



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño
Máster en Ingeniería Aeronáutica



Trabajo Fin de Máster

**Reactivación económica del aeropuerto de Huesca mediante un
reenfoque al estacionamiento y mantenimiento de aeronaves**

Presentado por:

D. José María Albaladejo Sánchez

Dirigido por:

Tutor: Dr. D. Antonio Agüero Ramón Llin

Cotutor: Pedro Efrén Martín Concepción

- VALENCIA, SEPTIEMBRE DE 2021 -

Resumen

El Trabajo de Fin de Máster en el Máster en Ingeniería Aeronáutica "Reactivación económica del aeropuerto de Huesca mediante un reenfoque al estacionamiento y mantenimiento de aeronaves" del alumno José María Albaladejo Sánchez de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño, tiene como objetivo el cambio del enfoque económico de un aeropuerto español, para centrarse en el estacionamiento y mantenimiento de aeronaves.

Para ello, se estudiará el panorama actual de los aeropuertos españoles en busca del más adecuado para este enfoque, siendo encontrado el aeropuerto de Huesca-Pirineos. Posteriormente, se plantearán las posibles alternativas para iniciar este nuevo enfoque. La principal será la construcción de un hangar para el mantenimiento de aeronaves hasta acciones de mantenimiento de tipo C. Por ello, se elaborarán los documentos técnicos de memoria, planos, presupuesto y pliego de condiciones, necesarios para su construcción como parte del presente proyecto.

Resum

El Treball de Fi de Màster en el Màster en Enginyeria Aeronàutica "Reactivació econòmica de l'aeroport d'Osca mitjançant un reenfocament a l'estacionament i manteniment d'aeronaus" de l'alumne José María Albaladejo Sánchez de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño, té com a objectiu el canvi de l'enfocament econòmic d'un aeroport espanyol, per centrar-se en l'estacionament i manteniment d'aeronaus.

Per a això, s'estudiarà el panorama actual dels aeroports espanyols a la recerca de el més adequat per a aquest enfocament, sent trobat l'aeroport d'Osca-Pirineus. Posteriorment, es plantejaran les possibles alternatives per iniciar aquest nou enfocament. La principal serà la construcció d'un hangar per al manteniment d'aeronaus fins a accions de manteniment de tipus C. Per això, s'elaboraran els documents tècnics de memòria, plànols, pressupost i plec de condicions, necessaris per a la seva construcció com a part de el present projecte.

Abstract

The Final Master Thesis in the Aeronautical Engineering Master "Economic reactivation of Huesca's Airport by refocusing to the parking and maintenance of airplanes" of the student José María Albaladejo Sánchez, from the Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño, has the main objective of changing the economic approach of an Spanish airport, so as to focus on the parking and maintenance of airplanes.

In order to reach this objective, the actual state of Spanish airports will be studied, looking for the best one for this kind of approach. Huesca-Pirineos airport was find The most suitable one. After this, all the possible actions in order to get to this new approach will be analyzed. The main one will be the construction of an hangar for aircraft maintenance, capable of maintenace actions of type C. For this reason, the technical documents of memory, planes, budget and solicitation document, required to the construction of the hangar, will be developed as a part of this project.

Agradecimientos

En primer lugar, me gustaría mostrar mi agradecimiento a mis tutores por la oportunidad que me ha dado de realizar este Trabajo Fin de Máster. He de agradecer la gran cantidad de horas que han dedicado a ayudarme para que este trabajo salga adelante, incluso en los momentos en los que parecía muy difícil avanzar.

Además, quiero agradecer a mis compañeros a lo largo del máster, pues ha sido sin lugar a dudas gracias al trabajo en equipo por lo que hemos conseguido acabar con éxito esta etapa. Estoy muy agradecido a todos ellos por el clima de trabajo que hemos desarrollado a lo largo de este tiempo, así como por todas las experiencias que hemos vivido estos dos años.

Por último, como no podía ser de otro modo, a mi familia, gracias a ellos he llegado hasta aquí siendo tal y como soy. Muchas gracias por haber estado ahí para apoyarme siempre que lo he necesitado, ya que sin vosotros, nada sería posible.

Muchas gracias a todos.

Índice

| | |
|--|-------------|
| Resumen | I |
| Resum | II |
| Abstract | III |
| Agradecimientos | IV |
| Índice | V |
| Índice de figuras | VIII |
| Índice de tablas | X |
| 1. Introducción | 1 |
| 2. Elección del aeródromo Huesca-Pirineos | 3 |
| 2.1. Tráfico actual | 3 |
| 2.2. Terreno | 4 |
| 2.3. Casos similares | 6 |
| 3. Ubicación del hangar | 8 |
| 3.1. Ubicación | 8 |
| 3.2. Emplazamiento | 9 |
| 3.3. Propuesta de ampliación de la plataforma de estacionamiento | 10 |
| 4. Limitaciones | 14 |
| 4.1. Servidumbres | 14 |
| 4.2. Normativa de construcción | 14 |
| 5. Requisitos de diseño | 16 |
| 5.1. Aviones a albergar | 16 |

| | |
|--|-----------|
| 5.2. Tareas de mantenimiento | 17 |
| 6. Acciones en la estructura | 20 |
| 6.1. Acciones permanentes | 20 |
| 6.2. Acciones variables | 20 |
| 6.2.1. Sobrecarga de uso | 20 |
| 6.2.2. Acción del viento | 21 |
| 6.2.3. Nieve | 29 |
| 6.2.4. Acciones térmicas | 30 |
| 6.3. Climatología e hidrología | 30 |
| 7. Herramientas empleadas | 33 |
| 7.1. Sap2000 | 33 |
| 7.2. AutoCAD | 34 |
| 8. Descripción de la solución propuesta | 35 |
| 8.1. Cimentación | 36 |
| 8.1.1. Acondicionamiento de terreno | 36 |
| 8.1.2. Zapatas | 36 |
| 8.1.3. Vigas de atado | 37 |
| 8.2. Estructura metálica | 38 |
| 8.2.1. Placas de anclaje | 38 |
| 8.2.2. Estructura de los pórticos | 39 |
| 8.2.3. Fachadas laterales | 40 |
| 8.2.4. Cubierta | 41 |
| 8.2.5. Puente grúa | 42 |
| 8.3. Cerramientos y cubiertas | 43 |
| 8.3.1. Cerramientos | 43 |
| 8.3.2. Cubierta | 46 |

| | |
|--|------------|
| 9. Resumen del presupuesto | 47 |
| Bibliografía | 48 |
| Anexo I: Cálculo estructural | 52 |
| Anexo II: Pliego de condiciones | 77 |
| Anexo III: Presupuesto | 134 |
| Anexo IV: Planos | 141 |

Índice de figuras

| | | |
|-----|---|----|
| 1. | Plataforma y hangar del aeropuerto de Teruel. (4) | 1 |
| 2. | Gráfico del tráfico de pasajeros en la última década. (5) | 4 |
| 3. | Plataforma de estacionamiento del aeropuerto de Teruel. (7) | 5 |
| 4. | Avión en proceso de desmantelamiento en el aeropuerto de Teruel. (7) | 7 |
| 5. | Ubicación geográfica del aeródromo. (12) | 8 |
| 6. | Hangares para aviación general. (11) | 9 |
| 7. | Ubicación del nuevo hangar. Adaptado de (12). | 10 |
| 8. | Esquema de la plataforma de estacionamiento actual. (11) | 11 |
| 9. | Esquema de la nueva plataforma de estacionamiento de aeronaves. Elaboración propia. | 12 |
| 10. | Ubicación de la nueva plataforma de estacionamiento de aeronaves. Adaptado de (12). | 13 |
| 11. | Influencia de las servidumbres aeronáuticas. Adaptado de (11). | 14 |
| 12. | Aviones operativos en el hangar. Adaptado de (21), (22), (23) y (24). | 17 |
| 13. | Revisión de mantenimiento tipo C. (26) | 18 |
| 14. | Valores característicos de las sobrecargas de uso. (14) | 21 |
| 15. | Valor básico de la velocidad del viento. (14) | 22 |
| 16. | Coeficientes para tipo de entorno. (14) | 23 |
| 17. | Coeficientes de presión en parámetros verticales. (14) | 24 |
| 18. | Definición del área de influencia. Elaboración propia | 25 |
| 19. | Coeficiente de presión en cubierta a dos aguas a 0º. (14) | 26 |
| 20. | Área de influencia de la cubierta. Elaboración propia. | 26 |
| 21. | Coeficiente de presión en cubierta a dos aguas a 90º. (14) | 27 |
| 22. | Coeficiente de presión para viento interior. (14) | 28 |
| 23. | Esquema de la entrada al hangar. Elaboración propia | 28 |
| 24. | Zonas climáticas de invierno. (14) | 29 |
| 25. | Sobrecarga de nieve en un terreno horizontal. (14) | 30 |

| | | |
|-----|--|----|
| 26. | Estadísticas de viento en el aeropuerto. (27) | 31 |
| 27. | Estadísticas de precipitaciones en el aeropuerto. (27) | 31 |
| 28. | Estadísticas de temperatura en el aeropuerto. (27) | 32 |
| 29. | Interfaz gráfica de SAP2000. | 33 |
| 30. | Interfaz gráfica de AutoCAD. | 34 |
| 31. | Esquema de la geometría del hangar 3D en SAP2000. Elaboración propia. . . . | 35 |
| 32. | Esquema de la transmisión de esfuerzos de una zapata. (15) | 36 |
| 33. | Distribución de la cimentación. Elaboración propia. | 37 |
| 34. | Esquema de una viga de atado. (30) | 38 |
| 35. | Esquema de una placa de anclaje. (31) | 39 |
| 36. | Secciones del pórtico. Elaboración propia. | 40 |
| 37. | Secciones del pórtico. Elaboración propia. | 41 |
| 38. | Detalle de los tubos de unión de pórticos. Elaboración propia. | 41 |
| 39. | Secciones del pórtico. Elaboración propia. | 42 |
| 40. | Ejemplo de puente grúa. (32) | 42 |
| 41. | Tipología de cerramientos empleadas. Adaptado de (33), (34) y (35). | 44 |
| 42. | Esquema de los cerramientos de las fachadas puerta y posterior. Elaboración propia. | 45 |
| 43. | Ejemplo de una puerta de hangar plegable tipo acordeón. (36) | 45 |
| 44. | Esquema de los cerramientos de la fachada lateral. Elaboración propia. | 46 |
| 45. | Carga de peso propio sobre la estructura 3D y el pórtico tipo. Elaboración propia. | 54 |
| 46. | Carga de sobrecarga de uso sobre la estructura 3D y el pórtico tipo. Elaboración propia. | 55 |
| 47. | Carga de nieve sobre la estructura 3D y el pórtico tipo. Elaboración propia. . . | 56 |
| 48. | Carga de viento de presión caso 1 sobre la estructura 3D y el pórtico tipo. Elaboración propia. | 57 |
| 49. | Carga de viento de succión caso 1 sobre la estructura 3D y el pórtico tipo. Elaboración propia. | 58 |

Índice de tablas

| | | |
|-----|--|----|
| 1. | Provincias con menor coste del terreno en 2020 y 2019. (8) | 5 |
| 2. | Puntos característicos del aeropuerto Huesca-Pirineos. (11) | 9 |
| 3. | Detalle de los puestos de estacionamiento máximos. (11) | 11 |
| 4. | Características de la pista. (11) | 16 |
| 5. | Dimensiones de los aviones operativos en el hangar. (19), (20) | 16 |
| 6. | Coefficientes de presión en parámetros verticales con viento a 0º. | 25 |
| 7. | Coefficientes de presión en parámetros verticales con viento a 0º. | 25 |
| 8. | Coefficientes de presión en cubierta con viento a 0º. | 26 |
| 9. | Coefficientes de presión en cubierta con viento a 0º. | 27 |
| 10. | Resumen de las estadísticas de viento. (27) | 31 |
| 11. | Resumen de las estadísticas de precipitaciones. (27) | 32 |
| 12. | Resumen de las estadísticas de temperatura. (27) | 32 |
| 13. | Características de las zapatas | 37 |
| 14. | Características de la pista | 38 |
| 15. | Características de la pista | 39 |
| 16. | Resumen del presupuesto. | 47 |
| 17. | Combinaciones de acciones consideradas. | 53 |
| 18. | Comprobación del cordón inferior ante el máximo axil. | 63 |
| 19. | Comprobación del cordón inferior ante el máximo flector. | 63 |
| 20. | Comprobación del cordón superior ante el máximo axil. | 64 |
| 21. | Comprobación del cordón superior ante el máximo flector. | 64 |
| 22. | Comprobación de las diagonales ante el máximo axil. | 65 |
| 23. | Comprobación de los pilares ante el máximo axil. | 65 |
| 24. | Comprobación de los pilares ante el máximo flector. | 66 |
| 25. | Comprobación de los tubos interiores ante el máximo cortante. | 66 |
| 26. | Comprobación de los tubos exteriores ante el máximo cortante. | 67 |

| | | |
|-----|---|-----|
| 27. | Comprobación de los arriostramientos ante el máximo axil. | 67 |
| 28. | Comprobación de las correas ante el máximo momento y cortante. | 68 |
| 29. | Capítulo 1 del presupuesto. Movimiento de tierras. | 135 |
| 30. | Capítulo 2 del presupuesto. Cimentaciones. | 136 |
| 31. | Capítulo 3 del presupuesto. Estructura. | 137 |
| 32. | Capítulo 4 del presupuesto. Cerramientos de fachada y cubierta. | 138 |
| 33. | Capítulo 5 del presupuesto. Puente grúa. | 139 |
| 34. | Resumen del presupuesto. | 140 |

1. Introducción

Actualmente, el número de infraestructuras aeroportuarias en territorio español está sobredimensionado (1), (2). Esta situación ha dado lugar a la aparición de gran cantidad de aeropuertos españoles con niveles de tráfico de pasajeros y mercancías tan bajos que implican importantes pérdidas económicas. Durante el último año, debido a la crisis económica generada por la COVID-19, este problema se ha acentuado aún más. Se hace necesario por ello plantear alternativas que permitan reactivar estas infraestructuras, evitando las pérdidas millonarias de su no amortización.

Una de las alternativas que se ha mostrado especialmente efectiva en los últimos años es el enfoque a un aeropuerto de estacionamiento y mantenimiento de aeronaves. El más claro ejemplo de este enfoque es el aeropuerto de Teruel, que actualmente se sitúa entre los primeros aeropuertos en número de aeronaves estacionadas a nivel mundial (3). Esta opción puede ser interesante en muchas ocasiones, no siendo necesario llegar a las dimensiones del aeropuerto de Teruel (ver Figura 1) para obtener unos beneficios aceptables.



Figura 1: Plataforma y hangar del aeropuerto de Teruel. (4)

En el presente proyecto se va a realizar el proyecto de reactivación económica del aeropuerto de Huesca-Pirineos, debido a que su situación actual se ajusta perfectamente a las necesidades de este tipo de aeródromos. Para ello, se realizará una propuesta de ampliación de la plataforma de estacionamiento y de la construcción de un hangar para el mantenimiento de aeronaves.

Se realizará el diseño y cálculo de la estructura metálica, enfocada en aviones comerciales como el Boeing 737 y el Airbus A320. Las envergaduras de estas aeronaves oscilan entre 28 y 36 metros, además de longitudes que van desde 28 hasta 38 metros. Su altura máxima oscila alrededor de los 12 metros. Por ello, las dimensiones del hangar van a ser de 60 metros de

anchura, 65 metros de longitud y un altura de 22 metros. Para su realización se ha utilizado el software Sap2000 y AutoCAD, siendo imprescindibles para este trabajo debido a la cantidad de elementos y cargas a calcular.

A continuación, es la Sección 2 se detallará la situación actual del aeropuerto Huesca-Pirineos y los motivos de su elección. La Sección 3 detallará la localización exacta del hangar en el aeródromo. Posteriormente, se analizarán las limitaciones debido a las servidumbres aeronáuticas y demás normativas de construcción en la Sección 4. Se justificarán las dimensiones seleccionadas para el hangar en la Sección 5. A continuación, en la Sección 6 se analizarán las acciones que es necesario tener en cuenta en el cálculo de la estructura. La Sección 7 detallará los programas necesarios para la realización del presente proyecto. Por último, la Sección 8 describirá los detalles constructivos del hangar y la Sección 9 mostrará un resumen del presupuesto del proyecto.

2. Elección del aeródromo Huesca-Pirineos

La presente sección tiene como objetivo analizar el estado actual de los aeropuertos españoles, justificando la elección de Huesca-Pirineos como mejor opción para el desarrollo de este enfoque. Para ello, se analizará en primer lugar el nivel de tráfico durante la última década. Posteriormente se buscará qué terrenos disponen de un coste del suelo menor, debido a la posible necesidad de ampliar las dimensiones del aeródromo para ampliar la plataforma de estacionamiento de aeronaves. Por último, se mostrarán casos similares en los que este tipo de enfoque de gestión ha surtido efecto.

2.1. Tráfico actual

Como ya se ha comentado, existe un número excesivo de aeropuertos en el territorio español. Esto ha generado un amplio espectro en cuanto al nivel de tráfico que apercibe cada aeropuerto. Sin tener en cuenta los casos del aeropuerto de Madrid-Barajas y del aeropuerto Barcelona El Prat, es posible encontrar un grupo de aeropuertos con varios millones de pasajeros anuales (Palma de Mallorca, Alicante, Gran Canaria, etc.). Existe otro grupo de entre 10 y 15 aeropuertos que alcanza cifras de cientos de miles de pasajeros anuales. Finalmente, se pueden ver un grupo de entre 10 y 15 aeropuertos cuyos pasajeros anuales no llega a los 100 000. Es en estos aeropuertos donde existe un gran potencial para el enfoque económico propuesto en el presente proyecto.

Para poder elegir cuál de estos aeródromos es el ideal, se analizarán dos criterios principales. El primero de ellos será el tráfico de pasajeros y mercancías apercibido por los aeródromos. En la Figura 2 es posible ver el tráfico anual de pasajeros de los 9 aeropuertos con menor tráfico del país durante la última década. Se ha decidido excluir las estadísticas sobre el año 2020 debido a la pandemia mundial, que desvirtúa los resultados en comparación a un año habitual.

