

MEMORIA ESTRUCTURAL

- MEMORIA DE CARGAS Y PREDIMENSIONADO

1.DESCRIPCIÓN SISTEMA ESTRUCTURAL

- 1.1 EDIFICIO DEPORTIVO
- 1.2 RESIDENCIA DE NUEVA PLANTA
- 1.3 EDIFICIOS SOBRE MUROS DE MAMPOSTERÍA PREEXISTENTE

2.ESTIMACIÓN DE CARGAS

- 2.1 ACCIONES PERMANENTES
- 2.2 ACCIONES VARIABLES

3.PREDIMENSIONADO

- 3.1 PREDIMENSIONADO RESIDENCIA

- MEMORIA DE DIMENSIONADO

1.MODELIZADO

2. ANÁLISIS Y DIMENSIONADO DEL MODELO

- 2.1 SOLICITACIONES Y DEFORMADA DEL MODELO
- 2.2 VALORES DE ESFUERZOS EN MODELO
- 2.3 VALORES DE ESFUERZOS EN LOSA

3. ANÁLISIS DE DIMENSIONADO DEL PÓRTICO 4

- 3.1 SOLICITACIONES Y DEFORMADA DEL PÓRTICO 4
- 3.2 PILARES PÓRTICO 4
- 3.2 VIGAS PÓRTICO 4

4. ANÁLISIS DE DIMENSIONADO DEL PÓRTICO 13

- 4.1 SOLICITACIONES Y DEFORMADA DEL PÓRTICO 13
- 4.2 PILARES PÓRTICO 13
- 4.2 VIGAS PÓRTICO 13

MEMORIA DE CARGAS Y PREDIMENSIONADO

1. DESCRIPCIÓN SISTEMA ESTRUCTURAL

Este primer apartado abordará la descripción y la justificación de los sistemas estructurales proyectados.

El proyecto se compone fundamentalmente de dos tipologías estructurales diferentes:

- La zona deportiva, que engloba piscina, gimnasio y rocódromo, se resuelve con una estructura porticada de hormigón armado y muros de hormigón armado que nacen desde el sótano. Los pórticos son de grandes luces y están formados por vigas de canto y pilares apantallados. Al tener una geometría bastante reglada utilizamos de forma generalizada losas alveolares y losas de hormigón armado en algunos puntos.

- La zona residencial, social y semisocial está formada tanto por edificios que usan los muros preexistentes, como edificios de nueva planta. Aun así la escala general de los edificios, luces y forjados entran dentro de la misma tipología y será la forma de transmitir las cargas al terreno la que varíe.

Se desarrollará por tanto y de forma separada la descripción, el análisis y el cálculo de ambas tipologías.

Conviene fijar que el hormigón empleado será HA-30 y el acero de las armaduras B500 SD.

1.1 EDIFICIO DEPORTIVO

El edificio deportivo se desarrolla en planta sótano y una vez alcanza la cota rasante emergen determinadas zonas creando volúmenes perceptiblemente aislados.

Se tiene un sistema estructural formado por pilares apantallados y vigas de canto de hormigón armado. En ocasiones estos pilares estarán exentos, y en otras se unirán al muro de hormigón armado del perímetro. Los pórticos formarán nudos rígidos entre viga y pilar.

En concreto las vigas de canto serán “prefabricadas” in situ, es decir, para evitar el transporte de vigas de 20 metros y el andamiaje a gran altura, se realizarán en la propia obra dejando las esperas y la zona de apoyo de las losas para posteriormente hormigonar todo el conjunto.

El forjado es resuelto por medio de placas alveolares con capa de compresión, que permitirán una mayor rapidez de ejecución, la reducción de canto y salvarán de forma limpia y eficiente los 8 m de luz entre crujeas. Las losas además nos ayudarán en el juego de lucernarios de la piscina, los cuales se forman a partir de retirar dos placas. El perímetro de los huecos se rematará con un murete de hormigón armado. Las posibles irregularidades en el canto libre se recubren con el material de acabado de los lucernarios.

En la zona de vestuarios y rocódromo predominarán los muros de hormigón armado, siguiendo el módulo de pórticos previsto.

La cimentación de estos edificios se ha planteado superficial, de modo que se compone de zapatas aisladas y zapatas corridas en los muros de carga. La cimentación de la piscina se realizará mediante losa de cimentación para absorber uniformemente las cargas que transmiten los muros de contención del vaso de la piscina.

1.1 RESIDENCIA DE NUEVA PLANTA

Para la edificación residencial de nueva planta, el edificio se realizará mediante muros de hormigón armado con vigas cada 3.5 metros y una solución de forjado de losas que trabajarán de forma unidireccional colaborando además parte de los muros. De esta misma forma funcionan los edificios con muros de mampostería.

Para las cubiertas quebradas se utilizará también la losa de hormigón armado. Esta solución se hace general para estas edificaciones ya que en numerosos puntos hay geometrías irregulares, y buscamos también una limpieza y coherencia estructural a la hora de proyectar.

1.2 EDIFICIOS SOBRE MUROS DE MAMPOSTERÍA

En general los muros solo necesitarán inyecciones para rehabilitarlos ya que las cargas a soportar no aumentan en exceso. Se realizarán zunchos perimetrales para evitar las cargas puntuales en el muro. En los casos en los que sea necesario un refuerzo mayor como puede ser la biblioteca, se optará por pórticos de hormigón armado que recojan las cargas.

En cualquier caso, salvo elementos puntuales, todos los muros irán trasdosados en su parte interior con subestructuras de yeso laminado, escondiendo así las irregularidades de la piedra y los posibles soportes en casos excepcionales.

La cimentación adoptada en estos casos será de zapata corrida bajo muros de carga, solidarizada mediante grapas con las zapatas preexistentes de los muros de mampostería, y zapatas aisladas en el caso de los pilares de hormigón armado.

2. ESTIMACIÓN DE CARGAS

2.1 ACCIONES PERMANENTES

PESO PROPIO

El peso propio a tener en cuenta es el de los elementos estructurales, los cerramientos y elementos separadores, la tabiquería, todo tipo de carpinterías, revestimientos (como pavimentos, guarnecidos, enlucidos, falsos techos), rellenos (como los de tierras) y equipo fijo.

El valor característico del peso propio de los elementos constructivos, se determinará, en general, como su valor medio obtenido a partir de las dimensiones nominales y de los pesos específicos medios.

- EDIFICIO DEPORTIVO,

Forjado de cubierta ajardinada  
Losa alveolar 2,75 KN/m2  
Falso techo 0,75 KN/m2  
Instalaciones colgadas 0,5 KN/m2  
Cubierta plana con sedum 2,3 KN/m2

Forjado de cubierta no transitable

Losa alveolar 2,75 KN/m2  
Falso techo 0,75 KN/m2  
Instalaciones colgadas 0,5 KN/m2  
Instalaciones 1,5 KN/m2  
Cubierta plana con baldosa aislante 2,75 KN/m2

Forjado intermedio

Losa alveolar 2,75 KN/m  
Falso techo 0,75 KN/m2  
Instalaciones colgadas 0,5 KN/m2  
Suelo técnico 0,5 KN/m2

- EDIFICIOS RESIDENCIALES

Forjado de cubierta plana:  
- Losa maciza de 30 cm de canto 7,50 KN/m2  
- Falso techo e instalaciones colgadas medias 0,50 KN/m2  
- Cubierta plana con baldosa aislante 2,75 KN/m2

Forjado de cubierta inclinada:  
- Losa maciza de 25 cm 6 KN/m2  
- Falso techo e instalaciones colgadas medias 0,50 KN/m2  
- Cubierta engatillada de cobre 1 KN/m2

Forjado de planta primera:  
- Losa maciza de 30 cm de canto 7,50 KN/m2  
- Solado 1 KN/m2  
- Tabiquería 1 KN/m2  
- Falso techo e instalaciones colgadas medias 0,50 KN/m2

ACCIONES DEL TERRENO

Las acciones derivadas del empuje del terreno, tanto las procedentes de su peso como de otras acciones que actúan sobre él, o las acciones debidas a sus desplazamientos y deformaciones, se evalúan y tratan según establece el DB-SE-C.

2.2 ACCIONES VARIABLES

SOBRECARGA DE USO

La sobrecarga de uso es el peso de todo lo que puede gravitar sobre el edificio por razón de su uso. Las sobrecargas establecidas por son las siguientes.

- EDIFICIO DEPORTIVO.

Forjado de cubierta no transitable:  
Uso de conservación 1 KN/m2

Forjado de cubierta transitable:  
Uso público 5 KN/m2

Forjado musculación:  
Uso gimnasio 5 KN/m2

- EDIFICIOS SOCIALES

Forjado de cubierta no transitable:  
Uso de conservación 1 KN/m2

Forjado de cubierta transitable:  
Uso público 5 KN/m2

Biblioteca:  
Uso docente 3 KN/m2

Residencia:  
Uso vivienda 2 KN/m2

ACCIONES DEL VIENTO

$Q_e = Q_b \times C_e \times C_p = 0,5 \times 2,3 \times 1 = 1,15 \text{ KN/m}^2$

ACCIONES PRODUCIDAS POR LA NIEVE

$Q_n = \mu \times S_k = 1 \times 0,5 = 0,5 \text{ KN/m}^2$

3. PREDIMENSIONADO

En este apartado haremos un predimensionado, por una parte del edificio deportivo, para poder hacer un posterior cálculo mediante el programa Architrave, y por otra de la parte residencial como resultados representativos de ese tipo de edificación.

Combinación de acciones para ELU  
 $\gamma_g \times G + \gamma_q \times Q + 0,75 \times \text{nieve}$

$\gamma_g = 1,35$   
 $\gamma_q = 1,5$

3.1 PREDIMENSIONADO VIGAS RESIDENCIA

Vigas forjado intermedio

$q = 1,35 \times 10 + 1,5 \times 2 = 16,5 \text{ KN/m}^2$

$q = 16,5 \times 3,5 \text{ (ámbito)} = 57,75 \text{ KN/ml}$

$M_d = (1,5 \times 57,75 \times 7,7^2) / 8 = 642 \text{ KNm}$

$W = (b \times h^2) / 6$

$W \geq M_d / f_{cd}$

$W = 642 / 20 \times 1000 = 0,0321$

$h^2 = (W \times 6) / b = 0,0321 \times 6 / 0,4 = 0,48$

$h = 0,7 \text{ m de canto}$   
 $b = 0,4 \text{ m}$

3.2 PREDIMENSIONADO VIGAS EDIFICIO DEPORTIVO

Vigas cubierta piscina

$q = 1,35 \times 7 + 1,5 \times 1 + 0,75 \times 0,5 = 11,35 \text{ KN/m}^2$

$q = 11,35 \times 8 \text{ (ámbito)} = 90,8 \text{ KN/ml}$

$M_d = (1,5 \times 90,8 \times 20^2) / 8 = 6810 \text{ KNm}$

$W = (b \times h^2) / 6$

$W \geq M_d / f_{cd}$

$W = 6810 / 20 \times 1000 = 0,3405$

$h^2 = (W \times 6) / b = 0,34 \times 6 / 0,6 = 3,4$   
 $h = 1,8 \text{ m de canto}$   
 $b = 0,6 \text{ m}$

Vigas cubierta gimnasio

$q = 1,35 \times 6,3 + 1,5 \times 5 + 0,75 \times 0,5 = 16,38 \text{ KN/m}^2$

$q = 16,38 \times 8 \text{ (ámbito)} = 131,04 \text{ KN/ml}$

$M_d = (1,5 \times 131,04 \times 10^2) / 8 = 2.457 \text{ KNm}$

$W = (b \times h^2) / 6$

$W \geq M_d / f_{cd}$

$W = 2.457 / 20 \times 1000 = 0,123$   
 $h^2 = (W \times 6) / b = 0,123 \times 6 / 0,6 = 1,23$   
 $h = 1,1 \text{ m de canto}$   
 $b = 0,6 \text{ m}$

Vigas cubierta musculación

$q = 1,35 \times 8,25 + 1,5 \times 1 + 0,75 \times 0,5 = 13 \text{ KN/m}^2$

$q = 13 \times 8 \text{ (ámbito)} = 104 \text{ KN/ml}$

$M_d = (1,5 \times 108,6 \times 10^2) / 8 = 1.950 \text{ KNm}$

$W = (b \times h^2) / 6$

$W \geq M_d / f_{cd}$

$W = 1.950 / 20 \times 1000 = 0,097$   
 $h^2 = (W \times 6) / b = 0,097 \times 6 / 0,6 = 0,97$   
 $h = 1 \text{ m de canto}$   
 $b = 0,6 \text{ m}$

Vigas musculación

$q = 1,35 \times 4,5 + 1,5 \times 5 = 13,58 \text{ KN/m}^2$

$q = 13,58 \times 8 \text{ (ámbito)} = 108,6 \text{ KN/ml}$

$M_d = (1,5 \times 108,6 \times 10^2) / 8 = 2.036 \text{ KNm}$

$W = (b \times h^2) / 6$

$W \geq M_d / f_{cd}$

$W = 2.036 / 20 \times 1000 = 0,102$   
 $h^2 = (W \times 6) / b = 0,102 \times 6 / 0,6 = 1,02$   
 $h = 1 \text{ m de canto}$   
 $b = 0,6 \text{ m}$



MEMORIA DE DIMENSIONADO

El dimensionado de la estructura se ha realizado mediante Architrave. Se ha modelizado el edificio deportivo al completo y analizaremos dos pórticos de forma más detallada. Uno correspondiente al módulo de piscina, y otro al de gimnasio y musculación.

