

MEMORIA ESTRUCTURAL

M.INSTALACIONES

M.JUSTIFICATIVA

M.ESTRUCTURAL

M.CONSTRUCTIVA

M.DEScriptiva

- Concepción de la estructural
- Normativa de aplicación
- Predimensionado y cálculos previos
- Modelización
- Sobrecargas e hipótesis de cálculo
- Mapa de tensiones, deformaciones y diagramas de la estructura
- Armado estructura de hormigón
- Dimensionado del pilar metálico
- Comprobación de estados límites de servicio
- _ planos de esquema estructural de la ordenación
- Planta general cota 0escala 1:750
- Planta general cota -4escala 1:750
- Planta general cota -8escala 1:750
- _ planos de armado
- Armado superior losa de cimentaciónescala 1:200
- Armado inferior losa de cimentaciónescala 1:200
- Armado forjado hotel y detalles pórticosescalas varias

CONCEPCIÓN DE LA ESTRUCTURA

La estructura se ha planteado siempre como una herramienta más para acercarnos a la elaboración del proyecto.

La idea estructural parte de la concepción del edificio, se busca que la parte enterrada se conciba como un elemento pesado que emerge del suelo, como si de una roca se tratase.

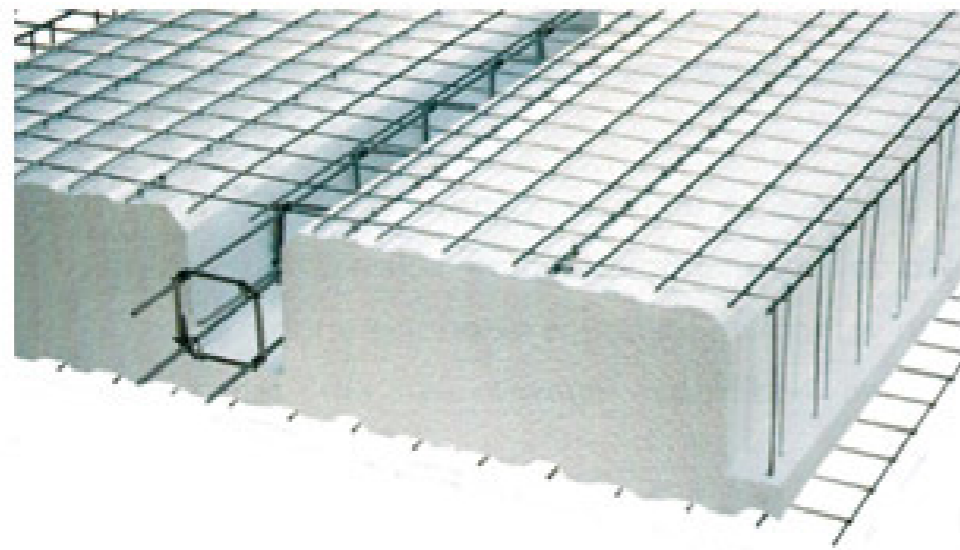
El edificio por tanto se apoya desde su cota de cimentación en unos muros de hormigón armado que dotan a la zona del spa de ese carácter másico. En el caso de la zona central de spa donde hay que cubrir una gran luz se opta por recurrir a pilares metálicos que generan en ese espacio sensación de ingravidez de la pesada estructura que sustenta.

La zona superior del hotel se resuelve mediante muros realizados en DURISOL, material del que se especifican sus características en la memoria constructiva.

En lo que respecta a los forjados del edificio, por las luces que salvan así como por la intención de reducir el canto del mismo en la zona del spa, se plantea mediante un sistema de losa aligerada de casetones perdidos. La losa de cubierta por contra se plantea mediante losa maciza de hormigón.

La losa aligerada presenta numerosas ventajas como pueden ser:

- Los cuerpos huecos reducen el peso propio de la losa plana hasta el 35% en comparación con una losa maciza con la misma capacidad de carga.
- La reducción del peso propio permite disminuir las dimensiones de los elementos verticales de carga del edificio.
- La reducción del peso propio conduce a deformaciones menores.



NORMATIVA DE APLICACIÓN

- CTE. DB SE-AE: Seguridad Estructural. Acciones en la edificación.
- CTE. DB SE-C: Seguridad Estructural: Cimientos.
- CTE. DB SE-A: Seguridad Estructural: Acero.
- NCSE-02: Norma de Construcción Sismorresistente.
- EHE-08 : Instrucción de Hormigón Estructural.

PREDIMENSIONADO Y CÁLCULOS PREVIOS

Para el cálculo de esta estructura se ha optado por abordar la misma mediante los elementos finitos utilizando el programa EF-Cid desarrollado en el Departamento de Estructuras de la E.T.S. de Arquitectura de Valencia por los profesores de dicho departamento Adolfo Alonso Durá y Agustín Pérez García.

Al ser el proyecto de gran extensión, y dividido en diferentes edificios, se ha optado por realizar el cálculo del edificio correspondiente a la zona del Hotel + Spa ya que refleja las diferentes tipologías estructurales que se han utilizado en el proyecto. En la siguiente figura se muestra la zona elegida para el cálculo.



El modulo base para los elementos finitos ha sido un cuadrado de 0,5x0,5m.

Dichos elementos finitos se modelizan mediante elementos de lámina siendo los muros de hormigón armado estructural de 30 cm de espesor.

La losa de cimentación de 0,50 metros de canto de hormigón armado y los forjados mediante losas aligeradas de 30 cm de espesor y macizas de 30 cm de espesor.

Para poder calcular la losa aligerada, así como los muros de DURISOL con el programa EF-Cid se establecen una serie de equivalencias, puesto que ésta se ha de modelizar como una losa maciza y será por tanto necesario hallar tanto la sección equivalente en losa maciza así como la densidad equivalente de esta nueva losa y de estos muros.

Sin ánimo de resultar repetitivos, solo vamos a citar a continuación los cálculos referentes a la losa aligerada, para una descripción más exhaustiva de los bloques de DURISOL nos referiremos a ello en la memoria constructiva.

CÁLCULO DE LA SECCIÓN EQUIVALENTE

I_x rectángulo grande

$$I_x = (b \times h^3) / 12 = (70 \times 30^3) / 12$$

$$I_x(\text{rectángulo grande}) = 157.500 \text{ cm}^4$$

I_x rectángulo porexpan

$$I_x = (b \times h^3) / 12 = (50 \times 20^3) / 12$$

$$I_x(\text{rectángulo porexpan}) = 33.333 \text{ cm}^4$$

$$I_x \text{ total} = I_x(\text{rect grande}) - I_x(\text{rect porexpan})$$

$$I_x \text{ total} = 124.167 \text{ cm}^4$$

$$I_x \text{ equivalente} = I_x = 124.167 \text{ cm}^4$$

$$124.167 = (70 \times h^3) / 12$$

$$h(\text{equiv}) = 27,71 \text{ cm} \approx 28 \text{ cm}$$

CÁLCULO DENSIDAD EQUIVALENTE

$$V(\text{cubo ext}) = b^2 \times h = 0,7^2 \times 0,5$$

$$V(\text{cubo ext}) = 0,245 \text{ m}^3$$

$$V(\text{cubo porexpan}) = b^2 \times h = 0,5^2 \times 0,3$$

$$V(\text{cubo ext}) = 0,075 \text{ m}^3$$

$$V = V(\text{cubo ext}) - V(\text{cubo porexpan}) = 0,17 \text{ m}^3$$

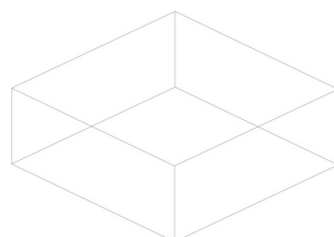
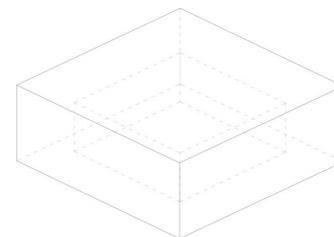
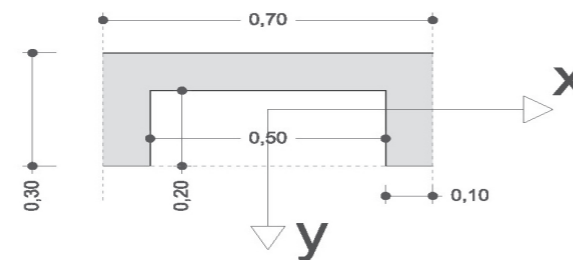
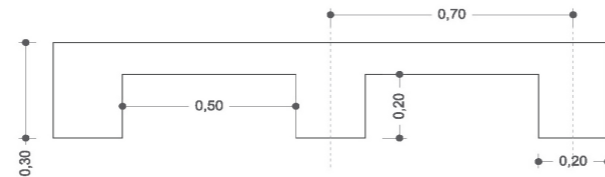
$$PT = \rho \times V = 25 \text{ kN} / \text{m}^3 \times 0,17 \text{ m}^3 = 4,25 \text{ kN}$$

$$V(\text{equiv}) = b^2 \times h = 0,7^2 \times 0,28(\text{sección equiv})$$

$$V(\text{equiv}) = 0,1372 \text{ m}^3$$

$$\rho(\text{equiv}) = PT / V(\text{equiv}) = 4,25 \text{ kN} / 0,1372 \text{ m}^3$$

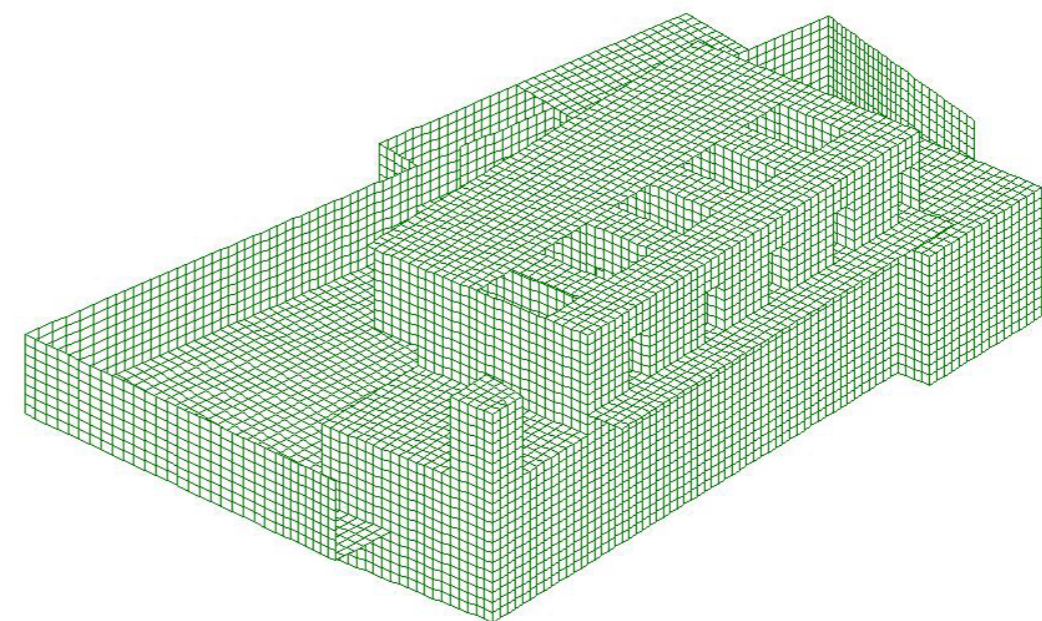
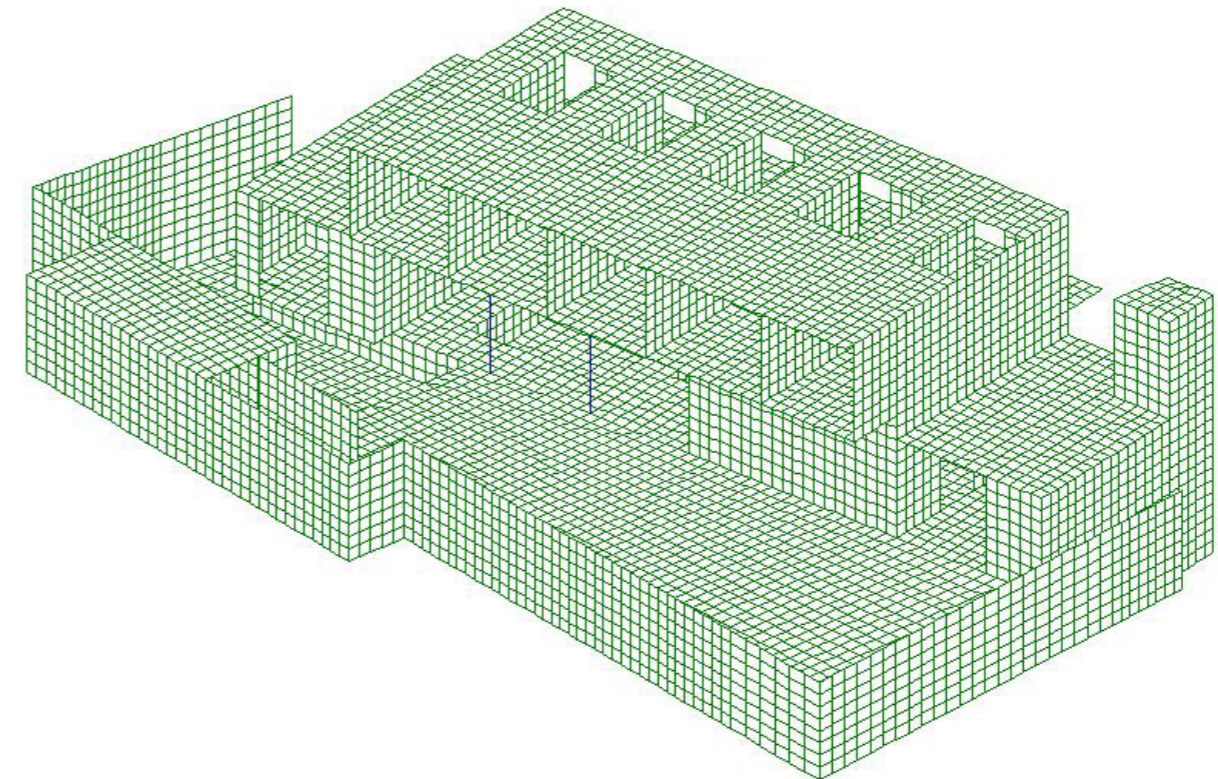
$$\rho(\text{equiv}) = 16,94 \text{ kN} / \text{m}^3 \approx 17,00 \text{ kN} / \text{m}^3$$



Obtenida pues la densidad equivalente tenemos ya todos los datos necesarios para introducirlos en el modelo y poder realizar el cálculo de solicitaciones de la estructura.