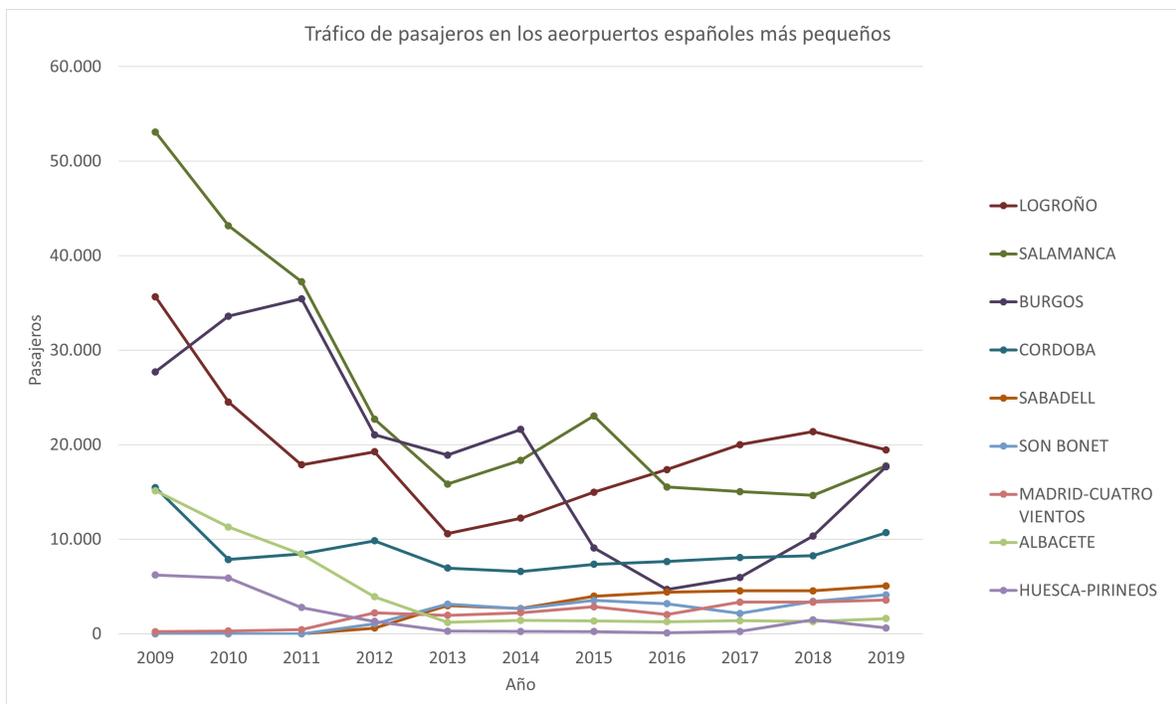


Figura 2: Gráfico del tráfico de pasajeros en la última década. (5)

Como se puede ver, en la mayoría de los casos hay una gran oscilación que impide ver tendencias claras. Sin embargo, en el caso de los aeropuertos de Huesca-Pirineos y Albacete, sí es posible obtener conclusiones. En ambos casos hubo una gran caída del tráfico a principios de la última década, quedando ambos como último y penúltimo aeropuerto respectivamente. Cuando esta situación se prolonga durante varios años, resulta extremadamente difícil conseguir reactivar el tráfico y atraer de nuevo a las compañías aéreas. Por ello, estos dos aeródromos presentan una situación ideal para el enfoque planteado.

Cabe mencionar que, en ciertos casos, los aeródromos están claramente centrados en el tráfico de mercancías por encima del tráfico de pasajeros. Un ejemplo claro de ello es el aeropuerto de Vitoria que, a pesar de contar con tan solo decenas de miles de pasajeros cada año, se sitúa normalmente entre los cuatro primeros aeropuertos españoles en lo referente al transporte de mercancías. Sin embargo, en el caso de Albacete y Huesca-Pirineos, el tráfico de mercancías es nulo para toda la década, por lo que no es el caso de estos aeródromos.

2.2. Terreno

Otro de los criterios a tener en cuenta para la elección del aeródromo destinado a este nuevo enfoque es el coste del terreno en la zona en la que se encuentra. El motivo principal es que este tipo de enfoque tiene asociada la necesidad de una gran capacidad de estacionamiento de aeronaves. Este enfoque comenzará con la construcción de hangares y la campaña de marketing para atraer a las diferentes aerolíneas. En el caso de que sea exitoso, es probable que sea necesario realizar ampliaciones del terreno del aeródromo en busca de obtener una plataforma de estacionamiento de aeronaves mayor.

Un claro ejemplo de ello es el aeropuerto de Teruel, que ha tenido que realizar campañas de ampliación de superficie pavimentada hasta en 5 ocasiones durante los últimos años (6) (ver Figura 3).



Figura 3: Plataforma de estacionamiento del aeropuerto de Teruel. (7)

Por ello, se ha realizado un estudio del coste del terreno en todas las provincias españolas. Esto permite descartar los casos en los que resulta inviable llevar a cabo este enfoque económico debido a los costes asociados al mismo. En la Tabla 1 se muestran ordenadas de menor a mayor coste las 30 provincias con menor coste del metro cuadrado en territorio español.

Tabla 1: Provincias con menor coste del terreno en 2020 y 2019. (8)

| Año 2020(trimestre) | | | | | | Año 2019(trimestre) | | | | | |
|---------------------------|--------------|--------------|---------------|--------------|----------------|---------------------------|--------------|---------------|---------------|--------------|----------------|
| PROVINCIA | 1º | 2º | 3º | 4º | Media | PROVINCIA | 1º | 2º | 3º | 4º | Media |
| MEDIA NACIONAL | 164,12 | 139,63 | 137,45 | 142,07 | 145,8175 | MEDIA NACIONAL | 159,65 | 164,45 | 162,02 | 157,4 | 160,88 |
| Ourense | 42,26 | 44,16 | 39,26 | 24,45 | 37,5325 | Ourense | 30,3 | 21,66 | 63,13 | 55,08 | 42,5425 |
| Avila | 62,28 | n.s. | 48,2 | 48,73 | 39,8025 | León | 56,12 | 38,46 | 60,33 | 26,73 | 45,41 |
| Palencia | 42,55 | 45,11 | 47,32 | 50,94 | 46,48 | Soria | 53,47 | 53,97 | 46,08 | 40,27 | 48,4475 |
| Lugo | 79,11 | 18,15 | 25,8 | 65,63 | 47,1725 | Zamora | 41,97 | 61,1 | 49,92 | 77,15 | 57,535 |
| León | 72,68 | 54,74 | 37,23 | 40,08 | 51,1825 | Teruel | 61,28 | 52,14 | 46,25 | 96,1 | 63,9425 |
| Soria | 72,68 | n.s. | 55,01 | 80,9 | 52,1475 | Castilla y León | 61,74 | 73,54 | 66,31 | 71,35 | 68,235 |
| Zamora | 57,45 | 79,98 | 38,33 | 52,02 | 56,945 | Avila | 67,82 | 96,04 | 63,56 | 53,29 | 70,1775 |
| Castilla y León | 70,78 | 83,53 | 53,07 | 55,03 | 65,6025 | Palencia | 57,55 | 68,33 | 71,71 | 89,39 | 71,745 |
| Segovia | 68,65 | 73,66 | 60,96 | 69,26 | 68,1325 | Lugo | 79,66 | 74,37 | 96,48 | 37,15 | 71,915 |
| Salamanca | 77,03 | 93,37 | 51,39 | 50,8 | 68,1475 | Salamanca | 64,24 | 80,83 | 76,82 | 71,52 | 73,3525 |
| Cuenca | 72,5 | 74,28 | 54,77 | 76,94 | 69,6225 | Burgos | 50,29 | 81,31 | 54,94 | 107,63 | 73,5425 |
| Burgos | 90,45 | 74,61 | 86,47 | 51,64 | 75,7925 | Segovia | 69,41 | 98,27 | 64,46 | 77 | 77,285 |
| Valladolid | 82,08 | 105,31 | 69,95 | 67,89 | 81,3075 | Cuenca | 98,25 | 75,81 | 84,25 | 94,78 | 88,2725 |
| Teruel | 89,51 | 100,44 | 44,84 | 95,75 | 82,635 | Badajoz | 69,14 | 95,33 | 96,64 | 98,82 | 89,9825 |
| Toledo | 87,22 | 83,28 | 77,07 | 88,9 | 84,1175 | Toledo | 82,16 | 105,33 | 75,78 | 97,06 | 90,0825 |
| Albacete | 95,4 | 64,01 | 93,63 | 92,67 | 86,4275 | Guadalajara | 87,81 | 73,38 | 103,14 | 99,93 | 91,065 |
| Castilla-La Mancha | 87,92 | 84,97 | 81,86 | 94,2 | 87,2375 | Albacete | 95,03 | 85,92 | 94,88 | 92,24 | 92,0175 |
| Guadalajara | 79,56 | 95,95 | 77,2 | 108,63 | 90,335 | Castilla-La Mancha | 89,91 | 96,08 | 84,95 | 100,59 | 92,8825 |
| Huesca | 98,72 | 87,1 | 101,07 | 84,09 | 92,745 | Galicia | 99,96 | 99,09 | 103,99 | 85,91 | 97,2375 |
| Cantabria | 79,2 | 79,44 | 109,02 | 109,25 | 94,2275 | Extremadura | 76,87 | 98,74 | 107,34 | 115,35 | 99,575 |
| Galicia | 109,82 | 92,81 | 85,28 | 104,4 | 98,0775 | Huesca | 80,53 | 116,53 | 130,49 | 71,77 | 99,83 |
| Asturias (Principado de) | 102,25 | 107,9 | 96,25 | 90,29 | 99,1725 | Asturias (Principado de) | 76,48 | 74,97 | 134,18 | 114,7 | 100,0825 |
| Badajoz | 93,76 | 104,41 | 94,13 | 114,6 | 101,725 | Ceuta y Melilla | . | n.s. | n.s. | 400,76 | 100,19 |
| Lleida | 98,12 | 80,85 | 117,83 | 111,67 | 102,1175 | Castellón/Castelló | 108,64 | 80,99 | 130,47 | 91,4 | 102,875 |
| Ciudad Real | 108,49 | 86,39 | 113,33 | 101,27 | 102,37 | Lleida | 108,53 | 101,67 | 99,99 | 103,39 | 103,395 |
| Aragón | 115,05 | 89,93 | 114,97 | 97,49 | 104,36 | Valladolid | 119,93 | 102,76 | 95,65 | 97,72 | 104,015 |
| Rioja (La) | 127,69 | 67,03 | 104,86 | 121,64 | 105,305 | Huelva | 111,16 | 99,14 | 104,68 | 102,88 | 104,465 |
| Extremadura | 99,6 | 111,55 | 104,9 | 109,43 | 106,37 | Cantabria | 100,09 | 115,76 | 86,41 | 115,71 | 104,4925 |
| Coruña (A) | 118,27 | 92,68 | 120,77 | 107,29 | 109,7525 | Coruña (A) | 96,33 | 114,45 | 117,03 | 92,48 | 105,0725 |
| Murcia (Región de) | 136,55 | 74,85 | 119,83 | 117,14 | 112,0925 | Ciudad Real | 103,27 | 116,73 | 87,07 | 120,36 | 106,8575 |

Como se puede ver, tanto Albacete como Huesca se encuentran claramente por debajo de la media del territorio español, por lo que ambos casos se mantienen como especialmente interesantes para este tipo de enfoque. El presente proyecto se centrará en el aeropuerto de Huesca-Pirineos, debido a que su disposición actual facilita la ampliación de la plataforma de estacionamiento de aeronaves. Sin embargo, se concluye que ambas opciones son claramente válidas para la idea propuesta.

2.3. Casos similares

Para finalizar la presente sección se va a describir brevemente el caso del aeropuerto que se está empleando como referencia para este proyecto. Como ya se ha comentado anteriormente, el aeropuerto más conocido en España (y en Europa) que aplica esta metodología es el de Teruel. Iniciando sus operaciones en el año 2013, este aeródromo no forma parte de AENA, sino que pertenece en un 60 % al Gobierno de Aragón y en un 40 % al Ayuntamiento de Teruel (9).

Su nombre artístico y comercial es Plata (Plataforma Aeroportuaria de Teruel), y tiene clientes de más de 40 países, entre los que se encuentran Inglaterra, Francia, Rusia o Brasil, entre otros. Su infraestructura tiene un total de 340 hectáreas, en las que trabajan tan solo 9 personas, mientras que los ingresos de explotación que percibe son de cerca de 3 millones de euros.

La mayoría de estos ingresos provienen de las tasas que cobran a las empresas concesionarias que operan allí, prestando servicios de estacionamiento, mantenimiento y recuperación de aviones. Por ello, en realidad en el aeropuerto hay alrededor de 400 trabajadores asociados a las 10 compañías que operan de manera directa en él.

Sin embargo, la idea que dio nacimiento a este innovador enfoque fue el de destinar el aeropuerto al desmantelamiento de grandes aeronaves de 400 o 500 pasajeros con más de 30 años de antigüedad. Este negocio tenía y tiene un gran potencial debido a la aparición de los modelos de fuselaje ancho desarrollados en los últimos años (como el Boeing 787 o el A350) con un consumo considerablemente menor. Esta situación deja a los antiguos modelos en dificultad para competir, favoreciendo su desaparición progresiva del mercado.



Figura 4: Avión en proceso de desmantelamiento en el aeropuerto de Teruel. (7)

En la Figura 4 se muestra una aeronave en proceso de desmantelamiento en el aeropuerto de Teruel. Generalmente, el 95 % del material se recupera para la industria. Esto da inicio a una economía circular cada vez más importante, ya que en los años venideros el número de aviones que deberán ser retirados será del orden de 15.000.

Otro de los potenciales clientes de este tipo de idea son las compañías de *Leasing* (método por el que se gestionan hasta el 70 % de los aviones). La principal causa es el elevado coste que implica adquirir una aeronave completa. Por ello, cada vez cobra más valor alquilar estos aviones a grandes empresas que poseen gran cantidad de aeronaves. Son estas entidades las que pueden requerir, en ocasiones, una plaza de estacionamiento durante un periodo de tiempo prolongado, con todo el mantenimiento que implique este tiempo para la aeronave.(10)

3. Ubicación del hangar

El aeropuerto de Huesca-Pirineos (IATA: HSK, OACI: LEHC) es un aeropuerto civil situado cerca del Pirineo español, y perteneciente a AENA. La categoría OACI del aeropuerto es 4C, y su horario de servicio actual es de 7:00 a 17:00 en temporada de verano y de 8:00 a 16:00 en temporada de invierno.

Dispone de dos pistas paralelas, denominadas 12R-30L, de 2100 m de longitud y 45 m de anchura, y 12L-30R de 1000 m de longitud (solo 615 asfaltados) y 12 metros de anchura. De acuerdo a lo comentado en su plan director (11), su pista tiene una capacidad superior a 6 operaciones/hora.

3.1. Ubicación

El aeropuerto está situado a 10.5 km al sureste de la ciudad de Huesca, entre los términos municipales de Alcalá del Obispo y Monflorit (ver Figura 5). Además, se encuentra a menos de 2 horas de operación de las principales capitales europeas.

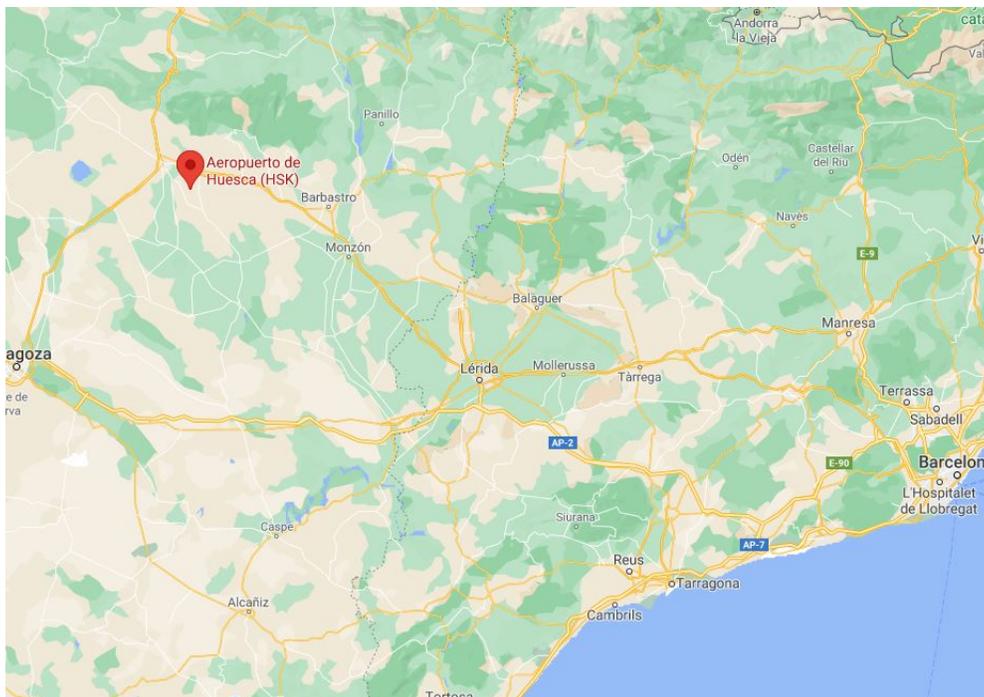


Figura 5: Ubicación geográfica del aeródromo. (12)

Sus puntos característicos se definen en la Tabla 2, mediante las coordenadas correspondientes. Las coordenadas geográficas están referidas al sistema ETRS89.

Tabla 2: Puntos característicos del aeropuerto Huesca-Pirineos. (11)

| Punto | Latitud (N) | Longitud (W) | Elevación (m) |
|------------|-----------------|------------------|---------------|
| ARP | 42° 04' 51" | 000° 19' 24,000" | 539 |
| Umbral 12R | 42° 04' 51,330" | 000° 19' 38,290" | 539 |
| Umbral 30L | 42° 04' 14,440" | 000° 19' 21,520" | 518 |
| Umbral 12L | 42° 04' 56,750" | 000° 19' 35,770" | 539,1 |
| Umbral 30R | 42° 04' 45,950" | 000° 19' 13,290" | 535,4 |

3.2. Emplazamiento

El aeropuerto dispone de 3 hangares para aviación general situados al noroeste del campo de vuelos. Son los denominados Hangar 1, Hangar 2 y Hangar 3 (ver Figura 6).



Figura 6: Hangares para aviación general. (11)

La localización de la parcela destinada a la construcción del hangar se ha situado en una llanura situada en uno de los extremos de la plataforma de estacionamiento (ver Figura 7). Se ha seleccionado este emplazamiento debido a la facilidad de acceso de las aeronaves gracias a la cercanía a la plataforma de estacionamiento, además de la disponibilidad de una gran superficie llana sin obstáculos, necesaria para el proyecto de construcción del hangar. La altitud media de la llanura es de 535 metros.

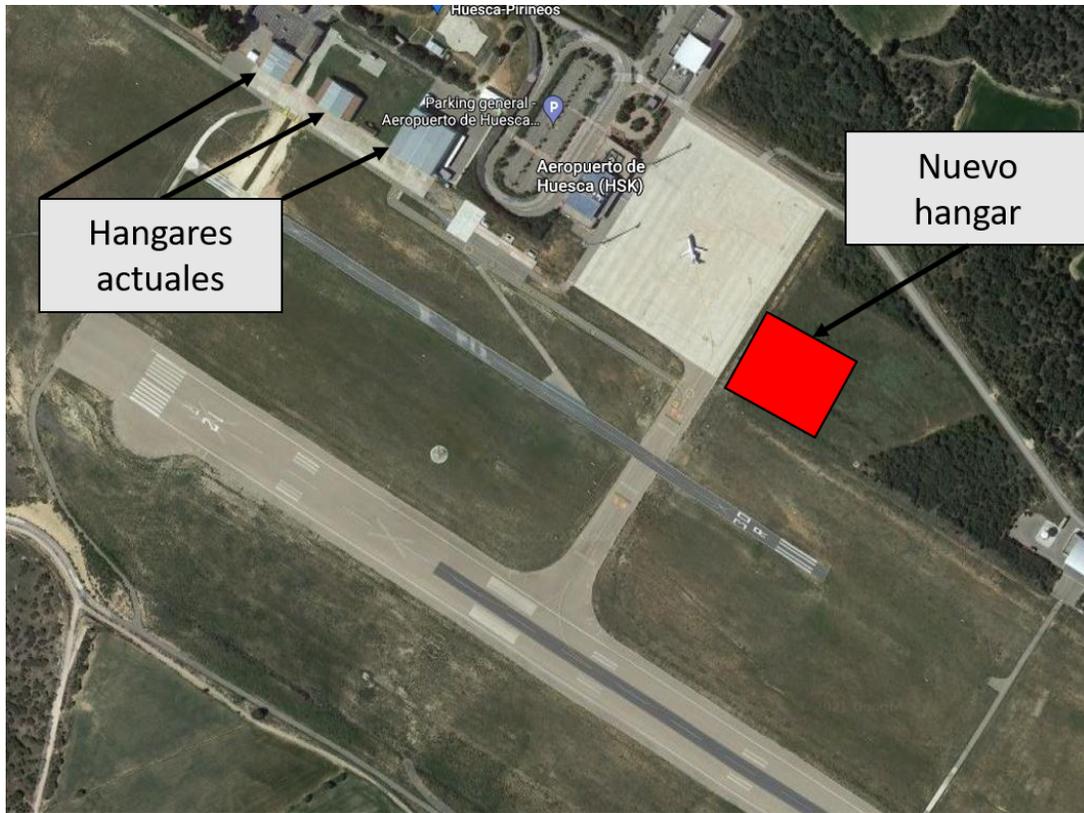


Figura 7: Ubicación del nuevo hangar. Adaptado de (12).

