

Anejo nº8

CÁLCULO ESTRUCTURAL

DISEÑO HIDRÁULICO, ESTRUCTURAL Y CONSTRUCTIVO DEL COLECTOR DE CARDENAL BENLLOCH-EDUARDO BOSCA (VALENCIA)

Autores:

HUESO CLIMENT, Guillermo

MOSCARDÓ CASTELLETS, Ignacio

PÉREZ GÓMEZ-FERRER, Alberto

REYES MARTÍNEZ, Carlos

Tutores:

MARCO SEGURA, Juan Bautista

MOYA SORIANO, Juan Francisco

Junio 2015

GRADO EN INGENIERÍA CIVIL

CURSO 2014/2015

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA DE CAMINOS CANALES Y PUERTOS

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA





1. OBJETO
2. DEFINICIÓN DE LAS ESTRUCTURAS
3. BASES DE CÁLCULO
 - 3.1. NORMAS E INSTRUCCIONES APLICADAS
 - 3.2. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES
 - 3.2.1. HORMIGÓN
 - 3.2.2. ACERO
 - 3.3. ACCIONES A CONSIDERAR
 - 3.3.1. ACCIONES PERMANENTES (G)
 - 3.3.2. ACCIONES PERMANENTES DE VALOR NO CONSTANTE (G*)
 - 3.3.3. ACCIONES VARIABLES (Q)
 - 3.3.4. CARGAS ACCIDENTALES (A)
 - 3.4. NIVELES DE CONTROL DE CALIDAD Y COEFICIENTES DE SEGURIDAD
 - 3.4.1. NIVELES DE CONTROL DE CALIDAD
 - 3.4.2. COEFICIENTES DE SEGURIDAD
 - 3.5. COMBINACIONES DE CÁLCULO
 - 3.5.1. PRINCIPIOS GENERALES
 - 3.5.2. ESTADOS LÍMITE ÚLTIMOS (ELU)
 - 3.5.3. ESTADOS LÍMITE DE SERVICIO (ELS)
 - 3.6. PROGRAMAS DE CÁLCULO UTILIZADOS
4. CÁLCULO DEL MARCO
 - 4.1. MODELIZACIÓN DE LA ESTRUCTURA
 - 4.2. ACCIONES CONSIDERADAS
 - 4.2.1. ACCIONES PERMANENTES (G)
 - 4.2.2. CARGAS PERMANENTES DE VALOR NO CONSTANTE (G*)
 - 4.2.3. ACCIONES VARIABLES (Q)
 - 4.3. VERIFICACIÓN DE LOS ESTADOS LÍMITE ÚLTIMOS (ELU)
 - 4.3.1. ESFUERZOS
 - 4.3.2. ELU DE FLEXOCOMPRESIÓN
 - 4.3.3. ELU DE CORTANTE
 - 4.4. VERIFICACIÓN DE LOS ESTADOS LÍMITE DE SERVICIO (ELS)
 - 4.4.1. CÁLCULO DE LA ABERTURA DE FISURA
5. CÁLCULO DE LA CÁMARA DE DISIPACIÓN



- 5.1. MODELIZACIÓN DE LA ESTRUCTURA
- 5.2. ACCIONES CONSIDERADAS
 - 5.2.1. ACCIONES PERMANENTES (G)
 - 5.2.2. CARGAS PERMANENTES DE VALOR NO CONSTANTE (G*)
 - 5.2.3. ACCIONES VARIABLES (Q)
- 5.3. VERIFICACIÓN DE LOS ESTADOS LÍMITE ÚLTIMOS (ELU)
 - 5.3.1. ESFUERZOS
 - 5.3.2. ELU DE FLEXOCOMPRESIÓN Y CORTANTE
- 5.4. VERIFICACIÓN DE LOS ESTADOS LÍMITE DE SERVICIO (ELS)
 - 5.4.1. CÁLCULO DE LA ABERTURA DE FISURA
- 6. CONCLUSIONES

- 7. REACCIONES EN LOS NUDOS
- 8. ESFUERZOS EN LAS BARRAS

ANEXO Nº3: ISOVALORES EN CYPECAD LOSA DE LA CÁMARA

- 1. DESPLAZAMIENTOS Y GIROS
- 2. ESFUERZOS
- 3. CUANTÍAS DE ARMADO
- 4. TENSIONES SOBRE EL TERRENO

ANEXOS

ANEXO Nº1: DIAGRAMAS EN SAP2000 (MARCO)

- 1. DIAGRAMA DE AXILES
 - 1.1 ELU PERMANENTE O TRANSITORIA
 - 1.2 ELS CARACTERÍSTICA
 - 1.3 ELS CUASIPERMANENTE
- 2. DIAGRAMA DE CORTANTES
 - 1.1 ELU PERSISTENTE O TRANSITORIA
 - 1.2 ELS CARACTERÍSTICA
 - 1.3 ELS CUASIPERMANENTE
- 3. DIAGRAMA DE FLECTORES
 - 1.1 ELU PERSISTENTE O TRANSITORIA
 - 1.2 ELS CARACTERÍSTICA
 - 1.3 ELS CUASIPERMANENTE

ANEXO Nº2: TABLAS EN SAP2000 (MARCO)

- 1. PROPIEDADES DE LOS MATERIALES
- 2. PROPIEDADES DE LAS SECCIONES
- 3. CARGAS
- 4. NUDOS
- 5. BARRAS
- 6. DESPLAZAMIENTOS EN LOS NUDOS



1. OBJETO

El objeto del presente anejo es el cálculo de la estructura tipo marco y de la cámara de disipación que se realizan en el presente estudio.

El anejo de cálculo tiene como finalidad:

- Plantear las bases de diseño necesarias para poder comenzar con el cálculo de la estructura.
- Aplicar las instrucciones y normativas de obligado cumplimiento.
- Realizar una descripción detallada de los materiales que posteriormente se emplearán para su construcción, definiendo perfectamente sus dimensiones y propiedades resistentes.
- Especificar las acciones a las que se va a ver sometida la estructura a lo largo de su vida útil ya sea mediante los valores característicos o con los valores ponderados para ELU o ELS con la finalidad de realizar un cálculo seguro de la estructura.
- Justificar las soluciones estructurales adoptadas para resolver los distintos elementos de la estructura a partir de los cálculos obtenidos.

2. DEFINICIÓN DE LAS ESTRUCTURAS

La primera estructura a calcular es un marco de hormigón armado prefabricado de dimensiones interiores 3,5 x 2,5 m, con un espesor de losa superior, hastiales y solera de 0,3 m.

Dicha estructura constituirá el tramo final del Colector Principal entre la Avenida del Puerto y el colector Norte-Cauce que discurre por el antiguo cauce del río Turia. El tramo total será de 460 m de marco que finalizarán en el entronque con la cámara de disipación de energía.

El marco alcanza una profundidad máxima de 7 m con una cota de solera de 4,57 m sobre el nivel del mar.

La segunda estructura calculada es una cámara de disipación de dimensiones interiores 7,5 x 9 x 17,5 metros, con un espesor de solera y muros de 0,6 m realizados in situ y una placa alveolar prefabricada como losa superior de 0,4 m de espesor más 5 cm de capa de compresión. Dicha cámara está situada a 9,5 m de profundidad, dejando por tanto un metro de altura de tierras por encima de la losa superior.

Para el cálculo se utilizará un peso específico del terreno de 21 kN/m³ y un coeficiente de balasto de 35000 kN/m³.

3. BASES DE CÁLCULO

3.1. INSTRUCCIONES Y NORMAS APLICADAS

Para la elaboración del presente proyecto se emplean las normas y recomendaciones enumeradas a continuación:

- CEN (2006). Eurocódigo 2: Proyecto de estructuras de hormigón. UNE-EN 1993-2:2013.
- MINISTERIO DE FOMENTO (2008). Instrucción de hormigón estructural (EHE-08).
- MINISTERIO DE FOMENTO (2011). Instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carretera (IAP-11).
- J.CALAVERA (1993). Manual de detalles constructivos en obras de Hormigón Armado.

3.2. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

3.2.1. Hormigón

Se emplearán distintos tipos de hormigón dependiendo de la estructura y del elemento que se vaya a realizar:

- Hormigón de limpieza HL-150/B/30
- Hormigón para la canaleta de aguas negras HM-30/B/20/I+Q_b
- Hormigón para el dissipador de energía HM-20/B/20/I
- Hormigón para el marco HA-30/P/20/IIa+Q_b
- Hormigón para la cámara de disipación HA-30/B/20/IIa

3.2.2. Acero

Se empleará en todos los elementos de armado del hormigón el acero tipo B-500 S. Sus principales características son:

- B-500 S
 - Resistencia característica de la armadura: 500 MPa
 - Coeficiente de seguridad en rotura: 1,15
 - Resistencia de cálculo de la armadura: 434,78 MPa
 - Módulo de elasticidad E_s: 210000 MPa



3.3. ACCIONES A CONSIDERAR

3.3.1. Acciones permanentes (G)

Son aquellas que actúan en todo momento y son constantes en magnitud y posición. Las más importantes son:

- **Peso propio:** Es la acción debida a los elementos estructurales. El valor de dicha acción se obtiene a partir de las dimensiones específicas en los planos. Se considera un peso específico del hormigón de 25 kN/m^3 .
- **Cargas muertas:** Es la acción debida a los elementos no estructurales, tales como las cargas de tierra que se encuentran sobre el marco.

3.3.2. Cargas permanentes de valor no constante (G*)

Son aquellas que actúan en todo momento pero cuya magnitud no es constante.

- **Empuje activo:** Es el mínimo valor de empuje al que están sometidos los hastiales.
- **Empuje al reposo del terreno:** Es el máximo valor del empuje al que están sometidos los hastiales. Es el incremento que sufre el empuje activo hasta alcanzar el empuje al reposo.
- **Empuje del agua:** Es el empuje generado por el agua que se encuentra en el terreno. Su altura viene dada por el nivel freático.

3.3.3. Acciones variables (Q)

Son aquellas que pueden actuar o no sobre la estructura:

- **Tren de cargas:** Para realizar la simulación del tráfico se realizan las siguientes acciones sobre la estructura:
 - **Sobrecarga repartida:** Se trata de una sobrecarga uniforme de 9 kN/m^2 extendida en toda la plataforma de la losa superior del marco o en parte de ella, según sea más desfavorable para el estudio.
 - **Carro de cargas:** Se trata de la sobrecarga de un vehículo cuyo eje longitudinal se considera paralelo al de la calzada y está constituido por 4 cargas de 150 kN cada una.

3.3.4. Cargas accidentales (A)

Son aquellas que su probabilidad de que se ocasionen es pequeña, pero si sucediesen serían de gran importancia.

- **Sismo:** Según la Norma de Construcción Sismorresistente, NCSP-07, no será necesaria la consideración de las acciones sísmicas cuando la aceleración sísmica horizontal básica del emplazamiento a_b cumpla que $a_b < 0.04g$, donde g es la aceleración de la gravedad. Tampoco será necesaria la consideración de las acciones sísmicas en las situaciones en que la aceleración sísmica horizontal de cálculo a_b cumpla que $a_b < 0.04g$.

En este estudio al estar las dos estructuras enterradas no será necesario tener en cuenta el cálculo sísmico.

3.4. NIVELES DE CONTROL DE CALIDAD DE COEFICIENTES DE SEGURIDAD

3.4.1. Niveles de control de calidad

Para los elementos de la estructura se exigirá unos niveles de control de ejecución intenso, que obliga al constructor a poseer un sistema de calidad propio, auditado de forma externa, y que la elaboración de la ferralla y los elementos prefabricados, se realice en instalaciones industriales fijas. Por último puede poseer un sistema de certificación voluntario.

Para el control de cada uno de los materiales de la estructura se establecerá un control a nivel estadístico para el hormigón que es de aplicación general en obras de hormigón en masa, hormigón armado y hormigón pretensado. Para el acero se realizará un control a nivel normal que se aplica a todas las armaduras, tanto activas como pasivas.

3.4.2. Coeficientes de seguridad

Se siguen las prescripciones del Eurocódigo 2, teniendo en cuenta los niveles de control señalados en el apartado anterior. A continuación, se señalan los coeficientes de seguridad que se utilizarán en el cálculo del marco:

- **Estados Límite Últimos (ELU):** Los coeficientes parciales de seguridad de los materiales para Estados Límite Últimos en situación persistente o transitoria son los siguientes:
 - Hormigón: $\gamma_c = 1,5$
 - Acero $\gamma_s = 1,15$



Los coeficientes parciales de seguridad para las acciones en situación persistente o transitoria son:

ACCIÓN	EFECTO		
	FAVORABLE	DESFAVORABLE	
Permanente de valor constante (G)	Peso propio	1,0	1,35
	Carga muerta	1,0	1,35
Variable (Q)	Sobrecarga de uso	0	1,35
	Sobrecarga de uso en terraplenes	0	1,5
	Acciones climáticas	0	1,5
	Empuje hidrostático	0	1,5
	Empuje hidrodinámico	0	1,5
	Sobrecargas de construcción	0	1,35

Tabla 1. Coeficientes ELU.

- Estados Límite de Servicio (ELS): Los coeficientes parciales de seguridad de los materiales para Estados Límite de Servicio en situación persistente o transitoria son:
 - Hormigón: $\gamma_c = 1,00$
 - Acero: $\gamma_s = 1,00$

Los coeficientes parciales de seguridad para las acciones en situación persistente o transitoria son:

ACCIÓN	EFECTO		
	FAVORABLE	DESFAVORABLE	
Permanente de valor constante (G)	Peso propio	1,0	1,0
	Carga muerta	1,0	1,0
Variable (Q)	Sobrecarga de uso	0	1,0
	Sobrecarga de uso en terraplenes	0	1,0
	Acciones climáticas	0	1,0
	Empuje hidrostático	0	1,0
	Empuje hidrodinámico	0	1,0
	Sobrecargas de construcción	0	1,0

Tabla 2. Coeficiente ELS.

3.5. COMBINACIONES DE CÁLCULO

3.5.1. Principios generales

Para cada una de las situaciones estudiadas se establecerán las posibles combinaciones de acciones. Cada combinación estará formada por las acciones permanentes, una acción variable determinada y una o varias acciones variables concomitantes. Cualquiera de las acciones variables puede ser determinante.

3.5.2. Estados Límite Últimos (ELU)

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

- Situación permanente o transitoria:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G_j} G_{k,j} + \sum_{j \geq 1} \gamma_{G^*j} G^*_{k,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

- Situación accidental:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G_j} G_{k,j} + \sum_{j \geq 1} \gamma_{G^*j} G^*_{k,j} + \gamma_A A_{E,k} + \gamma_{Q,1} \psi_{1,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

- Situación sísmica:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G_j} G_{k,j} + \sum_{j \geq 1} \gamma_{G^*j} G^*_{k,j} + \gamma_A A_{E,k} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

Figura 1. Combinación de acciones ELU.

Siendo:

- $G_{k,j}$: Valor característico de las acciones permanentes.
- $G^*_{k,j}$: Valor característico de las acciones permanente de valor no constante.
- P_k : Valor característico de la acción del pretensado.
- $Q_{k,1}$: Valor característico de la acción variable determinante.



- $\Psi_{0,i} Q_{k,i}$: Valor representativo de combinación de las acciones variables concomitantes.
- $\Psi_{1,1} Q_{k,1}$: Valor representativo frecuente de la acción variables determinante.
- A_k : Valor característico de la acción accidental.
- $A_{E,k}$: Valor característico de la acción sísmica.

3.5.3. Estados Límite de Servicio (ELS)

Para los Estados Límite de Servicio se consideran únicamente las situaciones de proyecto persistentes y transitorias. En estos casos, las combinaciones de acciones se definirán de acuerdo a los siguientes criterios:

- Combinación poco probable:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \sum_{j \geq 1} \gamma_{G^*,j} G^*_{k,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \Psi_{0,i} Q_{k,i}$$

- Combinación frecuente:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \sum_{j \geq 1} \gamma_{G^*,j} G^*_{k,j} + \gamma_A A_k + \gamma_{Q,1} \Psi_{1,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \Psi_{2,i} Q_{k,i}$$

- Combinación cuasipermanente:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \sum_{j \geq 1} \gamma_{G^*,j} G^*_{k,j} + \gamma_A A_{E,k} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \Psi_{2,i} Q_{k,i}$$

Figura 2. Combinación de acciones ELS.

Los valores de los coeficientes Ψ son los siguientes:

- $\Psi_0 = 0,75$
- $\Psi_1 = 0,5$
- $\Psi_2 = 0$

3.6. PROGRAMAS DE CÁLCULO UTILIZADOS

Para el cálculo del marco se ha recurrido a su modelización en el programa informático de cálculo SAP2000 (Versión 15.1.0/1). *Computers and Structures, Inc.*, 2011.

SAP2000 es un programa de elementos finitos, con interfaz gráfico 3D, preparado para realizar, de forma totalmente integrada, la modelización, análisis y dimensionamiento del más amplio conjunto de problemas de ingeniería de estructuras.

En este caso, se ha realizado un modelo bidimensional de la sección tipo del marco formado por nudos y barras como se explicará en el apartado 4.1. *Modelización de la estructura.*

Para el cálculo de la cámara de disipación se ha realizado un modelo tanto en el programa SAP2000 mencionado anteriormente, como en el programa CYPECAD versión 2012.

CYPECAD es un programa de diseño, cálculo y dimensionado de estructuras de hormigón armado y metálicas compuestas por: pilares, pantallas y muros; vigas de hormigón, metálicas y mixtas; forjados de viguetas (genéricas, armadas, pretensadas, in situ, metálicas de alma llena y de celosía), placas aligeradas, losas mixtas, forjados reticulares y losas macizas; cimentaciones por losas o vigas de cimentación, zapatas y encepados; con 6 grados de libertad por nudo, incluyendo el dimensionamiento y optimización de secciones.

4. CÁLCULO DEL MARCO

4.1. MODELIZACIÓN DE LA ESTRUCTURA

A través del SAP2000 la estructura queda modelizada mediante una sección transversal de un metro de espesor. Las dimensiones de esta sección son las de la sección interior del marco, que nos viene dada por el estudio hidráulico, más la mitad de los espesores. Por tanto, el alto total será igual al alto interior más la mitad del espesor de la solera y de la losa superior. Por otra parte, el ancho total será igual al ancho interior más la mitad del espesor de los hastiales.

Una vez establecidas las características geométricas de la sección transversal que modeliza la estructura, podemos establecer que las dimensiones transversales para realizar los cálculos son de 3,8 m de ancho (3,5 m de ancho interior y 0,3 m de dos veces medio espesor de los hastiales) y 2,8 m de alto (2,5 m de alto interior más 0,15 m de espesor de media solera y 0,15 m de espesor de medio dintel).



El modelo introducido en SAP2000 consta en un principio de 4 barras que forman la solera, la losa y los dos hastiales. Estas barras han sido divididas en 10 para obtener de manera más exacta los esfuerzos y poder colocar los apoyos para la correcta realización del modelo. Esta explicación es necesaria para comprender la numeración que vamos a establecer en los nudos para que coincida con la numeración que le ha otorgado SAP2000. A continuación se adjunta un croquis con la numeración establecida.

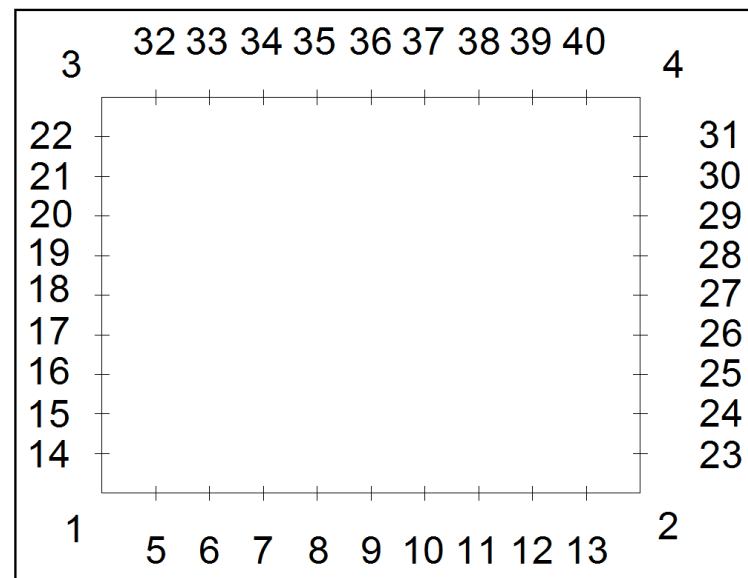


Figura 3. Modelo del marco SAP2000.

La solera queda representada en este modelo mediante 10 barras horizontales (de la barra 1 a la 10) y 11 nudos (del nudo 1 al 2).

La losa superior queda representada al igual que la solera mediante 10 barras horizontales (de la barra 32 a la 41) y 11 nudos (del nudo 3 al 4).

Los hastiales se representan mediante 10 barras verticales cada uno. El hastial izquierdo de la barra 12 a la 21 y entre los nudos 1 y 3. El hastial derecho de la barra 22 a la 31 y del nudo 2 al 4.

El apoyo de la losa inferior sobre el terreno natural se modeliza mediante una serie de muelles verticales unidos a los distintos nudos entre barras que forman en su conjunto la losa inferior.

Dichos muelles tienen una rigidez que se estima con el módulo de balasto del terreno de apoyo que hemos mencionado anteriormente. La rigidez del muelle será:

- Rigidez (kN/m) = Módulo de balasto (kN/m³) x Área de influencia (m²)

El dimensionamiento de la losa por tanto se realizará con el módulo de balasto obtenido en el anejo geotécnico que es:

$$K = 35000 \text{ KN/m}^3$$

Como el eje de la solera tiene 3,8 metros y está dividido en 10 barras de 0,38 metros de longitud cada una, la rigidez del muelle será:

$$\text{Rigidez} = 35000 * 0,38 = 13300 \text{ kN/m}$$

4.2. ACCIONES CONSIDERADAS

4.2.1. Acciones permanentes (G)

En primer lugar el peso propio, esta acción es la que se corresponde con el peso de los elementos estructurales.

Este peso se obtiene multiplicando el peso específico del material por el volumen de cada elemento. El programa SAP2000, habiendo introducido las características específicas del material y las secciones de cada elemento, se encarga de obtenerlo y tenerlo en cuenta en los cálculos que estime oportuno.

También existen diferentes cargas muertas. Sobre esta estructura, en la sección más desfavorable, se tiene una altura de tierras de 4,22 m de un peso específico de 21 kN/m³. Este volumen de materiales supone una carga muerta sobre el marco de 88,62 kN/m².

4.2.2. Acciones permanentes de valor no constante (G*)

En este apartado se definirán los empujes que generan sobre la estructura el volumen de tierras colindantes. El espesor de tierras por encima del marco es de 4,22 m que producirá en los hastiales empujes que hay que considerar en el cálculo. A continuación se procede al cálculo de dichos empujes, tanto para el activo como para el empuje al reposo.

- Empuje activo

Es el mínimo valor de empuje al que están sometidos los hastiales del marco.

Se ha considerado un ángulo de rozamiento de 30° ($\phi=30^\circ$), un peso específico del terreno de 21 kN/m³ y un valor de coeficiente de rozamiento de tierras-hastial de 0° ($c=0^\circ$)

El valor del coeficiente de empuje activo K_a según la teoría de Coulomb es:

$$K_a = \frac{1 - \sin(\phi)}{1 + \sin(\phi)} = \frac{1 - \sin(30)}{1 + \sin(30)} = 0,333$$

El empuje activo sobre los hastiales, se obtiene a partir de la ecuación:

$$E_a = K_a \cdot \gamma \cdot H$$

Siendo:

- K_a : Coeficiente de empuje activo
- γ : Peso específico del terreno
- H : Profundidad desde la superficie del terreno

Por tanto, los valores significativos para definir la carga trapezoidal distribuida son los extremos, es decir, el valor en la losa superior y en la solera. A continuación se establecen dichos valores:

$$E_a(4,22) = 0,333 \cdot 21 \cdot 4,22 = 29,54 \text{ kN/m}^2$$

$$E_a(7,02) = 0,333 \cdot 21 \cdot 7,02 = 49,14 \text{ kN/m}^2$$

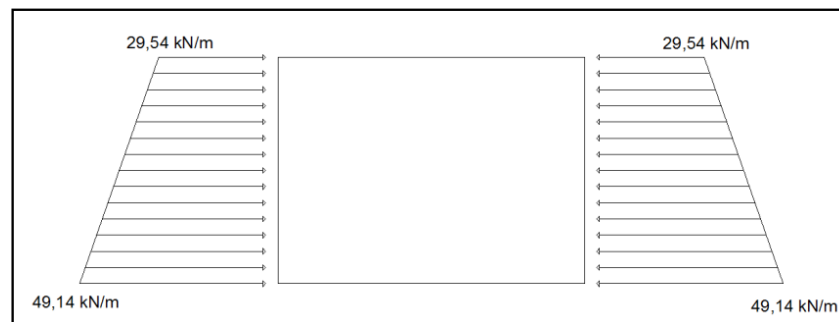


Figura 4. Empuje activo sobre los hastiales del marco.