1. MODELIZADO

PROCESO CIMENTACIÓN-CUBIERTA

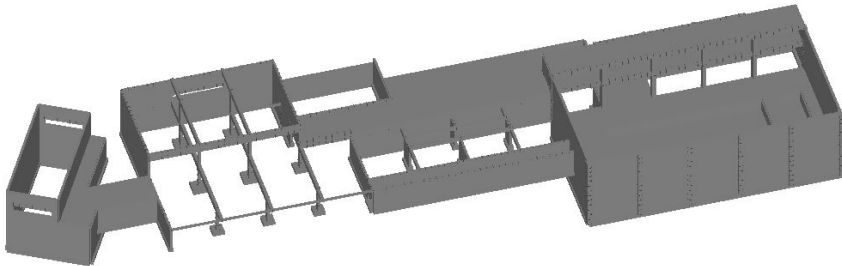
(1)



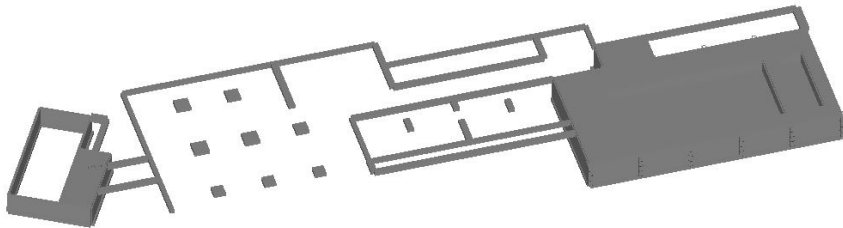
(2)



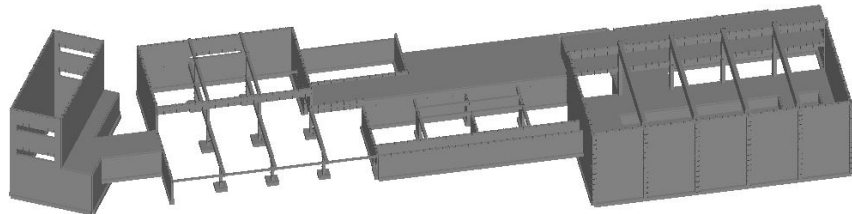
(5)



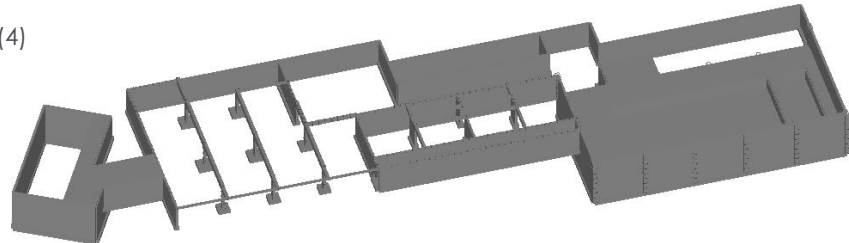
(3)



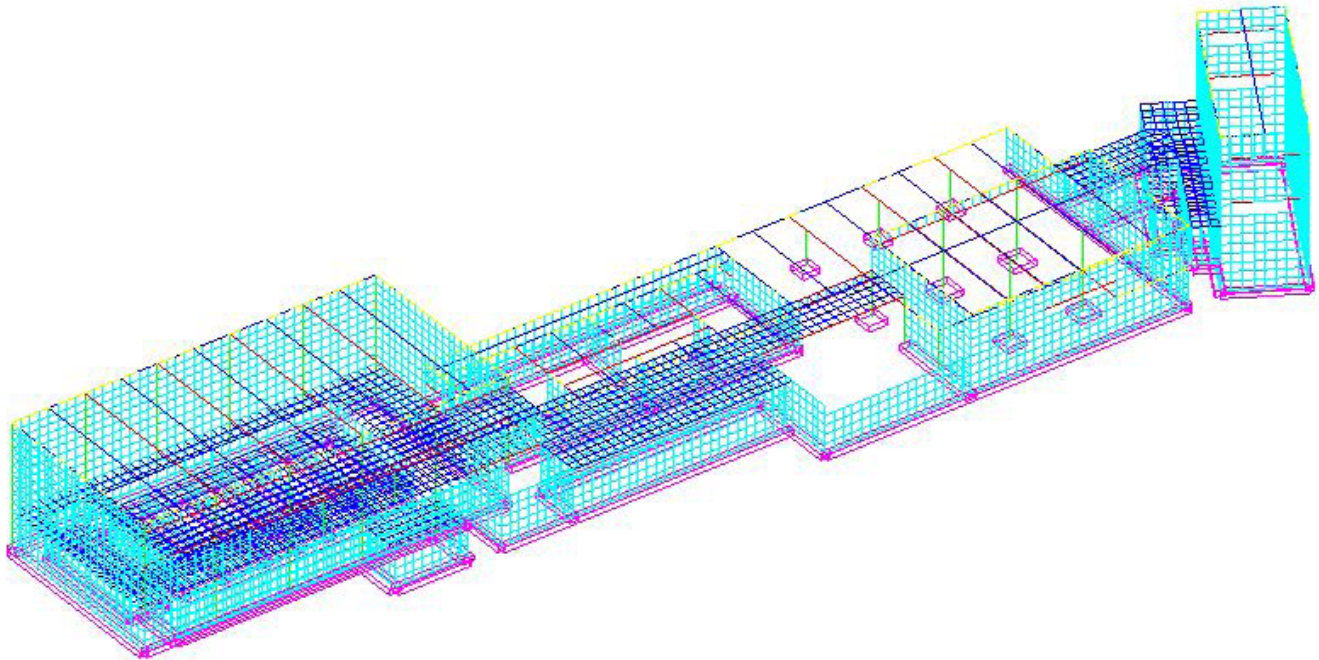
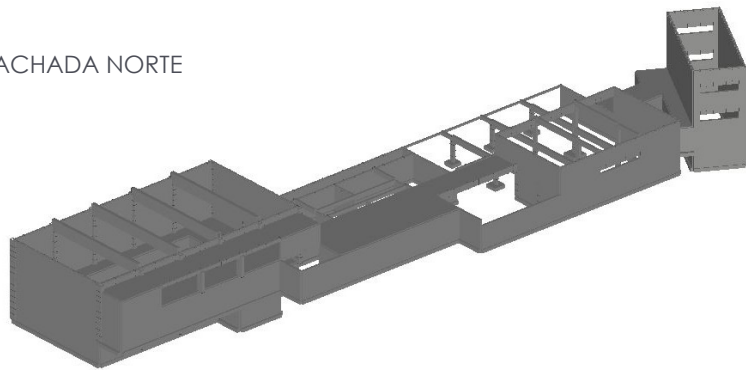
(6)



(4)



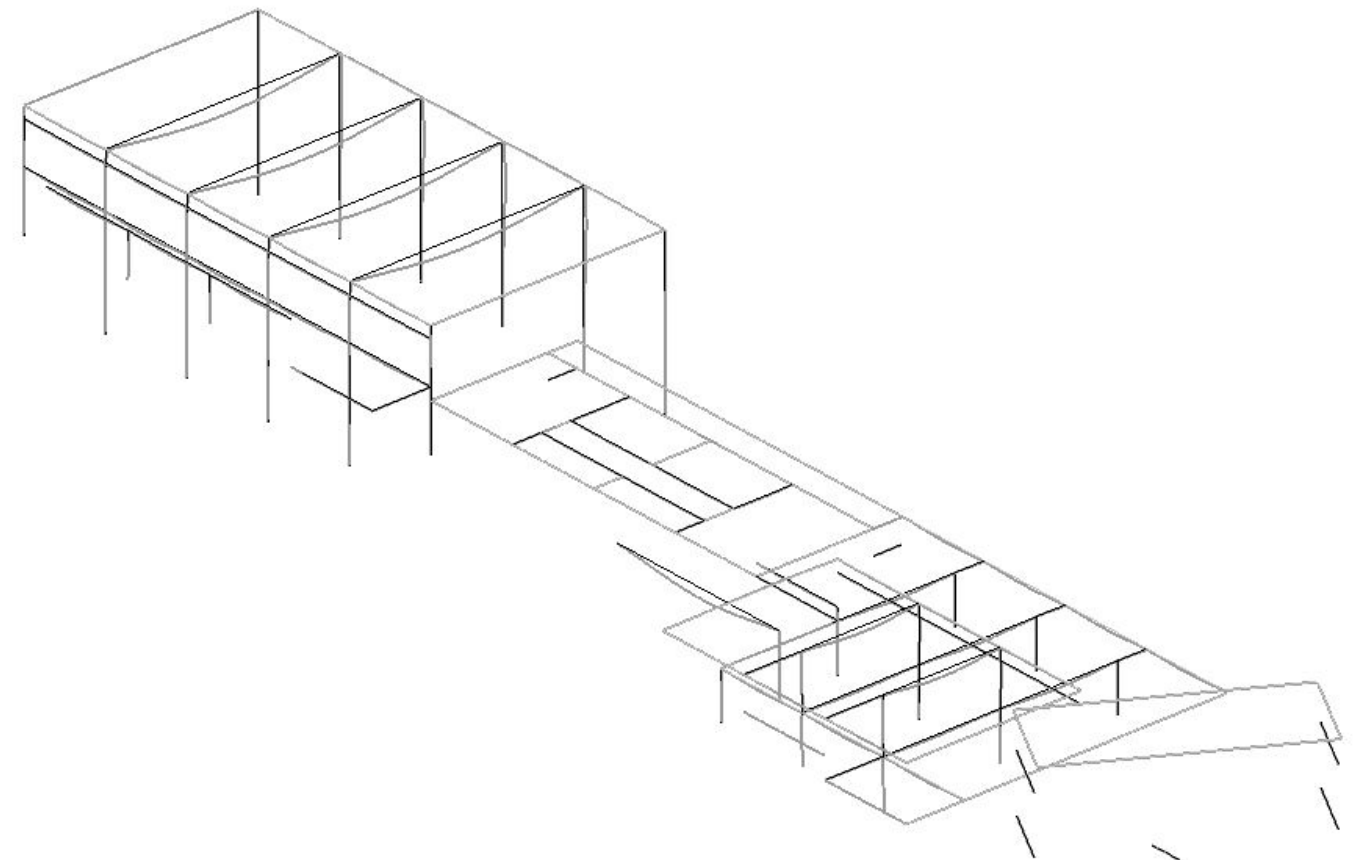
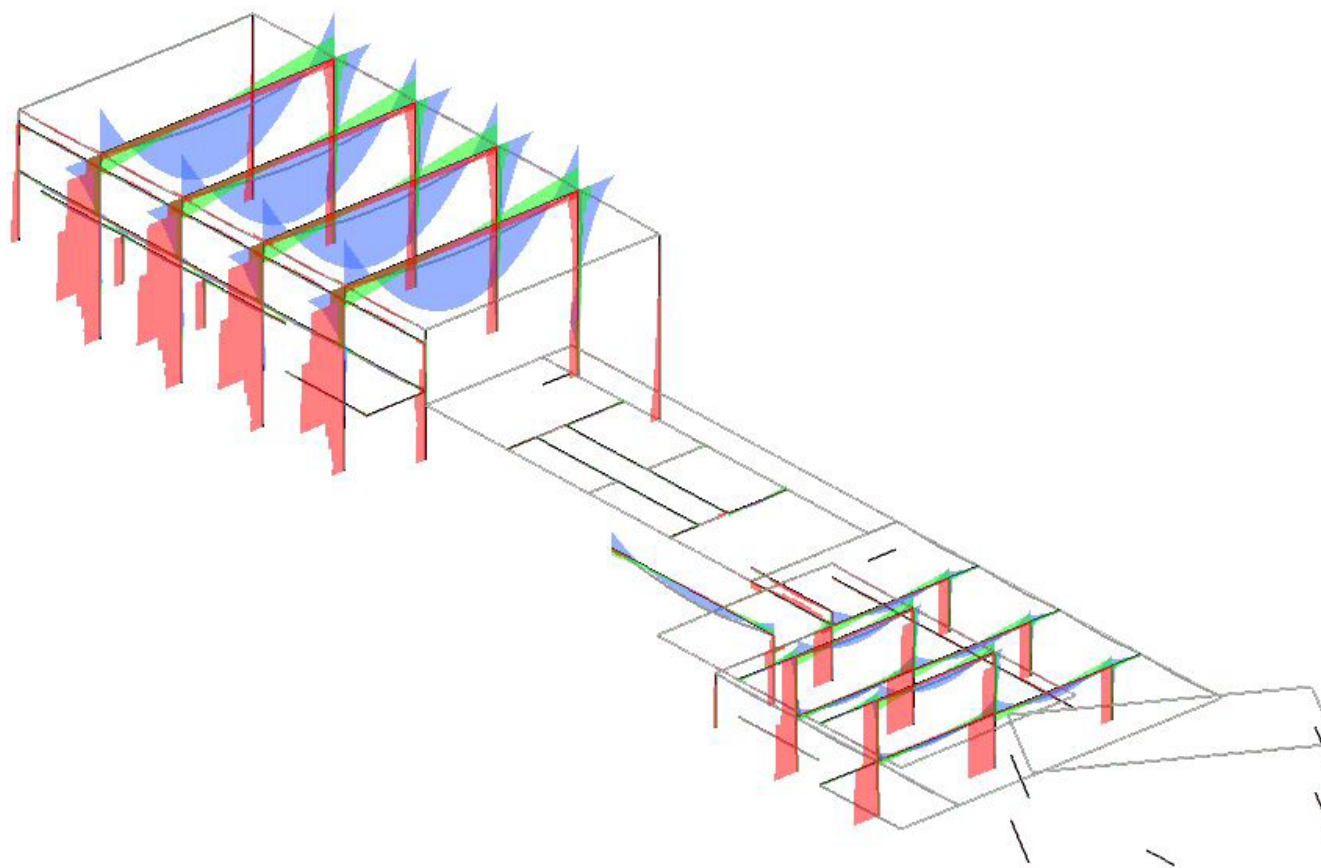
(7)FACHADA NORTE