3.3. Propuesta de ampliación de la plataforma de estacionamiento

Actualmente, el aeropuerto cuenta con una plataforma de estacionamiento compartido por la aviación comercial y la aviación general. Una imagen esquemática de la plataforma se muestra en la Figura 8.

Dispone de 4 puestos de estacionamiento para aviones comerciales (los puestos del 1 al 4) de los que 2 son para aeronaves máximas MD 80 y A320 y 2 para aeronave máxima ATR 72. Además, cuenta con un puesto para helicópteros (H1), que es incompatible con el puesto nº 4 (Tabla 3).

A parte de esto, dispone de 5 puestos de estacionamiento para aeronaves de aviación general. De estos, 3 son incompatibles con el puesto número 1 de aviación comercial y los 2 restantes son incompatibles con el puesto número 4.

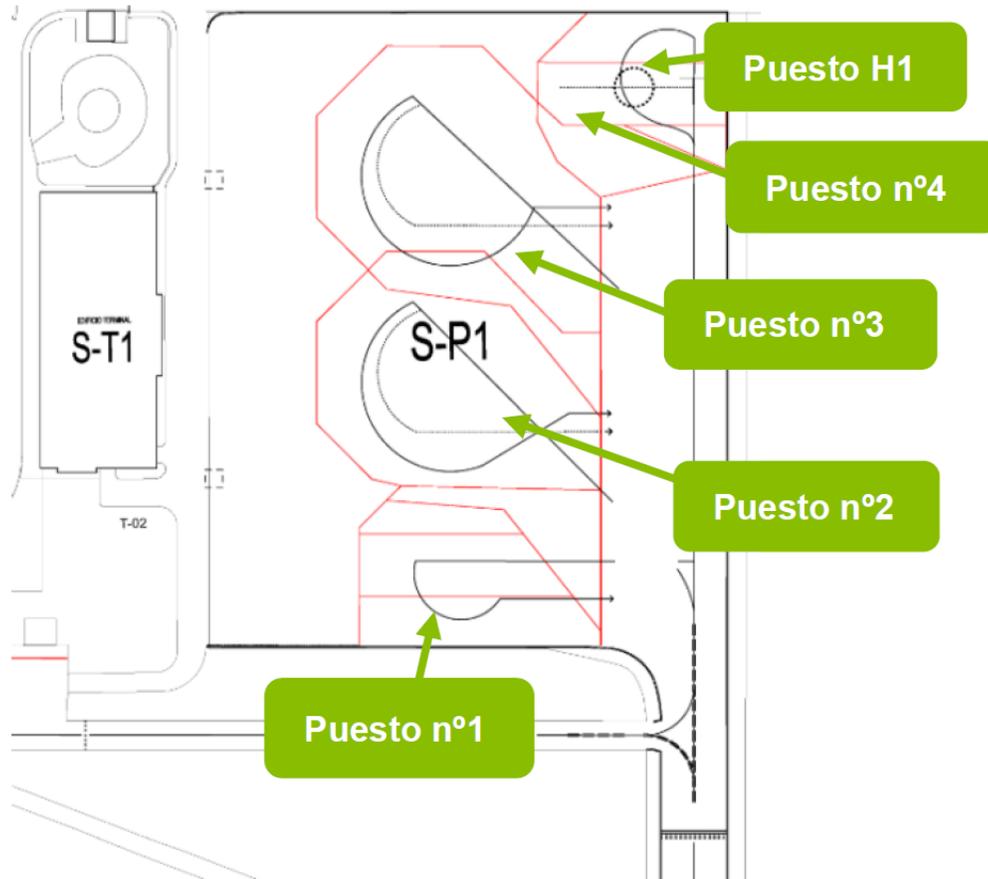


Figura 8: Esquema de la plataforma de estacionamiento actual. (11)

Tabla 3: Detalle de los puestos de estacionamiento máximos. (11)

| Puesto | Aeronave máxima | Tipo de aeronave | Sobre de aeronave | Observaciones |
|--------|-----------------|------------------|-------------------|---------------------|
| 1 | ATR 72 | C | VIII | - |
| 2 | MD 80/A320 | C | V | - |
| 3 | MD 80/A320 | C | V | - |
| 4 | ATR 72 | C | VIII | Incompatible con H1 |
| H1 | (-) | H | ZH | Incompatible con 4 |

De cara a la posible ampliación de la demanda de puestos de estacionamiento asociada a la propuesta de reactivación económica del aeropuerto, se plantea la construcción de una nueva plataforma de estacionamiento de aeronaves. Esta nueva plataforma será destinada exclusivamente a aviación comercial, de tal manera que la plataforma de estacionamiento original tendrá una mayor posibilidad de uso para aviación general.

Se propone que la nueva plataforma tenga 6 puestos de estacionamiento para aeronaves máximas MD 80 y A320. El principal motivo de que estas sean las aeronaves máximas es que son las de mayor tamaño que podrá recibir tanto la pista como el hangar de mantenimiento de aeronaves que se plantea construir. Además, como se verá más adelante, el tamaño de este tipo de aeronaves es el más común en el tráfico comercial actual tanto a nivel europeo y como mundial.

A causa del tamaño de los estacionamientos asociados a este tipo de aeronaves, las dimensiones finales de la plataforma serán de 110 metros de ancho por 300 metros de largo. Los 6 estacionamientos estarán dispuestos longitudinalmente, tal y como se esquematiza en la Figura 9.

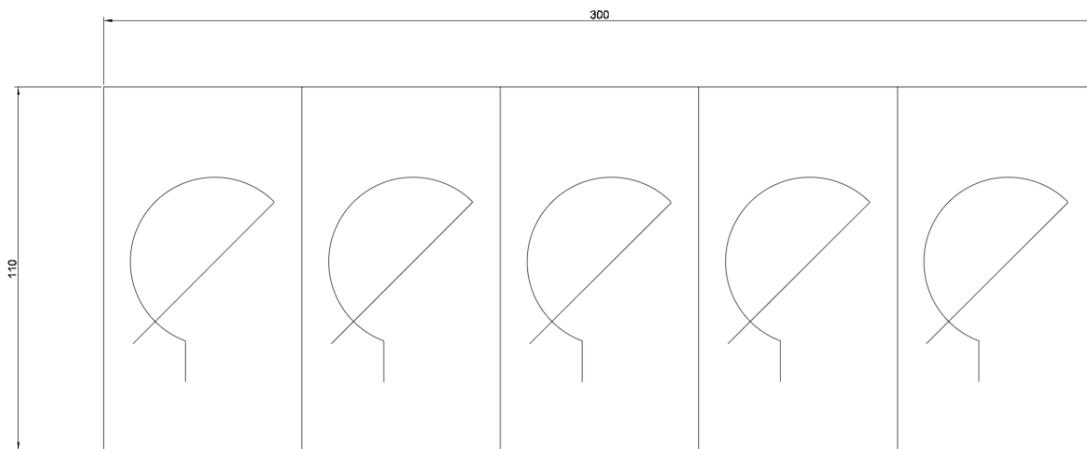


Figura 9: Esquema de la nueva plataforma de estacionamiento de aeronaves. Elaboración propia.

Con el objetivo de optimizar el espacio disponible en la parcela actual del aeródromo, evitando ampliaciones, se propone la construcción de la plataforma de estacionamiento en parte del terreno sin construir que se encuentra al lado de la pista del aeropuerto. La zona exacta queda reflejada en la Figura 10.

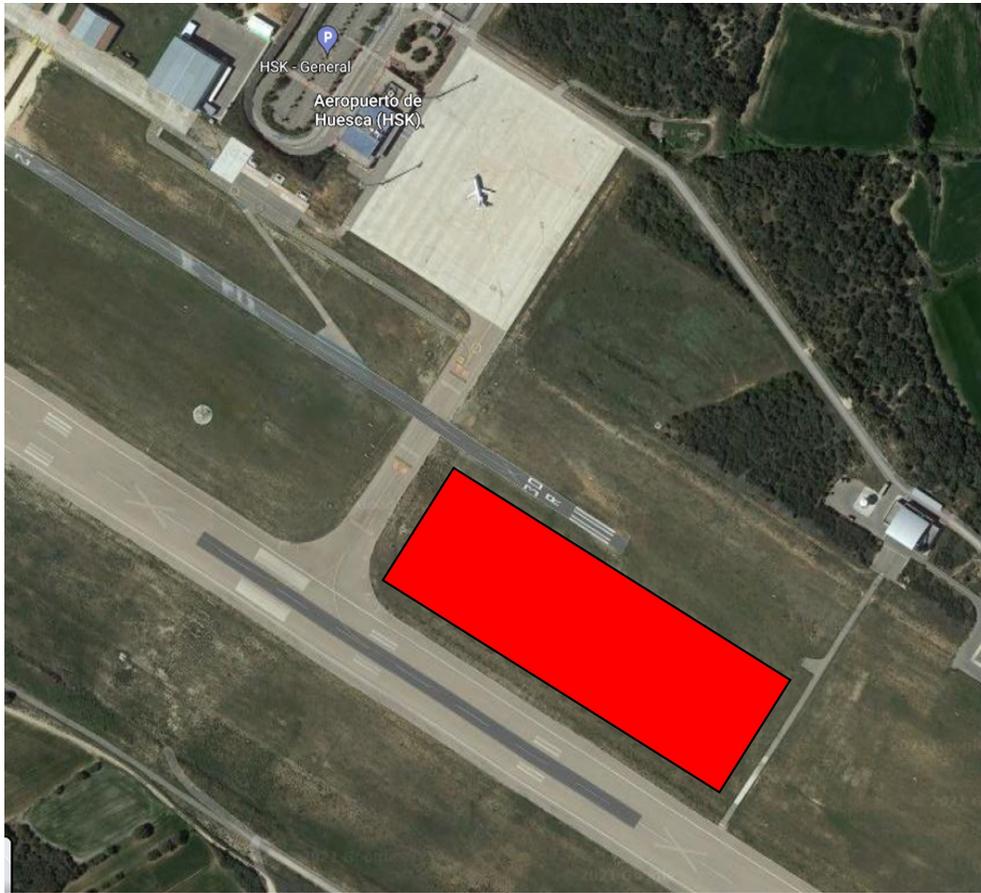


Figura 10: Ubicación de la nueva plataforma de estacionamiento de aeronaves. Adaptado de (12).

4. Limitaciones

Debido a que la parcela se encuentra en el recinto del aeropuerto de Huesca-Pirineos, esta debe atenerse a las restricciones y normativa aeronáutica marcadas por el plan director. En este caso son las servidumbres aeronáuticas del aeropuerto.

Las servidumbres que afectan en este caso al hangar proyectado son las servidumbres de aeródromo y servidumbres de las instalaciones radioeléctricas aeronáuticas.

Además de esta normativa, se debe cumplir con la propia para el cálculo de estructuras metálicas.

4.1. Servidumbres

En el caso de las servidumbres de aeródromo, mostradas en la Figura 11, la ubicación seleccionada para el emplazamiento del hangar se sitúa en el interior de la horizontal interna del aeródromo, cuya altitud es de 573 metros. Dado que la llanura tenía una altitud de 535 metros, esta servidumbre limita la altura del hangar a los 38 metros.

Por otro lado, las servidumbres de las instalaciones radioeléctricas aeronáuticas afectan a la parcela seleccionada debido a su proximidad al centro de comunicaciones del aeródromo. Esta instalación cuenta con una superficie libre de obstáculos de 60 metros. Dado que la parcela seleccionada intersecta con esta superficie, la limitación de la altura del hangar es de 25 metros.

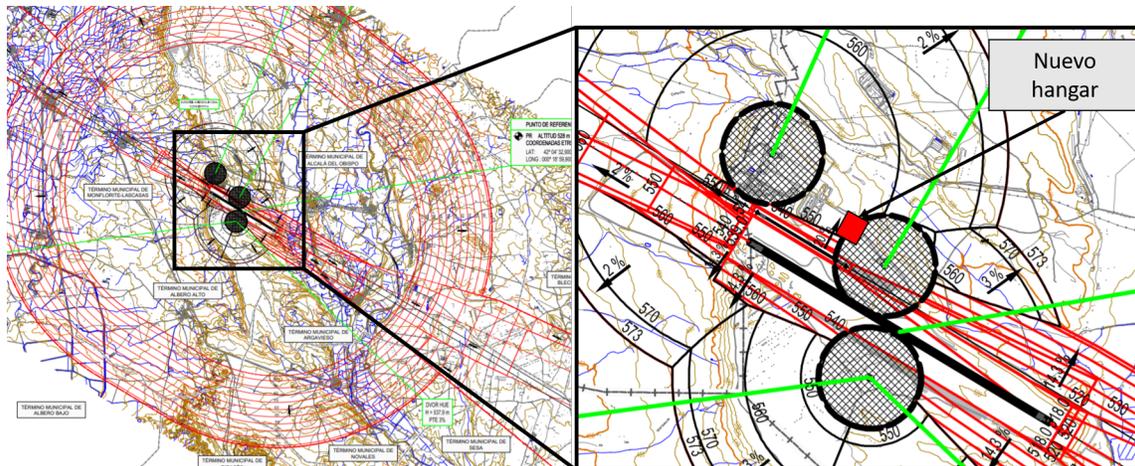


Figura 11: Influencia de las servidumbres aeronáuticas. Adaptado de (11).

4.2. Normativa de construcción

El principal documento normativo es el Código Técnico de la Edificación (CTE), que constituye la regulación de las exigencias básicas de calidad que deben cumplir los edificios, incluyendo sus instalaciones, para satisfacer los requisitos básicos de seguridad y habitabilidad, en desarrollo de lo previsto en la disposición final segunda de la Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de

Ordenación de la Edificación, abreviada como LOE.

A continuación se enumeran algunos de los documentos que configuran el marco regulatorio del Código Técnico de la Edificación, referentes al presente proyecto, entre los que se encuentran:

- Documento Básico Seguridad Estructural (SE) (13). Establece las reglas y procedimientos necesarios para asegurar que el edificio tiene un comportamiento estructural adecuado frente a las acciones e influencias a las que pueda estar sometido previsiblemente durante su construcción y uso general.
- Documento Básico Acciones en la Edificación (SE-AE) (14). Define las acciones que actúan sobre los edificios, para verificar el cumplimiento de los requisitos de seguridad estructural y su aptitud al servicio, establecidos en el DB-SE.
- Documento Básico Acero (SE-A) (15). Establece la metodología para verificar la seguridad estructural de los elementos metálicos realizados con acero en edificaciones, excluyendo aspectos propios de otros campos de la construcción. Este documento solo se refiere a la seguridad en condiciones adecuadas de utilización, incluidos los aspectos relativos a la durabilidad, de acuerdo con el DB-SE.
- Documento Básico Cimientos (SE-C) (16). Establece requerimientos de seguridad estructural, capacidad portante y aptitud al servicio de los elementos de cimentación. También se definen, en su caso, la capacidad portante y aptitud al servicio de elementos de contención de todo tipo de edificios, en relación con el terreno, independientemente de lo que afecta al elemento propiamente dicho, que se regula en los Documentos Básicos relativos a la seguridad estructural de los diferentes materiales o la Instrucción Española del Hormigón Estructural (EHE).

5. Requisitos de diseño

Las características de diseño del hangar deben permitir la realización de operaciones de reparación y mantenimiento, entre las que se incluye la revisión tipo C de aviones comerciales de mediana envergadura. Como se detallará a continuación, este tipo de operaciones de mantenimiento requiere desmontar partes de la aeronave, por lo que deben realizarse dentro de un hangar con el espacio suficiente.

5.1. Aviones a albergar

El hangar va a ser diseñado con el objetivo de albergar 2 modelos de aviones y todas sus versiones derivadas. En concreto, se ha decidido enfocarse a los modelos Boeing 737 y Airbus A320, dado que son las dos aeronaves más frecuentes en el tráfico de pasajeros en Europa (17). La más empleada es el Airbus A320, con 13000 aeronaves vendidas, siendo el modelo más vendido de los últimos años. Su principal mercado se encuentra en Francia, España, China, Alemania y Reino Unido. Por otro lado, el Boeing 737 fue la aeronave más vendida hasta la llegada del A320. Es un modelo en constante mejora, con hasta 5 generaciones diferentes (18).

Además, estas aeronaves son las de mayor tamaño que pueden aterrizar en la pista del aeropuerto Huesca-Pirineos, cuya categoría es 4C. En la Tabla 4 se pueden ver las principales características de la pista.

Tabla 4: Características de la pista. (11)

| Distancias declaradas | | | | |
|-----------------------|-------------------------|--------------|-------------|-----------|
| | Orientación | Longitud (m) | Anchura (m) | Pavimento |
| 12R | 122,81 ^o GEO | 2100 | 45 | Asfalto |
| 30L | 302,82 ^o GEO | 2100 | 45 | Asfalto |
| 12L | 122,81 ^o GEO | 615 | 12 | Asfalto |
| 30R | 302,82 ^o GEO | 615 | 12 | Asfalto |

Este tipo de aeronaves tienen envergaduras de entre 35 y 36 metros, además de longitudes que van desde 37 hasta 45 metros. Su altura máxima oscila alrededor de los 12 metros. En la Tabla 5 se detallan las principales medidas a tener en cuenta en el diseño del hangar de los modelos más recientes de estas aeronaves.

Tabla 5: Dimensiones de los aviones operativos en el hangar. (19), (20)

| Modelo | Longitud (m) | Envergadura (m) | Altura de cola (m) |
|------------------|--------------|-----------------|--------------------|
| Boeing 737-900ER | 42,1 | 35,7 | 12,5 |
| Boeing 737 MAX 8 | 39,52 | 35,9 | 12,5 |
| Airbus 320 | 37,57 | 35,8 | 11,76 |
| Airbus 321 | 44,51 | 35,8 | 11,76 |

En la Figura 12 se pueden observar las características de estas aeronaves. Las dimensiones mínimas que debe cumplir el hangar para permitir la entrada de los aviones deben ser, por lo tanto, de una longitud de 45 metros, distancia libre entre pilares de 36 metros y altura libre de 12.5 metros. Este hangar tendrá también la posibilidad de ser usado por aviones de tamaños inferiores si en algún momento se requiere.