- Empuje al reposo

Es el máximo valor del empuje sobre los hastiales del marco. Se trata del incremento que sufrirá el empuje activo calculado en el anterior apartado hasta alcanzar el empuje al reposo.

El valor del coeficiente de empuje al reposo K_0 para un terreno normalmente consolidado es:

$$K_0 = 1 - \sin(\phi) = 1 - \sin(30) = 0,5$$

El empuje al reposo sobre los hastiales, se obtiene a partir de la misma ecuación, pero con el coeficiente de empuje al reposo:

$$E_0 = K_0 \cdot \gamma \cdot H$$

Siendo:

- K_0 : Coeficiente de empuje al reposo
- γ : Peso específico del terreno
- H : Profundidad desde la superficie del terreno

Por tanto, los valores significativos para definir la carga trapezoidal distribuida son los extremos, es decir, el valor en la losa superior y en la solera. A continuación se establecen dichos valores:

$$E_0(4,22) = 0,5 \cdot 21 \cdot 4,22 = 44,31 \text{ kN/m}^2$$

$$E_0(7,02) = 0,5 \cdot 21 \cdot 7,02 = 73,71 \text{ kN/m}^2$$

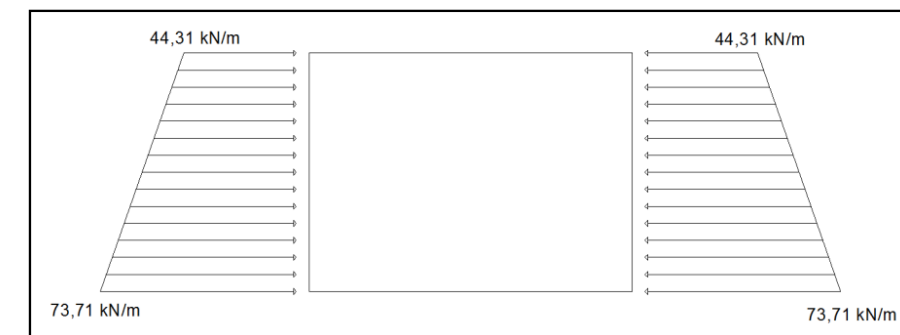


Figura 5. Empuje pasivo sobre los hastiales del marco.

4.2.3. Acciones variables (Q)

Las acciones variables quedan definidas por las acciones del tráfico que tendremos sobre nuestra estructura. Este tren de cargas está definido en la IAP-11, y diferencia entre una sobrecarga repartida y un carro de cargas.

La sobrecarga repartida es una carga uniforme de 9 kN/m^2 extendida en toda la plataforma de la losa superior del marco.

4.3. VERIFICACIÓN DE LOS ESTADOS LÍMITE ÚLTIMOS

4.3.1. Esfuerzos

El carro de cargas se trata de la sobrecarga de un vehículo pesado, cuyo eje longitudinal es paralelo a la calzada y está formado por cuatro cargas de 150 kN cada una, dos en cada eje.

La separación entre las cargas en sentido longitudinal es de 1,2 m y en sentido transversal de 2 m.

Como el marco está situado a efectos de cálculo, a 4,22 m de profundidad, la carga que llega al marco atravesando el terreno es mucho menor que la sobrecarga original de 4 x 150 kN. Averiguamos ahora sobre que superficie se van a repartir estas cuatro cargas.

Se supondrá que la carga se amplía horizontalmente 0,7 m por cada metro de profundidad. Por tanto las 4 cargas finales estarán repartidas en un área de 7 x 7,8 m².

Aquí se muestra un croquis con el reparto de dichas cargas:

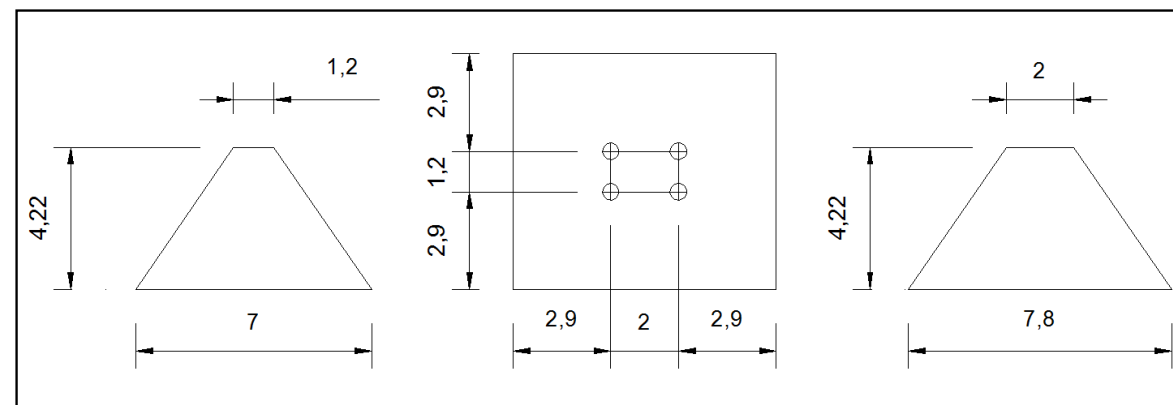


Figura 6. Reparto de cargas a través del terreno.

Por tanto la carga uniforme equivalente en la sección del marco será:

$$q = \frac{4 \cdot 150}{7 \cdot 7,8} = 11 \text{ kN/m}^2$$

4.3.2. ELU de flexocompresión

Una vez calculadas todas las cargas, se le aplicará a la estructura de barras modelizada en el apartado 4.1.

Estas cargas se combinan según lo indicado en el apartado 3.5.2., y a partir de estas, se obtienen las envolventes correspondientes a cada una de ellas.

De estas envolventes obtenemos los valores máximos y mínimos de los axiles, cortantes y flectores. Estos valores serán los que utilizemos para el dimensionamiento de la armadura.

La determinación de la armadura necesaria a disponer en cada una de las partes del marco para que éste resista los esfuerzos de flexocompresión a los que se va a ver sometido a lo largo de su vida útil se realizará en función de las envolventes de esfuerzos obtenidas mediante la consideración de Estado Límite Último de flexión y de axil.

Se tomarán, de las envolventes obtenidas, los valores máximos y mínimos de los momentos flectores y se realizarán todas las combinaciones posibles entre ellos, obteniendo así los casos más desfavorables. Estos valores se han tomado en unos nudos determinados de la sección utilizada para la realización del modelo estructural. Así pues, los nudos que se toman son sólo de medio marco ya que las envolventes serán simétricas. Los nudos son los siguientes:

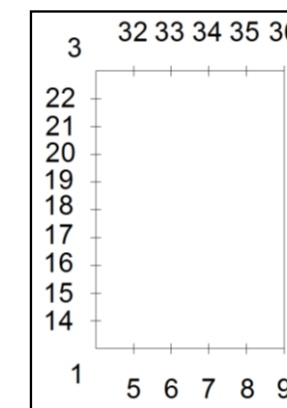


Figura 7. Secciones de cálculo en el marco.



○ Nudo 9

Esfuerzos en rotura:

$$M_{\text{máx}}: -125,95 \text{ kNm} \rightarrow 15,5 \text{ cm}^2$$

$$N_{\text{mín}}: 113,78 \text{ kN}$$

$$V_{\text{máx}}: 0 \text{ kN}$$

○ Nudo 7

Esfuerzos en rotura:

$$M_{\text{máx}}: -92,23 \text{ kNm} \rightarrow 11,2 \text{ cm}^2$$

$$N_{\text{mín}}: 113,78 \text{ kN}$$

$$V_{\text{máx}}: 119,65 \text{ kN}$$

○ Nudo 1

Esfuerzos en rotura:

$$M_{\text{máx}}: 112,65 \text{ kNm} \rightarrow 14 \text{ cm}^2$$

$$N_{\text{mín}}: 113,78 \text{ kN}$$

$$V_{\text{máx}}: 246,803 \text{ kN}$$

El armado a disponer en la losa inferior será el siguiente:

Armadura principal transversal en la cara superior de la losa de $\emptyset 20/20$, en la cara inferior de $\emptyset 20/30$ y en las esquinas con una longitud de 0,5m un refuerzo de $\emptyset 12/30$. La armadura longitudinal será tanto en la cara superior como en la inferior de $\emptyset 12/30$.

• **Armado de los hastiales**

Los hastiales son iguales por tanto calcularemos la armadura para uno de ellos y en el otro se dispondrá el mismo armado ya que por simetría soportan los mismos esfuerzos.

Hormigón: HA-30

Ambiente: XA2

Acero: B-500-S

Canto: 0,3 m

Ancho: 1 m

Recubrimiento mecánico: 0,05 m

○ Nudo 3

Esfuerzos en rotura:

$$M_{\text{máx}}: 132,28 \text{ kNm}$$

$$N_{\text{mín}}: 298,545 \text{ kN}$$

$$V_{\text{máx}}: 109,278 \text{ kN}$$

○ Nudo 18

Esfuerzos en rotura:

$$M_{\text{máx}}: 44,4 \text{ kNm}$$

$$N_{\text{mín}}: 309,885 \text{ kN}$$

$$V_{\text{máx}}: 11,641 \text{ kN}$$

○ Nudo 1

Esfuerzos en rotura:

$$M_{\text{máx}}: 112,65 \text{ kNm}$$

$$N_{\text{mín}}: 324,06 \text{ kN}$$

$$V_{\text{máx}}: 113,78 \text{ kN}$$

La combinación más desfavorable estipula la colocación en el trasdós una armadura vertical de 10 cm^2 , pero solamente en las esquinas, por lo que colocaremos una armadura de reparto vertical de $\emptyset 12/20$ con un refuerzo en las esquinas de $\emptyset 12/20$ y en el intradós $\emptyset 12/20$ para cumplir mínimos. La armadura horizontal será tanto en el trasdós como en el intradós de $\emptyset 12/30$.



4.3.3. ELU de cortante

La determinación de la armadura necesaria a colocar en cada una de las partes del marco para que éste resista los esfuerzos de cortante a los que se va a ver sometido a lo largo de su vida útil, se realizará en función de las envolventes de esfuerzos obtenidas mediante la consideración de Estado Límite Último de cortante.

Para comprobar si es necesaria armadura de cortante, se compara el cortante en un punto, con el valor de cálculo para la resistencia a cortante, que puede encontrarse en el apartado 6.2.2. del Eurocódigo 2 y es el siguiente:

$$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} k (100 \rho_l f_{ck})^{1/3} + k_1 \sigma_{cp}] b_w d$$

Con un mínimo de:

$$V_{Rd,c} = (v_{\min.} + k_1 \sigma_{cp}) b_w d$$

Por otra parte, si se necesita armadura de cortante, también hay que realizar la comprobación de agotamiento por compresión en el alma que se encuentra en el apartado 6.2.3 del Eurocódigo 2, y es la siguiente:

$$V_{Rd,máx.} = a_{cw} b_w z v_l f_{cd} / (\cot \theta + \tan \theta)$$

A continuación se procede a la comprobación del cortante en las secciones comprobadas anteriormente para rotura. En el caso que se necesite disponer de armadura de cortante, se realizará el dimensionamiento de la misma.

- Armadura de cortante en la losa superior

Hormigón: HA-30

Ambiente: XA2

Acero: B-500-S

Canto: 0,3 m

Ancho: 1 m

Recubrimiento mecánico: 0,05 m

- Nudo 36

Cortantes en rotura:

$V_{Rd,c} = 195,9 \text{ kN} > V_{Ed} = 0 \text{ kN} \rightarrow$ No necesita armadura de cortante

- Nudo 34

Cortantes en rotura:

$V_{Rd,c} = 195,9 \text{ kN} > V_{Ed} = 177,43 \text{ kN} \rightarrow$ No necesita armadura de cortante

- Nudo 3

Cortantes en rotura:

$V_{Rd,c} = 195,9 \text{ kN} < V_{Ed} = 295,71 \text{ kN} \rightarrow$ Necesita armadura de cortante

Con las comprobaciones realizadas se dispondrá una armadura de cortante consistente en cercos de $\emptyset 10/15$ en las esquinas con una longitud de 0,6 m.

- **Armadura de cortante en la losa inferior**

Hormigón: HA-30

Ambiente: XA2

Acero: B-500-S

Canto: 0,3 m

Ancho: 1 m

Recubrimiento mecánico: 0,05 m



- Nudo 9

Cortantes en rotura:

$V_{Rd,c} = 188,213 \text{ kN} > V_{Ed} = 0 \text{ kN} \rightarrow$ No necesita armadura de cortante

- Nudo 7

Cortantes en rotura:

$V_{Rd,c} = 188,213 \text{ kN} > V_{Ed} = 119,65 \text{ kN} \rightarrow$ No necesita armadura de cortante

- Nudo 1

Cortantes en rotura:

$V_{Rd,c} = 188,213 \text{ kN} > V_{Ed} = 246,803 \text{ kN} \rightarrow$ Necesita armadura de cortante

Con las comprobaciones realizadas se dispondrá una armadura de cortante consistente en cercos de $\emptyset 10/20$ en las esquinas con una longitud de 0,6 m.

- **Armadura de cortante en los hastiales**

Hormigón: HA-30

Ambiente: XA2

Acero: B-500-S

Canto: 0,3 m

Ancho: 1 m

Recubrimiento mecánico: 0,05 m

- Nudo 3

Cortantes en rotura:

$V_{Rd,c} = 222,516 \text{ kN} > V_{Ed} = 109,278 \text{ kN} \rightarrow$ No necesita armadura de cortante

- Nudo 18

Cortantes en rotura:

$V_{Rd,c} = 222,516 \text{ kN} > V_{Ed} = 11,641 \text{ kN} \rightarrow$ No necesita armadura de cortante

- Nudo 1

Cortantes en rotura:

$V_{Rd,c} = 222,516 \text{ kN} > V_{Ed} = 113,68 \text{ kN} \rightarrow$ No necesita armadura de cortante

Con las comprobaciones realizadas no se dispondrá una armadura de cortante en los hastiales.

4.4. VERIFICACIÓN DE LOS ESTADOS LÍMITE DE SERVICIO (ELS)

4.4.1. Cálculo de la abertura de fisura

Se procede a realizar la comprobación de la fisuración. En estructuras de hormigón suele ser inevitable la aparición de fisuras.

Las fisuras no suponen ningún problema para el uso de la estructura, siempre que se limite la abertura máxima de la fisura y no comprometa en ningún momento a la seguridad estructural.

Para la combinación de esfuerzos del Estado Límite de Servicio Cuasipermanente no se debe superar una abertura máxima de fisura $w_{m\acute{a}x}$, que vienen estipuladas por la norma y varían en función de la clase de exposición y el tipo de hormigón necesario.

En este estudio, el ambiente de exposición es el XA2 para los elementos que están en contacto con las aguas residuales. Para el resto de casos el ambiente de exposición será XC2. El tipo de hormigón de estas estructuras es armado. Para la clase de exposición XA2 y este tipo de hormigón la abertura deberá ser: $w_k \leq w_{m\acute{a}x} = 0,1 \text{ mm}$ y para la clase XC2 la abertura deberá ser $w_k \leq w_{m\acute{a}x} = 0,3 \text{ mm}$; siendo w_k la abertura característica de fisura.

Cabe destacar que no se considerará la abertura de fisura en los hastiales.

Con los condicionantes que se han descrito las secciones más desfavorables que se deben comprobar son las secciones de centro de vano tanto de la losa superior como de la losa inferior. Por tanto se comprobarán dos nudos, que tienen las siguientes características:

Hormigón: HA-30

Ambiente: XA2

Acero: B-500-S

Canto: 0,3 m

Ancho: 1 m

Recubrimiento mecánico: 0,05 m

○ Nudo 36

Resultados de la comprobación de fisuración:

$$M_{Ed, cuasipermanente} = 89,38 \text{ KN}\cdot\text{m} > M_{fisuración} = 43,45 \text{ KN}\cdot\text{m} \rightarrow \text{Fisura}$$

$$M_{Ed, característica} = 107,12 \text{ KN}\cdot\text{m}$$

$$\sigma_{c, máx} = 19,13 \text{ MPa} \leq 0,6 \cdot f_{ck} = 18 \text{ MPa} \rightarrow \text{NO CUMPLE}$$

$$\sigma_{s, máx} = 485,3 \text{ MPa} \leq 0,8 \cdot f_{yk} = 400 \text{ MPa} \rightarrow \text{NO CUMPLE}$$

$$w_k = 0,554 \text{ mm} \leq w_{máx} = 0,1 \text{ mm} \rightarrow \text{NO CUMPLE}$$

○ Nudo 9

Resultados de la comprobación de fisuración:

$$M_{Ed, cuasipermanente} = -76,92 \text{ KN}\cdot\text{m} > M_{fisuración} = -43,45 \text{ KN}\cdot\text{m} \rightarrow \text{Fisura}$$

$$M_{Ed, característica} = -90,94 \text{ KN}\cdot\text{m}$$

$$\sigma_{c, máx} = 13,05 \text{ MPa} \leq 0,6 \cdot f_{ck} = 18 \text{ MPa} \rightarrow \text{CUMPLE}$$

$$\sigma_{s, máx} = 251,74 \text{ MPa} \leq 0,8 \cdot f_{yk} = 400 \text{ MPa} \rightarrow \text{CUMPLE}$$

$$w_k = 0,253 \text{ mm} \leq w_{máx} = 0,1 \text{ mm} \rightarrow \text{NO CUMPLE}$$

Como conclusión de las comprobaciones en este apartado, es necesaria una ampliación de la sección de armadura por criterio de fisuración, ya que no se cumplen todas las comprobaciones aquí expuestas.

Se aumentará el armado hasta que la abertura de fisura sea menor de 0,1 mm. Para conseguirlo se debe poner en la losa superior una armadura transversal en la cara inferior de $\varnothing 25/10$ y en la losa inferior una armadura transversal en la cara superior de $\varnothing 25/12$.

El resto de armado y los refuerzos del mismo mantendrán como establece el criterio de rotura expuesto anteriormente.

5. CÁLCULO DE LA CÁMARA DE DISIPACIÓN

5.1. MODELIZACIÓN DE LA ESTRUCTURA

Para la realización del cálculo de la cámara de disipación, se han empleado dos modelos:

El primero se ha modelizado en SAP2000 mediante un modelo de placas en 3 dimensiones. Dicho modelo consiste en crear la losa de cimentación y los muros de la cámara mediante placas desde el eje medio del elemento estructural. La losa alveolar prefabricada se ha calculado aparte mediante las características de catálogo y en el SAP2000 se modeliza restringiendo la movilidad horizontal de los nudos de la parte superior de los muros y aplicando en ellos los esfuerzos correspondientes. Por tanto se tiene un modelo final de dimensiones 8 x 10 x 18,5 m con unas placas de hormigón de 0,6 m de espesor. Para realizar un cálculo más correcto y preciso estos elementos se dividen en placas más pequeñas. Los muros de dimensiones 18,5 x 10 m se dividen en 16 placas verticales por 36 placas horizontales. Los muros cortos de 10 x 8 m se dividen en 16 placas verticales por 19 horizontales. Finalmente la losa de cimentación o solera de 8 x 18,5 m se divide en 19 x 36 placas. Para modelizar el apoyo de la solera en el terreno al igual que se hizo en el modelo del marco se utilizaran muelles. Esta vez no hará falta elegir la rigidez de cada muelle, ya que conociendo el módulo de balasto del terreno, el propio programa asigna el área de influencia del muelle, haciéndola coincidir con el área de la placa.

A continuación se muestra una imagen del modelo de la cámara en 3 dimensiones:

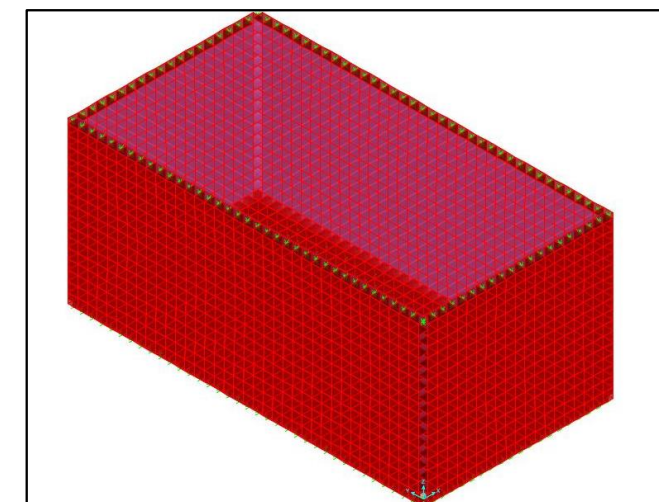


Figura 9. Modelo de cámara de disipación SAP2000.

El segundo modelo se ha realizado en el programa CYPE, concretamente en el CYPECAD. Este programa permite distinguir entre los elementos de la estructura por lo que en primer lugar se introducen las dimensiones de la cámara en una planilla de dibujo y posteriormente sobre esa planilla se concreta dónde van a ir colocados los muros y cuáles van a ser los elementos de los paños superior e inferior. En este caso el paño inferior será una losa de cimentación y el superior un forjado formado por placas alveolares pretensadas de 1,2 m de anchura paralelas al muro corto de la cámara.

A continuación se muestra una imagen del plano inferior en el que se observa la losa de cimentación y otra del plano superior donde se aprecia la disposición del forjado de placas alveolares:

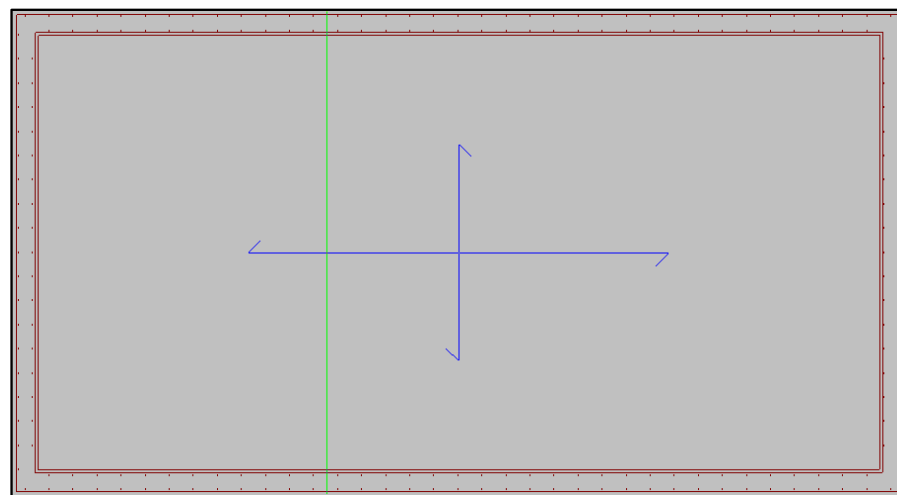
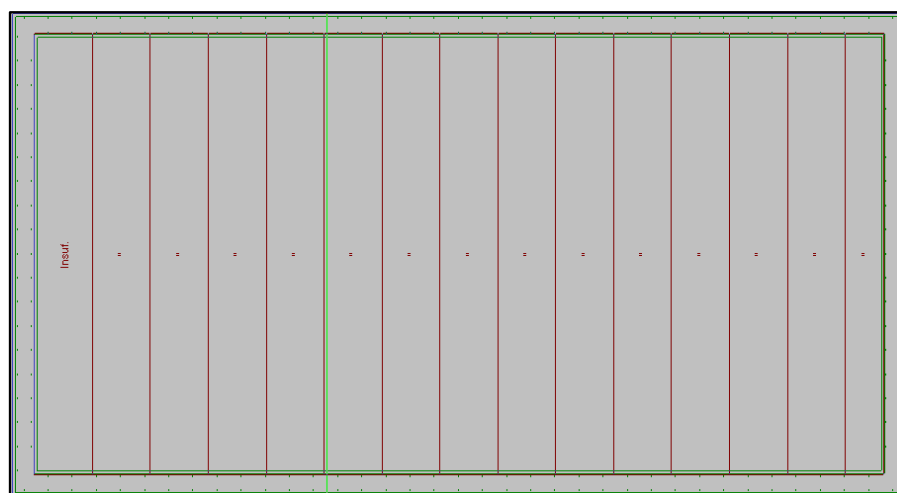


Figura 10. Losa de cimentación CYPECAD.