## 2. ANÁLISIS Y DIMENSIONADO DEL MODELO

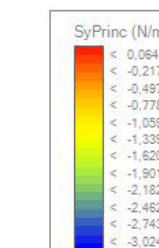
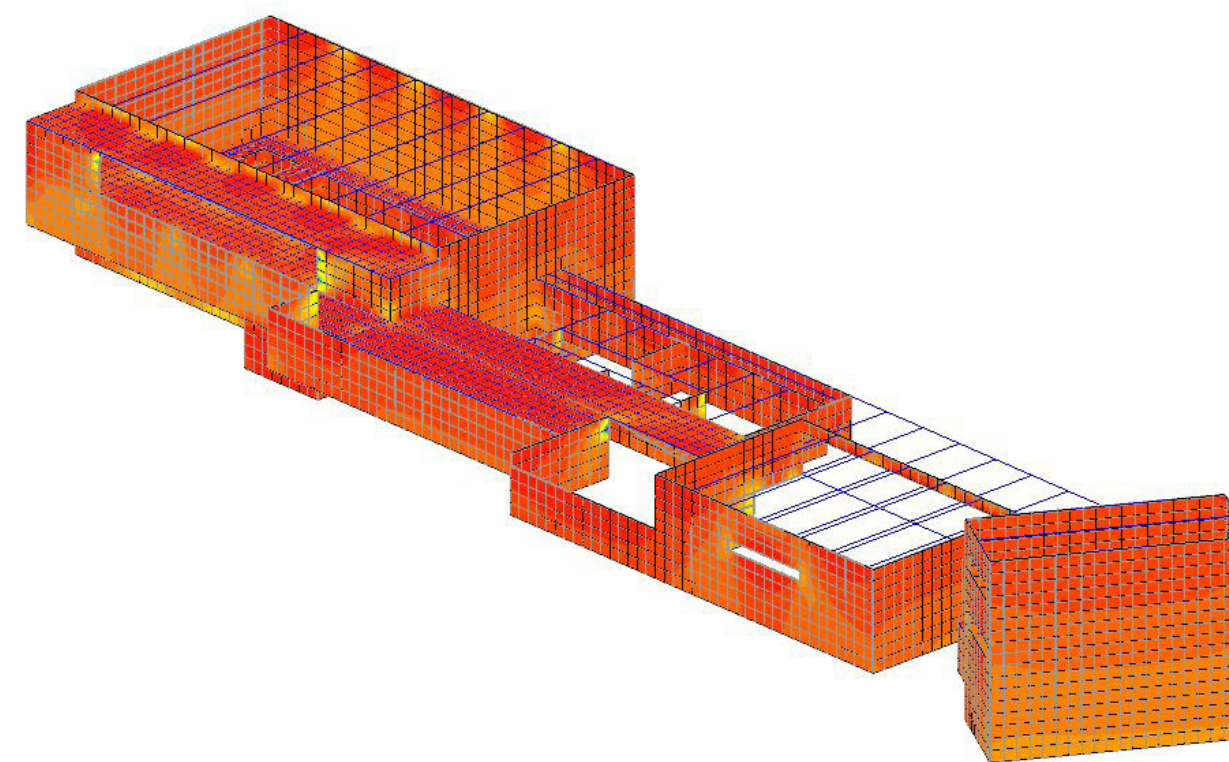
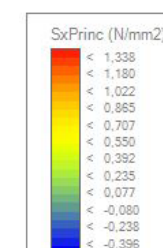
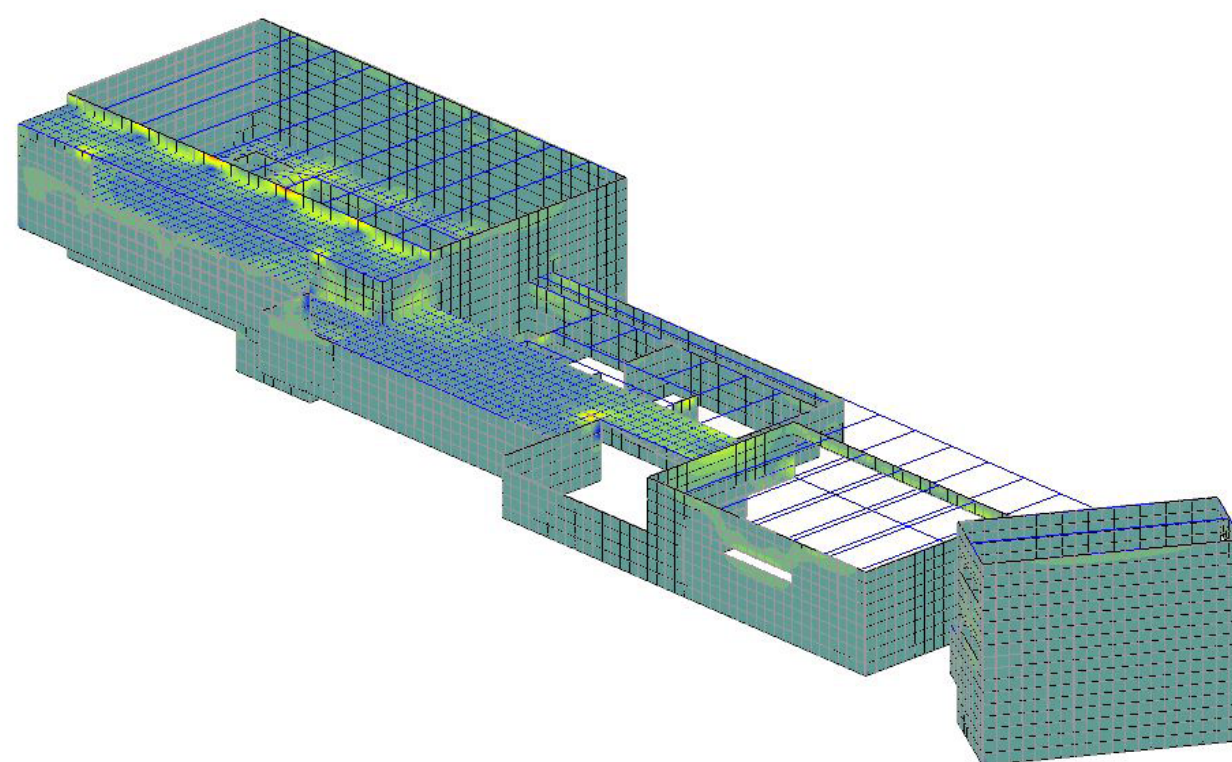
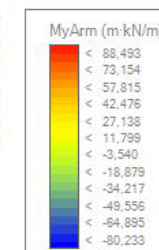
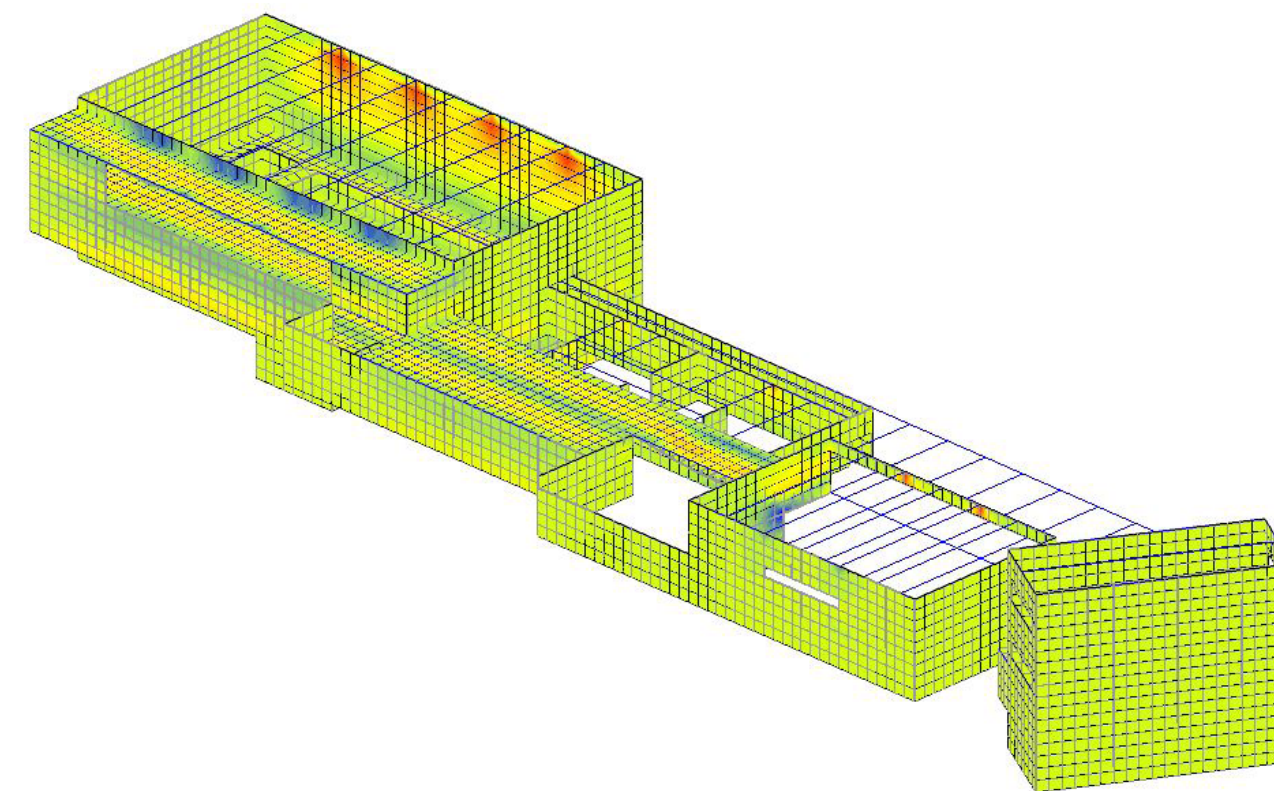
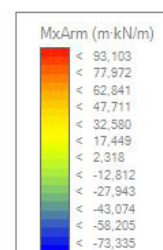
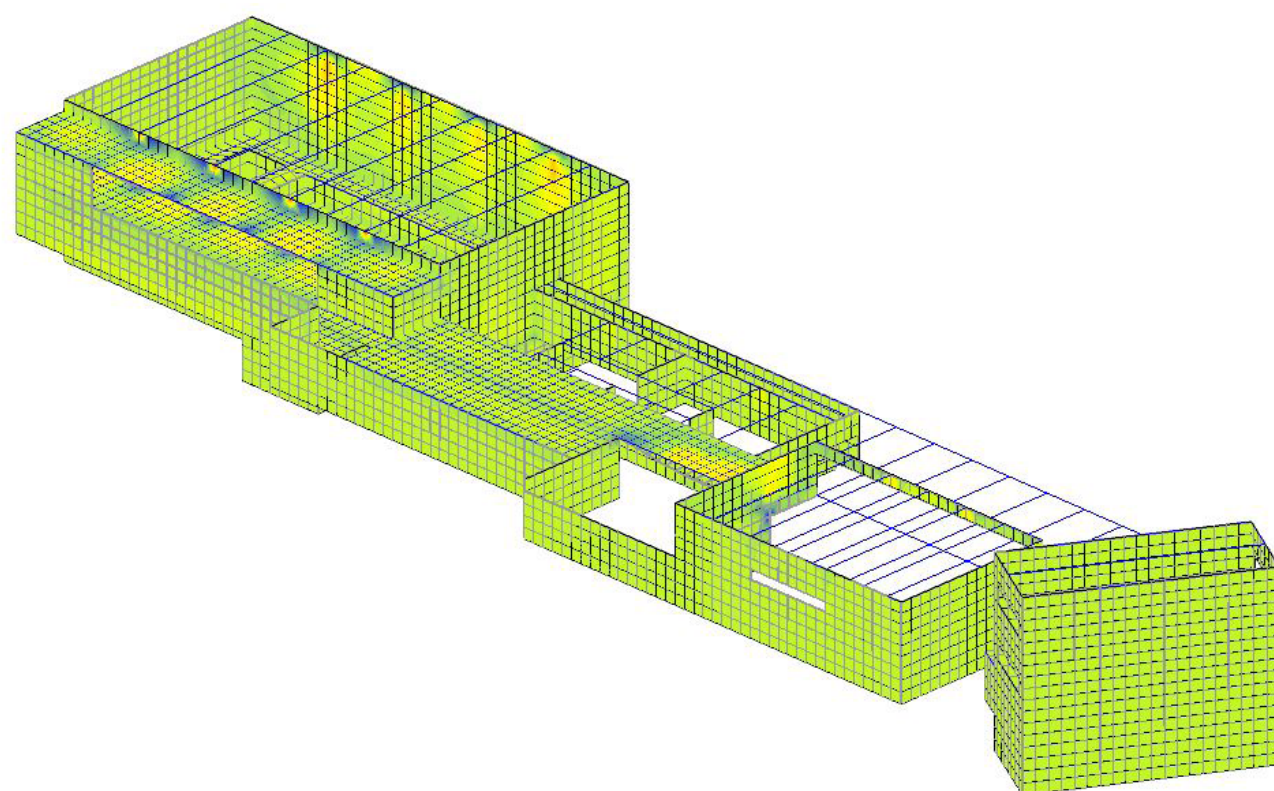
### 2.1 SOLICITACIONES Y DEFORMADA DEL MODELO

La zona más solicitada del conjunto es la piscina, siendo sus pórticos los de mayor luz y mayor embergadura. El predimensionado comparado con los datos del programa toma valores coherentes, mejorados y optimizados una vez calculado el modelo de architrave.