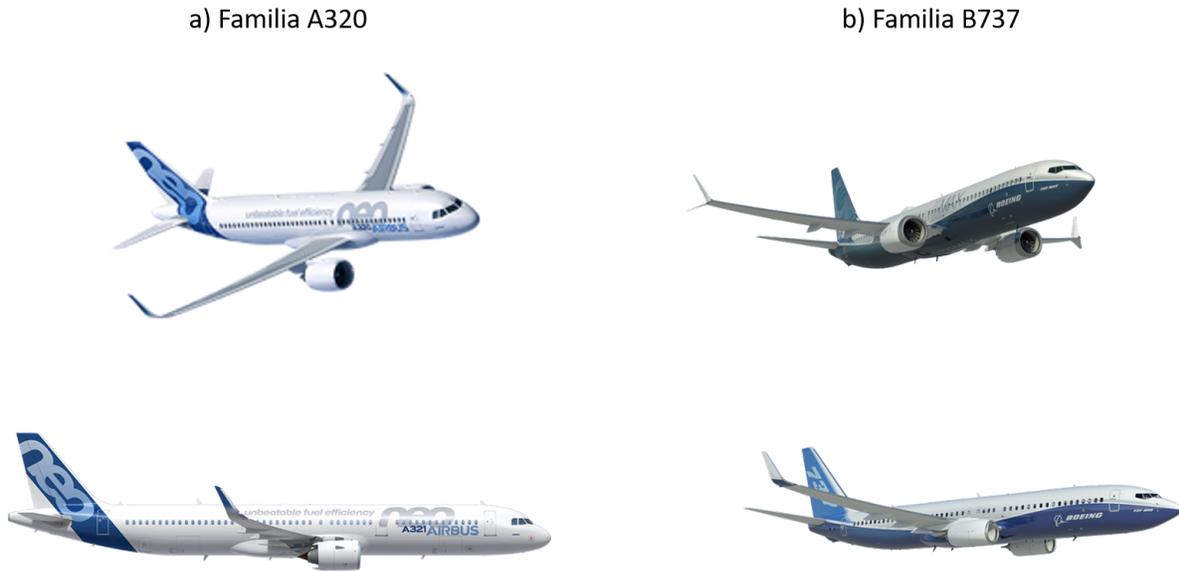


Figura 12: Aviones operativos en el hangar. Adaptado de (21), (22), (23) y (24).

5.2. Tareas de mantenimiento

Como ya se ha comentado anteriormente, el hangar tiene como misión principal su uso para la realización de tareas de mantenimiento y reparaciones de aeronaves. El máximo nivel de revisión al que aspira llegar es la revisión tipo C, lo que implica la necesidad de un gran espacio extra para poder depositar las piezas desmontadas de la aeronave y la operatividad de la maquinaria utilizada para este tipo de tareas.

Las revisiones de mantenimiento de aeronaves pueden dividirse en 4 categorías, a saber, A, B, C y D (25). El presente hangar está diseñado para poder desarrollar todos los niveles de revisión a excepción del D. Esto se debe a la gran cantidad de tiempo que le toma a una aeronave someterse a una revisión tipo D, que a menudo es aprovechado por las compañías aéreas para realizar diferentes tipos de mejoras en la cabina, como la renovación de asientos, la mejora de sistemas de entretenimiento, entre otros.

Las revisiones tipo A se realizan, dependiendo del caso particular de la aeronave, cada 400-600 horas o cada 200-300 ciclos, siendo el despegue y aterrizaje un ciclo único para el avión. Se requieren entre 50 y 70 horas-hombre y se realizan normalmente en hangares en tierra, con una duración mínima de 10 horas. La regularidad de estas revisiones depende del tipo

de aeronave, así como del total de ciclos o del número de horas de vuelo desde la revisión anterior. La compañía aérea puede retrasar este tipo de acontecimientos si se cumplen ciertas condiciones predeterminadas.

Las revisiones tipo B se realizan generalmente cada 6-8 meses. Requieren de entre 160 y 180 horas de trabajo dependiendo de la tipología de la aeronave y tienen una duración de entre 1 y 3 días en total. Estas inspecciones suelen llevarse a cabo en los hangares de los aeropuertos.

Las revisiones tipo C se llevan a cabo cada 20-24 meses cuando la aeronave cumple un determinado número de horas de vuelo, aunque la frecuencia con la que se realizan este tipo de revisiones también puede llegar a ser establecida por el fabricante. Son mucho más profundas y complejas que las revisiones B, ya que requieren la revisión de un mayor número de partes. En la Figura 13 se muestra un ejemplo de revisión tipo C.

Generalmente estas revisiones implican que la aeronave quede fuera de servicio, por lo que no puede abandonar el lugar de la inspección hasta que se haya completado la verificación. Este control también requiere más espacio que las revisiones A y B, por lo que se realiza en un hangar base de mantenimiento, como es el caso del hangar proyectado. El tiempo requerido para completar las revisiones C es de 1 a 2 semanas, suponiendo un esfuerzo estimado de 6000 horas-hombre.



Figura 13: Revisión de mantenimiento tipo C. (26)

Por último, las revisiones tipo D Son los controles más completos y exigentes para el avión. Se trata de un tipo de revisión que se realiza aproximadamente cada 6 años y consiste en una revisión en la que prácticamente todas las aeronaves se someten a un procedimiento de inspección y reparación. En este caso, incluso la pintura debe ser eliminada en su totalidad con el fin de realizar una inspección más profunda que la realizada en el fuselaje en los casos anteriores.

Este tipo de inspección suele implicar un esfuerzo aproximado de 50000 horas-hombre, y se realiza en unos dos meses, dependiendo de la aeronave y del número de técnicos encargados de realizar el trabajo.

Las revisiones D requieren aún más espacio que las revisiones anteriores y, por lo tanto, deben llevarse a cabo en una base de mantenimiento adecuada. Los requisitos y el gran esfuerzo requerido para una revisión de este tipo hacen que alcancen un coste total de aproximadamente un millón de dólares por revisión. Por este motivo, la mayoría de aerolíneas (especialmente aquellas con una gran flota) se ven obligadas a planificar las revisiones D con años de antelación para que ello afecte a su operativa lo mínimo indispensable.

Cabe mencionar que los aviones más antiguos suelen ser retirados de las flotas debido al elevado coste de una revisión de tipo D en comparación con el coste de adquisición de un nuevo avión. Por término medio, a lo largo de su vida útil, un avión comercial se somete a tres revisiones D antes de ser retirado.

Por todos estos motivos, este tipo de revisiones no resultan atractivas para el nuevo enfoque del aeropuerto Huesca-Pirineos. Por otro lado, para la realización de la revisión tipo C, la más exhaustiva que se va a realizar en el hangar, se debe de disponer de espacio para poder desmontar y revisar las diferentes partes de la aeronave. Para ello van a ser utilizados elevadores y pequeñas grúas que deberán tener facilidad de operar en todo el hangar, siendo su radio de trabajo de entre 6 y 9 metros.

Atendiendo a las dimensiones del hangar y las condiciones para realizar las operaciones de reparación y mantenimiento. El hangar tendrá unas dimensiones de 65 metros de longitud y anchura de 60 metros. Debido a la restricción de las servidumbres aeronáuticas, este tendrá una altura en cumbrera de 25 metros.

6. Acciones en la estructura

La presente sección tiene como objetivo describir las acciones que se han de considerar para el diseño de la estructura del hangar. Toda la información se obtiene del Documento Básico SE-AE de seguridad estructural y acciones en la edificación (14).

6.1. Acciones permanentes

Se consideran acciones permanentes todas aquellas que actúan de forma constante sobre la estructura y sin variaciones en su dirección y magnitud. En el caso del hangar considerado, los elementos que generen carga de peso propio serán los elementos estructurales, a saber, pilares, correas, cerramientos, entre otros.

Por lo tanto, el peso propio de la estructura se aproxima como $40kg/m^2$

6.2. Acciones variables

Se consideran acciones variables todas aquellas que puedan producirse de forma puntual y/o temporal en la estructura, pero que no estén presentes durante todo el funcionamiento de la estructura. Las acciones que se considerarán para la estructura del hangar serán:

- Sobrecarga de uso.
- Acción del viento.
- Nieve.
- Acciones térmicas.

6.2.1. Sobrecarga de uso

Se define la sobrecarga de uso como el peso de todo lo que puede gravitar sobre la estructura por razón de su uso. Como normal general, la sobrecarga de uso puede simularse por la aplicación de una carga distribuida uniformemente.

La cubierta del hangar será únicamente accesible para conservación, es decir, sirviendo de base para la realización de acciones de mantenimiento sobre las aeronaves. En este caso se trata de una cubierta ligera con correas (tipo G1) de acuerdo con reflejado en la Figura 14.

| Categoría de uso | | Subcategorías de uso | | Carga uniforme [kN/m ²] | Carga concentrada [kN] |
|------------------|--|----------------------|---|--|---------------------------|
| A | Zonas residenciales | A1 | Viviendas y zonas de habitaciones en, hospitales y hoteles | 2 | 2 |
| | | A2 | Trasteros | 3 | 2 |
| B | Zonas administrativas | | | 2 | 2 |
| C | Zonas de acceso al público (con la excepción de las superficies pertenecientes a las categorías A, B, y D) | C1 | Zonas con mesas y sillas | 3 | 4 |
| | | C2 | Zonas con asientos fijos | 4 | 4 |
| | | C3 | Zonas sin obstáculos que impidan el libre movimiento de las personas como vestíbulos de edificios públicos, administrativos, hoteles; salas de exposición en museos; etc. | 5 | 4 |
| | | C4 | Zonas destinadas a gimnasio u actividades físicas | 5 | 7 |
| | | C5 | Zonas de aglomeración (salas de conciertos, estadios, etc) | 5 | 4 |
| D | Zonas comerciales | D1 | Locales comerciales | 5 | 4 |
| | | D2 | Supermercados, hipermercados o grandes superficies | 5 | 7 |
| E | Zonas de tráfico y de aparcamiento para vehículos ligeros (peso total < 30 kN) | | | 2 | 20 ⁽¹⁾ |
| F | Cubiertas transitables accesibles sólo privadamente ⁽²⁾ | | | 1 | 2 |
| G | Cubiertas accesibles únicamente para conservación ⁽³⁾ | G1 ⁽⁷⁾ | Cubiertas con inclinación inferior a 20° | 1 ⁽⁴⁾ ⁽⁶⁾ | 2 |
| | | | Cubiertas ligeras sobre correas (sin forjado) ⁽⁵⁾ | 0,4 ⁽⁴⁾ | 1 |
| | | G2 | Cubiertas con inclinación superior a 40° | 0 | 2 |

Figura 14: Valores característicos de las sobrecargas de uso. (14)

Además de la acción que se acaba de detallar, se va a considerar la inclusión de un puente grúa que facilite las acciones de mantenimiento de las aeronaves, transportando piezas pesadas. Para preparar la nave para sustentar al puente grúa y las cargas que va a elevar el mismo, se ha considerado un nuevo caso de sobrecarga de uso de tipo E, generalmente utilizado para superficies donde circulen vehículos pesados.

Esta suposición resulta idónea para el caso de análisis, ya que al desplazarse la carga en los ejes X e Y del plano, la fuerza resultante es similar a la existencia de una superficie a esa altura por donde circulase un camión de igual peso que la carga que se está desplazando. La sobrecarga estipulada en dicha tabla para el caso considerado es de $2\text{kN}/\text{m}^2$. Además se tienen en cuenta las sobrecargas puntuales causadas por la aceleración y el frenado del puente, así como las cargas puntuales sobre los raíles dependiendo de la posición del carro.

6.2.2. Acción del viento

De acuerdo con lo estipulado en el SE-AE, las acciones dinámicas causadas por el viento serán representadas por medio de fuerzas estáticas equivalentes. En general, estas fuerzas se asumen como perpendiculares a la superficie en cada punto expuesto, en forma de presión estática q_e (Ecuación 1)

$$q_e = q_b \cdot c_e \cdot c_p \quad (1)$$

Donde:

- q_b es la presión dinámica del viento. Es posible utilizar un valor general, pero se emplearán los valores más precisos que proporciona la normativa en función del emplazamiento geográfico.
- c_e es el coeficiente de exposición, que depende de la altura del punto a considerar y del grado de aspereza del entorno donde se encuentra ubicada la construcción.
- c_p es el coeficiente eólico o de presión, que depende de la forma y orientación de la superficie respecto al viento, así como de la situación del punto respecto a los bordes de esa superficie. Un valor negativo indica succión.

Presión dinámica del viento, q_b

El valor básico de la presión dinámica del viento se obtiene de la expresión de la Ecuación 2.

$$q_b = 0.5 \cdot \delta \cdot v_b^2 \quad (2)$$

Donde δ es la densidad del aire y v_b es el valor de la velocidad básica del viento. El valor de esta velocidad se obtiene de un mapa geográfico de España (Figura 15), dividido en 3 zonas dependiendo de las estadísticas de viento que posea.



Figura 15: Valor básico de la velocidad del viento. (14)

En el caso del aeropuerto de Huesca-Pirineos, se trata de una zona C, por lo que la velocidad

básica del viento es de 29 m/s^2 y la presión que ejerce será la obtenida en la Ecuación 3.

$$q_b = 0.5 \cdot 1.25 \cdot 29^2 = 0.52kN/m^2 \quad (3)$$

Coefficiente de exposición, c_e

El coeficiente de exposición tiene en cuenta los efectos de las turbulencias originadas por el relieve y la topografía del terreno. En el caso de alturas sobre el terreno z , no mayores de 200 metros, puede obtenerse con la expresión de la Ecuación 4.

$$c_e = F \cdot (F + 7k) \quad (4)$$

$$F = k \cdot \ln(\max(z, Z)/L)$$

Siendo k , L y Z parámetros característicos de cada tipo de entorno descrito en la Figura 16.

| | Grado de aspereza del entorno | Parámetro | | |
|-----|--|-----------|-------|-------|
| | | k | L (m) | Z (m) |
| I | Borde del mar o de un lago, con una superficie de agua en la dirección del viento de al menos 5 km de longitud | 0,156 | 0,003 | 1,0 |
| II | Terreno rural llano sin obstáculos ni arbolado de importancia | 0,17 | 0,01 | 1,0 |
| III | Zona rural accidentada o llana con algunos obstáculos aislados, como árboles o construcciones pequeñas | 0,19 | 0,05 | 2,0 |
| IV | Zona urbana en general, industrial o forestal | 0,22 | 0,3 | 5,0 |
| V | Centro de negocios de grandes ciudades, con profusión de edificios en altura | 0,24 | 1,0 | 10,0 |

Figura 16: Coeficientes para tipo de entorno. (14)

En el caso del hangar proyectado, se asumirá un grado de aspereza IV dado que está situado junto con otras edificaciones de carácter industrial. Por lo tanto, se obtiene el valor de mostrado en la Ecuación 5.

$$F = 0.22 \cdot \ln(\max(22, 5)/0.3) = 0.973$$

$$c_e = 0.973 \cdot (0.973 + 70.22) = 2.445 \quad (5)$$

Coefficiente de presión, c_p

El coeficiente de presión permite tener en cuenta las diferentes direcciones con las que inciden los vientos sobre el hangar. Por ello, para su cálculo, se tendrá en cuenta si este es frontal o lateral. En el CTE se pueden encontrar tablas para el cálculo del coeficiente de presión en naves con geometrías habituales.

1. Viento exterior

Debido a que la incidencia del viento puede ser cualquiera, se debe calcular el coeficiente de presión exterior en las 4 orientaciones perpendiculares. Sin embargo, debido a que el hangar presenta una geometría simétrica, solo se van a calcular las direcciones de 0° y de 90° . En cada caso, se calcularán dos valores:

- Parámetros verticales.
- Cubierta.

1.1 Viento 0° , parámetros verticales

El coeficiente de presión exterior se obtiene en función de los datos proporcionados por la Tabla mostrada en la Figura 17, donde se obtiene el valor en función del área de influencia y de la esbeltez.

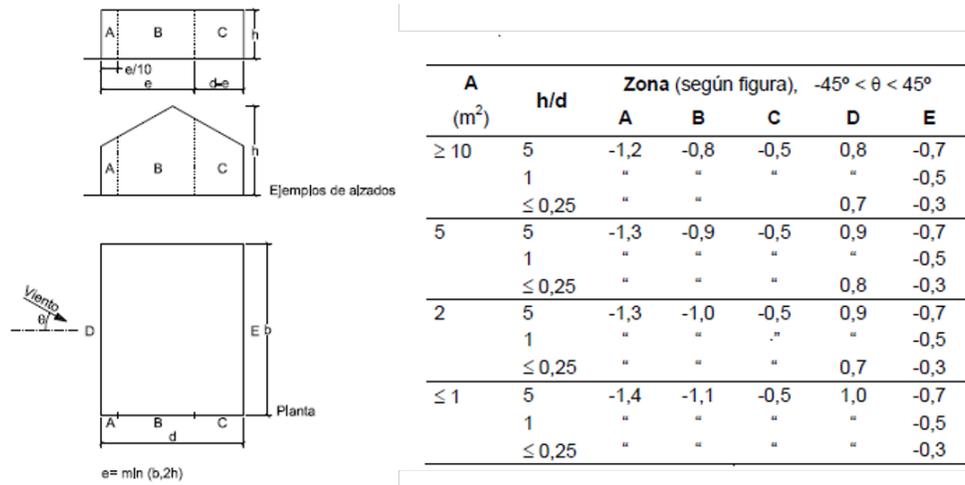


Figura 17: Coeficientes de presión en parámetros verticales. (14)

Para el caso del hangar proyectado, el área de influencia se calcula como la altura por la altura (h) por la cirugía (r), definidas en la Figura 18.

Para este caso se obtiene $h \cdot r = 22 \cdot 5 = 110m^2 > 10m^2$.

La esbeltez se obtiene de acuerdo al esquema de la Figura 17 como $h/d = 22/60 = 0.37$.

Por último, se define el parámetro e como $e = \min(b, 2 \cdot h) = \min(65, 2 \cdot 22) = 44$.

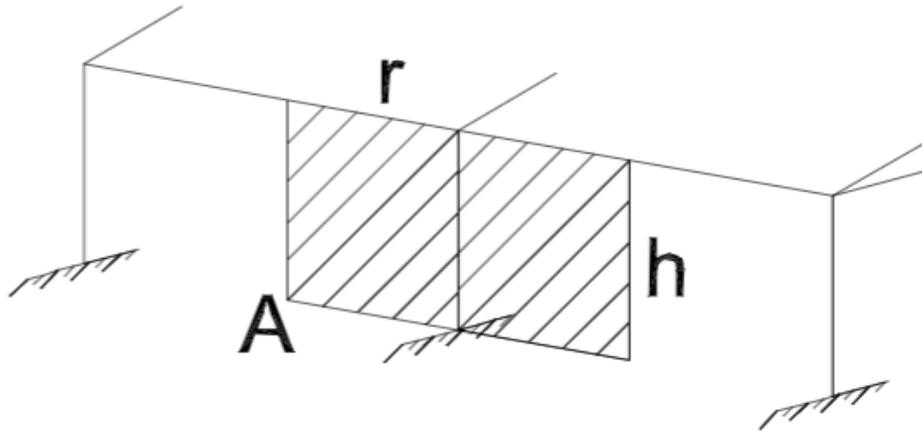


Figura 18: Definición del área de influencia. Elaboración propia

Finalmente, los coeficientes de presión en parámetros verticales con viento a 0° son los que se muestran en la Tabla 6.