MODELIZACIÓN

El modelo de cálculo estructural consta de 14.858 nudos, 12 barras, 15.017 láminas y 3.942 apoyos.



SOBRECARGAS E HIPÓTESIS DE CÁLCULO

ACCIONES GRAVITATORIAS

| | |
|---|------------|
| Elementos de hormigón armado estructurales. | 25 kN/m³ |
| Forjado de hormigón armado sistema losa aligerada | 18,6 kN/m³ |

FORJADO TIPO 1. LOSA CIMENTACION(losa maciza)

| | |
|--|-----------|
| Mortero fratasado de espesor total 5cm | 1,5 kN/m² |
|--|-----------|

FORJADO TIPO 2. FORJADO SPA (losa aligerada)

| | |
|---|-----------|
| Aplacado de cuarcita(incluyendo material de agarre) | 1,5 kN/m² |
| Falso techo descolgado con lana mineral como aislante | 0,3 kN/m² |

FORJADO TIPO 3. FORJADO INSTALACIONES (losa maciza)

| | |
|--|-----------|
| Aplacado de granito(incluyendo material de agarre) | 1,5 kN/m² |
| Aislamiento+lamina impermeable | 0,1 kN/m² |

FORJADO TIPO 4. CUBIERTA NO TRANSITABLE

| | |
|---|-----------|
| Acabado de remate metálico | 2 kN/m² |
| Aislamiento+lamina impermeable | 0,1 kN/m² |
| Capa de hormigón de pendiente | 0,5 kN/m² |
| Falso techo descolgado con lana mineral como aislante | 0,3 kN/m² |

CERRAMIENTO TIPO. ACRISTALAMIENTO+CARPINTERIA

| | |
|-------------------------|------------|
| Vidrio templado 6+8+6mm | 0,45 kN/m² |
| Carpinteria | 0,3 kN/m² |

SOBRECARGAS

- Nieve

En cubiertas planas de la ciudad de Valencia el CTE prescribe que su sobrecarga sea de 0,2 kN/m²

- Uso

| | |
|-----------------------------|------------|
| Zona spa | 5,00 kN/m² |
| Escaleras, rampas y accesos | 5,00 kN/m² |
| Cubierta, conservación | 1,00 kN/m² |
| Almacén e instalaciones | 5,00kN/m² |
| Habitaciones hotel | 5,00 Kn/m² |

Las sobrecargas de almacén, instalaciones y habitaciones de hotel se igualan a las de las zonas expositivas y de ventas estando así del lado de la seguridad y con la previsión de que posibles cambios en la distribución interior del mercado cultural no se vean coartados por un cálculo estructural demasiado ajustado.

- Viento

La altura de coronación del edificio está entre 0 y 30 metros. No se ha considerado la hipótesis de viento debido a la situación del edificio (parcialmente enterrado) y a que las fachadas forman parte de la estructura portante formando un conjunto monolítico siendo los efectos del viento despreciables.

- Sismo

Según la norma de construcción sismorresistente NCSR-02, se trata de una edificación de las siguientes características:

Edificación de importancia normal.
Pórticos bien arriostrados entre si en todas las direcciones (el tipo de forjado ayuda a ello)
Aceleración sísmica básica 0,06g (Valencia).

En nuestro caso, edificio de importancia normal con pórticos bien arriostrados y $Ab < 0,08g$, no será de obligatoriedad la aplicación de la norma. No obstante será preceptivo realizar un atado de la cimentación y tratar de aportar ductilidad a la estructura proyectada.

Para el cálculo de cada sistema estructural, se han considerado las siguientes acciones:

| | | |
|-----------|----|---------------------|
| Hipótesis | 1: | Cargas permanentes. |
| Hipótesis | 2: | Sobrecargas de uso. |
| Hipótesis | 3: | Nieve |

COMBINACIONES DE CALCULO

Según EHE los valores de los coeficientes parciales de seguridad que se han de tomar para las comprobaciones tanto de ELU como ELS se encuentran definidos en las siguientes tablas.

Tabla 12.1.a. Coeficientes parciales de seguridad para las acciones, aplicables para la evaluación de los Estados Límite Últimos

| TIPO DE ACCIÓN | Situación persistente o transitoria | | Situación accidental | |
|----------------------------------|-------------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| | Efecto favorable | Efecto desfavorable | Efecto favorable | Efecto desfavorable |
| Permanente | $\gamma_G = 1,00$ | $\gamma_G = 1,35$ | $\gamma_G = 1,00$ | $\gamma_G = 1,00$ |
| Pretensado | $\gamma_P = 1,00$ | $\gamma_P = 1,00$ | $\gamma_P = 1,00$ | $\gamma_P = 1,00$ |
| Permanente de valor no constante | $\gamma_{G^*} = 1,00$ | $\gamma_{G^*} = 1,50$ | $\gamma_{G^*} = 1,00$ | $\gamma_{G^*} = 1,00$ |
| Variable | $\gamma_Q = 0,00$ | $\gamma_Q = 1,50$ | $\gamma_Q = 0,00$ | $\gamma_Q = 1,00$ |
| Accidental | - | - | $\gamma_A = 1,00$ | $\gamma_A = 1,00$ |

Tabla 12.2. Coeficientes parciales de seguridad para las acciones, aplicables para la evaluación de los Estados Límite de Servicio

| TIPO DE ACCIÓN | | Efecto favorable | Efecto desfavorable |
|----------------------------------|------------------|-----------------------|-----------------------|
| Permanente | | $\gamma_G = 1,00$ | $\gamma_G = 1,00$ |
| Pretensado | Armadura pretesa | $\gamma_P = 0,95$ | $\gamma_P = 1,05$ |
| | Armadura postesa | $\gamma_P = 0,90$ | $\gamma_P = 1,10$ |
| Permanente de valor no constante | | $\gamma_{G^*} = 1,00$ | $\gamma_{G^*} = 1,00$ |
| Variable | | $\gamma_Q = 0,00$ | $\gamma_Q = 1,00$ |

Para el cálculo de la estructura, se han considerado las siguientes combinaciones de las acciones en Estados Límites Últimos especificadas en EHE (Art.13.2):

Situaciones permanentes: $\sum \gamma_G G_k + \gamma_Q Q_{k1} + \sum \gamma_Q \psi_{0i} Q_{ki}$

Siendo:

- G_k : Valor característico de las acciones permanentes.
- Q_{k,1} : Valor característico de la acción variable determinante.
- Q_{k,i} : Valor característico de las acciones variables concomitantes.

- ψ_{0,i} :Coeficiente de combinación de la variable concomitante en situación permanente
- γ_G :Coeficiente parcial de seguridad para acciones permanentes.
- γ_Q :Coeficiente parcial de seguridad para acciones variables

Las siguientes combinaciones son las que se han utilizado para el cálculo de ELU del edificio (EHE + CTE):

Sobrecarga de Uso principal C1=1,35H1+1,5H2 + 0,75H3

Sobrecarga de Nieve principal C2=1,35H1+1,05 H2+1,5H3

Sobrecarga de Uso cubierta principal C3 =1,35H1+1,05H2+0,75H3

Las siguientes combinaciones son las que se han utilizado para el cálculo de ELS del edificio (EHE + CTE):

ELS= H1+ H2 + H3

CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES

El hormigón empleado en la estructura será: HA-25/B/20/IIa.

- Cemento Clase CEM II 32,5 UNE 80301:96
- Consistencia Blanda : Asiento cono de Abrams 6-9 cm
- Relación Agua/Cemento < 0,60
- Tamaño máximo de árido 14 mm en pilares y muros.
- Tamaño máximo de árido 20 mm en forjados.
- Recubrimiento nominal 35mm

Las barras corrugadas utilizadas serán de acero B500S con límite elástico no inferior a 500 N/mm2.

CIMENTACIÓN

Se ha comprobado la viabilidad de la cimentación mediante muros de sótano de 30 cm de espesor y losa de cimentación de 0,50 metros de espesor.

Ante la imposibilidad de conocer el comportamiento mecánico real del suelo debido a su naturaleza intrínseca, se han considerado las siguientes simplificaciones en el cálculo:

- La distribución de tensiones es lineal. Se adopta el modelo de Winkler. Tomando un coeficiente de balasto de 30 MN/m3.
- El suelo bajo de cada cimiento se considera homogéneo en sus propiedades físicas y mecánicas.

CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES

El hormigón empleado en la losa y los muros será : HA-30/B/40/IIa.

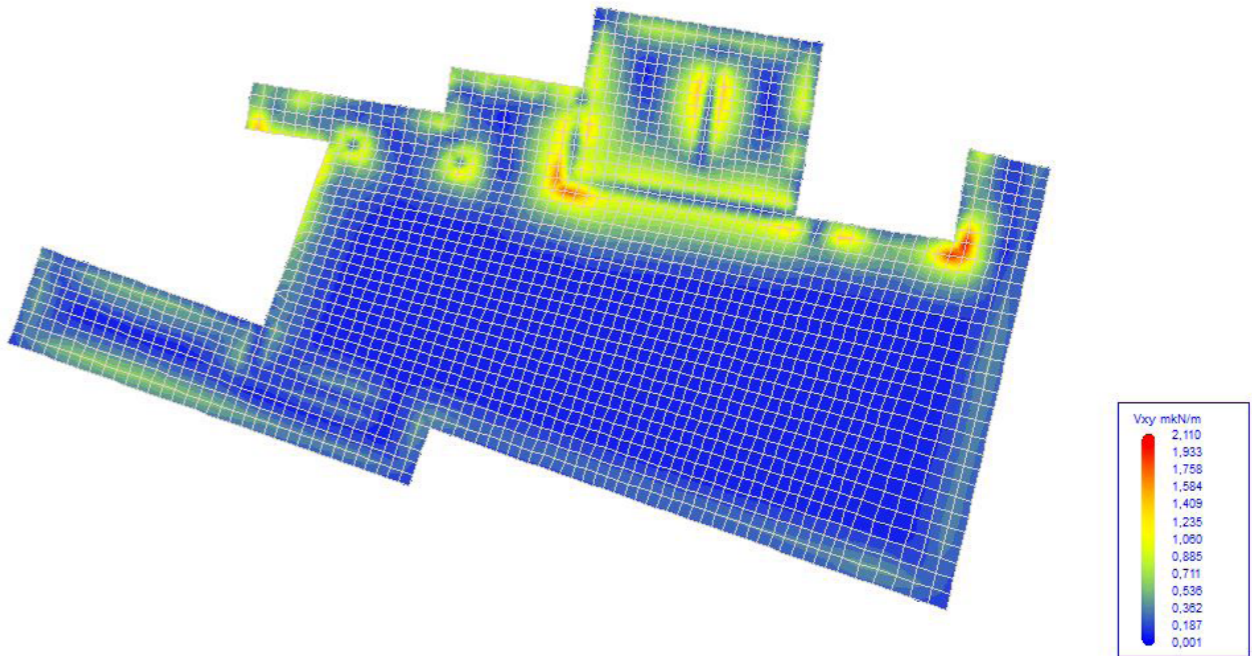
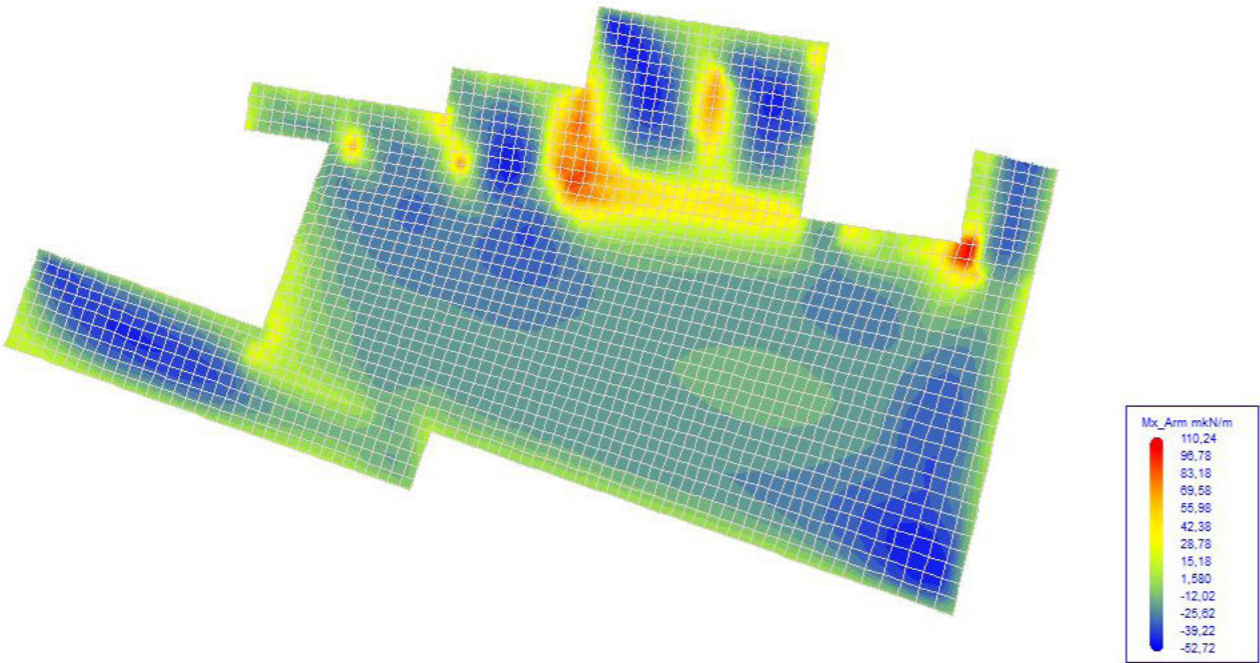
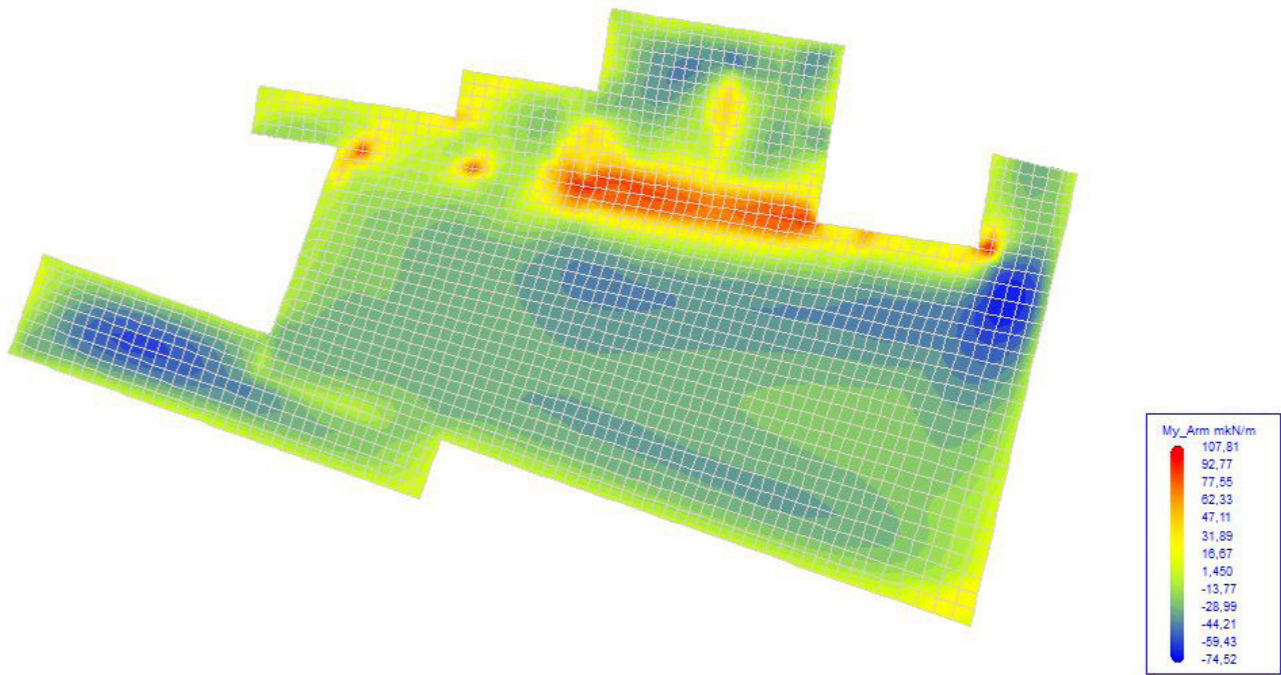
Cemento Clase CEM II 32,5 UNE 80301:96
Consistencia Blanda : Asiento cono de Abrams 6-9 cm
Relación Agua/Cemento < 0,60
Tamaño máximo de árido 40mm
Recubrimiento nominal 50 mm

