

# Universidad Politécnica de Valencia

Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño



## DEPARTAMENTO DE MECÁNICA DE LOS MEDIOS CONTÍNUOS Y TEORÍA DE ESTRUCTURAS

**Grado en Ingeniería Mecánica**

**Trabajo fin de grado**

*Proyecto básico de un hangar destinado al  
resguardo de aeronaves de tipo jet corporativo*

**I - MEMORIA**

**Alumno:** *Álvaro Cedro Velázquez*

**Tutores:** *Pedro Efrén Martín Concepción  
José Miguel Molines Cano*

Valencia, septiembre 2017

## ÍNDICE

<b>1. Memoria descriptiva.....</b>	<b>4</b>
1.1. Objeto del proyecto.....	4
1.2. Agentes .....	4
1.3. Información previa.....	4
1.3.2. Emplazamiento y descripción del solar.....	4
1.4. Descripción del proyecto .....	4
1.4.1. Descripción general del edificio.....	4
1.5. Programa de necesidades .....	5
1.6. Uso característico.....	5
1.7. Otros usos previstos .....	5
1.8. Relación con el entorno .....	5
<b>2. Memoria constructiva .....</b>	<b>6</b>
2.1. Sustentación del edificio.....	6
2.2. Sistema estructural .....	6
2.3. Sistema envolvente .....	7
2.4. Sistema de acabados .....	7
2.5. Sistema de acondicionamiento e instalaciones .....	7
2.6. Equipamiento .....	7
<b>3. Cumplimiento del CTE .....</b>	<b>8</b>
3.1. Seguridad en caso de incendio CTE-DB-SI .....	8
3.2. Seguridad de utilización y accesibilidad CTE-DB-SUA .....	8
3.2.2. Seguridad frente al riesgo de impacto o de atrapamiento .....	8
3.2.3. Seguridad frente al riesgo de aprisionamiento .....	8
3.2.4. Seguridad frente al riesgo causado por iluminación inadecuada .....	8
3.2.5. Seguridad frente al riesgo causado por situaciones con alta ocupación.....	8
3.2.6. Seguridad frente al riesgo de ahogamiento. ....	9
3.2.7. Seguridad frente al riesgo causado por vehículos en movimiento. ....	9
3.2.8. Seguridad frente al riesgo causado por la acción del rayo .....	9



---

3.3. Ahorro de energía CTE-DB-HE.....	12
3.4. Salubridad CTE-DB-HS.....	12
3.5. Aislamiento acústico DB-HR.....	12
<b>4. Anejos de la memoria.....</b>	<b>13</b>

## **1. Memoria descriptiva**

### **1.1. Objeto del proyecto**

Elaboramos el presente proyecto con el objeto establecer y justificar, con la normativa vigente, los parámetros constructivos que permitan la edificación de un hangar destinado al resguardo de aeronaves.

### **1.2. Agentes**

El promotor de este proyecto es la empresa CESSNA SPANISH CITATION SERVICE CENTER SL con domicilio en C/ 4, 46930 Quart de Poblet, Valencia

El autor del proyecto es el ingeniero Álvaro Cedro Velázquez.

### **1.3. Información previa**

#### **1.3.1. Antecedentes y condiciones de partida**

En los últimos años, la empresa contratante está experimentando un aumento considerable de la demanda de mantenimiento de jets corporativos. Frente a esto, la misma pretende la construcción de un hangar de apoyo al que ya poseen para aumentar su capacidad de recepción de aeronaves.

#### **1.3.2. Emplazamiento y descripción del solar**

La zona donde será ubicado el hangar se sitúa en la parte sur-oeste del aeropuerto de Valencia a pocos metros del hangar con la que la compañía trabaja actualmente.

La parcela se encuentra en el espacio libre de edificaciones que se encuentra en la zona norte respecto del hangar en funcionamiento de la compañía.

El solar tiene una forma rectangular y cuenta con una superficie de 3250 m<sup>2</sup>, de los cuales 2700 m<sup>2</sup> estarán destinados a la edificación. La superficie es plana y actualmente no existe en ella ninguna construcción.