Tabla 6: Coeficientes de presión en parámetros verticales con viento a 0° .

| | A | B | C | D | E |
|-------|------|------|------|-----|------|
| c_e | -1,2 | -0,8 | -0,5 | 0,8 | -0,5 |

1.2 Viento 90° , parámetros verticales

El caso con viento de 90° es análogo al anterior, si bien es necesario recalcular los parámetros asociados.

El área de influencia se mantiene de $110m^2$, superior a $10 m^2$.

La esbeltez es, en este caso, $h/d = 22/65 = 0.34$

El parámetro e toma el valor $e = \min(b, 2 \cdot h) = \min(60, 2 \cdot 22) = 44$.

De este modo, los parámetros verticales con viento a 90° son los mostrados en la Tabla 7.

Tabla 7: Coeficientes de presión en parámetros verticales con viento a 0° .

| | A | B | C | D | E |
|-------|------|------|------|-----|------|
| c_e | -1,2 | -0,8 | -0,5 | 0,8 | -0,5 |

1.3 Viento 0° , cubierta

La cubierta del hangar se considera a dos aguas, ya que la pendiente de la ésta es de $\alpha = \arctan\left(\frac{22-20}{60/2}\right) = 3.81$. Para la obtención del coeficiente de presión en este tipo de cubiertas, se emplea la información de la Tabla mostrada en la Figura 19.

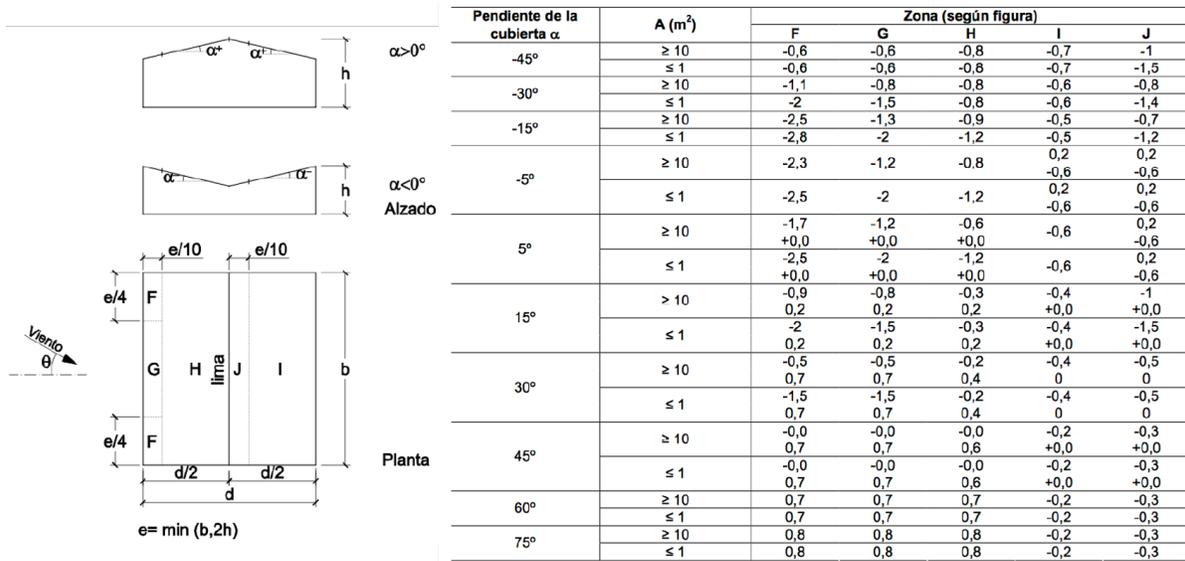


Figura 19: Coeficiente de presión en cubierta a dos aguas a 0° . (14)

De forma análoga al caso anterior, la cirugía se calcula como la longitud (l) por la cirugía (r), tal y como se esquematiza en la Figura 20.

El parámetro e toma el valor $e = \min(b, 2 \cdot h) = \min(65, 2 \cdot 22) = 44$.

Finalmente, el valor del área de influencia es de $l \cdot r = 65/2 \cdot 5 = 162.5m^2$.

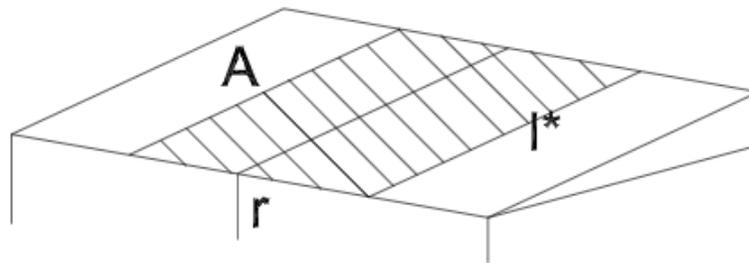


Figura 20: Área de influencia de la cubierta. Elaboración propia.

Considerando estos valores, se obtienen las condiciones de viento mostradas en la Tabla 8, considerando dos posibles situaciones.

Tabla 8: Coeficientes de presión en cubierta con viento a 0° .

| Situación | F | G | H | I | J |
|---------------------|------|------|------|------|------|
| c_e (Situación 1) | -1,7 | -1,2 | -0,6 | -0,6 | 0,2 |
| c_e (Situación 2) | 0 | 0 | 0 | -0,6 | -0,6 |

1.4 Viento 90°, cubierta

De forma similar al caso anterior, se calcula el valor del coeficiente de exposición en cubierta para vientos a 90°. Para ello, se emplea la tabla mostrada en la Figura 21.

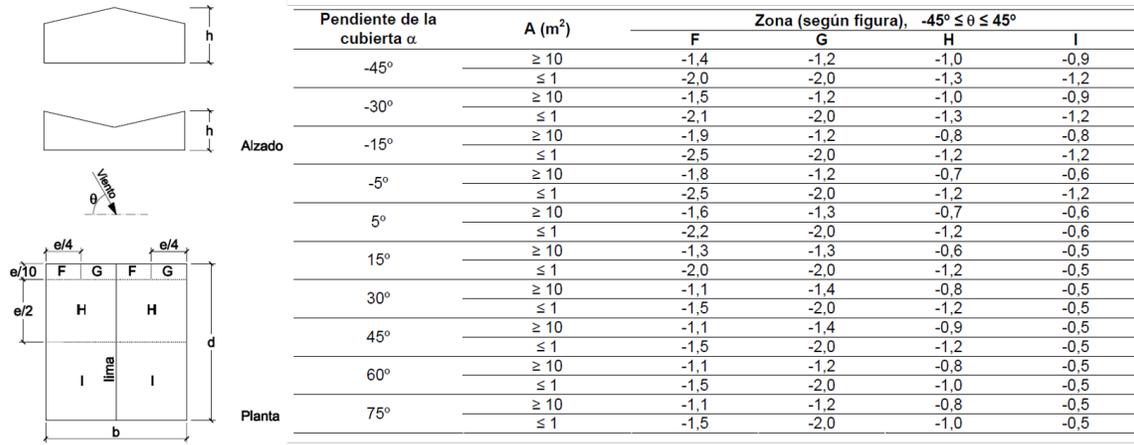


Figura 21: Coeficiente de presión en cubierta a dos aguas a 90°. (14)

El área de influencia es la misma que para el caso anterior, $A = 162.5m^2$

El parámetro e se obtiene como es habitual $e = \min(b, 2 \cdot h) = \min(60, 2 \cdot 22) = 44$.

Los valores obtenidos se muestran la Tabla 9.

Tabla 9: Coeficientes de presión en cubierta con viento a 0°.

| Situación | F | G | H | I |
|---------------------|------|------|------|------|
| c_e (Situación 1) | -1,6 | -1,3 | -0,7 | -0,6 |

2. Viento interior

Es necesario considerar el viento interior cuando los huecos superan el 30% de la superficie de la nave. Debido a la geometría del hangar, se cumple ampliamente este requerimiento, por lo que se considerará el viento interior. En la tabla mostrada en la Figura 22 aparecen los valores de los coeficientes de presión en función de la esbeltez y del área de huecos en zonas de succión con respecto al área total de huecos de la construcción.

Tabla 3.6 Coeficientes de presión interior

| Esbeltez en el plano paralelo al viento | Área de huecos en zonas de succión respecto al área total de huecos del edificio | | | | | | | | | | |
|---|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|
| | 0,0 | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0,9 | 1 |
| ≤1 | 0,7 | 0,7 | 0,6 | 0,4 | 0,3 | 0,1 | 0,0 | -0,1 | -0,3 | -0,4 | -0,5 |
| ≥4 | 0,5 | 0,5 | 0,4 | 0,3 | 0,2 | 0,1 | 0,0 | -0,1 | -0,2 | -0,3 | -0,3 |

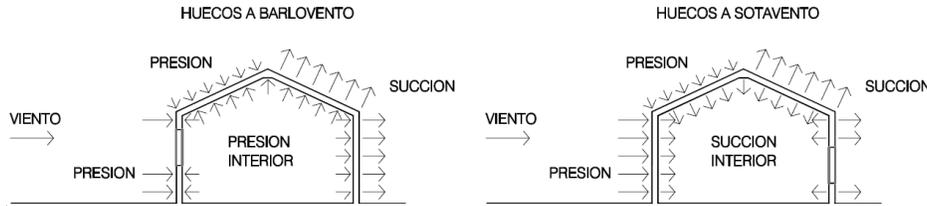


Figura 22: Coeficiente de presión para viento interior. (14)

El valor de la esbeltez es, como se ha visto anteriormente, $h/d = 22/65 = 0.34$, por lo que es menor que 1.

Por otro lado, el área de hueco en la zona de succión estará definida por la puerta del hangar, que poseerá un valor de $A_1 = 40 \cdot 14 = 560m^2$ (Figura 23). El área total de huecos del hangar vendrá definida por el espacio frontal del pórtico, $A_2 = 60 \cdot 20 + \frac{60 \cdot 2}{2} = 1260m^2$. Por ello, el coeficiente será $\frac{560}{1260} = 0.44$.

Finalmente, en el caso del viento interior, se obtiene mediante interpolación (Ecuación 6) $c_e = 0.22$.

$$\frac{0.5 - 0.4}{0.1 - 0.3} = \frac{0.44 - 0.4}{c_e - 0.3} \rightarrow c_e = 0.22 \quad (6)$$

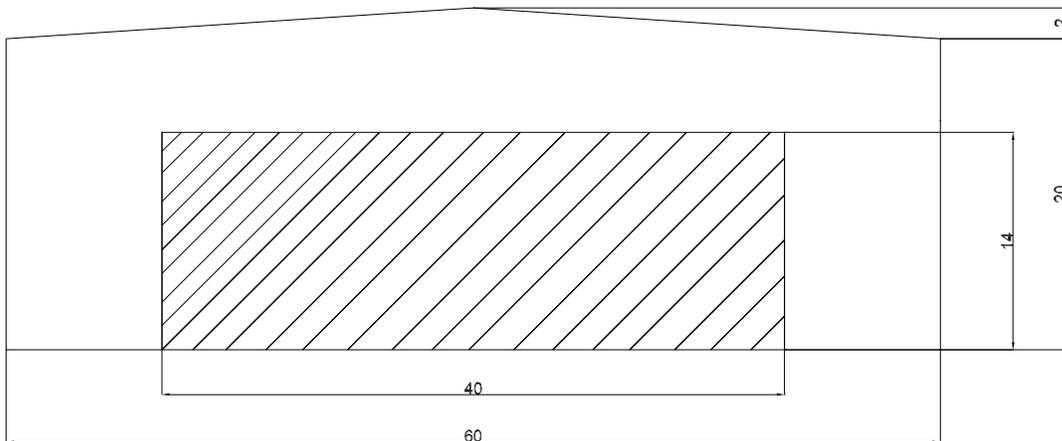


Figura 23: Esquema de la entrada al hangar. Elaboración propia

6.2.3. Nieve

La distribución e intensidad de la carga de nieve sobre un edificio o sobre una cubierta, depende principalmente del clima del lugar, de las precipitaciones que suelen darse, el relieve del entorno, la forma de la construcción, los efectos del viento y los intercambios térmicos en parámetros exteriores.

Para el cálculo del valor de la carga de nieve por unidad de superficie en proyección horizontal, q_n , se ha de utilizar la expresión mostrada en la Ecuación 7.

$$q_n = \mu \cdot s_k \quad (7)$$

Donde μ es el coeficiente de forma y s_k es el valor característico de la carga de nieve sobre un terreno horizontal.

En el caso del coeficiente de forma, se debe asumir un valor de 1 para cubiertas con inclinación menor o igual a 30° . Dado que la cubierta del hangar cuenta con una pendiente de 3.81° , en este caso se toma $\mu = 1$.

En el caso de la carga por nieve, el valor se obtiene de la Figura 24, teniendo en cuenta que el aeropuerto se sitúa en zona 2.



Figura 24: Zonas climáticas de invierno. (14)

Conocida la zona climática, es posible obtener la sobrecarga por nieve considerando la altitud de la parcela sobre el nivel del mar (535 m) e interpolando (Ecuación 8) de acuerdo a los

valores mostrados en la tabla de la Figura 25.

Tabla E.2 Sobrecarga de nieve en un terreno horizontal (kN/m²)

| Altitud (m) | Zona de clima invernal, (según figura E.2) | | | | | | |
|-------------|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 0 | 0,3 | 0,4 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 |
| 200 | 0,5 | 0,5 | 0,2 | 0,2 | 0,3 | 0,2 | 0,2 |
| 400 | 0,6 | 0,6 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,2 | 0,2 |
| 500 | 0,7 | 0,7 | 0,3 | 0,4 | 0,4 | 0,3 | 0,2 |
| 600 | 0,9 | 0,9 | 0,3 | 0,5 | 0,5 | 0,4 | 0,2 |
| 700 | 1,0 | 1,0 | 0,4 | 0,6 | 0,6 | 0,5 | 0,2 |
| 800 | 1,2 | 1,1 | 0,5 | 0,8 | 0,7 | 0,7 | 0,2 |
| 900 | 1,4 | 1,3 | 0,6 | 1,0 | 0,8 | 0,9 | 0,2 |
| 1.000 | 1,7 | 1,5 | 0,7 | 1,2 | 0,9 | 1,2 | 0,2 |
| 1.200 | 2,3 | 2,0 | 1,1 | 1,9 | 1,3 | 2,0 | 0,2 |
| 1.400 | 3,2 | 2,6 | 1,7 | 3,0 | 1,8 | 3,3 | 0,2 |
| 1.600 | 4,3 | 3,5 | 2,6 | 4,6 | 2,5 | 5,5 | 0,2 |
| 1.800 | - | 4,6 | 4,0 | - | - | 9,3 | 0,2 |
| 2.200 | - | 8,0 | - | - | - | - | - |

Figura 25: Sobrecarga de nieve en un terreno horizontal. (14)

$$\frac{600 - 500}{0.9 - 0.7} = \frac{535 - 500}{s_k - 0.7} \rightarrow s_k = 0.77 \quad (8)$$

Finalmente $q_n = \mu \cdot s_k = 1 \cdot 0.77 = 0.77$

6.2.4. Acciones térmicas

Las variaciones exteriores de temperatura causan deformaciones y cambios geométricos en los edificios. Su magnitud depende de las condiciones climáticas de la zona, la orientación y exposición del edificio, las características de los materiales constructivos y revestimientos, del régimen de calefacción y ventilación interior y del aislamiento térmico de la construcción.

Sin embargo, la disposición de juntas de dilatación puede contribuir a disminuir los efectos de las variaciones de la temperatura. En edificios con elementos de hormigón o acero, pueden no considerarse las acciones térmicas siempre y cuando se dispongan juntas de dilatación de forma que no haya elementos continuos con más de 40 metros de longitud. Por ello, para este caso no se tendrán en cuenta las acciones térmicas.

6.3. Climatología e hidrología

El hangar va a estar sometido a una serie de fenómenos atmosféricos cuyos efectos sobre la estructura del hangar ha de ser considerado. Por ello, utilizando la web de estadísticas del instituto nacional de meteorología, AEMET (27), se van a considerar las principales estadísticas

climatológicas de las últimas dos décadas.

En la Figura 26 se muestran las tendencias de las rachas de viento recogidas entre el 1 de enero del año 2000 y el 31 de diciembre del año 2020, cuyos principales resultados se resumen en la Tabla 10. Como se puede ver, salvo casos puntuales, la velocidad media del viento tiene valores muy bajos, y las rachas puntuales rara vez superan los 100 km/h.

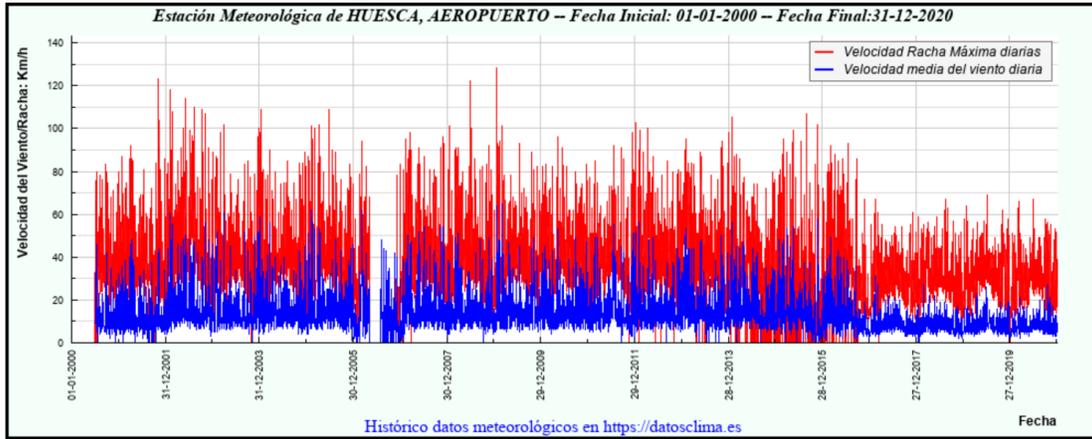


Figura 26: Estadísticas de viento en el aeropuerto. (27)

Tabla 10: Resumen de las estadísticas de viento. (27)

| CARACTERÍSTICA | Velocidad (m/s) | Velocidad (Km/h) | FECHA |
|-------------------------------------|-----------------|------------------|------------|
| Racha de viento más alta registrada | 34.7 | 124.92 | 25/01/2015 |
| Velocidad media más alta registrada | 9.7 | 34.92 | 06/02/2012 |

En la Figura 27 se muestran las tendencias de las precipitaciones recogidas entre el 1 de enero del año 2000 y el 31 de diciembre del año 2020, cuyos principales resultados se resumen en la Tabla 11. Como se puede ver, destaca el clima seco de la zona, donde las precipitaciones habituales son muy escasas, salvo periodos cortos con precipitaciones muy intensas, como las registradas el 23 de septiembre de 2006.