## 2.2 VALORES DE ESFUERZOS EN MODELO

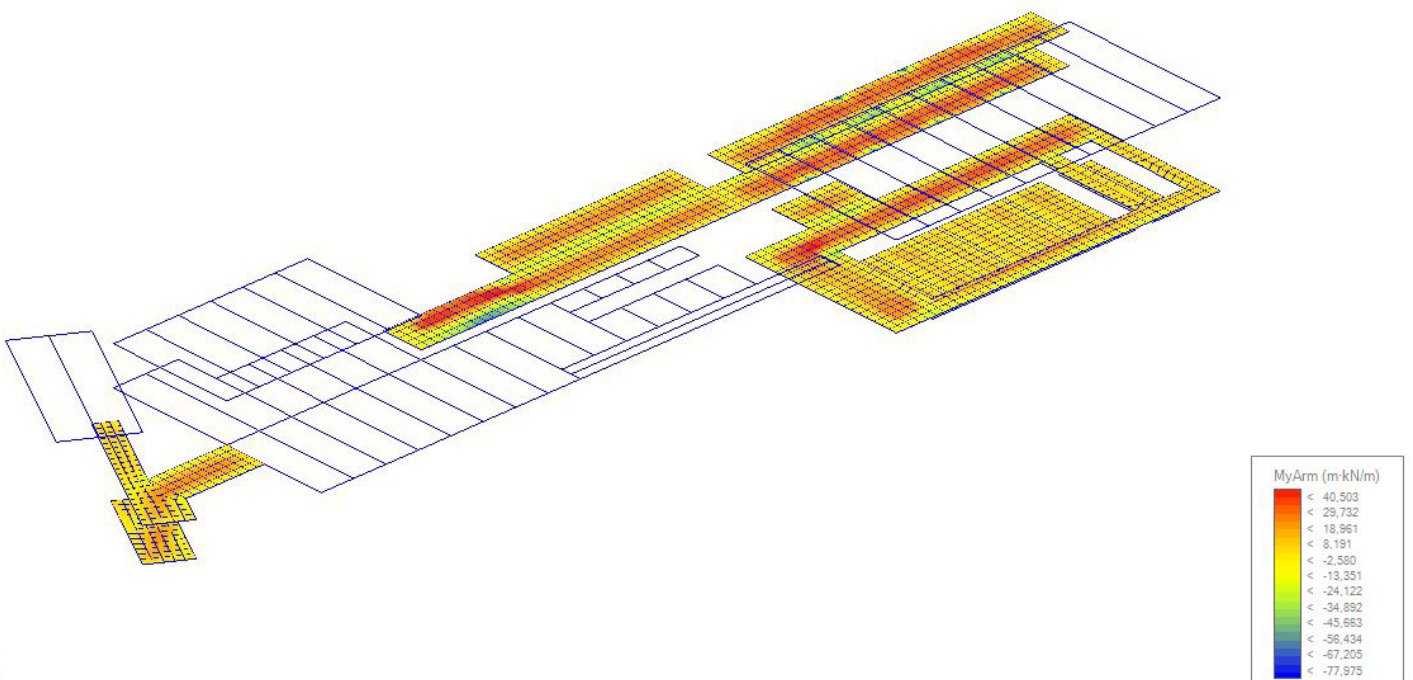
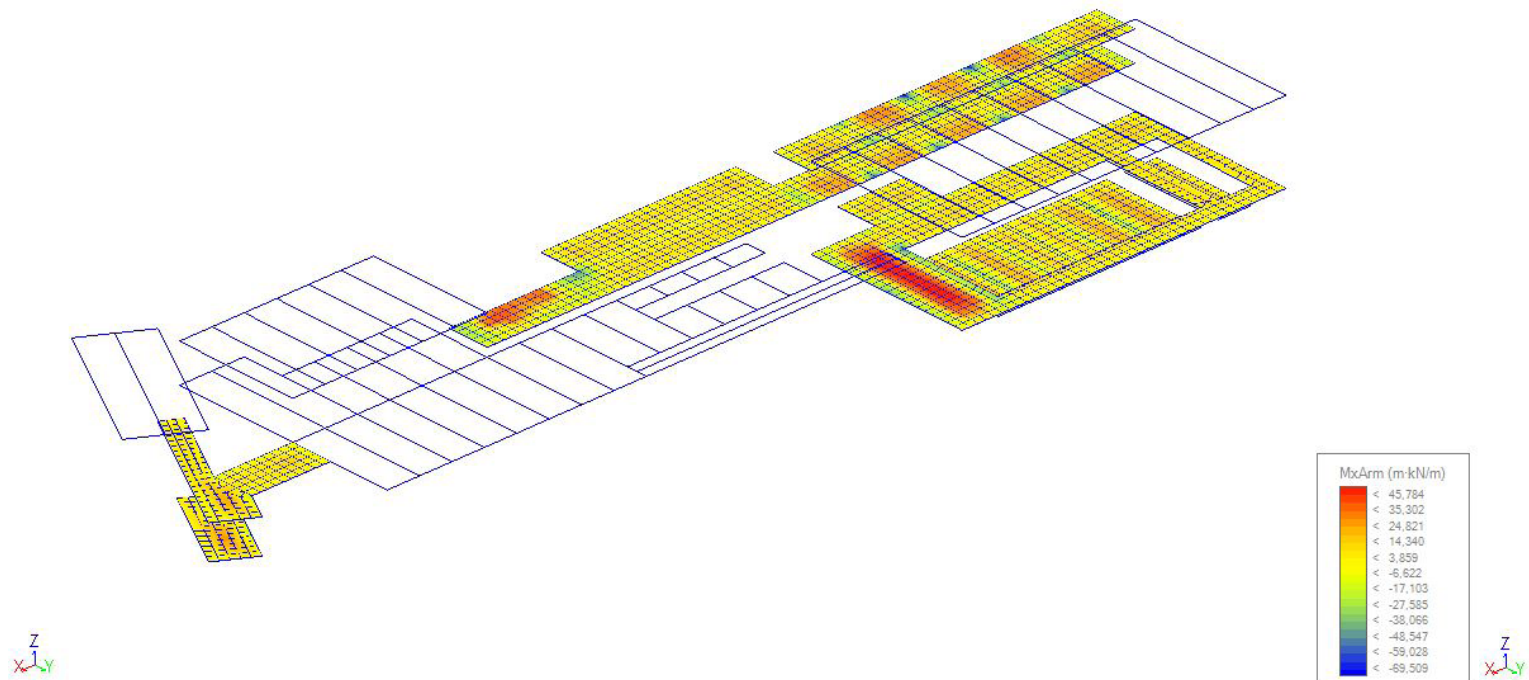
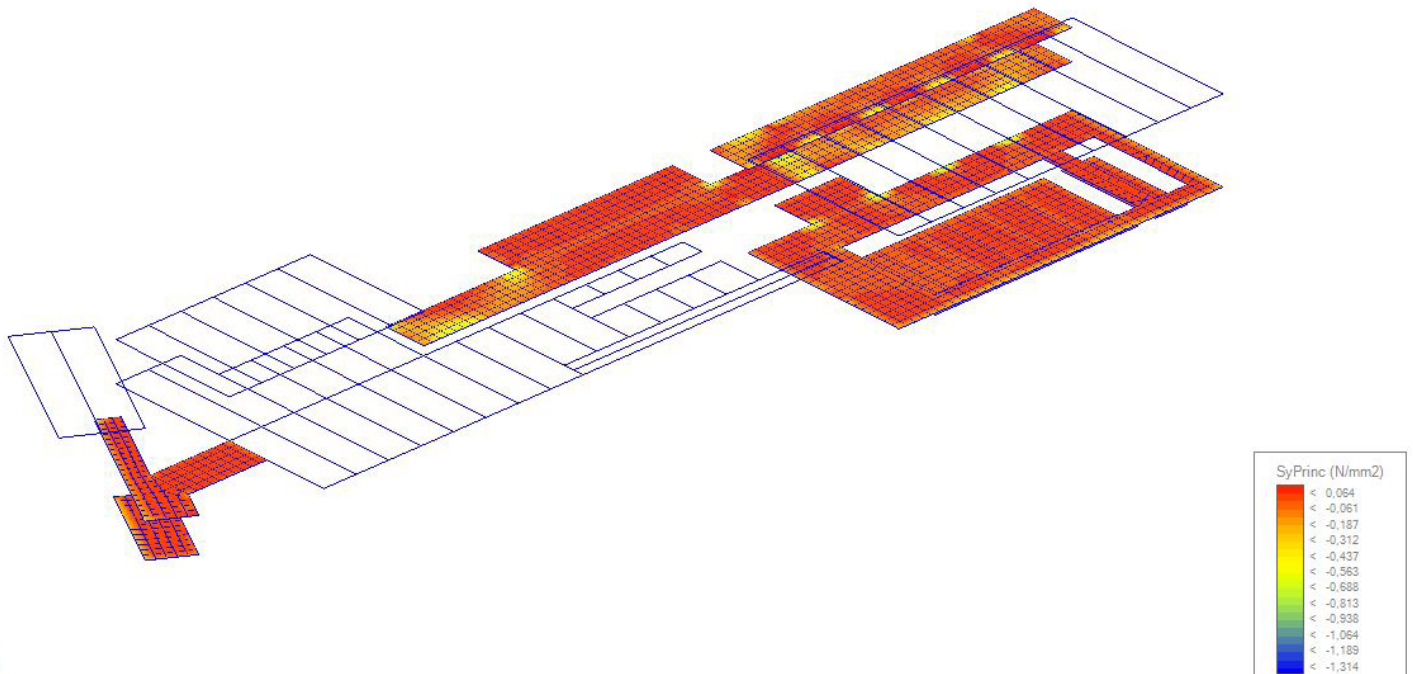
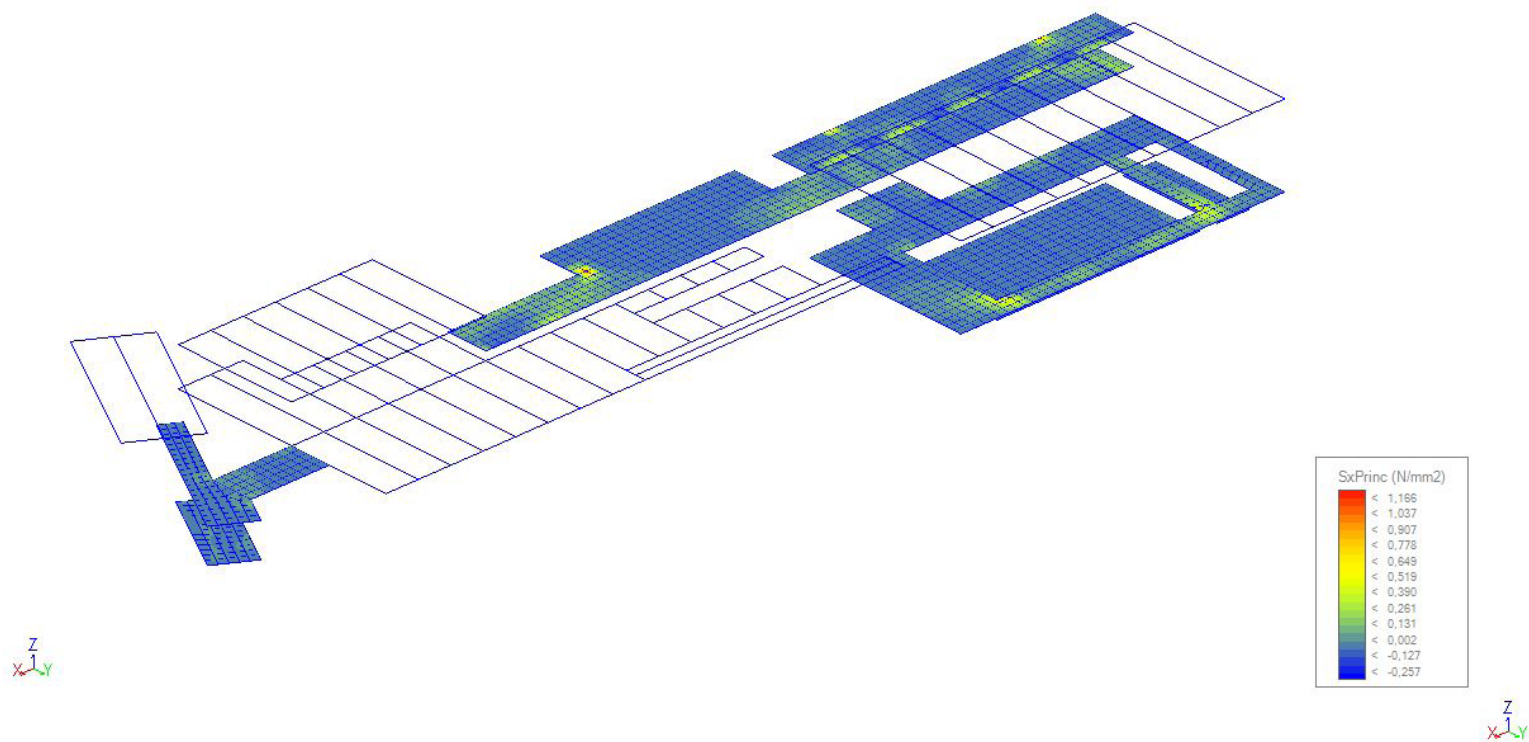


