.01	-0.58	0.07	-0.59	0.00	6.56	-0.18	1.04	0.07	-0.59	0.00
P1	Cota Andén	40x40	33.85/19.08	Carga permanente	26.35	0.08	-0.02	-0.29	0.06	0.00	25.90	0.40	-0.09	-0.29	0.06	0.00
				Sobrecarga de uso	11.65	0.04	-0.00	-0.14	0.01	0.00	11.65	0.20	-0.02	-0.14	0.01	0.00
	Cota Pilar 0,30x0,30	40x40	32.78/33.85	Carga permanente	26.78	-0.23	0.05	-0.29	0.06	-0.00	26.35	0.08	-0.02	-0.29	0.06	-0.00
				Sobrecarga de uso	11.65	-0.12	0.01	-0.14	0.01	-0.00	11.65	0.04	-0.00	-0.14	0.01	-0.00
P1	Cota Mezzanina 39,93	40x40	38.53/23.43	Carga permanente	23.41	0.11	6.06	0.07	18.41	0.00	23.09	0.06	-8.66	0.07	18.41	0.00
				Sobrecarga de uso	11.28	0.07	3.01	0.06	9.24	0.00	11.28	0.03	-4.38	0.06	9.24	0.00
	Cota Mezzanina 38,53	40x40	35.38/22.23	Carga permanente	30.69	0.26	-1.89	0.17	-2.05	0.00	29.59	-0.21	3.74	0.17	-2.05	0.00
				Sobrecarga de uso	14.13	0.13	-0.98	0.09	-1.06	0.00	14.13	-0.11	1.93	0.09	-1.06	0.00
P1	Cota Andén	40x40	33.85/19.08	Carga permanente	42.10	-0.06	-0.10	0.21	0.37	0.00	41.64	-0.30	-0.51	0.21	0.37	0.00
				Sobrecarga de uso	19.60	-0.03	-0.05	0.11	0.18	0.00	19.60	-0.15	-0.25	0.11	0.18	0.00
	Cota Pilar 0,30x0,30	40x40	32.78/33.85	Carga permanente	42.52	0.17	0.29	0.21	0.37	-0.00	42.10	-0.06	-0.10	0.21	0.37	-0.00
				Sobrecarga de uso	19.60	0.09	0.14	0.11	0.18	-0.00	19.60	-0.03	-0.05	0.11	0.18	-0.00
P9	Cota Andén	30x30	33.85/18.98	Carga permanente	10.17	-0.19	-0.22	-0.34	-0.40	0.00	9.94	0.16	0.19	-0.34	-0.40	0.00
				Sobrecarga de uso	4.88	-0.09	-0.12	-0.17	-0.21	0.00	4.88	0.08	0.10	-0.17	-0.21	0.00
P10	Cota Andén	30x30	33.85/18.98	Carga permanente	10.59	0.10	-0.24	0.17	-0.43	0.00	10.36	-0.08	0.20	0.17	-0.43	0.00
				Sobrecarga de uso	5.07	0.05	-0.12	0.09	-0.22	0.00	5.07	-0.04	0.10	0.09	-0.22	0.00
P11	Cota Andén	30x30	33.85/18.98	Carga permanente	10.21	-0.19	0.22	-0.34	0.39	0.00	9.98	0.16	-0.18	-0.34	0.39	0.00
				Sobrecarga de uso	4.90	-0.09	0.11	-0.17	0.20	0.00	4.90	0.08	-0.09	-0.17	0.20	0.00
P12	Cota Andén	30x30	33.85/18.98	Carga permanente	10.63	0.10	0.23	0.17	0.42	0.00	10.40	-0.08	-0.19	0.17	0.42	0.00
				Sobrecarga de uso	5.09	0.05	0.12	0.09	0.22	0.00	5.09	-0.04	-0.10	0.09	0.22	0.00

## Esfuerzos pésimos de pilares

■ Tramo: Nivel inicial / nivel final del tramo entre plantas.

■ Nota:

Los esfuerzos están referidos a ejes locales del pilar.

Pilares	Planta	Tramo (m)	Dimensión	Posición	Esfuerzos pésimos					
					Naturaleza	N (t)	Mxx (t·m)	Myy (t·m)	Qx (t)	Qy (t)
P4	Cota Mezzanina 39,93	5.75/7.15	40x40	Cabeza	G, Q	21.17	-10.91	2.89	-9.08	-19.87
	Cota Mezzanina 38,53	2.60/5.75	40x40	38.53 m	G, Q	21.66	6.97	-5.28	-9.08	-19.87
	Cota Andén	0.00/2.60	40x40	Pie	G, Q	53.91	1.08	0.49	0.61	-0.10
	Cota Pilar 0,30x0,30			Cabeza	G, Q	52.72	-0.13	-1.05	0.61	-0.10
	Cota Pilar 0,40x0,40	-0.22/0.00	40x40	Pie	G, Q	53.91	1.08	0.49	0.61	-0.10
				Pie	G	26.91	0.54	0.24	0.29	-0.06
P3	Cota Mezzanina 39,93	5.75/7.15	40x40	Cabeza	G, Q	48.39	-18.33	-0.10	0.04	-38.49
	Cota Mezzanina 38,53	2.60/5.75	40x40	38.53 m	G, Q	48.82	12.46	-0.07	0.04	-38.49
	Cota Andén	0.00/2.60	40x40	Pie	G, Q	87.11	0.62	-1.74	-0.46	-0.77
	Cota Pilar 0,30x0,30			35.38 m	G, Q	62.83	-4.13	-0.49	-0.29	4.46
	Cota Pilar 0,40x0,40	-0.22/0.00	40x40	Pie	G, Q	87.11	0.62	-1.74	-0.46	-0.77
				Pie	G	42.67	0.30	-0.85	-0.22	-0.37
P2	Cota Mezzanina 39,93	5.75/7.15	40x40	Cabeza	G, Q	21.04	10.85	2.84	-8.96	19.82
	Cota Mezzanina 38,53	2.60/5.75	40x40	38.53 m	G, Q	21.53	-6.98	-5.22	-8.96	19.82
	Cota Andén	0.00/2.60	40x40	Pie	G, Q	53.63	-1.07	0.49	0.61	0.10
	Cota Pilar 0,30x0,30			Cabeza	G, Q	52.44	0.14	-1.05	0.61	0.10
	Cota Pilar 0,40x0,40	-0.22/0.00	40x40	Pie	G, Q	53.63	-1.07	0.49	0.61	0.10
				Pie	G	26.78	-0.54	0.23	0.29	0.06
P1	Cota Mezzanina 39,93	5.75/7.15	40x40	Cabeza	G, Q	48.10	18.26	-0.12	-0.18	38.71
	Cota Mezzanina 38,53	2.60/5.75	40x40	38.53 m	G, Q	48.53	-12.70	-0.26	-0.18	38.71
	Cota Andén	0.00/2.60	40x40	Cabeza	G, Q	85.62	1.06	1.71	-0.45	0.76
	Cota Pilar 0,30x0,30			35.38 m	G, Q	62.62	4.02	-0.55	-0.36	-4.35
	Cota Pilar 0,40x0,40	-0.22/0.00	40x40	Pie	G, Q	86.81	-1.74	-0.36	-0.45	0.76
				Pie	G	42.52	-0.85	-0.17	-0.21	0.37
P9	Cota Andén	0.00/1.53	30x30	Pie	G, Q	21.05	0.48	0.40	0.71	-0.85
				Cabeza	G, Q	20.73	-0.41	-0.33	0.71	-0.85
	Cota Pilar 0,30x0,30	-0.22/0.00	30x30	Pie	G, Q	21.05	0.48	0.40	0.71	-0.85
P10	Cota Andén	0.00/1.53	30x30	Pie	G, Q	21.90	0.51	-0.20	-0.36	-0.91
				Cabeza	G, Q	21.58	-0.43	0.17	-0.36	-0.91
	Cota Pilar 0,30x0,30	-0.22/0.00	30x30	Pie	G, Q	21.90	0.51	-0.20	-0.36	-0.91
P11	Cota Andén	0.00/1.53	30x30	Pie	G, Q	21.13	-0.46	0.40	0.71	0.82
				Cabeza	G, Q	20.82	0.38	-0.42	0.71	0.82
	Cota Pilar 0,30x0,30	-0.22/0.00	30x30	Pie	G, Q	21.13	-0.46	0.40	0.71	0.82
P12	Cota Andén	0.00/1.53	30x30	Cabeza	G, Q	21.68	0.41	0.43	-0.36	0.89
	Cota Pilar 0,30x0,30	-0.22/0.00	30x30	Pie	G, Q	21.99	-0.50	-0.20	-0.36	0.89

## 1.1.-CUARTOS TECNICOS TESTERO GALDAKAO

P.C. Línea 5 del FMB. Tramo: Galdakao - Hospital

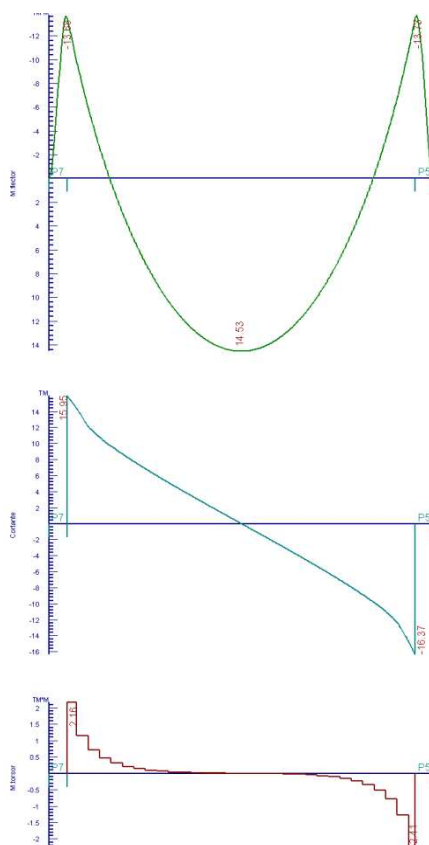
### Armado de pilares

Armado de pilares														
Hormigón: HA-30, Yc=1.5														
Pilar	Geometría			Armaduras									Aprov. (%)	Estado
	Planta	Dimensiones (cm)	Tramo (m)	Barras				Estribos						
				Esquina	Cara X	Cara Y	Cuantía (%)	Perimetral	Dir. X <sup>(1)</sup>	Dir. Y <sup>(1)</sup>	Rombo	Separación (cm)		
P4	Cota Mezzanina 39,93	40x40	38.53/23.53	4Ø20	2Ø20	2Ø20	1.57	1eØ8	-	-	1eØ8	20	85.0	Cumple
	Cota Mezzanina 38,53	40x40	35.38/22.23	4Ø20	2Ø20	2Ø20	1.57	1eØ8	-	-	1eØ8	20	60.6	Cumple
	Cota Andén	40x40	33.85/19.08	4Ø20	2Ø20	2Ø20	1.57	1eØ8	-	-	1eØ8	20	16.4	Cumple
	Cota Pilar 0,30x0,30	40x40	32.78/33.85	4Ø20	2Ø20	2Ø20	1.57	1eØ8	-	-	1eØ8			
	Cota Pilar 0,40x0,40	-	-	4Ø20	2Ø20	2Ø20	1.57	1eØ8	-	-	1eØ8			
P3	Cota Mezzanina 39,93	40x40	38.53/23.43	4Ø20	2Ø20	2Ø20	1.57	1eØ8	-	-	1eØ8	20	97.9	Cumple
	Cota Mezzanina 38,53	40x40	35.38/22.23	4Ø20	2Ø20	2Ø20	1.57	1eØ8	-	-	1eØ8	20	58.7	Cumple
	Cota Andén	40x40	33.85/19.08	4Ø20	2Ø20	2Ø20	1.57	1eØ8	-	-	1eØ8	20	25.5	Cumple
	Cota Pilar 0,30x0,30	40x40	32.78/33.85	4Ø20	2Ø20	2Ø20	1.57	1eØ8	-	-	1eØ8			
	Cota Pilar 0,40x0,40	-	-	4Ø20	2Ø20	2Ø20	1.57	1eØ8	-	-	1eØ8			
P2	Cota Mezzanina 39,93	40x40	38.53/23.53	4Ø20	2Ø20	2Ø20	1.57	1eØ8	-	-	1eØ8	20	84.7	Cumple
	Cota Mezzanina 38,53	40x40	35.38/22.23	4Ø20	2Ø20	2Ø20	1.57	1eØ8	-	-	1eØ8	20	60.4	Cumple
	Cota Andén	40x40	33.85/19.08	4Ø20	2Ø20	2Ø20	1.57	1eØ8	-	-	1eØ8	20	16.3	Cumple
	Cota Pilar 0,30x0,30	40x40	32.78/33.85	4Ø20	2Ø20	2Ø20	1.57	1eØ8	-	-	1eØ8			
	Cota Pilar 0,40x0,40	-	-	4Ø20	2Ø20	2Ø20	1.57	1eØ8	-	-	1eØ8			
P1	Cota Mezzanina 39,93	40x40	38.53/23.43	4Ø20	2Ø20	2Ø20	1.57	1eØ8	-	-	1eØ8	20	97.7	Cumple
	Cota Mezzanina 38,53	40x40	35.38/22.23	4Ø20	2Ø20	2Ø20	1.57	1eØ8	-	-	1eØ8	20	60.5	Cumple
	Cota Andén	40x40	33.85/19.08	4Ø20	2Ø20	2Ø20	1.57	1eØ8	-	-	1eØ8	20	25.4	Cumple
	Cota Pilar 0,30x0,30	40x40	32.78/33.85	4Ø20	2Ø20	2Ø20	1.57	1eØ8	-	-	1eØ8			
	Cota Pilar 0,40x0,40	-	-	4Ø20	2Ø20	2Ø20	1.57	1eØ8	-	-	1eØ8			
P9	Cota Andén	30x30	33.85/18.98	4Ø16	-	-	0.89	1eØ8	-	-	20	20	13.5	Cumple
	Cota Pilar 0,30x0,30	-	-	4Ø16	-	-	0.89	1eØ8	-	-	-	-	13.5	Cumple
P10	Cota Andén	30x30	33.85/18.98	4Ø16	-	-	0.89	1eØ8	-	-	-	20	13.4	Cumple
	Cota Pilar 0,30x0,30	-	-	4Ø16	-	-	0.89	1eØ8	-	-	-	-	13.4	Cumple
P11	Cota Andén	30x30	33.85/18.98	4Ø16	-	-	0.89	1eØ8	-	-	-	20	13.4	Cumple
	Cota Pilar 0,30x0,30	-	-	4Ø16	-	-	0.89	1eØ8	-	-	-	-	13.4	Cumple
P12	Cota Andén	30x30	33.85/18.98	4Ø16	-	-	0.89	1eØ8	-	-	-	20	13.6	Cumple
	Cota Pilar 0,30x0,30	-	-	4Ø16	-	-	0.89	1eØ8	-	-	-	-	13.4	Cumple

## 1.1.10.- PÓRTICOS

### PORTICOS MEZZANINA COTA +39,93

Pórtico 6 --- Grupo de plantas: 5



Tramo nº 1 (\*P7 - P5\*) (L= 8.00) Jácena desc. Tipo R Sección B\*H = 40 X 50 Flecha= 0.738 cm. (L/1084)

C.m.sup:	24.8	7.4	-----	-----	7.4	24.8	33.3(0.20)		33.4(7.80)
C.m.inf:	-----	24.8	28.7	35.9	28.6	24.8	-----	24.8(1.59)	35.9(3.94) 24.8(6.41)
Moment.:	-7.5	2.2	11.6	14.5	11.6	2.2	-7.6	-13.7(0.17)	4.5(1.59) 14.5(3.94) 4.6(6.41)-13.7(7.83)
Cortant.:	-----	9.0	4.3	0.0	-4.3	-8.9	-----	16.0(x= 0.20)	-16.4(x= 7.80)
Torsores:	-----	0.31	0.02	0.00	0.03	0.35	-----	Borde apoyo: 2.16(x= 0.20) 2.41(x= 7.80)	
Agot.:	9.16								

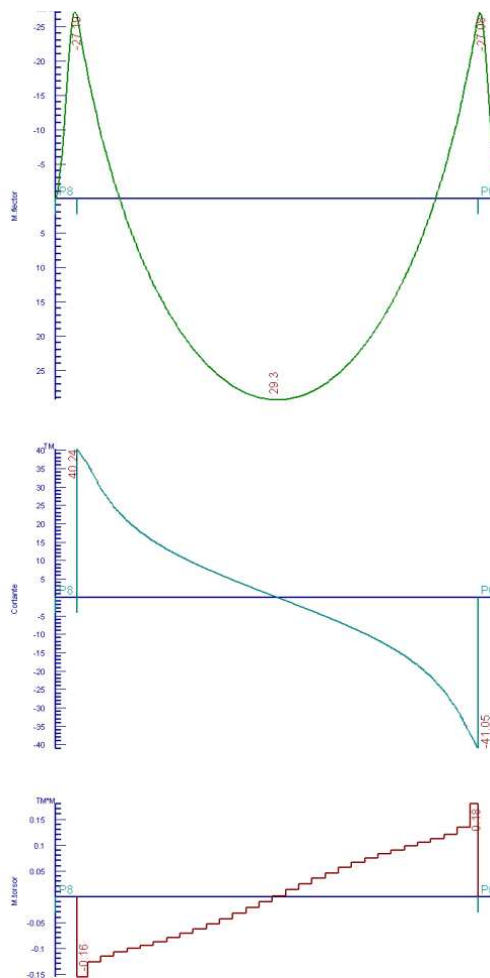
Arm.Montaje: 4Ø20(0.25P+8.34+0.25P=8.84)

Arm.Piel: 2Ø10(8.30)

Arm.Inferior: 4Ø20(0.25P+8.34+0.25P=8.84)

Estribos: 14x1eØ8c/0.1(1.36), 24x1eØ8c/0.2(4.91), 14x1eØ8c/0.1(1.33)

Pórtico 3 --- Grupo de plantas: 5



Tramo nº 1 (\*P8 - P6\*) (L= 8.00) Jácena desc. Tipo R Sección B\*H = 40 X 60 Flecha= 1.036 cm. (L/773)

C.m.sup: 29.8 8.9 ----- 8.9 29.8 53.8(0.20) 53.5(7.80)  
 C.m.inf: ----- 29.8 48.9 59.3 48.8 29.8 ----- 29.8(1.59) 59.3(3.91) 29.8(6.41)  
 Moment.: -15.3 6.9 24.2 29.3 24.1 7.0 -15.3 -27.2(0.17) 11.4(1.59) 29.3(3.91)  
 11.5(6.41)-27.1(7.83)  
 Cortant.: ----- 18.6 7.7 -0.0 -7.7 -18.5 ----- 40.2(x= 0.20) -41.0(x= 7.80)  
 Torsores: ----- 0.10 0.05 0.00 0.06 0.10 ----- Borde apoyo: 0.16(x= 0.20) 0.18(x= 7.80)  
 Agot.: 11.84

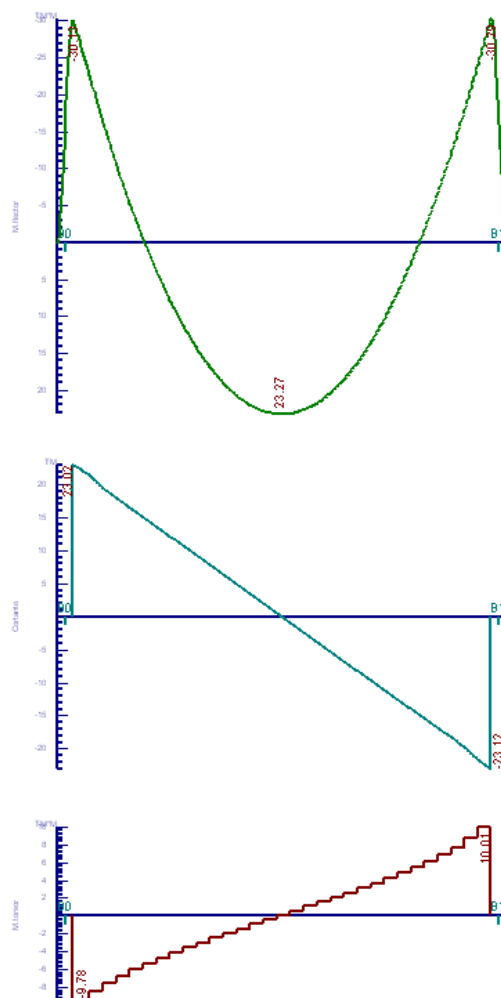
Arm.Montaje: 4Ø20(0.25P+8.33+0.25P=8.83)

Arm.Piel: 2Ø10(8.30)

Arm.Inferior: 5Ø20(0.25P+8.33+0.25P=8.83)

Estribos: 18x1eØ8c/0.1(1.80), 20x1eØ8c/0.2(4.00), 18x1eØ8c/0.1(1.80)

Pórtico 1 --- Grupo de plantas: 5



Tramo nº 1 (\*B0 - B1\*) (L= 8.00) Jácena desc. Tipo R Sección B\*H = 70 X 75 Flecha= 0.159 cm. (L/5032)

C.m.sup: 37.1 65.2 19.5 19.5 19.5 65.2 37.3 65.2(0.10)  
65.2(7.90)

C.m.inf: ----- 19.5 65.2 65.2 65.2 19.5 ----- 65.2(1.59) 65.2(3.94) 65.2(6.41)

Moment.: -23.3 -1.9 17.0 23.3 17.0 -1.9 -23.4 -30.1(0.10) 2.7(1.59) 23.3(3.94)  
2.8(6.41)-30.3(7.90)

Cortant.: 0.0 15.5 7.8 0.0 -7.8 -15.4 0.0 23.0(x= 0.10) -23.1(x= 7.90)

Torsores: 0.00 5.97 2.46 0.07 2.62 6.15 0.00 Borde apoyo: 0.00(x=-0.01) 0.00(x= 7.99)  
Agot.: 39.23

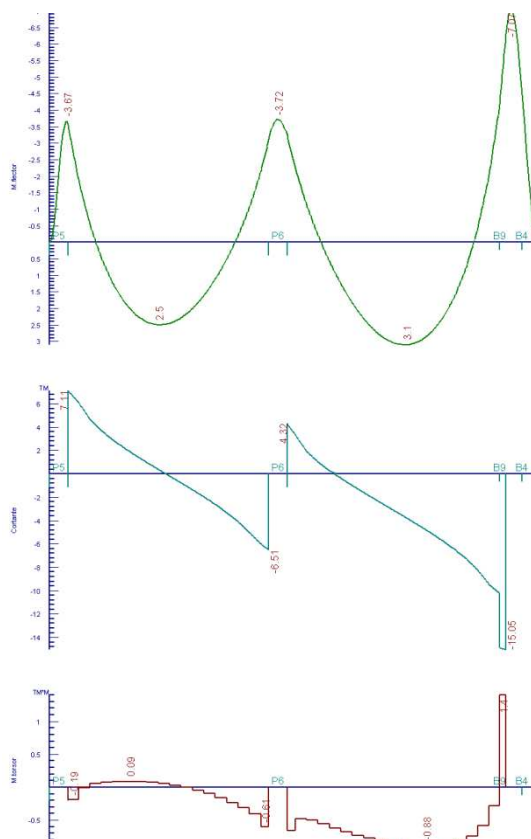
Arm.Montaje: 6Ø20(0.25P+8.33+0.25P=8.83)

Arm.Piel: 4Ø10(8.30)

Arm.Inferior: 6Ø20(0.25P+8.33+0.25P=8.83)

Estribos: 51x1eØ10c/0.15(7.60)

Pórtico 10 --- Grupo de plantas: 5



Tramo nº 1 (\*P5 - P6\*) (L= 4.80) Jácena desc. Tipo R Sección B\*H = 40 X 40 Flecha= 0.096 cm. (L/4984)

C.m.sup:	19.9	6.0	6.0	6.0	6.0	19.9	19.9	19.9(0.17)	19.9(4.77)
C.m.inf:	-----	19.9	19.9	19.9	19.9	6.0	-----	19.9(0.95)	19.9(2.15) 6.0(3.85)
Moment.:	-2.0	0.1	2.9	3.6	2.1	-1.1	-4.4	-3.5(0.17)	0.9(0.95) 3.6(2.15) -
	4.4(4.80)								
Cortant.:	-----	2.6	1.1	-0.7	-2.4	-3.3	-----	4.5(x= 0.20)	-3.4(x= 4.60)
Torsores:	-----	0.58	0.23	0.07	0.13	0.39	-----	Borde apoyo: 1.66(x= 0.20)	1.07(x= 4.60)
Agot.:	6.61								

Arm.Montaje: 3Ø16(0.16P+5.19=5.35)

Arm.Inferior: 3Ø16(0.16P+5.19=5.35)

Estribos: 22x1eØ8c/0.2(4.40)



## 1.1.-CUARTOS TECNICOS TESTERO GALDAKAO

P.C. Línea 5 del FMB. Tramo: Galdakao - Hospital

Tramo nº 2 (\*P6 - B3\*) (L= 5.35) Jácena desc. Tipo R Sección B\*H = 40 X 40 Flecha= 0.121 cm. (L/4412)

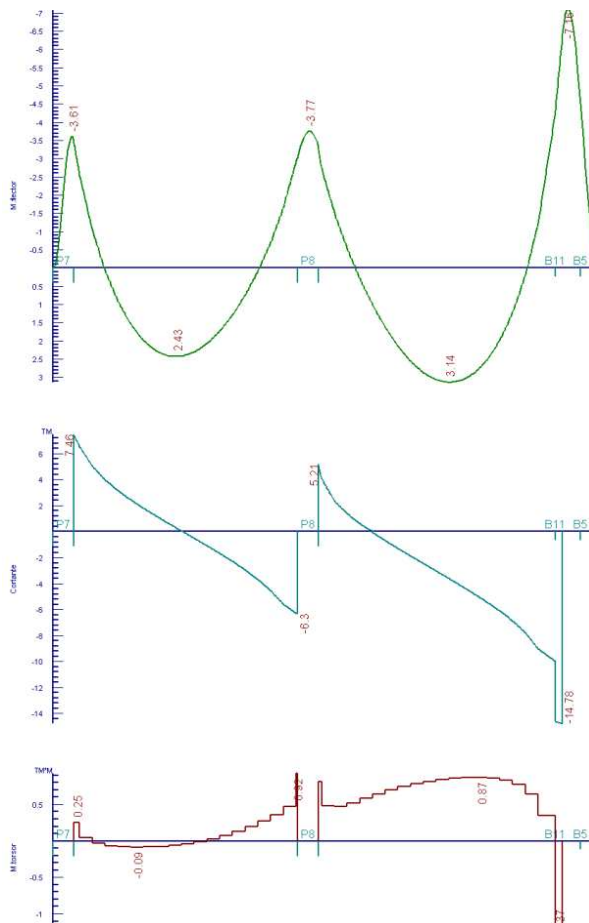
C.m.sup:	19.9	19.9	6.0	6.0	6.0	19.9	11.6	19.9(0.03)		20.6(5.05)
C.m.inf:	-----	6.0	19.9	19.9	19.9	6.0	-----	19.9(1.06)	19.9(2.60)	6.0(4.30)
Moment.:	-4.4	-0.5	2.9	3.9	2.5	-1.9	-3.7	-4.4(0.00)	0.3(1.06)	3.9(2.60)
	6.5(5.05)									-
Cortant.:	-----	3.7	2.5	0.6	-1.4	-3.1	0.0	3.7(x= 0.85)		-5.7(x= 5.00)
Torsores:	-----	0.19	0.03	0.22	0.40	0.94	0.00	Borde apoyo:	1.02(x= 0.20)	0.00(x= 5.35)
Agot.:	6.61									

Arm.Montaje: 3Ø16(5.89+0.16P=6.05)

Arm.Inferior: 3Ø16(5.89+0.16P=6.05)

Estribos: 24x1eØ8c/0.2(4.80)

Pórtico 8 --- Grupo de plantas: 5



Tramo nº 1 (\*P7 - P8\*) (L= 4.80) Jácena desc. Tipo R Sección B\*H = 40 X 40 Flecha= 0.097 cm. (L/4955)

C.m.sup: 19.9 6.0 6.0 6.0 6.0 19.9 19.9 19.9(0.17) 19.9(4.77)

C.m.inf: ----- 19.9 19.9 19.9 19.9 6.0 ----- 19.9(0.95) 19.9(2.15) 6.0(3.85)

Moment.: -2.0 0.1 2.9 3.6 2.2 -1.1 -4.4 -3.6(0.17) 0.8(0.95) 3.6(2.15) - 4.4(4.80)

Cortant.: ----- 2.9 1.2 -0.7 -2.4 -3.4 ----- 4.8(x= 0.20) -3.6(x= 4.60)

Torsores: ----- 0.59 0.23 0.02 0.13 0.40 ----- Borde apoyo: 1.71(x= 0.20) 1.10(x= 4.60)

Agot.: 6.61

Arm.Montaje: 3Ø16(0.25P+5.15=5.40)

Arm.Inferior: 3Ø16(0.25P+5.15=5.40)

Estribos: 22x1eØ8c/0.2(4.40)

## 1.1.-CUARTOS TECNICOS TESTERO GALDAKAO

P.C. Línea 5 del FMB. Tramo: Galdakao - Hospital

Tramo nº 2 (\*P8 - B2\*) (L= 5.35) Jácena desc. Tipo R Sección B\*H = 40 X 40 Flecha= 0.122 cm. (L/4386)

C.m.sup:	19.9	19.9	6.0	-----	6.0	19.9	11.7	19.9(0.03)		20.7(5.05)
C.m.inf:	-----	6.0	19.9	19.9	19.9	6.0	-----	19.9(1.06)	19.9(2.60)	6.0(4.30)
Moment.:	-4.4	-0.5	2.9	3.9	2.5	-1.9	-3.7	-4.4(0.03)	0.3(1.06)	4.0(2.60)
	6.5(5.05)									-
Cortant.:	-----	4.0	2.7	0.7	-1.4	-3.2	0.0	4.0(x= 0.20)		-5.9(x= 5.00)
Torsores:	-----	0.19	0.03	0.22	0.39	0.95	0.00	Borde apoyo: 1.07(x= 0.20)	0.00(x= 5.35)	
Agot.:	6.61									

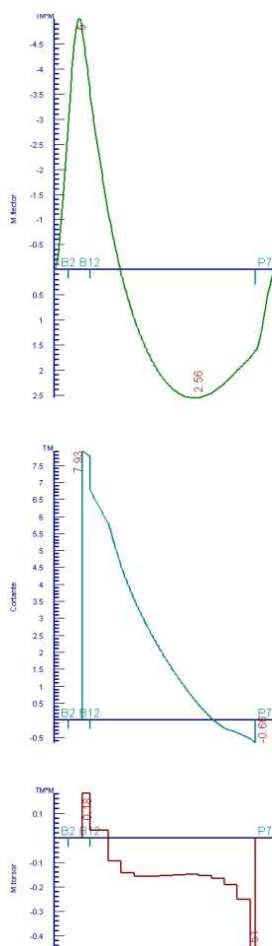
Arm.Montaje: 3Ø16(5.89+0.16P=6.05)

Arm.Inferior: 3Ø16(5.89+0.16P=6.05)

Estribos: 24x1eØ8c/0.2(4.80)

## PORTICOS MEZZANINA COTA +38,53

Pórtico 7 --- Grupo de plantas: 4



Tramo nº 1 (\*B2 - P7\*) (L= 3.83) Jácena desc. Tipo R Sección B\*H = 40 X 40 Flecha= 0.045 cm. (L/8606)

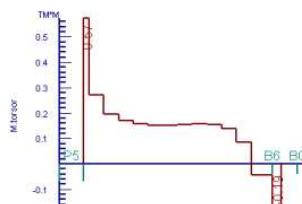
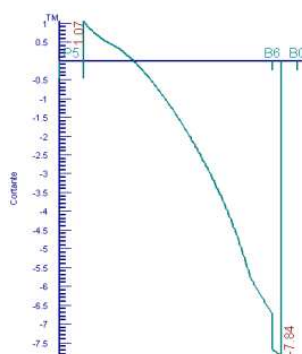
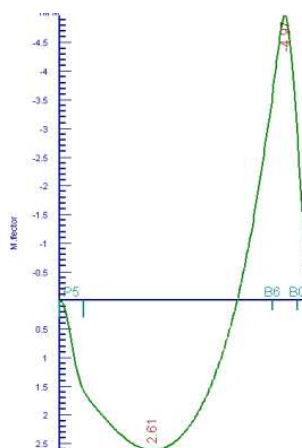
C.m.sup:	9.3	19.9	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	19.9(0.27)	6.0(3.80)
C.m.inf:	-----	6.0	19.9	19.9	19.9	19.9	1.6	6.0(0.75)	19.9(2.49) 19.9(3.06)
Moment.:	-2.9	-2.0	1.0	2.3	2.6	2.1	0.8	-5.0(0.23)	2.6(2.49) 2.2(3.06)
	0.4(3.83)								
Cortant.:	0.0	6.2	3.6	1.8	0.4	-0.3	-----	7.9(x= 0.27)	-0.7(x= 3.63)
Torsores:	0.00	0.03	0.14	0.15	0.15	0.19	-----	Borde apoyo: 0.00(x= 0.00)	0.51(x= 3.63)
Agot.:	6.61								

Arm.Montaje: 4Ø20(0.25P+4.22+0.25P=4.72)

Arm.Inferior: 4Ø16(0.25P+4.23+0.25P=4.73)

Estribos: 17x1eØ8c/0.2(3.36)

Pórtico 5 --- Grupo de plantas: 4



Tramo nº 1 (\*P5 - B0\*) (L= 3.83) Jácena desc. Tipo R Sección B\*H = 40 X 40 Flecha= 0.046 cm. (L/8367)

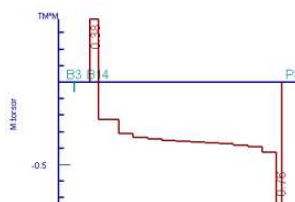
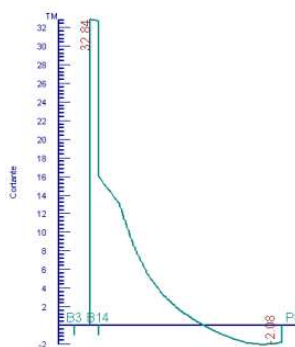
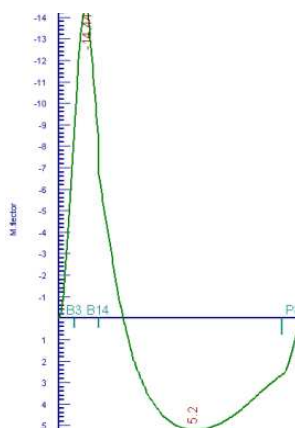
C.m.sup:	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	19.9	9.3	6.0(0.03)	19.9(3.56)
C.m.inf:	1.5	19.9	19.9	19.9	19.9	6.0	-----	19.9(0.76) 19.9(1.33) 6.0(3.07)	
Moment.:	0.7	2.1	2.6	2.3	1.0	-2.1	-2.9	0.4(0.00) 2.3(0.76) 2.6(1.33)	-
5.0(3.59)									
Cortant.:	-----	0.5	-0.4	-1.8	-3.7	-6.2	0.0	1.1(x= 0.20)	-7.8(x= 3.56)
Torsores:	-----	0.20	0.16	0.16	0.14	0.04	0.00	Borde apoyo: 0.57(x= 0.20) 0.00(x= 3.83)	
Agot.:	6.61								

Arm.Montaje: 4Ø20(0.25P+4.22+0.25P=4.72)

Arm.Inferior: 4Ø16(0.25P+4.23+0.25P=4.73)

Estribos: 17x1eØ8c/0.2(3.36)

Pórtico 4 --- Grupo de plantas: 4



Tramo nº 1 (\*B3 - P8\*) (L= 3.83) Jácena desc. Tipo R Sección B\*H = 40 X 40 Flecha= 0.102 cm. (L/3771)

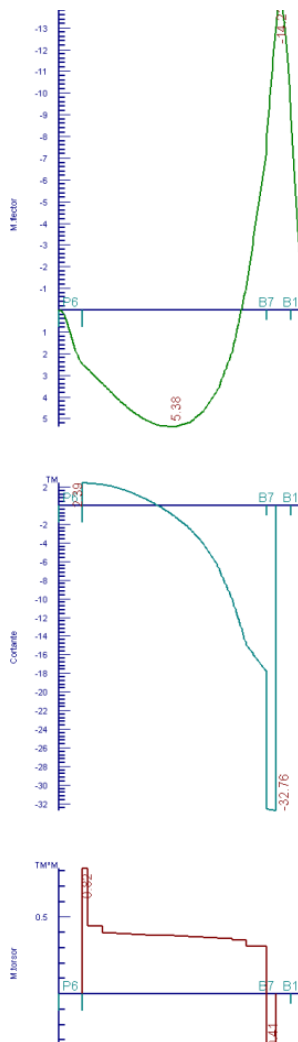
C.m.sup:	28.2	19.9	6.0	-----	-----	6.0	6.0	45.8(0.19)		6.0(3.80)
C.m.inf:	-----	6.0	19.9	19.9	19.9	19.9	2.5	6.0(0.75)	19.9(2.03)	19.9(3.06)
Moment.:	-8.9	-3.2	3.5	5.1	4.9	3.6	1.2	-14.4(0.19)	5.2(2.03)	3.9(3.06)
	0.6(3.83)									
Cortant.:	0.0	14.3	5.5	1.3	-0.9	-2.0	-----	32.8(x= 0.27)		-2.1(x= 3.28)
Torsores:	0.00	0.23	0.33	0.36	0.38	0.39	-----	Borde apoyo:	0.00(x= 0.00)	0.76(x= 3.63)
Agot.:	6.61									

Arm.Montaje: 4Ø20(0.25P+4.22+0.25P=4.72)

Arm.Inferior: 4Ø16(0.25P+4.23+0.25P=4.73)

Estribos: 10x1eØ8c/0.1(0.98), 12x1eØ8c/0.2(2.38)

Pórtico 2 --- Grupo de plantas: 4



Tramo nº 1 (\*P6 - B1\*) (L= 3.83) Jácena desc. Tipo R Sección B\*H = 40 X 40 Flecha= 0.105 cm. (L/3637)

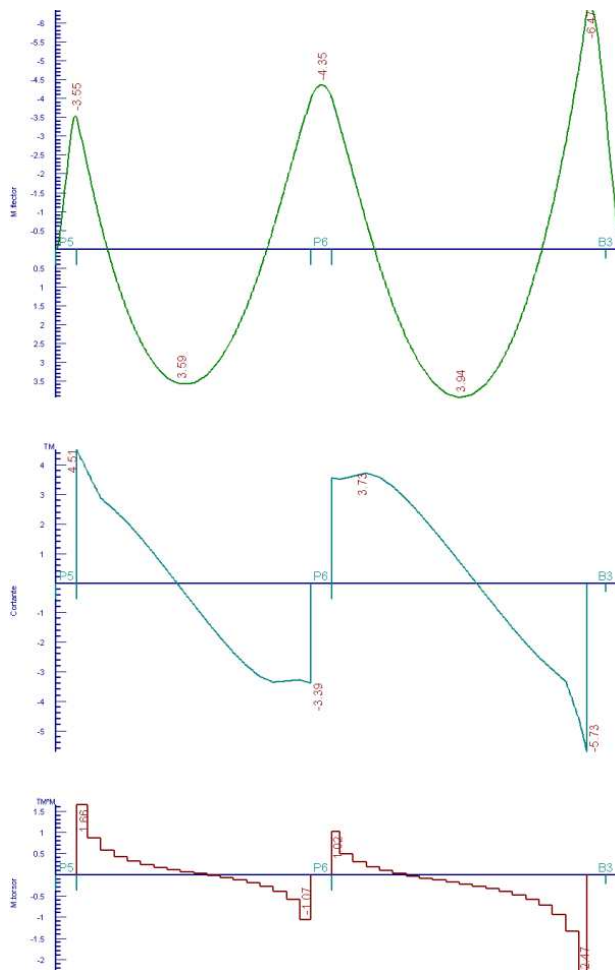
C.m.sup:	6.0	6.0	-----	-----	6.0	19.9	27.8	6.0(0.03)	45.1(3.63)		
C.m.inf:	2.3	19.9	19.9	19.9	19.9	6.0	-----	19.9(0.76)	19.9(1.80)	6.0(3.07)	
Moment.:	1.1	3.6	5.0	5.3	3.7	-3.6	-8.7	0.6(0.00)	4.0(0.76)	5.4(1.80)	-
14.2(3.63)											
Cortant.:	-----	2.1	0.8	-1.7	-6.5	-16.1	0.0	2.4(x= 0.20)	-32.8(x=		
3.56)											
Torsores:	-----	0.40	0.38	0.37	0.36	0.31	0.00	Borde apoyo:	0.82(x= 0.20)	0.00(x= 3.83)	
Agot.:	6.61										

Arm.Montaje: 4Ø20(0.25P+4.22+0.25P=4.72)

Arm.Inferior: 4Ø16(0.25P+4.23+0.25P=4.73)

Estribos: 12x1eØ8c/0.2(2.28), 11x1eØ8c/0.1(1.08)

Pórtico 11 --- Grupo de plantas: 4



Tramo nº 1 (\*P5 - P6\*) (L= 4.80) Jácena desc. Tipo R Sección B\*H = 40 X 40 Flecha= 0.068 cm. (L/7016)

C.m.sup:	19.9	19.9	6.0	6.0	6.0	19.9	19.9	19.9(0.17)	19.9(4.77)
C.m.inf:	-----	6.0	19.9	19.9	19.9	6.0	-----	19.9(0.95)	19.9(2.18) 19.9(3.86)
Moment.:	-2.1	-0.0	2.1	2.5	1.6	-0.5	-3.7	-3.7(0.17) 0.5(0.95)	2.5(2.18) 0.0(3.86) - 3.7(4.80)
Cortant.:	-----	4.2	1.8	-0.1	-2.0	-4.4	-----	7.1(x= 0.20)	-6.5(x= 4.60)
Torsores:	-----	0.05	0.09	0.06	0.10	0.31	-----	Borde apoyo: 0.19(x= 0.20)	0.61(x= 4.60)
Agot.:	6.61								

Arm.Montaje: 3Ø16(0.25P+5.15=5.40)

Arm.Inferior: 3Ø16(0.25P+5.15=5.40)

Estribos: 22x1eØ8c/0.2(4.40)



## 1.1.-CUARTOS TECNICOS TESTERO GALDAKAO

P.C. Línea 5 del FMB. Tramo: Galdakao - Hospital

Tramo nº 2 (\*P6 - B4\*) (L= 5.35) Jácena desc. Tipo R Sección B\*H = 40 X 40 Flecha= 0.103 cm. (L/5178)

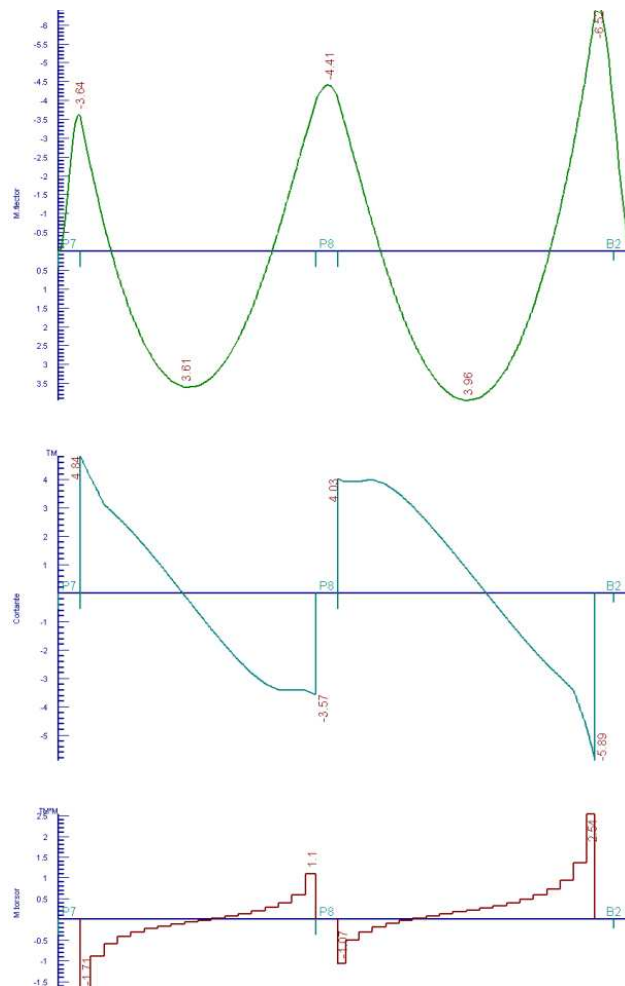
C.m.sup:	19.9	19.9	6.0	6.0	6.0	19.9	14.2	19.9(0.03)		22.4(5.10)
C.m.inf:	-----	6.0	19.9	19.9	19.9	6.0	-----	19.9(1.06)	19.9(2.81)	6.0(4.31)
Moment.:	-3.7	-0.2	2.1	3.1	2.4	-0.9	-4.5	-3.7(0.00)	0.4(1.06)	3.1(2.81)
	7.1(5.10)									-
Cortant.:	-----	1.0	-1.4	-3.4	-5.6	-8.6	0.0	4.3(x= 0.20)		-15.1(x= 5.00)
Torsores:	-----	0.56	0.73	0.86	0.87	0.59	0.00	Borde apoyo: 0.66(x= 0.20)	0.00(x= 5.35)	
Agot.:	6.61									

Arm.Montaje: 3Ø16(5.89+0.16P=6.05)

Arm.Inferior: 3Ø16(5.85+0.25P=6.10)

Estribos: 20x1eØ8c/0.2(3.84), 5x1eØ8c/0.2(0.96)

Pórtico 9 --- Grupo de plantas: 4



Tramo nº 1 (\*P7 - P8\*) (L= 4.80) Jácena desc. Tipo R Sección B\*H = 40 X 40 Flecha= 0.066 cm. (L/7293)

C.m.sup: 19.9 6.0 6.0 6.0 6.0 19.9 19.9 19.9(0.17) 19.9(4.77)

C.m.inf: ----- 19.9 19.9 19.9 19.9 6.0 ----- 19.9(0.96) 19.9(2.23) 6.0(3.85)

Moment.: -2.1 0.0 2.0 2.4 1.5 -0.5 -3.8 -3.6(0.17) 0.6(0.96) 2.4(2.23) - 3.8(4.80)

Cortant.: ----- 4.1 1.7 -0.1 -2.0 -4.3 ----- 7.5(x= 0.20) -6.3(x= 4.60)

Torsores: ----- 0.03 0.08 0.04 0.07 0.27 ----- Borde apoyo: 0.25(x= 0.20) 0.92(x= 4.60)

Agot.: 6.61

Arm.Montaje: 3Ø16(0.25P+5.15=5.40)

Arm.Inferior: 3Ø16(0.25P+5.15=5.40)

Estribos: 22x1eØ8c/0.2(4.40)

## 1.1.-CUARTOS TECNICOS TESTERO GALDAKAO

P.C. Línea 5 del FMB. Tramo: Galdakao - Hospital

Tramo nº 2 (\*P8 - B5\*) (L= 5.35) Jácena desc. Tipo R Sección B\*H = 40 X 40 Flecha= 0.105 cm. (L/5075)

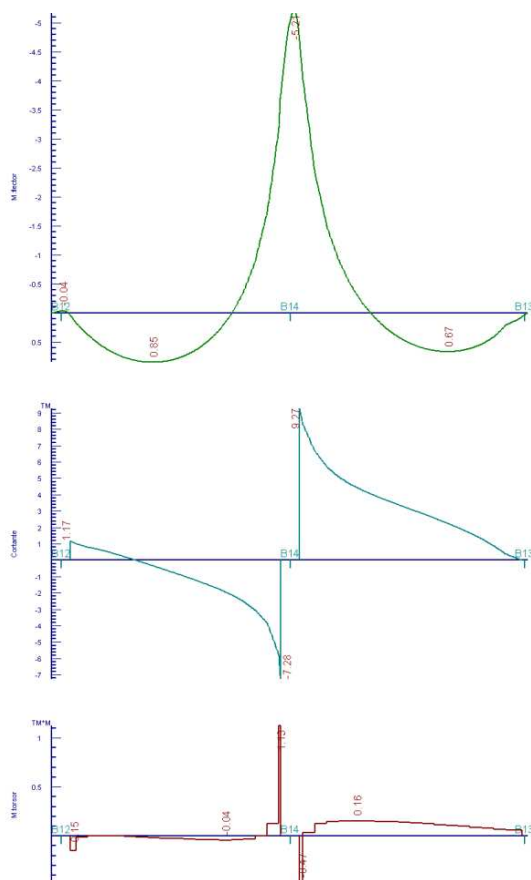
C.m.sup:	19.9	19.9	6.0	6.0	6.0	19.9	14.3	19.9(0.03)		22.7(5.10)
C.m.inf: -----	6.0	19.9	19.9	19.9	6.0	-----		19.9(1.05)	19.9(2.77)	19.9(4.28)
Moment.:	-3.8	-0.1	2.2	3.1	2.4	-0.9	-4.5	-3.8(0.03)	0.4(1.05)	3.1(2.77) 0.1(4.28) - 7.2(5.10)
Cortant.:	-----	1.0	-1.3	-3.4	-5.6	-8.7	0.0	5.2(x= 0.20)		-14.8(x= 5.00)
Torsores: -----	0.52	0.75	0.84	0.86	0.35	0.00	Borde apoyo: 0.81(x= 0.20) 0.00(x= 5.35)			
Agot.:	6.61									

Arm.Montaje: 3Ø16(5.89+0.16P=6.05)

Arm.Inferior: 3Ø16(5.89+0.16P=6.05)

Estribos: 20x1eØ8c/0.2(3.82), 5x1eØ8c/0.2(0.98)

Pórtico Losa 2 --- Grupo de plantas: 4



Tramo nº 1 (\*B12-B14\*) (L= 4.80) Jácena plana Tipo R Sección B\*H = 25 X 25 Flecha= 0.135 cm. (L/3553)

C.m.sup:	0.2	2.3	2.3	2.3	2.3	7.8	29.3	2.3(0.20)	28.4(4.77)
C.m.inf:	-----	7.8	7.8	7.8	7.8	2.3	-----	7.8(0.96)	7.8(1.92) 2.3(3.85)
Moment.:	-0.0	0.5	0.8	0.8	0.4	-0.8	-5.1	-0.0(0.03)	0.6(0.96) 0.9(1.92) -
	5.1(4.80)								
Cortant.:	0.6	0.7	-0.0	-0.8	-1.6	-2.9	1.0	1.2(x= 0.20)	-7.3(x= 4.60)
Torsores:	0.00	0.00	0.01	0.03	0.04	0.03	0.00	Borde apoyo: 0.00(x= 0.00)	0.00(x= 4.80)
Agot.:	1.67								

Arm.Montaje: 3Ø20(0.36P+5.29=5.65)

Arm.Inferior: 2Ø20(0.36P+5.29=5.65)

Estribos: 24x1eØ8c/0.15(3.60), 6x1eØ8c/0.15(0.80)

## 1.1.-CUARTOS TECNICOS TESTERO GALDAKAO

P.C. Línea 5 del FMB. Tramo: Galdakao - Hospital

Tramo nº 2 (\*B14-B13\*) (L= 4.86) Jácena plana Tipo R Sección B\*H = 25 X 25 Flecha= 0.037 cm. (L/13061)

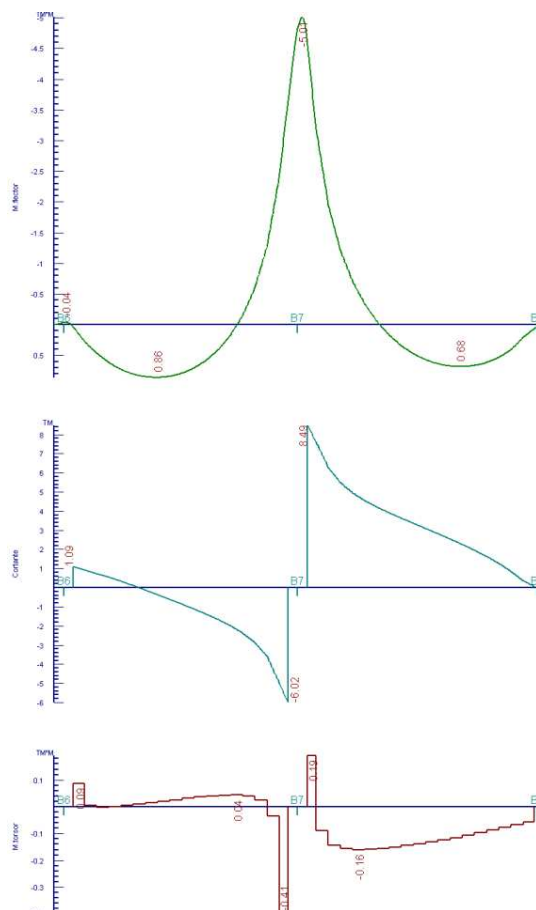
C.m.sup:	29.3	7.8	7.8	2.3	2.3	2.3	2.3	30.4(0.09)		2.3(4.83)
C.m.inf:	-----	-----	2.3	7.8	7.8	7.8	7.8		7.8(3.30)	7.8(3.89)
Moment.:	-5.1	-1.4	-0.1	0.5	0.7	0.5	0.1	-5.2(0.09)	0.7(3.30)	0.6(3.89)
	0.0(4.86)									
Cortant.:	1.0	5.6	4.1	3.2	2.3	1.3	0.0	9.3(x= 0.20)		0.0(x= 4.86)
Torsores:	0.00	0.15	0.15	0.14	0.12	0.08	0.06	Borde apoyo:	0.00(x= 0.00)	0.06(x= 4.86)
Agot.:	1.67									

Arm.Montaje: 3Ø20(5.29+0.36P=5.65)

Arm.Inferior: 2Ø20(5.24+0.36P=5.60)

Estribos: 8x1eØ8c/0.1(0.80), 25x1eØ8c/0.15(3.73)

Pórtico Losa 1 --- Grupo de plantas: 4



Tramo nº 1 (\*B6 - B7\*) (L= 4.80) Jácena plana Tipo R Sección B\*H = 25 X 25 Flecha= 0.136 cm. (L/3537)

C.m.sup:	0.2	2.3	2.3	2.3	2.3	7.8	27.7	2.3(0.20)	26.8(4.77)		
C.m.inf:	-----	7.8	7.8	7.8	7.8	2.3	-----	7.8(0.95)	7.8(1.91)	2.3(3.86)	
Moment.:	-0.0	0.5	0.8	0.8	0.4	-0.8	-4.8	-0.0(0.03)	0.6(0.95)	0.9(1.91)	-
4.8(4.80)											
Cortant.:	0.5	0.6	-0.1	-0.8	-1.7	-3.1	1.2	1.2(x= 4.80)	-6.0(x= 4.60)		
Torsores:	0.00	0.00	0.01	0.03	0.04	0.02	0.00	Borde apoyo:	0.00(x= 0.00)	0.00(x= 4.80)	
Agot.:	1.67										

Arm.Montaje: 3Ø20(0.36P+5.54=5.90)

Arm.Inferior: 2Ø20(0.36P+5.59=5.95)

Estribos: 1x1eØ8(0.15), 29x1eØ8c/0.15(4.25)

## 1.1.-CUARTOS TECNICOS TESTERO GALDAKAO

P.C. Línea 5 del FMB. Tramo: Galdakao - Hospital

Tramo nº 2 (\*B7 - B8\*) (L= 4.86) Jácena plana Tipo R Sección B\*H = 25 X 25 Flecha= 0.047 cm. (L/10414)

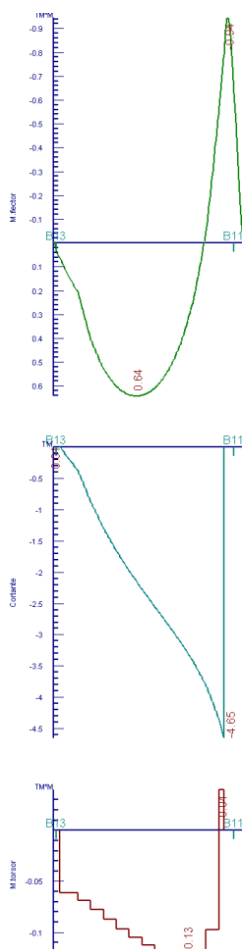
C.m.sup:	27.7	7.8	7.8	2.3	2.3	2.3	2.3	28.9(0.09)		2.3(4.84)
C.m.inf:	-----	-----	2.3	7.8	7.8	7.8	7.8		7.8(3.32)	7.8(3.90)
Moment.:	-4.8	-1.4	-0.1	0.5	0.7	0.6	0.1	-5.0(0.09)	0.7(3.32)	0.6(3.90)
	0.0(4.86)									
Cortant.:	1.2	5.7	4.2	3.3	2.4	1.4	0.1	8.5(x= 0.20)		0.0(x= 4.86)
Torsores:	0.00	0.14	0.16	0.14	0.12	0.09	0.06	Borde apoyo:	0.00(x= 0.00)	0.06(x= 4.86)
Agot.:	1.67									

Arm.Montaje: 3Ø20(5.75)

Arm.Inferior: 2Ø20(5.69+0.36P=6.05)

Estribos: 17x1eØ8c/0.1(1.70), 19x1eØ8c/0.15(2.83)

Pórtico Losa 4 --- Grupo de plantas: 4



Tramo nº 1 (\*B13-B11\*) (L= 3.40) Jácena plana Tipo R Sección B\*H = 25 X 25 Flecha= 0.072 cm. (L/4695)

C.m.sup: -----	2.3	2.3	2.3	2.3	7.8	3.5	2.3(0.00)	7.8(3.20)
C.m.inf:	0.3	7.8	7.8	7.8	7.8	2.3 -----	7.8(0.68)	7.8(1.50) 7.8(2.73)
Moment.:	0.1	0.4	0.6	0.6	0.5	-0.0 -0.6	0.0(0.00) 0.4(0.68)	0.6(1.50) 0.1(2.73) - 0.9(3.29)
Cortant.:	0.0	-0.8	-1.7	-2.4	-3.0	-3.8 -2.3	0.0(x= 0.00)	-4.7(x= 3.20)
Torsores:	0.00	0.07	0.10	0.11	0.12	0.12	0.00 Borde apoyo:	0.00(x= 0.00) 0.00(x= 3.40)
Agot.:	1.67							

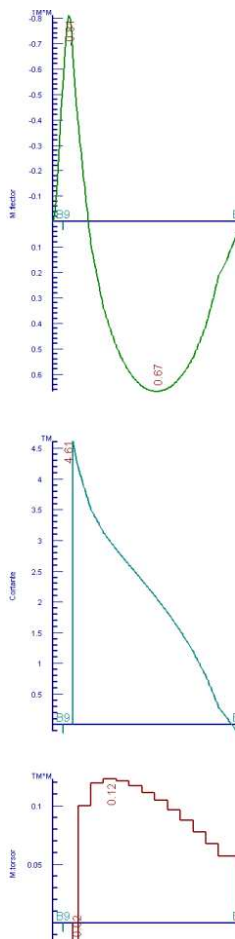
Arm.Montaje: 3Ø20(0.37P+3.66+0.37P=4.40)

Arm.Inferior: 2Ø20(0.37P+3.66+0.37P=4.40)

Estribos: 21x1eØ8c/0.15(3.08)



Pórtico Losa 3 --- Grupo de plantas: 4



Tramo nº 1 (\*B9 - B8\*) (L= 3.41) Jácena plana Tipo R Sección B\*H = 25 X 25 Flecha= 0.078 cm. (L/4358)

C.m.sup:	3.1	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	7.8(0.20)			2.3(3.38)
C.m.inf:	-----	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8(0.67)	7.8(1.83)	7.8(2.73)	
Moment.:	-0.6	0.1	0.5	0.7	0.6	0.4	0.0	-0.8(0.11)	0.2(0.67)	0.7(1.83)	0.4(2.73)
	0.0(3.40)										
Cortant.:	2.3	3.5	2.8	2.2	1.6	0.7	-0.1	4.6(x= 0.20)			-0.1(x= 3.40)
Torsores:	0.00	0.12	0.12	0.11	0.10	0.07	0.06	Borde apoyo:	0.00(x= 0.00)	0.06(x= 3.40)	
Agot.:	1.67										

Arm.Montaje: 3Ø20(0.38P+3.67=4.05)

Arm.Inferior: 2Ø20(0.36P+3.67+0.37P=4.40)

Estribos: 21x1eØ8c/0.15(3.08)

Trabajo: **Apéndice 8.1. Estación Hospital**

Código trabajo: **p01700**

Cálculo: **1.- Cuartos Técnicos de Estación**

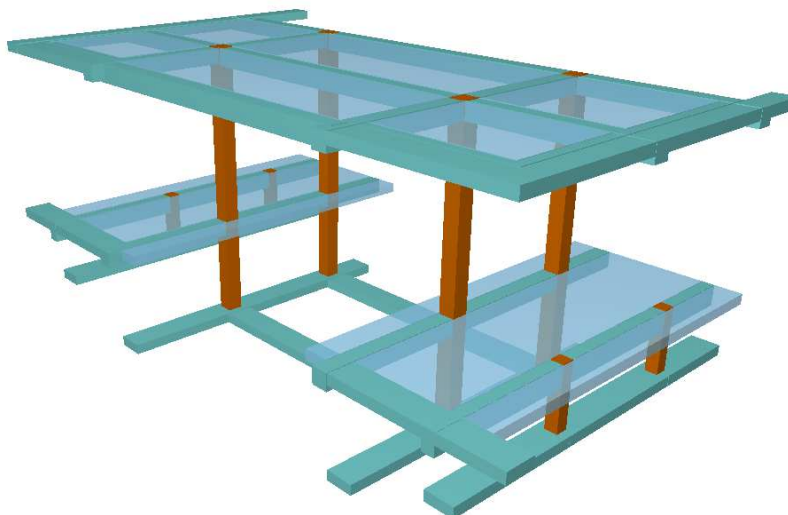
	<b>página</b>
<b>1.2.- Cuartos Técnicos de Final de Línea .....</b>	<b>1200</b>
1.2.1.- Normas consideradas.....	1201
1.2.2.- Geometría.....	1201
1.2.3.- Hipótesis de Carga.....	1202
1.2.4.- Cargas.....	1202
1.2.5.- Combinaciones.....	1202
1.2.6.- Materiales.....	1204
1.2.7.- Losa Cota +39,93.....	1205
1.1.8.- Pilares.....	1210
1.1.9.- Pórticos.....	1213

### 1.2.1.- Normas consideradas

Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08)

Código Técnico de la Edificación (CTE)

### 1.2.2.- Geometría



Vista del modelo

#### Plantas

Grupo	Nombre del grupo	Planta	Nombre planta	Altura	Cota
4	Pórtico +39,93	4	Pórtico +39,93.	4.55	39.93
3	Cota andén +35,38	3	Cota andén +35,38	1.53	35.38
2	Base pilar 0,30x030	2	Base pilar 0,30x030	1.07	33.85
1	Base pilar 0,40x0,40	1	Base pilar 0,40x0,40	32.78	32.78
0	Cimentación				0.00

#### Pilares

GI: grupo inicial

GF: grupo final

Ang: ángulo del pilar en grados sexagesimales

Datos de los pilares

Referencia	Coord(P.Fijo)	GI- GF	Vinculación exterior	Ang.	Punto fijo
P8	( 2.99, 11.68)	1-4	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P7	( 2.99, 3.68)	1-4	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P6	( 6.59, 11.68)	1-4	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P5	( 6.59, 3.68)	1-4	Sin vinculación exterior	0.0	Centro

Referencia	Coord(P.Fijo)	GI- GF	Vinculación exterior	Ang.	Punto fijo
P4	( 2.99, 14.44)	2-3	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P3	( 6.59, 14.44)	2-3	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P2	( 2.99, 0.94)	2-3	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P1	( 6.59, 0.94)	2-3	Sin vinculación exterior	0.0	Centro

Referencia pilar	Planta	Dimensiones	Coefs. empotramiento		Coefs. pandeo	
			Cabeza	Pie	Pandeo x	Pandeo Y
P5,P6,P7,P8	4	0.40x0.40	0.30	1.00	1.00	1.00
	3	0.40x0.40	1.00	1.00	1.00	1.00
	2	0.40x0.40	1.00	1.00	1.00	1.00
P1,P2,P3,P4	3	0.30x0.30	0.30	1.00	1.00	1.00

### 1.2.3.- Hipótesis de carga

Referencia	Descripción	Naturaleza
G	Peso propio + cargas muertas	Carga permanente
Qa	Sobrecarga de uso	Sobrecarga de uso

### 1.2.4.- Cargas

Cargas especiales introducidas (en Tm, Tm/m y Tm/m2)

Planta	S.C.U (t/m <sup>2</sup> )	Cargas muertas (t/m <sup>2</sup> )
Pórtico +39,93	0.50	0.30
Cota andén +35,38	0.50	0.30
Base pilar 0,30x030	0.00	0.00
Base pilar 0,40x0,40	0.00	0.00

### 1.2.5.- Combinaciones

Para las distintas situaciones de proyecto, las combinaciones de acciones se definirán de acuerdo con los siguientes criterios:

#### - Con coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_{Q1} \Psi_{p1} Q_{k1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Qi} \Psi_{ai} Q_{ki}$$

#### - Sin coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

- Donde:

$G_k$  Acción permanente

$Q_k$  Acción variable

$\gamma_G$  Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes

$\gamma_{Q,1}$  Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal

$\gamma_{Q,i}$  Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento

$\psi_{p,1}$  Coeficiente de combinación de la acción variable principal

$\psi_{a,i}$  Coeficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento

### 1.2.5.1.- Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ ) y coeficientes de combinación ( $\psi$ )

Para cada situación de proyecto y estado límite los coeficientes a utilizar serán:

#### E.L.U. de rotura. Hormigón: EHE-08

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )		Coeficientes de combinación ( $\psi$ )	
	Favorable	Desfavorable	Principal ( $\psi_p$ )	Acompañamiento ( $\psi_a$ )
Carga permanente (G)	1.000	1.350	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.500	1.000	0.700

#### E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones: EHE-08 / CTE DB-SE C

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )		Coeficientes de combinación ( $\psi$ )	
	Favorable	Desfavorable	Principal ( $\psi_p$ )	Acompañamiento ( $\psi_a$ )
Carga permanente (G)	1.000	1.600	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.600	1.000	0.700

#### Desplazamientos

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )		Coeficientes de combinación ( $\psi$ )	
	Favorable	Desfavorable	Principal ( $\psi_p$ )	Acompañamiento ( $\psi_a$ )
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

### 1.2.5.2.- Combinaciones

#### ■ Nombres de las hipótesis

G Carga permanente

Qa Sobrecarga de uso

#### ■ E.L.U. de rotura. Hormigón

Comb.	G	Qa
1	1.000	
2	1.350	
3	1.000	1.500
4	1.350	1.500

### ■ E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones

Comb.	G	Qa
1	1.000	
2	1.600	
3	1.000	1.600
4	1.600	1.600

### ■ Desplazamientos

Comb.	G	Qa
1	1.000	
2	1.000	1.000

### 1.2.6.- Materiales

#### - Hormigón

Hormigón	fck (kp/cm <sup>2</sup> )	$\gamma_c$	r <sub>nom</sub> (cm)
HA-30/20/B/IIa	306	1.5	3.5

#### - Acero en barras

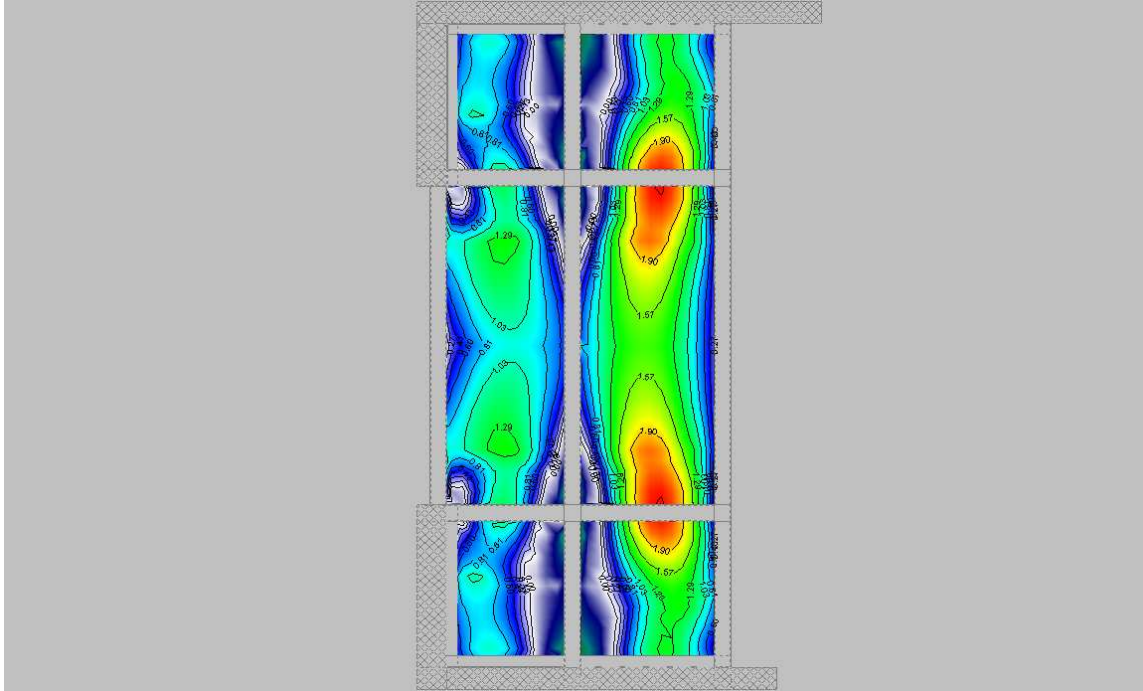
Acero	fyk (kp/cm <sup>2</sup> )	$\gamma_s$
B 500 S	5097	1.15

## 1.2.7.- LOSA COTA+39,93

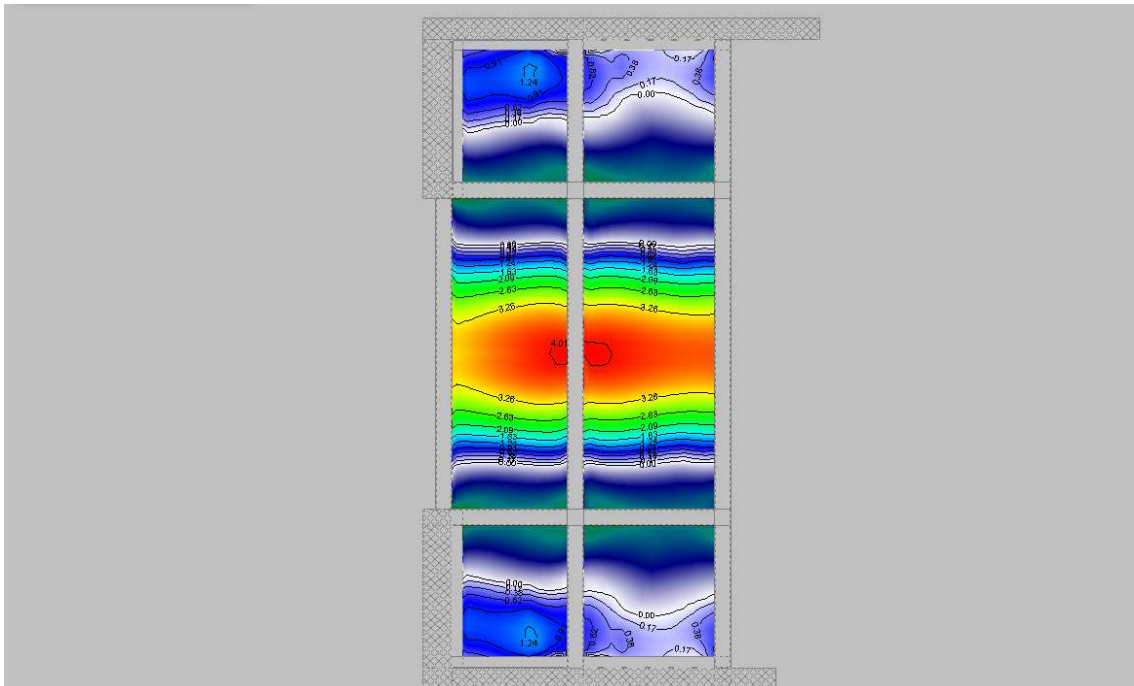
### LOSA COTA+39,93

Esfuerzos de dimensionamiento

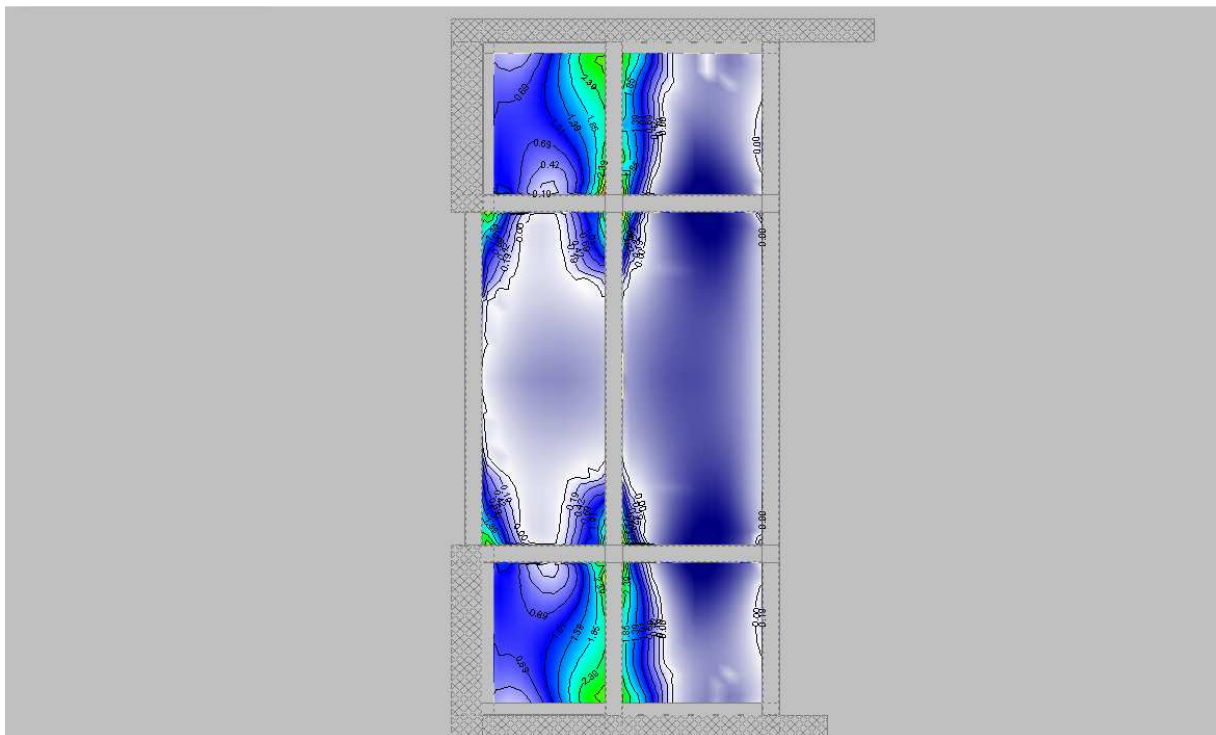
Mx inferior (Tn·m/m)



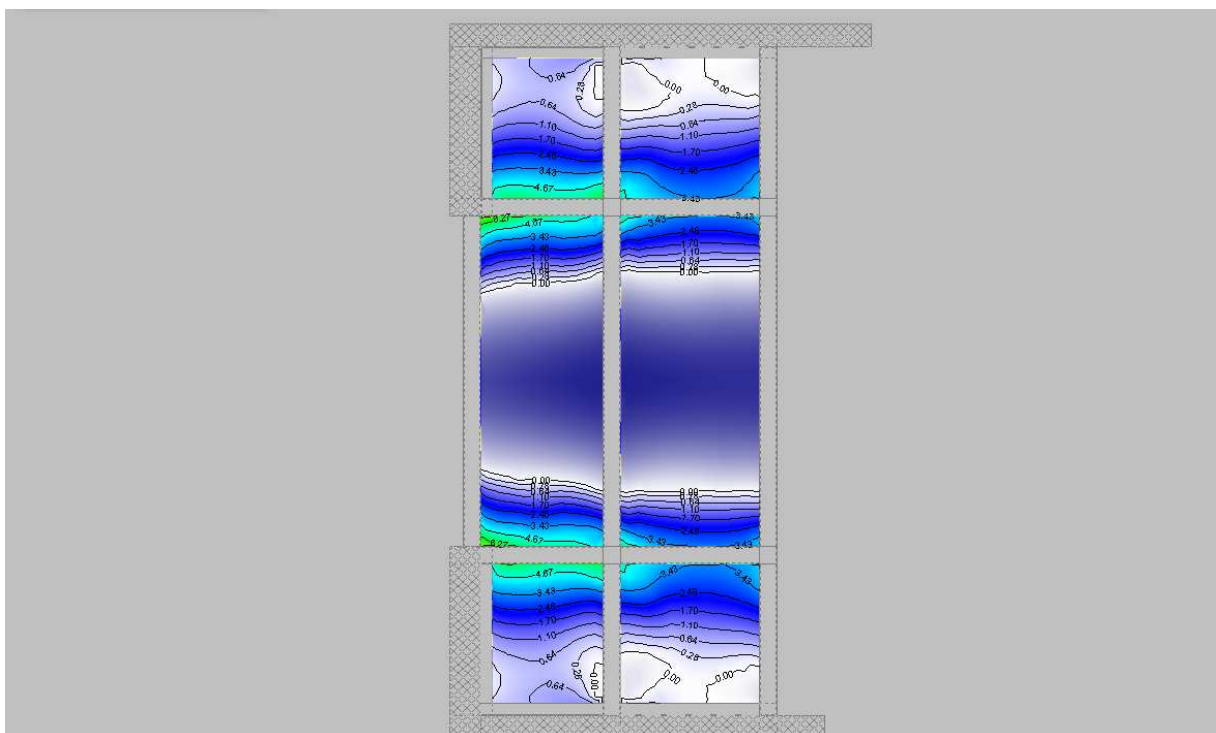
My inferior (Tn·m/m)



Mx superior (Tn·m/m)

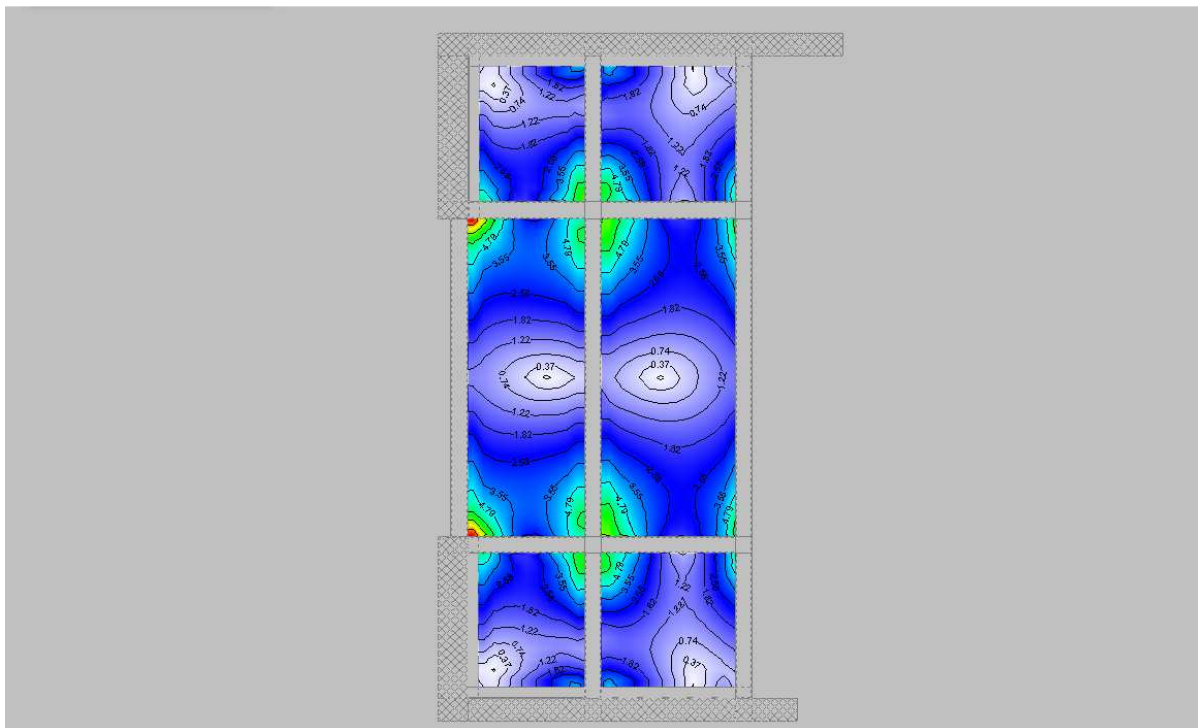


My superior (Tn·m/m)



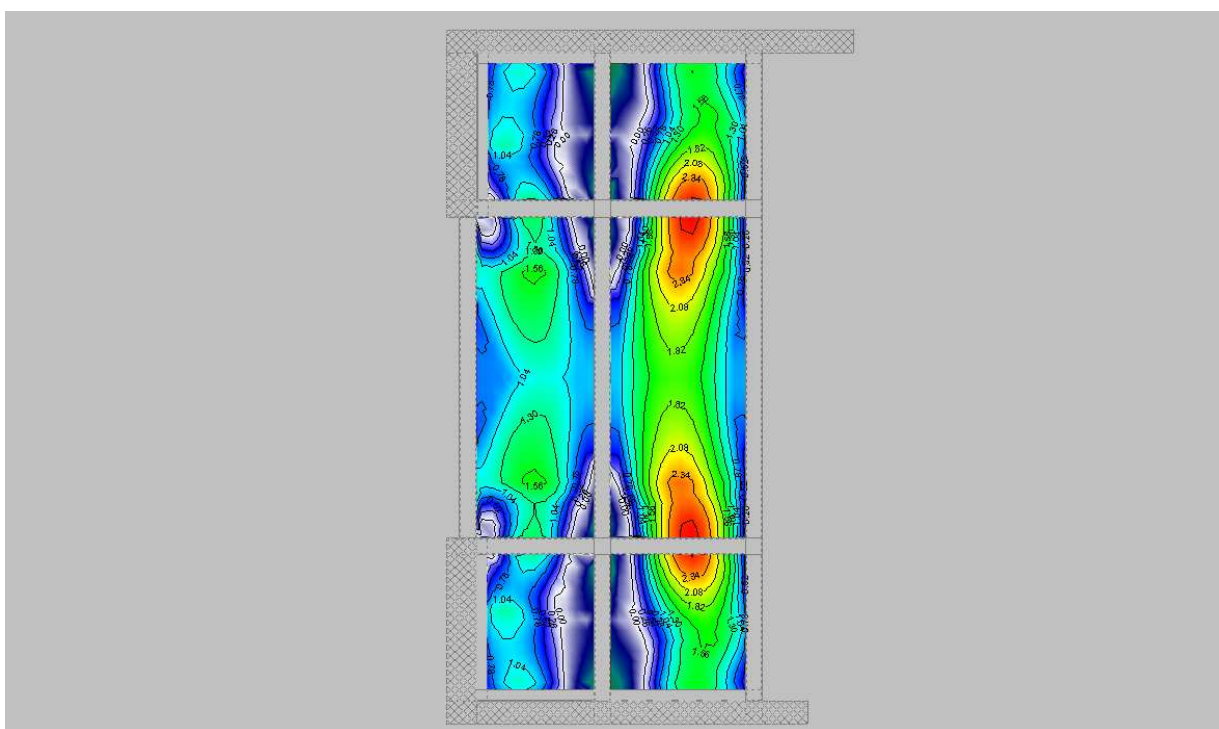


Cortante (Tn/m)

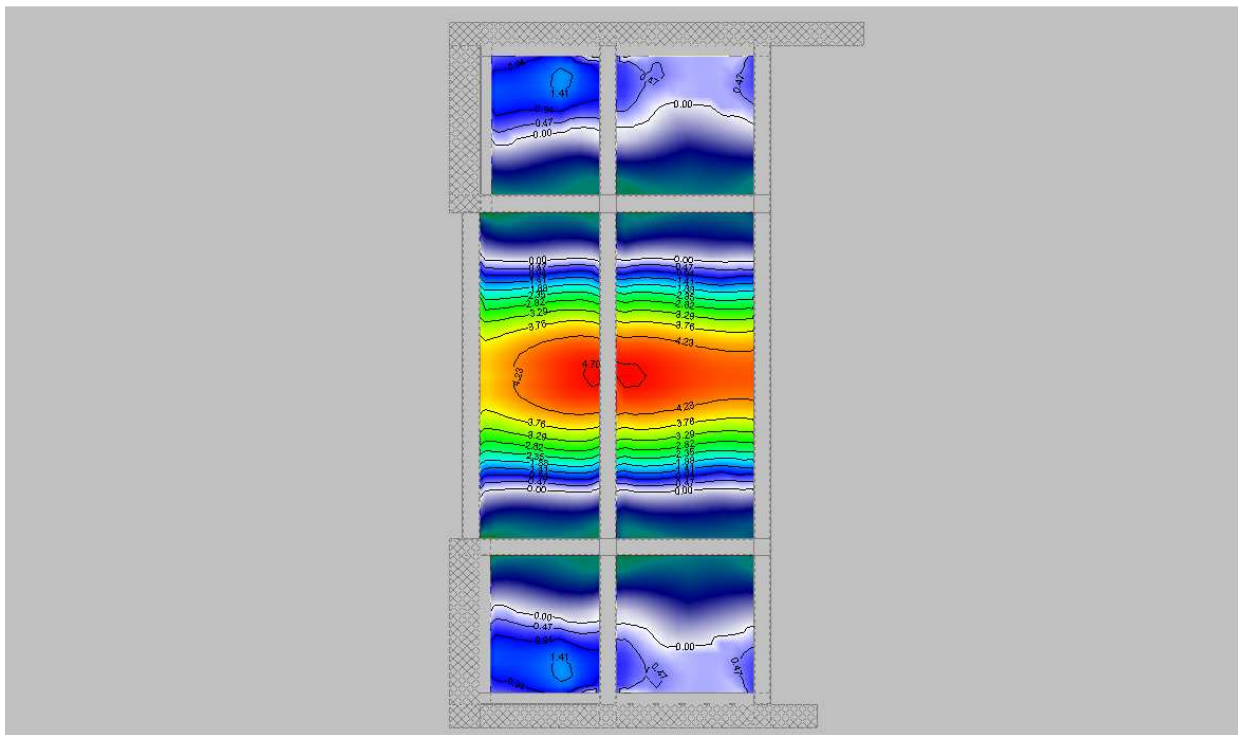


Cuantías de armadura

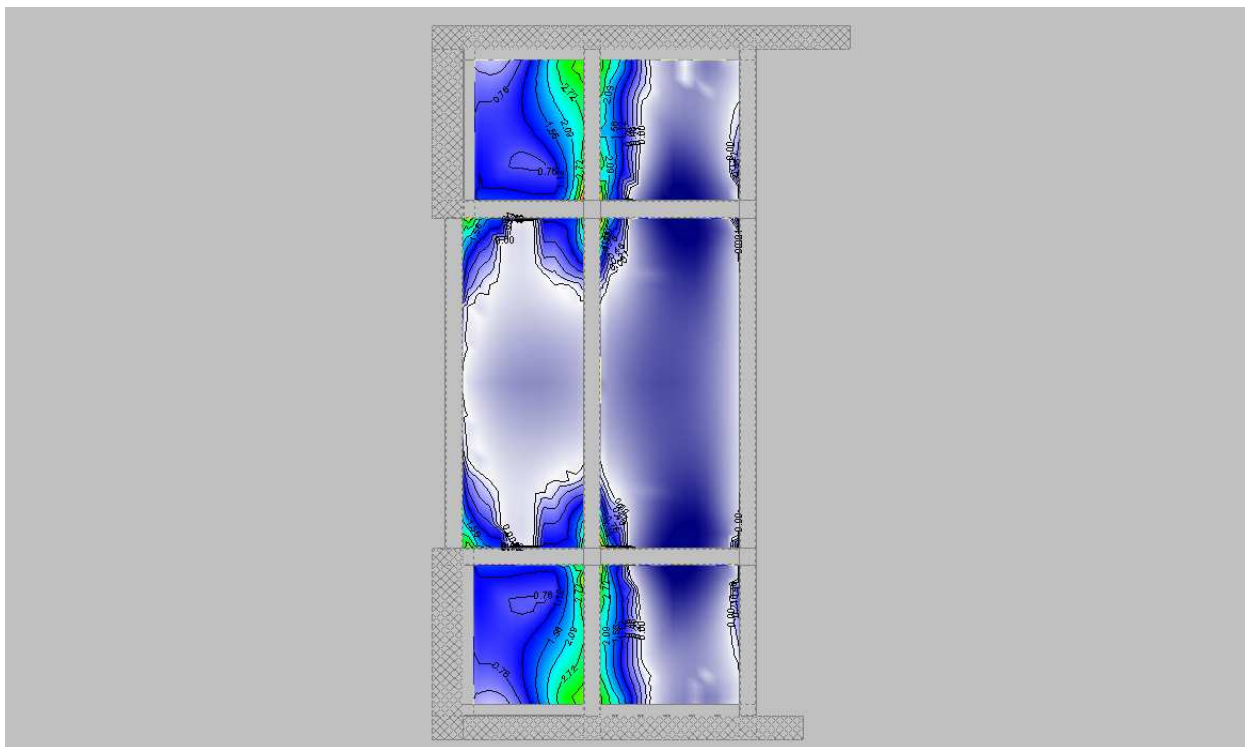
Inferior dirección X ( $\text{cm}^2/\text{m}$ )



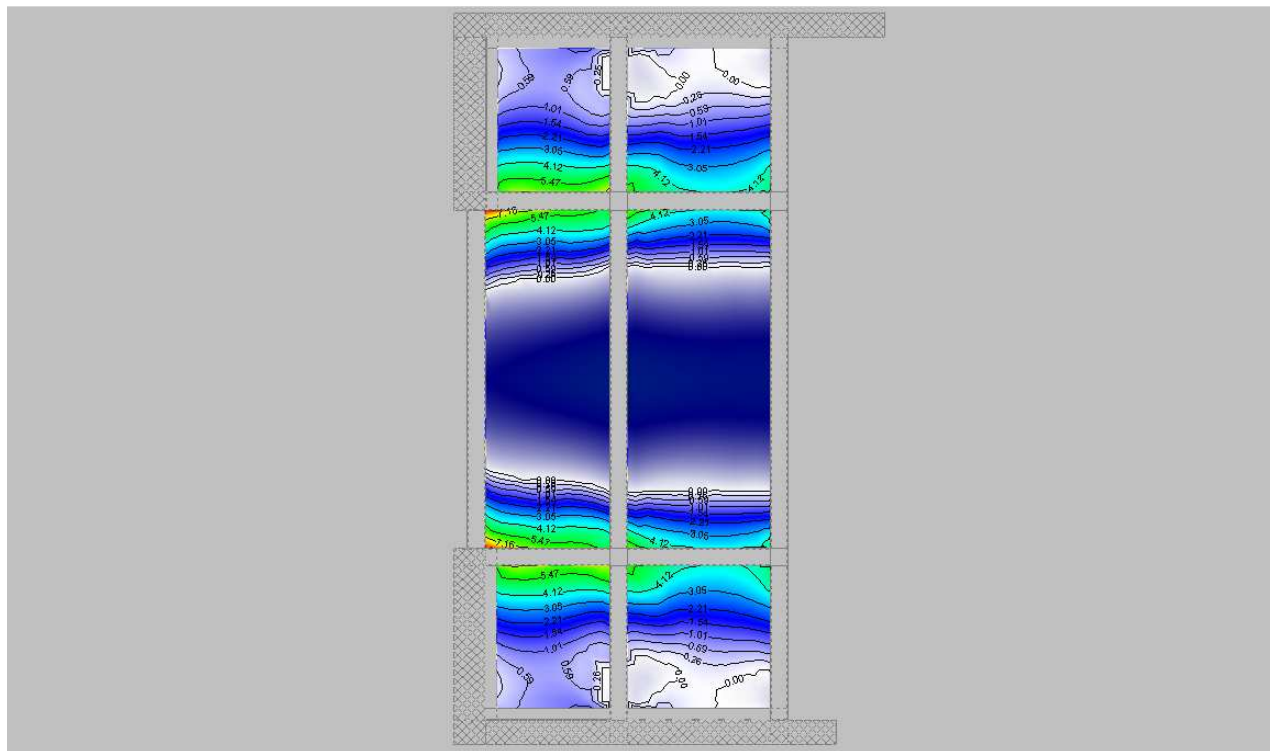
Inferior dirección Y ( $\text{cm}^2/\text{m}$ )



Superior dirección X ( $\text{cm}^2/\text{m}$ )



Superior dirección Y ( $\text{cm}^2/\text{m}$ )



Armadura dispuesta

	Armadura base	Refuerzo
Longitudinal inferior	$\phi 16$ c/0,20	-
Longitudinal superior	$\phi 16$ c/0,20	-
Transversal inferior	$\phi 16$ c/0,20	-
Transversal superior	$\phi 20$ c/0,10	-
Cortante	No es necesario	-

## 1.2.8.- PILARES

### PILARES

#### Esfuerzos de pilares por hipótesis

■ Tramo: Nivel inicial / nivel final del tramo entre plantas.

■ Nota:

Los esfuerzos están referidos a ejes locales del pilar.

Soporte	Planta	Dimensión (cm)	Tramo (m)	Hipótesis	Base						Cabeza					
					N (t)	Mx (t-m)	My (t-m)	Qx (t)	Qy (t)	T (t-m)	N (t)	Mx (t-m)	My (t-m)	Qx (t)	Qy (t)	T (t-m)
P8	Pórtico +39,93	40x40	35,38/39.48	Carga permanente	25.93	0.17	-0.53	0.09	-0.36	0.00	24.29	-0.21	0.94	0.09	-0.36	0.00
				Sobrecarga de uso	12.14	0.08	-0.26	0.05	-0.18	0.00	12.14	-0.11	0.46	0.05	-0.18	0.00
	Cota andén +35,38	40x40	33.85/34.98	Carga permanente	32.92	-0.01	-0.09	0.03	0.34	0.00	32.47	-0.04	-0.48	0.03	0.34	0.00
				Sobrecarga de uso	15.39	-0.00	-0.05	0.01	0.18	0.00	15.39	-0.02	-0.26	0.01	0.18	0.00
	Base pilar 0,30x030	40x40	32.78/33.85	Carga permanente	33.35	0.02	0.28	0.03	0.34	-0.00	32.92	-0.01	-0.09	0.03	0.34	-0.00
				Sobrecarga de uso	15.39	0.01	0.15	0.01	0.18	-0.00	15.39	-0.00	-0.05	0.01	0.18	-0.00
P7	Pórtico +39,93	40x40	35,38/39.48	Carga permanente	25.92	0.17	0.53	0.09	0.36	0.00	24.28	-0.21	-0.94	0.09	0.36	0.00
				Sobrecarga de uso	12.13	0.08	0.26	0.05	0.18	0.00	12.13	-0.11	-0.47	0.05	0.18	0.00
	Cota andén +35,38	40x40	33.85/34.98	Carga permanente	32.90	-0.01	0.09	0.03	-0.33	-0.00	32.45	-0.04	0.47	0.03	-0.33	-0.00
				Sobrecarga de uso	15.37	-0.00	0.05	0.01	-0.18	-0.00	15.37	-0.01	0.25	0.01	-0.18	-0.00
	Base pilar 0,30x030	40x40	32.78/33.85	Carga permanente	33.33	0.02	-0.27	0.03	-0.33	0.00	32.90	-0.01	0.09	0.03	-0.33	0.00
				Sobrecarga de uso	15.37	0.01	-0.14	0.01	-0.18	0.00	15.37	-0.00	0.05	0.01	-0.18	0.00
P6	Pórtico +39,93	40x40	35,38/39.48	Carga permanente	14.96	-0.25	-0.46	-0.20	-0.33	0.00	13.32	0.58	0.91	-0.20	-0.33	0.00
				Sobrecarga de uso	6.33	-0.13	-0.21	-0.10	-0.16	0.00	6.33	0.29	0.44	-0.10	-0.16	0.00
	Cota andén +35,38	40x40	33.85/34.98	Carga permanente	23.78	-0.10	-0.12	0.38	0.46	-0.00	23.33	-0.53	-0.64	0.38	0.46	-0.00
				Sobrecarga de uso	10.49	-0.05	-0.06	0.19	0.24	0.00	10.49	-0.27	-0.34	0.19	0.24	0.00
	Base pilar 0,30x030	40x40	32.78/33.85	Carga permanente	24.21	0.31	0.37	0.38	0.46	0.00	23.78	-0.10	-0.12	0.38	0.46	0.00
				Sobrecarga de uso	10.49	0.15	0.20	0.19	0.24	-0.00	10.49	-0.05	-0.06	0.19	0.24	-0.00
P5	Pórtico +39,93	40x40	35,38/39.48	Carga permanente	14.96	-0.25	0.46	-0.20	0.34	0.00	13.32	0.58	-0.91	-0.20	0.34	0.00
				Sobrecarga de uso	6.33	-0.13	0.21	-0.10	0.16	0.00	6.33	0.29	-0.44	-0.10	0.16	0.00
	Cota andén +35,38	40x40	33.85/34.98	Carga permanente	23.75	-0.10	0.12	0.38	-0.45	-0.00	23.30	-0.53	0.63	0.38	-0.45	-0.00
				Sobrecarga de uso	10.48	-0.05	0.06	0.19	-0.24	-0.00	10.48	-0.27	0.33	0.19	-0.24	-0.00
	Base pilar 0,30x030	40x40	32.78/33.85	Carga permanente	24.18	0.31	-0.36	0.38	-0.45	0.00	23.75	-0.10	0.12	0.38	-0.45	0.00
				Sobrecarga de uso	10.48	0.15	-0.19	0.19	-0.24	0.00	10.48	-0.05	0.06	0.19	-0.24	0.00
P4	Cota andén +35,38	30x30	33.85/34.88	Carga permanente	7.18	0.03	-0.22	0.05	-0.38	0.00	6.95	-0.02	0.18	0.05	-0.38	0.00
				Sobrecarga de uso	3.39	0.01	-0.11	0.02	-0.20	0.00	3.39	-0.01	0.09	0.02	-0.20	0.00
P3	Cota andén +35,38	30x30	33.85/34.88	Carga permanente	8.86	0.20	-0.23	0.35	-0.41	0.00	8.63	-0.16	0.19	0.35	-0.41	0.00
				Sobrecarga de uso	4.23	0.10	-0.12	0.17	-0.21	0.00	4.23	-0.08	0.10	0.17	-0.21	0.00
P2	Cota andén +35,38	30x30	33.85/34.88	Carga permanente	7.20	0.03	0.21	0.05	0.37	0.00	6.97	-0.02	-0.17	0.05	0.37	0.00
				Sobrecarga de uso	3.40	0.01	0.11	0.02	0.19	0.00	3.40	-0.01	-0.09	0.02	0.19	0.00
P1	Cota andén +35,38	30x30	33.85/34.88	Carga permanente	8.89	0.20	0.23	0.35	0.40	0.00	8.65	-0.16	-0.19	0.35	0.40	0.00
				Sobrecarga de uso	4.24	0.10	0.12	0.17	0.21	0.00	4.24	-0.08	-0.10	0.17	0.21	0.00

#### Esfuerzos pésimos de pilares

■ Tramo: Nivel inicial / nivel final del tramo entre plantas.

■ Nota:

Los esfuerzos están referidos a ejes locales del pilar.

Pilares	Planta	Tramo (m)	Dimensión	Posición	Esfuerzos pésimos					
					Naturaleza	N (t)	Mxx (t-m)	Myy (t-m)	Qx (t)	Qy (t)
P8	Pórtico +39,93	2.60/7.15	40x40	Cabeza	G, Q	50.99	-1.96	0.45	-0.19	-0.75
	Cota andén +35,38	0.00/2.60	40x40	Cabeza	G, Q	66.91	1.03	1.34	-0.05	0.74
	Base pilar 0,30x030			Pie	G, Q	68.10	-1.36	-0.04	-0.05	0.74
	Base pilar 0,40x0,40	-0.22/0.00	40x40	Pie	G	33.35	-0.67	-0.02	-0.03	0.34

## 1.2.-CUARTOS TECNICOS TESTERO FINAL DE LÍNEA

T

P.C. Línea 5 del FMB. Tramo: Galdakao-Hospital

Pilares	Planta	Tramo (m)	Dimensión	Posición	Esfuerzos pésimos					
					Naturaleza	N (t)	Mxx (t·m)	Myy (t·m)	Qx (t)	Qy (t)
P7	Pórtico +39,93	2.60/7.15	40x40	Cabeza	G, Q	50.97	1.97	0.45	-0.19	0.75
	Cota andén +35,38	0.00/2.60	40x40	Pie	G, Q	68.06	0.58	-1.36	-0.05	-0.72
	Base pilar 0,30x030			Cabeza	G, Q	66.87	-1.34	0.07	-0.05	-0.72
	Base pilar 0,40x0,40	-0.22/0.00	40x40	Pie	G, Q	68.06	0.58	-1.36	-0.05	-0.72
				Pie	G	33.33	0.27	-0.67	-0.03	-0.33
P6	Pórtico +39,93	2.60/7.15	40x40	Cabeza	G, Q	27.48	-1.89	-1.22	0.43	-0.69
	Cota andén +35,38	0.00/2.60	40x40	Cabeza	G, Q	47.23	1.38	1.11	-0.80	0.99
	Base pilar 0,30x030			Pie	G, Q	48.42	-0.97	-0.64	-0.80	0.99
	Base pilar 0,40x0,40	-0.22/0.00	40x40	Pie	G	24.21	-0.48	-0.31	-0.38	0.46
P5	Pórtico +39,93	2.60/7.15	40x40	Cabeza	G, Q	27.47	1.89	-1.22	0.43	0.69
	Cota andén +35,38	0.00/2.60	40x40	Cabeza	G, Q	47.17	-1.35	1.11	-0.80	-0.97
	Base pilar 0,30x030			Pie	G, Q	48.36	0.78	-0.97	-0.80	-0.97
	Base pilar 0,40x0,40	-0.22/0.00	40x40	Pie	G	24.18	0.36	-0.48	-0.38	-0.45
P4	Cota andén +35,38	0.00/1.53	30x30	Pie	G, Q	14.78	0.46	-0.06	-0.10	-0.81
				Cabeza	G, Q	14.47	-0.38	0.05	-0.10	-0.81
	Base pilar 0,30x030	-0.22/0.00	30x30	Pie	G, Q	14.78	0.46	-0.06	-0.10	-0.81
				Pie	G	7.18	0.22	-0.03	-0.05	-0.38
P3	Cota andén +35,38	0.00/1.53	30x30	Pie	G, Q	18.31	0.50	-0.41	-0.73	-0.88
				Cabeza	G, Q	18.00	-0.41	0.34	-0.73	-0.88
	Base pilar 0,30x030	-0.22/0.00	30x30	Pie	G, Q	18.31	0.50	-0.41	-0.73	-0.88
				Pie	G	8.86	0.23	-0.20	-0.35	-0.41
P2	Cota andén +35,38	0.00/1.53	30x30	Pie	G, Q	14.82	-0.45	-0.06	-0.10	0.79
				Cabeza	G, Q	14.51	0.37	0.05	-0.10	0.79
	Base pilar 0,30x030	-0.22/0.00	30x30	Pie	G, Q	14.82	-0.45	-0.06	-0.10	0.79
				Pie	G	7.20	-0.21	-0.03	-0.05	0.37
P1	Cota andén +35,38	0.00/1.53	30x30	Pie	G, Q	18.36	-0.48	-0.41	-0.73	0.86
				Cabeza	G, Q	18.04	0.40	0.34	-0.73	0.86
	Base pilar 0,30x030	-0.22/0.00	30x30	Pie	G, Q	18.36	-0.48	-0.41	-0.73	0.86
				Pie	G	8.89	-0.23	-0.20	-0.35	0.40

### Armado de pilares

Armado de pilares												
Hormigón: HA-30, Yc=1.5												
Pilar	Geometría			Armaduras							Aprov. (%)	Estado
	Planta	Dimensiones (cm)	Tramo (m)	Barras				Estribos				
				Esquina	Cara X	Cara Y	Cuantía (%)	Perimetral	Rombo	Separación (cm)		
P8	Pórtico +39,93	40x40	35,38/39.48	4Ø20	2Ø20	2Ø20	1.57	1eØ8	1eØ8	20	15.3	Cumple
	Cota andén +35,38	40x40	33.85/34.98	4Ø20	2Ø20	2Ø20	1.57	1eØ8	1eØ8	20	18.3	Cumple
	Base pilar 0,30x030	40x40	32.78/33.85	4Ø20	2Ø20	2Ø20	1.57	1eØ8	1eØ8	20	18.3	Cumple
	Base pilar 0,40x0,40	-	-	4Ø20	2Ø20	2Ø20	1.57	1eØ8	1eØ8	-	-	-
P7	Pórtico +39,93	40x40	35,38/39.48	4Ø20	2Ø20	2Ø20	1.57	1eØ8	1eØ8	20	15.3	Cumple
	Cota andén +35,38	40x40	33.85/34.98	4Ø20	2Ø20	2Ø20	1.57	1eØ8	1eØ8	20	18.3	Cumple
	Base pilar 0,30x030	40x40	32.78/33.85	4Ø20	2Ø20	2Ø20	1.57	1eØ8	1eØ8	20	18.3	Cumple
	Base pilar 0,40x0,40	-	-	4Ø20	2Ø20	2Ø20	1.57	1eØ8	1eØ8	-	-	-
P6	Pórtico +39,93	40x40	35,38/39.48	4Ø20	2Ø20	2Ø20	1.57	1eØ8	1eØ8	20	11.2	Cumple
	Cota andén +35,38	40x40	33.85/34.98	4Ø20	2Ø20	2Ø20	1.57	1eØ8	1eØ8	20	14.0	Cumple
	Base pilar 0,30x030	40x40	32.78/33.85	4Ø20	2Ø20	2Ø20	1.57	1eØ8	1eØ8	20	14.0	Cumple
	Base pilar 0,40x0,40	-	-	4Ø20	2Ø20	2Ø20	1.57	1eØ8	1eØ8	-	-	-
P5	Pórtico +39,93	40x40	35,38/39.48	4Ø20	2Ø20	2Ø20	1.57	1eØ8	1eØ8	20	11.2	Cumple
	Cota andén +35,38	40x40	33.85/34.98	4Ø20	2Ø20	2Ø20	1.57	1eØ8	1eØ8	20	14.0	Cumple

## 1.2.-CUARTOS TECNICOS TESTERO FINAL DE LÍNEA

T

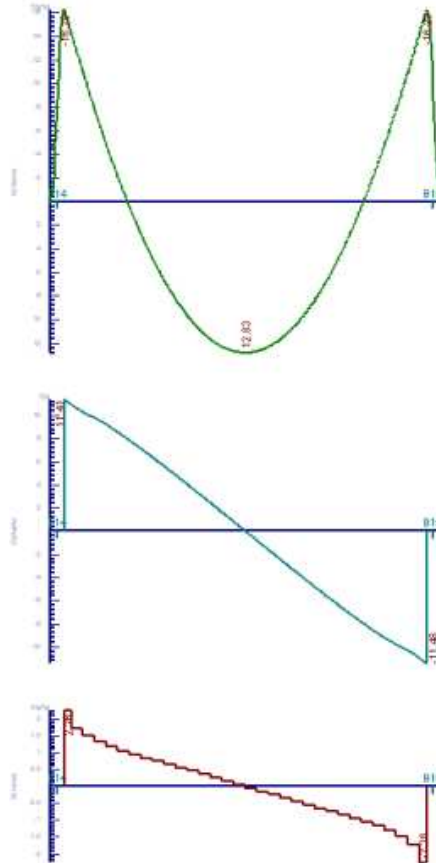
P.C. Línea 5 del FMB. Tramo: Galdakao-Hospital

Armado de pilares												
Hormigón: HA-30, Yc=1.5												
Pilar	Geometría			Armaduras							Aprov. (%)	Estado
	Planta	Dimensiones (cm)	Tramo (m)	Barras			Cuantía (%)	Estribos				
				Esquina	Cara X	Cara Y			Perimetral	Rombo	Separación (cm)	
	Base pilar 0,30x030	40x40	32.78/33.85	4Ø20	2Ø20	2Ø20	1.57	1eØ8	1eØ8			
	Base pilar 0,40x0,40	-	-	4Ø20	2Ø20	2Ø20	1.57	1eØ8	1eØ8	-	-	-
P4	Cota andén +35,38	30x30	33.85/34.88	4Ø16	-	-	0.89	1eØ8		20	11.1	Cumple
	Base pilar 0,30x030	-	-	4Ø16	-	-	0.89	1eØ8	-	-	-	-
P3	Cota andén +35,38	30x30	33.85/34.88	4Ø16	-	-	0.89	1eØ8		20	14.7	Cumple
	Base pilar 0,30x030	-	-	4Ø16	-	-	0.89	1eØ8	-	-	-	-
P2	Cota andén +35,38	30x30	33.85/34.88	4Ø16	-	-	0.89	1eØ8		20	10.9	Cumple
	Base pilar 0,30x030	-	-	4Ø16	-	-	0.89	1eØ8	-	-	-	-
P1	Cota andén +35,38	30x30	33.85/34.88	4Ø16	-	-	0.89	1eØ8		20	14.4	Cumple
	Base pilar 0,30x030	-	-	4Ø16	-	-	0.89	1eØ8	-	-	-	-

## 1.2.9.- PÓRTICOS

### PORTICOS

Pórtico 14 --- Grupo de plantas: 4



Tramo nº 1 (\*B14-B15\*) (L= 8.00) Jácena desc. Tipo R Sección B\*H = 70 X 45 Flecha= 0.398 cm. (L/2011)

C.m.sup: 34.8 39.1 ----- 39.1 34.9 45.2(0.10)  
45.2(7.90)

C.m.inf: ----- 11.7 39.1 39.1 39.1 11.7 ----- 39.1(1.59) 39.1(4.00) 39.1(6.41)

Moment.: -12.5 -1.2 9.2 12.8 9.2 -1.2 -12.5 -16.3(0.10) 1.3(1.59) 12.8(4.00) 1.3(6.41)-  
16.3(7.90)

Cortant.: 0.0 8.3 4.3 -0.0 -4.3 -8.3 0.0 11.4(x= 0.10) -11.5(x= 7.90)

Torsores: 0.00 1.05 0.55 0.05 0.55 1.05 0.00 Borde apoyo: 0.00(x=-0.01) 0.00(x= 7.99)

Agot.: 17.72

Arm.Montaje: 6Ø16(0.25P+8.34+0.25P=8.84)

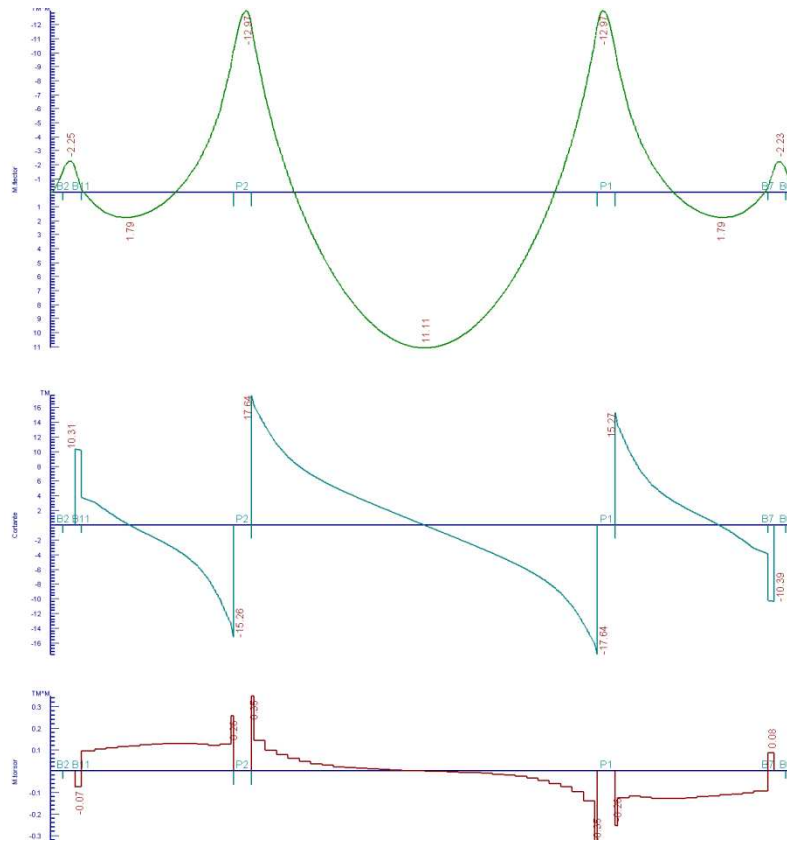
Arm.Piel: 2Ø10(8.30)

Arm.Inferior: 6Ø16(0.25P+8.34+0.25P=8.84)

Estribos: 51x1eØ8c/0.15(7.60)



Pórtico 13 --- Grupo de plantas: 4



Tramo nº 1 (\*B2 - P2\*) (L= 3.95) Jácena desc. Tipo R Sección B\*H = 40 X 40 Flecha= 0.003 cm. (L/132827)

C.m.sup: 4.9 6.0 6.0 6.0 19.9 19.9 23.6 19.9(0.27) 32.3(3.75)

C.m.inf: ----- 19.9 19.9 19.9 6.0 ----- 19.9(0.78) 19.9(1.46) 6.0(3.17)

Moment.: -1.6 0.7 1.8 1.2 -0.6 -4.4 -12.7 -2.2(0.15) 1.0(0.78) 1.8(1.46) -12.7(3.95)

Cortant.: 0.0 3.2 0.5 -1.6 -3.9 -8.3 ----- 10.3(x= 0.27) -15.3(x= 3.75)

Torsores: 0.00 0.09 0.11 0.13 0.13 0.12 ----- Borde apoyo: 0.00(x= 0.00) 0.26(x= 3.75)

Agot.: 6.61

Arm.Montaje: 4Ø20(4.70)

Arm.Inferior: 4Ø16(4.60)

Estribos: 18x1eØ8c/0.2(3.49)



## 1.2.-CUARTOS TECNICOS TESTERO FINAL DE LÍNEA

T

P.C. Línea 5 del FMB. Tramo: Galdakao-Hospital

Tramo nº 2 (\*P2 - P1\*) (L= 8.00) Jácena desc. Tipo R Sección B\*H = 40 X 45 Flecha= 0.762 cm. (L/1049)

C.m.sup: 23.6 6.7 ----- 6.7 23.6 33.2(0.20) 33.2(7.80)  
 C.m.inf: ----- 22.3 24.4 30.9 24.4 22.3 ----- 22.3(1.59) 30.9(4.00) 22.3(6.41)  
 Moment.: -12.7 1.6 8.8 11.1 8.8 1.6 -12.7 -13.0(0.09) 3.4(1.59) 11.1(4.00) 3.4(6.41)-13.0(7.91)  
 Cortant.: ----- 7.6 3.4 -0.0 -3.4 -7.6 ----- 17.6(x= 0.20) -17.6(x= 7.80)  
 Torsores: ----- 0.04 0.01 0.00 0.01 0.04 ----- Borde apoyo: 0.35(x= 0.20) 0.35(x= 7.80)  
 Agot.: 7.87

Arm.Montaje: 4Ø20(9.00)

Arm.Piel: 2Ø10(8.80)

Arm.Inferior: 4Ø16(0.25P+8.34+0.25P=8.84)

Estribos: 7x1eØ6c/0.13(0.80), 30x1eØ8c/0.2(6.00), 7x1eØ6c/0.13(0.80)

Tramo nº 3 (\*P1 - B0\*) (L= 3.96) Jácena desc. Tipo R Sección B\*H = 40 X 40 Flecha= 0.003 cm. (L/115503)

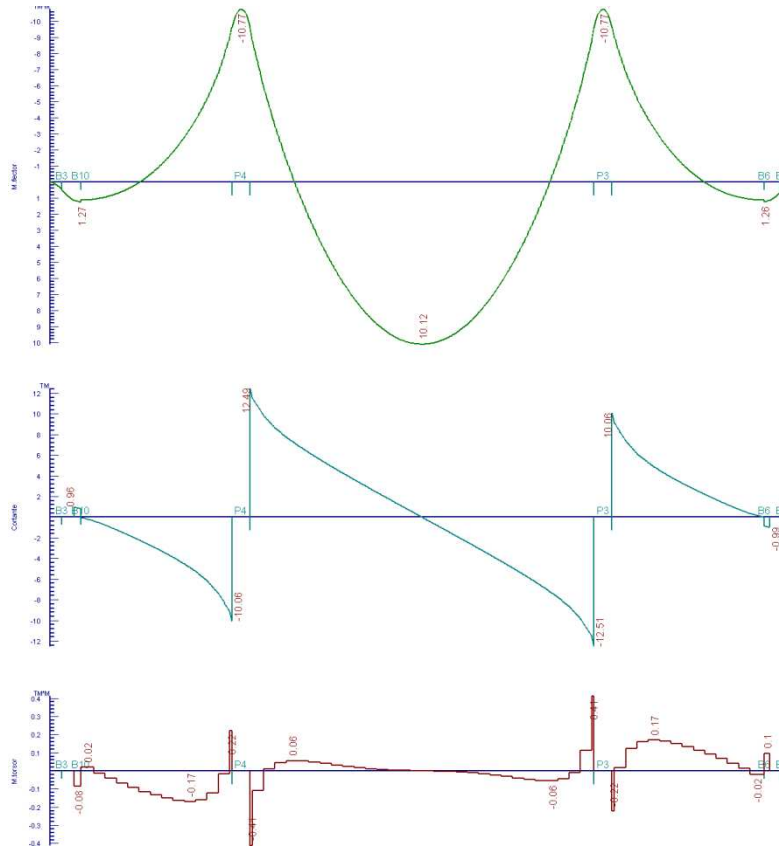
C.m.sup: 23.6 19.9 19.9 6.0 6.0 6.0 4.9 32.4(0.20) 19.9(3.69)  
 C.m.inf: ----- 6.0 19.9 19.9 19.9 ----- 6.0(0.79) 19.9(2.50) 19.9(3.18)  
 Moment.: -12.7 -4.4 -0.6 1.3 1.8 0.7 -1.5 -12.7(0.00) 1.8(2.50) 1.0(3.18) -2.2(3.80)  
 Cortant.: ----- 8.4 3.9 1.6 -0.6 -3.3 0.0 15.3(x= 0.20) -10.4(x= 3.69)  
 Torsores: ----- 0.12 0.13 0.12 0.11 0.09 0.00 Borde apoyo: 0.26(x= 0.20) 0.00(x= 3.96)  
 Agot.: 6.61

Arm.Montaje: 4Ø20(4.70)

Arm.Inferior: 4Ø16(4.60)

Estribos: 18x1eØ8c/0.2(3.49)

Pórtico 12 --- Grupo de plantas: 4



Tramo nº 1 (\*B3 - P4\*) (L= 3.95) Jácena desc. Tipo R Sección B\*H = 40 X 40 Flecha= -0.039 cm. (L/-10106)

C.m.sup: -----	6.0	6.0	19.9	19.9	19.9	20.0	6.0(1.31)	30.7(3.75)
C.m.inf:	1.6	19.9	19.9	6.0	6.0	-----	19.9(0.41)	19.9(0.79)
Moment.:	0.5	1.1	0.6	-0.5	-2.5	-5.8	-10.8	0.2(0.00) 1.3(0.41) 1.0(0.79) -
								10.8(3.95)
Cortant.:	0.0	-0.3	-1.4	-2.8	-4.4	-6.6	-----	1.0(x= 0.27) -10.1(x= 3.75)
Torsores:	0.00	0.02	0.07	0.13	0.16	0.12	-----	Borde apoyo: 0.00(x= 0.00) 0.22(x= 3.75)
Agot.:	6.61							

Arm.Montaje: 4Ø20(4.70)

Arm.Inferior: 4Ø16(4.60)

Estribos: 18x1eØ8c/0.2(3.48)

Tramo nº 2 (\*P4 - P3\*) (L= 8.00) Jácena desc. Tipo R Sección B\*H = 40 X 45 Flecha= 0.648 cm. (L/1234)

C.m.sup: 20.0 6.7 ----- 6.7 20.0 26.7(0.20) 26.7(7.80)  
C.m.inf: ----- 22.3 22.3 28.1 22.3 22.3 ----- 22.3(1.59) 28.1(4.00) 22.3(6.41)  
Moment.: -10.8 1.1 7.9 10.1 7.9 1.1 -10.8 -10.8(0.00) 2.8(1.59) 10.1(4.00) 2.8(6.41)-10.8(8.00)  
Cortant.: ----- 6.7 3.2 -0.0 -3.2 -6.7 ----- 12.5(x= 0.20) -12.5(x= 7.80)  
Torsores: ----- 0.05 0.02 0.00 0.02 0.06 ----- Borde apoyo: 0.41(x= 0.20) 0.41(x= 7.80)  
Agot.: 7.87

Arm.Montaje: 4Ø20(9.00)

Arm.Piel: 2Ø10(8.80)

Arm.Inferior: 4Ø16(0.25P+8.34+0.25P=8.84)

Estribos: 38x1eØ8c/0.2(7.60)

Tramo nº 3 (\*P3 - B1\*) (L= 3.96) Jácena desc. Tipo R Sección B\*H = 40 X 40 Flecha= -0.038 cm. (L/-10326)

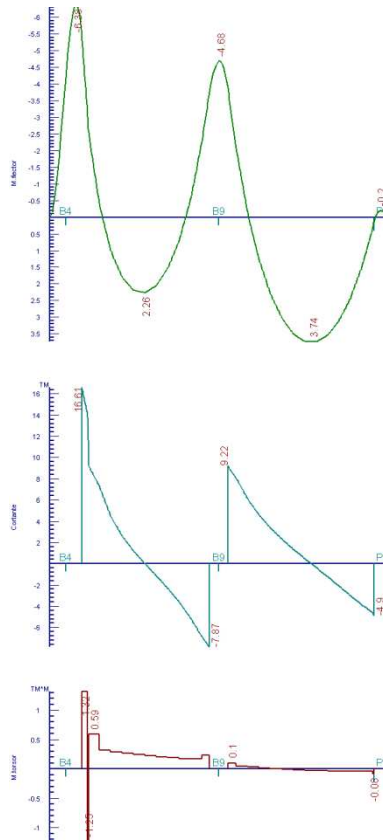
C.m.sup: 20.0 19.9 19.9 19.9 6.0 6.0 ----- 30.7(0.20) 6.0(2.64)  
C.m.inf: ----- 6.0 6.0 19.9 19.9 1.6 19.9(3.16) 19.9(3.56)  
Moment.: -10.8 -5.8 -2.5 -0.5 0.6 1.1 0.5 -10.8(0.00) 1.0(3.16) 1.3(3.56) 0.2(3.96)  
Cortant.: ----- 6.6 4.4 2.8 1.4 0.3 0.0 10.1(x= 0.20) -1.0(x= 3.69)  
Torsores: ----- 0.12 0.16 0.13 0.07 0.02 0.00 Borde apoyo: 0.22(x= 0.20) 0.00(x= 3.96)  
Agot.: 6.61

Arm.Montaje: 4Ø20(4.70)

Arm.Inferior: 4Ø16(4.60)

Estribos: 18x1eØ8c/0.2(3.49)