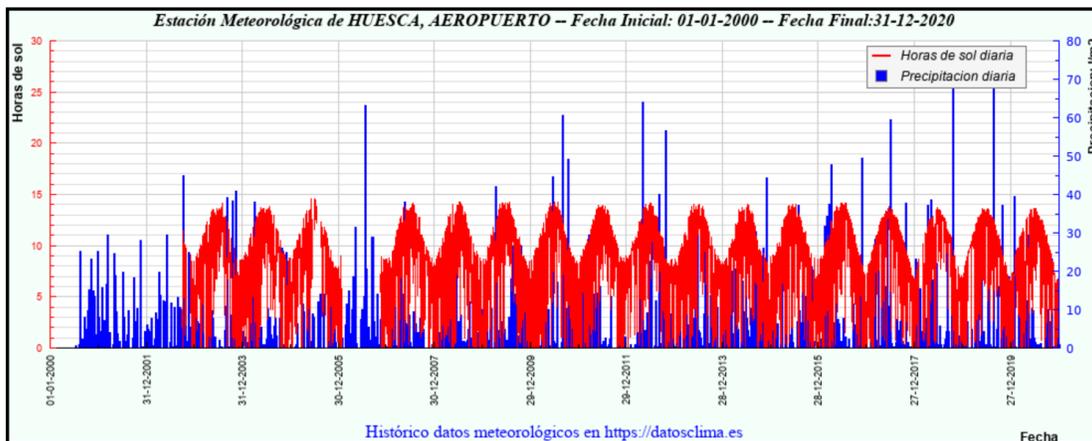


Figura 27: Estadísticas de precipitaciones en el aeropuerto. (27)

Tabla 11: Resumen de las estadísticas de precipitaciones. (27)

| CARACTERÍSTICA | VALOR | FECHA |
|---|--------------------------|------------|
| Máxima precipitación diaria registrada | 88.3 l/m ² | 23/09/2006 |
| Máximas horas de sol registradas | 12.1 h | 17/06/2018 |
| Precipitación total acumulada en el periodo | 14004.2 l/m ² | |

En la Figura 28 se muestran las tendencias de las temperaturas recogidas entre el 1 de enero del año 2000 y el 31 de diciembre del año 2020, cuyos principales resultados se resumen en la Tabla 12. Como se puede ver, destaca el clima frío de la zona, con valores mínimos de temperatura que bajan de los 0°C prácticamente todos los años y valores máximos que rara vez superan los 35°C.

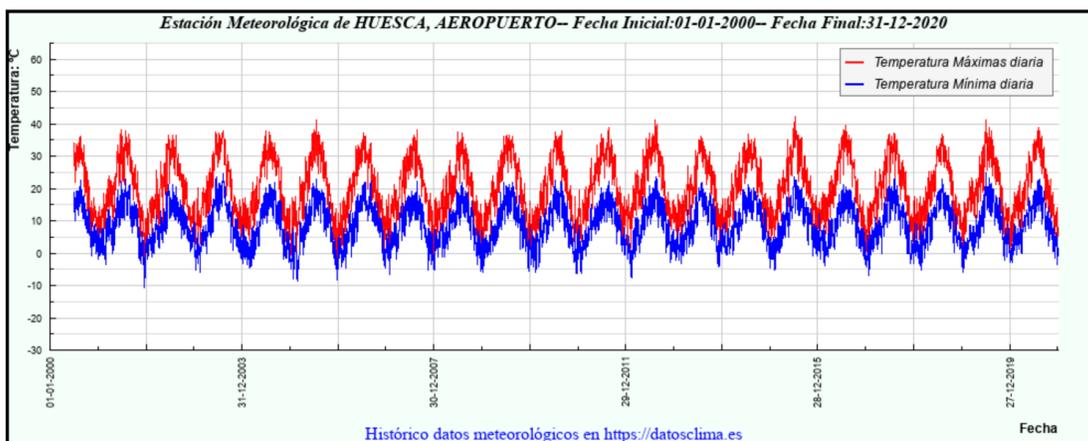


Figura 28: Estadísticas de temperatura en el aeropuerto. (27)

Tabla 12: Resumen de las estadísticas de temperatura. (27)

| CARACTERÍSTICA | Temperatura (°C) | FECHA |
|--|------------------|-----------------------|
| Temperatura máxima más alta registrada | 37.7 | 07/08/2020 |
| Temperatura máxima más baja registrada | -3.7 | 05/03/2008 |
| Temperatura mínima más alta registrada | 24.9 | 27/06/2019 |
| Temperatura mínima más baja registrada | -11.4 | 23/01/2011 |
| Mayor diferencia de temperaturas en un mismo día | 23 c | 29/07/2007 |
| Mayor ascenso de temperaturas máximas en 24 h | 15.8 | 10/03/2006-11/03/2006 |
| Mayor ascenso de temperaturas mínimas en 24 h | 13.4 | 27/03/2020-28/03/2020 |
| Mayor descenso de temperaturas máximas en 24h | 15.3 | 25/12/2008-26/12/2008 |
| Mayor descenso de temperaturas mínimas en 24 h: | 13 | 13/05/2015-14/05/2015 |

7. Herramientas empleadas

En la presente sección se describirán las herramientas en las que ha sido necesario apoyarse para la realización de este proyecto. En concreto, ha sido necesario utilizar el software de elementos finitos SAP2000 y el programa de diseño gráfico AutoCAD.

7.1. Sap2000

El software SAP2000 es un programa de elementos finitos para modelado, análisis y dimensionamiento de cualquier estructura. Posee un interfaz gráfico orientado a objetos, preparado para realizar, de forma integrada, desde el modelado hasta el análisis y dimensionamiento de problemas de ingeniería de estructuras (28).

Este programa es conocido por su flexibilidad en el cálculo de estructuras frente a otros más rígidos o restringidos. Este hecho, unido a su poder de cálculo y su fiabilidad en los resultados lo convierte en una herramienta habitual para muchos ingenieros. Su versatilidad permite emplearlo para realizar el dimensionamiento de todo tipo de estructuras, desde puentes hasta construcciones industriales, como es el caso del presente proyecto. En la Figura 29 se puede ver el software en uso para la realización del hangar proyectado.

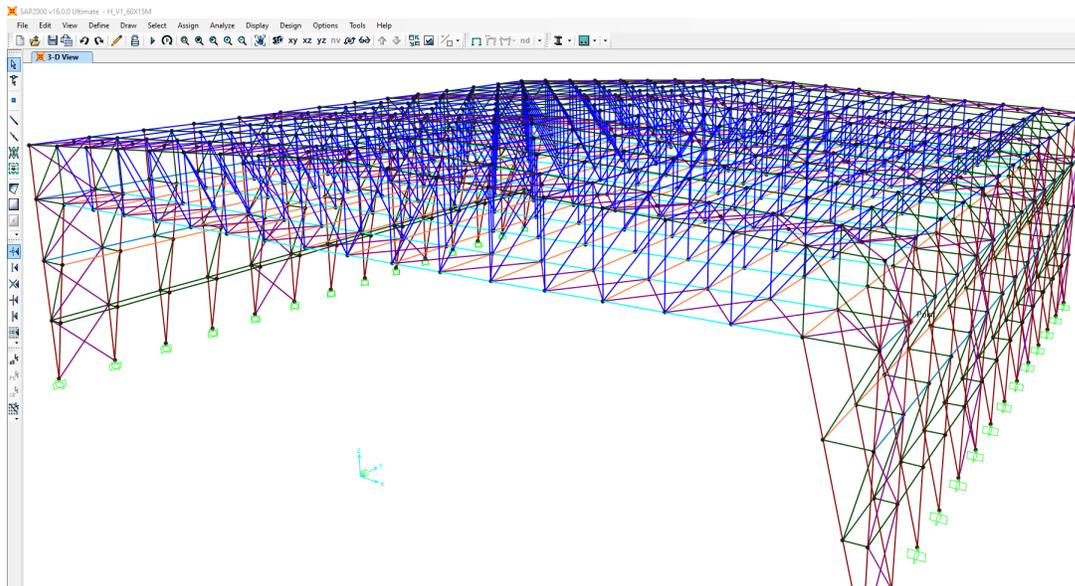


Figura 29: Interfaz gráfica de SAP2000.

Además, es posible generar acciones de sismo, viento y otro tipo de sobrecargas de uso, para posteriormente hacer el dimensionamiento y comprobación de estructuras de hormigón armado y/o perfiles metálicos. Considerando la eficiencia y versatilidad de este programa para el cálculo de estructuras como la que se desarrolla en el presente proyecto, se decidió emplear SAP2000 para el cálculo estructural.

7.2. AutoCAD

AutoCAD es un software de de diseño asistido por ordenador, o diseño CAD (*Computer Aided Design*). Es uno de los productos de la compañía americana Autodesk, creado en 1982. Es el principal programa de diseño CAD del mercado debido, entre otras cosas, a los altos estándares de calidad que ofrece. Entre los principales sectores de aplicación destacan la ingeniería, el diseño industrial o la arquitectura (29).

La principal aplicación de AutoCAD es la creación de planos. Sin embargo, gracias a las versiones más modernas, se han incluido conceptos nuevos como el espacio papel y el espacio modelo. Además, este programa tiene muy buenas compatibilidades con otros programas de ingeniería como el propio SAP2000.

Por todo ello, se decide emplear el software AutoCAD para la generación de los planos referentes al proyecto. Un ejemplo de uso se muestra en la Figura 30. Este programa también se ha empleado para la generación de los bocetos aclaratorios empleados en la Sección 6.

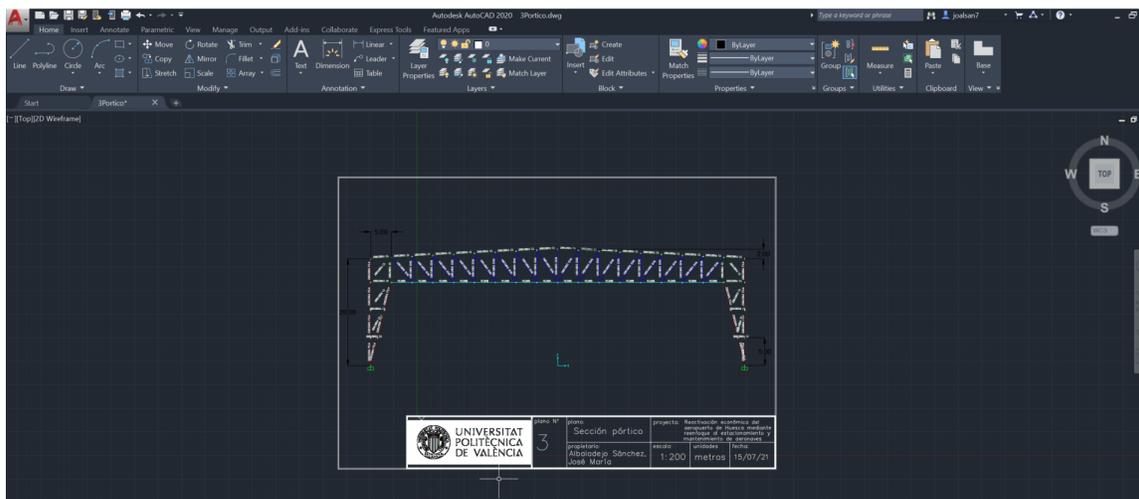


Figura 30: Interfaz gràfica de AutoCAD.

8. Descripción de la solución propuesta

En la presente sección se van a describir todas las soluciones constructivas asociadas al diseño estructural del hangar proyectado. La solución adoptada ha sido un hangar con unas dimensiones exteriores de 65 metros de longitud por 60 metros de ancho y 22 metros de alto, con una cubierta a dos aguas. De este modo, se consiguen unas dimensiones interiores útiles de 63 metros de longitud, 50 metros de ancho y 20 metros de altura en cumbrera.

La estructura está formada por 13 pórticos en celosía tipo Pratt con perfiles de diferentes medidas y espesores distanciados con una cirugía de 5 metros. La altura de los pilares laterales es de 20 metros y la altura en cumbrera es de 22 metros. Se ha optado por utilizar un único tipo de pórtico debido a la facilidad constructiva que aporta este tipo de solución. Una imagen de la geometría 3D se muestra en la Figura 31.

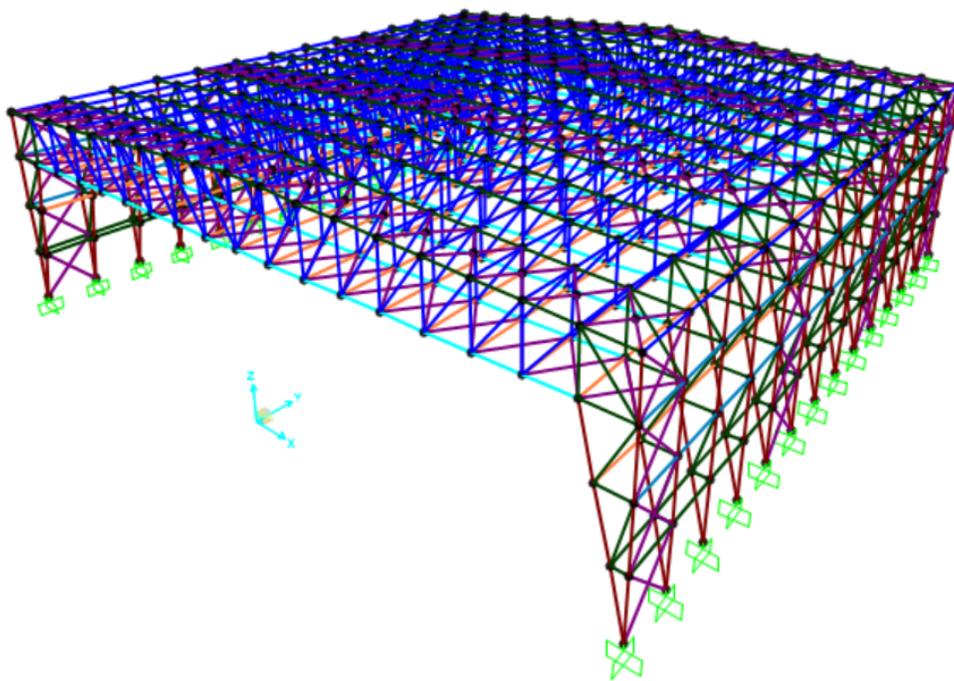


Figura 31: Esquema de la geometría del hangar 3D en SAP2000. Elaboración propia.

Además, se ha dispuesto de un puente grúa de hasta 5 toneladas de capacidad de carga, con movilidad entre los pórticos 2 y 12, con un recorrido total de 55 metros. Estará ubicado a 13 metros de altura, y tendrá como función el movimiento de piezas pesadas en labores de mantenimiento.

Es posible consultar todo lo referente a cálculos, pliego de condiciones, presupuesto y planos en los anexos I, II, III y IV respectivamente.

8.1. Cimentación

La cimentación es el conjunto de elementos estructurales que tienen como misión distribuir las cargas del hangar sobre el terreno en el que se encuentra éste. Se compone principalmente de zapatas y vigas de atado.

8.1.1. Acondicionamiento de terreno

Como ya se comentó en la Sección 3, el hangar proyectado se encuentra al lado de la plataforma de estacionamiento de aeronaves, debido a la facilidad de acceso que tendrán las aeronaves. Dado que el terreno ya se encuentra allanado, solo será necesario hacer una operación de desbroce y delimitar la zona para el replanteo.

8.1.2. Zapatas

Una zapata es la parte de la estructura que tiene como objetivo distribuir todas las cargas de la misma en un plano horizontal, tal y como se esquematiza en la Figura 32. En este caso particular, las cimentaciones directas se emplearán para transmitir las cargas de los pilares al terreno.

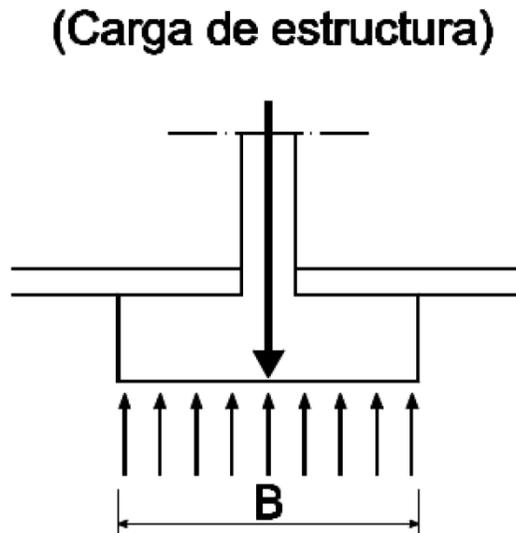


Figura 32: Esquema de la transmisión de esfuerzos de una zapata. (15)

Para el caso del hangar proyectado, se ha optado por una solución mediante zapatas rígidas aisladas de hormigón HA-25 y acero B500-S.

Se ha realizado una distribución uniforme de las zapatas tal y como se muestra en la Figura 33. Las propiedades de las zapatas se muestran en la Tabla 13.

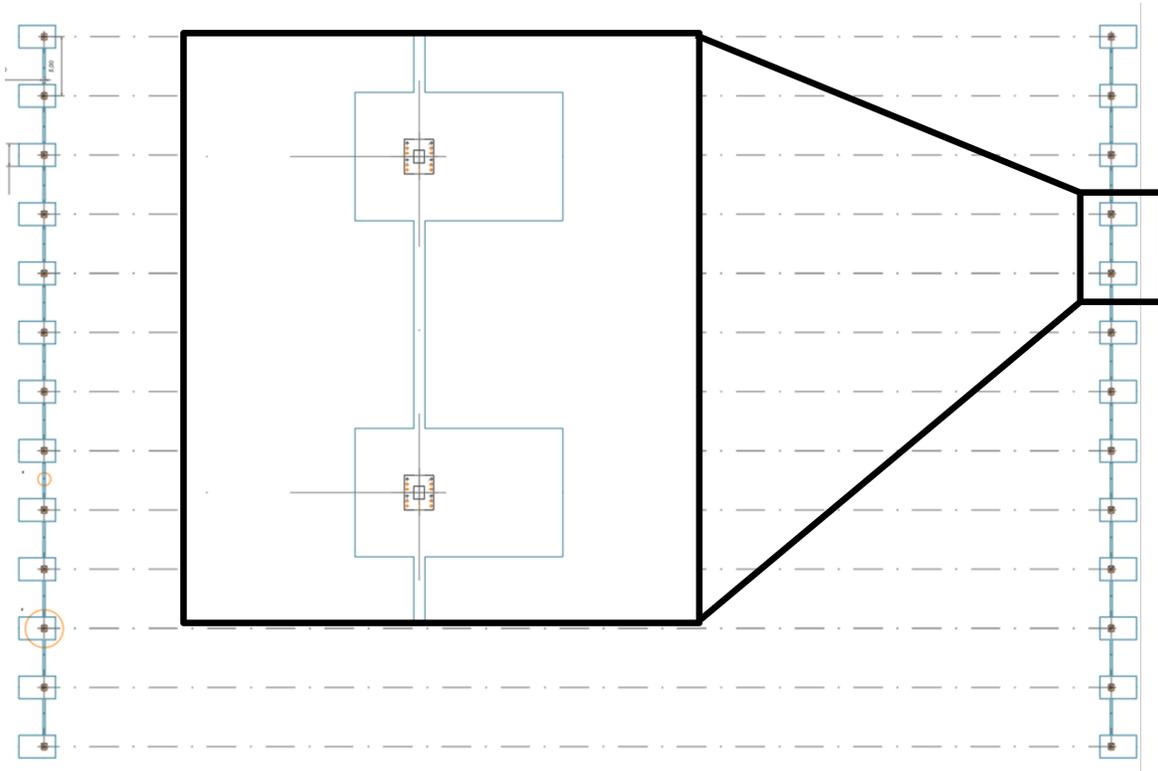


Figura 33: Distribución de la cimentación. Elaboración propia.