### **1.4. Descripción del proyecto**

#### **1.4.1. Descripción general del edificio**

Se trata de un hangar destinado al resguardo de aeronaves. Las dimensiones generales de la planta son de 60 metros de ancho por 45 metros de largo y una altura total de 16 metros. Se trata de una estructura porticada totalmente diáfana. Es necesario que toda la superficie del hangar quede libre de cualquier obstáculo que impida el acceso y el aparcamiento de las aeronaves.

Los pórticos están formados por vigas en celosía tipo Warren con montantes, con un canto de 4 m. Aquellos están proyectados de manera que trabajemos con una cubierta plana. La distancia entre pórticos es de 5 m.

Los pórticos están proyectados para funcionar como empotramientos en las uniones de las cerchas con los pilares, y como articulaciones en las uniones con la cimentación.

La estructura posee cruces de San Andrés unidas a los pilares y a los cordones inferiores y superiores de la celosía. Estas están situadas entre los dos pórticos extremos y los dos pórticos centrales.

El cerramiento de la cubierta está formado por paneles prefabricados “DF-C3G” del fabricante “deformac”, con un espesor nominal de 50 mm. Estos paneles irán atornillados con tornillos autotaladrantes sobre unas correas de perfil UPN-220

El cerramiento de fachada está formado por panes prefabricados “DF-FN” del mismo fabricante que el cerramiento de cubierta, con un espesor nominal de 50 mm. De la misma forma que con el cerramiento de cubierta, estos irán atornillados con tornillos autotaladrantes sobre las correas UPN-220.

La puerta de entrada de los aviones estará equipada con 6 portones de 7x12 m que serán desplazables paralelamente entre sí mediante raíles hacia las zonas laterales del hangar visto desde la cara frontal. 3 puertas quedarán a un lado y las otras 3 al otro, haciendo el cierre en el centro.

## **1.5. Programa de necesidades**

Vista la necesidad de ampliar la capacidad de recepción de aeronaves para su mantenimiento, la empresa contratante precisa la construcción de un hangar de apoyo, además del que ya dispone, destinado el resguardo de aquellas aeronaves que han de permanecer en tierra por un prolongado periodo de tiempo y que deben ser apartadas de las inclemencias del tiempo.

## **1.6. Uso característico**

El uso del hangar será exclusivamente el de resguardo a aeronaves de tipo jet corporativo.

## **1.7. Otros usos previstos**

No se espera ningún otro uso posible para el hangar.

## **1.8. Relación con el entorno**

El entorno en el que se encuentra presenta edificios con usos similares, ya que nos encontramos dentro de zona aeroportuaria.

## 2. Memoria constructiva

### 2.1. Sustentación del edificio

Se ha tomado como tensión admisible del terreno  $\sigma_{terreno} = 0,2 \text{ Mpa}$ . Dicho valor se ha obtenido de un estudio geotécnico previo realizado en el proyecto de la parcela adyacente.

El hangar está dotado de zapatas aisladas de hormigón HA-25 armadas con barras de acero corrugado B-500S. Todas las zapatas están unidas mediante vigas de atado de hormigón armado de idénticas características, dispuestas de tal manera que sigan las direcciones de las paredes del hangar.

Para ampliar los datos de este apartado dirigirse al “Anejo 1 - Cálculo estructural” de esta memoria, apartado “8. Cálculo de la Cimentación” y al documento “IV - Planos”.

### 2.2. Sistema estructural

La entera estructura del hangar está compuesta por perfiles de acero laminados en caliente S-275 JR. Así también el acero de las chapas de las articulaciones de los pilares, los bulones de dichas articulaciones y chapas de uniones y apoyo. Por otro lado, el acero utilizado para los pernos de la base del pilar es, al igual que la armadura del sistema de la cimentación, B-500S.

La estructura del hangar está proyectada como un sistema de pórticos de las mismas dimensiones colocados a 5 metros entre sí. Estos pórticos están pensados para trabajar con Vigas en Celosía tipo Warren con montantes. Esto es así debido a que, dada la luz tan elevada exigida por el cliente, utilizar perfiles normalizados (HEB, IPE...) no hubiera sido la solución más adecuado.