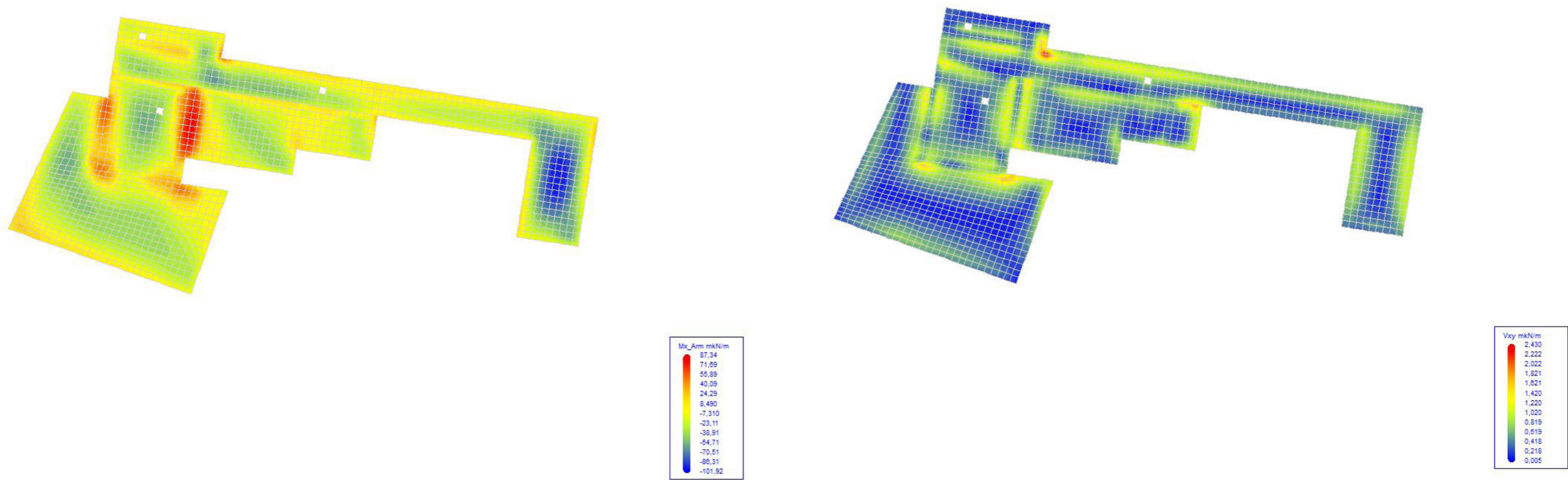
Las barras corrugadas utilizadas serán de acero B500S con límite elástico no inferior a 500 N/mm2.

MAPAS DE TENSIONES, DEFORMACIONES Y DIAGRAMAS DE LA ESTRUCTURA

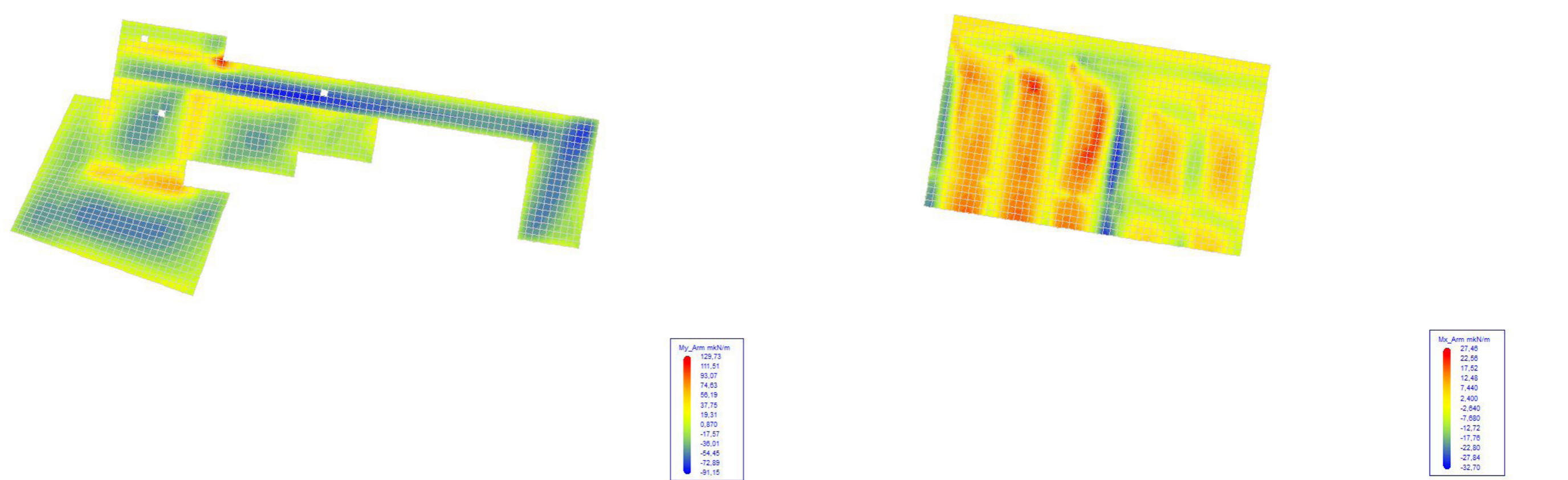
Sin ánimo de resultar repetitivo se muestran algunos mapas de tensiones y deformaciones de la estructura más significativos así como los diagramas de solicitaciones de las barras que la conforman.

LOSA DE CIMENTACIÓN

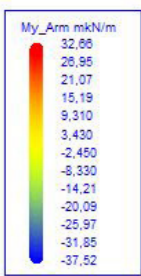
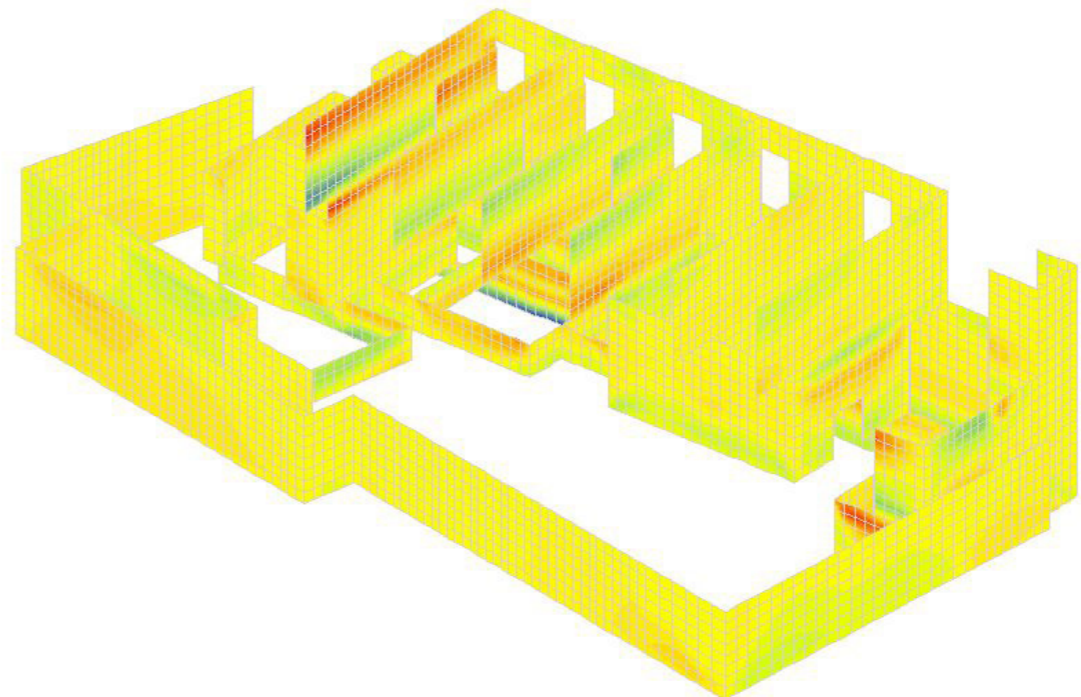
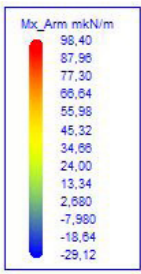
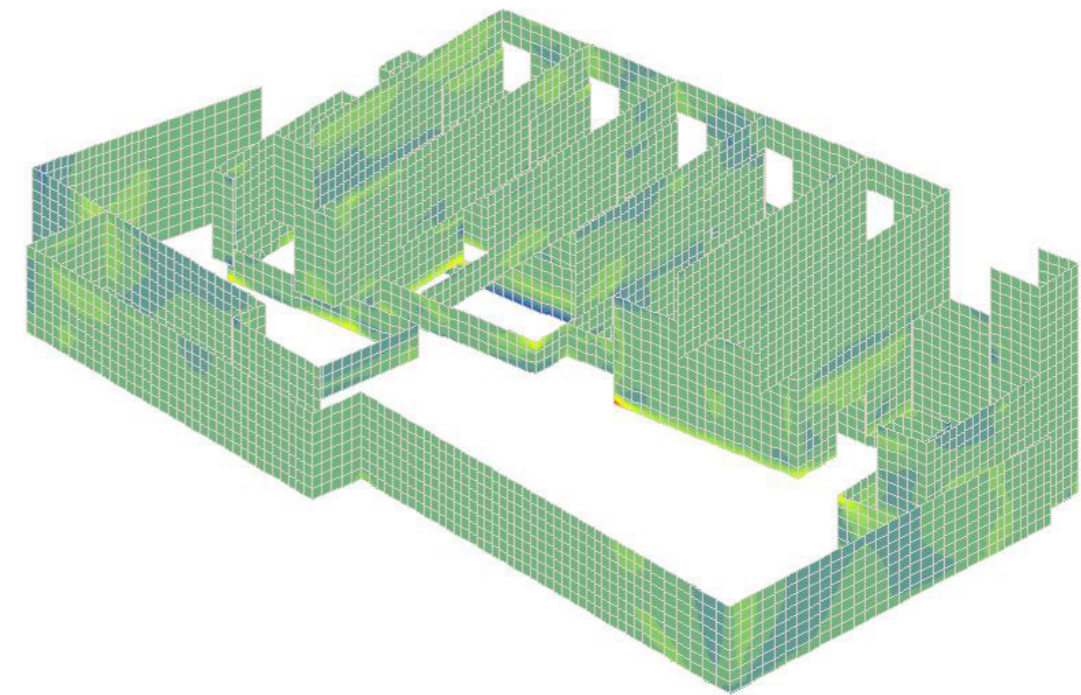
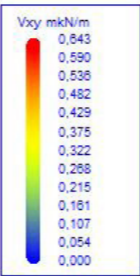
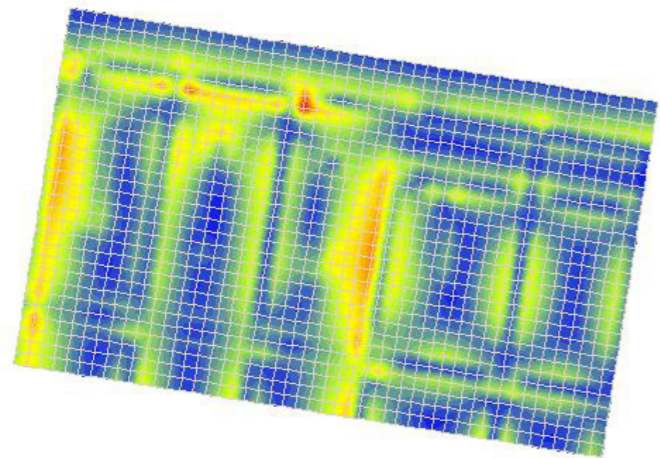
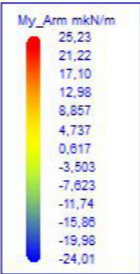
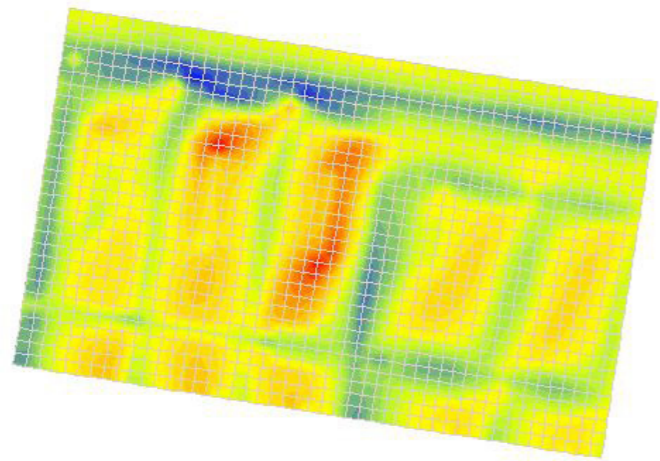