Pórtico 16 --- Grupo de plantas: 4



Tramo nº 1 (\*B4 - P1\*) (L= 3.35) Jácena desc. Tipo R Sección B\*H = 40 X 40 Flecha= 0.023 cm.  
(L/14343)

C.m.sup:	13.3	19.9	6.0	6.0	6.0	19.9	19.9	20.3(0.25)		19.9(3.32)
C.m.inf:	-----	6.0	19.9	19.9	19.9	6.0	-----	6.0(0.67)	19.9(1.73)	6.0(2.70)
Moment.:	-4.2	-2.0	1.4	2.3	1.5	-0.9	-4.7	-6.4(x= 0.25)	2.3(x= 1.73)	-4.7(x= 3.35)
Cortant.:	0.0	8.7	3.5	0.3	-2.3	-5.5	-----	16.6(x= 0.35)		-7.9(x= 3.15)
Torsores:	0.00	0.59	0.28	0.24	0.19	0.17	-----	Borde apoyo:	0.00(x= 0.00)	0.24(x= 3.15)
Agot.:	6.61									

Arm.Montaje: 3Ø16(4.25)

Arm.Inferior: 3Ø16(4.30)

Estribos: 14x1eØ8c/0.2(2.80)

## 1.2.-CUARTOS TECNICOS TESTERO FINAL DE LÍNEA

T

P.C. Línea 5 del FMB. Tramo: Galdakao-Hospital

Tramo nº 2 (\*P1 - P3\*) (L= 3.60) Jácena desc. Tipo R Sección B\*H = 40 X 40 Flecha= 0.069 cm.  
(L/5247)

C.m.sup: 19.9 19.9 6.0 6.0 6.0 6.0 6.0 19.9(0.03) 6.0(3.54)

C.m.inf: ----- 6.0 19.9 19.9 19.9 19.9 ----- 19.9(0.70) 19.9(2.06) 19.9(2.88)

Moment.: -4.7 -0.4 2.5 3.7 3.5 2.0 -0.2 -4.7(0.03) 0.3(0.70) 3.7(2.06) 2.4(2.88) -  
0.2(3.54)

Cortant.: ----- 6.4 3.1 0.8 -1.3 -3.4 ----- 9.2(x= 0.20) -4.9(x= 3.40)

Torsores: ----- 0.05 0.00 0.02 0.04 0.04 ----- Borde apoyo: 0.10(x= 0.20) 0.08(x= 3.40)

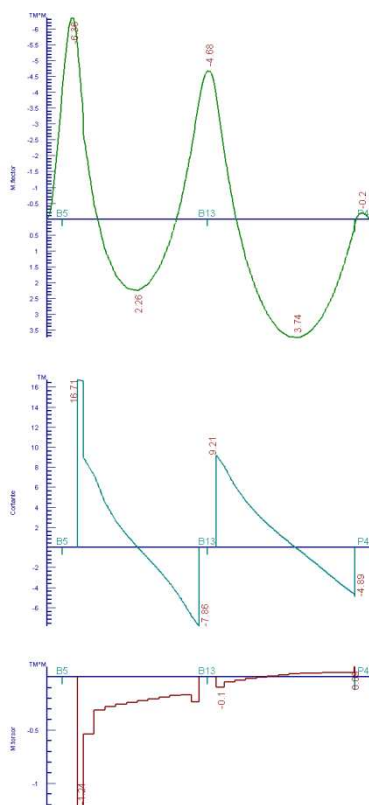
Agot.: 6.61

Arm.Montaje: 3Ø16(4.45+0.25P=4.70)

Arm.Inferior: 3Ø16(4.35+0.25P=4.60)

Estribos: 16x1eØ8c/0.2(3.20)

Pórtico 15 --- Grupo de plantas: 4



Tramo nº 1 (\*B5 - P2\*) (L= 3.35) Jácena desc. Tipo R Sección B\*H = 40 X 40 Flecha= 0.023 cm. (L/14449)

C.m.sup:	13.3	19.9	6.0	6.0	6.0	19.9	19.9	20.2(0.25)		19.9(3.32)
C.m.inf:	-----	6.0	19.9	19.9	19.9	6.0	-----	6.0(0.66)	19.9(1.73)	6.0(2.70)
Moment.:	-4.2	-2.0	1.4	2.2	1.5	-0.9	-4.7	-6.4(x= 0.25)	2.3(x= 1.73)	-4.7(x= 3.35)
Cortant.:	0.0	8.4	3.5	0.3	-2.3	-5.5	-----	16.7(x= 0.35)		-7.9(x= 3.15)
Torsores:	0.00	0.54	0.28	0.24	0.19	0.17	-----	Borde apoyo:	0.00(x= 0.00)	0.23(x= 3.15)
Agot.:	6.61									

Arm.Montaje: 3Ø16(4.30)

Arm.Inferior: 3Ø16(4.30)

Estribos: 14x1eØ8c/0.2(2.80)

## 1.2.-CUARTOS TECNICOS TESTERO FINAL DE LÍNEA

T

P.C. Línea 5 del FMB. Tramo: Galdakao-Hospital

Tramo nº 2 (\*P2 - P4\*) (L= 3.60) Jácena desc. Tipo R Sección B\*H = 40 X 40 Flecha= 0.069 cm.  
(L/5252)

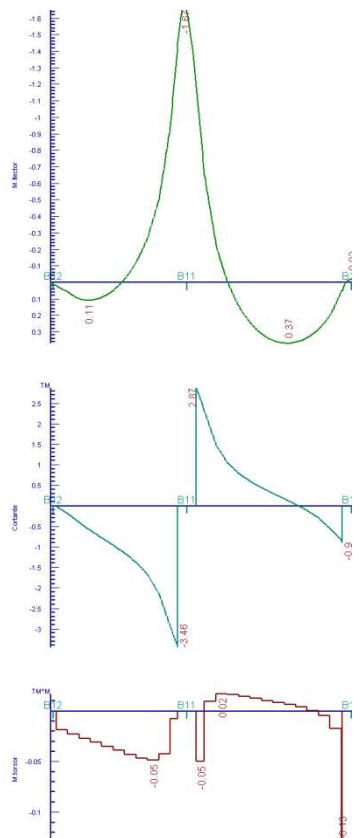
C.m.sup:	19.9	19.9	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	19.9(0.03)		6.0(3.54)
C.m.inf: -----	6.0	19.9	19.9	19.9	19.9	19.9	-----	19.9(0.70)	19.9(2.06)	19.9(2.88)
Moment.:	-4.7	-0.4	2.5	3.7	3.5	2.0	-0.2	-4.7(0.03)	0.3(0.70)	3.7(2.06) 2.4(2.88) -
	0.2(3.54)									
Cortant.:	-----	6.4	3.1	0.8	-1.3	-3.4	-----	9.2(x= 0.20)		-4.9(x= 3.40)
Torsores: -----	0.05	0.00	0.02	0.04	0.04	-----	Borde apoyo: 0.10(x= 0.20) 0.09(x= 3.40)			
Agot.:	6.61									

Arm.Montaje: 3Ø16(4.45+0.25P=4.70)

Arm.Inferior: 3Ø16(4.30+0.25P=4.55)

Estribos: 16x1eØ8c/0.2(3.20)

Pórtico Losa 6 --- Grupo de plantas: 4



Tramo nº 1 (\*B12-B11\*) (L= 2.87) Jácena plana Tipo R Sección B\*H = 25 X 25 Flecha= -0.012 cm. (L/-23367)

C.m.sup: -----	2.3	2.3	-----	7.8	7.8	9.1	2.3(0.00)	9.3(2.81)
C.m.inf:	0.1	7.8	7.8	-----	2.3	2.3	-----	7.8(0.57) 7.8(0.69) 2.3(2.30)
Moment.:	0.0	0.1	0.1	-0.0	-0.2	-0.7	-1.6	0.0(0.00) 0.1(0.57) 0.1(0.69) -
	1.7(2.81)							
Cortant.:	-0.0	-0.4	-0.7	-1.1	-1.6	-2.6	-0.3	-0.0(x= 0.00) -3.5(x= 2.67)
Torsores:	0.00	0.02	0.03	0.04	0.05	0.04	0.00	Borde apoyo: 0.00(x= 0.00) 0.00(x= 2.87)
Agot.:	1.67							

Arm.Montaje: 3Ø16(0.16P+3.39=3.55)

Arm.Inferior: 3Ø16(0.16P+3.39=3.55)

Estribos: 17x1eØ8c/0.15(2.54)



Tramo nº 2 (\*B11-B10\*) (L= 3.60) Jácena plana Tipo R Sección B\*H = 25 X 25 Flecha= 0.035 cm. (L/10355)

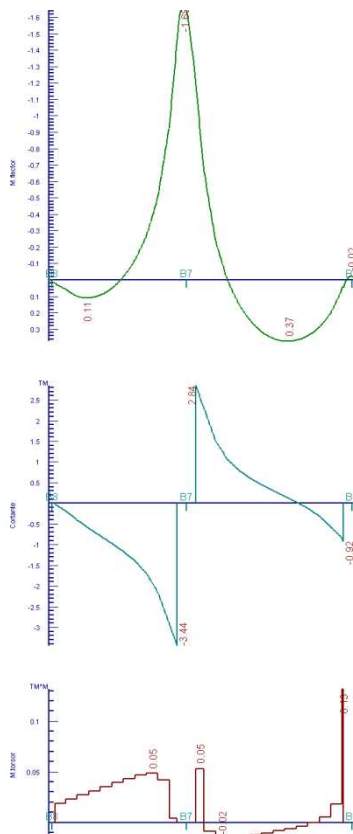
C.m.sup:	9.1	7.8	2.3	2.3	2.3	2.3	0.1	8.8(0.03)		2.3(3.38)
C.m.inf:	-----	2.3	7.8	7.8	7.8	7.8	-----	2.3(0.70)	7.8(2.20)	7.8(2.88)
Moment.:	-1.6	-0.3	0.2	0.3	0.4	0.2	-0.0	-1.6(0.00)	0.4(2.20)	0.3(2.88) -
										0.0(3.60)
Cortant.:	-0.3	1.6	0.7	0.3	0.0	-0.4	-0.4	2.9(x= 0.20)		-0.9(x= 3.40)
Torsores:	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	Borde apoyo: 0.00(x= 0.00)	0.00(x= 3.60)	
Agot.:	1.67									

Arm.Montaje: 3Ø16(4.14+0.16P=4.30)

Arm.Inferior: 3Ø16(4.14+0.16P=4.30)

Estribos: 22x1eØ8c/0.15(3.20)

Pórtico Losa 5 --- Grupo de plantas: 4



Tramo nº 1 (\*B8 - B7\*) (L= 2.85) Jácena plana Tipo R Sección B\*H = 25 X 25 Flecha= -0.013 cm. (L/-22595)

C.m.sup:	-----	2.3	2.3	-----	7.8	7.8	9.1	2.3(-0.00)	9.3(2.79)
C.m.inf:	0.1	7.8	7.8	-----	2.3	2.3	-----	7.8(0.56)	7.8(0.68) 2.3(2.29)
Moment.:	0.0	0.1	0.1	-0.0	-0.2	-0.8	-1.6	0.0(0.00)	0.1(0.56) 0.1(0.68) -
	1.7(2.79)								
Cortant.:	-0.0	-0.4	-0.8	-1.1	-1.6	-2.6	-0.3	-0.0(x=-0.00)	-3.4(x= 2.65)
Torsores:	0.00	0.02	0.03	0.04	0.05	0.04	0.00	Borde apoyo: 0.00(x=-0.00)	0.00(x= 2.85)
Agot.:	1.67								

Arm.Montaje: 3Ø16(0.16P+3.44=3.60)

Arm.Inferior: 3Ø16(0.16P+3.29=3.45)

Estribos: 17x1eØ8c/0.15(2.53)

## 1.2.-CUARTOS TECNICOS TESTERO FINAL DE LÍNEA

T

P.C. Línea 5 del FMB. Tramo: Galdakao-Hospital

Tramo nº 2 (\*B7 - B6\*) (L= 3.60) Jácena plana Tipo R Sección B\*H = 25 X 25 Flecha= 0.035 cm. (L/10229)

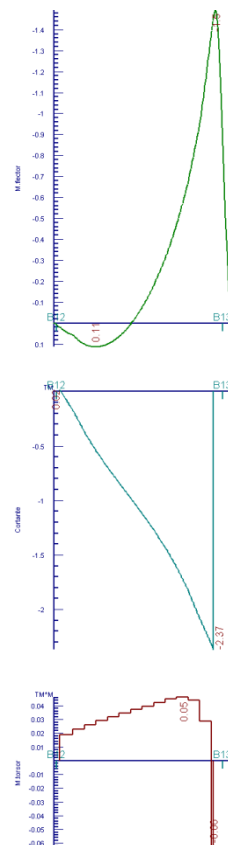
C.m.sup:	9.1	7.8	2.3	2.3	2.3	2.3	0.1	8.9(0.03)		2.3(3.38)
C.m.inf:	-----	2.3	7.8	7.8	7.8	7.8	-----	2.3(0.70)	7.8(2.20)	7.8(2.88)
Moment.:	-1.6	-0.3	0.2	0.3	0.4	0.2	-0.0	-1.6(0.00)	0.4(2.20)	0.3(2.88) -
										0.0(3.57)
Cortant.:	-0.3	1.6	0.7	0.4	0.0	-0.4	-0.5	2.8(x= 0.20)		-0.9(x= 3.40)
Torsores:	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	Borde apoyo: 0.00(x= 0.00)	0.00(x= 3.60)	
Agot.:	1.67									

Arm.Montaje: 3Ø16(4.39+0.16P=4.55)

Arm.Inferior: 3Ø16(4.19+0.16P=4.35)

Estribos: 22x1eØ8c/0.15(3.20)

Pórtico Losa 8 --- Grupo de plantas: 4



Tramo nº 1 (\*B12-B13\*) (L= 3.67) Jácena plana Tipo R Sección B\*H = 25 X 25 Flecha= 0.178 cm. (L/2061)

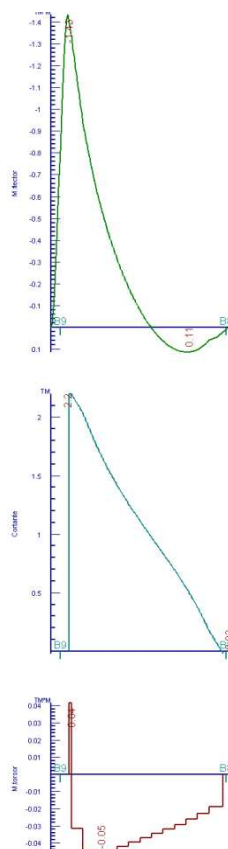
C.m.sup:	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8(0.04)	8.3(3.49)
C.m.inf:	-----	7.8	7.8	2.3	2.3	2.3	-----	7.8(0.72)	7.8(0.88) 2.3(2.93)
Moment.:	0.0	0.1	0.1	-0.0	-0.3	-0.8	-0.8	0.0(0.00)	0.1(0.72) 0.1(0.88) -
Cortant.:	0.0	-0.3	-0.7	-1.1	-1.5	-2.0	-1.2	0.0(x= 0.13)	-2.4(x= 3.47)
Torsores:	0.00	0.02	0.03	0.04	0.04	0.04	0.00	Borde apoyo: 0.02(x= 0.13)	0.00(x= 3.67)
Agot.:	1.67								

Arm.Superior: 2Ø16(0.16P+3.80+0.16P=4.12) -----

Arm.Inferior: 2Ø16(0.16P+3.80+0.16P=4.12)

Estribos: 23x1eØ8c/0.15(3.44)

Pórtico Losa 7 --- Grupo de plantas: 4



Tramo nº 1 (\*B9 - B8\*) (L= 3.68) Jácena plana Tipo R Sec

ción B\*H = 25 X 25 Flecha= 0.176 cm. (L/2086)

C.m.sup:	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.9(0.17)	7.8(3.65)
C.m.inf:	-----	2.3	2.3	2.3	7.8	7.8	-----	2.3(0.73)	7.8(2.79) 7.8(2.95)
Moment.:	-0.8	-0.8	-0.3	-0.0	0.1	0.1	-0.0	-1.4(0.17)	0.1(2.79) 0.1(2.95) - 0.0(3.68)
Cortant.:	1.1	1.9	1.4	1.1	0.7	0.3	0.0	2.2(x= 0.25)	-0.0(x= 3.56)
Torsores:	0.00	0.04	0.04	0.04	0.03	0.02	0.00	Borde apoyo:	0.00(x= 0.00) 0.02(x= 3.56)
Agot.:	1.67								

Arm.Montaje: 2Ø16(0.16P+3.82=3.98)

Arm.Inferior: 2Ø16(0.16P+3.82+0.16P=4.14)

Estribos: 23x1eØ8c/0.15(3.45)



Trabajo: **P.C. Línea 5 del FMB. Tramo: Estación Hospital**Código trabajo: **P01700**Cálculo: **2.- Cañón de Acceso Labeaga**

	<b>página</b>
<b>2.1.- Entibación</b>	<b>2100</b>
2.1.1.- Norma y materiales	2101
2.1.2.- Acciones	2101
2.1.3.- Descripción del terreno	2101
2.1.4.- Geometría	2101
2.1.5.- Comprobación de la geometría	2102
2.1.16.- Esquema de las fases	2102
2.1.7.- Cargas	2103
2.1.8.- Elementos de apoyo	2103
2.1.9.- Resultados de las fases	2103
2.1.10.- Resultados para los elementos de apoyo	2104
2.1.11.- Comprobaciones de estabilidad	2105
2.1.12.- Estructura atado en coronación	2106

### 2.1.1.- NORMA Y MATERIALES

Norma de hormigón: EHE-08 (España)

Hormigón: HA-25,  $Y_c=1.5$

Clase de exposición: Clase IIa

### 2.1.2.- ACCIONES

Mayoración esfuerzos en construcción: 1.50

Mayoración esfuerzos en servicio: 1.50

Sin análisis sísmico

Sin considerar acciones térmicas en puntales

### 2.1.3.- DESCRIPCIÓN DEL TERRENO

Cota de la roca: -3.50 m

Porcentaje del rozamiento interno entre el terreno y el trasdós del muro pantalla: 0.0 %

Porcentaje del rozamiento interno entre el terreno y el intradós del muro pantalla: 0.0 %

#### ESTRATOS

Referencias	Cota superior	Descripción	Coeficientes de empuje
1	0.00 m	Densidad aparente: 1.9 kg/dm <sup>3</sup> Densidad sumergida: 1.0 kg/dm <sup>3</sup> Ángulo rozamiento interno: 30 grados Cohesión: 0.00 t/m <sup>2</sup> Módulo de balasto empuje activo: 1000.0 t/m <sup>3</sup> Módulo de balasto empuje pasivo: 1000.0 t/m <sup>3</sup> Gradiente módulo de balasto: 0.0 t/m <sup>4</sup>	Activo trasdós: 0.33 Reposo trasdós: 0.50 Pasivo trasdós: 3.00 Activo intradós: 0.33 Reposo intradós: 0.50 Pasivo intradós: 3.00

### 2.1.4.- GEOMETRÍA

Cota de la rasante: 0.00 m

Altura del muro sobre la rasante: 0.50 m

Tipología: Cortina de micropilotes

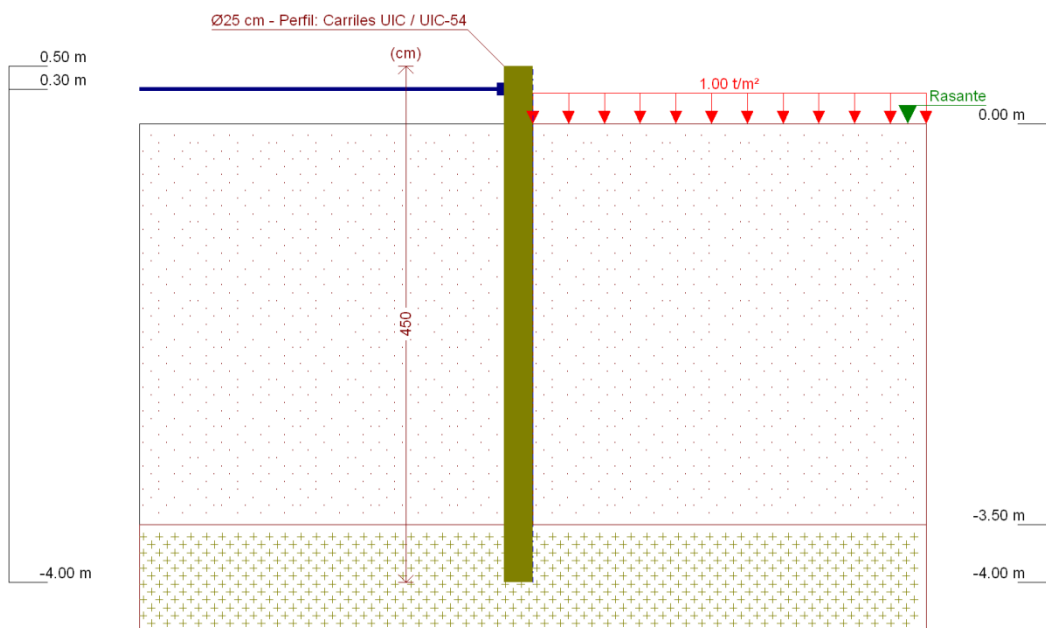
Altura total: 4.50 m Diámetro: 25.00 cm Separación: 40.00 cm Serie de micropilotes: Carriles UIC Perfil: UIC-54
---



### 2.1.5.- COMPROBACIÓN DE LA GEOMETRÍA

Esbeltez máxima:	Máximo: 200 Calculado: 60.8	Cumple
Tensión máxima:		
- Acero:	Máximo: 4.2 t/cm <sup>2</sup> Calculado: 0.501 t/cm <sup>2</sup>	Cumple
- Hormigón:	Máximo: 0.122 t/cm <sup>2</sup> Calculado: 0.029 t/cm <sup>2</sup>	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Esfuerzos para el cálculo de la tensión en el acero: Axil: 0.60 t; Momento: -1.55 t·m; Cortante: -0.01 t		
- Esfuerzos para el cálculo de la tensión en el hormigón: Axil: 0.60 t; Momento: -1.55 t·m; Cortante: -0.01 t		
- Esfuerzos mayorados por micropilote (Diámetro: 25.00 cm)		

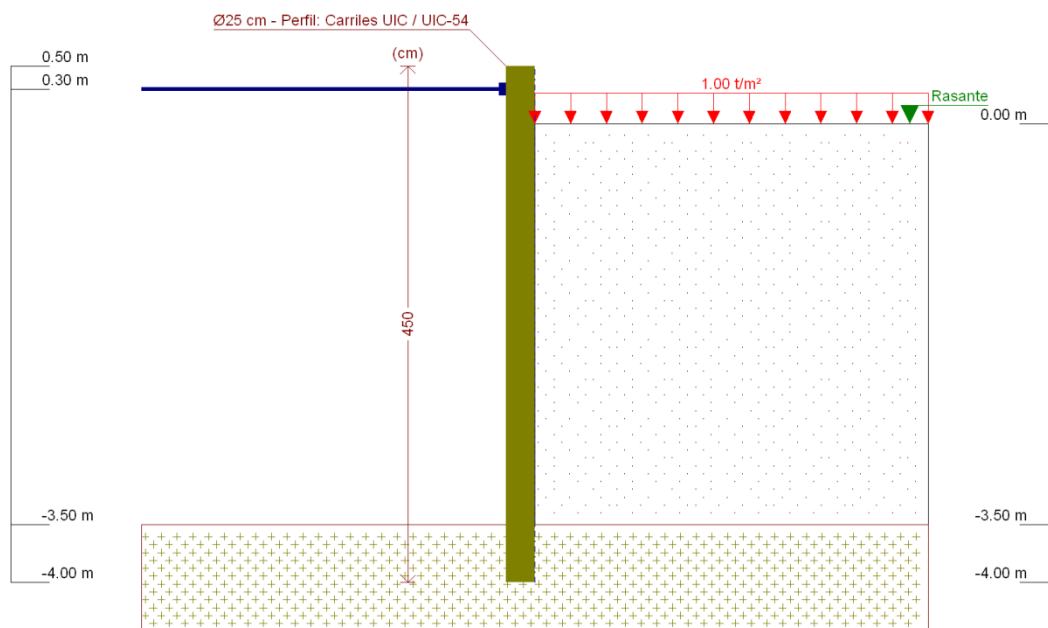
### 2.1.6.- ESQUEMA DE LAS FASES



Referencias	Nombre	Descripción
Fase 1	Estado Inicial	Tipo de fase: Constructiva Cota de excavación: 0.00 m

## 2.1. ENTIBACIÓN (CAÑON ACCESO LABEAGA)

P.C. Línea 5 del FMB. Tramo: Estación Hospital



Referencias	Nombre	Descripción
Fase 2	Excavación hasta roca	Tipo de fase: Constructiva Cota de excavación: -3.50 m

### 2.1.7.- CARGAS

#### CARGAS EN EL TRASDÓS

Tipo	Cota	Datos	Fase inicial	Fase final
Uniforme	En superficie	Valor: 1 t/m²	Estado Inicial	Excavación hasta roca

### 2.1.8.- ELEMENTOS DE APOYO

#### PUNTALES

Descripción	Fase inicial	Fase final
Cota: 0.30 m Rigidez axil: 19525 t/m Separación: 4.2 m	Estado Inicial	Excavación hasta roca

### 2.1.9.- RESULTADOS DE LAS FASES

Esfuerzos sin mayorar.

#### FASE 1: ESTADO INICIAL

#### BÁSICA

Cota (m)	Desplazamientos (mm)	Ley de axiles (t/m)	Ley de cortantes (t/m)	Ley de momento flector (t·m/m)	Ley de empujes (t/m²)	Presión hidrostática (t/m²)
----------	----------------------	---------------------	------------------------	--------------------------------	-----------------------	-----------------------------

## 2.1. ENTIBACIÓN (CAÑÓN ACCESO LABEAGA)

P.C. Línea 5 del FMB. Tramo: Estación Hospital

Cota (m)	Desplazamientos (mm)	Ley de axiles (t/m)	Ley de cortantes (t/m)	Ley de momento flector (t·m/m)	Ley de empujes (t/m <sup>2</sup> )	Presión hidrostática (t/m <sup>2</sup> )
0.50	-0.03	-0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.30	-0.06	0.08	-0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	-0.10	0.20	-0.27	-0.08	0.40	0.00
-0.50	-0.16	0.40	-0.16	-0.18	0.18	0.00
-1.00	-0.20	0.60	-0.08	-0.23	0.10	0.00
-1.50	-0.21	0.80	-0.04	-0.25	0.08	0.00
-2.00	-0.20	1.00	0.00	-0.25	0.11	0.00
-2.50	-0.15	1.20	0.07	-0.23	0.19	0.00
-3.00	-0.09	1.40	0.18	-0.16	0.33	0.00
-3.50	0.00	1.60	0.36	-0.00	0.50	0.00
-4.00	0.00	1.80	0.00	-0.00	0.00	0.00
Máximos	0.00 Cota: -3.50 m	1.80 Cota: -4.00 m	0.36 Cota: -3.50 m	0.02 Cota: -3.75 m	0.50 Cota: -3.50 m	0.00 Cota: 0.50 m
Mínimos	-0.21 Cota: -1.50 m	-0.00 Cota: 0.50 m	-0.27 Cota: 0.00 m	-0.25 Cota: -1.75 m	0.00 Cota: 0.50 m	0.00 Cota: 0.50 m

## FASE 2: EXCAVACIÓN HASTA ROCA

### BÁSICA

Cota (m)	Desplazamientos (mm)	Ley de axiles (t/m)	Ley de cortantes (t/m)	Ley de momento flector (t·m/m)	Ley de empujes (t/m <sup>2</sup> )	Presión hidrostática (t/m <sup>2</sup> )
0.50	-0.13	-0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.25	-0.44	0.10	-1.75	-0.09	0.00	0.00
-0.25	-1.04	0.30	-1.70	-0.95	0.49	0.00
-0.75	-1.53	0.50	-1.42	-1.70	0.81	0.00
-1.25	-1.83	0.70	-0.98	-2.25	1.13	0.00
-1.75	-1.88	0.90	-0.37	-2.51	1.44	0.00
-2.25	-1.64	1.10	0.39	-2.42	1.76	0.00
-2.75	-1.13	1.30	1.31	-1.89	2.08	0.00
-3.25	-0.41	1.50	2.46	-0.81	3.18	0.00
-3.75	0.00	1.70	0.00	0.20	0.00	0.00
Máximos	0.00 Cota: -3.50 m	1.80 Cota: -4.00 m	3.26 Cota: -3.50 m	0.20 Cota: -3.75 m	3.82 Cota: -3.50 m	0.00 Cota: 0.50 m
Mínimos	-1.89 Cota: -1.50 m	-0.00 Cota: 0.50 m	-1.75 Cota: 0.00 m	-2.52 Cota: -2.00 m	0.00 Cota: 0.50 m	0.00 Cota: 0.50 m

### 2.1.10.- RESULTADOS PARA LOS ELEMENTOS DE APOYO

Esfuerzos sin mayorar.

#### Puntales

Cota: 0.30 m	
Fase	Resultado
Estado Inicial	Carga puntual: 1.14 t Carga lineal: 0.27 t/m
Excavación hasta roca	Carga puntual: 7.33 t Carga lineal: 1.75 t/m

### 2.1.11.- COMPROBACIONES DE ESTABILIDAD (COEFICIENTES DE SEGURIDAD)

Referencia: Comprobaciones de estabilidad (Coeficientes de seguridad): Cañón Labeaga (Cañón de Acceso Labeaga)		
Comprobación	Valores	Estado
Relación entre el momento originado por los empujes pasivos en el intradós y el momento originado por los empujes activos en el trasdós: - Estado Inicial <sup>(1)</sup> - Excavación hasta roca <sup>(1)</sup> <i>(1) Existe más de un apoyo.</i>		No procede No procede
Relación entre el empuje pasivo total en el intradós y el empuje realmente movilizado en el intradós: Hipótesis básica: - Estado Inicial: <i>Valor introducido por el usuario.</i> - Excavación hasta roca <sup>(1)</sup> <i>(1) No se ha movilizado el empuje pasivo en el intradós.</i>	Mínimo: 1.5 Calculado: 6.314	Cumple No procede
Se cumplen todas las comprobaciones		

Cálculo Empotramiento de Micropilotes		
$N_d \leq \left[ \sum_i (2 \cdot \pi \cdot R_m) \cdot L_i \cdot \tau_i + \sigma_R \cdot \pi \cdot R_t^2 \right]$		
<b>Espesor del terreno bajo</b>		
<b>Diámetro exterior <math>\phi_{ext}</math> (cm)</b>		
Micropilote	25,00	
Armadura de tubo	17,90	
Perímetro micro ( $2\pi R_m$ )	78,5	
Área total tubo ( $\pi R_t^2$ )	251,6	
Carga en micro $N_s$ (Mp/m) - CYPE	1,8	
Nº de micros pml	2,5	
Carga en micro $N_d$ (Mp)	1,1	
<b>Parámetros resistentes estimados del terreno (Kp/cm²)</b>		
Punta en roca $\sigma_R$	0,0	
Deslizamiento en roca $\tau_R$	3,0	
Deslizamiento en suelos $\tau_s$	0,0	
<b>Empotramiento en el terreno L (m)</b>		
En suelos	0,00	
En roca	0,5	
<b>Contribución a la resistencia (Mp)</b>		
Por punta en roca	0,0	
Por fuste en roca	11,8	
Por fuste en suelos	0,0	
<b>TOTAL</b>	<b>11,8</b>	<b>Cumple</b>

Trabajo: **P.C. Línea 5 del FMB. Tramo: Estación Hospital**Código trabajo: **P01700**Cálculo: **2.1.12.- Estructura de atado en coronación**

	<b>página</b>
<b>2.1.12.1.- Geometría</b> .....	<b>2107</b>
<b>2.1.12.2.- Cargas</b> .....	<b>2108</b>
<b>2.1.12.3.- Esfuerzos</b> .....	<b>2109</b>
<b>2.1.12.4.- Comprobación secciones</b> .....	<b>2111</b>
2.1.12.4.1.- Datos .....	2111
2.1.12.4.2- Coeficiente de Pandeo .....	2111
2.1.12.4.3.- Esbeltez Reducida .....	2111
2.1.12.4.4.- Coeficiente de Reducción por Pandeo .....	2111
2.1.12.4.5.- Esfuerzos de Cálculo .....	2111
2.1.12.4.6.- Factor de Seguridad .....	2116

Trabajo: 2.1.12.- Estructura de atado en coronación

Código trabajo: P01700

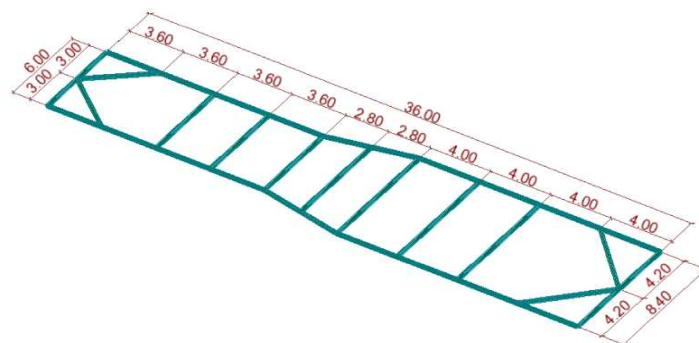
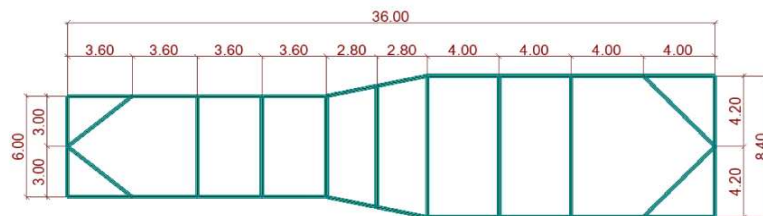
Cálculo: 2.1.12.1.- Geometria

2.1.12.1.- Geometria

página  
2107

2.1.12.1.- Geometria

Nombre de la sección	Lista de barras	SX (cm2)	SY (cm2)	SZ (cm2)	IX (cm4)	IY (cm4)	IZ (cm4)
HEB 200	1A19	78,08	57,43	19	61,4	5696,18	2003,37



Trabajo: 2.1.12.- Estructura de atado en coronación

Código trabajo: P01700

Cálculo: 2.1.12.2.- Cargas

2.1.12.2.- Cargas

página  
21082.1.12.2.- Cargas

Caso	Tipo de carga	Lista	Valores de carga
1	peso propio	1A19	PZ Menos Coef=1,00
1	sobrecarga uniforme	1A3	PZ=-2,63(T/m) local
1	sobrecarga uniforme	4A6	PZ=2,63(T/m) local
1	sobrecarga uniforme	7	PX=2,63(T/m)
1	sobrecarga uniforme	8	PX=-2,63(T/m)



-PZ kG  
+++ T/m  
casos: 1 (CASO1)

Trabajo: 2.1.12.- Estructura de atado en coronación

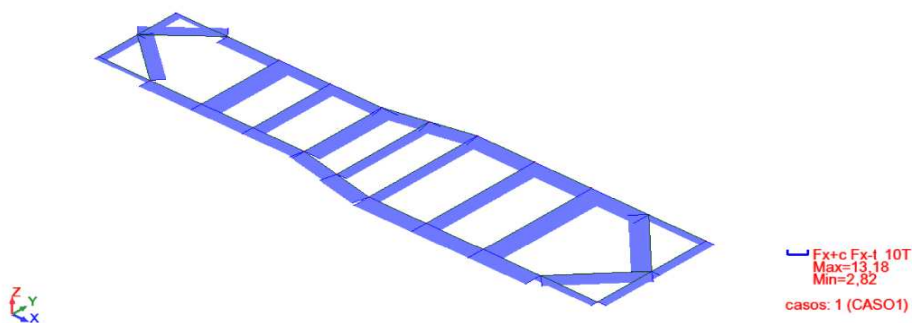
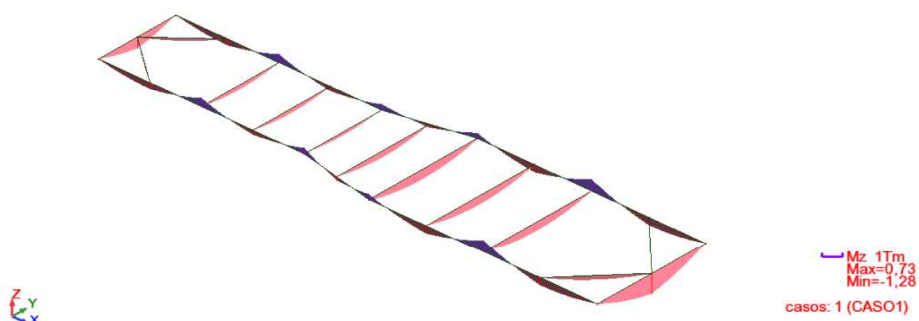
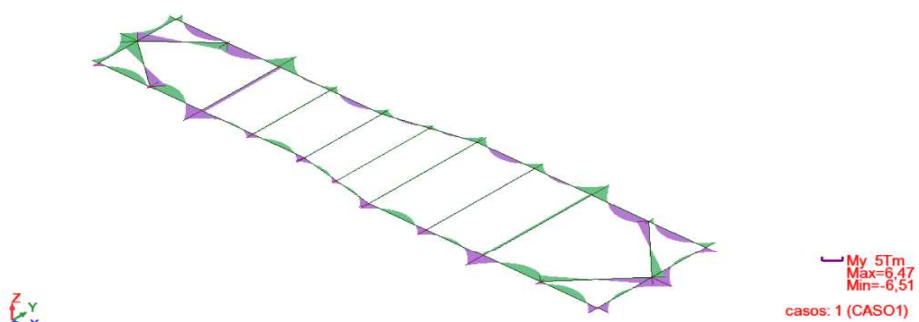
Código trabajo: P01700

Cálculo: 2.1.12.3.- Esfuerzos

2.1.12.3.- Esfuerzos

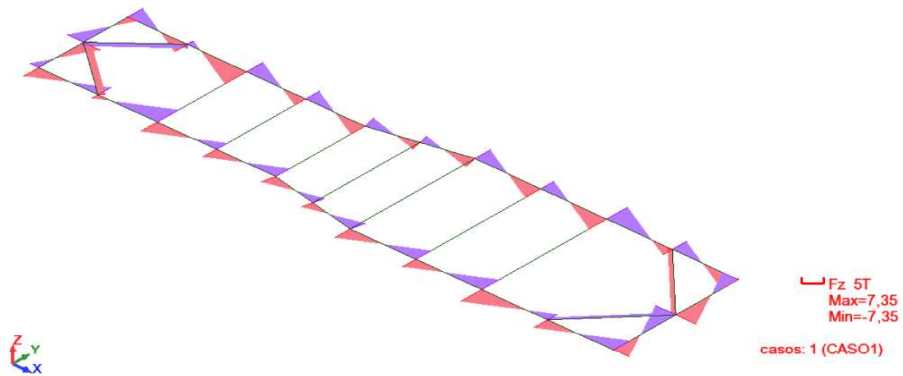
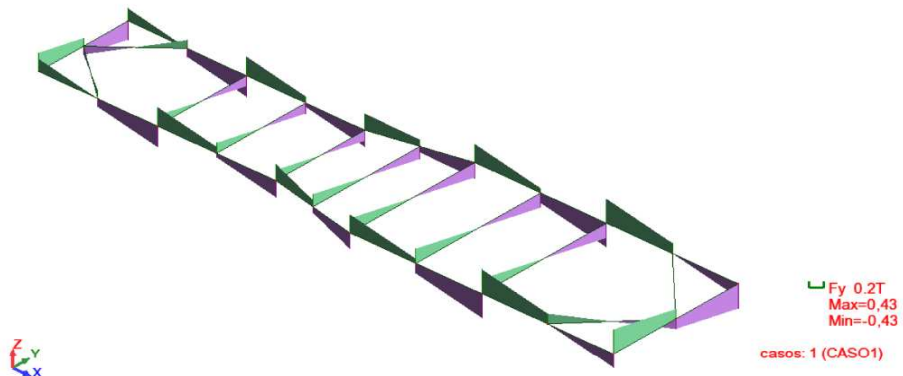
página  
2109

### 2.1.12.3.- Esfuerzos



2109





Trabajo: **P.C. Línea 5 del FMB. Tramo: Estación Hospital**Código trabajo: **P01700**Cálculo: **2.1.12.4.- Comprobación secciones**

	página
2.1.12.4.1.- Datos .....	2111
2.1.12.4.2.- Coeficiente de Pandeo .....	2111
2.1.12.4.3.- Esbeltez Reducida .....	2111
2.1.12.4.4.- Coeficiente de Reducción por Pandeo .....	2111
2.1.12.4.5.- Esfuerzos de Cálculo .....	2111
2.1.12.4.6.- Factor de Seguridad .....	2116

**2.1.12.4.1.- Datos**

Longitud máx. barras: 8,4 m  
 Perfil: HEB200  
 Area: A= 78,1 cm<sup>2</sup>  
 Inercia: I<sub>x</sub>= 5696 cm<sup>4</sup> Inercia: I<sub>y</sub>= 2003 cm<sup>4</sup>  
 $f_y$ = 275 MPa  
 $E_{acero}$ = 210000 MPa

Tipo pórtico (intraslacional: 1 /  
 traslacional: 2): 2

**2.1.12.4.2.- Coeficiente de Pandeo** $\beta = 1,000$  $L = 8,4 \text{ m}$  $L_k = 8,40 \text{ m}$ **2.1.12.4.3.- Esbeltez Reducida**

$N_{crx} = 167,31 \text{ T}$   $N_{cry} = 58,84 \text{ T}$   
 Esbeltez reducida:  $\lambda = 1,91$

**2.1.12.4.4.- Coeficiente de Reducción por Pandeo** $\alpha$  (tabla 6.3 CTE): **0,49** $\phi = 2,74$  $\chi = 0,212$ **2.1.12.4.5.- Esfuerzos de Cálculo**

Fx(T)	Fy(T)	Fz(T)	Mx(mT)	My(mT)	Mz(mT)	1/ $\chi$	N(kN)	My(mkN)	Mz(mkN)
2,82	0,22	5,08	0	-2,18	0	4,71	-130,3	-21,4	0,0
2,82	0,22	5,05	0	-2,12	0	4,71	-130,3	-20,8	0,0
2,82	0,19	3,79	0	0	-0,1	4,71	-130,3	0,0	-1,0
2,82	0,1	0	0	2,73	-0,31	4,71	-130,3	26,8	-3,0
2,82	0,01	-3,79	0	0	-0,39	4,71	-130,3	0,0	-3,8

2111

Fx(T)	Fy(T)	Fz(T)	Mx(mT)	My(mT)	Mz(mT)	1/ $\chi$	N(kN)	My(mkN)	Mz(mkN)
2,82	0	-4,33	0	-0,84	-0,39	4,71	-130,3	-8,2	-3,8
2,82	0	-4,38	0	-0,92	-0,39	4,71	-130,3	-9,0	-3,8
7,89	-0,15	2,11	0	2,95	-0,39	4,71	-364,5	28,9	-3,8
7,89	-0,19	0,03	0	3,8	-0,26	4,71	-364,5	37,2	-2,5
7,89	-0,19	0	0	3,8	-0,26	4,71	-364,5	37,2	-2,5
7,89	-0,26	-2,94	0	2,15	0	4,71	-364,5	21,1	0,0
7,89	-0,3	-4,47	0	0	0,16	4,71	-364,5	0,0	1,6
7,89	-0,37	-7,35	0	-6,46	0,53	4,71	-364,5	-63,3	5,2
7,89	0,33	5,68	0	-5,52	0,53	4,71	-364,5	-54,1	5,2
7,89	0,24	1,79	0	0	0,1	4,71	-364,5	0,0	1,0
7,89	0,22	0,68	0	0,52	0	4,71	-364,5	5,1	0,0
7,89	0,2	0	0	0,61	-0,05	4,71	-364,5	6,0	-0,5
7,89	0,16	-1,79	0	0	-0,18	4,71	-364,5	0,0	-1,8
7,89	0,11	-3,78	0	-2,11	-0,28	4,71	-364,5	-20,7	-2,7
7,89	-0,07	4,64	0	-2,34	-0,28	4,71	-364,5	-22,9	-2,7
7,89	-0,11	3,04	0	0	-0,23	4,71	-364,5	0,0	-2,3
7,89	-0,18	0	0	1,76	-0,06	4,71	-364,5	17,2	-0,6
7,89	-0,2	-0,89	0	1,61	0	4,71	-364,5	15,8	0,0
7,89	-0,25	-3,04	0	0	0,18	4,71	-364,5	0,0	1,8
7,89	-0,29	-4,82	0	-2,66	0,37	4,71	-364,5	-26,1	3,6
8,96	0,29	4,15	0	-2,49	0,37	4,71	-413,9	-24,4	3,6
8,96	0,24	2,03	0	0	0,16	4,71	-413,9	0,0	1,6
8,96	0,2	0,13	0	0,78	0	4,71	-413,9	7,6	0,0
8,96	0,19	0	0	0,79	-0,01	4,71	-413,9	7,7	-0,1
8,96	0,19	-0,06	0	0,79	-0,01	4,71	-413,9	7,7	-0,1
8,96	0,15	-2,03	0	0	-0,14	4,71	-413,9	0,0	-1,4
8,96	0,12	-3,38	0	-1,38	-0,21	4,71	-413,9	-13,5	-2,1
10,38	-0,11	3,23	0	-1,35	-0,21	4,71	-479,6	-13,2	-2,1
10,38	-0,14	1,82	0	0	-0,14	4,71	-479,6	0,0	-1,4
10,38	-0,18	0	0	0,63	-0,03	4,71	-479,6	6,2	-0,3
10,38	-0,19	-0,48	0	0,58	0	4,71	-479,6	5,7	0,0
10,38	-0,22	-1,82	0	0	0,1	4,71	-479,6	0,0	1,0
10,38	-0,28	-4,3	0	-2,89	0,34	4,71	-479,6	-28,3	3,3
10,38	-0,28	-4,3	0	-2,89	0,34	4,71	-479,6	-28,3	3,3
11,05	0,32	5,25	0	-3,09	0,34	4,71	-510,5	-30,3	3,3
11,05	0,28	3,36	0	0	0,12	4,71	-510,5	0,0	1,2
11,05	0,25	2,19	0	1,24	0	4,71	-510,5	12,2	0,0
11,05	0,2	0	0	2,15	-0,19	4,71	-510,5	21,1	-1,9
11,05	0,12	-3,36	0	0	-0,4	4,71	-510,5	0,0	-3,9
11,05	0,08	-5,27	0	-3,12	-0,47	4,71	-510,5	-30,6	-4,6
11,05	-0,18	4,54	0	-2,94	-0,47	4,71	-510,5	-28,8	-4,6
11,05	-0,23	2,27	0	0	-0,29	4,71	-510,5	0,0	-2,8
11,05	-0,28	0	0	0,98	-0,07	4,71	-510,5	9,6	-0,7
11,05	-0,3	-0,64	0	0,9	0	4,71	-510,5	8,8	0,0
11,05	-0,34	-2,26	0	0	0,2	4,71	-510,5	0,0	2,0
11,05	-0,42	-5,97	0	-5,81	0,73	4,71	-510,5	-56,9	7,2
11,05	0,43	7,2	0	-6,46	0,73	4,71	-510,5	-63,3	7,2
11,05	0,36	4,23	0	0	0,29	4,71	-510,5	0,0	2,8
11,05	0,3	1,91	0	2,71	0	4,71	-510,5	26,6	0,0
11,05	0,26	0,05	0	3,4	-0,2	4,71	-510,5	33,3	-2,0

Fx(T)	Fy(T)	Fz(T)	Mx(mT)	My(mT)	Mz(mT)	1/ $\chi$	N(kN)	My(mkN)	Mz(mkN)
11,05	0,26	0	0	3,4	-0,2	4,71	-510,5	33,3	-2,0
11,05	0,18	-3,31	0	1,32	-0,48	4,71	-510,5	12,9	-4,7
4,81	0	4,78	0	-1,6	-0,48	4,71	-222,2	-15,7	-4,7
4,81	0	4,75	0	-1,55	-0,48	4,71	-222,2	-15,2	-4,7
4,81	-0,02	3,8	0	0	-0,48	4,71	-222,2	0,0	-4,7
4,81	-0,11	0	0	2,75	-0,38	4,71	-222,2	27,0	-3,7
4,81	-0,2	-3,8	0	0	-0,16	4,71	-222,2	0,0	-1,6
4,81	-0,24	-5,68	0	-3,38	0	4,71	-222,2	-33,1	0,0
4,81	-0,24	-5,73	0	-3,5	0,01	4,71	-222,2	-34,3	0,1
2,82	0,22	-5,08	0	2,18	0	4,71	-130,3	21,4	0,0
2,82	0,22	-5,05	0	2,12	0	4,71	-130,3	20,8	0,0
2,82	0,19	-3,79	0	0	-0,1	4,71	-130,3	0,0	-1,0
2,82	0,1	0	0	-2,73	-0,31	4,71	-130,3	-26,8	-3,0
2,82	0,01	3,79	0	0	-0,39	4,71	-130,3	0,0	-3,8
2,82	0	4,33	0	0,84	-0,39	4,71	-130,3	8,2	-3,8
2,82	0	4,38	0	0,92	-0,39	4,71	-130,3	9,0	-3,8
7,89	-0,15	-2,11	0	-2,95	-0,39	4,71	-364,5	-28,9	-3,8
7,89	-0,19	-0,03	0	-3,8	-0,26	4,71	-364,5	-37,2	-2,5
7,89	-0,19	0	0	-3,8	-0,26	4,71	-364,5	-37,2	-2,5
7,89	-0,26	2,94	0	-2,15	0	4,71	-364,5	-21,1	0,0
7,89	-0,3	4,47	0	0	0,16	4,71	-364,5	0,0	1,6
7,89	-0,37	7,35	0	6,46	0,53	4,71	-364,5	63,3	5,2
7,89	0,33	-5,68	0	5,52	0,53	4,71	-364,5	54,1	5,2
7,89	0,24	-1,79	0	0	0,1	4,71	-364,5	0,0	1,0
7,89	0,22	-0,68	0	-0,52	0	4,71	-364,5	-5,1	0,0
7,89	0,2	0	0	-0,61	-0,05	4,71	-364,5	-6,0	-0,5
7,89	0,16	1,79	0	0	-0,18	4,71	-364,5	0,0	-1,8
7,89	0,11	3,78	0	2,11	-0,28	4,71	-364,5	20,7	-2,7
7,89	-0,07	-4,64	0	2,34	-0,28	4,71	-364,5	22,9	-2,7
7,89	-0,11	-3,04	0	0	-0,23	4,71	-364,5	0,0	-2,3
7,89	-0,18	0	0	-1,76	-0,06	4,71	-364,5	-17,2	-0,6
7,89	-0,2	0,89	0	-1,61	0	4,71	-364,5	-15,8	0,0
7,89	-0,25	3,04	0	0	0,18	4,71	-364,5	0,0	1,8
7,89	-0,29	4,82	0	2,66	0,37	4,71	-364,5	26,1	3,6
8,96	0,29	-4,15	0	2,49	0,37	4,71	-413,9	24,4	3,6
8,96	0,24	-2,03	0	0	0,16	4,71	-413,9	0,0	1,6
8,96	0,2	-0,13	0	-0,78	0	4,71	-413,9	-7,6	0,0
8,96	0,19	0	0	-0,79	-0,01	4,71	-413,9	-7,7	-0,1
8,96	0,19	0,06	0	-0,79	-0,01	4,71	-413,9	-7,7	-0,1
8,96	0,15	2,03	0	0	-0,14	4,71	-413,9	0,0	-1,4
8,96	0,12	3,38	0	1,38	-0,21	4,71	-413,9	13,5	-2,1
10,38	-0,11	-3,23	0	1,35	-0,21	4,71	-479,6	13,2	-2,1
10,38	-0,14	-1,82	0	0	-0,14	4,71	-479,6	0,0	-1,4
10,38	-0,18	0	0	-0,63	-0,03	4,71	-479,6	-6,2	-0,3
10,38	-0,19	0,48	0	-0,58	0	4,71	-479,6	-5,7	0,0
10,38	-0,22	1,82	0	0	0,1	4,71	-479,6	0,0	1,0
10,38	-0,28	4,3	0	2,89	0,34	4,71	-479,6	28,3	3,3
10,38	-0,28	4,3	0	2,89	0,34	4,71	-479,6	28,3	3,3
11,05	0,32	-5,25	0	3,09	0,34	4,71	-510,5	30,3	3,3
11,05	0,28	-3,36	0	0	0,12	4,71	-510,5	0,0	1,2

Fx(T)	Fy(T)	Fz(T)	Mx(mT)	My(mT)	Mz(mT)	1/χ	N(kN)	My(mkN)	Mz(mkN)
11,05	0,25	-2,19	0	-1,24	0	4,71	-510,5	-12,2	0,0
11,05	0,2	0	0	-2,15	-0,19	4,71	-510,5	-21,1	-1,9
11,05	0,12	3,36	0	0	-0,4	4,71	-510,5	0,0	-3,9
11,05	0,08	5,27	0	3,12	-0,47	4,71	-510,5	30,6	-4,6
11,05	-0,18	-4,54	0	2,94	-0,47	4,71	-510,5	28,8	-4,6
11,05	-0,23	-2,27	0	0	-0,29	4,71	-510,5	0,0	-2,8
11,05	-0,28	0	0	-0,98	-0,07	4,71	-510,5	-9,6	-0,7
11,05	-0,3	0,64	0	-0,9	0	4,71	-510,5	-8,8	0,0
11,05	-0,34	2,26	0	0	0,2	4,71	-510,5	0,0	2,0
11,05	-0,42	5,97	0	5,81	0,73	4,71	-510,5	56,9	7,2
11,05	0,43	-7,2	0	6,46	0,73	4,71	-510,5	63,3	7,2
11,05	0,36	-4,23	0	0	0,29	4,71	-510,5	0,0	2,8
11,05	0,3	-1,91	0	-2,71	0	4,71	-510,5	-26,6	0,0
11,05	0,26	-0,05	0	-3,4	-0,2	4,71	-510,5	-33,3	-2,0
11,05	0,26	0	0	-3,4	-0,2	4,71	-510,5	-33,3	-2,0
11,05	0,18	3,31	0	-1,32	-0,48	4,71	-510,5	-12,9	-4,7
4,81	0	-4,78	0	1,6	-0,48	4,71	-222,2	15,7	-4,7
4,81	0	-4,75	0	1,55	-0,48	4,71	-222,2	15,2	-4,7
4,81	-0,02	-3,8	0	0	-0,48	4,71	-222,2	0,0	-4,7
4,81	-0,11	0	0	-2,75	-0,38	4,71	-222,2	-27,0	-3,7
4,81	-0,2	3,8	0	0	-0,16	4,71	-222,2	0,0	-1,6
4,81	-0,24	5,68	0	3,38	0	4,71	-222,2	33,1	0,0
4,81	-0,24	5,73	0	3,5	0,01	4,71	-222,2	34,3	0,1
5,08	0,33	-2,82	0	2,18	0	4,71	-234,7	21,4	0,0
5,08	0,33	-2,8	0	2,16	0	4,71	-234,7	21,2	0,0
5,08	0,26	0	0	0,67	-0,31	4,71	-234,7	6,6	-3,0
5,08	0,26	0,02	0	0,67	-0,32	4,71	-234,7	6,6	-3,1
5,08	0,14	5,07	0	5,55	-0,7	4,71	-234,7	54,4	-6,9
5,08	-0,14	-5,07	0	5,55	-0,7	4,71	-234,7	54,4	-6,9
5,08	-0,26	0	0	0,67	-0,31	4,71	-234,7	6,6	-3,0
5,08	-0,33	2,8	0	2,16	0	4,71	-234,7	21,2	0,0
5,08	-0,33	2,82	0	2,18	0	4,71	-234,7	21,4	0,0
5,08	-0,33	2,82	0	2,18	0	4,71	-234,7	21,4	0,0
5,73	0,43	4,81	-0,01	-3,5	0	4,71	-264,7	-34,3	0,0
5,73	0,43	4,79	-0,01	-3,46	0	4,71	-264,7	-33,9	0,0
5,73	0,37	2,16	-0,01	0	-0,4	4,71	-264,7	0,0	-3,9
5,73	0,32	0	-0,01	0,89	-0,69	4,71	-264,7	8,7	-6,8
5,73	0,32	-0,05	-0,01	0,89	-0,69	4,71	-264,7	8,7	-6,8
5,73	0,27	-2,16	-0,01	0	-0,93	4,71	-264,7	0,0	-9,1
5,73	0,18	-6,24	-0,01	-6,51	-1,28	4,71	-264,7	-63,8	-12,5
5,73	-0,18	6,24	0,01	-6,51	-1,28	4,71	-264,7	-63,8	-12,5
5,73	-0,27	2,16	0,01	0	-0,93	4,71	-264,7	0,0	-9,1
5,73	-0,32	0	0,01	0,89	-0,69	4,71	-264,7	8,7	-6,8
5,73	-0,37	-2,16	0,01	0	-0,4	4,71	-264,7	0,0	-3,9
5,73	-0,43	-4,79	0,01	-3,46	0	4,71	-264,7	-33,9	0,0
5,73	-0,43	-4,81	0,01	-3,5	0	4,71	-264,7	-34,3	0,0
5,73	-0,43	-4,81	0,01	-3,5	0	4,71	-264,7	-34,3	0,0
8,06	0,14	1,75	0	-3,87	0	4,71	-372,4	-37,9	0,0
8,06	0,01	1,75	0	0	-0,17	4,71	-372,4	0,0	-1,7
8,06	0	1,75	0	0,23	-0,17	4,71	-372,4	2,3	-1,7

Fx(T)	Fy(T)	Fz(T)	Mx(mT)	My(mT)	Mz(mT)	1/ $\chi$	N(kN)	My(mkN)	Mz(mkN)
8,06	0	1,75	0	0,23	-0,17	4,71	-372,4	2,3	-1,7
8,06	-0,14	1,75	0	4,33	0	4,71	-372,4	42,4	0,0
8,06	-0,14	1,75	0	4,33	0	4,71	-372,4	42,4	0,0
8,06	0,14	-1,75	0	3,87	0	4,71	-372,4	37,9	0,0
8,06	0,01	-1,75	0	0	-0,17	4,71	-372,4	0,0	-1,7
8,06	0	-1,75	0	-0,23	-0,17	4,71	-372,4	-2,3	-1,7
8,06	0	-1,75	0	-0,23	-0,17	4,71	-372,4	-2,3	-1,7
8,06	-0,14	-1,75	0	-4,33	0	4,71	-372,4	-42,4	0,0
8,06	-0,14	-1,75	0	-4,33	0	4,71	-372,4	-42,4	0,0
13,03	0,18	0	0	-0,94	0	4,71	-602,0	-9,2	0,0
13,03	0,18	0	0	-0,94	0	4,71	-602,0	-9,2	0,0
13,03	0	0	0	-0,94	-0,28	4,71	-602,0	-9,2	-2,7
13,03	-0,18	0	0	-0,94	0	4,71	-602,0	-9,2	0,0
13,03	-0,18	0	0	-0,94	0	4,71	-602,0	-9,2	0,0
13,03	-0,18	0	0	-0,94	0	4,71	-602,0	-9,2	0,0
8,43	0,18	0	0	0,24	0	4,71	-389,5	2,4	0,0
8,43	0,18	0	0	0,24	0	4,71	-389,5	2,4	0,0
8,43	0	0	0	0,24	-0,28	4,71	-389,5	2,4	-2,7
8,43	-0,18	0	0	0,24	0	4,71	-389,5	2,4	0,0
8,43	-0,18	0	0	0,24	0	4,71	-389,5	2,4	0,0
8,43	-0,18	0	0	0,24	0	4,71	-389,5	2,4	0,0
10,76	0,18	0	0	-0,17	0,07	4,71	-497,1	-1,7	0,7
10,76	0,16	0	0	-0,17	0	4,71	-497,1	-1,7	0,0
10,76	0	0	0	-0,17	-0,2	4,71	-497,1	-1,7	-2,0
10,76	-0,16	0	0	-0,17	0	4,71	-497,1	-1,7	0,0
10,76	-0,18	0	0	-0,17	0,07	4,71	-497,1	-1,7	0,7
10,76	-0,18	0	0	-0,17	0,07	4,71	-497,1	-1,7	0,7
6,76	0,22	0	0	-0,03	0	4,71	-312,3	-0,3	0,0
6,76	0	0	0	-0,03	-0,4	4,71	-312,3	-0,3	-3,9
6,76	-0,22	0	0	-0,03	0	4,71	-312,3	-0,3	0,0
6,76	-0,22	0	0	-0,03	0	4,71	-312,3	-0,3	0,0
7,28	0,26	0	0	0,2	-0,07	4,71	-336,3	2,0	-0,7
7,28	0	0	0	0,2	-0,61	4,71	-336,3	2,0	-6,0
7,28	-0,24	0	0	0,2	-0,15	4,71	-336,3	2,0	-1,5
7,28	-0,26	0	0	0,2	-0,07	4,71	-336,3	2,0	-0,7
7,28	-0,26	0	0	0,2	-0,07	4,71	-336,3	2,0	-0,7
9,81	0,26	0	0	-0,18	0	4,71	-453,2	-1,8	0,0
9,81	0	0	0	-0,18	-0,54	4,71	-453,2	-1,8	-5,3
9,81	-0,26	0	0	-0,18	0	4,71	-453,2	-1,8	0,0
9,81	-0,26	0	0	-0,18	0	4,71	-453,2	-1,8	0,0
13,18	0,26	0	0	0,65	0	4,71	-608,9	6,4	0,0
13,18	0	0	0	0,65	-0,54	4,71	-608,9	6,4	-5,3
13,18	-0,26	0	0	0,65	0	4,71	-608,9	6,4	0,0
13,18	-0,26	0	0	0,65	0	4,71	-608,9	6,4	0,0
10,17	0,18	-1,07	0	2,93	0	4,71	-469,9	28,7	0,0
10,17	0,18	-1,07	0	2,92	0	4,71	-469,9	28,6	0,0
10,17	0,01	-1,07	0	0	-0,26	4,71	-469,9	0,0	-2,5
10,17	0	-1,07	0	-0,17	-0,26	4,71	-469,9	-1,7	-2,5
10,17	0	-1,07	0	-0,2	-0,26	4,71	-469,9	-2,0	-2,5
10,17	-0,18	-1,07	0	-3,27	-0,01	4,71	-469,9	-32,0	-0,1

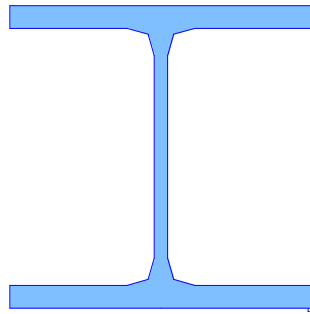
Fx(T)	Fy(T)	Fz(T)	Mx(mT)	My(mT)	Mz(mT)	1/ $\chi$	N(kN)	My(mkN)	Mz(mkN)
10,17	-0,18	-1,07	0	-3,27	-0,01	4,71	-469,9	-32,0	-0,1
10,17	0,18	1,07	0	-2,93	0	4,71	-469,9	-28,7	0,0
10,17	0,18	1,07	0	-2,92	0	4,71	-469,9	-28,6	0,0
10,17	0,01	1,07	0	0	-0,26	4,71	-469,9	0,0	-2,5
10,17	0	1,07	0	0,17	-0,26	4,71	-469,9	1,7	-2,5
10,17	0	1,07	0	0,2	-0,26	4,71	-469,9	2,0	-2,5
10,17	-0,18	1,07	0	3,27	-0,01	4,71	-469,9	32,0	-0,1
10,17	-0,18	1,07	0	3,27	-0,01	4,71	-469,9	32,0	-0,1

**2.1.12.4.6.- Factor de Seguridad**

A continuación figura el cálculo del coeficiente de seguridad de las distintas secciones de la estructura ( $R_d / S_d$ ), calculado con el Fagus. Dicho coeficiente de seguridad ya considera los coeficientes de mayoración de cargas de las sollicitaciones ( $S_d$ ), y de minoración de los materiales ( $R_d$ ); por tanto, se considera válido si es superior a la unidad.

Sección transversal Labeaga: Contorno

Escala 1 :5,0



HEB200

Acero de construcción (AE275)

## Viga-Sección: LABEAGA

### Contorno de sección parcial

Nombre	Material	Clase	Tipo	No.	$y_q$ [m]	$z_q$ [m]	No.	$y_q$ [m]	$z_q$ [m]
HEB200	Acero de co	AE275	Polígono	1	-0,10	0	2	0	0
				3	0	0,01	4	-0,08	0,01
				5	-0,09	0,02	6	-0,10	0,03
				7	-0,10	0,17	8	-0,09	0,18
				9	-0,08	0,18	10	0	0,18
				11	0	0,20	12	-0,20	0,20
				13	-0,20	0,18	14	-0,12	0,18
				15	-0,11	0,18	16	-0,10	0,17
				17	-0,10	0,03	18	-0,11	0,02
				19	-0,12	0,01	20	-0,20	0,01
				21	-0,20	0			

**Características mecánicas de la sección:** ( Material de referencia: Acero de construcción,  $E_{ref} = 210$  [kN/mm<sup>2</sup>])

	Area [m <sup>2</sup> ]	Momento de inercia [m <sup>4</sup> ]	Centro Gr., Ángulo [m]
Ax	0,0078	Ix	0,000001
Ay	(=Ax)	Iy	0,000057
Az	(=Ax)	Iz	0,000020
		ys	-0,10
		zs	0,10
		$\beta$	0 [°]

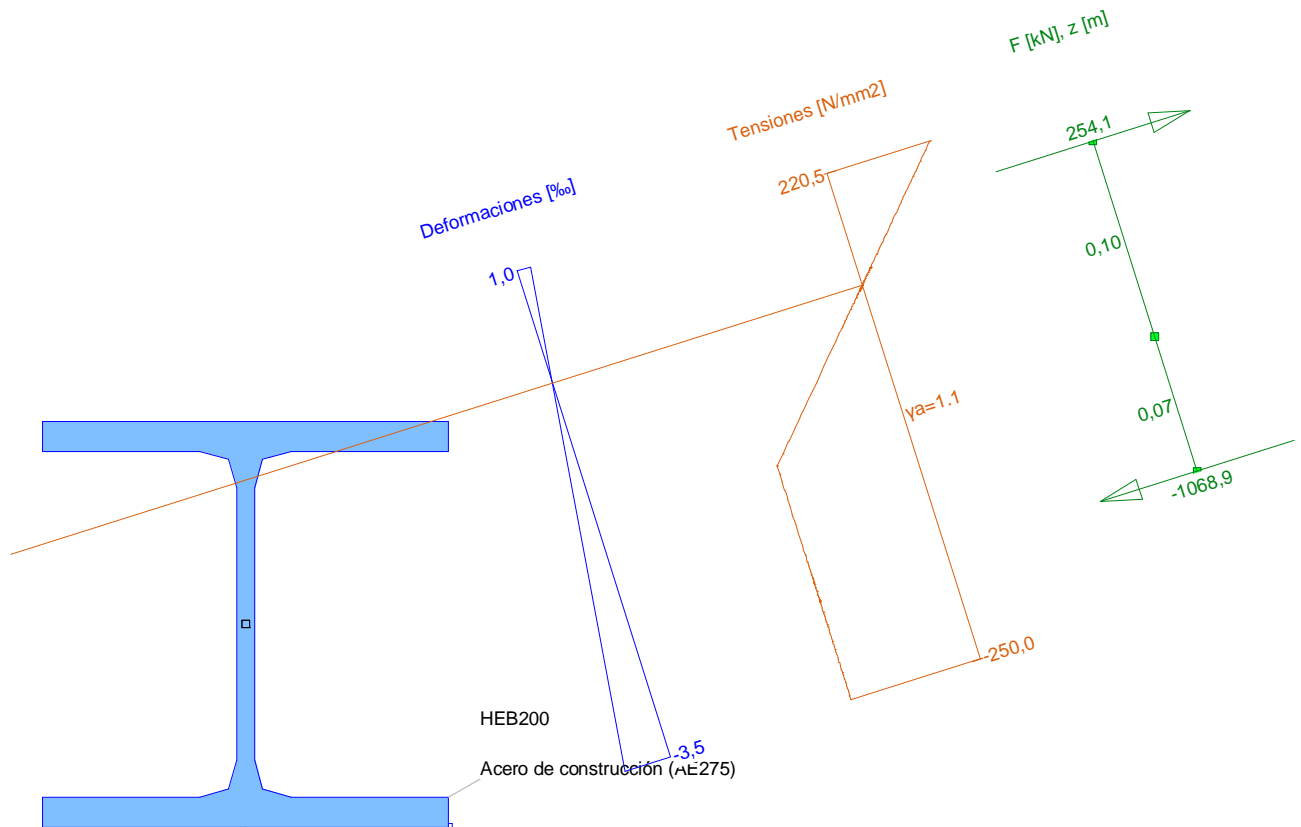
**Masa:** Detalles de la sección parcial

Sección parcial	$A_{xi}+$ [m <sup>2</sup> ]	menos	$A_{xi}-$ [m <sup>2</sup> ]	$A_{xi}$ [m <sup>2</sup> ]	$\gamma_i$ [t/m <sup>3</sup> ]	$M_i$ [kg/m]
HEB200	0,0078			0,0078	8,0	62,5

Nr.:



Escala 1 :3,7



### Cálc. capacidad última Viga-Sección: LABEAGA

### Fuerzas de la acción y factor de la capacidad

No.	Parámetros de análisis	N [kN]	M <sub>y</sub> [kNm]	M <sub>z</sub> [kNm]	Factor de capacidad [-]	Observaciones
1	AP2: Estado límite último	-130,3	-21,4	0	5,28	
2	AP2: Estado límite último	-130,3	-20,8	0	5,38	
3	AP2: Estado límite último	-130,3	0	-1,0	13,69	
4	AP2: Estado límite último	-130,3	26,8	-3,0	4,48	
5	AP2: Estado límite último	-130,3	0	-3,8	10,60	
6	AP2: Estado límite último	-130,3	-8,2	-3,8	8,41	
7	AP2: Estado límite último	-130,3	-9,0	-3,8	8,13	
8	AP2: Estado límite último	-364,5	28,9	-3,8	2,84	
9	AP2: Estado límite último	-364,5	37,2	-2,5	2,50	
10	AP2: Estado límite último	-364,5	37,2	-2,5	2,50	
11	AP2: Estado límite último	-364,5	21,1	0	3,27	
12	AP2: Estado límite último	-364,5	0	1,6	5,09	
13	AP2: Estado límite último	-364,5	-63,3	5,2	1,81	
14	AP2: Estado límite último	-364,5	-54,1	5,2	2,00	
15	AP2: Estado límite último	-364,5	0	1,0	5,19	
16	AP2: Estado límite último	-364,5	5,1	0	4,65	
17	AP2: Estado límite último	-364,5	6,0	-0,5	4,54	
18	AP2: Estado límite último	-364,5	0	-1,8	5,06	
19	AP2: Estado límite último	-364,5	-20,7	-2,7	3,29	
20	AP2: Estado límite último	-364,5	-22,9	-2,7	3,16	
21	AP2: Estado límite último	-364,5	0	-2,3	4,98	
22	AP2: Estado límite último	-364,5	17,2	-0,6	3,53	
23	AP2: Estado límite último	-364,5	15,8	0	3,63	
24	AP2: Estado límite último	-364,5	0	1,8	5,06	
25	AP2: Estado límite último	-364,5	-26,1	3,6	2,98	
26	AP2: Estado límite último	-413,9	-24,4	3,6	2,85	
27	AP2: Estado límite último	-413,9	0	1,6	4,51	
28	AP2: Estado límite último	-413,9	7,6	0	3,93	
29	AP2: Estado límite último	-413,9	7,7	-0,1	3,92	
30	AP2: Estado límite último	-413,9	7,7	-0,1	3,92	
31	AP2: Estado límite último	-413,9	0	-1,4	4,54	
32	AP2: Estado límite último	-413,9	-13,5	-2,1	3,47	

Nr.:

No.	Parámetros de análisis	N [kN]	M <sub>y</sub> [kNm]	M <sub>z</sub> [kNm]	Factor de capacidad [-]	Observaciones
33	AP2: Estado límite último	-479,6	-13,2	-2,1	3,13	
34	AP2: Estado límite último	-479,6	0	-1,4	3,94	
35	AP2: Estado límite último	-479,6	6,2	-0,3	3,57	
36	AP2: Estado límite último	-479,6	5,7	0	3,61	
37	AP2: Estado límite último	-479,6	0	1,0	3,98	
38	AP2: Estado límite último	-479,6	-28,3	3,3	2,46	
39	AP2: Estado límite último	-479,6	-28,3	3,3	2,46	
40	AP2: Estado límite último	-510,5	-30,3	3,3	2,31	
41	AP2: Estado límite último	-510,5	0	1,2	3,72	
42	AP2: Estado límite último	-510,5	12,2	0	3,03	
43	AP2: Estado límite último	-510,5	21,1	-1,9	2,63	
44	AP2: Estado límite último	-510,5	0	-3,9	3,50	
45	AP2: Estado límite último	-510,5	-30,6	-4,6	2,30	
46	AP2: Estado límite último	-510,5	-28,8	-4,6	2,35	
47	AP2: Estado límite último	-510,5	0	-2,8	3,59	
48	AP2: Estado límite último	-510,5	9,6	-0,7	3,18	
49	AP2: Estado límite último	-510,5	8,8	0	3,22	
50	AP2: Estado límite último	-510,5	0	2,0	3,66	
51	AP2: Estado límite último	-510,5	-56,9	7,2	1,70	
52	AP2: Estado límite último	-510,5	-63,3	7,2	1,60	
53	AP2: Estado límite último	-510,5	0	2,8	3,59	
54	AP2: Estado límite último	-510,5	26,6	0	2,43	
55	AP2: Estado límite último	-510,5	33,3	-2,0	2,22	
56	AP2: Estado límite último	-510,5	33,3	-2,0	2,22	
57	AP2: Estado límite último	-510,5	12,9	-4,7	3,00	
58	AP2: Estado límite último	-222,2	-15,7	-4,7	4,89	
59	AP2: Estado límite último	-222,2	-15,2	-4,7	4,95	
60	AP2: Estado límite último	-222,2	0	-4,7	6,83	
61	AP2: Estado límite último	-222,2	27,0	-3,7	3,71	
62	AP2: Estado límite último	-222,2	0	-1,6	8,07	
63	AP2: Estado límite último	-222,2	-33,1	0	3,30	
64	AP2: Estado límite último	-222,2	-34,3	0,1	3,22	
65	AP2: Estado límite último	-130,3	21,4	0	5,28	
66	AP2: Estado límite último	-130,3	20,8	0	5,38	
67	AP2: Estado límite último	-130,3	0	-1,0	13,69	
68	AP2: Estado límite último	-130,3	-26,8	-3,0	4,48	
69	AP2: Estado límite último	-130,3	0	-3,8	10,60	
70	AP2: Estado límite último	-130,3	8,2	-3,8	8,41	
71	AP2: Estado límite último	-130,3	9,0	-3,8	8,13	
72	AP2: Estado límite último	-364,5	-28,9	-3,8	2,84	
73	AP2: Estado límite último	-364,5	-37,2	-2,5	2,50	
74	AP2: Estado límite último	-364,5	-37,2	-2,5	2,50	
75	AP2: Estado límite último	-364,5	-21,1	0	3,27	
76	AP2: Estado límite último	-364,5	0	1,6	5,09	
77	AP2: Estado límite último	-364,5	63,3	5,2	1,81	
78	AP2: Estado límite último	-364,5	54,1	5,2	2,00	
79	AP2: Estado límite último	-364,5	0	1,0	5,19	
80	AP2: Estado límite último	-364,5	-5,1	0	4,65	
81	AP2: Estado límite último	-364,5	-6,0	-0,5	4,54	
82	AP2: Estado límite último	-364,5	0	-1,8	5,06	
83	AP2: Estado límite último	-364,5	20,7	-2,7	3,29	
84	AP2: Estado límite último	-364,5	22,9	-2,7	3,16	
85	AP2: Estado límite último	-364,5	0	-2,3	4,98	
86	AP2: Estado límite último	-364,5	-17,2	-0,6	3,53	
87	AP2: Estado límite último	-364,5	-15,8	0	3,63	
88	AP2: Estado límite último	-364,5	0	1,8	5,06	
89	AP2: Estado límite último	-364,5	26,1	3,6	2,98	
90	AP2: Estado límite último	-413,9	24,4	3,6	2,85	
91	AP2: Estado límite último	-413,9	0	1,6	4,51	
92	AP2: Estado límite último	-413,9	-7,6	0	3,93	
93	AP2: Estado límite último	-413,9	-7,7	-0,1	3,92	
94	AP2: Estado límite último	-413,9	-7,7	-0,1	3,92	
95	AP2: Estado límite último	-413,9	0	-1,4	4,54	
96	AP2: Estado límite último	-413,9	13,5	-2,1	3,47	
97	AP2: Estado límite último	-479,6	13,2	-2,1	3,13	
98	AP2: Estado límite último	-479,6	0	-1,4	3,94	
99	AP2: Estado límite último	-479,6	-6,2	-0,3	3,57	
100	AP2: Estado límite último	-479,6	-5,7	0	3,61	
101	AP2: Estado límite último	-479,6	0	1,0	3,98	
102	AP2: Estado límite último	-479,6	28,3	3,3	2,46	
103	AP2: Estado límite último	-479,6	28,3	3,3	2,46	
104	AP2: Estado límite último	-510,5	30,3	3,3	2,31	
105	AP2: Estado límite último	-510,5	0	1,2	3,72	
106	AP2: Estado límite último	-510,5	-12,2	0	3,03	
107	AP2: Estado límite último	-510,5	-21,1	-1,9	2,63	
108	AP2: Estado límite último	-510,5	0	-3,9	3,50	
109	AP2: Estado límite último	-510,5	30,6	-4,6	2,30	
110	AP2: Estado límite último	-510,5	28,8	-4,6	2,35	

Nr.:

No.	Parámetros de análisis	N [kN]	M <sub>y</sub> [kNm]	M <sub>z</sub> [kNm]	Factor de capacidad [-]	Observaciones
111	AP2: Estado límite último	-510,5	0	-2,8	3,59	
112	AP2: Estado límite último	-510,5	-9,6	-0,7	3,18	
113	AP2: Estado límite último	-510,5	-8,8	0	3,22	
114	AP2: Estado límite último	-510,5	0	2,0	3,66	
115	AP2: Estado límite último	-510,5	56,9	7,2	1,70	
116	AP2: Estado límite último	-510,5	63,3	7,2	1,60	
117	AP2: Estado límite último	-510,5	0	2,8	3,59	
118	AP2: Estado límite último	-510,5	-26,6	0	2,43	
119	AP2: Estado límite último	-510,5	-33,3	-2,0	2,22	
120	AP2: Estado límite último	-510,5	-33,3	-2,0	2,22	
121	AP2: Estado límite último	-510,5	-12,9	-4,7	3,00	
122	AP2: Estado límite último	-222,2	15,7	-4,7	4,89	
123	AP2: Estado límite último	-222,2	15,2	-4,7	4,95	
124	AP2: Estado límite último	-222,2	0	-4,7	6,83	
125	AP2: Estado límite último	-222,2	-27,0	-3,7	3,71	
126	AP2: Estado límite último	-222,2	0	-1,6	8,07	
127	AP2: Estado límite último	-222,2	33,1	0	3,30	
128	AP2: Estado límite último	-222,2	34,3	0,1	3,22	
129	AP2: Estado límite último	-234,7	21,4	0	4,13	
130	AP2: Estado límite último	-234,7	21,2	0	4,15	
131	AP2: Estado límite último	-234,7	6,6	-3,0	6,36	
132	AP2: Estado límite último	-234,7	6,6	-3,1	6,35	
133	AP2: Estado límite último	-234,7	54,4	-6,9	2,27	
134	AP2: Estado límite último	-234,7	54,4	-6,9	2,27	
135	AP2: Estado límite último	-234,7	6,6	-3,0	6,36	
136	AP2: Estado límite último	-234,7	21,2	0	4,15	
137	AP2: Estado límite último	-234,7	21,4	0	4,13	
138	AP2: Estado límite último	-234,7	21,4	0	4,13	
139	AP2: Estado límite último	-264,7	-34,3	0	3,02	
140	AP2: Estado límite último	-264,7	-33,9	0	3,04	
141	AP2: Estado límite último	-264,7	0	-3,9	6,20	
142	AP2: Estado límite último	-264,7	8,7	-6,8	4,92	
143	AP2: Estado límite último	-264,7	8,7	-6,8	4,92	
144	AP2: Estado límite último	-264,7	0	-9,1	4,91	
145	AP2: Estado límite último	-264,7	-63,8	-12,5	1,85	
146	AP2: Estado límite último	-264,7	-63,8	-12,5	1,85	
147	AP2: Estado límite último	-264,7	0	-9,1	4,91	
148	AP2: Estado límite último	-264,7	8,7	-6,8	4,92	
149	AP2: Estado límite último	-264,7	0	-3,9	6,20	
150	AP2: Estado límite último	-264,7	-33,9	0	3,04	
151	AP2: Estado límite último	-264,7	-34,3	0	3,02	
152	AP2: Estado límite último	-264,7	-34,3	0	3,02	
153	AP2: Estado límite último	-372,4	-37,9	0	2,46	
154	AP2: Estado límite último	-372,4	0	-1,7	4,97	
155	AP2: Estado límite último	-372,4	2,3	-1,7	4,91	
156	AP2: Estado límite último	-372,4	2,3	-1,7	4,91	
157	AP2: Estado límite último	-372,4	42,4	0	2,31	
158	AP2: Estado límite último	-372,4	42,4	0	2,31	
159	AP2: Estado límite último	-372,4	37,9	0	2,46	
160	AP2: Estado límite último	-372,4	0	-1,7	4,97	
161	AP2: Estado límite último	-372,4	-2,3	-1,7	4,92	
162	AP2: Estado límite último	-372,4	-2,3	-1,7	4,92	
163	AP2: Estado límite último	-372,4	-42,4	0	2,31	
164	AP2: Estado límite último	-372,4	-42,4	0	2,31	
165	AP2: Estado límite último	-602,0	-9,2	0	2,78	
166	AP2: Estado límite último	-602,0	-9,2	0	2,78	
167	AP2: Estado límite último	-602,0	-9,2	-2,7	2,78	
168	AP2: Estado límite último	-602,0	-9,2	0	2,78	
169	AP2: Estado límite último	-602,0	-9,2	0	2,78	
170	AP2: Estado límite último	-602,0	-9,2	0	2,78	
171	AP2: Estado límite último	-389,5	2,4	0	4,70	
172	AP2: Estado límite último	-389,5	2,4	0	4,70	
173	AP2: Estado límite último	-389,5	2,4	-2,7	4,60	
174	AP2: Estado límite último	-389,5	2,4	0	4,70	
175	AP2: Estado límite último	-389,5	2,4	0	4,70	
176	AP2: Estado límite último	-389,5	2,4	0	4,70	
177	AP2: Estado límite último	-497,1	-1,7	0,7	3,79	
178	AP2: Estado límite último	-497,1	-1,7	0	3,79	
179	AP2: Estado límite último	-497,1	-1,7	-2,0	3,74	
180	AP2: Estado límite último	-497,1	-1,7	0	3,79	
181	AP2: Estado límite último	-497,1	-1,7	0,7	3,79	
182	AP2: Estado límite último	-497,1	-1,7	0,7	3,79	
183	AP2: Estado límite último	-312,3	-0,3	0	6,19	
184	AP2: Estado límite último	-312,3	-0,3	-3,9	5,38	
185	AP2: Estado límite último	-312,3	-0,3	0	6,19	
186	AP2: Estado límite último	-312,3	-0,3	0	6,19	
187	AP2: Estado límite último	-336,3	2,0	-0,7	5,46	
188	AP2: Estado límite último	-336,3	2,0	-6,0	4,67	

Nr.:

No.	Parámetros de análisis	N [kN]	M <sub>y</sub> [kNm]	M <sub>z</sub> [kNm]	Factor de capacidad [-]	Observaciones
189	AP2: Estado límite último	-336,3	2,0	-1,5	5,45	
190	AP2: Estado límite último	-336,3	2,0	-0,7	5,46	
191	AP2: Estado límite último	-336,3	2,0	-0,7	5,46	
192	AP2: Estado límite último	-453,2	-1,8	0	4,13	
193	AP2: Estado límite último	-453,2	-1,8	-5,3	3,74	
194	AP2: Estado límite último	-453,2	-1,8	0	4,13	
195	AP2: Estado límite último	-453,2	-1,8	0	4,13	
196	AP2: Estado límite último	-608,9	6,4	0	2,88	
197	AP2: Estado límite último	-608,9	6,4	-5,3	2,84	
198	AP2: Estado límite último	-608,9	6,4	0	2,88	
199	AP2: Estado límite último	-608,9	6,4	0	2,88	
200	AP2: Estado límite último	-469,9	28,7	0	2,48	
201	AP2: Estado límite último	-469,9	28,6	0	2,49	
202	AP2: Estado límite último	-469,9	0	-2,5	3,91	
203	AP2: Estado límite último	-469,9	-1,7	-2,5	3,90	
204	AP2: Estado límite último	-469,9	-2,0	-2,5	3,89	
205	AP2: Estado límite último	-469,9	-32,0	-0,1	2,37	
206	AP2: Estado límite último	-469,9	-32,0	-0,1	2,37	
207	AP2: Estado límite último	-469,9	-28,7	0	2,48	
208	AP2: Estado límite último	-469,9	-28,6	0	2,49	
209	AP2: Estado límite último	-469,9	0	-2,5	3,91	
210	AP2: Estado límite último	-469,9	1,7	-2,5	3,90	
211	AP2: Estado límite último	-469,9	2,0	-2,5	3,89	
212	AP2: Estado límite último	-469,9	32,0	-0,1	2,37	
213	AP2: Estado límite último	-469,9	32,0	-0,1	2,37	

**Parámetros de análisis "AP2: Estado límite último", Código: Spanish Code EH-91**

ID	σ-ε-Diagrama				Límites de deformación			Tens.adm.	Factores de la resistencia				Otros valores			
	c	s	p	a	ε <sub>cu,c</sub> [‰]	ε <sub>cu,b</sub> [‰]	ε <sub>su</sub> [‰]	σ <sub>s,adm</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	γ <sub>c</sub> [-]	γ <sub>s</sub> [-]	γ <sub>p</sub> [-]	γ <sub>a</sub> [-]	α [-]	φ [-]	P(t) [-]	κ
AP2	2/0	1	1	1	-2,0	-3,5	10,0		1,50	1,15	1,15	1,10	45,00	0	t=0	-

α : Inclínación de las bielas de compresión  
φ : Coef. de fluencia  
P(t) : Análisis STATIK-5; Prealargamiento en el tiempo (t=0) oú (t=∞) 'con pérdidas'  
κ : + = Análisis con coeficiente adherencia: κ<sub>s</sub>=0,7 κ<sub>t</sub>=0,9

**Deformaciones y tensiones extremas (Resultados cálculo No 52)**

Nombre	Clase	y <sub>q</sub> [m]	z <sub>q</sub> [m]	ε [‰]	σ <sub>d</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	γ [-]
HEB200	AE275	0	-0,00	-3,5	-250,0	1.10
HEB200	AE275	-0,20	0,20	1,0	220,5	1.10

Trabajo: **P.C. Línea 5 del FMB. Tramo: Estación Hospital**Código trabajo: **P01700**Cálculo: **3.- Cañón de Acceso Usansolo**

	<b>página</b>
<b>3.1.- Entibación</b>	<b>3100</b>
3.1.1.- Norma y materiales	3101
3.1.2.- Acciones	3101
3.1.3.- Descripción del terreno	3101
3.1.4.- Geometría	3101
3.1.5.- Comprobación de la geometría	3102
3.1.16.- Esquema de las fases	3102
3.1.7.- Cargas	3103
3.1.8.- Elementos de apoyo	3103
3.1.9.- Resultados de las fases	3103
3.1.10.- Resultados para los elementos de apoyo	3104
3.1.11.- Comprobaciones de estabilidad	3105
3.1.12.- Estructura atado en coronación	3106
<b>3.2.- Pantalla Rampa de Ataque Cañon Usansolo</b>	<b>3200</b>
3.2.1.- Sección Tipo 1 - Pantalla Anclada	3201
3.2.2.- Sección Tipo 2 - Pantalla en Voladizo	3213
<b>3.3.- Estructura de Acceso</b>	<b>3300</b>
3.3.1.- Geometría	3301
3.3.2.- Hipótesis de carga	3303
3.3.3.- Combinaciones	3306
3.3.4.- Leyes de esfuerzo combinaciones	3308
3.3.5.- Desplazamientos ELS	3311
3.3.6.- Tensiones sobre el terreno	3312
3.3.7.- Armado solera	3315
3.3.8.- Armado muros	3319
3.3.9.- Armado cubierta	3325

#### 3.1.1.- NORMA Y MATERIALES

Norma de hormigón: EHE-08 (España)

Hormigón: HA-25,  $Y_c=1.5$

Clase de exposición: Clase IIa

#### 3.1.2.- ACCIONES

Mayoración esfuerzos en construcción: 1.50

Mayoración esfuerzos en servicio: 1.50

Sin análisis sísmico

Sin considerar acciones térmicas en puntales

#### 3.1.3.- DESCRIPCIÓN DEL TERRENO

Cota de la roca: -5.50 m

Porcentaje del rozamiento interno entre el terreno y el trasdós del muro pantalla: 0.0 %

Porcentaje del rozamiento interno entre el terreno y el intradós del muro pantalla: 0.0 %

#### ESTRATOS

Referencias	Cota superior	Descripción	Coeficientes de empuje
1	0.00 m	Densidad aparente: 1.9 kg/dm <sup>3</sup> Densidad sumergida: 1.0 kg/dm <sup>3</sup> Ángulo rozamiento interno: 30 grados Cohesión: 0.00 t/m <sup>2</sup> Módulo de balasto empuje activo: 1000.0 t/m <sup>3</sup> Módulo de balasto empuje pasivo: 1000.0 t/m <sup>3</sup> Gradiente módulo de balasto: 0.0 t/m <sup>4</sup>	Activo trasdós: 0.33 Reposo trasdós: 0.50 Pasivo trasdós: 3.00 Activo intradós: 0.33 Reposo intradós: 0.50 Pasivo intradós: 3.00

#### 3.1.4.- GEOMETRÍA

Cota de la rasante: 0.00 m

Altura del muro sobre la rasante: 0.50 m

Tipología: Cortina de micropilotes

Altura total: 6.50 m Diámetro: 25.00 cm Separación: 40.00 cm Serie de micropilotes: Carriles UIC Perfil: UIC-54
---

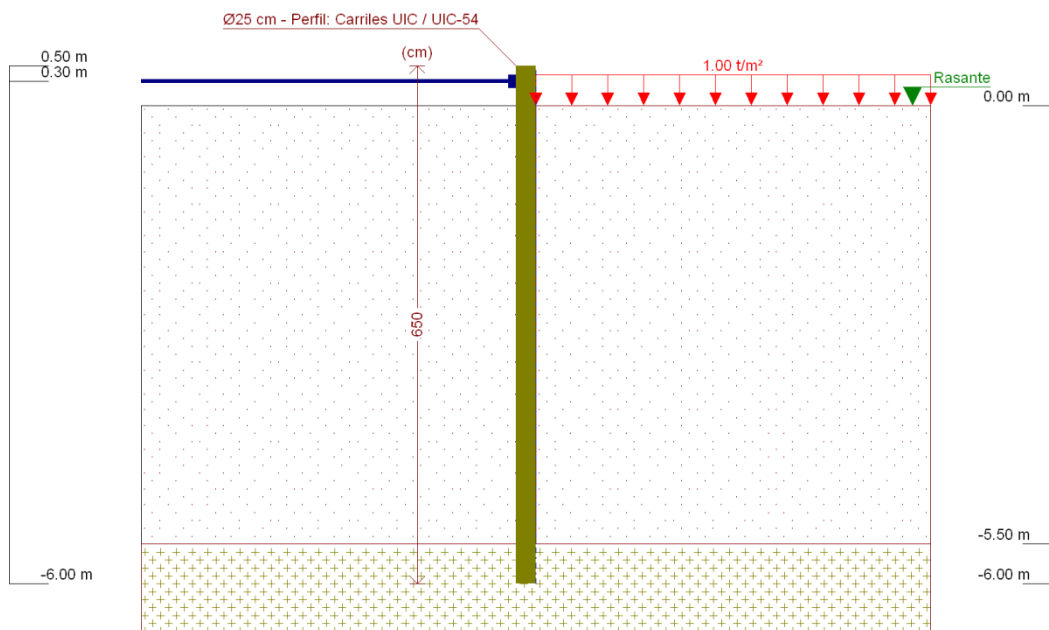
### 3.1. ENTIBACIÓN (CAÑON ACCESO LABEAGA)

P.C. Línea 5 del FMB. Tramo: Estación Hospital

#### 3.1.5.- COMPROBACIÓN DE LA GEOMETRÍA

Comprobación	Valores	Estado
Esbeltez máxima:	Máximo: 200 Calculado: 92.8	Cumple
Tensión máxima:		
- Acero:	Máximo: 4.2 t/cm <sup>2</sup> Calculado: 1.714 t/cm <sup>2</sup>	Cumple
- Hormigón:	Máximo: 0.122 t/cm <sup>2</sup> Calculado: 0.084 t/cm <sup>2</sup>	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Esfuerzos para el cálculo de la tensión en el acero: Axil: 0.84 t; Momento: -5.24 t·m; Cortante: -0.19 t		
- Esfuerzos para el cálculo de la tensión en el hormigón: Axil: 0.84 t; Momento: -5.24 t·m; Cortante: -0.19 t		
- Esfuerzos mayorados por micropilote (Diámetro: 25.00 cm)		

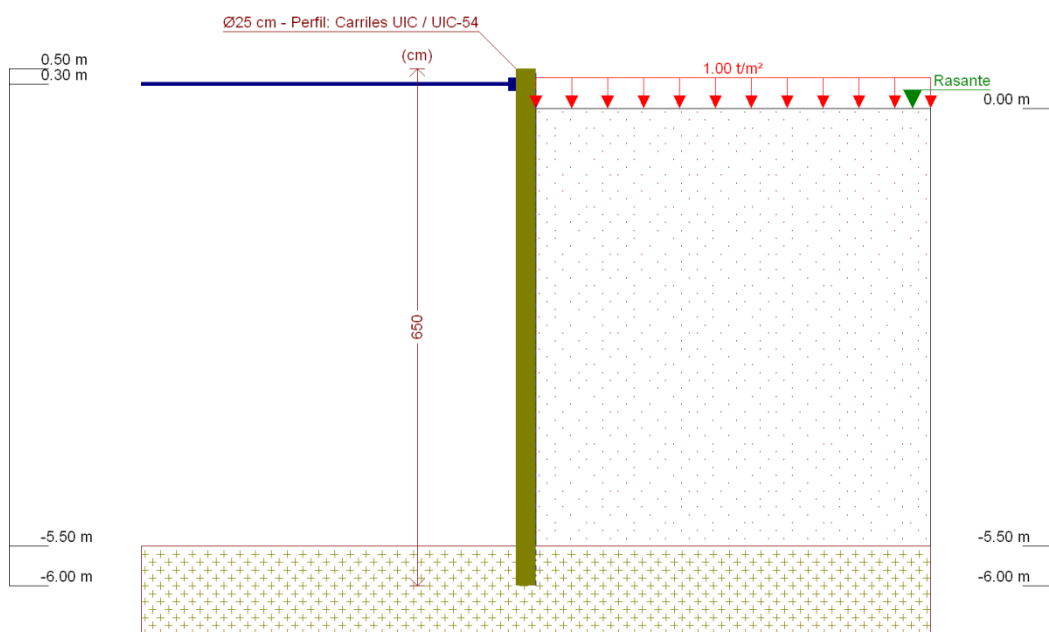
#### 3.1.6.- ESQUEMA DE LAS FASES



Referencias	Nombre	Descripción
Fase 1	Estado Inicial	Tipo de fase: Constructiva Cota de excavación: 0.00 m

### 3.1. ENTIBACIÓN (CAÑON ACCESO LABEAGA)

P.C. Línea 5 del FMB. Tramo: Estación Hospital



Referencias	Nombre	Descripción
Fase 2	Excavación hasta roca	Tipo de fase: Constructiva Cota de excavación: -5.50 m

### 3.1.7.- CARGAS

## CARGAS EN EL TRASDÓS

Tipo	Cota	Datos	Fase inicial	Fase final
Uniforme	En superficie	Valor: 1 t/m <sup>2</sup>	Estado Inicial	Excavación hasta roca

### 3.1.8.- ELEMENTOS DE APOYO

*PUNTALES*

Descripción	Fase inicial	Fase final
Cota: 0.30 m Rigidez axil: 13670 t/m Separación: 4.2 m	Estado Inicial	Excavación hasta roca

### 3.1.9.- RESULTADOS DE LAS FASES

Esfuerzos sin mayorar.

### FASE 1: ESTADO INICIAL

*BÁSICA*

Cota (m)	Desplazamientos (mm)	Ley de axiles (t/m)	Ley de cortantes (t/m)	Ley de momento flector (t.m/m)	Ley de empujes (t/m <sup>2</sup> )	Presión hidrostática (t/m <sup>2</sup> )
-------------	-------------------------	------------------------	---------------------------	-----------------------------------	---------------------------------------	---



### 3.1. ENTIBACIÓN (CAÑÓN ACCESO LABEAGA)

P.C. Línea 5 del FMB. Tramo: Estación Hospital

Cota (m)	Desplazamientos (mm)	Ley de axiles (t/m)	Ley de cortantes (t/m)	Ley de momento flector (t·m/m)	Ley de empujes (t/m <sup>2</sup> )	Presión hidrostática (t/m <sup>2</sup> )
0.50	-0.03	-0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00
0.30	-0.06	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	-0.10	0.20	-0.19	-0.06	0.40	0.00
-0.50	-0.16	0.40	-0.09	-0.12	0.17	0.00
-1.00	-0.21	0.60	-0.01	-0.13	0.08	0.00
-1.50	-0.25	0.80	0.02	-0.12	0.01	0.00
-2.00	-0.27	1.00	0.01	-0.11	-0.03	0.00
-2.50	-0.27	1.20	-0.00	-0.11	-0.05	0.00
-3.00	-0.27	1.40	-0.03	-0.13	-0.04	0.00
-3.50	-0.25	1.60	-0.04	-0.15	-0.00	0.00
-4.00	-0.21	1.80	-0.04	-0.17	0.07	0.00
-4.50	-0.16	2.00	0.01	-0.17	0.18	0.00
-5.00	-0.09	2.20	0.12	-0.12	0.32	0.00
-5.50	0.00	2.40	0.30	-0.00	0.50	0.00
-6.00	0.00	2.60	0.00	-0.00	0.00	0.00
Máximos	0.00 Cota: -5.50 m	2.60 Cota: -6.00 m	0.30 Cota: -5.50 m	0.02 Cota: -5.75 m	0.50 Cota: -5.50 m	0.00 Cota: 0.50 m
Mínimos	-0.27 Cota: -2.50 m	-0.00 Cota: 0.50 m	-0.19 Cota: 0.00 m	-0.17 Cota: -4.25 m	-0.05 Cota: -2.50 m	0.00 Cota: 0.50 m

## FASE 2: EXCAVACIÓN HASTA ROCA

### BÁSICA

Cota (m)	Desplazamientos (mm)	Ley de axiles (t/m)	Ley de cortantes (t/m)	Ley de momento flector (t·m/m)	Ley de empujes (t/m <sup>2</sup> )	Presión hidrostática (t/m <sup>2</sup> )
0.50	0.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.25	-1.52	0.10	-3.89	-0.19	0.00	0.00
-0.25	-4.77	0.30	-3.85	-2.13	0.49	0.00
-0.75	-7.78	0.50	-3.56	-3.95	0.81	0.00
-1.25	-10.35	0.70	-3.12	-5.57	1.13	0.00
-1.75	-12.29	0.90	-2.52	-6.91	1.44	0.00
-2.25	-13.46	1.10	-1.76	-7.89	1.76	0.00
-2.75	-13.74	1.30	-0.84	-8.43	2.08	0.00
-3.25	-13.08	1.50	0.24	-8.45	2.39	0.00
-3.75	-11.47	1.70	1.47	-7.87	2.71	0.00
-4.25	-8.97	1.90	2.87	-6.62	3.03	0.00
-4.75	-5.74	2.10	4.42	-4.61	3.34	0.00
-5.25	-1.98	2.30	6.13	-1.76	3.66	0.00
-5.75	0.00	2.50	0.00	0.44	0.00	0.00
Máximos	0.11 Cota: 0.50 m	2.60 Cota: -6.00 m	7.04 Cota: -5.50 m	0.44 Cota: -5.75 m	5.73 Cota: -5.50 m	0.00 Cota: 0.50 m
Mínimos	-13.74 Cota: -2.75 m	0.00 Cota: 0.50 m	-3.89 Cota: 0.25 m	-8.51 Cota: -3.00 m	0.00 Cota: 0.50 m	0.00 Cota: 0.50 m

#### 3.1.10.- RESULTADOS PARA LOS ELEMENTOS DE APOYO

Esfuerzos sin mayorar.

#### Puntales

Cota: 0.30 m	
Fase	Resultado

### 3.1. ENTIBACIÓN (CAÑON ACCESO LABEAGA)

P.C. Línea 5 del FMB. Tramo: Estación Hospital

Estado Inicial	Carga puntual: 0.82 t Carga lineal: 0.19 t/m
Excavación hasta roca	Carga puntual: 16.34 t Carga lineal: 3.89 t/m

#### 3.1.11.- COMPROBACIONES DE ESTABILIDAD (COEFICIENTES DE SEGURIDAD)

Referencia: Comprobaciones de estabilidad (Coeficientes de seguridad): Cañon Usansolo (Cañon de Acceso Usansolo)		
Comprobación	Valores	Estado
Relación entre el momento originado por los empujes pasivos en el intradós y el momento originado por los empujes activos en el trasdós: - Estado Inicial <sup>(1)</sup> - Excavación hasta roca <sup>(1)</sup> <i>(1) Existe más de un apoyo.</i>		No procede No procede
Relación entre el empuje pasivo total en el intradós y el empuje realmente movilizado en el intradós: Hipótesis básica: - Estado Inicial: <i>Valor introducido por el usuario.</i> - Excavación hasta roca <sup>(1)</sup> <i>(1) No se ha movilizado el empuje pasivo en el intradós.</i>	Mínimo: 1.5 Calculado: 6.087	Cumple No procede
Se cumplen todas las comprobaciones		

Cálculo Empotramiento de Micropilotes		
$N_d \leq \left[ \sum_i (2 \cdot \pi \cdot R_m) \cdot L_i \cdot \tau_i + \sigma_R \cdot \pi \cdot R_t^2 \right]$		
Espesor del terreno bajo		
Diámetro exterior $\phi_{ext}$ (cm)		
Micropilote		25,00
Armadura de tubo		17,90
Perímetro micro ( $2\pi R_m$ )		78,5
Área total tubo ( $\pi R_t^2$ )		251,6
Carga en micro $N_s$ (Mp/m) - CYPE		2,6
Nº de micros pml		2,5
Carga en micro $N_d$ (Mp)		1,6
Parámetros resistentes estimados del terreno (Kp/cm²)		
Punta en roca $\sigma_R$		0,0
Deslizamiento en roca $\tau_R$		3,0
Deslizamiento en suelos $\tau_s$		0,0
Empotramiento en el terreno L (m)		
En suelos		0,00
En roca		0,5
Contribución a la resistencia (Mp)		
Por punta en roca		0,0
Por fuste en roca		11,8
Por fuste en suelos		0,0
<b>TOTAL</b>		<b>11,8</b>
		<b>Cumple</b>

Trabajo: **P.C. Línea 5 del FMB. Tramo: Estación Hospital**Código trabajo: **P01700**Cálculo: **3.1.12.- Estructura de atado en coronación**

	<b>página</b>
<b>3.1.12.1.- Geometría</b> .....	<b>3107</b>
<b>3.1.12.2.- Cargas</b> .....	<b>3108</b>
<b>3.1.12.3.- Esfuerzos</b> .....	<b>3109</b>
<b>3.1.12.4.- Comprobación secciones</b> .....	<b>3111</b>
3.1.12.4.1.- Datos .....	3111
3.1.12.4.2- Coeficiente de Pandeo .....	3111
3.1.12.4.3.- Esbeltez Reducida .....	3111
3.1.12.4.4.- Coeficiente de Reducción por Pandeo .....	3111
3.1.12.4.5.- Esfuerzos de Cálculo .....	3112
3.1.12.4.6.- Factor de Seguridad .....	3117

Trabajo: 3.1.12.- Estructura de atado en coronación

Código trabajo: P01700

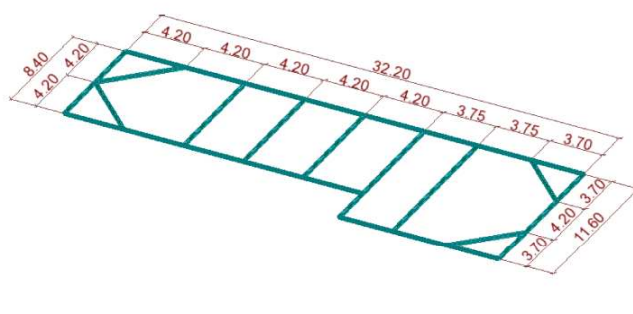
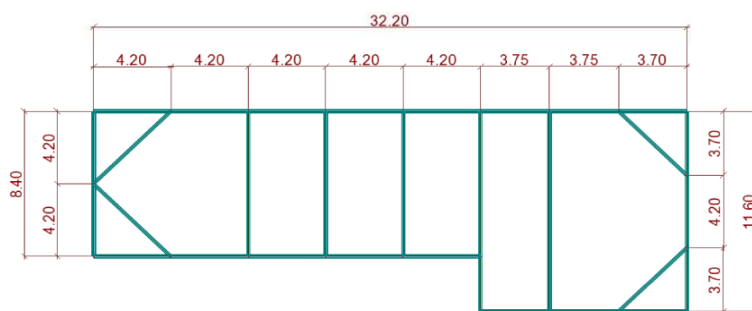
Cálculo: 3.1.12.1.- Geometria

3.1.12.1.- Geometria

página  
3107

### 3.1.12.1.- Geometria

Nombre de la sección	Lista de barras	SX (cm2)	SY (cm2)	SZ (cm2)	IX (cm4)	IY (cm4)	IZ (cm4)
HEB 200	1A15	78,08	57,43	19	61,4	5696,18	2003,37



Trabajo: 3.1.12.- Estructura de atado en coronación

Código trabajo: P01700

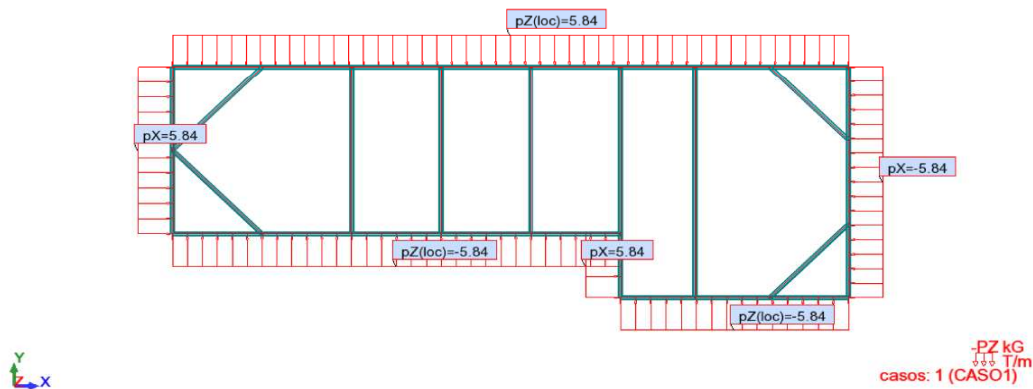
Cálculo: 3.1.12.2.- Cargas

3.1.12.2.- Cargas

página  
3108

3.1.12.2.- Cargas

Caso	Tipo de carga	Lista	Valores de carga
1	peso propio	1A15	PZ Menos Coef=1,00
1	sobrecarga uniforme	1 y 3	PZ=-5,84(T/m) local
1	sobrecarga uniforme	4	PZ=5,84(T/m) local
1	sobrecarga uniforme	2 y 5	PX=5,84(T/m)
1	sobrecarga uniforme	6	PX=-5,84(T/m)



Trabajo: 3.1.12.- Estructura de atado en coronación

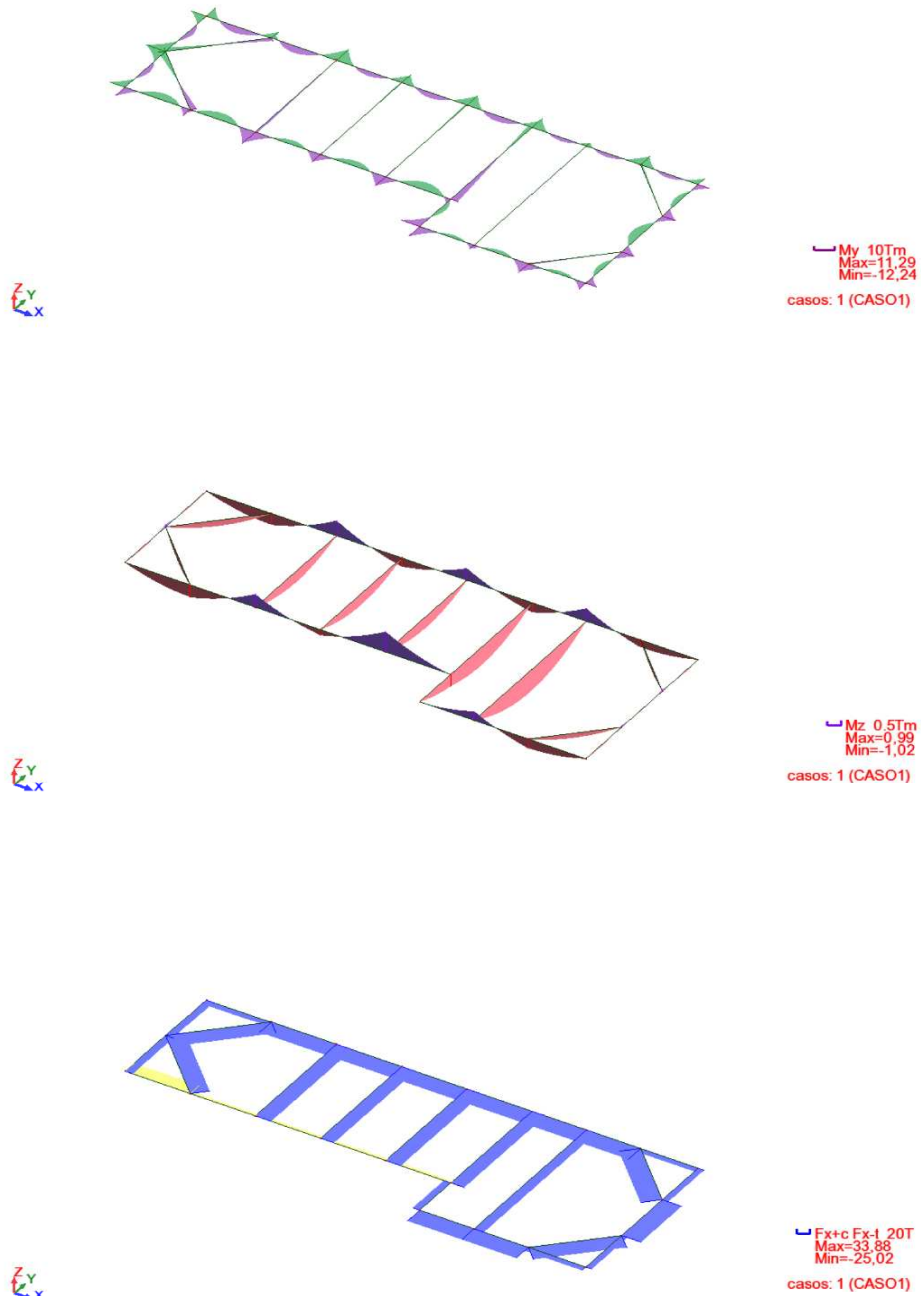
Código trabajo: P01700

Cálculo: 3.1.12.3.- Esfuerzos

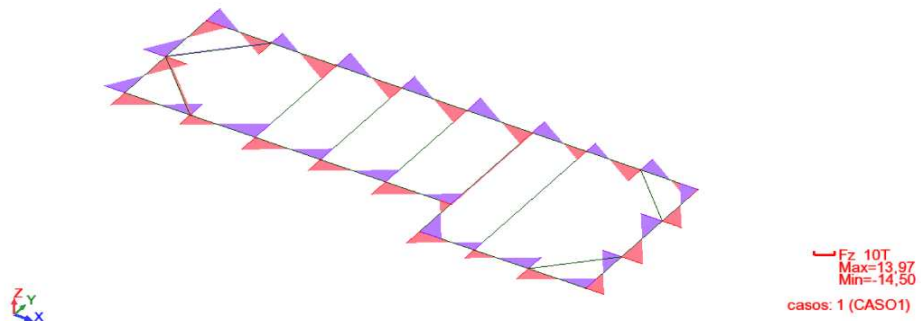
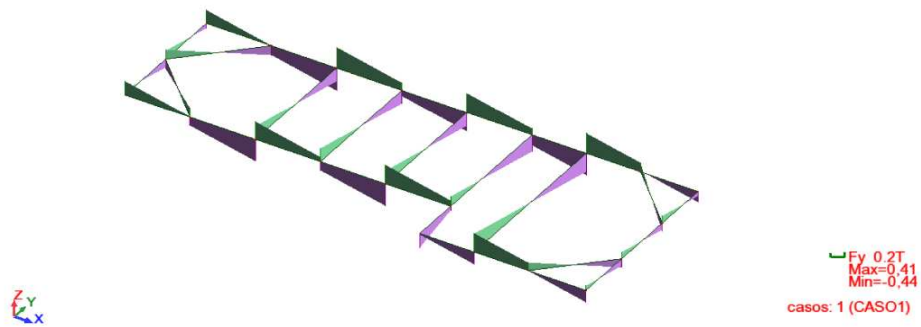
página  
3109

3.1.12.3.- Esfuerzos

### 3.1.12.3.- Esfuerzos



3109



Trabajo: **P.C. Línea 5 del FMB. Tramo: Estación Hospital**Código trabajo: **P01700**Cálculo: **3.1.12.4.- Comprobación secciones**

	página
3.1.12.4.1.- Datos .....	3111
3.1.12.4.2- Coeficiente de Pandeo .....	3111
3.1.12.4.3.- Esbeltez Reducida .....	3111
3.1.12.4.4.- Coeficiente de Reducción por Pandeo .....	3111
3.1.12.4.5.- Esfuerzos de Cálculo .....	3112
3.1.12.4.6.- Factor de Seguridad .....	3117

**3.1.12.4.1.- Datos**

Longitud máx. barras: 11,6 m  
 Perfil: HEB200  
 Area: A= 78,1 cm<sup>2</sup>  
 Inercia: I<sub>x</sub>= 5696 cm<sup>4</sup> Inercia: I<sub>y</sub>= 2003 cm<sup>4</sup>  
 $f_y$ = 275 MPa  
 $E_{acero}$ = 210000 MPa

Tipo pórtico (intraslacional: 1 /  
 traslacional: 2): 2

**3.1.12.4.2- Coeficiente de Pandeo** $\beta = 1,000$  $L = 11,6 \text{ m}$  $L_k = 11,60 \text{ m}$ **3.1.12.4.3.- Esbeltez Reducida**

$N_{crx} = 87,74 \text{ T}$   $N_{cry} = 30,85 \text{ T}$   
 Esbeltez reducida:  $\lambda = 2,64$

**3.1.12.4.4.- Coeficiente de Reducción por Pandeo**

$\alpha$  (tabla 6.3 CTE): **0,49** Para L= 5,90 m -->  $\chi = 0,372$   
 $\phi = 4,58$  Para L= 4,20 m -->  $\chi = 0,566$   
 $\chi = \mathbf{0,120}$  Para L= 8,40 m -->  $\chi = 0,212$

**3.1.12.4.5.- Esfuerzos de Cálculo**

Fx(T)	Fy(T)	Fz(T)	Mx(mT)	My(mT)	Mz(mT)	1/ $\chi$	N(kN)	My(mkN)	Mz(mkN)
-25,02	0,27	12,88	0	-8,78	0	1,77	245,2	-86,0	0,0
-25,02	0,22	7,95	0	0	-0,21	1,77	245,2	0,0	-2,1
-25,02	0,13	0	0	5,42	-0,44	1,77	245,2	53,1	-4,3
-25,02	0,05	-7,95	0	0,01	-0,57	1,77	245,2	0,1	-5,6
-25,02	0,01	-11,64	0	-6,18	-0,59	1,77	245,2	-60,6	-5,8

3111



Fx(T)	Fy(T)	Fz(T)	Mx(mT)	My(mT)	Mz(mT)	1/χ	N(kN)	My(mkN)	Mz(mkN)
-4,99	-0,17	10,02	0	-2,83	-0,6	1,77	48,9	-27,7	-5,9
-4,99	-0,19	8,2	0	0	-0,54	1,77	48,9	0,0	-5,3
-4,99	-0,27	0	0	5,76	-0,22	1,77	48,9	56,4	-2,2
-4,99	-0,32	-4,45	0	4,07	0	1,77	48,9	39,9	0,0
-4,99	-0,36	-8,2	0	0	0,22	1,77	48,9	0,0	2,2
-4,99	-0,42	-14,49	0	-12,21	0,64	1,77	48,9	-119,7	6,3
-5,15	0,34	12,94	0	-10,87	0,64	1,77	50,5	-106,5	6,3
-5,15	0,28	6,36	0	0,01	0,29	1,77	50,5	0,1	2,8
-5,15	0,21	0	0	3,46	0,02	1,77	50,5	33,9	0,2
-5,15	0,2	-0,67	0	3,43	0	1,77	50,5	33,6	0,0
-5,15	0,14	-6,36	0	0	-0,17	1,77	50,5	0,0	-1,7
-5,15	0,09	-11,57	0	-7,99	-0,27	1,77	50,5	-78,3	-2,6
-5,28	-0,17	11,75	0	-7,54	-0,27	1,77	51,7	-73,9	-2,6
-5,28	-0,22	7,07	0	0,01	-0,11	1,77	51,7	0,1	-1,1
-5,28	-0,25	4,25	0	2,75	0	1,77	51,7	27,0	0,0
-5,28	-0,29	0	0	4,29	0,2	1,77	51,7	42,0	2,0
-5,28	-0,37	-7,07	0	0	0,6	1,77	51,7	0,0	5,9
-5,28	-0,43	-12,75	0	-9,63	0,99	1,77	51,7	-94,4	9,7
-5,45	0,37	13,36	0	-9,06	0,99	1,77	53,4	-88,8	9,7
-5,45	0,32	8,52	0	0	0,7	1,77	53,4	0,0	6,9
-5,45	0,23	0,12	0	6,21	0,31	1,77	53,4	60,9	3,0
-5,45	0,23	0	0	6,21	0,31	1,77	53,4	60,9	3,0
-5,45	0,14	-8,52	0	0	0,04	1,77	53,4	0,0	0,4
-5,45	0,12	-10,43	0	-3,1	0	1,77	53,4	-30,4	0,0
-5,45	0,11	-11,16	0	-4,45	-0,01	1,77	53,4	-43,6	-0,1
12,12	-0,08	6,23	-0,01	-0,33	-0,57	1,77	-210,2	-3,2	-5,6
12,12	-0,08	5,91	-0,01	0	-0,57	1,77	-210,2	0,0	-5,6
12,12	-0,15	0	-0,01	2,99	-0,45	1,77	-210,2	29,3	-4,4
12,12	-0,15	-0,12	-0,01	2,99	-0,45	1,77	-210,2	29,3	-4,4
12,12	-0,21	-5,91	-0,01	0	-0,27	1,77	-210,2	0,0	-2,6
12,12	-0,28	-12,46	-0,01	-10,29	0	1,77	-210,2	-100,8	0,0
12,12	-0,28	-12,46	-0,01	-10,29	0	1,77	-210,2	-100,8	0,0
33,88	-0,02	12,12	0	-10,29	-0,01	1,77	-587,7	-100,8	-0,1
33,88	-0,04	10,25	0	-6,71	0	1,77	-587,7	-65,8	0,0
33,88	-0,1	5,18	0	0	0,06	1,77	-587,7	0,0	0,6
33,88	-0,15	0	0	2,29	0,17	1,77	-587,7	22,4	1,7
33,88	-0,2	-5,17	0	0	0,32	1,77	-587,7	0,0	3,1
33,88	-0,24	-8,31	0	-3,62	0,44	1,77	-587,7	-35,5	4,3
33,88	0,36	8,63	-0,01	-3,46	0,44	1,77	-587,7	-33,9	4,3
33,88	0,34	5,83	-0,01	0	0,28	1,77	-587,7	0,0	2,7
33,88	0,28	0,6	-0,01	2,88	0	1,77	-587,7	28,2	0,0
33,88	0,27	0,05	-0,01	2,91	-0,03	1,77	-587,7	28,5	-0,3
33,88	0,27	0	-0,01	2,91	-0,03	1,77	-587,7	28,5	-0,3
33,88	0,21	-5,83	-0,01	0	-0,27	1,77	-587,7	0,0	-2,6
33,88	0,15	-11,8	-0,01	-9,01	-0,46	1,77	-587,7	-88,3	-4,5
10,51	-0,01	11,28	0	-8,05	-0,44	1,77	-182,3	-78,9	-4,3
10,51	-0,06	5,76	0	0	-0,41	1,77	-182,3	0,0	-4,0
10,51	-0,12	0	0	2,85	-0,32	1,77	-182,3	27,9	-3,1
10,51	-0,18	-5,76	0	0	-0,16	1,77	-182,3	0,0	-1,6
10,51	-0,23	-10,32	0	-6,27	0	1,77	-182,3	-61,4	0,0

Fx(T)	Fy(T)	Fz(T)	Mx(mT)	My(mT)	Mz(mT)	1/χ	N(kN)	My(mkN)	Mz(mkN)
11,6	0,26	-12,62	0	8,43	0	1,77	-201,2	82,6	0,0
11,6	0,21	-7,79	0	0	-0,19	1,77	-201,2	0,0	-1,9
11,6	0,13	0	0	-5,2	-0,42	1,77	-201,2	-51,0	-4,1
11,6	0,04	7,79	0	0	-0,53	1,77	-201,2	0,0	-5,2
11,6	0	11,89	0	6,9	-0,55	1,77	-201,2	67,6	-5,4
32,62	-0,18	-10,54	0	4,11	-0,56	1,77	-565,8	40,3	-5,5
32,62	-0,21	-7,94	0	0	-0,47	1,77	-565,8	0,0	-4,6
32,62	-0,29	0	0	-5,41	-0,13	1,77	-565,8	-53,0	-1,3
32,62	-0,29	0,23	0	-5,4	-0,12	1,77	-565,8	-52,9	-1,2
32,62	-0,32	2,5	0	-4,87	0	1,77	-565,8	-47,7	0,0
32,62	-0,37	7,94	0	0	0,32	1,77	-565,8	0,0	3,1
32,62	-0,44	13,95	0	11,25	0,74	1,77	-565,8	110,3	7,3
32,77	0,4	-13,16	0	11,21	0,74	1,77	-568,4	109,9	7,3
32,77	0,33	-6,5	0	0	0,32	1,77	-568,4	0,0	3,1
32,77	0,27	-0,35	0	-3,61	0	1,77	-568,4	-35,4	0,0
32,77	0,27	0	0	-3,62	-0,02	1,77	-568,4	-35,5	-0,2
32,77	0,2	6,5	0	0	-0,27	1,77	-568,4	0,0	-2,6
32,77	0,15	11,33	0	7,37	-0,42	1,77	-568,4	72,2	-4,1
32,91	-0,11	-11,98	0	8,05	-0,42	1,77	-570,9	78,9	-4,1
32,91	-0,16	-7,03	0	0	-0,3	1,77	-570,9	0,0	-2,9
32,91	-0,24	0	0	-4,23	-0,06	1,77	-570,9	-41,5	-0,6
32,91	-0,25	1,52	0	-4,04	0	1,77	-570,9	-39,6	0,0
32,91	-0,31	7,03	0	0	0,26	1,77	-570,9	0,0	2,5
32,91	-0,37	12,51	0	9,17	0,58	1,77	-570,9	89,9	5,7
33,08	0,38	-13,06	0	10,06	0,58	1,77	-573,8	98,6	5,7
33,08	0,32	-7,28	0	0	0,24	1,77	-573,8	0,0	2,4
33,08	0,27	-2,52	0	-3,99	0	1,77	-573,8	-39,1	0,0
33,08	0,24	0	0	-4,54	-0,11	1,77	-573,8	-44,5	-1,1
33,08	0,16	7,27	0	-0,01	-0,36	1,77	-573,8	-0,1	-3,5
33,08	0,12	11,43	0	6,66	-0,46	1,77	-573,8	65,3	-4,5
33,86	-0,21	-11,81	0	9,09	-0,47	1,77	-587,3	89,1	-4,6
33,86	-0,27	-5,77	0	0	-0,22	1,77	-587,3	0,0	-2,2
33,86	-0,32	-1,37	0	-2,69	0	1,77	-587,3	-26,4	0,0
33,86	-0,33	0	0	-2,86	0,08	1,77	-587,3	-28,0	0,8
33,86	-0,39	5,77	0	0	0,43	1,77	-587,3	0,0	4,2
33,86	-0,42	8,59	0	3,47	0,63	1,77	-587,3	34,0	6,2
33,87	0,39	-8,61	0,01	3,4	0,63	1,77	-587,5	33,3	6,2
33,87	0,36	-5,87	0,01	0	0,45	1,77	-587,5	0,0	4,4
33,87	0,3	0	0,01	-2,95	0,12	1,77	-587,5	-28,9	1,2
33,87	0,27	2,4	0,01	-2,46	0	1,77	-587,5	-24,1	0,0
33,87	0,24	5,87	0,01	0	-0,15	1,77	-587,5	0,0	-1,5
33,87	0,18	11,79	0,01	8,94	-0,36	1,77	-587,5	87,6	-3,5
10,52	0,02	-11,26	0	8	-0,35	1,77	-182,5	78,4	-3,4
10,52	0	-9,4	0	4,71	-0,35	1,77	-182,5	46,2	-3,4
10,52	-0,04	-5,77	0	0	-0,34	1,77	-182,5	0,0	-3,3
10,52	-0,1	0	0	-2,85	-0,27	1,77	-182,5	-27,9	-2,6
10,52	-0,16	5,77	0	0	-0,14	1,77	-182,5	0,0	-1,4
10,52	-0,21	10,33	0	6,28	0	1,77	-182,5	61,5	0,0
13,41	0,1	-11,75	0	8,78	0	1,77	-232,6	86,0	0,0
13,41	0,1	-11,69	0	8,66	0	1,77	-232,6	84,9	0,0

Fx(T)	Fy(T)	Fz(T)	Mx(mT)	My(mT)	Mz(mT)	1/χ	N(kN)	My(mkN)	Mz(mkN)
13,41	0,04	-5,96	0	0	-0,07	1,77	-232,6	0,0	-0,7
13,41	0	-2,43	0	-2,54	-0,08	1,77	-232,6	-24,9	-0,8
13,41	0	-2,32	0	-2,59	-0,08	1,77	-232,6	-25,4	-0,8
13,41	-0,02	0	0	-3,05	-0,07	1,77	-232,6	-29,9	-0,7
13,41	-0,09	5,97	0	0	-0,02	1,77	-232,6	0,0	-0,2
13,41	-0,1	7,05	0	1,21	0	1,77	-232,6	11,9	0,0
13,41	-0,16	12,77	0	10,91	0,13	1,77	-232,6	106,9	1,3
12,62	0,16	-12,93	0	11,22	0,14	1,77	-218,9	110,0	1,4
12,62	0,09	-6,4	0	0,42	0	1,77	-218,9	4,1	0,0
12,62	0,09	-6	0	0	-0,01	1,77	-218,9	0,0	-0,1
12,62	0,03	-0,18	0	-3,08	-0,07	1,77	-218,9	-30,2	-0,7
12,62	0,03	0	0	-3,08	-0,07	1,77	-218,9	-30,2	-0,7
12,62	0	2,58	0	-2,51	-0,07	1,77	-218,9	-24,6	-0,7
12,62	-0,04	6	0	-0,01	-0,06	1,77	-218,9	-0,1	-0,6
12,62	-0,09	11,55	0	8,34	0	1,77	-218,9	81,7	0,0
12,62	-0,09	11,6	0	8,43	0	1,77	-218,9	82,6	0,0
10,32	0,09	10,51	0	-6,27	0	1,77	-179,0	-61,4	0,0
10,32	0,09	10,47	0	-6,2	0	1,77	-179,0	-60,8	0,0
10,32	0,04	6,1	0	0	-0,05	1,77	-179,0	0,0	-0,5
10,32	0	2,09	0	2,81	-0,06	1,77	-179,0	27,5	-0,6
10,32	-0,02	0	0	3,19	-0,06	1,77	-179,0	31,3	-0,6
10,32	-0,09	-6,1	0	0	0	1,77	-179,0	0,0	0,0
10,32	-0,09	-6,28	0	-0,19	0	1,77	-179,0	-1,9	0,0
10,32	-0,14	-11,09	0	-7,34	0,09	1,77	-179,0	-71,9	0,9
33,42	0,13	12,26	0	-7,31	0,1	1,77	-579,7	-71,6	1,0
33,42	0,08	8,06	0	0,01	0,02	1,77	-579,7	0,1	0,2
33,42	0,07	6,53	0	1,91	0	1,77	-579,7	18,7	0,0
33,42	0	0	0	5,56	-0,04	1,77	-579,7	54,5	-0,4
33,42	0	0	0	5,56	-0,04	1,77	-579,7	54,5	-0,4
33,42	0	-0,01	0	5,56	-0,04	1,77	-579,7	54,5	-0,4
33,42	-0,07	-6,55	0	1,89	0	1,77	-579,7	18,5	0,0
33,42	-0,08	-8,06	0	0,01	0,02	1,77	-579,7	0,1	0,2
33,42	-0,13	-12,25	0	-7,29	0,1	1,77	-579,7	-71,4	1,0
10,33	0,14	11,08	0	-7,33	0,09	1,77	-179,2	-71,8	0,9
10,33	0,09	6,25	0	-0,16	0	1,77	-179,2	-1,6	0,0
10,33	0,09	6,1	0	0	0	1,77	-179,2	0,0	0,0
10,33	0,02	0	0	3,19	-0,06	1,77	-179,2	31,3	-0,6
10,33	0	-2,12	0	2,8	-0,06	1,77	-179,2	27,4	-0,6
10,33	0	-2,31	0	2,73	-0,06	1,77	-179,2	26,8	-0,6
10,33	-0,04	-6,1	0	0	-0,05	1,77	-179,2	0,0	-0,5
10,33	-0,09	-10,5	0	-6,26	0	1,77	-179,2	-61,3	0,0
10,33	-0,09	-10,52	0	-6,28	0	1,77	-179,2	-61,5	0,0
29,49	0,18	1,17	0	-3,35	-0,01	2,69	-777,4	-32,8	-0,1
29,49	0	1,17	0	-0,02	-0,27	2,69	-777,4	-0,2	-2,6
29,49	0	1,17	0	0	-0,27	2,69	-777,4	0,0	-2,6
29,49	0	1,17	0	0,04	-0,27	2,69	-777,4	0,4	-2,6
29,49	-0,18	1,17	0	3,5	0	2,69	-777,4	34,3	0,0
29,49	-0,19	1,17	0	3,6	0,02	2,69	-777,4	35,3	0,2
29,49	-0,19	1,17	0	3,6	0,02	2,69	-777,4	35,3	0,2
30,76	0,18	-1,02	0	3,29	-0,01	2,69	-810,9	32,2	-0,1

Fx(T)	Fy(T)	Fz(T)	Mx(mT)	My(mT)	Mz(mT)	1/ $\chi$	N(kN)	My(mkN)	Mz(mkN)
30,76	0	-1,02	0	0,25	-0,28	2,69	-810,9	2,5	-2,7
30,76	0	-1,02	0	0,24	-0,28	2,69	-810,9	2,4	-2,7
30,76	-0,01	-1,02	0	0	-0,28	2,69	-810,9	0,0	-2,7
30,76	-0,18	-1,02	0	-2,79	-0,01	2,69	-810,9	-27,3	-0,1
30,76	-0,18	-1,02	0	-2,79	-0,01	2,69	-810,9	-27,3	-0,1
27,45	0,26	0,15	0	-1,34	0	4,71	-1267,0	-13,1	0,0
27,45	0,26	0,15	0	-1,34	0	4,71	-1267,0	-13,1	0,0
27,45	0,06	0,15	0	-0,85	-0,51	4,71	-1267,0	-8,3	-5,0
27,45	0	0,15	0	-0,69	-0,54	4,71	-1267,0	-6,8	-5,3
27,45	0	0,15	0	-0,69	-0,54	4,71	-1267,0	-6,8	-5,3
27,45	-0,26	0,15	0	-0,04	0	4,71	-1267,0	-0,4	0,0
27,45	-0,26	0,15	0	-0,04	0,01	4,71	-1267,0	-0,4	0,1
27,45	-0,26	0,15	0	-0,04	0,01	4,71	-1267,0	-0,4	0,1
23,34	0,26	0,13	0	-0,45	0	4,71	-1077,3	-4,4	0,0
23,34	0,26	0,13	0	-0,45	0	4,71	-1077,3	-4,4	0,0
23,34	0,06	0,13	0	-0,02	-0,51	4,71	-1077,3	-0,2	-5,0
23,34	0,05	0,13	0	0	-0,52	4,71	-1077,3	0,0	-5,1
23,34	0	0,13	0	0,12	-0,54	4,71	-1077,3	1,2	-5,3
23,34	0	0,13	0	0,12	-0,54	4,71	-1077,3	1,2	-5,3
23,34	-0,26	0,13	0	0,68	0	4,71	-1077,3	6,7	0,0
23,34	-0,26	0,13	0	0,68	0	4,71	-1077,3	6,7	0,0
26,13	0,26	0,17	0	-0,56	0	4,71	-1206,1	-5,5	0,0
26,13	0,06	0,17	0	-0,01	-0,51	4,71	-1206,1	-0,1	-5,0
26,13	0,06	0,17	0	0	-0,52	4,71	-1206,1	0,0	-5,1
26,13	0	0,17	0	0,16	-0,54	4,71	-1206,1	1,6	-5,3
26,13	0	0,17	0	0,16	-0,54	4,71	-1206,1	1,6	-5,3
26,13	-0,26	0,17	0	0,89	0	4,71	-1206,1	8,7	0,0
26,13	-0,26	0,17	0	0,89	0	4,71	-1206,1	8,7	0,0
23,28	0,19	0,78	0	-4,11	-0,57	4,71	-1074,6	-40,3	-5,6
23,28	0	0,78	0	-1,76	-0,86	4,71	-1074,6	-17,2	-8,4
23,28	0	0,78	0	-1,71	-0,86	4,71	-1074,6	-16,8	-8,4
23,28	-0,13	0,78	0	0	-0,71	4,71	-1074,6	0,0	-7,0
23,28	-0,33	0,78	0	2,42	0	4,71	-1074,6	23,7	0,0
23,28	-0,33	0,78	0	2,43	0	4,71	-1074,6	23,8	0,0
23,28	-0,33	0,78	0	2,43	0	4,71	-1074,6	23,8	0,0
16,95	0,36	0,01	0	-0,16	0,02	8,32	-1382,0	-1,6	0,2
16,95	0,35	0,01	0	-0,16	0	8,32	-1382,0	-1,6	0,0
16,95	0	0,01	0	-0,11	-1,02	8,32	-1382,0	-1,1	-10,0
16,95	0	0,01	0	-0,11	-1,02	8,32	-1382,0	-1,1	-10,0
16,95	-0,35	0,01	0	-0,07	0	8,32	-1382,0	-0,7	0,0
16,95	-0,36	0,01	0	-0,07	0,02	8,32	-1382,0	-0,7	0,2
16,95	-0,36	0,01	0	-0,07	0,02	8,32	-1382,0	-0,7	0,2
32,85	0,16	0,19	0	-0,96	-0,02	1,77	-569,8	-9,4	-0,2
32,85	0	0,19	0	-0,48	-0,22	1,77	-569,8	-4,7	-2,2
32,85	0	0,19	0	-0,48	-0,22	1,77	-569,8	-4,7	-2,2
32,85	-0,04	0,19	0	-0,36	-0,21	1,77	-569,8	-3,5	-2,1
32,85	-0,15	0,19	0	0	-0,03	1,77	-569,8	0,0	-0,3
32,85	-0,16	0,19	0	0,03	0	1,77	-569,8	0,3	0,0
32,85	-0,17	0,19	0	0,04	0	1,77	-569,8	0,4	0,0
32,85	-0,17	0,19	0	0,04	0	1,77	-569,8	0,4	0,0

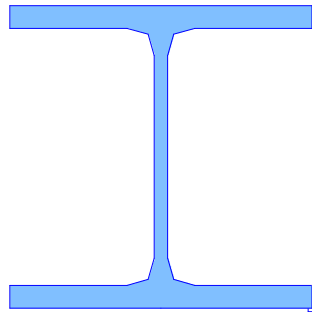
Fx(T)	Fy(T)	Fz(T)	Mx(mT)	My(mT)	Mz(mT)	1/ $\chi$	N(kN)	My(mkN)	Mz(mkN)
32,83	0,16	-0,19	0	0,95	-0,02	1,77	-569,5	9,3	-0,2
32,83	0	-0,19	0	0,48	-0,22	1,77	-569,5	4,7	-2,2
32,83	0	-0,19	0	0,47	-0,22	1,77	-569,5	4,6	-2,2
32,83	-0,04	-0,19	0	0,36	-0,21	1,77	-569,5	3,5	-2,1
32,83	-0,15	-0,19	0	0	-0,03	1,77	-569,5	0,0	-0,3
32,83	-0,16	-0,19	0	-0,03	0	1,77	-569,5	-0,3	0,0
32,83	-0,16	-0,19	0	-0,04	0	1,77	-569,5	-0,4	0,0
32,83	-0,16	-0,19	0	-0,04	0	1,77	-569,5	-0,4	0,0

**3.1.12.4.6.- Factor de Seguridad**

A continuación figura el cálculo del coeficiente de seguridad de las distintas secciones de la estructura ( $R_d / S_d$ ), calculado con el Fagus. Dicho coeficiente de seguridad ya considera los coeficientes de mayoración de cargas de las sollicitaciones ( $S_d$ ), y de minoración de los materiales ( $R_d$ ); por tanto, se considera válido si es superior a la unidad.