MEMORIA ESTRUCTURAL

2. MEMORIA DE DIMENSIONADO  
2. ANÁLISIS Y DIMENSIONADO DEL MODELO



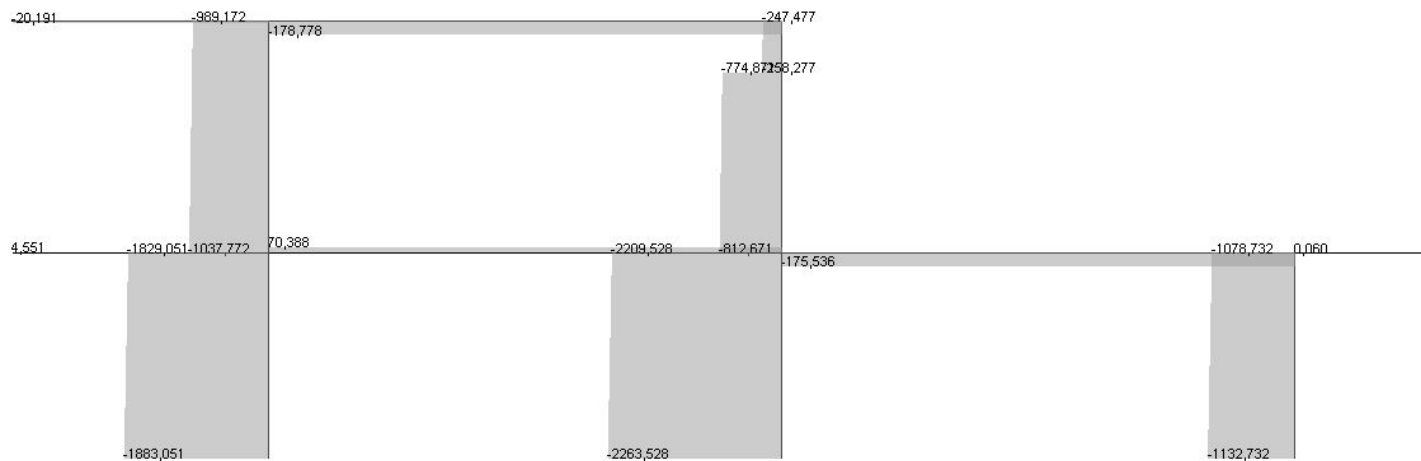
2.3 VALORES DE ESFUERZOS EN LOSA



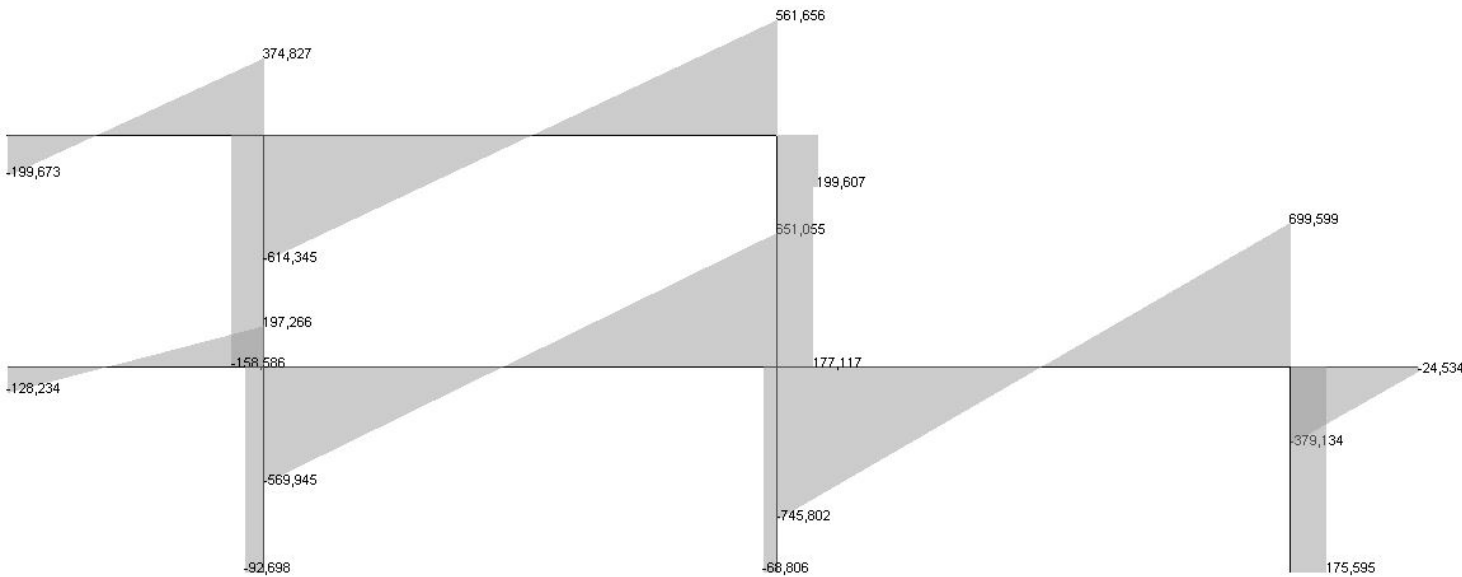
3. ANÁLISIS Y DIMENSIONADO DEL PÓRTICO 4

3.1 SOLICITACIONES Y DEFORMADA DEL PÓRTICO

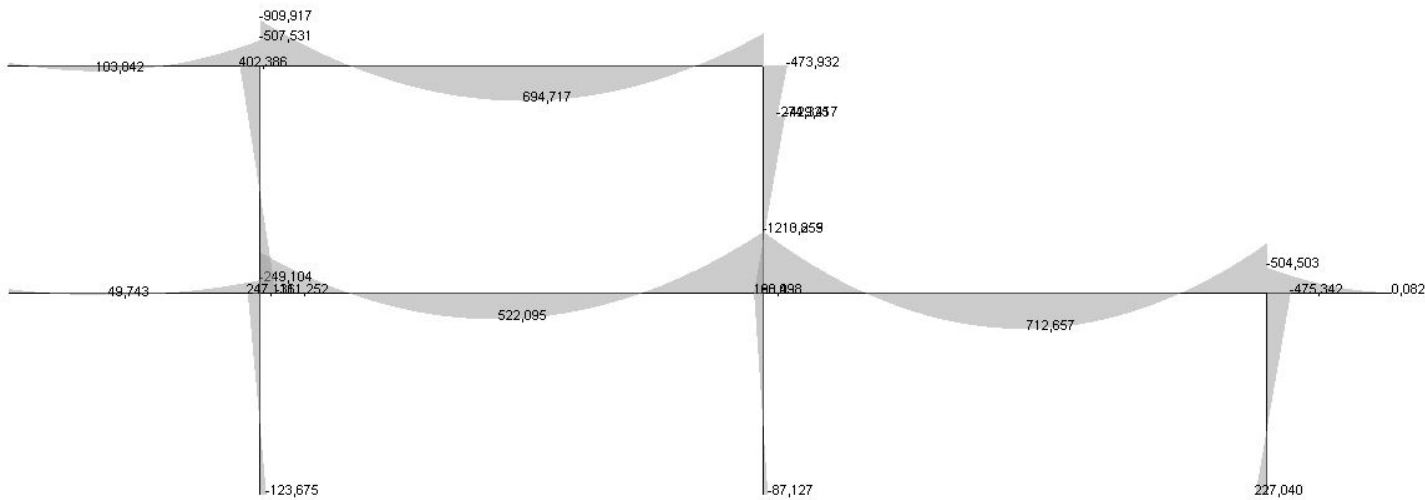
AXILES



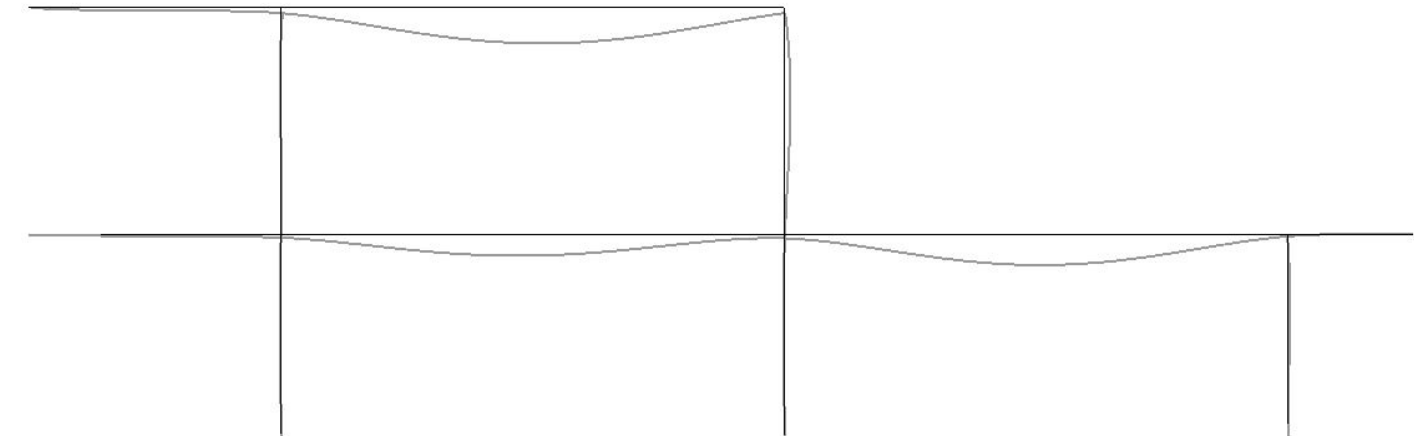
CORTANTES Vy



MOMENTOS Mz



DEFORMADA

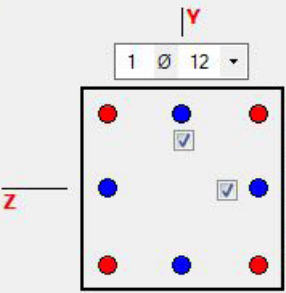




## 3.2 PILARES PÓRTICO 4

## PILAR 19 SUPERIOR

Peritar Pilar 19.7 (Barra 119)



Geometría

Longitud Pilar: 450,00 cm

L Pandeo Y: 273,72 cm

Esbeltez Y: 11,85

L Pandeo Z: 309,64 cm

Esbeltez Z: 26,82

Columna de pilares

Ver pilar superior

Nombre de la columna: 19

Nº de pilares: 1

Pilar actual: 19.7

Ver pilar inferior

Sección

Base: 40,00 cm

Altura: 80,00 cm

Armado esquinas: 4 Ø 12

Armado cercos: 3 Ø 12

Ø 8 / 15

Peritar

Guardar

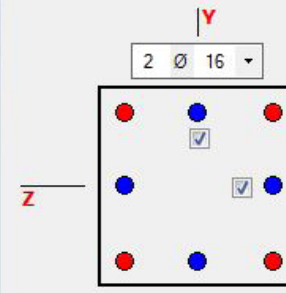
Restablecer

Comprobaciones: Cumple

Información avanzada >>

## PILAR 20 INFERIOR

Peritar Pilar 20.5 (Barra 56)