Figuras 11. Forjado de placas alveolares pretensadas CYPECAD.

5.2. ACCIONES CONSIDERADAS

5.2.1. Acciones permanentes (G)

Primero se tiene el peso propio, esta acción es la que se corresponde con el peso de los elementos estructurales.

Este peso se obtiene multiplicando el peso específico del material por el volumen de cada elemento. El programa SAP2000, habiendo introducido las características específicas del material y las secciones de cada elemento, se encarga de obtenerlo y tenerlo en cuenta en los cálculos que estime oportuno, de la misma forma lo obtiene el programa CYPE.

Existen además, diferentes cargas muertas. Sobre esta estructura, se tiene una altura de tierras de 1 metro de un peso específico de 21 kN/m³. Este volumen de materiales supone una carga muerta sobre el marco de 21 kN/m².

5.2.2. Acciones permanentes de valor no constante (G*)

En este apartado se definirán los empujes que generan sobre la estructura el volumen de tierras colindantes. El espesor de tierras por encima de la cámara es de 1 m que producirá en los hastiales empujes que hay que considerar en el cálculo. A continuación se procede al cálculo de dichos empujes, tanto para el activo como para el empuje al reposo y se tendrá en cuenta en este caso el empuje del agua ya que el nivel freático se encuentra a 2,5 m por encima de la cota de solera. Como los muros tienen la misma altura el empuje generado sobre los cuatro será idéntico.

- Empuje activo

Es el mínimo valor de empuje al que están sometidos los muros de la cámara.

Se ha considerado un ángulo de rozamiento de 30° ($\phi=30^\circ$), un peso específico del terreno de 21 kN/m³ y un valor de coeficiente de rozamiento de tierras-hastial de 0° ($c=0^\circ$)

El valor del coeficiente de empuje activo K_a según la teoría de Coulomb es:

$$K_a = \frac{1 - \sin(\phi)}{1 + \sin(\phi)} = \frac{1 - \sin(30)}{1 + \sin(30)} = 0,333$$

El empuje activo sobre los hastiales, se obtiene a partir de la ecuación:

$$E_a = K_a \cdot \gamma \cdot H$$

Siendo:

- K_a : Coeficiente de empuje activo

- γ : Peso específico del terreno
- H : Profundidad desde la superficie del terreno

Por tanto, los valores significativos para definir la carga trapezoidal distribuida son los extremos, es decir, el valor en la losa superior y en la solera. A continuación se establecen dichos valores:

$$E_a(1) = 0,333 \cdot 21 \cdot 1 = 6,993 \text{ kN/m}^2$$

$$E_a(9) = 0,333 \cdot 21 \cdot 9 = 62,937 \text{ kN/m}^2$$

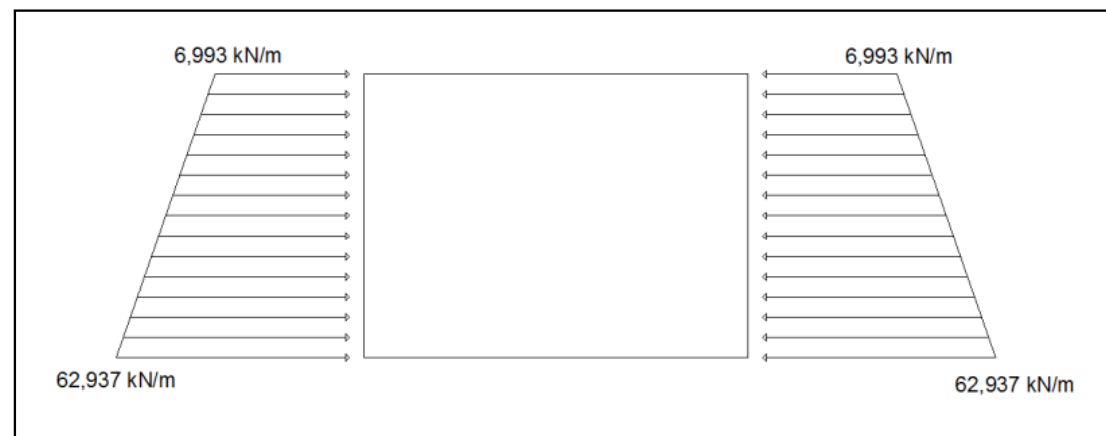


Figura 12. Empuje activo sobre los muros de la cámara.

- Empuje al reposo

Es el máximo valor del empuje sobre los muros de la cámara. Se trata del incremento que sufrirá el empuje activo calculado en el anterior apartado hasta alcanzar el empuje al reposo.

El valor del coeficiente de empuje al reposo K_0 para un terreno normalmente consolidado es:

$$K_a = 1 - \sin(\phi) = 1 - \sin(30) = 0,5$$

El empuje al reposo sobre los muros, se obtiene a partir de la misma ecuación, pero con el coeficiente de empuje al reposo:

$$E_0 = K_0 \cdot \gamma \cdot H$$

Siendo:

- K_0 : Coeficiente de empuje al reposo

- γ : Peso específico del terreno
- H : Profundidad desde la superficie del terreno

Por tanto, los valores significativos para definir la carga trapezoidal distribuida son los extremos, es decir, el valor en la losa superior y en la solera. A continuación se establecen dichos valores:

$$E_0(1) = 0,5 \cdot 21 \cdot 1 = 10,5 \text{ kN/m}^2$$

$$E_0(9) = 0,5 \cdot 21 \cdot 9 = 94,5 \text{ kN/m}^2$$

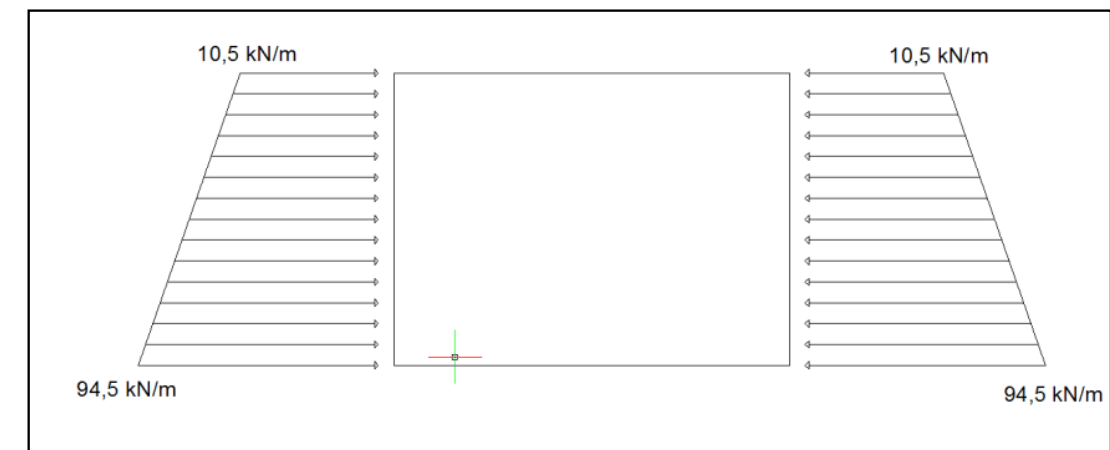


Figura 13. Empuje pasivo sobre los muros de la cámara.

- Empuje del agua

Es el valor de empuje generado por el agua del terreno al que están sometidos los muros de la cámara.

Se ha considerado un peso específico del agua de 10 kN/m^3 .

Por lo que el empuje generado por el agua en estos 2,5 metros será el siguiente:

$$E_a(0) = 10 \cdot 0 = 0 \text{ kN/m}^2$$

$$E_a(2,5) = 10 \cdot 2,5 = 25 \text{ kN/m}^2$$

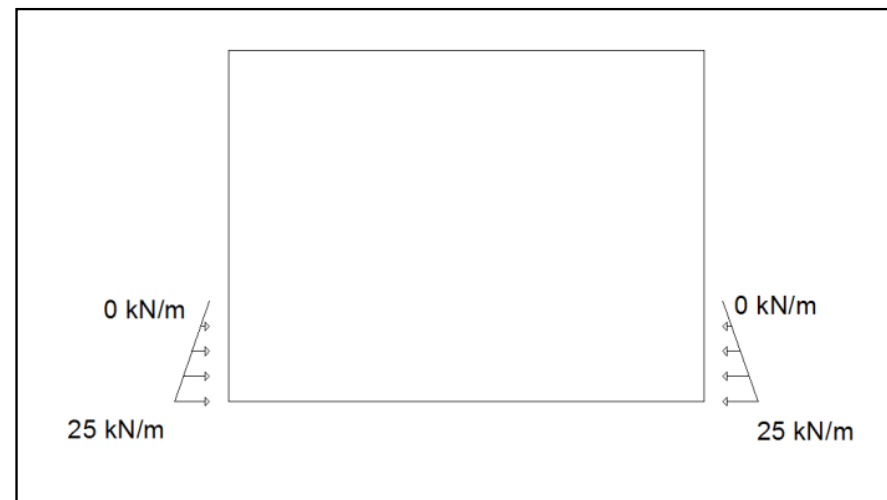


Figura 14. Empuje del agua sobre los muros de la cámara

5.2.3. Acciones variables (Q)

Las acciones variables quedan definidas por una sobrecarga de uso que existe sobre la estructura. Esta sobrecarga repartida es una carga uniforme de 10 kN/m^2 que se dispone por si en un futuro se cambia el uso del jardín debajo del cual está situada la cámara de disipación y aumentan las cargas del mismo.

5.3. VERIFICACIÓN DE LOS ESTADOS LÍMITE ÚLTIMOS

5.3.1. Esfuerzos

Una vez calculadas todas las cargas, se le aplicará a la estructura de elementos finitos modelizada en el apartado 4.1.

Estas cargas se combinan según lo indicado en el apartado 3.5.2., y a partir de estas, se obtienen las envolventes correspondientes a cada una de ellas.

De estas envolventes obtenemos los valores máximos y mínimos de los axiles, cortantes y flectores. Estos valores serán los que se utilizarán para el dimensionamiento de la armadura.

5.3.2. ELU de flexocompresión y de cortante

La determinación de la armadura necesaria a disponer en cada una de las partes de la cámara de disipación, para que resista los esfuerzos de flexocompresión y de cortante a los que va a verse sometida a lo largo de su vida útil, se realizará en función de las envolventes de esfuerzos obtenidas en el cálculo de Estado Límite Último.

El programa CYPECAD tiene una herramienta de dimensionamiento de armados en función de dichos esfuerzos y a continuación se mostrarán los resultados obtenidos del análisis del modelo

ESFUERZOS DE PILARES, PANTALLAS Y MUROS POR HIPÓTESIS

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

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	Forjado 1	60.0	-9.00/-1.00	Carga permanente	131.78	120.12	-5.31	152.01	0.46	-2.55	13.37	-0.21	-0.06	-12.60	0.01	0.31
				Sobrecarga de uso	41.93	23.21	2.66	12.24	-0.11	0.49	6.71	-0.17	0.00	-0.28	0.00	-0.02
M2	Forjado 1	60.0	-9.00/-1.00	Carga permanente	359.20	11.70	-445.8	2.32	-435.3	-18.50	209.43	1.07	-0.90	-1.51	98.74	8.27
				Sobrecarga de uso	86.06	2.72	-45.82	-0.00	-15.45	-0.68	121.45	-0.83	-0.30	0.08	-1.40	1.34
M3	Forjado 1	60.0	-9.00/-1.00	Carga permanente	128.98	-128.8	0.31	-156.8	0.63	1.61	12.99	1.08	0.17	15.42	-0.23	-1.31
				Sobrecarga de uso	42.07	-23.23	-0.83	-12.19	-0.01	-0.28	6.87	0.27	0.06	0.12	0.01	0.02
M4	Forjado 1	60.0	-9.00/-1.00	Carga permanente	358.09	22.21	445.67	2.49	434.24	17.36	209.45	1.41	0.88	-1.31	-98.51	-6.11
				Sobrecarga de uso	86.45	-4.04	45.84	-0.05	15.57	-0.23	121.46	-0.71	0.30	0.08	1.39	-1.40

ARRANQUES DE PILARES, PANTALLAS Y MUROS POR HIPÓTESIS

- Nota: Los esfuerzos de pantallas y muros son en ejes generales y referidos al centro de gravedad de la pantalla o muro en la planta.

Soporte	Hipótesis	Esfuerzos en arranques					
		N (t)	Mx (t·m)	My (t·m)	Qx (t)	Qy (t)	T (t·m)
M1	Carga permanente	131.78	120.12	-5.31	152.01	0.46	-2.55
	Sobrecarga de uso	41.93	23.21	2.66	12.24	-0.11	0.49
M2	Carga permanente	359.20	11.70	-445.8	2.32	-435.3	-18.50
	Sobrecarga de uso	86.06	2.72	-45.82	-0.00	-15.45	-0.68
M3	Carga permanente	128.98	-128.8	0.31	-156.8	0.63	1.61
	Sobrecarga de uso	42.07	-23.23	-0.83	-12.19	-0.01	-0.28
M4	Carga permanente	358.09	22.21	445.67	2.49	434.24	17.36
	Sobrecarga de uso	86.45	-4.04	45.84	-0.05	15.57	-0.23

PÉSIMOS DE PILARES, PANTALLAS Y MUROS

Muros



Referencias:

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: Longitud: 1000 cm [Nudo inicial: 0.00;0.00 -> Nudo final: 0.00;10.00]										
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)
Forjado 1 (e=60.0 cm)	Arm. vert. der.	74.21	-4.51	-23.88	0.11	13.79	12.97	0.06	---	---
	Arm. horz. der.	42.67	-3.00	-21.90	-0.06	10.61	12.17	0.80	---	---
	Arm. vert. izq.	167.87	-35.77	-4.52	1.90	-35.75	-4.52	-0.85	---	---
	Arm. horz. izq.	119.50	-18.02	-30.81	0.40	-4.88	-30.27	0.17	---	---
	Hormigón	28.09	-35.79	-4.52	-1.41	-35.90	-4.53	-0.35	---	---
	Arm. transve.	13.91	-32.26	-9.16	-3.30	---	---	---	28.94	1.27

Muro M2: Longitud: 1850 cm [Nudo inicial: 0.00;10.00 -> Nudo final: 18.50;10.00]										
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)
Forjado 1 (e=60.0 cm)	Arm. vert. der.	89.35	-22.82	-9.12	-0.58	28.53	9.28	0.40	---	---
	Arm. horz. der.	50.61	-16.72	-10.17	6.48	3.99	3.08	-10.62	---	---
	Arm. vert. izq.	273.03	-41.14	-5.20	0.26	-55.11	-6.96	-0.83	---	---
	Arm. horz. izq.	132.49	-18.18	-30.33	1.91	-4.76	-32.63	-0.01	---	---
	Hormigón	40.82	-41.14	-5.20	0.26	-55.11	-6.96	-0.83	---	---
	Arm. transve.	34.81	-41.89	-8.66	-0.19	---	---	---	37.42	-0.68



Muro M3: Longitud: 1000 cm [Nudo inicial: 18.50;0.00 -> Nudo final: 18.50;10.00]										
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)
Forjado 1 (e=60.0 cm)	Arm. vert. der.	178.45	-36.17	-4.57	1.05	37.87	4.78	0.68	---	---
	Arm. horz. der.	137.01	-18.00	-30.66	-0.31	4.28	33.19	-1.12	---	---
	Arm. vert. izq.	73.31	-5.02	-23.66	-0.64	-13.60	-12.60	0.13	---	---
	Arm. horz. izq.	40.05	-9.55	-21.80	-1.54	-13.59	-11.84	-0.87	---	---
	Hormigón	29.43	-36.17	-4.57	1.05	37.87	4.78	0.68	---	---
	Arm. transve.	14.24	-32.84	-9.02	1.27	---	---	---	-29.66	0.41

Muro M4: Longitud: 1850 cm [Nudo inicial: 0.00;0.00 -> Nudo final: 18.50;0.00]										
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)
Forjado 1 (e=60.0 cm)	Arm. vert. der.	273.41	-41.16	-5.20	0.26	55.18	6.97	0.82	---	---
	Arm. horz. der.	131.86	-17.98	-28.21	1.93	4.60	32.06	-0.01	---	---
	Arm. vert. izq.	89.78	-21.87	-9.01	-0.07	-28.61	-9.88	-0.06	---	---
	Arm. horz. izq.	50.72	-16.69	-10.24	6.45	-4.00	-3.10	10.62	---	---
	Hormigón	40.87	-41.16	-5.20	0.26	55.18	6.97	0.82	---	---
	Arm. transve.	34.65	-41.92	-8.65	-0.19	---	---	---	-37.40	0.49

LISTADO DE ARMADO DE MUROS DE SÓTANO

Muro M1: Longitud: 1000 cm [Nudo inicial: 0.00;0.00 -> Nudo final: 0.00;10.00]											
Planta	Espesor (cm)	Armadura vertical		Armadura horizontal		Armadura transversal				F.C. (%)	Estado
		Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Ramas	Diám.	Sep.ver (cm)	Sep.hor (cm)		
Forjado 1	60.0	Ø16c/20 cm	Ø16c/20 cm	Ø16c/19 cm	Ø16c/19 cm	1	Ø8	19	20	94.9	---

Muro M2: Longitud: 1850 cm [Nudo inicial: 0.00;10.00 -> Nudo final: 18.50;10.00]											
Planta	Espesor (cm)	Armadura vertical		Armadura horizontal		Armadura transversal				F.C. (%)	Estado
		Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Ramas	Diám.	Sep.ver (cm)	Sep.hor (cm)		



Forjado 1	60.0	Ø16c/20 cm	Ø20c/20 cm	Ø16c/19 cm	Ø16c/19 cm	1	Ø8	19	20	91.8	---
-----------	------	------------	------------	------------	------------	---	----	----	----	------	-----

Muro M3: Longitud: 1000 cm [Nudo inicial: 18.50;0.00 -> Nudo final: 18.50;10.00]											
Planta	Espesor (cm)	Armadura vertical		Armadura horizontal		Armadura transversal				F.C. (%)	Estado
		Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Ramas	Diám.	Sep.ver (cm)	Sep.hor (cm)		
Forjado 1	60.0	Ø16c/20 cm	Ø16c/20 cm	Ø16c/19 cm	Ø16c/19 cm	1	Ø8	19	20	96.8	---

Muro M4: Longitud: 1850 cm [Nudo inicial: 0.00;0.00 -> Nudo final: 18.50;0.00]											
Planta	Espesor (cm)	Armadura vertical		Armadura horizontal		Armadura transversal				F.C. (%)	Estado
		Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Ramas	Diám.	Sep.ver (cm)	Sep.hor (cm)		
Forjado 1	60.0	Ø20c/20 cm	Ø16c/20 cm	Ø16c/19 cm	Ø16c/19 cm	1	Ø8	19	20	92.3	---

F.C. = El factor de cumplimiento indica el porcentaje de área en el cual el armado y espesor de hormigón son suficientes.

SUMATORIO DE ESFUERZOS DE PILARES, PANTALLAS Y MUROS POR HIPÓTESIS Y PLANTA

- Sólo se tienen en cuenta los esfuerzos de pilares, muros y pantallas, por lo que si la obra tiene vigas con vinculación exterior, vigas inclinadas, diagonales o estructuras 3D integradas, los esfuerzos de dichos elementos no se muestran en el siguiente listado.
- Este listado es de utilidad para conocer las cargas actuantes por encima de la cota de la base de los soportes sobre una planta, por lo que para casos tales como pilares apeados traccionados, los esfuerzos de dichos pilares tendrán la influencia no sólo de las cargas por encima sino también la de las cargas que recibe de plantas inferiores.

Resumen

Valores referidos al origen (X=0.00, Y=0.00)								
Planta	Cota (m)	Hipótesis	N (t)	Mx (t·m)	My (t·m)	Qx (t)	Qy (t)	T (t·m)
Cimentación	-9.00	Carga permanente	978.05	9046.8	4890.4	0.00	-0.00	0.29
		Sobrecarga de uso	256.50	2372.6	1282.5	-0.00	-0.00	0.00



5.4. VERIFICACIÓN DE LOS ESTADOS LÍMITE DE SERVICIO (ELS)

5.4.1. Cálculo de la abertura de fisura

Realizamos ahora la comprobación de la fisuración. En estructuras de hormigón suele ser inevitable la aparición de fisuras.

Las fisuras no suponen ningún problema para el uso de la estructura, siempre que se limite la abertura máxima de la fisura y no comprometa en ningún momento a la seguridad estructural.

Para la combinación de esfuerzos del Estado Límite de Servicio Cuasipermanente no se debe superar una abertura máxima de fisura $w_{m\acute{a}x}$, que vienen estipuladas por la norma y varían en función de la clase de exposición y el tipo de hormigón necesario.

En este estudio, el ambiente de exposición es el XA2 para los elementos que están en contacto con las aguas residuales. Para el resto de casos el ambiente de exposición será XC2. El tipo de hormigón de estas estructuras es armado. Para la clase de exposición XA2 y este tipo de hormigón la abertura deberá ser: $w_k \leq w_{m\acute{a}x} = 0,1$ mm y para la clase XC2 la abertura deberá ser $w_k \leq w_{m\acute{a}x} = 0,3$ mm; siendo w_k la abertura característica de fisura.