Sección transversal Usansolo: Contorno

Escala 1 :5,0



HEB200

Acero de construcción (AE275)

## Viga-Sección: USANSOLO

### Contorno de sección parcial

Nombre	Material	Clase	Tipo	No.	$y_q$ [m]	$z_q$ [m]	No.	$y_q$ [m]	$z_q$ [m]
HEB200	Acero de co	AE275	Polígono	1	-0,10	0	2	0	0
				3	0	0,01	4	-0,08	0,01
				5	-0,09	0,02	6	-0,10	0,03
				7	-0,10	0,17	8	-0,09	0,18
				9	-0,08	0,18	10	0	0,18
				11	0	0,20	12	-0,20	0,20
				13	-0,20	0,18	14	-0,12	0,18
				15	-0,11	0,18	16	-0,10	0,17
				17	-0,10	0,03	18	-0,11	0,02
				19	-0,12	0,01	20	-0,20	0,01
				21	-0,20	0			

**Características mecánicas de la sección:** ( Material de referencia: Acero de construcción,  $E_{ref} = 210$  [kN/mm<sup>2</sup>])

	Area [m <sup>2</sup> ]	Momento de inercia [m <sup>4</sup> ]	Centro Gr., Ángulo [m]
Ax	0,0078	Ix	0,000001
Ay	(=Ax)	Iy	0,000057
Az	(=Ax)	Iz	0,000020
		ys	-0,10
		zs	0,10
		$\beta$	0 [°]

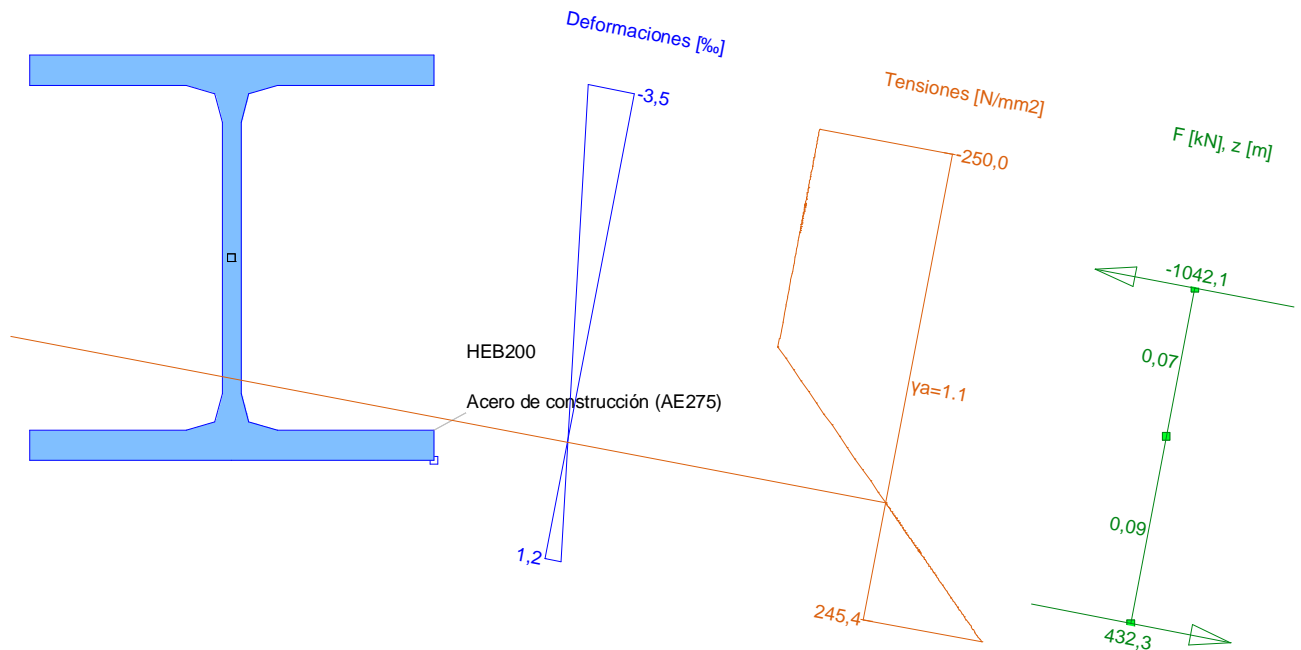
**Masa:** Detalles de la sección parcial

Sección parcial	$A_{xi}+$ [m <sup>2</sup> ]	menos	$A_{xi}-$ [m <sup>2</sup> ]	$A_{xi}$ [m <sup>2</sup> ]	$\gamma_i$ [t/m <sup>3</sup> ]	$M_i$ [kg/m]
HEB200	0,0078			0,0078	8,0	62,5

Nr.:

Sección transversal Usansolo: Carga última Solicitaciones múltiples, Factor de seguridad mínimo: 1,08

Escala 1 :3,7



### Cálc. capacidad última Viga-Sección: USANSOLO

#### Fuerzas de la acción y factor de la capacidad

No.	Parámetros de análisis	N [kN]	M <sub>y</sub> [kNm]	M <sub>z</sub> [kNm]	Factor de capacidad [-]	Observaciones
1	AP2: Estado límite último	245,2	-86,0	0	1,65	
2	AP2: Estado límite último	245,2	0	-2,1	7,26	
3	AP2: Estado límite último	245,2	53,1	-4,3	2,37	
4	AP2: Estado límite último	245,2	0,1	-5,6	6,25	
5	AP2: Estado límite último	245,2	-60,6	-5,8	2,15	
6	AP2: Estado límite último	48,9	-27,7	-5,9	4,47	
7	AP2: Estado límite último	48,9	0	-5,3	13,28	
8	AP2: Estado límite último	48,9	56,4	-2,2	2,68	
9	AP2: Estado límite último	48,9	39,9	0	3,92	
10	AP2: Estado límite último	48,9	0	2,2	24,88	
11	AP2: Estado límite último	48,9	-119,7	6,3	1,25	
12	AP2: Estado límite último	50,5	-106,5	6,3	1,39	
13	AP2: Estado límite último	50,5	0,1	2,8	21,60	
14	AP2: Estado límite último	50,5	33,9	0,2	4,54	
15	AP2: Estado límite último	50,5	33,6	0	4,59	
16	AP2: Estado límite último	50,5	0	-1,7	27,11	
17	AP2: Estado límite último	50,5	-78,3	-2,6	1,95	
18	AP2: Estado límite último	51,7	-73,9	-2,6	2,06	
19	AP2: Estado límite último	51,7	0,1	-1,1	30,13	
20	AP2: Estado límite último	51,7	27,0	0	5,59	
21	AP2: Estado límite último	51,7	42,0	2,0	3,57	
22	AP2: Estado límite último	51,7	0	5,9	11,97	
23	AP2: Estado límite último	51,7	-94,4	9,7	1,50	
24	AP2: Estado límite último	53,4	-88,8	9,7	1,58	
25	AP2: Estado límite último	53,4	0	6,9	10,30	
26	AP2: Estado límite último	53,4	60,9	3,0	2,46	
27	AP2: Estado límite último	53,4	60,9	3,0	2,46	
28	AP2: Estado límite último	53,4	0	0,4	33,75	
29	AP2: Estado límite último	53,4	-30,4	0	5,01	
30	AP2: Estado límite último	53,4	-43,6	-0,1	3,57	
31	AP2: Estado límite último	-210,2	-3,2	-5,6	6,59	
32	AP2: Estado límite último	-210,2	0	-5,6	6,76	
33	AP2: Estado límite último	-210,2	29,3	-4,4	3,60	
34	AP2: Estado límite último	-210,2	29,3	-4,4	3,60	
35	AP2: Estado límite último	-210,2	0	-2,6	8,00	
36	AP2: Estado límite último	-210,2	-100,8	0	1,45	
37	AP2: Estado límite último	-210,2	-100,8	0	1,45	
38	AP2: Estado límite último	-587,7	-100,8	-0,1	1,14	
39	AP2: Estado límite último	-587,7	-65,8	0	1,48	

Nr.:

No.	Parámetros de análisis	N [kN]	M <sub>y</sub> [kNm]	M <sub>z</sub> [kNm]	Factor de capacidad [-]	Observaciones
40	AP2: Estado límite último	-587,7	0	0,6	3,28	
41	AP2: Estado límite último	-587,7	22,4	1,7	2,34	
42	AP2: Estado límite último	-587,7	0	3,1	3,13	
43	AP2: Estado límite último	-587,7	-35,5	4,3	1,99	
44	AP2: Estado límite último	-587,7	-33,9	4,3	2,03	
45	AP2: Estado límite último	-587,7	0	2,7	3,15	
46	AP2: Estado límite último	-587,7	28,2	0	2,17	
47	AP2: Estado límite último	-587,7	28,5	-0,3	2,17	
48	AP2: Estado límite último	-587,7	28,5	-0,3	2,17	
49	AP2: Estado límite último	-587,7	0	-2,6	3,16	
50	AP2: Estado límite último	-587,7	-88,3	-4,5	1,24	
51	AP2: Estado límite último	-182,3	-78,9	-4,3	1,79	
52	AP2: Estado límite último	-182,3	0	-4,0	8,25	
53	AP2: Estado límite último	-182,3	27,9	-3,1	3,92	
54	AP2: Estado límite último	-182,3	0	-1,6	9,65	
55	AP2: Estado límite último	-182,3	-61,4	0	2,23	
56	AP2: Estado límite último	-201,2	82,6	0	1,72	
57	AP2: Estado límite último	-201,2	0	-1,9	8,67	
58	AP2: Estado límite último	-201,2	-51,0	-4,1	2,50	
59	AP2: Estado límite último	-201,2	0	-5,2	7,13	
60	AP2: Estado límite último	-201,2	67,6	-5,4	2,00	
61	AP2: Estado límite último	-565,8	40,3	-5,5	1,92	
62	AP2: Estado límite último	-565,8	0	-4,6	3,14	
63	AP2: Estado límite último	-565,8	-53,0	-1,3	1,69	
64	AP2: Estado límite último	-565,8	-52,9	-1,2	1,69	
65	AP2: Estado límite último	-565,8	-47,7	0	1,78	
66	AP2: Estado límite último	-565,8	0	3,1	3,24	
67	AP2: Estado límite último	-565,8	110,3	7,3	1,08	
68	AP2: Estado límite último	-568,4	109,9	7,3	1,08	
69	AP2: Estado límite último	-568,4	0	3,1	3,22	
70	AP2: Estado límite último	-568,4	-35,4	0	2,04	
71	AP2: Estado límite último	-568,4	-35,5	-0,2	2,03	
72	AP2: Estado límite último	-568,4	0	-2,6	3,26	
73	AP2: Estado límite último	-568,4	72,2	-4,1	1,42	
74	AP2: Estado límite último	-570,9	78,9	-4,1	1,34	
75	AP2: Estado límite último	-570,9	0	-2,9	3,22	
76	AP2: Estado límite último	-570,9	-41,5	-0,6	1,89	
77	AP2: Estado límite último	-570,9	-39,6	0	1,94	
78	AP2: Estado límite último	-570,9	0	2,5	3,25	
79	AP2: Estado límite último	-570,9	89,9	5,7	1,23	
80	AP2: Estado límite último	-573,8	98,6	5,7	1,16	
81	AP2: Estado límite último	-573,8	0	2,4	3,24	
82	AP2: Estado límite último	-573,8	-39,1	0	1,94	
83	AP2: Estado límite último	-573,8	-44,5	-1,1	1,83	
84	AP2: Estado límite último	-573,8	-0,1	-3,5	3,17	
85	AP2: Estado límite último	-573,8	65,3	-4,5	1,50	
86	AP2: Estado límite último	-587,3	89,1	-4,6	1,23	
87	AP2: Estado límite último	-587,3	0	-2,2	3,18	
88	AP2: Estado límite último	-587,3	-26,4	0	2,23	
89	AP2: Estado límite último	-587,3	-28,0	0,8	2,18	
90	AP2: Estado límite último	-587,3	0	4,2	3,06	
91	AP2: Estado límite último	-587,3	34,0	6,2	2,02	
92	AP2: Estado límite último	-587,5	33,3	6,2	2,04	
93	AP2: Estado límite último	-587,5	0	4,4	3,04	
94	AP2: Estado límite último	-587,5	-28,9	1,2	2,16	
95	AP2: Estado límite último	-587,5	-24,1	0	2,29	
96	AP2: Estado límite último	-587,5	0	-1,5	3,23	
97	AP2: Estado límite último	-587,5	87,6	-3,5	1,24	
98	AP2: Estado límite último	-182,5	78,4	-3,4	1,81	
99	AP2: Estado límite último	-182,5	46,2	-3,4	2,76	
100	AP2: Estado límite último	-182,5	0	-3,3	8,63	
101	AP2: Estado límite último	-182,5	-27,9	-2,6	3,93	
102	AP2: Estado límite último	-182,5	0	-1,4	9,77	
103	AP2: Estado límite último	-182,5	61,5	0	2,23	
104	AP2: Estado límite último	-232,6	86,0	0	1,62	
105	AP2: Estado límite último	-232,6	84,9	0	1,64	
106	AP2: Estado límite último	-232,6	0	-0,7	8,11	
107	AP2: Estado límite último	-232,6	-24,9	-0,8	3,83	
108	AP2: Estado límite último	-232,6	-25,4	-0,8	3,78	
109	AP2: Estado límite último	-232,6	-29,9	-0,7	3,45	
110	AP2: Estado límite último	-232,6	0	-0,2	8,31	
111	AP2: Estado límite último	-232,6	11,9	0	5,37	
112	AP2: Estado límite último	-232,6	106,9	1,3	1,35	
113	AP2: Estado límite último	-218,9	110,0	1,4	1,33	
114	AP2: Estado límite último	-218,9	4,1	0	7,41	
115	AP2: Estado límite último	-218,9	0	-0,1	8,87	
116	AP2: Estado límite último	-218,9	-30,2	-0,7	3,51	
117	AP2: Estado límite último	-218,9	-30,2	-0,7	3,51	

Nr.:



No.	Parámetros de análisis	N [kN]	M <sub>y</sub> [kNm]	M <sub>z</sub> [kNm]	Factor de capacidad [-]	Observaciones
118	AP2: Estado límite último	-218,9	-24,6	-0,7	3,96	
119	AP2: Estado límite último	-218,9	-0,1	-0,6	8,65	
120	AP2: Estado límite último	-218,9	81,7	0	1,71	
121	AP2: Estado límite último	-218,9	82,6	0	1,70	
122	AP2: Estado límite último	-179,0	-61,4	0	2,24	
123	AP2: Estado límite último	-179,0	-60,8	0	2,26	
124	AP2: Estado límite último	-179,0	0	-0,5	10,57	
125	AP2: Estado límite último	-179,0	27,5	-0,6	4,01	
126	AP2: Estado límite último	-179,0	31,3	-0,6	3,68	
127	AP2: Estado límite último	-179,0	0	0	10,90	
128	AP2: Estado límite último	-179,0	-1,9	0	9,78	
129	AP2: Estado límite último	-179,0	-71,9	0,9	1,97	
130	AP2: Estado límite último	-579,7	-71,6	1,0	1,42	
131	AP2: Estado límite último	-579,7	0,1	0,2	3,35	
132	AP2: Estado límite último	-579,7	18,7	0	2,49	
133	AP2: Estado límite último	-579,7	54,5	-0,4	1,65	
134	AP2: Estado límite último	-579,7	54,5	-0,4	1,65	
135	AP2: Estado límite último	-579,7	54,5	-0,4	1,65	
136	AP2: Estado límite último	-579,7	18,5	0	2,50	
137	AP2: Estado límite último	-579,7	0,1	0,2	3,35	
138	AP2: Estado límite último	-579,7	-71,4	1,0	1,42	
139	AP2: Estado límite último	-179,2	-71,8	0,9	1,97	
140	AP2: Estado límite último	-179,2	-1,6	0	9,94	
141	AP2: Estado límite último	-179,2	0	0	10,89	
142	AP2: Estado límite último	-179,2	31,3	-0,6	3,68	
143	AP2: Estado límite último	-179,2	27,4	-0,6	4,02	
144	AP2: Estado límite último	-179,2	26,8	-0,6	4,07	
145	AP2: Estado límite último	-179,2	0	-0,5	10,55	
146	AP2: Estado límite último	-179,2	-61,3	0	2,24	
147	AP2: Estado límite último	-179,2	-61,5	0	2,24	
148	AP2: Estado límite último	-777,4	-32,8	-0,1	1,72	
149	AP2: Estado límite último	-777,4	-0,2	-2,6	2,42	
150	AP2: Estado límite último	-777,4	0	-2,6	2,42	
151	AP2: Estado límite último	-777,4	0,4	-2,6	2,42	
152	AP2: Estado límite último	-777,4	34,3	0	1,69	
153	AP2: Estado límite último	-777,4	35,3	0,2	1,68	
154	AP2: Estado límite último	-777,4	35,3	0,2	1,68	
155	AP2: Estado límite último	-810,9	32,2	-0,1	1,68	
156	AP2: Estado límite último	-810,9	2,5	-2,7	2,31	
157	AP2: Estado límite último	-810,9	2,4	-2,7	2,31	
158	AP2: Estado límite último	-810,9	0	-2,7	2,32	
159	AP2: Estado límite último	-810,9	-27,3	-0,1	1,76	
160	AP2: Estado límite último	-810,9	-27,3	-0,1	1,76	
161	AP2: Estado límite último	-1267,0	-13,1	0	1,39	
162	AP2: Estado límite último	-1267,0	-13,1	0	1,39	
163	AP2: Estado límite último	-1267,0	-8,3	-5,0	1,44	
164	AP2: Estado límite último	-1267,0	-6,8	-5,3	1,46	
165	AP2: Estado límite último	-1267,0	-6,8	-5,3	1,46	
166	AP2: Estado límite último	-1267,0	-0,4	0	1,54	
167	AP2: Estado límite último	-1267,0	-0,4	0,1	1,54	
168	AP2: Estado límite último	-1267,0	-0,4	0,1	1,54	
169	AP2: Estado límite último	-1077,3	-4,4	0	1,74	
170	AP2: Estado límite último	-1077,3	-4,4	0	1,74	
171	AP2: Estado límite último	-1077,3	-0,2	-5,0	1,72	
172	AP2: Estado límite último	-1077,3	0	-5,1	1,72	
173	AP2: Estado límite último	-1077,3	1,2	-5,3	1,71	
174	AP2: Estado límite último	-1077,3	1,2	-5,3	1,71	
175	AP2: Estado límite último	-1077,3	6,7	0	1,70	
176	AP2: Estado límite último	-1077,3	6,7	0	1,70	
177	AP2: Estado límite último	-1206,1	-5,5	0	1,54	
178	AP2: Estado límite último	-1206,1	-0,1	-5,0	1,54	
179	AP2: Estado límite último	-1206,1	0	-5,1	1,54	
180	AP2: Estado límite último	-1206,1	1,6	-5,3	1,54	
181	AP2: Estado límite último	-1206,1	1,6	-5,3	1,54	
182	AP2: Estado límite último	-1206,1	8,7	0	1,50	
183	AP2: Estado límite último	-1206,1	8,7	0	1,50	
184	AP2: Estado límite último	-1074,6	-40,3	-5,6	1,29	
185	AP2: Estado límite último	-1074,6	-17,2	-8,4	1,55	
186	AP2: Estado límite último	-1074,6	-16,8	-8,4	1,56	
187	AP2: Estado límite último	-1074,6	0	-7,0	1,68	
188	AP2: Estado límite último	-1074,6	23,7	0	1,47	
189	AP2: Estado límite último	-1074,6	23,8	0	1,46	
190	AP2: Estado límite último	-1074,6	23,8	0	1,46	
191	AP2: Estado límite último	-1382,0	-1,6	0,2	1,40	
192	AP2: Estado límite último	-1382,0	-1,6	0	1,40	
193	AP2: Estado límite último	-1382,0	-1,1	-10,0	1,30	
194	AP2: Estado límite último	-1382,0	-1,1	-10,0	1,30	
195	AP2: Estado límite último	-1382,0	-0,7	0	1,41	

Nr.:

No.	Parámetros de análisis	N [kN]	M <sub>y</sub> [kNm]	M <sub>z</sub> [kNm]	Factor de capacidad [-]	Observaciones
196	AP2: Estado límite último	-1382,0	-0,7	0,2	1,41	
197	AP2: Estado límite último	-1382,0	-0,7	0,2	1,41	
198	AP2: Estado límite último	-569,8	-9,4	-0,2	2,91	
199	AP2: Estado límite último	-569,8	-4,7	-2,2	3,15	
200	AP2: Estado límite último	-569,8	-4,7	-2,2	3,15	
201	AP2: Estado límite último	-569,8	-3,5	-2,1	3,21	
202	AP2: Estado límite último	-569,8	0	-0,3	3,41	
203	AP2: Estado límite último	-569,8	0,3	0	3,41	
204	AP2: Estado límite último	-569,8	0,4	0	3,40	
205	AP2: Estado límite último	-569,8	0,4	0	3,40	
206	AP2: Estado límite último	-569,5	9,3	-0,2	2,91	
207	AP2: Estado límite último	-569,5	4,7	-2,2	3,15	
208	AP2: Estado límite último	-569,5	4,6	-2,2	3,15	
209	AP2: Estado límite último	-569,5	3,5	-2,1	3,22	
210	AP2: Estado límite último	-569,5	0	-0,3	3,41	
211	AP2: Estado límite último	-569,5	-0,3	0	3,41	
212	AP2: Estado límite último	-569,5	-0,4	0	3,40	
213	AP2: Estado límite último	-569,5	-0,4	0	3,40	

**Parámetros de análisis "AP2: Estado límite último", Código: Spanish Code EH-91**

ID	σ-ε-Diagrama				Límites de deformación			Tens.adm.	Factores de la resistencia				Otros valores			
	c	s	p	a	ε <sub>cu,c</sub> [‰]	ε <sub>cu,b</sub> [‰]	ε <sub>su</sub> [‰]	σ <sub>s,adm</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	γ <sub>c</sub> [-]	γ <sub>s</sub> [-]	γ <sub>p</sub> [-]	γ <sub>a</sub> [-]	α [-]	φ [-]	P(t) [-]	κ
AP2	2/0	1	1	1	-2,0	-3,5	10,0		1,50	1,15	1,15	1,10	45,00	0	t=0	-

α : Inclinación de las bielas de compresión  
φ : Coef. de fluencia  
P(t) : Análisis STATIK-5; Prealargamiento en el tiempo (t=0) oú (t=∞) 'con pérdidas'  
κ : + = Análisis con coeficiente adherencia: κ<sub>s</sub>=0,7 κ<sub>t</sub>=0,9

**Deformaciones y tensiones extremas (Resultados cálculo No 67)**

Nombre	Clase	y <sub>q</sub> [m]	z <sub>q</sub> [m]	ε [‰]	σ <sub>d</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	γ [-]
HEB200	AE275	0	0,20	-3,5	-250,0	1.10
HEB200	AE275	-0,20	0	1,2	245,4	1.10

Trabajo: **P.C. Línea 5 del FMB. Tramo: Estación Hospital**Código trabajo: **p01700**Cálculo: **3.2.- Pantalla Rampa Ataque Cañón Usansolo**

	<b>página</b>
<b>3.2.1.- Sección Tipo 1 Pantalla Anclada .....</b>	<b>3201</b>
3.2.1.1.- Norma y materiales .....	3201
3.2.1.2.- Acciones .....	3201
3.2.1.3.- Datos Generales .....	3201
3.2.1.4.- Descripción del terreno .....	3201
3.2.1.5.- Sección Vertical del Terreno .....	3202
3.2.1.6.- Geometría .....	3202
3.2.1.7.- Comprobación de la Geometría .....	3202
3.2.1.8.- Esquema de las fases .....	3203
3.2.1.9.- Cargas .....	3205
3.2.1.10.- Elementos de apoyo .....	3205
3.2.1.11.- Resultados de las fases .....	3205
3.2.1.12.- Resultados para los elementos de apoyo .....	3207
3.2.1.13.- Comprobaciones de estabilidad .....	3207
3.2.1.14.- Viga de reparto de anclajes .....	3209
3.2.1.15.- Viga de atado de coronación .....	3212
<b>3.2.2.- Sección Tipo 2 Pantalla en Voladizo .....</b>	<b>3213</b>
3.2.2.1.- Norma y materiales .....	3213
3.2.2.2.- Acciones .....	3213
3.2.2.3.- Datos Generales .....	3213
3.2.2.4.- Descripción del terreno .....	3213
3.2.2.5.- Sección Vertical del Terreno .....	3214
3.2.2.6.- Geometría .....	3214
3.2.2.7.- Comprobación de la Geometría .....	3214
3.2.2.8.- Esquema de las fases .....	3215
3.2.2.9.- Cargas .....	3216
3.2.2.10.- Resultados de las fases .....	3216
3.2.2.11.- Comprobaciones de estabilidad .....	3217

**3200**

### 3.2.1.- SECCIÓN TIPO 1-PANTALLA ANCLADA

#### 3.2.1.1.- NORMA Y MATERIALES

Norma de hormigón: EHE-08 (España)

Hormigón: HA-25,  $Y_c=1.5$

Clase de exposición: Clase IIa

#### 3.2.1.2.- ACCIONES

Mayoración esfuerzos en construcción: 1.50

Mayoración esfuerzos en servicio: 1.50

Sin análisis sísmico

Sin considerar acciones térmicas en puntales

#### 3.2.1.3.- DATOS GENERALES

Cota de la rasante: 54.00 m

Altura del muro sobre la rasante: 0.00 m

Tipología: Cortina de micropilotes

#### 3.2.1.4.- DESCRIPCIÓN DEL TERRENO

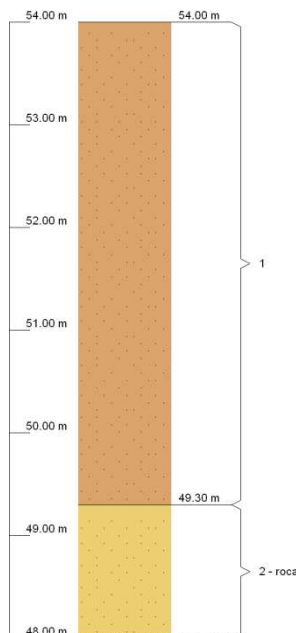
Porcentaje del rozamiento interno entre el terreno y el trasdós del muro pantalla: 0.0 %

Porcentaje del rozamiento interno entre el terreno y el intradós del muro pantalla: 0.0 %

### ESTRATOS

Referencias	Cota superior	Descripción	Coefficientes de empuje
1	54.00 m	Densidad aparente: 1.9 kg/dm <sup>3</sup> Densidad sumergida: 1.0 kg/dm <sup>3</sup> Ángulo rozamiento interno: 30 grados Cohesión: 0.00 t/m <sup>2</sup> Módulo de balasto empuje activo: 1000.0 t/m <sup>3</sup> Módulo de balasto empuje pasivo: 1000.0 t/m <sup>3</sup> Gradiente módulo de balasto: 0.0 t/m <sup>4</sup>	Activo trasdós: 0.33 Reposo trasdós: 0.50 Pasivo trasdós: 3.00 Activo intradós: 0.33 Reposo intradós: 0.50 Pasivo intradós: 3.00
2 - roca	49.30 m	Densidad aparente: 2.0 kg/dm <sup>3</sup> Densidad sumergida: 1.0 kg/dm <sup>3</sup> Ángulo rozamiento interno: 45 grados Cohesión: 50.00 t/m <sup>2</sup> Módulo de balasto empuje activo: 100000.0 t/m <sup>3</sup> Módulo de balasto empuje pasivo: 100000.0 t/m <sup>3</sup> Gradiente módulo de balasto: 0.0 t/m <sup>4</sup>	Activo trasdós: 0.17 Reposo trasdós: 0.29 Pasivo trasdós: 5.83 Activo intradós: 0.17 Reposo intradós: 0.29 Pasivo intradós: 5.83

#### 3.2.1.5.- SECCIÓN VERTICAL DEL TERRENO



#### 3.2.1.6.- GEOMETRÍA

Cota de la rasante: 0.00 m

Altura del muro sobre la rasante: 0.00 m

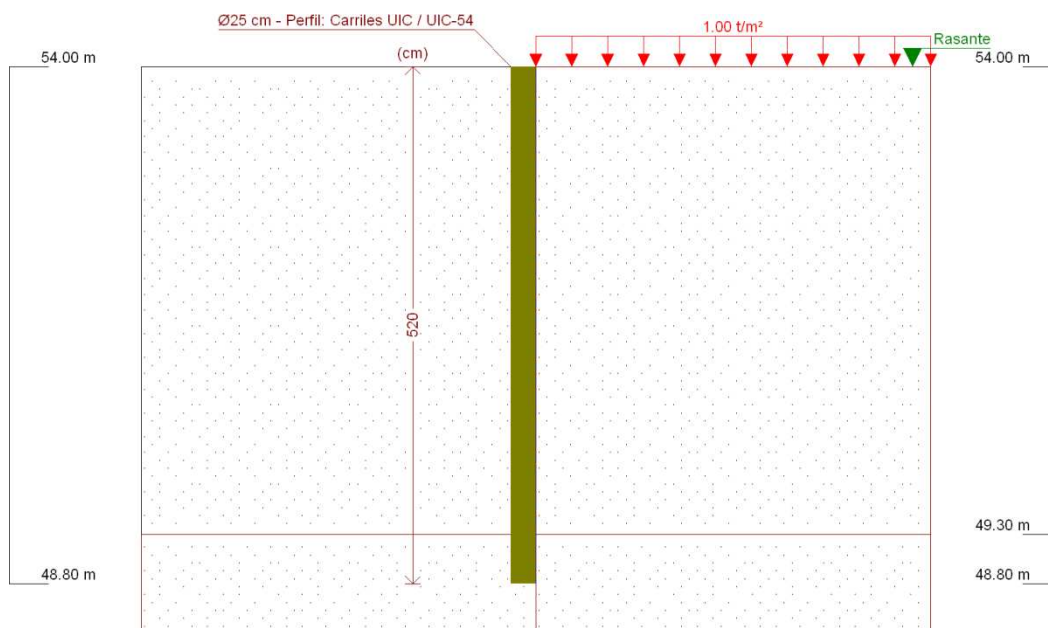
Tipología: Cortina de micropilotes

Altura total: 5.20 m  
Diámetro: 25.00 cm  
Separación: 40.00 cm  
Serie de micropilotes: Carriles UIC  
Perfil: UIC-54

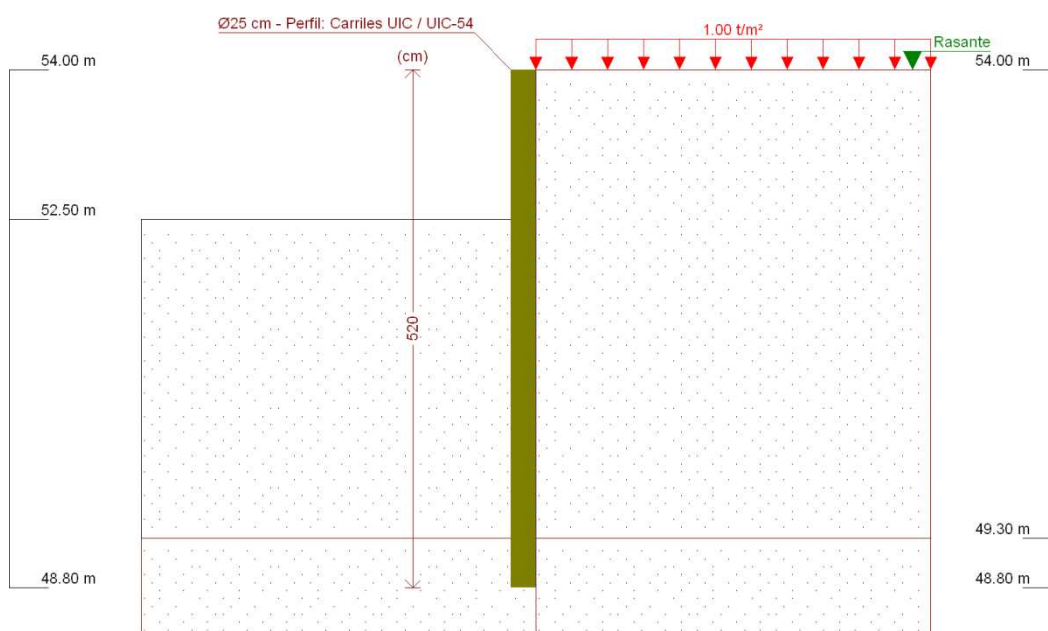
#### 3.2.1.7.- COMPROBACIÓN DE LA GEOMETRÍA

Referencia: Pantalla anclada rampa de ataque (Cañón de Acceso Usánsolo)		
Comprobación	Valores	Estado
Esbeltez máxima:	Máximo: 200 Calculado: 54	Cumple
Tensión máxima:		
- Acero:	Máximo: 4.2 t/cm <sup>2</sup> Calculado: 0.649 t/cm <sup>2</sup>	Cumple
- Hormigón:	Máximo: 0.122 t/cm <sup>2</sup> Calculado: 0.039 t/cm <sup>2</sup>	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Esfuerzos para el cálculo de la tensión en el acero: Axil: 2.91 t; Momento: -2.01 t·m; Cortante: -0.27 t		
- Esfuerzos para el cálculo de la tensión en el hormigón: Axil: 2.91 t; Momento: -2.01 t·m; Cortante: -0.27 t		
- Esfuerzos mayorados por micropilote (Diámetro: 25.00 cm)		

#### 3.2.1.8.- ESQUEMA DE LAS FASES



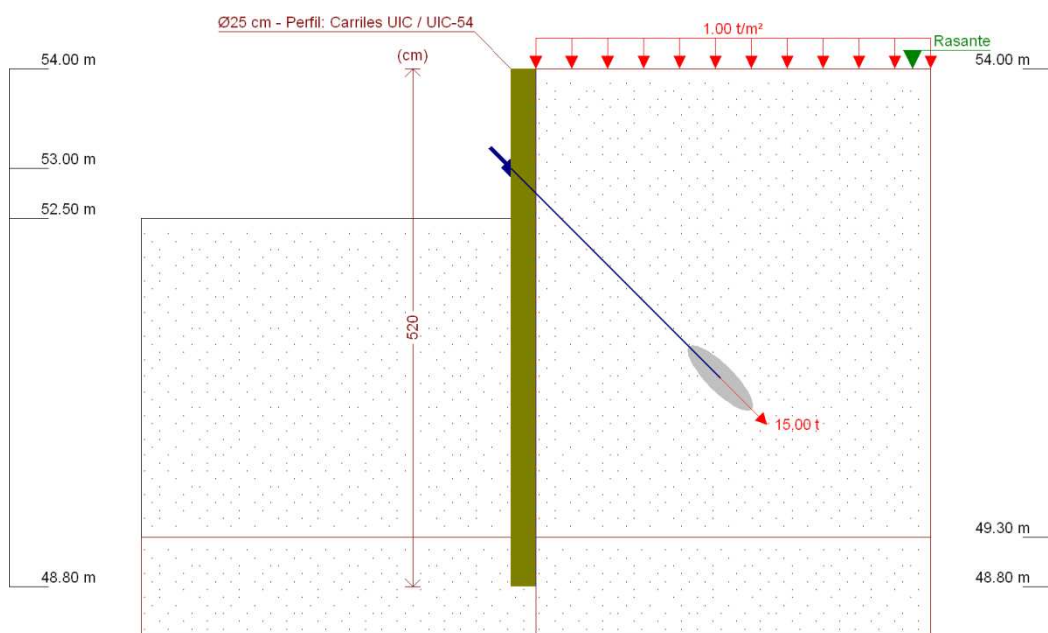
Referencias	Nombre	Descripción
Fase 1	Estado Inicial	Tipo de fase: Constructiva Cota de excavación: 54.00 m



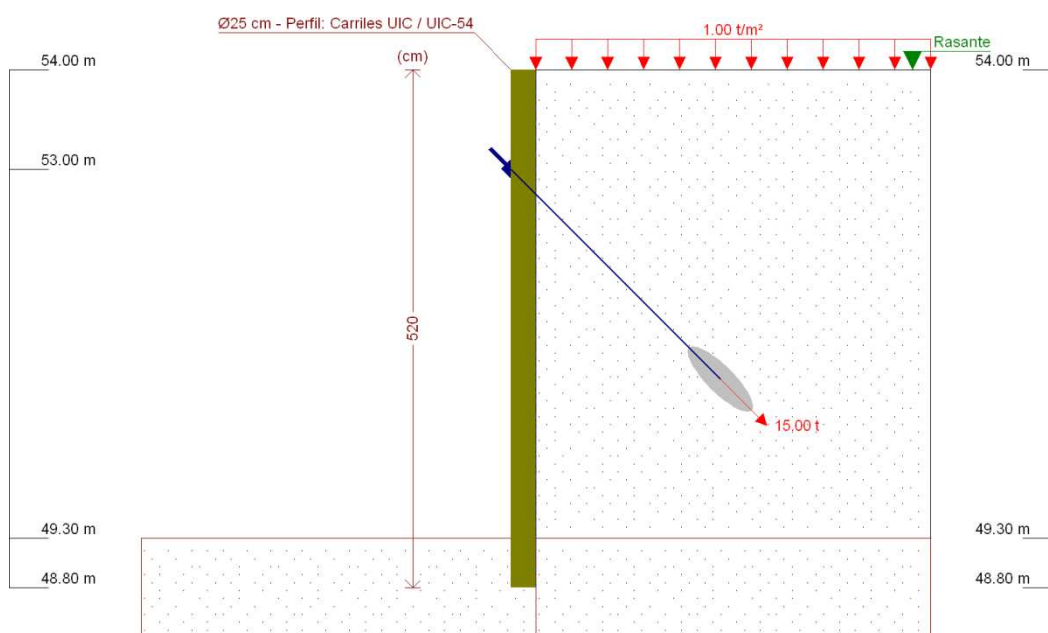
Referencias	Nombre	Descripción
Fase 2	Excavación hasta nivel de anclaje	Tipo de fase: Constructiva Cota de excavación: 52.50 m

### 3.2. Pantalla Rampa de Ataque Cañón Usansolo

P.C. Línea 5 del FMB. Tramo: Galdakao - Hospital



Referencias	Nombre	Descripción
Fase 3	Colocación nivel de anclaje	Tipo de fase: Constructiva Cota de excavación: 52.50 m



Referencias	Nombre	Descripción
Fase 4	Excavación final hasta rampa	Tipo de fase: Constructiva Cota de excavación: 49.30 m

#### 3.2.1.9.- CARGAS

##### CARGAS EN EL TRASDÓS

Tipo	Cota	Datos	Fase inicial	Fase final
Uniforme	En superficie	Valor: 1 t/m <sup>2</sup>	Estado Inicial	Excavación final hasta rampa

#### 3.2.1.10.- ELEMENTOS DE APOYO

##### ANCLAJES ACTIVOS

Descripción	Fase inicial	Fase final
Cota: 53.00 m Rigidez axil: 1040 t/m Carga: 15.00 t Ángulo: 45 grados Separación: 4.00 m	Colocación nivel de anclaje	Excavación final hasta rampa

#### 3.2.1.11.- RESULTADOS DE LAS FASES

Esfuerzos sin mayorar.

##### FASE 1: ESTADO INICIAL

###### BÁSICA

Cota (m)	Desplazamientos (mm)	Ley de axiles (t/m)	Ley de cortantes (t/m)	Ley de momento flector (t·m/m)	Ley de empujes (t/m <sup>2</sup> )	Presión hidrostática (t/m <sup>2</sup> )
54.00	-0.31	-0.00	0.04	-0.00	0.33	0.00
53.48	-0.30	0.21	0.03	0.02	-0.10	0.00
52.96	-0.28	0.42	-0.02	0.02	-0.07	0.00
52.44	-0.27	0.62	-0.05	-0.01	-0.04	0.00
51.92	-0.26	0.83	-0.07	-0.04	-0.02	0.00
51.40	-0.24	1.04	-0.07	-0.08	0.02	0.00
50.88	-0.21	1.25	-0.06	-0.11	0.07	0.00
50.36	-0.17	1.46	-0.01	-0.12	0.15	0.00
49.84	-0.12	1.66	0.09	-0.09	0.27	0.00
49.32	-0.05	1.87	0.24	0.01	0.40	0.00
48.80	0.01	2.08	-0.39	0.00	2.98	0.00
Máximos	0.01	2.08	0.34	0.10	2.98	0.00
	Cota: 48.80 m	Cota: 48.80 m	Cota: 49.06 m	Cota: 49.06 m	Cota: 48.80 m	Cota: 54.00 m
Mínimos	-0.31	-0.00	-0.39	-0.12	-2.82	0.00
	Cota: 54.00 m	Cota: 54.00 m	Cota: 48.80 m	Cota: 50.36 m	Cota: 49.06 m	Cota: 54.00 m

##### FASE 2: EXCAVACIÓN HASTA NIVEL DE ANCLAJE

###### BÁSICA

Cota (m)	Desplazamientos (mm)	Ley de axiles (t/m)	Ley de cortantes (t/m)	Ley de momento flector (t·m/m)	Ley de empujes (t/m <sup>2</sup> )	Presión hidrostática (t/m <sup>2</sup> )
54.00	-8.94	-0.00	0.04	0.00	0.33	0.00
53.48	-7.57	0.21	0.17	0.06	0.66	0.00
52.96	-6.20	0.42	0.56	0.29	0.99	0.00
52.44	-4.87	0.62	1.12	0.80	0.98	0.00
51.92	-3.63	0.83	1.29	1.49	-1.66	0.00



### 3.2. Pantalla Rampa de Ataque Cañón Usansolo

P.C. Línea 5 del FMB. Tramo: Galdakao - Hospital

Cota (m)	Desplazamientos (mm)	Ley de axiles (t/m)	Ley de cortantes (t/m)	Ley de momento flector (t·m/m)	Ley de empujes (t/m <sup>2</sup> )	Presión hidrostática (t/m <sup>2</sup> )
51.40	-2.57	1.04	0.32	1.79	-1.64	0.00
50.88	-1.74	1.25	-0.44	1.65	-0.97	0.00
50.36	-1.10	1.46	-0.87	1.24	-0.28	0.00
49.84	-0.62	1.66	-0.88	0.77	0.69	0.00
49.32	-0.22	1.87	-0.42	0.48	1.48	0.00
48.80	0.11	2.08	-1.80	0.00	13.84	0.00
Máximos	0.11 Cota: 48.80 m	2.08 Cota: 48.80 m	1.37 Cota: 52.18 m	1.79 Cota: 51.40 m	13.84 Cota: 48.80 m	0.00 Cota: 54.00 m
Mínimos	-8.94 Cota: 54.00 m	-0.00 Cota: 54.00 m	-1.80 Cota: 48.80 m	0.00 Cota: 48.80 m	-6.79 Cota: 49.06 m	0.00 Cota: 54.00 m

### FASE 3: COLOCACIÓN NIVEL DE ANCLAJE

#### BÁSICA

Cota (m)	Desplazamientos (mm)	Ley de axiles (t/m)	Ley de cortantes (t/m)	Ley de momento flector (t·m/m)	Ley de empujes (t/m <sup>2</sup> )	Presión hidrostática (t/m <sup>2</sup> )
54.00	-7.59	-0.00	0.22	-0.00	1.68	0.00
53.48	-6.39	0.21	0.67	0.23	1.83	0.00
53.00	-5.31	0.40	1.65	0.89	1.96	0.00
52.70	-4.68	3.17	-0.49	0.72	2.00	0.00
52.18	-3.65	3.38	0.55	0.87	0.83	0.00
51.66	-2.72	3.59	0.57	1.22	-1.35	0.00
51.14	-1.95	3.79	-0.07	1.26	-0.91	0.00
50.62	-1.32	4.00	-0.50	1.05	-0.56	0.00
50.10	-0.83	4.21	-0.70	0.70	0.27	0.00
49.58	-0.42	4.42	-0.44	0.42	1.09	0.00
49.06	-0.05	4.63	0.22	0.44	-7.34	0.00
Máximos	0.10 Cota: 48.80 m	4.73 Cota: 48.80 m	1.65 Cota: 53.00 m	1.28 Cota: 51.40 m	12.98 Cota: 48.80 m	0.00 Cota: 54.00 m
Mínimos	-7.59 Cota: 54.00 m	-0.00 Cota: 54.00 m	-1.69 Cota: 48.80 m	-0.00 Cota: 54.00 m	-7.34 Cota: 49.06 m	0.00 Cota: 54.00 m

### FASE 4: EXCAVACIÓN FINAL HASTA RAMPA

#### BÁSICA

Cota (m)	Desplazamientos (mm)	Ley de axiles (t/m)	Ley de cortantes (t/m)	Ley de momento flector (t·m/m)	Ley de empujes (t/m <sup>2</sup> )	Presión hidrostática (t/m <sup>2</sup> )
54.00	-15.11	-0.00	0.04	-0.00	0.33	0.00
53.48	-14.24	0.21	0.17	0.06	0.66	0.00
53.00	-13.44	1.46	0.56	0.27	0.97	0.00
52.70	-12.96	4.23	-2.89	-0.61	1.16	0.00
52.18	-12.06	4.44	-2.25	-1.87	1.49	0.00
51.66	-10.92	4.64	-1.43	-2.72	1.82	0.00
51.14	-9.46	4.85	-0.44	-3.09	2.14	0.00
50.62	-7.62	5.06	0.71	-2.87	2.47	0.00
50.10	-5.43	5.27	2.04	-1.99	2.80	0.00
49.58	-3.00	5.48	3.54	-0.34	3.13	0.00
49.06	-0.52	5.68	5.22	2.15	-51.82	0.00
Máximos	0.60 Cota: 48.80 m	5.79 Cota: 48.80 m	5.22 Cota: 49.06 m	2.15 Cota: 49.06 m	63.51 Cota: 48.80 m	0.00 Cota: 54.00 m

## 3.2. Pantalla Rampa de Ataque Cañón Usansolo

P.C. Línea 5 del FMB. Tramo: Galdakao - Hospital

Cota (m)	Desplazamientos (mm)	Ley de axiles (t/m)	Ley de cortantes (t/m)	Ley de momento flector (t·m/m)	Ley de empujes (t/m²)	Presión hidrostática (t/m²)
Mínimos	-15.11 Cota: 54.00 m	-0.00 Cota: 54.00 m	-8.26 Cota: 48.80 m	-3.09 Cota: 51.14 m	-51.82 Cota: 49.06 m	0.00 Cota: 54.00 m

### 3.2.1.12.- RESULTADOS PARA LOS ELEMENTOS DE APOYO

Esfuerzos sin mayorar.

#### Anclajes activos

Cota: 53.00 m	
Fase	Resultado
Colocación nivel de anclaje	Carga puntual (En la dirección del anclaje): 15.00 t Carga lineal (En la dirección del anclaje): 3.75 t/m Carga puntual (En proyección horizontal): 10.61 t Carga lineal (En proyección horizontal): 2.65 t/m
Excavación final hasta rampa	Carga puntual (En la dirección del anclaje): 20.98 t Carga lineal (En la dirección del anclaje): 5.24 t/m Carga puntual (En proyección horizontal): 14.83 t Carga lineal (En proyección horizontal): 3.71 t/m

#### Pantalla Micropilotes. Dimensionamiento de Anclajes

(Según la Guía para el Diseño y la Ejecución de Anclajes al terreno en Obras de Carreteras del MF)

Características de los Anclajes	Comprobación de Anclajes	Longitud del Bulbo
Duración de los anclajes Provisional	$P_{adm} \leq \begin{cases} \frac{A_T \times f_{yk}}{\gamma_{fyk}} \\ \frac{A_T \times f_{pk}}{\gamma_{fpk}} \end{cases}$ $P_{Nd} = P_N \times F_1$ $P_{Nd} \leq P_{adm}$	$a_{adm} = \frac{a_{lim}}{F_3}$ $L_{bulbo} \geq \frac{P_{Nd}}{\pi \times \phi_N \times a_{adm}}$
eficiente mayoración de acciones $F_1$		
Tipo de cable 0,6"		
Sección nominal $S_N$ (mm²) 140,00		
Diámetro nominal $D_N$ (mm) 15,20		
Carga de rotura (Mp) 26,60		
Límite elástico del acero $f_{yk}$ (Kp/cm²) 17.000		
Coefficiente de seguridad para $f_{yk}$ 1,10		
límite de rotura del acero $f_{pk}$ (Kp/cm²) 19.000		
Coefficiente de seguridad para $f_{pk}$ 1,25		
ódulo Elasticidad del acero (Kp/cm²) 1.950.000		
herencia Lím bulbo-terreno (Kp/cm²) 4,35		
ef seguridad arrancamiento bulbo $F_3$ 1,45		

Legenda:  $P_{adm}$ : Carga admisible del anclaje.

$P_N$ : Carga nominal.

$P_{Nd}$ : Carga nominal mayorada.

Anclajes Entibación Ventilación de Emergencia															
Nivel	Cota (m)	Nº Cables	Área A <sub>T</sub> (cm <sup>2</sup> )	P <sub>adm</sub> (Mp)	Separación Anclajes (m)	Inclinación α (°)	φ <sub>N</sub> bulbo (mm)	Longitud (m)			Rigidez (Mp/m)	P <sub>tesado</sub> (Mp)	P <sub>N</sub> (Mp)	P <sub>N d</sub> (Mp)	Situación Anclaje
								L libre	L bulbo mín	L bulbo					
1	53.00	2.0	2.80	42.6	4.2	45	114	5.3	2.3	4.5	1040	15.0	21.0	25.2	Correcto

### 3.2.1.13.- COMPROBACIONES DE ESTABILIDAD (COEFICIENTES DE SEGURIDAD)

Referencia: Comprobaciones de estabilidad (Coeficientes de seguridad): Pantalla anclada rampa de ataque (Cañón de Acceso Usánsolo)

Comprobación	Valores	Estado
Relación entre el momento originado por los empujes pasivos en el intradós y el momento originado por los empujes activos en el trasdós: <i>Valor introducido por el usuario.</i>	Mínimo: 2	

Referencia: Comprobaciones de estabilidad (Coeficientes de seguridad): Pantalla anclada rampa de ataque (Cañón de Acceso Usánsolo)		
Comprobación	Valores	Estado
Hipótesis básica:		
- Estado Inicial:	Calculado: 8.112	Cumple
- Excavación hasta nivel de anclaje:	Calculado: 3.605	Cumple
- Colocación nivel de anclaje:	Calculado: 28.358	Cumple
- Excavación final hasta rampa:	Calculado: 20.772	Cumple
Relación entre el empuje pasivo total en el intradós y el empuje realmente movilizado en el intradós: <i>Valor introducido por el usuario.</i>	Mínimo: 1.5	
Hipótesis básica:		
- Estado Inicial:	Calculado: 13.849	Cumple
- Excavación hasta nivel de anclaje:	Calculado: 11.899	Cumple
- Colocación nivel de anclaje:	Calculado: 12.4	Cumple
- Excavación final hasta rampa:	Calculado: 7.099	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Cálculo Empotramiento de Micropilotes		
$N_d \leq \left[ \sum_i (2 \cdot \pi \cdot R_m) \cdot L_i \cdot \tau_i + \sigma_R \cdot \pi \cdot R_t^2 \right]$		
<b>Espesor del terreno bajo</b>		
<b>Diámetro exterior <math>\phi_{ext}</math> (cm)</b>		
Micropilote	25,00	
Armadura de tubo	17,90	
Perímetro micro ( $2\pi R_m$ )	78,5	
Área total tubo ( $\pi R_t^2$ )	251,6	
Carga en micro $N_s$ (Mp/m) - CYPE	5,8	
Nº de micros pml	2,5	
Carga en micro $N_d$ (Mp)	3,5	
<b>Parámetros resistentes estimados del terreno (<math>Kp/cm^2</math>)</b>		
Punta en roca $\sigma_R$	0,0	
Deslizamiento en roca $\tau_R$	3,0	
Deslizamiento en suelos $\tau_s$	0,0	
<b>Empotramiento en el terreno L (m)</b>		
En suelos	0,00	
En roca	0,5	
<b>Contribución a la resistencia (Mp)</b>		
Por punta en roca	0,0	
Por fuste en roca	11,8	
Por fuste en suelos	0,0	
<b>TOTAL</b>	<b>11,8</b>	<b>Cumple</b>

### 3.2.1.14.- CÁLCULO VIGA DE REPARTO DE ANCLAJES

Carga repartida  $q = 3,71 \text{ Mp/m}$

Separación anclajes  $s = 4,0 \text{ m}$

Esfuerzos mayorados:  $Md^+ = 1,5 \cdot (q L^2 / 8) = 11,13 \text{ Mp}\cdot\text{m}$

$Md^- = 1,5 \cdot (q L^2 / 12) = 8,11 \text{ Mp}\cdot\text{m}$

$Vd = 1,5 \cdot (1,15 qL/2) = 13,33 \text{ Mp}$

Tipo de Sección

☐ Rectangular áreas

☐ Rectangular redondos

☐ T

☐ Circular

☒ Genérica

☐ Genérica armaduras adicionales

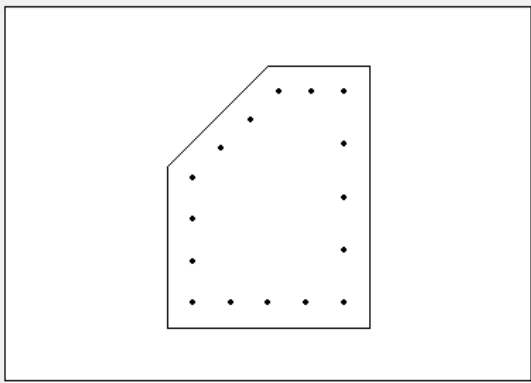
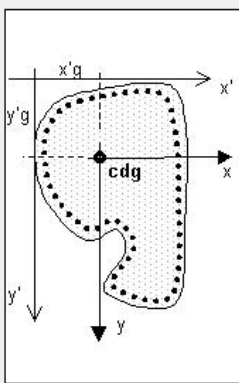
Sección: **VIGAREPAR**

Hormigón: **HA-30**

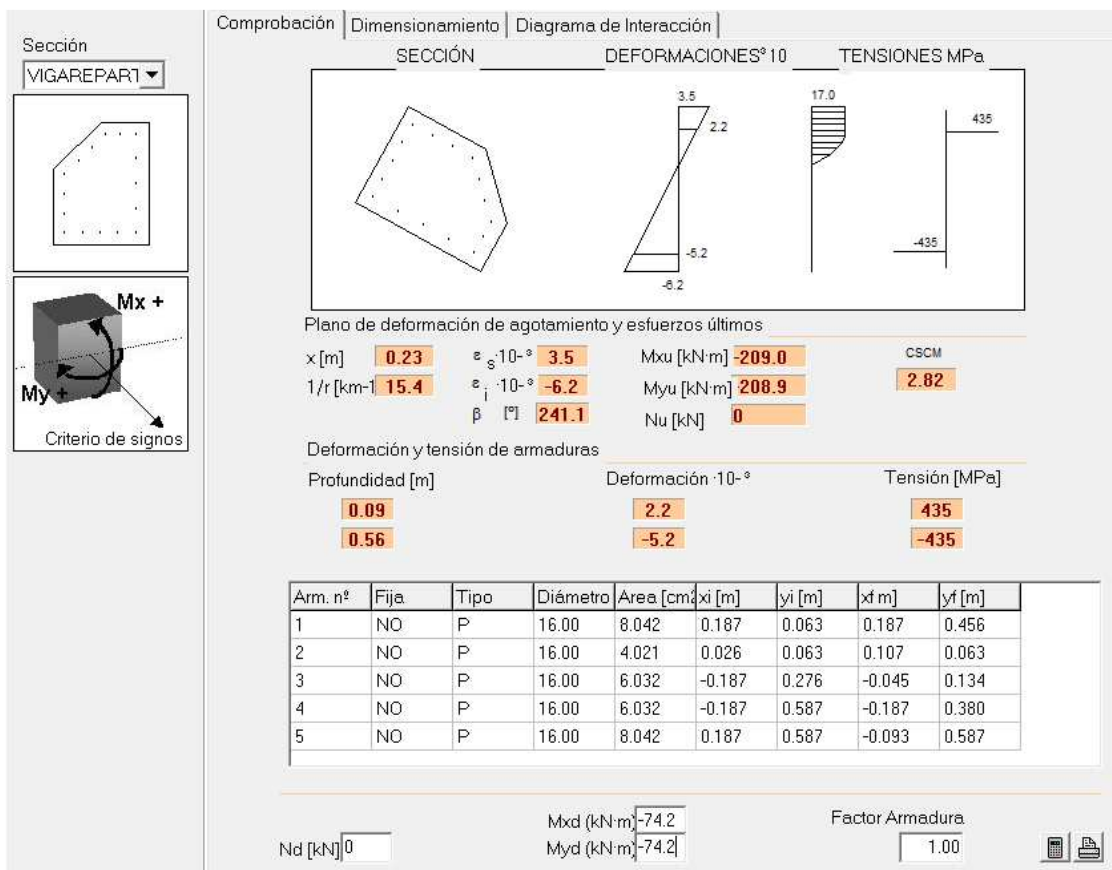
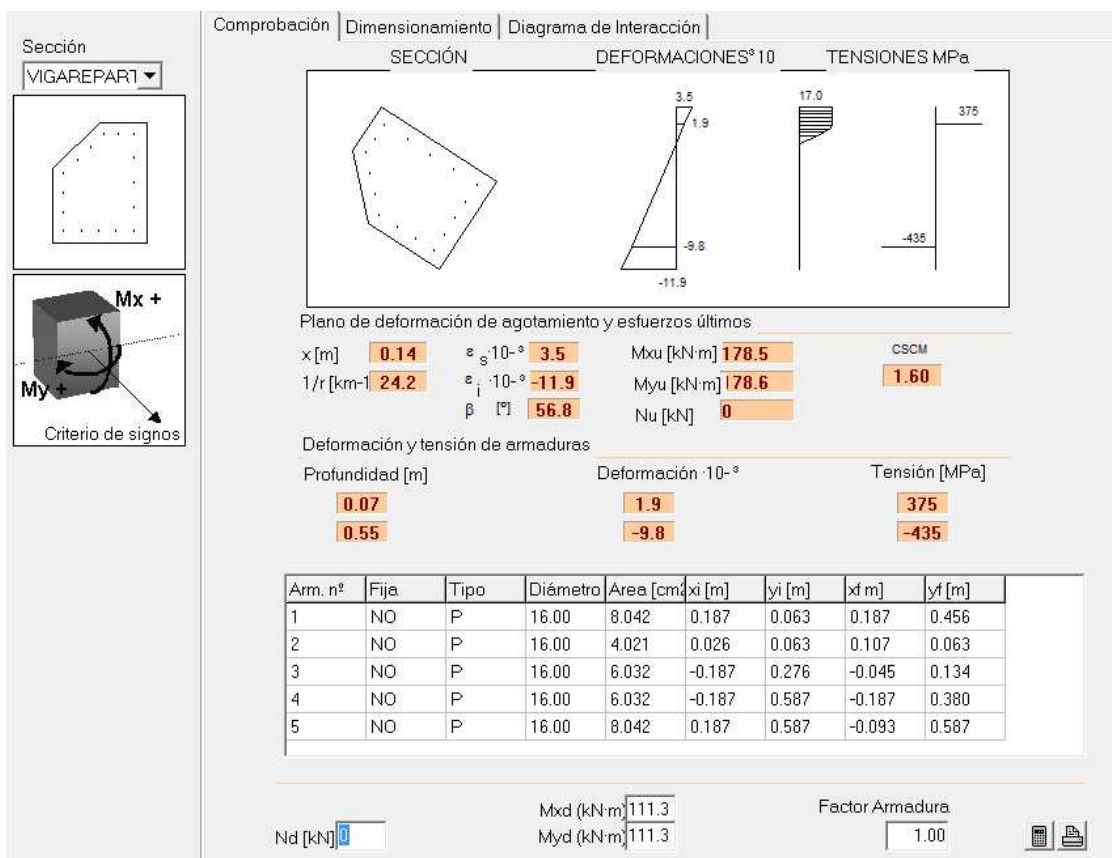
Acero Pasivo: **B-500-S**

φ [mm]: **16**

Gráfico, características mecánicas | Geometría de la sección genérica | Condiciones de durabilidad | M - 1/r

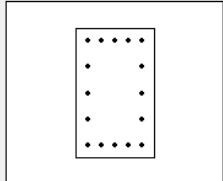
Sección bruta		Sección homogeneizada		Sección fisurada	
A [m²]	<b>0.2940</b>	A [m²]	<b>0.316</b>	Ix [m⁴]	<b>0.0021</b>
Ix [m⁴]	<b>0.0093</b>	Iy [m⁴]	<b>0.0057</b>	Iy [m⁴]	<b>0.0062</b>
Ix [m]	<b>0.18</b>	Iy [m]	<b>0.14</b>	Mfis[kN·m]	<b>99.0</b>
Iy [m]	<b>0.14</b>	Ix [m]	<b>0.18</b>	yfis [m]	<b>0.16</b>
x'g [m]	<b>0.27</b>	x'g [m]	<b>0.27</b>		
y'g [m]	<b>0.35</b>	y'g [m]	<b>0.35</b>		



### 3.2. Pantalla Rampa de Ataque Cañón Usansolo

P.C. Línea 5 del FMB. Tramo: Galdakao - Hospital

Sección **VIGAR-V**



$\rho$  [%]

b0 [m]

d [m]

z [m]

☒ Con armadura de cortante

☐ Sin armadura de cortante

☒ Control normal hormigón


☐ Control indirecto hormigón

☐ Armadura de compresión

Diámetro de la armadura comprimida  $\phi$  [mm]

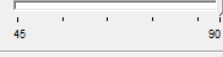
Inclinación de las bielas

ctg  $\theta$    $\theta$  [°]



Inclinación de las armaduras

$\alpha$  [°]



Axil de cálculo (compresión +)

Nd [kN]

$\sigma'_{cd}$  [MPa]

$\rho_{compresión}$  [%]

Tensiones elásticas de cálculo (compresión +)

$\sigma_{xd}$  [MPa]

$\sigma_{yd}$  [MPa]

$\theta_e$  [°]

Comprobación

Dimensionamiento

$\phi$ [mm]	$\phi$ 6	$\phi$ 8	$\phi$ 10	$\phi$ 12
s [m]	0.15	0.15	0.25	0.30
nº ramas	4	2	2	2
$A_{\alpha}$ [cm²/m]	7.5	6.7	6.3	7.5
TIPO	160.1	142.4	133.5	160.1
Vsu [kN]	160.14	142.35	133.45	160.15
Vu2 [kN]				

TIPO 1

TIPO 2

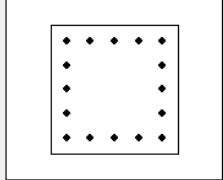
Vu1 [kN] **1416.0**

Vcu [kN] **0.0**

$A_{\alpha}$  [cm²/m] **6.0**

Vd [kN]

Sección **VIGAR-H**



$\rho$  [%]

b0 [m]

d [m]

z [m]

☒ Con armadura de cortante

☐ Sin armadura de cortante

☒ Control normal hormigón


☐ Control indirecto hormigón

☐ Armadura de compresión

Diámetro de la armadura comprimida  $\phi$  [mm]


Inclinación de las bielas

ctg  $\theta$    $\theta$  [°]



Inclinación de las armaduras

$\alpha$  [°]



Axil de cálculo (compresión +)

Nd [kN]

$\sigma'_{cd}$  [MPa]

$\rho_{compresión}$  [%]

Tensiones elásticas de cálculo (compresión +)

$\sigma_{xd}$  [MPa]

$\sigma_{yd}$  [MPa]

$\theta_e$  [°]

Comprobación

Dimensionamiento

$\phi$ [mm]	$\phi$ 6	$\phi$ 8	$\phi$ 10	$\phi$ 12
s [m]	0.10	0.20	0.30	0.30
nº ramas	4	4	4	4
$A_{\alpha}$ [cm²/m]	11.3	10.1	10.5	15.1
TIPO	179.1	159.2	165.9	238.9
Vsu [kN]	179.14	159.24	165.88	238.86
Vu2 [kN]				

TIPO 1

TIPO 2

Vu1 [kN] **1320.0**

Vcu [kN] **0.0**

$A_{\alpha}$  [cm²/m] **8.2**

Vd [kN]

### 3.2.1.15.- CÁLCULO VIGA DE ATADO EN CORONACIÓN

Se realiza el dimensionamiento del armado de la viga de atado en coronación, en el supuesto de que fallen 6 miropilotes:

#### DIMENSIONAMIENTO SECCIÓN CRÍTICA-ELU

Carga repartida  $q = 5,79$  Mp/m

Si fallan 6 micros  $\rightarrow L = 2,4$  m

Esfuerzos  $M = qL^2/8 = 4,17$  Mp·m

$V = 1.15 qL/2 = 7,99$  Mp

Datos de los materiales		Hormigón		Esfuerzos y parámetros de diseño		RESULTADOS FINALES	
Hormigón	HA 25	$f_{ck} = 25$	N/mm <sup>2</sup>	<b>Flexión</b>		<b>Flexión</b>	
Acero	B 500 S	$f_{cd} = 16,67$	N/mm <sup>2</sup>	$\gamma_{desfav} = 1,5$		$y = 3,21$ cm	
<b>Geometría de la sección</b>		$f_{ct,m} = 2,56$	N/mm <sup>2</sup>	$M_d = 6,3$ Mp·m		$x = 4,01$ cm	
Ancho b	0,40 m	$f_{1cd} = 10,00$	N/mm <sup>2</sup>	$N_d = 0,0$ Mp		$z = 0,344$ m	
Aneto b <sub>0</sub>	0,40 m	<b>Acero</b>		$e = 0,00$ m		Armadura de tracción	
Canto h	0,40 m	$f_{yk} = 500$	N/mm <sup>2</sup>	$\Delta M_d = 0,0$ Mp·m		$\epsilon_s = 27,92$ ‰	
Recubr r	4,0 cm	$f_{yd} = 434,78$	N/mm <sup>2</sup>	<b>Cortante</b>		$A_s = 4,18$ cm <sup>2</sup>	
$\alpha_{paramento}$	0,0 °	$f_{y\alpha,d} = 400,00$	N/mm <sup>2</sup>	$V_d = 12,0$ Mp		Armadura de compresión	
<b>Esfuerzos en la sección</b>		$\epsilon_{yd} = 2,17$ ‰		$V_{cd} = 0,00$ Mp		$\epsilon'_s = 0,00$ ‰	
$M_s$	4,2 Mp·m	<b>Sección</b>		$V_{rd} = 12,0$ Mp		$f'_s = 0,00$ N/mm <sup>2</sup>	
$N_s$	0,0 Mp	$A_c = 0,16$ m <sup>2</sup>		$\sigma'_{cd} = 0,00$ Kp/cm <sup>2</sup>		$A'_s = 0,00$ cm <sup>2</sup>	
$V_s$	8,0 Mp	$d = 0,360$ m		$k = 1,000 \leq 1,0$		Cuantía mínima	
		$d' = 0,320$ m		$ctg\theta_e = 1,000$		$A_s = 4,48$ cm <sup>2</sup>	
		$x_{lim} = 0,222$ m		$\theta_e = 45,000$ °		$A_{s\ pml} = 11,20$ cm <sup>2</sup> /m	
		$M_{lim} = 27,3$ Mp·m		$\theta = 45,000$ °		<b>Cortante</b>	
				$ctg\theta = 1,000$		$V_{u1} = 72,00$ Mp	
				$\alpha = 90,00$ °		<b>Resiste la sección</b>	
				$\epsilon = 1,7454$		$V_{cu}^{sa} = 7,26$ Mp	
				$A_{s\ rd} = 8,04$ cm <sup>2</sup>		<b>Necesita Ast de cortante</b>	
				$\rho_l = 0,006 \leq 0,02$		$V_{cu}^{ca} = 6,05$ Mp	
				$\beta = 1,000$		$V_{su} = 5,93$ Mp	
						$A_{st} = 4,31$ cm <sup>2</sup> /m	
						Cuantía mínima	
						$A_{st} = 3,33$ cm <sup>2</sup> /m	

## 3.2.2.- SECCIÓN TIPO 2-PANTALLA EN VOLADIZO

### 3.2.2.1.- NORMA Y MATERIALES

Norma de hormigón: EHE-08 (España)

Hormigón: HA-25,  $Y_c=1.5$

Clase de exposición: Clase IIa

### 3.2.2.2.- ACCIONES

Mayoración esfuerzos en construcción: 1.50

Mayoración esfuerzos en servicio: 1.50

Sin análisis sísmico

Sin considerar acciones térmicas en puntales

### 3.2.2.3.- DATOS GENERALES

Cota de la rasante: 54.00 m

Altura del muro sobre la rasante: 0.00 m

Tipología: Cortina de micropilotes

### 3.2.2.4.- DESCRIPCIÓN DEL TERRENO

Porcentaje del rozamiento interno entre el terreno y el trasdós del muro pantalla: 0.0 %

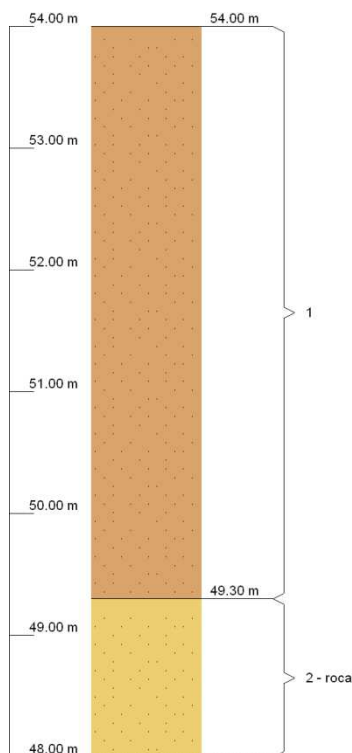
Porcentaje del rozamiento interno entre el terreno y el intradós del muro pantalla: 0.0 %

### ESTRATOS

Referencias	Cota superior	Descripción	Coefficientes de empuje
1	54.00 m	Densidad aparente: 1.9 kg/dm <sup>3</sup> Densidad sumergida: 1.0 kg/dm <sup>3</sup> Ángulo rozamiento interno: 30 grados Cohesión: 0.00 t/m <sup>2</sup> Módulo de balasto empuje activo: 1000.0 t/m <sup>3</sup> Módulo de balasto empuje pasivo: 1000.0 t/m <sup>3</sup> Gradiente módulo de balasto: 0.0 t/m <sup>4</sup>	Activo trasdós: 0.33 Reposo trasdós: 0.50 Pasivo trasdós: 3.00 Activo intradós: 0.33 Reposo intradós: 0.50 Pasivo intradós: 3.00
2 - roca	49.30 m	Densidad aparente: 2.0 kg/dm <sup>3</sup> Densidad sumergida: 1.0 kg/dm <sup>3</sup> Ángulo rozamiento interno: 45 grados Cohesión: 50.00 t/m <sup>2</sup> Módulo de balasto empuje activo: 100000.0 t/m <sup>3</sup> Módulo de balasto empuje pasivo: 100000.0 t/m <sup>3</sup> Gradiente módulo de balasto: 0.0 t/m <sup>4</sup>	Activo trasdós: 0.17 Reposo trasdós: 0.29 Pasivo trasdós: 5.83 Activo intradós: 0.17 Reposo intradós: 0.29 Pasivo intradós: 5.83



#### 3.2.2.5.- SECCIÓN VERTICAL DEL TERRENO



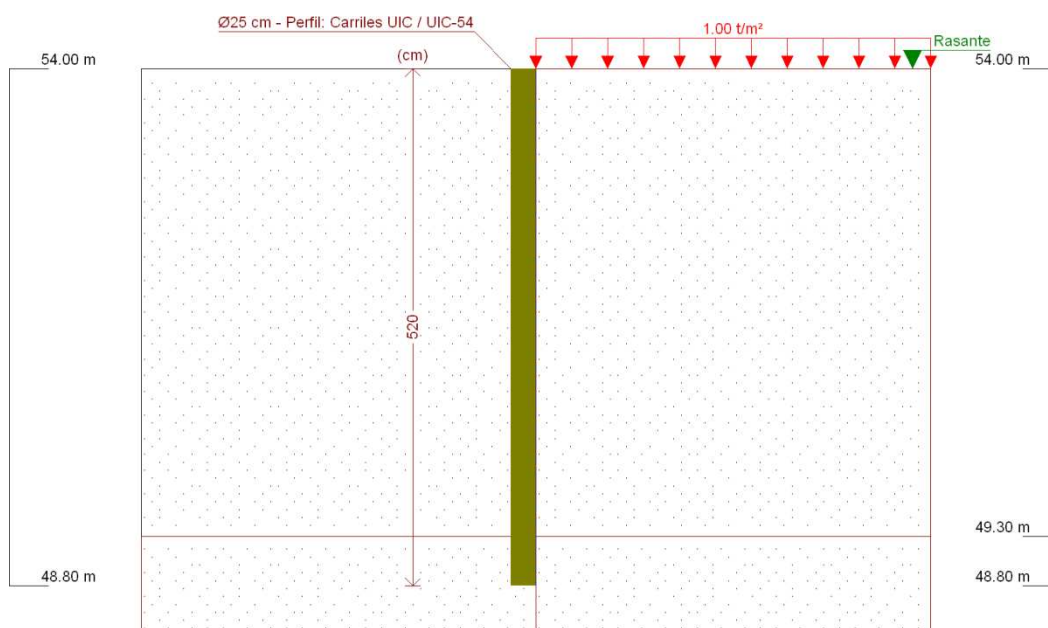
#### 3.2.2.6.- GEOMETRÍA

Altura total: 5.20 m  
 Diámetro: 25.00 cm  
 Separación: 40.00 cm  
 Serie de micropilotes: Carriles UIC  
 Perfil: UIC-54

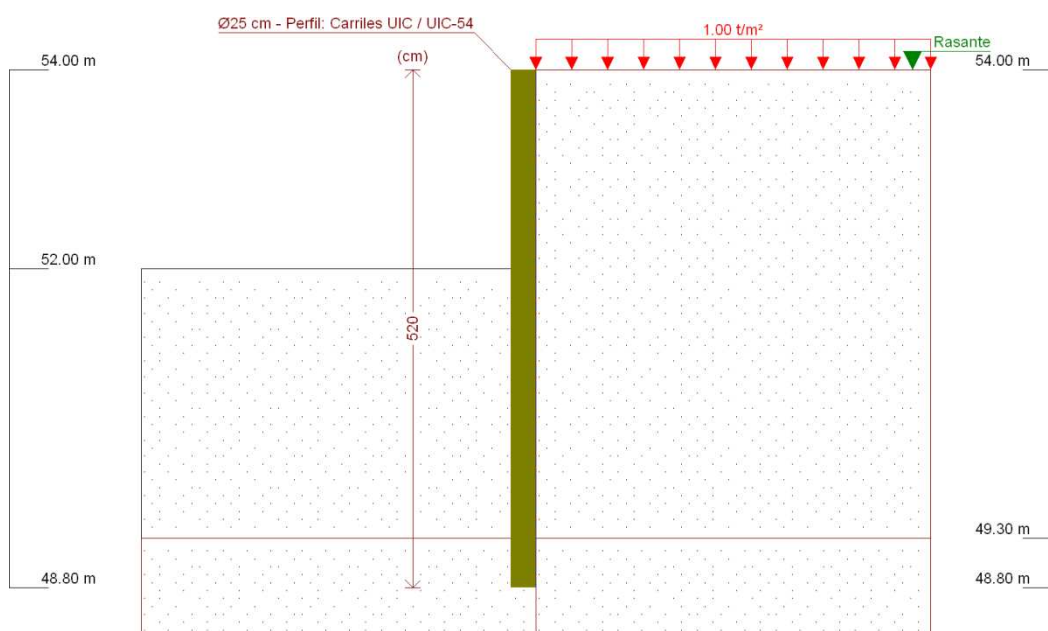
#### 3.2.2.7.- COMPROBACIÓN DE LA GEOMETRÍA

Referencia: Pantalla rampa de ataque cañon usansolo (Cañon de Acceso Usansolo)		
Comprobación	Valores	Estado
Esbeltez máxima:	Máximo: 200 Calculado: 64	Cumple
Tensión máxima:		
- Acero:	Máximo: 4.2 t/cm <sup>2</sup> Calculado: 0.701 t/cm <sup>2</sup>	Cumple
- Hormigón:	Máximo: 0.122 t/cm <sup>2</sup> Calculado: 0.04 t/cm <sup>2</sup>	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Esfuerzos para el cálculo de la tensión en el acero: Axil: 0.81 t; Momento: 2.17 t·m; Cortante: 0.03 t		
- Esfuerzos para el cálculo de la tensión en el hormigón: Axil: 0.81 t; Momento: 2.17 t·m; Cortante: 0.03 t		
- Esfuerzos mayorados por micropilote (Diámetro: 25.00 cm)		

### 3.2.2.8.- ESQUEMA DE LAS FASES



Referencias	Nombre	Descripción
Fase 1	Estado Inicial	Tipo de fase: Constructiva Cota de excavación: 54.00 m



Referencias	Nombre	Descripción
Fase 2	Excavación hasta nivel de anclaje	Tipo de fase: Constructiva Cota de excavación: 52.00 m

#### 3.2.2.9.- CARGAS

##### CARGAS EN EL TRASDÓS

Tipo	Cota	Datos	Fase inicial	Fase final
Uniforme	En superficie	Valor: 1 t/m <sup>2</sup>	Estado Inicial	Excavación hasta nivel de anclaje

#### 3.2.2.10.- RESULTADOS DE LAS FASES

Esfuerzos sin mayorar.

##### FASE 1: ESTADO INICIAL

###### BÁSICA

Cota (m)	Desplazamientos (mm)	Ley de axiles (t/m)	Ley de cortantes (t/m)	Ley de momento flector (t·m/m)	Ley de empujes (t/m <sup>2</sup> )	Presión hidrostática (t/m <sup>2</sup> )
54.00	-0.31	-0.00	0.04	-0.00	0.33	0.00
53.48	-0.30	0.21	0.03	0.02	-0.10	0.00
52.96	-0.28	0.42	-0.02	0.02	-0.07	0.00
52.44	-0.27	0.62	-0.05	-0.01	-0.04	0.00
51.92	-0.26	0.83	-0.07	-0.04	-0.02	0.00
51.40	-0.24	1.04	-0.07	-0.08	0.02	0.00
50.88	-0.21	1.25	-0.06	-0.11	0.07	0.00
50.36	-0.17	1.46	-0.01	-0.12	0.15	0.00
49.84	-0.12	1.66	0.09	-0.09	0.27	0.00
49.32	-0.05	1.87	0.24	0.01	0.40	0.00
48.80	0.01	2.08	-0.39	0.00	2.98	0.00
Máximos	0.01	2.08	0.34	0.10	2.98	0.00
	Cota: 48.80 m	Cota: 48.80 m	Cota: 49.06 m	Cota: 49.06 m	Cota: 48.80 m	Cota: 54.00 m
Mínimos	-0.31	-0.00	-0.39	-0.12	-2.82	0.00
	Cota: 54.00 m	Cota: 54.00 m	Cota: 48.80 m	Cota: 50.36 m	Cota: 49.06 m	Cota: 54.00 m

##### FASE 2: EXCAVACIÓN HASTA NIVEL DE ANCLAJE

###### BÁSICA

Cota (m)	Desplazamientos (mm)	Ley de axiles (t/m)	Ley de cortantes (t/m)	Ley de momento flector (t·m/m)	Ley de empujes (t/m <sup>2</sup> )	Presión hidrostática (t/m <sup>2</sup> )
54.00	-21.59	-0.00	0.04	0.00	0.33	0.00
53.48	-18.63	0.21	0.17	0.06	0.66	0.00
52.96	-15.69	0.42	0.56	0.29	0.99	0.00
52.44	-12.77	0.62	1.12	0.80	1.32	0.00
51.92	-9.95	0.83	1.85	1.66	1.19	0.00
51.40	-7.33	1.04	2.13	2.77	-1.44	0.00
50.88	-5.05	1.25	1.04	3.50	-3.80	0.00
50.36	-3.19	1.46	-0.71	3.32	-2.11	0.00
49.84	-1.74	1.66	-1.63	2.57	-0.82	0.00
49.32	-0.60	1.87	-1.81	1.63	1.20	0.00
48.80	0.33	2.08	-4.75	0.00	36.57	0.00
Máximos	0.33	2.08	2.16	3.51	36.57	0.00
	Cota: 48.80 m	Cota: 48.80 m	Cota: 51.66 m	Cota: 50.62 m	Cota: 48.80 m	Cota: 54.00 m
Mínimos	-21.59	-0.00	-4.75	0.00	-12.53	0.00
	Cota: 54.00 m	Cota: 54.00 m	Cota: 48.80 m	Cota: 48.80 m	Cota: 49.06 m	Cota: 54.00 m

#### 3.2.2.11.- COMPROBACIONES DE ESTABILIDAD (COEFICIENTES DE SEGURIDAD)

Referencia: Comprobaciones de estabilidad (Coeficientes de seguridad): Pantalla rampa de ataque cañon usansolo (Cañon de Acceso Usansolo)		
Comprobación	Valores	Estado
<p>Relación entre el momento originado por los empujes pasivos en el intradós y el momento originado por los empujes activos en el trasdós:</p> <p><i>Valor introducido por el usuario.</i></p> <p>Hipótesis básica:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Estado Inicial:</li> <li>- Excavación hasta nivel de anclaje:</li> </ul>	<p>Mínimo: 2</p> <p>Calculado: 8.112</p> <p>Calculado: 2.704</p>	<p></p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p>
<p>Relación entre el empuje pasivo total en el intradós y el empuje realmente movilizado en el intradós:</p> <p><i>Valor introducido por el usuario.</i></p> <p>Hipótesis básica:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Estado Inicial:</li> <li>- Excavación hasta nivel de anclaje:</li> </ul>	<p>Mínimo: 1.5</p> <p>Calculado: 13.849</p> <p>Calculado: 9.23</p>	<p></p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p>
Se cumplen todas las comprobaciones		

Trabajo: **P.C. Linea 5 del FMB. Tramo: Estación Hospital**

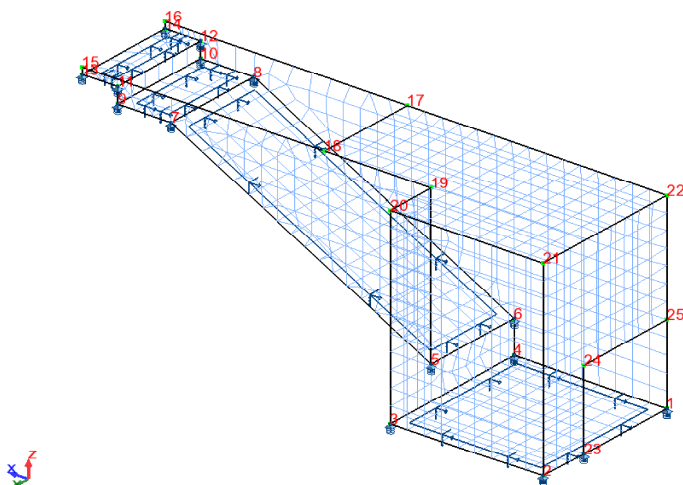
Código trabajo: **P01700**

Cálculo: **3.3.- Estructura Cañon de Acceso Usansolo**

	<b>página</b>
<b>3.3.1.- Geometría.....</b>	<b>3301</b>
3.3.1.1- Coordenadas de los nudos.....	3301
3.3.1.2.- Características de los paneles.....	3302
<b>3.3.2.- Hipótesis de carga.....</b>	<b>3303</b>
3.3.2.1.- Cargas Permanentes.....	3303
3.3.2.2.- Terreno.....	3303
3.3.2.3.- Sobrecarga.....	3304
3.3.2.4.- Sobrecarga interior.....	3305
<b>3.3.3.- Combinaciones.....</b>	<b>3306</b>
<b>3.3.4.- Leyes de esfuerzos combinaciones.....</b>	<b>3308</b>
3.3.4.1.- Solera.....	3308
3.3.4.2.- Muros Acceso.....	3309
3.3.4.3.- Cubierta.....	3310
<b>3.3.5.- Desplazamientos ELS.....</b>	<b>3311</b>
<b>3.3.6.-Tensiones sobre el terreno.....</b>	<b>3312</b>
<b>3.3.7.- Armado Solera.....</b>	<b>3315</b>
3.3.7.1.- Armadura de flexión Cara Superior.....	3315
3.3.7.2.- Armadura de flexión Cara Inferior.....	3316
3.3.7.3.- Comprobacion fisuración Cara Superior.....	3317
3.3.7.4.- Comprobacion fisuración Cara Inferior.....	3318
<b>3.3.8.- Armado Muros.....</b>	<b>3319</b>
3.3.8.1.- Armadura de flexión Cara Interior.....	3319
3.3.8.2.- Armadura de flexión Cara Exterior.....	3321
3.3.8.3.- Comprobacion fisuración Cara Interior.....	3323
3.3.8.4.- Comprobacion fisuración Cara Exterior.....	3324
<b>3.3.9.- Armado Cubierta.....</b>	<b>3325</b>
3.3.9.1.- Armadura de flexión Cara Superior.....	3325
3.3.9.2.- Armadura de flexión Cara Inferior.....	3326
3.3.9.3.- Comprobacion fisuración Cara Superior.....	3327
3.3.9.4.- Comprobacion fisuración Cara Inferior.....	3328

Trabajo: **3.3.- Estructura Cañon de Acceso Usansolo**Código trabajo: **P01700**Cálculo: **3.3.1.- Geometría**

3.3.1.- Geometría .....	<b>página</b> <b>3301</b>
3.3.1.1- Coordenadas de los nudos .....	<b>3301</b>
3.3.1.2.- Características de los paneles .....	<b>3302</b>

**3.3.1.- Geometría**

Se ha considerado un módulo de balasto del terreno de apoyo de  $k=10.000 \text{ Tn/m}^3$  en el caso de roca, y  $k=1.000 \text{ Tn/m}^3$  en el de rellenos.

**3.3.1.1- Coordenadas de los nudos**

NUDO	X (m)	Y (m)	Z (m)
1	0	0	0
2	0	9,7	0
3	9,5	9,7	0
4	9,5	0	0
5	9,5	6,5	2,2
6	9,5	0	2,2
7	25,7	6,5	11,3
8	25,7	0	11,3
9	29,01	6,5	11,3
10	29,01	0	11,3
11	29,01	6,5	12,35
12	29,01	0	12,35
13	31,22	6,5	12,35
14	31,22	0	12,35

NUDO	X (m)	Y (m)	Z (m)
15	31,22	6,5	12,78
16	31,22	0	12,78
17	16,14	0	12,78
18	16,14	6,5	12,78
19	9,5	6,5	12,78
20	9,5	9,7	12,78
21	0	9,7	12,78
22	0	0	12,78
23	0	6,5	0
24	0	6,5	5,3
25	0	0	5,3

**3.3.1.2.- Características de los paneles**

Elemento	Lista de paneles	Tipo espesor	Espesor (m)	Material
Solera	1A4	Constante	0,50	HA-25
	5	Constante	0,40	HA-25
Muros	7A11	Constante	0,50	HA-25
Cubierta	12	Constante	0,40	HA-25

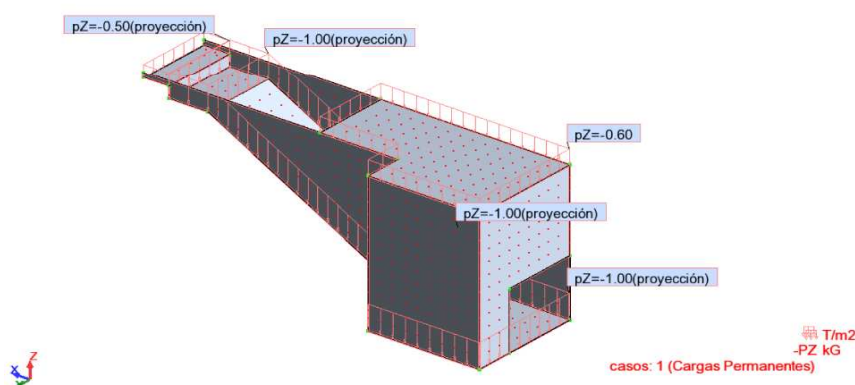
Tipo Apoyo	Lista de nudos	Lista de objetos	Condiciones de apoyo
Elástico	1A4 23 322 325A331 573A659	Panel 1	UX UY KZ=10000 (T/m <sup>2</sup> )
	5A14 99A102 108A152CA11 109A118CA3 343A347 352A354 451A545 30 31 96 111 114 127 128 155 157 158 349 350 357 358 360 361 364 386 388 398 401 403 404 550A559 1120A1132 1138 1141 1142 1144 1145 1148 1149 1154A1157 1159	Paneles 2 3 y 5	UX UY KZ=1000 (T/m <sup>2</sup> )

Trabajo: **3.3.- Estructura Cañon de Acceso Usansolo**Código trabajo: **P01700**Cálculo: **3.3.2.- Hipótesis de carga**

3.3.2.1.- Cargas Permanentes .....	<b>3303</b>
3.3.2.2.- Terreno .....	<b>3303</b>
3.3.2.3.- Sobrecarga .....	<b>3304</b>
3.3.2.4.- Sobrecarga interior .....	<b>3305</b>

**3.3.2.1.- Cargas Permanentes**

CASO	TIPO	PANELES	VALORES DE CARGA
1	peso propio	1A12	Estruct. entera
1	(EF) uniforme	1A3	PZ=-1,00(T/m2)
1	(EF) uniforme	5	PZ=-0,50(T/m2)
1	(EF) uniforme	12	PZ=-0,60(T/m2)

**3.3.2.2.- Terreno**

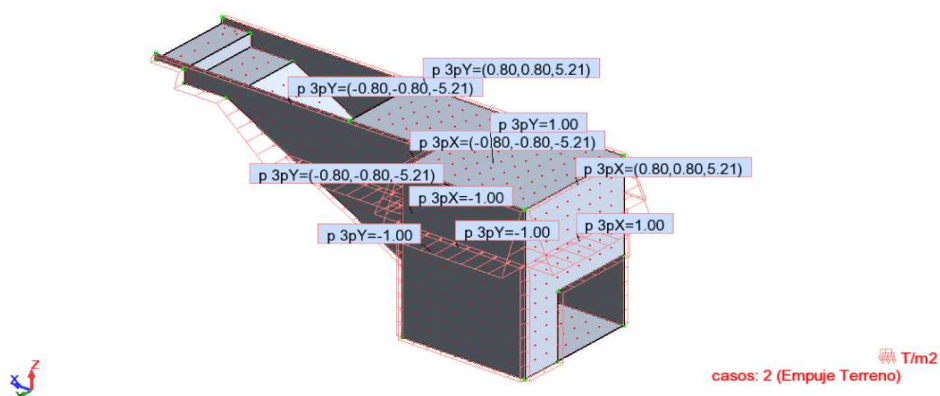
CASO	TIPO	PANELES	VALORES DE CARGA
2	(EF) superficial 3p	7	' PX1=0,80(T/m2) PX2=0,80(T/m2) PX3=5,21(T/m2) N1X=0,0(m) N1Y=9,70(m) N1Z=12,78(m) N2X=0,0(m) N2Y=0,0(m) N2Z=12,78(m) N3X=0,0(m) N3Y=0,0(m) N3Z=8,57(m) P1(0, 9.7, 12.8) P2(0, 0, 12.8) P3(0, 0, 12.8)
2	(EF) superficial 3p	8	' PY1=-0,80(T/m2) PY2=-0,80(T/m2) PY3=- 5,21(T/m2) N1X=0,0(m) N1Y=9,70(m) N1Z=12,78(m) N2X=9,50(m) N2Y=9,70(m) N2Z=12,78(m) N3X=9,50(m) N3Y=9,70(m) N3Z=8,57(m) P1(9.5, 9.7, 12.8) P2(0, 9.7, 12.8)
2	(EF) superficial 3p	9	' PX1=-0,80(T/m2) PX2=-0,80(T/m2) PX3=- 5,21(T/m2) N1X=9,50(m) N1Y=6,50(m) N1Z=12,78(m) N2X=9,50(m) N2Y=9,70(m) N2Z=12,78(m) N3X=9,50(m) N3Y=9,70(m) N3Z=8,57(m) P1(9.5, 9.7, 12.8) P2(9.5, 6.5, 12.8)

**3303**



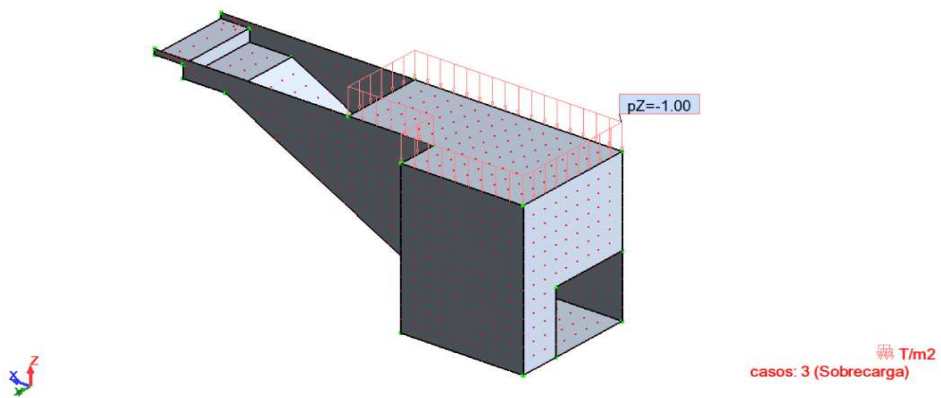
2	(EF) superficial 3p	10	' PY1=-0,80(T/m2) PY2=-0,80(T/m2) PY3=-5,21(T/m2) N1X=9,50(m) N1Y=6,50(m) N1Z=12,78(m) N2X=16,14(m) N2Y=6,50(m) N2Z=12,78(m) N3X=9,50(m) N3Y=6,50(m) N3Z=8,57(m) P1(9.5, 6.5, 12.8) P2(31.2, 6.5, 12.8) P3(31.2, 6.5, 12.4) P4(29, 6.5, 12.4) P5(29, 6.5, 11.3) P6(25.7, 6.5, 11.3) P7(20.8, 6.5, 8.57)
2	(EF) superficial 3p	11	' PY1=0,80(T/m2) PY2=0,80(T/m2) PY3=5,21(T/m2) N1X=0,0(m) N1Y=0,0(m) N1Z=12,78(m) N2X=16,14(m) N2Y=0,0(m) N2Z=12,78(m) N3X=0,0(m) N3Y=0,0(m) N3Z=8,57(m) P1(0, 0, 12.8) P2(31.2, 0, 12.8) P3(31.2, 0, 12.4) P4(29, 0, 12.4) P5(29, 0, 11.3) P6(25.7, 0, 11.3) P7(20.8, 0, 8.57)
2	(EF) superficial 3p	7	' PX1=1,00(T/m2) N1X=0,0(m) N1Y=0,0(m) N1Z=0,0(m) P1(0, 0, 8.57) P2(0, 9.7, 8.57) P3(0, 9.7, 0) P4(0, 6.5, 0) P5(0, 6.5, 5.3) P6(0, 0, 5.3)
2	(EF) superficial 3p	8	' PY1=-1,00(T/m2) N1X=0,0(m) N1Y=0,0(m) N1Z=0,0(m) P1(9.5, 9.7, 8.57) P2(0, 9.7, 8.57) P3(0, 9.7, 0) P4(9.5, 9.7, 0)
2	(EF) superficial 3p	9	' PX1=-1,00(T/m2) N1X=0,0(m) N1Y=0,0(m) N1Z=0,0(m) P1(9.5, 6.5, 8.57) P2(9.5, 9.7, 8.57) P3(9.5, 9.7, 0) P4(9.5, 0, 0) P5(9.5, 0, 2.2) P6(9.5, 0, 0)
2	(EF) superficial 3p	10	' PY1=-1,00(T/m2) N1X=0,0(m) N1Y=0,0(m) N1Z=0,0(m) P1(9.5, 6.5, 8.57) P2(9.5, 6.5, 2.2) P3(20.8, 6.5, 8.57)
2	(EF) superficial 3p	11	' PY1=1,00(T/m2) N1X=0,0(m) N1Y=0,0(m) N1Z=0,0(m) P1(0, 0, 8.57) P2(20.8, 0, 8.57) P3(9.5, 0, 2.2) P4(9.5, 0, 0) P5(0, 0, 0)

NOTA: Se ha considerado un terreno de densidad  $\gamma=2,0 \text{ T/m}^3$ , con un coeficiente de empuje al reposo de  $K_o=0,50$ . Además, del lado de la seguridad, se ha considerado un empuje de la roca de  $1,00 \text{ Tn/m}^2$



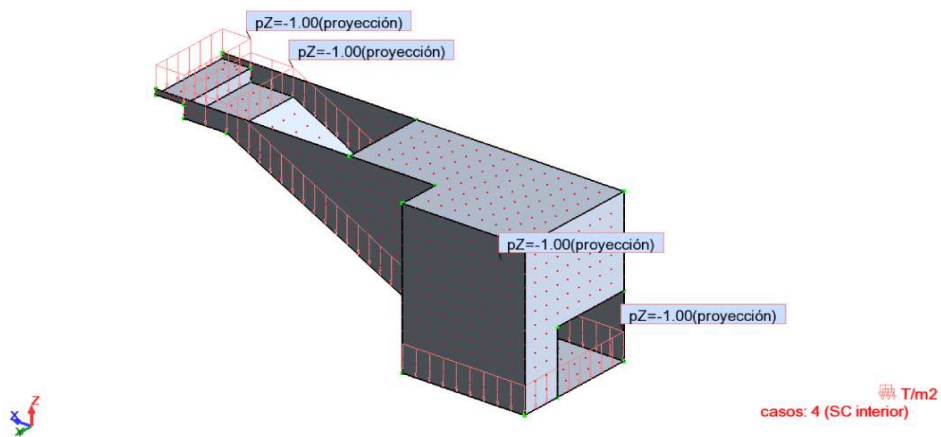
### 3.3.2.3.- Sobrecarga

CASO	TIPO	PANELES	VALORES DE CARGA
3	(EF) uniforme	12	PZ=-1,00(T/m2)



### 3.3.2.4.- Sobrecarga interior

CASO	TIPO	PANELES	VALORES DE CARGA
4	(EF) uniforme	1A3 5	PZ=-1,00(T/m2)



Trabajo: **3.3.- Estructura Cañon de Acceso Usansolo**Código trabajo: **P01700**Cálculo: **3.3.3.- Combinaciones**

3.3.3.- Combinaciones .....

página  
**3306****3.3.3.- Combinaciones**

Combinación	Definición
ELU 1	1*1.35 + 2*1.50 + 3*1.05 + 4*1.05
ELU 2	1*1.35 + 2*1.50
ELU 3	1*1.35 + 2*1.50 + 3*1.05
ELU 4	1*1.35 + 2*1.50 + 4*1.05
ELU 5	1*1.35
ELU 6	1*1.00 + 2*1.50 + 3*1.05 + 4*1.05
ELU 7	1*1.00 + 2*1.50
ELU 8	1*1.00 + 2*1.50 + 3*1.05
ELU 9	1*1.00 + 2*1.50 + 4*1.05
ELU 10	1*1.00
ELU 11	1*1.35 + 2*1.05 + 3*1.50 + 4*1.50
ELU 12	1*1.35 + 2*1.05 + 3*1.50
ELU 13	1*1.35 + 2*1.05 + 4*1.50
ELU 14	1*1.35 + 3*1.50 + 4*1.50
ELU 15	1*1.35 + 3*1.50
ELU 16	1*1.35 + 4*1.50
ELU 17	1*1.00 + 2*1.05 + 3*1.50 + 4*1.50
ELU 18	1*1.00 + 2*1.05 + 3*1.50
ELU 19	1*1.00 + 2*1.05 + 4*1.50
ELU 20	1*1.00 + 3*1.50 + 4*1.50
ELU 21	1*1.00 + 3*1.50
ELU 22	1*1.00 + 4*1.50
ELS 1	1*1.00 + 2*1.00 + 3*0.70 + 4*0.70
ELS 2	1*1.00 + 2*1.00
ELS 3	1*1.00 + 2*1.00 + 3*0.70
ELS 4	1*1.00 + 2*1.00 + 4*0.70
ELS 5	1*1.00
ELS 6	1*1.00 + 2*0.70 + 3*1.00 + 4*1.00
ELS 7	1*1.00 + 2*0.70 + 3*1.00
ELS 8	1*1.00 + 2*0.70 + 4*1.00
ELS 9	1*1.00 + 3*1.00 + 4*1.00
ELS 10	1*1.00 + 3*1.00
ELS 11	1*1.00 + 4*1.00
ELS 12	1*1.00 + 2*0.50 + 3*0.30 + 4*0.30

Hipótesis de carga

1: Cargas Permanentes

2: Terreno

3: Sobrecarga

4: SC interior

Combinación	Definición
ELS 13	$1*1.00 + 2*0.50$
ELS 14	$1*1.00 + 2*0.50 + 3*0.30$
ELS 15	$1*1.00 + 2*0.50 + 4*0.30$
ELS 16	$1*1.00$
ELS 17	$1*1.00 + 2*0.30 + 3*0.50 + 4*0.50$
ELS 18	$1*1.00 + 2*0.30 + 3*0.50$
ELS 19	$1*1.00 + 2*0.30 + 4*0.50$
ELS 20	$1*1.00 + 3*0.50 + 4*0.50$
ELS 21	$1*1.00 + 3*0.50$
ELS 22	$1*1.00 + 4*0.50$
ELS 23	$1*1.00 + 2*0.30 + 3*0.30 + 4*0.30$
ELS 24	$1*1.00 + 2*0.30$
ELS 25	$1*1.00 + 2*0.30 + 3*0.30$
ELS 26	$1*1.00 + 2*0.30 + 4*0.30$
ELS 27	$1*1.00 + 3*0.30 + 4*0.30$
ELS 28	$1*1.00$
ELS 29	$1*1.00 + 3*0.30$
ELS 30	$1*1.00 + 4*0.30$

Hipótesis de carga

1: Cargas Permanentes

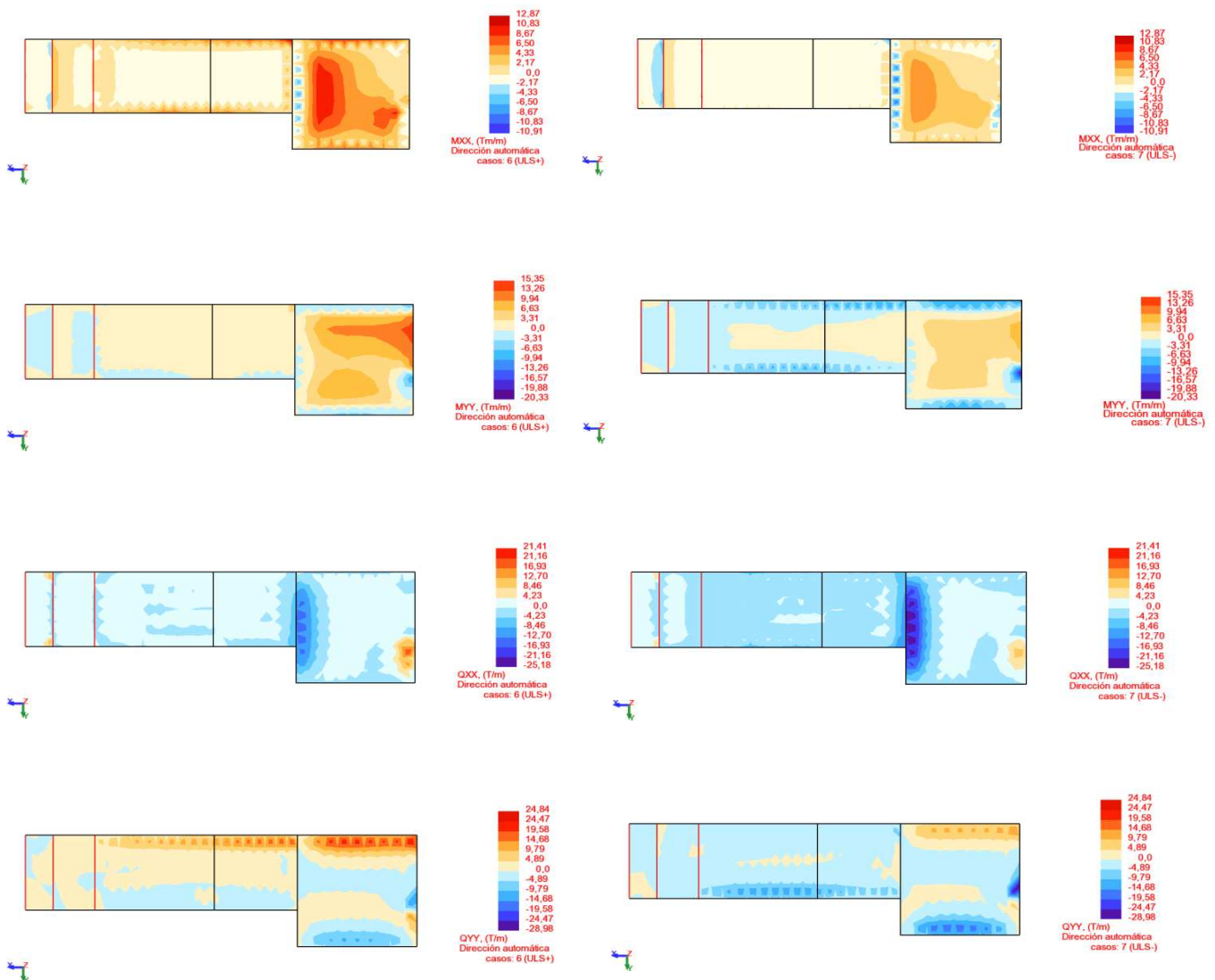
2: Terreno

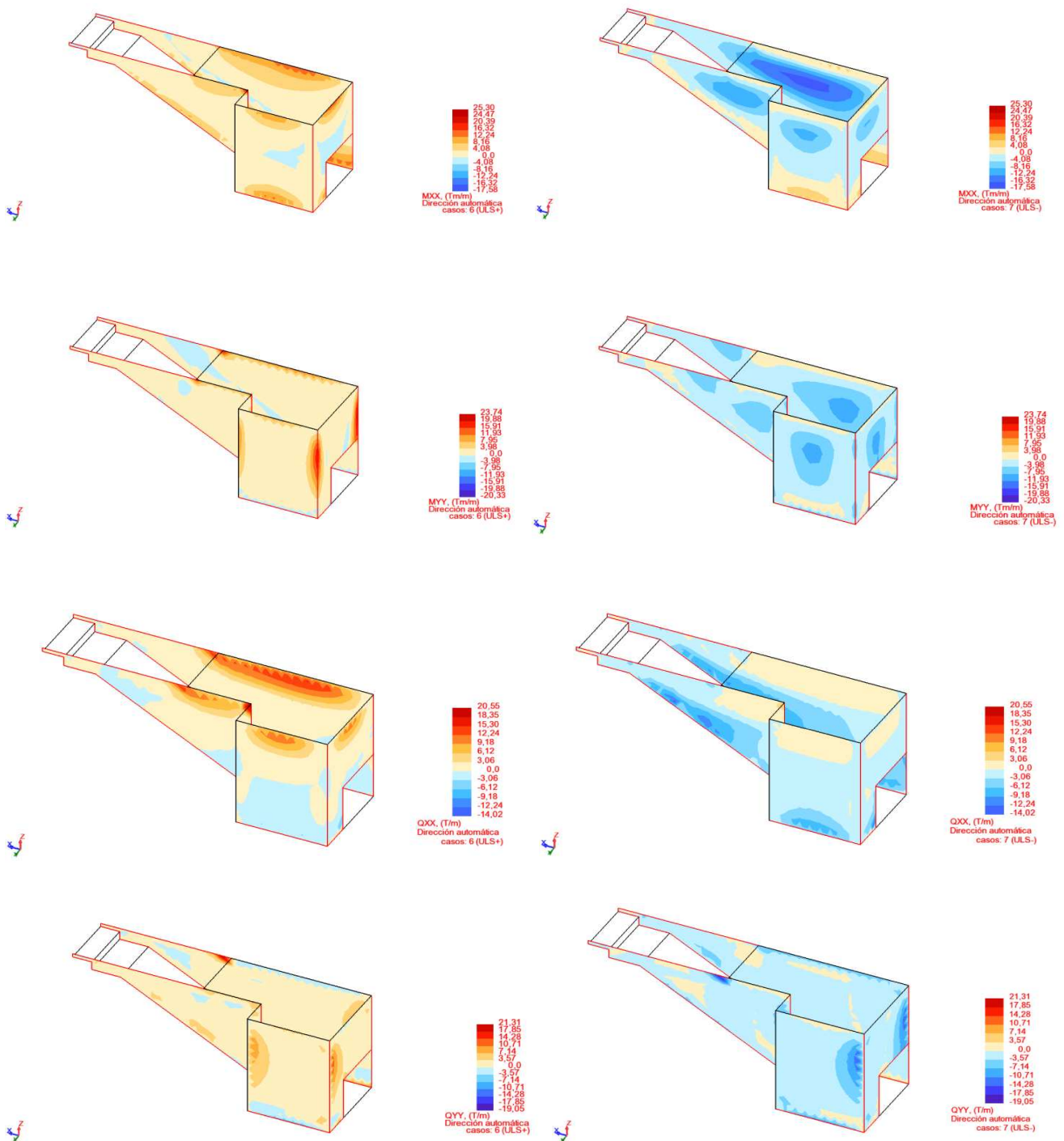
3: Sobrecarga

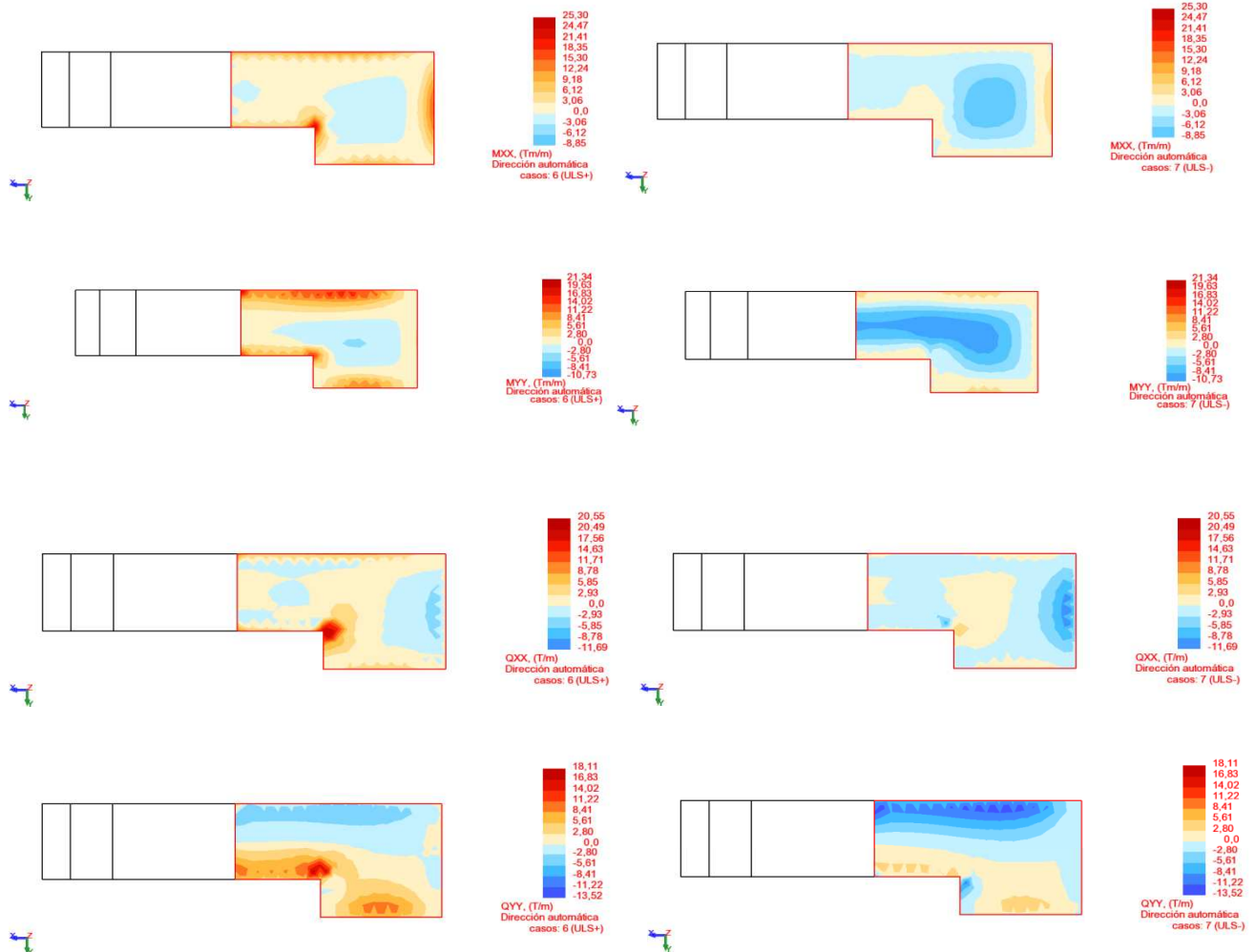
4: SC interior

Trabajo: **3.3.- Estructura Cañon de Acceso Usansolo**Código trabajo: **P01700**Cálculo: **3.3.4.- Leyes de esfuerzos combinaciones**

	página
3.3.4.1.- Solera .....	3308
3.3.4.2.- Muros Acceso .....	3309
3.3.4.3.- Cubierta .....	3310

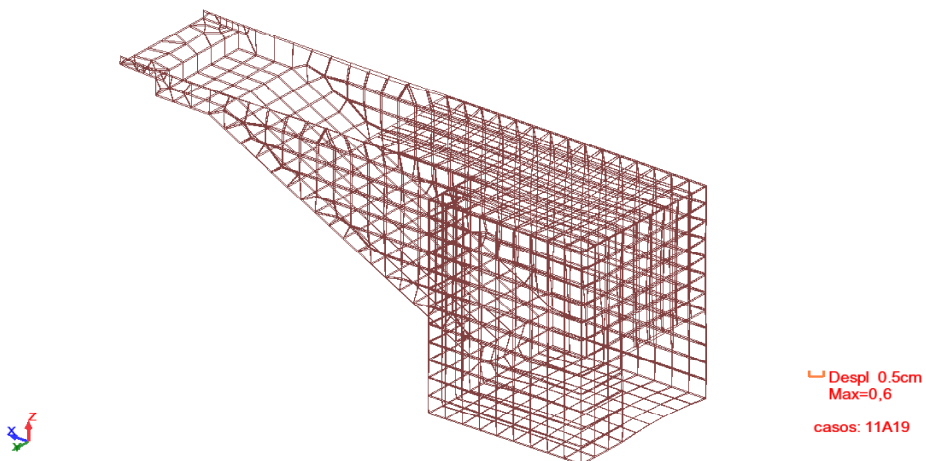
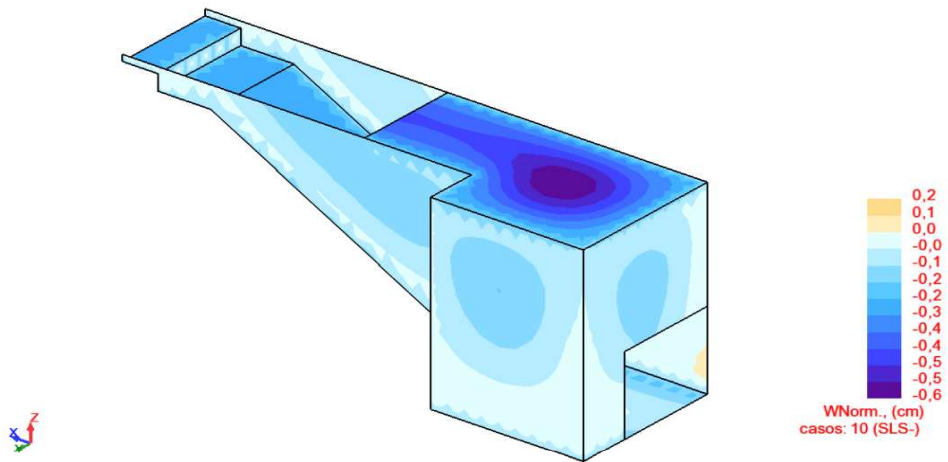
**3.3.4.1.- Solera**

**3.3.4.2.- Muros Acceso**

**3.3.4.3.- Cubierta**

Trabajo: **3.3.- Estructura Cañon de Acceso Usansolo**Código trabajo: **P01700**Cálculo: **3.3.5.- Desplazamientos ELS**

3.3.5.- Desplazamientos ELS ..... **página**  
**3311**

**3.3.5.- Desplazamientos ELS**



Trabajo: **3.3.- Estructura Cañon de Acceso Usansolo**Código trabajo: **P01700**Cálculo: **3.3.6.-Tensiones sobre el terreno**

3.3.6.-Tensiones sobre el terreno ..... **página**  
**3312**

**3.3.6.-Tensiones sobre el terreno**

NUDO	REACCIÓN MÁXIMA (T)	ÁREA DE INFLUEN. (m <sup>2</sup> )	TENSIÓN (kp/cm <sup>2</sup> )
23	18,48	0,569	3,25
322	23,72	0,569	4,17
325	23,91	0,569	4,20
326	23,84	0,569	4,19
327	23,97	0,569	4,21
328	24,11	0,569	4,24
329	24,03	0,569	4,22
330	24,31	0,569	4,27
331	24,21	0,569	4,25
573	23,89	0,569	4,20
574	23,54	0,569	4,14
575	23,34	0,569	4,10
576	23,27	0,569	4,09
577	23,29	0,569	4,09
578	23,24	0,569	4,08
579	23,04	0,569	4,05
580	22,9	0,569	4,02
581	22,17	0,569	3,90
582	21,6	0,569	3,80
583	21,18	0,569	3,72
584	20,84	0,569	3,66
585	20,57	0,569	3,62
586	20,35	0,569	3,58
587	20,2	0,569	3,55
588	20,19	0,569	3,55
589	20,07	0,569	3,53
590	19,82	0,569	3,48
591	10,83	0,569	1,90
592	5,2	0,569	0,91
593	3,55	0,569	0,62
594	6,21	0,569	1,09
595	13,28	0,569	2,33
596	14,39	1,138	1,26
597	7,33	1,138	0,64
598	3,96	1,138	0,35
599	4,14	1,138	0,36
600	7,38	1,138	0,65
601	11,67	1,138	1,03
602	14,84	1,138	1,30

**3312**

603	17,42	1,138	1,53
604	14,96	1,138	1,31
605	7,83	1,138	0,69
606	3,91	1,138	0,34
607	3,11	1,138	0,27
608	4,41	1,138	0,39
609	7,09	1,138	0,62
610	10,62	1,138	0,93
611	15,19	1,138	1,33
612	15,22	1,138	1,34
613	8,01	1,138	0,70
614	3,79	1,138	0,33
615	2,4	1,138	0,21
616	2,8	1,138	0,25
617	4,75	1,138	0,42
618	8,43	1,138	0,74
619	13,99	1,138	1,23
620	15,45	1,138	1,36
621	8,2	1,138	0,72
622	3,83	1,138	0,34
623	2,16	1,138	0,19
624	2,24	1,138	0,20
625	3,87	1,138	0,34
626	7,68	1,138	0,67
627	13,59	1,138	1,19
628	15,83	1,138	1,39
629	8,77	1,138	0,77
630	4,44	1,138	0,39
631	2,74	1,138	0,24
632	2,71	1,138	0,24
633	4,21	1,138	0,37
634	7,93	1,138	0,70
635	13,83	1,138	1,22
636	16,64	1,138	1,46
637	10,25	1,138	0,90
638	6,41	1,138	0,56
639	4,77	1,138	0,42
640	4,71	1,138	0,41
641	6,1	1,138	0,54
642	9,35	1,138	0,82
643	14,69	1,138	1,29
644	18,24	1,138	1,60
645	13,32	1,138	1,17
646	10,49	1,138	0,92
647	9,32	1,138	0,82
648	9,26	1,138	0,81
649	10,19	1,138	0,90
650	12,46	1,138	1,09
651	16,49	1,138	1,45
652	20,89	1,138	1,84

3313

653	18,29	1,138	1,61
654	16,87	1,138	1,48
655	16,31	1,138	1,43
656	16,28	1,138	1,43
657	16,64	1,138	1,46
658	17,56	1,138	1,54
659	19,5	1,138	1,71

Trabajo: **3.3.- Estructura Cañon de Acceso Usansolo**Código trabajo: **P01700**Cálculo: **3.3.7.- Armado Solera**

	<b>página</b>
3.3.7.1.- Armadura de flexión Cara Superior .....	<b>3315</b>
3.3.7.2.- Armadura de flexión Cara Inferior .....	<b>3316</b>
3.3.7.3.- Comprobación fisuración Cara Superior .....	<b>3317</b>
3.3.7.4.- Comprobación fisuración Cara Inferior .....	<b>3318</b>

**3.3.7.1.- Armadura de flexión Cara Superior**

Datos de los materiales		Hormigón	Esfuerzos y		RESULTADOS FINALES
Hormigón	HA 25	$f_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$	parámetros de diseño		Flexión
Acero	B 500 S	$f_{cd} = 16,67 \text{ N/mm}^2$	Flexión		$y = 2,45 \text{ cm}$
Geometría de la sección		$f_{ct,m} = 2,56 \text{ N/mm}^2$	$\gamma_{desfav} = 1,0$		$x = 3,06 \text{ cm}$
Ancho b	1,00 m	$f_{1cd} = 10,00 \text{ N/mm}^2$	$M_d = 15,4 \text{ Mp}^*m$		$z = 0,443 \text{ m}$
Aneto b <sub>0</sub>	1,00 m	Acero		$N_d = 0,0 \text{ Mp}$	Armadura de tracción
Canto h	0,50 m	$f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2$	$e = 0,00 \text{ m}$		$\epsilon_s = 48,56 \text{ }^{\circ}/_{00}$
Recubr r	4,5 cm	$f_{yd} = 434,78 \text{ N/mm}^2$	$\Delta M_d = 0,0 \text{ Mp}^*m$		$A_s = 7,97 \text{ cm}^2$
$\alpha_{paramento}$	0,0 °	$f_{y\alpha,d} = 400,00 \text{ N/mm}^2$	Cortante		Armadura de compresión
Esfuerzos en la sección		$\epsilon_{yd} = 2,17 \text{ }^{\circ}/_{00}$	$V_d = 24,5 \text{ Mp}$		$\epsilon'_s = 0,00 \text{ }^{\circ}/_{00}$
$M_s$	15,4 Mp*m	Sección		$V_{cd} = 0,00 \text{ Mp}$	$f'_s = 0,00 \text{ N/mm}^2$
$N_s$	0,0 Mp	$A_c = 0,50 \text{ m}^2$	$V_{rd} = 24,5 \text{ Mp}$		$A'_s = 0,00 \text{ cm}^2$
$V_s$	24,5 Mp	$d = 0,455 \text{ m}$	$\sigma'_{cd} = 0,00 \text{ Kp/cm}^2$		Cuantía mínima
		$d' = 0,410 \text{ m}$	$k = 1,000 \leq 1,0$		$A_s = 9,00 \text{ cm}^2$
		$x_{lim} = 0,281 \text{ m}$	$ctg\theta_e = 1,000$		$A_{s\ pml} = 9,00 \text{ cm}^2/m$
		$M_{lim} = 109,0 \text{ Mp}^*m$	$\theta_e = 45,000 \text{ }^{\circ}$		Cortante
			$\theta = 45,000 \text{ }^{\circ}$		$V_{u1} = 227,50 \text{ Mp}$
			$ctg\theta = 1,000$		Resiste la sección
			$\alpha = 90,00 \text{ }^{\circ}$		$V_{cu}^{sa} = 16,05 \text{ Mp}$
			$\epsilon = 1,66299$		Necesita Ast de cortante
			$A_{s\ rd} = 10,05 \text{ cm}^2$		$V_{cu}^{ca} = 13,37 \text{ Mp}$
			$\rho_l = 0,002 \leq 0,02$		$V_{su} = 11,10 \text{ Mp}$
			$\beta = 1,000$		$A_{st} = 6,27 \text{ cm}^2/m$

**NOTA:** $A_{s\ rd}$ , es la armadura a flexión realmente dispuesta

Se ha considerado como valor de diseño, el cortante a un canto útil de la sección de empotramiento

Se dispondrán capas c/0,20 m de 1c  $\phi 8$  + 1p  $\phi 8$  p.m.l. en aquellas zonas donde sea necesario.