Tabla 13: Características de las zapatas

| Dimensiones | | | Armado | |
|-------------|--------|--------|----------------------|----------------------|
| X (cm) | Y (cm) | Z (cm) | X | Y |
| 300 | 200 | 150 | $\varnothing 20c/17$ | $\varnothing 20c/11$ |

8.1.3. Vigas de atado

Las zapatas aisladas se unirán entre sí mediante vigas de atado, cuyo objetivo principal será absorber las posibles acciones horizontales que pueden percibir los cimientos, bien de la estructura o del propio terreno. De este modo se evita el desplazamiento lateral de las zapatas. En la Figura 34 se muestra un esquema de este tipo de estructura.

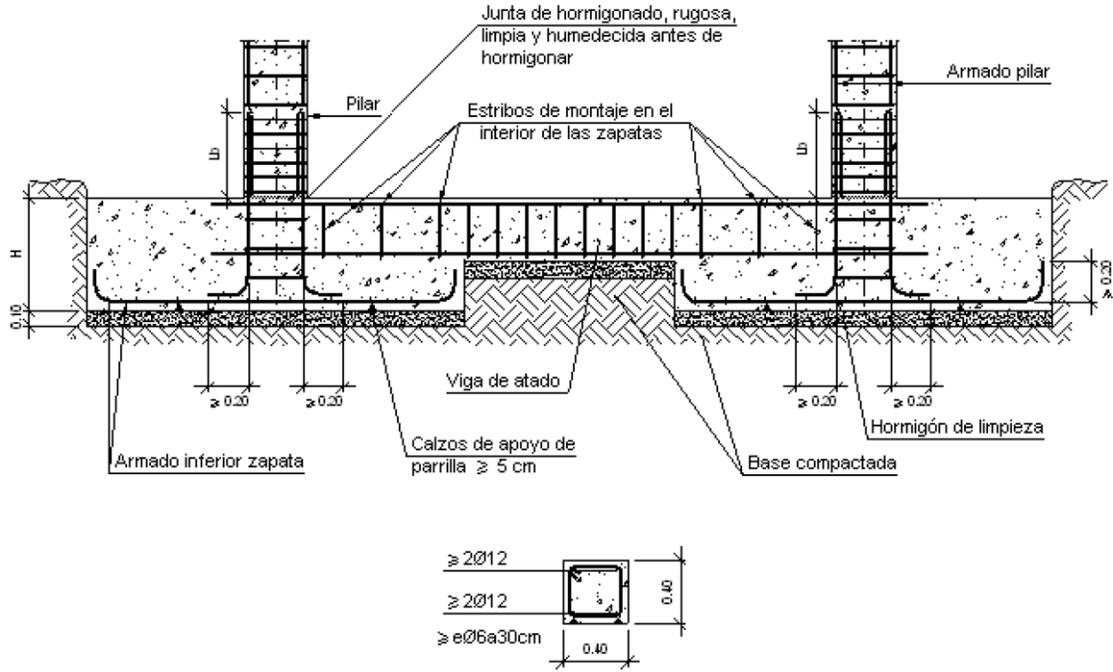


Figura 34: Esquema de una viga de atado. (30)

En el caso del hangar proyectado, todas las vigas de atado serán cuadradas e iguales. En la Tabla 14 se muestran sus principales características constructivas.

Tabla 14: Características de la pista

| Dimensiones | | | Armado | |
|-------------|--------|--------|--------|--------|
| X (cm) | Y (cm) | Z (cm) | X | Y |
| 50 | 50 | 100 | Ø16c/2 | Ø16c/2 |

8.2. Estructura metálica

En esta sección se va a describir la solución que se ha adoptado en la estructura metálica del hangar, incluyendo las placas de anclaje y las uniones soldadas. Se ha optado por una nave basada en pórticos a dos aguas por su sencillez constructiva. La viga contra viento se compone por celosías tipo Pratt. Además, se disponen cuadros arriostrados en la fachada lateral y cubierta. Como ya se ha comentado anteriormente, todos los pórticos tendrán la misma geometría.

8.2.1. Placas de anclaje

Las placas de anclaje son elementos de unión encargados de transmitir los esfuerzos de los pilares de la estructura a la cimentación. Generalmente se componen de una placa de acero rectangular soldada a la base del pilar. Pueden contener rigidizadores y suele ir sujeto al

hormigón de las zapatas por medio de unos pernos que pueden estar roscados o soldados a la placa. En la Figura 35 se muestra un esquema de su geometría habitual.

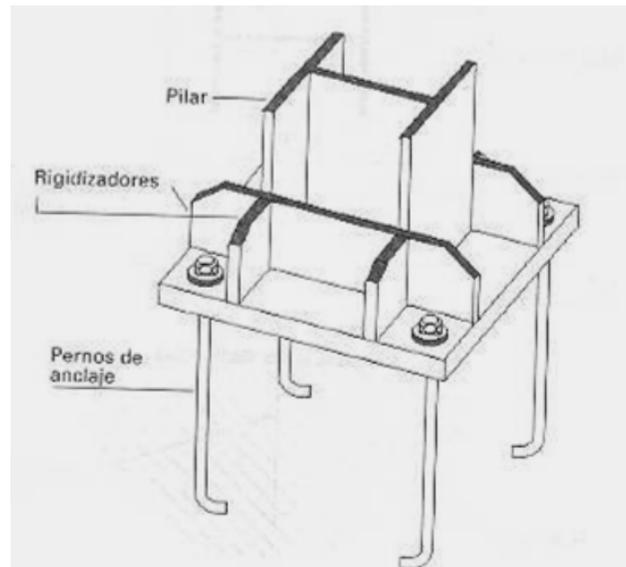


Figura 35: Esquema de una placa de anclaje. (31)

Las cartelas o rigidizadores no son un elemento imprescindible pero es recomendable cuando la placa se encuentra muy solicitada y el espesor necesario supera los 30 mm. El principal motivo es que las cartelas aumentan la rigidez y resistencia de la misma, lo que permite distribuir el axil en la base.

Para la solución propuesta, se ha establecido una placa de anclaje para cada uno de los pilares de la estructura, debido a que se ha optado por una cimentación uniforme en la que todas las zapatas presentan las mismas características. Las características constructivas de estas placas se detallan en la Tabla 15.

Tabla 15: Características de la pista

| | |
|------------------------------------|-----------------------------------|
| Dimensiones de la placa (X,Y,Z) | 1100x800x30 (mm) |
| Número de rigidizadores | 2 |
| Dimensiones de los rigidizadores | 600x3000x20 (mm) |
| Número y diámetro de los tornillos | 10 tornillos de 20 mm de diámetro |

8.2.2. Estructura de los pórticos

Tanto los pórticos interiores como el frontal y trasero presentan una misma geometría. Está formados por diferentes perfiles tubulares rectangulares y de sección en I. Tanto la jácena como los pilares están formados por una celosía tipo Pratt. En la Figura 36 se muestra la geometría de estos pórticos.

Para todas las jácenas se ha empleado una estructura en celosía con perfil variable. Esta característica se debe a la restricción de obtener una mayor altura interior en cumbre,

además de optimizar el acero empleado en el hangar, ya que se consigue una reducción de esfuerzos en la zona central con respecto a otras zonas.

Como última característica singular, se ha reforzado el interior de los pilares mediante una estructura de tres barras capaz de soportar los grandes esfuerzos a los que está sometida esta zona del pórtico.

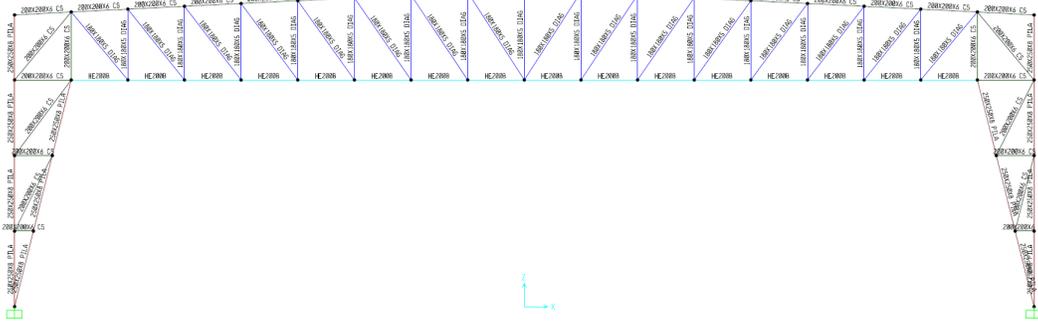


Figura 36: Secciones del pórtico. Elaboración propia.

A continuación se enumeran las principales características constructivas del pórtico, además de los perfiles utilizados para las barras:

1. Dos pilares laterales exteriores de 20 metros de altura compuestos por perfiles rectangulares 250x250x8 (mm).
2. Dos pilares laterales interiores inclinados compuestos por perfiles rectangulares rectangulares 250x250x8 (mm).
3. Diagonales en pilares compuesto por perfiles rectangulares 200x200x6 (mm).
4. No dispondrá de pilar central.
5. Cordones superiores compuestos por perfiles rectangulares 200x200x6 (mm).
6. Cordones inferiores compuestos por perfiles HE 200B.
7. Diagonales en cordones compuestas por perfiles rectangulares 180x180x5 (mm).

8.2.3. Fachadas laterales

Las fachadas laterales están compuestas por una serie de pilares (que son los pilares laterales de los pórticos) separados 5 metros entre sí. Todos los pórticos están unidos a cuatro alturas:

1. A 5 metros se unen mediante perfiles rectangulares 200x200x6 (mm).
2. A 10 y 15 metros se unen mediante perfiles rectangulares 150x150x5 (mm).

3. A 20 metros se unen por medio de correas con perfiles rectangulares 100x180x6 (mm).

Además, se dispone un arriostramiento entre los pórticos 1-2, 5-6, 9-10 y 12-13. En la Figura 37 se muestra la geometría de la fachada lateral. Además, los pórticos están unidos entre sí mediante tubos que conectan los pilares interiores con perfiles rectangulares 100x100x3. Esta unión se puede apreciar en la Figura 38.

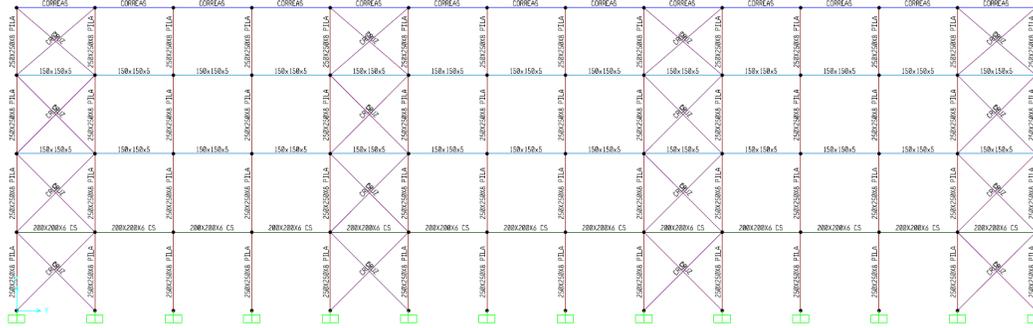


Figura 37: Secciones del pórtico. Elaboración propia.

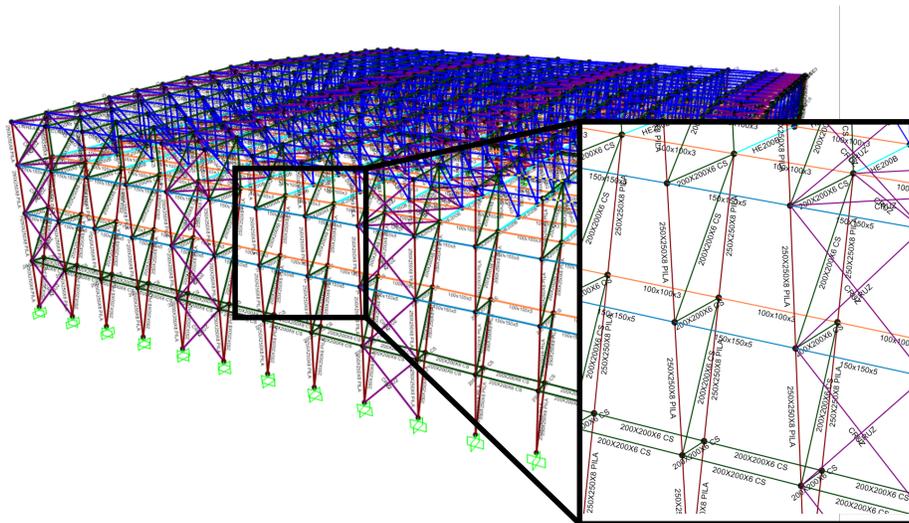


Figura 38: Detalle de los tubos de unión de pórticos. Elaboración propia.

8.2.4. Cubierta

La cubierta se compone de la suma de todas las jácenas de todos los pórticos del hangar. Además, se dispone un arriostramiento entre los pórticos 1-2, 5-6, 9-10 y 12-13. En la Figura 39 se muestra la geometría de la cubierta.

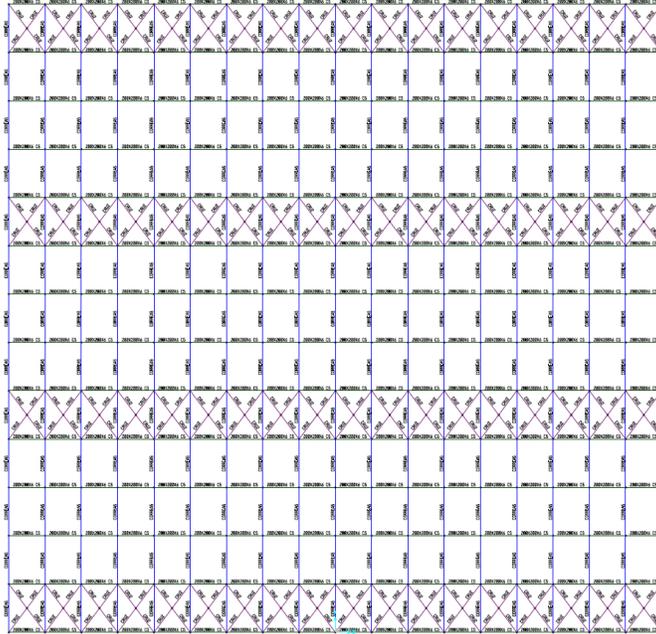


Figura 39: Secciones del pórtico. Elaboración propia.

8.2.5. Puente grúa

Un puente grúa es una estructura motorizada que circula sobre unos raíles situados a una cierta altura sobre unas ménsulas. Este tipo de mecanismo resulta idóneo para mover cargas pesadas en el interior de la nave, algo muy útil en tareas de mantenimiento avanzadas como las de tipo C. En la Figura 40 se muestra un ejemplo de este tipo de estructura.



Figura 40: Ejemplo de puente grúa. (32)

Para el desplazamiento del puente grúa, es necesario construir una viga carrilera destinada a ser los raíles por los que el puente grúa se va a desplazar por toda la nave. Está compuesta

por un perfil continuo del tipo HEA 280, que va desde el pórtico 2 hasta el pórtico 12 y se sustenta sobre las ménsulas de éstos.

Para considerar las cargas inducidas en el hangar a causa de sustentar cargas por medio del puente grúa, se ha supuesto un nuevo caso de sobrecarga de tipo E, habitualmente empleado para superficies donde circulen vehículos pesados. En este caso, el supuesto es adecuado ya que el movimiento de la carga del puente grúa también será en un plano de forma análoga a como lo haría un vehículo pesado en una carretera.

8.3. Cerramientos y cubiertas

8.3.1. Cerramientos

Debido a las necesidades asociadas a las tareas de mantenimiento que se realizan en el interior del hangar, éste deberá estar recubierto por 3 tipos de cerramientos (Figura 41):

- Cerramiento tipo muro pesado de hormigón, utilizado hasta una cierta altura debido a que ofrece mayor seguridad y resistencia frente a impacto o intentos de robo. Esto se hace especialmente importante en casos de hangares de mantenimiento debido al valor de las aeronaves ubicadas en su interior.
- Panel tipo sándwich por ser más ligero y económico que cualquier otro tipo de cerramiento.
- Cerramiento tipo muro cortina. Dado que el hangar se encuentra ubicado en una zona con gran cantidad de días de sol al año, es útil emplear este tipo de muro a partir de cierta altura para aportar una mayor iluminación natural al edificio, aumentando su eficiencia energética.

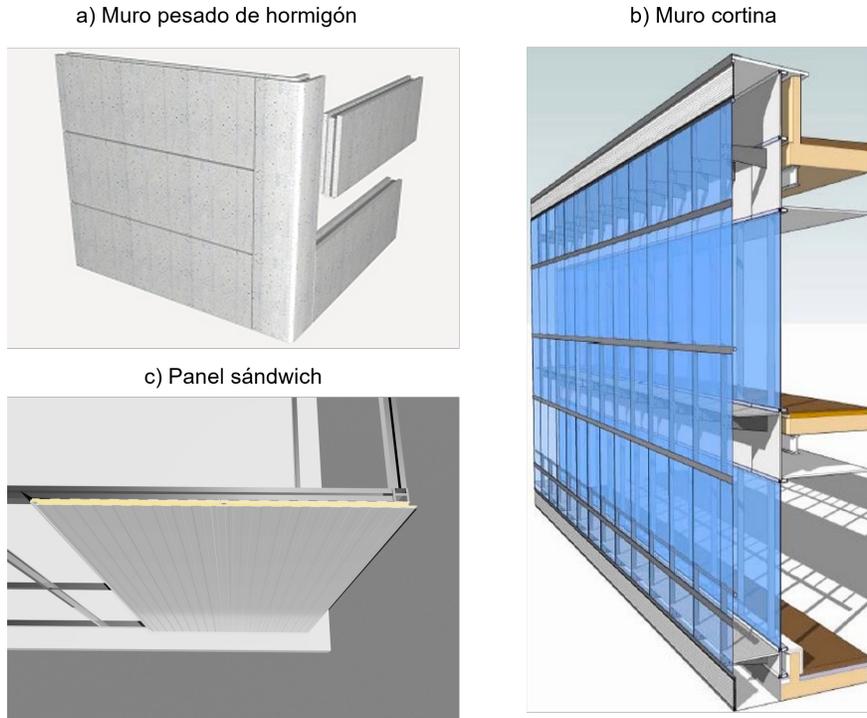


Figura 41: Tipología de cerramientos empleadas. Adaptado de (33), (34) y (35).

En el caso de la fachada puerta, se tienen los siguientes cerramientos (Figura 42):

- Muro pesado de hormigón hasta 14 metros de altura, es decir, hasta la altura de la puerta de entrada para aeronaves.
- Panel metálico tipo sándwich desde el final del muro pesado hasta la cumbrera.
- Puerta de acero plegable tipo acordeón. En la Figura 43 se muestra un ejemplo de este tipo de cerramiento.

La fachada posterior será análoga a la fachada puerta, pero sin el acero plegable tipo acordeón debido a que el hangar no tendrá entrada posterior.

