
DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DE UN AUDITORIO EN EL MUNICIPIO DE CHELVA (VALENCIA).

TRABAJO FINAL DE GRADO

Titulación: Grado en Ingeniería de Obras Públicas

Curso: 2016/17

Autor: María del Mar Martínez Sevilla

Tutor: Ignacio Javier Payá Zaforteza

Valencia, Septiembre de 2017

ÍNDICE

Documento nº1. MEMORIA

ANEJOS A LA MEMORIA

Anejo nº 1. DISEÑO GEOMÉTRICO DEL EDIFICIO
Anejo nº 2. ESTUDIO GEOLÓGICO Y GEOTÉCNICO
Anejo nº 3. CÁLCULO ESTRUCTURAL
Anejo nº 4. VALORACIÓN ECONÓMICA

Documento nº2. PLANOS

ÍNDICE DE PLANOS

- 01.1. Plano de situación
- 01.2. Plano de emplazamiento

- 02.1. Planta de arquitectura y secciones
- 02.2. Planta estructural (I)
- 02.3. Planta estructural (II)

- 03.1. Plano de cargas. Forjado Planta Baja. Cargas Muertas
- 03.2. Plano de cargas. Forjado Planta Baja. Sobrecargas (Qa)
- 03.3. Plano de cargas. Forjado Planta Baja. Sobrecargas Hipótesis 2 (Qb)
- 03.4. Plano de cargas Forjado Cubierta Secundaria
- 03.5. Plano de cargas Losas del Graderío

- 04.1. Planta de cimentación
- 04.2. Armado de zapatas (I)
- 04.3. Armado de zapatas (II)
- 04.4. Armado de zapatas (III)
- 04.5. Armado de zapatas (IV)
- 04.6. Armado de zapatas (V)
- 04.7. Armado de zapatas (VI)
- 04.8. Armado de zapatas (VII)
- 04.9. Armado de zapatas (VIII)
- 04.10. Armado de zapatas (IX)

- 05.1. Cuadro de pilares (I)
- 05.2. Cuadro de pilares (II)
- 05.3. Cuadro de pilares (III)

- 06.1. Viga perimetral 1
- 06.2. Viga perimetral 2
- 06.3. Viga perimetral 3
- 06.4. Armado pórtico 1 Forjado planta baja
- 06.5. Armado pórtico 2-3 Forjado planta baja
- 06.6. Armado pórtico 4-6 Forjado planta baja
- 06.7. Armado pórtico 5 Forjado planta baja
- 06.8. Armado pórtico 7-8 Forjado planta baja
- 06.9. Armado pórtico 9-10 Forjado planta baja
- 06.10. Armado pórtico 11-12 Forjado planta baja
- 06.11. Armado pórtico 2-3-4-5 Forjado Cubierta Secundaria
- 06.12. Armado pórtico 13-14-15 Forjado Cubierta Secundaria
- 06.13. Armado pórticos 1-2 Losas
- 06.14. Armado pórticos 3-4 Losas
- 06.15. Armado pórticos 5-6 Losas
- 06.16. Armado pórticos 7-8-10 Losas
- 06.17. Armado pórticos 9-11-12 Losas
- 06.18. Armado pórticos 13-14 Losas
- 07.1. Esfuerzos en viguetas forjado planta baja

- 07.2. Armado forjado planta baja
- 07.3. Esfuerzos y armado forjado cubierta secundaria

- 08.1. Armado de losa 1
- 08.2. Armado de losa 2
- 08.3. Armado de losas parte de arriba
- 08.4. Armado de losa horizontal
- 08.5. Armado macizados forjado cubierta secundaria

- 09.1. Cubierta en 3D
- 09.2. Planta de cubierta
- 09.3. Sección longitudinal y transversal de cubierta
- 09.4. Detalles uniones cubierta (I)
- 09.5. Detalles uniones cubierta (II)
- 09.6. Detalles uniones cubierta (III)