Con los condicionantes que se han descrito las secciones más desfavorables que se deben comprobar son las secciones de centro de vano tanto de la losa superior como de la losa inferior. Por tanto se realizará en dos nudos que tienen las siguientes características:

Hormigón: HA-30

Ambiente: XA2

Acero: B-500-S

Canto: 0,6 m

Ancho: 1 m

Recubrimiento mecánico: 0,05 m

- Parte inferior Muro Corto (NUDO 36)

Resultados de la comprobación de fisuración:

$M_{Ed} = 238.3$ KN·m > $M_{fisuración} = 197.25$ KN·m → Fisura

$N_{Ed} = 238.5$ KN

Profundidad Fibra Neutra → $x = 0.108$ m

$\sigma_{c,m\acute{a}x} = 5.64$ MPa ≤ $0,6 \cdot f_{ck} = 18$ MPa → CUMPLE

$\sigma_{s,m\acute{a}x} = 273.95$ MPa ≤ $0,8 \cdot f_{yk} = 400$ MPa → CUMPLE

$S_{r,max} = 0.395$ m

$\xi_{sm} - \xi_{cm} = 7.99e-4$

$w_k = 0.315$ mm ≤ $w_{m\acute{a}x} = 0,3$ mm → NO CUMPLE

La cuantía dispuesta no satisface las exigencias por fisuración. La cuantía de armado adoptada es 5Ø16 con un refuerzo de 5Ø12 en el trasdós, manteniendo la cuantía del intradós. Para esta nueva disposición se obtienen los siguientes resultados:

Profundidad Fibra Neutra → $x = 0.118$ m

$\sigma_{c,m\acute{a}x} = 6.93$ MPa ≤ $0,6 \cdot f_{ck} = 18$ MPa → CUMPLE

$\sigma_{s,m\acute{a}x} = 255.56$ MPa ≤ $0,8 \cdot f_{yk} = 400$ MPa → CUMPLE

$S_{r,max} = 0.309$ m

$\xi_{sm} - \xi_{cm} = 7.44e-4$

$w_k = 0.237$ mm ≤ $w_{m\acute{a}x} = 0,3$ mm → CUMPLE

- Parte inferior Muro Largo (NUDO 9)

Resultados de la comprobación de fisuración:

$M_{Ed} = 367.5$ KN·m > $M_{fisuración} = 197.25$ KN·m → Fisura

$N_{Ed} = 274.27$ KN

Profundidad Fibra Neutra → $x = 0.107$ m

$\sigma_{c,m\acute{a}x} = 7.7$ MPa ≤ $0,6 \cdot f_{ck} = 18$ MPa → CUMPLE

$\sigma_{s,m\acute{a}x} = 452$ MPa ≤ $0,8 \cdot f_{yk} = 400$ MPa → NO CUMPLE

$S_{r,max} = 0.395$ m

$\xi_{sm} - \xi_{cm} = 1.765e-3$

$w_k = 0.642$ mm ≤ $w_{m\acute{a}x} = 0,3$ mm → NO CUMPLE

La cuantía dispuesta no satisface las exigencias por fisuración. La cuantía de armado adoptada es 5Ø16 con un refuerzo de 5Ø20 en el trasdós, manteniendo la cuantía del intradós para respetar el armado base. Para esta nueva disposición se obtienen los siguientes resultados:

Profundidad Fibra Neutra → $x = 0.136$ m



$$\sigma_{c,m\acute{a}x} = 7.35 \text{ MPa} \leq 0,6 \cdot f_{ck} = 18 \text{ MPa} \rightarrow \text{CUMPLE}$$

$$\sigma_{s,m\acute{a}x} = 245.76 \text{ MPa} \leq 0,8 \cdot f_{yk} = 400 \text{ MPa} \rightarrow \text{CUMPLE}$$

$$S_{r,m\acute{a}x} = 0.334 \text{ m}$$

$$\xi_{sm} - \xi_{cm} = 8.89e-4$$

$$w_k = 0.297 \text{ mm} \leq w_{m\acute{a}x} = 0,3 \text{ mm} \rightarrow \text{NO CUMPLE}$$

- Losa de cimentación

Resultados de la comprobación de fisuración en la sección longitudinal:

$$M_{Ed} = 221.67 \text{ KN}\cdot\text{m} > M_{\text{fisuración}} = 173.79 \text{ KN}\cdot\text{m} \rightarrow \text{Fisura}$$

$$N_{Ed} = 0 \text{ KN}$$

$$\text{Profundidad Fibra Neutra} \rightarrow x = 0.102 \text{ m}$$

$$\sigma_{c,m\acute{a}x} = 8.26 \text{ MPa} \leq 0,6 \cdot f_{ck} = 18 \text{ MPa} \rightarrow \text{CUMPLE}$$

$$\sigma_{s,m\acute{a}x} = 217.24 \text{ MPa} \leq 0,8 \cdot f_{yk} = 400 \text{ MPa} \rightarrow \text{CUMPLE}$$

$$S_{r,m\acute{a}x} = 0.367 \text{ m}$$

$$\xi_{sm} - \xi_{cm} = 6.32e-4$$

$$w_k = 0.24 \text{ mm} \leq w_{m\acute{a}x} = 0,3 \text{ mm} \rightarrow \text{CUMPLE}$$

Resultados de la comprobación de fisuración en la sección transversal:

$$M_{Ed} = 333.13 \text{ KN}\cdot\text{m} > M_{\text{fisuración}} = 173.79 \text{ KN}\cdot\text{m} \rightarrow \text{Fisura}$$

$$N_{Ed} = 0 \text{ KN}$$

$$\text{Profundidad Fibra Neutra} \rightarrow x = 0.129 \text{ m}$$

$$\sigma_{c,m\acute{a}x} = 9.91 \text{ MPa} \leq 0,6 \cdot f_{ck} = 18 \text{ MPa} \rightarrow \text{CUMPLE}$$

$$\sigma_{s,m\acute{a}x} = 193.3 \text{ MPa} \leq 0,8 \cdot f_{yk} = 400 \text{ MPa} \rightarrow \text{CUMPLE}$$

$$S_{r,m\acute{a}x} = 0.329 \text{ m}$$

$$\xi_{sm} - \xi_{cm} = 6.78e-4$$

$$w_k = 0.22 \text{ mm} \leq w_{m\acute{a}x} = 0,3 \text{ mm} \rightarrow \text{CUMPLE}$$

Las cuantías de armado dispuestas en la solera de la cámara de disipación cumplen con los requisitos por fisuración, por lo que no será necesario modificarlas.

6. CONCLUSIONES

Como conclusión del anejo de cálculo se resumirá el armado de los elementos estudiados:

- **Armado del marco**
 - Armado de la losa superior

El armado a disponer en la losa superior debido al ELU de flecompresión será el siguiente:

Armadura transversal de reparto en la cara inferior de la losa de $\varnothing 20/15$, en la cara superior de $\varnothing 20/30$ y en las esquinas con una longitud de 0,5m un refuerzo de $\varnothing 12/30$. Mientras que la armadura longitudinal será tanto en la cara superior como en la inferior de $\varnothing 12/30$.

Con las comprobaciones realizadas para el ELU de cortante se dispondrá una armadura de cortante consistente en cercos de $\varnothing 10/15$ en las esquinas con una longitud de 0,6 m.

Como conclusión de las comprobaciones para el ELS cuasipermanente, es necesaria una ampliación de la sección de armadura por criterio de fisuración, ya que no se cumplen todas las comprobaciones. Por tanto se aumentará el armado hasta que la abertura de fisura sea menor de 0,1 mm.

Para conseguirlo se debe poner en la losa superior una armadura de reparto en la cara inferior de $\varnothing 25/10$. Manteniendo el resto de armados y refuerzos como establece el criterio de rotura expuesto anteriormente.

- Armado de la solera

El armado a disponer en la losa inferior debido al ELU de flexocompresión será el siguiente:

Armadura de reparto transversal en la cara superior de la losa de $\varnothing 20/20$, en la cara inferior de $\varnothing 20/30$ y en las esquinas con una longitud de 0,5m un refuerzo de $\varnothing 12/30$. La armadura longitudinal será tanto en la cara superior como en la inferior de $\varnothing 12/30$.

Con las comprobaciones realizadas para el ELU de cortante se dispondrá una armadura de cortante consistente en cercos de $\varnothing 10/20$ en las esquinas con una longitud de 0,6 m.



Como conclusión de las comprobaciones para el ELS cuasipermanente, es necesaria una ampliación de la sección de armadura por criterio de fisuración, ya que no se cumplen todas las comprobaciones. Por tanto se aumentará el armado hasta que la abertura de fisura sea menor de 0,1 mm.

Para conseguirlo se debe poner en la losa inferior una armadura de reparto en la cara superior de $\emptyset 25/12$. Manteniendo el resto de armados y refuerzos como establece el criterio de rotura expuesto anteriormente.

- Armado de los hastiales

La combinación más desfavorable debido al ELU de flexocompresión nos estipula que se coloque en el trasdós una armadura vertical de 10 cm², pero solamente en las esquinas, por lo que se colocará una armadura de reparto vertical de $\emptyset 12/20$ con un refuerzo en las esquinas de $\emptyset 12/20$ y en el intradós $\emptyset 12/20$ para cumplir mínimos. La armadura horizontal será tanto en el trasdós como en el intradós de $\emptyset 12/30$.

Con las comprobaciones realizadas para el ELU de cortante no será necesario disponer de armadura de cortante en los hastiales.

- **Armado de la cámara**

- Muro corto

El armado vertical del muro estará compuesto por un armado base tanto en el trasdós como en el intradós de $\emptyset 16/20$ cm, y un refuerzo de 1 m en la base del trasdós de $\emptyset 12/20$ cm.

El armado horizontal del muro estará compuesto por un armado base de $\emptyset 16/20$ cm tanto en el trasdós como en el intradós, y un refuerzo de 1 m en la base del trasdós de $\emptyset 12/20$ cm.

Aplicando las comprobaciones para el ELS cuasipermanente, es necesaria una ampliación de la cuantía de armadura por criterio de fisuración. Por tanto se aumentará el armado hasta que la abertura de fisura sea menor de 0,3 mm.

Para cumplir con estos requisitos es necesario aumentar la cuantía de los refuerzos a $\emptyset 12/18$ cm.

- Muro largo

El armado vertical del muro estará compuesto por un armado base de $\emptyset 16/20$ cm, y un refuerzo de 1 m en la base de $\emptyset 12/20$ cm, ambos en el trasdós e intradós.

El armado horizontal del muro estará compuesto por un armado base de $\emptyset 16/20$ cm, y un refuerzo de 1 m en la base de $\emptyset 12/20$ cm, ambos en el trasdós e intradós.

Aplicando las comprobaciones para el ELS cuasipermanente, es necesaria una ampliación de la cuantía de armadura por criterio de fisuración. Por tanto se aumentará el armado hasta que la abertura de fisura sea menor de 0,3 mm.

Para cumplir con estos requisitos es necesario aumentar la cuantía de los refuerzos a $\emptyset 20/20$ cm.

- Armado de la losa de cimentación

El armado a disponer en la losa de cimentación es el siguiente:

- El armado longitudinal está compuesto por un armado base de $\emptyset 16/20$ cm, tanto en la cara superior como en la inferior, y un refuerzo a lo largo de todo el muro corto (10 m) de $\emptyset 16/20$ cm de 2 m de longitud.
- El armado transversal está compuesto por un armado base de $\emptyset 16/20$ cm, tanto en la cara superior como en la inferior, y un refuerzo a lo largo del muro largo menos en las esquinas (14,5 m) de $\emptyset 25/20$ de 3 m de longitud.

Valencia, junio de 2015

Los autores del estudio:

Guillermo HUESO CLIMENT

Alberto PÉREZ GÓMEZ-FERRER



ANEXOS



ANEXO Nº1:
DIAGRAMAS EN SAP2000
MARCO

1 DIAGRAMAS EN SAP

1.1 Diagramas de axiles

1.1.1 ELU permanente o transitoria

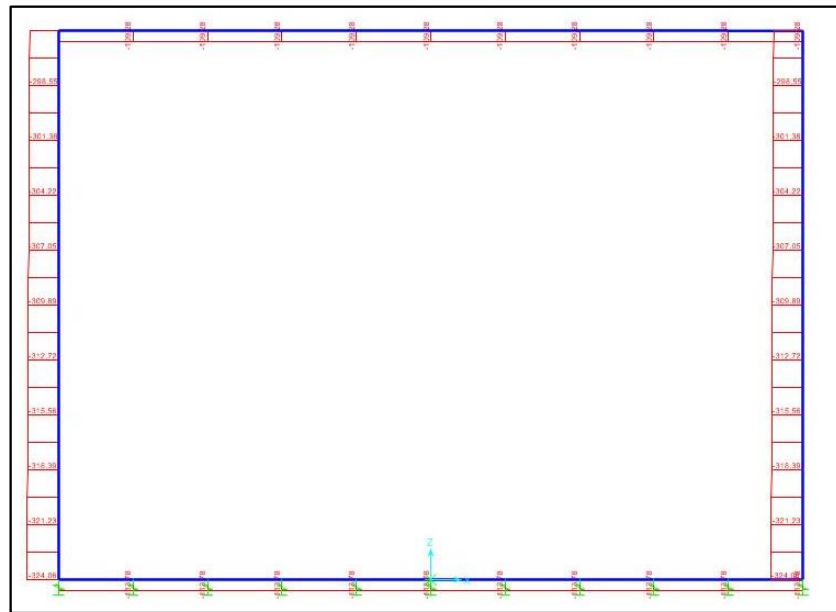


Figura 16. Axil ELU SAP2000.

1.1.2 ELS característica

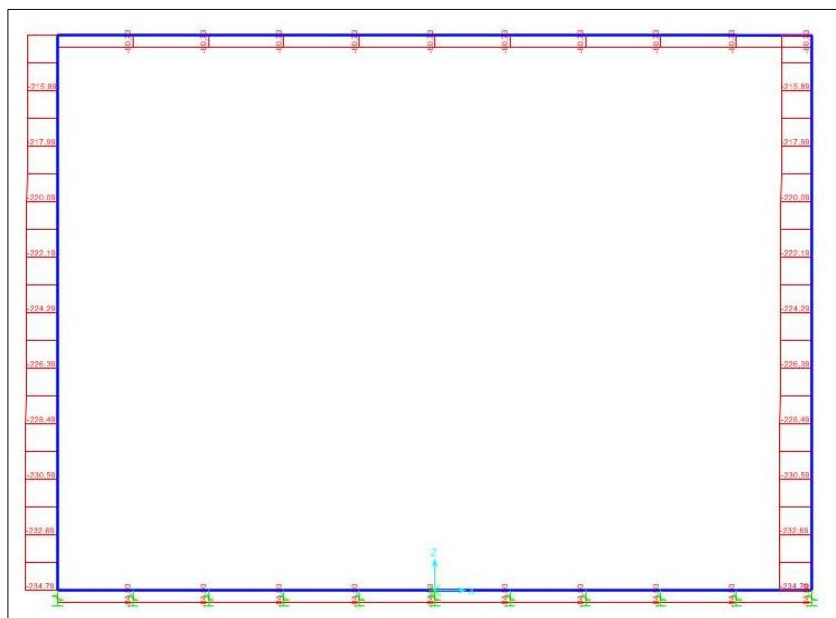


Figura 17. Axil ELS característica SAP2000.

1.1.3 ELS cuasipermanente

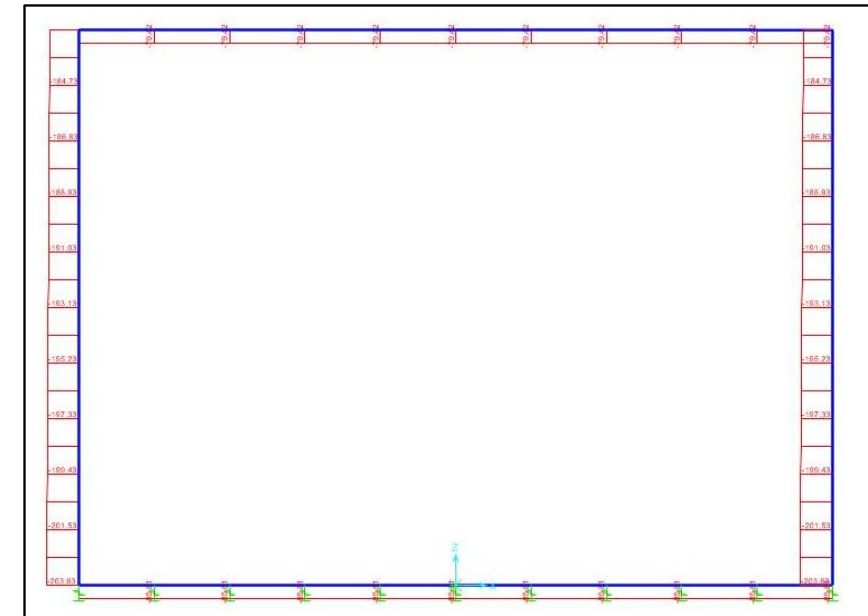


Figura 18. Axil ELS cuasipermanente SAP2000.

1.2 Diagramas de cortantes

1.2.1 ELU permanente o transitoria

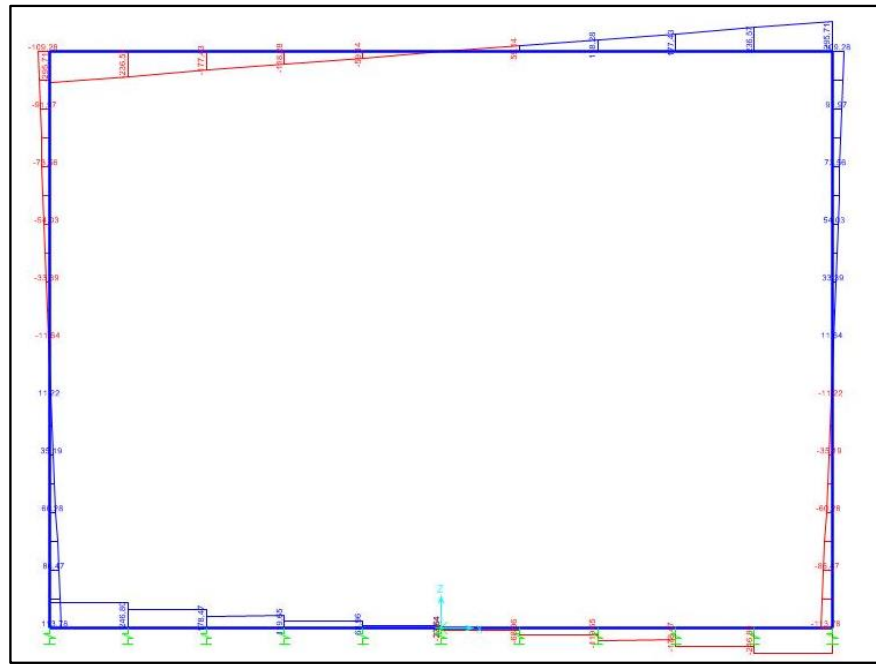


Figura 19. Cortante ELU SAP2000.

1.2.2 ELS característica

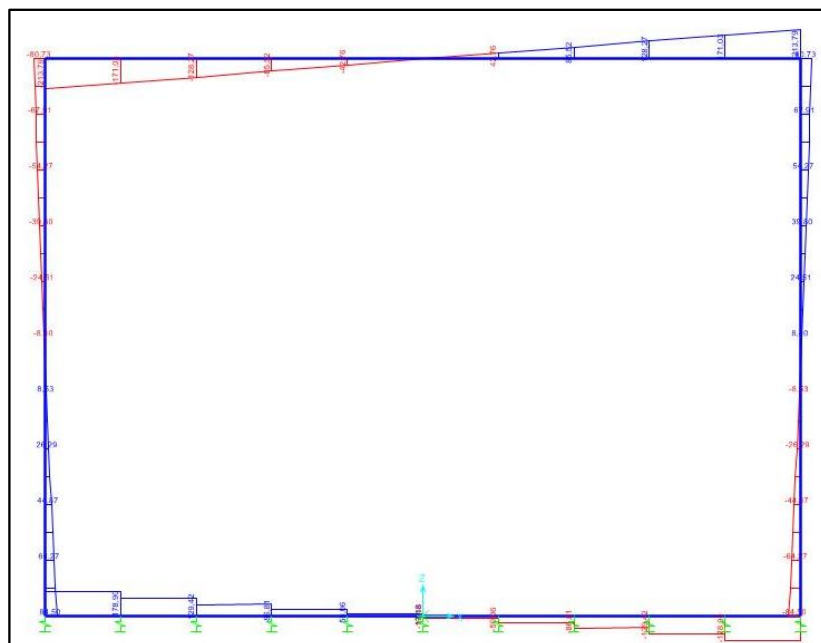


Figura 20. Cortante ELS característica SAP2000.

1.2.3 ELS cuasipermanente

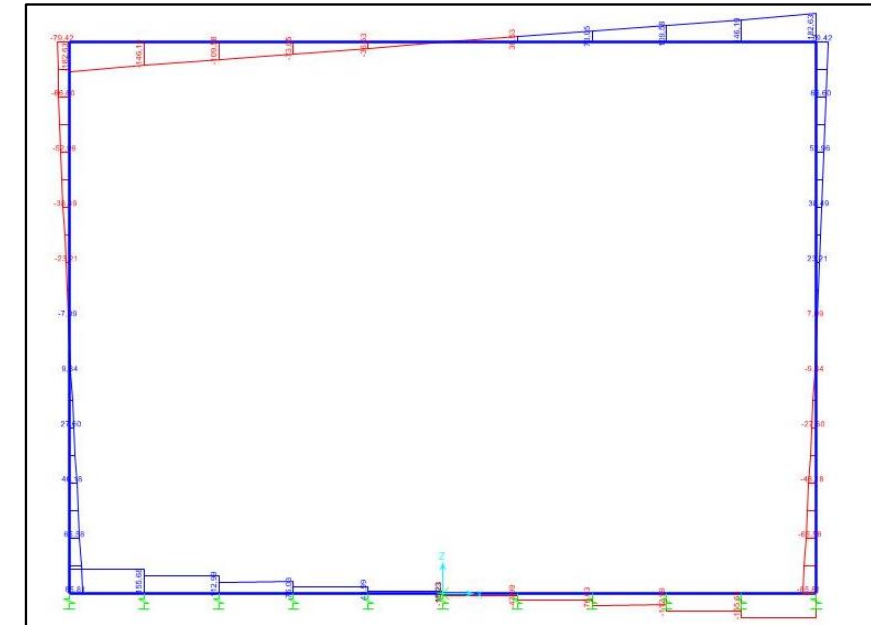


Figura 21. Cortante ELS cuasipermanente SAP2000.

1.3 Diagramas de flectores

1.3.1 ELU permanente o transitoria

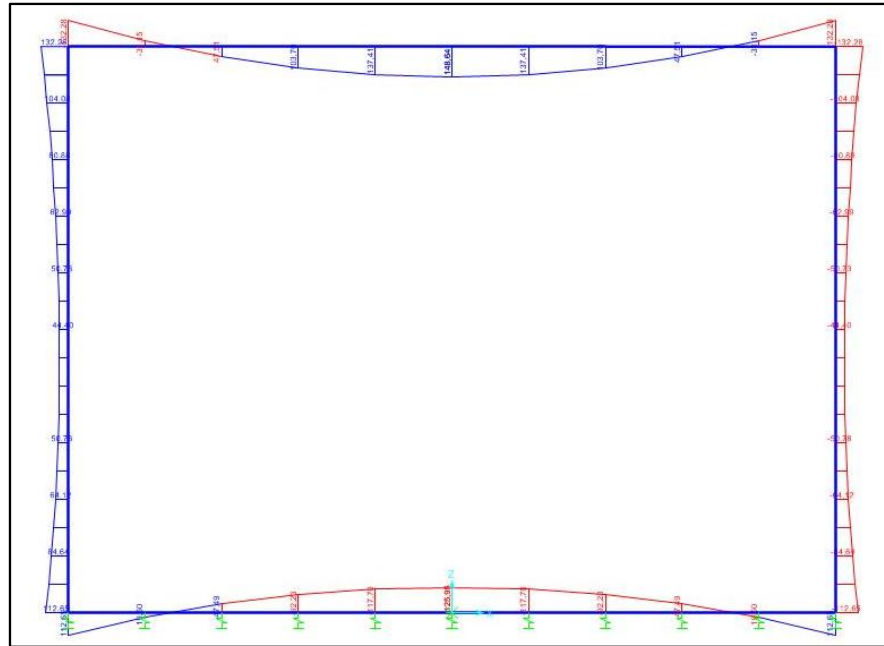


Figura 22. Flector ELU SAP2000.

1.3.2 ELS característica

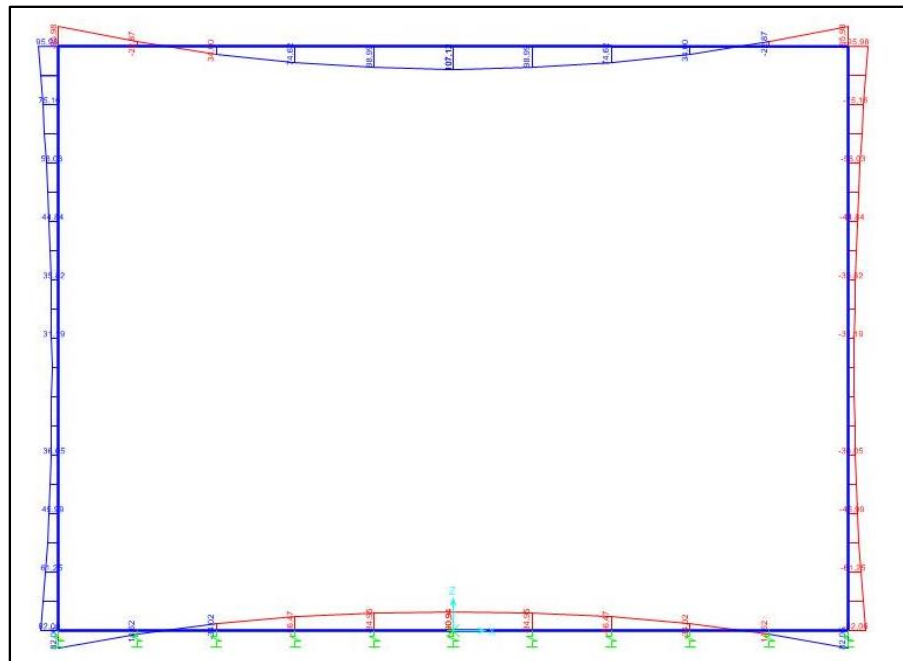


Figura 23. Flector ELS característica SAP2000.