Geometría

Longitud Pilar: 400,00 cm

L Pandeo Y: 222,76 cm

Esbeltez Y: 9,65

L Pandeo Z: 243,58 cm

Esbeltez Z: 16,88

Columna de pilares

Ver pilar superior

Nombre de la columna: 20

Nº de pilares: 1

Pilar actual: 20.5

Ver pilar inferior

Sección

Base: 50,00 cm

Altura: 80,00 cm

Armado esquinas: 4 Ø 16

Armado cercos: 3 Ø 16

Ø 8 / 20

Peritar

Guardar

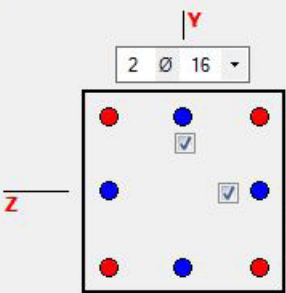
Restablecer

Comprobaciones: Cumple

Información avanzada >>

## PILAR 19 INFERIOR

Peritar Pilar 21.5 (Barra 57)



Geometría

Longitud Pilar: 400,00 cm

L Pandeo Y: 224,93 cm

Esbeltez Y: 9,74

L Pandeo Z: 260,46 cm

Esbeltez Z: 18,05

Columna de pilares

Ver pilar superior

Nombre de la columna: 21

Nº de pilares: 1

Pilar actual: 21.5

Ver pilar inferior

Sección

Base: 50,00 cm

Altura: 80,00 cm

Armado esquinas: 4 Ø 16

Armado cercos: 3 Ø 16

Ø 8 / 20

Peritar

Guardar

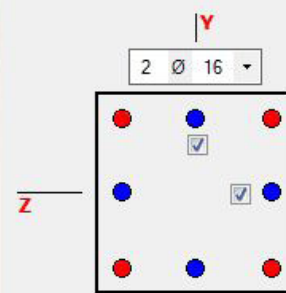
Restablecer

Comprobaciones: Cumple

Información avanzada >>

## PILAR 21 INFERIOR

Peritar Pilar 19.5 (Barra 55)



Geometría

Longitud Pilar: 400,00 cm

L Pandeo Y: 224,27 cm

Esbeltez Y: 9,71

L Pandeo Z: 243,94 cm

Esbeltez Z: 16,90

Columna de pilares

Ver pilar superior

Nombre de la columna: 19

Nº de pilares: 1

Pilar actual: 19.5

Ver pilar inferior

Sección

Base: 50,00 cm

Altura: 80,00 cm

Armado esquinas: 4 Ø 16

Armado cercos: 3 Ø 16

Ø 8 / 20

Peritar

Guardar

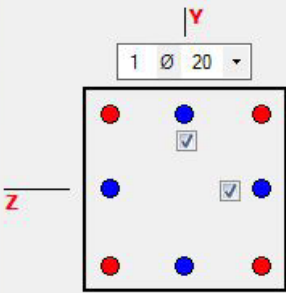
Restablecer

Comprobaciones: Cumple

Información avanzada >>

## PILAR 10 SUPERIOR

Peritar Pilar 20.7 (Barra 117)



Geometría

Longitud Pilar: 350,00 cm

L Pandeo Y: 203,73 cm

Esbeltez Y: 8,82

L Pandeo Z: 197,39 cm

Esbeltez Z: 17,09

Columna de pilares

Ver pilar superior

Nombre de la columna: 20

Nº de pilares: 2

Pilar actual: 20.7

Ver pilar inferior

Sección

Base: 40,00 cm

Altura: 80,00 cm

Armado esquinas: 4 Ø 20

Armado cercos: 3 Ø 20

Ø 8 / 25

Peritar

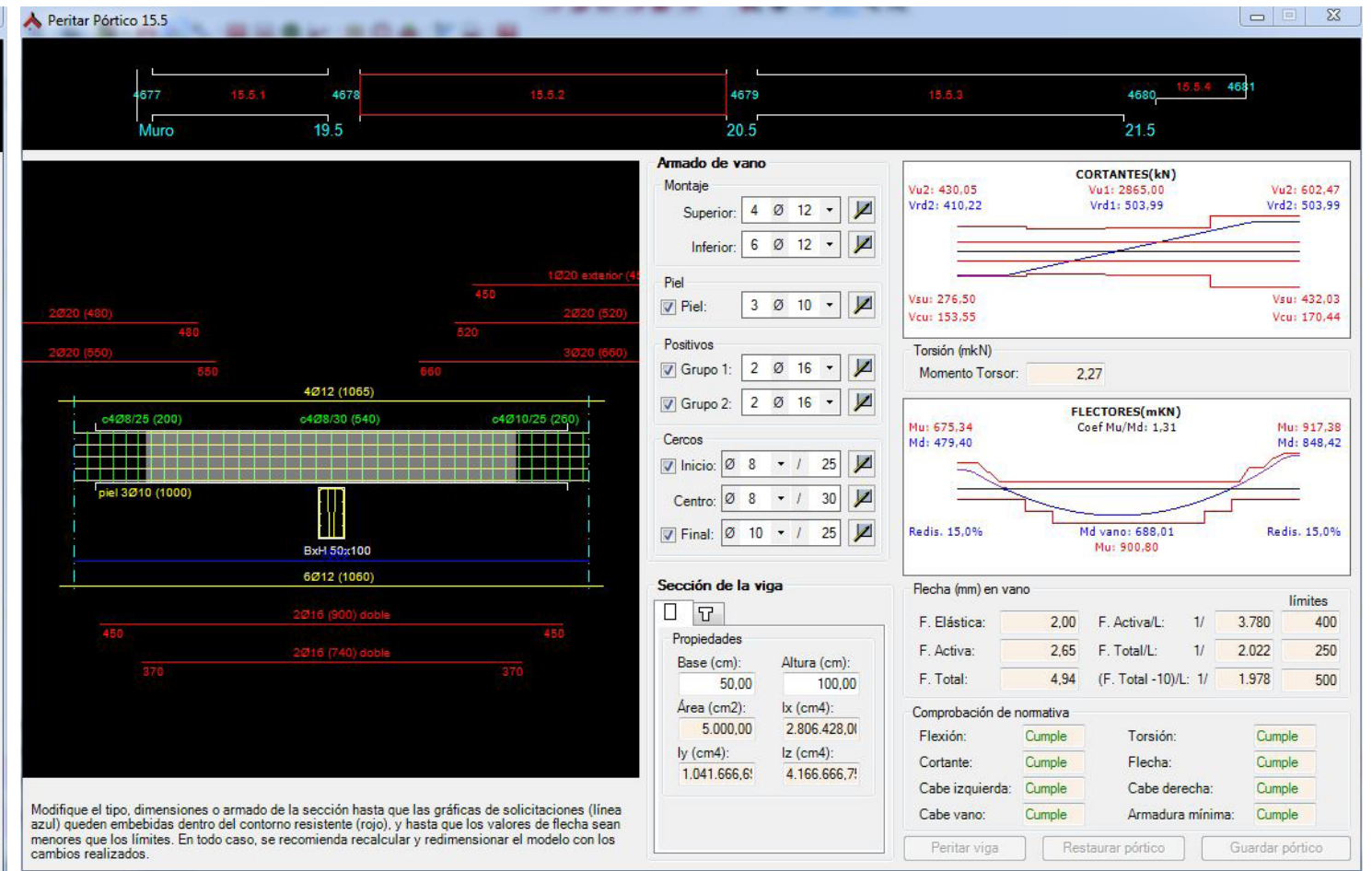
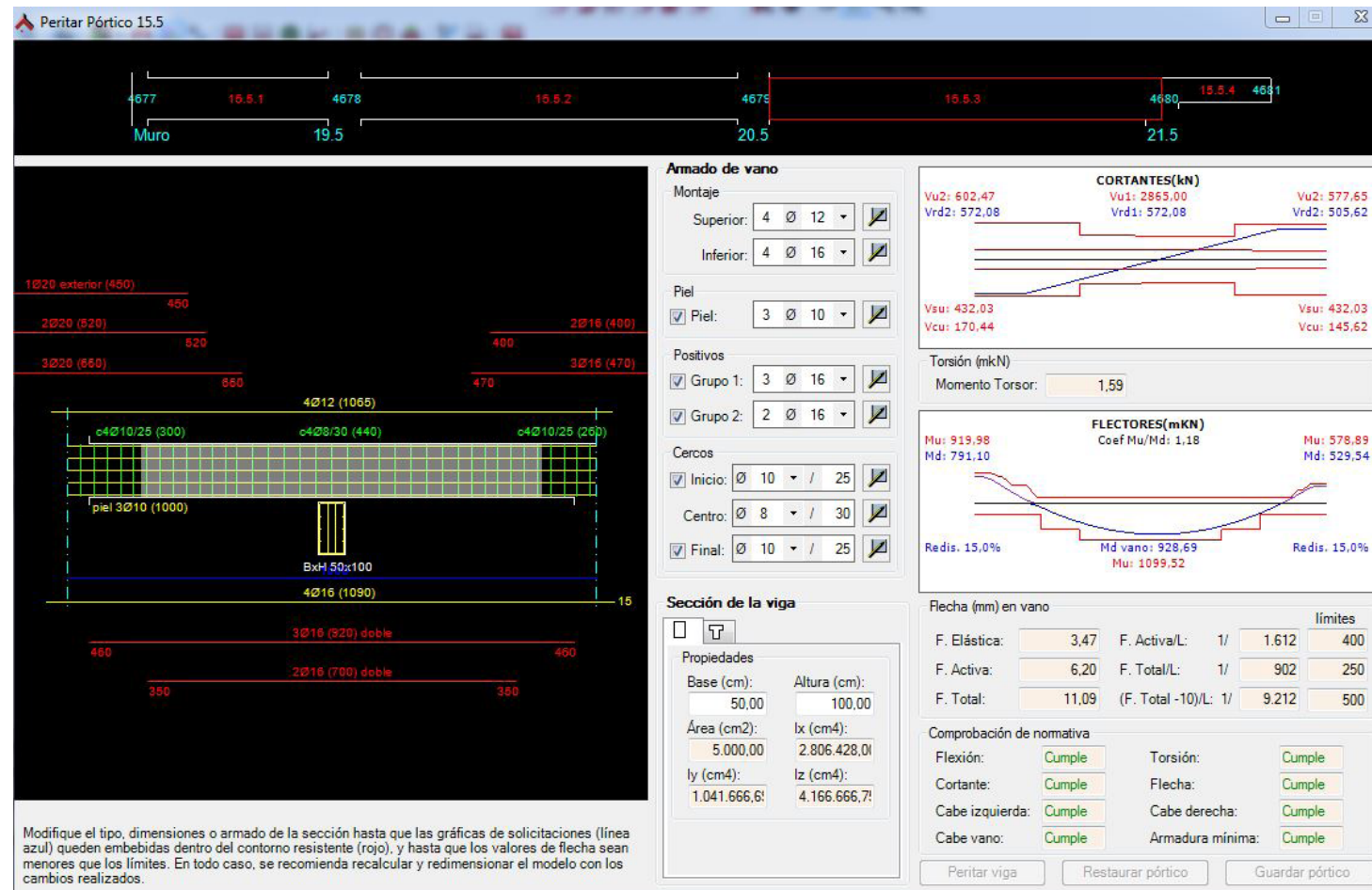
Guardar