Las uniones de la estructura están planteadas de tal manera que tengamos articulaciones en todas las barras a excepción de los pilares que quedan planteados como articulaciones en la base y como empotramientos en el encuentro con las vigas en celosía. Esta articulación se materializa mediante bulones que permitan el giro en la dirección del plano del pórtico en el caso de los pilares laterales, y perpendicular al mismo en caso de los pilares frontales.

Esta información queda más ampliada en el “Anejo 1 - Cálculo estructural” de esta memoria.

### **2.3. Sistema envolvente**

La solera está formada por hormigón armado HA25/B/20/IIa, y malla electrosoldada ME 20x20 Ø 5-5 B 500 T 6x2,20.

El cerramiento de fachada está formado por paneles tipo sándwich aislante para fachadas, de 50 mm de espesor nominal y 1150 mm de ancho.

Tanto en las dos caras laterales como en la cara trasera del hangar hay dispuestos dos ventanales por cada cara. Estos están formados por doble acristalamiento estándar, 6/6/8, con calzos y sellado continuo. Las dimensiones de los ventanales son, en la cara trasera: de 35x2 m, en las caras laterales: 30x2 m. La distancia entre los dos ventanales de cada cara es de 4 m y la distancia del ventanal más cercano al suelo con este es de: 3,29 m.

El cerramiento de la cubierta está formado por paneles Deck tipo convencional, con pendiente del 1% al 5% con 50 mm de espesor nominal y 1150 mm de ancho.

### **2.4. Sistema de acabados**

El hangar posee 6 portones de aluminio anodizado para la entrada las aeronaves. Las dimensiones de cada portón son de 7x12 m.

También posee puertas de entrada para personas, dos de ellas por cada cara lateral del hangar. las dimensiones de estas puertas son de 0,9x1,25m.

### **2.5. Sistema de acondicionamiento e instalaciones**

El alumbrado está constituido por 60 Luminarias industriales suspendidas tipo Downlight.

La instalación eléctrica irá bajo tubo de PVC flexible. Toda la instalación estará provista de una toma de tierra.

Se dispondrá de un alumbrado de emergencia que indique las salidas y permita una iluminación mínima en las salidas para el correcto desalojo de las personas.

### **2.6. Equipamiento**

El hangar no lleva equipamiento.

## **3. Cumplimiento del CTE**

### **3.1. Seguridad Estructural CTE-DB-SE**

Las justificaciones referentes a este apartado del Código Técnico se justificarán en el “Anejo 1 - Cálculo estructural” de esta memoria.

### **3.2. Seguridad en caso de incendio CTE-DB-SI**

El hangar que se proyecta cumple con todo lo establecido en del Reglamento de Seguridad Contra Incendios (REAL DECRETO 2267/2004, de 3 de diciembre).

Ampliamos esta información en el “*Anejo III – Seguridad contra incendios*”.

### **3.3. Seguridad de utilización y accesibilidad CTE-DB-SUA**

#### **3.3.1. Seguridad frente al riesgo de caídas**

Puesto que tenemos el caso de una “zona de ocupación nula” según la definición que se da en el anejo SI A del DB SI, no será necesario verificar la resbalabilidad.

Para los demás casos de esta situación, el hangar en estudio no está proyectado para esta situación, por lo que no es de aplicación.

#### **3.3.2. Seguridad frente al riesgo de impacto o de atrapamiento**

La altura libre de paso es superior a 2,2 m en todos los casos, y en las zonas de circulación de las personas las paredes carecen de elementos salientes que no arranquen del suelo, que vuelen más de 15 cm.

#### **3.3.3. Seguridad frente al riesgo de aprisionamiento**

En este proyecto no existe riesgo de aprisionamiento susceptible de evaluación.

#### **3.3.4. Seguridad frente al riesgo causado por iluminación inadecuada**

La iluminación en el interior del hangar cumple con los valores mínimos de luminancia: Luminancia > 50 lux.

#### **3.3.5. Seguridad frente al riesgo causado por situaciones con alta ocupación.**

El hangar en estudio no está proyectado para esta situación, por lo que no es de aplicación.



### 3.3.6. Seguridad frente al riesgo de ahogamiento.

El hangar en estudio no está proyectado para esta situación, por lo que no es de aplicación.

### 3.3.7. Seguridad frente al riesgo causado por vehículos en movimiento.

#### Características constructivas

Se tendrán en cuenta las distancias mínimas para el paso de personas sin necesidad de ninguna construcción especial.