Documento nº1. MEMORIA

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	3
1.1. Objeto	3
1.2. Situación y emplazamiento	3
2. ESTUDIO GEOTÉCNICO.....	4
3. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO.....	5
3.1. Distribución en planta	5
3.2. Distribución en alzado	5
3.3. Descripción de las 3 zonas	5
4. RECUBRIMIENTOS Y MATERIALES.....	6
4.1. Tipo de ambiente.....	6
4.2. Recubrimientos.....	6
4.3. Hormigones y aceros	6
5. ACCIONES ADOPTADAS PARA EL CÁLCULO	6
5.1. Acciones permanentes	6
5.2. Acciones variables	6
6. DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS DE LA ESTRUCTURA.....	7
6.1. Cimentaciones	7
6.2. Pilares.....	8
6.3. Vigas	8
6.4. Forjados.....	8
6.5. Losas	8
6.6. Cerchas	8
7. DIMENSIONAMIENTO-COMPROBACIÓN ELEMENTOS.....	8
8. ANÁLISIS ESTRUCTURAL CON CYPE	9
9. VALORACIÓN ECONÓMICA.....	9

ANEJOS A LA MEMORIA

- Anejo nº 1. DISEÑO GEOMÉTRICO DEL EDIFICIO
- Anejo nº 2. ESTUDIO GEOLÓGICO Y GEOTÉCNICO
- Anejo nº 3. CÁLCULO ESTRUCTURAL
- Anejo nº 4. VALORACIÓN ECONÓMICA

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Objeto

El objeto del presente Trabajo Final de Grado es el diseño de la estructura de un auditorio. Dicho auditorio se ha ubicado en el municipio de Chelva (Valencia).

El diseño de esta estructura tiene en cuenta las condiciones que este tipo de edificios requiere para su uso.

1.2. Situación y emplazamiento

El edificio objeto de diseño se encuentra en el municipio de Chelva, perteneciente a la provincia de Valencia, en la Comunidad Valenciana (España).