**3.32.7.2.- Armadura de flexión Cara Inferior**

Datos de los materiales		Hormigón		Esfuerzos y parámetros de diseño		RESULTADOS FINALES	
Hormigón	HA 25	$f_{ck} = 25$	N/mm <sup>2</sup>	<b>Flexión</b>		<b>Flexión</b>	
Acero	B 500 S	$f_{cd} = 16,67$	N/mm <sup>2</sup>	$\gamma_{desfav} = 1,0$		$y = 2,65$ cm	
Geometría de la sección		$f_{ct,m} = 2,56$	N/mm <sup>2</sup>	$M_d = 16,6$ Mp*m		$x = 3,31$ cm	
Ancho b	1,00 m	$f_{1cd} = 10,00$	N/mm <sup>2</sup>	$N_d = 0,0$ Mp		$z = 0,442$ m	
Aneto b <sub>0</sub>	1,00 m	<b>Acero</b>		$e = 0,00$ m		Armadura de tracción	
Canto h	0,50 m	$f_{yk} = 500$	N/mm <sup>2</sup>	$\Delta M_d = 0,0$ Mp*m		$\epsilon_s = 44,62$ ‰	
Recubr r	4,5 cm	$f_{yd} = 434,78$	N/mm <sup>2</sup>	<b>Cortante</b>		$A_s = 8,63$ cm <sup>2</sup>	
$\alpha_{paramento}$	0,0 °	$f_{y\alpha,d} = 400,00$	N/mm <sup>2</sup>	$V_d = 25,2$ Mp		Armadura de compresión	
Esfuerzos en la sección		$\epsilon_{yd} = 2,17$ ‰		$V_{cd} = 0,00$ Mp		$\epsilon'_s = 0,00$ ‰	
$M_s$	16,6 Mp*m	<b>Sección</b>		$V_{rd} = 25,2$ Mp		$f'_s = 0,00$ N/mm <sup>2</sup>	
$N_s$	0,0 Mp	$A_c = 0,50$	m <sup>2</sup>	$\sigma'_{cd} = 0,00$ Kp/cm <sup>2</sup>		$A'_s = 0,00$ cm <sup>2</sup>	
$V_s$	25,2 Mp	$d = 0,455$	m	$k = 1,000 \leq 1,0$		Cuantía mínima	
		$d' = 0,410$	m	$ctg\theta_e = 1,000$		$A_s = 9,00$ cm <sup>2</sup>	
		$x_{lim} = 0,281$	m	$\theta_e = 45,000$ °		$A_{s\ pml} = 9,00$ cm <sup>2</sup> /m	
		$M_{lim} = 109,0$	Mp*m	$\theta = 45,000$ °		<b>Cortante</b>	
				$ctg\theta = 1,000$		$V_{u1} = 227,50$ Mp	
				$\alpha = 90,00$ °		<b>Resiste la sección</b>	
				$\epsilon = 1,66299$		$V_{cu}^{sa} = 16,05$ Mp	
				$A_{s\ rd} = 10,05$ cm <sup>2</sup>		<b>Necesita Ast de cortante</b>	
				$\rho_l = 0,002 \leq 0,02$		$V_{cu}^{ca} = 13,37$ Mp	
				$\beta = 1,000$		$V_{su} = 11,81$ Mp	
						$A_{st} = 6,68$ cm <sup>2</sup> /m	

**NOTA:**

$A_{s\ rd}$ , es la armadura a flexión realmente dispuesta

Se ha considerado como valor de diseño, el cortante a un canto útil de la sección de empotramiento

Se dispondrán capas c/0,20 m de 1c  $\phi 8$  + 1p  $\phi 8$  p.m.l. en aquellas zonas donde sea necesario.

**3.3.7.3.- Comprobación fisuración Cara Superior**

Esfuerzos de diseño			Esfuerzos en servicio			Geometría de la sección		
M <sub>d</sub>	153,5	KN*m	M <sub>s</sub>	110,6	KN*m	Ancho b	1,00	m
N <sub>d</sub>	0,0	KN	N <sub>s</sub>	0,0	KN	Canto h	0,50	m
Clase de exposición						r <sub>min</sub> =	25	mm
						Δr =	5	mm
Ambiente	IIa		Calidad mínima		HA 25			
Datos de los materiales						Difícil de hormigonar		SI
Hormigón			f <sub>ck</sub> = 25 N/mm <sup>2</sup> f <sub>cd</sub> = 16,67 N/mm <sup>2</sup> f <sub>ct,m</sub> = 2,56 N/mm <sup>2</sup> E <sub>c</sub> = 29.240 N/mm <sup>2</sup>			r <sub>nom mín</sub> =	30	mm
Calidad	HA 25					r <sub>nom trac</sub> =	45	mm
γ <sub>c</sub>	1,50					r <sub>nom comp</sub> =	45	mm
T <sub>max árido</sub> =	20	mm				A <sub>b</sub> =	0,50	m <sup>2</sup>
Acero			f <sub>yk</sub> = 500 N/mm <sup>2</sup> f <sub>yd</sub> = 434,78 N/mm <sup>2</sup> f <sub>ya,d</sub> = 400,00 N/mm <sup>2</sup> ε <sub>yd</sub> = 2,17 ‰			d =	0,447	m
Calidad	B 500 S					d' =	0,394	m
γ <sub>s</sub>	1,15					I <sub>b</sub> =	0,0104	m <sup>4</sup>
E <sub>s</sub>	200.000 N/mm <sup>2</sup>					W <sub>b</sub> =	0,042	m <sup>3</sup>
Dimensionamiento (E.L.U.)								
M <sub>1</sub> =	153,5	KN*m	Cuantía geométrica mínima			Cuantía mecánica mínima		
N <sub>1</sub> =	0,0	KN	A <sub>s</sub> + A' <sub>s</sub> = 9,00 cm <sup>2</sup>			A <sub>s</sub> = 6,79 cm <sup>2</sup>		
x <sub>lim</sub> =	0,276	m	Armadura de compresión			Armadura de tracción		
M <sub>lim</sub> =	1.052	KN*m	ε' <sub>s</sub> = 0,00 ‰			ε <sub>s</sub> = 46,69 ‰		
e =	0,000	m	A' <sub>s</sub> = 0,00 cm <sup>2</sup>			A <sub>s</sub> = 8,12 cm <sup>2</sup>		
ΔM <sub>d</sub> =	0,0	KN*m	Armadura de compresión			Armadura de tracción		
x =	0,031	m	realmente dispuesta			realmente dispuesta		
y =	0,025	m	Φ 16 a 0,20 m			Φ 16 a 0,20 m		
z =	0,435	m	A <sub>s comp rd</sub> = 10,05 cm <sup>2</sup>			A <sub>s trac rd</sub> = 10,05 cm <sup>2</sup>		
Comprobación (E.L.S.) a fisuración por compresión								
M <sub>2</sub> =	110,6	KN*m	σ <sub>c max</sub> = 15.000 KN/m <sup>2</sup>			σ <sub>c1</sub> < σ <sub>c max</sub>		
N <sub>2</sub> =	0,0	KN	σ <sub>c1</sub> = 2.654 KN/m <sup>2</sup>			No fisuras por compresión		
Comprobación (E.L.S.) a fisuración por tracción								
M <sub>3</sub> =	110,6	KN*m	Sección fisurada			Alargamiento medio de las armaduras		
N <sub>3</sub> =	0,0	KN	x' <sub>f</sub> = No nec m			σ <sub>sr</sub> = No nec KN/m <sup>2</sup>		
Sección homogénea			I <sub>f</sub> = No nec m <sup>4</sup>			σ <sub>s</sub> = No nec KN/m <sup>2</sup>		
Relación n = E <sub>s</sub> /E <sub>c</sub>		6,84	Cálculo abertura de fisura			K <sub>2</sub> = 0,5		
A <sub>h</sub> =	0,51	m <sup>2</sup>	w <sub>k</sub> = β x s <sub>m</sub> x e <sub>sm</sub>			ε <sub>sm</sub> = No nec ‰		
x <sub>Gh</sub> =	0,250	m	Coeficiente β = 1,7			Abertura de fisura		
I <sub>h</sub> =	0,0109	m <sup>4</sup>	Separación media de fisuras			w <sub>k</sub> = No nec mm		
M <sub>fis</sub> =	111,6	KN*m	K <sub>1</sub> = No nec			w <sub>max</sub> = No nec mm		
M <sub>3</sub> < M <sub>fis</sub>			A <sub>c,ef</sub> = No nec cm <sup>2</sup>					
No necesario el análisis			σ <sub>m</sub> = No nec mm			No hay fisuración		

**3.3.7.4.- Comprobacion fisuración Cara Inferior**

Esfuerzos de diseño			Esfuerzos en servicio			Geometría de la sección		
M <sub>d</sub>	165,7	KN*m	M <sub>s</sub>	114,7	KN*m	Ancho b	1,00	m
N <sub>d</sub>	0,0	KN	N <sub>s</sub>	0,0	KN	Canto h	0,50	m
Clase de exposición						r <sub>min</sub> =	25	mm
						Δr =	5	mm
Ambiente	IIa		Calidad mínima	HA 25		Difícil de hormigonar		
Datos de los materiales						SI		
Hormigón			f <sub>ck</sub> =	25	N/mm <sup>2</sup>	r <sub>nom min</sub> =	30	mm
Calidad	HA 25		f <sub>cd</sub> =	16,67	N/mm <sup>2</sup>	r <sub>nom trac</sub> =	45	mm
γ <sub>c</sub>	1,50		f <sub>ct,m</sub> =	2,56	N/mm <sup>2</sup>	r <sub>nom comp</sub> =	45	mm
T <sub>max árido</sub> =	20	mm	E <sub>c</sub> =	29.240	N/mm <sup>2</sup>	A <sub>b</sub> =	0,50	m <sup>2</sup>
Acero			f <sub>yk</sub> =	500	N/mm <sup>2</sup>	d =	0,447	m
Calidad	B 500 S		f <sub>yd</sub> =	434,78	N/mm <sup>2</sup>	d' =	0,394	m
γ <sub>s</sub>	1,15		f <sub>ya,d</sub> =	400,00	N/mm <sup>2</sup>	I <sub>b</sub> =	0,0104	m <sup>4</sup>
E <sub>s</sub>	200.000 N/mm <sup>2</sup>		ε <sub>yd</sub> =	2,17	‰	W <sub>b</sub> =	0,042	m <sup>3</sup>
Dimensionamiento (E.L.U.)								
M <sub>1</sub> =	165,7	KN*m	Cuantía geométrica mínima			Cuantía mecánica mínima		
N <sub>1</sub> =	0,0	KN	A <sub>s</sub> + A' <sub>s</sub> =	9,00	cm <sup>2</sup>	A <sub>s</sub> =	6,79	cm <sup>2</sup>
x <sub>lim</sub> =	0,276	m	Armadura de compresión			Armadura de tracción		
M <sub>lim</sub> =	1.052	KN*m	ε' <sub>s</sub> =	0,00	‰	ε <sub>s</sub> =	42,89	‰
e =	0,000	m	A' <sub>s</sub> =	0,00	cm <sup>2</sup>	A <sub>s</sub> =	8,79	cm <sup>2</sup>
ΔM <sub>d</sub> =	0,0	KN*m	Armadura de compresión			Armadura de tracción		
x =	0,034	m	realmente dispuesta			realmente dispuesta		
y =	0,027	m	Φ 16 a 0,20 m			Φ 16 a 0,20 m		
z =	0,434	m	A <sub>s comp rd</sub> =	10,05	cm <sup>2</sup>	A <sub>s trac rd</sub> =	10,05	cm <sup>2</sup>
Comprobación (E.L.S.) a fisuración por compresión								
M <sub>2</sub> =	114,7	KN*m	σ <sub>c max</sub> =	15.000	KN/m <sup>2</sup>	σ <sub>c1</sub> < σ <sub>c max</sub>		
N <sub>2</sub> =	0,0	KN	σ <sub>c1</sub> =	2.753	KN/m <sup>2</sup>	No fisuras por compresión		
Comprobación (E.L.S.) a fisuración por tracción								
M <sub>3</sub> =	114,7	KN*m	Sección fisurada			Alargamiento medio de las armaduras		
N <sub>3</sub> =	0,0	KN	x' <sub>f</sub> =	0,065	m	σ <sub>sr</sub> = 266.076 KN/m <sup>2</sup>		
Sección homogénea			I <sub>f</sub> =	0,0011	m <sup>4</sup>			
Relación n = E <sub>s</sub> /E <sub>c</sub>			Cálculo abertura de fisura			σ <sub>s</sub> = 273.588 KN/m <sup>2</sup>		
A <sub>h</sub> =	0,51	m <sup>2</sup>	w <sub>k</sub> = β x s <sub>m</sub> x e <sub>sm</sub>			K <sub>2</sub> = 0,5		
x <sub>Gh</sub> =	0,250	m	Coeficiente β			ε <sub>sm</sub> = 0,72 ‰		
I <sub>h</sub> =	0,0109	m <sup>4</sup>	Separación media de fisuras			Abertura de fisura		
M <sub>fis</sub> =	111,6	KN*m	K <sub>1</sub> =	0,125		w <sub>k</sub> =	0,28	mm
M <sub>3</sub> > M <sub>fis</sub>			A <sub>c,ef</sub> =	1.250	cm <sup>2</sup>	w <sub>max</sub> =	0,30	mm
Análisis en sección fisurada			σ <sub>m</sub> =	229,5	mm	Fisuración controlada		

Trabajo: **3.3.- Estructura Cañon de Acceso Usansolo**Código trabajo: **P01700**Cálculo: **3.3.8.- Armado Muros**

	<b>página</b>
3.3.8.1.- Armadura de flexión Cara Interior .....	<b>3319</b>
3.3.8.2.- Armadura de flexión Cara Exterior .....	<b>3321</b>
3.3.8.3.- Comprobacion fisuración Cara Interior .....	<b>3323</b>
3.3.8.4.- Comprobacion fisuración Cara Exterior .....	<b>3324</b>

**3.3.8.1.- Armadura de flexión Cara Interior**Armado vertical

Datos de los materiales		Hormigón	Esfuerzos y parámetros de diseño		RESULTADOS FINALES
Hormigón	HA 25	$f_{ck} = 25$ N/mm <sup>2</sup>	<b>Flexión</b>		<b>Flexión</b>
Acero	B 500 S	$f_{cd} = 16,67$ N/mm <sup>2</sup>	$\gamma_{desfav} = 1,0$		$y = 2,78$ cm
Geometría de la sección		$f_{ct,m} = 2,56$ N/mm <sup>2</sup>	$M_d = 17,6$ Mp*m		$x = 3,48$ cm
Ancho b	1,00 m	$f_{tcd} = 10,00$ N/mm <sup>2</sup>	$N_d = 0,0$ Mp		$z = 0,446$ m
Aneto b <sub>0</sub>	1,00 m	<b>Acero</b>		Armadura de tracción	
Espesor h	0,50 m	$f_{yk} = 500$ N/mm <sup>2</sup>	$e = 0,00$ m		$\epsilon_s = 42,80$ ‰
Recubr r	4,0 cm	$f_{yd} = 434,78$ N/mm <sup>2</sup>	$\Delta M_d = 0,0$ Mp*m		$A_s = 9,06$ cm <sup>2</sup>
$\alpha_{paramento}$	0,0 °	$f_{y\alpha,d} = 400,00$ N/mm <sup>2</sup>	<b>Cortante</b>		Armadura de compresión
Esfuerzos en la sección		$\epsilon_{yd} = 2,17$ ‰	$V_d = 13,1$ Mp		$\epsilon'_s = 0,00$ ‰
$M_s$	17,6 Mp*m	<b>Sección</b>		$V_{cd} = 0,00$ Mp	$f'_s = 0,00$ N/mm <sup>2</sup>
$N_s$	0,0 Mp	$A_c = 0,50$ m <sup>2</sup>	$V_{rd} = 13,1$ Mp		$A'_s = 0,00$ cm <sup>2</sup>
$V_s$	13,1 Mp	$d = 0,460$ m	$\sigma'_{cd} = 0,00$ Kp/cm <sup>2</sup>		Cuantía mínima vertical
		$d' = 0,420$ m	$k = 1,000 \leq 1,0$		$A_s = 4,50$ cm <sup>2</sup>
		$x_{lim} = 0,284$ m	$ctg\theta_e = 1,000$		Cuantía mínima horizontal
		$M_{lim} = 111,4$ Mp*m	$\theta_e = 45,000$ °		$A_s = 16,00$ cm <sup>2</sup>
			$\theta = 45,000$ °		<b>Cortante</b>
			$ctg\theta = 1,000$		$V_{u1} = 230,00$ Mp
			$\alpha = 90,00$ °		Resiste la sección
			$\epsilon = 1,65938$		$V_{cu}^{sa} = 16,13$ Mp
			$A_{srd} = 10,05$ cm <sup>2</sup>		<b>No necesita Ast de cortante</b>
			$\rho_l = 0,002 \leq 0,02$		$V_{cu}^{ca} = 13,44$ Mp
			$\beta = 1,000$		$V_{su} = 0,00$ Mp
					$A_{st} = 0,00$ cm <sup>2</sup> /m

NOTA: $A_{srd}$ , es la armadura a flexión realmente dispuesta

Se ha considerado como valor de diseño, el cortante a un canto útil de la sección de empotramiento



## Armado horizontal

Datos de los materiales		Hormigón	Esfuerzos y parámetros de diseño		RESULTADOS FINALES
Hormigón	HA 25	$f_{ck} = 25$ N/mm <sup>2</sup>	Flexión		Flexión
Acero	B 500 S	$f_{cd} = 16,67$ N/mm <sup>2</sup>	$\gamma_{desfav} = 1,0$		$y = 1,87$ cm
Geometría de la sección		$f_{ct,m} = 2,56$ N/mm <sup>2</sup>	$M_d = 11,9$ Mp*m		$x = 2,34$ cm
Ancho b	1,00 m	$f_{1cd} = 10,00$ N/mm <sup>2</sup>	$N_d = 0,0$ Mp		$z = 0,451$ m
Aneto b <sub>0</sub>	1,00 m	Acero	$e = 0,00$ m		Armadura de tracción
Espesor h	0,50 m	$f_{yk} = 500$ N/mm <sup>2</sup>	$\Delta M_d = 0,0$ Mp*m		$\epsilon_s = 65,43$ ‰
Recubr r	4,0 cm	$f_{yd} = 434,78$ N/mm <sup>2</sup>	Cortante		$A_s = 6,09$ cm <sup>2</sup>
$\alpha_{paramento}$	0,0 °	$f_{y\alpha,d} = 400,00$ N/mm <sup>2</sup>	$V_d = 14,2$ Mp		Armadura de compresión
Esfuerzos en la sección		$\epsilon_{yd} = 2,17$ ‰	$V_{cd} = 0,00$ Mp		$\epsilon'_s = 0,00$ ‰
M <sub>s</sub>	11,9 Mp*m	Sección	$V_{rd} = 14,2$ Mp		$f'_s = 0,00$ N/mm <sup>2</sup>
N <sub>s</sub>	0,0 Mp	$A_c = 0,50$ m <sup>2</sup>	$\sigma'_{cd} = 0,00$ Kp/cm <sup>2</sup>		$A'_s = 0,00$ cm <sup>2</sup>
V <sub>s</sub>	14,2 Mp	$d = 0,460$ m	$k = 1,000 \leq 1,0$		Cuantía mínima vertical
		$d' = 0,420$ m	$ctg\theta_e = 1,000$		$A_s = 4,50$ cm <sup>2</sup>
		$x_{lim} = 0,284$ m	$\theta_e = 45,000$ °		Cuantía mínima horizontal
		$M_{lim} = 111,4$ Mp*m	$\theta = 45,000$ °		$A_s = 16,00$ cm <sup>2</sup>
			$ctg\theta = 1,000$		Cortante
			$\alpha = 90,00$ °		$V_{u1} = 230,00$ Mp
			$\epsilon = 1,65938$		Resiste la sección
			$A_{s\,rd} = 10,05$ cm <sup>2</sup>		$V_{cu}^{sa} = 16,13$ Mp
			$\rho_l = 0,002 \leq 0,02$		No necesita Ast de cortante
			$\beta = 1,000$		$V_{cu}^{ca} = 13,44$ Mp
					$V_{su} = 0,00$ Mp
					$A_{st} = 0,00$ cm <sup>2</sup> /m

## NOTA:

$A_{s\,rd}$ , es la armadura a flexión realmente dispuesta

Se ha considerado como valor de diseño, el cortante a un canto útil de la sección de empotramiento

**3.3.8.2.- Armadura de flexión Cara Exterior**Armado vertical

Datos de los materiales		Hormigón		Esfuerzos y parámetros de diseño		RESULTADOS FINALES	
Hormigón	HA 25	$f_{ck} = 25$	N/mm <sup>2</sup>	<b>Flexión</b>		<b>Flexión</b>	
Acero	B 500 S	$f_{cd} = 16,67$	N/mm <sup>2</sup>	$\gamma_{desfav} = 1,0$		y = 2,80	cm
<b>Geometría de la sección</b>		$f_{ct,m} = 2,56$	N/mm <sup>2</sup>	$M_d = 17,7$		x = 3,51	cm
Ancho b	1,00 m	$f_{tcd} = 10,00$	N/mm <sup>2</sup>	$N_d = 0,0$		z = 0,446	m
Aneto b <sub>0</sub>	1,00 m	<b>Acero</b>		$e = 0,00$		Armadura de tracción	
Espesor h	0,50 m	$f_{yk} = 500$	N/mm <sup>2</sup>	$\Delta M_d = 0,0$		$\epsilon_s = 42,42$	‰
Recubr r	4,0 cm	$f_{yd} = 434,78$	N/mm <sup>2</sup>	<b>Cortante</b>		$A_s = 9,14$	cm <sup>2</sup>
$\alpha_{paramento}$	0,0 °	$f_{y\alpha,d} = 400,00$	N/mm <sup>2</sup>	$V_d = 15,7$		Armadura de compresión	
<b>Esfuerzos en la sección</b>		$\epsilon_{yd} = 2,17$	‰	$V_{cd} = 0,00$		$\epsilon'_s = 0,00$	‰
$M_s$	17,7 Mp*m	<b>Sección</b>		$V_{rd} = 15,7$		$f'_s = 0,00$	N/mm <sup>2</sup>
$N_s$	0,0 Mp	$A_c = 0,50$	m <sup>2</sup>	$\sigma'_{cd} = 0,00$		$A'_s = 0,00$	cm <sup>2</sup>
$V_s$	15,7 Mp	d = 0,460	m	k = 1,000 ≤ 1,0		Cuantía mínima vertical	
		d' = 0,420	m	ctgθ <sub>e</sub> = 1,000		$A_s = 4,50$	cm <sup>2</sup>
		x <sub>lim</sub> = 0,284	m	θ <sub>e</sub> = 45,000 °		Cuantía mínima horizontal	
		M <sub>lim</sub> = 111,4	Mp*m	θ = 45,000 °		$A_s = 16,00$	cm <sup>2</sup>
				ctgθ = 1,000		<b>Cortante</b>	
				α = 90,00 °		$V_{u1} = 230,00$	Mp
				$\epsilon = 1,65938$		<b>Resiste la sección</b>	
				$A_{srd} = 10,05$		$V_{cu}^{sa} = 16,13$	Mp
				$\rho_l = 0,002 \leq 0,02$		<b>No necesita Ast de cortante</b>	
				$\beta = 1,000$		$V_{cu}^{ca} = 13,44$	Mp
						$V_{su} = 0,00$	Mp
						$A_{st} = 0,00$	cm <sup>2</sup> /m

NOTA:

$A_{srd}$ , es la armadura a flexión realmente dispuesta

Se ha considerado como valor de diseño, el cortante a un canto útil de la sección de empotramiento

## Armado horizontal

Datos de los materiales		Hormigón	Esfuerzos y parámetros de diseño		RESULTADOS FINALES
Hormigón	HA 25	$f_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$	Flexión		Flexión
Acero	B 500 S	$f_{cd} = 16,67 \text{ N/mm}^2$	$\gamma_{desfav} = 1,0$		$y = 3,80 \text{ cm}$
Geometría de la sección		$f_{ct,m} = 2,56 \text{ N/mm}^2$	$M_d = 23,7 \text{ Mp}\cdot\text{m}$		$x = 4,75 \text{ cm}$
Ancho b	1,00 m	$f_{1cd} = 10,00 \text{ N/mm}^2$	$N_d = 0,0 \text{ Mp}$		$z = 0,441 \text{ m}$
Aneto b <sub>0</sub>	1,00 m	Acero	$e = 0,00 \text{ m}$		Armadura de tracción
Espesor h	0,50 m	$f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2$	$\Delta M_d = 0,0 \text{ Mp}\cdot\text{m}$		$\varepsilon_s = 30,40 \text{ }^0/_{00}$
Recubr r	4,0 cm	$f_{yd} = 434,78 \text{ N/mm}^2$	Cortante		$A_s = 12,38 \text{ cm}^2$
$\alpha_{paramento}$	0,0 °	$f_{y\alpha,d} = 400,00 \text{ N/mm}^2$	$V_d = 15,3 \text{ Mp}$		Armadura de compresión
Esfuerzos en la sección		$\varepsilon_{yd} = 2,17 \text{ }^0/_{00}$	$V_{cd} = 0,00 \text{ Mp}$		$\varepsilon'_s = 0,00 \text{ }^0/_{00}$
M <sub>s</sub>	23,7 Mp·m	Sección	$V_{rd} = 15,3 \text{ Mp}$		$f'_s = 0,00 \text{ N/mm}^2$
N <sub>s</sub>	0,0 Mp	$A_c = 0,50 \text{ m}^2$	$\sigma'_{cd} = 0,00 \text{ Kp/cm}^2$		$A'_s = 0,00 \text{ cm}^2$
V <sub>s</sub>	15,3 Mp	$d = 0,460 \text{ m}$	$k = 1,000 \leq 1,0$		Cuantía mínima vertical
		$d' = 0,420 \text{ m}$	$ctg\theta_e = 1,000$		$A_s = 4,50 \text{ cm}^2$
		$x_{lim} = 0,284 \text{ m}$	$\theta_e = 45,000 \text{ }^0$		Cuantía mínima horizontal
		$M_{lim} = 111,4 \text{ Mp}\cdot\text{m}$	$\theta = 45,000 \text{ }^0$		$A_s = 16,00 \text{ cm}^2$
			$ctg\theta = 1,000$		Cortante
			$\alpha = 90,00 \text{ }^0$		$V_{u1} = 230,00 \text{ Mp}$
			$\varepsilon = 1,65938$		Resiste la sección
			$A_{srd} = 15,70 \text{ cm}^2$		$V_{cu}^{sa} = 18,72 \text{ Mp}$
			$\rho_l = 0,003 \leq 0,02$		No necesita Ast de cortante
			$\beta = 1,000$		$V_{cu}^{ca} = 15,60 \text{ Mp}$
					$V_{su} = 0,00 \text{ Mp}$
					$A_{st} = 0,00 \text{ cm}^2/\text{m}$

## NOTA:

$A_{srd}$ , es la armadura a flexión realmente dispuesta

Se ha considerado como valor de diseño, el cortante a un canto útil de la sección de empotramiento

**3.3.8.3.- Comprobación fisuración Cara Interior**

Esfuerzos de diseño			Esfuerzos en servicio			Geometría de la sección		
M <sub>d</sub>	175,8	KN*m	M <sub>s</sub>	117,2	KN*m	Ancho b	1,00	m
N <sub>d</sub>	0,0	KN	N <sub>s</sub>	0,0	KN	Canto h	0,50	m
Clase de exposición						r <sub>min</sub> =	25	mm
						Δr =	5	mm
Ambiente	IIa		Calidad mínima	HA 25		Difícil de hormigonar		
Datos de los materiales				SI				
Hormigón			f <sub>ck</sub> =	25	N/mm <sup>2</sup>	r <sub>nom mín</sub> =	30	mm
Calidad	HA 25		f <sub>cd</sub> =	16,67	N/mm <sup>2</sup>	r <sub>nom trac</sub> =	35	mm
γ <sub>c</sub>	1,50		f <sub>ct,m</sub> =	2,56	N/mm <sup>2</sup>	r <sub>nom comp</sub> =	35	mm
T <sub>max árido</sub> =	20	mm	E <sub>c</sub> =	29.240	N/mm <sup>2</sup>	A <sub>b</sub> =	0,50	m <sup>2</sup>
Acero			f <sub>yk</sub> =	500	N/mm <sup>2</sup>	d =	0,457	m
Calidad	B 500 S		f <sub>yd</sub> =	434,78	N/mm <sup>2</sup>	d' =	0,414	m
γ <sub>s</sub>	1,15		f <sub>ya,d</sub> =	400,00	N/mm <sup>2</sup>	I <sub>b</sub> =	0,0104	m <sup>4</sup>
E <sub>s</sub>	200.000	N/mm <sup>2</sup>	ε <sub>yd</sub> =	2,17	‰	W <sub>b</sub> =	0,042	m <sup>3</sup>
Dimensionamiento (E.L.U.)								
M <sub>1</sub> =	175,8	KN*m	Cuantía geométrica mínima			Cuantía mecánica mínima		
N <sub>1</sub> =	0,0	KN	A <sub>s</sub> + A' <sub>s</sub> =	9,00	cm <sup>2</sup>	A <sub>s</sub> =	6,65	cm <sup>2</sup>
x <sub>lim</sub> =	0,282	m	Armadura de compresión			Armadura de tracción		
M <sub>lim</sub> =	1.100	KN*m	ε' <sub>s</sub> =	0,00	‰	ε <sub>s</sub> =	42,18	‰
e =	0,000	m	A' <sub>s</sub> =	0,00	cm <sup>2</sup>	A <sub>s</sub> =	9,13	cm <sup>2</sup>
ΔM <sub>d</sub> =	0,0	KN*m	Armadura de compresión			Armadura de tracción		
x =	0,035	m	realmente dispuesta			realmente dispuesta		
y =	0,028	m	ϕ 16 a 0,20 m			ϕ 16 a 0,20 m		
z =	0,443	m	A <sub>s comp rd</sub> =	10,05	cm <sup>2</sup>	A <sub>s trac rd</sub> =	10,05	cm <sup>2</sup>
Comprobación (E.L.S.) a fisuración por compresión								
M <sub>2</sub> =	117,2	KN*m	σ <sub>c max</sub> =	15.000	KN/m <sup>2</sup>	σ <sub>c1</sub> < σ <sub>c max</sub>		
N <sub>2</sub> =	0,0	KN	σ <sub>c1</sub> =	2.813	KN/m <sup>2</sup>	No fisuras por compresión		
Comprobación (E.L.S.) a fisuración por tracción								
M <sub>3</sub> =	117,2	KN*m	Sección fisurada			Alargamiento medio de las armaduras		
N <sub>3</sub> =	0,0	KN	x' <sub>f</sub> =	0,066	m	σ <sub>sr</sub> = 260.483 KN/m <sup>2</sup> σ <sub>s</sub> = 272.486 KN/m <sup>2</sup> K <sub>2</sub> = 0,5 ε <sub>sm</sub> = 0,74 ‰		
Sección homogénea			I <sub>f</sub> =	0,0012	m <sup>4</sup>			
Relación n = E <sub>s</sub> /E <sub>c</sub>			Cálculo abertura de fisura			Abertura de fisura		
A <sub>h</sub> =	0,51	m <sup>2</sup>	w <sub>k</sub> =	β x s <sub>m</sub> x e <sub>sm</sub>				
x <sub>Gh</sub> =	0,250	m	Coeficiente β			1,7		
I <sub>h</sub> =	0,0109	m <sup>4</sup>	Separación media de fisuras			w <sub>k</sub> = 0,26 mm w <sub>max</sub> = 0,30 mm		
M <sub>fis</sub> =	112,0	KN*m	K <sub>1</sub> =	0,125				
M <sub>3</sub> > M <sub>fis</sub>			A <sub>c,ef</sub> =	1.250	cm <sup>2</sup>	Fisuración controlada		
Análisis en sección fisurada			σ <sub>m</sub> =	209,5	mm			

**3.3.8.4.- Comprobacion fisuración Cara Exterior**

Esfuerzos de diseño			Esfuerzos en servicio			Geometría de la sección		
M <sub>d</sub>	237,4	KN*m	M <sub>s</sub>	158,3	KN*m	Ancho b	1,00	m
N <sub>d</sub>	0,0	KN	N <sub>s</sub>	0,0	KN	Canto h	0,50	m
Clase de exposición						r <sub>min</sub> =	25	mm
						Δr =	5	mm
Datos de los materiales						Difícil de hormigonar		SI
Hormigón			f <sub>ck</sub> =	25	N/mm <sup>2</sup>	r <sub>nom mín</sub> =	30	mm
Calidad	HA 25		f <sub>cd</sub> =	16,67	N/mm <sup>2</sup>	r <sub>nom trac</sub> =	35	mm
γ <sub>c</sub>	1,50		f <sub>ct,m</sub> =	2,56	N/mm <sup>2</sup>	r <sub>nom comp</sub> =	35	mm
T <sub>max árido</sub> =	20	mm	E <sub>c</sub> =	29.240	N/mm <sup>2</sup>	A <sub>b</sub> =	0,50	m <sup>2</sup>
Acero			f <sub>yk</sub> =	500	N/mm <sup>2</sup>	d =	0,457	m
Calidad	B 500 S		f <sub>yd</sub> =	434,78	N/mm <sup>2</sup>	d' =	0,414	m
γ <sub>s</sub>	1,15		f <sub>ya,d</sub> =	400,00	N/mm <sup>2</sup>	I <sub>b</sub> =	0,0104	m <sup>4</sup>
E <sub>s</sub>	200.000		ε <sub>yd</sub> =	2,17	‰	W <sub>b</sub> =	0,042	m <sup>3</sup>
Dimensionamiento (E.L.U.)								
M <sub>1</sub> =	237,4	KN*m	Cuantía geométrica mínima			Cuantía mecánica mínima		
N <sub>1</sub> =	0,0	KN	A <sub>s</sub> + A' <sub>s</sub> =	9,00	cm <sup>2</sup>	A <sub>s</sub> =	6,65	cm <sup>2</sup>
x <sub>lim</sub> =	0,282	m	Armadura de compresión			Armadura de tracción		
M <sub>lim</sub> =	1.100	KN*m	ε' <sub>s</sub> =	0,00	‰	ε <sub>s</sub> =	29,93	‰
e =	0,000	m	A' <sub>s</sub> =	0,00	cm <sup>2</sup>	A <sub>s</sub> =	12,47	cm <sup>2</sup>
ΔM <sub>d</sub> =	0,0	KN*m	Armadura de compresión			Armadura de tracción		
x =	0,048	m	realmente dispuesta			realmente dispuesta		
y =	0,038	m	ϕ 16 a 0,20 m			ϕ 16 a 0,20 m (+refuerzo ϕ12 en esquinas)		
z =	0,438	m	A <sub>s comp rd</sub> =	10,05	cm <sup>2</sup>	A <sub>s trac rd</sub> =	15,70	cm <sup>2</sup>
Comprobación (E.L.S.) a fisuración por compresión								
M <sub>2</sub> =	158,3	KN*m	σ <sub>c max</sub> =	15.000	KN/m <sup>2</sup>	σ <sub>c1</sub> < σ <sub>c max</sub>		
N <sub>2</sub> =	0,0	KN	σ <sub>c1</sub> =	3.798	KN/m <sup>2</sup>	No fisuras por compresión		
Comprobación (E.L.S.) a fisuración por tracción								
M <sub>3</sub> =	158,3	KN*m	Sección fisurada			Alargamiento medio de las armaduras		
N <sub>3</sub> =	0,0	KN	x' <sub>f</sub> =	0,083	m	σ <sub>sr</sub> = 171.597 KN/m <sup>2</sup> σ <sub>s</sub> = 238.055 KN/m <sup>2</sup> K <sub>2</sub> = 0,5 ε <sub>sm</sub> = 0,88 ‰		
Sección homogénea			I <sub>f</sub> =	0,0017	m <sup>4</sup>			
Relación n = E <sub>s</sub> /E <sub>c</sub>		6,84	Cálculo abertura de fisura			Abertura de fisura		
A <sub>h</sub> =	0,52	m <sup>2</sup>	w <sub>k</sub> =	β x s <sub>m</sub> x e <sub>sm</sub>				
x <sub>Gh</sub> =	0,249	m	Coeficiente β		1,7	w <sub>k</sub> = 0,26 mm w <sub>max</sub> = 0,30 mm		
I <sub>h</sub> =	0,0111	m <sup>4</sup>	Separación media de fisuras					
M <sub>fis</sub> =	114,1	KN*m	K <sub>1</sub> =	0,125		Fisuración controlada		
M <sub>3</sub> > M <sub>fis</sub>			A <sub>c,ef</sub> =	1.250	cm <sup>2</sup>			
Análisis en sección fisurada			σ <sub>m</sub> = 173,7 mm					

Trabajo: **3.3.- Estructura Cañon de Acceso Usansolo**Código trabajo: **P01700**Cálculo: **3.3.9.- Armado Cubierta**

	<b>página</b>
3.3.9.1.- Armadura de flexión Cara Superior .....	<b>3325</b>
3.3.9.2.- Armadura de flexión Cara Inferior .....	<b>3326</b>
3.3.9.3.- Comprobacion fisuración Cara Superior .....	<b>3327</b>
3.3.9.4.- Comprobacion fisuración Cara Inferior .....	<b>3328</b>

**3.3.9.1.- Armadura de flexión Cara Superior**

Datos de los materiales		Hormigón	Esfuerzos y parámetros de diseño		RESULTADOS FINALES
Hormigón	HA 25	$f_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$	<b>Flexión</b>		<b>Flexión</b>
Acero	B 500 S	$f_{cd} = 16,67 \text{ N/mm}^2$	$\gamma_{desfav} = 1,0$		$y = 3,47 \text{ cm}$
Geometría de la sección		$f_{ct,m} = 2,56 \text{ N/mm}^2$	$M_d = 16,8 \text{ Mp}\cdot\text{m}$		$x = 4,33 \text{ cm}$
Ancho b	1,00 m	$f_{1cd} = 10,00 \text{ N/mm}^2$	$N_d = 0,0 \text{ Mp}$		$z = 0,343 \text{ m}$
Aneto b <sub>0</sub>	1,00 m	<b>Acero</b>		Armadura de tracción	
Canto h	0,40 m	$f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2$	$e = 0,00 \text{ m}$		$\epsilon_s = 25,57 \text{ ‰}$
Recubr r	4,0 cm	$f_{yd} = 434,78 \text{ N/mm}^2$	$\Delta M_d = 0,0 \text{ Mp}\cdot\text{m}$		$A_s = 11,30 \text{ cm}^2$
$\alpha_{paramento}$	0,0 °	$f_{ya,d} = 400,00 \text{ N/mm}^2$	<b>Cortante</b>		Armadura de compresión
Esfuerzos en la sección		$\epsilon_{yd} = 2,17 \text{ ‰}$	$V_d = 14,6 \text{ Mp}$		$\epsilon'_s = 0,00 \text{ ‰}$
$M_s$	16,8 Mp·m	<b>Sección</b>		$V_{cd} = 0,00 \text{ Mp}$	$f'_s = 0,00 \text{ N/mm}^2$
$N_s$	0,0 Mp	$A_c = 0,40 \text{ m}^2$	$V_{rd} = 14,6 \text{ Mp}$		$A'_s = 0,00 \text{ cm}^2$
$V_s$	14,6 Mp	$d = 0,360 \text{ m}$	$\sigma'_{cd} = 0,00 \text{ Kp/cm}^2$		Cuántia mínima
		$d' = 0,320 \text{ m}$	$k = 1,000 \leq 1,0$		$A_s = 7,20 \text{ cm}^2$
		$x_{lim} = 0,222 \text{ m}$	$ctg\theta_e = 1,000$		$A_{s\ pml} = 7,20 \text{ cm}^2/\text{m}$
		$M_{lim} = 68,2 \text{ Mp}\cdot\text{m}$	$\theta_e = 45,000 \text{ °}$		<b>Cortante</b>
			$\theta = 45,000 \text{ °}$		$V_{u1} = 180,00 \text{ Mp}$
			$ctg\theta = 1,000$		Resiste la sección
			$\alpha = 90,00 \text{ °}$		$V_{cu}^{sa} = 16,72 \text{ Mp}$
			$\epsilon = 1,74536$		No necesita Ast de cortante
			$A_{s\ rd} = 15,70 \text{ cm}^2$		$V_{cu}^{ca} = 13,93 \text{ Mp}$
			$\rho_l = 0,004 \leq 0,02$		$V_{su} = 0,00 \text{ Mp}$
			$\beta = 1,000$		$A_{st} = 0,00 \text{ cm}^2/\text{m}$

**3.3.9.2.- Armadura de flexión Cara Inferior**

Datos de los materiales		Hormigón		Esfuerzos y parámetros de diseño		RESULTADOS FINALES	
Hormigón	HA 25	$f_{ck} = 25$	N/mm <sup>2</sup>	<b>Flexión</b> $\gamma_{desfav} = 1,0$ $M_d = 10,7$ Mp*m $N_d = 0,0$ Mp $e = 0,00$ m $\Delta M_d = 0,0$ Mp*m		<b>Flexión</b>	
Acero	B 500 S	$f_{cd} = 16,67$	N/mm <sup>2</sup>			$y = 2,17$ cm	
Geometría de la sección		$f_{ct,m} = 2,56$	N/mm <sup>2</sup>			$x = 2,71$ cm	
		$f_{1cd} = 10,00$	N/mm <sup>2</sup>			$z = 0,349$ m	
Ancho b	1,00 m	<b>Acero</b>				Armadura de tracción	
Aneto b <sub>0</sub>	1,00 m					$\epsilon_s = 42,97$ ‰	
Canto h	0,40 m	$f_{yk} = 500$	N/mm <sup>2</sup>			$A_s = 7,07$ cm <sup>2</sup>	
Recubr r	4,0 cm	$f_{yd} = 434,78$	N/mm <sup>2</sup>			Armadura de compresión	
$\alpha_{paramento}$	0,0 °	$f_{y\alpha,d} = 400,00$	N/mm <sup>2</sup>	<b>Cortante</b>		Armadura de compresión	
Esfuerzos en la sección		$\epsilon_{yd} = 2,17$	‰	$V_d = 13,5$ Mp		$\epsilon'_s = 0,00$ ‰	
M <sub>s</sub>	10,7 Mp*m	<b>Sección</b>		$V_{cd} = 0,00$ Mp		$f'_s = 0,00$ N/mm <sup>2</sup>	
N <sub>s</sub>	0,0 Mp	$A_c = 0,40$	m <sup>2</sup>	$V_{rd} = 13,5$ Mp		$A'_s = 0,00$ cm <sup>2</sup>	
V <sub>s</sub>	13,5 Mp	$d = 0,360$	m	$\sigma'_{cd} = 0,00$ Kp/cm <sup>2</sup>		Cuantía mínima	
		$d' = 0,320$	m	$k = 1,000 \leq 1,0$		$A_s = 7,20$ cm <sup>2</sup>	
		$x_{lim} = 0,222$	m	$ctg\theta_e = 1,000$		$A_{s\text{ pml}} = 7,20$ cm <sup>2</sup> /m	
		$M_{lim} = 68,2$	Mp*m	$\theta_e = 45,000$ °		<b>Cortante</b>	
				$\theta = 45,000$ °		$V_{u1} = 180,00$ Mp	
				$ctg\theta = 1,000$		Resiste la sección	
				$\alpha = 90,00$ °		$V_{cu}^{sa} = 14,41$ Mp	
				$\epsilon = 1,74536$		No necesita Ast de cortante	
				$A_{s\text{ rd}} = 10,05$ cm <sup>2</sup>		$V_{cu}^{ca} = 12,01$ Mp	
				$\rho_l = 0,003 \leq 0,02$		$V_{su} = 0,00$ Mp	
				$\beta = 1,000$		$A_{st} = 0,00$ cm <sup>2</sup> /m	

**3.3.9.3.- Comprobacion fisuración Cara Superior**

Esfuerzos de diseño		Esfuerzos en servicio		Geometría de la sección	
M <sub>d</sub>	168,3 KN*m	M <sub>s</sub>	112,2 KN*m	Ancho b	1,00 m
N <sub>d</sub>	0,0 KN	N <sub>s</sub>	0,0 KN	Canto h	0,40 m
Clase de exposición				r <sub>min</sub> =	25 mm
Ambiente	Ila	Calidad mínima	HA 25	Δr =	5 mm
Datos de los materiales				Difícil de hormigonar	SI
Hormigón		f <sub>ck</sub> =	25 N/mm <sup>2</sup>	r <sub>nom mín</sub> =	30 mm
Calidad	HA 25	f <sub>cd</sub> =	16,67 N/mm <sup>2</sup>	r <sub>nom trac</sub> =	35 mm
γ <sub>c</sub>	1,50	f <sub>ct,m</sub> =	2,56 N/mm <sup>2</sup>	r <sub>nom comp</sub> =	35 mm
T <sub>max árido</sub> =	20 mm	E <sub>c</sub> =	29.240 N/mm <sup>2</sup>	A <sub>b</sub> =	0,40 m <sup>2</sup>
Acero		f <sub>yk</sub> =	500 N/mm <sup>2</sup>	d =	0,357 m
Calidad	B 500 S	f <sub>yd</sub> =	434,78 N/mm <sup>2</sup>	d' =	0,314 m
γ <sub>s</sub>	1,15	f <sub>ya,d</sub> =	400,00 N/mm <sup>2</sup>	I <sub>b</sub> =	0,0053 m <sup>4</sup>
E <sub>s</sub>	200.000 N/mm <sup>2</sup>	ε <sub>yd</sub> =	2,17 ‰	W <sub>b</sub> =	0,027 m <sup>3</sup>
Dimensionamiento (E.L.U.)					
M <sub>1</sub> =	168,3 KN*m	Cuantía geométrica mínima		Cuantía mecánica mínima	
N <sub>1</sub> =	0,0 KN	A <sub>s</sub> + A' <sub>s</sub> =	7,20 cm <sup>2</sup>	A <sub>s</sub> =	4,72 cm <sup>2</sup>
x <sub>lim</sub> =	0,220 m	Armadura de compresión		Armadura de tracción	
M <sub>lim</sub> =	671 KN*m	ε' <sub>s</sub> =	0,00 ‰	ε <sub>s</sub> =	25,07 ‰
e =	0,000 m	A' <sub>s</sub> =	0,00 cm <sup>2</sup>	A <sub>s</sub> =	11,40 cm <sup>2</sup>
ΔM <sub>d</sub> =	0,0 KN*m	Armadura de compresión		Armadura de tracción	
x =	0,044 m	realmente dispuesta		realmente dispuesta	
y =	0,035 m	Φ 16 a 0,20 m		Φ 16 a 0,20 m (+refuerzo ø12 en esquinas)	
z =	0,340 m	A <sub>s comp rd</sub> =	10,05 cm <sup>2</sup>	A <sub>s trac rd</sub> =	15,70 cm <sup>2</sup>
Comprobación (E.L.S.) a fisuración por compresión					
M <sub>2</sub> =	112,2 KN*m	σ <sub>c max</sub> =	15.000 KN/m <sup>2</sup>	σ <sub>c1</sub> <	σ <sub>c max</sub>
N <sub>2</sub> =	0,0 KN	σ <sub>c1</sub> =	4.208 KN/m <sup>2</sup>	No fisuras por compresión	
Comprobación (E.L.S.) a fisuración por tracción					
M <sub>3</sub> =	112,2 KN*m	Sección fisurada		Alargamiento medio de las armaduras	
N <sub>3</sub> =	0,0 KN	x' <sub>f</sub> =	0,071 m	σ <sub>sr</sub> = 143.591 KN/m <sup>2</sup>	
Sección homogénea		I <sub>f</sub> =	0,0010 m <sup>4</sup>	σ <sub>s</sub> = 218.876 KN/m <sup>2</sup>	
Relación n = E <sub>s</sub> /E <sub>c</sub>		Cálculo abertura de fisura		K <sub>2</sub> = 0,5	
A <sub>h</sub> =	0,42 m <sup>2</sup>	w <sub>k</sub> =	β x s <sub>m</sub> x e <sub>sm</sub>	ε <sub>sm</sub> = 0,86 ‰	
x <sub>Gh</sub> =	0,199 m	Coeficiente β		1,7	
I <sub>h</sub> =	0,0057 m <sup>4</sup>	Separación media de fisuras		Abertura de fisura	
M <sub>fis</sub> =	73,6 KN*m	K <sub>1</sub> =	0,125	w <sub>k</sub> =	0,24 mm
M <sub>3</sub> > M <sub>fis</sub>		A <sub>c,ef</sub> =	1.000 cm <sup>2</sup>	w <sub>max</sub> =	0,30 mm
Análisis en sección fisurada		σ <sub>m</sub> =	161,0 mm	Fisuración controlada	



**3.3.9.4.- Comprobacion fisuración Cara Inferior**

Esfuerzos de diseño			Esfuerzos en servicio			Geometría de la sección		
M <sub>d</sub>	107,3	KN*m	M <sub>s</sub>	71,5	KN*m	Ancho b	1,00	m
N <sub>d</sub>	0,0	KN	N <sub>s</sub>	0,0	KN	Canto h	0,40	m
Clase de exposición						r <sub>min</sub> =	25	mm
Ambiente	IIa		Calidad mínima		HA 25	Δr =	5	mm
Datos de los materiales						Difícil de hormigonar		SI
Hormigón			f <sub>ck</sub> = 25 N/mm <sup>2</sup>			r <sub>nom min</sub> =	30	mm
Calidad	HA 25		f <sub>cd</sub> = 16,67 N/mm <sup>2</sup>			r <sub>nom trac</sub> =	35	mm
γ <sub>c</sub>	1,50		f <sub>ct,m</sub> = 2,56 N/mm <sup>2</sup>			r <sub>nom comp</sub> =	35	mm
T <sub>max árido</sub> =	20	mm	E <sub>c</sub> = 29.240 N/mm <sup>2</sup>			A <sub>b</sub> =	0,40	m <sup>2</sup>
Acero			f <sub>yk</sub> = 500 N/mm <sup>2</sup>			d =	0,357	m
Calidad	B 500 S		f <sub>yd</sub> = 434,78 N/mm <sup>2</sup>			d' =	0,314	m
γ <sub>s</sub>	1,15		f <sub>ya,d</sub> = 400,00 N/mm <sup>2</sup>			I <sub>b</sub> =	0,0053	m <sup>4</sup>
E <sub>s</sub>	200.000 N/mm <sup>2</sup>		ε <sub>yd</sub> = 2,17 ‰			W <sub>b</sub> =	0,027	m <sup>3</sup>
Dimensionamiento (E.L.U.)								
M <sub>1</sub> =	107,3	KN*m	Cuantía geométrica mínima			Cuantía mecánica mínima		
N <sub>1</sub> =	0,0	KN	A <sub>s</sub> + A' <sub>s</sub> =	7,20	cm <sup>2</sup>	A <sub>s</sub> =	4,72	cm <sup>2</sup>
x <sub>lim</sub> =	0,220	m	Armadura de compresión			Armadura de tracción		
M <sub>lim</sub> =	671	KN*m	ε' <sub>s</sub> =	0,00	‰	ε <sub>s</sub> =	42,17	‰
e =	0,000	m	A' <sub>s</sub> =	0,00	cm <sup>2</sup>	A <sub>s</sub> =	7,13	cm <sup>2</sup>
ΔM <sub>d</sub> =	0,0	KN*m	Armadura de compresión			Armadura de tracción		
x =	0,027	m	realmente dispuesta			realmente dispuesta		
y =	0,022	m	Φ 16 a 0,20 m			Φ 16 a 0,20 m		
z =	0,346	m	A <sub>s comp rd</sub> =	10,05	cm <sup>2</sup>	A <sub>s trac rd</sub> =	10,05	cm <sup>2</sup>
Comprobación (E.L.S.) a fisuración por compresión								
M <sub>2</sub> =	71,5	KN*m	σ <sub>c max</sub> =	15.000	KN/m <sup>2</sup>	σ <sub>c1</sub> < σ <sub>c max</sub>		
N <sub>2</sub> =	0,0	KN	σ <sub>c1</sub> =	2.683	KN/m <sup>2</sup>	No fisuras por compresión		
Comprobación (E.L.S.) a fisuración por tracción								
M <sub>3</sub> =	71,5	KN*m	Sección fisurada			Alargamiento medio de las armaduras		
N <sub>3</sub> =	0,0	KN	x' <sub>f</sub> =	No nec	m	σ <sub>sr</sub> = No nec KN/m <sup>2</sup> σ <sub>s</sub> = No nec KN/m <sup>2</sup> K <sub>2</sub> = 0,5 ε <sub>sm</sub> = No nec ‰		
Sección homogénea			I <sub>f</sub> =	No nec	m <sup>4</sup>			
Relación n = E <sub>s</sub> /E <sub>c</sub>		6,84	Cálculo abertura de fisura			Abertura de fisura		
A <sub>h</sub> =	0,41	m <sup>2</sup>	w <sub>k</sub> =	β x s <sub>m</sub> x e <sub>sm</sub>				
x <sub>Gh</sub> =	0,200	m	Coeficiente β		1,7	w <sub>k</sub> = No nec mm w <sub>max</sub> = No nec mm		
I <sub>h</sub> =	0,0056	m <sup>4</sup>	Separación media de fisuras					
M <sub>fis</sub> =	72,1	KN*m	K <sub>1</sub> =	No nec		No hay fisuración		
M <sub>3</sub> < M <sub>fis</sub>			A <sub>c,ef</sub> =	No nec	cm <sup>2</sup>			
No necesario el análisis			σ <sub>m</sub> = No nec mm					



Trabajo: **P.C. Línea 5 del FMB. Tramo: Estación Hospital**Código trabajo: **p01700**Cálculo: **4.- Ascensor Acceso Hospital**

	<b>página</b>
<b>4.1.- Entibación .....</b>	<b>4100</b>
4.1.1.- Norma y materiales .....	4101
4.1.2.- Acciones .....	4101
4.1.3.- Descripción del terreno .....	4101
4.1.4.- Geometría .....	4101
4.1.5.- Comprobación de la geometría .....	4102
4.1.16.- Esquema de las fases .....	4102
4.1.7.- Cargas .....	4105
4.1.8.- Elementos de apoyo .....	4105
4.1.9.- Resultados de las fases .....	4106
4.1.10.- Resultados para los elementos de apoyo .....	4108
4.1.11.- Comprobaciones de estabilidad .....	4109
4.1.12.- Cálculo viga de reparto de anclajes .....	4111
4.1.13.- Estructuras de arriostamiento .....	4114
<b>4.2.- Arqueta .....</b>	<b>4200</b>
4.2.1.- Normas consideradas .....	4201
4.2.2.- Geometría .....	4201
4.2.3.- Hipótesis de carga .....	4202
4.2.4.- Cargas .....	4203
4.2.5.- Combinaciones .....	4204
4.2.6.- Materiales .....	4205
4.2.7.- Esfuerzos y armados .....	4205

### 4.1.1.- NORMA Y MATERIALES

Norma de hormigón: EHE-08 (España)

Guía para el Diseño y Ejecución de Anclajes al terreno en Obras de Carretera (MF)

Hormigón: HA-25,  $Y_c=1.5$

Clase de exposición: Clase IIa

### 4.1.2.- ACCIONES

Mayoración esfuerzos en construcción: 1.50

Mayoración esfuerzos en servicio: 1.50

Sin análisis sísmico

Sin considerar acciones térmicas en puntales

### 4.1.3.- DESCRIPCIÓN DEL TERRENO

Cota de la roca: -10.00 m

Porcentaje del rozamiento interno entre el terreno y el trasdós del muro pantalla: 0.0 %

Porcentaje del rozamiento interno entre el terreno y el intradós del muro pantalla: 0.0 %

#### ESTRATOS

Referencias	Cota superior	Descripción	Coefficientes de empuje
1	0.00 m	Densidad aparente: 1.9 kg/dm <sup>3</sup> Densidad sumergida: 1.0 kg/dm <sup>3</sup> Ángulo rozamiento interno: 30 grados Cohesión: 0.00 t/m <sup>2</sup> Módulo de balasto empuje activo: 1000.0 t/m <sup>3</sup> Módulo de balasto empuje pasivo: 1000.0 t/m <sup>3</sup> Gradiente módulo de balasto: 0.0 t/m <sup>4</sup>	Activo trasdós: 0.33 Reposo trasdós: 0.50 Pasivo trasdós: 3.00 Activo intradós: 0.33 Reposo intradós: 0.50 Pasivo intradós: 3.00

### 4.1.4.- GEOMETRÍA

Cota de la rasante: 0.00 m

Altura del muro sobre la rasante: 0.50 m

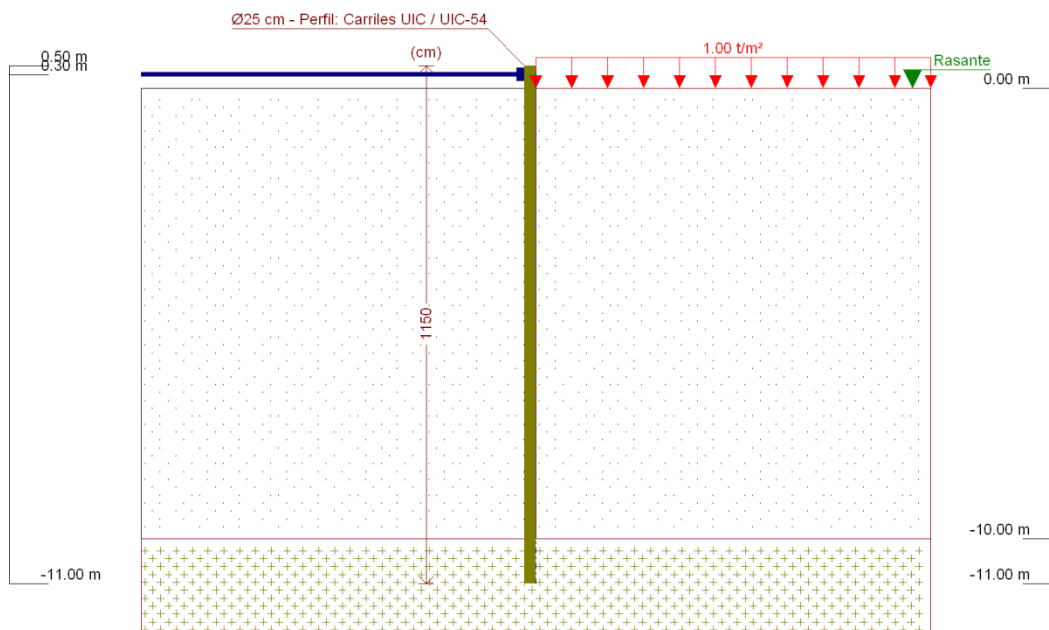
Tipología: Cortina de micropilotes

Altura total: 11.50 m Diámetro: 25.00 cm Separación: 40.00 cm Serie de micropilotes: Carriles UIC Perfil: UIC-54
--

### 4.1.5.- COMPROBACIÓN DE LA GEOMETRÍA

Comprobación	Valores	Estado
Esbeltez máxima:	Máximo: 200 Calculado: 96	Cumple
Tensión máxima:		
- Acero:	Máximo: 4.2 t/cm <sup>2</sup> Calculado: 2.607 t/cm <sup>2</sup>	Cumple
- Hormigón:	Máximo: 0.122 t/cm <sup>2</sup> Calculado: 0.111 t/cm <sup>2</sup>	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Esfuerzos para el cálculo de la tensión en el acero: Axil: 10.44 t; Momento: -8.00 t·m; Cortante: 0.01 t		
- Esfuerzos para el cálculo de la tensión en el hormigón: Axil: 10.44 t; Momento: -8.00 t·m; Cortante: 0.01 t		
- Esfuerzos mayorados por micropilote (Diámetro: 25.00 cm)		

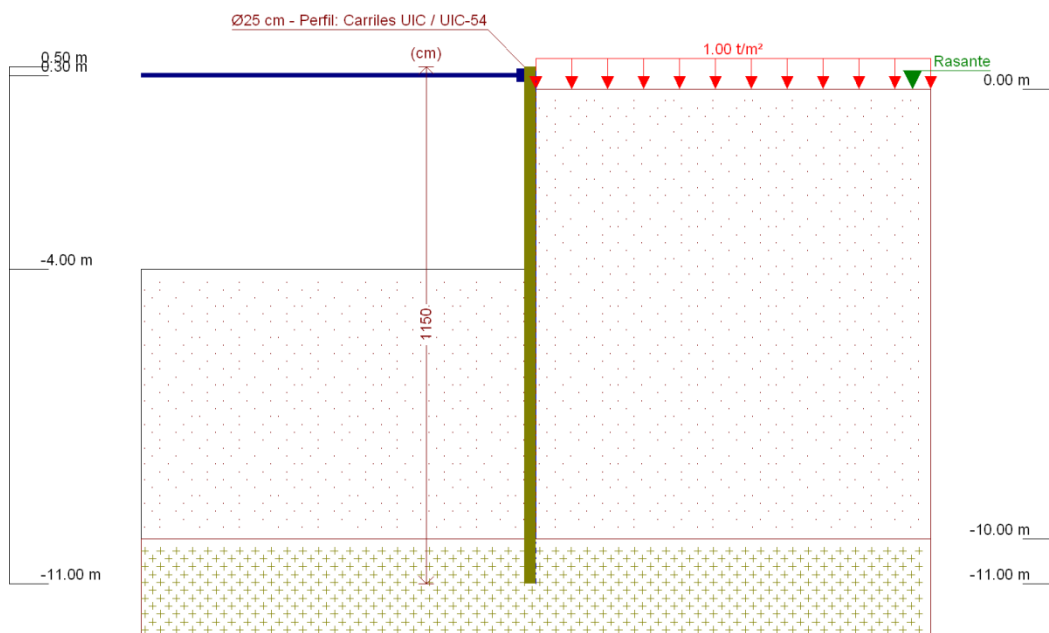
### 4.1.6.- ESQUEMA DE LAS FASES



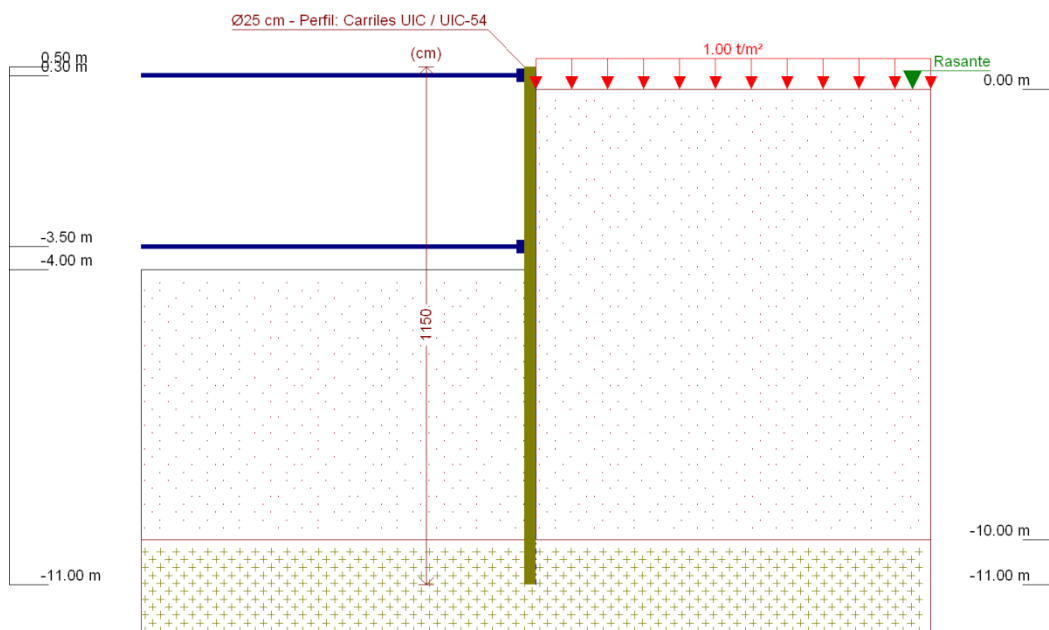
Referencias	Nombre	Descripción
Fase 1	Estado Inicial	Tipo de fase: Constructiva Cota de excavación: 0.00 m

## 4.1. ENTIBACIÓN (ASCENSOR HOSPITAL)

P.C. Línea 5 del FMB. Tramo: Estación Hospital



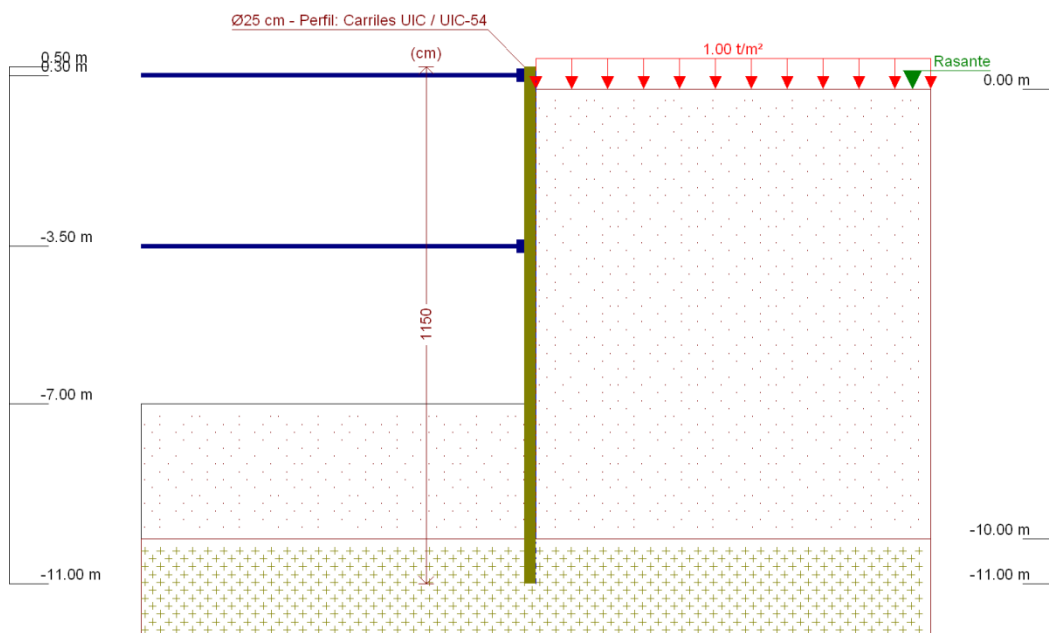
Referencias	Nombre	Descripción
Fase 2	Excavación hasta segundo nivel arriostramiento	Tipo de fase: Constructiva Cota de excavación: -4.00 m



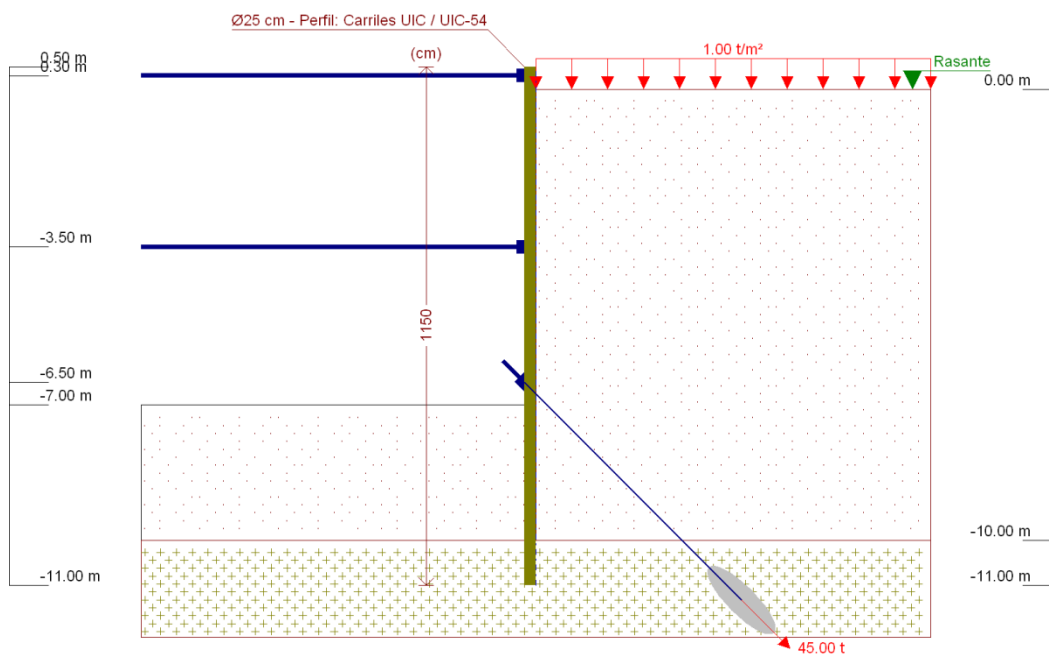
Referencias	Nombre	Descripción
Fase 3	Colocación de segunda estructura arriostramiento	Tipo de fase: Constructiva Cota de excavación: -4.00 m

## 4.1. ENTIBACIÓN (ASCENSOR HOSPITAL)

P.C. Línea 5 del FMB. Tramo: Estación Hospital



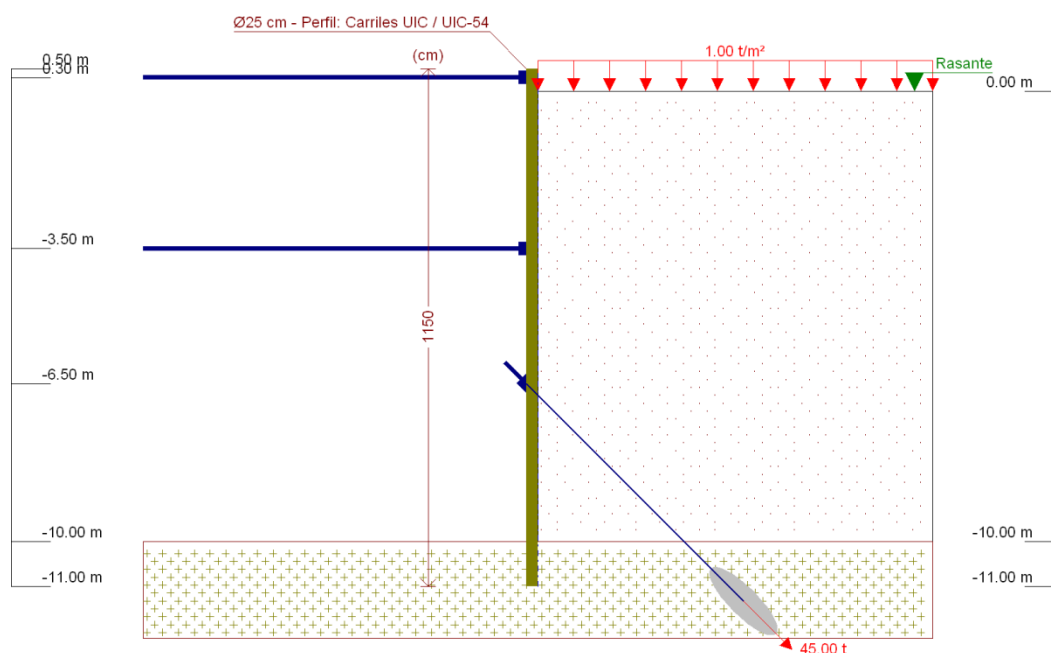
Referencias	Nombre	Descripción
Fase 4	Excavación hasta primera línea de anclajes	Tipo de fase: Constructiva Cota de excavación: -7.00 m



Referencias	Nombre	Descripción
Fase 5	Colocación de primera línea de anclajes	Tipo de fase: Constructiva Cota de excavación: -7.00 m

## 4.1. ENTIBACIÓN (ASCENSOR HOSPITAL)

P.C. Línea 5 del FMB. Tramo: Estación Hospital



Referencias	Nombre	Descripción
Fase 6	Excavación hasta roca	Tipo de fase: Constructiva Cota de excavación: -10.00 m

### 4.1.7.- CARGAS

#### CARGAS EN EL TRASDÓS

Tipo	Cota	Datos	Fase inicial	Fase final
Uniforme	En superficie	Valor: 1 t/m²	Estado Inicial	Excavación hasta roca

### 4.1.8.- ELEMENTOS DE APOYO

#### PUNTALES

Descripción	Fase inicial	Fase final
Cota: 0.30 m Rigidez axil: 28900 t/m Separación: 4.0 m	Estado Inicial	Excavación hasta roca
Cota: -3.50 m Rigidez axil: 28900 t/m Separación: 4.0 m	Colocación de segunda estructura de arriostramiento	Excavación hasta roca

#### ANCLAJES ACTIVOS

Descripción	Fase inicial	Fase final
Cota: -6.50 m Rigidez axil: 1638 t/m Carga: 45.00 t Ángulo: 45 grados Separación: 2.40 m	Colocación de primera línea de anclajes	Excavación hasta roca



**4.1.9.- RESULTADOS DE LAS FASES**

Esfuerzos sin mayorar.

**FASE 1: ESTADO INICIAL**
**BÁSICA**

Cota (m)	Desplazamientos (mm)	Ley de axiles (t/m)	Ley de cortantes (t/m)	Ley de momento flector (t·m/m)	Ley de empujes (t/m <sup>2</sup> )	Presión hidrostática (t/m <sup>2</sup> )
0.50	-0.00	-0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	-0.07	0.20	-0.22	-0.07	0.43	0.00
-1.00	-0.19	0.60	-0.00	-0.14	0.12	0.00
-2.00	-0.25	1.00	0.06	-0.09	0.00	0.00
-3.00	-0.26	1.40	0.05	-0.03	-0.03	0.00
-4.00	-0.26	1.80	0.02	0.00	-0.03	0.00
-5.00	-0.26	2.20	-0.00	0.01	-0.02	0.00
-6.00	-0.27	2.60	-0.03	-0.01	-0.03	0.00
-7.00	-0.26	3.00	-0.06	-0.06	-0.03	0.00
-8.00	-0.24	3.40	-0.07	-0.13	0.03	0.00
-9.00	-0.15	3.80	0.00	-0.17	0.19	0.00
-10.00	0.00	4.20	0.30	-0.00	0.50	0.00
-11.00	0.00	4.60	0.00	-0.00	0.00	0.00
Máximos	0.00 Cota: -10.00 m	4.60 Cota: -11.00 m	0.30 Cota: -10.00 m	0.04 Cota: -10.25 m	0.50 Cota: -10.00 m	0.00 Cota: 0.50 m
Mínimos	-0.27 Cota: -6.50 m	-0.00 Cota: 0.50 m	-0.22 Cota: 0.25 m	-0.17 Cota: -8.75 m	-0.03 Cota: -6.50 m	0.00 Cota: 0.50 m

**FASE 2: EXCAVACIÓN HASTA SEGUNDO NIVEL DE ARRIOSTRAMIENTO**
**BÁSICA**

Cota (m)	Desplazamientos (mm)	Ley de axiles (t/m)	Ley de cortantes (t/m)	Ley de momento flector (t·m/m)	Ley de empujes (t/m <sup>2</sup> )	Presión hidrostática (t/m <sup>2</sup> )
0.50	0.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
-0.25	-3.50	0.30	-3.00	-1.66	0.49	0.00
-1.25	-8.38	0.70	-2.27	-4.26	1.13	0.00
-2.25	-11.38	1.10	-0.91	-5.72	1.76	0.00
-3.25	-11.86	1.50	1.09	-5.43	2.39	0.00
-4.25	-9.97	1.90	3.72	-2.75	1.60	0.00
-5.25	-6.88	2.30	3.42	1.17	-3.47	0.00
-6.25	-4.24	2.70	0.19	2.47	-2.09	0.00
-7.25	-2.66	3.10	-1.34	1.60	-0.82	0.00
-8.25	-1.78	3.50	-1.59	-0.02	0.74	0.00
-9.25	-0.90	3.90	-0.24	-0.90	2.50	0.00
-10.25	0.00	4.30	0.00	0.29	0.00	0.00
Máximos	0.70 Cota: 0.50 m	4.60 Cota: -11.00 m	4.20 Cota: -4.75 m	2.47 Cota: -6.25 m	4.30 Cota: -10.00 m	0.00 Cota: 0.50 m
Mínimos	-11.99 Cota: -3.00 m	0.00 Cota: 0.50 m	-3.04 Cota: 0.25 m	-5.84 Cota: -2.50 m	-3.74 Cota: -5.50 m	0.00 Cota: 0.50 m

**FASE 3: COLOCACIÓN DE SEGUNDA ESTRUCTURA DE ARRIOSTRAMIENTO**
**BÁSICA**

Cota (m)	Desplazamientos (mm)	Ley de axiles (t/m)	Ley de cortantes (t/m)	Ley de momento flector (t·m/m)	Ley de empujes (t/m <sup>2</sup> )	Presión hidrostática (t/m <sup>2</sup> )
----------	----------------------	---------------------	------------------------	--------------------------------	------------------------------------	--

#### 4.1. ENTIBACIÓN (ASCENSOR HOSPITAL)

P.C. Línea 5 del FMB. Tramo: Estación Hospital

Cota (m)	Desplazamientos (mm)	Ley de axiles (t/m)	Ley de cortantes (t/m)	Ley de momento flector (t·m/m)	Ley de empujes (t/m <sup>2</sup> )	Presión hidrostática (t/m <sup>2</sup> )
0.50	0.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
-0.25	-3.50	0.30	-3.00	-1.66	0.49	0.00
-1.25	-8.38	0.70	-2.27	-4.26	1.13	0.00
-2.25	-11.38	1.10	-0.91	-5.72	1.76	0.00
-3.25	-11.86	1.50	1.09	-5.43	2.39	0.00
-4.25	-9.97	1.90	3.72	-2.75	1.60	0.00
-5.25	-6.88	2.30	3.42	1.17	-3.47	0.00
-6.25	-4.24	2.70	0.19	2.47	-2.09	0.00
-7.25	-2.66	3.10	-1.34	1.60	-0.82	0.00
-8.25	-1.78	3.50	-1.59	-0.02	0.74	0.00
-9.25	-0.90	3.90	-0.24	-0.90	2.50	0.00
-10.25	0.00	4.30	0.00	0.29	0.00	0.00
Máximos	0.70 Cota: 0.50 m	4.60 Cota: -11.00 m	4.20 Cota: -4.75 m	2.47 Cota: -6.25 m	4.30 Cota: -10.00 m	0.00 Cota: 0.50 m
Mínimos	-11.99 Cota: -3.00 m	0.00 Cota: 0.50 m	-3.04 Cota: 0.00 m	-5.84 Cota: -2.50 m	-3.74 Cota: -5.50 m	0.00 Cota: 0.50 m

#### FASE 4: EXCAVACIÓN HASTA PRIMERA LÍNEA DE ANCLAJES

##### BÁSICA

Cota (m)	Desplazamientos (mm)	Ley de axiles (t/m)	Ley de cortantes (t/m)	Ley de momento flector (t·m/m)	Ley de empujes (t/m <sup>2</sup> )	Presión hidrostática (t/m <sup>2</sup> )
0.50	0.61	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
-0.25	-2.74	0.30	-1.97	-1.12	1.26	0.00
-1.25	-6.72	0.70	-0.10	-2.05	2.78	0.00
-2.25	-9.85	1.10	2.99	-0.27	3.29	0.00
-3.25	-12.94	1.50	5.83	4.61	2.39	0.00
-4.25	-17.82	1.90	-8.48	-0.67	3.03	0.00
-5.25	-22.53	2.30	-5.21	-7.16	3.66	0.00
-6.25	-24.12	2.70	-1.32	-9.99	4.29	0.00
-7.25	-21.34	3.10	3.21	-8.52	3.50	0.00
-8.25	-14.83	3.50	4.81	-3.92	-1.57	0.00
-9.25	-6.53	3.90	1.55	-0.82	-2.48	0.00
-10.25	0.00	4.30	0.00	0.21	0.00	0.00
Máximos	0.61 Cota: 0.50 m	4.60 Cota: -11.00 m	6.43 Cota: -3.50 m	6.21 Cota: -3.50 m	7.15 Cota: -10.00 m	0.00 Cota: 0.50 m
Mínimos	-24.12 Cota: -6.25 m	0.00 Cota: 0.50 m	-9.87 Cota: -3.75 m	-10.05 Cota: -6.50 m	-4.54 Cota: -9.00 m	0.00 Cota: 0.50 m

#### FASE 5: COLOCACIÓN DE PRIMERA LÍNEA DE ANCLAJES

##### BÁSICA

Cota (m)	Desplazamientos (mm)	Ley de axiles (t/m)	Ley de cortantes (t/m)	Ley de momento flector (t·m/m)	Ley de empujes (t/m <sup>2</sup> )	Presión hidrostática (t/m <sup>2</sup> )
0.50	0.63	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00
-0.25	-2.84	0.30	-2.08	-1.17	1.15	0.00
-1.25	-6.98	0.70	-0.38	-2.30	2.53	0.00
-2.25	-10.13	1.10	2.44	-0.97	3.01	0.00
-3.25	-12.93	1.50	5.10	3.22	2.40	0.00
-4.25	-16.92	1.90	-7.69	-1.75	3.93	0.00
-5.25	-20.27	2.30	-3.03	-6.68	5.92	0.00
-6.25	-20.76	2.70	3.61	-5.71	7.65	0.00
-7.25	-18.63	16.36	-1.85	-7.19	7.48	0.00
-8.25	-13.49	16.76	3.75	-5.06	1.11	0.00

## 4.1. ENTIBACIÓN (ASCENSOR HOSPITAL)

P.C. Línea 5 del FMB. Tramo: Estación Hospital

Cota (m)	Desplazamientos (mm)	Ley de axiles (t/m)	Ley de cortantes (t/m)	Ley de momento flector (t·m/m)	Ley de empujes (t/m <sup>2</sup> )	Presión hidrostática (t/m <sup>2</sup> )
-9.25	-6.11	17.16	2.39	-1.69	-1.64	0.00
-10.25	0.00	17.56	0.00	0.39	0.00	0.00
Máximos	0.63 Cota: 0.50 m	17.86 Cota: -11.00 m	5.70 Cota: -3.50 m	4.64 Cota: -3.50 m	7.89 Cota: -6.75 m	0.00 Cota: 0.50 m
Mínimos	-20.94 Cota: -6.00 m	0.00 Cota: 0.50 m	-9.33 Cota: -3.75 m	-7.19 Cota: -7.25 m	-3.34 Cota: -9.00 m	0.00 Cota: 0.50 m

## FASE 6: EXCAVACIÓN HASTA ROCA

### BÁSICA

Cota (m)	Desplazamientos (mm)	Ley de axiles (t/m)	Ley de cortantes (t/m)	Ley de momento flector (t·m/m)	Ley de empujes (t/m <sup>2</sup> )	Presión hidrostática (t/m <sup>2</sup> )
0.50	0.62	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
-0.25	-2.82	0.30	-2.08	-1.17	1.17	0.00
-1.25	-6.92	0.70	-0.34	-2.28	2.59	0.00
-2.25	-10.05	1.10	2.55	-0.87	3.09	0.00
-3.25	-12.86	1.50	5.30	3.48	2.47	0.00
-4.25	-17.00	1.90	-7.12	-1.00	3.85	0.00
-5.25	-20.83	2.30	-2.68	-5.47	5.36	0.00
-6.25	-22.33	2.70	3.06	-4.63	6.08	0.00
-7.25	-21.65	17.01	-5.15	-8.34	4.93	0.00
-8.25	-17.39	17.41	0.01	-10.32	5.56	0.00
-9.25	-8.64	17.81	5.81	-6.73	6.19	0.00
-10.25	0.00	17.56	0.00	1.50	0.00	0.00
Máximos	0.62 Cota: 0.50 m	18.11 Cota: -10.00 m	10.64 Cota: -10.00 m	4.96 Cota: -3.50 m	10.00 Cota: -10.00 m	0.00 Cota: 0.50 m
Mínimos	-22.33 Cota: -6.50 m	0.00 Cota: 0.50 m	-8.76 Cota: -3.75 m	-10.32 Cota: -8.00 m	0.00 Cota: 0.50 m	0.00 Cota: 0.50 m

### 4.1.10.- RESULTADOS PARA LOS ELEMENTOS DE APOYO

Esfuerzos sin mayorar.

#### Puntales

Cota: 0.30 m	
Fase	Resultado
Estado Inicial	Carga puntual: 0.88 t Carga lineal: 0.22 t/m
Excavación hasta segundo nivel de arriostramiento	Carga puntual: 12.17 t Carga lineal: 3.04 t/m
Colocación de segunda estructura de arriostramiento	Carga puntual: 12.17 t Carga lineal: 3.04 t/m
Excavación hasta primera línea de anclajes	Carga puntual: 8.31 t Carga lineal: 2.08 t/m
Colocación de primera línea de anclajes	Carga puntual: 8.70 t Carga lineal: 2.17 t/m
Excavación hasta roca	Carga puntual: 8.70 t Carga lineal: 2.17 t/m
Cota: -3.50 m	
Fase	Resultado
Colocación de segunda estructura de arriostramiento	Carga puntual: 0.00 t Carga lineal: 0.00 t/m

## 4.1. ENTIBACIÓN (ASCENSOR HOSPITAL)

P.C. Línea 5 del FMB. Tramo: Estación Hospital

Cota: -3.50 m	
Fase	Resultado
Excavación hasta primera línea de anclajes	Carga puntual: 67.74 t Carga lineal: 16.94 t/m
Colocación de primera línea de anclajes	Carga puntual: 62.84 t Carga lineal: 15.71 t/m
Excavación hasta roca	Carga puntual: 61.45 t Carga lineal: 15.36 t/m

### Anclajes activos

Cota: -6.50 m	
Fase	Resultado
Colocación de primera línea de anclajes	Carga puntual (En la dirección del anclaje): 45.00 t Carga lineal (En la dirección del anclaje): 18.75 t/m Carga puntual (En proyección horizontal): 31.82 t Carga lineal (En proyección horizontal): 13.26 t/m
Excavación hasta roca	Carga puntual (En la dirección del anclaje): 47.21 t Carga lineal (En la dirección del anclaje): 19.67 t/m Carga puntual (En proyección horizontal): 33.38 t Carga lineal (En proyección horizontal): 13.91 t/m

Características de los Anclajes	
Duración de los anclajes	Provisional
Coefficiente mayoración de acciones $F_1$	1,20
Tipo de cable	0,6"
Sección nominal $S_N$ (mm <sup>2</sup> )	140,00
Diámetro nominal $D_N$ (mm)	15,20
Carga de rotura (Mp)	26,60
Límite elástico del acero $f_{yk}$ (Kp/cm <sup>2</sup> )	17.000
Coefficiente de seguridad para $f_{yk}$	1,10
Límite de rotura del acero $f_{pk}$ (Kp/cm <sup>2</sup> )	19.000
Coefficiente de seguridad para $f_{pk}$	1,25
Módulo Elasticidad del acero (Kp/cm <sup>2</sup> )	1.950.000
Adherencia Lim bulbo-terreno (Kp/cm <sup>2</sup> )	3,00
Coef seguridad arrancamiento bulbo $F_3$	1,45

Comprobación de Anclajes	Longitud del Bulbo
$P_{adm} \leq \begin{cases} A_T \times f_{yk} \\ \gamma_{fyk} \\ A_T \times f_{pk} \\ \gamma_{fpk} \end{cases}$ $P_{Nd} = P_N \times F_1$ $P_{Nd} \leq P_{adm}$	$\alpha_{adm} = \frac{\alpha_{lim}}{F_3}$ $L_{bulbo} \geq \frac{P_{Nd}}{\pi \times \phi_N \times \alpha_{adm}}$

Leyenda:  $P_{adm}$ : Carga admisible del anclaje.

$P_N$ : Carga nominal.

$P_{Nd}$ : Carga nominal mayorada.

Anclajes Entibación Ascensor															
Nivel	Cota (m)	Nº Cables	Área A <sub>T</sub> (cm²)	P <sub>adm</sub> (Mp)	Separación Anclajes (m)	Inclinación α (º)	φ <sub>N</sub> bulbo (mm)	Longitud (m)			Rigidez (Mp/m)	P <sub>tesado</sub> (Mp)	P <sub>N</sub> (Mp)	P <sub>N d</sub> (Mp)	Situación Anclaje
								L libre	L bulbo mín	L bulbo					
1	-6.50	3.0	4.20	63.8	2.4	45	133	5.0	6.6	4.5	1638	45.0	47.2	56.7	Correcto

### 4.1.11.- COMPROBACIONES DE ESTABILIDAD (COEFICIENTES DE SEGURIDAD)

Comprobación	Valores	Estado
Relación entre el momento originado por los empujes pasivos en el intradós y el momento originado por los empujes activos en el trasdós:		
- Estado Inicial <sup>(1)</sup>		No procede
- Excavación hasta segundo nivel de arriostramiento <sup>(1)</sup>		No procede
- Colocación de segunda estructura de arriostramiento <sup>(1)</sup>		No procede
- Excavación hasta primera línea de anclajes <sup>(1)</sup>		No procede
- Colocación de primera línea de anclajes <sup>(1)</sup>		No procede
- Excavación hasta roca <sup>(1)</sup>		No procede

#### 4.1. ENTIBACIÓN (ASCENSOR HOSPITAL)

P.C. Línea 5 del FMB. Tramo: Estación Hospital

Comprobación	Valores	Estado
(1) Existe más de un apoyo.		
Relación entre el empuje pasivo total en el intradós y el empuje realmente movilizado en el intradós: Hipótesis básica:		
- Estado Inicial: <i>Valor introducido por el usuario.</i>	Mínimo: 1.5 Calculado: 6.021	Cumple
- Excavación hasta segundo nivel de arriostramiento: <i>Valor introducido por el usuario.</i>	Mínimo: 1.5 Calculado: 3.264	Cumple
- Colocación de segunda estructura de arriostramiento: <i>Valor introducido por el usuario.</i>	Mínimo: 1.5 Calculado: 3.264	Cumple
- Excavación hasta primera línea de anclajes: <i>Valor introducido por el usuario.</i>	Mínimo: 1.5 Calculado: 1.572	Cumple
- Colocación de primera línea de anclajes: <i>Valor introducido por el usuario.</i>	Mínimo: 1.5 Calculado: 1.89	Cumple
- Excavación hasta roca (1)		No procede
(1) No se ha movilizado el empuje pasivo en el intradós.		
Se cumplen todas las comprobaciones		

Cálculo Empotramiento de Micropilotes		
$N_d \leq \left[ \sum_i (2 \cdot \pi \cdot R_m) \cdot L_i \cdot \tau_i + \sigma_R \cdot \pi \cdot R_t^2 \right]$		
<b>Espesor del terreno bajo</b>		
<b>Diámetro exterior <math>\phi_{ext}</math> (cm)</b>		
Micropilote		25,00
Armadura de tubo		17,90
Perímetro micro ( $2\pi R_m$ )		78,5
Área total tubo ( $\pi R_t^2$ )		251,6
Carga en micro $N_s$ (Mp/m) - CYPE		18,1
Nº de micros pml		2,5
Carga en micro $N_d$ (Mp)		10,9
<b>Parámetros resistentes estimados del terreno (Kp/cm²)</b>		
Punta en roca $\sigma_R$		0,0
Deslizamiento en roca $\tau_R$		3,0
Deslizamiento en suelos $\tau_s$		0,0
<b>Empotramiento en el terreno L (m)</b>		
En suelos		0,00
En roca		0,5
<b>Contribución a la resistencia (Mp)</b>		
Por punta en roca		0,0
Por fuste en roca		11,8
Por fuste en suelos		0,0
<b>TOTAL</b>	<b>11,8</b>	<b>Cumple</b>

### 4.1.12.- CÁLCULO VIGA DE REPARTO DE ANCLAJES

Carga repartida  $q = 13,91 \text{ Mp/m}$

Separación anclajes  $s = 2,4 \text{ m}$

Esfuerzos mayorados:  $Md^+ = 1,5 \cdot (q L^2 / 8) = 15,02 \text{ Mp}\cdot\text{m}$

$Md^- = 6,97 \text{ Mp}\cdot\text{m}$

$Vd = 1,5 \cdot (1,15 qL/2) = 28,80 \text{ Mp}$

Tipo de Sección

☐ Rectangular áreas

☐ Rectangular redondos

☐ T

☐ Circular

☒ Genérica

☐ Genérica armaduras adicionales

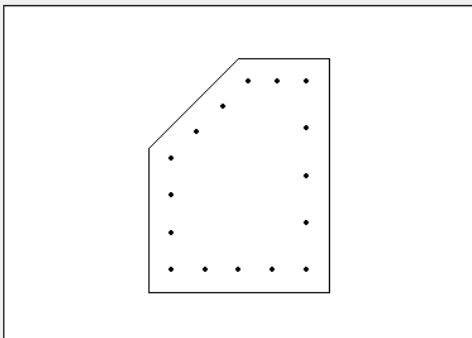
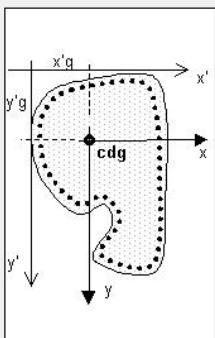
Sección: **VIGAREPAR**

Homigón: **HA-30**

Acero Pasivo: **B-500-S**

[mm] **16**

Gráfico, características mecánicas | Geometría de la sección genérica | Condiciones de durabilidad | M - 1/r

Sección bruta		Sección homogeneizada		Sección fisurada	
A [m²]	0.2940	A [m²]	0.316	Ix [m⁴]	0.0021
Ix [m⁴]	0.0093	Iy [m⁴]	0.0057	Iy [m⁴]	0.0062
Ix [m]	0.18	Iy [m]	0.14	Mfis[kN·m]	99.0
Iy [m]	0.14	Ix [m]	0.18	yfis [m]	0.16
x'g [m]	0.27	y'g [m]	0.35		
y'g [m]	0.35	x'g [m]	0.27		
		y'g [m]	0.35		

## 4.1. ENTIBACIÓN (ASCENSOR HOSPITAL)

P.C. Línea 5 del FMB. Tramo: Estación Hospital

Sección

VIGAREPAR

Criterio de signos

Comprobación | Dimensionamiento | Diagrama de Interacción

SECCIÓN    DEFORMACIONES  $\cdot 10^{-3}$     TENSIONES MPa

Plano de deformación de agotamiento y esfuerzos últimos

x [m]	0.14	$\epsilon_s \cdot 10^{-3}$	3.5	Mxu [kN·m]	178.5	CSCM
1/r [km <sup>-1</sup> ]	24.2	$\epsilon_i \cdot 10^{-3}$	-11.9	Myu [kN·m]	178.6	1.19
$\beta$ [°]	56.8	Nu [kN]	0			

Deformación y tensión de armaduras

Profundidad [m]	Deformación $\cdot 10^{-3}$	Tensión [MPa]
0.07	1.9	375
0.55	-9.8	-435

Arm. n°	Fija	Tipo	Diámetro	Area [cm²]	xi [m]	yi [m]	xf [m]	yf [m]
1	NO	P	16.00	8.042	0.187	0.063	0.187	0.456
2	NO	P	16.00	4.021	0.026	0.063	0.107	0.063
3	NO	P	16.00	6.032	-0.187	0.276	-0.045	0.134
4	NO	P	16.00	6.032	-0.187	0.587	-0.187	0.380
5	NO	P	16.00	8.042	0.187	0.587	-0.093	0.587

Nd [kN] 0

Mxd (kN·m) 150.2

Myd (kN·m) 150.2

Factor Armadura

1.00

Sección

VIGAREPAR

Criterio de signos

Comprobación | Dimensionamiento | Diagrama de Interacción

SECCIÓN    DEFORMACIONES  $\cdot 10^{-3}$     TENSIONES MPa

Plano de deformación de agotamiento y esfuerzos últimos

x [m]	0.23	$\epsilon_s \cdot 10^{-3}$	3.5	Mxu [kN·m]	-209.0	CSCM
1/r [km <sup>-1</sup> ]	15.4	$\epsilon_i \cdot 10^{-3}$	-6.2	Myu [kN·m]	208.9	3.00
$\beta$ [°]	241.1	Nu [kN]	0			

Deformación y tensión de armaduras

Profundidad [m]	Deformación $\cdot 10^{-3}$	Tensión [MPa]
0.09	2.2	435
0.56	-5.2	-435

Arm. n°	Fija	Tipo	Diámetro	Area [cm²]	xi [m]	yi [m]	xf [m]	yf [m]
1	NO	P	16.00	8.042	0.187	0.063	0.187	0.456
2	NO	P	16.00	4.021	0.026	0.063	0.107	0.063
3	NO	P	16.00	6.032	-0.187	0.276	-0.045	0.134
4	NO	P	16.00	6.032	-0.187	0.587	-0.187	0.380
5	NO	P	16.00	8.042	0.187	0.587	-0.093	0.587

Nd [kN] 0

Mxd (kN·m) -69.7

Myd (kN·m) -69.7

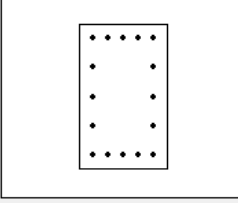
Factor Armadura

1.00

## 4.1. ENTIBACIÓN (ASCENSOR HOSPITAL)

P.C. Línea 5 del FMB. Tramo: Estación Hospital

Sección **VIGAR-V**



$\rho_l$  [%]

b0 [m]

d [m]

z [m]

☒ Con armadura de cortante

☐ Sin armadura de cortante

☒ Control normal hormigón

☐ Control indirecto hormigón

☐ Armadura de compresión

Diámetro de la armadura comprimida  $\phi$  [mm]

Inclinación de las bielas

ctg  $\theta$    $\theta$  [°]

Inclinación de las armaduras

$\alpha$  [°]

Axil de cálculo (compresión +)

Nd [kN]

$\sigma'_{cd}$  [MPa]

$\rho_{comprimida}$  [%]

Tensiones elásticas de cálculo (compresión +)

$\sigma_{xd}$  [MPa]

$\sigma_{yd}$  [MPa]


$\theta_e$  [°]

Comprobación


Dimensionamiento

$\phi$ [mm]	$\phi$ 6	$\phi$ 8	$\phi$ 10	$\phi$ 12
s [m]	0.10	0.10	0.15	
nº ramas	4	2	2	
$A_s$ [cm²/m]	20.1	15.7	15.1	
TIPO	427.1	333.6	320.3	
Vsu [kN]	427.05	333.64	320.29	
Vu2 [kN]				

TIPO 1



TIPO 2



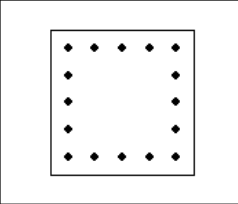
Vu1 [kN] **1416.0**

Vcu [kN] **0.0**

$A_s$  [cm²/m] **13.6**

Vd [kN]

Sección **VIGAR-H**



$\rho_l$  [%]

b0 [m]

d [m]

z [m]

☒ Con armadura de cortante

☐ Sin armadura de cortante

☒ Control normal hormigón

☐ Control indirecto hormigón

☐ Armadura de compresión

Diámetro de la armadura comprimida  $\phi$  [mm]

Inclinación de las bielas

ctg  $\theta$    $\theta$  [°]

Inclinación de las armaduras

$\alpha$  [°]

Axil de cálculo (compresión +)

Nd [kN]

$\sigma'_{cd}$  [MPa]

$\rho_{comprimida}$  [%]

Tensiones elásticas de cálculo (compresión +)

$\sigma_{xd}$  [MPa]

$\sigma_{yd}$  [MPa]


$\theta_e$  [°]

Comprobación


Dimensionamiento

$\phi$ [mm]	$\phi$ 6	$\phi$ 8	$\phi$ 10	$\phi$ 12
s [m]	0.10	0.15	0.20	
nº ramas	4	4	4	
$A_s$ [cm²/m]	20.1	20.9	22.6	
TIPO	318.5	331.8	358.3	
Vsu [kN]	318.48	331.75	358.29	
Vu2 [kN]				

TIPO 1



TIPO 2



Vu1 [kN] **1320.0**

Vcu [kN] **0.0**

$A_s$  [cm²/m] **18.5**

Vd [kN]



Trabajo: **P.C. Línea 5 del FMB. Tramo: Estación Hospital**Código trabajo: **P01700**Cálculo: **4.1.13.- Estructuras de arriostramiento**

	página
<b>4.1.13.1.- Geometría</b> .....	<b>4115</b>
<b>4.1.13.2.- Cargas</b> .....	<b>4116</b>
<b>4.1.13.3.- Esfuerzos</b> .....	<b>4117</b>
<b>4.1.13.4.- Comprobación secciones</b> .....	<b>4119</b>
4.1.13.4.1.- Datos .....	4119
4.1.13.4.2- Coeficiente de Pandeo .....	4119
4.1.13.4.3.- Esbeltez Reducida .....	4119
4.1.13.4.4.- Coeficiente de Reducción por Pandeo .....	4119
4.1.13.4.5.- Esfuerzos de Cálculo .....	4119
4.1.13.4.6.- Factor de Seguridad .....	4122

Trabajo: **4.1.13.- Estructuras de arriostramiento**

Código trabajo: **P01700**

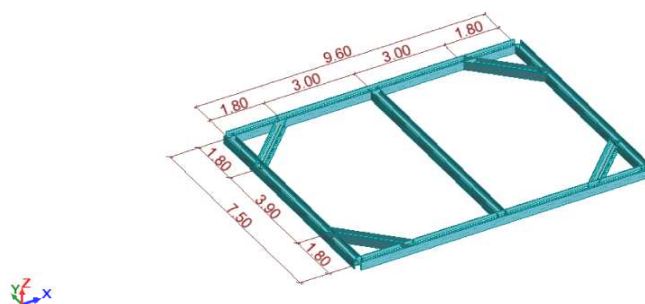
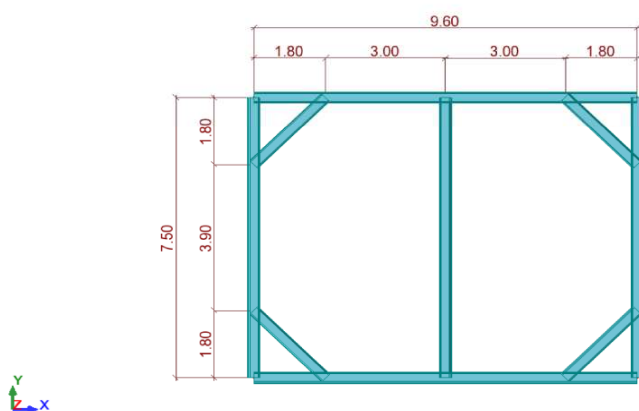
Cálculo: **4.1.13.1.- Geometría**

**4.1.13.1.- Geometría** .....

página  
**4115**

**4.1.13.1.- Geometría**

Nombre de la sección	Lista de barras	SX (cm2)	SY (cm2)	SZ (cm2)	IX (cm4)	IY (cm4)	IZ (cm4)
<b>HEB 300</b>	1A9	149,078	109,301	35,147	186	25165,7	8562,83



Trabajo: 4.1.13.- Estructuras de arriostamiento

Código trabajo: P01700

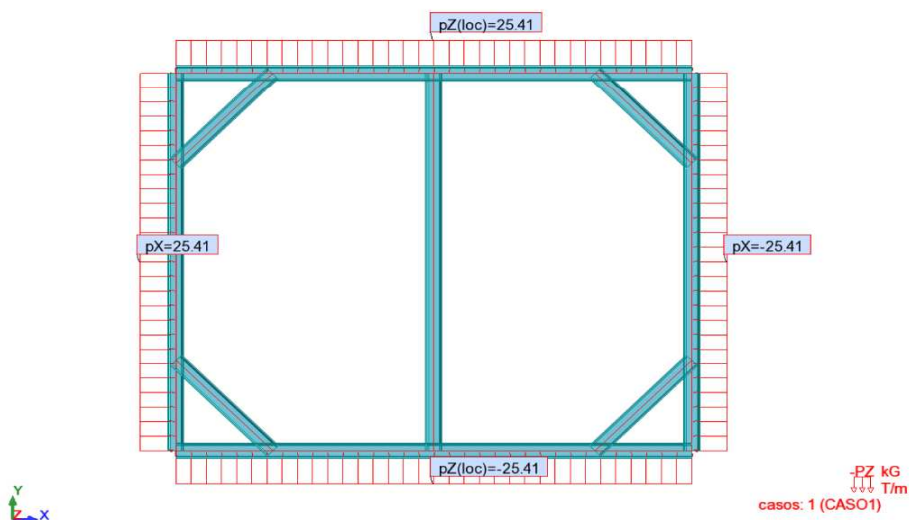
Cálculo: 4.1.13.2.- Cargas

4.1.13.2.- Cargas .....

página  
4116

**4.1.13.2.- Cargas**

Caso	Tipo de carga	Lista	Valores de carga
1	peso propio	1A9	PZ Menos Coef=1,00
1	sobrecarga uniforme	1	PZ=-25,41 (T/m) local
1	sobrecarga uniforme	2	PZ=25,41 (T/m) local
1	sobrecarga uniforme	3	PX=25,41 (T/m)
1	sobrecarga uniforme	4	PX=-25,41 (T/m)



4116

Trabajo: 4.1.13.- Estructuras de arriostramiento

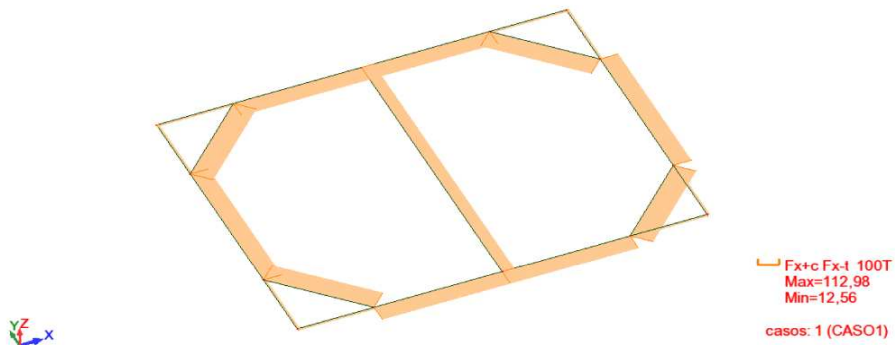
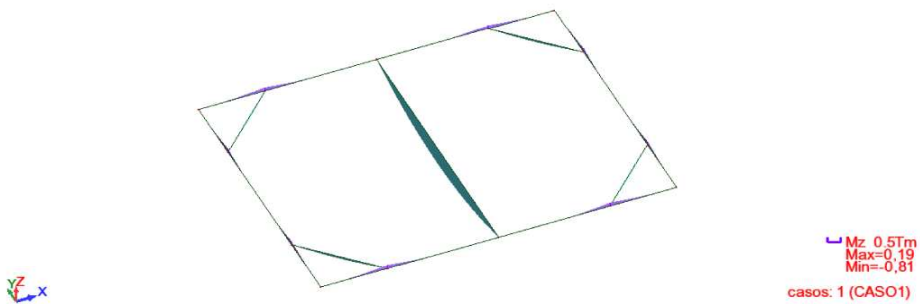
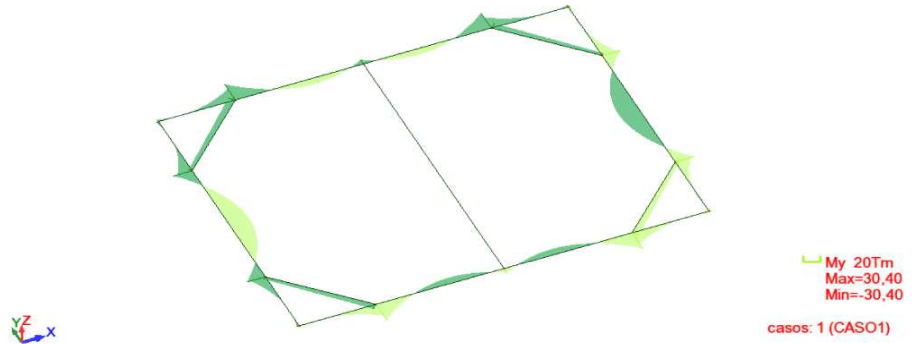
Código trabajo: P01700