1.3.3 ELS cuasipermanente

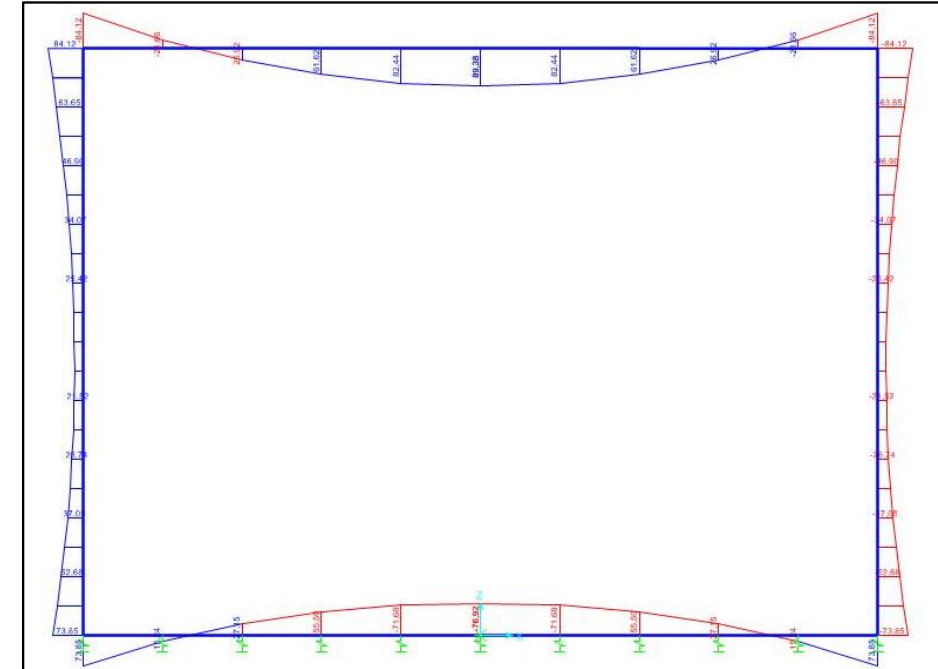


Figura 24. Flector ELS cuasipermanente SAP2000.



ANEXO Nº2:
TABLAS EN SAP2000
MARCO


1 PROPIEDADES DE LOS MATERIALES
TABLE: Material Properties 01 - General

Material	Type	SymType	TempDepend	Color	GUID	Notes
Text	Text	Text	Yes/No	Text	Text	Text
A615Gr60	Rebar	Uniaxial	No	White		ASTM A615 Grade 60 10/04/2015 12:54:36
B-500S	Steel	Isotropic	No	Yellow		B-500S
HA-25	Concrete	Isotropic	No	Gray8Dark		HA-25 EHA-08 Spain EHE - Instrucción de Hormigón
HA-30	Concrete	Isotropic	No	Blue		Estructural HA-30 added 23/04/2015 8:33:25

TABLE: Material Properties 02 - Basic Mechanical Properties

Material	UnitWeight	UnitMass	E1	G12	U12	A1
Text	KN/m3	KN- s2/m4	KN/m2	KN/m2	Unitless	1/C
A615Gr60	76,973	7,849	199947978,8			0,0000117
B-500S	76,982	7,85	200000000	76923076,92	0,3	0,000011
HA-25	25	2,5493	27264041,8	11360017,42	0,2	0,00001
HA-30	25	2,5493	28576790	11906995,83	0,2	0,00001

TABLE: Material Properties 03a - Steel Data

Material	Fy	Fu	EffFy	EffFu	SSCurveOpt	SSHysType	SHard	SMax	SRup
Text	KN/m2	KN/m2	KN/m2	KN/m2	Text	Text	Unitless	Unitless	Unitless
B-500S	344737,89	448159,26	379211,68	492975,19	Simple	Kinematic	0,015	0,11	0,17

TABLE: Material Properties 03b - Concrete Data

Material	Fc	LtWtConc	SSCurveOpt	SSHysType	SFc	SCap	FinalSlope	FAngle	DAngle
Text	KN/m2	Yes/No	Text	Text	Unitless	Unitless	Unitless	Degrees	Degrees
HA-25	27579,03	No	Mander	Takeda	0,002219	0,005	-0,1	0	0
HA-30	30000	No	Mander	Takeda	0,00179	0,0037	-0,1	0	0

2 PROPIEDADES DE LAS SECCIONES
TABLE: Frame Section Properties 01 - General

SectionName	Material	Shape	t3	t2	Area	TorsConst	I33	I22	AS2	AS3
Text	Text	Text	m	m	m2	m4	m4	m4	m2	m2
HASTIALES	HA-30	Rectangular	0,3	1	0,3	0,0073	0,00225	0,025	0,25	0,25
LOSA	HA-30	Rectangular	0,3	1	0,3	0,0073	0,00225	0,025	0,25	0,25
SOLERA	HA-30	Rectangular	0,3	1	0,3	0,0073	0,00225	0,025	0,25	0,25

TABLE: Frame Section Properties 02 - Concrete Column

SectionName	RebarMatL	RebarMatC	ReinfConfig	LatReinf	Cover	NumBars3Dir	NumBars2Dir	BarSizeL	BarSizeC
Text	Text	Text	Text	Text	m	Unitless	Unitless	Text	Text
HASTIALES	A615Gr60	A615Gr60	Rectangular	Ties	0,04	5	5	20d	20d

TABLE: Frame Section Properties 03 - Concrete Beam

SectionName	RebarMatL	RebarMatC	TopCover	BotCover	TopLeftArea	TopRightArea	BotLeftArea	BotRightArea
Text	Text	Text	m	m	m2	m2	m2	m2
LOSA	A615Gr60	A615Gr60	0,06	0,06	0	0	0	0
SOLERA	A615Gr60	A615Gr60	0,06	0,06	0	0	0	0



3 CARGAS

TABLE: Frame Loads - Distributed

Frame	LoadPat	CoordSys	Type	Dir	DistType	RelDistA	RelDistB	AbsDistA
Text	Text	Text	Text	Text	Text	Unitless	Unitless	m
32	Peso de tierras	GLOBAL	Force	Z	RelDist	0	1	0
32	Peso de tierras	GLOBAL	Force	Z	RelDist	1	1	0,38
32	Sobrecarga trafico	GLOBAL	Force	Z	RelDist	0	1	0
32	Sobrecarga trafico	GLOBAL	Force	Z	RelDist	1	1	0,38
32	Sobrecarga Vehiculo pesado	GLOBAL	Force	Gravity	RelDist	0	1	0
33	Peso de tierras	GLOBAL	Force	Z	RelDist	0	1	0
33	Peso de tierras	GLOBAL	Force	Z	RelDist	1	1	0,38
33	Sobrecarga trafico	GLOBAL	Force	Z	RelDist	0	1	0
33	Sobrecarga trafico	GLOBAL	Force	Z	RelDist	1	1	0,38
33	Sobrecarga Vehiculo pesado	GLOBAL	Force	Gravity	RelDist	0	1	0
34	Peso de tierras	GLOBAL	Force	Z	RelDist	0	1	0
34	Peso de tierras	GLOBAL	Force	Z	RelDist	1	1	0,38
34	Sobrecarga trafico	GLOBAL	Force	Z	RelDist	0	1	0
34	Sobrecarga trafico	GLOBAL	Force	Z	RelDist	1	1	0,38
34	Sobrecarga Vehiculo pesado	GLOBAL	Force	Gravity	RelDist	0	1	0
35	Peso de tierras	GLOBAL	Force	Z	RelDist	0	1	0
35	Sobrecarga trafico	GLOBAL	Force	Z	RelDist	0	1	0
35	Sobrecarga Vehiculo pesado	GLOBAL	Force	Gravity	RelDist	0	1	0
36	Peso de tierras	GLOBAL	Force	Z	RelDist	0	1	0
36	Sobrecarga trafico	GLOBAL	Force	Z	RelDist	0	1	0
36	Sobrecarga Vehiculo pesado	GLOBAL	Force	Gravity	RelDist	0	1	0
37	Peso de tierras	GLOBAL	Force	Z	RelDist	0	1	0
37	Peso de tierras	GLOBAL	Force	Z	RelDist	1	1	0,38
37	Sobrecarga trafico	GLOBAL	Force	Z	RelDist	0	1	0
37	Sobrecarga trafico	GLOBAL	Force	Z	RelDist	1	1	0,38
37	Sobrecarga Vehiculo pesado	GLOBAL	Force	Gravity	RelDist	0	1	0
38	Peso de tierras	GLOBAL	Force	Z	RelDist	0	1	0
38	Peso de tierras	GLOBAL	Force	Z	RelDist	1	1	0,38
38	Sobrecarga trafico	GLOBAL	Force	Z	RelDist	0	1	0
38	Sobrecarga trafico	GLOBAL	Force	Z	RelDist	1	1	0,38
38	Sobrecarga Vehiculo pesado	GLOBAL	Force	Gravity	RelDist	0	1	0
39	Peso de tierras	GLOBAL	Force	Z	RelDist	0	1	0
39	Peso de tierras	GLOBAL	Force	Z	RelDist	1	1	0,38
39	Sobrecarga trafico	GLOBAL	Force	Z	RelDist	0	1	0
39	Sobrecarga trafico	GLOBAL	Force	Z	RelDist	1	1	0,38
39	Sobrecarga Vehiculo pesado	GLOBAL	Force	Gravity	RelDist	0	1	0
40	Peso de tierras	GLOBAL	Force	Z	RelDist	0	1	0

40	Sobrecarga trafico	GLOBAL	Force	Z	RelDist	0	1	0
40	Sobrecarga Vehiculo pesado	GLOBAL	Force	Gravity	RelDist	0	1	0
41	Peso de tierras	GLOBAL	Force	Z	RelDist	0	1	0
41	Sobrecarga trafico	GLOBAL	Force	Z	RelDist	0	1	0
41	Sobrecarga Vehiculo pesado	GLOBAL	Force	Gravity	RelDist	0	1	0
6	Peso de tierras	GLOBAL	Force	X	RelDist	0	1	0
13	Peso de tierras	GLOBAL	Force	X	RelDist	0	1	0
14	Peso de tierras	GLOBAL	Force	X	RelDist	0	1	0
15	Peso de tierras	GLOBAL	Force	X	RelDist	0	1	0
16	Peso de tierras	GLOBAL	Force	X	RelDist	0	1	0
17	Peso de tierras	GLOBAL	Force	X	RelDist	0	1	0
18	Peso de tierras	GLOBAL	Force	X	RelDist	0	1	0
19	Peso de tierras	GLOBAL	Force	X	RelDist	0	1	0
20	Peso de tierras	GLOBAL	Force	X	RelDist	0	1	0
21	Peso de tierras	GLOBAL	Force	X	RelDist	0	1	0
23	Peso de tierras	GLOBAL	Force	X	RelDist	0	1	0
24	Peso de tierras	GLOBAL	Force	X	RelDist	0	1	0
25	Peso de tierras	GLOBAL	Force	X	RelDist	0	1	0
26	Peso de tierras	GLOBAL	Force	X	RelDist	0	1	0
27	Peso de tierras	GLOBAL	Force	X	RelDist	0	1	0
28	Peso de tierras	GLOBAL	Force	X	RelDist	0	1	0
29	Peso de tierras	GLOBAL	Force	X	RelDist	0	1	0
30	Peso de tierras	GLOBAL	Force	X	RelDist	0	1	0
31	Peso de tierras	GLOBAL	Force	X	RelDist	0	1	0
42	Peso de tierras	GLOBAL	Force	X	RelDist	0	1	0



4 NUDOS

TABLE: Joint Restraint Assignments

Joint	U1	U2	U3	R1	R2	R3
Text	Yes/No	Yes/No	Yes/No	Yes/No	Yes/No	Yes/No
9	Yes	No	No	No	No	No

TABLE: Joint Spring Assignments 1 - Uncoupled

Joint	CoordSys	U1	U2	U3	R1	R2	R3
Text	Text	KN/m	KN/m	KN/m	KN- m/rad	KN- m/rad	KN- m/rad
1	Local	0	0	13300	0	0	0
2	Local	0	0	13300	0	0	0
5	Local	0	0	13300	0	0	0
6	Local	0	0	13300	0	0	0
7	Local	0	0	13300	0	0	0
8	Local	0	0	13300	0	0	0
9	Local	0	0	13300	0	0	0
10	Local	0	0	13300	0	0	0
11	Local	0	0	13300	0	0	0
12	Local	0	0	13300	0	0	0
13	Local	0	0	13300	0	0	0

5 BARRAS

TABLE: Frame Output Station Assignments

Frame	StationType	MinNumSta	MaxStaSpcg	AddAtElmInt	AddAtPtLoad
Text	Text	Unitless	m	Yes/No	Yes/No
1	MaxStaSpcg		0,5	Yes	Yes
2	MaxStaSpcg		0,5	Yes	Yes
3	MaxStaSpcg		0,5	Yes	Yes
4	MaxStaSpcg		0,5	Yes	Yes
5	MaxStaSpcg		0,5	Yes	Yes
6	MinNumSta	3		Yes	Yes
7	MaxStaSpcg		0,5	Yes	Yes
8	MaxStaSpcg		0,5	Yes	Yes
9	MaxStaSpcg		0,5	Yes	Yes
10	MaxStaSpcg		0,5	Yes	Yes
11	MaxStaSpcg		0,5	Yes	Yes
13	MinNumSta	3		Yes	Yes
14	MinNumSta	3		Yes	Yes
15	MinNumSta	3		Yes	Yes
16	MinNumSta	3		Yes	Yes
17	MinNumSta	3		Yes	Yes
18	MinNumSta	3		Yes	Yes
19	MinNumSta	3		Yes	Yes
20	MinNumSta	3		Yes	Yes
21	MinNumSta	3		Yes	Yes
23	MinNumSta	3		Yes	Yes
24	MinNumSta	3		Yes	Yes
25	MinNumSta	3		Yes	Yes
26	MinNumSta	3		Yes	Yes
27	MinNumSta	3		Yes	Yes
28	MinNumSta	3		Yes	Yes
29	MinNumSta	3		Yes	Yes
30	MinNumSta	3		Yes	Yes
31	MinNumSta	3		Yes	Yes
32	MaxStaSpcg		0,5	Yes	Yes
33	MaxStaSpcg		0,5	Yes	Yes
34	MaxStaSpcg		0,5	Yes	Yes
35	MaxStaSpcg		0,5	Yes	Yes
36	MaxStaSpcg		0,5	Yes	Yes



37	MaxStaSpcg		0,5	Yes	Yes
38	MaxStaSpcg		0,5	Yes	Yes
39	MaxStaSpcg		0,5	Yes	Yes
40	MaxStaSpcg		0,5	Yes	Yes
41	MaxStaSpcg		0,5	Yes	Yes
42	MinNumSta	3		Yes	Yes

32	Rectangular	N.A.	LOSA	LOSA	Default
33	Rectangular	N.A.	LOSA	LOSA	Default
34	Rectangular	N.A.	LOSA	LOSA	Default
35	Rectangular	N.A.	LOSA	LOSA	Default
36	Rectangular	N.A.	LOSA	LOSA	Default
37	Rectangular	N.A.	LOSA	LOSA	Default
38	Rectangular	N.A.	LOSA	LOSA	Default
39	Rectangular	N.A.	LOSA	LOSA	Default
40	Rectangular	N.A.	LOSA	LOSA	Default
41	Rectangular	N.A.	LOSA	LOSA	Default
42	Rectangular	N.A.	HASTIALES	HASTIALES	Default

TABLE: FrameSectionAssignments

Frame Text	SectionType Text	AutoSelect Text	AnalSect Text	DesignSect Text	MatProp Text
1	Rectangular	N.A.	SOLERA	SOLERA	Default
2	Rectangular	N.A.	SOLERA	SOLERA	Default
3	Rectangular	N.A.	SOLERA	SOLERA	Default
4	Rectangular	N.A.	SOLERA	SOLERA	Default
5	Rectangular	N.A.	SOLERA	SOLERA	Default
6	Rectangular	N.A.	HASTIALES	HASTIALES	Default
7	Rectangular	N.A.	SOLERA	SOLERA	Default
8	Rectangular	N.A.	SOLERA	SOLERA	Default
9	Rectangular	N.A.	SOLERA	SOLERA	Default
10	Rectangular	N.A.	SOLERA	SOLERA	Default
11	Rectangular	N.A.	SOLERA	SOLERA	Default
13	Rectangular	N.A.	HASTIALES	HASTIALES	Default
14	Rectangular	N.A.	HASTIALES	HASTIALES	Default
15	Rectangular	N.A.	HASTIALES	HASTIALES	Default
16	Rectangular	N.A.	HASTIALES	HASTIALES	Default
17	Rectangular	N.A.	HASTIALES	HASTIALES	Default
18	Rectangular	N.A.	HASTIALES	HASTIALES	Default
19	Rectangular	N.A.	HASTIALES	HASTIALES	Default
20	Rectangular	N.A.	HASTIALES	HASTIALES	Default
21	Rectangular	N.A.	HASTIALES	HASTIALES	Default
23	Rectangular	N.A.	HASTIALES	HASTIALES	Default
24	Rectangular	N.A.	HASTIALES	HASTIALES	Default
25	Rectangular	N.A.	HASTIALES	HASTIALES	Default
26	Rectangular	N.A.	HASTIALES	HASTIALES	Default
27	Rectangular	N.A.	HASTIALES	HASTIALES	Default
28	Rectangular	N.A.	HASTIALES	HASTIALES	Default
29	Rectangular	N.A.	HASTIALES	HASTIALES	Default
30	Rectangular	N.A.	HASTIALES	HASTIALES	Default
31	Rectangular	N.A.	HASTIALES	HASTIALES	Default



6 DESPLAZAMIENTOS EN LOS NUDOS

TABLE: Joint Displacements

Joint Text	OutputCase Text	CaseType Text	U1 m	U2 m	U3 m	R1 Radians	R2 Radians
1	ELU	Combination	0,000025	0	0,006098	0	-0,001441
1	ELS característica (tensiones)	Combination	0,000019	0	0,004416	0	-0,001033
1	ELS cuasipermanente (Fis)	Combination	0,000019	0	-0,00382	0	-0,000828
2	ELU	Combination	-0,000025	0	0,006098	0	0,001441
2	ELS característica (tensiones)	Combination	-0,000019	0	0,004416	0	0,001033
2	ELS cuasipermanente (Fis)	Combination	-0,000019	0	-0,00382	0	0,000828
3	ELU	Combination	0,000024	0	0,006199	0	0,001625
3	ELS característica (tensiones)	Combination	0,000018	0	-0,00449	0	0,001165
3	ELS cuasipermanente (Fis)	Combination	0,000018	0	0,003883	0	0,000932
4	ELU	Combination	-0,000024	0	0,006199	0	-0,001625
4	ELS característica (tensiones)	Combination	-0,000018	0	-0,00449	0	-0,001165
4	ELS cuasipermanente (Fis)	Combination	-0,000018	0	0,003883	0	-0,000932
5	ELU	Combination	0,00002	0	0,005427	0	-0,001833
5	ELS característica (tensiones)	Combination	0,000015	0	0,003934	0	-0,001319
5	ELS cuasipermanente (Fis)	Combination	0,000015	0	0,003424	0	-0,001092
6	ELU	Combination	0,000015	0	0,004711	0	-0,001751
6	ELS característica (tensiones)	Combination	0,000011	0	0,003418	0	-0,001262
6	ELS cuasipermanente (Fis)	Combination	0,000011	0	0,002993	0	-0,001058
7	ELU	Combination	0,00001	0	0,004101	0	-0,001339
7	ELS característica (tensiones)	Combination	0,000007491	0	0,002978	0	-0,000966
7	ELS cuasipermanente (Fis)	Combination	0,000007607	0	0,002623	0	-0,000814
8	ELU	Combination	0,000005043	0	0,003696	0	-0,000719

8	ELS característica (tensiones)	Combination	0,000003746	0	0,002686	0	-0,000519
8	ELS cuasipermanente (Fis)	Combination	0,000003804	0	0,002377	0	-0,000439
9	ELU	Combination	0	0	0,003555	0	1,285E-15
9	ELS característica (tensiones)	Combination	0	0	0,002584	0	9,31E-16
9	ELS cuasipermanente (Fis)	Combination	0	0	-0,00229	0	8,071E-16
10	ELU	Combination	0,000005043	0	0,003696	0	0,000719
10	ELS característica (tensiones)	Combination	0,000003746	0	0,002686	0	0,000519
10	ELS cuasipermanente (Fis)	Combination	0,000003804	0	0,002377	0	0,000439
11	ELU	Combination	-0,00001	0	0,004101	0	0,001339
11	ELS característica (tensiones)	Combination	0,000007491	0	0,002978	0	0,000966
11	ELS cuasipermanente (Fis)	Combination	0,000007607	0	0,002623	0	0,000814
12	ELU	Combination	-0,000015	0	0,004711	0	0,001751
12	ELS característica (tensiones)	Combination	-0,000011	0	0,003418	0	0,001262
12	ELS cuasipermanente (Fis)	Combination	-0,000011	0	0,002993	0	0,001058
13	ELU	Combination	-0,00002	0	0,005427	0	0,001833
13	ELS característica (tensiones)	Combination	-0,000015	0	0,003934	0	0,001319
13	ELS cuasipermanente (Fis)	Combination	-0,000015	0	0,003424	0	0,001092
14	ELU	Combination	-0,000306	0	0,006109	0	-0,001014
14	ELS característica (tensiones)	Combination	-0,000218	0	0,004424	0	-0,000723
14	ELS cuasipermanente (Fis)	Combination	-0,000165	0	0,003826	0	-0,000555
15	ELU	Combination	-0,000536	0	0,006119	0	-0,000693
15	ELS característica (tensiones)	Combination	-0,000381	0	0,004432	0	-0,000492
15	ELS cuasipermanente (Fis)	Combination	-0,000287	0	0,003833	0	-0,000362



Anejo nº8 Cálculo estructural

16	ELU	Combination	-0,00069	0 0,006129	0 -0,000446	24	ELS cuasipermanente (Fis)	Combination	0,000287	0 0,003833	0 0,000362
16	ELS característica (tensiones)	Combination	-0,00049	0 0,004439	0 -0,000315	25	ELU	Combination	0,00069	0 0,006129	0 0,000446
16	ELS cuasipermanente (Fis)	Combination	-0,000364	0 0,003839	0 -0,000225	25	ELS característica (tensiones)	Combination	0,00049	0 0,004439	0 0,000315
17	ELU	Combination	-0,000783	0 -0,00614	0 -0,000241	25	ELS cuasipermanente (Fis)	Combination	0,000364	0 0,003839	0 0,000225
17	ELS característica (tensiones)	Combination	-0,000556	0 0,004447	0 -0,00017	26	ELU	Combination	0,000783	0 -0,00614	0 0,000241
17	ELS cuasipermanente (Fis)	Combination	-0,000411	0 0,003846	0 -0,000121	26	ELS característica (tensiones)	Combination	0,000556	0 0,004447	0 0,00017
18	ELU	Combination	-0,000824	0 -0,00615	0 -0,00005	26	ELS cuasipermanente (Fis)	Combination	0,000411	0 0,003846	0 0,000121
18	ELS característica (tensiones)	Combination	-0,000585	0 0,004454	0 -0,000036	27	ELU	Combination	0,000824	0 -0,00615	0 0,00005
18	ELS cuasipermanente (Fis)	Combination	-0,000432	0 0,003852	0 -0,00003	27	ELS característica (tensiones)	Combination	0,000585	0 0,004454	0 0,000036
19	ELU	Combination	-0,000812	0 -0,00616	0 0,000155	27	ELS cuasipermanente (Fis)	Combination	0,000432	0 0,003852	0 0,00003
19	ELS característica (tensiones)	Combination	-0,000577	0 0,004461	0 0,000108	28	ELU	Combination	0,000812	0 -0,00616	0 -0,000155
19	ELS cuasipermanente (Fis)	Combination	-0,000428	0 0,003858	0 0,00007	28	ELS característica (tensiones)	Combination	0,000577	0 0,004461	0 -0,000108
20	ELU	Combination	-0,00074	0 -0,00617	0 0,0004	28	ELS cuasipermanente (Fis)	Combination	0,000428	0 0,003858	0 -0,00007
20	ELS característica (tensiones)	Combination	-0,000526	0 0,004468	0 0,000282	29	ELU	Combination	0,00074	0 -0,00617	0 -0,0004
20	ELS cuasipermanente (Fis)	Combination	-0,000394	0 0,003865	0 0,000198	29	ELS característica (tensiones)	Combination	0,000526	0 0,004468	0 -0,000282
21	ELU	Combination	-0,000592	0 -0,00618	0 0,000712	29	ELS cuasipermanente (Fis)	Combination	0,000394	0 0,003865	0 -0,000198
21	ELS característica (tensiones)	Combination	-0,000421	0 0,004476	0 0,000505	30	ELU	Combination	0,000592	0 -0,00618	0 -0,000712
21	ELS cuasipermanente (Fis)	Combination	-0,00032	0 0,003871	0 0,000372	30	ELS característica (tensiones)	Combination	0,000421	0 0,004476	0 -0,000505
22	ELU	Combination	-0,000347	0 -0,00619	0 0,001112	30	ELS cuasipermanente (Fis)	Combination	0,00032	0 0,003871	0 -0,000372
22	ELS característica (tensiones)	Combination	-0,000247	0 0,004483	0 0,000793	31	ELU	Combination	0,000347	0 -0,00619	0 -0,001112
22	ELS cuasipermanente (Fis)	Combination	-0,00019	0 0,003877	0 0,000612	31	ELS característica (tensiones)	Combination	0,000247	0 0,004483	0 -0,000793
23	ELU	Combination	0,000306	0 0,006109	0 0,001014	31	ELS cuasipermanente (Fis)	Combination	0,00019	0 0,003877	0 -0,000612
23	ELS característica (tensiones)	Combination	0,000218	0 0,004424	0 0,000723	32	ELU	Combination	0,000019	0 0,006959	0 0,002097
23	ELS cuasipermanente (Fis)	Combination	0,000165	0 0,003826	0 0,000555	32	ELS característica (tensiones)	Combination	0,000014	0 0,005036	0 0,001508
24	ELU	Combination	0,000536	0 0,006119	0 0,000693	32	ELS cuasipermanente (Fis)	Combination	0,000014	0 0,004328	0 0,001238
24	ELS característica (tensiones)	Combination	0,000381	0 0,004432	0 0,000492	33	ELU	Combination	0,000015	0 0,007786	0 0,002038