Figura 1.2.1. Comunidad Valenciana en España



Figura 1.2.2. Localización del municipio de Chelva en la provincia de Valencia

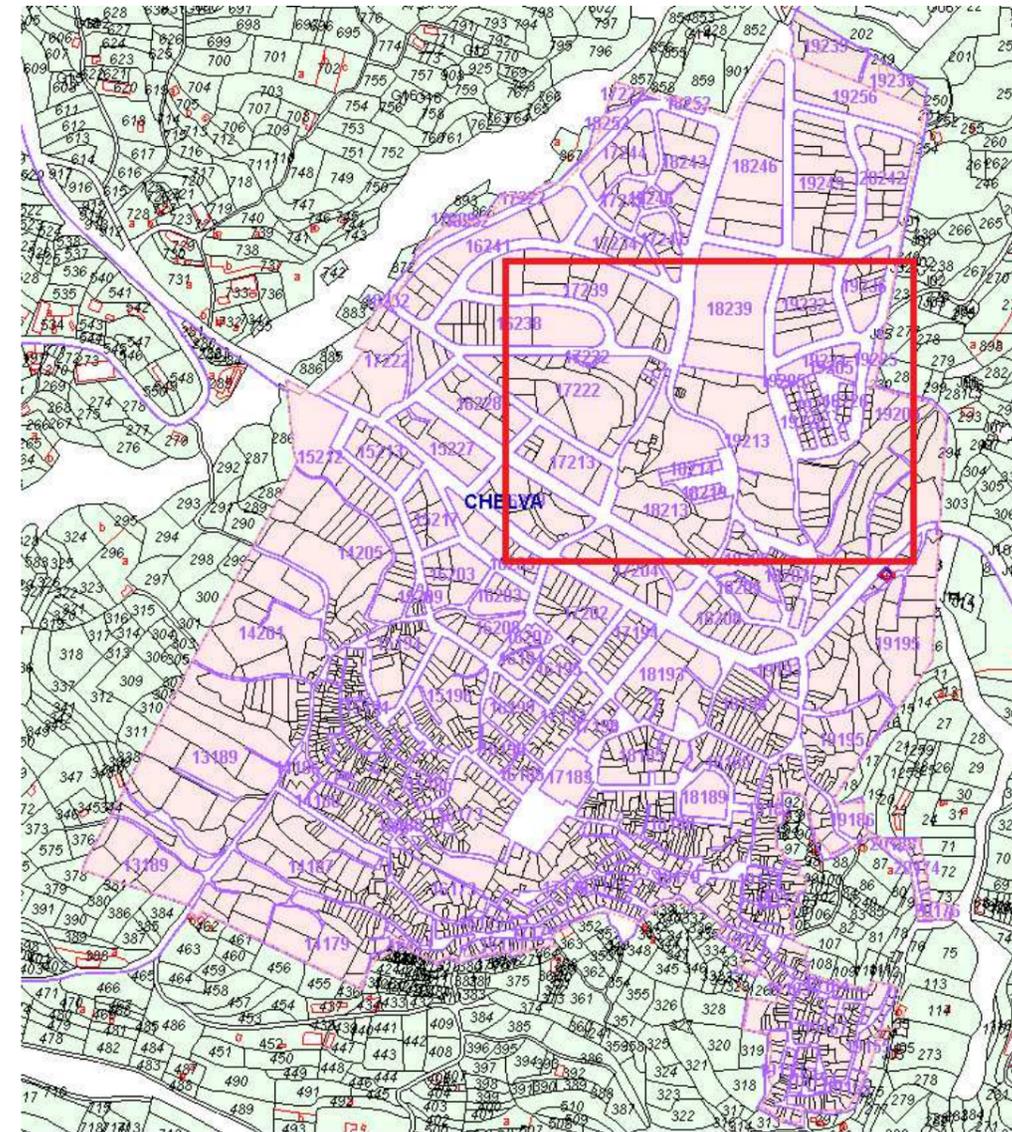


Figura 1.2.3. Parcelas catastrales del municipio de Chelva

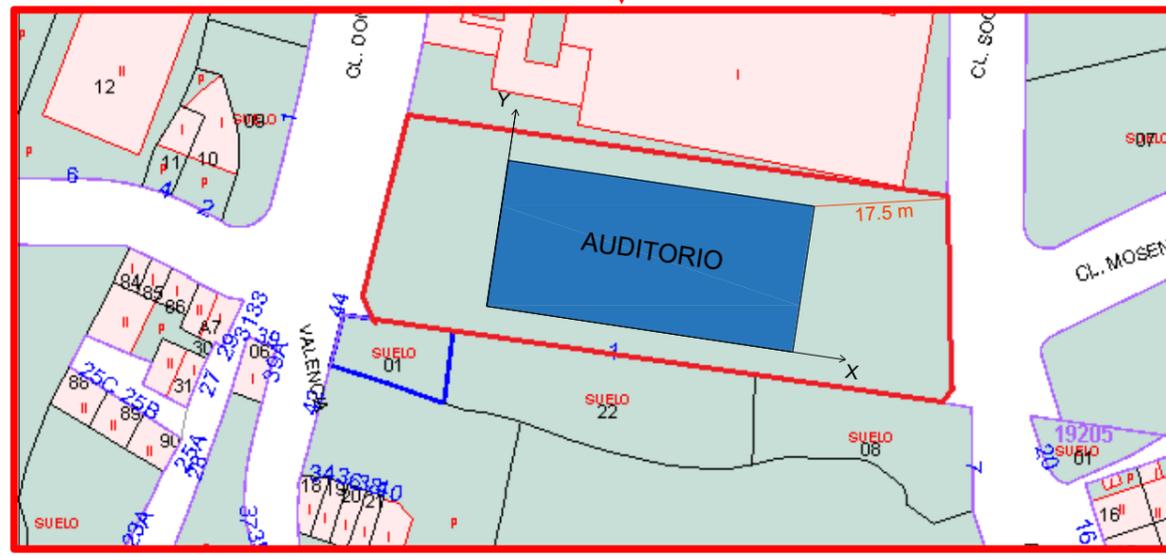
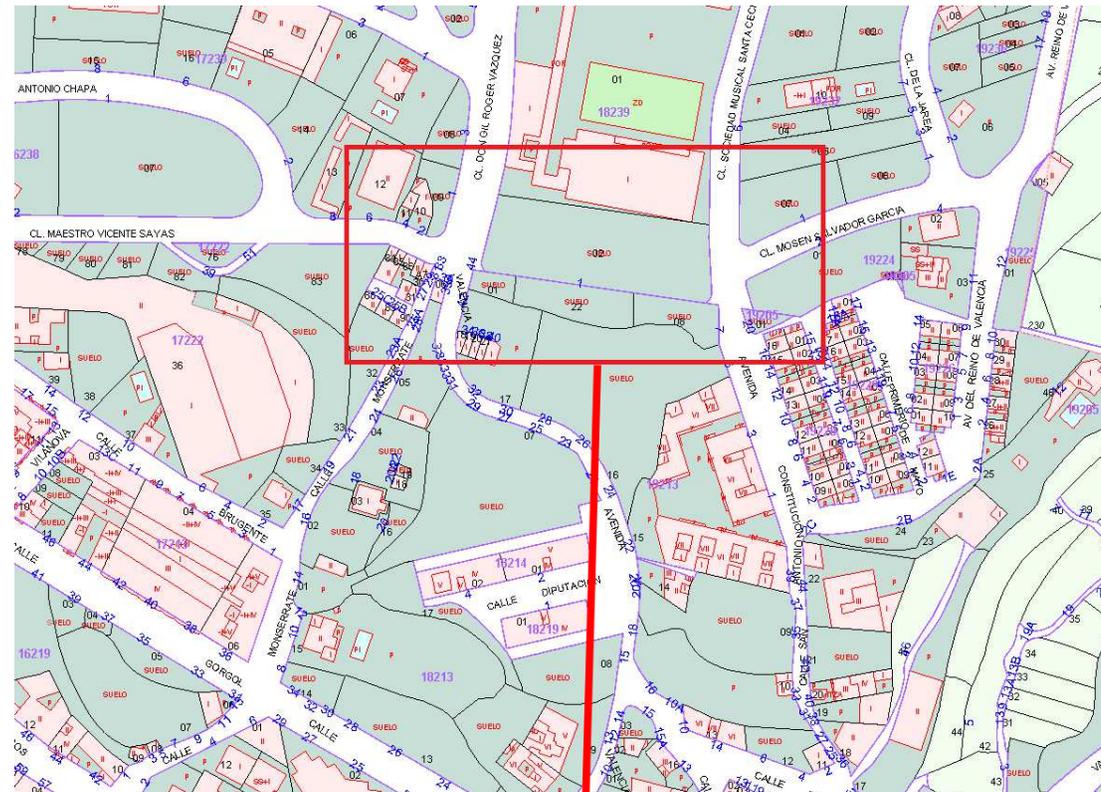


Figura 1.2.3. Emplazamiento del edificio

2. ESTUDIO GEOTÉCNICO

No se tiene información de la parcela en lo que se refiere a la geotecnia, por lo que se ha recurrido al estudio geotécnico de la parcela colindante.

Este estudio geotécnico fue realizado por la empresa "GRUPO DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.L.".

De este estudio se extraen las siguientes conclusiones:

Cota apoyo cimentación	-2.30 m
Ataque al hormigón	NO
Afección del Nivel Freático	NO
Afección del sismo	NO

Con los datos del estudio geotécnico, se han dimensionado 3 zapatas, dos aisladas cuadradas y una combinada, que son representativas de todas las demás.

Se calcula la tensión de hundimiento del terreno.

Sabiendo las cargas que llegan de los pilares a cada zapata, se deciden unas dimensiones de zapata para no superar dicha tensión.

Todos estos cálculos se encuentran desarrollados en el "Anejo nº2. Estudio geológico y geotécnico".

3. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO

3.1. Distribución en planta

El edificio es rectangular y sus medidas en planta son 42 x 20 m, en los ejes X e Y respectivamente.