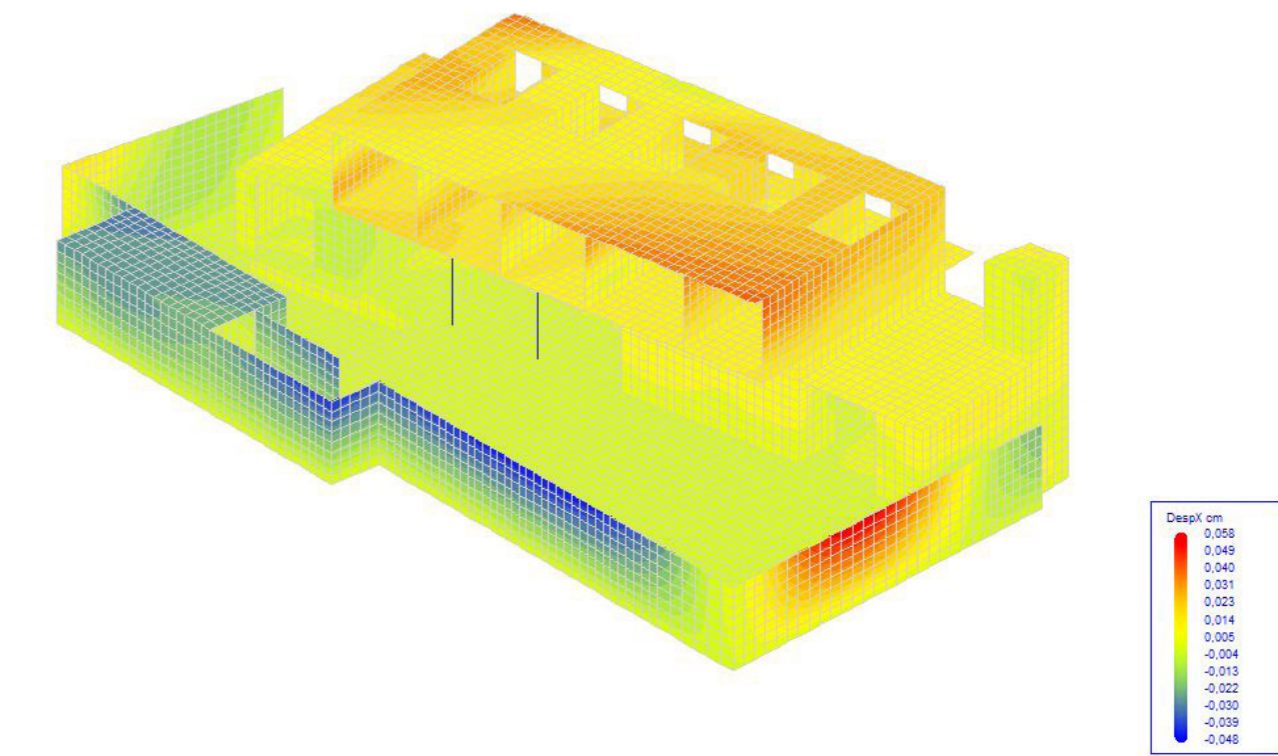
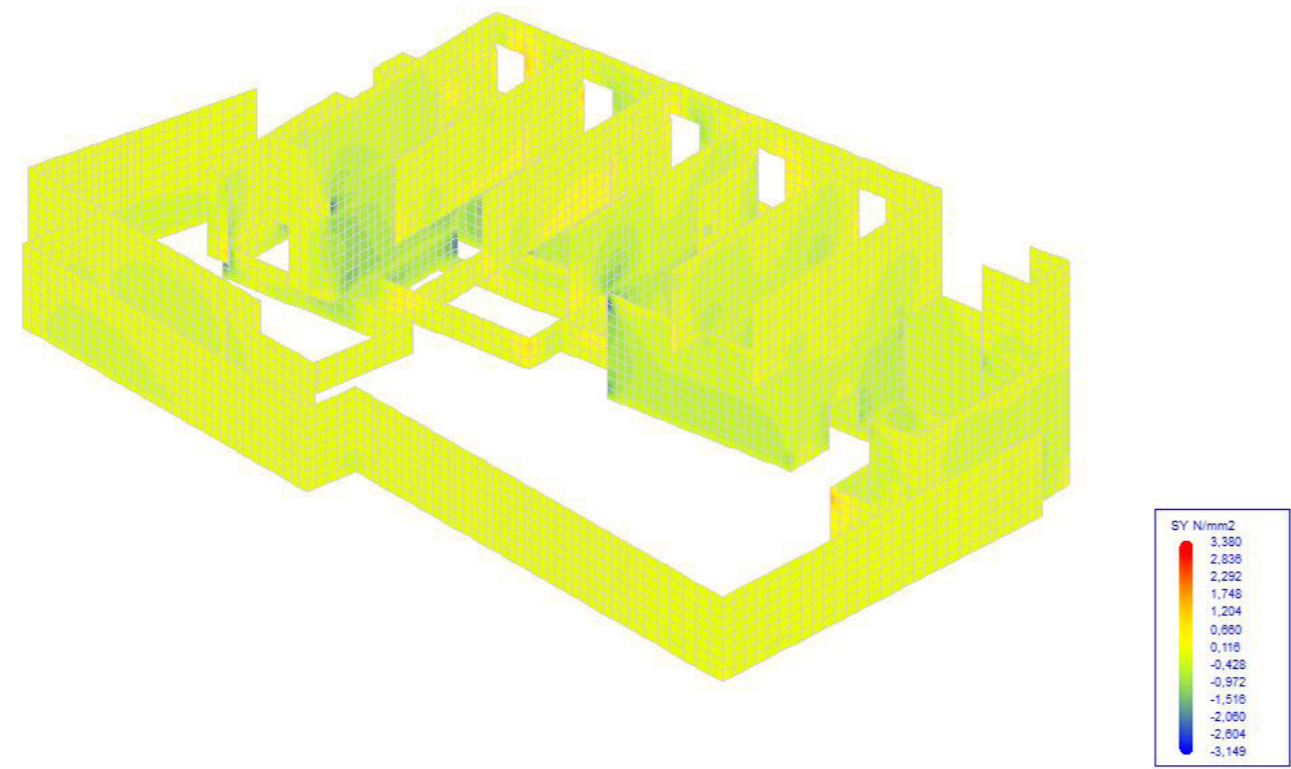
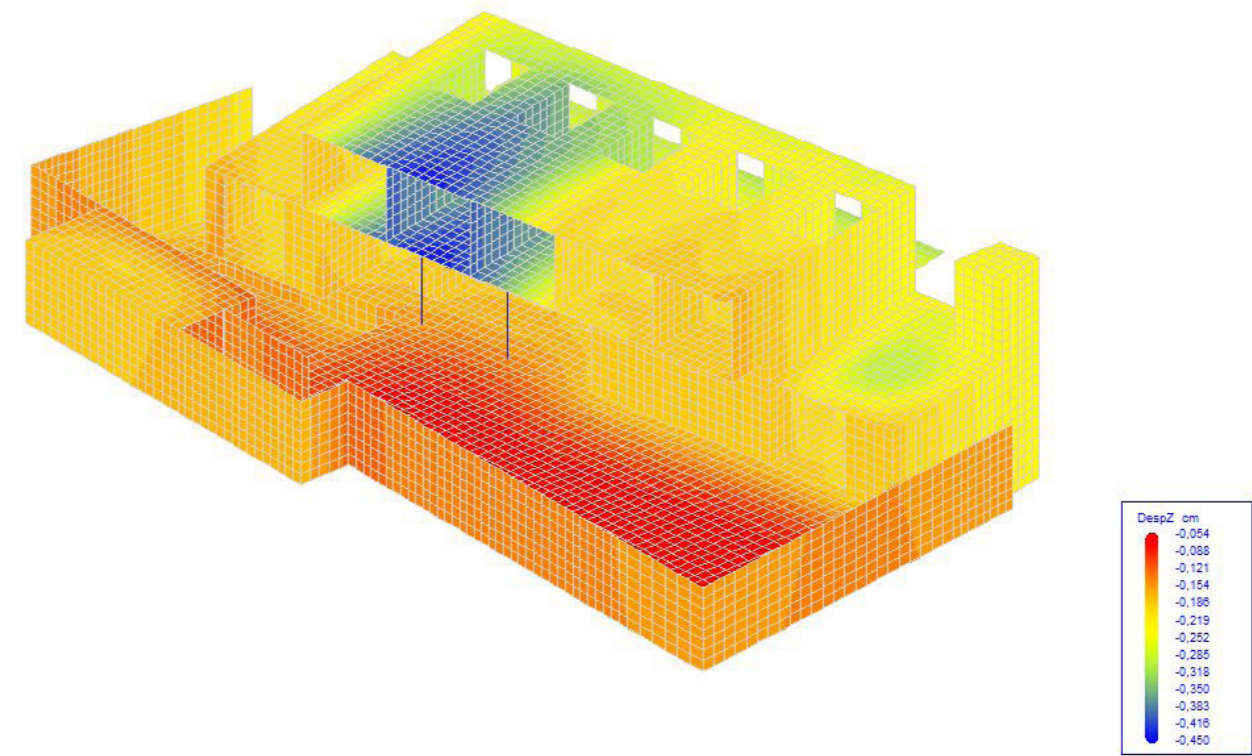
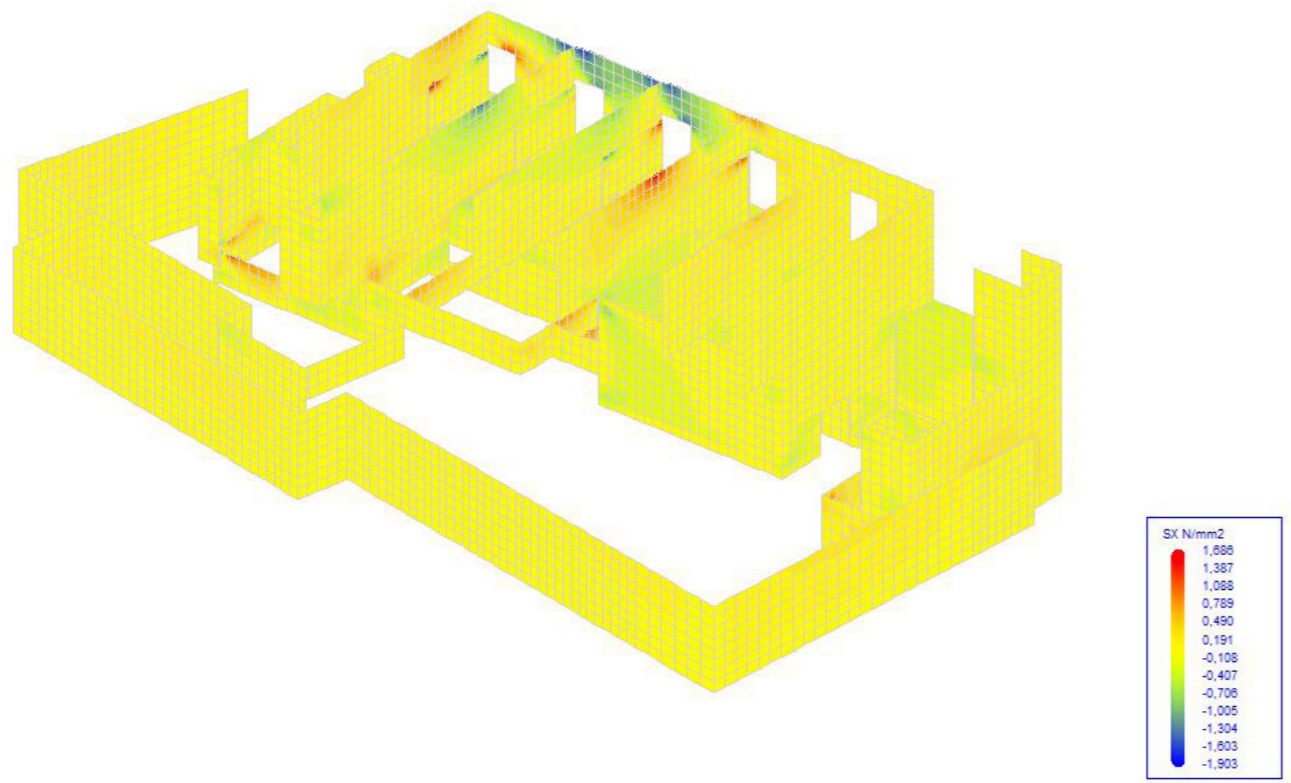
FORJADO PISO HOTEL