#### Protección de recorridos peatonales

El hangar posee una superficie muy inferior a los 5000 m<sup>2</sup> y unas características muy diferentes a las indicadas por este documento, por tanto no es necesaria su verificación en este punto.

#### Señalización

Se señalarán adecuadamente las zonas de tránsito y paso de peatones, en las vías o rampas de circulación y acceso;

Se colocarán las marcas viales y de seguridad oportunas.

### 3.3.8. Seguridad frente al riesgo causado por la acción del rayo

#### Procedimiento de verificación

Será necesaria la instalación de un sistema de protección contra el rayo cuando la frecuencia esperada de impactos  $N_e$ , sea mayor que el riesgo admisible,  $N_a$ .

$$N_e > N_a$$

La frecuencia esperada de impactos,  $N_e$  viene expresada como sigue:

$$N_e = N_g * A_e * C_1 * 10^{-6}$$

Donde:

$N_g$ : Densidad de impactos sobre el terreno, obtenida según la figura 1.1.  
Para la zona de Valencia:

$$\mathbf{2 \text{ impactos/año, km}^2}$$

**$A_e$ :** Superficie de captura equivalente del edificio aislado en  $m^2$ , que es la delimitada por una línea trazada a una distancia  $3H$  de cada uno de los puntos del perímetro del edificio, siendo  $H$  la altura del edificio en el punto del perímetro considerado.

Tenemos:

$$H = 16 \text{ m}$$

$$A_e = (60 + 3H * 2) * (45 + 3H * 2)$$

$$A_e = 21996 \text{ m}^2$$

**$C_1$ :** Coeficiente relacionado con el entorno, según la tabla 1.1.

Situación del edificio: Aislado

$$C_1 = 1$$

La frecuencia esperada de impactos,  $N_e$ , resulta:

$$N_e = 2 * 21996 * 1 * 10^{-6} = 0,044 \text{ impctos/año}$$

El riesgo admisible,  $N_a$  viene expresada como sigue:

$$N_a = \frac{5,5}{C_2 * C_3 * C_4 * C_5} * 10^{-3}$$

Donde:

**$C_2$ :** Coeficiente en función del tipo de construcción, conforme a la tabla 1.2.

Estructura metálica - Cubierta metálica:

$$C_2 = 0,5$$

**$C_3$ :** Coeficiente en función del contenido del edificio, conforme a la tabla 1.3.

Otros contenidos:

$$C_3 = 1$$

**$C_4$ :** Coeficiente en función del uso del edificio, conforme a la tabla 1.4.

Edificios no ocupados normalmente:

$$C_4 = 0,5$$

**C<sub>5</sub>**: Coeficiente en función de la necesidad de continuidad en las actividades que se desarrollan en el edificio, conforme a la tabla 1.5.

Resto de edificios:

$$C_5 = 1$$

$$N_a = \frac{5,5}{0,5 * 1 * 0,5 * 1} * 10^{-3} = 0,022 \text{ impctos/año}$$

Comprobamos la desigualdad:

$$N_e = 0,044 > N_a = 0,022$$

Vemos que será necesaria la instalación de un sistema de protección contra el rayo

### Tipo de instalación exigido

La eficacia  $E$  requerida para una instalación de protección contra el rayo se determina mediante la siguiente fórmula:

$$E = 1 - \frac{N_a}{N_e} = 0,5$$

La tabla 2.1 indica el nivel de protección correspondiente a la eficiencia requerida:

Eficiencia requerida:  $0 < E < 0,80$

**Nivel de protección: 4**

Según las indicaciones, de la tabla para este nivel de protección, la instalación de protección contra el rayo **no es obligatoria**.

### 3.4. Ahorro de energía CTE-DB-HE

El hangar en estudio no está proyectado para esta situación, por lo que no es de aplicación.

### 3.5. Salubridad CTE-DB-HS

El hangar en estudio no está proyectado para esta situación, por lo que no es de aplicación.

### 3.6. Aislamiento acústico DB-HR

El hangar en estudio no está proyectado para esta situación, por lo que no es de aplicación.



---

## 4. Anejos de la memoria