Consta de 3 zonas claramente diferenciadas por su uso y dimensión:

- Entrada principal (Zona 1): 8 x 20 m
- Sala de conciertos (Zona 2): 26 x 20 m
- Zona de camerinos (Zona 3): 8 x 20 m

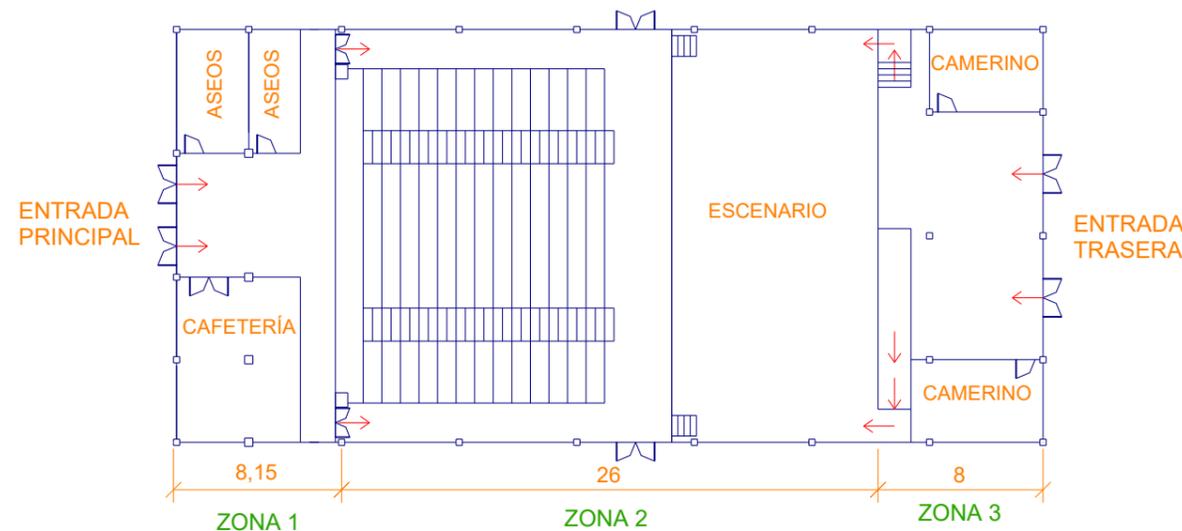


Figura 3.1. Distribución en planta del edificio.

3.2. Distribución en alzado

Como se explica detalladamente en el "Anejo nº1. Diseño geométrico" del presente trabajo, se ha diseñado el edificio de forma que todas las entradas al edificio quedan a la cota de la calle, quedando así accesible a todas las personas.

En lo que se refiere a las cubiertas, el edificio tiene dos a distinta cota, la principal y la secundaria.

- La cubierta principal se encuentra a una cota de 11,3 m desde el suelo. Esta cota está condicionada por la altura donde apoya la losa del graderío donde se encuentra el patio de butacas. Consistirá en unos paneles sándwich apoyados sobre correas y estas, a su vez, apoyadas en unas vigas metálicas en forma de celosía.

- La cubierta secundaria está a una cota de 4,2 m desde el suelo. La diferencia de cota con respecto a la cubierta principal se debe a que el espacio que queda debajo de esta cubierta es una zona donde todos sus elementos se encuentran a cota 0 y su uso no requiere más altura.

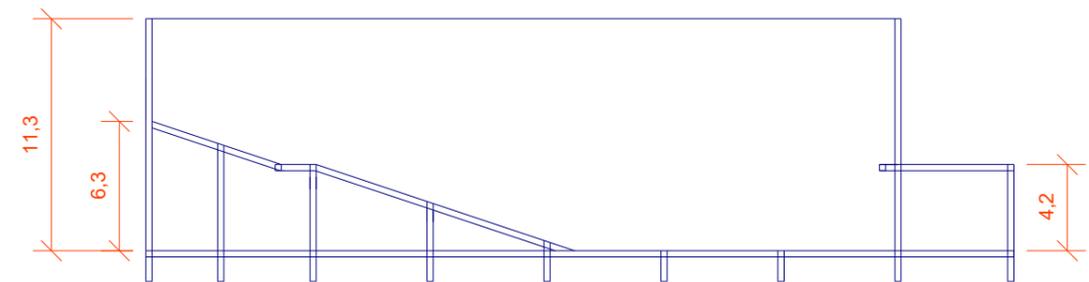


Figura 3.2. Distribución en alzado del edificio.

3.3. Descripción de las 3 zonas

ENTRADA PRINCIPAL (ZONA 1)

La entrada principal del edificio consta de un vestíbulo de entrada, una cafetería y dos aseos. La cota de este espacio está limitada a 4,2 m.