33	ELS característica (tensiones)	Combination	0,000011	0	0,005631	0	0,001467
33	ELS cuasipermanente (Fis)	Combination	0,000011	0	0,004819	0	0,001216
34	ELU	Combination	0,000009688	0	0,008503	0	0,00158
34	ELS característica (tensiones)	Combination	0,000007156	0	0,006147	0	0,001138
34	ELS cuasipermanente (Fis)	Combination	0,00000704	0	0,005248	0	0,000947
35	ELU	Combination	0,000004844	0	0,008984	0	0,000856
35	ELS característica (tensiones)	Combination	0,000003578	0	0,006493	0	0,000617
35	ELS cuasipermanente (Fis)	Combination	0,00000352	0	0,005537	0	0,000515
36	ELU	Combination	4,174E-15	0	0,009152	0	1,445E-15
36	ELS característica (tensiones)	Combination	3,026E-15	0	0,006615	0	1,047E-15
36	ELS cuasipermanente (Fis)	Combination	2,634E-15	0	0,005638	0	9,079E-16
37	ELU	Combination	0,000004844	0	0,008984	0	-0,000856
37	ELS característica (tensiones)	Combination	0,000003578	0	0,006493	0	-0,000617
37	ELS cuasipermanente (Fis)	Combination	-0,00000352	0	0,005537	0	-0,000515
38	ELU	Combination	0,000009688	0	0,008503	0	-0,00158
38	ELS característica (tensiones)	Combination	0,000007156	0	0,006147	0	-0,001138
38	ELS cuasipermanente (Fis)	Combination	-0,00000704	0	0,005248	0	-0,000947
39	ELU	Combination	-0,000015	0	0,007786	0	-0,002038
39	ELS característica (tensiones)	Combination	-0,000011	0	0,005631	0	-0,001467
39	ELS cuasipermanente (Fis)	Combination	-0,000011	0	0,004819	0	-0,001216
40	ELU	Combination	-0,000019	0	0,006959	0	-0,002097
40	ELS característica (tensiones)	Combination	-0,000014	0	0,005036	0	-0,001508
40	ELS cuasipermanente (Fis)	Combination	-0,000014	0	0,004328	0	-0,001238

7. REACCIONES EN LOS NUDOS

TABLE: Joint Reactions									
Joint	OutputCase	CaseType	F1	F2	F3	M1	M2	M3	
Text	Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m	
1	ELU	Combination	0	0	81,105	0	0	0	
1	ELS característica (tensiones)	Combination	0	0	58,738	0	0	0	
1	ELS cuasipermanente (Fis)	Combination	0	0	50,801	0	0	0	
2	ELU	Combination	0	0	81,105	0	0	0	
2	ELS característica (tensiones)	Combination	0	0	58,738	0	0	0	
2	ELS cuasipermanente (Fis)	Combination	0	0	50,801	0	0	0	
5	ELU	Combination	0	0	72,184	0	0	0	
5	ELS característica (tensiones)	Combination	0	0	52,325	0	0	0	
5	ELS cuasipermanente (Fis)	Combination	0	0	45,54	0	0	0	
6	ELU	Combination	0	0	62,661	0	0	0	
6	ELS característica (tensiones)	Combination	0	0	45,462	0	0	0	
6	ELS cuasipermanente (Fis)	Combination	0	0	39,812	0	0	0	
7	ELU	Combination	0	0	54,541	0	0	0	
7	ELS característica (tensiones)	Combination	0	0	39,605	0	0	0	
7	ELS cuasipermanente (Fis)	Combination	0	0	34,886	0	0	0	
8	ELU	Combination	0	0	49,163	0	0	0	
8	ELS característica (tensiones)	Combination	0	0	35,723	0	0	0	
8	ELS cuasipermanente (Fis)	Combination	0	0	31,608	0	0	0	
9	ELU	Combination	1,042E-11	0	47,288	0	0	0	
9	ELS característica (tensiones)	Combination	7,467E-12	0	34,369	0	0	0	
9	ELS cuasipermanente (Fis)	Combination	5,888E-12	0	30,463	0	0	0	
10	ELU	Combination	0	0	49,163	0	0	0	
10	ELS característica (tensiones)	Combination	0	0	35,723	0	0	0	
10	ELS cuasipermanente (Fis)	Combination	0	0	31,608	0	0	0	
11	ELU	Combination	0	0	54,541	0	0	0	
11	ELS característica (tensiones)	Combination	0	0	39,605	0	0	0	
11	ELS cuasipermanente (Fis)	Combination	0	0	34,886	0	0	0	
12	ELU	Combination	0	0	62,661	0	0	0	
12	ELS característica (tensiones)	Combination	0	0	45,462	0	0	0	
12	ELS cuasipermanente (Fis)	Combination	0	0	39,812	0	0	0	
13	ELU	Combination	0	0	72,184	0	0	0	
13	ELS característica (tensiones)	Combination	0	0	52,325	0	0	0	
13	ELS cuasipermanente (Fis)	Combination	0	0	45,54	0	0	0	



8 ESFUERZOS EN LAS BARRAS

TABLE: Element Forces - Frames

Frame	Station	OutputCase	CaseType	P	V2	M3	S11Max
Text	m	Text	Text	KN	KN	KN-m	KN/m2
1	0	ELU	Combination	-113,779	242,956	112,6511	7130,81
1	0,38	ELU	Combination	-113,779	246,803	19,5969	927,19
1	0	ELS característica (tensiones)	Combination	-84,502	176,05	82,0609	5189,06
1	0,38	ELS característica (tensiones)	Combination	-84,502	178,9	14,6206	693,03
1	0	ELS cuasipermanente (Fis)	Combination	-85,809	152,827	73,8549	4637,63
1	0,38	ELS cuasipermanente (Fis)	Combination	-85,809	155,677	15,2392	729,91
2	0	ELU	Combination	-113,779	174,619	19,5969	927,19
2	0,38	ELU	Combination	-113,779	178,467	-47,4895	2786,7
2	0	ELS característica (tensiones)	Combination	-84,502	126,575	14,6206	693,03
2	0,38	ELS característica (tensiones)	Combination	-84,502	129,425	-34,0193	1986,28
2	0	ELS cuasipermanente (Fis)	Combination	-85,809	110,137	15,2392	729,91
2	0,38	ELS cuasipermanente (Fis)	Combination	-85,809	112,987	-27,1545	1524,27
3	0	ELU	Combination	-113,779	115,806	-47,4895	2786,7
3	0,38	ELU	Combination	-113,779	119,654	-92,2269	5769,19
3	0	ELS característica (tensiones)	Combination	-84,502	83,963	-34,0193	1986,28
3	0,38	ELS característica (tensiones)	Combination	-84,502	86,813	-66,4666	4149,43
3	0	ELS cuasipermanente (Fis)	Combination	-85,809	73,175	-27,1545	1524,27
3	0,38	ELS cuasipermanente (Fis)	Combination	-85,809	76,025	-55,5027	3414,15
4	0	ELU	Combination	-113,779	65,112	-92,2269	5769,19
4	0,38	ELU	Combination	-113,779	68,96	117,7005	7467,44
4	0	ELS característica (tensiones)	Combination	-84,502	47,208	-66,4666	4149,43
4	0,38	ELS característica (tensiones)	Combination	-84,502	50,058	-84,947	5381,46
4	0	ELS cuasipermanente (Fis)	Combination	-85,809	41,14	-55,5027	3414,15
4	0,38	ELS cuasipermanente (Fis)	Combination	-85,809	43,99	-71,6773	4492,46
5	0	ELU	Combination	-113,779	19,797	117,7005	7467,44
5	0,38	ELU	Combination	-113,779	23,644	125,9542	8017,69
5	0	ELS característica (tensiones)	Combination	-84,502	14,335	-84,947	5381,46
5	0,38	ELS característica (tensiones)	Combination	-84,502	17,185	-90,9357	5780,71
5	0	ELS cuasipermanente (Fis)	Combination	-85,809	12,382	-71,6773	4492,46
5	0,38	ELS cuasipermanente (Fis)	Combination	-85,809	15,232	-76,9238	4842,22
6	0	ELU	Combination	-324,06	113,779	112,6511	6429,87
6	0,14	ELU	Combination	-322,643	99,987	97,6907	5437,24
6	0,28	ELU	Combination	-321,225	86,473	84,6417	4572,03
6	0	ELS característica (tensiones)	Combination	-234,788	84,502	82,0609	4688,1

6	0,14	ELS característica (tensiones)	Combination	-233,738	74,285	70,9482	3950,76
6	0,28	ELS característica (tensiones)	Combination	-232,688	64,274	61,2515	3307,8
6	0	ELS cuasipermanente (Fis)	Combination	-203,628	85,809	73,8549	4244,9
6	0,14	ELS cuasipermanente (Fis)	Combination	-202,578	75,593	62,5592	3495,35
6	0,28	ELS cuasipermanente (Fis)	Combination	-201,528	65,582	52,6793	2840,19
7	0	ELU	Combination	-113,779	-23,644	125,9542	8017,69
7	0,38	ELU	Combination	-113,779	-19,797	117,7005	7467,44
7	0	ELS característica (tensiones)	Combination	-84,502	-17,185	-90,9357	5780,71
7	0,38	ELS característica (tensiones)	Combination	-84,502	-14,335	-84,947	5381,46
7	0	ELS cuasipermanente (Fis)	Combination	-85,809	-15,232	-76,9238	4842,22
7	0,38	ELS cuasipermanente (Fis)	Combination	-85,809	-12,382	-71,6773	4492,46
8	0	ELU	Combination	-113,779	-68,96	117,7005	7467,44
8	0,38	ELU	Combination	-113,779	-65,112	-92,2269	5769,19
8	0	ELS característica (tensiones)	Combination	-84,502	-50,058	-84,947	5381,46
8	0,38	ELS característica (tensiones)	Combination	-84,502	-47,208	-66,4666	4149,43
8	0	ELS cuasipermanente (Fis)	Combination	-85,809	-43,99	-71,6773	4492,46
8	0,38	ELS cuasipermanente (Fis)	Combination	-85,809	-41,14	-55,5027	3414,15
9	0	ELU	Combination	-113,779	-119,654	-92,2269	5769,19
9	0,38	ELU	Combination	-113,779	-115,806	-47,4895	2786,7
9	0	ELS característica (tensiones)	Combination	-84,502	-86,813	-66,4666	4149,43
9	0,38	ELS característica (tensiones)	Combination	-84,502	-83,963	-34,0193	1986,28
9	0	ELS cuasipermanente (Fis)	Combination	-85,809	-76,025	-55,5027	3414,15
9	0,38	ELS cuasipermanente (Fis)	Combination	-85,809	-73,175	-27,1545	1524,27
10	0	ELU	Combination	-113,779	-178,467	-47,4895	2786,7
10	0,38	ELU	Combination	-113,779	-174,619	19,5969	927,19
10	0	ELS característica (tensiones)	Combination	-84,502	-129,425	-34,0193	1986,28
10	0,38	ELS característica (tensiones)	Combination	-84,502	-126,575	14,6206	693,03
10	0	ELS cuasipermanente (Fis)	Combination	-85,809	-112,987	-27,1545	1524,27
10	0,38	ELS cuasipermanente (Fis)	Combination	-85,809	-110,137	15,2392	729,91
11	0	ELU	Combination	-113,779	-246,803	19,5969	927,19
11	0,38	ELU	Combination	-113,779	-242,956	112,6511	7130,81
11	0	ELS característica (tensiones)	Combination	-84,502	-178,9	14,6206	693,03
11	0,38	ELS característica (tensiones)	Combination	-84,502	-176,05	82,0609	5189,06
11	0	ELS cuasipermanente (Fis)	Combination	-85,809	-155,677	15,2392	729,91
11	0,38	ELS cuasipermanente (Fis)	Combination	-85,809	-152,827	73,8549	4637,63
13	0	ELU	Combination	-321,225	86,473	84,6417	4572,03
13	0,14	ELU	Combination	-319,808	73,236	73,4654	3831,66
13	0,28	ELU	Combination	-318,39	60,277	64,1227	3213,54
13	0	ELS característica (tensiones)	Combination	-232,688	64,274	61,2515	3307,8



13	0,14	ELS característica (tensiones)	Combination	-231,638	54,47	52,9418	2757,33	18	0,14	ELU	Combination	-305,633	-43,849	56,136	2723,63
13	0,28	ELS característica (tensiones)	Combination	-230,588	44,87	45,9904	2297,4	18	0,28	ELU	Combination	-304,215	-54,03	62,9908	3185,34
13	0	ELS cuasipermanente (Fis)	Combination	-201,528	65,582	52,6793	2840,19	18	0	ELS característica (tensiones)	Combination	-222,188	-24,514	35,8198	1647,36
13	0,14	ELS cuasipermanente (Fis)	Combination	-200,478	55,777	44,1866	2277,51	18	0,14	ELS característica (tensiones)	Combination	-221,138	-32,26	39,7964	1915,97
13	0,28	ELS cuasipermanente (Fis)	Combination	-199,428	46,178	37,0521	1805,38	18	0,28	ELS característica (tensiones)	Combination	-220,088	-39,802	44,8431	2255,91
14	0	ELU	Combination	-318,39	60,277	64,1227	3213,54	18	0	ELS cuasipermanente (Fis)	Combination	-191,028	-23,206	25,4168	1057,7
14	0,14	ELU	Combination	-316,973	47,596	56,5747	2715,07	18	0,14	ELS cuasipermanente (Fis)	Combination	-189,978	-30,953	29,2103	1314,1
14	0,28	ELU	Combination	-315,555	35,193	50,7827	2333,66	18	0,28	ELS cuasipermanente (Fis)	Combination	-188,928	-38,494	34,074	1641,84
14	0	ELS característica (tensiones)	Combination	-230,588	44,87	45,9904	2297,4	19	0	ELU	Combination	-304,215	-54,03	62,9908	3185,34
14	0,14	ELS característica (tensiones)	Combination	-229,538	35,477	40,3685	1926,1	19	0,14	ELU	Combination	-302,798	-63,933	71,2514	3740,77
14	0,28	ELS característica (tensiones)	Combination	-228,488	26,29	36,0472	1641,52	19	0,28	ELU	Combination	-301,38	-73,557	80,879	4387,33
14	0	ELS cuasipermanente (Fis)	Combination	-199,428	46,178	37,0521	1805,38	19	0	ELS característica (tensiones)	Combination	-220,088	-39,802	44,8431	2255,91
14	0,14	ELS cuasipermanente (Fis)	Combination	-198,378	36,785	31,2471	1421,88	19	0,14	ELS característica (tensiones)	Combination	-219,038	-47,137	50,9312	2665,29
14	0,28	ELS cuasipermanente (Fis)	Combination	-197,328	27,597	26,7427	1125,09	19	0,28	ELS característica (tensiones)	Combination	-217,988	-54,266	58,0318	3142,16
15	0	ELU	Combination	-315,555	35,193	50,7827	2333,66	19	0	ELS cuasipermanente (Fis)	Combination	-188,928	-38,494	34,074	1641,84
15	0,14	ELU	Combination	-314,138	23,068	46,7077	2066,72	19	0,14	ELS cuasipermanente (Fis)	Combination	-187,878	-45,829	39,979	2039,01
15	0,28	ELU	Combination	-312,72	11,22	44,3107	1911,65	19	0,28	ELS cuasipermanente (Fis)	Combination	-186,828	-52,959	46,8966	2503,68
15	0	ELS característica (tensiones)	Combination	-228,488	26,29	36,0472	1641,52	20	0	ELU	Combination	-301,38	-73,557	80,879	4387,33
15	0,14	ELS característica (tensiones)	Combination	-227,438	17,308	32,9977	1441,72	20	0,14	ELU	Combination	-299,963	-82,904	91,8345	5122,42
15	0,28	ELS característica (tensiones)	Combination	-226,388	8,532	31,1913	1324,8	20	0,28	ELU	Combination	-298,545	-91,974	104,0792	5943,46
15	0	ELS cuasipermanente (Fis)	Combination	-197,328	27,597	26,7427	1125,09	20	0	ELS característica (tensiones)	Combination	-217,988	-54,266	58,0318	3142,16
15	0,14	ELS cuasipermanente (Fis)	Combination	-196,278	18,616	23,5102	913,09	20	0,14	ELS característica (tensiones)	Combination	-216,938	-61,19	66,1162	3684,62
15	0,28	ELS cuasipermanente (Fis)	Combination	-195,228	9,84	21,5207	783,95	20	0,28	ELS característica (tensiones)	Combination	-215,888	-67,908	75,1554	4290,74
16	0	ELU	Combination	-312,72	11,22	44,3107	1911,65	20	0	ELS cuasipermanente (Fis)	Combination	-186,828	-52,959	46,8966	2503,68
16	0,14	ELU	Combination	-311,303	-0,349	43,553	1865,86	20	0,14	ELS cuasipermanente (Fis)	Combination	-185,778	-59,882	54,7978	3033,93
16	0,28	ELU	Combination	-309,885	-11,641	44,3955	1926,75	20	0,28	ELS cuasipermanente (Fis)	Combination	-184,728	-66,6	63,654	3627,84
16	0	ELS característica (tensiones)	Combination	-226,388	8,532	31,1913	1324,8	21	0	ELU	Combination	-298,545	-91,974	104,0792	5943,46
16	0,14	ELS característica (tensiones)	Combination	-225,338	-0,038	30,5992	1288,82	21	0,14	ELU	Combination	-297,128	-100,765	117,5741	6847,85
16	0,28	ELS característica (tensiones)	Combination	-224,288	-8,402	31,1924	1331,87	21	0,28	ELU	Combination	-295,71	-109,278	132,2804	7832,99
16	0	ELS cuasipermanente (Fis)	Combination	-195,228	9,84	21,5207	783,95	21	0	ELS característica (tensiones)	Combination	-215,888	-67,908	75,1554	4290,74
16	0,14	ELS cuasipermanente (Fis)	Combination	-194,178	1,27	20,7454	735,77	21	0,14	ELS característica (tensiones)	Combination	-214,838	-74,42	85,1208	4958,59
16	0,28	ELS cuasipermanente (Fis)	Combination	-193,128	-7,095	21,1556	766,61	21	0,28	ELS característica (tensiones)	Combination	-213,788	-80,726	95,9834	5686,27
17	0	ELU	Combination	-309,885	-11,641	44,3955	1926,75	21	0	ELS cuasipermanente (Fis)	Combination	-184,728	-66,6	63,654	3627,84
17	0,14	ELU	Combination	-308,468	-22,655	46,7995	2091,74	21	0,14	ELS cuasipermanente (Fis)	Combination	-183,678	-73,112	73,4363	4283,49
17	0,28	ELU	Combination	-307,05	-33,391	50,7259	2358,23	21	0,28	ELS cuasipermanente (Fis)	Combination	-182,628	-79,419	84,1158	4998,96
17	0	ELS característica (tensiones)	Combination	-224,288	-8,402	31,1924	1331,87								
17	0,14	ELS característica (tensiones)	Combination	-223,238	-16,561	32,9422	1452,02	23	0	ELU	Combination	-324,06	-113,779	112,6511	6429,87
17	0,28	ELS característica (tensiones)	Combination	-222,188	-24,514	35,8198	1647,36	23	0,14	ELU	Combination	-322,643	-99,987	-97,6907	5437,24
17	0	ELS cuasipermanente (Fis)	Combination	-193,128	-7,095	21,1556	766,61	23	0,28	ELU	Combination	-321,225	-86,473	-84,6417	4572,03
17	0,14	ELS cuasipermanente (Fis)	Combination	-192,078	-15,253	22,7223	874,56	23	0	ELS característica (tensiones)	Combination	-234,788	-84,502	-82,0609	4688,1
17	0,28	ELS cuasipermanente (Fis)	Combination	-191,028	-23,206	25,4168	1057,7	23	0,14	ELS característica (tensiones)	Combination	-233,738	-74,285	-70,9482	3950,76
18	0	ELU	Combination	-307,05	-33,391	50,7259	2358,23	23	0,28	ELS característica (tensiones)	Combination	-232,688	-64,274	-61,2515	3307,8