Cálculo: 4.1.13.3.- Esfuerzos

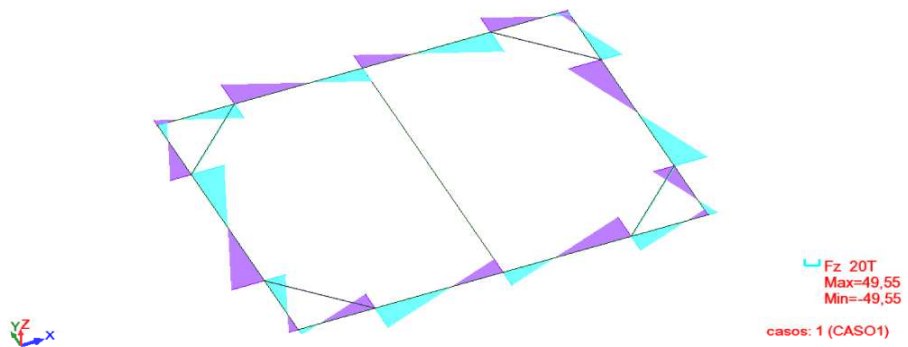
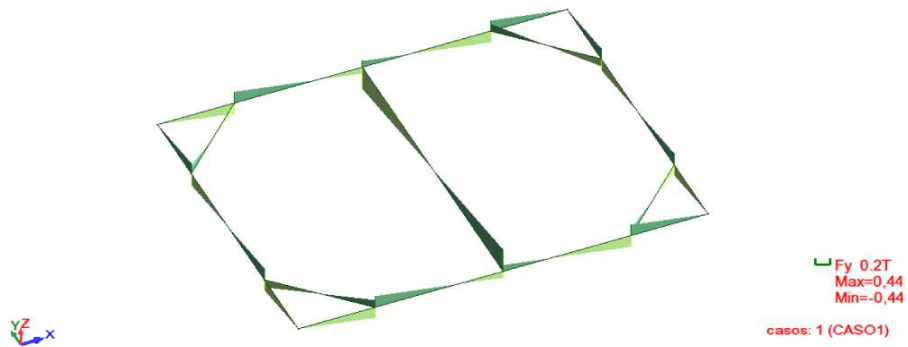
4.1.13.3.- Esfuerzos

página  
4117

#### 4.1.13.3.- Esfuerzos



4117



Trabajo: **P.C. Línea 5 del FMB. Tramo: Estación Hospital**Código trabajo: **P01700**Cálculo: **4.1.13.4.- Comprobación secciones**

	página
4.1.13.4.1.- Datos .....	4119
4.1.13.4.2.- Coeficiente de Pandeo .....	4119
4.1.13.4.3.- Esbeltez Reducida .....	4119
4.1.13.4.4.- Coeficiente de Reducción por Pandeo .....	4119
4.1.13.4.5.- Esfuerzos de Cálculo .....	4119
4.1.13.4.6.- Factor de Seguridad .....	4122

**4.1.13.4.1.- Datos**

Longitud máx. barras: 7,5 m  
 Perfil: HEB300  
 Area: A= 149,1 cm<sup>2</sup>  
 Inercia: I<sub>x</sub>= 25166 cm<sup>4</sup> Inercia: I<sub>y</sub>= 8563 cm<sup>4</sup>  
 $f_y$ = 275 MPa  
 $E_{acero}$ = 210000 MPa

Tipo pórtico (intraslacional: 1 /  
 traslacional: 2): 2

**4.1.13.4.2.- Coeficiente de Pandeo** $\beta = 1,000$  $L = 7,5 \text{ m}$  $L_k = 7,50 \text{ m}$ **4.1.13.4.3.- Esbeltez Reducida**

$N_{crx} = 927,28 \text{ T}$   $N_{cry} = 315,52 \text{ T}$   
 Esbeltez reducida:  $\lambda = 1,14$

**4.1.13.4.4.- Coeficiente de Reducción por Pandeo**

$\alpha$  (tabla 6.3 CTE): **0,49** Para L= 4,00 m -->  $\chi = 0,781$   
 $\phi = 1,38$  Para L= 2,60 m -->  $\chi = 0,90$   
 $\chi = \mathbf{0,463}$

**4.1.13.4.5.- Esfuerzos de Cálculo**

Fx(T)	Fy(T)	Fz(T)	Mx(mT)	My(mT)	Mz(mT)	1/ $\chi$	N(kN)	My(mkN)	Mz(mkN)
14,21	0	12,56	0	-3,04	0	1,28	-178,3	-29,8	0,0
14,21	-0,02	9,42	0	-1,68	0	1,28	-178,3	-16,5	0,0
14,21	-0,05	1,78	0	0	0,01	1,28	-178,3	0,0	0,1
14,21	-0,06	0	0	0,06	0,01	1,28	-178,3	0,6	0,1
14,21	-0,07	-1,76	0	0	0,02	1,28	-178,3	0,0	0,2

4119

Fx(T)	Fy(T)	Fz(T)	Mx(mT)	My(mT)	Mz(mT)	1/χ	N(kN)	My(mkN)	Mz(mkN)
14,21	-0,21	-33,15	0	-21,56	0,19	1,28	-178,3	-211,3	1,9
95,29	0,22	45,5	0,01	-30,36	0,19	1,28	-1195,3	-297,5	1,9
95,29	0,12	22,95	0,01	0,01	0,03	1,28	-1195,3	0,1	0,3
95,29	0,08	14,79	0,01	6,07	0	1,28	-1195,3	59,5	0,0
95,29	0,02	0	0,01	10,37	-0,03	1,28	-1195,3	101,6	-0,3
95,29	0,01	-0,22	0,01	10,37	-0,03	1,28	-1195,3	101,6	-0,3
95,29	0	-3,27	0,01	10,16	-0,03	1,28	-1195,3	99,6	-0,3
95,29	0	-3,28	0,01	10,16	-0,03	1,28	-1195,3	99,6	-0,3
95,29	-0,08	-21,35	0,01	1,4	0	1,28	-1195,3	13,7	0,0
95,29	-0,09	-22,96	0,01	0	0,01	1,28	-1195,3	0,0	0,1
95,29	-0,13	-30,68	0,01	-8,15	0,04	1,28	-1195,3	-79,9	0,4
95,29	0,13	30,68	-0,01	-8,15	0,04	1,28	-1195,3	-79,9	0,4
95,29	0,09	22,96	-0,01	0	0,01	1,28	-1195,3	0,0	0,1
95,29	0,08	21,35	-0,01	1,4	0	1,28	-1195,3	13,7	0,0
95,29	0	3,28	-0,01	10,16	-0,03	1,28	-1195,3	99,6	-0,3
95,29	-0,02	0	-0,01	10,37	-0,03	1,28	-1195,3	101,6	-0,3
95,29	-0,08	-14,79	-0,01	6,07	0	1,28	-1195,3	59,5	0,0
95,29	-0,12	-22,95	-0,01	0,01	0,03	1,28	-1195,3	0,1	0,3
95,29	-0,22	-45,5	-0,01	-30,36	0,19	1,28	-1195,3	-297,5	1,9
14,21	0,21	33,15	0	-21,56	0,19	1,28	-178,3	-211,3	1,9
14,21	0,07	1,76	0	0	0,02	1,28	-178,3	0,0	0,2
14,21	0,06	0	0	0,06	0,01	1,28	-178,3	0,6	0,1
14,21	0,05	-1,78	0	0	0,01	1,28	-178,3	0,0	0,1
14,21	0,02	-9,42	0	-1,68	0	1,28	-178,3	-16,5	0,0
14,21	0	-12,56	0	-3,04	0	1,28	-178,3	-29,8	0,0
14,21	0	-12,56	0	3,04	0	1,28	-178,3	29,8	0,0
14,21	-0,02	-9,42	0	1,68	0	1,28	-178,3	16,5	0,0
14,21	-0,05	-1,78	0	0	0,01	1,28	-178,3	0,0	0,1
14,21	-0,06	0	0	-0,06	0,01	1,28	-178,3	-0,6	0,1
14,21	-0,07	1,76	0	0	0,02	1,28	-178,3	0,0	0,2
14,21	-0,21	33,15	0	21,56	0,19	1,28	-178,3	211,3	1,9
95,29	0,22	-45,5	-0,01	30,36	0,19	1,28	-1195,3	297,5	1,9
95,29	0,12	-22,95	-0,01	-0,01	0,03	1,28	-1195,3	-0,1	0,3
95,29	0,08	-14,79	-0,01	-6,07	0	1,28	-1195,3	-59,5	0,0
95,29	0,02	0	-0,01	-10,37	-0,03	1,28	-1195,3	-101,6	-0,3
95,29	0,01	0,22	-0,01	-10,37	-0,03	1,28	-1195,3	-101,6	-0,3
95,29	0	3,27	-0,01	-10,16	-0,03	1,28	-1195,3	-99,6	-0,3
95,29	0	3,28	-0,01	-10,16	-0,03	1,28	-1195,3	-99,6	-0,3
95,29	-0,08	21,35	-0,01	-1,4	0	1,28	-1195,3	-13,7	0,0
95,29	-0,09	22,96	-0,01	0	0,01	1,28	-1195,3	0,0	0,1
95,29	-0,13	30,68	-0,01	8,15	0,04	1,28	-1195,3	79,9	0,4
95,29	0,13	-30,68	0,01	8,15	0,04	1,28	-1195,3	79,9	0,4
95,29	0,09	-22,96	0,01	0	0,01	1,28	-1195,3	0,0	0,1
95,29	0,08	-21,35	0,01	-1,4	0	1,28	-1195,3	-13,7	0,0
95,29	0	-3,28	0,01	-10,16	-0,03	1,28	-1195,3	-99,6	-0,3
95,29	-0,02	0	0,01	-10,37	-0,03	1,28	-1195,3	-101,6	-0,3
95,29	-0,08	14,79	0,01	-6,07	0	1,28	-1195,3	-59,5	0,0
95,29	-0,12	22,95	0,01	-0,01	0,03	1,28	-1195,3	-0,1	0,3
95,29	-0,22	45,5	0,01	30,36	0,19	1,28	-1195,3	297,5	1,9
14,21	0,21	-33,15	0	21,56	0,19	1,28	-178,3	211,3	1,9

Fx(T)	Fy(T)	Fz(T)	Mx(mT)	My(mT)	Mz(mT)	1/χ	N(kN)	My(mkN)	Mz(mkN)
14,21	0,07	-1,76	0	0	0,02	1,28	-178,3	0,0	0,2
14,21	0,06	0	0	-0,06	0,01	1,28	-178,3	-0,6	0,1
14,21	0,05	1,78	0	0	0,01	1,28	-178,3	0,0	0,1
14,21	0,02	9,42	0	1,68	0	1,28	-178,3	16,5	0,0
14,21	0	12,56	0	3,04	0	1,28	-178,3	29,8	0,0
12,56	0	-14,21	0	3,04	0	1,28	-157,6	29,8	0,0
12,56	0	-13,96	0	2,9	0	1,28	-157,6	28,4	0,0
12,56	-0,02	-10,51	0	1,24	0	1,28	-157,6	12,2	0,0
12,56	-0,03	-6,9	0	0	0	1,28	-157,6	0,0	0,0
12,56	-0,06	0	0	-0,94	0,02	1,28	-157,6	-9,2	0,2
12,56	-0,1	6,89	0	0	0,04	1,28	-157,6	0,0	0,4
12,56	-0,21	31,51	0	18,6	0,19	1,28	-157,6	182,3	1,9
91,26	0,23	-49,53	0	23,11	0,19	1,28	-1144,8	226,5	1,9
91,26	0,16	-35,76	0	0	0,08	1,28	-1144,8	0,0	0,8
91,26	0,09	-19,65	0	-17,56	0	1,28	-1144,8	-172,1	0,0
91,26	0	0	0	-25,16	-0,04	1,28	-1144,8	-246,6	-0,4
91,26	-0,09	19,65	0	-17,56	0	1,28	-1144,8	-172,1	0,0
91,26	-0,16	35,76	0	0	0,08	1,28	-1144,8	0,0	0,8
91,26	-0,23	49,53	0	23,11	0,19	1,28	-1144,8	226,5	1,9
12,56	0,21	-31,51	0	18,6	0,19	1,28	-157,6	182,3	1,9
12,56	0,1	-6,89	0	0	0,04	1,28	-157,6	0,0	0,4
12,56	0,06	0	0	-0,94	0,02	1,28	-157,6	-9,2	0,2
12,56	0,03	6,9	0	0	0	1,28	-157,6	0,0	0,0
12,56	0,02	10,51	0	1,24	0	1,28	-157,6	12,2	0,0
12,56	0	13,96	0	2,9	0	1,28	-157,6	28,4	0,0
12,56	0	14,21	0	3,04	0	1,28	-157,6	29,8	0,0
12,56	0	14,21	0	-3,04	0	1,28	-157,6	-29,8	0,0
12,56	0	13,96	0	-2,9	0	1,28	-157,6	-28,4	0,0
12,56	-0,02	10,51	0	-1,24	0	1,28	-157,6	-12,2	0,0
12,56	-0,03	6,9	0	0	0	1,28	-157,6	0,0	0,0
12,56	-0,06	0	0	0,94	0,02	1,28	-157,6	9,2	0,2
12,56	-0,1	-6,89	0	0	0,04	1,28	-157,6	0,0	0,4
12,56	-0,21	-31,51	0	-18,6	0,19	1,28	-157,6	-182,3	1,9
91,26	0,23	49,53	0	-23,11	0,19	1,28	-1144,8	-226,5	1,9
91,26	0,16	35,76	0	0	0,08	1,28	-1144,8	0,0	0,8
91,26	0,09	19,65	0	17,56	0	1,28	-1144,8	172,1	0,0
91,26	0	0	0	25,16	-0,04	1,28	-1144,8	246,6	-0,4
91,26	-0,09	-19,65	0	17,56	0	1,28	-1144,8	172,1	0,0
91,26	-0,16	-35,76	0	0	0,08	1,28	-1144,8	0,0	0,8
91,26	-0,23	-49,53	0	-23,11	0,19	1,28	-1144,8	-226,5	1,9
12,56	0,21	31,51	0	-18,6	0,19	1,28	-157,6	-182,3	1,9
12,56	0,1	6,89	0	0	0,04	1,28	-157,6	0,0	0,4
12,56	0,06	0	0	0,94	0,02	1,28	-157,6	9,2	0,2
12,56	0,03	-6,9	0	0	0	1,28	-157,6	0,0	0,0
12,56	0,02	-10,51	0	-1,24	0	1,28	-157,6	-12,2	0,0
12,56	0	-13,96	0	-2,9	0	1,28	-157,6	-28,4	0,0
12,56	0	-14,21	0	-3,04	0	1,28	-157,6	-29,8	0,0
112,98	0,15	-1,68	0	8,8	-0,01	1,10	-1217,9	86,2	-0,1
112,98	0	-1,68	0	6,75	-0,1	1,10	-1217,9	66,2	-1,0
112,98	0	-1,68	0	6,71	-0,1	1,10	-1217,9	65,8	-1,0



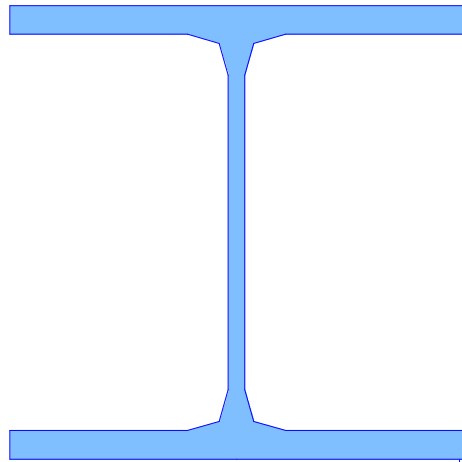
Fx(T)	Fy(T)	Fz(T)	Mx(mT)	My(mT)	Mz(mT)	1/ $\chi$	N(kN)	My(mkN)	Mz(mkN)
112,98	-0,15	-1,68	0	4,54	0	1,10	-1217,9	44,5	0,0
112,98	-0,15	-1,68	0	4,53	0	1,10	-1217,9	44,4	0,0
112,98	-0,15	-1,68	0	4,53	0	1,10	-1217,9	44,4	0,0
112,98	0,15	1,68	0	4,53	0	1,10	-1217,9	44,4	0,0
112,98	0,15	1,68	0	4,54	0	1,10	-1217,9	44,5	0,0
112,98	0	1,68	0	6,71	-0,1	1,10	-1217,9	65,8	-1,0
112,98	0	1,68	0	6,75	-0,1	1,10	-1217,9	66,2	-1,0
112,98	-0,15	1,68	0	8,8	-0,01	1,10	-1217,9	86,2	-0,1
112,98	-0,15	1,68	0	8,8	-0,01	1,10	-1217,9	86,2	-0,1
112,98	0,15	1,68	0	-8,8	-0,01	1,10	-1217,9	-86,2	-0,1
112,98	0	1,68	0	-6,75	-0,1	1,10	-1217,9	-66,2	-1,0
112,98	0	1,68	0	-6,71	-0,1	1,10	-1217,9	-65,8	-1,0
112,98	-0,15	1,68	0	-4,54	0	1,10	-1217,9	-44,5	0,0
112,98	-0,15	1,68	0	-4,53	0	1,10	-1217,9	-44,4	0,0
112,98	-0,15	1,68	0	-4,53	0	1,10	-1217,9	-44,4	0,0
112,98	0,15	-1,68	0	8,8	-0,01	1,10	-1217,9	86,2	-0,1
112,98	0	-1,68	0	6,75	-0,1	1,10	-1217,9	66,2	-1,0
112,98	0	-1,68	0	6,71	-0,1	1,10	-1217,9	65,8	-1,0
112,98	-0,15	-1,68	0	4,54	0	1,10	-1217,9	44,5	0,0
112,98	-0,15	-1,68	0	4,53	0	1,10	-1217,9	44,4	0,0
112,98	-0,15	-1,68	0	4,53	0	1,10	-1217,9	44,4	0,0
61,42	0,44	0	0	0	0,01	2,16	-1300,1	0,0	0,1
61,42	0,44	0	0	0	0	2,16	-1300,1	0,0	0,0
61,42	0	0	0	0	-0,81	2,16	-1300,1	0,0	-7,9
61,42	-0,04	0	0	0	-0,81	2,16	-1300,1	0,0	-7,9
61,42	-0,44	0	0	0	0	2,16	-1300,1	0,0	0,0
61,42	-0,44	0	0	0	0,01	2,16	-1300,1	0,0	0,1
61,42	-0,44	0	0	0	0,01	2,16	-1300,1	0,0	0,1

**4.1.13.4.6.- Factor de Seguridad**

A continuación figura el cálculo del coeficiente de seguridad de las distintas secciones de la estructura ( $R_d / S_d$ ), calculado con el Fagus. Dicho coeficiente de seguridad ya considera los coeficientes de mayoración de cargas de las sollicitaciones ( $S_d$ ), y de minoración de los materiales ( $R_d$ ); por tanto, se considera válido si es superior a la unidad.

Sección transversal ASC: Contorno

Escala 1 :5,0



HEB300

Acero de construcción (AE275)

### Viga-Sección: ASC

#### Contorno de sección parcial

Nombre	Material	Clase	Tipo	No.	$y_q$ [m]	$z_q$ [m]	No.	$y_q$ [m]	$z_q$ [m]
HEB300	Acero de co	AE275	Polígono	1	-0,15	0	2	0	0
				3	0	0,02	4	-0,12	0,02
				5	-0,14	0,02	6	-0,14	0,05
				7	-0,14	0,25	8	-0,14	0,28
				9	-0,12	0,28	10	0	0,28
				11	0	0,30	12	-0,30	0,30
				13	-0,30	0,28	14	-0,18	0,28
				15	-0,16	0,28	16	-0,16	0,25
				17	-0,16	0,05	18	-0,16	0,02
				19	-0,18	0,02	20	-0,30	0,02
				21	-0,30	0			

**Características mecánicas de la sección:** ( Material de referencia: Acero de construcción,  $E_{ref} = 210$  [kN/mm<sup>2</sup>])

	Area [m <sup>2</sup> ]	Momento de inercia [m <sup>4</sup> ]	Centro Gr., Ángulo [m]
Ax	0,0149	Ix	0,000002
Ay	(=Ax)	Iy	0,000252
Az	(=Ax)	Iz	0,000086
		ys	-0,15
		zs	0,15
		$\beta$	0 [°]

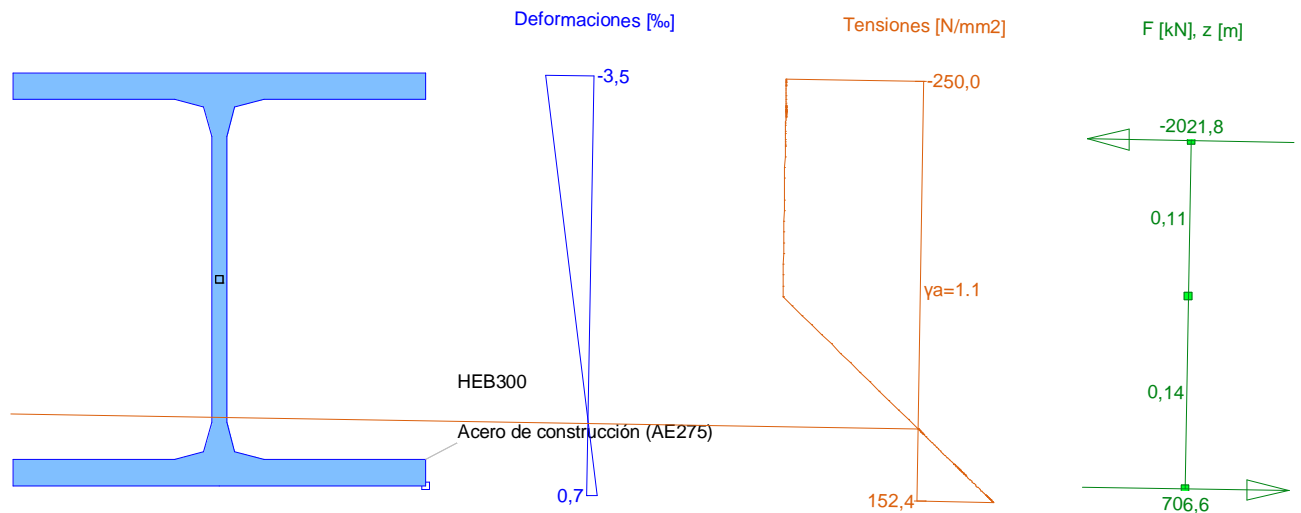
**Masa:** Detalles de la sección parcial

Sección parcial	$A_{xi}+$ [m <sup>2</sup> ]	menos	$A_{xi}-$ [m <sup>2</sup> ]	$A_{xi}$ [m <sup>2</sup> ]	$\gamma_i$ [t/m <sup>3</sup> ]	$M_i$ [kg/m]
HEB300	0,0149			0,0149	8,0	119,3

Nr.:

Sección transversal ASC: Carga última Solicitaciones múltiples, Factor de seguridad mínimo: 1,10

Escala 1 :5,5



### Cálc. capacidad última Viga-Sección: ASC

#### Fuerzas de la acción y factor de la capacidad

No.	Parámetros de análisis	N [kN]	M <sub>y</sub> [kNm]	M <sub>z</sub> [kNm]	Factor de capacidad [-]	Observaciones
1	AP2: Estado límite último	-178,3	-29,8	0	9,40	
2	AP2: Estado límite último	-178,3	-16,5	0	12,50	
3	AP2: Estado límite último	-178,3	0	0,1	20,82	
4	AP2: Estado límite último	-178,3	0,6	0,1	20,42	
5	AP2: Estado límite último	-178,3	0	0,2	20,73	
6	AP2: Estado límite último	-178,3	-211,3	1,9	2,11	
7	AP2: Estado límite último	-1195,3	-297,5	1,9	1,10	
8	AP2: Estado límite último	-1195,3	0,1	0,3	3,11	
9	AP2: Estado límite último	-1195,3	59,5	0	2,30	
10	AP2: Estado límite último	-1195,3	101,6	-0,3	1,93	
11	AP2: Estado límite último	-1195,3	101,6	-0,3	1,93	
12	AP2: Estado límite último	-1195,3	99,6	-0,3	1,94	
13	AP2: Estado límite último	-1195,3	99,6	-0,3	1,94	
14	AP2: Estado límite último	-1195,3	13,7	0	2,88	
15	AP2: Estado límite último	-1195,3	0	0,1	3,12	
16	AP2: Estado límite último	-1195,3	-79,9	0,4	2,10	
17	AP2: Estado límite último	-1195,3	-79,9	0,4	2,10	
18	AP2: Estado límite último	-1195,3	0	0,1	3,12	
19	AP2: Estado límite último	-1195,3	13,7	0	2,88	
20	AP2: Estado límite último	-1195,3	99,6	-0,3	1,94	
21	AP2: Estado límite último	-1195,3	101,6	-0,3	1,93	
22	AP2: Estado límite último	-1195,3	59,5	0	2,30	
23	AP2: Estado límite último	-1195,3	0,1	0,3	3,11	
24	AP2: Estado límite último	-1195,3	-297,5	1,9	1,10	
25	AP2: Estado límite último	-178,3	-211,3	1,9	2,11	
26	AP2: Estado límite último	-178,3	0	0,2	20,73	
27	AP2: Estado límite último	-178,3	0,6	0,1	20,42	
28	AP2: Estado límite último	-178,3	0	0,1	20,82	
29	AP2: Estado límite último	-178,3	-16,5	0	12,50	
30	AP2: Estado límite último	-178,3	-29,8	0	9,40	
31	AP2: Estado límite último	-178,3	29,8	0	9,40	
32	AP2: Estado límite último	-178,3	16,5	0	12,50	
33	AP2: Estado límite último	-178,3	0	0,1	20,82	
34	AP2: Estado límite último	-178,3	-0,6	0,1	20,42	
35	AP2: Estado límite último	-178,3	0	0,2	20,73	
36	AP2: Estado límite último	-178,3	211,3	1,9	2,11	
37	AP2: Estado límite último	-1195,3	297,5	1,9	1,10	
38	AP2: Estado límite último	-1195,3	-0,1	0,3	3,11	
39	AP2: Estado límite último	-1195,3	-59,5	0	2,30	
40	AP2: Estado límite último	-1195,3	-101,6	-0,3	1,93	
41	AP2: Estado límite último	-1195,3	-101,6	-0,3	1,93	
42	AP2: Estado límite último	-1195,3	-99,6	-0,3	1,94	
43	AP2: Estado límite último	-1195,3	-99,6	-0,3	1,94	
44	AP2: Estado límite último	-1195,3	-13,7	0	2,88	
45	AP2: Estado límite último	-1195,3	0	0,1	3,12	
46	AP2: Estado límite último	-1195,3	79,9	0,4	2,10	

Nr.:

No.	Parámetros de análisis	N [kN]	M <sub>y</sub> [kNm]	M <sub>z</sub> [kNm]	Factor de capacidad [-]	Observaciones
47	AP2: Estado límite último	-1195,3	79,9	0,4	2,10	
48	AP2: Estado límite último	-1195,3	0	0,1	3,12	
49	AP2: Estado límite último	-1195,3	-13,7	0	2,88	
50	AP2: Estado límite último	-1195,3	-99,6	-0,3	1,94	
51	AP2: Estado límite último	-1195,3	-101,6	-0,3	1,93	
52	AP2: Estado límite último	-1195,3	-59,5	0	2,30	
53	AP2: Estado límite último	-1195,3	-0,1	0,3	3,11	
54	AP2: Estado límite último	-1195,3	297,5	1,9	1,10	
55	AP2: Estado límite último	-178,3	211,3	1,9	2,11	
56	AP2: Estado límite último	-178,3	0	0,2	20,73	
57	AP2: Estado límite último	-178,3	-0,6	0,1	20,42	
58	AP2: Estado límite último	-178,3	0	0,1	20,82	
59	AP2: Estado límite último	-178,3	16,5	0	12,50	
60	AP2: Estado límite último	-178,3	29,8	0	9,40	
61	AP2: Estado límite último	-157,6	29,8	0	9,91	
62	AP2: Estado límite último	-157,6	28,4	0	10,19	
63	AP2: Estado límite último	-157,6	12,2	0	15,15	
64	AP2: Estado límite último	-157,6	0	0	23,65	
65	AP2: Estado límite último	-157,6	-9,2	0,2	16,64	
66	AP2: Estado límite último	-157,6	0	0,4	23,21	
67	AP2: Estado límite último	-157,6	182,3	1,9	2,44	
68	AP2: Estado límite último	-1144,8	226,5	1,9	1,33	
69	AP2: Estado límite último	-1144,8	0	0,8	3,24	
70	AP2: Estado límite último	-1144,8	-172,1	0	1,55	
71	AP2: Estado límite último	-1144,8	-246,6	-0,4	1,26	
72	AP2: Estado límite último	-1144,8	-172,1	0	1,55	
73	AP2: Estado límite último	-1144,8	0	0,8	3,24	
74	AP2: Estado límite último	-1144,8	226,5	1,9	1,33	
75	AP2: Estado límite último	-157,6	182,3	1,9	2,44	
76	AP2: Estado límite último	-157,6	0	0,4	23,21	
77	AP2: Estado límite último	-157,6	-9,2	0,2	16,64	
78	AP2: Estado límite último	-157,6	0	0	23,65	
79	AP2: Estado límite último	-157,6	12,2	0	15,15	
80	AP2: Estado límite último	-157,6	28,4	0	10,19	
81	AP2: Estado límite último	-157,6	29,8	0	9,91	
82	AP2: Estado límite último	-157,6	-29,8	0	9,91	
83	AP2: Estado límite último	-157,6	-28,4	0	10,19	
84	AP2: Estado límite último	-157,6	-12,2	0	15,15	
85	AP2: Estado límite último	-157,6	0	0	23,65	
86	AP2: Estado límite último	-157,6	9,2	0,2	16,64	
87	AP2: Estado límite último	-157,6	0	0,4	23,21	
88	AP2: Estado límite último	-157,6	-182,3	1,9	2,44	
89	AP2: Estado límite último	-1144,8	-226,5	1,9	1,33	
90	AP2: Estado límite último	-1144,8	0	0,8	3,24	
91	AP2: Estado límite último	-1144,8	172,1	0	1,55	
92	AP2: Estado límite último	-1144,8	246,6	-0,4	1,26	
93	AP2: Estado límite último	-1144,8	172,1	0	1,55	
94	AP2: Estado límite último	-1144,8	0	0,8	3,24	
95	AP2: Estado límite último	-1144,8	-226,5	1,9	1,33	
96	AP2: Estado límite último	-157,6	-182,3	1,9	2,44	
97	AP2: Estado límite último	-157,6	0	0,4	23,21	
98	AP2: Estado límite último	-157,6	9,2	0,2	16,64	
99	AP2: Estado límite último	-157,6	0	0	23,65	
100	AP2: Estado límite último	-157,6	-12,2	0	15,15	
101	AP2: Estado límite último	-157,6	-28,4	0	10,19	
102	AP2: Estado límite último	-157,6	-29,8	0	9,91	
103	AP2: Estado límite último	-1217,9	86,2	-0,1	2,02	
104	AP2: Estado límite último	-1217,9	66,2	-1,0	2,20	
105	AP2: Estado límite último	-1217,9	65,8	-1,0	2,20	
106	AP2: Estado límite último	-1217,9	44,5	0	2,42	
107	AP2: Estado límite último	-1217,9	44,4	0	2,43	
108	AP2: Estado límite último	-1217,9	44,4	0	2,43	
109	AP2: Estado límite último	-1217,9	44,4	0	2,43	
110	AP2: Estado límite último	-1217,9	44,5	0	2,42	
111	AP2: Estado límite último	-1217,9	65,8	-1,0	2,20	
112	AP2: Estado límite último	-1217,9	66,2	-1,0	2,20	
113	AP2: Estado límite último	-1217,9	86,2	-0,1	2,02	
114	AP2: Estado límite último	-1217,9	86,2	-0,1	2,02	
115	AP2: Estado límite último	-1217,9	-86,2	-0,1	2,02	
116	AP2: Estado límite último	-1217,9	-66,2	-1,0	2,20	
117	AP2: Estado límite último	-1217,9	-65,8	-1,0	2,20	
118	AP2: Estado límite último	-1217,9	-44,5	0	2,42	
119	AP2: Estado límite último	-1217,9	-44,4	0	2,43	
120	AP2: Estado límite último	-1217,9	-44,4	0	2,43	
121	AP2: Estado límite último	-1217,9	86,2	-0,1	2,02	
122	AP2: Estado límite último	-1217,9	66,2	-1,0	2,20	
123	AP2: Estado límite último	-1217,9	65,8	-1,0	2,20	
124	AP2: Estado límite último	-1217,9	44,5	0	2,42	

Nr.:

No.	Parámetros de análisis	N [kN]	M <sub>y</sub> [kNm]	M <sub>z</sub> [kNm]	Factor de capacidad [-]	Observaciones
125	AP2: Estado límite último	-1217,9	44,4	0	2,43	
126	AP2: Estado límite último	-1217,9	44,4	0	2,43	
127	AP2: Estado límite último	-1300,1	0	0,1	2,87	
128	AP2: Estado límite último	-1300,1	0	0	2,87	
129	AP2: Estado límite último	-1300,1	0	-7,9	2,74	
130	AP2: Estado límite último	-1300,1	0	-7,9	2,74	
131	AP2: Estado límite último	-1300,1	0	0	2,87	
132	AP2: Estado límite último	-1300,1	0	0,1	2,87	
133	AP2: Estado límite último	-1300,1	0	0,1	2,87	

**Parámetros de análisis "AP2: Estado límite último", Código: Spanish Code EH-91**

ID	σ-ε-Diagrama				Límites de deformación			Tens.adm.	Factores de la resistencia				Otros valores			
	c	s	p	a	ε <sub>cu,c</sub> [‰]	ε <sub>cu,b</sub> [‰]	ε <sub>su</sub> [‰]	σ <sub>s,adm</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	γ <sub>c</sub> [-]	γ <sub>s</sub> [-]	γ <sub>p</sub> [-]	γ <sub>a</sub> [-]	α [-]	φ [-]	P(t) [-]	κ
AP2	2/0	1	1	1	-2,0	-3,5	10,0		1,50	1,15	1,15	1,10	45,00	0	t=0	-

α : Inclinación de las bielas de compresión  
φ : Coef. de fluencia  
P(t) : Análisis STATIK-5; Prealargamiento en el tiempo (t=0) oú (t=∞) 'con pérdidas'  
κ : + = Análisis con coeficiente adherencia: κ<sub>s</sub>=0,7 κ<sub>p</sub>=0,9

**Deformaciones y tensiones extremas (Resultados cálculo No 37)**

Nombre	Clase	Y <sub>q</sub> [m]	Z <sub>q</sub> [m]	ε [‰]	σ <sub>d</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	γ [-]
HEB300	AE275	0,00	0,30	-3,5	-250,0	1.10
HEB300	AE275	-0,30	-0,00	0,7	152,4	1.10

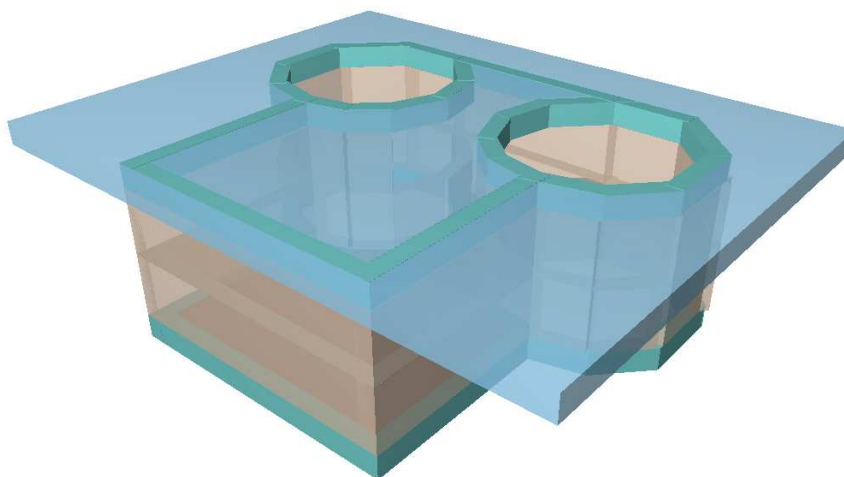
### 4.2.1.- Normas consideradas

Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08)

Instrucción de Acero Estructural (EAE)

CTE DB-SE AE: Acciones en la Edificación

### 4.2.2.- Geometría



Planta	Nombre planta	Canto	Altura	Cota
2	Losa	0.40 m	1.50	2.60
1	Nivel 1	-	1.10	1.10
0	Solera	0.40 m	0.00	0.00

#### Losa de cimentación

Planta	Nombre	Canto	Módulo balasto	Tensión admisible	Altura	Cota
0	Solera	0.40 m	1000 t/m <sup>3</sup>	1.5 kp/cm <sup>2</sup>	0.00	0.00

#### Muros

- Las coordenadas de los vértices inicial y final son absolutas.
- Las dimensiones están expresadas en metros.

#### Datos geométricos del muro

Referencia	Tipo	Tipo muro	GI-GF	Vértices		Planta	Dimensiones Izquierda+Derecha=Total
				Inicial	Final		
M1	1	Muro de hormigón armado	0-2	( 0.15, 0.15)	( 4.75, 0.15)	2	0.15+0.15=0.3
M2		Muro de hormigón armado	0-2	( 0.15, 0.15)	( 0.15, 3.45)	1	0.15+0.15=0.3
M3		Muro de hormigón armado	0-2	( 4.75, 0.15)	( 4.75, 3.45)	1	0.15+0.15=0.3
M4	2	Muro de hormigón armado	0-2	( 0.92, 3.62)	( 1.47, 4.10)	2	0.15+0.15=0.3
						1	0.15+0.15=0.3

## 4.2. ARQUETA (ASCENSOR HOSPITAL)

P.C. Línea 5 del FMB. Tramo: Estación Hospital

Referencia	Tipo	Tipo muro	GI-GF	Vértices		Planta	Dimensiones Izquierda+Derecha=Total
				Inicial	Final		
M5		Muro de hormigón armado	0-2	( 0.15, 3.45)	( 0.92, 3.62)	2 1	0.15+0.15=0.3 0.15+0.15=0.3
M6		Muro de hormigón armado	0-2	( -0.82, 3.69)	( 0.15, 3.45)	2 1	0.15+0.15=0.3 0.15+0.15=0.3
M7		Muro de hormigón armado	0-2	( -1.50, 4.42)	( -0.82, 3.69)	2 1	0.15+0.15=0.3 0.15+0.15=0.3
M8		Muro de hormigón armado	0-2	( -1.50, 4.42)	( -1.50, 5.78)	2 1	0.15+0.15=0.3 0.15+0.15=0.3
M9		Muro de hormigón armado	0-2	( -1.50, 5.78)	( -0.53, 6.75)	2 1	0.15+0.15=0.3 0.15+0.15=0.3
M10		Muro de hormigón armado	0-2	( -0.53, 6.75)	( 0.79, 6.75)	2 1	0.15+0.15=0.3 0.15+0.15=0.3
M11	3	Muro de hormigón armado	0-2	( 0.79, 6.75)	( 4.11, 6.75)	2 1	0.15+0.15=0.3 0.15+0.15=0.3
M12	2	Muro de hormigón armado	0-2	( 4.11, 6.75)	( 5.43, 6.75)	2 1	0.15+0.15=0.3 0.15+0.15=0.3
M13		Muro de hormigón armado	0-2	( 5.43, 6.75)	( 6.40, 5.78)	2 1	0.15+0.15=0.3 0.15+0.15=0.3
M14		Muro de hormigón armado	0-2	( 6.40, 4.42)	( 6.40, 5.78)	2 1	0.15+0.15=0.3 0.15+0.15=0.3
M15		Muro de hormigón armado	0-2	( 5.72, 3.69)	( 6.40, 4.42)	2 1	0.15+0.15=0.3 0.15+0.15=0.3
M16		Muro de hormigón armado	0-2	( 4.75, 3.45)	( 5.72, 3.69)	2 1	0.15+0.15=0.3 0.15+0.15=0.3
M17		Muro de hormigón armado	0-2	( 3.98, 3.62)	( 4.75, 3.45)	2 1	0.15+0.15=0.3 0.15+0.15=0.3
M18		Muro de hormigón armado	0-2	( 3.43, 4.10)	( 3.98, 3.62)	2 1	0.15+0.15=0.3 0.15+0.15=0.3
M19		Muro de hormigón armado	0-1	( 1.47, 4.10)	( 1.80, 4.98)	1	0.15+0.15=0.3
M20	4	Muro de hormigón armado	0-1	( 1.61, 5.90)	( 1.80, 4.98)	1	0.15+0.15=0.3
M21		Muro de hormigón armado	0-1	( 0.79, 6.75)	( 1.61, 5.90)	1	0.15+0.15=0.3
M22		Muro de hormigón armado	0-1	( 3.10, 4.98)	( 3.43, 4.10)	1	0.15+0.15=0.3
M23		Muro de hormigón armado	0-1	( 3.10, 4.98)	( 3.29, 5.90)	1	0.15+0.15=0.3
M24		Muro de hormigón armado	0-1	( 3.29, 5.90)	( 4.11, 6.75)	1	0.15+0.15=0.3

### 4.2.3.- Hipótesis de carga

Referencia	Descripción	Naturaleza
G	Peso propio	Carga permanente
Qa	Sobrecarga de uso	Sobrecarga de uso

### 4.2.4.- Cargas

Cargas especiales introducidas (en Tm, Tm/m y Tm/m<sup>2</sup>)

Grupo	Hipótesis	Tipo	Valor	Coordenadas
0	Sobrecarga de uso	Superficial	0.50	( 4.60, 3.33) ( 3.91, 3.48) ( 3.30, 4.01) ( 2.94, 4.97) ( 3.15, 5.97) ( 3.76, 6.60) ( 1.14, 6.60) ( 1.75, 5.97) ( 1.96, 4.97) ( 1.60, 4.01) ( 0.99, 3.48) ( 0.30, 3.33) ( 0.30, 0.30) ( 4.60, 0.30)
2	Sobrecarga de uso	Superficial	0.50	( 4.75, 3.45) ( 3.98, 3.62) ( 3.43, 4.10) ( 3.10, 4.98) ( 3.29, 5.90) ( 4.11, 6.75) ( 0.79, 6.75) ( 1.61, 5.90) ( 1.80, 4.98) ( 1.47, 4.10) ( 0.92, 3.62) ( 0.15, 3.45) ( 0.15, 0.15) ( 4.75, 0.15)
	Sobrecarga de uso	Superficial	0.50	( -2.70, 7.95) ( -2.70, -0.25) ( 0.15, -0.25) ( 0.15, 3.45) ( -0.82, 3.69) ( -1.50, 4.42) ( -1.50, 5.78) ( -0.53, 6.75) ( 5.43, 6.75) ( 6.40, 5.78) ( 6.40, 4.42) ( 5.72, 3.69) ( 4.75, 3.45) ( 4.75, -0.25) ( 7.60, -0.25) ( 7.60, 7.95)
	Sobrecarga de uso	Superficial	0.50	( 0.15, 0.15) ( 0.15, -0.25) ( 4.75, -0.25) ( 4.75, 0.15)

#### Empuje Terreno

Carga: Carga permanente

Con relleno: Cota 2.60 m

Ángulo de talud 0.00 Grados

Densidad aparente 2.00 t/m<sup>3</sup>

Densidad sumergida 1.10 t/m<sup>3</sup>

Ángulo rozamiento interno 30.00 Grados

Evacuación por drenaje 100.00 %

Carga: Sobrecarga de uso

Con relleno: Cota 2.60 m

Ángulo de talud 0.00 Grados

Densidad aparente 2.00 t/m<sup>3</sup>

Densidad sumergida 1.10 t/m<sup>3</sup>

Ángulo rozamiento interno 30.00 Grados

Evacuación por drenaje 100.00 %

Carga 1:

Tipo: Uniforme

Valor: 0.50 t/m<sup>2</sup>



### 4.2.5.- Combinaciones

Para las distintas situaciones de proyecto, las combinaciones de acciones se definirán de acuerdo con los siguientes criterios:

#### - Con coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_{Q1} \Psi_{p1} Q_{k1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Qi} \Psi_{ai} Q_{ki}$$

#### - Sin coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

- Donde:

$G_k$  Acción permanente

$Q_k$  Acción variable

$\gamma_G$  Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes

$\gamma_{Q,1}$  Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal

$\gamma_{Q,i}$  Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento

$\Psi_{p,1}$  Coeficiente de combinación de la acción variable principal

$\Psi_{a,i}$  Coeficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento

#### Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ ) y coeficientes de combinación ( $\psi$ )

Para cada situación de proyecto y estado límite los coeficientes a utilizar serán:

##### E.L.U. de rotura. Hormigón

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )		Coeficientes de combinación ( $\psi$ )	
	Favorable	Desfavorable	Principal ( $\psi_p$ )	Acompañamiento ( $\psi_a$ )
Carga permanente (G)	1.000	1.350	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.500	1.000	0.700

##### Tensiones en el terreno y desplazamientos

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )		Coeficientes de combinación ( $\psi$ )	
	Favorable	Desfavorable	Principal ( $\psi_p$ )	Acompañamiento ( $\psi_a$ )
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

### 4.2.6.- Materiales

#### - Hormigón

Hormigón	fck (kp/cm <sup>2</sup> )	$\gamma_c$
HA-25/20/B/IIa	255	1.5

#### - Acero en barras

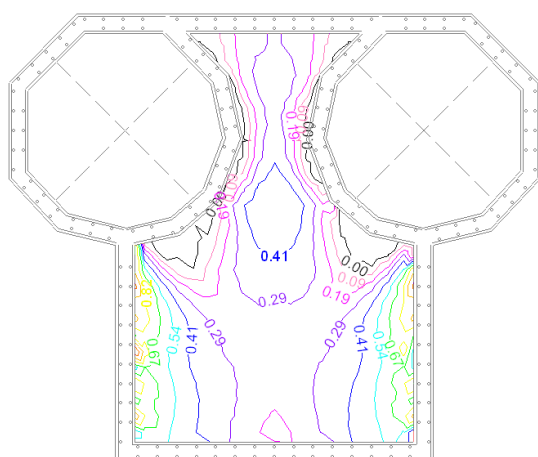
Acero	f <sub>yk</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	$\gamma_s$
B 500 S	5097	1.15

### 4.2.7.- Esfuerzos y armados

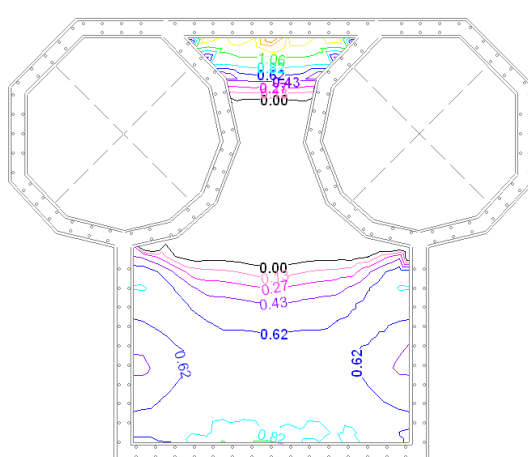
#### SOLERA

#### Esfuerzos de dimensionamiento

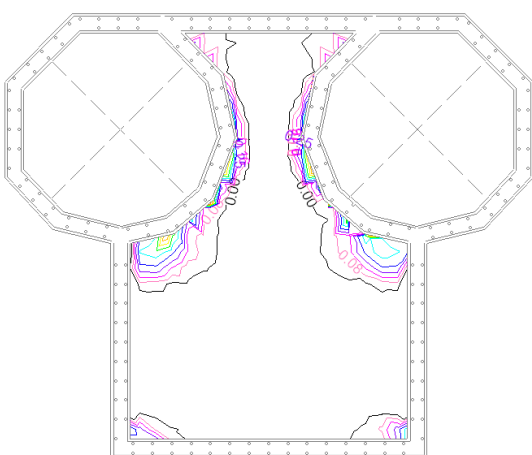
##### Mx inferior (Tn·m/m)



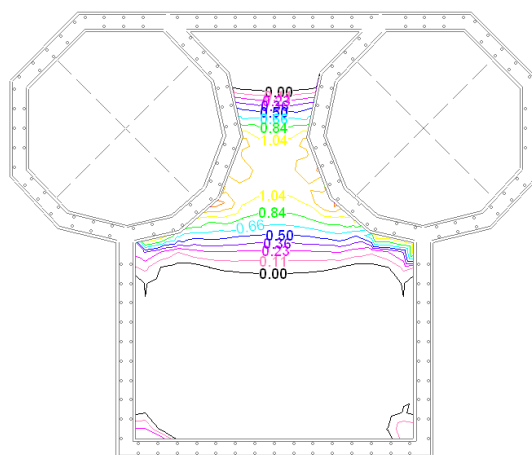
##### My inferior (Tn·m/m)



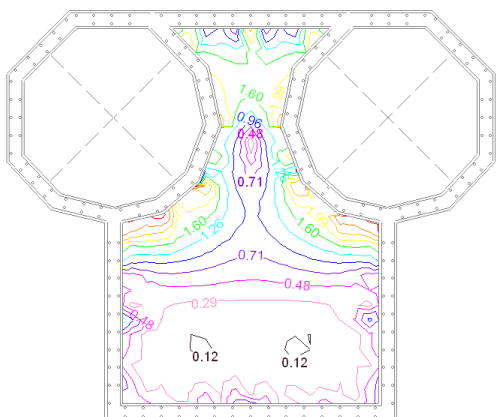
##### Mx superior (Tn·m/m)



##### My superior (Tn·m/m)

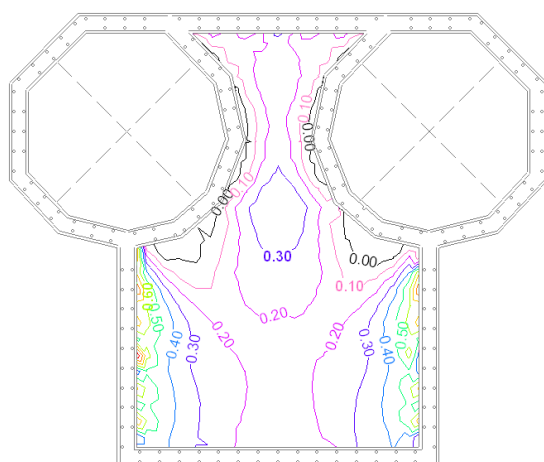


Cortante (Tn/m)

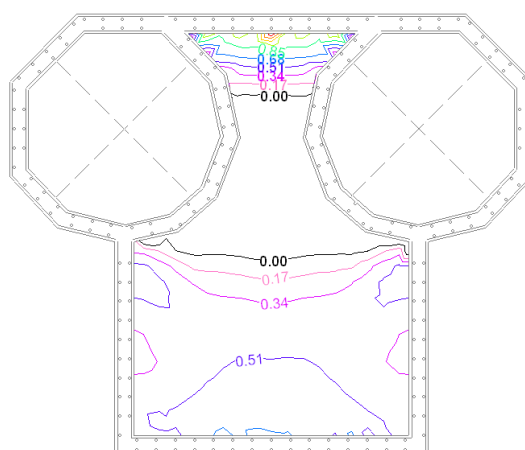


Cuantías de armadura

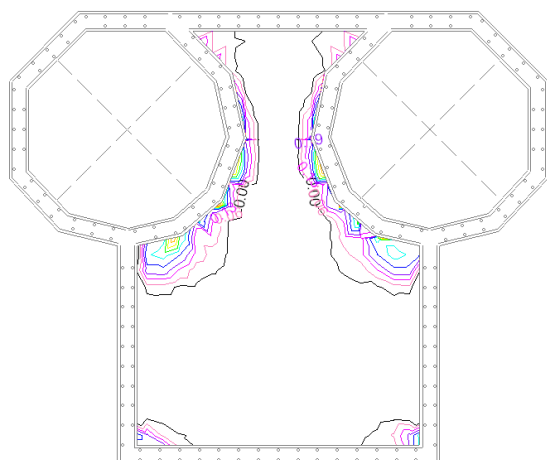
Inferior dirección X ( $\text{cm}^2/\text{m}$ )



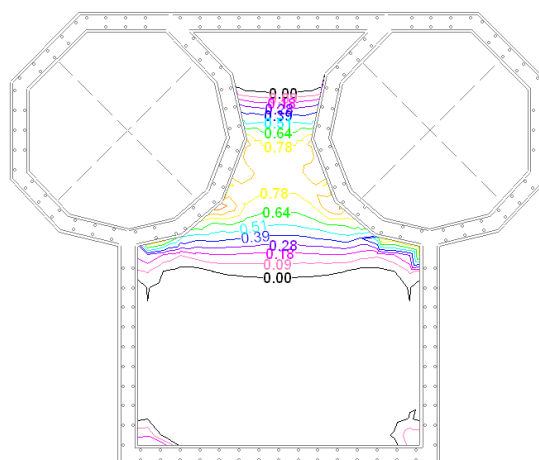
Inferior dirección Y ( $\text{cm}^2/\text{m}$ )



Superior dirección X ( $\text{cm}^2/\text{m}$ )



Superior dirección X ( $\text{cm}^2/\text{m}$ )



## 4.2. ARQUETA (ASCENSOR HOSPITAL)

P.C. Línea 5 del FMB. Tramo: Estación Hospital

### Armadura dispuesta

	Armadura base
Longitudinal inferior	5 $\phi$ 16 p.m.l
Longitudinal superior	5 $\phi$ 16 p.m.l
Transversal inferior	5 $\phi$ 16 p.m.l
Transversal superior	5 $\phi$ 20 p.m.l

### Comprobación a fisuración

Cara inferior

Esfuerzos de diseño			Esfuerzos en servicio			Geometría de la sección		
M <sub>d</sub>	24,9	KN*m	M <sub>s</sub>	16,6	KN*m	Ancho b	1,00	m
N <sub>d</sub>	0,0	KN	N <sub>s</sub>	0,0	KN	Canto h	0,40	m
Clase de exposición						r <sub>min</sub> =	30	mm
Ambiente	IIa		Calidad mínima	HA 25		Δr =	5	mm
Datos de los materiales						Difícil de hormigonar		
Hormigón			f <sub>ck</sub> =	25	N/mm <sup>2</sup>	r <sub>nom min</sub> =	35	mm
Calidad	HA 25		f <sub>cd</sub> =	16,67	N/mm <sup>2</sup>	r <sub>nom trac</sub> =	45	mm
γ <sub>c</sub>	1,50		f <sub>ct,m</sub> =	2,56	N/mm <sup>2</sup>	r <sub>nom comp</sub> =	45	mm
T <sub>max árido</sub> =	20	mm	E <sub>c</sub> =	29.240	N/mm <sup>2</sup>	A <sub>b</sub> =	0,40	m <sup>2</sup>
Acero			f <sub>yk</sub> =	500	N/mm <sup>2</sup>	d =	0,347	m
Calidad	B 500 S		f <sub>yd</sub> =	434,78	N/mm <sup>2</sup>	d' =	0,294	m
γ <sub>s</sub>	1,15		f <sub>yα,d</sub> =	400,00	N/mm <sup>2</sup>	I <sub>b</sub> =	0,0053	m <sup>4</sup>
E <sub>s</sub>	200.000	N/mm <sup>2</sup>	ε <sub>yd</sub> =	2,17	‰	W <sub>b</sub> =	0,027	m <sup>3</sup>
Dimensionamiento (E.L.U.)								
M <sub>l</sub> =	24,9	KN*m	Cuantía geométrica mínima			Cuantía mecánica mínima		
N <sub>l</sub> =	0,0	KN	A <sub>s</sub> +A <sub>s</sub> ' =	7,20	cm <sup>2</sup>	A <sub>s</sub> =	6,08	cm <sup>2</sup>
x <sub>lim</sub> =	0,214	m	Armadura de compresión			Armadura de tracción		
M <sub>lim</sub> =	634	KN*m	ε <sub>s</sub> ' =	0,00	‰	ε <sub>s</sub> =	186,91	‰
e =	0,000	m	A <sub>s</sub> ' =	0,00	cm <sup>2</sup>	A <sub>s</sub> =	1,66	cm <sup>2</sup>
ΔM <sub>d</sub> =	0,0	KN*m	Armadura de compresión realmente dispuesta			Armadura de tracción realmente dispuesta		
x =	0,006	m	φ 16 a 0,20 m			φ 16 a 0,20 m		
y =	0,005	m						
z =	0,344	m	A <sub>s comp rd</sub> =	10,05	cm <sup>2</sup>	A <sub>s trac rd</sub> =	10,05	cm <sup>2</sup>
Comprobación (E.L.S.) a fisuración por compresión								
M <sub>2</sub> =	16,6	KN*m	σ <sub>c max</sub> =	15.000	KN/m <sup>2</sup>	σ <sub>c1</sub> < σ <sub>c max</sub>		
N <sub>2</sub> =	0,0	KN	σ <sub>c1</sub> =	623	KN/m <sup>2</sup>	No fisuras por compresión		
Comprobación (E.L.S.) a fisuración por tracción								
M <sub>3</sub> =	16,6	KN*m	Sección fisurada			Alargamiento medio de las armaduras		
N <sub>3</sub> =	0,0	KN	x <sub>f</sub> ' =	No nec	m			
Sección homogénea			I <sub>f</sub> =	No nec	m <sup>4</sup>			
Relación n=E <sub>s</sub> /E <sub>c</sub>		6,84	Cálculo abertura de fisura					
A <sub>h</sub> =	0,41	m <sup>2</sup>	w <sub>k</sub> =	β x S <sub>m</sub> x ε <sub>sm</sub>				
x <sub>Gh</sub> =	0,200	m	Coeficiente β		1,7			
I <sub>h</sub> =	0,0056	m <sup>4</sup>	Separación media de fisuras			Abertura de fisura		
M <sub>fis</sub> =	71,7	KN*m	K <sub>1</sub> =	No nec		w <sub>k</sub> =	No nec	mm
M <sub>3</sub> < M <sub>fis</sub>			A <sub>c,ef</sub> =	No nec	cm <sup>2</sup>	w <sub>max</sub> =	No nec	mm
No necesario el análisis			s <sub>m</sub> =	No nec	mm	No hay fisuración		

## 4.2. ARQUETA (ASCENSOR HOSPITAL)

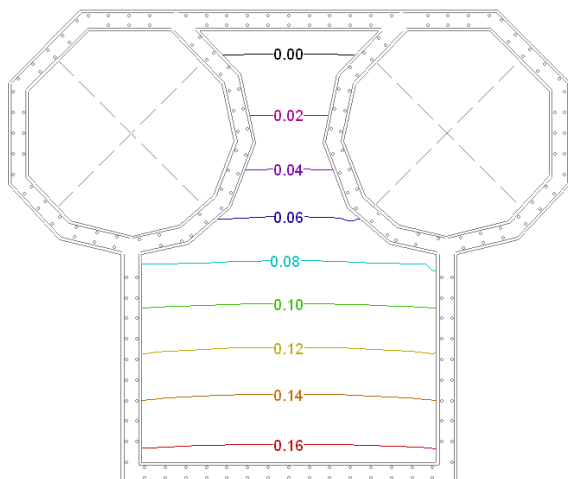
P.C. Línea 5 del FMB. Tramo: Estación Hospital

Cara superior

Esfuerzos de diseño			Esfuerzos en servicio			Geometría de la sección		
M <sub>d</sub>	17,9	KN*m	M <sub>s</sub>	11,9	KN*m	Ancho b	1,00	m
N <sub>d</sub>	0,0	KN	N <sub>s</sub>	0,0	KN	Canto h	0,40	m
Clase de exposición						r <sub>min</sub> =	30	mm
Ambiente	IIa		Calidad mínima		HA 25	Δr =	5	mm
Datos de los materiales						Difícil de hormigonar		
Hormigón			f <sub>ck</sub> = 25 N/mm <sup>2</sup>			r <sub>nom min</sub> =	35	mm
Calidad	HA 25		f <sub>cd</sub> = 16,67 N/mm <sup>2</sup>			r <sub>nom trac</sub> =	45	mm
γ <sub>c</sub>	1,50		f <sub>ct,m</sub> = 2,56 N/mm <sup>2</sup>			r <sub>nom comp</sub> =	45	mm
T <sub>max árido</sub> =	20 mm		E <sub>c</sub> = 29.240 N/mm <sup>2</sup>			A <sub>b</sub> =	0,40	m <sup>2</sup>
Acero			f <sub>yk</sub> = 500 N/mm <sup>2</sup>			d =	0,347	m
Calidad	B 500 S		f <sub>yd</sub> = 434,78 N/mm <sup>2</sup>			d' =	0,294	m
γ <sub>s</sub>	1,15		f <sub>yα,d</sub> = 400,00 N/mm <sup>2</sup>			I <sub>b</sub> =	0,0053	m <sup>4</sup>
E <sub>s</sub>	200.000 N/mm <sup>2</sup>		ε <sub>yd</sub> = 2,17 ‰			W <sub>b</sub> =	0,027	m <sup>3</sup>
Dimensionamiento (E.L.U.)								
M <sub>1</sub> =	17,9 KN*m		Cuantía geométrica mínima			Cuantía mecánica mínima		
N <sub>1</sub> =	0,0 KN		A <sub>s</sub> +A' <sub>s</sub> = 7,20 cm <sup>2</sup>			A <sub>s</sub> = 6,08 cm <sup>2</sup>		
x <sub>lim</sub> =	0,214 m		Armadura de compresión			Armadura de tracción		
M <sub>lim</sub> =	634 KN*m		ε' <sub>s</sub> = 0,00 ‰			ε <sub>s</sub> = 261,92 ‰		
e =	0,000 m		A' <sub>s</sub> = 0,00 cm <sup>2</sup>			A <sub>s</sub> = 1,19 cm <sup>2</sup>		
ΔM <sub>d</sub> =	0,0 KN*m		Armadura de compresión realmente dispuesta			Armadura de tracción realmente dispuesta		
x =	0,005 m		φ 16 a 0,20 m			φ 16 a 0,20 m		
y =	0,004 m		A <sub>s comp rd</sub> = 10,05 cm <sup>2</sup>			A <sub>s trac rd</sub> = 10,05 cm <sup>2</sup>		
z =	0,345 m							
Comprobación (E.L.S.) a fisuración por compresión								
M <sub>2</sub> =	11,9 KN*m		σ <sub>c max</sub> = 15.000 KN/m <sup>2</sup>			σ <sub>c1</sub> < σ <sub>c max</sub>		
N <sub>2</sub> =	0,0 KN		σ <sub>c1</sub> = 448 KN/m <sup>2</sup>			No fisuras por compresión		
Comprobación (E.L.S.) a fisuración por tracción								
M <sub>3</sub> =	11,9 KN*m		Sección fisurada			Alargamiento medio de las armaduras		
N <sub>3</sub> =	0,0 KN		x' <sub>f</sub> = No nec m					
Sección homogénea			I <sub>f</sub> = No nec m <sup>4</sup>					
Relación n=E <sub>s</sub> /E <sub>c</sub>			6,84			Cálculo abertura de fisura		
A <sub>h</sub> =	0,41 m <sup>2</sup>		w <sub>k</sub> = β x s <sub>m</sub> x ε <sub>sm</sub>					
x <sub>Gh</sub> =	0,200 m		Coeficiente β			1,7		
I <sub>h</sub> =	0,0056 m <sup>4</sup>		Separación media de fisuras			Abertura de fisura		
M <sub>fis</sub> =	71,7 KN*m		K <sub>1</sub> = No nec			w <sub>k</sub> = No nec mm		
M <sub>3</sub> < M <sub>fis</sub>			A <sub>c,ef</sub> = No nec cm <sup>2</sup>			w <sub>max</sub> = No nec mm		
No necesario el análisis			s <sub>m</sub> = No nec mm			No hay fisuración		

### Tensión sobre el terreno

Tensión máxima: 0,17 kp/cm<sup>2</sup>



### MUROS

### Esfuerzos por hipótesis

Soporte	Planta	Dimensión (cm)	Tramo (m)	Hipótesis	Base						Cabeza					
					N (t)	Mx (t·m)	My (t·m)	Qx (t)	Qy (t)	T (t·m)	N (t)	Mx (t·m)	My (t·m)	Qx (t)	Qy (t)	T (t·m)
M1	Losa	30.0	1.10/2.60	Carga permanente	3.18	-0.07	-1.02	-0.02	0.19	-0.08	2.46	0.01	0.99	-0.01	-1.52	0.02
				Sobrecarga de uso	1.38	-0.03	-0.17	-0.00	0.02	-0.01	1.83	0.01	0.22	-0.00	-0.30	0.01
	Nivel 1	30.0	0.00/1.10	Carga permanente	2.06	-0.46	1.68	-0.03	7.13	0.21	2.17	0.41	-1.02	0.21	-1.25	0.74
				Sobrecarga de uso	0.20	-0.13	0.01	-0.02	0.64	0.02	1.19	0.10	-0.17	0.03	-0.27	0.12
M2	Losa	30.0	1.10/2.60	Carga permanente	8.19	-0.71	2.99	0.45	20.08	0.19	9.68	-1.38	-14.09	1.12	18.66	2.48
				Sobrecarga de uso	3.49	-0.16	0.64	0.25	6.53	0.06	5.13	-0.96	-5.54	0.90	6.19	1.20
	Nivel 1	30.0	0.00/1.10	Carga permanente	3.51	1.07	6.11	4.58	20.96	-0.45	7.45	-0.71	-0.23	-0.77	20.83	-0.56
				Sobrecarga de uso	0.95	0.07	1.78	0.50	6.39	-0.05	3.19	-0.16	-0.27	-0.03	6.63	-0.11
M3	Losa	30.0	1.10/2.60	Carga permanente	8.23	0.71	2.99	-0.42	20.12	-0.18	9.70	1.40	-14.08	-1.15	18.69	-2.44
				Sobrecarga de uso	3.51	0.17	0.62	-0.24	6.53	-0.06	5.14	0.97	-5.53	-0.92	6.20	-1.18
	Nivel 1	30.0	0.00/1.10	Carga permanente	3.74	-1.09	5.74	-4.56	20.95	0.45	7.28	0.72	0.11	0.56	20.48	0.27
				Sobrecarga de uso	1.01	-0.07	1.69	-0.48	6.41	0.07	3.16	0.17	-0.19	-0.00	6.57	0.07
M4	Losa	30.0	1.10/2.60	Carga permanente	6.03	0.33	0.18	1.32	0.82	-0.07	3.70	0.83	0.20	-1.03	-0.14	-0.25
				Sobrecarga de uso	1.95	0.11	0.08	0.43	0.30	-0.01	1.52	0.42	0.07	-0.57	-0.09	-0.10
	Nivel 1	30.0	0.00/1.10	Carga permanente	8.20	-0.01	0.42	2.46	3.00	0.16	5.58	-0.17	-0.25	1.56	1.69	0.08
				Sobrecarga de uso	2.27	-0.05	0.18	0.64	1.01	0.05	1.75	-0.05	-0.06	0.46	0.49	0.03
M5	Losa	30.0	1.10/2.60	Carga permanente	5.40	0.83	0.20	3.94	0.82	-0.04	1.65	-0.49	-0.38	1.49	0.75	0.04
				Sobrecarga de uso	1.71	0.25	0.06	1.23	0.26	-0.01	0.59	-0.05	-0.13	0.31	0.25	0.02
	Nivel 1	30.0	0.00/1.10	Carga permanente	10.01	1.24	0.66	6.43	2.32	0.03	6.04	0.11	0.04	4.36	0.96	0.02
				Sobrecarga de uso	3.08	0.33	0.23	1.91	0.78	0.01	1.94	0.03	0.01	1.35	0.30	0.01
M6	Losa	30.0	1.10/2.60	Carga permanente	7.91	-0.50	0.12	1.77	-0.36	-0.03	4.02	-1.96	-0.77	1.68	1.14	-0.01
				Sobrecarga de uso	2.62	-0.13	0.04	0.79	-0.18	-0.01	1.52	-0.89	-0.34	0.78	0.50	-0.03
	Nivel 1	30.0	0.00/1.10	Carga permanente	13.46	-0.83	0.35	2.57	0.28	-0.01	9.40	-1.31	0.31	1.84	-0.72	0.03
				Sobrecarga de uso	4.27	-0.26	0.11	0.71	0.03	0.01	3.14	-0.42	0.11	0.67	-0.22	0.00
M7	Losa	30.0	1.10/2.60	Carga permanente	9.54	0.54	-0.60	3.45	-3.64	0.02	5.62	-2.93	-0.12	4.22	-0.69	-0.21
				Sobrecarga de uso	3.26	0.19	-0.19	1.12	-1.19	-0.01	2.39	-1.21	-0.28	1.61	0.12	-0.10
	Nivel 1	30.0	0.00/1.10	Carga permanente	12.15	1.07	-0.94	4.48	-3.54	0.03	9.76	-0.53	0.55	3.37	-4.39	0.01
				Sobrecarga de uso	3.72	0.33	-0.32	1.31	-1.26	0.01	3.26	-0.17	0.20	1.19	-1.37	0.01
M8	Losa	30.0	1.10/2.60	Carga permanente	6.65	0.01	-2.43	0.10	-9.39	0.08	3.97	-1.94	4.04	2.38	-9.89	0.28
				Sobrecarga de uso	2.28	0.02	-0.82	0.03	-2.96	0.03	1.75	-0.97	1.22	1.19	-3.21	0.14
	Nivel 1	30.0	0.00/1.10	Carga permanente	8.24	0.07	-4.00	0.91	-9.66	0.28	6.94	0.01	0.04	-0.61	-9.43	-0.09
				Sobrecarga de uso	2.42	0.02	-1.27	0.10	-3.05	0.07	2.37	0.02	-0.04	-0.11	-2.98	-0.02
M9	Losa	30.0	1.10/2.60	Carga permanente	0.95	-0.90	-0.94	-5.99	-6.11	0.01	2.38	1.85	4.63	-4.71	-8.26	-0.02
				Sobrecarga de uso	0.31	-0.27	-0.32	-1.83	-1.93	-0.00	1.28	0.36	1.78	-1.20	-2.99	-0.01

## 4.2. ARQUETA (ASCENSOR HOSPITAL)

P.C. Línea 5 del FMB. Tramo: Estación Hospital

Soporte	Planta	Dimensión (cm)	Tramo (m)	Hipótesis	Base						Cabeza					
					N (t)	Mx (t-m)	My (t-m)	Qx (t)	Qy (t)	T (t-m)	N (t)	Mx (t-m)	My (t-m)	Qx (t)	Qy (t)	T (t-m)
M10	Nivel 1	30.0	0.00/1.10	Carga permanente	-0.15	-1.67	-1.91	-5.05	-6.58	0.19	0.27	0.68	0.64	-6.41	-5.39	-0.12
				Sobrecarga de uso	-0.47	-0.56	-0.59	-1.74	-1.88	0.05	0.07	0.21	0.17	-1.92	-1.76	-0.03
M11	Losa	30.0	1.10/2.60	Carga permanente	-0.52	-0.05	-0.26	-2.76	-1.00	-0.69	1.19	2.16	1.14	-4.79	-1.16	0.34
				Sobrecarga de uso	-0.19	0.02	-0.11	-0.61	-0.34	-0.23	0.67	0.58	0.56	-1.43	-0.58	0.13
M12	Nivel 1	30.0	0.00/1.10	Carga permanente	-3.34	-0.50	-0.08	-3.52	-0.72	0.15	-1.82	0.86	-0.28	-3.90	1.02	0.16
				Sobrecarga de uso	-1.42	-0.12	-0.02	-1.14	-0.04	0.05	-0.61	0.28	-0.11	-1.05	0.23	0.06
M13	Losa	30.0	1.10/2.60	Carga permanente	3.20	-0.06	-0.02	0.00	-2.64	0.05	3.40	-0.02	0.50	0.03	0.72	-0.01
				Sobrecarga de uso	1.32	-0.02	-0.13	-0.00	-0.98	0.02	2.07	0.00	0.49	0.01	-0.08	-0.01
M14	Nivel 1	30.0	0.00/1.10	Carga permanente	-0.22	0.00	-1.82	0.01	-4.95	0.00	1.26	-0.00	0.02	0.00	1.14	-0.01
				Sobrecarga de uso	-0.41	0.00	-0.37	0.00	-0.64	0.00	0.76	-0.00	-0.12	-0.00	0.16	-0.01
M15	Losa	30.0	1.10/2.60	Carga permanente	-0.50	-0.00	-0.25	2.69	-1.00	0.73	1.25	-2.10	1.14	4.77	-1.16	-0.33
				Sobrecarga de uso	-0.19	-0.04	-0.11	0.59	-0.33	0.25	0.69	-0.55	0.56	1.42	-0.58	-0.13
M16	Nivel 1	30.0	0.00/1.10	Carga permanente	-3.33	0.50	-0.09	3.54	-0.73	-0.15	-1.80	-0.86	-0.28	3.88	1.01	-0.17
				Sobrecarga de uso	-1.42	0.12	-0.02	1.14	-0.05	-0.05	-0.61	-0.28	-0.11	1.06	0.23	-0.06
M17	Losa	30.0	1.10/2.60	Carga permanente	0.94	0.89	-0.91	6.06	-6.12	0.02	2.31	-1.83	4.60	4.72	-8.26	0.02
				Sobrecarga de uso	0.30	0.27	-0.31	1.85	-1.95	0.01	1.24	-0.35	1.77	1.21	-2.99	0.01
M18	Nivel 1	30.0	0.00/1.10	Carga permanente	-0.15	1.67	-1.92	5.02	-6.57	-0.18	0.23	-0.68	0.66	6.43	-5.41	0.08
				Sobrecarga de uso	-0.47	0.56	-0.59	1.73	-1.87	-0.06	0.06	-0.21	0.17	1.91	-1.76	0.03
M19	Losa	30.0	1.10/2.60	Carga permanente	6.77	-0.01	-2.51	-0.16	-9.42	-0.11	3.88	1.91	4.13	-2.34	-9.92	-0.27
				Sobrecarga de uso	2.34	-0.02	-0.85	-0.05	-2.97	-0.05	1.70	0.96	1.27	-1.17	-3.23	-0.14
M20	Nivel 1	30.0	0.00/1.10	Carga permanente	8.15	-0.05	-3.95	-0.88	-9.60	-0.28	7.01	-0.01	0.00	0.62	-9.47	0.09
				Sobrecarga de uso	2.41	-0.01	-1.27	-0.09	-3.05	-0.07	2.41	-0.02	-0.06	0.11	-2.98	0.02
M21	Losa	30.0	1.10/2.60	Carga permanente	9.19	-0.48	-0.51	-3.63	-3.73	-0.10	5.86	3.26	-0.08	-5.07	-0.93	0.10
				Sobrecarga de uso	3.13	-0.17	-0.15	-1.20	-1.24	-0.02	2.49	1.39	-0.25	-2.04	0.01	0.04
M22	Nivel 1	30.0	0.00/1.10	Carga permanente	12.39	-1.09	-0.97	-4.48	-3.65	-0.01	9.70	0.52	0.57	-3.35	-4.34	0.05
				Sobrecarga de uso	3.80	-0.36	-0.33	-1.36	-1.27	-0.01	3.20	0.18	0.22	-1.16	-1.39	0.01
M23	Losa	30.0	1.10/2.60	Carga permanente	8.12	0.70	0.15	-1.55	-0.28	0.05	3.86	1.51	-0.83	-0.82	1.39	0.09
				Sobrecarga de uso	2.67	0.19	0.05	-0.69	-0.13	0.03	1.46	0.67	-0.37	-0.35	0.62	0.06
M24	Nivel 1	30.0	0.00/1.10	Carga permanente	13.29	0.72	0.35	-2.63	0.32	0.03	9.39	1.36	0.32	-1.91	-0.69	-0.01
				Sobrecarga de uso	4.20	0.22	0.10	-0.69	0.02	-0.02	3.15	0.45	0.11	-0.71	-0.20	0.01
M25	Losa	30.0	1.10/2.60	Carga permanente	5.36	-0.79	0.20	-3.90	0.85	0.02	1.66	0.45	-0.38	-1.40	0.73	-0.05
				Sobrecarga de uso	1.69	-0.24	0.06	-1.22	0.27	0.00	0.59	0.02	-0.13	-0.27	0.24	-0.02
M26	Nivel 1	30.0	0.00/1.10	Carga permanente	9.89	-1.18	0.65	-6.38	2.29	-0.03	6.05	-0.12	0.05	-4.29	0.97	-0.03
				Sobrecarga de uso	3.04	-0.31	0.23	-1.88	0.77	-0.01	1.94	-0.03	0.01	-1.33	0.30	-0.01
M27	Losa	30.0	1.10/2.60	Carga permanente	6.10	-0.31	0.17	-1.35	0.81	0.06	3.66	-0.79	0.23	0.92	-0.13	0.22
				Sobrecarga de uso	1.98	-0.11	0.08	-0.43	0.30	0.01	1.50	-0.41	0.07	0.52	-0.08	0.09
M28	Nivel 1	30.0	0.00/1.10	Carga permanente	8.36	0.02	0.41	-2.56	3.08	-0.14	5.61	0.15	-0.24	-1.53	1.59	-0.09
				Sobrecarga de uso	2.32	0.05	0.17	-0.66	1.03	-0.04	1.77	0.04	-0.06	-0.45	0.46	-0.03
M29	Losa	30.0	1.10/2.60	Carga permanente	7.19	-0.44	-0.26	-0.48	0.81	0.09	1.17	-0.18	-0.47	0.14	-0.01	0.16
				Sobrecarga de uso	1.98	-0.17	-0.05	-0.23	0.29	0.03	0.41	-0.06	-0.17	0.07	0.09	0.05
M30	Nivel 1	30.0	0.00/1.10	Carga permanente	2.75	-0.03	-0.66	0.69	-4.81	-0.21	-0.13	0.00	-0.02	0.31	-1.38	-0.08
				Sobrecarga de uso	0.59	-0.04	-0.21	0.14	-1.44	-0.06	-0.05	0.00	-0.01	0.09	-0.39	-0.02
M31	Losa	30.0	1.10/2.60	Carga permanente	-0.92	0.20	-0.29	3.05	-3.11	0.12	1.08	-0.29	0.30	2.55	-2.95	0.05
				Sobrecarga de uso	-0.53	0.02	-0.04	0.82	-0.82	-0.00	0.35	-0.09	0.10	0.79	-0.93	0.02
M32	Nivel 1	30.0	0.00/1.10	Carga permanente	7.14	0.45	-0.24	0.58	0.73	-0.09	1.13	0.17	-0.46	-0.21	0.07	-0.16
				Sobrecarga de uso	1.96	0.18	-0.05	0.27	0.26	-0.03	0.39	0.06	-0.16	-0.09	0.11	-0.05
M33	Losa	30.0	1.10/2.60	Carga permanente	2.75	0.03	-0.66	-0.69	-4.82	0.22	-0.13	-0.00	-0.02	-0.31	-1.37	0.08
				Sobrecarga de uso	0.60	0.04	-0.21	-0.14	-1.44	0.06	-0.05	-0.00	-0.01	-0.09	-0.39	0.03
M34	Nivel 1	30.0	0.00/1.10	Carga permanente	-0.92	-0.20	-0.29	-3.05	-3.12	-0.12	1.08	0.29	0.31	-2.55	-2.95	-0.05
				Sobrecarga de uso	-0.53	-0.02	-0.04	-0.82	-0.83	0.00	0.35	0.09	0.10	-0.79	-0.93	-0.01

### Armado de muros

ARMADO BASE											
Tipo	Muros	Espesor (cm)	Armadura vertical		Armadura horizontal		Armadura transversal				F.C. (%)
			Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Ramas	Diám.	Sep.ver (cm)	Sep.hor (cm)	
1	M1-M3	30.0	Ø16c/20 cm	Ø16c/20 cm	Ø12c/20 cm	Ø12c/20 cm	---	---	---	---	100.0
2	M4-M10 M12-M18	30.0	Ø16c/20 cm	Ø16c/20 cm	Ø12c/20 cm	Ø12c/20 cm	---	---	---	---	100.0
3	M11	30.0	Ø12c/20 cm	Ø12c/20 cm	Ø12c/20 cm	Ø12c/20 cm	---	---	---	---	100.0
4	M19-M24	30.0	Ø12c/20 cm	Ø12c/20 cm	Ø12c/20 cm	Ø12c/20 cm	---	---	---	---	100.0

## 4.2. ARQUETA (ASCENSOR HOSPITAL)

P.C. Línea 5 del FMB. Tramo: Estación Hospital

F.C. = El factor de cumplimiento indica el porcentaje de área en el cual el armado y espesor de hormigón son suficientes.

Aprovechamiento: Nivel de tensiones (relación entre la tensión máxima y la admisible). Equivale al inverso del coeficiente de seguridad.

Nx : Axil vertical.

Ny : Axil horizontal.

Nxy: Axil tangencial.

Mx : Momento vertical (alrededor del eje horizontal).

My : Momento horizontal (alrededor del eje vertical).

Mxy: Momento torsor.

Qx : Cortante transversal vertical.

Qy : Cortante transversal horizontal.

MUROS TIPO 1										
Planta	Comprobación	Aprovechamiento (%)	Pésimos							
			Nx (t/m)	Ny (t/m)	Nxy (t/m)	Mx (t·m/m)	My (t·m/m)	Mxy (t·m/m)	Qx (t/m)	Qy (t/m)
Losa (e=30.0 cm)	Arm. vert. der.	1.91	-12.91	-6.44	-3.71	-1.42	-0.30	0.34	---	---
	Arm. horz. der.	0.72	-4.65	-3.76	-11.42	0.09	-0.43	0.02	---	---
	Arm. vert. izq.	0.88	-12.91	-6.44	-3.71	0.26	-0.30	0.34	---	---
	Arm. horz. izq.	0.80	-6.13	-2.38	-1.73	0.29	0.99	0.04	---	---
	Hormigón	5.52	-4.14	-2.91	-14.26	-0.58	-0.24	-0.09	---	---
	Arm. transve.	0.78	-4.14	-2.91	-14.26	---	---	---	0.82	0.42
Nivel 1 (e=30.0 cm)	Arm. vert. der.	0.99	-10.43	-1.47	-10.30	-0.21	0.57	0.07	---	---
	Arm. horz. der.	0.66	-0.99	-3.39	-13.54	-0.43	-0.28	0.13	---	---
	Arm. vert. izq.	0.93	-10.43	-1.47	-10.30	0.21	0.57	0.07	---	---
	Arm. horz. izq.	0.65	-3.41	-4.73	-16.65	-0.23	-0.10	0.18	---	---
	Hormigón	5.03	-10.43	-1.47	-10.30	0.21	0.57	0.07	---	---
	Arm. transve.	0.93	-0.99	-3.39	-13.54	---	---	---	-1.08	-0.20

MUROS TIPO 2										
Planta	Comprobación	Aprovechamiento (%)	Pésimos							
			Nx (t/m)	Ny (t/m)	Nxy (t/m)	Mx (t·m/m)	My (t·m/m)	Mxy (t·m/m)	Qx (t/m)	Qy (t/m)
Losa (e=30.0 cm)	Arm. vert. der.	0.94	-12.96	-6.73	-13.13	-0.26	-0.21	0.01	---	---
	Arm. horz. der.	0.87	-1.51	-10.77	-3.61	-0.16	-0.15	0.06	---	---
	Arm. vert. izq.	0.98	-12.96	-6.73	-13.13	0.26	-0.21	0.01	---	---
	Arm. horz. izq.	0.70	-1.51	-10.77	-3.61	-0.16	-0.15	0.06	---	---
	Hormigón	4.97	-12.96	-6.73	-13.13	-0.26	-0.21	0.01	---	---
	Arm. transve.	2.13	-1.51	-10.77	-3.61	---	---	---	-1.45	2.05
Nivel 1 (e=30.0 cm)	Arm. vert. der.	2.21	-24.46	-2.13	-16.82	-0.49	0.30	0.07	---	---
	Arm. horz. der.	0.57	-17.99	-3.95	-16.41	0.36	-0.18	0.03	---	---



## 4.2. ARQUETA (ASCENSOR HOSPITAL)

P.C. Línea 5 del FMB. Tramo: Estación Hospital

MUROS TIPO 2										
Planta	Comprobación	Aprovechamiento (%)	Pésimos							
			Nx (t/m)	Ny (t/m)	Nxy (t/m)	Mx (t·m/m)	My (t·m/m)	Mxy (t·m/m)	Qx (t/m)	Qy (t/m)
	Arm. vert. izq.	2.45	-24.46	-2.13	-16.82	0.89	0.30	0.07	---	---
	Arm. horz. izq.	0.68	-24.46	-2.13	-16.82	-0.49	0.30	0.07	---	---
	Hormigón	9.98	-24.46	-2.13	-16.82	0.89	0.30	0.07	---	---
	Arm. transve.	1.42	-24.46	-2.13	-16.82	---	---	---	-1.68	-0.04

MURO TIPO 3										
Planta	Comprobación	Aprovechamiento (%)	Pésimos							
			Nx (t/m)	Ny (t/m)	Nxy (t/m)	Mx (t·m/m)	My (t·m/m)	Mxy (t·m/m)	Qx (t/m)	Qy (t/m)
Losa (e=30.0 cm)	Arm. vert. der.	0.42	-1.25	0.86	-0.09	-0.46	-0.56	0.01	---	---
	Arm. horz. der.	0.49	-0.73	-5.21	-1.98	0.31	-0.18	0.17	---	---
	Arm. vert. izq.	0.67	-1.49	-2.35	-2.37	0.79	0.18	0.08	---	---
	Arm. horz. izq.	0.39	-0.88	-3.40	-2.54	0.43	0.23	0.27	---	---
	Hormigón	2.43	-0.88	-3.40	-2.54	0.43	0.23	0.27	---	---
	Arm. transve.	0.60	-2.74	-2.07	-0.02	---	---	---	-0.71	0.04
Nivel 1 (e=30.0 cm)	Arm. vert. der.	0.74	-0.13	-0.03	1.76	-1.03	-0.21	0.02	---	---
	Arm. horz. der.	0.43	0.68	2.12	5.66	0.00	-0.79	-0.02	---	---
	Arm. vert. izq.	0.60	-2.25	-0.21	0.89	0.61	0.52	0.19	---	---
	Arm. horz. izq.	0.35	-2.22	-0.24	-0.90	0.60	0.53	-0.18	---	---
	Hormigón	2.67	0.68	2.12	5.66	-0.70	-0.79	-0.02	---	---
	Arm. transve.	4.63	0.68	2.19	-5.63	---	---	---	-2.73	4.75

MUROS TIPO 4										
Planta	Comprobación	Aprovechamiento (%)	Pésimos							
			Nx (t/m)	Ny (t/m)	Nxy (t/m)	Mx (t·m/m)	My (t·m/m)	Mxy (t·m/m)	Qx (t/m)	Qy (t/m)
Nivel 1 (e=30.0 cm)	Arm. vert. der.	1.70	-19.64	-1.92	-2.20	-0.39	0.34	-0.24	---	---
	Arm. horz. der.	0.19	0.07	3.34	6.23	0.01	-0.43	-0.15	---	---
	Arm. vert. izq.	1.72	-19.64	-1.92	-2.20	0.42	0.34	-0.24	---	---
	Arm. horz. izq.	0.35	-19.64	-1.92	-2.20	0.42	0.34	-0.24	---	---
	Hormigón	5.76	-19.64	-1.92	-2.20	-0.39	0.34	-0.24	---	---
	Arm. transve.	1.37	-19.64	-1.92	-2.20	---	---	---	-1.63	-0.01

## 4.2. ARQUETA (ASCENSOR HOSPITAL)

P.C. Línea 5 del FMB. Tramo: Estación Hospital

### Comprobación a fisuración

Armado vertical

Esfuerzos de diseño			Esfuerzos en servicio			Geometría de la sección		
M <sub>d</sub>	25,3	KN*m	M <sub>s</sub>	18,7	KN*m	Ancho b	1,00	m
N <sub>d</sub>	0,0	KN	N <sub>s</sub>	0,0	KN	Canto h	0,30	m
Clase de exposición						r <sub>min</sub> =	30	mm
Ambiente	IIa		Calidad mínima		HA 25	Δr =	5	mm
Datos de los materiales						Difícil de hormigonar		
Hormigón			f <sub>ck</sub> = 25 N/mm <sup>2</sup>			r <sub>nom min</sub> = 35 mm		
Calidad	HA 25		f <sub>cd</sub> = 16,67 N/mm <sup>2</sup>			r <sub>nom trac</sub> = 35 mm		
γ <sub>c</sub>	1,50		f <sub>ct,m</sub> = 2,56 N/mm <sup>2</sup>			r <sub>nom comp</sub> = 35 mm		
T <sub>max árido</sub> =	20 mm		E <sub>c</sub> = 29.240 N/mm <sup>2</sup>			A <sub>b</sub> = 0,30 m <sup>2</sup>		
Acero			f <sub>yk</sub> = 500 N/mm <sup>2</sup>			d = 0,259 m		
Calidad	B 500 S		f <sub>yd</sub> = 434,78 N/mm <sup>2</sup>			d' = 0,218 m		
γ <sub>s</sub>	1,15		f <sub>yα,d</sub> = 400,00 N/mm <sup>2</sup>			I <sub>b</sub> = 0,0023 m <sup>4</sup>		
E <sub>s</sub>	200.000 N/mm <sup>2</sup>		ε <sub>yd</sub> = 2,17 ‰			W <sub>b</sub> = 0,015 m <sup>3</sup>		
Dimensionamiento (E.L.U.)								
M <sub>1</sub> =	25,3 KN*m		Cuantía geométrica mínima			Cuantía mecánica mínima		
N <sub>1</sub> =	0,0 KN		A <sub>s</sub> +A' <sub>s</sub> = 5,40 cm <sup>2</sup>			A <sub>s</sub> = 4,96 cm <sup>2</sup>		
x <sub>lim</sub> =	0,160 m		Armadura de compresión			Armadura de tracción		
M <sub>lim</sub> =	353 KN*m		ε' <sub>s</sub> = 0,00 ‰			ε <sub>s</sub> = 100,25 ‰		
e =	0,000 m		A' <sub>s</sub> = 0,00 cm <sup>2</sup>			A <sub>s</sub> = 2,28 cm <sup>2</sup>		
ΔM <sub>d</sub> =	0,0 KN*m		Armadura de compresión			Armadura de tracción		
x =	0,009 m		realmente dispuesta			realmente dispuesta		
y =	0,007 m		φ 12 a 0,20 m			φ 12 a 0,20 m		
z =	0,256 m		A <sub>s comp rd</sub> = 5,65 cm <sup>2</sup>			A <sub>s trac rd</sub> = 5,65 cm <sup>2</sup>		
Comprobación (E.L.S.) a fisuración por compresión								
M <sub>2</sub> =	18,7 KN*m		σ <sub>c max</sub> = 15.000 KN/m <sup>2</sup>			σ <sub>c1</sub> < σ <sub>c max</sub>		
N <sub>2</sub> =	0,0 KN		σ <sub>c1</sub> = 1.249 KN/m <sup>2</sup>			No fisuras por compresión		
Comprobación (E.L.S.) a fisuración por tracción								
M <sub>3</sub> =	18,7 KN*m		Sección fisurada			Alargamiento medio de las armaduras		
N <sub>3</sub> =	0,0 KN		x' <sub>f</sub> = No nec m			σ <sub>sr</sub> = No nec KN/m <sup>2</sup>		
Sección homogénea			I <sub>f</sub> = No nec m <sup>4</sup>			σ <sub>s</sub> = No nec KN/m <sup>2</sup>		
Relación n=E <sub>s</sub> /E <sub>c</sub>			6,84			Cálculo abertura de fisura		
A <sub>h</sub> =	0,31 m <sup>2</sup>		w <sub>k</sub> = β x s <sub>m</sub> x ε <sub>sm</sub>			K <sub>2</sub> = 0,5		
x <sub>Gh</sub> =	0,150 m		Coeficiente β			1,7		
I <sub>h</sub> =	0,0023 m <sup>4</sup>		Separación media de fisuras			Abertura de fisura		
M <sub>fis</sub> =	39,8 KN*m		K <sub>1</sub> = No nec			w <sub>k</sub> = No nec mm		
M <sub>3</sub> < M <sub>fis</sub>			A <sub>c,ef</sub> = No nec cm <sup>2</sup>			w <sub>max</sub> = No nec mm		
No necesario el análisis			s <sub>m</sub> = No nec mm			No hay fisuración		

## 4.2. ARQUETA (ASCENSOR HOSPITAL)

P.C. Línea 5 del FMB. Tramo: Estación Hospital

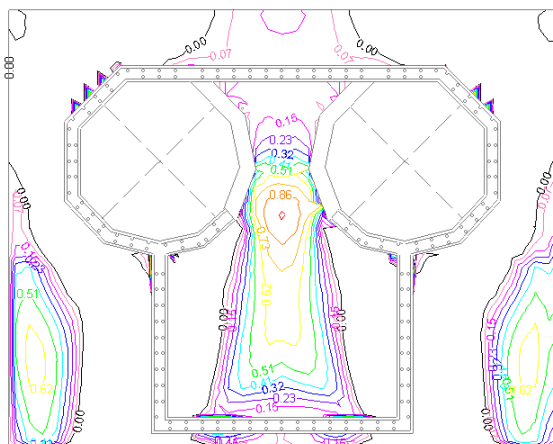
Armado horizontal

Esfuerzos de diseño			Esfuerzos en servicio			Geometría de la sección		
M <sub>d</sub>	9,6	KN*m	M <sub>s</sub>	7,1	KN*m	Ancho b	1,00	m
N <sub>d</sub>	0,0	KN	N <sub>s</sub>	0,0	KN	Canto h	0,30	m
Clase de exposición						r <sub>min</sub> =	30	mm
Ambiente	IIa		Calidad mínima		HA 25	Δr =	5	mm
Datos de los materiales						Difícil de hormigonar		SI
Hormigón			f <sub>ck</sub> =	25	N/mm <sup>2</sup>	r <sub>nom min</sub> =	35	mm
Calidad	HA 25		f <sub>cd</sub> =	16,67	N/mm <sup>2</sup>	r <sub>nom trac</sub> =	35	mm
γ <sub>c</sub>	1,50		f <sub>ct,m</sub> =	2,56	N/mm <sup>2</sup>	r <sub>nom comp</sub> =	35	mm
T <sub>max árido</sub> =	20	mm	E <sub>c</sub> =	29.240	N/mm <sup>2</sup>	A <sub>b</sub> =	0,30	m <sup>2</sup>
Acero			f <sub>yk</sub> =	500	N/mm <sup>2</sup>	d =	0,259	m
Calidad	B 500 S		f <sub>yd</sub> =	434,78	N/mm <sup>2</sup>	d' =	0,218	m
γ <sub>s</sub>	1,15		f <sub>yα,d</sub> =	400,00	N/mm <sup>2</sup>	I <sub>b</sub> =	0,0023	m <sup>4</sup>
E <sub>s</sub>	200.000	N/mm <sup>2</sup>	ε <sub>yd</sub> =	2,17	‰	W <sub>b</sub> =	0,015	m <sup>3</sup>
Dimensionamiento (E.L.U.)								
M <sub>1</sub> =	9,6	KN*m	Cuantía geométrica mínima			Cuantía mecánica mínima		
N <sub>1</sub> =	0,0	KN	A <sub>s</sub> +A' <sub>s</sub> =	5,40	cm <sup>2</sup>	A <sub>s</sub> =	4,96	cm <sup>2</sup>
x <sub>lim</sub> =	0,160	m	Armadura de compresión			Armadura de tracción		
M <sub>lim</sub> =	353	KN*m	ε' <sub>s</sub> =	0,00	‰	ε <sub>s</sub> =	272,27	‰
e =	0,000	m	A' <sub>s</sub> =	0,00	cm <sup>2</sup>	A <sub>s</sub> =	0,86	cm <sup>2</sup>
ΔM <sub>d</sub> =	0,0	KN*m	Armadura de compresión realmente dispuesta			Armadura de tracción realmente dispuesta		
x =	0,003	m	φ 12 a 0,20 m			φ 12 a 0,20 m		
y =	0,003	m	A <sub>s comp rd</sub> =			A <sub>s trac rd</sub> =		
z =	0,258	m	5,65 cm <sup>2</sup>			5,65 cm <sup>2</sup>		
Comprobación (E.L.S.) a fisuración por compresión								
M <sub>2</sub> =	7,1	KN*m	σ <sub>c max</sub> =	15.000	KN/m <sup>2</sup>	σ <sub>c1</sub> < σ <sub>c max</sub>		
N <sub>2</sub> =	0,0	KN	σ <sub>c1</sub> =	474	KN/m <sup>2</sup>	No fisuras por compresión		
Comprobación (E.L.S.) a fisuración por tracción								
M <sub>3</sub> =	7,1	KN*m	Sección fisurada			Alargamiento medio de las armaduras		
N <sub>3</sub> =	0,0	KN	x' <sub>f</sub> =	No nec	m	σ <sub>sr</sub> = No nec KN/m <sup>2</sup>		
Sección homogénea			I <sub>f</sub> =	No nec	m <sup>4</sup>	σ <sub>s</sub> = No nec KN/m <sup>2</sup>		
Relación n=E <sub>s</sub> /E <sub>c</sub>		6,84	Cálculo abertura de fisura			K <sub>2</sub> =	0,5	
A <sub>h</sub> =	0,31	m <sup>2</sup>	w <sub>k</sub> =	β x s <sub>m</sub> x ε <sub>sm</sub>		ε <sub>sm</sub> =	No nec	‰
x <sub>Gh</sub> =	0,150	m	Coeficiente β		1,7	Abertura de fisura		
I <sub>h</sub> =	0,0023	m <sup>4</sup>	Separación media de fisuras			w <sub>k</sub> =	No nec	mm
M <sub>fis</sub> =	39,8	KN*m	K <sub>1</sub> =	No nec		w <sub>max</sub> =	No nec	mm
M <sub>3</sub> < M <sub>fis</sub>			A <sub>c,ef</sub> =	No nec	cm <sup>2</sup>	No hay fisuración		
No necesario el análisis			s <sub>m</sub> =	No nec	mm			

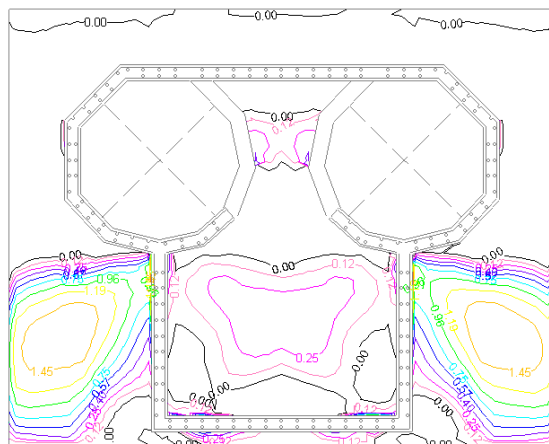
### LOSA CUBIERTA

#### Esfuerzos de dimensionamiento

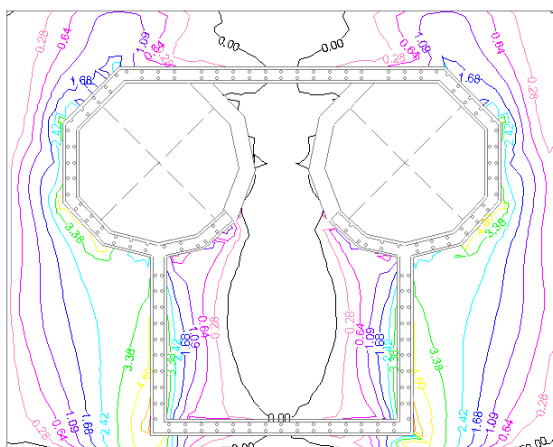
Mx inferior (Tn·m/m)



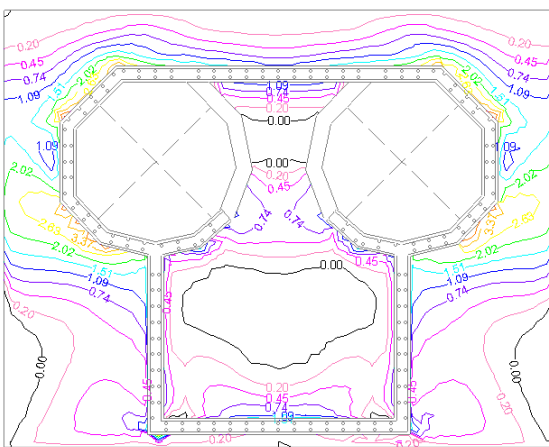
My inferior (Tn·m/m)



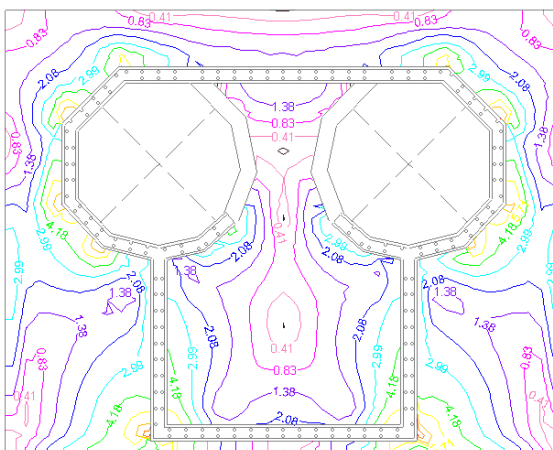
Mx superior (Tn·m/m)



My superior (Tn·m/m)

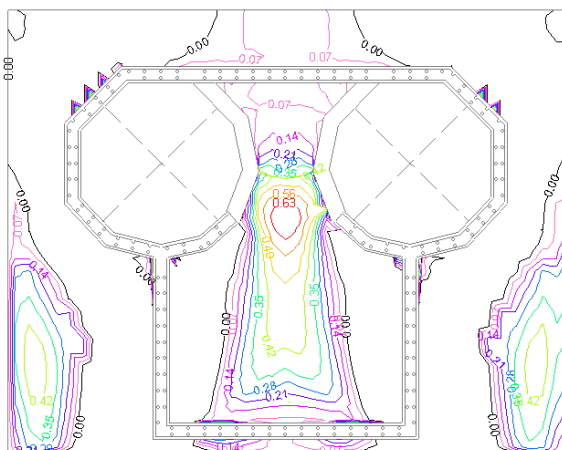


Cortante (Tn/m)

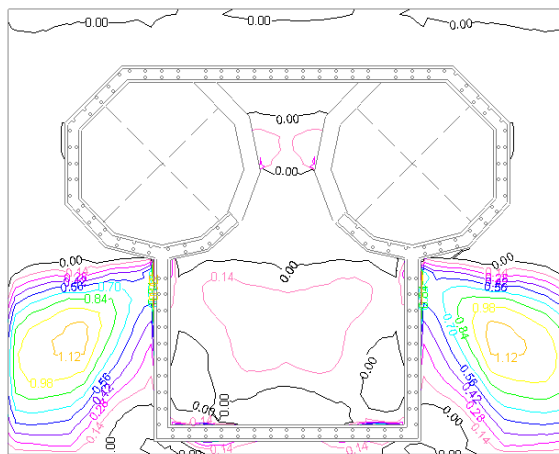


### Cuantías de armadura

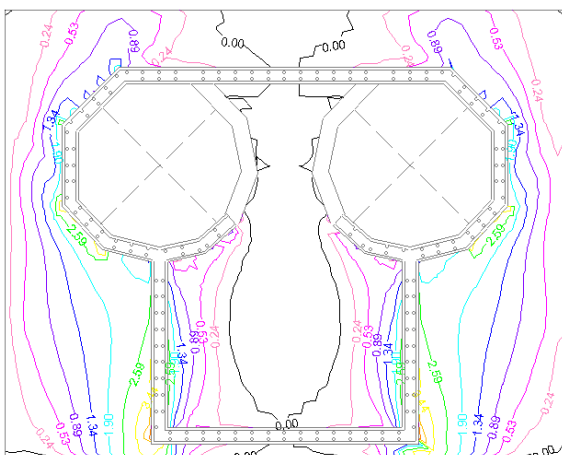
Inferior dirección X ( $\text{cm}^2/\text{m}$ )



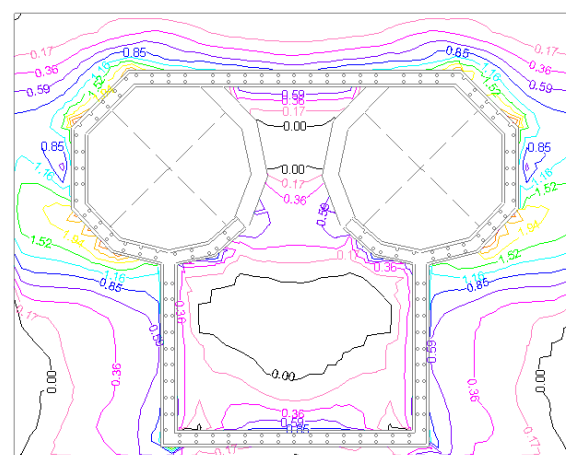
Inferior dirección Y ( $\text{cm}^2/\text{m}$ )



Superior dirección X ( $\text{cm}^2/\text{m}$ )



Superior dirección Y ( $\text{cm}^2/\text{m}$ )



### Armadura dispuesta

	Armadura base
Longitudinal inferior	5 $\phi$ 16 p.m.l
Longitudinal superior	5 $\phi$ 16 p.m.l
Transversal inferior	5 $\phi$ 16 p.m.l
Transversal superior	5 $\phi$ 16 p.m.l

## 4.2. ARQUETA (ASCENSOR HOSPITAL)

P.C. Línea 5 del FMB. Tramo: Estación Hospital

### Comprobación a fisuración

Cara inferior

Esfuerzos de diseño			Esfuerzos en servicio			Geometría de la sección		
M <sub>d</sub>	20,9	KN*m	M <sub>s</sub>	13,9	KN*m	Ancho b	1,00	m
N <sub>d</sub>	0,0	KN	N <sub>s</sub>	0,0	KN	Canto h	0,40	m
Clase de exposición						r <sub>min</sub> =	30	mm
Ambiente	IIa		Calidad mínima		HA 25	Δr =	5	mm
Datos de los materiales						Difícil de hormigonar		SI
Hormigón			f <sub>ck</sub> = 25 N/mm <sup>2</sup>			r <sub>nom min</sub> =	35	mm
Calidad	HA 25		f <sub>cd</sub> = 16,67 N/mm <sup>2</sup>			r <sub>nom trac</sub> =	35	mm
γ <sub>c</sub>	1,50		f <sub>ct,m</sub> = 2,56 N/mm <sup>2</sup>			r <sub>nom comp</sub> =	35	mm
T <sub>max árido</sub> =	20 mm		E <sub>c</sub> = 29.240 N/mm <sup>2</sup>			A <sub>b</sub> =	0,40	m <sup>2</sup>
Acero			f <sub>yk</sub> = 500 N/mm <sup>2</sup>			d =	0,357	m
Calidad	B 500 S		f <sub>yd</sub> = 434,78 N/mm <sup>2</sup>			d' =	0,314	m
γ <sub>s</sub>	1,15		f <sub>ya,d</sub> = 400,00 N/mm <sup>2</sup>			I <sub>b</sub> =	0,0053	m <sup>4</sup>
E <sub>s</sub>	200.000 N/mm <sup>2</sup>		ε <sub>yd</sub> = 2,17 ‰			W <sub>b</sub> =	0,027	m <sup>3</sup>
Dimensionamiento (E.L.U.)								
M <sub>1</sub> =	20,9 KN*m		Cuantía geométrica mínima			Cuantía mecánica mínima		
N <sub>1</sub> =	0,0 KN		A <sub>s</sub> +A <sub>s</sub> ' = 7,20 cm <sup>2</sup>			A <sub>s</sub> = 5,91 cm <sup>2</sup>		
x <sub>lim</sub> =	0,220 m		Armadura de compresión			Armadura de tracción		
M <sub>lim</sub> =	671 KN*m		ε <sub>s</sub> ' = 0,00 ‰			ε <sub>s</sub> = 236,98 ‰		
e =	0,000 m		A <sub>s</sub> ' = 0,00 cm <sup>2</sup>			A <sub>s</sub> = 1,35 cm <sup>2</sup>		
ΔM <sub>d</sub> =	0,0 KN*m		Armadura de compresión			Armadura de tracción		
x =	0,005 m		realmente dispuesta			realmente dispuesta		
y =	0,004 m		φ 16 a 0,20 m			φ 16 a 0,20 m		
z =	0,355 m		A <sub>s comp rd</sub> = 10,05 cm <sup>2</sup>			A <sub>s trac rd</sub> = 10,05 cm <sup>2</sup>		
Comprobación (E.L.S.) a fisuración por compresión								
M <sub>2</sub> =	13,9 KN*m		σ <sub>c max</sub> = 15.000 KN/m <sup>2</sup>			σ <sub>c1</sub> < σ <sub>c max</sub>		
N <sub>2</sub> =	0,0 KN		σ <sub>c1</sub> = 523 KN/m <sup>2</sup>			No fisuras por compresión		
Comprobación (E.L.S.) a fisuración por tracción								
M <sub>3</sub> =	13,9 KN*m		Sección fisurada			Alargamiento medio de las armaduras		
N <sub>3</sub> =	0,0 KN		x <sub>f</sub> = No nec m			σ <sub>sr</sub> = No nec KN/m <sup>2</sup>		
Sección homogénea			I <sub>f</sub> = No nec m <sup>4</sup>			σ <sub>s</sub> = No nec KN/m <sup>2</sup>		
Relación n=E <sub>s</sub> /E <sub>c</sub>		6,84	Cálculo abertura de fisura			K <sub>2</sub> = 0,5		
A <sub>h</sub> =	0,41 m <sup>2</sup>		w <sub>k</sub> = β X S <sub>m</sub> X ε <sub>sm</sub>			ε <sub>sm</sub> = No nec ‰		
x <sub>Gh</sub> =	0,200 m		Coeficiente β			1,7		
I <sub>h</sub> =	0,0056 m <sup>4</sup>		Separación media de fisuras			Abertura de fisura		
M <sub>fis</sub> =	72,1 KN*m		K <sub>1</sub> = No nec			w <sub>k</sub> = No nec mm		
M <sub>3</sub> < M <sub>fis</sub>			A <sub>c,ef</sub> = No nec cm <sup>2</sup>			w <sub>max</sub> = No nec mm		
No necesario el análisis			s <sub>m</sub> = No nec mm			No hay fisuración		

## 4.2. ARQUETA (ASCENSOR HOSPITAL)

P.C. Línea 5 del FMB. Tramo: Estación Hospital

Cara superior

Esfuerzos de diseño			Esfuerzos en servicio			Geometría de la sección		
M <sub>d</sub>	108,4	KN*m	M <sub>s</sub>	72,3	KN*m	Ancho b	1,00	m
N <sub>d</sub>	0,0	KN	N <sub>s</sub>	0,0	KN	Canto h	0,40	m
Clase de exposición						r <sub>min</sub> =	30	mm
Ambiente	IIa		Calidad mínima		HA 25	Δr =	5	mm
Datos de los materiales						Difícil de hormigonar		SI
Hormigón			f <sub>ck</sub> = 25 N/mm <sup>2</sup> f <sub>cd</sub> = 16,67 N/mm <sup>2</sup> f <sub>ct,m</sub> = 2,56 N/mm <sup>2</sup> E <sub>c</sub> = 29.240 N/mm <sup>2</sup>			r <sub>nom min</sub> =	35	mm
Calidad	HA 25					r <sub>nom trac</sub> =	35	mm
γ <sub>c</sub>	1,50					r <sub>nom comp</sub> =	35	mm
T <sub>max árido</sub> =	20 mm					A <sub>b</sub> =	0,40	m <sup>2</sup>
Acero			f <sub>yk</sub> = 500 N/mm <sup>2</sup> f <sub>yd</sub> = 434,78 N/mm <sup>2</sup> f <sub>yα,d</sub> = 400,00 N/mm <sup>2</sup> ε <sub>yd</sub> = 2,17 ‰			d =	0,357	m
Calidad	B 500 S					d' =	0,314	m
γ <sub>s</sub>	1,15					I <sub>b</sub> =	0,0053	m <sup>4</sup>
E <sub>s</sub>	200.000 N/mm <sup>2</sup>					W <sub>b</sub> =	0,027	m <sup>3</sup>
Dimensionamiento (E.L.U.)								
M <sub>1</sub> =	108,4	KN*m	Cuantía geométrica mínima			Cuantía mecánica mínima		
N <sub>1</sub> =	0,0	KN	A <sub>s</sub> +A' <sub>s</sub> = 7,20 cm <sup>2</sup>			A <sub>s</sub> = 5,91 cm <sup>2</sup>		
x <sub>lim</sub> =	0,220	m	Armadura de compresión			Armadura de tracción		
M <sub>lim</sub> =	671	KN*m	ε' <sub>s</sub> = 0,00 ‰			ε <sub>s</sub> = 41,69 ‰		
e =	0,000	m	A' <sub>s</sub> = 0,00 cm <sup>2</sup>			A <sub>s</sub> = 7,21 cm <sup>2</sup>		
ΔM <sub>d</sub> =	0,0	KN*m	Armadura de compresión realmente dispuesta			Armadura de tracción realmente dispuesta		
x =	0,028	m	φ 16 a 0,20 m			φ 16 a 0,20 m		
y =	0,022	m	A <sub>s comp rd</sub> = 10,05 cm <sup>2</sup>			A <sub>s trac rd</sub> = 10,05 cm <sup>2</sup>		
z =	0,346	m						
Comprobación (E.L.S.) a fisuración por compresión								
M <sub>2</sub> =	72,3	KN*m	σ <sub>c max</sub> = 15.000 KN/m <sup>2</sup>			σ <sub>c1</sub> < σ <sub>c max</sub>		
N <sub>2</sub> =	0,0	KN	σ <sub>c1</sub> = 2.710 KN/m <sup>2</sup>			No fisuras por compresión		
Comprobación (E.L.S.) a fisuración por tracción								
M <sub>3</sub> =	72,3	KN*m	Sección fisurada			Alargamiento medio de las armaduras		
N <sub>3</sub> =	0,0	KN	x' <sub>f</sub> = 0,057 m			σ <sub>sr</sub> = 217.147 KN/m <sup>2</sup> σ <sub>s</sub> = 217.609 KN/m <sup>2</sup> K <sub>2</sub> = 0,5 ε <sub>sm</sub> = 0,55 ‰		
Sección homogénea			I <sub>f</sub> = 0,0007 m <sup>4</sup>					
Relación n=E <sub>s</sub> /E <sub>c</sub>		6,84	Cálculo abertura de fisura			Abertura de fisura		
A <sub>h</sub> = 0,41 m <sup>2</sup>			w <sub>k</sub> = β x S <sub>m</sub> x ε <sub>sm</sub>					
X <sub>Gh</sub> = 0,200 m			Coeficiente β 1,7			w <sub>k</sub> = 0,176 mm w <sub>max</sub> = 0,30 mm		
I <sub>h</sub> = 0,0056 m <sup>4</sup>			Separación media de fisuras					
M <sub>fis</sub> = 72,1 KN*m			K <sub>1</sub> = 0,125			Fisuración controlada		
M <sub>3</sub> > M <sub>fis</sub>			A <sub>c,ef</sub> = 1.000 cm <sup>2</sup>					
Análisis en sección fisurada			s <sub>m</sub> = 189,6 mm					





Trabajo: **P.C. Línea 5 del FMB. Tramo: Estación Hospital**Código trabajo: **p01700**Cálculo: **5.- Ventilaciones de Emergencia**

	<b>página</b>
<b>5.1.- Entibación .....</b>	<b>5100</b>
5.1.1.- Norma y materiales .....	5101
5.1.2.- Acciones .....	5101
5.1.3.- Descripción del terreno .....	5101
5.1.4.- Geometría .....	5101
5.1.5.- Comprobación de la geometría .....	5102
5.1.16.- Esquema de las fases .....	5102
5.1.7.- Cargas .....	5106
5.1.8.- Elementos de apoyo .....	5106
5.1.9.- Resultados de las fases .....	5107
5.1.10.- Resultados para los elementos de apoyo .....	5110
5.1.11.- Comprobaciones de estabilidad .....	5112
5.1.12.- Cálculo viga de reparto de anclajes .....	5114
5.1.13.- Estructura de atado en coronación .....	5117
<b>5.2.- Arqueta .....</b>	<b>5200</b>
5.2.1.- Normas consideradas .....	5201
5.2.2.- Geometría .....	5201
5.2.3.- Hipótesis de carga .....	5202
5.2.4.- Cargas .....	5202
5.2.5.- Combinaciones .....	5203
5.2.6.- Materiales .....	5204
5.2.7.- Esfuerzos y armados .....	5205

### 5.1.1.- NORMA Y MATERIALES

Norma de hormigón: EHE-08 (España)

Guía para el Diseño y Ejecución de Anclajes al terreno en Obras de Carretera (MF)

Hormigón: HA-25,  $Y_c=1.5$

Clase de exposición: Clase IIa

### 5.1.2.- ACCIONES

Mayoración esfuerzos en construcción: 1.50

Mayoración esfuerzos en servicio: 1.50

Sin análisis sísmico

Sin considerar acciones térmicas en puntales

### 5.1.3.- DESCRIPCIÓN DEL TERRENO

Cota de la roca: -9.00 m

Porcentaje del rozamiento interno entre el terreno y el trasdós del muro pantalla: 0.0 %

Porcentaje del rozamiento interno entre el terreno y el intradós del muro pantalla: 0.0 %

#### ESTRATOS

Referencias	Cota superior	Descripción	Coefficientes de empuje
1	0.00 m	Densidad aparente: 1.9 kg/dm <sup>3</sup> Densidad sumergida: 1.0 kg/dm <sup>3</sup> Ángulo rozamiento interno: 30 grados Cohesión: 0.00 t/m <sup>2</sup> Módulo de balasto empuje activo: 1000.0 t/m <sup>3</sup> Módulo de balasto empuje pasivo: 1000.0 t/m <sup>3</sup> Gradiente módulo de balasto: 0.0 t/m <sup>4</sup>	Activo trasdós: 0.33 Reposo trasdós: 0.50 Pasivo trasdós: 3.00 Activo intradós: 0.33 Reposo intradós: 0.50 Pasivo intradós: 3.00

### 5.1.4.- GEOMETRÍA

Cota de la rasante: 0.00 m

Altura del muro sobre la rasante: 0.50 m

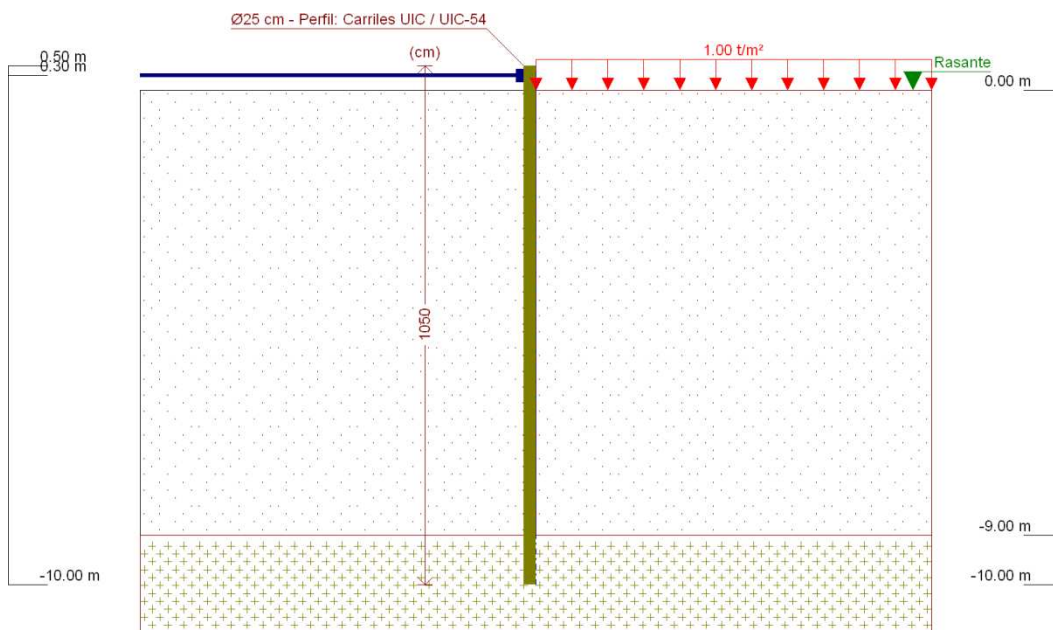
Tipología: Cortina de micropilotes

Altura total: 10.50 m Diámetro: 25.00 cm Separación: 40.00 cm Serie de micropilotes: Carriles UIC Perfil: UIC-54
--

### 5.1.5.- COMPROBACIÓN DE LA GEOMETRÍA

Comprobación	Valores	Estado
Esbeltez máxima:	Máximo: 200 Calculado: 80	Cumple
Tensión máxima:		
- Acero:	Máximo: 4.2 t/cm <sup>2</sup> Calculado: 2.381 t/cm <sup>2</sup>	Cumple
- Hormigón:	Máximo: 0.122 t/cm <sup>2</sup> Calculado: 0.106 t/cm <sup>2</sup>	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Esfuerzos para el cálculo de la tensión en el acero: Axil: 21.33 t; Momento: -6.84 t·m; Cortante: -0.39 t		
- Esfuerzos para el cálculo de la tensión en el hormigón: Axil: 21.33 t; Momento: -6.84 t·m; Cortante: -0.39 t		
- Esfuerzos mayorados por micropilote (Diámetro: 25.00 cm)		

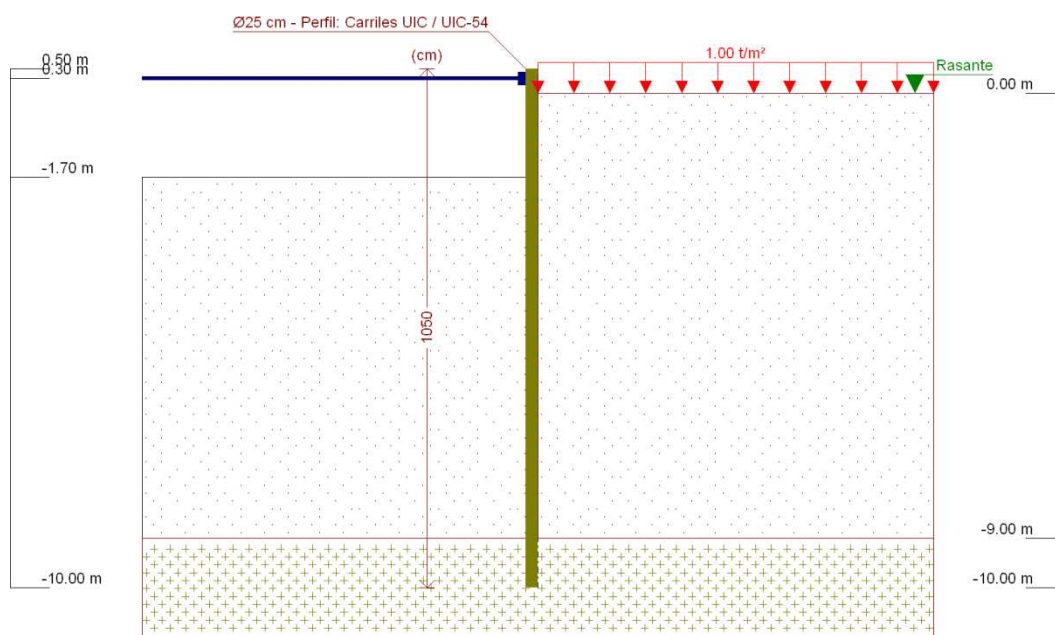
### 5.1.6.- ESQUEMA DE LAS FASES



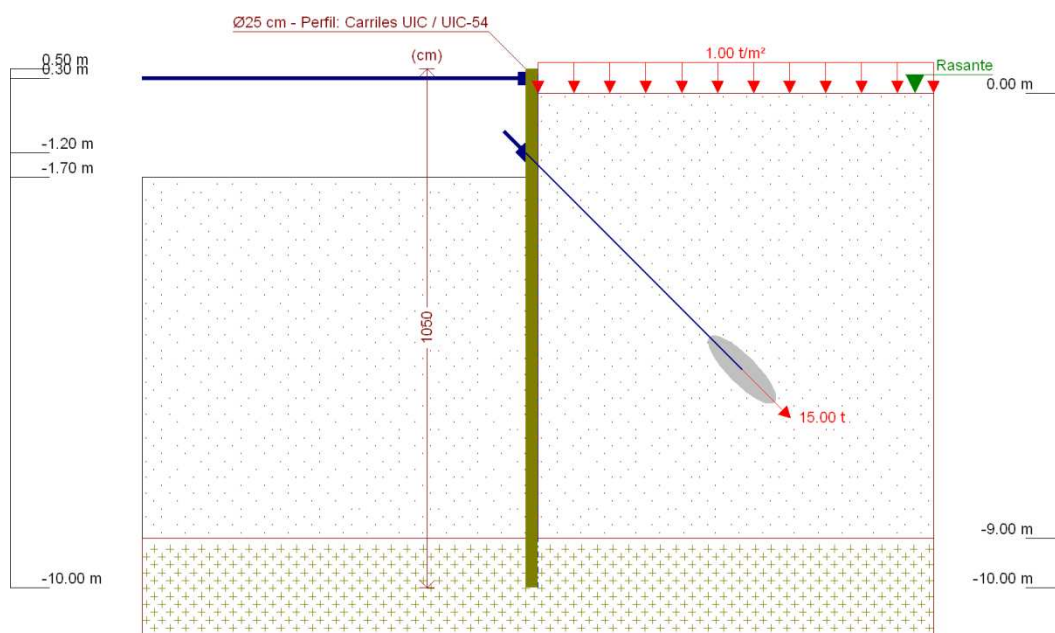
Referencias	Nombre	Descripción
Fase 1	Estado Inicial	Tipo de fase: Constructiva Cota de excavación: 0.00 m

### 5.1. ENTIBACIÓN (VENTILACIONES DE EMERGENCIA HOSPITAL)

P.C. Línea 5 del FMB. Tramo: Estación Hospital



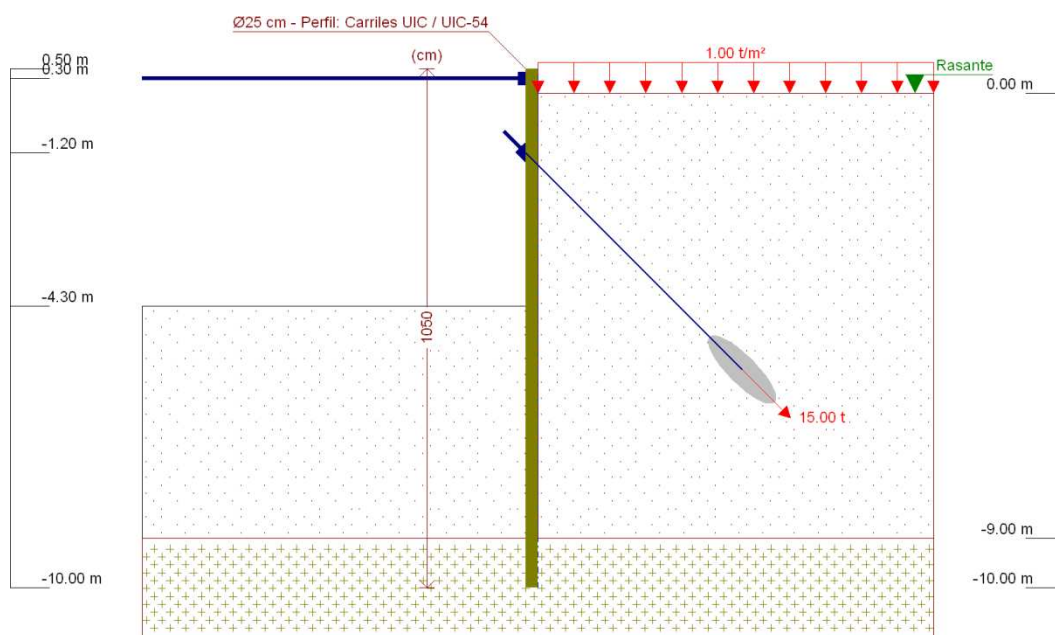
Referencias	Nombre	Descripción
Fase 2	Excavación hasta primera línea de anclajes	Tipo de fase: Constructiva Cota de excavación: -1.70 m



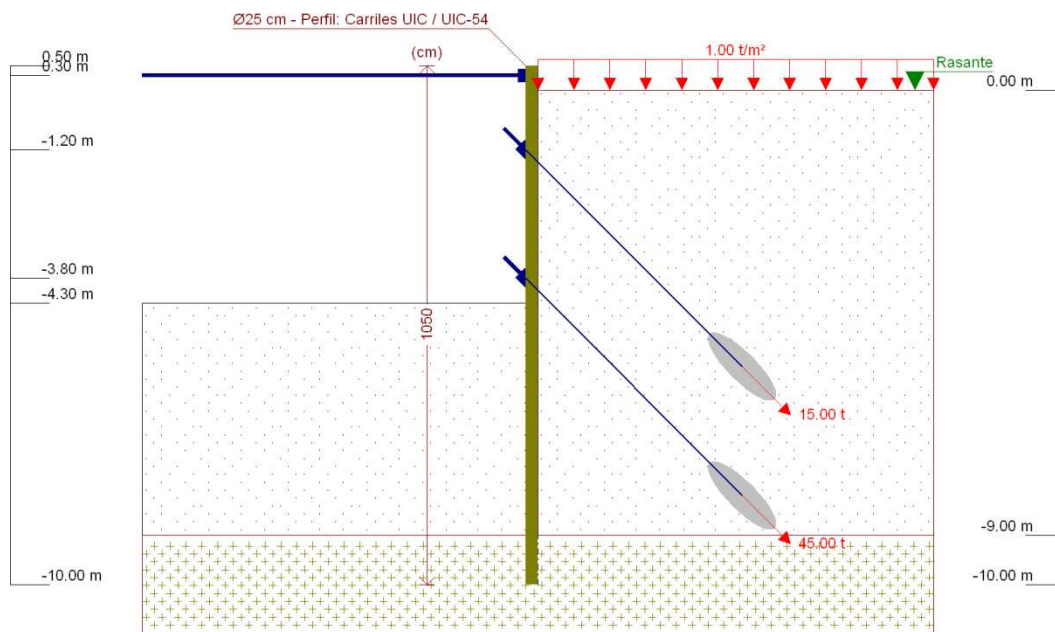
Referencias	Nombre	Descripción
Fase 3	Colocación de primera línea de anclajes	Tipo de fase: Constructiva Cota de excavación: -1.70 m

### 5.1. ENTIBACIÓN (VENTILACIONES DE EMERGENCIA HOSPITAL)

P.C. Línea 5 del FMB. Tramo: Estación Hospital



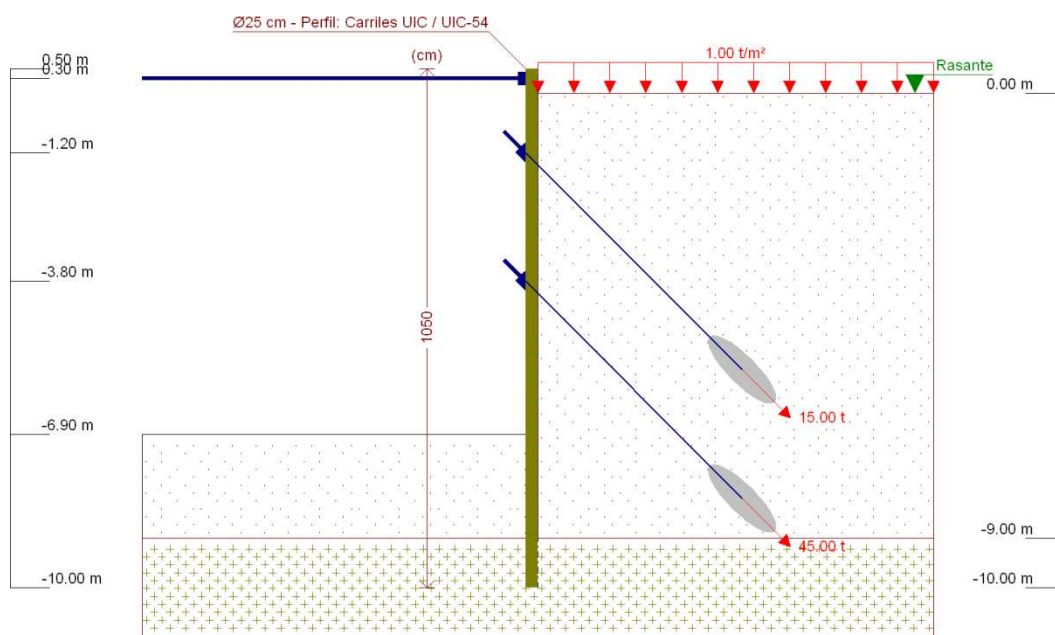
Referencias	Nombre	Descripción
Fase 4	Excavación hasta segunda línea de anclajes	Tipo de fase: Constructiva Cota de excavación: -4.30 m



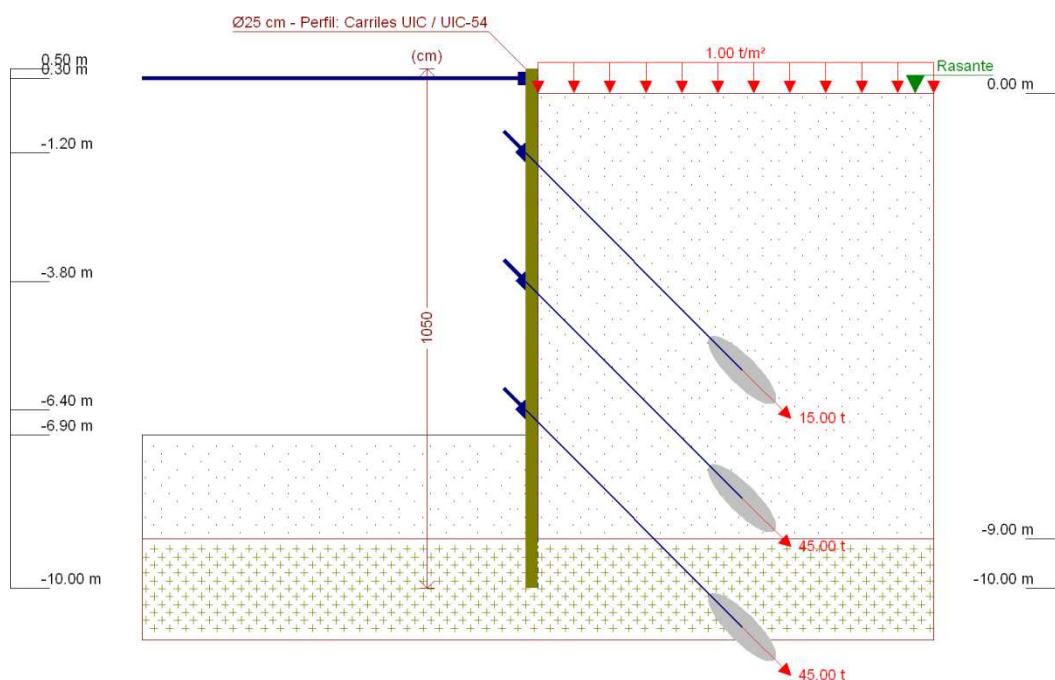
Referencias	Nombre	Descripción
Fase 5	Colocación de segunda línea de anclajes	Tipo de fase: Constructiva Cota de excavación: -4.30 m

### 5.1. ENTIBACIÓN (VENTILACIONES DE EMERGENCIA HOSPITAL)

P.C. Línea 5 del FMB. Tramo: Estación Hospital



Referencias	Nombre	Descripción
Fase 6	Excavación hasta tercera línea de anclajes	Tipo de fase: Constructiva Cota de excavación: -6.90 m

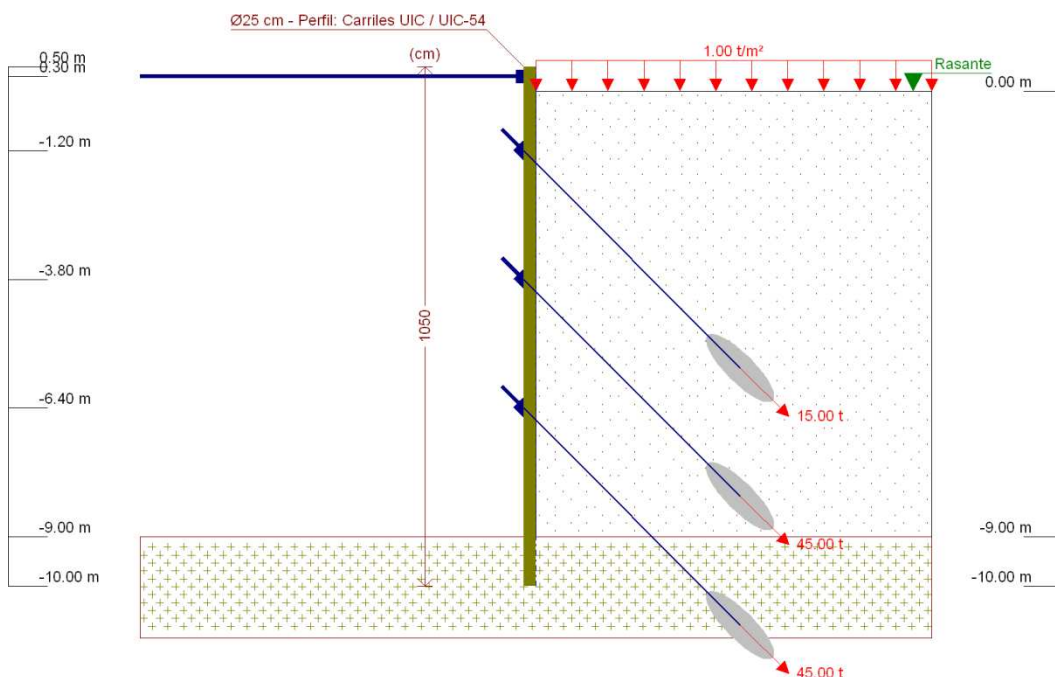


Referencias	Nombre	Descripción
Fase 7	Colocación de tercera línea de anclajes	Tipo de fase: Constructiva Cota de excavación: -6.90 m



## 5.1. ENTIBACIÓN (VENTILACIONES DE EMERGENCIA HOSPITAL)

P.C. Línea 5 del FMB. Tramo: Estación Hospital



Referencias	Nombre	Descripción
Fase 8	Excavación hasta roca	Tipo de fase: Constructiva Cota de excavación: -9.00 m

### 5.1.7.- CARGAS

#### CARGAS EN EL TRASDÓS

Tipo	Cota	Datos	Fase inicial	Fase final
Uniforme	En superficie	Valor: 1 t/m²	Estado Inicial	Excavación hasta roca

### 5.1.8.- ELEMENTOS DE APOYO

#### PUNTALES

Descripción	Fase inicial	Fase final
Cota: 0.30 m Rigidez axil: 15186 t/m Separación: 3.8 m	Estado Inicial	Excavación hasta roca

#### ANCLAJES ACTIVOS

Descripción	Fase inicial	Fase final
Cota: -1.20 m Rigidez axil: 496 t/m Carga: 15.00 t Ángulo: 45 grados Separación: 2.40 m	Colocación de primera línea de anclajes	Excavación hasta roca

## 5.1. ENTIBACIÓN (VENTILACIONES DE EMERGENCIA HOSPITAL)

P.C. Línea 5 del FMB. Tramo: Estación Hospital

Descripción	Fase inicial	Fase final
Cota: -3.80 m Rigidez axil: 1114 t/m Carga: 45.00 t Ángulo: 45 grados Separación: 2.40 m	Colocación de segunda línea de anclajes	Excavación hasta roca
Cota: -6.40 m Rigidez axil: 1820 t/m Carga: 45.00 t Ángulo: 45 grados Separación: 2.40 m	Colocación de tercera línea de anclajes	Excavación hasta roca

### 5.1.9.- RESULTADOS DE LAS FASES

Esfuerzos sin mayorar.