Por encima de esta zona se encuentra la parte de arriba del graderío.

SALA DE CONCIERTOS (ZONA 2)

Esta zona es la principal del edificio y es donde se encuentra el escenario y el graderío del patio de butacas.

El graderío se distribuye en 2 partes, la de abajo (hasta la cota 4,2 m) y la de arriba (hasta la cota 6,3 m).

Bajo la parte de abajo queda un espacio de almacenamiento cuya sobrecarga de uso se limita a 5 KN/m².

Como se ha dicho anteriormente, la parte de arriba del graderío queda por encima de la zona 1.

ZONA DE CAMERINOS (ZONA 3)

La zona de camerinos es de uso exclusivo a las personas actuantes.

Este espacio consta de un vestíbulo y de dos camerinos con aseos.

Para el acceso al escenario existe una rampa y unas escaleras.

4. RECUBRIMIENTOS Y MATERIALES

4.1. Tipo de ambiente

Según el punto "8.2.1 Definición del tipo de ambiente" de la EHE-08:

Clase general de exposición:

- **I:** se considerarán pertenecientes a esta clase todos los elementos del interior del edificio, que no tengan ningún tipo de contacto con el exterior o con el terreno.
- **IIa:** los elementos de cimentación y el primer tramo de pilares, que están enterrados pertenecen a esta clase.

4.2. Recubrimientos

Los recubrimientos a disponer vienen definidos por el punto "37.2.4 Recubrimientos" de la EHE-08.

En este caso el recubrimiento nominal mínimo para todos los elementos será de:

$$r_{nom} = 25 + 10 = \mathbf{35 \text{ mm}}$$

4.3. Hormigones y aceros

Los materiales utilizados para los diferentes elementos de la estructura son los siguientes:

- Cimentación: HA-25/B/20/IIa
- Pilares y vigas: HA-30/B/20/I
- Cerchas: Acero S275
- Armaduras pasivas: Acero B500S

5. ACCIONES ADOPTADAS PARA EL CÁLCULO

5.1. Acciones permanentes

- PESO PROPIO
- CARGAS MUERTAS

Una de las peculiaridades de esta estructura, es que está sometida a cargas muy diferentes en distintos lugares. Esta es una de las causas de que los elementos que la componen sean tan diferentes.

A continuación, se sintetiza en una tabla el valor de todas las cargas muertas que habrá en la estructura:

Tabla 5.1. Valores de las cargas muertas

CARGA	VALOR (KN/m ²)
PELDAÑEADO GRADERÍO	3,0
SOLADO BAÑOS Y CAFETERÍA	0,8
SOLADO GRADERÍO	0,3
SOLADO VESTÍBULO DE ENTRADA, ESPACIO DE CAMERINOS Y PASILLO	0,5
FALSO TECHO	0,1
BUTACAS	0,4
ESCENARIO	0,25
SOLADO ESCENARIO	0,3
TABIQUERÍA	1,3
CERRAMIENTO	3,0
CUBIERTA PRINCIPAL	0,1
CUBIERTA SECUNDARIA	2,5

5.2. Acciones variables

- SOBRECARGA DE USO

La estructura de estudio está sometida a diferentes valores de sobrecarga de uso según la zona.

- o GRADERÍO (C2: Zonas con asientos fijos) = 4 kN/m²
- o VESTÍBULO DE ENTRADA, ZONA DE CAMERINOS Y ESCENARIO (C3: Zonas sin obstáculos [...] como vestíbulos de edificios públicos) = 5 kN/m²
- o CUBIERTA PRINCIPAL (G1: Cubiertas ligeras sobre correas (sin forjado)) = 0,4 kN/m²
- o CUBIERTA SECUNDARIA (G1: Cubiertas con inclinación inferior a 20°) = 1 kN/m²
- o ZONA DE ALMACENAMIENTO BAJO EL GRADERÍO:

Como se explica en el "Anejo Nº1. Diseño Geométrico", esta zona está prevista para almacenamiento, para optimizar el aprovechamiento del espacio en el edificio.