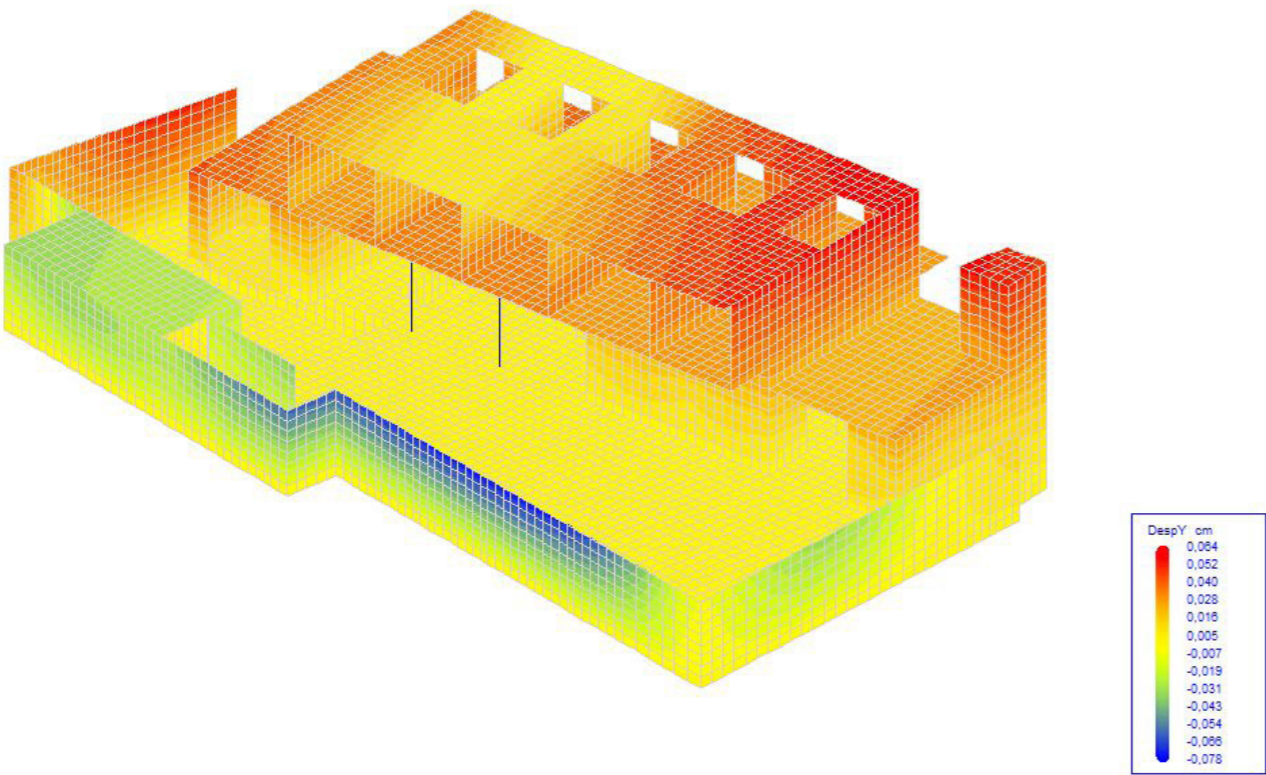


MUROS DEL CONJUNTO



MAPAS DE DEFORMACIONES DE LA ESTRUCTURA





ARMADO ESTRUCTURA DE HORMIGÓN

A la hora de abordar el armado del proyecto, se han de tener en cuenta unos factores para optimizar el rendimiento de las barras.

Primero de todo estableceremos un diámetro base de armado de 5 barras por metro separadas 20 cm, estas barras nos soportan un determinado momento y solo en los puntos donde se sobrepase dicho momento se reforzará dicha zona con nuevas barras. Asimismo es importante tener en cuenta la redistribución de momentos, por lo que dichas barras flotantes deberán prolongarse una distancia no menor que la longitud básica, para así poder absorber dicha distribución.

Los momentos a tener en cuenta para el armado son los extraídos del programa EF-CID en la combinación de ELU más desfavorable siendo estos M_x y M_y (momentos para armar).

Para el armado de los muros es necesario además obtener los diagramas de tensión media del muro a saber S_x y S_y .

Para el armado de los forjados se ha utilizado el programa HA del departamento de estructuras para establecer tanto el armado base como los refuerzos en los puntos donde fuese necesario.

El armado de la losa de cimentación se ha resuelto mediante las tablas de resistencia a flexión de losas de cimentación del departamento de estructuras referenciadas a continuación. Un aspecto importante a tener en cuenta es que las leyes de esfuerzos en la losa de cimentación son inversos a la distribución normal en los forjados, habiendo de tener especial cuidado a la hora de los armados superiores e inferiores de no incurrir en el error de realizar un armado invertido.

Para el armado de los muros se han utilizado las tablas de dimensionamiento de muros de hormigón armado referenciadas a continuación.

Por simplicidad constructiva se han unificado todas las barras de armados superiores e inferiores al diámetro mayor existente.

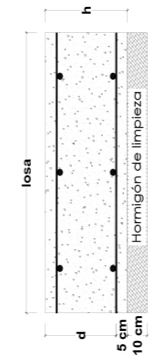
Los armados se encuentran referenciados en los planos de la estructura

Cálculo de Losas de Ctr

HA-25 N/mm²

RESISTENCIA A FLEXION DE LA LOSA DE CIMENTACION

(en cualquier caso se dispondrá de la armadura base mínima siempre con una cuantía mayor al 2%)

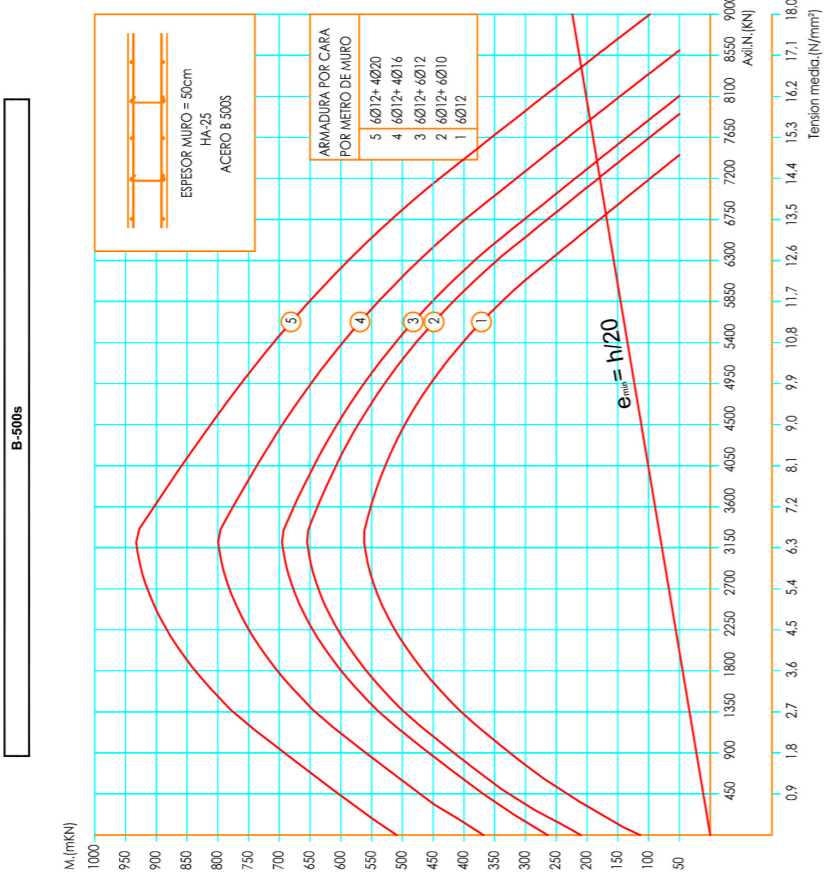
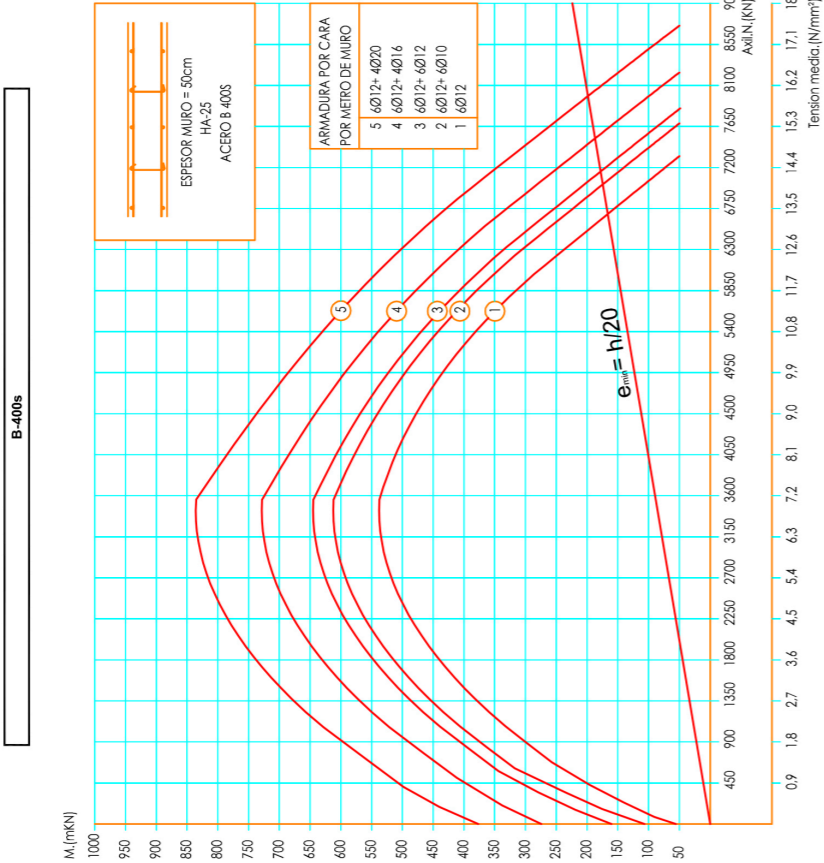


| Canto Losa | Armadura Base | Cuantía Geométrica | MOMENTOS FLECTORES (kN·m) | | | | | |
|------------|-----------------|--------------------|---------------------------|-----------------|-------------------|------------------|-----------------|-------------------|
| | | | B-400s | | | B-500s | | |
| | | | Mom. Ultimo Base | Refuerzo | Mom. Ultimo Total | Mom. Ultimo Base | Refuerzo | Mom. Ultimo Total |
| h=50,0 cm | Φ12 cada 20 cm. | 2,262 ‰ | 88,97 kN·m | Φ12 cada 20 cm. | 173,49 kN·m | 109,68 kN·m | Φ12 cada 20 cm. | 214,19 kN·m |
| | | | | Φ16 cada 20 cm. | 238,24 kN·m | | Φ16 cada 20 cm. | 293,97 kN·m |
| | | | | Φ20 cada 20 cm. | 320,10 kN·m | | Φ20 cada 20 cm. | 393,92 kN·m |
| h=60,0 cm | Φ16 cada 30 cm. | 2,234 ‰ | 127,98 kN·m | Φ25 cada 20 cm. | 444,39 kN·m | 158,26 kN·m | Φ25 cada 20 cm. | 544,54 kN·m |
| | | | | Φ12 cada 30 cm. | 197,55 kN·m | | Φ12 cada 30 cm. | 244,34 kN·m |
| | | | | Φ16 cada 30 cm. | 251,33 kN·m | | Φ16 cada 30 cm. | 310,67 kN·m |
| h=70,0 cm | Φ16 cada 25 cm. | 2,298 ‰ | 180,90 kN·m | Φ20 cada 30 cm. | 316,79 kN·m | 223,97 kN·m | Φ20 cada 30 cm. | 395,06 kN·m |
| | | | | Φ25 cada 30 cm. | 425,48 kN·m | | Φ25 cada 30 cm. | 524,66 kN·m |
| | | | | Φ12 cada 25 cm. | 279,98 kN·m | | Φ12 cada 25 cm. | 346,65 kN·m |
| h=80,0 cm | Φ16 cada 20 cm. | 2,513 ‰ | 260,31 kN·m | Φ16 cada 25 cm. | 356,40 kN·m | 322,48 kN·m | Φ16 cada 25 cm. | 441,01 kN·m |
| | | | | Φ20 cada 20 cm. | 453,95 kN·m | | Φ20 cada 25 cm. | 561,16 kN·m |
| | | | | Φ25 cada 25 cm. | 604,35 kN·m | | Φ25 cada 25 cm. | 745,71 kN·m |
| h=90,0 cm | Φ20 cada 30 cm. | 2,327 ‰ | 307,81 kN·m | Φ12 cada 20 cm. | 403,34 kN·m | 381,50 kN·m | Φ12 cada 20 cm. | 499,56 kN·m |
| | | | | Φ16 cada 20 cm. | 513,76 kN·m | | Φ16 cada 20 cm. | 635,65 kN·m |
| | | | | Φ20 cada 20 cm. | 654,45 kN·m | | Φ20 cada 20 cm. | 809,06 kN·m |
| h=100,0 cm | Φ20 cada 25 cm. | 2,513 ‰ | 412,51 kN·m | Φ25 cada 30 cm. | 871,37 kN·m | 511,37 kN·m | Φ25 cada 30 cm. | 1,074,93 kN·m |
| | | | | Φ12 cada 30 cm. | 416,56 kN·m | | Φ12 cada 30 cm. | 516,11 kN·m |
| | | | | Φ16 cada 30 cm. | 500,62 kN·m | | Φ16 cada 30 cm. | 620,27 kN·m |
| h=120,0 cm | Φ20 cada 20 cm. | 2,618 ‰ | 624,69 kN·m | Φ20 cada 30 cm. | 608,33 kN·m | 774,88 kN·m | Φ20 cada 30 cm. | 1,070,21 kN·m |
| | | | | Φ25 cada 25 cm. | 775,35 kN·m | | Φ25 cada 30 cm. | 1,285,83 kN·m |
| | | | | Φ16 cada 25 cm. | 558,42 kN·m | | Φ16 cada 25 cm. | 831,87 kN·m |
| | | | | Φ25 cada 20 cm. | 846,17 kN·m | | Φ25 cada 25 cm. | 1,049,15 kN·m |
| | | | | Φ12 cada 20 cm. | 1,017,44 kN·m | | Φ12 cada 20 cm. | 1,280,93 kN·m |
| | | | | Φ16 cada 20 cm. | 1,236,64 kN·m | | Φ16 cada 20 cm. | 1,551,32 kN·m |
| | | | | Φ20 cada 20 cm. | 1,576,27 kN·m | | Φ20 cada 20 cm. | 1,949,42 kN·m |