23	0	ELS cuasipermanente (Fis)	Combination	-203,628	-85,809	-73,8549	4244,9	28	0	ELS característica (tensiones)	Combination	-224,288	8,402	-31,1924	1331,87
23	0,14	ELS cuasipermanente (Fis)	Combination	-202,578	-75,593	-62,5592	3495,35	28	0,14	ELS característica (tensiones)	Combination	-223,238	16,561	-32,9422	1452,02
23	0,28	ELS cuasipermanente (Fis)	Combination	-201,528	-65,582	-52,6793	2840,19	28	0,28	ELS característica (tensiones)	Combination	-222,188	24,514	-35,8198	1647,36
24	0	ELU	Combination	-321,225	-86,473	-84,6417	4572,03	28	0	ELS cuasipermanente (Fis)	Combination	-193,128	7,095	-21,1556	766,61
24	0,14	ELU	Combination	-319,808	-73,236	-73,4654	3831,66	28	0,14	ELS cuasipermanente (Fis)	Combination	-192,078	15,253	-22,7223	874,56
24	0,28	ELU	Combination	-318,39	-60,277	-64,1227	3213,54	28	0,28	ELS cuasipermanente (Fis)	Combination	-191,028	23,206	-25,4168	1057,7
24	0	ELS característica (tensiones)	Combination	-232,688	-64,274	-61,2515	3307,8	29	0	ELU	Combination	-307,05	33,391	-50,7259	2358,23
24	0,14	ELS característica (tensiones)	Combination	-231,638	-54,47	-52,9418	2757,33	29	0,14	ELU	Combination	-305,633	43,849	-56,136	2723,63
24	0,28	ELS característica (tensiones)	Combination	-230,588	-44,87	-45,9904	2297,4	29	0,28	ELU	Combination	-304,215	54,03	-62,9908	3185,34
24	0	ELS cuasipermanente (Fis)	Combination	-201,528	-65,582	-52,6793	2840,19	29	0	ELS característica (tensiones)	Combination	-222,188	24,514	-35,8198	1647,36
24	0,14	ELS cuasipermanente (Fis)	Combination	-200,478	-55,777	-44,1866	2277,51	29	0,14	ELS característica (tensiones)	Combination	-221,138	32,26	-39,7964	1915,97
24	0,28	ELS cuasipermanente (Fis)	Combination	-199,428	-46,178	-37,0521	1805,38	29	0,28	ELS característica (tensiones)	Combination	-220,088	39,802	-44,8431	2255,91
25	0	ELU	Combination	-318,39	-60,277	-64,1227	3213,54	29	0	ELS cuasipermanente (Fis)	Combination	-191,028	23,206	-25,4168	1057,7
25	0,14	ELU	Combination	-316,973	-47,596	-56,5747	2715,07	29	0,14	ELS cuasipermanente (Fis)	Combination	-189,978	30,953	-29,2103	1314,1
25	0,28	ELU	Combination	-315,555	-35,193	-50,7827	2333,66	29	0,28	ELS cuasipermanente (Fis)	Combination	-188,928	38,494	-34,074	1641,84
25	0	ELS característica (tensiones)	Combination	-230,588	-44,87	-45,9904	2297,4	30	0	ELU	Combination	-304,215	54,03	-62,9908	3185,34
25	0,14	ELS característica (tensiones)	Combination	-229,538	-35,477	-40,3685	1926,1	30	0,14	ELU	Combination	-302,798	63,933	-71,2514	3740,77
25	0,28	ELS característica (tensiones)	Combination	-228,488	-26,29	-36,0472	1641,52	30	0,28	ELU	Combination	-301,38	73,557	-80,879	4387,33
25	0	ELS cuasipermanente (Fis)	Combination	-199,428	-46,178	-37,0521	1805,38	30	0	ELS característica (tensiones)	Combination	-220,088	39,802	-44,8431	2255,91
25	0,14	ELS cuasipermanente (Fis)	Combination	-198,378	-36,785	-31,2471	1421,88	30	0,14	ELS característica (tensiones)	Combination	-219,038	47,137	-50,9312	2665,29
25	0,28	ELS cuasipermanente (Fis)	Combination	-197,328	-27,597	-26,7427	1125,09	30	0,28	ELS característica (tensiones)	Combination	-217,988	54,266	-58,0318	3142,16
26	0	ELU	Combination	-315,555	-35,193	-50,7827	2333,66	30	0	ELS cuasipermanente (Fis)	Combination	-188,928	38,494	-34,074	1641,84
26	0,14	ELU	Combination	-314,138	-23,068	-46,7077	2066,72	30	0,14	ELS cuasipermanente (Fis)	Combination	-187,878	45,829	-39,979	2039,01
26	0,28	ELU	Combination	-312,72	-11,22	-44,3107	1911,65	30	0,28	ELS cuasipermanente (Fis)	Combination	-186,828	52,959	-46,8966	2503,68
26	0	ELS característica (tensiones)	Combination	-228,488	-26,29	-36,0472	1641,52	31	0	ELU	Combination	-301,38	73,557	-80,879	4387,33
26	0,14	ELS característica (tensiones)	Combination	-227,438	-17,308	-32,9977	1441,72	31	0,14	ELU	Combination	-299,963	82,904	-91,8345	5122,42
26	0,28	ELS característica (tensiones)	Combination	-226,388	-8,532	-31,1913	1324,8								
26	0	ELS cuasipermanente (Fis)	Combination	-197,328	-27,597	-26,7427	1125,09	31	0,28	ELU	Combination	-298,545	91,974	104,0792	5943,46
26	0,14	ELS cuasipermanente (Fis)	Combination	-196,278	-18,616	-23,5102	913,09	31	0	ELS característica (tensiones)	Combination	-217,988	54,266	-58,0318	3142,16
26	0,28	ELS cuasipermanente (Fis)	Combination	-195,228	-9,84	-21,5207	783,95	31	0,14	ELS característica (tensiones)	Combination	-216,938	61,19	-66,1162	3684,62
27	0	ELU	Combination	-312,72	-11,22	-44,3107	1911,65	31	0,28	ELS característica (tensiones)	Combination	-215,888	67,908	-75,1554	4290,74
27	0,14	ELU	Combination	-311,303	0,349	-43,553	1865,86	31	0	ELS cuasipermanente (Fis)	Combination	-186,828	52,959	-46,8966	2503,68
27	0,28	ELU	Combination	-309,885	11,641	-44,3955	1926,75	31	0,14	ELS cuasipermanente (Fis)	Combination	-185,778	59,882	-54,7978	3033,93
27	0	ELS característica (tensiones)	Combination	-226,388	-8,532	-31,1913	1324,8	31	0,28	ELS cuasipermanente (Fis)	Combination	-184,728	66,6	-63,654	3627,84
27	0,14	ELS característica (tensiones)	Combination	-225,338	0,038	-30,5992	1288,82								
27	0,28	ELS característica (tensiones)	Combination	-224,288	8,402	-31,1924	1331,87	32	0	ELU	Combination	-109,278	-295,71	132,2804	8454,43
27	0	ELS cuasipermanente (Fis)	Combination	-195,228	-9,84	-21,5207	783,95	32	0,38	ELU	Combination	-109,278	-236,568	-31,1475	1712,24
27	0,14	ELS cuasipermanente (Fis)	Combination	-194,178	-1,27	-20,7454	735,77	32	0	ELS característica (tensiones)	Combination	-80,726	-213,788	-95,9834	6129,81
27	0,28	ELS cuasipermanente (Fis)	Combination	-193,128	7,095	-21,1556	766,61	32	0,38	ELS característica (tensiones)	Combination	-80,726	-171,03	-22,8679	1255,44
28	0	ELU	Combination	-309,885	11,641	-44,3955	1926,75	32	0	ELS cuasipermanente (Fis)	Combination	-79,419	-182,628	-84,1158	5342,99
28	0,14	ELU	Combination	-308,468	22,655	-46,7995	2091,74	32	0,38	ELS cuasipermanente (Fis)	Combination	-79,419	-146,102	-21,6571	1179,08
28	0,28	ELU	Combination	-307,05	33,391	-50,7259	2358,23	33	0	ELU	Combination	-109,278	-236,568	-31,1475	1712,24



33	0,38	ELU	Combination	-109,278	-177,426	47,5115	2803,17	40	0,38	ELU	Combination	-109,278	236,568	-31,1475	1712,24
33	0	ELS característica (tensiones)	Combination	-80,726	-171,03	-22,8679	1255,44	40	0	ELS característica (tensiones)	Combination	-80,726	128,273	33,9997	1997,56
33	0,38	ELS característica (tensiones)	Combination	-80,726	-128,273	33,9997	1997,56	40	0,38	ELS característica (tensiones)	Combination	-80,726	171,03	-22,8679	1255,44
33	0	ELS cuasipermanente (Fis)	Combination	-79,419	-146,102	-21,6571	1179,08	40	0	ELS cuasipermanente (Fis)	Combination	-79,419	109,577	26,922	1530,07
33	0,38	ELS cuasipermanente (Fis)	Combination	-79,419	-109,577	26,922	1530,07	40	0,38	ELS cuasipermanente (Fis)	Combination	-79,419	146,102	-21,6571	1179,08
34	0	ELU	Combination	-109,278	-177,426	47,5115	2803,17	41	0	ELU	Combination	-109,278	236,568	-31,1475	1712,24
34	0,38	ELU	Combination	-109,278	-118,284	103,6964	6548,83	41	0,38	ELU	Combination	-109,278	295,71	132,2804	8454,43
34	0	ELS característica (tensiones)	Combination	-80,726	-128,273	33,9997	1997,56	41	0	ELS característica (tensiones)	Combination	-80,726	171,03	-22,8679	1255,44
34	0,38	ELS característica (tensiones)	Combination	-80,726	-85,515	74,6194	4705,54	41	0,38	ELS característica (tensiones)	Combination	-80,726	213,788	-95,9834	6129,81
34	0	ELS cuasipermanente (Fis)	Combination	-79,419	-109,577	26,922	1530,07	41	0	ELS cuasipermanente (Fis)	Combination	-79,419	146,102	-21,6571	1179,08
34	0,38	ELS cuasipermanente (Fis)	Combination	-79,419	-73,051	61,6213	3843,36	41	0,38	ELS cuasipermanente (Fis)	Combination	-79,419	182,628	-84,1158	5342,99
35	0	ELU	Combination	-109,278	-118,284	103,6964	6548,83	41	0,38	ELS cuasipermanente (Fis)	Combination	-79,419	182,628	-84,1158	5342,99
35	0,38	ELU	Combination	-109,278	-59,142	137,4074	8796,23	42	0	ELU	Combination	-298,545	91,974	104,0792	5943,46
35	0	ELS característica (tensiones)	Combination	-80,726	-85,515	74,6194	4705,54	42	0,14	ELU	Combination	-297,128	100,765	117,5741	6847,85
35	0,38	ELS característica (tensiones)	Combination	-80,726	-42,758	98,9912	6330,33	42	0,14	ELU	Combination	-297,128	100,765	117,5741	6847,85
35	0	ELS cuasipermanente (Fis)	Combination	-79,419	-73,051	61,6213	3843,36	42	0,28	ELU	Combination	-295,71	109,278	132,2804	7832,99
35	0,38	ELS cuasipermanente (Fis)	Combination	-79,419	-36,526	82,4409	5231,33	42	0	ELS característica (tensiones)	Combination	-215,888	67,908	-75,1554	4290,74
36	0	ELU	Combination	-109,278	-59,142	137,4074	8796,23	42	0,14	ELS característica (tensiones)	Combination	-214,838	74,42	-85,1208	4958,59
36	0,38	ELU	Combination	-109,278	1,604E-11	148,6444	9545,36	42	0,28	ELS característica (tensiones)	Combination	-213,788	80,726	-95,9834	5686,27
36	0	ELS característica (tensiones)	Combination	-80,726	-42,758	98,9912	6330,33	42	0	ELS cuasipermanente (Fis)	Combination	-184,728	66,6	-63,654	3627,84
36	0,38	ELS característica (tensiones)	Combination	-80,726	1,163E-11	107,1152	6871,92	42	0,14	ELS cuasipermanente (Fis)	Combination	-183,678	73,112	-73,4363	4283,49
36	0	ELS cuasipermanente (Fis)	Combination	-79,419	-36,526	82,4409	5231,33	42	0,28	ELS cuasipermanente (Fis)	Combination	-182,628	79,419	-84,1158	4998,96
36	0,38	ELS cuasipermanente (Fis)	Combination	-79,419	1,006E-11	89,3808	5693,99	42	0,28	ELS cuasipermanente (Fis)	Combination	-182,628	79,419	-84,1158	4998,96
37	0	ELU	Combination	-109,278	-6,651E-12	148,6444	9545,36								
37	0,38	ELU	Combination	-109,278	59,142	137,4074	8796,23								
37	0	ELS característica (tensiones)	Combination	-80,726	-5,002E-12	107,1152	6871,92								
37	0,38	ELS característica (tensiones)	Combination	-80,726	42,758	98,9912	6330,33								
37	0	ELS cuasipermanente (Fis)	Combination	-79,419	-4,547E-12	89,3808	5693,99								
37	0,38	ELS cuasipermanente (Fis)	Combination	-79,419	36,526	82,4409	5231,33								
38	0	ELU	Combination	-109,278	59,142	137,4074	8796,23								
38	0,38	ELU	Combination	-109,278	118,284	103,6964	6548,83								
38	0	ELS característica (tensiones)	Combination	-80,726	42,758	98,9912	6330,33								
38	0,38	ELS característica (tensiones)	Combination	-80,726	85,515	74,6194	4705,54								
38	0	ELS cuasipermanente (Fis)	Combination	-79,419	36,526	82,4409	5231,33								
38	0,38	ELS cuasipermanente (Fis)	Combination	-79,419	73,051	61,6213	3843,36								
39	0	ELU	Combination	-109,278	118,284	103,6964	6548,83								
39	0,38	ELU	Combination	-109,278	177,426	47,5115	2803,17								
39	0	ELS característica (tensiones)	Combination	-80,726	85,515	74,6194	4705,54								
39	0,38	ELS característica (tensiones)	Combination	-80,726	128,273	33,9997	1997,56								
39	0	ELS cuasipermanente (Fis)	Combination	-79,419	73,051	61,6213	3843,36								
39	0,38	ELS cuasipermanente (Fis)	Combination	-79,419	109,577	26,922	1530,07								
40	0	ELU	Combination	-109,278	177,426	47,5115	2803,17								



ANEXO Nº3:
ISOVALORES EN CYPECAD
LOSA DE LA CÁMARA

1. DESPLAZAMIENTOS Y GIROS

1.1 Desplazamiento en Z

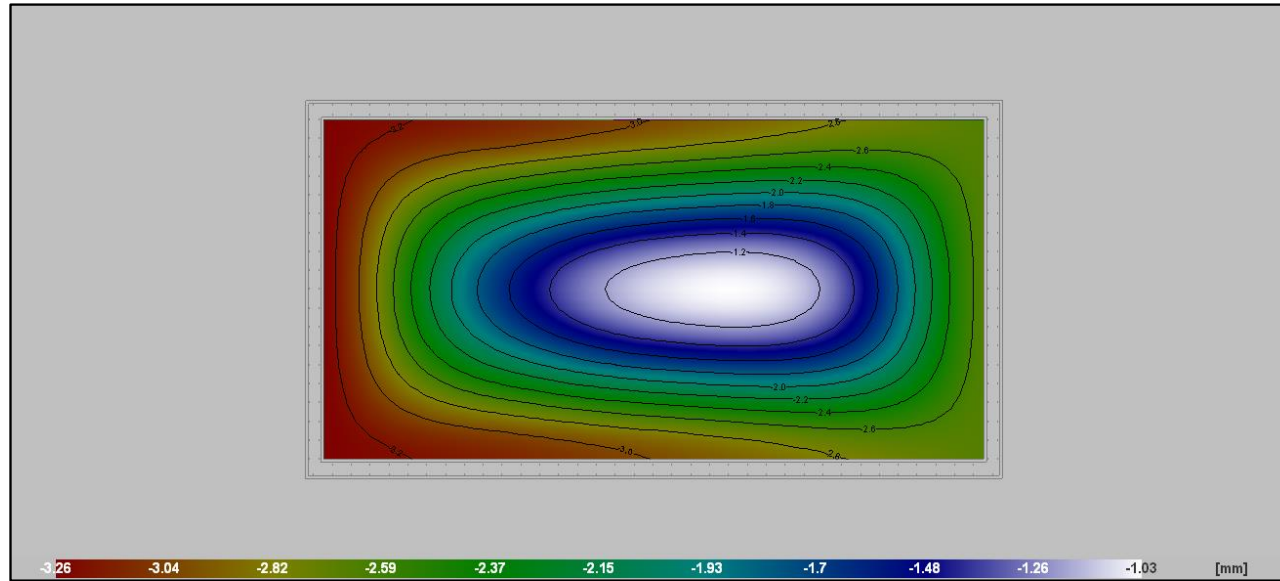


Figura 25. Desplazamiento en Z CYPECAD.

1.3 Giro en Y

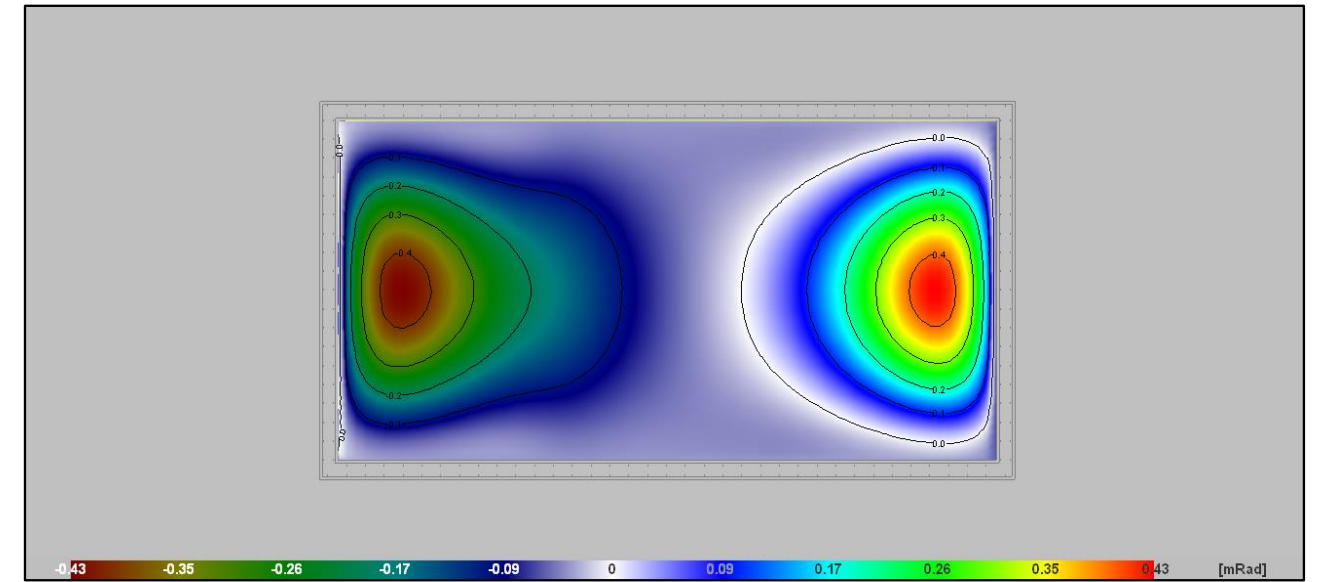


Figura 27. Giro en Y CYPECAD.

1.2 Giro en X

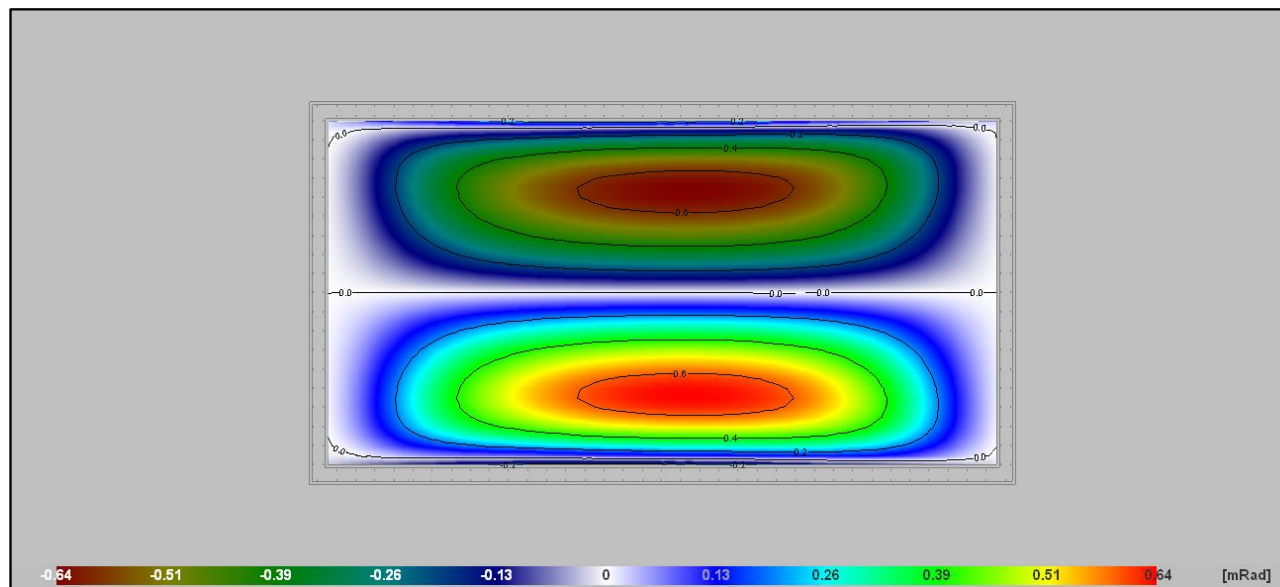


Figura 26. Desplazamiento en X CYPECAD.

2. ESFUERZOS

2.1 Cortante X

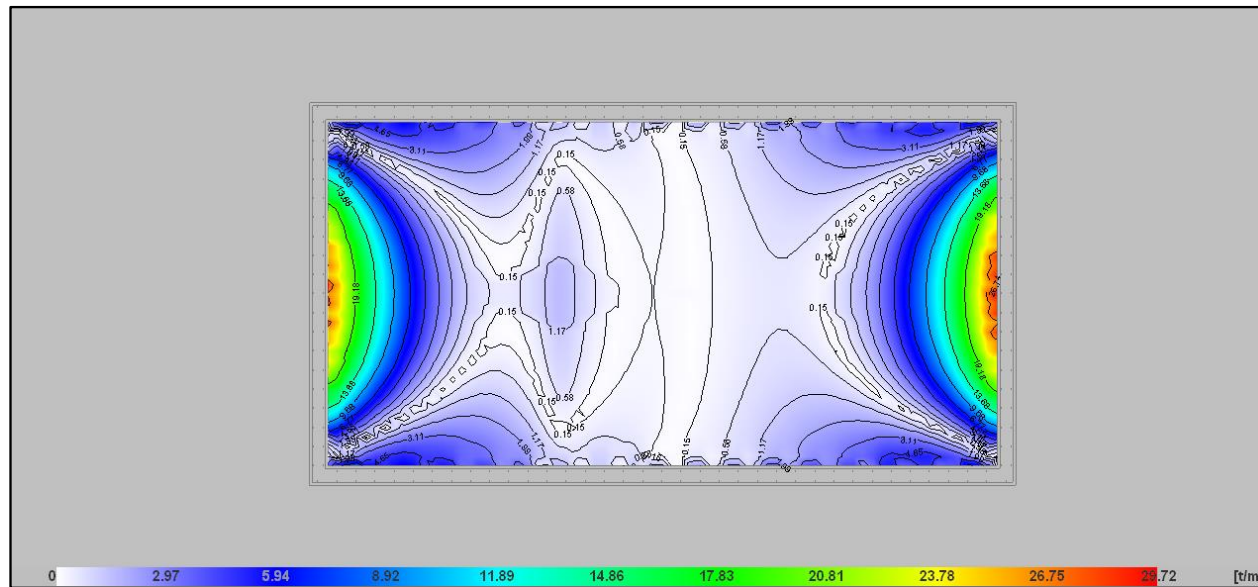


Figura 28. Cortante X CYPECAD.

2.2 Cortante Y

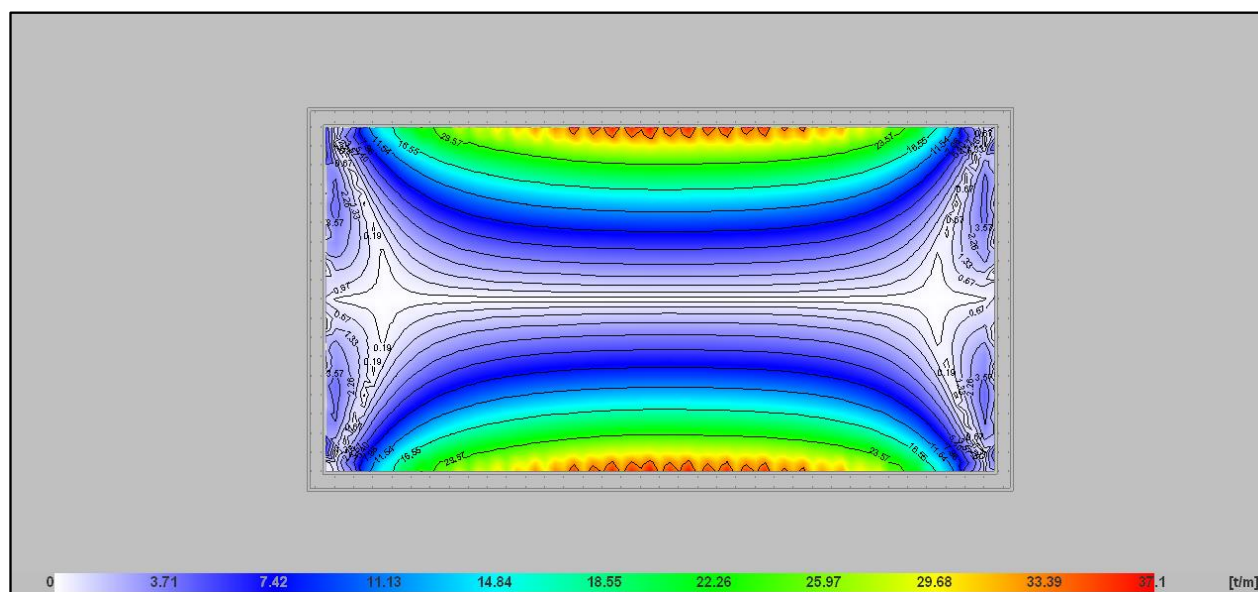


Figura 29. Cortante Y CYPECAD.