En el punto "3.1.1 Valores de la sobrecarga" del BDSE-AE del Código Técnico de la Edificación indica lo siguiente: "Para las zonas de almacén o biblioteca, se consignará en la memoria del proyecto y en las instrucciones de uso y mantenimiento el valor de sobrecarga media, y en su caso, distribución de carga, para la que se ha calculado la zona, debiendo figurar en obra una placa con dicho valor."

Para esta construcción se ha decidido limitar la sobrecarga de uso en este espacio a 5 kN/m^2 .

- VIENTO

Para el cálculo de las acciones de viento se utilizan los siguientes datos:

- Zona eólica: Zona A, donde la velocidad básica del viento es de 26 m/s .
- Grado de aspereza: III, Zona rural accidentada o llana con algunos obstáculos aislados, como árboles o construcciones pequeñas.

El cálculo detallado de dichas acciones se encuentra en el "Anejo nº3. Cálculo estructural".

- NIEVE

$0,4 \text{ kN/m}^2$

6. DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS DE LA ESTRUCTURA

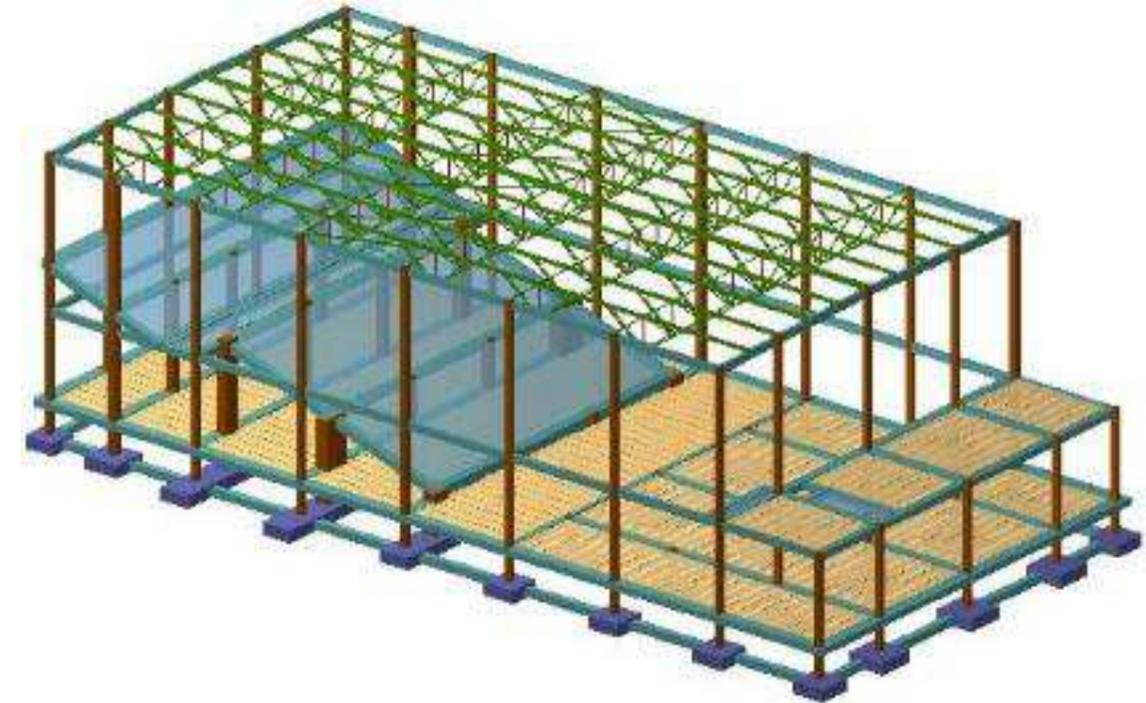


Figura 3. Estructura completa vista en 3D.

6.1. Cimentaciones

La cimentación tiene distintos elementos diferentes:

- Zapatas aisladas cuadradas
- Zapatas combinadas rectangulares
- Vigas de atado de sección $40 \times 40 \text{ cm}$

6.2. Pilares

Debido a que las cargas son muy variables según la zona del edificio han resultado unos pilares muy dispares.