Restablecer

Comprobaciones: Cumple

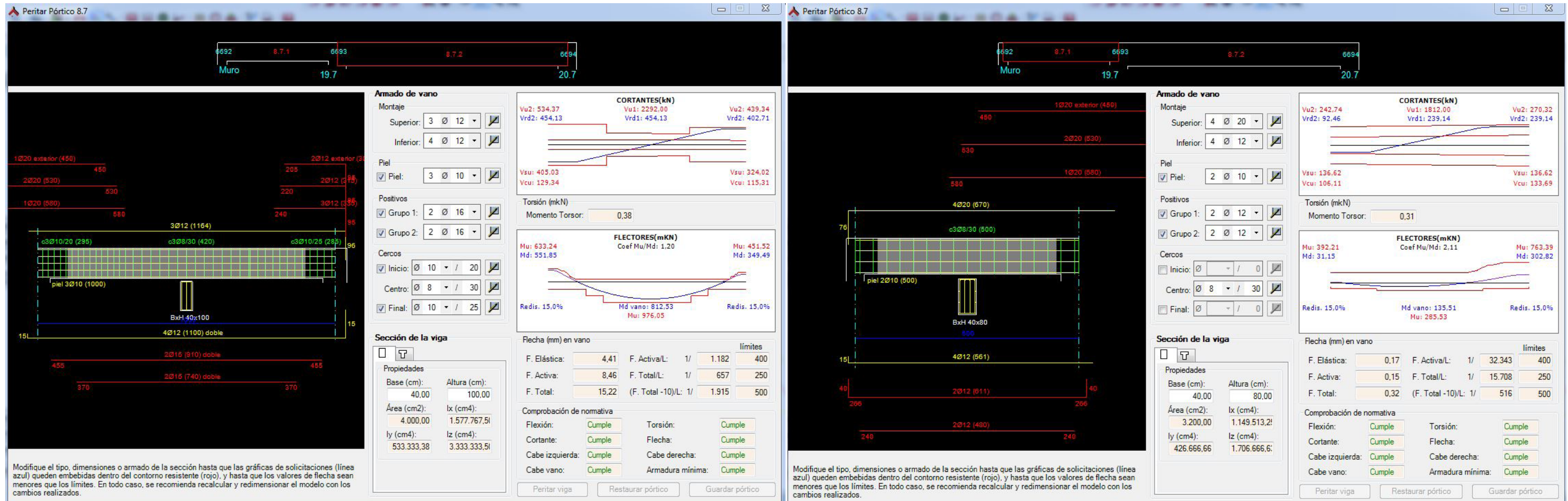
Información avanzada >>

## 3.3 VIGAS PÓRTICO 4

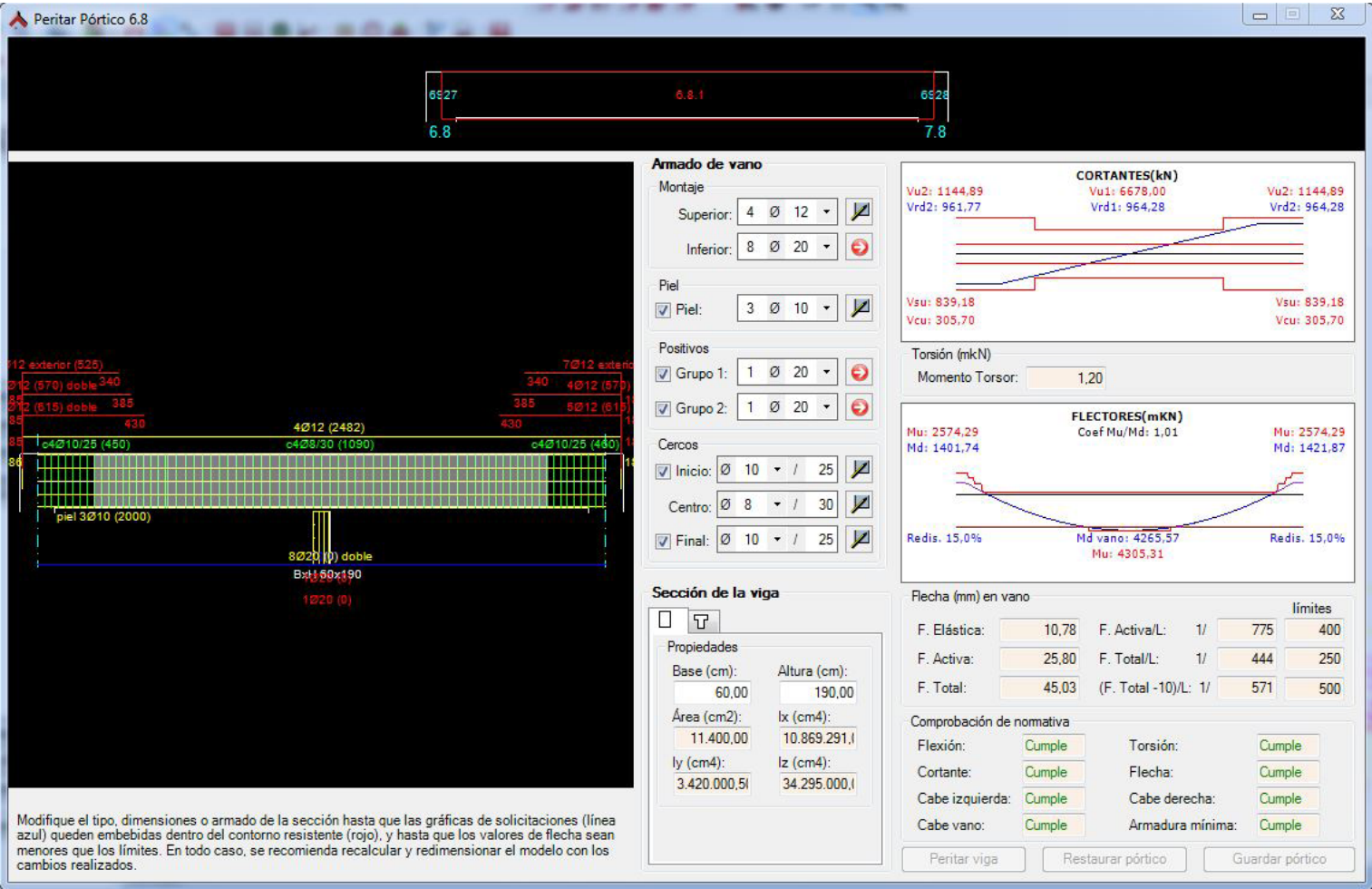




## 3.3 VIGAS PÓRTICO 4

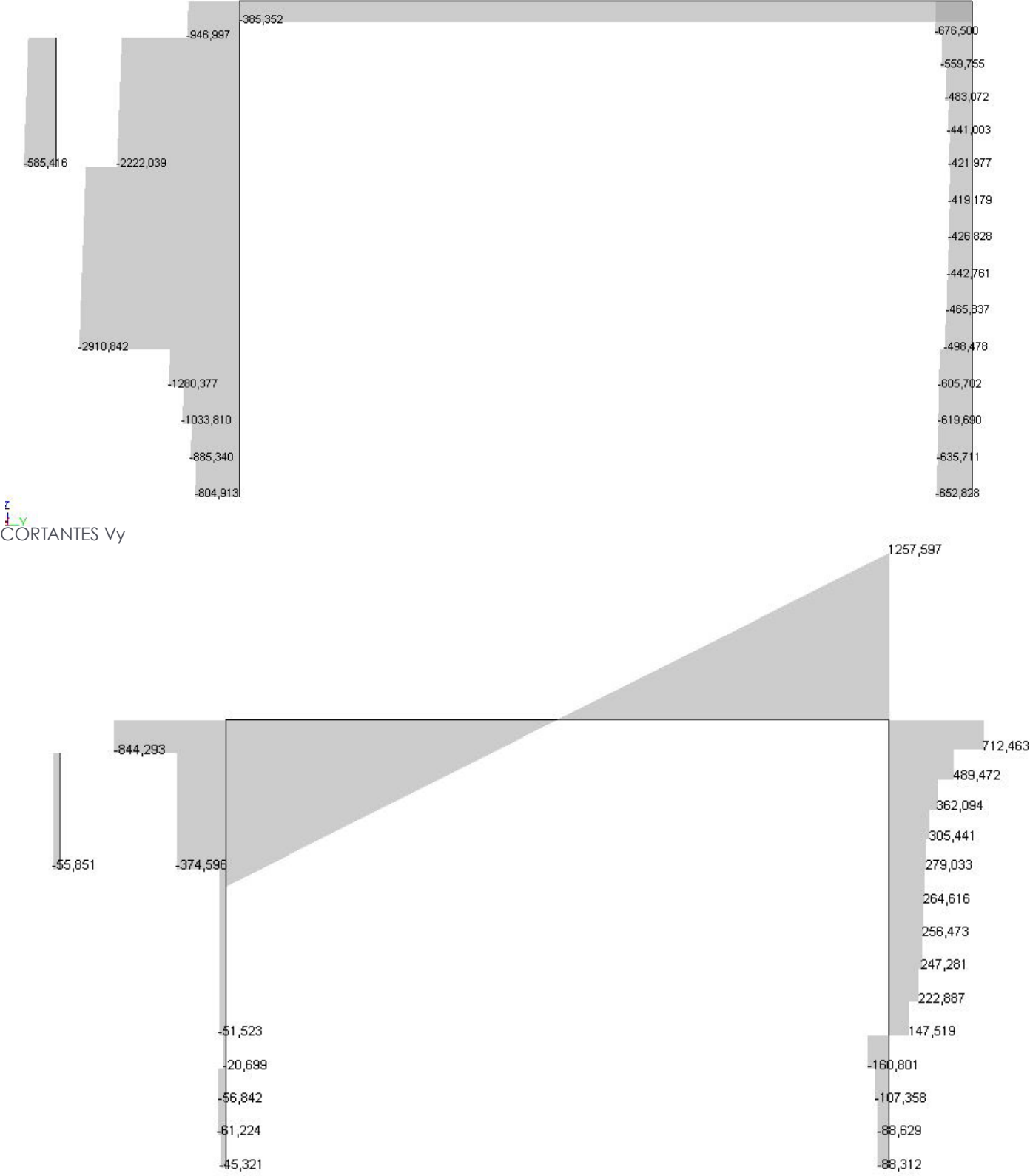


3.3 VIGAS PÓRTICO 4

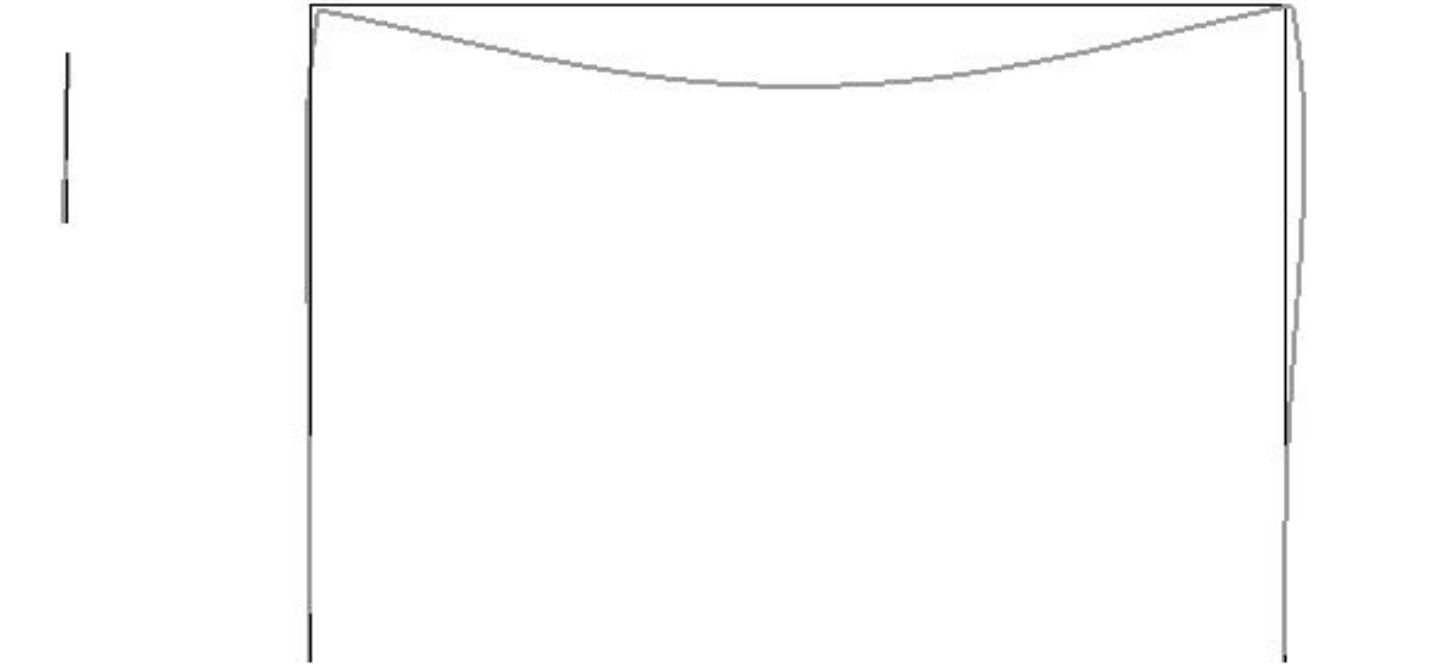


4. ANÁLISIS Y DIMENSIONADO DEL PÓRICO 13

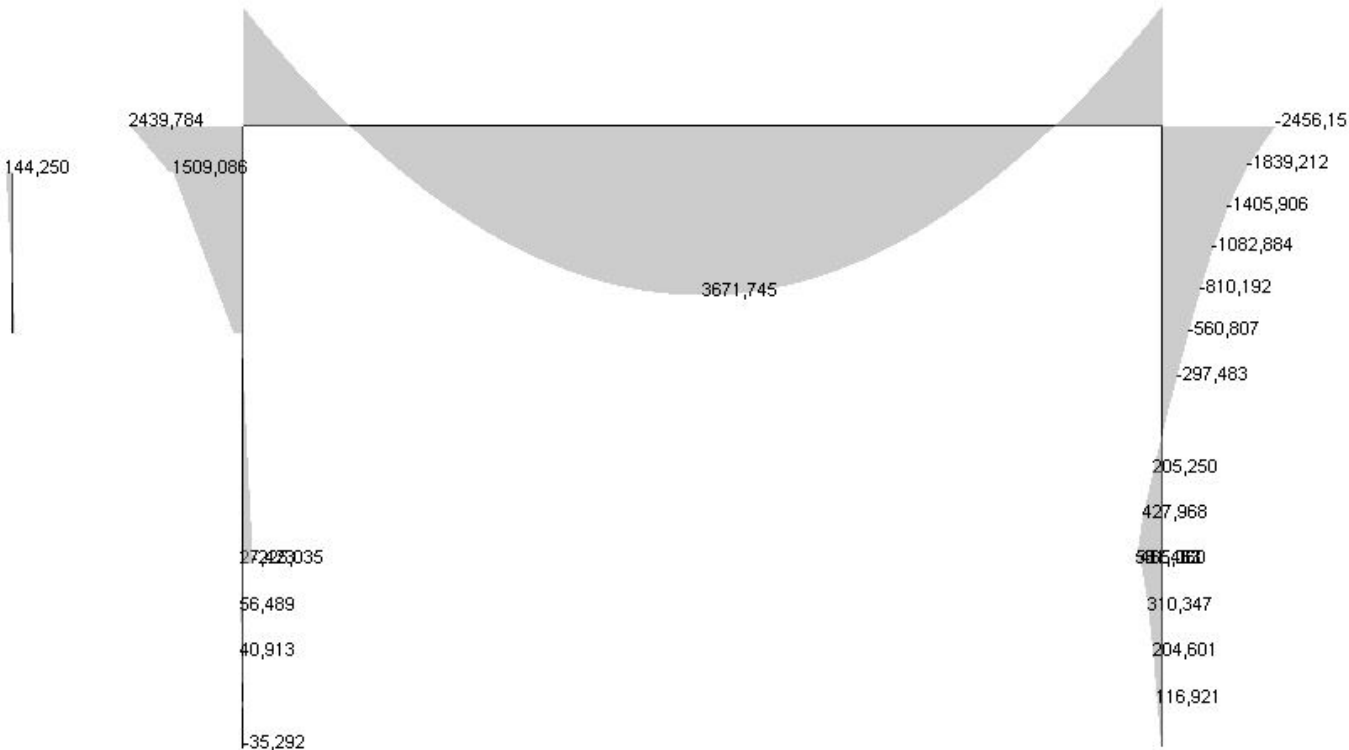
4.1 SOLICITACIONES Y DEFORMADA DEL PÓRICO AXILES



DEFORMADA



MOMENTOS Mz





## 4.2 PILARES PÓRICO 13

## PILAR 24

Peritar Pilar 24.7 (Barra 142)

**Geometría**

Longitud Pilar: 350,00 cm

L Pandeo Y: 177,44 cm

Esbeltez Y: 15,37

L Pandeo Z: 177,31 cm

Esbeltez Z: 15,36

**Columna de pilares**

Ver pilar superior

Nombre de la columna: 24

Nº de pilares: 1

Pilar actual: 24.7

Ver pilar inferior

**Sección**

Base: 40,00 cm

Altura: 40,00 cm

Armado esquinas: 4 Ø 16

Armado cercos: Ø 8 / 20

Peritar

Comprobaciones: **Cumple**

Información avanzada >>

Guardar Restablecer

## PILAR 7 SUPERIOR

Peritar Pilar 7.8 (Barras: 45, 67, 85, 103, 121, 136, 150, 158, 168, 178)

**Geometría**

Longitud Pilar: 950,00 cm

L Pandeo Y: 490,97 cm

Esbeltez Y: 14,17

L Pandeo Z: 480,57 cm

Esbeltez Z: 27,75

**Columna de pilares**

Ver pilar superior

Nombre de la columna: 7

Nº de pilares: 2

Pilar actual: 7.8

Ver pilar inferior

**Sección**

Base: 60,00 cm

Altura: 120,00 cm

Armado esquinas: 4 Ø 20

Armado cercos: 14 Ø 20

Peritar

Comprobaciones: **Cumple**

Información avanzada >>

Guardar Restablecer

## PILAR 6

Peritar Pilar 6.3 (Barras: 6, 16, 26, 36)

**Geometría**

Longitud Pilar: 400,00 cm

L Pandeo Y: 206,61 cm

Esbeltez Y: 5,96

L Pandeo Z: 202,75 cm

Esbeltez Z: 11,71

**Columna de pilares**

Ver pilar superior

Nombre de la columna: 6

Nº de pilares: 4

Pilar actual: 6.3

Ver pilar inferior

**Sección**

Base: 60,00 cm

Altura: 120,00 cm

Armado esquinas: 4 Ø 20

Armado cercos: 12 Ø 20

Peritar

Comprobaciones: **Cumple**

Información avanzada >>

Guardar Restablecer

## PILAR 7 INFERIOR

Peritar Pilar 7.3 (Barras: 7, 17, 27, 37)

**Geometría**

Longitud Pilar: 400,00 cm

L Pandeo Y: 208,21 cm

Esbeltez Y: 6,01

L Pandeo Z: 202,85 cm

Esbeltez Z: 11,71

**Columna de pilares**

Ver pilar superior

Nombre de la columna: 7

Nº de pilares: 2

Pilar actual: 7.3

Ver pilar inferior

**Sección**

Base: 60,00 cm

Altura: 120,00 cm

Armado esquinas: 4 Ø 20

Armado cercos: 14 Ø 20

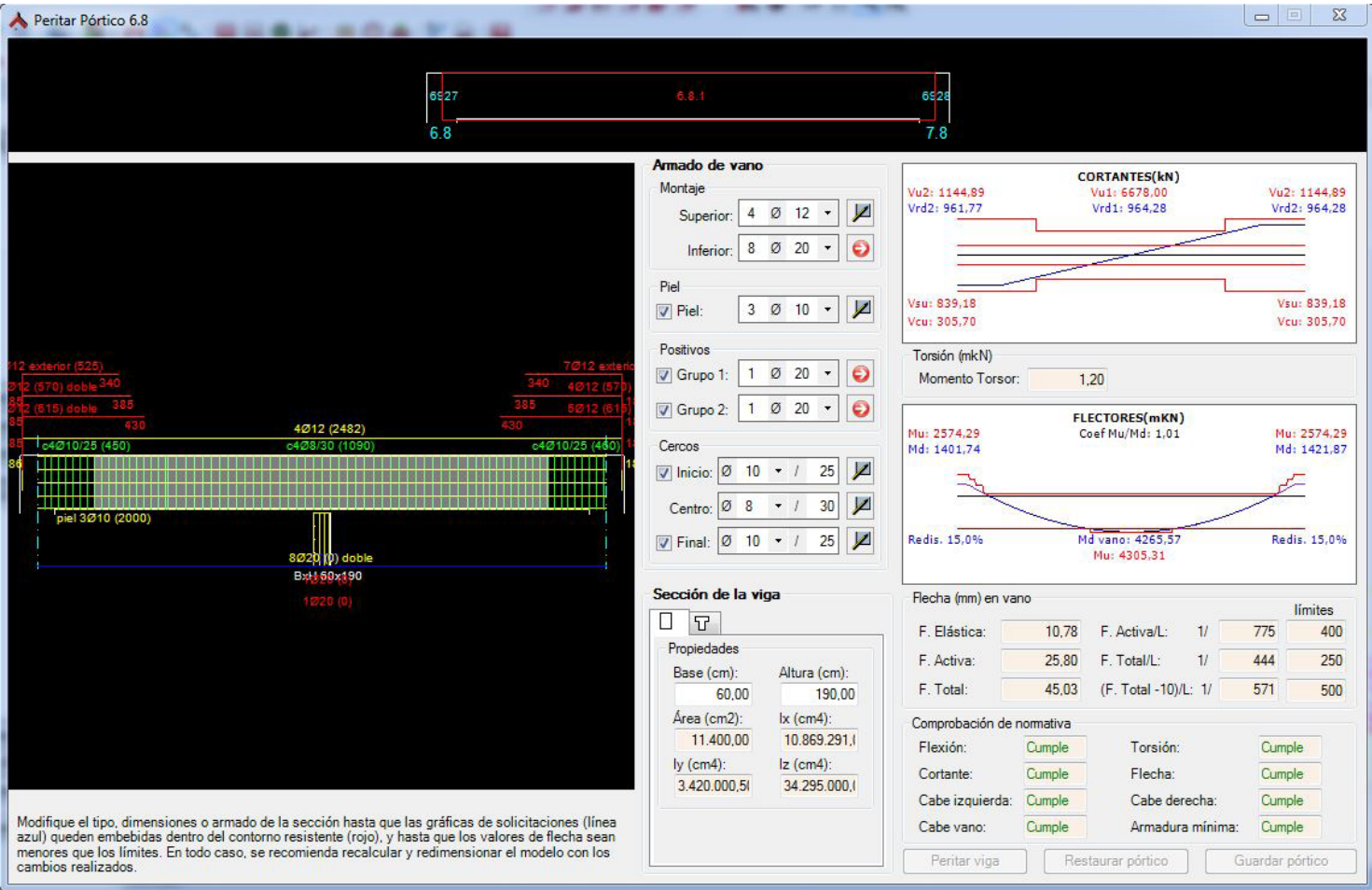
Peritar

Comprobaciones: **Cumple**

Información avanzada >>

Guardar Restablecer

3.3 VIGAS PÓRTICO 13





## CÁLCULO DEL ARMADO DE FORJADOS DE HORMIGÓN ARMADO C=30 cm

Calcularemos el armado de los forjados del edificio deportivo, tomando como canto de diseño 30 cm y atendiendo a las solicitaciones resultantes.

Una vez obtenidos los esfuerzos en losa mediante el programa Architrave, considerando que puede haber ciertos errores en el modelo, los resultados según los isovalores en losa y diagrama de colores parecen coherentes con el comportamiento esperado.

Las zonas de mayor momento positivo quedan concentradas en centros de losa o donde las dimensiones son relevantes. Las zonas de momentos negativos se sitúan sobre las cabezas de los muros y pilares.