#### FASE 1: ESTADO INICIAL

##### BÁSICA

Cota (m)	Desplazamientos (mm)	Ley de axiles (t/m)	Ley de cortantes (t/m)	Ley de momento flector (t·m/m)	Ley de empujes (t/m²)	Presión hidrostática (t/m²)
0.50	-0.02	-0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	-0.09	0.20	-0.20	-0.06	0.41	0.00
-1.00	-0.20	0.60	0.00	-0.13	0.11	0.00
-2.00	-0.25	1.00	0.06	-0.08	0.00	0.00
-3.00	-0.26	1.40	0.05	-0.03	-0.03	0.00
-4.00	-0.27	1.80	0.01	-0.00	-0.03	0.00
-5.00	-0.27	2.20	-0.02	-0.01	-0.04	0.00
-6.00	-0.27	2.60	-0.06	-0.05	-0.03	0.00
-7.00	-0.24	3.00	-0.08	-0.13	0.02	0.00
-8.00	-0.15	3.40	0.00	-0.17	0.19	0.00
-9.00	0.00	3.80	0.30	-0.00	0.50	0.00
-10.00	0.00	4.20	0.00	0.00	0.00	0.00
Máximos	0.00 Cota: -9.00 m	4.20 Cota: -10.00 m	0.30 Cota: -9.00 m	0.04 Cota: -9.25 m	0.50 Cota: -9.00 m	0.00 Cota: 0.50 m
Mínimos	-0.27 Cota: -5.25 m	-0.00 Cota: 0.50 m	-0.20 Cota: 0.00 m	-0.17 Cota: -7.75 m	-0.04 Cota: -5.25 m	0.00 Cota: 0.50 m

#### FASE 2: EXCAVACIÓN HASTA PRIMERA LÍNEA DE ANCLAJES

##### BÁSICA

Cota (m)	Desplazamientos (mm)	Ley de axiles (t/m)	Ley de cortantes (t/m)	Ley de momento flector (t·m/m)	Ley de empujes (t/m²)	Presión hidrostática (t/m²)
0.50	-0.08	0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00
-0.25	-0.68	0.30	-0.92	-0.52	0.49	0.00
-1.25	-1.26	0.70	-0.19	-1.02	1.13	0.00
-2.25	-1.41	1.10	0.68	-0.55	-0.18	0.00
-3.25	-1.31	1.50	0.42	-0.02	-0.39	0.00
-4.25	-1.20	1.90	0.03	0.15	-0.28	0.00
-5.25	-1.14	2.30	-0.19	0.03	-0.16	0.00
-6.25	-1.09	2.70	-0.33	-0.26	-0.07	0.00
-7.25	-0.93	3.10	-0.31	-0.60	0.25	0.00
-8.25	-0.51	3.50	0.21	-0.65	1.10	0.00
-9.25	0.00	3.90	0.00	0.18	0.00	0.00
Máximos	0.00 Cota: -9.00 m	4.20 Cota: -10.00 m	1.27 Cota: -9.00 m	0.18 Cota: -9.25 m	2.12 Cota: -9.00 m	0.00 Cota: 0.50 m



## 5.1. ENTIBACIÓN (VENTILACIONES DE EMERGENCIA HOSPITAL)

P.C. Línea 5 del FMB. Tramo: Estación Hospital

Cota (m)	Desplazamientos (mm)	Ley de axiles (t/m)	Ley de cortantes (t/m)	Ley de momento flector (t·m/m)	Ley de empujes (t/m <sup>2</sup> )	Presión hidrostática (t/m <sup>2</sup> )
Mínimos	-1.41 Cota: -2.25 m	0.00 Cota: 0.50 m	-0.96 Cota: 0.00 m	-1.02 Cota: -1.25 m	-0.44 Cota: -3.50 m	0.00 Cota: 0.50 m

### FASE 3: COLOCACIÓN DE PRIMERA LÍNEA DE ANCLAJES

#### BÁSICA

Cota (m)	Desplazamientos (mm)	Ley de axiles (t/m)	Ley de cortantes (t/m)	Ley de momento flector (t·m/m)	Ley de empujes (t/m <sup>2</sup> )	Presión hidrostática (t/m <sup>2</sup> )
0.50	0.23	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00
-0.25	0.06	0.30	0.12	0.03	1.23	0.00
-1.20	-0.19	0.68	1.74	1.00	2.15	0.00
-2.00	-0.59	5.42	-0.98	-0.30	1.55	0.00
-3.00	-0.97	5.82	0.12	-0.50	0.41	0.00
-4.00	-1.13	6.22	0.23	-0.26	-0.15	0.00
-5.00	-1.18	6.62	0.04	-0.14	-0.24	0.00
-6.00	-1.15	7.02	-0.19	-0.24	-0.19	0.00
-7.00	-1.02	7.42	-0.31	-0.52	0.08	0.00
-8.00	-0.65	7.82	-0.00	-0.69	0.81	0.00
-9.00	0.00	8.22	1.26	-0.00	2.12	0.00
-10.00	0.00	8.62	0.00	-0.00	0.00	0.00
Máximos	0.23 Cota: 0.50 m	8.62 Cota: -10.00 m	1.74 Cota: -1.20 m	1.00 Cota: -1.20 m	2.33 Cota: -1.75 m	0.00 Cota: 0.50 m
Mínimos	-1.18 Cota: -5.25 m	0.00 Cota: 0.50 m	-2.68 Cota: -1.25 m	-0.69 Cota: -8.00 m	-0.24 Cota: -5.25 m	0.00 Cota: 0.50 m

### FASE 4: EXCAVACIÓN HASTA SEGUNDA LÍNEA DE ANCLAJES

#### BÁSICA

Cota (m)	Desplazamientos (mm)	Ley de axiles (t/m)	Ley de cortantes (t/m)	Ley de momento flector (t·m/m)	Ley de empujes (t/m <sup>2</sup> )	Presión hidrostática (t/m <sup>2</sup> )
0.50	0.87	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00
-0.25	-1.43	0.30	0.04	0.01	0.49	0.00
-1.20	-4.36	1.11	0.77	0.42	1.09	0.00
-2.00	-6.83	5.85	-3.12	-2.38	1.60	0.00
-3.00	-8.91	6.25	-1.28	-4.40	2.23	0.00
-4.00	-9.07	6.65	1.19	-4.19	2.87	0.00
-5.00	-7.43	7.05	3.37	-1.41	-0.49	0.00
-6.00	-5.14	7.45	1.28	0.94	-2.62	0.00
-7.00	-3.22	7.85	-0.71	0.85	-1.02	0.00
-8.00	-1.65	8.25	-1.06	-0.24	1.29	0.00
-9.00	0.00	8.65	1.43	-0.00	4.59	0.00
-10.00	0.00	8.62	0.00	0.00	0.00	0.00
Máximos	0.87 Cota: 0.50 m	8.65 Cota: -9.00 m	3.37 Cota: -5.00 m	1.11 Cota: -6.50 m	4.59 Cota: -9.00 m	0.00 Cota: 0.50 m
Mínimos	-9.25 Cota: -3.50 m	0.00 Cota: 0.50 m	-4.08 Cota: -1.25 m	-4.61 Cota: -3.50 m	-3.10 Cota: -5.75 m	0.00 Cota: 0.50 m

### FASE 5: COLOCACIÓN DE SEGUNDA LÍNEA DE ANCLAJES

#### BÁSICA

Cota (m)	Desplazamientos (mm)	Ley de axiles (t/m)	Ley de cortantes (t/m)	Ley de momento flector (t·m/m)	Ley de empujes (t/m <sup>2</sup> )	Presión hidrostática (t/m <sup>2</sup> )
----------	----------------------	---------------------	------------------------	--------------------------------	------------------------------------	--

## 5.1. ENTIBACIÓN (VENTILACIONES DE EMERGENCIA HOSPITAL)

P.C. Línea 5 del FMB. Tramo: Estación Hospital

Cota (m)	Desplazamientos (mm)	Ley de axiles (t/m)	Ley de cortantes (t/m)	Ley de momento flector (t·m/m)	Ley de empujes (t/m <sup>2</sup> )	Presión hidrostática (t/m <sup>2</sup> )
0.50	0.32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
-0.25	-1.40	0.30	-0.50	-0.29	0.53	0.00
-1.20	-3.47	1.02	0.58	-0.26	1.98	0.00
-2.00	-5.02	5.76	-2.30	-2.71	3.41	0.00
-3.00	-5.88	6.16	1.82	-2.58	5.27	0.00
-3.80	-5.73	6.48	7.60	1.24	6.22	0.00
-4.75	-5.59	20.12	-1.13	-1.85	5.42	0.00
-5.75	-4.73	20.52	1.34	-0.82	-1.17	0.00
-6.75	-3.48	20.91	0.15	-0.23	-1.03	0.00
-7.75	-2.10	21.31	-0.58	-0.61	0.38	0.00
-8.75	-0.46	21.71	0.97	-0.47	3.66	0.00
-9.75	0.00	21.78	0.00	0.09	0.00	0.00
Máximos	0.32 Cota: 0.50 m	21.88 Cota: -10.00 m	7.60 Cota: -3.80 m	1.24 Cota: -3.80 m	6.22 Cota: -3.80 m	0.00 Cota: 0.50 m
Mínimos	-5.88 Cota: -3.25 m	0.00 Cota: 0.50 m	-5.66 Cota: -4.00 m	-3.19 Cota: -2.50 m	-1.22 Cota: -6.00 m	0.00 Cota: 0.50 m

### FASE 6: EXCAVACIÓN HASTA TERCERA LÍNEA DE ANCLAJES

#### BÁSICA

Cota (m)	Desplazamientos (mm)	Ley de axiles (t/m)	Ley de cortantes (t/m)	Ley de momento flector (t·m/m)	Ley de empujes (t/m <sup>2</sup> )	Presión hidrostática (t/m <sup>2</sup> )
0.50	1.08	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00
-0.25	-0.76	0.30	0.13	0.03	1.17	0.00
-1.20	-3.11	0.98	1.76	1.00	2.34	0.00
-2.00	-5.28	5.72	-0.95	-0.40	3.15	0.00
-3.00	-7.87	6.12	2.36	0.69	3.28	0.00
-3.80	-10.14	7.46	5.26	3.88	2.74	0.00
-4.75	-13.72	21.10	-6.75	-3.58	3.34	0.00
-5.75	-15.95	21.50	-3.17	-8.15	3.98	0.00
-6.75	-14.63	21.90	1.04	-8.74	4.61	0.00
-7.75	-9.51	22.30	4.39	-5.29	0.40	0.00
-8.75	-2.02	22.70	3.90	-1.16	3.01	0.00
-9.75	0.00	21.78	0.00	0.22	0.00	0.00
Máximos	1.08 Cota: 0.50 m	22.80 Cota: -9.00 m	5.26 Cota: -3.80 m	3.88 Cota: -3.80 m	7.06 Cota: -9.00 m	0.00 Cota: 0.50 m
Mínimos	-16.00 Cota: -6.00 m	0.00 Cota: 0.50 m	-9.02 Cota: -4.00 m	-9.00 Cota: -6.50 m	-1.66 Cota: -8.25 m	0.00 Cota: 0.50 m

### FASE 7: COLOCACIÓN DE TERCERA LÍNEA DE ANCLAJES

#### BÁSICA

Cota (m)	Desplazamientos (mm)	Ley de axiles (t/m)	Ley de cortantes (t/m)	Ley de momento flector (t·m/m)	Ley de empujes (t/m <sup>2</sup> )	Presión hidrostática (t/m <sup>2</sup> )
0.50	0.76	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
-0.25	-1.03	0.30	0.09	0.02	0.89	0.00
-1.20	-3.32	1.00	1.48	0.80	2.13	0.00
-2.00	-5.38	5.74	-1.39	-0.91	3.06	0.00
-3.00	-7.60	6.14	1.94	-0.27	3.55	0.00
-3.80	-9.28	7.28	5.36	2.74	3.60	0.00
-4.75	-11.76	20.92	-5.44	-3.96	5.31	0.00
-5.75	-12.71	21.32	0.60	-5.78	7.22	0.00

## 5.1. ENTIBACIÓN (VENTILACIONES DE EMERGENCIA HOSPITAL)

P.C. Línea 5 del FMB. Tramo: Estación Hospital

Cota (m)	Desplazamientos (mm)	Ley de axiles (t/m)	Ley de cortantes (t/m)	Ley de momento flector (t·m/m)	Ley de empujes (t/m <sup>2</sup> )	Presión hidrostática (t/m <sup>2</sup> )
-6.50	-11.78	34.88	-6.98	-3.86	8.01	0.00
-7.50	-8.79	35.28	0.80	-5.92	6.26	0.00
-8.50	-3.28	35.68	4.07	-2.47	1.64	0.00
-9.50	0.00	34.93	0.00	0.68	0.00	0.00
Máximos	0.76 Cota: 0.50 m	35.88 Cota: -9.00 m	6.27 Cota: -6.40 m	2.74 Cota: -3.80 m	8.01 Cota: -6.50 m	0.00 Cota: 0.50 m
Mínimos	-12.72 Cota: -5.50 m	0.00 Cota: 0.50 m	-8.72 Cota: -4.00 m	-6.12 Cota: -7.25 m	0.00 Cota: 0.50 m	0.00 Cota: 0.50 m

### FASE 8: EXCAVACIÓN HASTA ROCA

#### BÁSICA

Cota (m)	Desplazamientos (mm)	Ley de axiles (t/m)	Ley de cortantes (t/m)	Ley de momento flector (t·m/m)	Ley de empujes (t/m <sup>2</sup> )	Presión hidrostática (t/m <sup>2</sup> )
0.50	0.76	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00
-0.25	-1.02	0.30	0.09	0.02	0.91	0.00
-1.20	-3.29	1.00	1.50	0.82	2.16	0.00
-2.00	-5.34	5.74	-1.34	-0.87	3.09	0.00
-3.00	-7.57	6.14	2.02	-0.16	3.57	0.00
-3.80	-9.29	7.29	5.46	2.93	3.58	0.00
-4.75	-11.90	20.92	-5.40	-3.70	5.16	0.00
-5.75	-13.09	21.32	0.42	-5.60	6.83	0.00
-6.50	-12.41	35.15	-7.78	-4.00	7.39	0.00
-7.50	-9.63	35.55	-0.66	-7.27	6.53	0.00
-8.50	-3.75	35.95	5.59	-3.97	5.97	0.00
-9.50	0.00	34.93	0.00	1.10	0.00	0.00
Máximos	0.76 Cota: 0.50 m	36.15 Cota: -9.00 m	8.81 Cota: -9.00 m	2.93 Cota: -3.80 m	9.05 Cota: -9.00 m	0.00 Cota: 0.50 m
Mínimos	-13.09 Cota: -5.75 m	0.00 Cota: 0.50 m	-8.63 Cota: -4.00 m	-7.27 Cota: -7.50 m	0.00 Cota: 0.50 m	0.00 Cota: 0.50 m

#### 5.1.10.- RESULTADOS PARA LOS ELEMENTOS DE APOYO

Esfuerzos sin mayorar.

##### Puntales

Cota: 0.30 m	
Fase	Resultado
Estado Inicial	Carga puntual: 0.76 t Carga lineal: 0.20 t/m
Excavación hasta primera línea de anclajes	Carga puntual: 3.64 t Carga lineal: 0.96 t/m
Colocación de primera línea de anclajes	SE PRODUCE DESPEGUE: 0.18 mm
Excavación hasta segunda línea de anclajes	SE PRODUCE DESPEGUE: 0.25 mm
Colocación de segunda línea de anclajes	Carga puntual: 2.06 t Carga lineal: 0.54 t/m
Excavación hasta tercera línea de anclajes	SE PRODUCE DESPEGUE: 0.59 mm
Colocación de tercera línea de anclajes	SE PRODUCE DESPEGUE: 0.28 mm
Excavación hasta roca	SE PRODUCE DESPEGUE: 0.29 mm

### Anclajes activos

Cota: -1.20 m	
Fase	Resultado
Colocación de primera línea de anclajes	Carga puntual (En la dirección del anclaje): 15.00 t Carga lineal (En la dirección del anclaje): 6.25 t/m Carga puntual (En proyección horizontal): 10.61 t Carga lineal (En proyección horizontal): 4.42 t/m
Excavación hasta segunda línea de anclajes	Carga puntual (En la dirección del anclaje): 16.46 t Carga lineal (En la dirección del anclaje): 6.86 t/m Carga puntual (En proyección horizontal): 11.64 t Carga lineal (En proyección horizontal): 4.85 t/m
Colocación de segunda línea de anclajes	Carga puntual (En la dirección del anclaje): 16.15 t Carga lineal (En la dirección del anclaje): 6.73 t/m Carga puntual (En proyección horizontal): 11.42 t Carga lineal (En proyección horizontal): 4.76 t/m
Excavación hasta tercera línea de anclajes	Carga puntual (En la dirección del anclaje): 16.03 t Carga lineal (En la dirección del anclaje): 6.68 t/m Carga puntual (En proyección horizontal): 11.33 t Carga lineal (En proyección horizontal): 4.72 t/m
Colocación de tercera línea de anclajes	Carga puntual (En la dirección del anclaje): 16.10 t Carga lineal (En la dirección del anclaje): 6.71 t/m Carga puntual (En proyección horizontal): 11.38 t Carga lineal (En proyección horizontal): 4.74 t/m
Excavación hasta roca	Carga puntual (En la dirección del anclaje): 16.09 t Carga lineal (En la dirección del anclaje): 6.70 t/m Carga puntual (En proyección horizontal): 11.38 t Carga lineal (En proyección horizontal): 4.74 t/m
Cota: -3.80 m	
Fase	Resultado
Colocación de segunda línea de anclajes	Carga puntual (En la dirección del anclaje): 45.00 t Carga lineal (En la dirección del anclaje): 18.75 t/m Carga puntual (En proyección horizontal): 31.82 t Carga lineal (En proyección horizontal): 13.26 t/m
Excavación hasta tercera línea de anclajes	Carga puntual (En la dirección del anclaje): 48.47 t Carga lineal (En la dirección del anclaje): 20.20 t/m Carga puntual (En proyección horizontal): 34.27 t Carga lineal (En proyección horizontal): 14.28 t/m
Colocación de tercera línea de anclajes	Carga puntual (En la dirección del anclaje): 47.79 t Carga lineal (En la dirección del anclaje): 19.91 t/m Carga puntual (En proyección horizontal): 33.79 t Carga lineal (En proyección horizontal): 14.08 t/m
Excavación hasta roca	Carga puntual (En la dirección del anclaje): 47.80 t Carga lineal (En la dirección del anclaje): 19.92 t/m Carga puntual (En proyección horizontal): 33.80 t Carga lineal (En proyección horizontal): 14.08 t/m
Cota: -6.40 m	
Fase	Resultado
Colocación de tercera línea de anclajes	Carga puntual (En la dirección del anclaje): 45.00 t Carga lineal (En la dirección del anclaje): 18.75 t/m Carga puntual (En proyección horizontal): 31.82 t Carga lineal (En proyección horizontal): 13.26 t/m

## 5.1. ENTIBACIÓN (VENTILACIONES DE EMERGENCIA HOSPITAL)

P.C. Línea 5 del FMB. Tramo: Estación Hospital

Cota: -6.40 m	
Fase	Resultado
Excavación hasta roca	Carga puntual (En la dirección del anclaje): 45.78 t Carga lineal (En la dirección del anclaje): 19.07 t/m Carga puntual (En proyección horizontal): 32.37 t Carga lineal (En proyección horizontal): 13.49 t/m

Características de los Anclajes	
Duración de los anclajes	Provisional
Coefficiente mayoración de acciones $F_1$	1,20
Tipo de cable	0,6"
Sección nominal $S_N$ (mm <sup>2</sup> )	140,00
Diámetro nominal $D_N$ (mm)	15,20
Carga de rotura (Mp)	26,60
Límite elástico del acero $f_{yk}$ (Kp/cm <sup>2</sup> )	17.000
Coefficiente de seguridad para $f_{yk}$	1,10
Límite de rotura del acero $f_{pk}$ (Kp/cm <sup>2</sup> )	19.000
Coefficiente de seguridad para $f_{pk}$	1,25
Módulo Elasticidad del acero (Kp/cm <sup>2</sup> )	1.950.000
Adherencia Lim bulbo-terreno (Kp/cm <sup>2</sup> )	3,00
Coef seguridad arrancamiento bulbo $F_3$	1,45

Comprobación de Anclajes	Longitud del Bulbo
$P_{adm} \leq \begin{cases} \frac{A_T \times f_{yk}}{\gamma_{fyk}} \\ \frac{A_T \times f_{pk}}{\gamma_{fpk}} \end{cases}$ $P_{Nd} = P_N \times F_1$ $P_{Nd} \leq P_{adm}$	$a_{adm} = \frac{a_{lim}}{F_3}$ $L_{bulbo} \geq \frac{P_{Nd}}{\pi \times \phi_N \times a_{adm}}$

Legenda:  $P_{adm}$ : Carga admisible del anclaje.

$P_N$ : Carga nominal.

$P_{Nd}$ : Carga nominal mayorada.

Anclajes Entibación Ventilación de Emergencia															
Nivel	Cota (m)	Nº Cables	Área A <sub>T</sub> (cm²)	P <sub>adm</sub> (Mp)	Separación Anclajes (m)	Inclinación α (°)	φ <sub>N</sub> bulbo (mm)	Longitud (m)			Rigidez (Mp/m)	P <sub>tesado</sub> (Mp)	P <sub>N</sub> (Mp)	P <sub>N d</sub> (Mp)	Situación Anclaje
								L libre	L bulbo mín	L bulbo					
1	-1,20	2,0	2,80	42,6	2,4	45	133	11,0	2,3	4,0	496	15,0	16,5	19,8	Correcto
2	-3,80	3,0	4,20	63,8	2,4	45	133	7,4	6,7	7,0	1114	45,0	48,5	58,2	Correcto
3	-6,40	3,0	4,20	63,8	2,4	45	133	4,5	6,4	7,0	1820	45,0	45,8	55,0	Correcto

### 5.1.11.- COMPROBACIONES DE ESTABILIDAD (COEFICIENTES DE SEGURIDAD)

Comprobación	Valores	Estado
<p>Relación entre el momento originado por los empujes pasivos en el intradós y el momento originado por los empujes activos en el trasdós:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Estado Inicial <sup>(1)</sup></li> <li>- Excavación hasta primera línea de anclajes <sup>(1)</sup></li> <li>- Colocación de primera línea de anclajes <sup>(1)</sup></li> <li>- Excavación hasta segunda línea de anclajes <sup>(1)</sup></li> <li>- Colocación de segunda línea de anclajes <sup>(1)</sup></li> <li>- Excavación hasta tercera línea de anclajes <sup>(1)</sup></li> <li>- Colocación de tercera línea de anclajes <sup>(1)</sup></li> <li>- Excavación hasta roca <sup>(1)</sup></li> </ul> <p><sup>(1)</sup> Existe más de un apoyo.</p>		<p>No procede</p> <p>No procede</p> <p>No procede</p> <p>No procede</p> <p>No procede</p> <p>No procede</p> <p>No procede</p> <p>No procede</p>
<p>Relación entre el empuje pasivo total en el intradós y el empuje realmente movilizado en el intradós:</p> <p>Hipótesis básica:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Estado Inicial: Valor introducido por el usuario.</li> <li>- Excavación hasta primera línea de anclajes: Valor introducido por el usuario.</li> </ul>	<p>Mínimo: 1.5 Calculado: 6.026</p> <p>Mínimo: 1.5 Calculado: 4.923</p>	<p>Cumple</p> <p>Cumple</p>

## 5.1. ENTIBACIÓN (VENTILACIONES DE EMERGENCIA HOSPITAL)

P.C. Línea 5 del FMB. Tramo: Estación Hospital

Comprobación	Valores	Estado
- Colocación de primera línea de anclajes: <i>Valor introducido por el usuario.</i>	Mínimo: 1.5 Calculado: 5.065	Cumple
- Excavación hasta segunda línea de anclajes: <i>Valor introducido por el usuario.</i>	Mínimo: 1.5 Calculado: 2.814	Cumple
- Colocación de segunda línea de anclajes: <i>Valor introducido por el usuario.</i>	Mínimo: 1.5 Calculado: 3.167	Cumple
- Excavación hasta tercera línea de anclajes: <i>Valor introducido por el usuario.</i>	Mínimo: 1.5 Calculado: 1.677	Cumple
- Colocación de tercera línea de anclajes: <i>Valor introducido por el usuario.</i>	Mínimo: 1.5 Calculado: 2.403	Cumple
- Excavación hasta roca <sup>(1)</sup> <i>(1) No se ha movilizado el empuje pasivo en el intradós.</i>		No procede
Se cumplen todas las comprobaciones		

Cálculo Empotramiento de Micropilotes	
$N_d \leq \left[ \sum_i (2 \cdot \pi \cdot R_m) \cdot L_i \cdot \tau_i + \sigma_R \cdot \pi \cdot R_t^2 \right]$	
Espesor del terreno bajo	
Diámetro exterior $\phi_{ext}$ (cm)	
Micropilote	25,00
Armadura de tubo	17,90
Perímetro micro ( $2\pi R_m$ )	78,5
Área total tubo ( $\pi R_t^2$ )	251,6
Carga en micro $N_s$ (Mp/m) - CYPE	36,2
Nº de micros pml	2,5
Carga en micro $N_d$ (Mp)	21,7
Parámetros resistentes estimados del terreno (Kp/cm <sup>2</sup> )	
Punta en roca $\sigma_R$	0,0
Deslizamiento en roca $\tau_R$	3,0
Deslizamiento en suelos $\tau_s$	0,0
Empotramiento en el terreno L (m)	
En suelos	0,00
En roca	1,0
Contribución a la resistencia (Mp)	
Por punta en roca	0,0
Por fuste en roca	23,6
Por fuste en suelos	0,0
<b>TOTAL</b>	<b>23,6</b>
<b>Cumple</b>	

### 5.1.12.- CÁLCULO VIGA DE REPARTO DE ANCLAJES

Carga repartida  $q = 14,3 \text{ Mp/m}$

Separación anclajes  $s = 2,4 \text{ m}$

Esfuerzos mayorados:  $Md^+ = 1,5 \cdot (q L^2 / 8) = 15,42 \text{ Mp}\cdot\text{m}$

$Md^- = 7,15 \text{ Mp}\cdot\text{m}$

$Vd = 1,5 \cdot (1,15 qL/2) = 29,56 \text{ Mp}$

Tipo de Sección

☐ Rectangular áreas

☐ Rectangular redondos

☐ T

☐ Circular

☒ Genérica

☐ Genérica armaduras adicionales

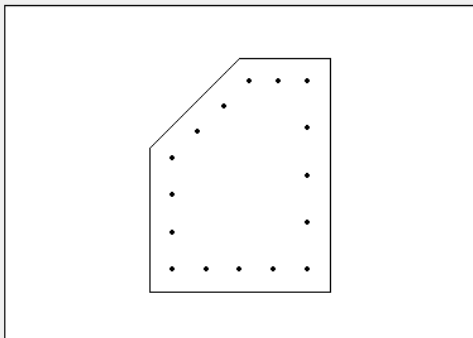
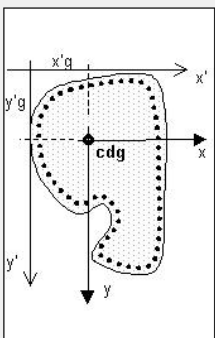
Sección **VIGAREPAR**

Hormigón **HA-30**

Acero Pasivo **B-500-S**

φ [mm] **16**

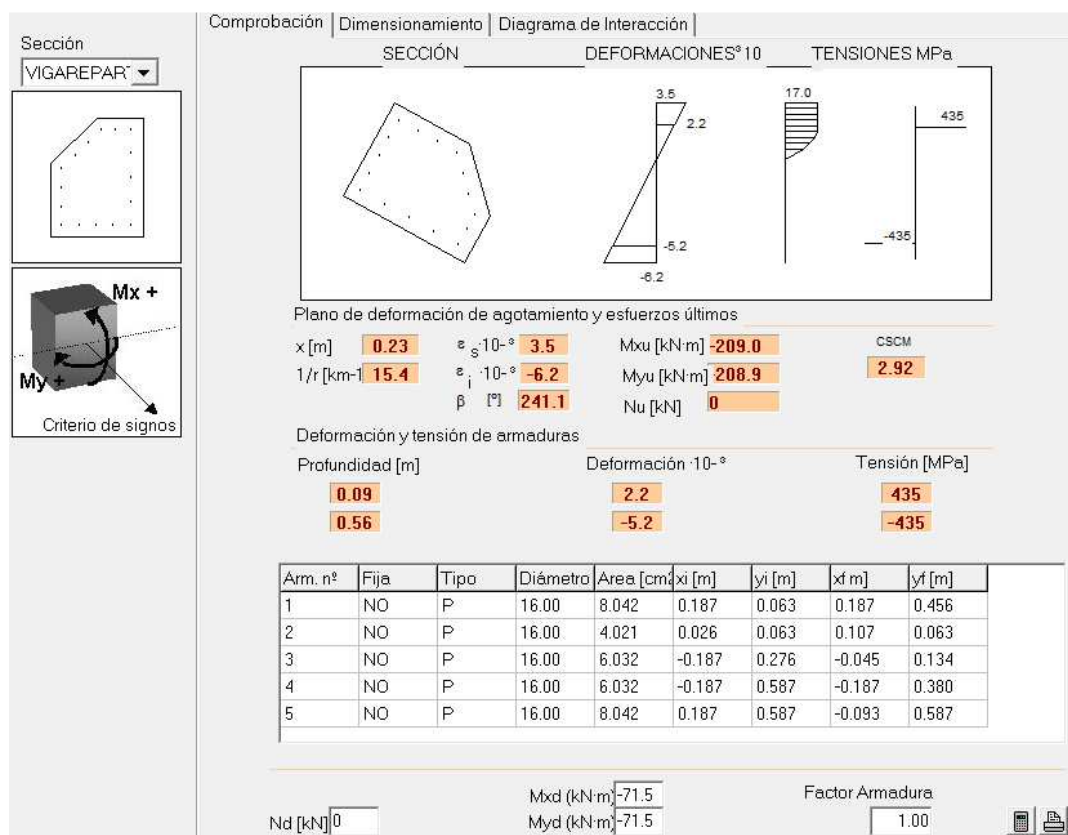
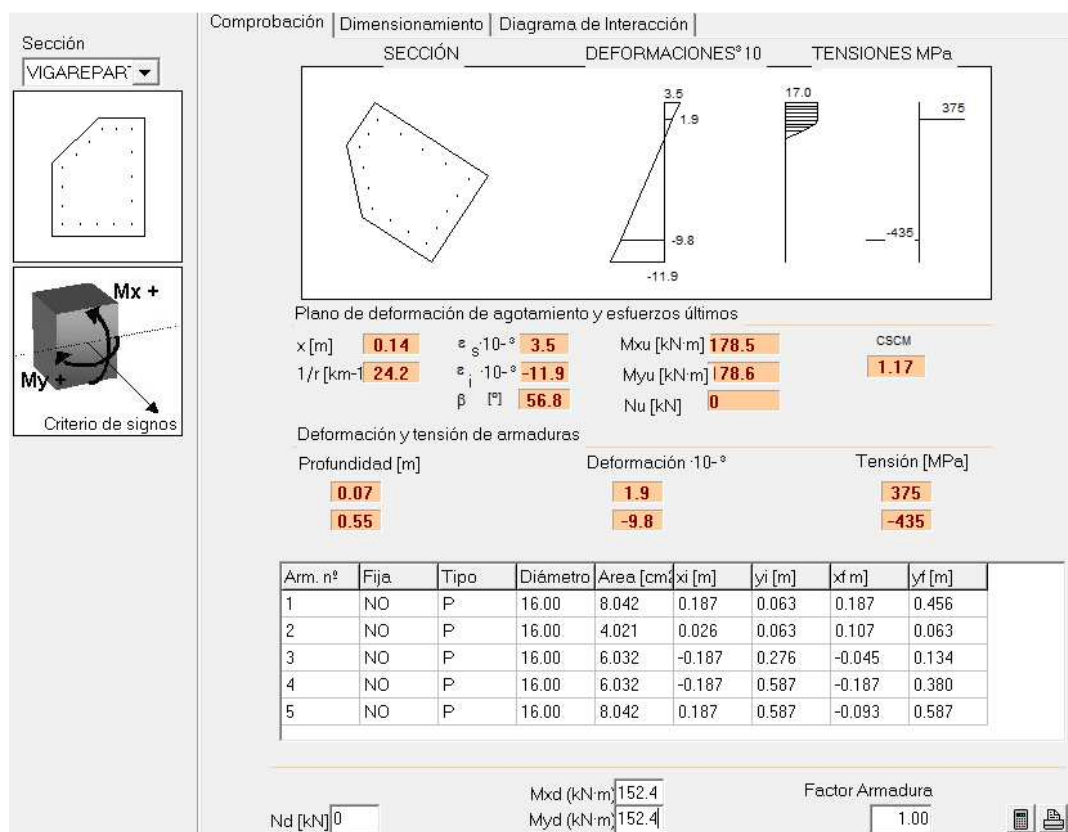
Gráfico, características mecánicas | Geometría de la sección genérica | Condiciones de durabilidad | M - 1/r

Sección bruta		Sección homogeneizada		Sección fisurada	
A [m²]	<b>0.2940</b>	A [m²]	<b>0.316</b>	Ix [m⁴]	<b>0.0021</b>
Ix [m⁴]	<b>0.0093</b>	Iy [m⁴]	<b>0.0057</b>	Iy [m⁴]	<b>0.0062</b>
Ix [m]	<b>0.18</b>	Iy [m]	<b>0.14</b>	Mfis[kN·m]	<b>99.0</b>
Iy [m]	<b>0.14</b>	Ix [m]	<b>0.18</b>	yfis [m]	<b>0.16</b>
x'g [m]	<b>0.27</b>	x'g [m]	<b>0.27</b>		
y'g [m]	<b>0.35</b>	y'g [m]	<b>0.35</b>		

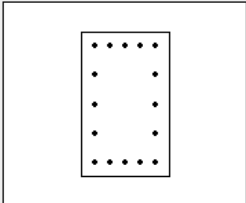
## 5.1. ENTIBACIÓN (VENTILACIONES DE EMERGENCIA HOSPITAL)

P.C. Línea 5 del FMB. Tramo: Estación Hospital





Sección **VIGAR-V**



$\rho_l$  [%]

$b_0$  [m]

$d$  [m]

$z$  [m]

☒ Con armadura de cortante

☐ Sin armadura de cortante

☒ Control normal hormigón

☐ Control indirecto hormigón

☐ Armadura de compresión

Diámetro de la armadura comprimida  $\phi$  [mm]

Inclinación de las bielas

ctg  $\theta$    $\theta$  [°]

Inclinación de las armaduras

$\alpha$  [°]

Axil de cálculo (compresión +)

$N_d$  [kN]

$\sigma'_{cd}$  [MPa]

$P_{comprimida}$  [%]

Tensiones elásticas de cálculo (compresión +)

$\sigma_{xd}$  [MPa]

$\sigma_{yd}$  [MPa]

$\theta_e$  [°]

Comprobación

Dimensionamiento

$\phi$ [mm]	$\phi$ 6	$\phi$ 8	$\phi$ 10	$\phi$ 12
$s$ [m]	---0.10	0.10	0.15	
$n^\circ$ ramas	---4	2	2	
$A_s$ [cm <sup>2</sup> /m]	---20.1	15.7	15.1	
TIPO	---	427.1	333.6	320.3
$V_{su}$ [kN]	---	427.05	333.64	320.29
$V_{u2}$ [kN]	---			

TIPO 1

TIPO 2

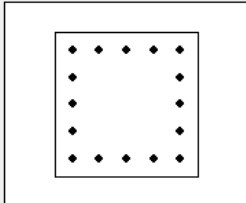
$V_{u1}$  [kN] **1416.0**

$V_{cu}$  [kN] **0.0**

$A_\alpha$  [cm<sup>2</sup>/m] **13.9**

$V_d$  [kN]

Sección **VIGAR-H**



$\rho_l$  [%]

$b_0$  [m]

$d$  [m]

$z$  [m]

☒ Con armadura de cortante

☐ Sin armadura de cortante

☒ Control normal hormigón

☐ Control indirecto hormigón

☐ Armadura de compresión

Diámetro de la armadura comprimida  $\phi$  [mm]

Inclinación de las bielas

ctg  $\theta$    $\theta$  [°]

Inclinación de las armaduras

$\alpha$  [°]

Axil de cálculo (compresión +)

$N_d$  [kN]

$\sigma'_{cd}$  [MPa]

$P_{comprimida}$  [%]

Tensiones elásticas de cálculo (compresión +)

$\sigma_{xd}$  [MPa]

$\sigma_{yd}$  [MPa]

$\theta_e$  [°]

Comprobación

Dimensionamiento

$\phi$ [mm]	$\phi$ 6	$\phi$ 8	$\phi$ 10	$\phi$ 12
$s$ [m]	---0.10	0.15	0.20	
$n^\circ$ ramas	---4	4	4	
$A_s$ [cm <sup>2</sup> /m]	---20.1	20.9	22.6	
TIPO	---	318.5	331.8	358.3
$V_{su}$ [kN]	---	318.48	331.75	358.29
$V_{u2}$ [kN]	---			

TIPO 1

TIPO 2

$V_{u1}$  [kN] **1320.0**

$V_{cu}$  [kN] **0.0**

$A_\alpha$  [cm<sup>2</sup>/m] **18.9**

$V_d$  [kN]

Trabajo: **P.C. Línea 5 del FMB. Tramo: Estación Hospital**

Código trabajo: **P01700**

Cálculo: **5.1.13.- Estructura de atado en coronación**

	<b>página</b>
<b>5.1.13.1.- Geometría</b> .....	<b>5118</b>
<b>5.1.13.2.- Cargas</b> .....	<b>5119</b>
<b>5.1.13.3.- Esfuerzos</b> .....	<b>5120</b>
<b>5.1.13.4.- Comprobación secciones</b> .....	<b>5122</b>
5.1.13.4.1.- Datos .....	5122
5.1.13.4.2- Coeficiente de Pandeo .....	5122
5.1.13.4.3.- Esbeltez Reducida .....	5122
5.1.13.4.4.- Coeficiente de Reducción por Pandeo .....	5122
5.1.13.4.5.- Esfuerzos de Cálculo .....	5122
5.1.13.4.6.- Factor de Seguridad .....	5125

Trabajo: 5.1.13.- Estructura de atado en coronación

Código trabajo: P01700

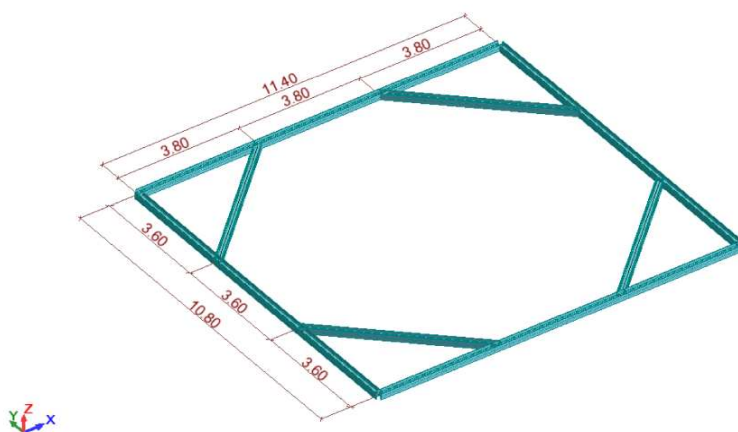
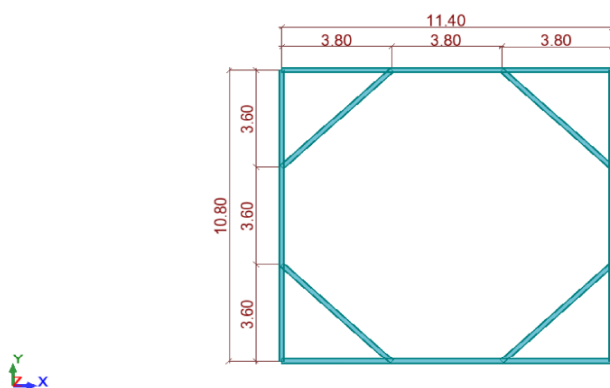
Cálculo: 5.1.13.1.- Geometria

5.1.13.1.- Geometria

página  
5118

5.1.13.1.- Geometria

Nombre de la sección	Lista de barras	SX (cm2)	SY (cm2)	SZ (cm2)	IX (cm4)	IY (cm4)	IZ (cm4)
HEB 200	1A8	78,08	57,43	19	61,4	5696,18	2003,37



5118

Trabajo: 5.1.13.- Estructura de atado en coronación

Código trabajo: P01700

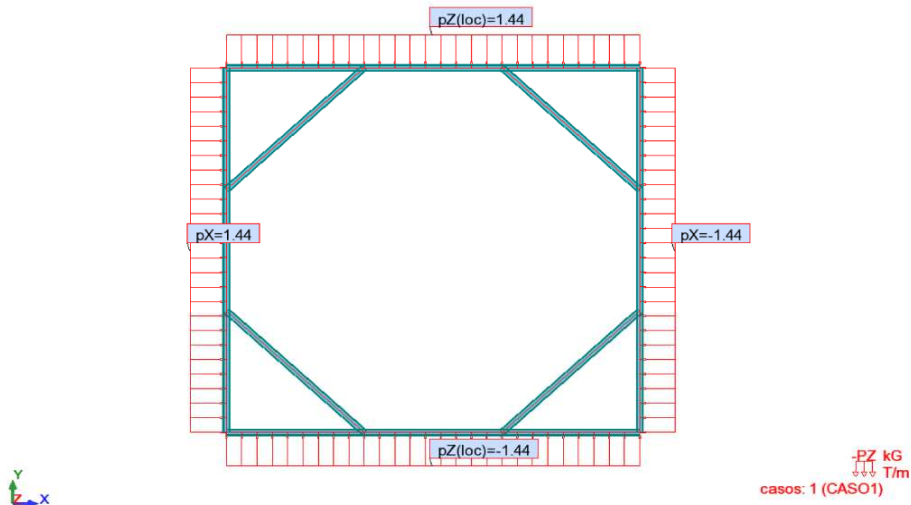
Cálculo: 5.1.13.2.- Cargas

5.1.13.2.- Cargas .....

página  
5119

**5.1.13.2.- Cargas**

Caso	Tipo de carga	Lista	Valores de carga
1	peso propio	1A8	PZ Menos Coef=1,00
1	sobrecarga uniforme	1	PZ=-1,44(T/m) local
1	sobrecarga uniforme	2	PZ=1,44(T/m) local
1	sobrecarga uniforme	3	PX=1,44(T/m)
1	sobrecarga uniforme	4	PX=-1,44(T/m)



5119

Trabajo: 5.1.13.- Estructura de atado en coronación

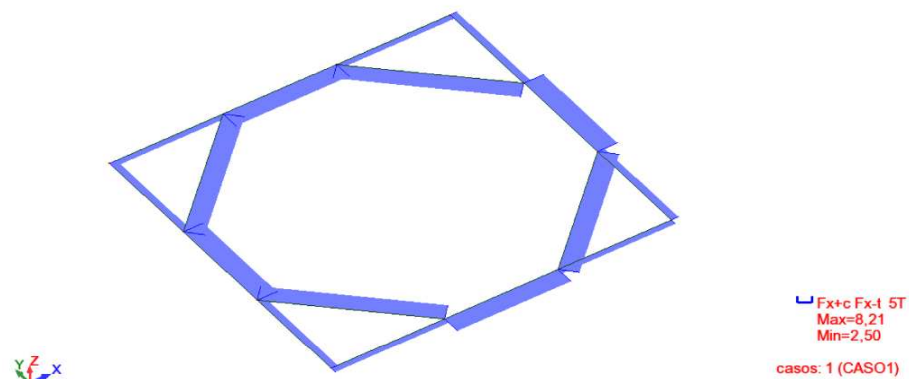
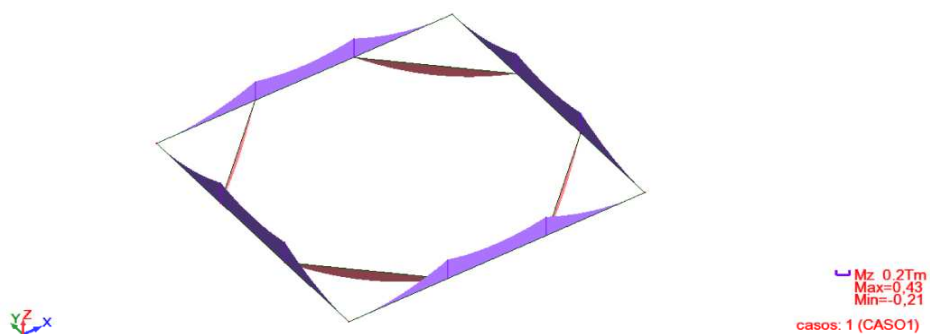
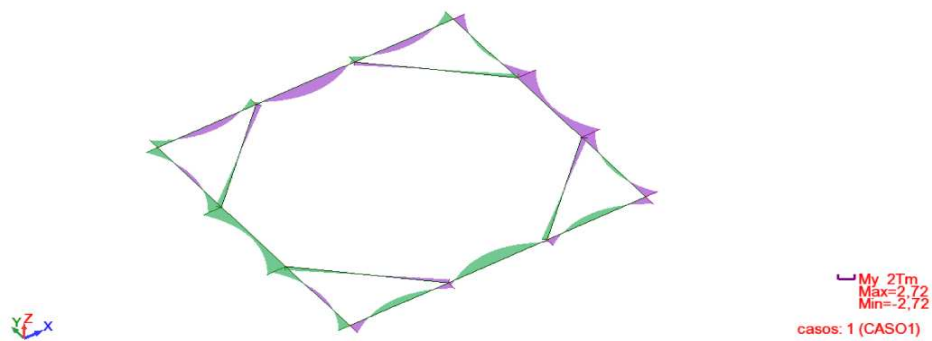
Código trabajo: P01700

Cálculo: 5.1.13.3.- Esfuerzos

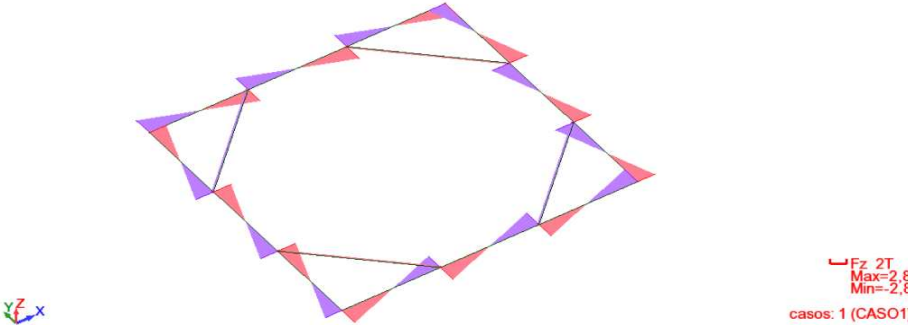
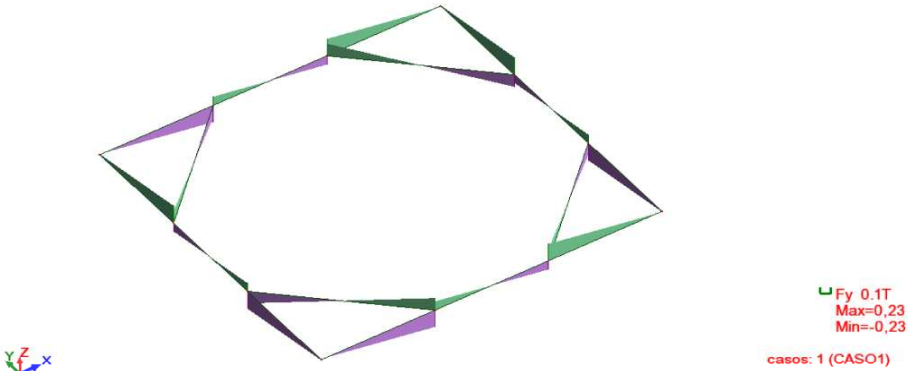
5.1.13.3.- Esfuerzos

página  
5120

### 5.1.13.3.- Esfuerzos



5120



Trabajo: **P.C. Línea 5 del FMB. Tramo: Estación Hospital**

Código trabajo: **P01700**

Cálculo: **5.1.13.4.- Comprobación secciones**

	página
5.1.13.4.1.- Datos .....	5122
5.1.13.4.2- Coeficiente de Pandeo .....	5122
5.1.13.4.3.- Esbeltez Reducida .....	5122
5.1.13.4.4.- Coeficiente de Reducción por Pandeo .....	5122
5.1.13.4.5.- Esfuerzos de Cálculo .....	5122
5.1.13.4.6.- Factor de Seguridad .....	5125

#### **5.1.13.4.1.- Datos**

Longitud máx. barras: 10,8 m  
 Perfil: HEB200  
 Area: A= 78,1 cm<sup>2</sup>  
 Inercia: I<sub>x</sub>= 5696 cm<sup>4</sup> Inercia: I<sub>y</sub>= 2003 cm<sup>4</sup>  
 f<sub>y</sub>= 275 MPa  
 E<sub>acero</sub>= 210000 MPa

Tipo pórtico (intraslacional: 1 /  
 traslacional: 2): 2

#### **5.1.13.4.2- Coeficiente de Pandeo**

**$\beta = 1,000$**   
 **$L = 10,8$  m**  
 **$L_k = 10,80$  m**

#### **5.1.13.4.3.- Esbeltez Reducida**

N<sub>crx</sub>= 101,21 T N<sub>cry</sub>= 35,59 T  
 Esbeltez reducida:  $\lambda = 2,46$

#### **5.1.13.4.4.- Coeficiente de Reducción por Pandeo**

$\alpha$  (tabla 6.3 CTE): **0,49**  
 $\phi = 4,07$   
 **$\chi = 0,137$**

#### **5.1.13.4.5.- Esfuerzos de Cálculo**

Fx(T)	Fy(T)	Fz(T)	Mx(mT)	My(mT)	Mz(mT)	1/ $\chi$	N(kN)	My(mkN)	Mz(mkN)
2,5	0,01	2,84	0	-1,68	0	7,32	-179,2	-16,5	0,0
2,5	0	2,61	0	-1,25	0	7,32	-179,2	-12,3	0,0
2,5	-0,02	2,1	0	-0,4	0	7,32	-179,2	-3,9	0,0
2,5	-0,03	1,8	0	0	0,01	7,32	-179,2	0,0	0,1
2,5	-0,11	0	0	1,12	0,1	7,32	-179,2	11,0	1,0

5122

Fx(T)	Fy(T)	Fz(T)	Mx(mT)	My(mT)	Mz(mT)	1/χ	N(kN)	My(mkN)	Mz(mkN)
2,5	-0,19	-1,8	0	0	0,28	7,32	-179,2	0,0	2,7
2,5	-0,22	-2,63	0	-1,27	0,4	7,32	-179,2	-12,4	3,9
7,78	0,12	2,73	0	-0,59	0,41	7,32	-557,7	-5,8	4,0
7,78	0,1	2,41	0	0	0,38	7,32	-557,7	0,0	3,7
7,78	0	0	0	2,01	0,3	7,32	-557,7	19,7	2,9
7,78	-0,1	-2,41	0	0	0,38	7,32	-557,7	0,0	3,7
7,78	-0,12	-2,73	0	-0,59	0,41	7,32	-557,7	-5,8	4,0
2,5	0,22	2,63	0	-1,27	0,4	7,32	-179,2	-12,4	3,9
2,5	0,19	1,8	0	0	0,28	7,32	-179,2	0,0	2,7
2,5	0,11	0	0	1,12	0,1	7,32	-179,2	11,0	1,0
2,5	0,03	-1,8	0	0	0,01	7,32	-179,2	0,0	0,1
2,5	0,02	-2,1	0	-0,4	0	7,32	-179,2	-3,9	0,0
2,5	0	-2,61	0	-1,25	0	7,32	-179,2	-12,3	0,0
2,5	0	-2,62	0	-1,27	0	7,32	-179,2	-12,4	0,0
2,5	-0,01	-2,84	0	-1,68	0	7,32	-179,2	-16,5	0,0
2,5	-0,01	-2,84	0	-1,68	0	7,32	-179,2	-16,5	0,0
2,5	0,01	-2,84	0	1,68	0	7,32	-179,2	16,5	0,0
2,5	0	-2,61	0	1,25	0	7,32	-179,2	12,3	0,0
2,5	-0,02	-2,1	0	0,4	0	7,32	-179,2	3,9	0,0
2,5	-0,03	-1,8	0	0	0,01	7,32	-179,2	0,0	0,1
2,5	-0,11	0	0	-1,12	0,1	7,32	-179,2	-11,0	1,0
2,5	-0,19	1,8	0	0	0,28	7,32	-179,2	0,0	2,7
2,5	-0,22	2,63	0	1,27	0,4	7,32	-179,2	12,4	3,9
7,78	0,12	-2,73	0	0,59	0,41	7,32	-557,7	5,8	4,0
7,78	0,1	-2,41	0	0	0,38	7,32	-557,7	0,0	3,7
7,78	0	0	0	-2,01	0,3	7,32	-557,7	-19,7	2,9
7,78	-0,1	2,41	0	0	0,38	7,32	-557,7	0,0	3,7
7,78	-0,12	2,73	0	0,59	0,41	7,32	-557,7	5,8	4,0
2,5	0,22	-2,63	0	1,27	0,4	7,32	-179,2	12,4	3,9
2,5	0,19	-1,8	0	0	0,28	7,32	-179,2	0,0	2,7
2,5	0,11	0	0	-1,12	0,1	7,32	-179,2	-11,0	1,0
2,5	0,03	1,8	0	0	0,01	7,32	-179,2	0,0	0,1
2,5	0,02	2,1	0	0,4	0	7,32	-179,2	3,9	0,0
2,5	0	2,61	0	1,25	0	7,32	-179,2	12,3	0,0
2,5	0	2,62	0	1,27	0	7,32	-179,2	12,4	0,0
2,5	-0,01	2,84	0	1,68	0	7,32	-179,2	16,5	0,0
2,5	-0,01	2,84	0	1,68	0	7,32	-179,2	16,5	0,0
2,84	-0,01	-2,5	0	1,68	0	7,32	-203,6	16,5	0,0
2,84	-0,02	-2,22	0	1,21	0	7,32	-203,6	11,9	0,0
2,84	-0,07	-1,19	0	0	0,03	7,32	-203,6	0,0	0,3
2,84	-0,12	0	0	-0,49	0,11	7,32	-203,6	-4,8	1,1
2,84	-0,17	1,19	0	0	0,22	7,32	-203,6	0,0	2,2
2,84	-0,23	2,68	0	2	0,43	7,32	-203,6	19,6	4,2
8,21	0,11	-2,59	0	2,72	0,43	7,32	-588,6	26,7	4,2
8,21	0	0	0	0,39	0,33	7,32	-588,6	3,8	3,2
8,21	-0,11	2,59	0	2,72	0,43	7,32	-588,6	26,7	4,2
2,84	0,23	-2,68	0	2	0,43	7,32	-203,6	19,6	4,2
2,84	0,17	-1,19	0	0	0,22	7,32	-203,6	0,0	2,2
2,84	0,12	0	0	-0,49	0,11	7,32	-203,6	-4,8	1,1
2,84	0,12	0,02	0	-0,49	0,11	7,32	-203,6	-4,8	1,1



Fx(T)	Fy(T)	Fz(T)	Mx(mT)	My(mT)	Mz(mT)	1/χ	N(kN)	My(mkN)	Mz(mkN)
2,84	0,07	1,19	0	0	0,03	7,32	-203,6	0,0	0,3
2,84	0,02	2,22	0	1,21	0	7,32	-203,6	11,9	0,0
2,84	0,01	2,5	0	1,68	0	7,32	-203,6	16,5	0,0
2,84	-0,01	2,5	0	-1,68	0	7,32	-203,6	-16,5	0,0
2,84	-0,02	2,22	0	-1,21	0	7,32	-203,6	-11,9	0,0
2,84	-0,07	1,19	0	0	0,03	7,32	-203,6	0,0	0,3
2,84	-0,12	0,02	0	0,49	0,11	7,32	-203,6	4,8	1,1
2,84	-0,12	0	0	0,49	0,11	7,32	-203,6	4,8	1,1
2,84	-0,17	-1,19	0	0	0,22	7,32	-203,6	0,0	2,2
2,84	-0,23	-2,68	0	-2	0,43	7,32	-203,6	-19,6	4,2
8,21	0,11	2,59	0	-2,72	0,43	7,32	-588,6	-26,7	4,2
8,21	0	0	0	-0,39	0,33	7,32	-588,6	-3,8	3,2
8,21	-0,11	-2,59	0	-2,72	0,43	7,32	-588,6	-26,7	4,2
2,84	0,23	2,68	0	-2	0,43	7,32	-203,6	-19,6	4,2
2,84	0,17	1,19	0	0	0,22	7,32	-203,6	0,0	2,2
2,84	0,12	0	0	0,49	0,11	7,32	-203,6	4,8	1,1
2,84	0,07	-1,19	0	0	0,03	7,32	-203,6	0,0	0,3
2,84	0,02	-2,22	0	-1,21	0	7,32	-203,6	-11,9	0,0
2,84	0,01	-2,5	0	-1,68	0	7,32	-203,6	-16,5	0,0
2,84	0,01	-2,5	0	-1,68	0	7,32	-203,6	-16,5	0,0
7,52	0,16	0,27	0	-0,69	0	7,32	-539,1	-6,8	0,0
7,52	0,16	0,27	0	-0,68	0	7,32	-539,1	-6,7	0,0
7,52	0	0,27	0	0	-0,21	7,32	-539,1	0,0	-2,1
7,52	0	0,27	0	0,01	-0,21	7,32	-539,1	0,1	-2,1
7,52	0	0,27	0	0,01	-0,21	7,32	-539,1	0,1	-2,1
7,52	-0,16	0,27	0	0,71	0	7,32	-539,1	7,0	0,0
7,52	-0,16	0,27	0	0,72	0	7,32	-539,1	7,1	0,0
7,52	-0,16	0,27	0	0,72	0	7,32	-539,1	7,1	0,0
7,52	0,16	-0,27	0	0,72	0	7,32	-539,1	7,1	0,0
7,52	0,16	-0,27	0	0,71	0	7,32	-539,1	7,0	0,0
7,52	0	-0,27	0	0,01	-0,21	7,32	-539,1	0,1	-2,1
7,52	0	-0,27	0	0,01	-0,21	7,32	-539,1	0,1	-2,1
7,52	0	-0,27	0	0	-0,21	7,32	-539,1	0,0	-2,1
7,52	-0,16	-0,27	0	-0,68	0	7,32	-539,1	-6,7	0,0
7,52	-0,16	-0,27	0	-0,69	0	7,32	-539,1	-6,8	0,0
7,52	-0,16	-0,27	0	-0,69	0	7,32	-539,1	-6,8	0,0
7,52	0,16	-0,27	0	0,69	0	7,32	-539,1	6,8	0,0
7,52	0,16	-0,27	0	0,68	0	7,32	-539,1	6,7	0,0
7,52	0	-0,27	0	0	-0,21	7,32	-539,1	0,0	-2,1
7,52	0	-0,27	0	-0,01	-0,21	7,32	-539,1	-0,1	-2,1
7,52	0	-0,27	0	-0,01	-0,21	7,32	-539,1	-0,1	-2,1
7,52	-0,16	-0,27	0	-0,71	0	7,32	-539,1	-7,0	0,0
7,52	-0,16	-0,27	0	-0,72	0	7,32	-539,1	-7,1	0,0
7,52	-0,16	-0,27	0	-0,72	0	7,32	-539,1	-7,1	0,0
7,52	0,16	0,27	0	-0,69	0	7,32	-539,1	-6,8	0,0
7,52	0,16	0,27	0	-0,68	0	7,32	-539,1	-6,7	0,0
7,52	0	0,27	0	0	-0,21	7,32	-539,1	0,0	-2,1
7,52	0	0,27	0	0,01	-0,21	7,32	-539,1	0,1	-2,1
7,52	0	0,27	0	0,01	-0,21	7,32	-539,1	0,1	-2,1
7,52	-0,16	0,27	0	0,71	0	7,32	-539,1	7,0	0,0

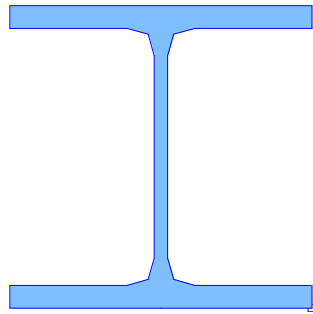
Fx(T)	Fy(T)	Fz(T)	Mx(mT)	My(mT)	Mz(mT)	1/ $\chi$	N(kN)	My(mkN)	Mz(mkN)
7,52	-0,16	0,27	0	0,72	0	7,32	-539,1	7,1	0,0
7,52	-0,16	0,27	0	0,72	0	7,32	-539,1	7,1	0,0

#### **5.1.13.4.6.- Factor de Seguridad**

A continuación figura el cálculo del coeficiente de seguridad de las distintas secciones de la estructura ( $R_d / S_d$ ), calculado con el Fagus. Dicho coeficiente de seguridad ya considera los coeficientes de mayoración de cargas de las sollicitaciones ( $S_d$ ), y de minoración de los materiales ( $R_d$ ); por tanto, se considera válido si es superior a la unidad.

Sección transversal VEmerg: Contorno

Escala 1 :5,0



HEB200

Acero de construcción (AE275)

## Viga-Sección: VEMERG

### Contorno de sección parcial

Nombre	Material	Clase	Tipo	No.	$y_q$ [m]	$z_q$ [m]	No.	$y_q$ [m]	$z_q$ [m]
HEB200	Acero de co	AE275	Polígono	1	-0,10	0	2	0	0
				3	0	0,01	4	-0,08	0,01
				5	-0,09	0,02	6	-0,10	0,03
				7	-0,10	0,17	8	-0,09	0,18
				9	-0,08	0,18	10	0	0,18
				11	0	0,20	12	-0,20	0,20
				13	-0,20	0,18	14	-0,12	0,18
				15	-0,11	0,18	16	-0,10	0,17
				17	-0,10	0,03	18	-0,11	0,02
				19	-0,12	0,01	20	-0,20	0,01
				21	-0,20	0			

**Características mecánicas de la sección:** ( Material de referencia: Acero de construcción,  $E_{ref} = 210$  [kN/mm<sup>2</sup>])

	Area [m <sup>2</sup> ]	Momento de inercia [m <sup>4</sup> ]	Centro Gr., Ángulo [m]
Ax	0,0078	Ix	0,000001
Ay	(=Ax)	Iy	0,000057
Az	(=Ax)	Iz	0,000020
		ys	-0,10
		zs	0,10
		$\beta$	0 [°]

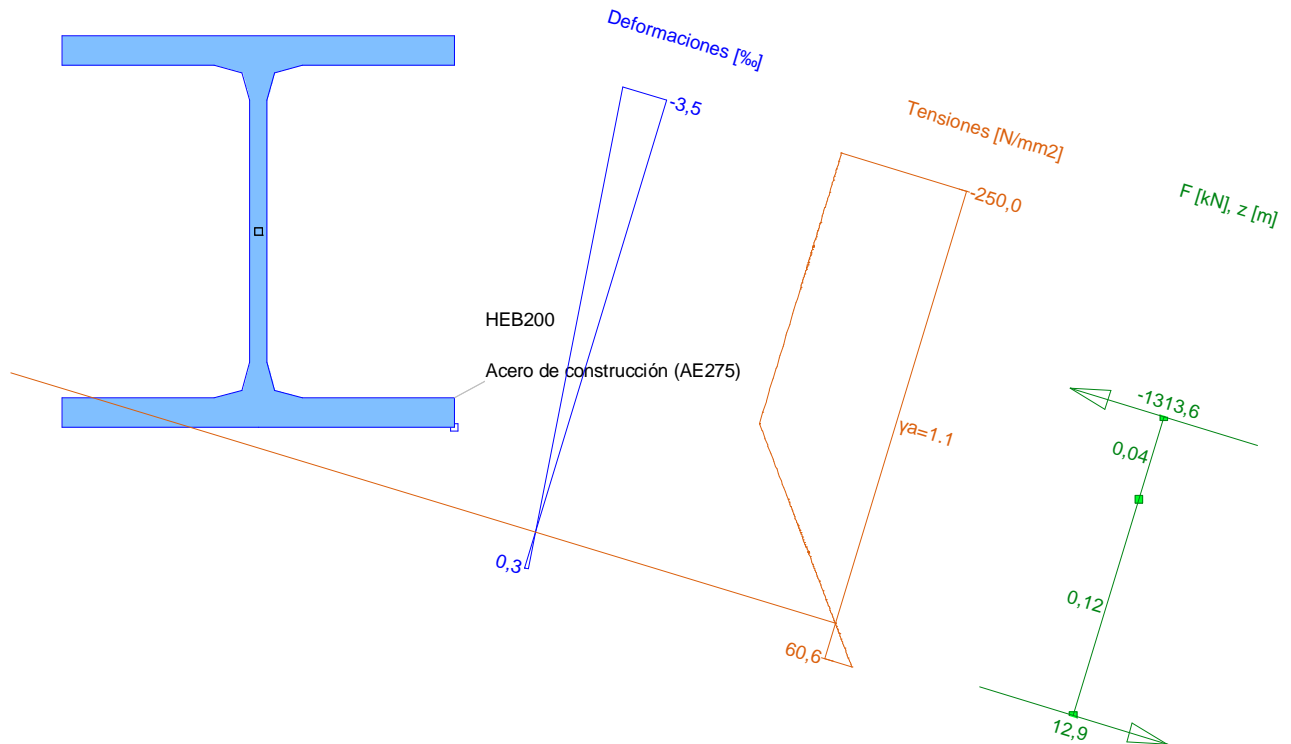
**Masa:** Detalles de la sección parcial

Sección parcial	$A_{xi}+$ [m <sup>2</sup> ]	menos	$A_{xi}-$ [m <sup>2</sup> ]	$A_{xi}$ [m <sup>2</sup> ]	$\gamma_i$ [t/m <sup>3</sup> ]	$M_i$ [kg/m]
HEB200	0,0078			0,0078	8,0	62,5

Nr.:

Sección transversal VEmerg: Carga última Solicitaciones múltiples, Factor de seguridad mínimo: 2,21

Escala 1 :3,9



### Cálc. capacidad última Viga-Sección: VEMERG

#### Fuerzas de la acción y factor de la capacidad

No.	Parámetros de análisis	N [kN]	M <sub>y</sub> [kNm]	M <sub>z</sub> [kNm]	Factor de capacidad [-]	Observaciones
1	AP2: Estado límite último	-179,2	-16,5	0	5,39	
2	AP2: Estado límite último	-179,2	-12,3	0	6,19	
3	AP2: Estado límite último	-179,2	-3,9	0	8,81	
4	AP2: Estado límite último	-179,2	0	0,1	10,83	
5	AP2: Estado límite último	-179,2	11,0	1,0	6,48	
6	AP2: Estado límite último	-179,2	0	2,7	9,12	
7	AP2: Estado límite último	-179,2	-12,4	3,9	6,10	
8	AP2: Estado límite último	-557,7	-5,8	4,0	3,15	
9	AP2: Estado límite último	-557,7	0	3,7	3,24	
10	AP2: Estado límite último	-557,7	19,7	2,9	2,52	
11	AP2: Estado límite último	-557,7	0	3,7	3,24	
12	AP2: Estado límite último	-557,7	-5,8	4,0	3,15	
13	AP2: Estado límite último	-179,2	-12,4	3,9	6,10	
14	AP2: Estado límite último	-179,2	0	2,7	9,12	
15	AP2: Estado límite último	-179,2	11,0	1,0	6,48	
16	AP2: Estado límite último	-179,2	0	0,1	10,83	
17	AP2: Estado límite último	-179,2	-3,9	0	8,81	
18	AP2: Estado límite último	-179,2	-12,3	0	6,19	
19	AP2: Estado límite último	-179,2	-12,4	0	6,17	
20	AP2: Estado límite último	-179,2	-16,5	0	5,39	
21	AP2: Estado límite último	-179,2	-16,5	0	5,39	
22	AP2: Estado límite último	-179,2	16,5	0	5,39	
23	AP2: Estado límite último	-179,2	12,3	0	6,19	
24	AP2: Estado límite último	-179,2	3,9	0	8,81	
25	AP2: Estado límite último	-179,2	0	0,1	10,83	
26	AP2: Estado límite último	-179,2	-11,0	1,0	6,48	
27	AP2: Estado límite último	-179,2	0	2,7	9,12	
28	AP2: Estado límite último	-179,2	12,4	3,9	6,10	
29	AP2: Estado límite último	-557,7	5,8	4,0	3,15	
30	AP2: Estado límite último	-557,7	0	3,7	3,24	
31	AP2: Estado límite último	-557,7	-19,7	2,9	2,52	
32	AP2: Estado límite último	-557,7	0	3,7	3,24	
33	AP2: Estado límite último	-557,7	5,8	4,0	3,15	
34	AP2: Estado límite último	-179,2	12,4	3,9	6,10	
35	AP2: Estado límite último	-179,2	0	2,7	9,12	

Nr.:

No.	Parámetros de análisis	N [kN]	M <sub>y</sub> [kNm]	M <sub>z</sub> [kNm]	Factor de capacidad [-]	Observaciones
36	AP2: Estado límite último	-179,2	-11,0	1,0	6,48	
37	AP2: Estado límite último	-179,2	0	0,1	10,83	
38	AP2: Estado límite último	-179,2	3,9	0	8,81	
39	AP2: Estado límite último	-179,2	12,3	0	6,19	
40	AP2: Estado límite último	-179,2	12,4	0	6,17	
41	AP2: Estado límite último	-179,2	16,5	0	5,39	
42	AP2: Estado límite último	-179,2	16,5	0	5,39	
43	AP2: Estado límite último	-203,6	16,5	0	5,05	
44	AP2: Estado límite último	-203,6	11,9	0	5,83	
45	AP2: Estado límite último	-203,6	0	0,3	9,43	
46	AP2: Estado límite último	-203,6	-4,8	1,1	7,63	
47	AP2: Estado límite último	-203,6	0	2,2	8,43	
48	AP2: Estado límite último	-203,6	19,6	4,2	4,59	
49	AP2: Estado límite último	-588,6	26,7	4,2	2,21	
50	AP2: Estado límite último	-588,6	3,8	3,2	3,10	
51	AP2: Estado límite último	-588,6	26,7	4,2	2,21	
52	AP2: Estado límite último	-203,6	19,6	4,2	4,59	
53	AP2: Estado límite último	-203,6	0	2,2	8,43	
54	AP2: Estado límite último	-203,6	-4,8	1,1	7,63	
55	AP2: Estado límite último	-203,6	-4,8	1,1	7,63	
56	AP2: Estado límite último	-203,6	0	0,3	9,43	
57	AP2: Estado límite último	-203,6	11,9	0	5,83	
58	AP2: Estado límite último	-203,6	16,5	0	5,05	
59	AP2: Estado límite último	-203,6	-16,5	0	5,05	
60	AP2: Estado límite último	-203,6	-11,9	0	5,83	
61	AP2: Estado límite último	-203,6	0	0,3	9,43	
62	AP2: Estado límite último	-203,6	4,8	1,1	7,63	
63	AP2: Estado límite último	-203,6	4,8	1,1	7,63	
64	AP2: Estado límite último	-203,6	0	2,2	8,43	
65	AP2: Estado límite último	-203,6	-19,6	4,2	4,59	
66	AP2: Estado límite último	-588,6	-26,7	4,2	2,21	
67	AP2: Estado límite último	-588,6	-3,8	3,2	3,10	
68	AP2: Estado límite último	-588,6	-26,7	4,2	2,21	
69	AP2: Estado límite último	-203,6	-19,6	4,2	4,59	
70	AP2: Estado límite último	-203,6	0	2,2	8,43	
71	AP2: Estado límite último	-203,6	4,8	1,1	7,63	
72	AP2: Estado límite último	-203,6	0	0,3	9,43	
73	AP2: Estado límite último	-203,6	-11,9	0	5,83	
74	AP2: Estado límite último	-203,6	-16,5	0	5,05	
75	AP2: Estado límite último	-203,6	-16,5	0	5,05	
76	AP2: Estado límite último	-539,1	-6,8	0	3,19	
77	AP2: Estado límite último	-539,1	-6,7	0	3,19	
78	AP2: Estado límite último	-539,1	0	-2,1	3,46	
79	AP2: Estado límite último	-539,1	0,1	-2,1	3,46	
80	AP2: Estado límite último	-539,1	0,1	-2,1	3,46	
81	AP2: Estado límite último	-539,1	7,0	0	3,18	
82	AP2: Estado límite último	-539,1	7,1	0	3,17	
83	AP2: Estado límite último	-539,1	7,1	0	3,17	
84	AP2: Estado límite último	-539,1	7,1	0	3,17	
85	AP2: Estado límite último	-539,1	7,0	0	3,18	
86	AP2: Estado límite último	-539,1	0,1	-2,1	3,46	
87	AP2: Estado límite último	-539,1	0,1	-2,1	3,46	
88	AP2: Estado límite último	-539,1	0	-2,1	3,46	
89	AP2: Estado límite último	-539,1	-6,7	0	3,19	
90	AP2: Estado límite último	-539,1	-6,8	0	3,19	
91	AP2: Estado límite último	-539,1	-6,8	0	3,19	
92	AP2: Estado límite último	-539,1	6,8	0	3,19	
93	AP2: Estado límite último	-539,1	6,7	0	3,19	
94	AP2: Estado límite último	-539,1	0	-2,1	3,46	
95	AP2: Estado límite último	-539,1	-0,1	-2,1	3,46	
96	AP2: Estado límite último	-539,1	-0,1	-2,1	3,46	
97	AP2: Estado límite último	-539,1	-7,0	0	3,18	
98	AP2: Estado límite último	-539,1	-7,1	0	3,17	
99	AP2: Estado límite último	-539,1	-7,1	0	3,17	
100	AP2: Estado límite último	-539,1	-6,8	0	3,19	
101	AP2: Estado límite último	-539,1	-6,7	0	3,19	
102	AP2: Estado límite último	-539,1	0	-2,1	3,46	
103	AP2: Estado límite último	-539,1	0,1	-2,1	3,46	
104	AP2: Estado límite último	-539,1	0,1	-2,1	3,46	
105	AP2: Estado límite último	-539,1	7,0	0	3,18	
106	AP2: Estado límite último	-539,1	7,1	0	3,17	
107	AP2: Estado límite último	-539,1	7,1	0	3,17	

**Parámetros de análisis "AP2: Estado límite último", Código: Spanish Code EH-91**

ID	σ-ε-Diagrama				Límites de deformación			Tens.adm.	Factores de la resistencia				Otros valores			
	c	s	p	a	ε <sub>cu.c</sub> [‰]	ε <sub>cu.b</sub> [‰]	ε <sub>su</sub> [‰]	σ <sub>s.adm</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	γ <sub>c</sub> [-]	γ <sub>s</sub> [-]	γ <sub>p</sub> [-]	γ <sub>a</sub> [-]	α [-]	φ [-]	P(t) [-]	κ
AP2	2/0	1	1	1	-2,0	-3,5	10,0		1,50	1,15	1,15	1,10	45,00	0	t=0	-

α : Inclinación de las bielas de compresión  
φ : Coef. de fluencia  
P(t) : Análisis STATIK-5; Prealargamiento en el tiempo (t=0) oú (t=∞) 'con pérdidas'  
κ : + = Análisis con coeficiente adherencia: κ<sub>s</sub>=0,7 κ<sub>i</sub>=0,9

**Deformaciones y tensiones extremas (Resultados cálculo No 49)**

Nombre	Clase	y <sub>q</sub> [m]	z <sub>q</sub> [m]	ε [‰]	σ <sub>d</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	γ [-]
HEB200	AE275	0,00	0,20	-3,5	-250,0	1.10
HEB200	AE275	-0,20	-0,00	0,3	60,6	1.10

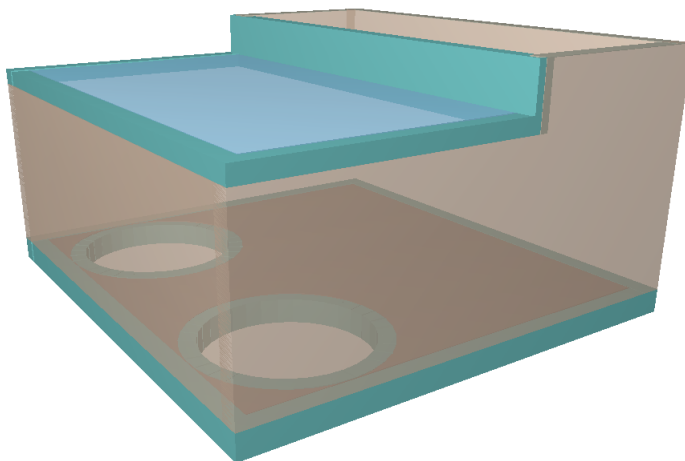
### 5.2.1.- Normas consideradas

Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08)

Instrucción de Acero Estructural (EAE)

CTE DB-SE AE: Acciones en la Edificación

### 5.2.2.- Geometría



Planta	Nombre planta	Canto	Altura	Cota
1	Cubierta	0.30 m	4.50	4.50
0	Solera	0.45 m	0.00	0.00

#### Losa de cimentación

Planta	Nombre	Canto	Módulo balasto	Tensión admisible	Altura	Cota
0	Solera	0.45 m	1000 t/m <sup>3</sup>	1.5 kp/cm <sup>2</sup>	0.00	0.00

#### Muros

- Las coordenadas de los vértices inicial y final son absolutas.
- Las dimensiones están expresadas en metros.

Datos geométricos del muro

Referencia	Tipo muro	GI- GF	Vértices		Planta	Dimensiones Izquierda+Derecha=Total
			Inicial	Final		
M1	Muro de hormigón armado	0-1	( 0.00, 0.00)	( 5.15, 0.00)	1	0.15+0.2=0.35
M2	Muro de hormigón armado	0-1	( 5.15, 0.00)	( 8.50, 0.00)	1	0.15+0.2=0.35
M3	Muro de hormigón armado	0-1	( 8.50, 0.00)	( 8.50, 9.10)	1	0.15+0.2=0.35
M4	Muro de hormigón armado	0-1	( 5.15, 9.10)	( 8.50, 9.10)	1	0.2+0.15=0.35
M5	Muro de hormigón armado	0-1	( 0.00, 9.10)	( 5.15, 9.10)	1	0.2+0.15=0.35
M6	Muro de hormigón armado	0-1	( 0.00, 0.00)	( 0.00, 9.10)	1	0.2+0.15=0.35

**5.2.3.- Hipótesis de carga**

Referencia	Descripción	Naturaleza
G	Peso propio	Carga permanente
Qa	Sobrecarga de uso	Sobrecarga de uso

**5.2.4.- Cargas**

Cargas especiales introducidas (en Tm, Tm/m y Tm/m2)

Grupo	Hipótesis	Tipo	Valor	Coordenadas
1	Carga permanente	Lineal	0.25	( 5.15, 9.10) ( 8.50, 9.10)
	Carga permanente	Lineal	0.25	( 8.50, 9.10) ( 8.50, 0.00)
	Carga permanente	Lineal	0.25	( 8.50, 0.00) ( 5.15, 0.00)
	Carga permanente	Lineal	0.25	( 5.15, 0.00) ( 5.15, 9.10)
	Carga permanente	Superficial	1.40	( 5.15, 9.10) ( 0.00, 9.10) ( 0.00, 0.00) ( 5.15, 0.00)
	Sobrecarga de uso	Superficial	0.50	( 5.15, 9.10) ( 0.00, 9.10) ( 0.00, 0.00) ( 5.15, 0.00)

Empuje Terreno

Empuje +4,50

Primera situación de relleno

Carga:Carga permanente

Con relleno: Cota 4.50 m

Ángulo de talud 0.00 Grados

Densidad aparente 2.00 t/m<sup>3</sup>

Densidad sumergida 1.10 t/m<sup>3</sup>

Ángulo rozamiento interno 30.00 Grados

Evacuación por drenaje 100.00 %

Segunda situación de relleno

Carga:Sobrecarga de uso

Con relleno: Cota 4.50 m

Ángulo de talud 0.00 Grados

Densidad aparente 2.00 t/m<sup>3</sup>

Densidad sumergida 1.10 t/m<sup>3</sup>

Ángulo rozamiento interno 30.00 Grados

Evacuación por drenaje 100.00 %

Carga 1:

Tipo: Uniforme

Valor: 0.50 t/m<sup>2</sup>



Empuje +3.65

Primera situación de relleno

Carga: Carga permanente

Con relleno: Cota 3.65 m

Ángulo de talud 0.00 Grados

Densidad aparente 2.00 t/m<sup>3</sup>

Densidad sumergida 1.10 t/m<sup>3</sup>

Ángulo rozamiento interno 30.00 Grados

Evacuación por drenaje 100.00 %

Carga 1:

Tipo: Uniforme

Valor: 1.40 t/m<sup>2</sup>

Segunda situación de relleno

Carga: Sobrecarga de uso

Con relleno: Cota 3.65 m

Ángulo de talud 0.00 Grados

Densidad aparente 2.00 t/m<sup>3</sup>

Densidad sumergida 1.10 t/m<sup>3</sup>

Ángulo rozamiento interno 30.00 Grados

Evacuación por drenaje 100.00 %

Carga 1:

Tipo: Uniforme

Valor: 1.90 t/m<sup>2</sup>

### 5.2.5.- Combinaciones

Para las distintas situaciones de proyecto, las combinaciones de acciones se definirán de acuerdo con los siguientes criterios:

#### - Con coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_{Q1} \Psi_{p1} Q_{k1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Qi} \Psi_{ai} Q_{ki}$$

#### - Sin coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

- Donde:

$G_k$  Acción permanente

$Q_k$  Acción variable

$\gamma_G$  Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes

$\gamma_{Q,1}$  Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal

$\gamma_{Q,i}$  Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento

$\psi_{p,1}$  Coeficiente de combinación de la acción variable principal

$\psi_{a,i}$  Coeficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento

### Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ ) y coeficientes de combinación ( $\psi$ )

Para cada situación de proyecto y estado límite los coeficientes a utilizar serán:

#### E.L.U. de rotura. Hormigón

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )		Coeficientes de combinación ( $\psi$ )	
	Favorable	Desfavorable	Principal ( $\psi_p$ )	Acompañamiento ( $\psi_a$ )
Carga permanente (G)	1.000	1.350	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.500	1.000	0.700

#### Tensiones en el terreno y desplazamientos

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )		Coeficientes de combinación ( $\psi$ )	
	Favorable	Desfavorable	Principal ( $\psi_p$ )	Acompañamiento ( $\psi_a$ )
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

### 5.2.6.- Materiales

#### - Hormigón

Hormigón	$f_{ck}$ (kp/cm <sup>2</sup> )	$\gamma_c$
HA-30/20/B/IIa	306	1.5

#### - Acero en barras

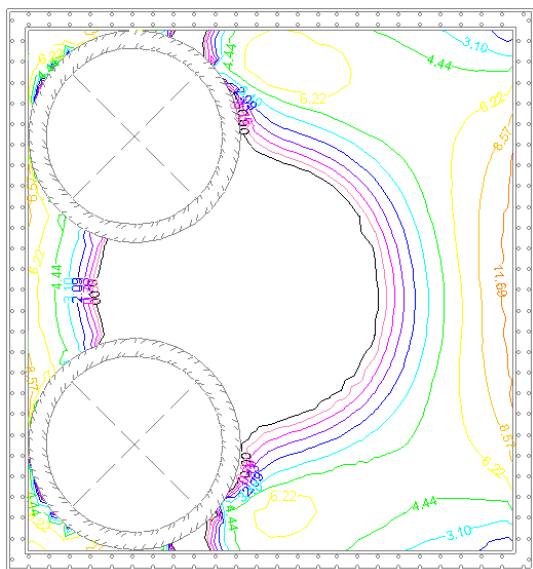
Acero	$f_{yk}$ (kp/cm <sup>2</sup> )	$\gamma_s$
B 500 S	5097	1.15

### 5.2.7.- Esfuerzos y armados

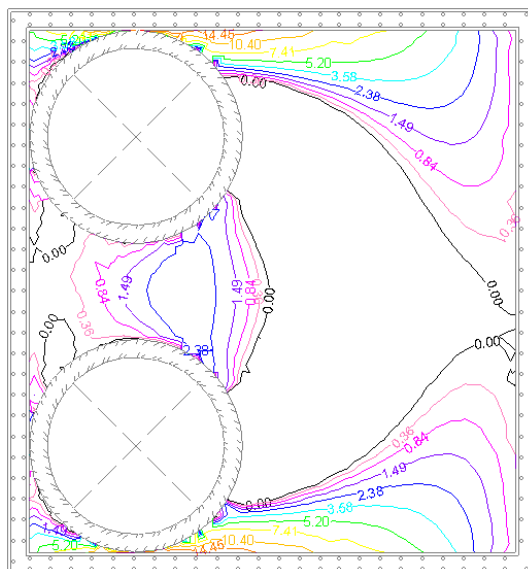
#### SOLERA

#### Esfuerzos de dimensionamiento

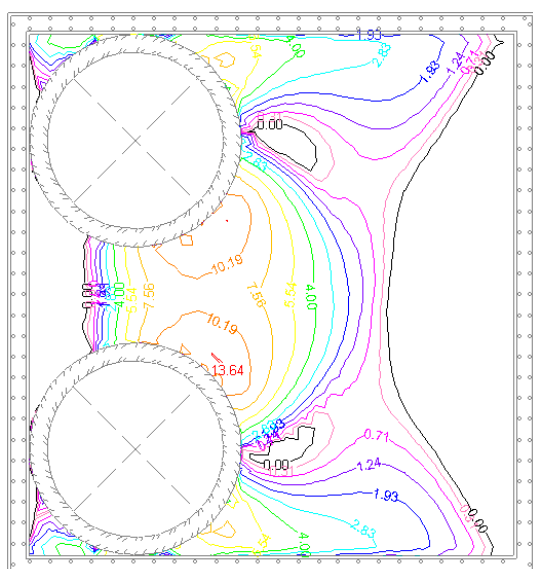
##### Mx inferior (Tn·m/m)



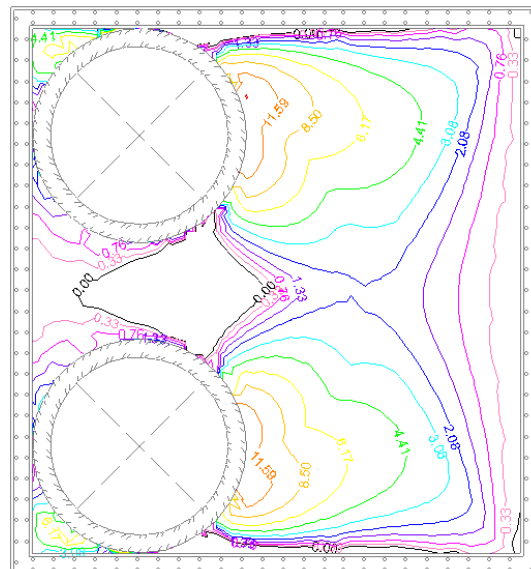
##### My inferior (Tn·m/m)



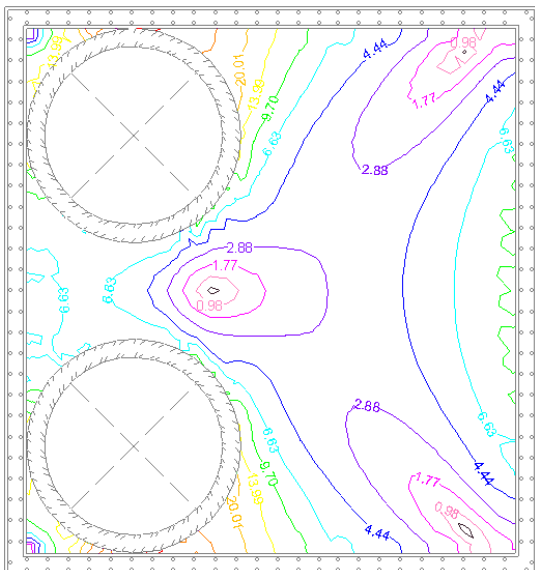
##### Mx superior (Tn·m/m)



##### My superior (Tn·m/m)

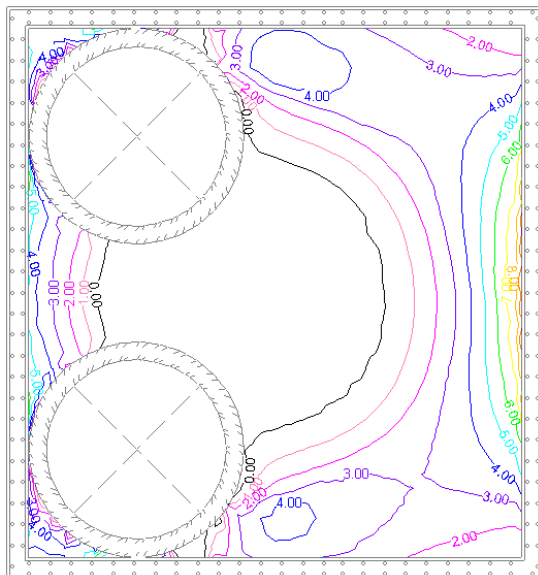


Cortante (Tn/m)

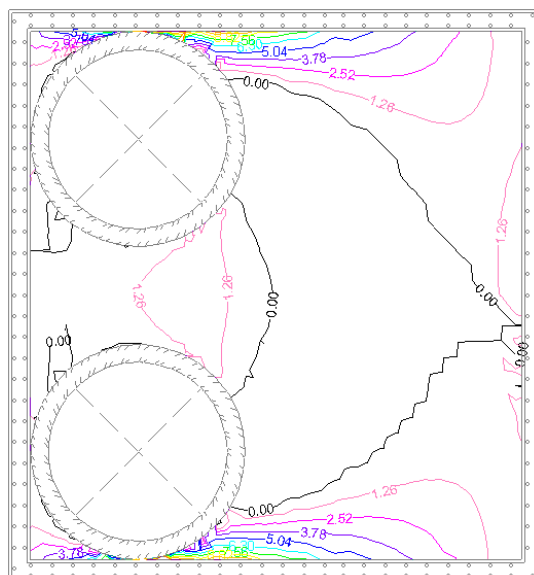


Cuantías de armadura

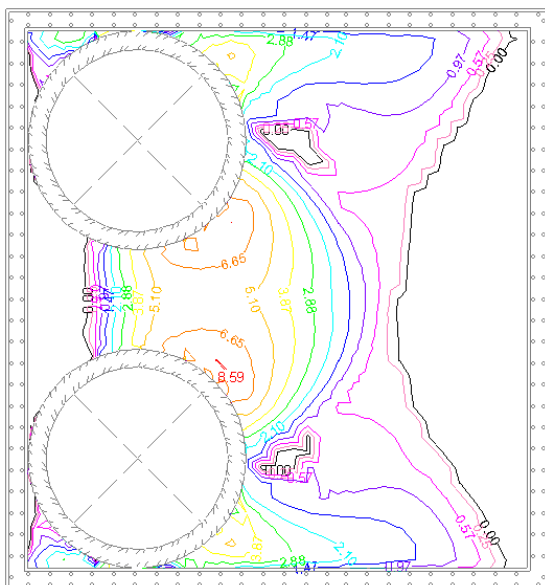
Inferior dirección X ( $\text{cm}^2/\text{m}$ )



Inferior dirección Y ( $\text{cm}^2/\text{m}$ )



Superior dirección X (cm<sup>2</sup>/m)



### Comprobación a fisuración

Cara inferior

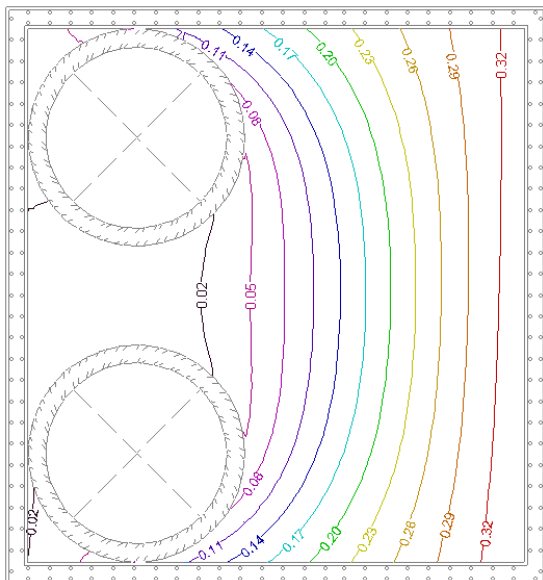
Esfuerzos de diseño			Esfuerzos en servicio			Geometría de la sección		
M <sub>d</sub>	194,9	KN*m	M <sub>s</sub>	129,9	KN*m	Ancho b	1,00	m
N <sub>d</sub>	0,0	KN	N <sub>s</sub>	0,0	KN	Canto h	0,45	m
Clase de exposición						r <sub>min</sub> =	30	mm
Ambiente	IIa		Calidad mínima		HA 25	Δr =	5	mm
Datos de los materiales						Difícil de hormigonar		
Hormigón			<div><div>f<sub>ck</sub> = 30 N/mm<sup>2</sup></div><div>f<sub>cd</sub> = 20,00 N/mm<sup>2</sup></div><div>f<sub>ct,m</sub> = 2,90 N/mm<sup>2</sup></div><div>E<sub>c</sub> = 31.072 N/mm<sup>2</sup></div></div>			SI		
Calidad	HA 30					r <sub>nom min</sub> = 35 mm		
γ <sub>c</sub>	1,50					r <sub>nom trac</sub> = 45 mm		
T <sub>max árido</sub> =	20 mm					r <sub>nom comp</sub> = 45 mm		
Acero						A <sub>b</sub> = 0,45 m <sup>2</sup>		
Calidad	B 500 S		f <sub>yk</sub> = 500 N/mm <sup>2</sup>			d = 0,397 m		
γ <sub>s</sub>	1,15		f <sub>yd</sub> = 434,78 N/mm <sup>2</sup>			d' = 0,344 m		
E <sub>s</sub>	200.000 N/mm <sup>2</sup>		f <sub>ya,d</sub> = 400,00 N/mm <sup>2</sup>			I <sub>b</sub> = 0,0076 m <sup>4</sup>		
			ε <sub>yd</sub> = 2,17 ‰			W <sub>b</sub> = 0,034 m <sup>3</sup>		
Dimensionamiento (E.L.U.)								
M <sub>1</sub> =	194,9 KN*m		Cuantía geométrica mínima			Cuantía mecánica mínima		
N <sub>1</sub> =	0,0 KN		A <sub>s</sub> +A' <sub>s</sub> = 8,10 cm <sup>2</sup>			A <sub>s</sub> = 7,30 cm <sup>2</sup>		
x <sub>lim</sub> =	0,245 m		Armadura de compresión			Armadura de tracción		
M <sub>lim</sub> =	996 KN*m		ε' <sub>s</sub> = 0,00 ‰			ε <sub>s</sub> = 33,54 ‰		
e =	0,000 m		A' <sub>s</sub> = 0,00 cm <sup>2</sup>			A <sub>s</sub> = 11,74 cm <sup>2</sup>		
ΔM <sub>d</sub> =	0,0 KN*m		Armadura de compresión realmente dispuesta			Armadura de tracción realmente dispuesta		
x =	0,038 m		φ 16 a 0,15 m			φ 16 a 0,15 m		
y =	0,030 m		A <sub>s comp rd</sub> = 13,40 cm <sup>2</sup>			A <sub>s trac rd</sub> = 13,40 cm <sup>2</sup>		
z =	0,382 m							
Comprobación (E.L.S.) a fisuración por compresión								
M <sub>2</sub> =	129,9 KN*m		σ <sub>c max</sub> = 18.000 KN/m <sup>2</sup>			σ <sub>c1</sub> < σ <sub>c max</sub>		
N <sub>2</sub> =	0,0 KN		σ <sub>c1</sub> = 3.850 KN/m <sup>2</sup>			No fisuras por compresión		
Comprobación (E.L.S.) a fisuración por tracción								
M <sub>3</sub> =	129,9 KN*m		Sección fisurada			Alargamiento medio de las armaduras		
N <sub>3</sub> =	0,0 KN		x' <sub>f</sub> = 0,066 m			<div><div>σ<sub>sr</sub> = 211.095 KN/m<sup>2</sup></div><div>σ<sub>s</sub> = 265.497 KN/m<sup>2</sup></div><div>K<sub>2</sub> = 0,5</div><div>ε<sub>sm</sub> = 0,91 ‰</div></div>		
Sección homogénea			I <sub>f</sub> = 0,0010 m <sup>4</sup>					
Relación n=E <sub>s</sub> /E <sub>c</sub>			Cálculo abertura de fisura					
A <sub>h</sub> = 0,46 m <sup>2</sup>			w <sub>k</sub> = β x s <sub>m</sub> x ε <sub>sm</sub>					
x <sub>Gh</sub> = 0,225 m			Coeficiente β					
I <sub>h</sub> = 0,0080 m <sup>4</sup>			Separación media de fisuras			Abertura de fisura		
M <sub>fis</sub> = 103,3 KN*m			K <sub>1</sub> = 0,125			w <sub>k</sub> = 0,289 mm		
M <sub>3</sub> > M <sub>fis</sub>			A <sub>c,ef</sub> = 1.125 cm <sup>2</sup>			w <sub>max</sub> = 0,30 mm		
Análisis en sección fisurada			s <sub>m</sub> = 187,1 mm			Fisuración controlada		

Cara superior

Esfuerzos de diseño			Esfuerzos en servicio			Geometría de la sección		
M <sub>d</sub>	153,2	KN*m	M <sub>s</sub>	102,1	KN*m	Ancho b	1,00	m
N <sub>d</sub>	0,0	KN	N <sub>s</sub>	0,0	KN	Canto h	0,45	m
Clase de exposición						r <sub>min</sub>	30	mm
Ambiente	IIa		Calidad mínima		HA 25	Δr	5	mm
Datos de los materiales						Difícil de hormigonar		
Hormigón			f <sub>ck</sub>	30	N/mm <sup>2</sup>	r <sub>nom min</sub>	35	mm
Calidad	HA 30		f <sub>cd</sub>	20,00	N/mm <sup>2</sup>	r <sub>nom trac</sub>	45	mm
γ <sub>c</sub>	1,50		f <sub>ct,m</sub>	2,90	N/mm <sup>2</sup>	r <sub>nom comp</sub>	45	mm
T <sub>max árido</sub>	20	mm	E <sub>c</sub>	31.072	N/mm <sup>2</sup>	A <sub>b</sub>	0,45	m <sup>2</sup>
Acero			f <sub>yk</sub>	500	N/mm <sup>2</sup>	d	0,397	m
Calidad	B 500 S		f <sub>yd</sub>	434,78	N/mm <sup>2</sup>	d'	0,344	m
γ <sub>s</sub>	1,15		f <sub>yα,d</sub>	400,00	N/mm <sup>2</sup>	I <sub>b</sub>	0,0076	m <sup>4</sup>
E <sub>s</sub>	200.000 N/mm <sup>2</sup>		ε <sub>yd</sub>	2,17	‰	W <sub>b</sub>	0,034	m <sup>3</sup>
Dimensionamiento (E.L.U.)								
M <sub>1</sub>	153,2	KN*m	Cuantía geométrica mínima			Cuantía mecánica mínima		
N <sub>1</sub>	0,0	KN	A <sub>s</sub> +A' <sub>s</sub>	8,10	cm <sup>2</sup>	A <sub>s</sub>	7,30	cm <sup>2</sup>
x <sub>lim</sub>	0,245	m	Armadura de compresión			Armadura de tracción		
M <sub>lim</sub>	996	KN*m	ε' <sub>s</sub>	0,00	‰	ε <sub>s</sub>	44,03	‰
e	0,000	m	A' <sub>s</sub>	0,00	cm <sup>2</sup>	A <sub>s</sub>	9,14	cm <sup>2</sup>
ΔM <sub>d</sub>	0,0	KN*m	Armadura de compresión realmente dispuesta			Armadura de tracción realmente dispuesta		
x	0,029	m	φ 16 a 0,15 m			φ 16 a 0,15 m		
y	0,023	m	A <sub>s comp rd</sub>			A <sub>s trac rd</sub>		
z	0,385	m	13,40 cm <sup>2</sup>			13,40 cm <sup>2</sup>		
Comprobación (E.L.S.) a fisuración por compresión								
M <sub>2</sub>	102,1	KN*m	σ <sub>c max</sub>	18.000	KN/m <sup>2</sup>	σ <sub>c1</sub> < σ <sub>c max</sub>		
N <sub>2</sub>	0,0	KN	σ <sub>c1</sub>	3.026	KN/m <sup>2</sup>	No fisuras por compresión		
Comprobación (E.L.S.) a fisuración por tracción								
M <sub>3</sub>	102,1	KN*m	Sección fisurada			Alargamiento medio de las armaduras		
N <sub>3</sub>	0,0	KN	x' <sub>f</sub>	No nec	m	σ <sub>sr</sub>		
Sección homogénea			I <sub>f</sub>	No nec	m <sup>4</sup>	σ <sub>s</sub>		
Relación n=E <sub>s</sub> /E <sub>c</sub>		6,44	Cálculo abertura de fisura			K <sub>2</sub>		
A <sub>h</sub>	0,46	m <sup>2</sup>	w <sub>k</sub>	β x s <sub>m</sub> x ε <sub>sm</sub>		ε <sub>sm</sub>		
x <sub>Gh</sub>	0,225	m	Coeficiente β			1,7		
I <sub>h</sub>	0,0080	m <sup>4</sup>	Separación media de fisuras			Abertura de fisura		
M <sub>fis</sub>	103,3	KN*m	K <sub>1</sub>	No nec		w <sub>k</sub>	No nec	mm
M <sub>3</sub> < M <sub>fis</sub>			A <sub>c,ef</sub>	No nec	cm <sup>2</sup>	w <sub>max</sub>	No nec	mm
No necesario el análisis			s <sub>m</sub>	No nec	mm	No hay fisuración		

### Tensión sobre el terreno

Tensión máxima: 0,33 kp/cm<sup>2</sup>



### MUROS

### Esfuerzos por hipótesis

Soporte	Planta	Dimensión (cm)	Tramo (m)	Hipótesis	Base						Cabeza					
					N (t)	Mx (t·m)	My (t·m)	Qx (t)	Qy (t)	T (t·m)	N (t)	Mx (t·m)	My (t·m)	Qx (t)	Qy (t)	T (t·m)
M1	Cubierta	35.0	0.00/4.50	Carga permanente	65.77	20.72	30.11	-0.94	33.31	10.88	28.51	23.28	19.12	2.45	-13.62	-2.31
				Sobrecarga de uso	5.14	-0.71	1.73	-1.98	2.05	-0.94	5.53	4.63	4.37	-0.49	-2.93	-0.26
M2	Cubierta	35.0	0.00/4.50	Carga permanente	6.44	-5.19	6.48	-0.98	11.81	-4.10	6.34	-10.81	7.95	4.31	-7.69	10.23
				Sobrecarga de uso	-0.12	-0.15	-0.11	1.64	0.26	-0.05	1.04	-2.05	1.53	1.44	-1.70	2.10
M3	Cubierta	35.0	0.00/4.50	Carga permanente	45.47	-51.36	-4.52	-60.41	2.40	0.80	2.16	0.00	-0.64	3.55	1.44	-2.73
				Sobrecarga de uso	3.50	-5.89	0.14	-5.19	-0.03	-0.12	-0.06	0.00	-0.11	1.04	0.11	-0.42
M4	Cubierta	35.0	0.00/4.50	Carga permanente	5.99	-4.33	-5.95	37.66	-11.91	2.99	5.18	-55.06	-15.21	-4.75	9.18	-16.16
				Sobrecarga de uso	0.04	-0.20	-0.01	1.84	-0.36	0.17	1.56	-2.96	-2.58	0.50	1.76	-2.71
M5	Cubierta	35.0	0.00/4.50	Carga permanente	70.42	18.80	-30.63	-35.53	-33.81	-9.60	54.30	117.54	-28.94	48.85	11.10	-2.52
				Sobrecarga de uso	5.74	-0.53	-2.06	-2.60	-2.28	0.75	5.17	4.90	-6.03	0.07	2.33	-1.10
M6	Cubierta	35.0	0.00/4.50	Carga permanente	42.24	34.49	3.92	49.56	-1.81	-0.87	37.48	36.33	-5.54	-29.70	-2.19	-0.81
				Sobrecarga de uso	9.14	3.35	0.21	3.65	0.36	-0.17	9.16	7.72	-0.17	-5.53	0.33	-0.04

### Armado de muros

ARMADO BASE										
Muro	Espesor (cm)	Armadura vertical		Armadura horizontal		Armadura transversal				F.C. (%)
		Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Ramas	Diám.	Sep.ver (cm)	Sep.hor (cm)	
M1	35.0	Ø12c/15 cm	Ø16c/15 cm	Ø16c/20 cm	Ø16c/20 cm	---	---	---	---	100.0
M2	35.0	Ø12c/15 cm	Ø16c/15 cm	Ø16c/20 cm	Ø16c/20 cm	---	---	---	---	100.0
M3	35.0	Ø12c/15 cm	Ø16c/15 cm	Ø16c/20 cm	Ø16c/20 cm	---	---	---	---	100.0
M4	35.0	Ø16c/15 cm	Ø12c/15 cm	Ø16c/20 cm	Ø16c/20 cm	---	---	---	---	100.0
M5	35.0	Ø16c/15 cm	Ø12c/15 cm	Ø16c/20 cm	Ø16c/20 cm	---	---	---	---	100.0
M6	35.0	Ø16c/15 cm	Ø12c/15 cm	Ø16c/20 cm	Ø16c/20 cm	---	---	---	---	100.0



F.C. = El factor de cumplimiento indica el porcentaje de área en el cual el armado y espesor de hormigón son suficientes.

Aprovechamiento: Nivel de tensiones (relación entre la tensión máxima y la admisible). Equivale al inverso del coeficiente de seguridad.

Nx : Axil vertical.

Ny : Axil horizontal.

Nxy: Axil tangencial.

Mx : Momento vertical (alrededor del eje horizontal).

My : Momento horizontal (alrededor del eje vertical).

Mxy: Momento torsor.

Qx : Cortante transversal vertical.

Qy : Cortante transversal horizontal.