© A. Pérez García, A. Alonso Durá, P. Pelluz F

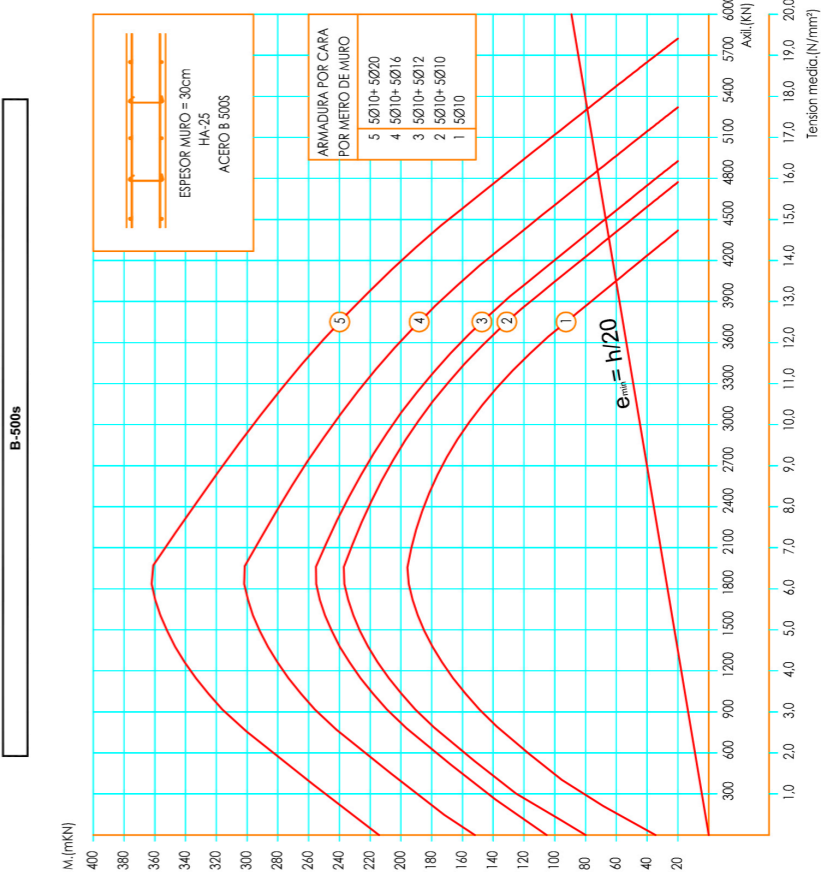
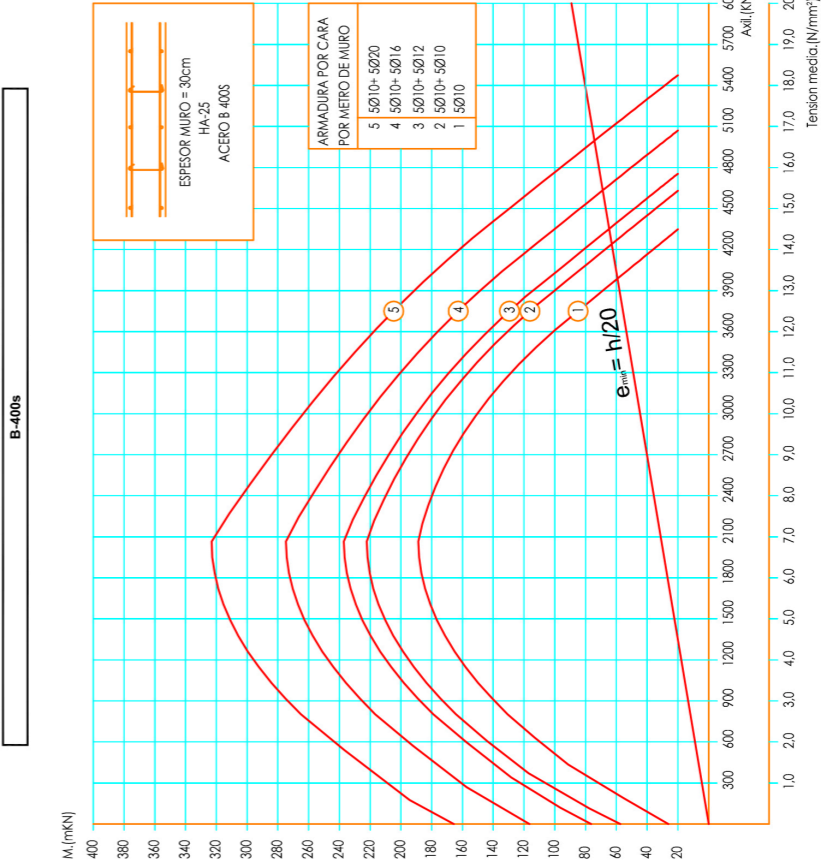
DIMENSIONAMIENTO DE MUROS DE HORMIGON ARMADO

HA-25 N/mm²
espesor 50 cm



DIMENSIONAMIENTO DE MUROS DE HORMIGON ARMADO

HA-25 N/mm²
espesor 30 cm



DIMENSIONADO PILAR METÁLICO

Del cálculo realizado con el programa EF-CID hemos obtenido los siguientes valores de pilar más desfavorable para poder realizar el dimensionado del mismo.

Axil máximo = 17,79 KN

Cortante Máximo= 0,11 KN

Momento máx= 0,26 KNm

El perfil preestablecido es un Perfil Rectangular Hueco de 120 x 80 x 5 del cual sus características son las siguientes:

A= 18,4 cm²

I_x= 353 cm⁴

W_x= 46,9 cm³

i_x= 4,39 cm

W_{pl,y} = 54,7 cm³

I_y= 158 cm⁴

W_y= 72,4 cm³

i_y=3,20 cm

- Predimensionado:

Se ha de verificar que:

A flexión

$$\sigma_{max} = \frac{M_{y,Ed}}{W_y} \geq \frac{t_y}{\gamma_o}$$

Wy> (0,26 x 10⁶ x 1,05)/275 = 992,72 mm³

A Pandeo

Limitaremos la esbeltez a 200: λ≤200

Barra empotrada-articulada y arriostrada en las dos direcciones:

βy = 0,7

βz = 0,7

Pandeo ejes y y z:

L_{k,z} = β_z x L = 0,7 x 3150 = 2205 mm

λy= (L_{k,y})/i_y--> i_y= 11,025 mm

Se observa por tanto que el perfil escogido cumple tanto con la condición de flexión como de pandeo.

- Clase de sección:

El perfil elegido es Clase 1 en flexocompresión.

Comprobación a resistencia en flexocompresión

En ausencia de esfuerzo cortante, las secciones deben satisfacer la siguiente condición:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd}} \leq 1$$

donde

N_{pl,Rd} = A x f_{yd} = 18.400 x 275/1,05 = 4.819.047,62 N

M_{pl,Rd} = W_{pl,y} x f_{yd} = 54,7 x 10³ x 275/1,05 = 14.326.190,48 Nmm

Sustituyendo por tanto en la ecuación inicial obtenemos:

(0,26 x 10⁶/14.326.190,48) + (17,79 x 10³/ 4.819.047,629) = 0,2 < 1

SE OBSERVA POR TANTO QUE EL PERFIL CUMPLE HOLGADAMENTE

- Interacción flector-cortante:

En la sección del empotramiento se alcanzan los máximos valores del momento y el cortante. No se tendrá en cuenta la interacción flector-cortante si:

V_{ed} ≤ 50 % V_{pl, RD}

Sin necesidad de realizar cálculos se observa que al ser V_{Ed} un cortante muy pequeño V_{pl,Rd} va a ser muy superior al mismo por lo tanto no es necesario realizar esta comprobación.

- Pandeo:

Para la comprobación a Pandeo en Flexocompresión se utiliza la siguiente expresión:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd}} \leq 1$$

Determinación de los coeficientes χ

La longitud de pandeo que hemos hallado anteriormente en el predimensionado ha sido de 2205 mm para los dos ejes de pandeo.

- Cálculo de la esbeltez

Pandeo en el plano perpendicular al eje y

$$\lambda_y = \frac{L_{k,y}}{i_y} = 2205/ 43,9 = 50,22$$

Pandeo en el plano perpendicular al eje z

$$\lambda_z = \frac{L_{k,z}}{i_z} = 2205/ 32 = 68,9$$

- Cálculo de la esbeltez reducida

Para el acero S275 tenemos una esbeltez reducida de $\lambda_r = 86,8$

Pandeo en el plano perpendicular al eje y

$\lambda = \lambda_y / \lambda_r = 50,22 / 86,8 = 0,58$

Pandeo en el plano perpendicular al eje z

$\lambda = \lambda_z / \lambda_r = 68,9 / 86,8 = 0,79$

- Elección de la curva de Pandeo

Para Perfiles rectangulares huecos conformados en frio le corresponde una curva de pandeo c

- Determinación del coeficiente Xmin

$\lambda_{y\text{reducida}} = 0,58 \quad \chi_y = 0,85 \quad \lambda_{z\text{reducida}} = 0,79 \quad \chi_z = 0,67$

Por lo tanto Xmin será Xz pandeando por tanto en el plano perpendicular al eje z-z

Siendo:

$N_{pl,Rd} = 0,85 \times 2205 \times 275 / 1,05 = 490.875 \text{ N}$

$N_{ed} = 17.790 \text{ N}$

$N_{ed} / N_{pl,Rd} = 0,036$

$M_{pl,Rd} = 0,67 \times 54,7 \times 10^6 \times 275 / 1,05 = 9.598.547.619 \text{ Nmm}$

$M_{ed} = 110.000 \text{ Nmm}$

$M_{ed} / M_{pl,Rd} = 0,0011$

Siendo por tanto ambos valores tan bajos no es necesario recurrir al cálculo de los coeficientes X_{LT} ni los coeficientes de momento equivalentes y podemos por tanto dar por válido el dimensionado.

El pilar dimensionado será por tanto un perfil rectangular hueco de 120 x 80 x 5

COMPROBACIÓN DE ESTADOS LÍMITE DE SERVICIO

La EHE y el CTE prescriben que las flechas máximas en proyecto no han de ser superiores a los siguientes valores.
En los elementos de hormigón armado y acero se establecen los siguientes límites:

| Flechas activas máximas relativas y absolutas para elementos de Hormigón Armado y Acero | | |
|---|---|---|
| Estructura no solidaria con otros elementos | Estructura solidaria con otros elementos | |
| | Tabiques ordinarios o pavimentos rígidos con juntas | Tabiques frágiles o pavimentos rígidos sin juntas |
| VIGAS Y LOSAS Relativa: $\delta / L < 1/300$ | Relativa: $\delta / L < 1/400$ | Relativa: $\delta / L < 1/500$ |

| Desplazamientos horizontales | |
|--|---|
| Local | Total |
| Desplome relativo a la altura entre plantas: $\delta / h < 1/250$ | Desplome relativo a la altura total del edificio: $\delta / H < 1/500$ |

Estableciendo que la luz máxima de proyecto (L) son 10 metros, aproximadamente el ancho máximo existente entre dos pilares metálicos del mismo pórtico, obtenemos los siguientes valores:

$L/300 = 3,3 \text{ cm}$
 $L/400 = 2,5 \text{ cm}$
 $L/500 = 2 \text{ cm}$

Observando por tanto los mapas de colores de los desplazamientos en z observamos que el desplazamiento máximo que se produce es de 0,45 cm estando por debajo de los límites establecidos.

Por otro lado la altura máxima del edificio (H) es de 11,5 m aproximadamente desde cota de cimentación y la altura máxima de planta (h) medida desde el fondo de una piscina hasta el forjado de piso del hotel alcanza los 6 metros.

Por tanto los desplazamientos horizontales que no se deben superar son los siguientes:

$H/500 = 2,3 \text{ cm}$
 $h/250 = 2,4 \text{ cm}$

Si observamos de nuevo los mapas de deformaciones, pero en este caso en x y en y observamos que el desplazamiento máximo es 0,078 cm estando por debajo de los límites establecidos por la normativa.