La losa cuenta con los momentos  $M_x$  y  $M_y$  de valores dispares, ya que estas losas trabajan en una dirección, apoyadas en la dirección más larga. Aun así se optará por armar de forma homogénea en ambas direcciones, buscando también que el armado base sirva para las zonas de mayor sollicitación ya que en muchos casos no se concentran en una zona si no que van avanzando a lo largo de losa.

Se dispondrá una retícula de armado base calculando su momento límite para conocer todas las curvas de momentos que es capaz de absorber. Quedarán así localizadas las zonas más sollicitadas donde será necesario disponer refuerzos.

Como primera referencia para el armado base, calcularemos según las limitaciones establecidas en el EHE, la cuantía geométrica mínima para una sección tipo de 1m:

Losas; B500 > 1.8 ‰ del área de hormigón a repartir entre las dos caras para cada dirección  
 $F_{cd} = f_{ck} / \gamma_c = 30 / 1,5 = 20 \text{ N/mm}^2$   
 $F_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 500 / 1,15 = 434,78 \text{ N/mm}^2$   
 > 270 mm<sup>2</sup>/cara  
 > US/cara = 270 x 434,78 = 117,39 kN  
 > 3 Ø 12 (147,5 kN)

Iremos a un armado base mínimo de 5 Ø 12/m > 1 Ø 12/ 20 cm

El momento límite que puede absorber este armado base (por cara), mediante el ábaco general de flexión para secciones rectangulares:

$d/d' = 35/300 = 0,1167 = 0,1$   
 $w = (A \times f_{yd}) / (b \times h \times f_{cd}) = (565,49 \times 434,78) / (1000 \times 300 \times 16,67) = 0,049$   
 $0,047 = \mu = M_{lim} / (b \times h^2 \times f_{cd})$   
 $M_{lim} = 0,047 \times b \times h^2 \times f_{cd} = 70,51 \text{ mKN/m}$

## REFUERZOS

Del valor anterior 70,51 mKN/m y tomando como datos los momentos máximos de cada losa, la única que necesitaría refuerzo sería la losa de la piscina con un  $M_x = 78 \text{ mKN/m}$  y  $M_y = -92 \text{ mKN/m}$  en la zona de la esquina de apoyo con el vaso.

Haremos servir el armado base con el momento límite de 70, 51 mKN/m. El máximo momento que experimenta la losa en es la zona ancha de la playa de la piscina cubierta con 78 mKN/m. Con un refuerzo de 1 Ø 12/40 cm:

$w = (A \times f_{yd}) / (b \times h \times f_{cd}) = (848,23 \times 434,78) / (1000 \times 300 \times 16,67) = 0,074$   
 $0,074 = \mu = M_{lim} / (b \times h^2 \times f_{cd})$   
 $M_{lim} = 0,074 \times b \times h^2 \times f_{cd} = 111 \text{ mKN/m}$

Por tanto en la zona de máximos momentos positivos y negativos, teniendo en cuenta la longitud de anclaje necesaria, la armadura quedaría:  
 1 Ø 12/20 cm + refuerzo 1 Ø 12/40 cm

Los esquemas muestran en el armado base inferior y superior de la losa y el refuerzo de las zonas anteriormente calculadas.

El reparto de barras las situamos estrictamente por cálculo, aunque habría mas posibilidades. Se podrían disponer como refuerzos @12 c/20 (superior al cálculo) quedando muy homogéneo (separadas c/10).

Para facilitar la introducción de los vibradores internos, se podrían distribuir las barras de dos en dos, por ejemplo: @12 separadas 6-14-6-14 cm y así favorecer la creación de huecos suficientemente grandes para el paso de éstos.