Muro M1										
Planta	Comprobación	Aprovechamiento (%)	Pésimos							
			Nx (t/m)	Ny (t/m)	Nxy (t/m)	Mx (t·m/m)	My (t·m/m)	Mxy (t·m/m)	Qx (t/m)	Qy (t/m)
Cubierta (e=35.0 cm)	Arm. vert. der.	76.25	-33.92	-4.28	4.05	14.87	1.88	0.06	---	---
	Arm. horz. der.	28.45	-11.99	-4.14	1.69	3.20	2.37	1.45	---	---
	Arm. vert. izq.	9.62	-33.92	-4.28	4.05	14.87	1.88	0.06	---	---
	Arm. horz. izq.	1.34	-38.20	-3.60	1.34	12.24	2.53	0.74	---	---
	Hormigón	28.47	-33.92	-4.28	4.05	14.87	1.88	0.06	---	---
	Arm. transve.	8.03	-10.52	-0.28	-10.26	---	---	---	-2.89	-3.11

Muro M2										
Planta	Comprobación	Aprovechamiento (%)	Pésimos							
			Nx (t/m)	Ny (t/m)	Nxy (t/m)	Mx (t·m/m)	My (t·m/m)	Mxy (t·m/m)	Qx (t/m)	Qy (t/m)
Cubierta (e=35.0 cm)	Arm. vert. der.	30.97	-9.96	-20.80	-6.14	4.26	3.83	2.45	---	---
	Arm. horz. der.	50.46	0.74	-4.77	-0.39	0.87	6.61	-0.31	---	---
	Arm. vert. izq.	16.91	-0.67	-2.61	-0.72	-0.84	-3.80	0.43	---	---
	Arm. horz. izq.	31.71	-0.67	-2.61	-0.72	-0.84	-3.80	0.43	---	---
	Hormigón	12.41	-9.96	-20.80	-6.14	-0.20	3.83	2.45	---	---
	Arm. transve.	6.46	-2.67	-11.86	1.38	---	---	---	-8.71	2.35

Muro M3										
Planta	Comprobación	Aprovechamiento (%)	Pésimos							
			Nx (t/m)	Ny (t/m)	Nxy (t/m)	Mx (t·m/m)	My (t·m/m)	Mxy (t·m/m)	Qx (t/m)	Qy (t/m)
Cubierta (e=35.0 cm)	Arm. vert. der.	85.58	-10.33	-1.30	-0.17	13.69	1.73	0.19	---	---
	Arm. horz. der.	70.87	0.98	-4.40	-0.11	1.18	6.79	-0.73	---	---
	Arm. vert. izq.	33.94	-3.51	-2.75	-1.95	-1.93	-2.59	-1.67	---	---
	Arm. horz. izq.	34.86	-1.45	-2.18	-0.36	-1.16	-3.99	-0.71	---	---
	Hormigón	22.24	-10.33	-1.30	-0.17	13.69	1.73	0.19	---	---
	Arm. transve.	7.36	-9.22	-1.48	-0.38	---	---	---	-10.30	0.30

## 5.2. ARQUETA (VENTILACIONES DE EMERGENCIA HOSPITAL)

P.C. Línea 5 del FMB. Tramo: Estación Hospital

Muro M4										
Planta	Comprobación	Aprovechamiento (%)	Pésimos							
			Nx (t/m)	Ny (t/m)	Nxy (t/m)	Mx (t·m/m)	My (t·m/m)	Mxy (t·m/m)	Qx (t/m)	Qy (t/m)
Cubierta (e=35.0 cm)	Arm. vert. der.	96.95	17.53	-17.13	60.14	0.00	-0.31	-0.72	---	---
	Arm. horz. der.	31.71	12.16	142.94	12.21	0.22	0.83	-0.30	---	---
	Arm. vert. izq.	79.27	16.52	-19.35	59.86	-1.78	-0.23	-0.88	---	---
	Arm. horz. izq.	50.46	12.16	142.94	12.21	0.00	0.83	-0.30	---	---
	Hormigón	41.58	16.52	-19.35	59.86	-1.78	-0.23	-0.88	---	---
	Arm. transve.	21.22	12.98	-12.69	44.55	---	---	---	3.75	-1.15

Muro M5										
Planta	Comprobación	Aprovechamiento (%)	Pésimos							
			Nx (t/m)	Ny (t/m)	Nxy (t/m)	Mx (t·m/m)	My (t·m/m)	Mxy (t·m/m)	Qx (t/m)	Qy (t/m)
Cubierta (e=35.0 cm)	Arm. vert. der.	9.81	-35.04	-4.43	12.49	-15.10	-1.91	-0.03	---	---
	Arm. horz. der.	8.33	-50.09	-129.53	-3.20	1.00	-0.97	0.42	---	---
	Arm. vert. izq.	82.34	-35.04	-4.43	12.49	-15.10	-1.91	-0.03	---	---
	Arm. horz. izq.	62.45	-50.09	-129.53	-3.20	-9.88	-0.97	0.42	---	---
	Hormigón	29.19	-35.04	-4.43	12.49	-15.10	-1.91	-0.03	---	---
	Arm. transve.	24.52	-25.68	-4.48	6.45	---	---	---	6.74	5.23

Muro M6										
Planta	Comprobación	Aprovechamiento (%)	Pésimos							
			Nx (t/m)	Ny (t/m)	Nxy (t/m)	Mx (t·m/m)	My (t·m/m)	Mxy (t·m/m)	Qx (t/m)	Qy (t/m)
Cubierta (e=35.0 cm)	Arm. vert. der.	4.88	-11.87	-0.22	0.76	-8.19	-1.03	0.09	---	---
	Arm. horz. der.	0.66	-10.64	-0.49	0.16	-6.61	-1.41	0.00	---	---
	Arm. vert. izq.	48.49	-7.88	-0.99	3.01	-7.46	-0.94	-0.42	---	---
	Arm. horz. izq.	20.24	-9.76	-1.15	-3.64	-5.40	-1.30	0.58	---	---
	Hormigón	14.67	-11.92	-0.15	-0.47	-8.17	-1.03	-0.32	---	---
	Arm. transve.	3.83	-8.43	-0.70	5.18	---	---	---	5.29	0.81

### Comprobación a fisuración

#### Armadura vertical

Esfuerzos de diseño		Esfuerzos en servicio		Geometría de la sección	
M <sub>d</sub>	144,7 KN*m	M <sub>s</sub>	107,2 KN*m	Ancho b	1,00 m
N <sub>d</sub>	0,0 KN	N <sub>s</sub>	0,0 KN	Canto h	0,35 m
Clase de exposición				r <sub>min</sub> =	30 mm
Ambiente	Ila	Calidad mínima	HA 25	Δr =	5 mm
Datos de los materiales				Difícil de hormigonar SI	
Hormigón		f <sub>ck</sub> =	30 N/mm <sup>2</sup>	r <sub>nom min</sub> =	35 mm
Calidad	HA 30	f <sub>cd</sub> =	20,00 N/mm <sup>2</sup>	r <sub>nom trac</sub> =	35 mm
γ <sub>c</sub>	1,50	f <sub>ct,m</sub> =	2,90 N/mm <sup>2</sup>	r <sub>nom comp</sub> =	35 mm
T <sub>max árido</sub> =	20 mm	E <sub>c</sub> =	31.072 N/mm <sup>2</sup>	A <sub>b</sub> =	0,35 m <sup>2</sup>
Acero		f <sub>yk</sub> =	500 N/mm <sup>2</sup>	d =	0,307 m
Calidad	B 500 S	f <sub>yd</sub> =	434,78 N/mm <sup>2</sup>	d' =	0,266 m
γ <sub>s</sub>	1,15	f <sub>yα,d</sub> =	400,00 N/mm <sup>2</sup>	I <sub>b</sub> =	0,0036 m <sup>4</sup>
E <sub>s</sub>	200.000 N/mm <sup>2</sup>	ε <sub>yd</sub> =	2,17 ‰	W <sub>b</sub> =	0,020 m <sup>3</sup>
Dimensionamiento (E.L.U.)					
M <sub>1</sub> =	144,7 KN*m	Cuantía geométrica mínima		Cuantía mecánica mínima	
N <sub>1</sub> =	0,0 KN	A <sub>s</sub> +A' <sub>s</sub> =	6,30 cm <sup>2</sup>	A <sub>s</sub> =	6,17 cm <sup>2</sup>
x <sub>lim</sub> =	0,189 m	Armadura de compresión		Armadura de tracción	
M <sub>lim</sub> =	596 KN*m	ε' <sub>s</sub> =	0,00 ‰	ε <sub>s</sub> =	26,03 ‰
e =	0,000 m	A' <sub>s</sub> =	0,00 cm <sup>2</sup>	A <sub>s</sub> =	11,38 cm <sup>2</sup>
ΔM <sub>d</sub> =	0,0 KN*m	Armadura de compresión realmente dispuesta		Armadura de tracción realmente dispuesta	
x =	0,036 m	φ 12 a 0,15 m		φ 16 a 0,15 m	
y =	0,029 m	A <sub>s comp rd</sub> =		A <sub>s trac rd</sub> =	
z =	0,292 m	7,54 cm <sup>2</sup>		13,40 cm <sup>2</sup>	
Comprobación (E.L.S.) a fisuración por compresión					
M <sub>2</sub> =	107,2 KN*m	σ <sub>c max</sub> =	18.000 KN/m <sup>2</sup>	σ <sub>c1</sub> < σ <sub>c max</sub>	
N <sub>2</sub> =	0,0 KN	σ <sub>c1</sub> =	5.250 KN/m <sup>2</sup>	No fisuras por compresión	
Comprobación (E.L.S.) a fisuración por tracción					
M <sub>3</sub> =	107,2 KN*m	Sección fisurada		Alargamiento medio de las armaduras	
N <sub>3</sub> =	0,0 KN	x' <sub>f</sub> =	0,060 m	σ <sub>sr</sub> = 166.551 KN/m <sup>2</sup>	
Sección homogénea		I <sub>f</sub> =	0,0006 m <sup>4</sup>	σ <sub>s</sub> = 283.988 KN/m <sup>2</sup>	
Relación n=E <sub>s</sub> /E <sub>c</sub>		Cálculo abertura de fisura		K <sub>2</sub> =	0,5
A <sub>h</sub> =	0,36 m <sup>2</sup>	w <sub>k</sub> = β x s <sub>m</sub> x ε <sub>sm</sub>		ε <sub>sm</sub> =	1,18 ‰
x <sub>Gh</sub> =	0,174 m	Coeficiente β		Abertura de fisura	
I <sub>h</sub> =	0,0038 m <sup>4</sup>	Separación media de fisuras		w <sub>k</sub> =	0,30 mm
M <sub>fis</sub> =	62,9 KN*m	K <sub>1</sub> =	0,125	w <sub>max</sub> =	0,30 mm
M <sub>3</sub> > M <sub>fis</sub>		A <sub>c,ef</sub> =	875 cm <sup>2</sup>	Fisuración controlada	
Análisis en sección fisurada		s <sub>m</sub> =	152,2 mm		

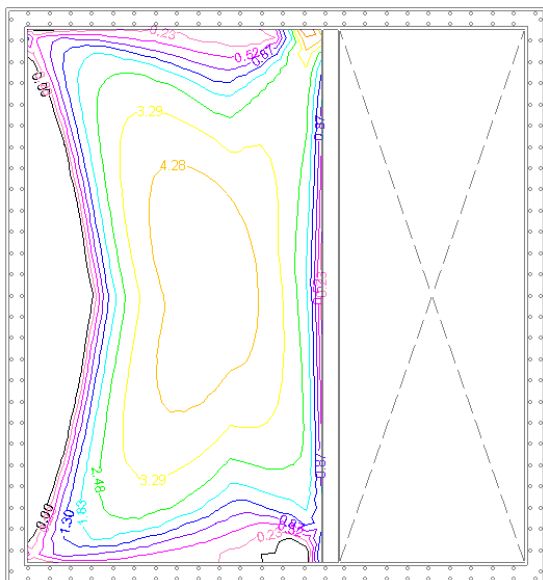
### Armadura horizontal

Esfuerzos de diseño			Esfuerzos en servicio			Geometría de la sección		
M <sub>d</sub>	68,4	KN*m	M <sub>s</sub>	50,7	KN*m	Ancho b	1,00	m
N <sub>d</sub>	0,0	KN	N <sub>s</sub>	0,0	KN	Canto h	0,35	m
Clase de exposición						r <sub>min</sub> =	30	mm
Ambiente	IIa		Calidad mínima		HA 25	Δr =	5	mm
Datos de los materiales						Difícil de hormigonar		SI
Hormigón			f <sub>ck</sub> = 30 N/mm <sup>2</sup>			r <sub>nom min</sub> =	35	mm
Calidad	HA 30		f <sub>cd</sub> = 20,00 N/mm <sup>2</sup>			r <sub>nom trac</sub> =	35	mm
γ <sub>c</sub>	1,50		f <sub>ct,m</sub> = 2,90 N/mm <sup>2</sup>			r <sub>nom comp</sub> =	35	mm
T <sub>max árido</sub> =	20	mm	E <sub>c</sub> = 31.072 N/mm <sup>2</sup>			A <sub>b</sub> =	0,35	m <sup>2</sup>
Acero			f <sub>yk</sub> = 500 N/mm <sup>2</sup>			d =	0,307	m
Calidad	B 500 S		f <sub>yd</sub> = 434,78 N/mm <sup>2</sup>			d' =	0,264	m
γ <sub>s</sub>	1,15		f <sub>yα,d</sub> = 400,00 N/mm <sup>2</sup>			I <sub>b</sub> =	0,0036	m <sup>4</sup>
E <sub>s</sub>	200.000 N/mm <sup>2</sup>		ε <sub>yd</sub> = 2,17 ‰			W <sub>b</sub> =	0,020	m <sup>3</sup>
Dimensionamiento (E.L.U.)								
M <sub>1</sub> =	68,4	KN*m	Cuantía geométrica mínima			Cuantía mecánica mínima		
N <sub>1</sub> =	0,0	KN	A <sub>s</sub> +A' <sub>s</sub> = 6,30 cm <sup>2</sup>			A <sub>s</sub> = 6,17 cm <sup>2</sup>		
x <sub>lim</sub> =	0,189	m	Armadura de compresión			Armadura de tracción		
M <sub>lim</sub> =	596	KN*m	ε' <sub>s</sub> = 0,00 ‰			ε <sub>s</sub> = 60,66 ‰		
e =	0,000	m	A' <sub>s</sub> = 0,00 cm <sup>2</sup>			A <sub>s</sub> = 5,24 cm <sup>2</sup>		
ΔM <sub>d</sub> =	0,0	KN*m	Armadura de compresión realmente dispuesta			Armadura de tracción realmente dispuesta		
x =	0,017	m	φ 16 a 0,20 m			φ 16 a 0,20 m		
y =	0,013	m	A <sub>s comp rd</sub> = 10,05 cm <sup>2</sup>			A <sub>s trac rd</sub> = 10,05 cm <sup>2</sup>		
z =	0,300	m						
Comprobación (E.L.S.) a fisuración por compresión								
M <sub>2</sub> =	50,7	KN*m	σ <sub>c max</sub> = 18.000 KN/m <sup>2</sup>			σ <sub>c1</sub> < σ <sub>c max</sub>		
N <sub>2</sub> =	0,0	KN	σ <sub>c1</sub> = 2.482 KN/m <sup>2</sup>			No fisuras por compresión		
Comprobación (E.L.S.) a fisuración por tracción								
M <sub>3</sub> =	50,7	KN*m	Sección fisurada			Alargamiento medio de las armaduras		
N <sub>3</sub> =	0,0	KN	x' <sub>f</sub> = No nec m			σ <sub>sr</sub> = No nec KN/m <sup>2</sup>		
Sección homogénea			I <sub>f</sub> = No nec m <sup>4</sup>			σ <sub>s</sub> = No nec KN/m <sup>2</sup>		
Relación n=E <sub>s</sub> /E <sub>c</sub>		6,44	Cálculo abertura de fisura			K <sub>2</sub> = 0,5		
A <sub>h</sub> =	0,36	m <sup>2</sup>	w <sub>k</sub> = β x S <sub>m</sub> x ε <sub>sm</sub>			ε <sub>sm</sub> = No nec ‰		
x <sub>Gh</sub> =	0,175	m	Coeficiente β			1,7		
I <sub>h</sub> =	0,0038	m <sup>4</sup>	Separación media de fisuras			Abertura de fisura		
M <sub>fis</sub> =	62,3	KN*m	K <sub>1</sub> = No nec			w <sub>k</sub> = No nec mm		
M <sub>3</sub> < M <sub>fis</sub>			A <sub>c,ef</sub> = No nec cm <sup>2</sup>			w <sub>max</sub> = No nec mm		
No necesario el análisis			s <sub>m</sub> = No nec mm			No hay fisuración		

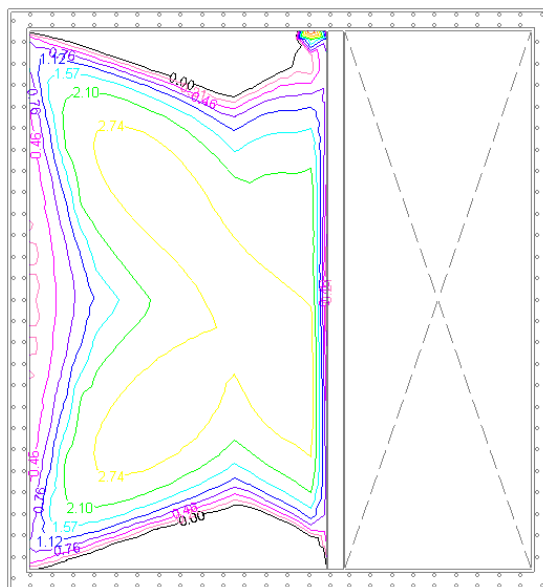
## LOSA CUBIERTA

### Esfuerzos de dimensionamiento

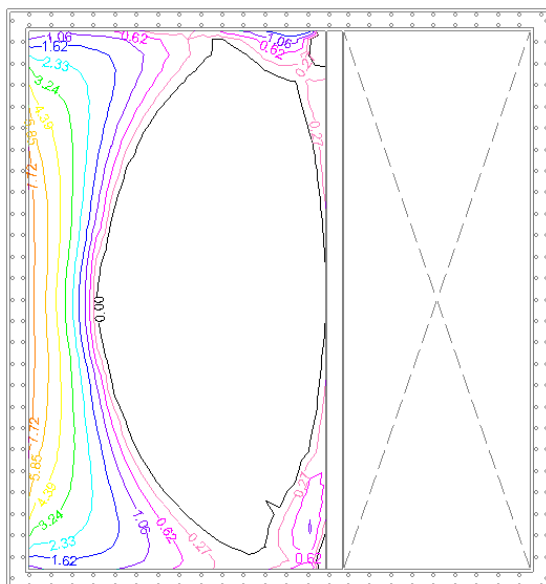
Mx inferior (Tn·m/m)



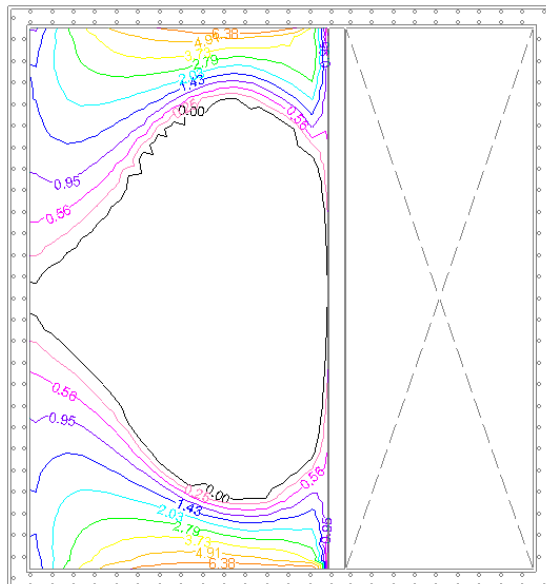
My inferior (Tn·m/m)



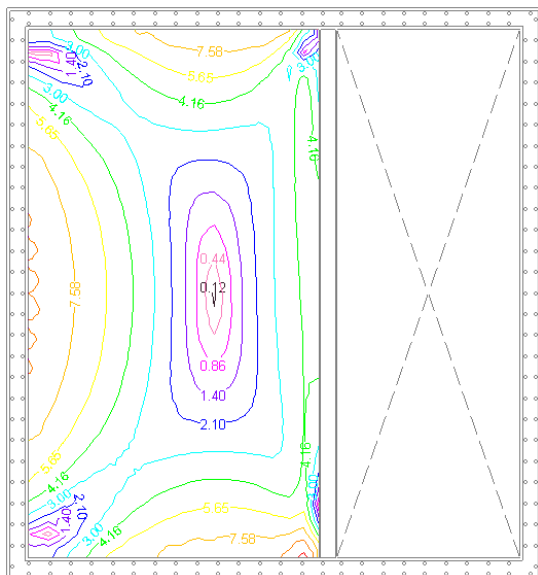
Mx superior (Tn·m/m)



My superior (Tn·m/m)

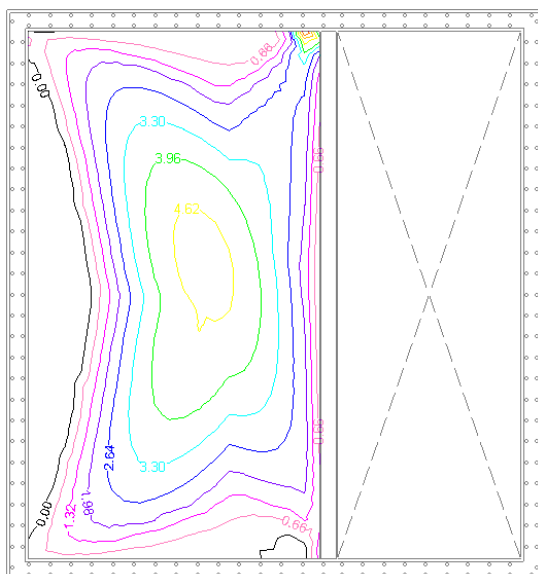


Cortante (Tn/m)

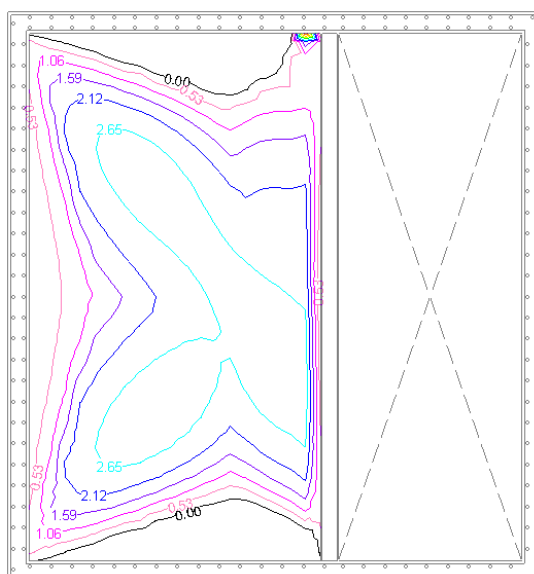


Cuantías de armadura

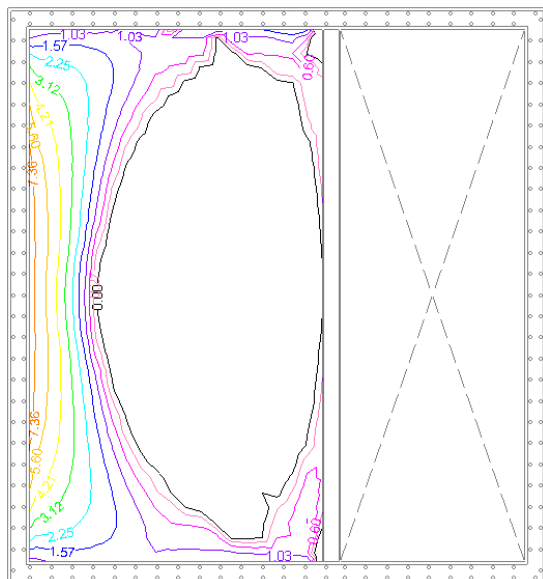
Inferior dirección X ( $\text{cm}^2/\text{m}$ )



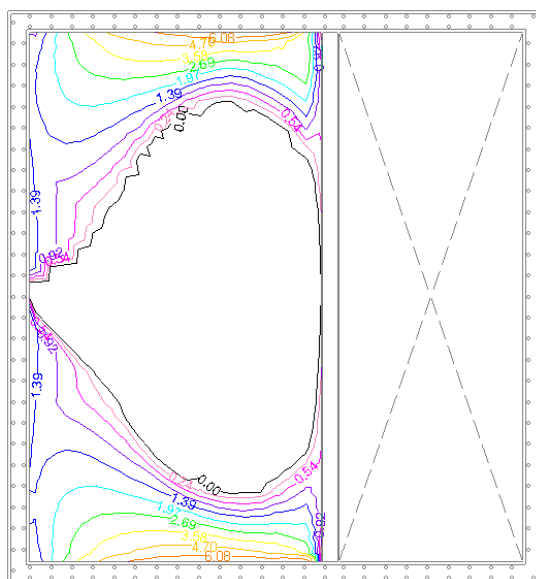
Inferior dirección Y ( $\text{cm}^2/\text{m}$ )



Superior dirección X (cm<sup>2</sup>/m)



Superior dirección Y (cm<sup>2</sup>/m)



Armadura dispuesta

	Armadura base
Longitudinal inferior	$\phi 12$ c/0,15 m
Longitudinal superior	$\phi 16$ c/0,15 m
Transversal inferior	$\phi 12$ c/0,15 m
Transversal superior	$\phi 16$ c/0,15 m

### Comprobación a fisuración

Cara inferior

Esfuerzos de diseño			Esfuerzos en servicio			Geometría de la sección		
M <sub>d</sub>	70,7	KN*m	M <sub>s</sub>	47,1	KN*m	Ancho b	1,00	m
N <sub>d</sub>	0,0	KN	N <sub>s</sub>	0,0	KN	Canto h	0,30	m
Clase de exposición						r <sub>min</sub> =	30	mm
Ambiente	IIa		Calidad mínima		HA 25	Δr =	5	mm
Datos de los materiales						Difícil de hormigonar		SI
Hormigón			f <sub>ck</sub> = 30 N/mm <sup>2</sup>			r <sub>nom min</sub> = 35 mm		
Calidad	HA 30		f <sub>cd</sub> = 20,00 N/mm <sup>2</sup>			r <sub>nom trac</sub> = 35 mm		
γ <sub>c</sub>	1,50		f <sub>ct,m</sub> = 2,90 N/mm <sup>2</sup>			r <sub>nom comp</sub> = 35 mm		
T <sub>max árido</sub> =	20 mm		E <sub>c</sub> = 31.072 N/mm <sup>2</sup>			A <sub>b</sub> = 0,30 m <sup>2</sup>		
Acero			f <sub>yk</sub> = 500 N/mm <sup>2</sup>			d = 0,259 m		
Calidad	B 500 S		f <sub>yd</sub> = 434,78 N/mm <sup>2</sup>			d' = 0,216 m		
γ <sub>s</sub>	1,15		f <sub>ya,d</sub> = 400,00 N/mm <sup>2</sup>			I <sub>b</sub> = 0,0023 m <sup>4</sup>		
E <sub>s</sub>	200.000 N/mm <sup>2</sup>		ε <sub>yd</sub> = 2,17 ‰			W <sub>b</sub> = 0,015 m <sup>3</sup>		
Dimensionamiento (E.L.U.)								
M <sub>1</sub> =	70,7 KN*m		Cuantía geométrica mínima			Cuantía mecánica mínima		
N <sub>1</sub> =	0,0 KN		A <sub>s</sub> +A' <sub>s</sub> = 5,40 cm <sup>2</sup>			A <sub>s</sub> = 5,60 cm <sup>2</sup>		
x <sub>lim</sub> =	0,160 m		Armadura de compresión			Armadura de tracción		
M <sub>lim</sub> =	424 KN*m		ε' <sub>s</sub> = 0,00 ‰			ε <sub>s</sub> = 40,22 ‰		
e =	0,000 m		A' <sub>s</sub> = 0,00 cm <sup>2</sup>			A <sub>s</sub> = 6,49 cm <sup>2</sup>		
ΔM <sub>d</sub> =	0,0 KN*m		Armadura de compresión realmente dispuesta			Armadura de tracción realmente dispuesta		
x =	0,021 m		φ 16 a 0,15 m			φ 12 a 0,15 m		
y =	0,017 m		A <sub>s comp rd</sub> = 13,40 cm <sup>2</sup>			A <sub>s trac rd</sub> = 7,54 cm <sup>2</sup>		
z =	0,251 m							
Comprobación (E.L.S.) a fisuración por compresión								
M <sub>2</sub> =	47,1 KN*m		σ <sub>c max</sub> = 18.000 KN/m <sup>2</sup>			σ <sub>c1</sub> < σ <sub>c max</sub>		
N <sub>2</sub> =	0,0 KN		σ <sub>c1</sub> = 3.142 KN/m <sup>2</sup>			No fisuras por compresión		
Comprobación (E.L.S.) a fisuración por tracción								
M <sub>3</sub> =	47,1 KN*m		Sección fisurada			Alargamiento medio de las armaduras		
N <sub>3</sub> =	0,0 KN		x' <sub>f</sub> = 0,036 m					
Sección homogénea			I <sub>f</sub> = 0,0003 m <sup>4</sup>					
Relación n=E <sub>s</sub> /E <sub>c</sub>			6,44			σ <sub>sr</sub> = 254.598 KN/m <sup>2</sup>		
			Cálculo abertura de fisura			σ <sub>s</sub> = 262.761 KN/m <sup>2</sup>		
A <sub>h</sub> =	0,31 m <sup>2</sup>		w <sub>k</sub> = β x s <sub>m</sub> x ε <sub>sm</sub>			K <sub>2</sub> = 0,5		
x <sub>Gh</sub> =	0,151 m		Coeficiente β			1,7		
I <sub>h</sub> =	0,0024 m <sup>4</sup>		Separación media de fisuras			ε <sub>sm</sub> = 0,70 ‰		
M <sub>fis</sub> =	45,7 KN*m					Abertura de fisura		
M <sub>3</sub> > M <sub>fis</sub>			K <sub>1</sub> = 0,125			w <sub>k</sub> = 0,189 mm		
Análisis en sección fisurada			A <sub>c,ef</sub> = 750 cm <sup>2</sup>			w <sub>max</sub> = 0,30 mm		
			s <sub>m</sub> = 159,7 mm			Fisuración controlada		



Cara superior

Esfuerzos de diseño			Esfuerzos en servicio			Geometría de la sección		
M <sub>d</sub>	101,9	KN*m	M <sub>s</sub>	67,9	KN*m	Ancho b	1,00	m
N <sub>d</sub>	0,0	KN	N <sub>s</sub>	0,0	KN	Canto h	0,30	m
Clase de exposición						r <sub>min</sub> =	30	mm
Ambiente	IIa		Calidad mínima		HA 25	Δr =	5	mm
Datos de los materiales						Difícil de hormigonar		SI
Hormigón			f <sub>ck</sub> = 30 N/mm <sup>2</sup>			r <sub>nom min</sub> = 35 mm		
Calidad	HA 30		f <sub>cd</sub> = 20,00 N/mm <sup>2</sup>			r <sub>nom trac</sub> = 35 mm		
γ <sub>c</sub>	1,50		f <sub>ct,m</sub> = 2,90 N/mm <sup>2</sup>			r <sub>nom comp</sub> = 35 mm		
T <sub>max árido</sub> =	20 mm		E <sub>c</sub> = 31.072 N/mm <sup>2</sup>			A <sub>b</sub> = 0,30 m <sup>2</sup>		
Acero			f <sub>yk</sub> = 500 N/mm <sup>2</sup>			d = 0,257 m		
Calidad	B 500 S		f <sub>yd</sub> = 434,78 N/mm <sup>2</sup>			d' = 0,216 m		
γ <sub>s</sub>	1,15		f <sub>yα,d</sub> = 400,00 N/mm <sup>2</sup>			I <sub>b</sub> = 0,0023 m <sup>4</sup>		
E <sub>s</sub>	200.000 N/mm <sup>2</sup>		ε <sub>yd</sub> = 2,17 ‰			W <sub>b</sub> = 0,015 m <sup>3</sup>		
Dimensionamiento (E.L.U.)								
M <sub>1</sub> =	101,9 KN*m		Cuantía geométrica mínima			Cuantía mecánica mínima		
N <sub>1</sub> =	0,0 KN		A <sub>s</sub> +A' <sub>s</sub> = 5,40 cm <sup>2</sup>			A <sub>s</sub> = 5,60 cm <sup>2</sup>		
x <sub>lim</sub> =	0,159 m		Armadura de compresión			Armadura de tracción		
M <sub>lim</sub> =	417 KN*m		ε' <sub>s</sub> = 0,00 ‰			ε <sub>s</sub> = 25,88 ‰		
e =	0,000 m		A' <sub>s</sub> = 0,00 cm <sup>2</sup>			A <sub>s</sub> = 9,58 cm <sup>2</sup>		
ΔM <sub>d</sub> =	0,0 KN*m		Armadura de compresión			Armadura de tracción		
x =	0,031 m		realmente dispuesta			realmente dispuesta		
y =	0,024 m		φ 12 a 0,15 m			φ 16 a 0,15 m		
z =	0,245 m		A <sub>s comp rd</sub> = 7,54 cm <sup>2</sup>			A <sub>s trac rd</sub> = 13,40 cm <sup>2</sup>		
Comprobación (E.L.S.) a fisuración por compresión								
M <sub>2</sub> =	67,9 KN*m		σ <sub>c max</sub> = 18.000 KN/m <sup>2</sup>			σ <sub>c1</sub> < σ <sub>c max</sub>		
N <sub>2</sub> =	0,0 KN		σ <sub>c1</sub> = 4.529 KN/m <sup>2</sup>			No fisuras por compresión		
Comprobación (E.L.S.) a fisuración por tracción								
M <sub>3</sub> =	67,9 KN*m		Sección fisurada			Alargamiento medio de las armaduras		
N <sub>3</sub> =	0,0 KN		x' <sub>f</sub> = 0,054 m			σ <sub>sr</sub> = 148.131 KN/m <sup>2</sup>		
Sección homogénea			I <sub>f</sub> = 0,0004 m <sup>4</sup>			σ <sub>s</sub> = 217.227 KN/m <sup>2</sup>		
Relación n=E <sub>s</sub> /E <sub>c</sub>		6,44	Cálculo abertura de fisura			K <sub>2</sub> = 0,5		
A <sub>h</sub> =	0,31 m <sup>2</sup>		w <sub>k</sub> = β x s <sub>m</sub> x ε <sub>sm</sub>			ε <sub>sm</sub> = 0,83 ‰		
x <sub>Gh</sub> =	0,149 m		Coeficiente β			1,7		
I <sub>h</sub> =	0,0024 m <sup>4</sup>		Separación media de fisuras			Abertura de fisura		
M <sub>fis</sub> =	46,3 KN*m		K <sub>1</sub> = 0,125			w <sub>k</sub> = 0,205 mm		
M <sub>3</sub> > M <sub>fis</sub>			A <sub>c,ef</sub> = 750 cm <sup>2</sup>			w <sub>max</sub> = 0,30 mm		
Análisis en sección fisurada			s <sub>m</sub> = 144,8 mm			Fisuración controlada		



Trabajo: **P.C. Línea 5 del FMB. Tramo: Estación Hospital**Código trabajo: **p01700**Cálculo: **6.- Ventilación del Sistema E.B.A. Hospital**

	<b>página</b>
<b>6.1.- Entibación .....</b>	<b>6100</b>
6.1.1.- Norma y materiales .....	6101
6.1.2.- Acciones .....	6101
6.1.3.- Descripción del terreno .....	6101
6.1.4.- Geometría .....	6101
6.1.5.- Comprobación de la geometría .....	6102
6.1.16.- Esquema de las fases .....	6102
6.1.7.- Cargas .....	6105
6.1.8.- Elementos de apoyo .....	6105
6.1.9.- Resultados de las fases .....	6106
6.1.10.- Resultados para los elementos de apoyo .....	6109
6.1.11.- Comprobaciones de estabilidad .....	6110
6.1.12.- Cálculo viga de reparto de anclajes .....	6111
6.1.13.- Estructura de atado en coronación .....	6115
<b>6.2.- Arqueta .....</b>	<b>6200</b>
6.2.1.- Normas consideradas .....	6201
6.2.2.- Geometría .....	6201
6.2.3.- Hipótesis de carga .....	6202
6.2.4.- Cargas .....	6202
6.2.5.- Combinaciones .....	6203
6.2.6.- Materiales .....	6204
6.2.7.- Esfuerzos y armados .....	6204

### 6.1.1.- NORMA Y MATERIALES

Norma de hormigón: EHE-08 (España)

Guía para el Diseño y Ejecución de Anclajes al terreno en Obras de Carretera (MF)

Hormigón: HA-25,  $Y_c=1.5$

Clase de exposición: Clase IIa

### 6.1.2.- ACCIONES

Mayoración esfuerzos en construcción: 1.50

Mayoración esfuerzos en servicio: 1.50

Sin análisis sísmico

Sin considerar acciones térmicas en puntales

### 6.1.3.- DESCRIPCIÓN DEL TERRENO

Cota de la roca: -7.50 m

Porcentaje del rozamiento interno entre el terreno y el trasdós del muro pantalla: 0.0 %

Porcentaje del rozamiento interno entre el terreno y el intradós del muro pantalla: 0.0 %

#### ESTRATOS

Referencias	Cota superior	Descripción	Coefficientes de empuje
1	0.00 m	Densidad aparente: 1.9 kg/dm <sup>3</sup> Densidad sumergida: 1.0 kg/dm <sup>3</sup> Ángulo rozamiento interno: 30 grados Cohesión: 0.00 t/m <sup>2</sup> Módulo de balasto empuje activo: 1000.0 t/m <sup>3</sup> Módulo de balasto empuje pasivo: 1000.0 t/m <sup>3</sup> Gradiente módulo de balasto: 0.0 t/m <sup>4</sup>	Activo trasdós: 0.33 Reposo trasdós: 0.50 Pasivo trasdós: 3.00 Activo intradós: 0.33 Reposo intradós: 0.50 Pasivo intradós: 3.00

### 6.1.4.- GEOMETRÍA

Cota de la rasante: 0.00 m

Altura del muro sobre la rasante: 0.50 m

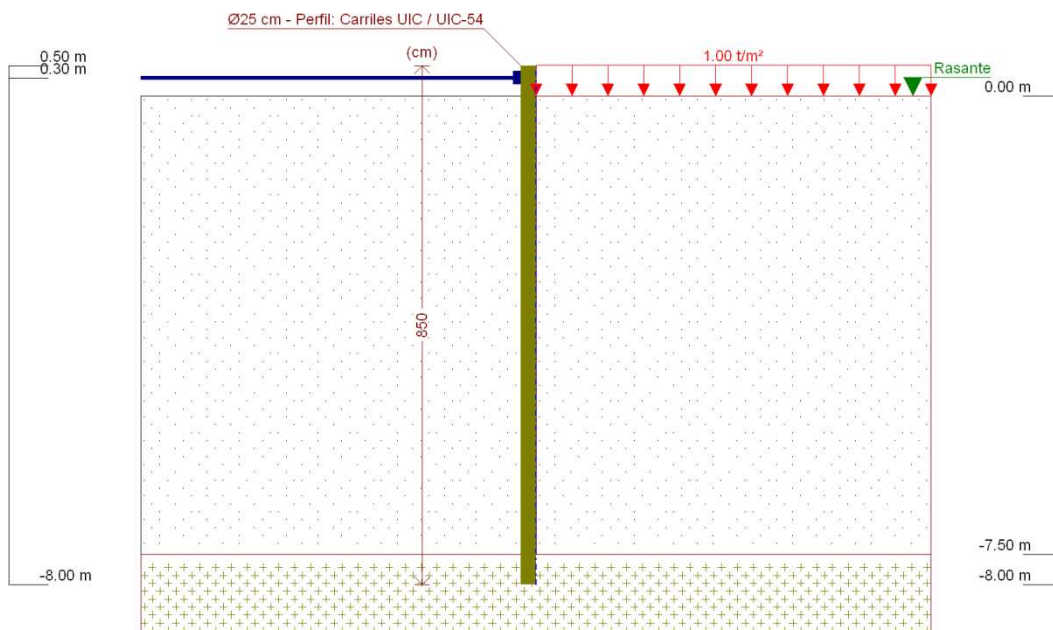
Tipología: Cortina de micropilotes

Altura total: 8.50 m Diámetro: 25.00 cm Separación: 40.00 cm Serie de micropilotes: Carriles UIC Perfil: UIC-54
---

### 6.1.5.- COMPROBACIÓN DE LA GEOMETRÍA

Comprobación	Valores	Estado
Esbeltez máxima:	Máximo: 200 Calculado: 88	Cumple
Tensión máxima:		
- Acero:	Máximo: 4.2 t/cm <sup>2</sup> Calculado: 1.769 t/cm <sup>2</sup>	Cumple
- Hormigón:	Máximo: 0.122 t/cm <sup>2</sup> Calculado: 0.088 t/cm <sup>2</sup>	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Esfuerzos para el cálculo de la tensión en el acero: Axil: 10.99 t; Momento: -5.31 t·m; Cortante: -0.39 t - Esfuerzos para el cálculo de la tensión en el hormigón: Axil: 10.99 t; Momento: -5.31 t·m; Cortante: -0.39 t - Esfuerzos mayorados por micropilote (Diámetro: 25.00 cm)		

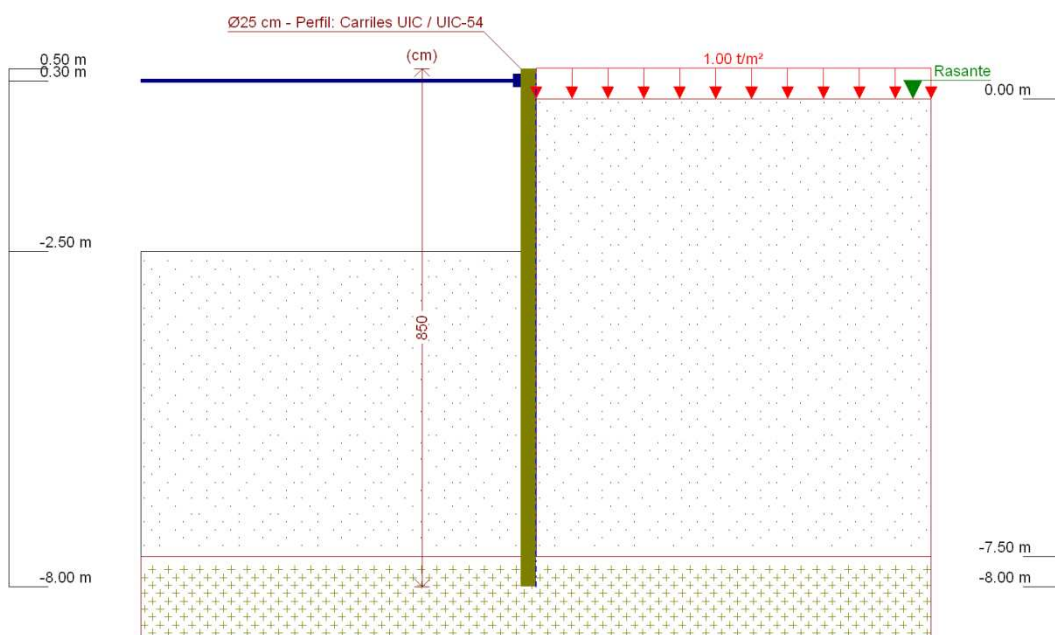
### 6.1.6.- ESQUEMA DE LAS FASES



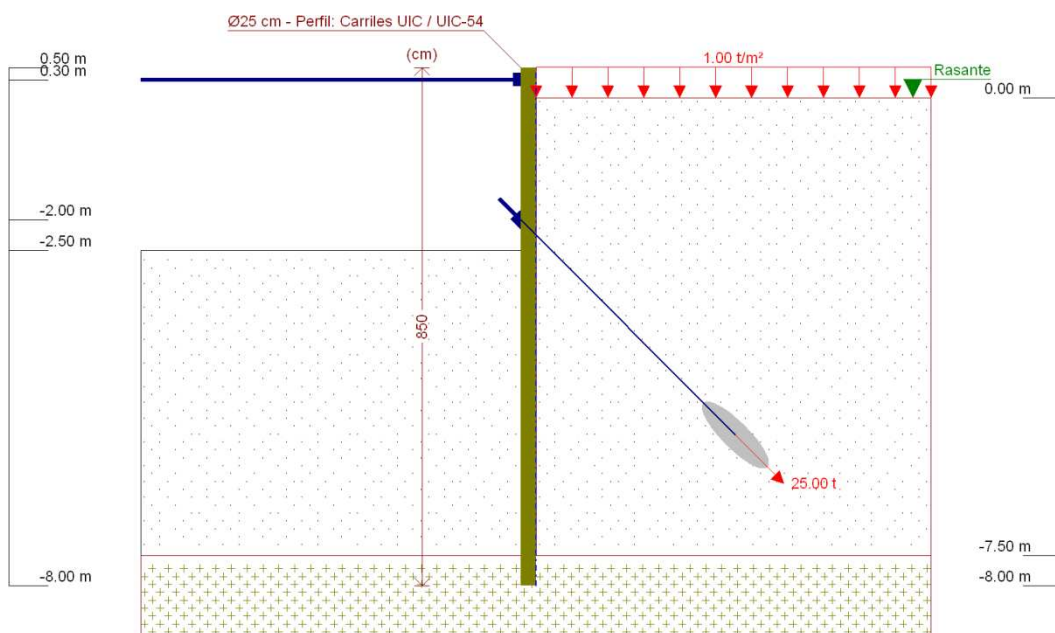
Referencias	Nombre	Descripción
Fase 1	Estado Inicial	Tipo de fase: Constructiva Cota de excavación: 0.00 m

## 6.1. ENTIBACIÓN (VENTILACIÓN EBA HOSPITAL)

P.C. Línea 5 del FMB. Tramo: Estación Hospital



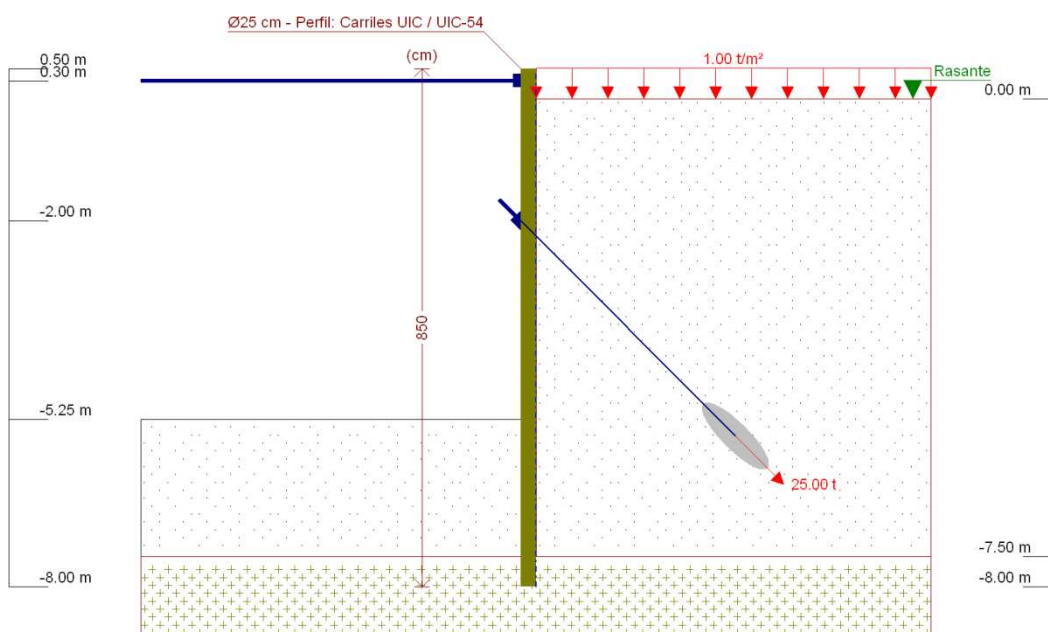
Referencias	Nombre	Descripción
Fase 2	Excavación hasta primera línea de anclajes	Tipo de fase: Constructiva Cota de excavación: -2.50 m



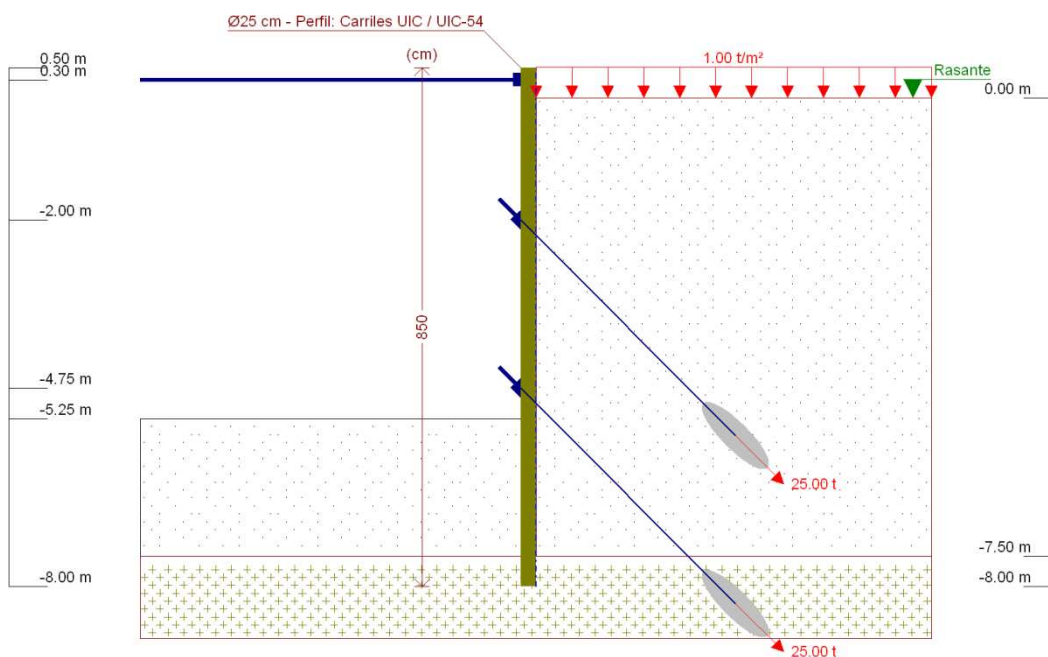
Referencias	Nombre	Descripción
Fase 3	Colocación de primera línea de anclajes	Tipo de fase: Constructiva Cota de excavación: -2.50 m

### 6.1. ENTIBACIÓN (VENTILACIÓN EBA HOSPITAL)

P.C. Línea 5 del FMB. Tramo: Estación Hospital



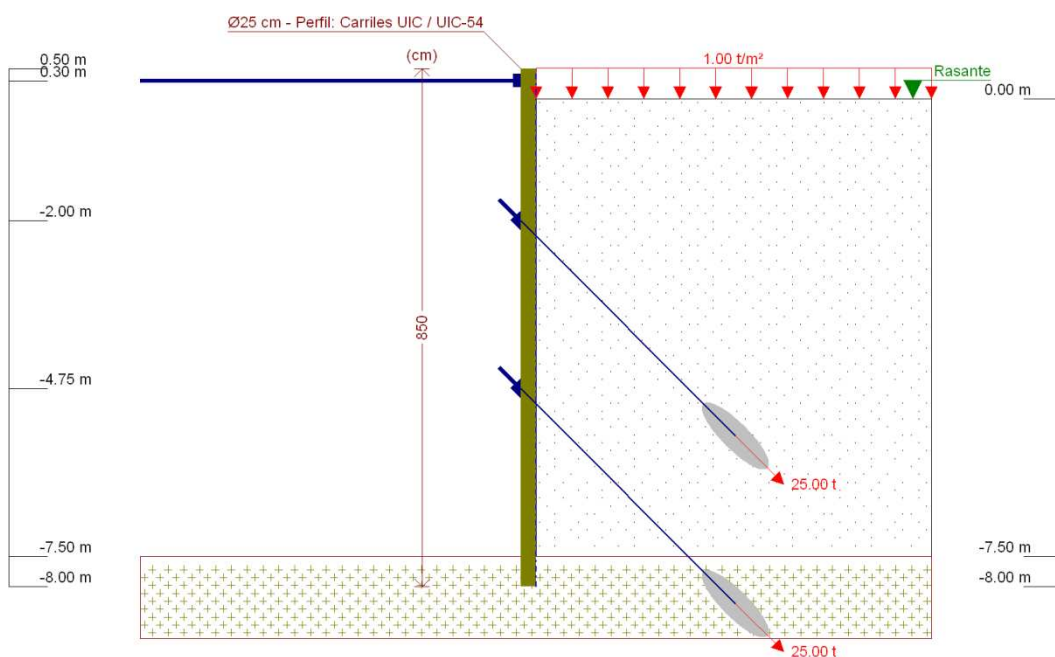
Referencias	Nombre	Descripción
Fase 4	Excavación hasta segunda línea de anclajes	Tipo de fase: Constructiva Cota de excavación: -5.25 m



Referencias	Nombre	Descripción
Fase 5	Colocación de segunda línea de anclajes	Tipo de fase: Constructiva Cota de excavación: -5.25 m

## 6.1. ENTIBACIÓN (VENTILACIÓN EBA HOSPITAL)

P.C. Línea 5 del FMB. Tramo: Estación Hospital



Referencias	Nombre	Descripción
Fase 6	Excavación hasta roca	Tipo de fase: Constructiva Cota de excavación: -7.50 m

### 6.1.7.- CARGAS

#### CARGAS EN EL TRASDÓS

Tipo	Cota	Datos	Fase inicial	Fase final
Uniforme	En superficie	Valor: 1 t/m²	Estado Inicial	Excavación hasta roca

### 6.1.8.- ELEMENTOS DE APOYO

#### PUNTALES

Descripción	Fase inicial	Fase final
Cota: 0.30 m Rigidez axil: 25626 t/m Separación: 3.2 m	Estado Inicial	Excavación hasta roca

#### ANCLAJES ACTIVOS

Descripción	Fase inicial	Fase final
Cota: -2.00 m Rigidez axil: 703 t/m Carga: 25.00 t Ángulo: 45 grados Separación: 2.40 m	Colocación de primera línea de anclajes	Excavación hasta roca



## 6.1. ENTIBACIÓN (VENTILACIÓN EBA HOSPITAL)

P.C. Línea 5 del FMB. Tramo: Estación Hospital

Descripción	Fase inicial	Fase final
Cota: -4.75 m Rigidez axil: 1407 t/m Carga: 25.00 t Ángulo: 45 grados Separación: 2.40 m	Colocación de segunda línea de anclajes	Excavación hasta roca

### 6.1.9.- RESULTADOS DE LAS FASES

Esfuerzos sin mayorar.

#### FASE 1: ESTADO INICIAL

##### BÁSICA

Cota (m)	Desplazamientos (mm)	Ley de axiles (t/m)	Ley de cortantes (t/m)	Ley de momento flector (t·m/m)	Ley de empujes (t/m <sup>2</sup> )	Presión hidrostática (t/m <sup>2</sup> )
0.50	0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.25	-0.03	0.10	-0.22	-0.01	0.00	0.00
-0.50	-0.14	0.40	-0.09	-0.13	0.22	0.00
-1.25	-0.21	0.70	0.03	-0.13	0.07	0.00
-2.00	-0.25	1.00	0.06	-0.09	-0.01	0.00
-2.75	-0.27	1.30	0.05	-0.05	-0.04	0.00
-3.50	-0.28	1.60	0.01	-0.03	-0.06	0.00
-4.25	-0.28	1.90	-0.03	-0.05	-0.05	0.00
-5.00	-0.26	2.20	-0.07	-0.09	-0.02	0.00
-5.75	-0.23	2.50	-0.07	-0.14	0.05	0.00
-6.50	-0.15	2.80	-0.00	-0.16	0.19	0.00
-7.25	-0.04	3.10	0.19	-0.07	0.41	0.00
-8.00	0.00	3.40	0.00	0.00	0.00	0.00
Máximos	0.00	3.40	0.30	0.02	0.50	0.00
	Cota: 0.50 m	Cota: -8.00 m	Cota: -7.50 m	Cota: -7.75 m	Cota: -7.50 m	Cota: 0.50 m
Mínimos	-0.28	-0.00	-0.22	-0.16	-0.06	0.00
	Cota: -3.75 m	Cota: 0.50 m	Cota: 0.25 m	Cota: -6.50 m	Cota: -3.75 m	Cota: 0.50 m

#### FASE 2: EXCAVACIÓN HASTA PRIMERA LÍNEA DE ANCLAJES

##### BÁSICA

Cota (m)	Desplazamientos (mm)	Ley de axiles (t/m)	Ley de cortantes (t/m)	Ley de momento flector (t·m/m)	Ley de empujes (t/m <sup>2</sup> )	Presión hidrostática (t/m <sup>2</sup> )
0.50	0.16	-0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00
0.00	-0.75	0.20	-1.59	-0.48	0.33	0.00
-0.75	-1.99	0.50	-1.26	-1.54	0.81	0.00
-1.50	-2.86	0.80	-0.54	-2.14	1.28	0.00
-2.25	-3.18	1.10	0.54	-2.03	1.76	0.00
-3.00	-3.01	1.40	1.62	-1.01	-0.62	0.00
-3.75	-2.58	1.70	0.89	-0.13	-1.06	0.00
-4.50	-2.11	2.00	0.15	0.16	-0.83	0.00
-5.25	-1.68	2.30	-0.42	-0.02	-0.49	0.00
-6.00	-1.25	2.60	-0.57	-0.44	0.38	0.00
-6.75	-0.70	2.90	-0.03	-0.64	1.47	0.00
-7.50	0.00	3.20	1.41	-0.00	2.88	0.00
Máximos	0.16	3.40	1.62	0.16	2.88	0.00
	Cota: 0.50 m	Cota: -8.00 m	Cota: -3.00 m	Cota: -4.50 m	Cota: -7.50 m	Cota: 0.50 m

## 6.1. ENTIBACIÓN (VENTILACIÓN EBA HOSPITAL)

P.C. Línea 5 del FMB. Tramo: Estación Hospital

Cota (m)	Desplazamientos (mm)	Ley de axiles (t/m)	Ley de cortantes (t/m)	Ley de momento flector (t·m/m)	Ley de empujes (t/m <sup>2</sup> )	Presión hidrostática (t/m <sup>2</sup> )
Mínimos	-3.18 Cota: -2.25 m	-0.00 Cota: 0.50 m	-1.59 Cota: 0.00 m	-2.20 Cota: -1.75 m	-1.20 Cota: -3.25 m	0.00 Cota: 0.50 m

### FASE 3: COLOCACIÓN DE PRIMERA LÍNEA DE ANCLAJES

#### BÁSICA

Cota (m)	Desplazamientos (mm)	Ley de axiles (t/m)	Ley de cortantes (t/m)	Ley de momento flector (t·m/m)	Ley de empujes (t/m <sup>2</sup> )	Presión hidrostática (t/m <sup>2</sup> )
0.50	0.01	-0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	-0.35	0.20	-1.04	-0.31	0.73	0.00
-0.75	-0.81	0.50	-0.26	-0.78	1.99	0.00
-1.50	-1.08	0.80	1.52	-0.14	3.06	0.00
-2.25	-1.35	8.47	-3.37	0.37	3.60	0.00
-3.00	-1.72	8.76	-0.72	-0.82	1.97	0.00
-3.75	-1.89	9.06	0.17	-0.83	0.32	0.00
-4.50	-1.85	9.36	0.23	-0.64	-0.31	0.00
-5.25	-1.65	9.66	-0.09	-0.61	-0.43	0.00
-6.00	-1.30	9.96	-0.25	-0.79	0.28	0.00
-6.75	-0.75	10.26	0.21	-0.79	1.38	0.00
-7.50	0.00	10.56	1.60	-0.00	2.88	0.00
Máximos	0.01 Cota: 0.50 m	10.76 Cota: -8.00 m	3.11 Cota: -2.00 m	1.21 Cota: -2.00 m	3.61 Cota: -2.50 m	0.00 Cota: 0.50 m
Mínimos	-1.90 Cota: -4.00 m	-0.00 Cota: 0.50 m	-3.37 Cota: -2.25 m	-0.87 Cota: -3.25 m	-0.53 Cota: -5.00 m	0.00 Cota: 0.50 m

### FASE 4: EXCAVACIÓN HASTA SEGUNDA LÍNEA DE ANCLAJES

#### BÁSICA

Cota (m)	Desplazamientos (mm)	Ley de axiles (t/m)	Ley de cortantes (t/m)	Ley de momento flector (t·m/m)	Ley de empujes (t/m <sup>2</sup> )	Presión hidrostática (t/m <sup>2</sup> )
0.50	1.40	-0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	-0.29	0.20	-0.00	0.00	0.79	0.00
-0.75	-2.83	0.50	0.40	0.18	0.81	0.00
-1.50	-5.42	0.80	1.12	0.82	1.28	0.00
-2.25	-8.24	9.35	-6.04	0.13	1.76	0.00
-3.00	-11.10	9.65	-4.61	-3.71	2.23	0.00
-3.75	-13.03	9.95	-2.81	-6.29	2.71	0.00
-4.50	-13.40	10.25	-0.66	-7.34	3.18	0.00
-5.25	-11.92	10.55	1.84	-6.60	3.66	0.00
-6.00	-8.80	10.85	3.64	-4.17	-0.14	0.00
-6.75	-4.63	11.15	2.58	-1.81	-1.45	0.00
-7.50	0.00	11.45	2.80	-0.00	5.49	0.00
Máximos	1.40 Cota: 0.50 m	11.45 Cota: -7.50 m	3.64 Cota: -6.00 m	1.64 Cota: -2.00 m	5.49 Cota: -7.50 m	0.00 Cota: 0.50 m
Mínimos	-13.48 Cota: -4.25 m	-0.00 Cota: 0.50 m	-6.04 Cota: -2.25 m	-7.34 Cota: -4.50 m	-2.67 Cota: -6.50 m	0.00 Cota: 0.50 m

### FASE 5: COLOCACIÓN DE SEGUNDA LÍNEA DE ANCLAJES

#### BÁSICA

Cota (m)	Desplazamientos (mm)	Ley de axiles (t/m)	Ley de cortantes (t/m)	Ley de momento flector (t·m/m)	Ley de empujes (t/m <sup>2</sup> )	Presión hidrostática (t/m <sup>2</sup> )
0.50	0.58	0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	-0.91	0.20	-0.11	-0.03	0.33	0.00
-0.75	-3.13	0.50	0.21	0.01	0.81	0.00
-1.50	-5.36	0.80	0.94	0.52	1.34	0.00
-2.25	-7.75	9.30	-6.03	-0.25	2.25	0.00
-3.00	-10.08	9.60	-4.09	-3.85	3.26	0.00
-3.75	-11.45	9.90	-1.39	-5.61	4.29	0.00
-4.50	-11.43	10.20	2.06	-4.96	5.15	0.00
-5.25	-10.17	17.86	-1.33	-5.13	5.41	0.00
-6.00	-7.67	18.16	2.28	-4.23	2.13	0.00
-6.75	-4.10	18.46	2.61	-2.14	-0.39	0.00
-7.50	0.00	18.76	3.36	-0.00	5.49	0.00
Máximos	0.58 Cota: 0.50 m	18.76 Cota: -7.50 m	3.36 Cota: -7.50 m	1.26 Cota: -2.00 m	5.49 Cota: -7.50 m	0.00 Cota: 0.50 m
Mínimos	-11.61 Cota: -4.00 m	0.00 Cota: 0.50 m	-6.03 Cota: -2.25 m	-5.69 Cota: -4.00 m	-1.23 Cota: -6.50 m	0.00 Cota: 0.50 m

### FASE 6: EXCAVACIÓN HASTA ROCA

#### BÁSICA

Cota (m)	Desplazamientos (mm)	Ley de axiles (t/m)	Ley de cortantes (t/m)	Ley de momento flector (t·m/m)	Ley de empujes (t/m <sup>2</sup> )	Presión hidrostática (t/m <sup>2</sup> )
0.50	0.59	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	-0.89	0.20	-0.02	-0.01	0.35	0.00
-0.75	-3.09	0.50	0.33	0.12	0.84	0.00
-1.50	-5.33	0.80	1.08	0.72	1.37	0.00
-2.25	-7.79	9.30	-5.89	0.07	2.21	0.00
-3.00	-10.26	9.60	-4.01	-3.45	3.07	0.00
-3.75	-11.88	9.90	-1.50	-5.24	3.86	0.00
-4.50	-12.19	10.20	1.55	-4.86	4.39	0.00
-5.25	-11.29	18.12	-2.77	-5.86	4.29	0.00
-6.00	-8.96	18.42	0.36	-6.36	4.13	0.00
-6.75	-5.04	18.72	3.58	-4.50	4.61	0.00
-7.50	0.00	19.02	7.33	-0.00	7.63	0.00
Máximos	0.59 Cota: 0.50 m	19.02 Cota: -7.50 m	7.33 Cota: -7.50 m	1.54 Cota: -2.00 m	7.63 Cota: -7.50 m	0.00 Cota: 0.50 m
Mínimos	-12.24 Cota: -4.25 m	0.00 Cota: 0.50 m	-5.89 Cota: -2.25 m	-6.45 Cota: -5.75 m	0.00 Cota: 0.50 m	0.00 Cota: 0.50 m

### 6.1.10.- RESULTADOS PARA LOS ELEMENTOS DE APOYO

Esfuerzos sin mayorar.

#### Puntales

Cota: 0.30 m	
Fase	Resultado
Estado Inicial	Carga puntual: 0.70 t Carga lineal: 0.22 t/m
Excavación hasta primera línea de anclajes	Carga puntual: 5.09 t Carga lineal: 1.59 t/m
Colocación de primera línea de anclajes	Carga puntual: 3.34 t Carga lineal: 1.04 t/m
Excavación hasta segunda línea de anclajes	SE PRODUCE DESPEGUE: 0.72 mm
Colocación de segunda línea de anclajes	Carga puntual: 0.36 t Carga lineal: 0.11 t/m
Excavación hasta roca	Carga puntual: 0.06 t Carga lineal: 0.02 t/m

#### Anclajes activos

Cota: -2.00 m	
Fase	Resultado
Colocación de primera línea de anclajes	Carga puntual (En la dirección del anclaje): 25.00 t Carga lineal (En la dirección del anclaje): 10.42 t/m Carga puntual (En proyección horizontal): 17.68 t Carga lineal (En proyección horizontal): 7.37 t/m
Excavación hasta segunda línea de anclajes	Carga puntual (En la dirección del anclaje): 28.00 t Carga lineal (En la dirección del anclaje): 11.66 t/m Carga puntual (En proyección horizontal): 19.80 t Carga lineal (En proyección horizontal): 8.25 t/m
Colocación de segunda línea de anclajes	Carga puntual (En la dirección del anclaje): 27.83 t Carga lineal (En la dirección del anclaje): 11.59 t/m Carga puntual (En proyección horizontal): 19.68 t Carga lineal (En proyección horizontal): 8.20 t/m
Excavación hasta roca	Carga puntual (En la dirección del anclaje): 27.83 t Carga lineal (En la dirección del anclaje): 11.60 t/m Carga puntual (En proyección horizontal): 19.68 t Carga lineal (En proyección horizontal): 8.20 t/m

Cota: -4.75 m	
Fase	Resultado
Colocación de segunda línea de anclajes	Carga puntual (En la dirección del anclaje): 25.00 t Carga lineal (En la dirección del anclaje): 10.42 t/m Carga puntual (En proyección horizontal): 17.68 t Carga lineal (En proyección horizontal): 7.37 t/m
Excavación hasta roca	Carga puntual (En la dirección del anclaje): 25.88 t Carga lineal (En la dirección del anclaje): 10.78 t/m Carga puntual (En proyección horizontal): 18.30 t Carga lineal (En proyección horizontal): 7.62 t/m

## 6.1. ENTIBACIÓN (VENTILACIÓN EBA HOSPITAL)

P.C. Línea 5 del FMB. Tramo: Estación Hospital

Características de los Anclajes	
Duración de los anclajes	Provisional
Coefficiente mayoración de acciones $F_1$	1,20
Tipo de cable	0,6"
Sección nominal $S_N$ (mm <sup>2</sup> )	140,00
Diámetro nominal $D_N$ (mm)	15,20
Carga de rotura (Mp)	26,60
Límite elástico del acero $f_{yk}$ (Kp/cm <sup>2</sup> )	17.000
Coefficiente de seguridad para $f_{yk}$	1,10
Límite de rotura del acero $f_{pk}$ (Kp/cm <sup>2</sup> )	19.000
Coefficiente de seguridad para $f_{pk}$	1,25
Módulo Elasticidad del acero (Kp/cm <sup>2</sup> )	1.950.000
Adherencia Lím bulbo-terreno (Kp/cm <sup>2</sup> )	3,00
Coef seguridad arrancamiento bulbo $F_3$	1,45

Comprobación de Anclajes	Longitud del Bulbo
$P_{adm} \leq \begin{cases} \frac{A_T \times f_{yk}}{\gamma_{fyk}} \\ \frac{A_T \times f_{pk}}{\gamma_{fpk}} \end{cases}$ $P_{Nd} = P_N \times F_1$ $P_{Nd} \leq P_{adm}$	$a_{adm} = \frac{a_{lim}}{F_3}$ $L_{bulbo} \geq \frac{P_{Nd}}{\pi \times \phi_N \times a_{adm}}$

Leyenda:  $P_{adm}$ : Carga admisible del anclaje.

$P_N$ : Carga nominal.

$P_{Nd}$ : Carga nominal mayorada.

Anclajes Entibación Ventilación eba															
Nivel	Cota (m)	Nº Cables	Área A <sub>T</sub> (cm²)	P <sub>adm</sub> (Mp)	Separación Anclajes (m)	Inclinación α (°)	φ <sub>N</sub> bulbo (mm)	Longitud (m)			Rigidez (Mp/m)	P <sub>tesado</sub> (Mp)	P <sub>N</sub> (Mp)	P <sub>N d</sub> (Mp)	Situación Anclaje
								L libre	L bulbo mín	L bulbo					
1	-2.00	2.0	2.80	42.6	2.4	45	114	7.8	4.5	4.5	703	25.0	28.0	33.6	Correcto
2	-4.75	2.0	2.80	42.6	2.4	45	114	3.9	4.2	4.5	1407	25.0	25.9	31.1	Correcto

### 6.1.11.- COMPROBACIONES DE ESTABILIDAD (COEFICIENTES DE SEGURIDAD)

Comprobación	Valores	Estado
<p>Relación entre el momento originado por los empujes pasivos en el intradós y el momento originado por los empujes activos en el trasdós:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Estado Inicial <sup>(1)</sup></li> <li>- Excavación hasta primera línea de anclajes <sup>(1)</sup></li> <li>- Colocación de primera línea de anclajes <sup>(1)</sup></li> <li>- Excavación hasta segunda línea de anclajes <sup>(1)</sup></li> <li>- Colocación de segunda línea de anclajes <sup>(1)</sup></li> <li>- Excavación hasta roca <sup>(1)</sup></li> </ul> <p><sup>(1)</sup> Existe más de un apoyo.</p>		<p>No procede</p> <p>No procede</p> <p>No procede</p> <p>No procede</p> <p>No procede</p> <p>No procede</p>
<p>Relación entre el empuje pasivo total en el intradós y el empuje realmente movilizado en el intradós:</p> <p>Hipótesis básica:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Estado Inicial: Valor introducido por el usuario.</li> <li>- Excavación hasta primera línea de anclajes: Valor introducido por el usuario.</li> <li>- Colocación de primera línea de anclajes: Valor introducido por el usuario.</li> <li>- Excavación hasta segunda línea de anclajes: Valor introducido por el usuario.</li> <li>- Colocación de segunda línea de anclajes: Valor introducido por el usuario.</li> <li>- Excavación hasta roca <sup>(1)</sup></li> </ul>	<p>Mínimo: 1.5 Calculado: 6.043</p> <p>Mínimo: 1.5 Calculado: 3.899</p> <p>Mínimo: 1.5 Calculado: 4.25</p> <p>Mínimo: 1.5 Calculado: 1.797</p> <p>Mínimo: 1.5 Calculado: 2.192</p>	<p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>No procede</p>

## 6.1. ENTIBACIÓN (VENTILACIÓN EBA HOSPITAL)

P.C. Línea 5 del FMB. Tramo: Estación Hospital

Comprobación	Valores	Estado
(1) No se ha movilizado el empuje pasivo en el intradós.		
Se cumplen todas las comprobaciones		

Cálculo Empotramiento de Micropilotes		
$N_d \leq \left[ \sum_i (2 \cdot \pi \cdot R_m) \cdot L_i \cdot \tau_i + \sigma_R \cdot \pi \cdot R_t^2 \right]$		
<b>Espesor del terreno bajo</b>		
<b>Diámetro exterior <math>\phi_{ext}</math> (cm)</b>		
Micropilote	25,00	
Armadura de tubo	17,90	
Perímetro micro ( $2\pi R_m$ )	78,5	
Área total tubo ( $\pi R_t^2$ )	251,6	
Carga en micro $N_s$ (Mp/m) - CYPE	19,0	
Nº de micros pml	2,5	
Carga en micro $N_d$ (Mp)	11,4	
<b>Parámetros resistentes estimados del terreno (<math>Kp/cm^2</math>)</b>		
Punta en roca $\sigma_R$	0,0	
Deslizamiento en roca $\tau_R$	3,0	
Deslizamiento en suelos $\tau_s$	0,0	
<b>Empotramiento en el terreno L (m)</b>		
En suelos	0,00	
En roca	0,5	
<b>Contribución a la resistencia (Mp)</b>		
Por punta en roca	0,0	
Por fuste en roca	11,8	
Por fuste en suelos	0,0	
<b>TOTAL</b>	<b>11,8</b>	<b>Cumple</b>

### 6.1.12.- CÁLCULO VIGA DE REPARTO DE ANCLAJES

Carga repartida  $q = 8,3 \text{ Mp/m}$

Separación anclajes  $s = 2,4 \text{ m}$

Esfuerzos mayorados:  $Md^+ = 1,5 \cdot (q L^2 / 8) = 8,91 \text{ Mp}\cdot\text{m}$

$Md^- = 4,14 \text{ Mp}\cdot\text{m}$

$Vd = 1,5 \cdot (1,15 qL/2) = 17,085 \text{ Mp}$

## 6.1. ENTIBACIÓN (VENTILACIÓN EBA HOSPITAL)

P.C. Línea 5 del FMB. Tramo: Estación Hospital

Tipo de Sección

☐ Rectangular áreas

☐ Rectangular redondos

☐ T

☐ Circular

☒ Genérica

☐ Genérica armaduras adicionales

Sección: **VIGAREPAR**

Hormigón: **HA-30**

Acero Pasivo: **B-500-S**

[mm] **16**

Gráfico, características mecánicas | Geometría de la sección genérica | Condiciones de durabilidad | M-1/r

Sección bruta

A [m²] **0.2940**

Ix [m⁴] **0.0093** Iy [m⁴] **0.0057**

ix [m] **0.18** iy [m] **0.14**

x'g [m] **0.27** y'g [m] **0.35**

Sección homogeneizada

A [m²] **0.316**

Ix [m⁴] **0.0102** Iy [m⁴] **0.0062**

ix [m] **0.18** iy [m] **0.14**

x'g [m] **0.27** y'g [m] **0.35**

Sección fisurada

Ix [m⁴] **0.0021**

Mfis[kN·m] **99.0**

yfis [m] **0.16**

Sección: **VIGAREPAR**

Criterio de signos

Comprobación | Dimensionamiento | Diagrama de Interacción

SECCIÓN

DEFORMACIONES · 10

TENSIONES MPa

Plano de deformación de agotamiento y esfuerzos últimos

x [m]	<b>0.14</b>	$\epsilon_s \cdot 10^{-3}$	<b>3.5</b>	Mxu [kN·m]	<b>178.5</b>	CSCM
1/r [km⁻¹]	<b>24.2</b>	$\epsilon_i \cdot 10^{-3}$	<b>-11.9</b>	Myu [kN·m]	<b>178.6</b>	<b>2.00</b>
		$\beta$ [°]	<b>56.8</b>	Nu [kN]	<b>0</b>	

Deformación y tensión de armaduras

Profundidad [m]	Deformación · 10⁻³	Tensión [MPa]
<b>0.07</b>	<b>1.9</b>	<b>375</b>
<b>0.55</b>	<b>-9.8</b>	<b>-435</b>

Arm. n°	Fija	Tipo	Diámetro	Area [cm²]	xi [m]	yi [m]	xf [m]	yf [m]
1	NO	P	16.00	8.042	0.187	0.063	0.187	0.456
2	NO	P	16.00	4.021	0.026	0.063	0.107	0.063
3	NO	P	16.00	6.032	-0.187	0.276	-0.045	0.134
4	NO	P	16.00	6.032	-0.187	0.587	-0.187	0.380
5	NO	P	16.00	8.042	0.187	0.587	-0.093	0.587

Nd [kN] **0**

Mxd (kN·m) **89.1**  
Myd (kN·m) **89.1**

Factor Armadura **1.00**

## 6.1. ENTIBACIÓN (VENTILACIÓN EBA HOSPITAL)

P.C. Línea 5 del FMB. Tramo: Estación Hospital

Sección

VIGAREPAR

Criterio de signos

Comprobación

Dimensionamiento

Diagrama de Interacción

SECCIÓN

DEFORMACIONES  $\cdot 10^{-3}$

TENSIONES MPa

Plano de deformación de agotamiento y esfuerzos últimos

x [m]	0.23	$\epsilon_s \cdot 10^{-3}$	3.5	Mxu [kN·m]	-209.0	CSCM
1/r [km <sup>-1</sup> ]	15.4	$\epsilon_l \cdot 10^{-3}$	-6.2	Myu [kN·m]	208.9	5.05
		$\beta$ [°]	241.1	Nu [kN]	0	

Deformación y tensión de armaduras

Profundidad [m]	Deformación $\cdot 10^{-3}$	Tensión [MPa]
0.09	2.2	435
0.56	-5.2	-435

Arm. n°	Fija	Tipo	Diámetro	Area [cm²]	xi [m]	yi [m]	xf [m]	yf [m]
1	NO	P	16.00	8.042	0.187	0.063	0.187	0.456
2	NO	P	16.00	4.021	0.026	0.063	0.107	0.063
3	NO	P	16.00	6.032	-0.187	0.276	-0.045	0.134
4	NO	P	16.00	6.032	-0.187	0.587	-0.187	0.380
5	NO	P	16.00	8.042	0.187	0.587	-0.093	0.587

Nd [kN] 0

Mxd (kN·m) -41.4

Myd (kN·m) -41.4

Factor Armadura 1.00

Sección

VIGAR-V

Inclinación de las bielas

ctg  $\theta$  1.0  $\theta$  [°] 45

Inclinación de las armaduras

$\alpha$  [°] 90.0

$\rho_l$  [%] 0

b0 [m] 0.40

d [m] 0.59

z [m] 0.53

☒ Con armadura de cortante

☐ Sin armadura de cortante

☒ Control normal hormigón

☐ Control indirecto hormigón

☐ Armadura de compresión

Diámetro de la armadura comprimida  $\phi$  [mm] 12

Axil de cálculo (compresión +)

Nd [kN] 0.0

$\sigma'_{cd}$  [MPa] 0.0

$\rho_{comp}$  [%] 0.0

Tensiones elásticas de cálculo (compresión +)

$\sigma_{xd}$  [MPa] 0.0

$\sigma_{yd}$  [MPa] 0.0

$\theta_e$  [°] 45.0

Comprobación

Dimensionamiento

$\phi$ [mm]	$\phi$ 6	$\phi$ 8	$\phi$ 10	$\phi$ 12
s [m]	0.10	0.10	0.15	0.25
n° ramas	4	2	2	2
A $\alpha$ [cm²/m]	11.3	10.1	10.5	9.0
TIPO	240.2	213.5	222.4	192.2
Vsu [kN]	240.22	213.53	222.42	192.17
Vu2 [kN]				

TIPO 1

TIPO 2

Vu1 [kN] 1416.0

Vcu [kN] 0.0

A $\alpha$  [cm²/m] 8.1

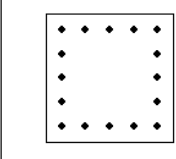
Vd [kN] 170.85



## 6.1. ENTIBACIÓN (VENTILACIÓN EBA HOSPITAL)

P.C. Línea 5 del FMB. Tramo: Estación Hospital

Sección **VIGAR-H**



$\rho_l$  [%]

$b_0$  [m]

$d$  [m]

$z$  [m]

☒ Con armadura de cortante

☐ Sin armadura de cortante

☒ Control normal hormigón

☐ Control indirecto hormigón

☐ Armadura de compresión

Diámetro de la armadura comprimida  $\phi$  [mm]

Inclinación de las bielas

ctg  $\theta$    $\theta$  [°]

Inclinación de las armaduras

$\alpha$  [°]

Axil de cálculo (compresión +)

$N_d$  [kN]

$\sigma'_{cd}$  [MPa]

$\rho_{comprimida}$  [%]

Tensiones elásticas de cálculo (compresión +)

$\sigma_{xd}$  [MPa]

$\sigma_{yd}$  [MPa]

$\theta_e$  [°]

Comprobación

Dimensionamiento

$\phi$ [mm]	$\phi$ 6	$\phi$ 8	$\phi$ 10	$\phi$ 12
$s$ [m]	0.10	0.15	0.25	0.30
$n^\circ$ ramas	4	4	4	4
$A_\alpha$ [cm <sup>2</sup> /m]	11.3	13.4	12.6	15.1
TIPO	179.1	212.3	199.1	238.9
$V_{su}$ [kN]	179.14	212.32	199.05	238.86
$V_{u2}$ [kN]				

TIPO 1

TIPO 2

$V_{u1}$  [kN] **1320.0**

$V_{cu}$  [kN] **0.0**

$A_\alpha$  [cm<sup>2</sup>/m] **11.0**

$V_d$  [kN]

Trabajo: P.C. Línea 5 del FMB. Tramo: Estación Hospital

Código trabajo: P01700

Cálculo: 6.1.13.- Estructura de atado en coronación

	página
6.1.13.1.- Geometría .....	6116
6.1.13.2.- Cargas .....	6117
6.1.13.3.- Esfuerzos .....	6118
6.1.13.4.- Comprobación secciones .....	6120
6.1.13.4.1.- Datos .....	6120
6.1.13.4.2- Coeficiente de Pandeo .....	6120
6.1.13.4.3.- Esbeltez Reducida .....	6120
6.1.13.4.4.- Coeficiente de Reducción por Pandeo .....	6120
6.1.13.4.5.- Esfuerzos de Cálculo .....	6120
6.1.13.4.6.- Factor de Seguridad .....	6123

Trabajo: **6.1.13.- Estructura de atado en coronación**

Código trabajo: **P01700**

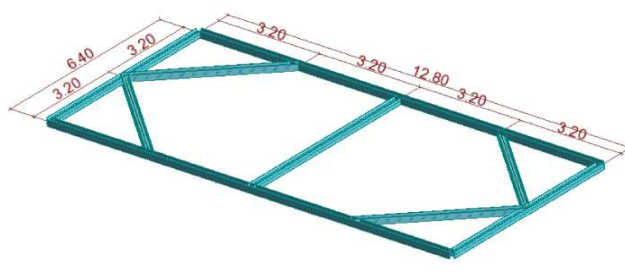
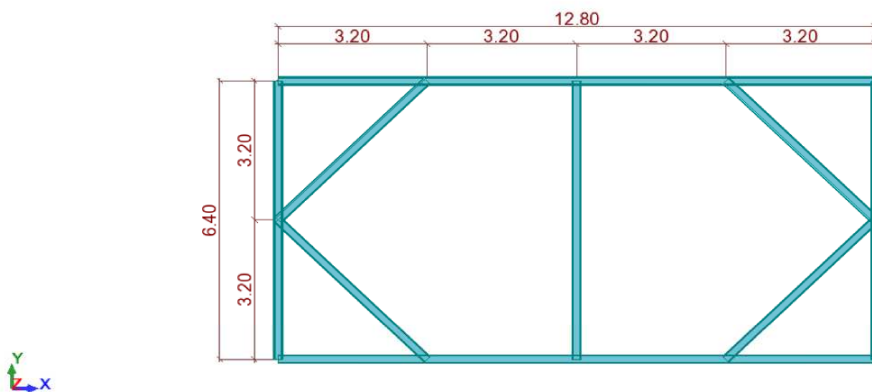
Cálculo: **6.1.13.1.- Geometría**

**6.1.13.1.- Geometría**

página  
**6116**

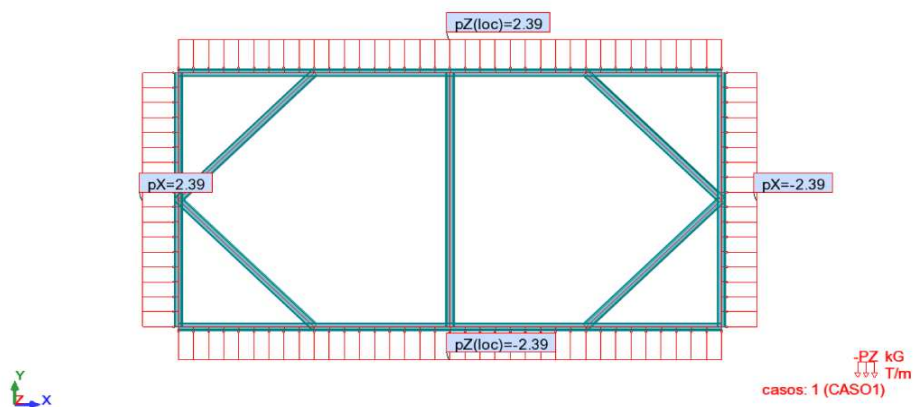
**6.1.13.1.- Geometría**

Nombre de la sección	Lista de barras	SX (cm2)	SY (cm2)	SZ (cm2)	IX (cm4)	IY (cm4)	IZ (cm4)
HEB 200	1A9	78,08	57,43	19	61,4	5696,18	2003,37



Trabajo: **6.1.13.- Estructura de atado en coronación**Código trabajo: **P01700**Cálculo: **6.1.13.2.- Cargas****6.1.13.2.- Cargas** .....página  
**6117****6.1.13.2.- Cargas**

Caso	Tipo de carga	Lista	Valores de carga
1	peso propio	1A9	PZ Menos Coef=1,00
1	sobrecarga uniforme	1	PZ=-2,39(T/m) local
1	sobrecarga uniforme	2	PZ=2,39(T/m) local
1	sobrecarga uniforme	3	PX=2,39(T/m)
1	sobrecarga uniforme	4	PX=-2,39(T/m)



Trabajo: 6.1.13.- Estructura de atado en coronación

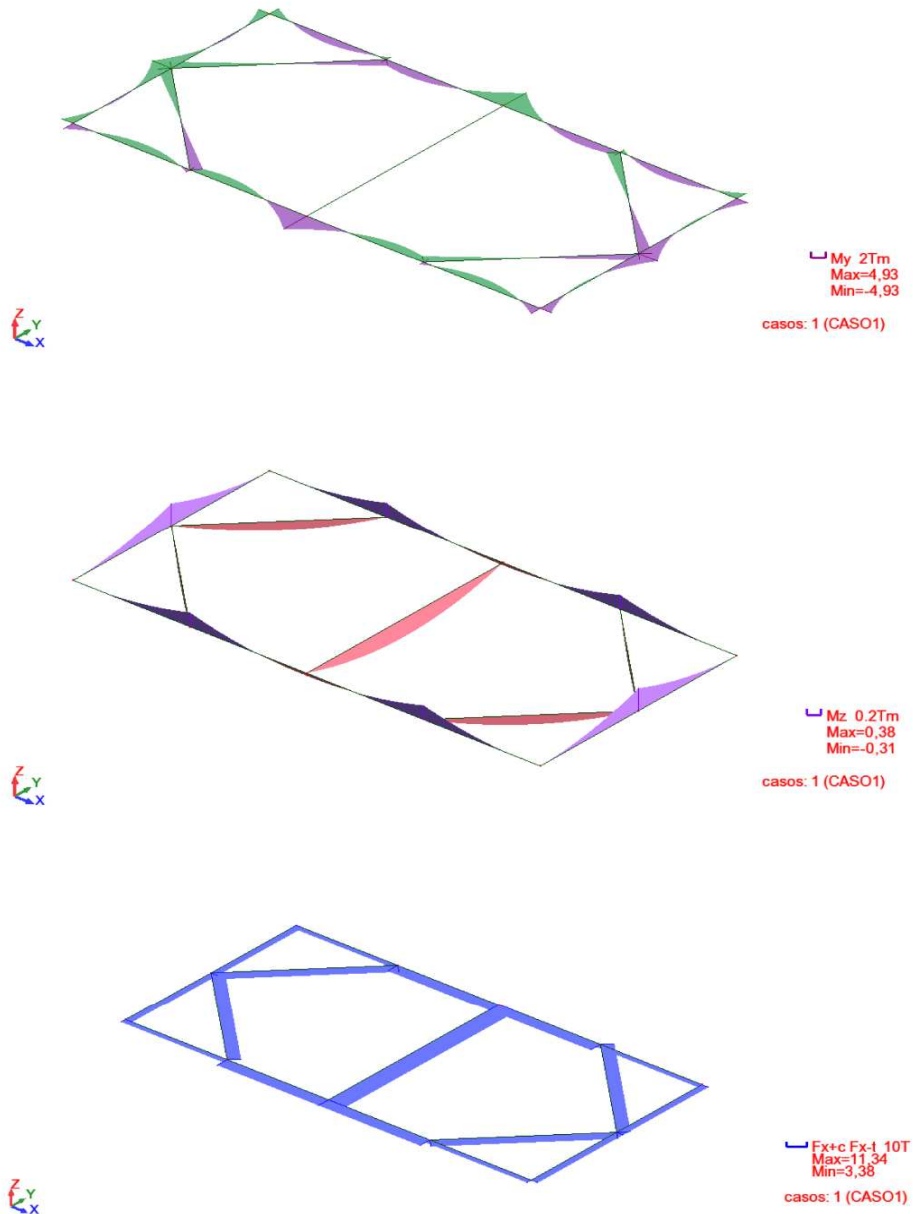
Código trabajo: P01700

Cálculo: 6.1.13.3.- Esfuerzos

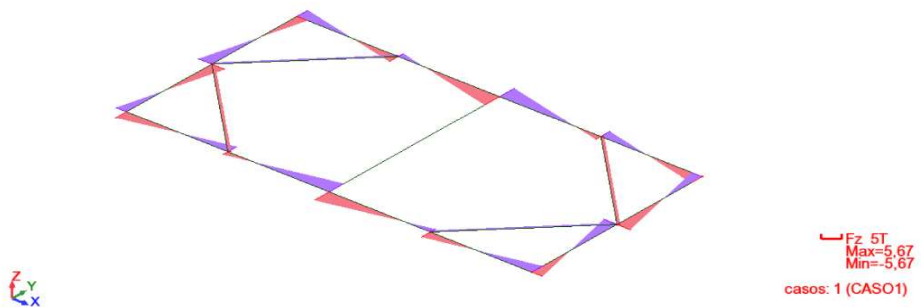
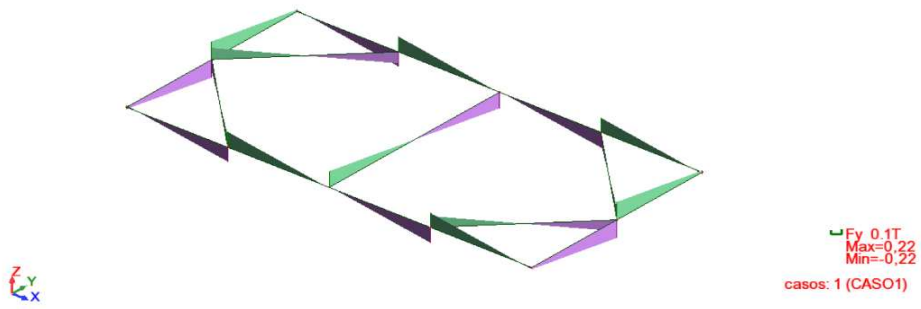
6.1.13.3.- Esfuerzos

página  
6118

### 6.1.13.3.- Esfuerzos



6118



Trabajo: **P.C. Línea 5 del FMB. Tramo: Estación Hospital**Código trabajo: **P01700**Cálculo: **6.1.13.4.- Comprobación secciones**

	página
6.1.13.4.1.- Datos .....	6120
6.1.13.4.2.- Coeficiente de Pandeo .....	6120
6.1.13.4.3.- Esbeltez Reducida .....	6120
6.1.13.4.4.- Coeficiente de Reducción por Pandeo .....	6120
6.1.13.4.5.- Esfuerzos de Cálculo .....	6120
6.1.13.4.6.- Factor de Seguridad .....	6123

**6.1.13.4.1.- Datos**

Longitud máx. barras: 6,4 m  
 Perfil: HEB200  
 Area: A= 78,1 cm<sup>2</sup>  
 Inercia: I<sub>x</sub>= 5696 cm<sup>4</sup> Inercia: I<sub>y</sub>= 2003 cm<sup>4</sup>  
 $f_y$ = 275 MPa  
 $E_{acero}$ = 210000 MPa

Tipo pórtico (intraslacional: 1 /  
 traslacional: 2): 2

**6.1.13.4.2.- Coeficiente de Pandeo** $\beta = 1,000$  $L = 6,4 \text{ m}$  $L_k = 6,40 \text{ m}$ **6.1.13.4.3.- Esbeltez Reducida**

$N_{crx} = 288,22 \text{ T}$   $N_{cry} = 101,35 \text{ T}$   
 Esbeltez reducida:  $\lambda = 1,46$

**6.1.13.4.4.- Coeficiente de Reducción por Pandeo** $\alpha$  (tabla 6.3 CTE): **0,49** $\phi = 1,87$  $\chi = 0,329$ **6.1.13.4.5.- Esfuerzos de Cálculo**

Fx(T)	Fy(T)	Fz(T)	Mx(mT)	My(mT)	Mz(mT)	1/ $\chi$	N(kN)	My(mkN)	Mz(mkN)
3,38	0,02	4,2	0	-2,02	0	3,04	-100,6	-19,8	0,0
3,38	0	3,34	0	-0,66	-0,01	3,04	-100,6	-6,5	-0,1
3,38	-0,01	2,82	0	0	-0,01	3,04	-100,6	0,0	-0,1
3,38	-0,03	2,24	0	0,62	0	3,04	-100,6	6,1	0,0
3,38	-0,09	0	0	1,67	0,05	3,04	-100,6	16,4	0,5

6120

Fx(T)	Fy(T)	Fz(T)	Mx(mT)	My(mT)	Mz(mT)	1/ $\chi$	N(kN)	My(mkN)	Mz(mkN)
3,38	-0,16	-2,82	0	0	0,2	3,04	-100,6	0,0	2,0
3,38	-0,17	-3,45	0	-0,82	0,24	3,04	-100,6	-8,0	2,4
7,65	0,19	1,97	0	0,99	0,24	3,04	-227,6	9,7	2,4
7,65	0,14	0	0	1,8	0,11	3,04	-227,6	17,6	1,1
7,65	0,14	-0,01	0	1,8	0,11	3,04	-227,6	17,6	1,1
7,65	0,07	-2,47	0	0,52	0	3,04	-227,6	5,1	0,0
7,65	0,06	-2,93	0	0	-0,01	3,04	-227,6	0,0	-0,1
7,65	0	-5,29	0	-4,05	-0,04	3,04	-227,6	-39,7	-0,4
7,65	-0,01	-5,67	0	-4,92	-0,04	3,04	-227,6	-48,2	-0,4
7,65	0,01	5,67	0	-4,92	-0,04	3,04	-227,6	-48,2	-0,4
7,65	0	5,37	0	-4,22	-0,04	3,04	-227,6	-41,4	-0,4
7,65	0	5,29	0	-4,05	-0,04	3,04	-227,6	-39,7	-0,4
7,65	-0,06	2,93	0	0	-0,01	3,04	-227,6	0,0	-0,1
7,65	-0,07	2,47	0	0,52	0	3,04	-227,6	5,1	0,0
7,65	-0,14	0	0	1,8	0,11	3,04	-227,6	17,6	1,1
7,65	-0,19	-1,97	0	0,99	0,24	3,04	-227,6	9,7	2,4
3,38	0,17	3,45	0	-0,82	0,24	3,04	-100,6	-8,0	2,4
3,38	0,16	2,82	0	0	0,2	3,04	-100,6	0,0	2,0
3,38	0,09	0	0	1,67	0,05	3,04	-100,6	16,4	0,5
3,38	0,03	-2,24	0	0,62	0	3,04	-100,6	6,1	0,0
3,38	0,01	-2,82	0	0	-0,01	3,04	-100,6	0,0	-0,1
3,38	0	-3,34	0	-0,66	-0,01	3,04	-100,6	-6,5	-0,1
3,38	-0,02	-4,2	0	-2,02	0	3,04	-100,6	-19,8	0,0
3,38	0,02	-4,2	0	2,02	0	3,04	-100,6	19,8	0,0
3,38	0	-3,34	0	0,66	-0,01	3,04	-100,6	6,5	-0,1
3,38	-0,01	-2,82	0	0	-0,01	3,04	-100,6	0,0	-0,1
3,38	-0,03	-2,24	0	-0,62	0	3,04	-100,6	-6,1	0,0
3,38	-0,09	0	0	-1,67	0,05	3,04	-100,6	-16,4	0,5
3,38	-0,16	2,82	0	0	0,2	3,04	-100,6	0,0	2,0
3,38	-0,17	3,45	0	0,82	0,24	3,04	-100,6	8,0	2,4
7,65	0,19	-1,97	0	-0,99	0,24	3,04	-227,6	-9,7	2,4
7,65	0,14	0	0	-1,8	0,11	3,04	-227,6	-17,6	1,1
7,65	0,14	0,01	0	-1,8	0,11	3,04	-227,6	-17,6	1,1
7,65	0,07	2,47	0	-0,52	0	3,04	-227,6	-5,1	0,0
7,65	0,06	2,93	0	0	-0,01	3,04	-227,6	0,0	-0,1
7,65	0	5,29	0	4,05	-0,04	3,04	-227,6	39,7	-0,4
7,65	-0,01	5,67	0	4,92	-0,04	3,04	-227,6	48,2	-0,4
7,65	0,01	-5,67	0	4,92	-0,04	3,04	-227,6	48,2	-0,4
7,65	0	-5,37	0	4,22	-0,04	3,04	-227,6	41,4	-0,4
7,65	0	-5,29	0	4,05	-0,04	3,04	-227,6	39,7	-0,4
7,65	-0,06	-2,93	0	0	-0,01	3,04	-227,6	0,0	-0,1
7,65	-0,07	-2,47	0	-0,52	0	3,04	-227,6	-5,1	0,0
7,65	-0,14	0	0	-1,8	0,11	3,04	-227,6	-17,6	1,1
7,65	-0,19	1,97	0	-0,99	0,24	3,04	-227,6	-9,7	2,4
3,38	0,17	-3,45	0	0,82	0,24	3,04	-100,6	8,0	2,4
3,38	0,16	-2,82	0	0	0,2	3,04	-100,6	0,0	2,0
3,38	0,09	0	0	-1,67	0,05	3,04	-100,6	-16,4	0,5
3,38	0,03	2,24	0	-0,62	0	3,04	-100,6	-6,1	0,0
3,38	0,01	2,82	0	0	-0,01	3,04	-100,6	0,0	-0,1
3,38	0	3,34	0	0,66	-0,01	3,04	-100,6	6,5	-0,1



Fx(T)	Fy(T)	Fz(T)	Mx(mT)	My(mT)	Mz(mT)	1/ $\chi$	N(kN)	My(mkN)	Mz(mkN)
3,38	-0,02	4,2	0	2,02	0	3,04	-100,6	19,8	0,0
4,2	-0,02	-3,38	0	2,02	0	3,04	-125,0	19,8	0,0
4,2	-0,03	-3,16	0	1,72	0	3,04	-125,0	16,9	0,0
4,2	-0,07	-1,34	0	0	0,04	3,04	-125,0	0,0	0,4
4,2	-0,11	-0,01	0	-0,37	0,09	3,04	-125,0	-3,6	0,9
4,2	-0,11	0	0	-0,37	0,09	3,04	-125,0	-3,6	0,9
4,2	-0,14	1,34	0	0	0,16	3,04	-125,0	0,0	1,6
4,2	-0,22	4,27	0	3,44	0,38	3,04	-125,0	33,7	3,7
4,2	0,22	-4,27	0	3,44	0,38	3,04	-125,0	33,7	3,7
4,2	0,14	-1,34	0	0	0,16	3,04	-125,0	0,0	1,6
4,2	0,11	0	0	-0,37	0,09	3,04	-125,0	-3,6	0,9
4,2	0,07	1,34	0	0	0,04	3,04	-125,0	0,0	0,4
4,2	0,03	3,16	0	1,72	0	3,04	-125,0	16,9	0,0
4,2	0,02	3,38	0	2,02	0	3,04	-125,0	19,8	0,0
4,2	0,02	3,38	0	2,02	0	3,04	-125,0	19,8	0,0
4,2	-0,02	3,38	0	-2,02	0	3,04	-125,0	-19,8	0,0
4,2	-0,03	3,16	0	-1,72	0	3,04	-125,0	-16,9	0,0
4,2	-0,07	1,34	0	0	0,04	3,04	-125,0	0,0	0,4
4,2	-0,11	0,01	0	0,37	0,09	3,04	-125,0	3,6	0,9
4,2	-0,11	0	0	0,37	0,09	3,04	-125,0	3,6	0,9
4,2	-0,14	-1,34	0	0	0,16	3,04	-125,0	0,0	1,6
4,2	-0,22	-4,27	0	-3,44	0,38	3,04	-125,0	-33,7	3,7
4,2	0,22	4,27	0	-3,44	0,38	3,04	-125,0	-33,7	3,7
4,2	0,14	1,34	0	0	0,16	3,04	-125,0	0,0	1,6
4,2	0,11	0	0	0,37	0,09	3,04	-125,0	3,6	0,9
4,2	0,07	-1,34	0	0	0,04	3,04	-125,0	0,0	0,4
4,2	0,03	-3,16	0	-1,72	0	3,04	-125,0	-16,9	0,0
4,2	0,02	-3,38	0	-2,02	0	3,04	-125,0	-19,8	0,0
4,2	0,02	-3,38	0	-2,02	0	3,04	-125,0	-19,8	0,0
6,86	0,14	0,82	0	-1,81	0	3,04	-204,1	-17,7	0,0
6,86	0,14	0,82	0	-1,81	0	3,04	-204,1	-17,7	0,0
6,86	0	0,82	0	0	-0,15	3,04	-204,1	0,0	-1,5
6,86	0	0,82	0	0,04	-0,15	3,04	-204,1	0,4	-1,5
6,86	0	0,82	0	0,05	-0,15	3,04	-204,1	0,5	-1,5
6,86	-0,14	0,82	0	1,88	0	3,04	-204,1	18,4	0,0
6,86	-0,14	0,82	0	1,9	0	3,04	-204,1	18,6	0,0
6,86	-0,14	0,82	0	1,9	0	3,04	-204,1	18,6	0,0
6,86	0,14	-0,82	0	1,9	0	3,04	-204,1	18,6	0,0
6,86	0,14	-0,82	0	1,88	0	3,04	-204,1	18,4	0,0
6,86	0	-0,82	0	0,05	-0,15	3,04	-204,1	0,5	-1,5
6,86	0	-0,82	0	0,04	-0,15	3,04	-204,1	0,4	-1,5
6,86	0	-0,82	0	0	-0,15	3,04	-204,1	0,0	-1,5
6,86	-0,14	-0,82	0	-1,81	0	3,04	-204,1	-17,7	0,0
6,86	-0,14	-0,82	0	-1,81	0	3,04	-204,1	-17,7	0,0
6,86	-0,14	-0,82	0	-1,81	0	3,04	-204,1	-17,7	0,0
6,86	0,14	-0,82	0	1,81	0	3,04	-204,1	17,7	0,0
6,86	0,14	-0,82	0	1,81	0	3,04	-204,1	17,7	0,0
6,86	0	-0,82	0	0	-0,15	3,04	-204,1	0,0	-1,5
6,86	0	-0,82	0	-0,04	-0,15	3,04	-204,1	-0,4	-1,5
6,86	0	-0,82	0	-0,05	-0,15	3,04	-204,1	-0,5	-1,5

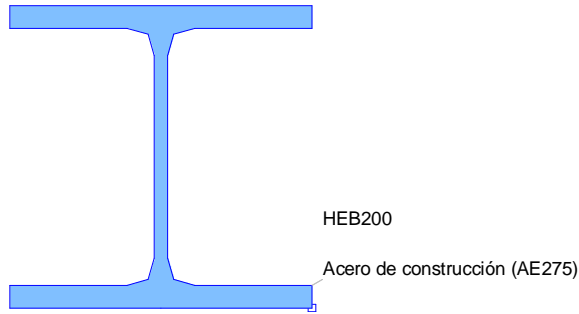
Fx(T)	Fy(T)	Fz(T)	Mx(mT)	My(mT)	Mz(mT)	1/ $\chi$	N(kN)	My(mkN)	Mz(mkN)
6,86	-0,14	-0,82	0	-1,88	0	3,04	-204,1	-18,4	0,0
6,86	-0,14	-0,82	0	-1,9	0	3,04	-204,1	-18,6	0,0
6,86	-0,14	-0,82	0	-1,9	0	3,04	-204,1	-18,6	0,0
6,86	0,14	0,82	0	-1,9	0	3,04	-204,1	-18,6	0,0
6,86	0,14	0,82	0	-1,88	0	3,04	-204,1	-18,4	0,0
6,86	0	0,82	0	-0,05	-0,15	3,04	-204,1	-0,5	-1,5
6,86	0	0,82	0	-0,04	-0,15	3,04	-204,1	-0,4	-1,5
6,86	0	0,82	0	0	-0,15	3,04	-204,1	0,0	-1,5
6,86	-0,14	0,82	0	1,81	0	3,04	-204,1	17,7	0,0
6,86	-0,14	0,82	0	1,81	0	3,04	-204,1	17,7	0,0
6,86	-0,14	0,82	0	1,81	0	3,04	-204,1	17,7	0,0
11,34	0,2	0	0	0	0	3,04	-337,4	0,0	0,0
11,34	0,2	0	0	0	0	3,04	-337,4	0,0	0,0
11,34	0	0	0	0	-0,31	3,04	-337,4	0,0	-3,0
11,34	-0,15	0	0	0	-0,13	3,04	-337,4	0,0	-1,3
11,34	-0,2	0	0	0	0	3,04	-337,4	0,0	0,0
11,34	-0,2	0	0	0	0	3,04	-337,4	0,0	0,0
11,34	-0,2	0	0	0	0	3,04	-337,4	0,0	0,0

#### 6.1.13.4.6.- Factor de Seguridad

A continuación figura el cálculo del coeficiente de seguridad de las distintas secciones de la estructura ( $R_d / S_d$ ), calculado con el Fagus. Dicho coeficiente de seguridad ya considera los coeficientes de mayoración de cargas de las sollicitaciones ( $S_d$ ), y de minoración de los materiales ( $R_d$ ); por tanto, se considera válido si es superior a la unidad.

Sección transversal V eba: Contorno

Escala 1 :5,0



### Viga-Sección: V EBA

#### Contorno de sección parcial

Nombre	Material	Clase	Tipo	No.	$y_q$ [m]	$z_q$ [m]	No.	$y_q$ [m]	$z_q$ [m]
HEB200	Acero de co	AE275	Polígono	1	-0,10	0	2	0	0
				3	0	0,01	4	-0,08	0,01
				5	-0,09	0,02	6	-0,10	0,03
				7	-0,10	0,17	8	-0,09	0,18
				9	-0,08	0,18	10	0	0,18
				11	0	0,20	12	-0,20	0,20
				13	-0,20	0,18	14	-0,12	0,18
				15	-0,11	0,18	16	-0,10	0,17
				17	-0,10	0,03	18	-0,11	0,02
				19	-0,12	0,01	20	-0,20	0,01
				21	-0,20	0			

**Características mecánicas de la sección:** ( Material de referencia: Acero de construcción,  $E_{ref} = 210$  [kN/mm<sup>2</sup>])

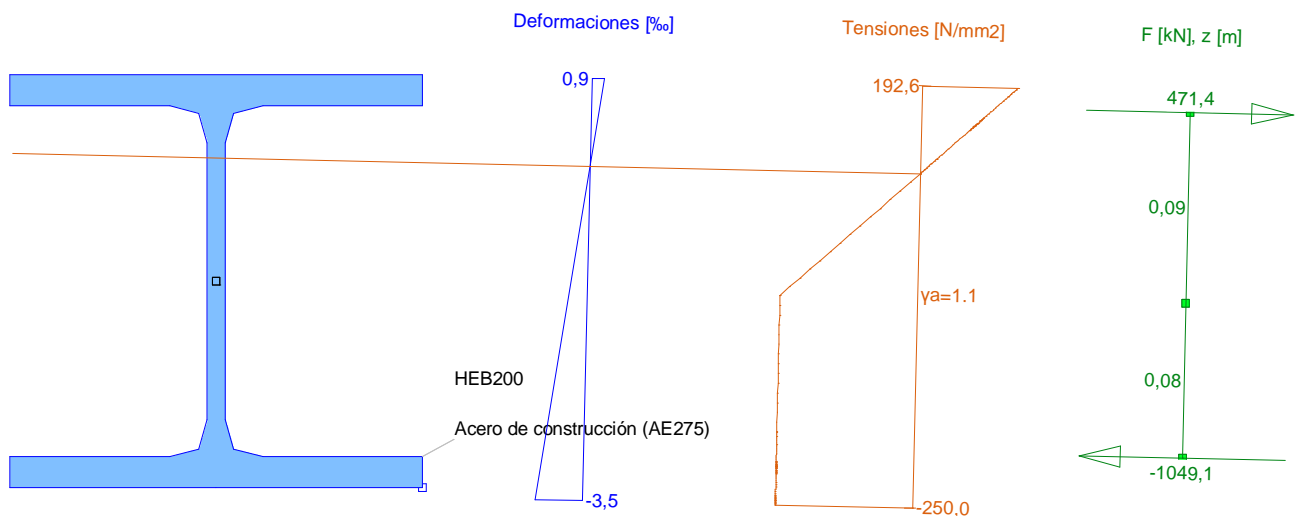
	Area [m <sup>2</sup> ]	Momento de inercia [m <sup>4</sup> ]	Centro Gr., Ángulo [m]
Ax	0,0078	Ix	0,000001
Ay	(=Ax)	Iy	0,000057
Az	(=Ax)	Iz	0,000020
		ys	-0,10
		zs	0,10
		$\beta$	0 [°]

#### Masa: Detalles de la sección parcial

Sección parcial	$A_{xi}+$ [m <sup>2</sup> ]	menos	$A_{xi}-$ [m <sup>2</sup> ]	$A_{xi}$ [m <sup>2</sup> ]	$\gamma_i$ [t/m <sup>3</sup> ]	$M_i$ [kg/m]
HEB200	0,0078			0,0078	8,0	62,5

Sección transversal V eba: Carga última Solicitaciones múltiples, Factor de seguridad mínimo: 2,54

Escala 1 :3,7



Nr.:

## Cálc. capacidad última Viga-Sección: V EBA

### Fuerzas de la acción y factor de la capacidad

No.	Parámetros de análisis	N [kN]	M <sub>y</sub> [kNm]	M <sub>z</sub> [kNm]	Factor de capacidad [-]	Observaciones
1	AP2: Estado límite último	-100,6	-19,8	0	6,05	
2	AP2: Estado límite último	-100,6	-6,5	-0,1	11,32	
3	AP2: Estado límite último	-100,6	0	-0,1	19,19	
4	AP2: Estado límite último	-100,6	6,1	0	11,63	
5	AP2: Estado límite último	-100,6	16,4	0,5	6,86	
6	AP2: Estado límite último	-100,6	0	2,0	15,31	
7	AP2: Estado límite último	-100,6	-8,0	2,4	10,18	
8	AP2: Estado límite último	-227,6	9,7	2,4	5,83	
9	AP2: Estado límite último	-227,6	17,6	1,1	4,61	
10	AP2: Estado límite último	-227,6	17,6	1,1	4,61	
11	AP2: Estado límite último	-227,6	5,1	0	6,90	
12	AP2: Estado límite último	-227,6	0	-0,1	8,54	
13	AP2: Estado límite último	-227,6	-39,7	-0,4	2,90	
14	AP2: Estado límite último	-227,6	-48,2	-0,4	2,54	
15	AP2: Estado límite último	-227,6	-48,2	-0,4	2,54	
16	AP2: Estado límite último	-227,6	-41,4	-0,4	2,82	
17	AP2: Estado límite último	-227,6	-39,7	-0,4	2,90	
18	AP2: Estado límite último	-227,6	0	-0,1	8,54	
19	AP2: Estado límite último	-227,6	5,1	0	6,90	
20	AP2: Estado límite último	-227,6	17,6	1,1	4,61	
21	AP2: Estado límite último	-227,6	9,7	2,4	5,83	
22	AP2: Estado límite último	-100,6	-8,0	2,4	10,18	
23	AP2: Estado límite último	-100,6	0	2,0	15,31	
24	AP2: Estado límite último	-100,6	16,4	0,5	6,86	
25	AP2: Estado límite último	-100,6	6,1	0	11,63	
26	AP2: Estado límite último	-100,6	0	-0,1	19,19	
27	AP2: Estado límite último	-100,6	-6,5	-0,1	11,32	
28	AP2: Estado límite último	-100,6	-19,8	0	6,05	
29	AP2: Estado límite último	-100,6	19,8	0	6,05	
30	AP2: Estado límite último	-100,6	6,5	-0,1	11,32	
31	AP2: Estado límite último	-100,6	0	-0,1	19,19	
32	AP2: Estado límite último	-100,6	-6,1	0	11,63	
33	AP2: Estado límite último	-100,6	-16,4	0,5	6,86	
34	AP2: Estado límite último	-100,6	0	2,0	15,31	
35	AP2: Estado límite último	-100,6	8,0	2,4	10,18	
36	AP2: Estado límite último	-227,6	-9,7	2,4	5,83	
37	AP2: Estado límite último	-227,6	-17,6	1,1	4,61	
38	AP2: Estado límite último	-227,6	-17,6	1,1	4,61	
39	AP2: Estado límite último	-227,6	-5,1	0	6,90	
40	AP2: Estado límite último	-227,6	0	-0,1	8,54	
41	AP2: Estado límite último	-227,6	39,7	-0,4	2,90	
42	AP2: Estado límite último	-227,6	48,2	-0,4	2,54	
43	AP2: Estado límite último	-227,6	48,2	-0,4	2,54	
44	AP2: Estado límite último	-227,6	41,4	-0,4	2,82	
45	AP2: Estado límite último	-227,6	39,7	-0,4	2,90	
46	AP2: Estado límite último	-227,6	0	-0,1	8,54	
47	AP2: Estado límite último	-227,6	-5,1	0	6,90	
48	AP2: Estado límite último	-227,6	-17,6	1,1	4,61	
49	AP2: Estado límite último	-227,6	-9,7	2,4	5,83	
50	AP2: Estado límite último	-100,6	8,0	2,4	10,18	
51	AP2: Estado límite último	-100,6	0	2,0	15,31	
52	AP2: Estado límite último	-100,6	-16,4	0,5	6,86	
53	AP2: Estado límite último	-100,6	-6,1	0	11,63	
54	AP2: Estado límite último	-100,6	0	-0,1	19,19	
55	AP2: Estado límite último	-100,6	6,5	-0,1	11,32	
56	AP2: Estado límite último	-100,6	19,8	0	6,05	
57	AP2: Estado límite último	-125,0	19,8	0	5,63	
58	AP2: Estado límite último	-125,0	16,9	0	6,22	
59	AP2: Estado límite último	-125,0	0	0,4	15,06	
60	AP2: Estado límite último	-125,0	-3,6	0,9	11,87	
61	AP2: Estado límite último	-125,0	-3,6	0,9	11,87	
62	AP2: Estado límite último	-125,0	0	1,6	13,39	
63	AP2: Estado límite último	-125,0	33,7	3,7	3,80	
64	AP2: Estado límite último	-125,0	33,7	3,7	3,80	
65	AP2: Estado límite último	-125,0	0	1,6	13,39	
66	AP2: Estado límite último	-125,0	-3,6	0,9	11,87	
67	AP2: Estado límite último	-125,0	0	0,4	15,06	
68	AP2: Estado límite último	-125,0	16,9	0	6,22	
69	AP2: Estado límite último	-125,0	19,8	0	5,63	
70	AP2: Estado límite último	-125,0	19,8	0	5,63	
71	AP2: Estado límite último	-125,0	-19,8	0	5,63	
72	AP2: Estado límite último	-125,0	-16,9	0	6,22	
73	AP2: Estado límite último	-125,0	0	0,4	15,06	
74	AP2: Estado límite último	-125,0	3,6	0,9	11,87	

Nr.:

No.	Parámetros de análisis	N [kN]	M <sub>y</sub> [kNm]	M <sub>z</sub> [kNm]	Factor de capacidad [-]	Observaciones
75	AP2: Estado límite último	-125,0	3,6	0,9	11,87	
76	AP2: Estado límite último	-125,0	0	1,6	13,39	
77	AP2: Estado límite último	-125,0	-33,7	3,7	3,80	
78	AP2: Estado límite último	-125,0	-33,7	3,7	3,80	
79	AP2: Estado límite último	-125,0	0	1,6	13,39	
80	AP2: Estado límite último	-125,0	3,6	0,9	11,87	
81	AP2: Estado límite último	-125,0	0	0,4	15,06	
82	AP2: Estado límite último	-125,0	-16,9	0	6,22	
83	AP2: Estado límite último	-125,0	-19,8	0	5,63	
84	AP2: Estado límite último	-125,0	-19,8	0	5,63	
85	AP2: Estado límite último	-204,1	-17,7	0	4,88	
86	AP2: Estado límite último	-204,1	-17,7	0	4,88	
87	AP2: Estado límite último	-204,1	0	-1,5	8,78	
88	AP2: Estado límite último	-204,1	0,4	-1,5	8,77	
89	AP2: Estado límite último	-204,1	0,5	-1,5	8,76	
90	AP2: Estado límite último	-204,1	18,4	0	4,78	
91	AP2: Estado límite último	-204,1	18,6	0	4,76	
92	AP2: Estado límite último	-204,1	18,6	0	4,76	
93	AP2: Estado límite último	-204,1	18,6	0	4,76	
94	AP2: Estado límite último	-204,1	18,4	0	4,78	
95	AP2: Estado límite último	-204,1	0,5	-1,5	8,76	
96	AP2: Estado límite último	-204,1	0,4	-1,5	8,77	
97	AP2: Estado límite último	-204,1	0	-1,5	8,78	
98	AP2: Estado límite último	-204,1	-17,7	0	4,88	
99	AP2: Estado límite último	-204,1	-17,7	0	4,88	
100	AP2: Estado límite último	-204,1	-17,7	0	4,88	
101	AP2: Estado límite último	-204,1	17,7	0	4,88	
102	AP2: Estado límite último	-204,1	17,7	0	4,88	
103	AP2: Estado límite último	-204,1	0	-1,5	8,78	
104	AP2: Estado límite último	-204,1	-0,4	-1,5	8,77	
105	AP2: Estado límite último	-204,1	-0,5	-1,5	8,76	
106	AP2: Estado límite último	-204,1	-18,4	0	4,78	
107	AP2: Estado límite último	-204,1	-18,6	0	4,76	
108	AP2: Estado límite último	-204,1	-18,6	0	4,76	
109	AP2: Estado límite último	-204,1	-18,6	0	4,76	
110	AP2: Estado límite último	-204,1	-18,4	0	4,78	
111	AP2: Estado límite último	-204,1	-0,5	-1,5	8,76	
112	AP2: Estado límite último	-204,1	-0,4	-1,5	8,77	
113	AP2: Estado límite último	-204,1	0	-1,5	8,78	
114	AP2: Estado límite último	-204,1	17,7	0	4,88	
115	AP2: Estado límite último	-204,1	17,7	0	4,88	
116	AP2: Estado límite último	-204,1	17,7	0	4,88	
117	AP2: Estado límite último	-337,4	0	0	5,79	
118	AP2: Estado límite último	-337,4	0	0	5,79	
119	AP2: Estado límite último	-337,4	0	-3,0	5,21	
120	AP2: Estado límite último	-337,4	0	-1,3	5,54	
121	AP2: Estado límite último	-337,4	0	0	5,79	
122	AP2: Estado límite último	-337,4	0	0	5,79	
123	AP2: Estado límite último	-337,4	0	0	5,79	

#### Parámetros de análisis "AP2: Estado límite último", Código: Spanish Code EH-91

ID	σ-ε-Diagrama				Límites de deformación			Tens.adm.	Factores de la resistencia				Otros valores			
	c	s	p	a	ε <sub>cu,c</sub> [‰]	ε <sub>cu,b</sub> [‰]	ε <sub>su</sub> [‰]	σ <sub>s,adm</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	γ <sub>c</sub> [-]	γ <sub>s</sub> [-]	γ <sub>p</sub> [-]	γ <sub>a</sub> [-]	α [-]	φ [-]	P(t) [-]	κ
AP2	2/0	1	1	1	-2,0	-3,5	10,0		1,50	1,15	1,15	1,10	45,00	0	t=0	-

α : Inclinación de las bielas de compresión  
φ : Coef. de fluencia  
P(t) : Análisis STATIK-5; Prealargamiento en el tiempo (t=0) oú (t=∞) 'con pérdidas'  
κ : + = Análisis con coeficiente adherencia: κ<sub>s</sub>=0,7 κ<sub>p</sub>=0,9

#### Deformaciones y tensiones extremas (Resultados cálculo No 14)

Nombre	Clase	y <sub>q</sub> [m]	z <sub>q</sub> [m]	ε [‰]	σ <sub>d</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	γ [-]
HEB200	AE275	-0,20	-0,00	-3,5	-250,0	1.10
HEB200	AE275	0,00	0,20	0,9	192,6	1.10

Nr.:

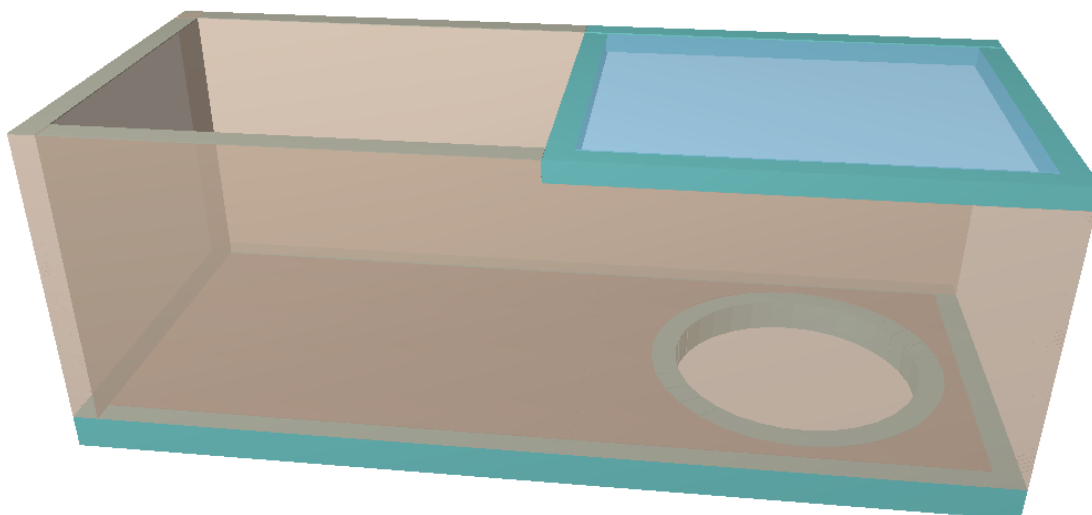
### 6.2.1.- Normas consideradas

Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08)

Instrucción de Acero Estructural (EAE)

CTE DB-SE AE: Acciones en la Edificación

### 6.2.2.- Geometría



Planta	Nombre planta	Canto	Altura	Cota
1	Cubierta	0.25 m	3.50	3.50
0	Solera	0.40 m	0.00	0.00

#### Losa de cimentación

Planta	Nombre	Canto	Módulo balasto	Tensión admisible	Altura	Cota
0	Solera	0.40 m	1000 t/m <sup>3</sup>	1.5 kp/cm <sup>2</sup>	0.00	0.00

#### Muros

- Las coordenadas de los vértices inicial y final son absolutas.
- Las dimensiones están expresadas en metros.