_ planos de esquema estructural de la ordenación

-

Planta general cota 0

escala 1:750

-

Planta general cota -4


escala 1:750


-


Planta general cota -8


escala 1:750


C. ESTRUCTURA

- 

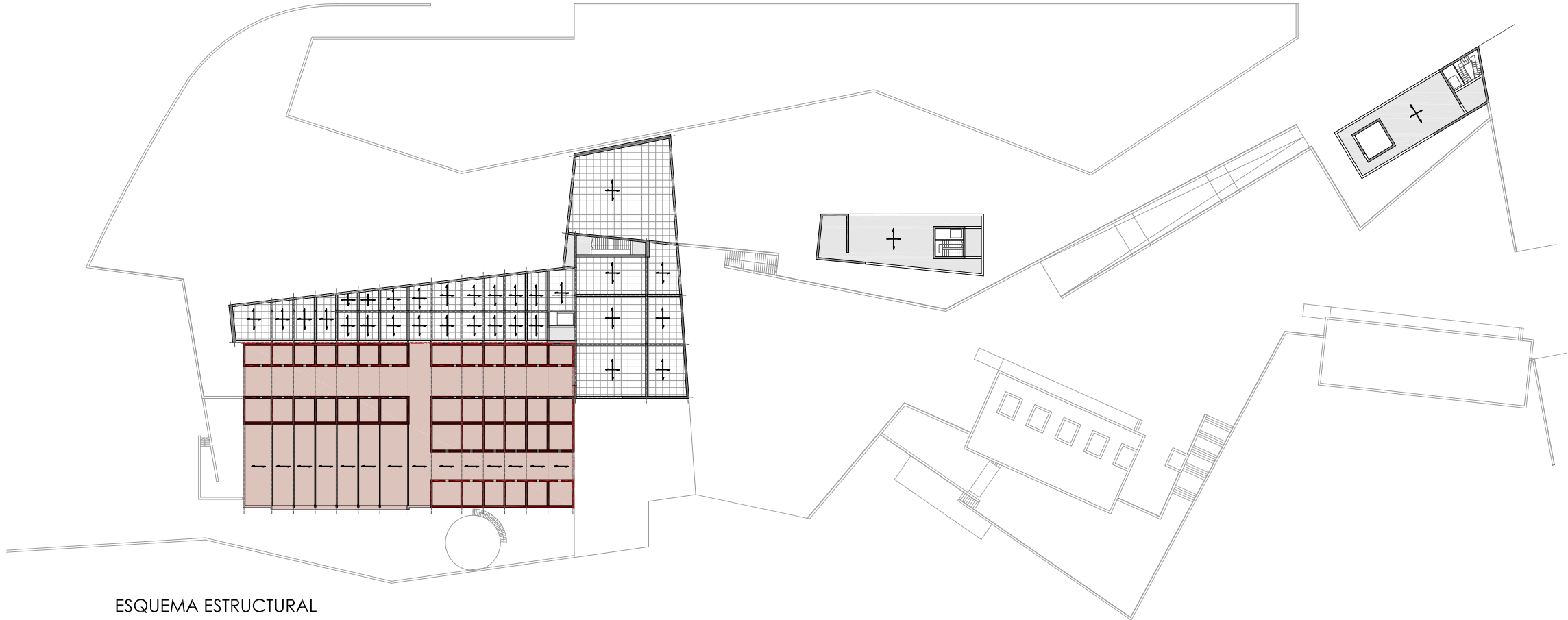
Forjado unidireccional de hormigón armado HA-25 de viguetas "in situ" de 30 cm de espesor, con capa de compresión de 5 cm, interje de 70 cm, espesor de nervios de 20 cm y con bovedillas de poliestireno expandido como elemento aligerante
- 

Losa maciza de hormigón armado HA-25 de 30 cm de espesor.
- 

Losa aligerada de hormigón armado HA-35 de 50 cm de espesor con casetones de poliestireno expandido como elemento aligerante.
- 






Edificio preexistente
- 

Junta de dilatación



ESQUEMA ESTRUCTURAL
FORJADO PLANTA COTA 0

C. ESTRUCTURA

-  Forjado unidireccional de hormigón armado HA-25 de viguetas "in situ" de 30 cm de espesor, con capa de compresión de 5 cm, interje de 70 cm, espesor de nervios de 20 cm y con bovedillas de poliestireno expandido como elemento aligerante
-  Losa maciza de hormigón armado HA-25 de 30 cm de espesor.
-  Losa aligerada de hormigón armado HA-35 de 50 cm de espesor con casetones de poliestireno expandido como elemento aligerante.
-  Edificio preexistente
-  Junta de dilatación

ESQUEMA ESTRUCTURAL
FORJADO PLANTA COTA 0

ESQUEMA ESTRUCTURAL
FORJADO PLANTA COTA -4

_planos de armado

- Armado superior losa de cimentaciónescala 1:200

- Armado inferior losa de cimentaciónescala 1:200

- Armado forjado hotel y detalles pórticosescalas varias



FORJADOS Y ESTRUCTURAS

| CUADRO DE CARACTERISTICAS SEGUN (EHE) | | | | | |
|---------------------------------------|---------------------|-----------------------------|---------------|--------------------------|-----------------------|
| ELEMENTO | LOCALIZACION | ESPECIFICACION DEL ELEMENTO | NIVEL CONTROL | COEFIC. | |
| | | | | 1 | 2 |
| HORMIGON | igual toda la obra | | | | |
| | cimentacion y muros | HA-30/B/20/Ila | Estadístico | 1.5 | |
| | pilares | HA-30/B/20/Ila | Estadístico | 1.5 | |
| | vigas | HA-30/B/20/Ila | Estadístico | 1.5 | |
| | losas y forjados | HA-30/B/20/Ila | Estadístico | 1.5 | |
| ACERO DE ARMADURAS | igual toda la obra | | | | |
| | cimentacion y muros | B 500S | Estadístico | | 1,15 |
| | pilares | B 500S | Estadístico | | 1,15 |
| | vigas | B 500S | Estadístico | | 1,15 |
| | losas y forjados | B 500S | Estadístico | | 1,15 |
| EJECUCION | igual toda la obra | | | | |
| | cimentacion y muros | | Normal | | |
| | pilares | | Normal | | |
| | vigas | | Normal | | |
| | losas y forjados | | Normal | | |
| | LOCALIZACION | AMBIENTE | RELACION A/C | MINIMO CONTENIDO CEMENTO | REQUERIMIENTO NOMINAL |
| HA-30 | CIMENTACION | II a | 0,60 | 275 Kg/m3 | 50 mm |
| HA-30 | ESTRUCTURA | II a | 0,60 | 275 Kg/m3 | 35 mm |

ESPECIFICACIONES PARA MATERIALES Y HORMIGONES

| TIPO DE HORMIGON | ARIDO A EMPLEAR | CEMENTO | CONSISTENCIA | RESIST.CARACT.N/mm2 | | |
|------------------|-----------------|---------------------------|--------------|------------------------|--------------|---------------|
| | TIPO DE ARIDO | TAMANO MAX. EN MILIMETROS | CLASE | ASIENTO EN CONO ABRAMS | A LOS 7 DÍAS | A LOS 28 DÍAS |
| HA-25 | Machacado | 20 | CEM II 32,5 | (6 a 9)±1 cm | 16,25 | 25 |
| HA-30 | Machacado | 20 | CEM II 32,5 | (6 a 9)±1 cm | 19,50 | 30 |

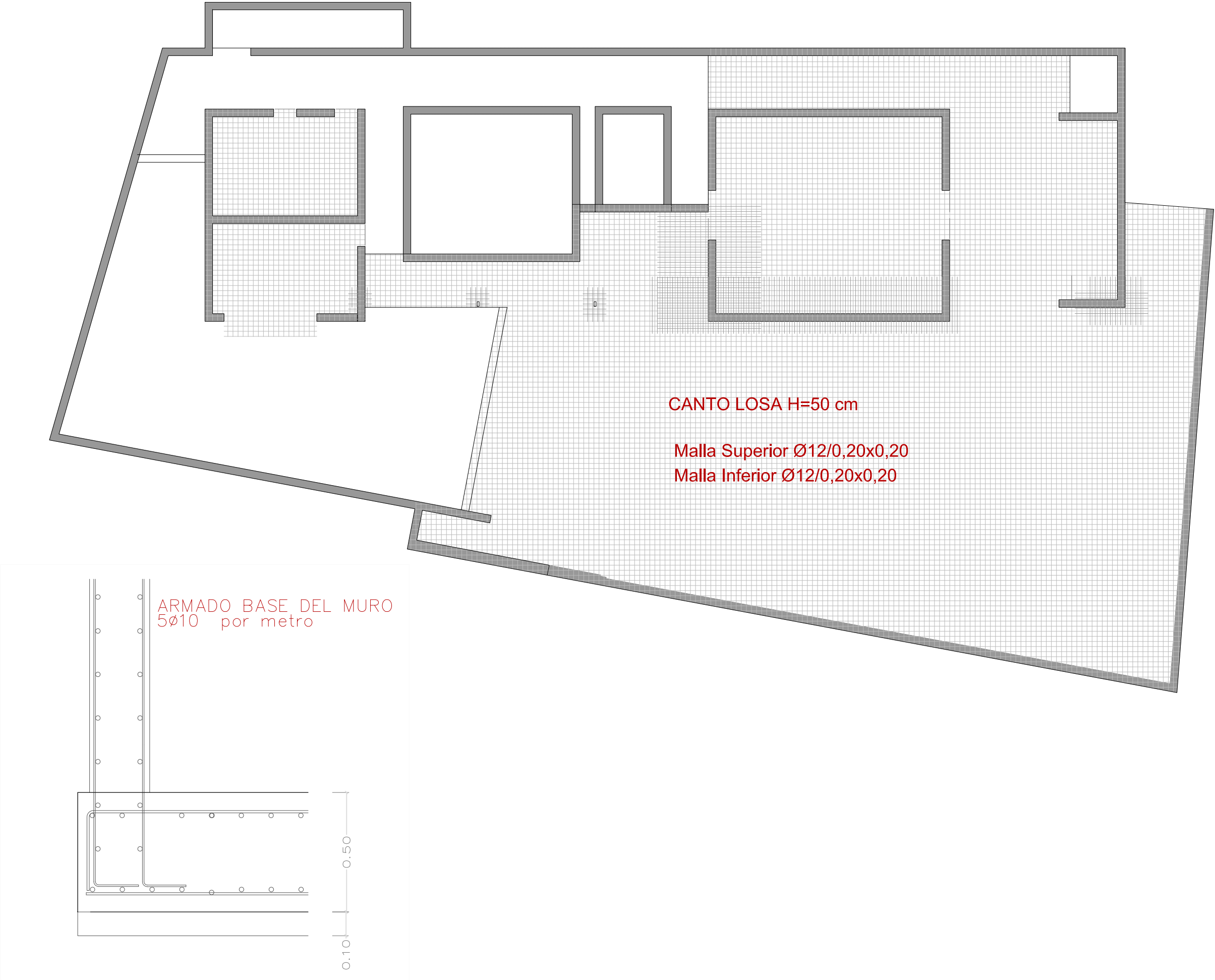
| | LONGITUDES ANCLAJE (cm) | | LONGITUDES SOLAPE (cm) | | | |
|-----|-------------------------|---------|------------------------|---------|---------|---------|
| | Lb (I) | Lb (II) | Lb (I) | | Lb (II) | |
| | | | Sep≤10# | Sep>10# | Sep≤10# | Sep>10# |
| Ø10 | 15 | 20 | 30 | 20 | 40 | 30 |
| Ø12 | 25 | 35 | 50 | 35 | 70 | 50 |
| Ø16 | 40 | 55 | 80 | 55 | 110 | 75 |
| Ø20 | 60 | 85 | 120 | 85 | 170 | 120 |
| Ø25 | 95 | 130 | 180 | 130 | 260 | 180 |

La estructura calculada corresponde a la zona del spa, debido a los diferentes escalonamientos en la losa de cimentación para generar los espacios para las piscinas y las instalaciones, se ha armado la zona de losa referida a la planta del spa, entendiéndose la zona sin armar como el forjado superior de la zona de instalaciones y la zona de piscinas.

Por simplicidad constructiva y para evitar que posibles errores en la colocación de las barras afecten al comportamiento en servicio de la estructura se propone unificar todas las barras al diámetro superior existente, siendo por tanto los armados de refuerzo tanto superiores como inferiores de Ø12 c/20.

En el plano se han grafiado tanto los muros que mueren en esta planta como los arranques de los muros para la parte superior del hotel.

Los pilares son unos perfiles rectangulares huecos de acero de unas dimensiones de 120x80x5, la losa posee un canto de 50 cm de espesor.