Tabla 6.2. Dimensiones de los pilares

Número de pilar	Dimensiones (cm)
P1, P3, P4, P5, P6, P7, P8, P9, P11, P12, P13, P14, P15, P16, P17, P18, P19, P20, P21, P22, P23, P24, P25, P26, P27, P43, P44, P45, P46, P47, P48	30X30
P2, P10, P29, P30, P33, P34, P40, P41, P42	40X40
P28, P31	60X70
P32, P35	70X130
P36, P39	70X90
P37, P38	50X50

6.3. Vigas

De la misma manera que con los pilares, resultan diferentes tipos y dimensiones de vigas según la zona del edificio.

En los forjados unidireccionales las vigas tienen un canto de 35 cm y unos anchos de 30, 40, 50, 55 y 75 cm.

Las vigas que componen las losas de hormigón del graderío son todas de 40x40 cm.

Además, existen unas vigas perimetrales que atan todo el perímetro del edificio. Estas son de 20x40 cm.

6.4. Forjados

Las características de los forjados son las siguientes:

<p>FORJADO DE VIGUETAS DE HORMIGÓN Canto de bovedilla: 30 cm Espesor capa compresión: 5 cm Intereje: 70 cm Bovedilla: De poliestireno Ancho del nervio: 12 cm Volumen de hormigón: 0,119 m³/m² Peso propio: 2,908 kN/m²</p>
--

6.5. Losas

Las losas que forman el graderío son losas inclinadas bidireccionales de hormigón armado de 40 cm de canto.

Se ha dispuesto un armado base, y además, alrededor de los pilares se ha dispuesto un refuerzo.

6.6. Cerchas

Para la cubierta principal se utilizan unas cerchas metálicas de 20 m. Son a dos aguas, con una pendiente del 2%.

Están compuestas por dobles L dispuestas en T, siendo las dimensiones diferentes según el elemento:

- Cordón superior: 60x60x10
- Cordón inferior: 50x50x7
- Montantes: 40x40x5
- Diagonales: 55x55x6

Además, existen unos arriostramientos tanto superior como inferiormente que son perfiles L, con las siguientes dimensiones:

- Arriostramiento inferior: 75x75x4
- Arriostramiento superior extremo: 90x90x9
- Arriostramiento superior central: 100x100x7

7. DIMENSIONAMIENTO-COMPROBACIÓN ELEMENTOS

En este apartado se realiza el dimensionamiento de algunos de los elementos de la estructura, para comprobar que los resultados que se extraen del programa de cálculo *Cype* son razonables.

También, en algunos casos es un predimensionamiento para tener unos datos de partida que introducir al programa.

Además, se realiza el cálculo de algunos elementos o partes, que se realizan completamente a mano.

Los elementos que se dimensionan o calculan son los forjados de viguetas y la cercha metálica, de la cual se diseñan las uniones.

Todos estos cálculos están desarrollados en el "Anejo nº3. Cálculo estructural" del presente trabajo.

8. ANÁLISIS ESTRUCTURAL CON CYPE

Todo el proceso de dimensionamiento se ha realizado mediante la ayuda del programa de cálculo *Cype*. En el "Anejo nº3. Cálculo estructural" del presente trabajo se encuentran los siguientes listados extraídos del programa:

- Listado de combinaciones
- Armados y esfuerzos pésimos de pilares
- Armado de vigas

9. VALORACIÓN ECONÓMICA

CAPITULO	RESUMEN	EUROS	%
01	ACTUACIONES PREVIAS Y MOVIMIENTOS DE TIERRAS	14.045,20	6,71
02	CIMENTACIÓN	23.763,83	11,35
03	ESTRUCTURA	171.623,07	81,95
	TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL	209.432,10	
	19,00 % GG + BI	39.792,10	
	21,00 % I.V.A.	52.337,08	
	TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA	301.561,28	
	TOTAL PRESUPUESTO GENERAL	301.561,28	

Asciede el presupuesto general a la expresada cantidad de TRESCIENTOS UN MIL QUINIENTOS SESENTA Y UN EUROS con VEINTIOCHO CÉNTI-MOS

El Autor



Valencia, a 4 de septiembre de 2017