2.3 Momento X, cuantía inferior

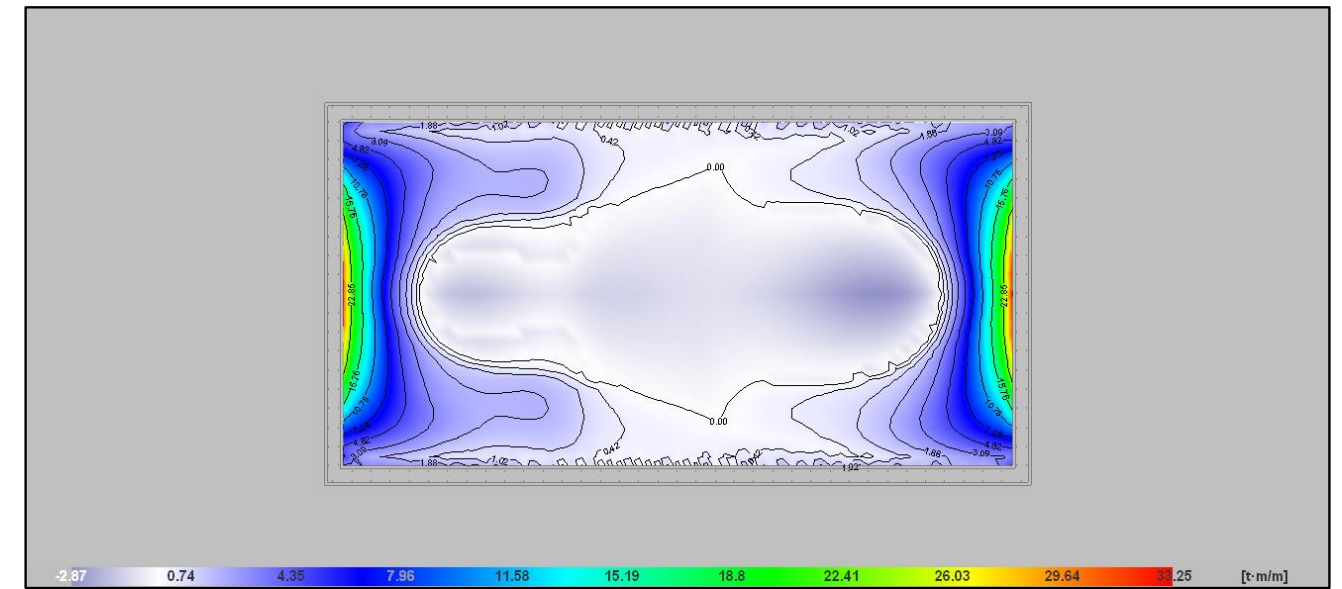


Figura 30. Momento X, cuantía inferior CYPECAD.

2.4 Momento Y, cuantía inferior

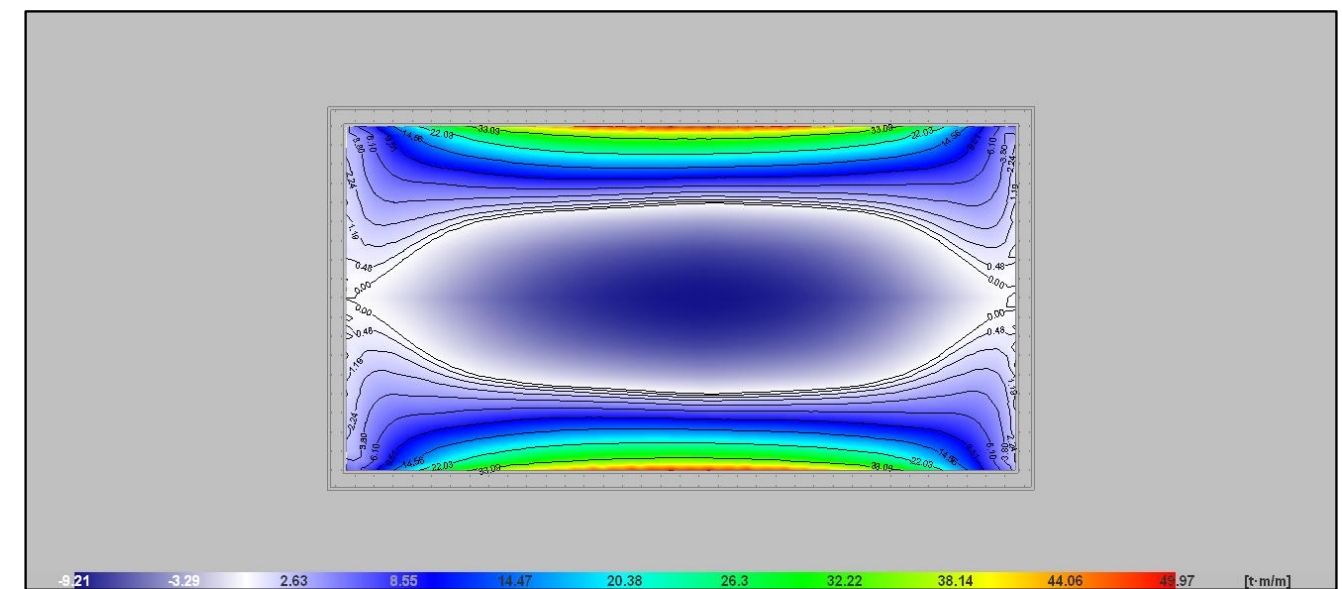


Figura 31. Momento Y, cuantía inferior CYPECAD.



2.5 Momento X, cuantía superior

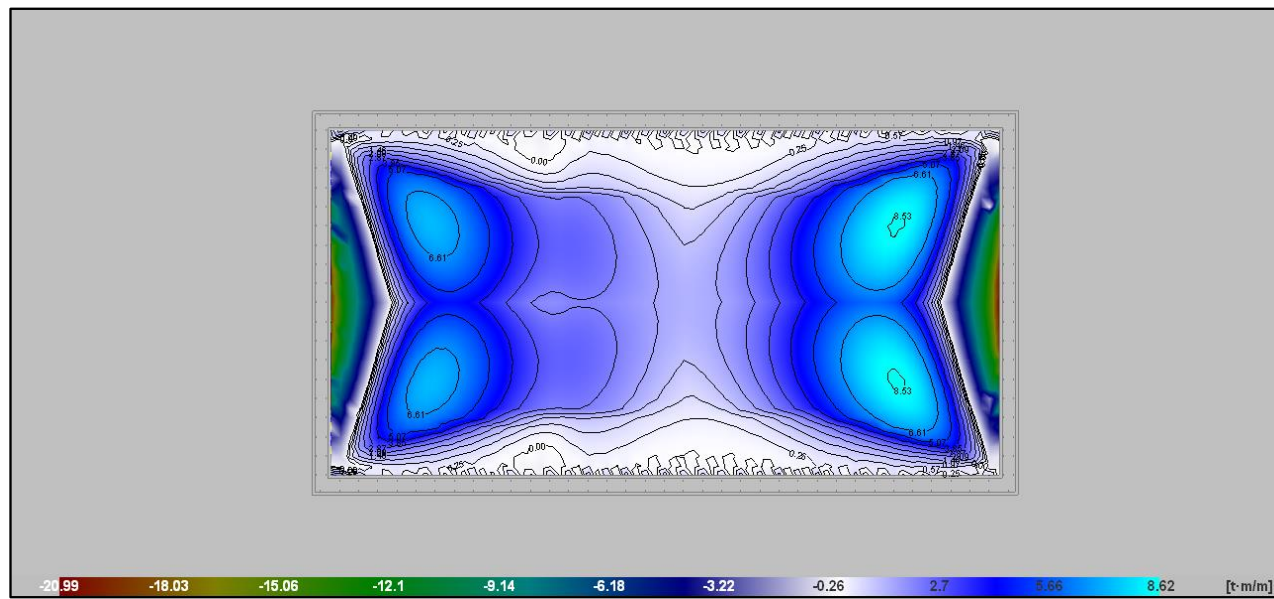


Figura 32. Momento X, cuantía superior CYPECAD.

2.6 Momento Y, cuantía superior

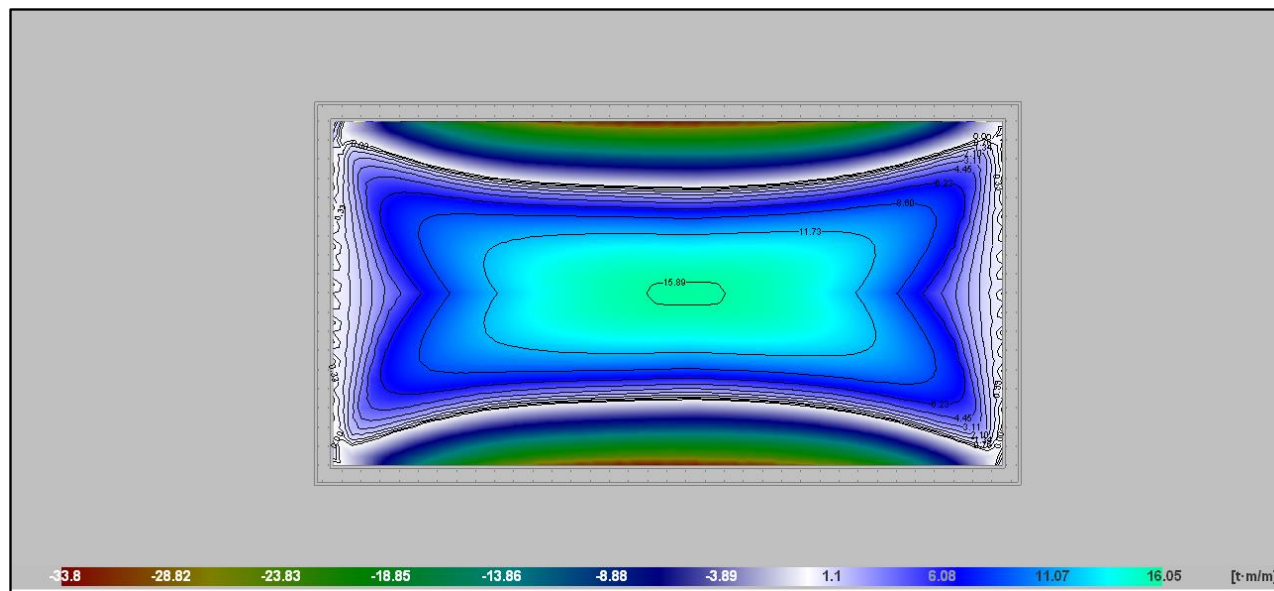


Figura 33. Momento Y, cuantía inferior CYPECAD.



3. CUANTÍAS DE ARMADO

3.1 Inferior, dirección X

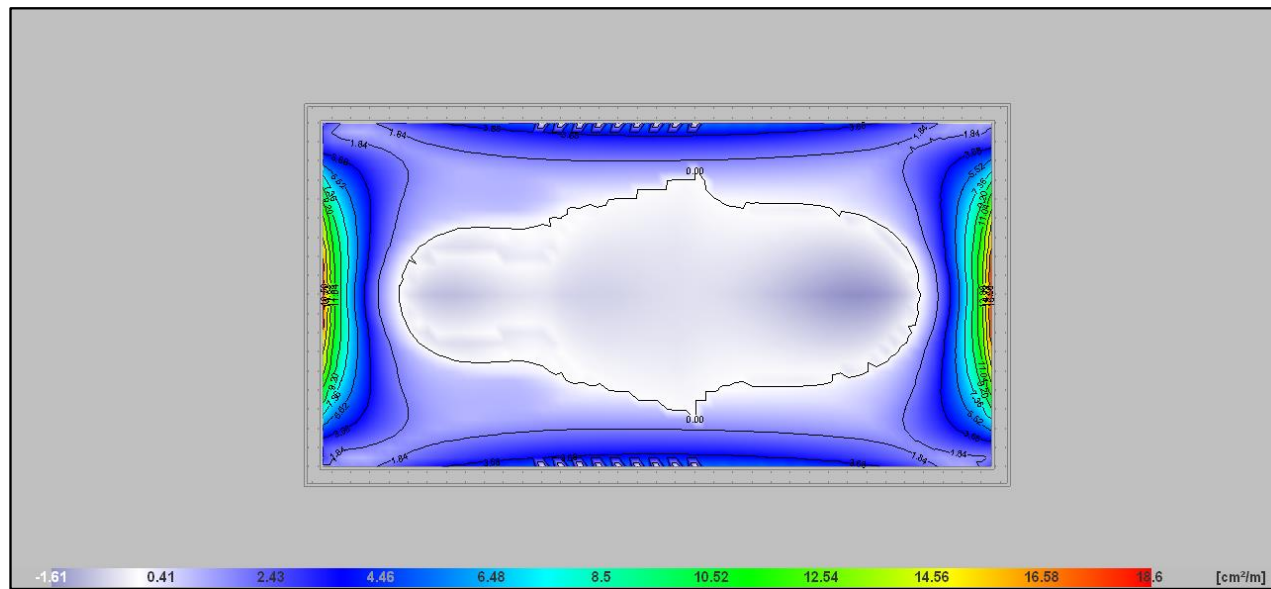


Figura 34. Cuantía inferior X CYPECAD.

3.2 Inferior, dirección Y

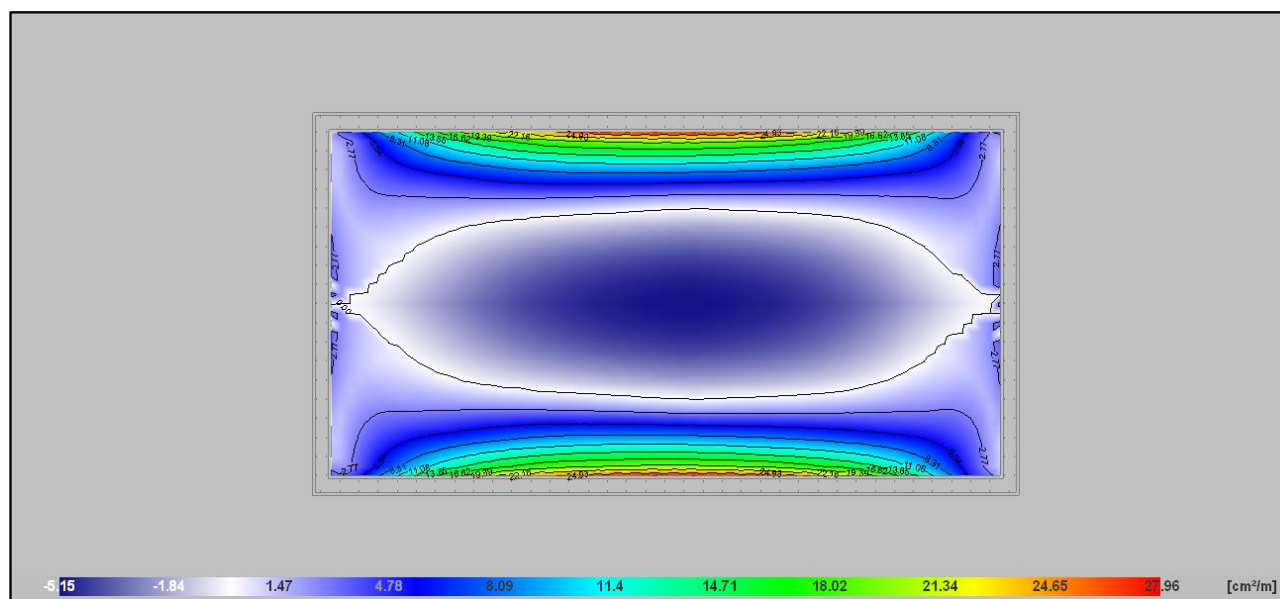


Figura 35. Cuantía inferior Y CYPECAD.

3.3 Superior, dirección X

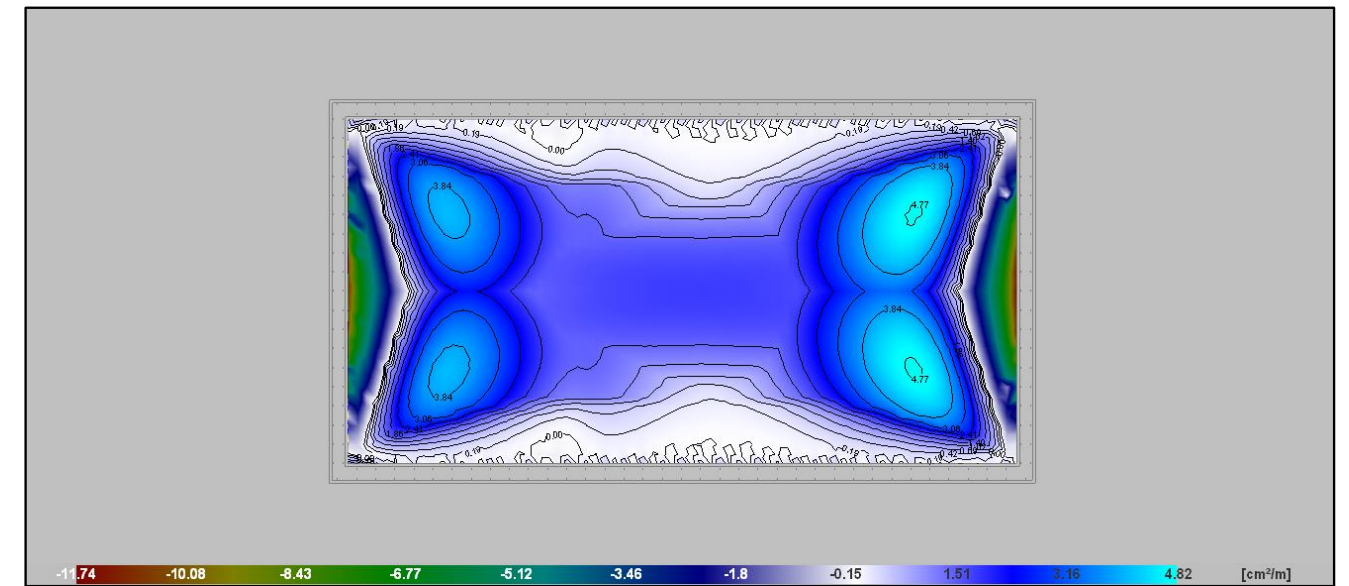


Figura 36. Cuantía superior X CYPECAD.

3.4 Superior, dirección Y

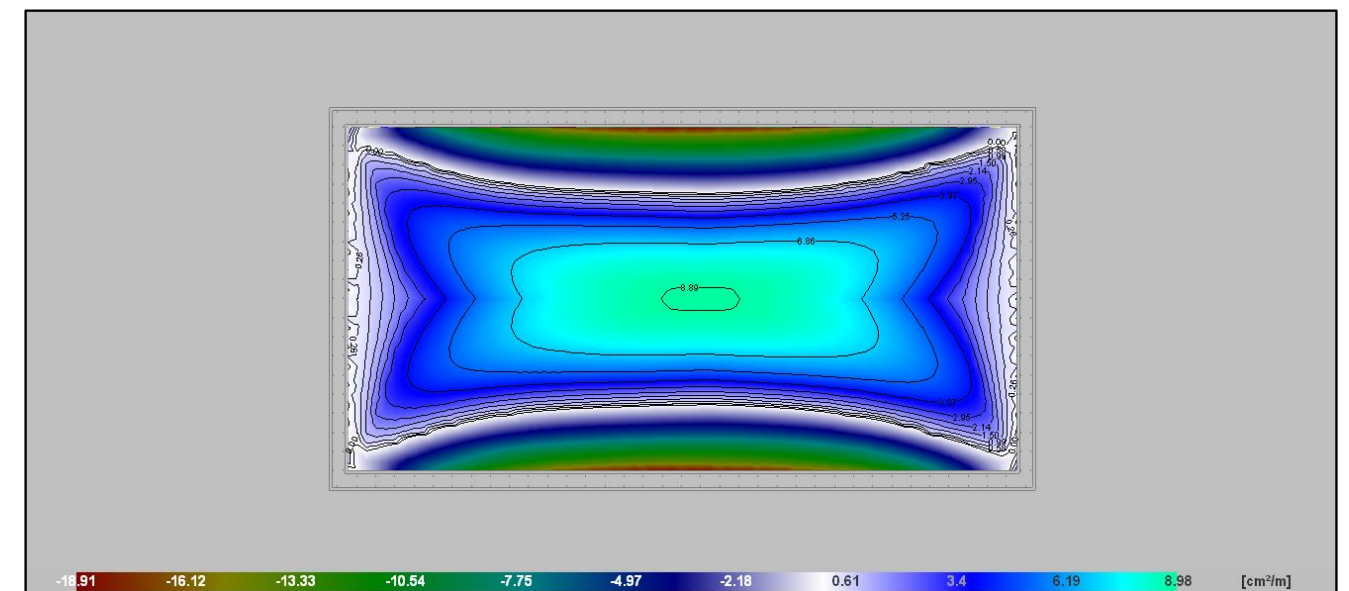


Figura 37. Cuantía superior Y CYPECAD.



4. TENSIONES SOBRE EL TERRENO

4.1 Tensión máxima

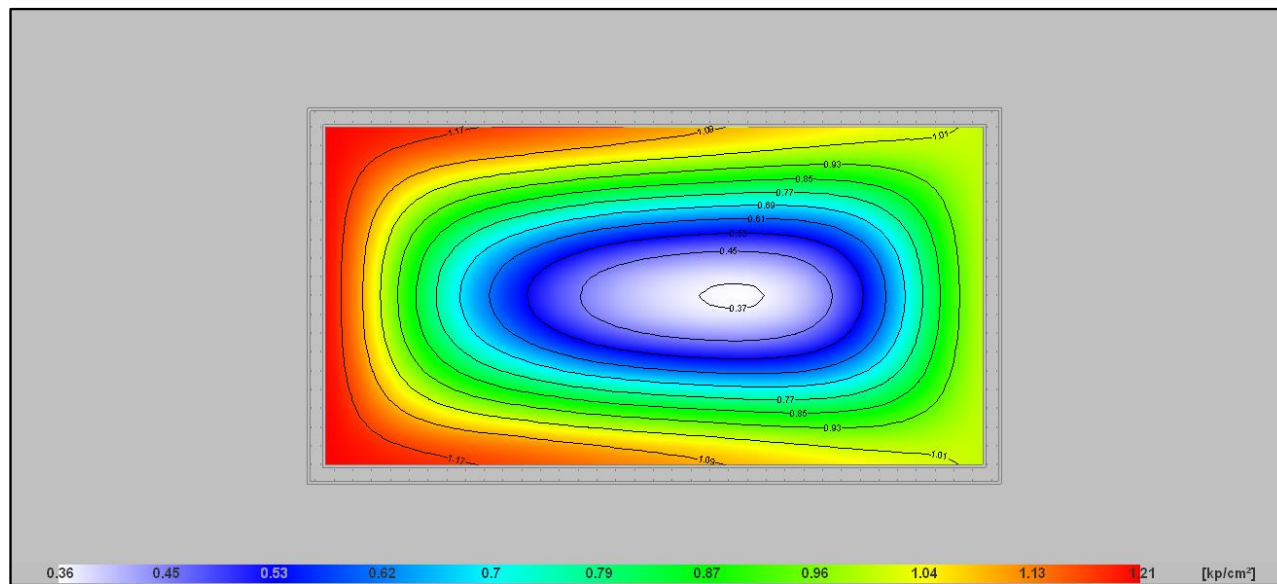


Figura 38. Tensión máxima CYPECAD.

4.2 Despegue

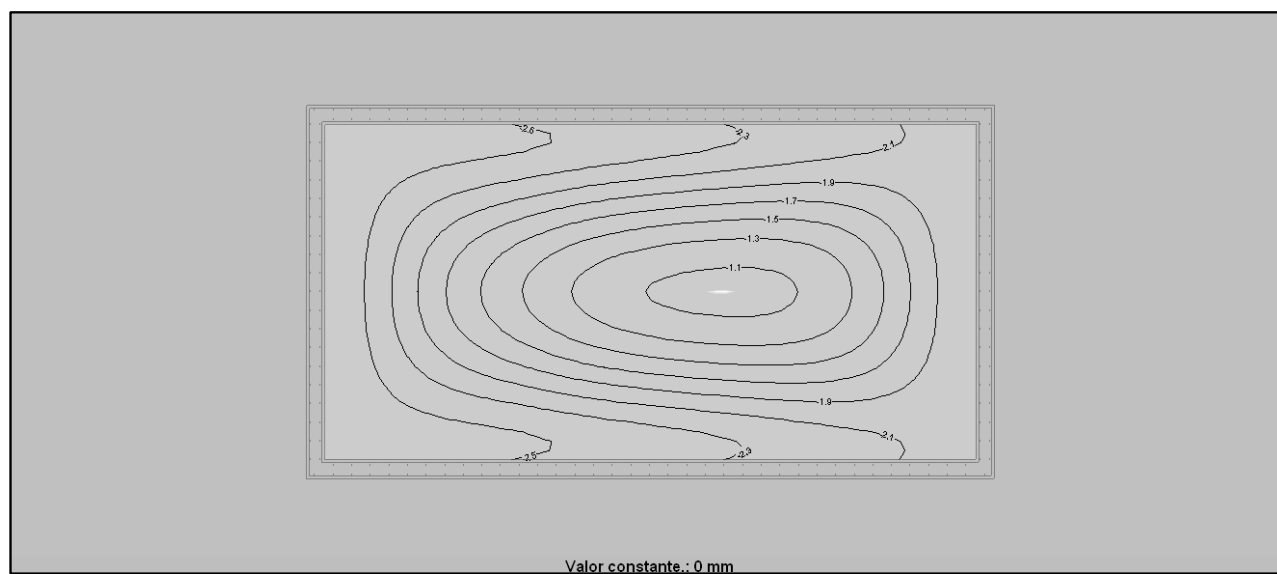


Figura 39. Despegue CYPECAD.