#### Datos geométricos del muro

Referencia	Tipo muro	GI- GF	Vértices		Planta	Dimensiones Izquierda+Derecha=Total
			Inicial	Final		
M1	Muro de hormigón armado	0-1	( 0.00, 4.30)	( 10.40, 4.30)	1	0.15+0.15=0.3
M2	Muro de hormigón armado	0-1	( 0.00, 0.00)	( 0.00, 4.30)	1	0.15+0.15=0.3
M3	Muro de hormigón armado	0-1	( 0.00, 0.00)	( 10.40, 0.00)	1	0.15+0.15=0.3
M4	Muro de hormigón armado	0-1	( 10.40, 0.00)	( 10.40, 4.30)	1	0.15+0.15=0.3

### 6.2.3.- Hipótesis de carga

Referencia	Descripción	Naturaleza
G	Peso propio	Carga permanente
Qa	Sobrecarga de uso	Sobrecarga de uso

### 6.2.4.- Cargas

Cargas especiales introducidas (en Tm, Tm/m y Tm/m<sup>2</sup>)

Grupo	Hipótesis	Tipo	Valor	Coordenadas
1	Carga permanente	Lineal	0.30	( 5.35, 4.30) ( 0.00, 4.30)
	Carga permanente	Lineal	0.30	( 5.35, 0.00) ( 0.00, 0.00)
	Carga permanente	Lineal	0.25	( 0.00, 4.30) ( 0.00, 0.00)
	Carga permanente	Lineal	0.25	( 5.50, 0.00) ( 5.50, 4.30)
	Carga permanente	Superficial	0.60	( 10.40, 4.30) ( 5.50, 4.30) ( 5.50, 0.00) ( 10.40, 0.00)
	Sobrecarga de uso	Superficial	0.50	( 10.40, 4.30) ( 5.50, 4.30) ( 5.50, 0.00) ( 10.40, 0.00)

#### Empuje Terreno

Primera situación de relleno

Carga: Carga permanente

Con relleno: Cota 3.50 m

Ángulo de talud 0.00 Grados

Densidad aparente 2.00 t/m<sup>3</sup>

Densidad sumergida 1.10 t/m<sup>3</sup>

Ángulo rozamiento interno 30.00 Grados

Evacuación por drenaje 100.00 %

Segunda situación de relleno

Carga: Sobrecarga de uso

Con relleno: Cota 3.50 m

Ángulo de talud 0.00 Grados

Densidad aparente 2.00 t/m<sup>3</sup>

Densidad sumergida 1.10 t/m<sup>3</sup>

Ángulo rozamiento interno 30.00 Grados

Evacuación por drenaje 100.00 %

Carga 1:

Tipo: Uniforme

Valor: 0.50 t/m<sup>2</sup>

### 6.2.5.- Combinaciones

Para las distintas situaciones de proyecto, las combinaciones de acciones se definirán de acuerdo con los siguientes criterios:

#### - Con coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_{Q1} \Psi_{p1} Q_{k1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Qi} \Psi_{ai} Q_{ki}$$

#### - Sin coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

- Donde:

$G_k$  Acción permanente

$Q_k$  Acción variable

$\gamma_G$  Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes

$\gamma_{Q,1}$  Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal

$\gamma_{Q,i}$  Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento

$\Psi_{p,1}$  Coeficiente de combinación de la acción variable principal

$\Psi_{a,i}$  Coeficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento

#### Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ ) y coeficientes de combinación ( $\psi$ )

Para cada situación de proyecto y estado límite los coeficientes a utilizar serán:

##### E.L.U. de rotura. Hormigón

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )		Coeficientes de combinación ( $\psi$ )	
	Favorable	Desfavorable	Principal ( $\psi_p$ )	Acompañamiento ( $\psi_a$ )
Carga permanente (G)	1.000	1.350	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.500	1.000	0.700

##### Tensiones en el terreno y desplazamientos

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )		Coeficientes de combinación ( $\psi$ )	
	Favorable	Desfavorable	Principal ( $\psi_p$ )	Acompañamiento ( $\psi_a$ )
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000



### 6.2.6.- Materiales

#### - Hormigón

Hormigón	fck (kp/cm <sup>2</sup> )	$\gamma_c$
HA-25/20/B/IIa	255	1.5

#### - Acero en barras

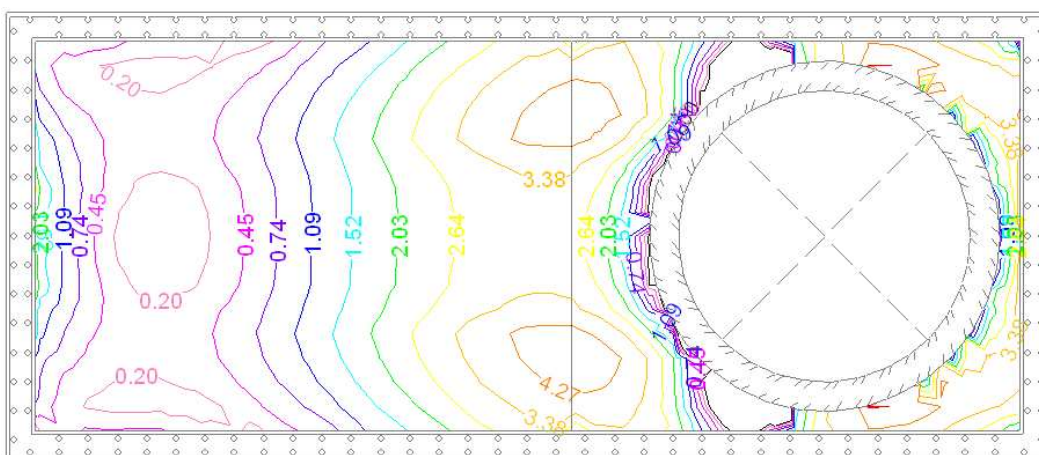
Acero	fyk (kp/cm <sup>2</sup> )	$\gamma_s$
B 500 S	5097	1.15

### 6.2.7.- Esfuerzos y armados

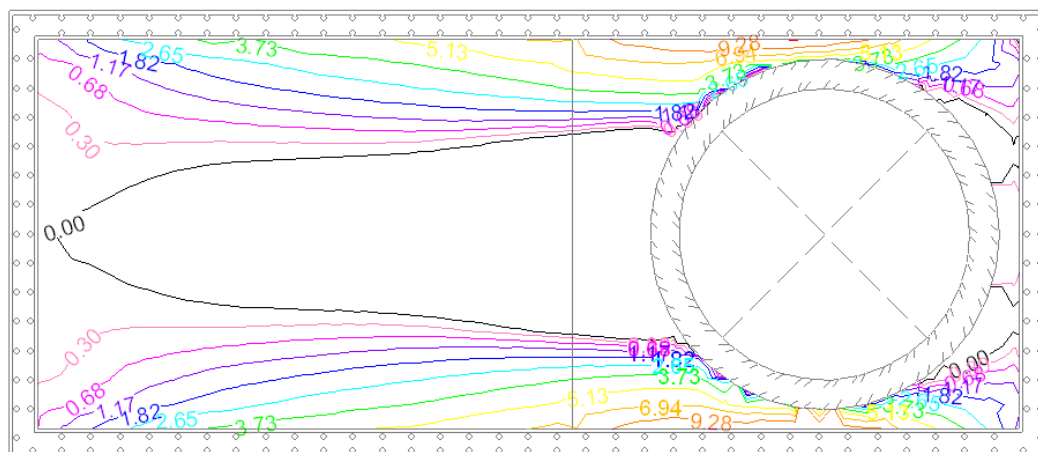
#### SOLERA

#### Esfuerzos de dimensionamiento

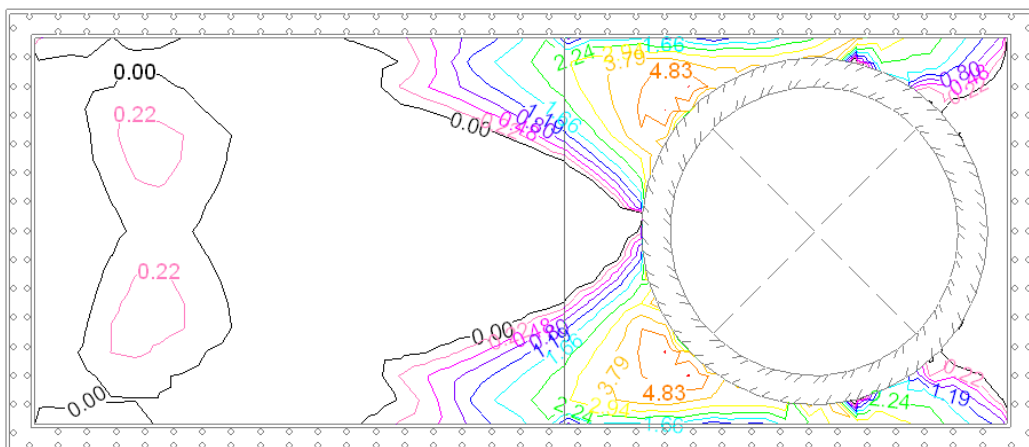
##### Mx inferior (Tn·m/m)



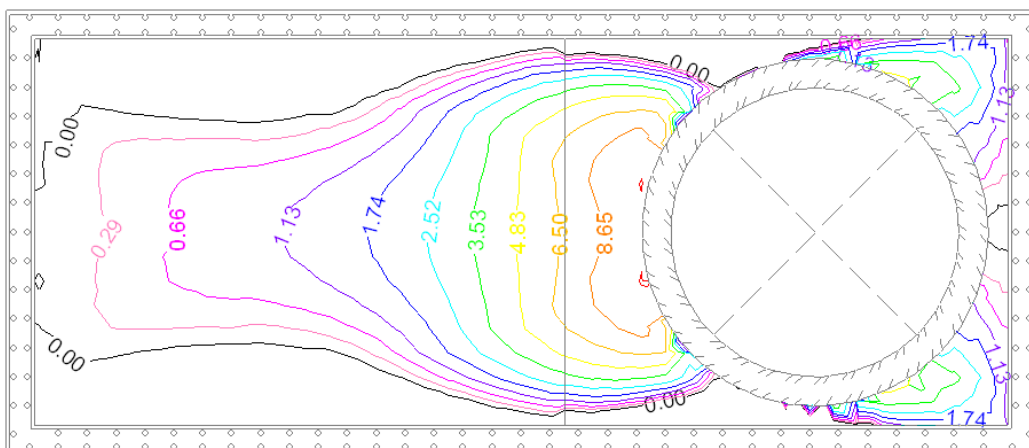
##### My inferior (Tn·m/m)



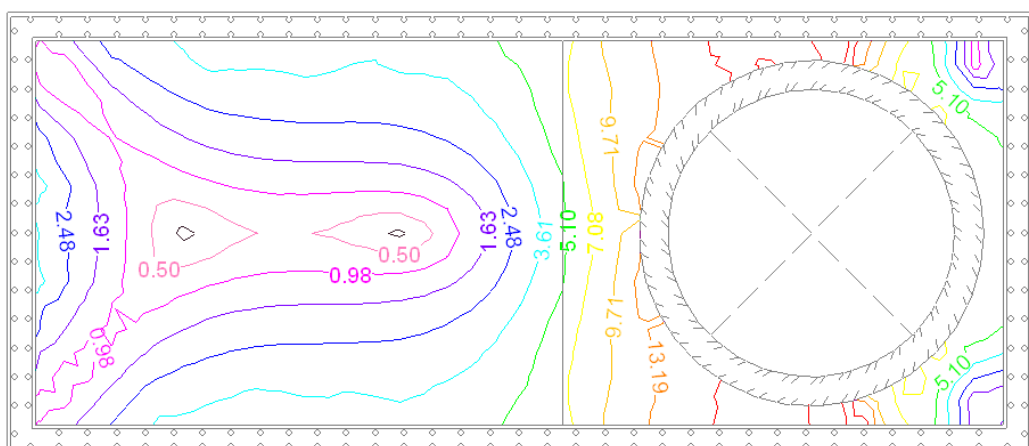
Mx superior (Tn·m/m)



My superior (Tn·m/m)

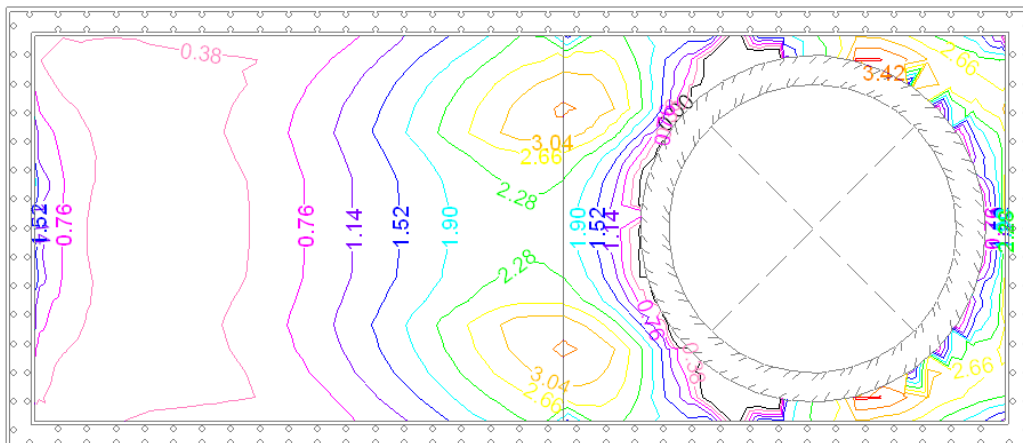


Cortante (Tn/m)

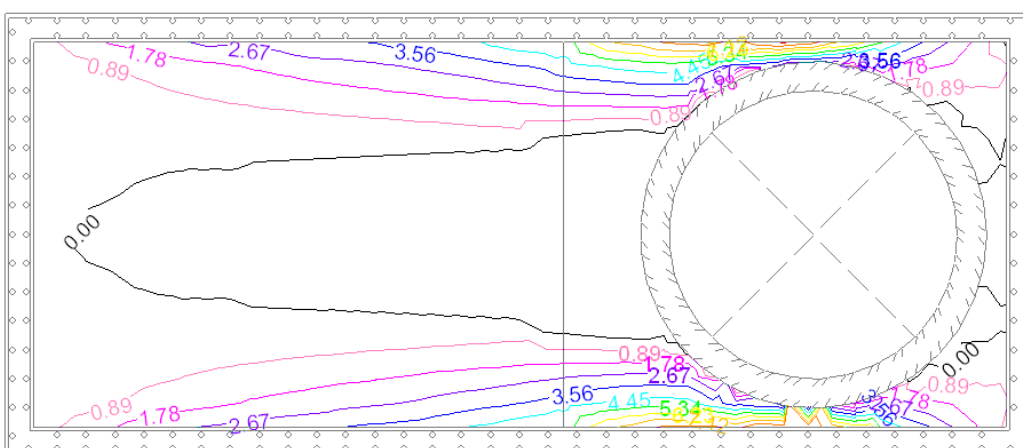


### Cuantías de armadura

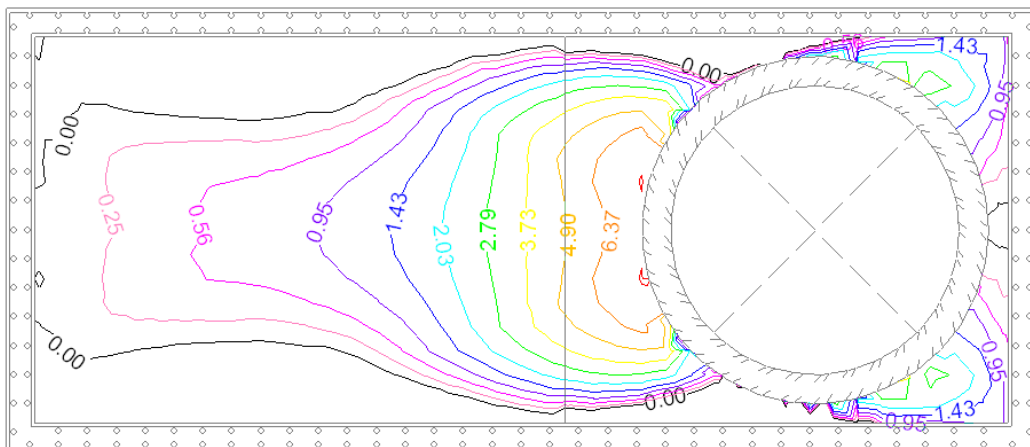
Inferior dirección X ( $\text{cm}^2/\text{m}$ )



Inferior dirección Y ( $\text{cm}^2/\text{m}$ )



Superior dirección Y (cm<sup>2</sup>/m)



Armadura dispuesta

	Zona 1	Zona 2
Longitudinal inferior	5 $\phi$ 12 p.m.l	5 $\phi$ 12 p.m.l
Longitudinal superior	5 $\phi$ 12 p.m.l	5 $\phi$ 12 p.m.l
Transversal inferior	5 $\phi$ 12 p.m.l	5 $\phi$ 16 p.m.l
Transversal superior	5 $\phi$ 12 p.m.l	5 $\phi$ 16 p.m.l

### Comprobación a fisuración

Cara inferior

Esfuerzos de diseño			Esfuerzos en servicio			Geometría de la sección		
M <sub>d</sub>	124,5	KN*m	M <sub>s</sub>	83,0	KN*m	Ancho b	1,00	m
N <sub>d</sub>	0,0	KN	N <sub>s</sub>	0,0	KN	Canto h	0,40	m
Clase de exposición						r <sub>min</sub> =	30	mm
Ambiente	IIa		Calidad mínima		HA 25	Δr =	5	mm
Datos de los materiales						Difícil de hormigonar		
Hormigón			<div><div>f<sub>ck</sub> = 25 N/mm<sup>2</sup></div><div>f<sub>cd</sub> = 16,67 N/mm<sup>2</sup></div><div>f<sub>ct,m</sub> = 2,56 N/mm<sup>2</sup></div><div>E<sub>c</sub> = 29.240 N/mm<sup>2</sup></div></div>			SI		
Calidad	HA 25					r <sub>nom min</sub> = 35 mm		
γ <sub>c</sub>	1,50					r <sub>nom trac</sub> = 45 mm		
T <sub>max árido</sub> =	20 mm					r <sub>nom comp</sub> = 45 mm		
Acero						A <sub>b</sub> = 0,40 m <sup>2</sup>		
Calidad	B 500 S		<div><div>f<sub>yk</sub> = 500 N/mm<sup>2</sup></div><div>f<sub>yd</sub> = 434,78 N/mm<sup>2</sup></div><div>f<sub>ya,d</sub> = 400,00 N/mm<sup>2</sup></div><div>ε<sub>yd</sub> = 2,17 ‰</div></div>			d = 0,347 m		
γ <sub>s</sub>	1,15					d' = 0,294 m		
E <sub>s</sub>	200.000 N/mm <sup>2</sup>					I <sub>b</sub> = 0,0053 m <sup>4</sup>		
						W <sub>b</sub> = 0,027 m <sup>3</sup>		
Dimensionamiento (E.L.U.)								
M <sub>1</sub> =	124,5	KN*m	Cuantía geométrica mínima			Cuantía mecánica mínima		
N <sub>1</sub> =	0,0	KN	A <sub>s</sub> +A' <sub>s</sub> = 7,20 cm <sup>2</sup>			A <sub>s</sub> = 6,08 cm <sup>2</sup>		
x <sub>lim</sub> =	0,214	m	Armadura de compresión			Armadura de tracción		
M <sub>lim</sub> =	634	KN*m	ε' <sub>s</sub> = 0,00 ‰			ε <sub>s</sub> = 33,41 ‰		
e =	0,000	m	A' <sub>s</sub> = 0,00 cm <sup>2</sup>			A <sub>s</sub> = 8,58 cm <sup>2</sup>		
ΔM <sub>d</sub> =	0,0	KN*m	Armadura de compresión realmente dispuesta			Armadura de tracción realmente dispuesta		
x =	0,033	m	φ 16 a 0,20 m			φ 16 a 0,20 m		
y =	0,026	m	A <sub>s comp rd</sub> = 10,05 cm <sup>2</sup>			A <sub>s trac rd</sub> = 10,05 cm <sup>2</sup>		
z =	0,334	m						
Comprobación (E.L.S.) a fisuración por compresión								
M <sub>2</sub> =	83,0	KN*m	σ <sub>c max</sub> = 15.000 KN/m <sup>2</sup>			σ <sub>c1</sub> < σ <sub>c max</sub>		
N <sub>2</sub> =	0,0	KN	σ <sub>c1</sub> = 3.113 KN/m <sup>2</sup>			No fisuras por compresión		
Comprobación (E.L.S.) a fisuración por tracción								
M <sub>3</sub> =	83,0	KN*m	Sección fisurada			Alargamiento medio de las armaduras		
N <sub>3</sub> =	0,0	KN	x' <sub>f</sub> = 0,055 m			<div><div>σ<sub>sr</sub> = 222.818 KN/m<sup>2</sup></div><div>σ<sub>s</sub> = 258.095 KN/m<sup>2</sup></div><div>K<sub>2</sub> = 0,5</div><div>ε<sub>sm</sub> = 0,81 ‰</div></div>		
Sección homogénea			I <sub>f</sub> = 0,0006 m <sup>4</sup>					
Relación n=E <sub>s</sub> /E <sub>c</sub>			6,84					
Cálculo abertura de fisura			w <sub>k</sub> = β x s <sub>m</sub> x ε <sub>sm</sub>					
Coeficiente β			1,7					
A <sub>h</sub> =	0,41	m <sup>2</sup>	Separación media de fisuras			Abertura de fisura		
x <sub>Gh</sub> =	0,200	m	K <sub>1</sub> = 0,125			w <sub>k</sub> = 0,288 mm		
I <sub>h</sub> =	0,0056	m <sup>4</sup>	A <sub>c,ef</sub> = 1.000 cm <sup>2</sup>			w <sub>max</sub> = 0,30 mm		
M <sub>fis</sub> =	71,7	KN*m	s <sub>m</sub> = 209,6 mm			Fisuración controlada		
M <sub>3</sub> > M <sub>fis</sub>								
Análisis en sección fisurada								

## 6.2. ARQUETA (VENTILACIÓN E.B.A.)

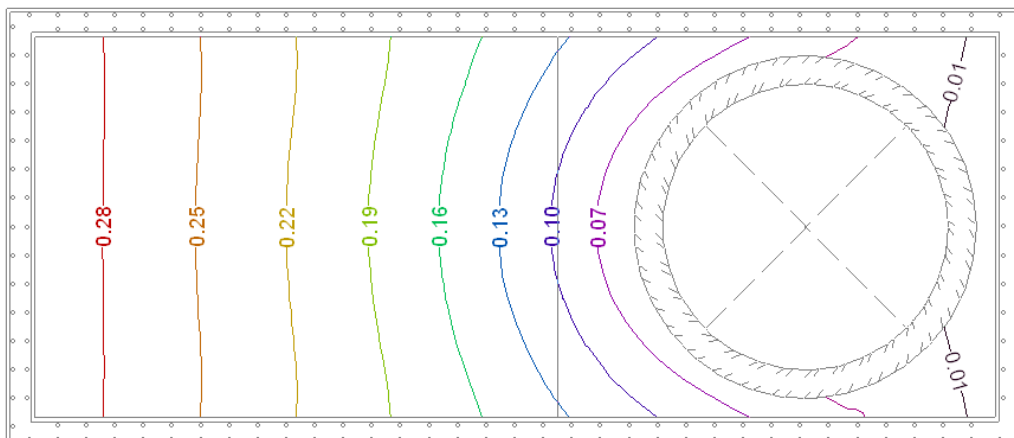
P.C. Línea 5 del FMB. Tramo: Estación Hospital

Cara superior

Esfuerzos de diseño			Esfuerzos en servicio			Geometría de la sección		
M <sub>d</sub>	115,2	KN*m	M <sub>s</sub>	76,8	KN*m	Ancho b	1,00	m
N <sub>d</sub>	0,0	KN	N <sub>s</sub>	0,0	KN	Canto h	0,40	m
Clase de exposición						r <sub>min</sub> =	30	mm
Ambiente	IIa		Calidad mínima	HA 25		Δr =	5	mm
Datos de los materiales						Difícil de hormigonar		
Hormigón			f <sub>ck</sub> =	25	N/mm <sup>2</sup>	r <sub>nom min</sub> =	35	mm
Calidad	HA 25		f <sub>cd</sub> =	16,67	N/mm <sup>2</sup>	r <sub>nom trac</sub> =	45	mm
γ <sub>c</sub>	1,50		f <sub>ct,m</sub> =	2,56	N/mm <sup>2</sup>	r <sub>nom comp</sub> =	45	mm
T <sub>max árido</sub> =	20	mm	E <sub>c</sub> =	29.240	N/mm <sup>2</sup>	A <sub>b</sub> =	0,40	m <sup>2</sup>
Acero			f <sub>yk</sub> =	500	N/mm <sup>2</sup>	d =	0,347	m
Calidad	B 500 S		f <sub>yd</sub> =	434,78	N/mm <sup>2</sup>	d' =	0,294	m
γ <sub>s</sub>	1,15		f <sub>yα,d</sub> =	400,00	N/mm <sup>2</sup>	I <sub>b</sub> =	0,0053	m <sup>4</sup>
E <sub>s</sub>	200.000	N/mm <sup>2</sup>	ε <sub>yd</sub> =	2,17	‰	W <sub>b</sub> =	0,027	m <sup>3</sup>
Dimensionamiento (E.L.U.)								
M <sub>1</sub> =	115,2	KN*m	Cuantía geométrica mínima			Cuantía mecánica mínima		
N <sub>1</sub> =	0,0	KN	A <sub>s</sub> +A <sub>s</sub> ' =	7,20	cm <sup>2</sup>	A <sub>s</sub> =	6,08	cm <sup>2</sup>
x <sub>lim</sub> =	0,214	m	Armadura de compresión			Armadura de tracción		
M <sub>lim</sub> =	634	KN*m	ε <sub>s</sub> ' =	0,00	‰	ε <sub>s</sub> =	36,51	‰
e =	0,000	m	A <sub>s</sub> ' =	0,00	cm <sup>2</sup>	A <sub>s</sub> =	7,91	cm <sup>2</sup>
ΔM <sub>d</sub> =	0,0	KN*m	Armadura de compresión realmente dispuesta			Armadura de tracción realmente dispuesta		
x =	0,030	m	φ 16 a 0,20 m			φ 16 a 0,20 m		
y =	0,024	m						
z =	0,335	m	A <sub>s comp rd</sub> =	10,05	cm <sup>2</sup>	A <sub>s trac rd</sub> =	10,05	cm <sup>2</sup>
Comprobación (E.L.S.) a fisuración por compresión								
M <sub>2</sub> =	76,8	KN*m	σ <sub>c max</sub> =	15.000	KN/m <sup>2</sup>	σ <sub>c1</sub> < σ <sub>c max</sub>		
N <sub>2</sub> =	0,0	KN	σ <sub>c1</sub> =	2.880	KN/m <sup>2</sup>	No fisuras por compresión		
Comprobación (E.L.S.) a fisuración por tracción								
M <sub>3</sub> =	76,8	KN*m	Sección fisurada			Alargamiento medio de las armaduras		
N <sub>3</sub> =	0,0	KN	x <sub>f</sub> =	0,055	m			
Sección homogénea			I <sub>f</sub> =	0,0006	m <sup>4</sup>			
Relación n=E <sub>s</sub> /E <sub>c</sub>		6,84	Cálculo abertura de fisura			σ <sub>sr</sub> =	222.818	KN/m <sup>2</sup>
A <sub>h</sub> =	0,41	m <sup>2</sup>	w <sub>k</sub> = β x s <sub>m</sub> x ε <sub>sm</sub>			σ <sub>s</sub> =	238.816	KN/m <sup>2</sup>
x <sub>Gh</sub> =	0,200	m	Coeficiente β			K <sub>2</sub> =	0,5	
I <sub>h</sub> =	0,0056	m <sup>4</sup>				ε <sub>sm</sub> =	0,67	‰
M <sub>fis</sub> =	71,7	KN*m	Separación media de fisuras			Abertura de fisura		
M <sub>3</sub> > M <sub>fis</sub>			K <sub>1</sub> =	0,125		w <sub>k</sub> =	0,240	mm
Análisis en sección fisurada			A <sub>c,ef</sub> =	1.000	cm <sup>2</sup>	w <sub>max</sub> =	0,30	mm
			s <sub>m</sub> =	209,6	mm	Fisuración controlada		

### Tensión sobre el terreno

Tensión máxima: 0,30 kp/cm<sup>2</sup>



### MUROS

### Esfuerzos por hipótesis

Soporte	Planta	Dimensión (cm)	Tramo (m)	Hipótesis	Base						Cabeza					
					N (t)	Mx (t·m)	My (t·m)	Qx (t)	Qy (t)	T (t·m)	N (t)	Mx (t·m)	My (t·m)	Qx (t)	Qy (t)	T (t·m)
M1	Cubierta	30.0	0.00/3.50	Carga permanente	46.02	37.39	-28.21	1.97	-42.72	-9.35	12.87	22.83	-6.19	-2.61	8.67	8.93
				Sobrecarga de uso	3.84	7.36	-2.67	0.82	-4.07	-1.92	3.92	9.11	-2.36	-0.32	3.02	3.74
M2	Cubierta	30.0	0.00/3.50	Carga permanente	9.53	3.94	-0.08	10.37	0.15	-0.30	1.17	0.00	0.19	-0.39	-0.20	-0.43
				Sobrecarga de uso	-0.09	0.16	-0.09	0.58	0.02	-0.04	0.02	0.00	0.05	-0.29	-0.05	-0.10
M3	Cubierta	30.0	0.00/3.50	Carga permanente	45.89	37.76	28.19	2.21	42.60	10.16	12.86	21.78	6.22	-2.31	-8.48	-10.08
				Sobrecarga de uso	3.77	7.49	2.66	0.84	4.04	2.02	3.92	8.85	2.36	-0.27	-2.97	-3.98
M4	Cubierta	30.0	0.00/3.50	Carga permanente	5.94	-6.58	-0.17	-14.41	-0.04	-0.13	5.27	-3.59	-0.26	4.44	0.02	-0.20
				Sobrecarga de uso	3.02	-1.33	-0.05	-1.97	0.00	0.01	2.34	-1.21	-0.05	1.52	-0.00	-0.02

### Armado de muros

ARMADO BASE										
Muro	Espesor (cm)	Armadura vertical		Armadura horizontal		Armadura transversal				F.C. (%)
		Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Ramas	Diám.	Sep.ver (cm)	Sep.hor (cm)	
M1	30.0	Ø16c/20 cm	Ø12c/20 cm	Ø12c/15 cm	Ø12c/15 cm	---	---	---	---	100.0
M2	30.0	Ø12c/20 cm	Ø12c/20 cm	Ø12c/15 cm	Ø12c/15 cm	---	---	---	---	100.0
M3	30.0	Ø12c/20 cm	Ø16c/20 cm	Ø12c/15 cm	Ø12c/15 cm	---	---	---	---	100.0
M4	30.0	Ø12c/20 cm	Ø12c/20 cm	Ø12c/15 cm	Ø12c/15 cm	---	---	---	---	100.0

F.C. = El factor de cumplimiento indica el porcentaje de área en el cual el armado y espesor de hormigón son suficientes.

Aprovechamiento: Nivel de tensiones (relación entre la tensión máxima y la admisible). Equivale al inverso del coeficiente de seguridad.

Nx : Axil vertical.

Ny : Axil horizontal.

## 6.2. ARQUETA (VENTILACIÓN E.B.A.)

P.C. Línea 5 del FMB. Tramo: Estación Hospital

Nxy: Axil tangencial.

Mx : Momento vertical (alrededor del eje horizontal).

My : Momento horizontal (alrededor del eje vertical).

Mxy: Momento torsor.

Qx : Cortante transversal vertical.

Qy : Cortante transversal horizontal.

Muro M1										
Planta	Comprobación	Aprovechamiento (%)	Pésimos							
			Nx (t/m)	Ny (t/m)	Nxy (t/m)	Mx (t·m/m)	My (t·m/m)	Mxy (t·m/m)	Qx (t/m)	Qy (t/m)
Cubierta	Arm. vert. der.	7.34	-19.14	-2.42	0.08	-8.32	-1.05	-0.13	---	---
	Arm. horz. der.	3.91	-2.06	-1.67	1.02	0.04	-6.02	1.70	---	---
	Arm. vert. izq.	71.61	-19.14	-2.42	0.08	-8.32	-1.05	-0.13	---	---
	Arm. horz. izq.	93.46	-2.06	-1.67	1.02	-2.29	-6.02	1.70	---	---
	Hormigón	21.74	-19.14	-2.42	0.08	-8.32	-1.05	-0.13	---	---
	Arm. transve.	63.02	-2.06	-1.67	1.02	---	---	---	-10.49	17.76

Muro M2										
Planta	Comprobación	Aprovechamiento (%)	Pésimos							
			Nx (t/m)	Ny (t/m)	Nxy (t/m)	Mx (t·m/m)	My (t·m/m)	Mxy (t·m/m)	Qx (t/m)	Qy (t/m)
Cubierta	Arm. vert. der.	1.99	-4.58	-0.58	0.01	-2.33	-0.29	-0.07	---	---
	Arm. horz. der.	2.10	-1.55	-4.55	0.30	0.03	-2.83	-0.34	---	---
	Arm. vert. izq.	13.87	-1.55	-4.55	0.30	-0.37	-2.83	-0.34	---	---
	Arm. horz. izq.	33.99	-1.55	-4.55	0.30	-0.37	-2.83	-0.34	---	---
	Hormigón	6.69	-1.55	-4.55	0.30	0.03	-2.83	-0.34	---	---
	Arm. transve.	2.43	-1.47	-4.78	0.65	---	---	---	-0.65	-2.80

Muro M3										
Planta	Comprobación	Aprovechamiento (%)	Pésimos							
			Nx (t/m)	Ny (t/m)	Nxy (t/m)	Mx (t·m/m)	My (t·m/m)	Mxy (t·m/m)	Qx (t/m)	Qy (t/m)
Cubierta	Arm. vert. der.	68.03	-15.85	-2.00	-1.37	7.60	0.96	0.39	---	---
	Arm. horz. der.	93.59	-2.06	-1.65	1.02	2.29	6.03	-1.69	---	---
	Arm. vert. izq.	6.83	-18.74	-2.37	1.41	7.64	0.96	-0.21	---	---
	Arm. horz. izq.	3.92	-2.06	-1.65	1.02	-0.04	6.03	-1.69	---	---
	Hormigón	20.24	-18.74	-2.37	1.41	7.64	0.96	-0.21	---	---
	Arm. transve.	62.84	-2.06	-1.65	1.02	---	---	---	10.47	-17.75

Muro M4										
Planta	Comprobación	Aprovechamiento (%)	Pésimos							
			Nx (t/m)	Ny (t/m)	Nxy (t/m)	Mx (t·m/m)	My (t·m/m)	Mxy (t·m/m)	Qx (t/m)	Qy (t/m)
Cubierta	Arm. vert. der.	56.69	-5.54	-0.70	-0.10	3.44	0.43	0.07	---	---



## 6.2. ARQUETA (VENTILACIÓN E.B.A.)

P.C. Línea 5 del FMB. Tramo: Estación Hospital

Muro M4										
Planta	Comprobación	Aprovechamiento (%)	Pésimos							
			Nx (t/m)	Ny (t/m)	Nxy (t/m)	Mx (t·m/m)	My (t·m/m)	Mxy (t·m/m)	Qx (t/m)	Qy (t/m)
	Arm. horz. der.	6.96	-5.54	-0.70	-0.10	3.44	0.43	0.07	---	---
	Arm. vert. izq.	2.84	-5.54	-0.70	-0.10	3.44	0.43	0.07	---	---
	Arm. horz. izq.	0.64	-1.15	-2.44	1.31	-0.02	0.74	0.19	---	---
	Hormigón	8.41	-5.54	-0.70	-0.10	3.44	0.43	0.07	---	---
	Arm. transve.	2.81	-4.55	-0.09	0.23	---	---	---	-3.32	0.05

### Comprobación a fisuración

#### Armado vertical

Esfuerzos de diseño			Esfuerzos en servicio			Geometría de la sección		
M <sub>d</sub>	83,2	KN*m	M <sub>s</sub>	55,5	KN*m	Ancho b	1,00	m
N <sub>d</sub>	0,0	KN	N <sub>s</sub>	0,0	KN	Canto h	0,30	m
Clase de exposición						r <sub>min</sub> =	30	mm
Ambiente	IIa		Calidad mínima	HA 25		Δr =	5	mm
Datos de los materiales						Difícil de hormigonar SI		
Hormigón			f <sub>ck</sub> =	25	N/mm <sup>2</sup>	r <sub>nom min</sub> =	35	mm
Calidad	HA 25		f <sub>cd</sub> =	16,67	N/mm <sup>2</sup>	r <sub>nom trac</sub> =	45	mm
γ <sub>c</sub>	1,50		f <sub>ct,m</sub> =	2,56	N/mm <sup>2</sup>	r <sub>nom comp</sub> =	45	mm
T <sub>max árido</sub> =	20	mm	E <sub>c</sub> =	29.240	N/mm <sup>2</sup>	A <sub>b</sub> =	0,30	m <sup>2</sup>
Acero			f <sub>yk</sub> =	500	N/mm <sup>2</sup>	d =	0,247	m
Calidad	B 500 S		f <sub>yd</sub> =	434,78	N/mm <sup>2</sup>	d' =	0,196	m
γ <sub>s</sub>	1,15		f <sub>yα,d</sub> =	400,00	N/mm <sup>2</sup>	I <sub>b</sub> =	0,0023	m <sup>4</sup>
E <sub>s</sub>	200.000	N/mm <sup>2</sup>	ε <sub>yd</sub> =	2,17	‰	W <sub>b</sub> =	0,015	m <sup>3</sup>
Dimensionamiento (E.L.U.)								
M <sub>1</sub> =	83,2	KN*m	Cuantía geométrica mínima			Cuantía mecánica mínima		
N <sub>1</sub> =	0,0	KN	A <sub>s</sub> +A' <sub>s</sub> =	5,40	cm <sup>2</sup>	A <sub>s</sub> =	5,16	cm <sup>2</sup>
x <sub>lim</sub> =	0,152	m	Armadura de compresión			Armadura de tracción		
M <sub>lim</sub> =	321	KN*m	ε' <sub>s</sub> =	0,00	‰	ε <sub>s</sub> =	24,11	‰
e =	0,000	m	A' <sub>s</sub> =	0,00	cm <sup>2</sup>	A <sub>s</sub> =	8,16	cm <sup>2</sup>
ΔM <sub>d</sub> =	0,0	KN*m	Armadura de compresión realmente dispuesta			Armadura de tracción realmente dispuesta		
x =	0,031	m	φ 12 a 0,20 m			φ 16 a 0,20 m		
y =	0,025	m	A <sub>s comp rd</sub> = 5,65 cm <sup>2</sup>			A <sub>s trac rd</sub> = 10,05 cm <sup>2</sup>		
z =	0,234	m						
Comprobación (E.L.S.) a fisuración por compresión								
M <sub>2</sub> =	55,5	KN*m	σ <sub>c max</sub> =	15.000	KN/m <sup>2</sup>	σ <sub>c1</sub> < σ <sub>c max</sub>		
N <sub>2</sub> =	0,0	KN	σ <sub>c1</sub> =	3.698	KN/m <sup>2</sup>	No fisuras por compresión		
Comprobación (E.L.S.) a fisuración por tracción								
M <sub>3</sub> =	55,5	KN*m	Sección fisurada			Alargamiento medio de las armaduras		
N <sub>3</sub> =	0,0	KN	x' <sub>f</sub> =	0,048	m			
Sección homogénea			I <sub>f</sub> =	0,0003	m <sup>4</sup>			
Relación n=E <sub>s</sub> /E <sub>c</sub>			6,84			σ <sub>sr</sub> = 177.085 KN/m <sup>2</sup>		
			Cálculo abertura de fisura			σ <sub>s</sub> = 244.448 KN/m <sup>2</sup>		
A <sub>h</sub> =	0,31	m <sup>2</sup>	w <sub>k</sub> = β x S <sub>m</sub> x ε <sub>sm</sub>			K <sub>2</sub> = 0,5		
x <sub>Gh</sub> =	0,149	m	Coeficiente β = 1,7			ε <sub>sm</sub> = 0,90 ‰		
I <sub>h</sub> =	0,0023	m <sup>4</sup>	Separación media de fisuras			Abertura de fisura		
M <sub>fis</sub> =	40,2	KN*m	K <sub>1</sub> =	0,125		w <sub>k</sub> = 0,291 mm		
M <sub>3</sub> > M <sub>fis</sub>			A <sub>c,ef</sub> =	750	cm <sup>2</sup>	w <sub>max</sub> = 0,30 mm		
Análisis en sección fisurada			s <sub>m</sub> =	189,7	mm	Fisuración controlada		

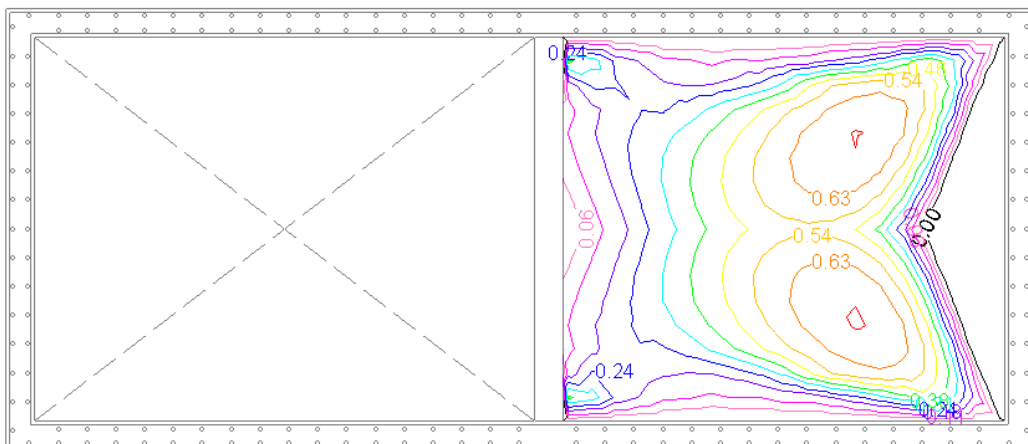
Armado horizontal

Esfuerzos de diseño			Esfuerzos en servicio			Geometría de la sección		
M <sub>d</sub>	60,3	KN*m	M <sub>s</sub>	44,7	KN*m	Ancho b	1,00	m
N <sub>d</sub>	0,0	KN	N <sub>s</sub>	0,0	KN	Canto h	0,30	m
Clase de exposición						r <sub>min</sub> =	30	mm
Ambiente	IIa		Calidad mínima		HA 25	Δr =	5	mm
Datos de los materiales						Difícil de hormigonar		
Hormigón			<div>f<sub>ck</sub> = 25 N/mm<sup>2</sup></div> <div>f<sub>cd</sub> = 16,67 N/mm<sup>2</sup></div> <div>f<sub>ct,m</sub> = 2,56 N/mm<sup>2</sup></div> <div>E<sub>c</sub> = 29.240 N/mm<sup>2</sup></div>			SI		
Calidad	HA 25					r <sub>nom min</sub> =	35	mm
γ <sub>c</sub>	1,50					r <sub>nom trac</sub> =	45	mm
T <sub>max árido</sub> =	20	mm				r <sub>nom comp</sub> =	45	mm
Acero						A <sub>b</sub> =	0,30	m <sup>2</sup>
Calidad	B 500 S		f <sub>yk</sub> =	500	N/mm <sup>2</sup>	d =	0,249	m
γ <sub>s</sub>	1,15		f <sub>yd</sub> =	434,78	N/mm <sup>2</sup>	d' =	0,198	m
E <sub>s</sub>	200.000 N/mm <sup>2</sup>		f <sub>ya,d</sub> =	400,00	N/mm <sup>2</sup>	I <sub>b</sub> =	0,0023	m <sup>4</sup>
			ε <sub>yd</sub> =	2,17	‰	W <sub>b</sub> =	0,015	m <sup>3</sup>
Dimensionamiento (E.L.U.)								
M <sub>1</sub> =	60,3	KN*m	Cuantía geométrica mínima			Cuantía mecánica mínima		
N <sub>1</sub> =	0,0	KN	A <sub>s</sub> +A' <sub>s</sub> = 5,40 cm <sup>2</sup>			A <sub>s</sub> = 5,16 cm <sup>2</sup>		
x <sub>lim</sub> =	0,154	m	Armadura de compresión			Armadura de tracción		
M <sub>lim</sub> =	327	KN*m	ε' <sub>s</sub> = 0,00 ‰			ε <sub>s</sub> = 35,83 ‰		
e =	0,000	m	A' <sub>s</sub> = 0,00 cm <sup>2</sup>			A <sub>s</sub> = 5,78 cm <sup>2</sup>		
ΔM <sub>d</sub> =	0,0	KN*m	Armadura de compresión realmente dispuesta			Armadura de tracción realmente dispuesta		
x =	0,022	m	φ 12 a 0,15 m			φ 12 a 0,15 m		
y =	0,018	m	A <sub>s comp rd</sub> = 7,54 cm <sup>2</sup>			A <sub>s trac rd</sub> = 7,54 cm <sup>2</sup>		
z =	0,240	m						
Comprobación (E.L.S.) a fisuración por compresión								
M <sub>2</sub> =	44,7	KN*m	σ <sub>c max</sub> = 15.000 KN/m <sup>2</sup>			σ <sub>c1</sub> < σ <sub>c max</sub>		
N <sub>2</sub> =	0,0	KN	σ <sub>c1</sub> = 2.978 KN/m <sup>2</sup>			No fisuras por compresión		
Comprobación (E.L.S.) a fisuración por tracción								
M <sub>3</sub> =	44,7	KN*m	Sección fisurada			Alargamiento medio de las armaduras		
N <sub>3</sub> =	0,0	KN	x' <sub>f</sub> = 0,040 m			σ <sub>sr</sub> = 231.121 KN/m <sup>2</sup>		
Sección homogénea			I <sub>f</sub> = 0,0002 m <sup>4</sup>					
Relación n=E <sub>s</sub> /E <sub>c</sub>		6,84	Cálculo abertura de fisura			σ <sub>s</sub> = 258.397 KN/m <sup>2</sup>		
A <sub>h</sub> =	0,31	m <sup>2</sup>	w <sub>k</sub> = β x s <sub>m</sub> x ε <sub>sm</sub>			K <sub>2</sub> = 0,5		
x <sub>Gh</sub> =	0,150	m	Coeficiente β			ε <sub>sm</sub> = 0,78 ‰		
I <sub>h</sub> =	0,0023	m <sup>4</sup>	Separación media de fisuras			Abertura de fisura		
M <sub>fis</sub> =	40,0	KN*m	K <sub>1</sub> =	0,125		w <sub>k</sub> =	0,237	mm
M <sub>3</sub> > M <sub>fis</sub>			A <sub>c,ef</sub> =	750	cm <sup>2</sup>	w <sub>max</sub> =	0,30	mm
Análisis en sección fisurada			s <sub>m</sub> =	179,7	mm	Fisuración controlada		

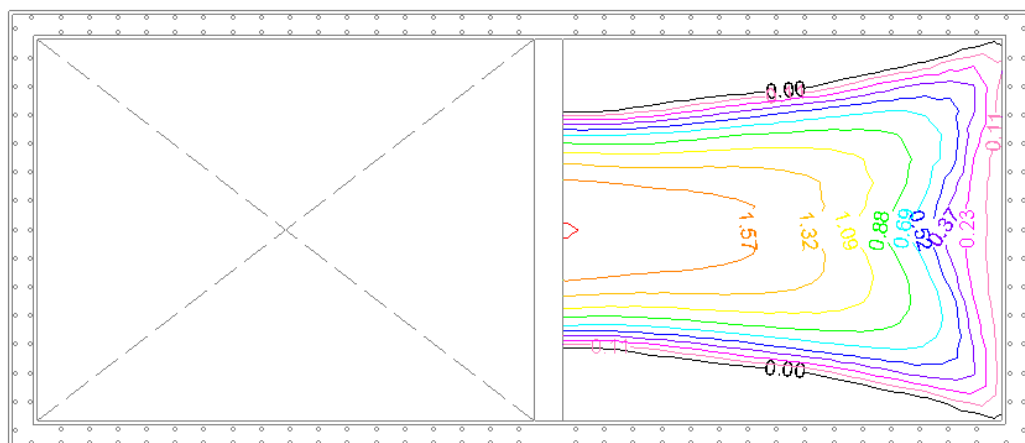
### LOSA CUBIERTA

#### Esfuerzos de dimensionamiento

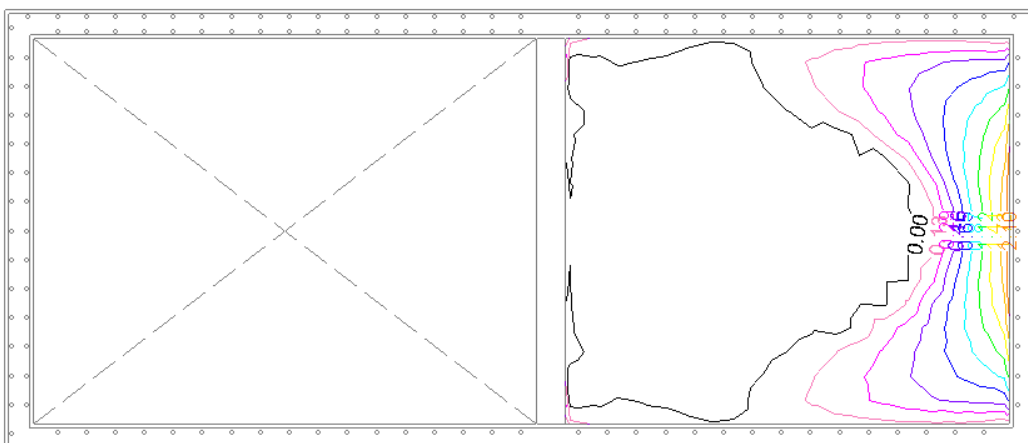
Mx inferior (Tn·m/m)



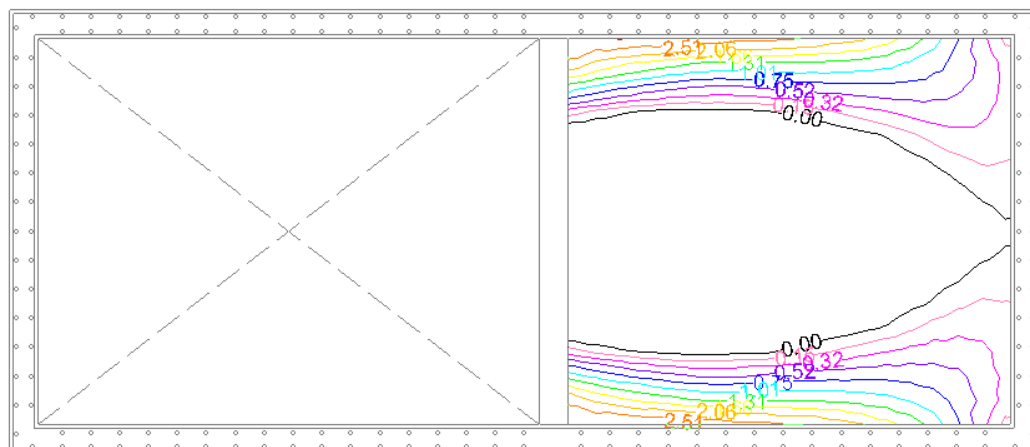
My inferior (Tn·m/m)



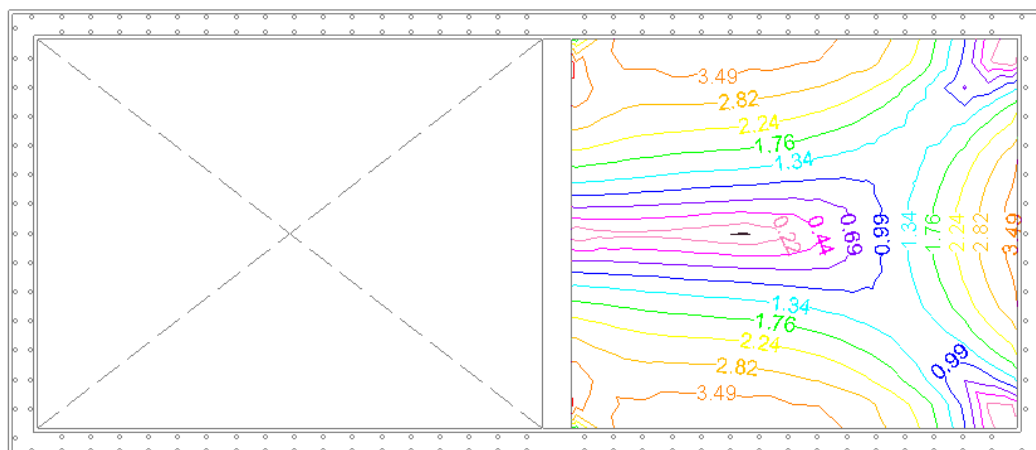
Mx superior (Tn·m/m)



My superior (Tn·m/m)

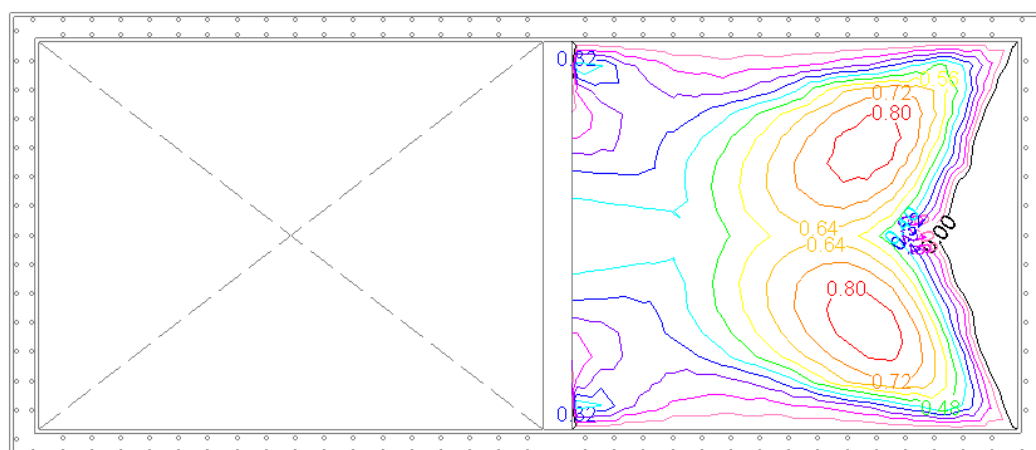


Cortante (Tn/m)

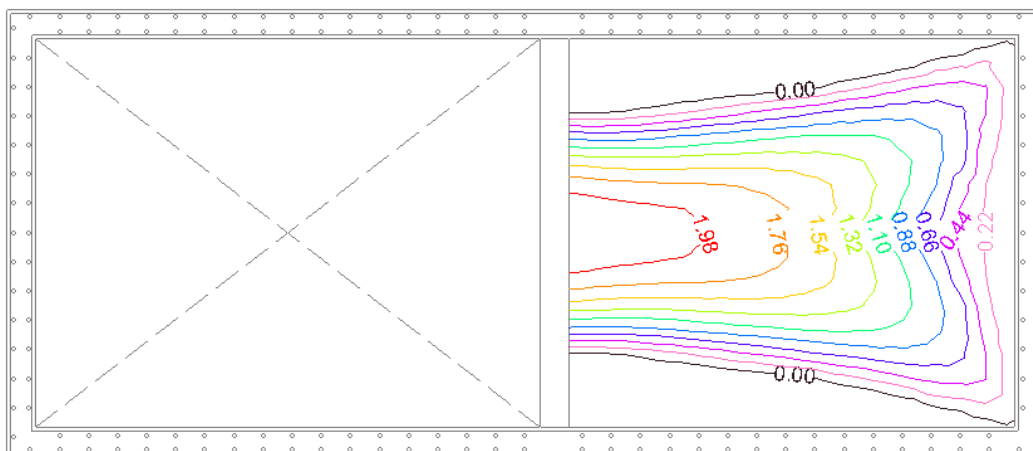


### Cuantías de armadura

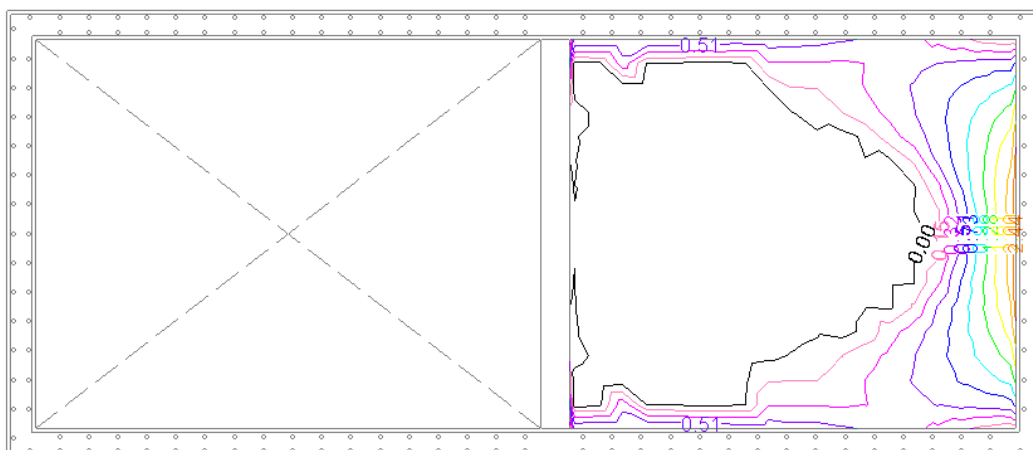
Inferior dirección X (cm<sup>2</sup>/m)



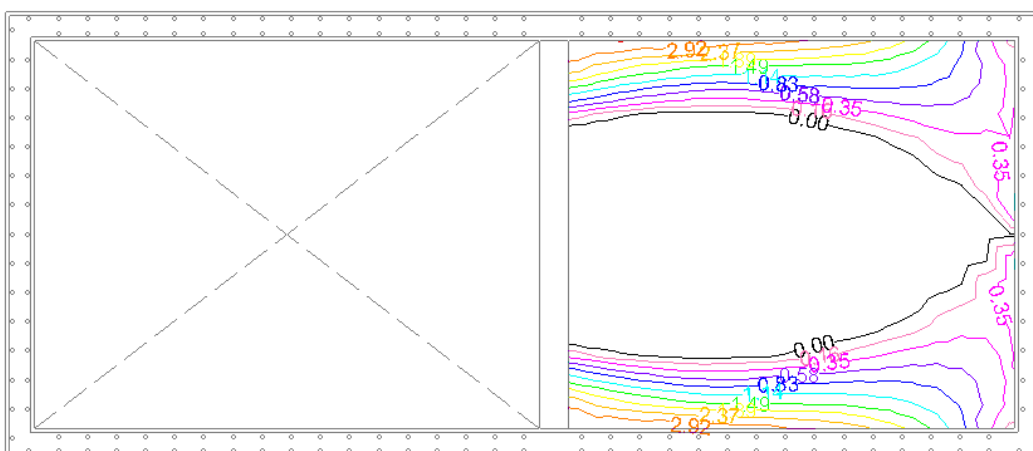
Inferior dirección Y ( $\text{cm}^2/\text{m}$ )



Superior dirección X ( $\text{cm}^2/\text{m}$ )



Superior dirección Y ( $\text{cm}^2/\text{m}$ )



## 6.2. ARQUETA (VENTILACIÓN E.B.A.)

P.C. Línea 5 del FMB. Tramo: Estación Hospital

### Armadura dispuesta

	Armadura base
Longitudinal inferior	5 $\phi$ 12 p.m.l
Longitudinal superior	5 $\phi$ 12 p.m.l
Transversal inferior	5 $\phi$ 12 p.m.l
Transversal superior	5 $\phi$ 12 p.m.l

### Comprobación a fisuración

Cara inferior

Esfuerzos de diseño			Esfuerzos en servicio			Geometría de la sección		
M <sub>d</sub>	18,8	KN*m	M <sub>s</sub>	13,9	KN*m	Ancho b	1,00	m
N <sub>d</sub>	0,0	KN	N <sub>s</sub>	0,0	KN	Canto h	0,25	m
Clase de exposición						r <sub>min</sub> =	30	mm
Ambiente	Ila		Calidad mínima	HA 25		Δr =	5	mm
Datos de los materiales						Difícil de hormigonar SI		
Hormigón			f <sub>ck</sub> =	25	N/mm <sup>2</sup>	r <sub>nom min</sub> =	35	mm
Calidad	HA 25		f <sub>cd</sub> =	16,67	N/mm <sup>2</sup>	r <sub>nom trac</sub> =	45	mm
γ <sub>c</sub>	1,50		f <sub>ct,m</sub> =	2,56	N/mm <sup>2</sup>	r <sub>nom comp</sub> =	45	mm
T <sub>max árido</sub> =	20	mm	E <sub>c</sub> =	29.240	N/mm <sup>2</sup>	A <sub>b</sub> =	0,25	m <sup>2</sup>
Acero			f <sub>yk</sub> =	500	N/mm <sup>2</sup>	d =	0,199	m
Calidad	B 500 S		f <sub>yd</sub> =	434,78	N/mm <sup>2</sup>	d' =	0,148	m
γ <sub>s</sub>	1,15		f <sub>yα,d</sub> =	400,00	N/mm <sup>2</sup>	I <sub>b</sub> =	0,0013	m <sup>4</sup>
E <sub>s</sub>	200.000	N/mm <sup>2</sup>	ε <sub>yd</sub> =	2,17	‰	W <sub>b</sub> =	0,010	m <sup>3</sup>
Dimensionamiento (E.L.U.)								
M <sub>l</sub> =	18,8	KN*m	Cuantía geométrica mínima			Cuantía mecánica mínima		
N <sub>l</sub> =	0,0	KN	A <sub>s</sub> +A' <sub>s</sub> =	4,50	cm <sup>2</sup>	A <sub>s</sub> =	4,62	cm <sup>2</sup>
x <sub>lim</sub> =	0,123	m	Armadura de compresión			Armadura de tracción		
M <sub>lim</sub> =	209	KN*m	ε' <sub>s</sub> =	0,00	‰	ε <sub>s</sub> =	78,63	‰
e =	0,000	m	A' <sub>s</sub> =	0,00	cm <sup>2</sup>	A <sub>s</sub> =	2,21	cm <sup>2</sup>
ΔM <sub>d</sub> =	0,0	KN*m	Armadura de compresión			Armadura de tracción		
x =	0,008	m	realmente dispuesta			realmente dispuesta		
y =	0,007	m	φ 12 a 0,20 m			φ 12 a 0,20 m		
z =	0,196	m	A <sub>s comp rd</sub> =	5,65	cm <sup>2</sup>	A <sub>s trac rd</sub> =	5,65	cm <sup>2</sup>
Comprobación (E.L.S.) a fisuración por compresión								
M <sub>2</sub> =	13,9	KN*m	σ <sub>c max</sub> =	15.000	KN/m <sup>2</sup>	σ <sub>c1</sub> < σ <sub>c max</sub>		
N <sub>2</sub> =	0,0	KN	σ <sub>c1</sub> =	1.337	KN/m <sup>2</sup>	No fisuras por compresión		
Comprobación (E.L.S.) a fisuración por tracción								
M <sub>3</sub> =	13,9	KN*m	Sección fisurada			Alargamiento medio de las armaduras		
N <sub>3</sub> =	0,0	KN	x' <sub>f</sub> =	No nec	m	σ <sub>sr</sub> = No nec KN/m <sup>2</sup>		
Sección homogénea			I <sub>f</sub> =	No nec	m <sup>4</sup>	σ <sub>s</sub> = No nec KN/m <sup>2</sup>		
Relación n=E <sub>s</sub> /E <sub>c</sub>		6,84	Cálculo abertura de fisura			K <sub>2</sub> =	0,5	
A <sub>h</sub> =	0,26	m <sup>2</sup>	w <sub>k</sub> = β x S <sub>m</sub> x ε <sub>sm</sub>			ε <sub>sm</sub> =	No nec	‰
x <sub>Gh</sub> =	0,125	m	Coeficiente β	1,7		Abertura de fisura		
I <sub>h</sub> =	0,0013	m <sup>4</sup>	Separación media de fisuras			w <sub>k</sub> =	No nec	mm
M <sub>fis</sub> =	27,5	KN*m	K <sub>1</sub> =	No nec		w <sub>max</sub> =	No nec	mm
M <sub>3</sub> < M <sub>fis</sub>			A <sub>c,ef</sub> =	No nec	cm <sup>2</sup>	No hay fisuración		
No necesario el análisis			s <sub>m</sub> =	No nec	mm			

## 6.2. ARQUETA (VENTILACIÓN E.B.A.)

P.C. Línea 5 del FMB. Tramo: Estación Hospital

Cara superior

Esfuerzos de diseño			Esfuerzos en servicio			Geometría de la sección		
M <sub>d</sub>	30,7	KN*m	M <sub>s</sub>	22,7	KN*m	Ancho b	1,00	m
N <sub>d</sub>	0,0	KN	N <sub>s</sub>	0,0	KN	Canto h	0,25	m
Clase de exposición						r <sub>min</sub> =	30	mm
Ambiente	IIa		Calidad mínima		HA 25	Δr =	5	mm
Datos de los materiales						Difícil de hormigonar SI		
Hormigón			f <sub>ck</sub> =	25	N/mm <sup>2</sup>	r <sub>nom min</sub> =	35	mm
Calidad	HA 25		f <sub>cd</sub> =	16,67	N/mm <sup>2</sup>	r <sub>nom trac</sub> =	45	mm
γ <sub>c</sub>	1,50		f <sub>ct,m</sub> =	2,56	N/mm <sup>2</sup>	r <sub>nom comp</sub> =	45	mm
T <sub>max árido</sub> =	20	mm	E <sub>c</sub> =	29.240	N/mm <sup>2</sup>	A <sub>b</sub> =	0,25	m <sup>2</sup>
Acero			f <sub>yk</sub> =	500	N/mm <sup>2</sup>	d =	0,199	m
Calidad	B 500 S		f <sub>yd</sub> =	434,78	N/mm <sup>2</sup>	d' =	0,148	m
γ <sub>s</sub>	1,15		f <sub>ya,d</sub> =	400,00	N/mm <sup>2</sup>	I <sub>b</sub> =	0,0013	m <sup>4</sup>
E <sub>s</sub>	200.000	N/mm <sup>2</sup>	ε <sub>yd</sub> =	2,17	‰	W <sub>b</sub> =	0,010	m <sup>3</sup>
Dimensionamiento (E.L.U.)								
M <sub>1</sub> =	30,7	KN*m	Cuantía geométrica mínima			Cuantía mecánica mínima		
N <sub>1</sub> =	0,0	KN	A <sub>s</sub> +A' <sub>s</sub> =	4,50	cm <sup>2</sup>	A <sub>s</sub> =	4,62	cm <sup>2</sup>
x <sub>lim</sub> =	0,123	m	Armadura de compresión			Armadura de tracción		
M <sub>lim</sub> =	209	KN*m	ε' <sub>s</sub> =	0,00	‰	ε <sub>s</sub> =	46,23	‰
e =	0,000	m	A' <sub>s</sub> =	0,00	cm <sup>2</sup>	A <sub>s</sub> =	3,65	cm <sup>2</sup>
ΔM <sub>d</sub> =	0,0	KN*m	Armadura de compresión realmente dispuesta			Armadura de tracción realmente dispuesta		
x =	0,014	m	φ 12 a 0,20 m			φ 12 a 0,20 m		
y =	0,011	m	A <sub>s comp rd</sub> =			A <sub>s trac rd</sub> =		
z =	0,193	m	5,65			5,65		
Comprobación (E.L.S.) a fisuración por compresión								
M <sub>2</sub> =	22,7	KN*m	σ <sub>c max</sub> =	15.000	KN/m <sup>2</sup>	σ <sub>c1</sub> < σ <sub>c max</sub>		
N <sub>2</sub> =	0,0	KN	σ <sub>c1</sub> =	2.183	KN/m <sup>2</sup>	No fisuras por compresión		
Comprobación (E.L.S.) a fisuración por tracción								
M <sub>3</sub> =	22,7	KN*m	Sección fisurada			Alargamiento medio de las armaduras		
N <sub>3</sub> =	0,0	KN	x' <sub>f</sub> =	No nec	m	σ <sub>sr</sub> = No nec KN/m <sup>2</sup>		
Sección homogénea			I <sub>f</sub> =	No nec	m <sup>4</sup>	σ <sub>s</sub> = No nec KN/m <sup>2</sup>		
Relación n=E <sub>s</sub> /E <sub>c</sub>		6,84	Cálculo abertura de fisura			K <sub>2</sub> =	0,5	
A <sub>h</sub> =	0,26	m <sup>2</sup>	w <sub>k</sub> =	β x s <sub>m</sub> x ε <sub>sm</sub>		ε <sub>sm</sub> =	No nec	‰
x <sub>Gh</sub> =	0,125	m	Coeficiente β		1,7	Abertura de fisura		
I <sub>h</sub> =	0,0013	m <sup>4</sup>	Separación media de fisuras			w <sub>k</sub> =	No nec	mm
M <sub>fis</sub> =	27,5	KN*m	K <sub>1</sub> =	No nec		w <sub>max</sub> =	No nec	mm
M <sub>3</sub> < M <sub>fis</sub>			A <sub>c,ef</sub> =	No nec	cm <sup>2</sup>	No hay fisuración		
No necesario el análisis			s <sub>m</sub> =	No nec	mm			





Trabajo: **P.C. Línea 5 del FMB. Tramo: Estación Hospital**Código trabajo: **p01700**Cálculo: **7.- Pantalla Usansolo**

	<b>página</b>
<b>7.1.- Zona anclada</b>	<b>7001</b>
7.1.1.- Norma y materiales	7002
7.1.2.- Acciones	7002
7.1.3.- Datos generales	7002
7.1.4.- Descripción del terreno	7002
7.1.5.- Sección vertical del terreno	7003
7.1.6.- Geometría	7003
7.1.7.- Esquema de las fases	7003
7.1.8.- Cargas	7004
7.1.9.- Elementos de apoyo	7005
7.1.10.- Resultados de las fases	7005
7.1.11.- Resultados para los elementos de apoyo	7006
7.1.12.- Descripción del armado	7007
7.1.13.- Comprobaciones geométricas y de resistencia	7007
7.1.14.- Comprobaciones de estabilidad	7008
7.1.15.- Viga de reparto de anclajes	7008
<b>7.2.- Zona en voladizo</b>	<b>7013</b>
7.2.1.- Norma y materiales	7014
7.2.2.- Acciones	7014
7.2.3.- Datos generales	7014
7.2.4.- Descripción del terreno	7014
7.2.5.- Sección vertical del terreno	7015
7.2.6.- Geometría	7015
7.2.7.- Esquema de las fases	7015
7.2.8.- Cargas	7016
7.2.9.- Resultados de las fases	7016
7.2.10.- Descripción del armado	7016
7.2.11.- Comprobaciones geométricas y de resistencia	7016
7.2.12.- Comprobaciones de estabilidad	7018

**7000**

**ÍNDICE**

<b>7.1.1.- NORMA Y MATERIALES</b>	7002
<b>7.1.2.- ACCIONES</b>	7002
<b>7.1.3.- DATOS GENERALES</b>	7002
<b>7.1.4.- DESCRIPCIÓN DEL TERRENO</b>	7002
<b>7.1.5.- SECCIÓN VERTICAL DEL TERRENO</b>	7003
<b>7.1.6.- GEOMETRÍA</b>	7003
<b>7.1.7.- ESQUEMA DE LAS FASES</b>	7003
<b>7.1.8.- CARGAS</b>	7004
<b>7.1.9.- ELEMENTOS DE APOYO</b>	7005
<b>7.1.10.- RESULTADOS DE LAS FASES</b>	7005
<b>7.1.11.- RESULTADOS PARA LOS ELEMENTOS DE APOYO</b>	7006
<b>7.1.12.- DESCRIPCIÓN DEL ARMADO</b>	7007
<b>7.1.13.- COMPROBACIONES GEOMÉTRICAS Y DE RESISTENCIA</b>	7007
<b>7.1.14.- COMPROBACIONES DE ESTABILIDAD (COEFICIENTES DE SEGURIDAD)</b>	7008
<b>7.1.15.- VIGA DE REPARTO DE ANCLAJES</b>	7008



**7.1.1.- NORMA Y MATERIALES**

Instrucción de hormigón estructural (EHE-08)

Instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carretera (IAP-11)

Guía de cimentaciones en obras de carreteras

Guía para el diseño y la ejecución de anclajes al terreno en obras de carretera

Hormigón:

Pilotes HA-30/F/20/IIa;  $Y_c=1.5$ ; Recubrimiento geométrico: 7.0 cm

Vigas HA-30/B/20/IIa;  $Y_c=1.5$ ; Recubrimiento geométrico: 3.5 cm

Acero: B 500 S,  $Y_s=1.15$ 
**7.1.2.- ACCIONES**

Mayoración esfuerzos en construcción: 1.50

Mayoración esfuerzos en servicio: 1.50

Sin análisis sísmico

Sin considerar acciones térmicas en puntales

**7.1.3.- DATOS GENERALES**

Cota de la rasante: 0.00 m

Altura del muro sobre la rasante: 0.00 m

Tipología: Pantalla de pilotes de hormigón

**7.1.4.- DESCRIPCIÓN DEL TERRENO**

Porcentaje del rozamiento interno entre el terreno y el trasdós del muro pantalla: 0.0 %

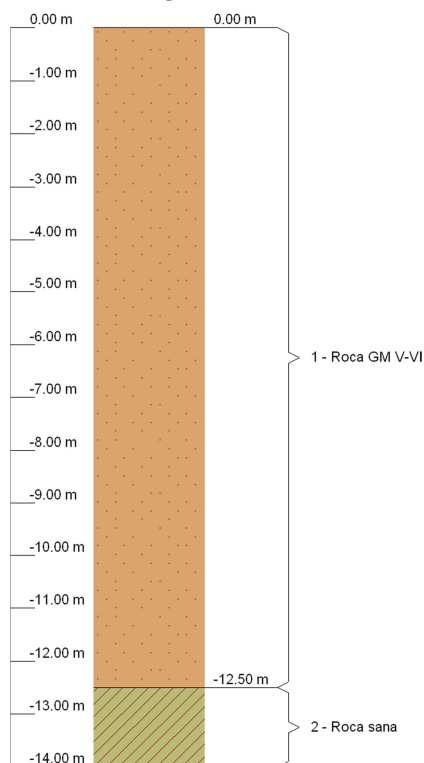
Porcentaje del rozamiento interno entre el terreno y el intradós del muro pantalla: 0.0 %

Cota de roca sana: 49.5 m (a -12.5 m de profundidad respecto a la coronación de la pantalla)

**ESTRATOS**

Referencias	Cota superior	Descripción	Coeficientes de empuje
1 - Roca GM V-VI	0.00 m	Densidad aparente: 2.1 kg/dm <sup>3</sup> Densidad sumergida: 1.0 kg/dm <sup>3</sup> Ángulo rozamiento interno: 22 grados Cohesión: 2.00 t/m <sup>2</sup> Módulo de deformación $E_o$ : 5000.0 t/m <sup>2</sup> Módulo de balasto $K_h=0,75 \times E_o/D$ : 5769.0 t/m <sup>3</sup>	Activo trasdós: 0.45 Reposo trasdós: 0.63 Pasivo trasdós: 2.20 Activo intradós: 0.45 Reposo intradós: 0.63 Pasivo intradós: 2.20
2 - Roca sana	-12.50 m	Densidad aparente: 2.6 kg/dm <sup>3</sup> Densidad sumergida: 1.0 kg/dm <sup>3</sup> Ángulo rozamiento interno: 45 grados Cohesión: 50.00 t/m <sup>2</sup> Módulo de balasto: 100000.0 t/m <sup>3</sup>	Activo trasdós: 0.17 Reposo trasdós: 0.29 Pasivo trasdós: 5.83 Activo intradós: 0.17 Reposo intradós: 0.29 Pasivo intradós: 5.83

### 7.1.5.- SECCIÓN VERTICAL DEL TERRENO



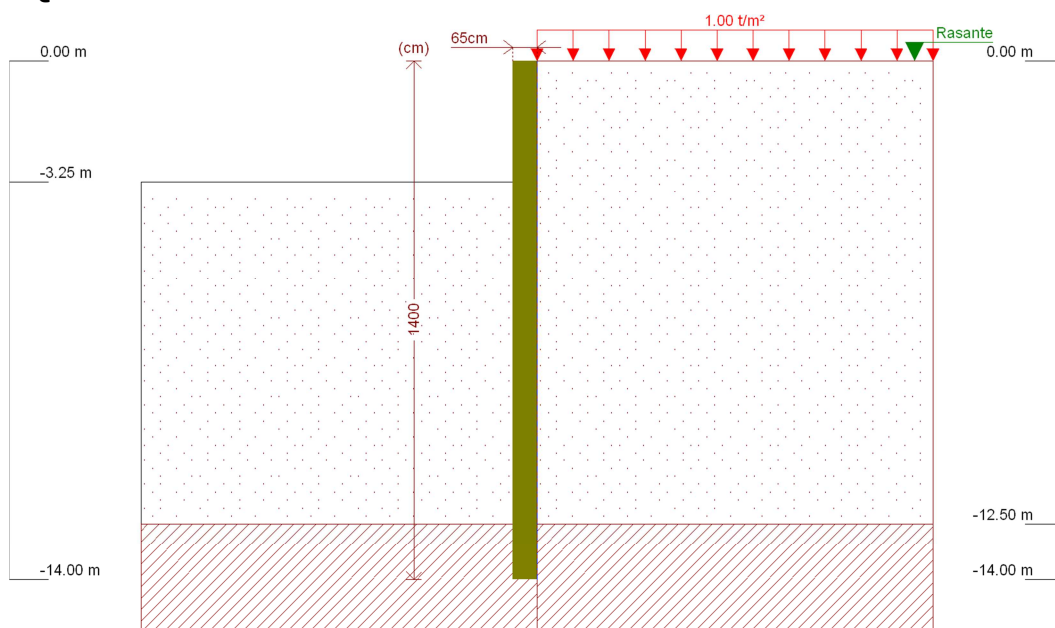
### 7.1.6.- GEOMETRÍA

Altura total: 14.00 m

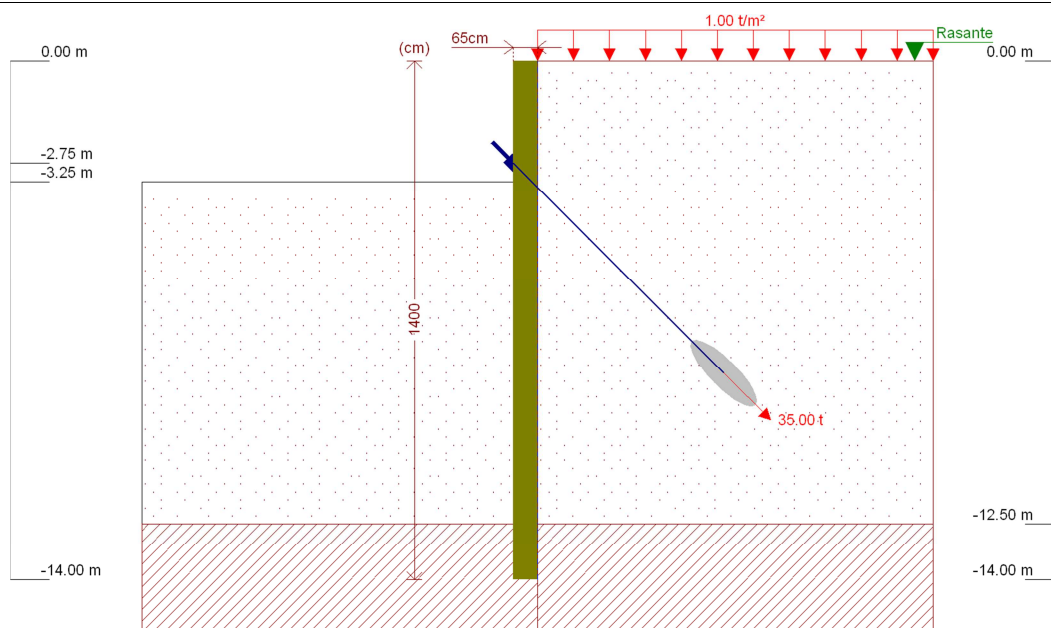
Diámetro D: 65 cm

Separación entre ejes: 1.00 m

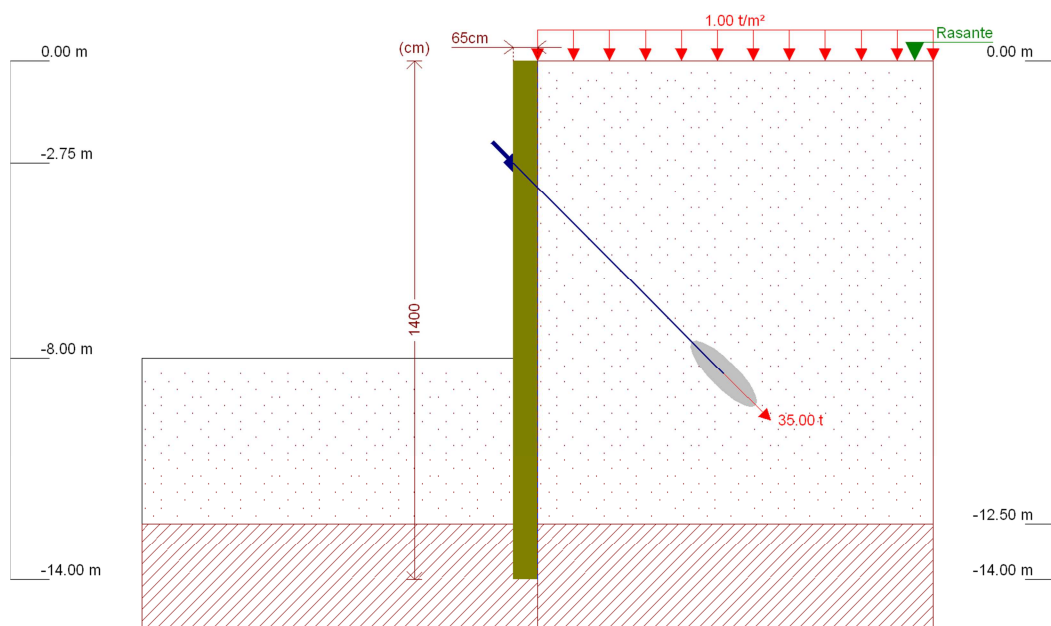
### 7.1.7.- ESQUEMA DE LAS FASES



Referencias	Nombre	Descripción
Fase 1	Excavación hasta cota 1er nivel de anclajes	Tipo de fase: Constructiva Cota de excavación: -3.25 m



Referencias	Nombre	Descripción
Fase 2	Ejecución 1er nivel de anclajes	Tipo de fase: Constructiva Cota de excavación: -3.25 m



Referencias	Nombre	Descripción
Fase 3	Excavación hasta cota de fondo	Tipo de fase: Servicio Cota de excavación: -8.00 m

### 7.1.8.- CARGAS

#### CARGAS EN EL TRASDÓS

Tipo	Cota	Datos	Fase inicial	Fase final
Uniforme	En superficie	Valor: 1 t/m²	Excavación hasta cota 1er nivel de anclajes	Excavación hasta cota de fondo

**7.1.9.- ELEMENTOS DE APOYO**
**ANCLAJES ACTIVOS**

Descripción	Fase inicial	Fase final
Cota: -2.75 m Rigidez axil: 585 t/m Carga: 35.00 t Ángulo: 45 grados Separación: 4.00 m	Ejecución 1er nivel de anclajes	Excavación hasta cota de fondo

**7.1.10.- RESULTADOS DE LAS FASES**

Esfuerzos sin mayorar.

**FASE 1: EXCAVACIÓN HASTA COTA 1ER NIVEL DE ANCLAJES  
BÁSICA**

Cota (m)	Desplazamientos (mm)	Ley de axiles (t/m)	Ley de cortantes (t/m)	Ley de momento flector (t·m/m)	Ley de empujes (t/m <sup>2</sup> )
0.00	-0.83	0.00	0.00	-0.00	0.00
-1.25	-0.72	1.04	-0.00	0.00	0.00
-2.50	-0.62	2.07	-0.00	0.00	0.34
-3.75	-0.52	3.11	0.69	0.67	-1.05
-5.00	-0.45	4.15	-0.17	0.78	-0.28
-6.25	-0.43	5.18	-0.35	0.40	-0.04
-7.50	-0.43	6.22	-0.41	-0.08	-0.08
-8.75	-0.43	7.26	-0.52	-0.68	-0.06
-10.00	-0.39	8.30	-0.41	-1.30	0.45
-11.25	-0.26	9.33	0.75	-1.11	1.86
-12.50	-0.08	10.37	4.11	2.09	-13.79
-13.75	0.01	11.41	-1.96	0.21	4.44
Máximos	0.02	11.61	4.11	2.26	6.82
	Cota: -14.00 m	Cota: -14.00 m	Cota: -12.50 m	Cota: -12.75 m	Cota: -14.00 m
Mínimos	-0.83	0.00	-2.49	-1.41	-13.79
	Cota: 0.00 m	Cota: 0.00 m	Cota: -13.50 m	Cota: -10.50 m	Cota: -12.50 m

**FASE 2: EJECUCIÓN 1ER NIVEL DE ANCLAJES  
BÁSICA**

Cota (m)	Desplazamientos (mm)	Ley de axiles (t/m)	Ley de cortantes (t/m)	Ley de momento flector (t·m/m)	Ley de empujes (t/m <sup>2</sup> )
0.00	-0.76	0.00	0.05	0.00	0.42
-1.25	-0.55	1.04	0.76	0.47	0.99
-2.50	-0.38	2.07	2.22	2.47	1.70
-3.75	-0.35	9.30	-1.41	1.02	0.89
-5.00	-0.38	10.34	-0.48	0.00	0.49
-6.25	-0.42	11.37	-0.09	-0.25	0.07
-7.50	-0.44	12.41	-0.15	-0.37	-0.18
-8.75	-0.44	13.45	-0.39	-0.74	-0.15
-10.00	-0.39	14.48	-0.38	-1.28	0.40
-11.25	-0.26	15.52	0.75	-1.07	1.84
-12.50	-0.08	16.56	4.10	2.11	-13.79
-13.75	0.01	17.59	-1.97	0.21	4.46
Máximos	0.02	17.80	4.10	3.13	6.84
	Cota: -14.00 m	Cota: -14.00 m	Cota: -12.50 m	Cota: -2.75 m	Cota: -14.00 m
Mínimos	-0.76	0.00	-3.00	-1.38	-13.79
	Cota: 0.00 m	Cota: 0.00 m	Cota: -3.00 m	Cota: -10.50 m	Cota: -12.50 m

### FASE 3: EXCAVACIÓN HASTA COTA DE FONDO BÁSICA

Cota (m)	Desplazamientos (mm)	Ley de axiles (t/m)	Ley de cortantes (t/m)	Ley de momento flector (t-m/m)	Ley de empujes (t/m²)
0.00	-2.81	0.00	0.00	-0.00	0.00
-1.25	-3.72	1.04	-0.00	0.00	0.00
-2.50	-4.62	2.07	0.00	0.00	0.15
-3.75	-5.50	9.62	-5.73	-6.08	1.34
-5.00	-6.02	10.66	-3.46	-11.69	2.53
-6.25	-5.83	11.70	0.30	-13.34	3.73
-7.50	-4.84	12.73	5.56	-9.17	4.92
-8.75	-3.31	13.77	8.48	1.30	-3.28
-10.00	-1.84	14.81	2.10	7.68	-5.95
-11.25	-0.82	15.84	-2.08	6.33	1.63
-12.50	-0.20	16.88	3.96	7.31	-22.61
-13.75	0.04	17.92	-5.34	0.51	13.14
Máximos	0.07	18.13	9.43	7.84	16.43
	Cota: -14.00 m	Cota: -14.00 m	Cota: -8.25 m	Cota: -10.25 m	Cota: -14.00 m
Mínimos	-6.04	0.00	-7.42	-13.42	-22.61
	Cota: -5.25 m	Cota: 0.00 m	Cota: -13.25 m	Cota: -6.00 m	Cota: -12.50 m

### 7.1.11.- RESULTADOS PARA LOS ELEMENTOS DE APOYO

Esfuerzos sin mayorar.

#### ANCLAJES ACTIVOS

Cota: -2.75 m	
Fase	Resultado
Ejecución 1er nivel de anclajes	Carga puntual (En la dirección del anclaje): 35.00 t Carga lineal (En la dirección del anclaje): 8.75 t/m Carga puntual (En proyección horizontal): 24.75 t Carga lineal (En proyección horizontal): 6.19 t/m
Excavación hasta cota de fondo	Carga puntual (En la dirección del anclaje): 36.84 t Carga lineal (En la dirección del anclaje): 9.21 t/m Carga puntual (En proyección horizontal): 26.05 t Carga lineal (En proyección horizontal): 6.51 t/m

#### Pantalla Usansolo - Línea 5 (Galdakao-Hospital)

(Según la Guía para el Diseño y la Ejecución de Anclajes al terreno en Obras de Carreteras del MF)

Características de los Anclajes			
Duración de los anclajes	Permanente		
Coefficiente mayoración de acciones $F_1$	1,50		
Tipo de cable	0,6"		
Sección nominal $S_N$ (mm <sup>2</sup> )	140,00		
Diámetro nominal $D_N$ (mm)	15,20		
Carga de rotura (Mp)	26,60		
Límite elástico del acero $f_{yk}$ (Kp/cm <sup>2</sup> )	17.000		
Coefficiente de seguridad para $f_{yk}$	1,15		
Límite de rotura del acero $f_{pk}$ (Kp/cm <sup>2</sup> )	19.000		
Coefficiente de seguridad para $f_{pk}$	1,30		
Módulo Elasticidad del acero (Kp/cm <sup>2</sup> )	1.950.000		
Adherencia Lím bulbo-terreno (Kp/cm <sup>2</sup> )	5,00		
Coef seguridad arrancamiento bulbo $F_3$	1,65		

Comprobación de Anclajes		Longitud del Bulbo	
$P_{adm} \leq \begin{cases} \frac{A_T \times f_{yk}}{\gamma_{fyk}} \\ \frac{A_T \times f_{pk}}{\gamma_{fpk}} \end{cases}$ $P_{Nd} = P_N \times F_1$ $P_{Nd} \leq P_{adm}$		$\alpha_{adm} = \frac{\alpha_{lim}}{F_3}$ $L_{bulbo} \geq \frac{P_{Nd}}{\pi \times \phi_N \times \alpha_{adm}}$	
Leyenda: $P_{adm}$ : Carga admisible del anclaje.			
$P_N$ : Carga nominal.			
$P_{Nd}$ : Carga nominal mayorada.			

Pantalla Usansolo															
Nivel	Cota (m)	Nº Cables	Área $A_T$ (cm <sup>2</sup> )	$P_{adm}$ (Mp)	Separación Anclajes (m)	Inclinación $\alpha$ (°)	$\phi_N$ bulbo (mm)	Longitud (m)			Rigidez (Mp/m)	$P_{tesado}$ (Mp)	$P_N$ (Mp)	$P_{Nd}$ (Mp)	Situación Anclaje
								L libre	L bulbo mín	L bulbo					
1	-2,75	3,0	4,20	61,4	4,0	45	133	14,0	4,4	4,5	585	35,0	36,8	55,3	Correcto

**7.1.12.- DESCRIPCIÓN DEL ARMADO**

Armado vertical	Armado horizontal
12Ø20	Ø10c/20

**7.1.13.- COMPROBACIONES GEOMÉTRICAS Y DE RESISTENCIA**

Referencia: Muro Usansolo (PC Línea 5 FMB (Galdakao-Hospital))		
Comprobación	Valores	Estado
Recubrimiento: <i>Norma EHE-08. Artículo 37.2.4.1</i>	Mínimo: 7 cm Calculado: 7 cm	Cumple
Separación libre mínima armaduras horizontales: <i>Norma EHE-08. Artículo 69.4.1</i>	Mínimo: 2.5 cm Calculado: 19 cm	Cumple
Separación máxima armaduras horizontales: <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.1</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 20 cm	Cumple
Diámetro mínimo armaduras horizontales: <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.1</i>	Mínimo: 0.4 cm Calculado: 1 cm	Cumple
Cuantía mínima geométrica vertical: <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.5</i>	Mínimo: 0.004 Calculado: 0.01136	Cumple
Cuantía mínima mecánica vertical: <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.2 (Flexión simple o compuesta)</i>	Mínimo: 0.00165 Calculado: 0.01136	Cumple
Separación libre mínima armaduras verticales: <i>Código Técnico de la Edificación DB-SE-C, Cimientos. Artículo 5.4.1.1.1. c)</i>	Mínimo: 8 cm Calculado: 10.1 cm	Cumple
Separación máxima entre barras: - Armadura vertical: <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.1</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 12.1 cm	Cumple
Comprobación a flexión compuesta: <i>Comprobación realizada por módulo de pantalla</i>		Cumple
Comprobación a cortante: <i>Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.2.2</i>	Máximo: 22.47 t Calculado: 14.14 t	Cumple
Comprobación de fisuración: <i>Norma EHE-08. Artículo 49.2.3</i>	Máximo: 0.3 mm Calculado: 0.265 mm	Cumple
Longitud de solapes: <i>Norma EHE-08. Artículo 69.5.2</i>	Mínimo: 1.04 m Calculado: 1.05 m	Cumple
Tamaño máximo de árido: <i>Código Técnico de la Edificación DB-SE-C, Cimientos. Artículo 5.4.1.1.1. c)</i>	Máximo: 25 mm Calculado: 20 mm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
<b>Información adicional:</b> - Sección crítica a flexión compuesta: Cota: -6.00 m, Md: -20.12 t·m, Nd: 0.00 t, Vd: -0.85 t, Tensión máxima del acero: 3.525 t/cm <sup>2</sup> - Sección crítica a cortante: Cota: -8.25 m - Sección con la máxima abertura de fisuras: Cota: -6.00 m, M: -13.42 t·m, N: 0.00 t - En la comprobación del tamaño máximo de árido se ha considerado que los pilotes son hormigonados 'in situ'. - Los esfuerzos son mayorados y por pilote (Diámetro: 65 cm)		



#### 7.1.14.- COMPROBACIONES DE ESTABILIDAD (COEFICIENTES DE SEGURIDAD)

Referencia: Comprobaciones de estabilidad (Coeficientes de seguridad): Muro Usansolo (PC Línea 5 FMB (Galdakao-Hospital))

Comprobación	Valores	Estado
<p>Relación entre el momento originado por los empujes pasivos en el intradós y el momento originado por los empujes activos en el trasdós:</p> <p><i>Valor introducido por el usuario.</i></p> <p>Hipótesis básica:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Excavación hasta cota 1er nivel de anclajes:</li> <li>- Ejecución 1er nivel de anclajes:</li> <li>- Excavación hasta cota de fondo:</li> </ul>	<p>Mínimo: 1.8</p> <p>Calculado: 7.128</p> <p>Calculado: 25.639</p> <p>Calculado: 19.093</p>	   <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p>
<p>Relación entre el empuje pasivo total en el intradós y el empuje realmente movilizado en el intradós:</p> <p><i>Valor introducido por el usuario.</i></p> <p>Hipótesis básica:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Excavación hasta cota 1er nivel de anclajes:</li> <li>- Ejecución 1er nivel de anclajes:</li> <li>- Excavación hasta cota de fondo:</li> </ul>	<p>Mínimo: 1.5</p> <p>Calculado: 9.618</p> <p>Calculado: 9.766</p> <p>Calculado: 10.151</p>	   <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p>
Se cumplen todas las comprobaciones		

Empotramiento de Pilotes en Roca	
Pantalla Usansolo	
Características de los Pilotes	
Diámetro exterior $\phi_{ext}$ (cm)	65,00
Perímetro pilote ( $2\pi R_m$ )	204,2
Área base pilote ( $\pi R_t^2$ )	3318,3
Carga pml de pantalla $N_s$ (Mp/m) - CYPE	18,1
Nº de pilotes pml	1,0
Carga en pilote $N_s$ (Mp)	18,1
Parámetros resistentes estimados del terreno (Kp/cm <sup>2</sup> )	
Punta en roca $\sigma_R$	9,8
Deslizamiento en roca $\tau_R$	1,0
Deslizamiento en suelos $\tau_s$	0,0
Empotramiento en el terreno L (m)	
En suelos	0,0
En roca	1,5
Contribución a la resistencia (Mp)	
Por punta en roca	10,8
Por fuste en roca	10,2
Por fuste en suelos	0,0
<b>TOTAL</b>	<b>21,0</b>

Legenda:

F: Coeficiente de seguridad (F=3)

$$N_s \leq \frac{1}{F} \cdot \left[ \sum_i (2 \cdot \pi \cdot R_m) \cdot L_i \cdot \tau_i + \sigma_R \cdot \pi \cdot R_t^2 \right]$$

#### 7.1.15.- VIGA DE REPARTO DE ANCLAJES

## DIMENSIONAMIENTO SECCIÓN CRÍTICA-ELU

Carga repartida  $q = 6,51$  Mp/m

Separación de anclajes  $L = 4 \text{ m}$

Esfuerzos  $M_d = 1,5 \times qL^2/8 = 19,53 \text{ Mp}\cdot\text{m}$

$$V_d = 1,5 \times 1,15 \text{ qL/2} = 22,46 \text{ Mp}$$

## CARACTERÍSTICAS GENERALES VIGAS DE REPARTO

Tipo de Sección

- ☐ Rectangular áreas
- ☐ Rectangular redondos
- ☐ T
- ☐ Circular
- ☒ Genérica
- ☐ Genérica armaduras adicionales

Sección: **VIGAREPARTO**

Hormigón: **HA-30**

Acero Pasivo: **B-500-S**

φ [mm]: **20**

Gráfico, características mecánicas | Geometría de la sección genérica | Condiciones de durabilidad | M - 1/r

**Sección bruta**

A [m²]: **0.2940**

Ix [m⁴]: **0.0093** | Iy [m⁴]: **0.0057**

ix [m]: **0.18** | iy [m]: **0.14**

x'g [m]: **0.27** | y'g [m]: **0.35**

**Sección homogeneizada**

A [m²]: **0.329**

Ix [m⁴]: **0.0108** | Iy [m⁴]: **0.0065**

ix [m]: **0.18** | iy [m]: **0.14**

x'g [m]: **0.27** | y'g [m]: **0.35**

**Sección fisurada**

Ix [m⁴]: **0.0030**

Mfis [kN·m]: **104.0**

y'fis [m]: **0.19**

## DIMENSIONAMIENTO A FLEXIÓN COMPUESTA ESVIADA

Sección: **VIGAREPARTO**

Criterio de signos

Comprobación | Dimensionamiento | Diagrama de Interacción

SECCIÓN | DEFORMACIONES · 10<sup>-3</sup> | TENSIONES MPa

Plano de deformación de agotamiento y esfuerzos últimos

x [m]: **0.16** |  $\epsilon_s \cdot 10^{-3}$ : **3.5** | Mxu [kN·m]: **260.2** | CSCM: **1.33**

1/r [km<sup>-1</sup>]: **21.3** |  $\epsilon_i \cdot 10^{-3}$ : **-10.1** | Myu [kN·m]: **259.6**

$\beta$  [°]: **56.6** | Nu [kN]: **0**

Deformación y tensión de armaduras

Profundidad [m]: **0.07** | Deformación · 10<sup>-3</sup>: **2.1** | Tensión [MPa]: **415**

**0.55** | **-8.2** | **-435**

Arm. n°	Fija	Tipo	Diámetro [m]	Área [cm²]	xi [m]	yi [m]	xf [m]	yf [m]
1	NO	P	20.00	12.566	0.187	0.063	0.187	0.456
2	NO	P	20.00	6.283	0.026	0.063	0.107	0.063
3	NO	P	20.00	9.425	-0.187	0.276	-0.045	0.134
4	NO	P	20.00	9.425	-0.187	0.587	-0.187	0.380
5	NO	P	20.00	12.566	0.187	0.587	-0.093	0.587

Nd [kN]: **0** | Mxd (kN·m): **195** | Myd (kN·m): **195** | Factor Armadura: **1.00**

### CARACTERÍSTICAS SECCIÓN PARA DIMENSIONAMIENTO A CORTANTE VERTICAL

Tipo de Sección

- ☐ Rectangular áreas
- ☒ Rectangular redondos
- ☐ T
- ☐ Circular
- ☐ Genérica
- ☐ Genérica armaduras adicionales

Sección: **VIGAREPARTO**

Hormigón: **HA-30**

Acero Pasivo: **B-500-S**

b [m]: **0.4000** h [m]: **0.5000**

r [m]: **0.0600**

nh: **4** nv: **4**

φ [mm]: **20**

Gráfico, características mecánicas | Condiciones de durabilidad | M - 1/i

Sección bruta

A [m²]: **0.2000**

I<sub>x</sub> [m⁴]: **0.0042** I<sub>y</sub> [m⁴]: **0.0027**

i<sub>x</sub> [m]: **0.14** i<sub>y</sub> [m]: **0.12**

x'g [m]: **0.20** y'g [m]: **0.25**

Sección homogeneizada

A [m²]: **0.226**

I<sub>x</sub> [m⁴]: **0.0048** I<sub>y</sub> [m⁴]: **0.0030**

i<sub>x</sub> [m]: **0.15** i<sub>y</sub> [m]: **0.12**

x'g [m]: **0.20** y'g [m]: **0.25**

Sección fisurada

I<sub>x</sub> [m⁴]: **0.0013**

M<sub>fis</sub> [kN·m]: **56.0**

y'<sub>fis</sub> [m]: **0.13**

### DIMENSIONAMIENTO A CORTANTE VERTICAL

Sección: **VIGAREPARTO-V**

ρ<sub>l</sub> [%]: **6**

b<sub>0</sub> [m]: **0.40**

d [m]: **0.44**

z [m]: **0.40**

☒ Con armadura de cortante

☐ Sin armadura de cortante

☒ Control normal hormigón

☐ Control indirecto hormigón

☐ Armadura de compresión

Diámetro de la armadura comprimida φ [mm]: **12**

Inclinación de las bielas

ctg θ: **1.0** θ [°]: **45**

Inclinación de las armaduras

α [°]: **90.0**

Axil de cálculo (compresión +)

N<sub>d</sub> [kN]: **0.0**

σ'<sub>cd</sub> [MPa]: **0.0**

ρ<sub>comprimida</sub> [%]: **0.0**

Tensiones elásticas de cálculo (compresión +)

σ<sub>xd</sub> [MPa]: **0.0**

σ<sub>yd</sub> [MPa]: **0.0**

θ<sub>e</sub> [°]: **45.0**

Comprobación | Dimensionamiento

φ [mm]	φ 6	φ 8	φ 10	φ 12
s [m]	<b>0.10</b>	<b>0.10</b>	<b>0.15</b>	<b>0.20</b>
nº ramas	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>
A <sub>α</sub> [cm²/m]	<b>11.3</b>	<b>10.1</b>	<b>10.5</b>	<b>11.3</b>
TIPO	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
V <sub>su</sub> [kN]	<b>179.1</b>	<b>159.2</b>	<b>165.9</b>	<b>179.1</b>
V <sub>u2</sub> [kN]	<b>256.37</b>	<b>236.46</b>	<b>243.10</b>	<b>256.37</b>

TIPO 1

TIPO 2

V<sub>u1</sub> [kN]: **1056.0** A<sub>α</sub> [cm²/m]: **9.2**

V<sub>cu</sub> [kN]: **77.2**

V<sub>d</sub> [kN]: **225**

## CARACTERÍSTICAS SECCIÓN PARA DIMENSIONAMIENTO A CORTANTE HORIZONTAL

Tipo de Sección

- ☐ Rectangular áreas
- ☒ Rectangular redondos
- ☐ T
- ☐ Circular
- ☐ Genérica
- ☐ Genérica armaduras adicionales

Sección: **VIGAREPARTO-**

Hormigón: **HA-30**

Acero Pasivo: **B-500-S**

b [m]: **0.5000** h [m]: **0.4000**

r [m]: **0.0600**

nh: **4** nv: **4**

φ [mm]: **20**

Gráfico, características mecánicas | Condiciones de durabilidad | M - 1/i |

Sección bruta

A [m²]: **0.2000**

Ix [m⁴]: **0.0027** Iy [m⁴]: **0.0042**

ix [m]: **0.12** iy [m]: **0.14**

x'g [m]: **0.25** y'g [m]: **0.20**

Sección homogeneizada

A [m²]: **0.226**

Ix [m⁴]: **0.0030** Iy [m⁴]: **0.0048**

ix [m]: **0.12** iy [m]: **0.15**

x'g [m]: **0.25** y'g [m]: **0.20**

Sección fisurada

Ix [m⁴]: **0.0008**

M<sub>fis</sub> [kN·m]: **43.9**

y'<sub>fis</sub> [m]: **0.10**

## DIMENSIONAMIENTO A CORTANTE HORIZONTAL

Sección: **VIGAREPARTO-H**

ρ<sub>l</sub> [‰]: **8**

b<sub>0</sub> [m]: **0.50**

d [m]: **0.34**

z [m]: **0.31**

☒ Con armadura de cortante

☐ Sin armadura de cortante

☒ Control normal hormigón

☐ Control indirecto hormigón

☐ Armadura de compresión

Diámetro de la armadura comprimida φ [mm]: **12**

Inclinación de las bielas

ctg θ: **1.0** θ [°]: **45**

Inclinación de las armaduras

α [°]: **90.0**

Axil de cálculo (compresión +)

N<sub>d</sub> [kN]: **0.0**

σ'<sub>cd</sub> [MPa]: **0.0**

ρ<sub>comprimida</sub> [‰]: **0.0**

Tensiones elásticas de cálculo (compresión +)

σ<sub>xd</sub> [MPa]: **0.0**

σ<sub>yd</sub> [MPa]: **0.0**

θ<sub>e</sub> [°]: **45.0**

Comprobación | Dimensionamiento

φ [mm]	φ 6	φ 8	φ 10	φ 12
s [m]	<b>0.10</b>	<b>0.15</b>	<b>0.20</b>	<b>0.20</b>
n <sup>o</sup> ramas	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>
A <sub>α</sub> [cm²/m]	<b>11.3</b>	<b>13.4</b>	<b>15.7</b>	<b>22.6</b>
TIPO	<b>138.4</b>	<b>164.1</b>	<b>192.3</b>	<b>276.9</b>
V <sub>su</sub> [kN]	<b>225.08</b>	<b>250.71</b>	<b>278.91</b>	<b>363.51</b>
V <sub>u2</sub> [kN]				

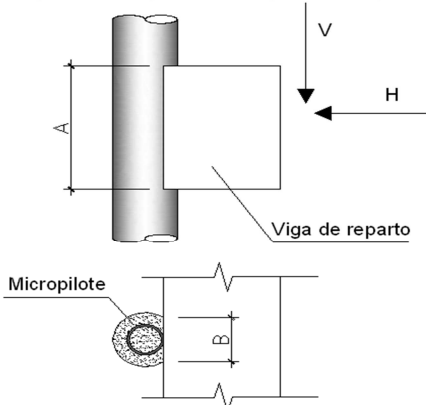
TIPO 1:

TIPO 2:

V<sub>u1</sub> [kN]: **1020.0** A<sub>α</sub> [cm²/m]: **11.2**

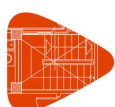
V<sub>cu</sub> [kN]: **86.6**

V<sub>d</sub> [kN]: **225**

Comprobación del E.L.U a esfuerzo rasante			
$\tau_{r,d} \leq \tau_{r,u}$			
<ul style="list-style-type: none"> <li>Secciones con <math>\tau_{r,d} \leq 2,5\beta\left(1,30 - 0,30\frac{f_{ck}}{25}\right)f_{ctd}</math></li> </ul>			
$\tau_{r,u} = \beta\left(1,30 - 0,30\frac{f_{ck}}{25}\right)f_{ctd} + \left(\frac{A_{st}}{sp}f_{y\alpha,d}(\mu \sin \alpha + \cos \alpha) + \mu\sigma_{cd}\right) \leq 0,25f_{cd}$			
<ul style="list-style-type: none"> <li>Secciones con <math>\tau_{r,d} &gt; 2,5\beta\left(1,30 - 0,30\frac{f_{ck}}{25}\right)f_{ctd}</math></li> </ul>			
$\tau_{r,u} = \left(\frac{A_{st}}{sp}f_{y\alpha,d}(\mu \sin \alpha + \cos \alpha) + \mu\sigma_{cd}\right) \leq 0,25f_{cd}$			
Materiales		Entrada de datos	
Hormigón	HA-30	Carga en anclaje	36,84 Mp
$f_{ck} = 30$	N/mm <sup>2</sup>	Inclinación anclajes ( $\alpha$ )	45 °
$f_{cd} = 20,00$	N/mm <sup>2</sup>	Carga proy. Horizontal (H)	26,05 Mp
$f_{ct,k} = 2,03$	N/mm <sup>2</sup>	Carga proy. Vertical (V)	26,05 Mp
$f_{ct,d} = 1,35$	N/mm <sup>2</sup>	nº de pilotes por anclaje	4
Acero	B 500 S	Dimensiones	A 0,65 m
$f_{yk} = 500$	N/mm <sup>2</sup>		B 0,27 m
$f_{yd} = 434,78$	N/mm <sup>2</sup>	Superficie de contacto (sp)	0,70 m <sup>2</sup>
$f_{y\alpha,d} = 400,00$	N/mm <sup>2</sup>	Rugosidad	Baja
			$\beta = 0,2$
			$\mu = 0,3$
		<b>Resultados</b> $\tau_{rd} = 5,57$ kp/cm <sup>2</sup> $\sigma_{cd} = 3,71$ kp/cm <sup>2</sup> $A_{st,min} = 11,18$ cm <sup>2</sup> Horquilla $\phi$ 16 en 4 pilotes $A_{st} = 16,08 > A_{st,min}$ $\tau_{ru} = 6,40$ kp/cm <sup>2</sup> $\tau_{ru} \leq 0,25f_{cd}$ <b>Se cumple</b>	

**ÍNDICE**

<b>7.2.1.- NORMA Y MATERIALES</b>	7014
<b>7.2.2.- ACCIONES</b>	7014
<b>7.2.3.- DATOS GENERALES</b>	7014
<b>7.2.4.- DESCRIPCIÓN DEL TERRENO</b>	7014
<b>7.2.5.- SECCIÓN VERTICAL DEL TERRENO</b>	7015
<b>7.2.6.- GEOMETRÍA</b>	7015
<b>7.2.7.- ESQUEMA DE LAS FASES</b>	7015
<b>7.2.8.- CARGAS</b>	7016
<b>7.2.9.- RESULTADOS DE LAS FASES</b>	7016
<b>7.2.10.- DESCRIPCIÓN DEL ARMADO</b>	7016
<b>7.2.11.- COMPROBACIONES GEOMÉTRICAS Y DE RESISTENCIA</b>	7016
<b>7.2.12.- COMPROBACIONES DE ESTABILIDAD (COEFICIENTES DE SEGURIDAD)</b>	7018



### 7.2.1.- NORMA Y MATERIALES

Instrucción de hormigón estructural (EHE-08)

Instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carretera (IAP-11)

Guía de cimentaciones en obras de carreteras

Guía para el diseño y la ejecución de anclajes al terreno en obras de carretera

Hormigón:

Pilotes HA-30/F/20/IIa;  $Y_c=1.5$ ; Recubrimiento geométrico: 7.0 cm

Vigas HA-30/B/20/IIa;  $Y_c=1.5$ ; Recubrimiento geométrico: 3.5 cm

Acero: B 500 S,  $Y_s=1.15$

### 7.2.2.- ACCIONES

Mayoración esfuerzos en construcción: 1.50

Mayoración esfuerzos en servicio: 1.50

Sin análisis sísmico

Sin considerar acciones térmicas en puntales

### 7.2.3.- DATOS GENERALES

Cota de la rasante: 0.00 m

Altura del muro sobre la rasante: 0.00 m

Tipología: Pantalla de pilotes de hormigón

### 7.2.4.- DESCRIPCIÓN DEL TERRENO

Porcentaje del rozamiento interno entre el terreno y el trasdós del muro pantalla: 0.0 %

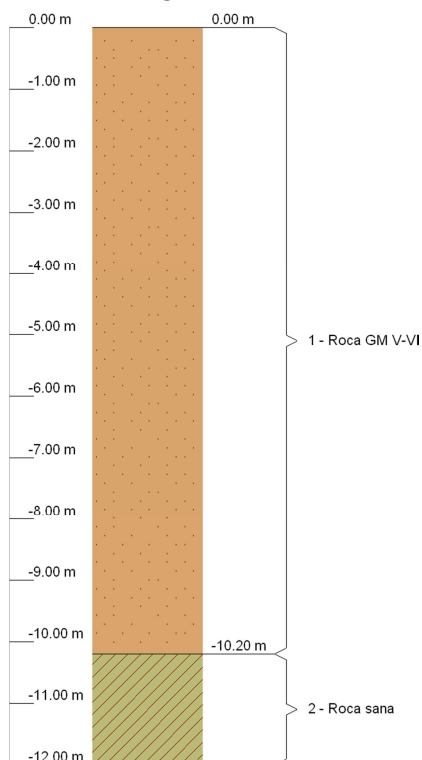
Porcentaje del rozamiento interno entre el terreno y el intradós del muro pantalla: 0.0 %

Cota de roca sana: 49.5 m (a -10.2 m de profundidad respecto a la coronación de la pantalla)

#### ESTRATOS

Referencias	Cota superior	Descripción	Coeficientes de empuje
1 - Roca GM V-VI	0.00 m	Densidad aparente: 2.1 kg/dm <sup>3</sup> Densidad sumergida: 1.0 kg/dm <sup>3</sup> Ángulo rozamiento interno: 22 grados Cohesión: 2.00 t/m <sup>2</sup> Módulo de deformación $E_o$ : 5000.0 t/m <sup>2</sup> Módulo de balasto $K_h=0,75 \times E_o/D$ : 5769.0 t/m <sup>3</sup>	Activo trasdós: 0.45 Reposo trasdós: 0.63 Pasivo trasdós: 2.20 Activo intradós: 0.45 Reposo intradós: 0.63 Pasivo intradós: 2.20
2 - Roca sana	-12.50 m	Densidad aparente: 2.6 kg/dm <sup>3</sup> Densidad sumergida: 1.0 kg/dm <sup>3</sup> Ángulo rozamiento interno: 45 grados Cohesión: 50.00 t/m <sup>2</sup> Módulo de balasto: 100000.0 t/m <sup>3</sup>	Activo trasdós: 0.17 Reposo trasdós: 0.29 Pasivo trasdós: 5.83 Activo intradós: 0.17 Reposo intradós: 0.29 Pasivo intradós: 5.83

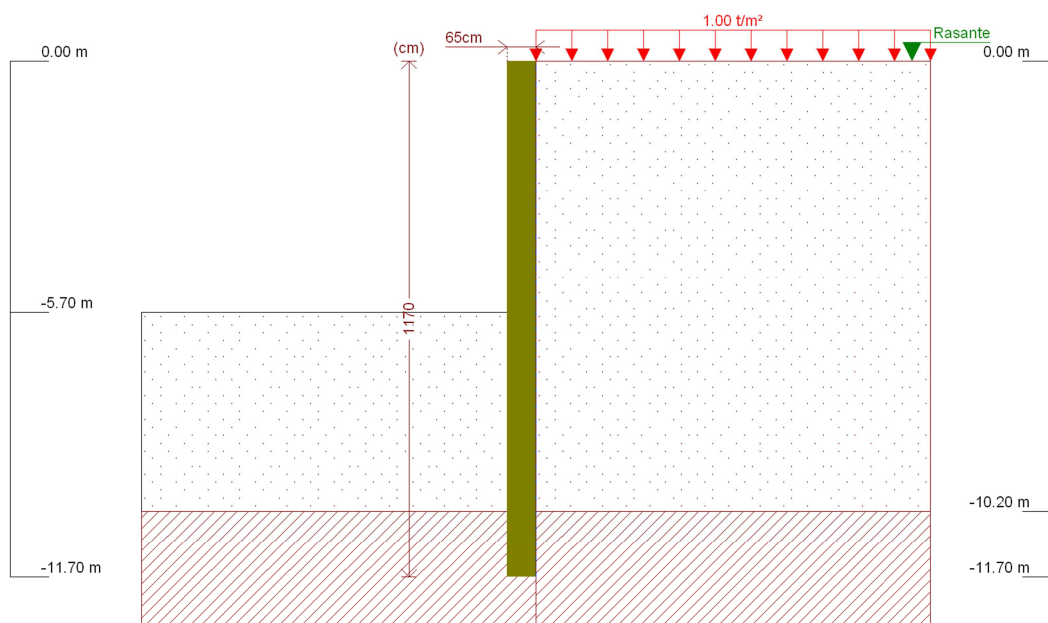
**7.2.5.- SECCIÓN VERTICAL DEL TERRENO**



**7.2.6.- GEOMETRÍA**

Altura total: 11.70 m  
 Diámetro D: 65 cm  
 Separación entre ejes: 1.00 m

**7.2.7.- ESQUEMA DE LAS FASES**



Referencias	Nombre	Descripción
Fase 1	Excavación hasta cota de fondo	Tipo de fase: Servicio Cota de excavación: -5.70 m



**7.2.8.- CARGAS**
**CARGAS EN EL TRASDÓS**

Tipo	Cota	Datos	Fase inicial	Fase final
Uniforme	En superficie	Valor: 1 t/m <sup>2</sup>	Excavación hasta cota de fondo	Excavación hasta cota de fondo

**7.2.9.- RESULTADOS DE LAS FASES**

Esfuerzos sin mayorar.

**FASE 1: EXCAVACIÓN HASTA COTA DE FONDO  
BÁSICA**

Cota (m)	Desplazamientos (mm)	Ley de axiles (t/m)	Ley de cortantes (t/m)	Ley de momento flector (t·m/m)	Ley de empujes (t/m <sup>2</sup> )
0.00	-10.73	0.00	-0.00	-0.00	0.00
-1.02	-9.28	0.84	-0.00	-0.00	0.00
-2.03	-7.84	1.69	-0.00	-0.00	0.00
-3.05	-6.39	2.53	0.16	0.05	0.67
-4.07	-4.95	3.38	1.21	0.80	1.65
-5.09	-3.54	4.22	3.26	3.26	2.62
-6.10	-2.26	5.06	4.61	7.99	-4.21
-7.12	-1.31	5.91	-0.82	9.43	-4.84
-8.14	-0.73	6.75	-4.25	6.07	-0.30
-9.16	-0.40	7.60	-2.95	2.25	3.53
-10.17	-0.16	8.44	1.73	2.00	6.26
-11.19	-0.01	9.28	-3.63	1.17	1.87
Máximos	0.04	9.71	5.44	9.64	11.46
	Cota: -11.70 m	Cota: -11.70 m	Cota: -5.85 m	Cota: -6.87 m	Cota: -11.70 m
Mínimos	-10.73	0.00	-4.33	-0.00	-13.92
	Cota: 0.00 m	Cota: 0.00 m	Cota: -8.39 m	Cota: -1.53 m	Cota: -10.43 m

**10.- DESCRIPCIÓN DEL ARMADO**

Armado vertical	Armado horizontal
12Ø20	Ø10c/20

**11.- COMPROBACIONES GEOMÉTRICAS Y DE RESISTENCIA**

Referencia: Muro Usansolo - voladizo (PC Línea 5 FMB (Galdakao-Hospital))		
Comprobación	Valores	Estado
Recubrimiento: <i>Norma EHE-08. Artículo 37.2.4.1</i>	Mínimo: 7 cm Calculado: 7 cm	Cumple
Separación libre mínima armaduras horizontales: <i>Norma EHE-08. Artículo 69.4.1</i>	Mínimo: 2.5 cm Calculado: 19 cm	Cumple
Separación máxima armaduras horizontales: <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.1</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 20 cm	Cumple
Diámetro mínimo armaduras horizontales: <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.1</i>	Mínimo: 0.4 cm Calculado: 1 cm	Cumple
Cuantía mínima geométrica vertical: <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.5</i>	Mínimo: 0.004 Calculado: 0.01136	Cumple
Cuantía mínima mecánica vertical: <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.2 (Flexión simple o compuesta)</i>	Mínimo: 0.00165 Calculado: 0.01136	Cumple

Referencia: Muro Usansolo - voladizo (PC Línea 5 FMB (Galdakao-Hospital))		
Comprobación	Valores	Estado
Separación libre mínima armaduras verticales: <i>Código Técnico de la Edificación DB-SE-C, Cimientos. Artículo 5.4.1.1.1. c)</i>	Mínimo: 8 cm Calculado: 10.1 cm	Cumple
Separación máxima entre barras: - Armadura vertical: <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.1</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 12.1 cm	Cumple
Comprobación a flexión compuesta: <i>Comprobación realizada por módulo de pantalla</i>		Cumple
Comprobación a cortante: <i>Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.2.2</i>	Máximo: 22.47 t Calculado: 8.15 t	Cumple
Comprobación de fisuración: <i>Norma EHE-08. Artículo 49.2.3</i>	Máximo: 0.3 mm Calculado: 0.178 mm	Cumple
Tamaño máximo de árido: <i>Código Técnico de la Edificación DB-SE-C, Cimientos. Artículo 5.4.1.1.1. c)</i>	Máximo: 25 mm Calculado: 20 mm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
<b>Información adicional:</b> - Sección crítica a flexión compuesta: Cota: -6.87 m, Md: 14.45 t·m, Nd: 0.00 t, Vd: 1.03 t, Tensión máxima del acero: 2.506 t/cm <sup>2</sup> - Sección crítica a cortante: Cota: -5.85 m - Sección con la máxima abertura de fisuras: Cota: -6.87 m, M: 9.64 t·m, N: 0.00 t - En la comprobación del tamaño máximo de árido se ha considerado que los pilotes son hormigonados 'in situ'. - Los esfuerzos son mayorados y por pilote (Diámetro: 65 cm)		

**12.- COMPROBACIONES DE ESTABILIDAD (COEFICIENTES DE SEGURIDAD)**

Referencia: Comprobaciones de estabilidad (Coeficientes de seguridad): Muro Usansolo - voladizo (PC Línea 5 FMB (Galdakao-Hospital))		
Comprobación	Valores	Estado
Relación entre el momento originado por los empujes pasivos en el intradós y el momento originado por los empujes activos en el trasdós: Hipótesis básica: - Excavación hasta cota de fondo: <i>Valor introducido por el usuario.</i>	Mínimo: 1.8 Calculado: 4.436	Cumple
Relación entre el empuje pasivo total en el intradós y el empuje realmente movilizado en el intradós: Hipótesis básica: - Excavación hasta cota de fondo: <i>Valor introducido por el usuario.</i>	Mínimo: 1.5 Calculado: 11.369	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		