FORJADOS Y ESTRUCTURAS

| CUADRO DE CARACTERISTICAS SEGUN (EHE) | | | | | |
|---------------------------------------|---------------------|-----------------------------|---------------|-----------------------------|-----------------------|
| ELEMENTO | LOCALIZACION | ESPECIFICACION DEL ELEMENTO | NIVEL CONTROL | COEFIC. λ λ | |
| HORMIGON | igual toda la obra | | | | |
| | cimentacion y muros | HA-30/B/20/Ila | Estadístico | 1,5 | |
| | pilares | HA-30/B/20/Ila | Estadístico | 1,5 | |
| | vigas | HA-30/B/20/Ila | Estadístico | 1,5 | |
| | losas y forjados | HA-30/B/20/Ila | Estadístico | 1,5 | |
| ACERO DE ARMADURAS | igual toda la obra | | | | |
| | cimentacion y muros | B 500S | Estadístico | | 1,15 |
| | pilares | B 500S | Estadístico | | 1,15 |
| | vigas | B 500S | Estadístico | | 1,15 |
| | losas y forjados | B 500S | Estadístico | | 1,15 |
| EJECUCION | igual toda la obra | | | | |
| | cimentacion y muros | | Normal | | |
| | pilares | | Normal | | |
| | vigas | | Normal | | |
| | losas y forjados | | Normal | | |
| | LOCALIZACION | AMBIENTE | RELACION A/C | MINIMO CONTENIDO CEMENTO | RECUBRIMIENTO NOMINAL |
| HA-30 | CIMENTACION | I I a | 0,60 | 275 Kg/m3 | 50 mm |
| HA-30 | ESTRUCTURA | I I a | 0,60 | 275 Kg/m3 | 35 mm |

| ESPECIFICACIONES PARA MATERIALES Y HORMIGONES | | | | | |
|---|-----------------|---------------------------|-------------|------------------------|----------------------------|
| TIPO DE HORMIGON | ARIDO A EMPLEAR | | CEMENTO | CONSISTENCIA | RESIST.CARACT.N/mm2 |
| | TIPO DE ARIDO | TAMANO MAX. EN MILIMETROS | CLASE | ASIENTO EN CONO ABRAMS | A LOS 7 DIAS A LOS 28 DIAS |
| HA-25 | Machacado | 20 | CEM II 32,5 | (6 a 9)±1 cm | 16,25 25 |
| HA-30 | Machacado | 20 | CEM II 32,5 | (6 a 9)±1 cm | 19,50 30 |

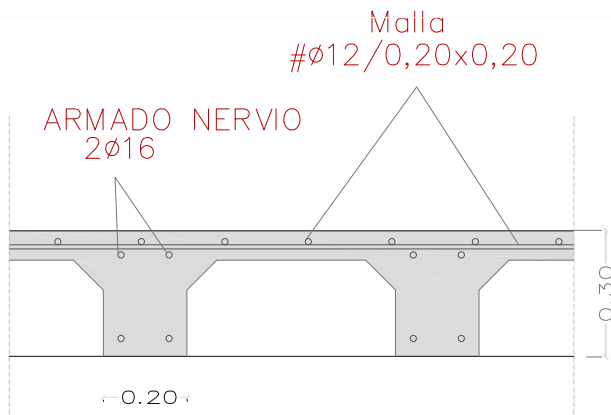
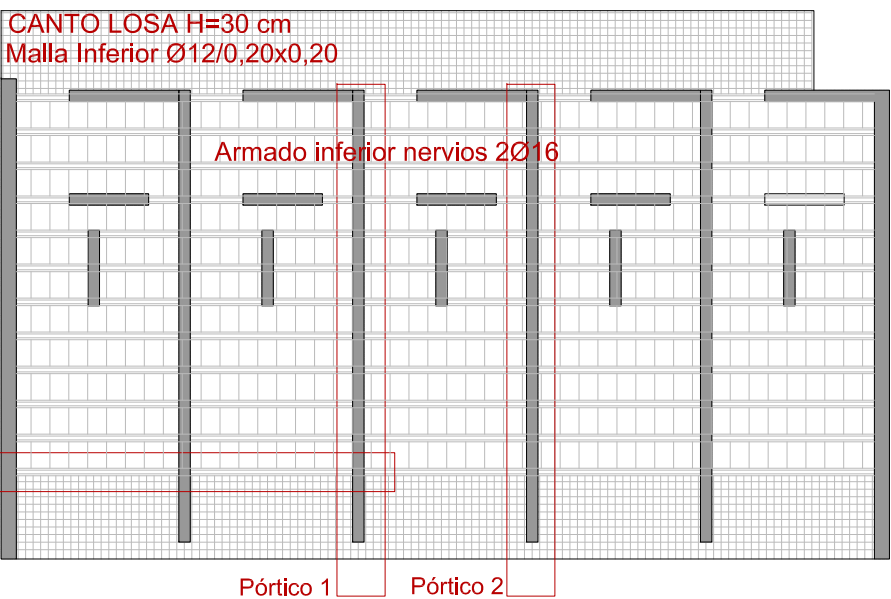
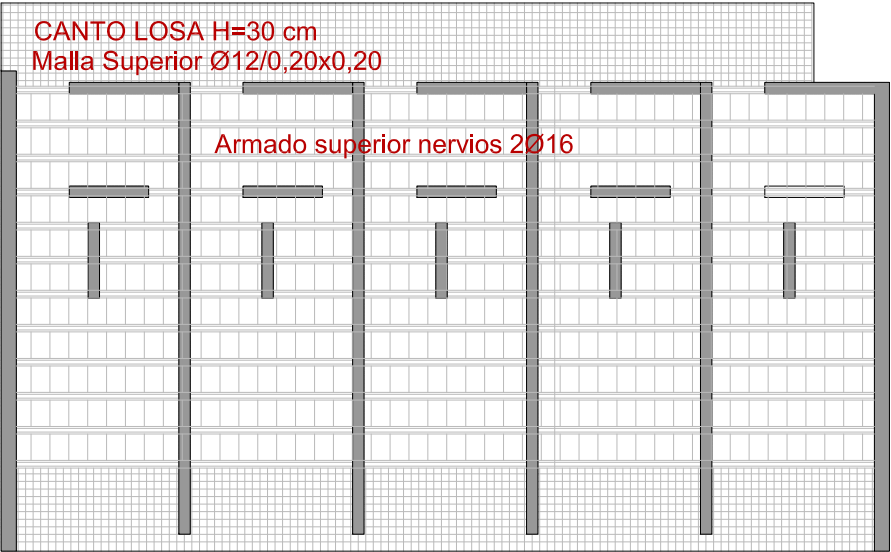
| | LONGITUDES ANCLAJE (cm) | | LONGITUDES SOLAPE (cm) | | | |
|-----|-------------------------|---------|------------------------|---------|---------|---------|
| | Lb (I) | Lb (II) | Lb (I) | | Lb(II) | |
| | | | Sep≤10ø | Sep>10ø | Sep≤10ø | Sep>10ø |
| ø10 | 15 | 20 | 30 | 20 | 40 | 30 |
| ø12 | 25 | 35 | 50 | 35 | 70 | 50 |
| ø16 | 40 | 55 | 80 | 55 | 110 | 75 |
| ø20 | 60 | 85 | 120 | 85 | 170 | 120 |
| ø25 | 95 | 130 | 180 | 130 | 260 | 180 |

La estructura calculada corresponde a la zona del spa, debido a los diferentes escalonamientos en la losa de cimentación para generar los espacios para las piscinas y las instalaciones, se ha armado la zona de losa referida a la planta del spa, entendiéndose la zona sin armar como el forjado superior de la zona de instalaciones y la zona de piscinas.

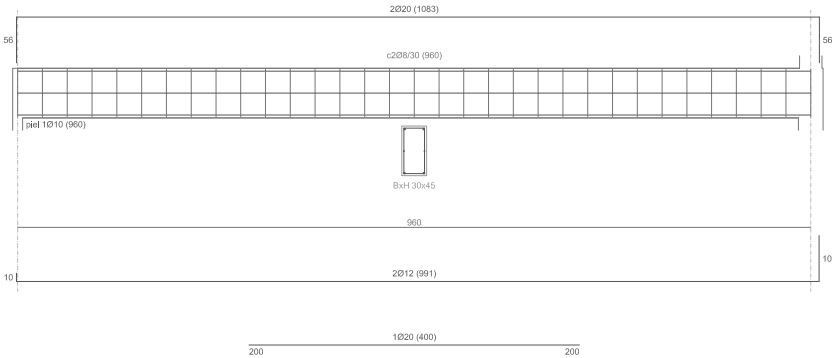
Por simplicidad constructiva y para evitar que posibles errores en la colocación de las barras afecten al comportamiento en servicio de la estructura se propone unificar todas las barras al diámetro superior existente, siendo por tanto los armados de refuerzo tanto superiores como inferiores de Ø12 c/20.

En el plano se han grafiado tanto los muros que mueren en esta planta como los arranques de los muros para la parte superior del hotel.

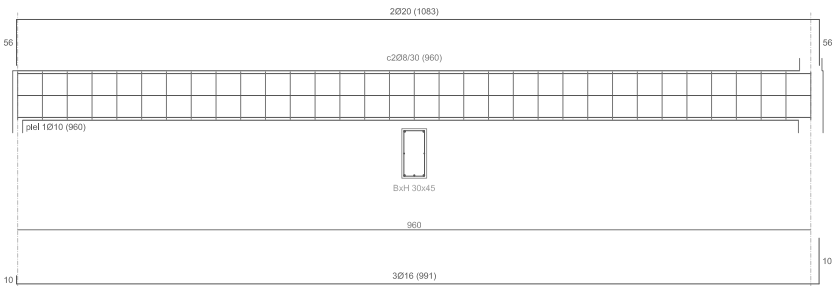
Los pilares son unos perfiles rectangulares huecos de acero de unas dimensiones de 120x80x5, la losa posee un canto de 50 cm de espesor.



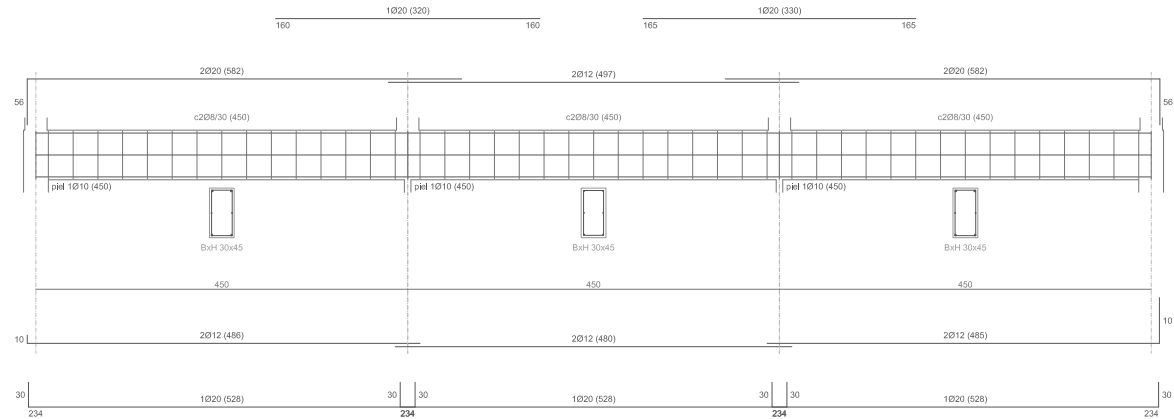
Pórtico 1



Pórtico 2



Pórtico 3



FORJADOS Y ESTRUCTURAS

| CUADRO DE CARACTERISTICAS SEGUN (EHE) | | | | | |
|---------------------------------------|---------------------|-----------------------------|---------------|--------------------------|-----------------------|
| ELEMENTO | LOCALIZACION | ESPECIFICACION DEL ELEMENTO | NIVEL CONTROL | COEFIC. | |
| | | | | α | β |
| HORMIGON | igual toda la obra | | | | |
| | cimentacion y muros | HA-30/B/20/Ila | Estadistico | 1.5 | |
| | pilares | HA-30/B/20/Ila | Estadistico | 1.5 | |
| | vigas | HA-30/B/20/Ila | Estadistico | 1.5 | |
| | losas y forjados | HA-30/B/20/Ila | Estadistico | 1.5 | |
| ACERO DE ARMADURAS | igual toda la obra | | | | |
| | cimentacion y muros | B 500S | Estadistico | | 1,15 |
| | pilares | B 500S | Estadistico | | 1,15 |
| | vigas | B 500S | Estadistico | | 1,15 |
| | losas y forjados | B 500S | Estadistico | | 1,15 |
| EJECUCION | igual toda la obra | | | | |
| | cimentacion y muros | | Normal | | |
| | pilares | | Normal | | |
| | vigas | | Normal | | |
| | losas y forjados | | Normal | | |
| | LOCALIZACION | AMBIENTE | RELACION A/C | MINIMO CONTENIDO CEMENTO | RECURRIMIENTO NOMINAL |
| HA-30 | CIMENTACION | I I \square | 0,60 | 275 Kg/m3 | 50 mm |
| HA-30 | ESTRUCTURA | I I \square | 0,60 | 275 Kg/m3 | 35 mm |

| ESPECIFICACIONES PARA MATERIALES Y HORMIGONES | | | | | |
|---|-----------------|---------------------------|--------------|------------------------|----------------------------|
| TIPO DE HORMIGON | ARIDO A EMPLEAR | CEMENTO | CONSISTENCIA | RESIST.CARACT.N/mm2 | |
| | TIPO DE ARIDO | TAMANO MAX. EN MILIMETROS | CLASE | ASIENTO EN CONO ABRAMS | A LOS 7 DIAS A LOS 28 DIAS |
| HA-25 | Machacado | 20 | CEM II 32,5 | (6 a 9)±1 cm | 16,25 25 |
| HA-30 | Machacado | 20 | CEM II 32,5 | (6 a 9)±1 cm | 19,50 30 |

| | LONGITUDES ANCLAJE (cm) | | LONGITUDES SOLAPE (cm) | | | |
|-----|-------------------------|---------|------------------------|---------|---------|---------|
| | Lb (I) | Lb (II) | Lb (I) | | Lb (II) | |
| | | | Sep≤10ø | Sep>10ø | Sep≤10ø | Sep>10ø |
| ø10 | 15 | 20 | 30 | 20 | 40 | 30 |
| ø12 | 25 | 35 | 50 | 35 | 70 | 50 |
| ø16 | 40 | 55 | 80 | 55 | 110 | 75 |
| ø20 | 60 | 85 | 120 | 85 | 170 | 120 |
| ø25 | 95 | 130 | 180 | 130 | 260 | 180 |

La planta grafiada corresponde a la zona del hotel, se observa a tenor de los diagramas obtenidos del cálculo que el armado base es suficiente para absorber los esfuerzos que se producen en la estructura. El forjado unidireccional in situ no sería necesario por tanto y podríamos sustituirlo por una losa, hecho que se desprende de la magnitud de momentos obtenidos.

Resaltar que los muros del hotel en la zona central del spa, descansan sobre unas pequeñas vigas de cuelgue que se grafian en este plano.

Por simplicidad constructiva y para evitar que posibles errores en la colocación de las barras afecten al comportamiento en servicio de la estructura se propone unificar todas las barras al diámetro superior existente, siendo por tanto los armados de refuerzo tanto superiores como inferiores de Ø12 c/20.

En el plano se han grafiado tanto los muros que mueren en esta planta como los arranques de los muros para la parte superior del hotel.