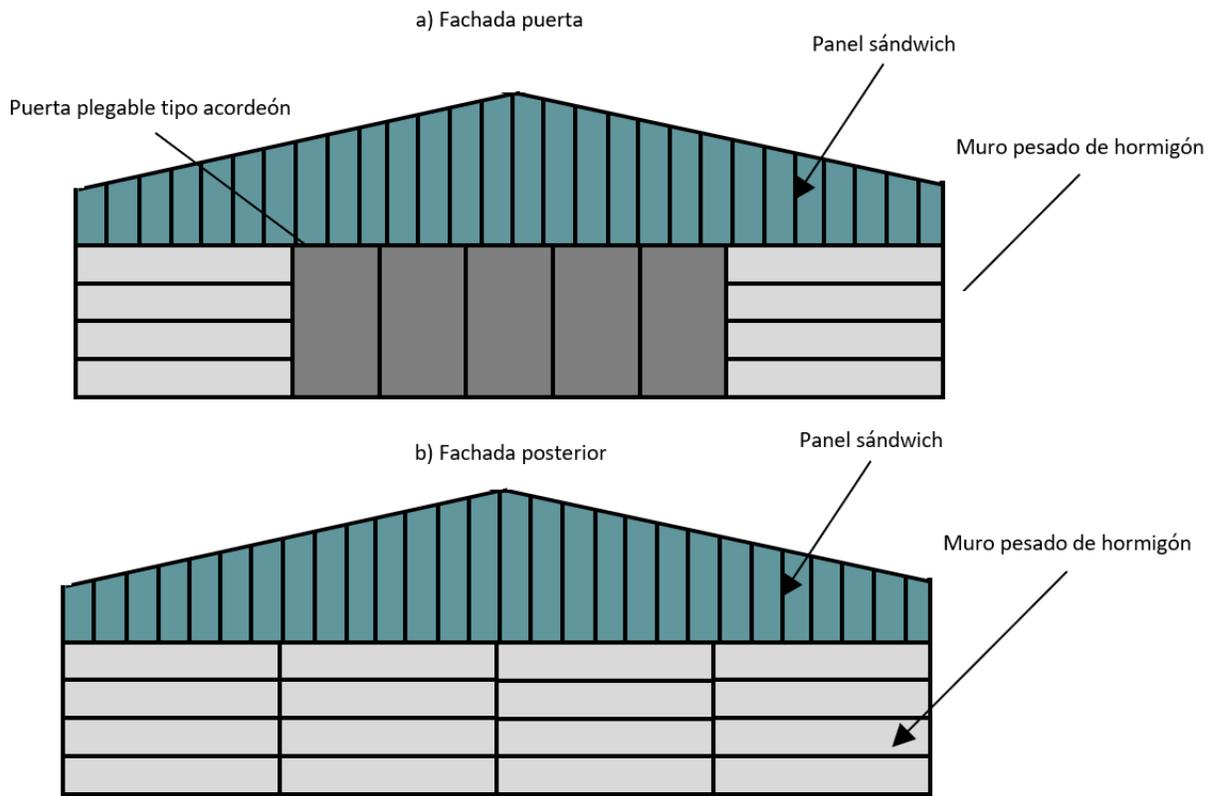


Figura 42: Esquema de los cerramientos de las fachadas puerta y posterior. Elaboración propia.



Figura 43: Ejemplo de una puerta de hangar plegable tipo acordeón. (36)

La fachada lateral tendrá dos tipos de cerramientos (Figura 44):

- Muro pesado de hormigón hasta 14 metros de altura.
- Muro cortina desde los 14 metros de altura y hasta el pilar lateral de 20 metros de altura.

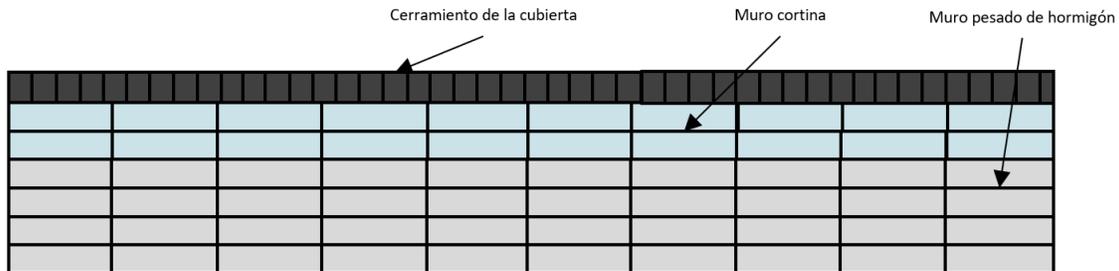


Figura 44: Esquema de los cerramientos de la fachada lateral. Elaboración propia.

8.3.2. Cubierta

Para la cubierta, se va a utilizar un único tipo de cerramiento. En concreto, se va a optar por paneles de acero con aislamiento incorporado, modelo 2 Grecas ACH, de 100 mm de espesor y 1 metro de ancho. Todos los paneles irán montados sobre las correas de la cubierta.

9. Resumen del presupuesto

El presupuesto final del proyecto se obtiene considerando las diferentes partidas para su construcción. Finalmente, en la Tabla 16 se muestra el resumen por capítulos y el presupuesto final de ejecución por contrata:

Tabla 16: Resumen del presupuesto.

| RESUMEN POR CAPÍTULOS | TOTAL (€) |
|--|-----------------------|
| Movimiento de tierras | 13924,278 |
| Cimentaciones | 169567,34 |
| Estructura | 468618,62 |
| Cerramientos de fachada y cubierta | 905131,83 |
| Puente grúa | 73388,53 |
| Presupuesto general de ejecución | 1.630.630,60 € |
| Gastos generales (13 %) | 211981,9776 |
| Beneficio industrial (3 %) | 48918,91792 |
| Presupuesto de ejecución por contrata | 1.891.531,49 € |
| IVA (21 %) | 397221,6135 |
| Presupuesto total | 2.288.753,11 € |

El presupuesto de ejecución por contrata asciende a la expresada cantidad de DOS MILLO-
NES CIENTO CINCUENTA Y OCHO MIL SEISCIENTOS CINCUENTA EUROS CON
OCHENTA CENTIMOS.

Bibliografía

- [1] EL CONFIDENCIAL. LA RUINA QUE LLEGÓ DEL CIELO: ESPAÑA, 52 AEROPUERTOS; ALEMANIA, SOLO 39.
https://www.elconfidencial.com/espana/2012-01-14/la-ruina-que-llego-del-cielo-espana-52-aeropuertos-alemania-solo-39_235391/
Fecha de acceso 15/07/2021
- [2] EXPANSIÓN. ESPAÑA TIENE DEMASIADOS AEROPUERTOS Y DESTACAN POR SU INEFICIENCIA.
<https://www.expansion.com/2009/06/23/funcion-publica/1245755812.html>
Fecha de acceso 15/07/2021
- [3] EL MERCANTIL. LOS AEROPUERTOS INDUSTRIALES ESPAÑOLES RENACEN CON EL ESTACIONAMIENTO DE AVIONES.
<https://elmercantil.com/2020/10/01/los-aeropuertos-industriales-espanoles-renacen-con-el-estacionamiento-de-aviones/>
Fecha de acceso 15/07/2021
- [4] EL MERCANTIL. LAS AEROLÍNEAS BUSCAN ESPACIOS EN LOS AEROPUERTOS ESPAÑOLES PARA ESTACIONAR SUS AVIONES.
<https://elmercantil.com/2020/03/19/las-aerolineas-buscan-espacios-en-los-aeropuertos-espanoles-para-estacionar-sus-aviones/>
Fecha de acceso 15/07/2021
- [5] AENA. ESTADÍSTICAS DEL TRÁFICO AÉREO.
<https://portal.aena.es/csee/Satellite?pagename=Estadisticas/Home>
Fecha de acceso 15/07/2021
- [6] DIARIO DE TERUEL. TARMAC SOLICITA LA QUINTA AMPLIACIÓN DE LA CAMPA PAVIMENTADA DE ESTACIONAMIENTO DE AVIONES EN EL AEROPUERTO DE TERUEL
<https://www.diariodeteruel.es/movil/noticia.asp?notid=1025186&secid=1>
Fecha de acceso 15/07/2021
- [7] AEROTENDENCIAS. EL AEROPUERTO DE TERUEL YA PUEDE OPERAR EN CONDICIONES DE VUELO VISUAL NOCTURNO
<https://www.aerotendencias.com/aeropuertos/42063-aeropuerto-teruel-puede-operar-en-condiciones-de-vuelo-visual-nocturno/>
Fecha de acceso 15/07/2021
- [8] MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA. ESTADÍSTICAS DE PRECIOS DE SUELO URBANO.
<https://apps.fomento.gob.es/BoletinOnline2/?nivel=2&orden=36000000>
Fecha de acceso 15/07/2021
- [9] EL PAÍS. AEROPUERTO DE TERUEL, UN NEGOCIO DE ALTOS VUELOS SIN PASAJEROS
https://cincodias.elpais.com/cincodias/2019/07/31/companias/1564589420_243162.html
Fecha de acceso 15/07/2021

- [10] FUNDS SOCIETY. LEASING DE AERONAVES: CÓMO FUNCIONA EL ALQUILER DE AVIONES
<https://www.fundssociety.com/es/opinion/leasing-de-aeronaves-como-funciona-el-alquiler-de-aviones>
Fecha de acceso 15/07/2021
- [11] MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA. PLAN DIRECTOR DEL AEROPUERTO DE HUESCA-PIRINEOS.
<https://www.mitma.gob.es/areas-de-actividad/aviacion-civil/politicas-aeroportuarias/integracion-territorial-aeroportuaria/planes-directores/planes-directores-por-comunidad-autonoma>
Fecha de acceso 15/07/2021
- [12] GOOGLE MAPS. AEROPUERTO DE HUESCA (HSK).
[https://www.google.es/maps/place/Aeropuerto+de+Huesca+\(HSK\)/@41.9481382,-0.7997618,8.67z/data=!4m5!3m4!1s0xd5842b4d4fcb6dd:0xf018c66067bf0e0!8m2!3d42.0824287!4d-0.3226643](https://www.google.es/maps/place/Aeropuerto+de+Huesca+(HSK)/@41.9481382,-0.7997618,8.67z/data=!4m5!3m4!1s0xd5842b4d4fcb6dd:0xf018c66067bf0e0!8m2!3d42.0824287!4d-0.3226643)
Fecha de acceso 20/07/2021
- [13] MINISTERIO DE FOMENTO.DOCUMENTO BASICO SEGURIDAD ESTRUCTURAL.
<https://www.codigotecnico.org/pdf/Documentos/SE/DBSE.pdf>
Fecha de acceso 20/07/2021
- [14] MINISTERIO DE FOMENTO.DOCUMENTO BASICO SEGURIDAD ESTRUCTURAL. ACCIONES EN LA EDIFICACIÓN.
<https://www.codigotecnico.org/pdf/Documentos/SE/DBSE-AE.pdf>
Fecha de acceso 20/07/2021
- [15] MINISTERIO DE FOMENTO.DOCUMENTO BASICO SEGURIDAD ESTRUCTURAL. CIMIENTOS.
<https://www.codigotecnico.org/pdf/Documentos/SE/DBSE-C.pdf>
Fecha de acceso 20/07/2021
- [16] MINISTERIO DE FOMENTO.DOCUMENTO BASICO SEGURIDAD ESTRUCTURAL. ACERO.
<https://www.codigotecnico.org/pdf/Documentos/SE/DBSE-A.pdf>
Fecha de acceso 20/07/2021
- [17] DEIA. EL AIRBUS A320 ES EL AVIÓN MÁS USADO DE EUROPA EN MEDIAS DISTANCIAS.
<https://bit.ly/3yzMZCz>
Fecha de acceso 25/07/2021
- [18] ROYAL PARKING. 5 AVIONES COMERCIALES MÁS UTILIZADOS.
<https://royalparking.es/5-aviones-comerciales-mas-utilizados/>
Fecha de acceso 25/07/2021
- [19] MODERN AIRLINES. AIRBUS A320 SPECS – WHAT IS BEHIND ONE OF THE MOST POPULAR SHORT-HAUL AIRLINERS.
<https://modernairliners.com/airbus-a320-introduction/airbus-a320-specs/>
Fecha de acceso 25/07/2021
- [20] BOEING. B737 MAX.
<https://www.boeing.com/commercial/737max/>
Fecha de acceso 25/07/2021

- [21] AIRWAYS. AIRBUS/SAFRAN PRODUCCIÓN A320NEO.
<https://airways.com/2020/02/27/airbus-safran-produccion-a320neo/>
Fecha de acceso 25/07/2021
- [22] VIRTUAL WINGS CHILE. NUESTRA FLOTA.
<http://virtualwingschile.net/crewcenter/index.php/advancedfleet>
Fecha de acceso 25/07/2021
- [23] FREE PNG. BOEING 737 DE LA PRÓXIMA GENERACIÓN DE BOEING 737 MAX AVIÓN.
<https://www.freepng.es/png-h5ioyu/>
Fecha de acceso 25/07/2021
- [24] PNG WING. BOEING 737 PRÓXIMA GENERACIÓN BOEING
<https://www.pngwing.com/es/free-png-pndni>
Fecha de acceso 25/07/2021
- [25] ITAREA. MANTENIMIENTO AERONÁUTICO.
<https://www.itaerea.es/mantenimiento-aeronautico#revision-a>
Fecha de acceso 25/07/2021
- [26] EMBREY RIDDLE. TRENDING IN AVIATION: AIRCRAFT MAINTENANCE 2.0
<https://news.erau.edu/news-briefs/trending-in-aviation-aircraft-maintenance-20>
Fecha de acceso 25/07/2021
- [27] AEMET. BASE DE DATOS METEOROLÓGICA.
<https://datosclima.es/Aemethistorico/Meteostation.php>
Fecha de acceso 25/07/2021
- [28] CSI SPAIN. SAP2000.
<https://www.csiespana.com/software/2/sap2000>
Fecha de acceso 30/07/2021
- [29] ESNECA. ¿QUÉ ES AUTOCAD Y PARA QUÉ SIRVE?
<https://www.esneca.com/blog/que-es-autocad/>
Fecha de acceso 30/07/2021
- [30] CYPE INGENIEROS. DETALLES CONSTRUCTIVOS METÁLICOS, DE HORMIGÓN Y MIXTOS.
CSZ: ZAPATAS DE CIMENTACIÓN.
<https://studylib.es/doc/8947443/placas-de-anclaje-2018>
Fecha de acceso 30/07/2021
- [31] STUDYLIB. PLACAS DE ANCLAJE
<https://studylib.es/doc/8947443/placas-de-anclaje-2018>
Fecha de acceso 30/07/2021
- [32] GH CRANES. INSTALACIONES DE AIRBUS CON GRÚA PUENTE NODRIZA.
<https://www.ghcranes.com/blog/tag/airbus/#.YQexC44zaU1>
Fecha de acceso 30/07/2021

- [33] GENERADOR DE PRECIOS EN ESPAÑA. FACHADA PESADA DE PANEL DE HORMIGÓN ARMADO.
http://www.generadordeprecios.info/obra_nueva/Fachadas/Pesadas/Paneles_prefabricados_de_hormigon/FPP020_Fachada_pesada_de_panel_de_hormigon.html
Fecha de acceso 30/07/2021
- [34] GRUPO PANEL SÁNDWICH. PANEL SÁNDWICH FACHADA EXTERIOR.
<https://www.panelsandwich.com/producto/panel-sandwich-fachada-exterior/>
Fecha de acceso 30/07/2021
- [35] PLATAFORMA ARQUITECTURA. EN DETALLE: MURO CORTINA.
<https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-77161/en-detalle-muro-cortina>
Fecha de acceso 30/07/2021
- [36] AEROEXPO. PUERTA DE HANGAR PLEGABLE.
<https://www.aeroexpo.online/es/prod/jewers-doors/product-168760-3023.html>
Fecha de acceso 30/07/2021

Anexo I: Cálculo estructural

El presente anexo tiene como objetivo la descripción de las bases de cálculo sobre las que se ha realizado el diseño de la estructura del hangar. Del mismo modo, se definirán los aceros y el hormigón empleados en la construcción, junto con los aspectos relacionados con la seguridad de la edificación. La estructura del hangar proyectado se ha sometido a distintas hipótesis en los estados límites últimos y de servicio, así como en las acciones que actúan sobre la estructura. Con ello, se consigue que la estructura cumpla para los casos más desfavorables de combinación de acciones.

Para el cálculo de las combinaciones de acciones se ha utilizado el software SAP2000, donde, una vez definidos los casos de carga habituales, se pueden definir tantas combinaciones como se desee, evaluando así los casos más desfavorables de acuerdo con la normativa. Esto permite garantizar la resistencia del hangar ante situaciones en las que actúan varias acciones variables.

Por todo ello, el hangar debe estar diseñado para el cumplimiento de una serie de verificaciones basadas en coeficientes parciales: capacidad portante, aptitud al servicio y efecto del tiempo.

Combinaciones de acciones

De acuerdo con el DB - SE (13), el valor de cálculo de los efectos de las acciones correspondientes a acciones permanentes y transitorias se debe determinar mediante combinaciones de acciones a partir de la expresión mostrada en la Ecuación 9.

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{o,i} \cdot Q_{k,i} \quad (9)$$

Donde:

- G_k : acción permanente.
- P_k : acción de pretensado.
- Q_k : acción variable.
- γ_G : coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes.
- γ_P : coeficiente parcial de seguridad de la acción de pretensado.
- $\gamma_{Q,1}$: coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal.
- $\psi_{0,i}$: coeficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento.

Las combinaciones de acciones que se han propuesto para el presente proyecto están definidas en la Tabla 17 para los Estados Límites de Servicio (ELS) y los Estados Límites Últimos (ELU). Se han definido 11 combinaciones y no todas las posibles debido a que se considera que las seleccionadas son suficientes para realizar el dimensionado de la estructura.

Tabla 17: Combinaciones de acciones consideradas.

| | ELU | ELS |
|----|--|---------------------------------|
| 1 | $1,35*CP$ | CP |
| 2 | $1,35*CP + 1,5*SU$ | CP + SU |
| 3 | $1,35*CP + 1,5*V1.P$ | CP + V1.P |
| 4 | $1,35*CP + 1,5*V1.S$ | CP + V1.S |
| 5 | $1,35*CP + 1,5*N$ | CP + N |
| 6 | $1,35*CP + 1,5*SU + 0,6*1,5*V2.P$ | CP + SU + $0,6*V2.P$ |
| 7 | $1,35*CP + 1,5*N + 0,6*1,5*V2.S$ | CP + SU + $0,6*V2.S$ |
| 8 | $1,35*CP + 1,5*SU + 0,6*1,5*V2.P + 0,6*1,5*V1.P$ | CP + SU + $0,6*V2.P + 0,6*V1.P$ |
| 9 | $1,35*CP + 1,5*SU + 0,6*1,5*V2.P + 0,6*1,5*V1.S$ | CP + SU + $0,6*V2.P + 0,6*V1.S$ |
| 10 | $1,35*CP + 0,7*1,5*SU + 0,7*1,5*V2.P + 1,5*V1.P$ | CP + $0,7*SU + 0,7*V2.P + V1.P$ |
| 11 | $1,35*CP + 0,7*1,5*SU + 0,7*1,5*V2.P + 1,5*V1.S$ | CP + $0,7*SU + 0,7*V2.P + V1.S$ |

Donde:

- CP: carga permanente o peso propio.
- SU: sobrecarga de uso.
- N: nieve.
- V1.P: Viento caso 1 (con dirección 0°) de presión.
- V1.S: Viento caso 1 (con dirección 0°) de succión.
- V2.P: Viento caso 2 (con dirección 90°) de presión.
- V2.S: Viento caso 2 (con dirección 90°) de succión.

Cargas asignadas

Para modelar las cargas que se han de aplicar a la estructura según el DB-AE (14), se ha empleado el software SAP2000. El método para obtener estas cargas ha sido detallado en la Sección 6. A continuación se muestran los valores de las cargas sobre la estructura para los casos más significativos en las Figuras 45, 46, 47, 48 y 49.

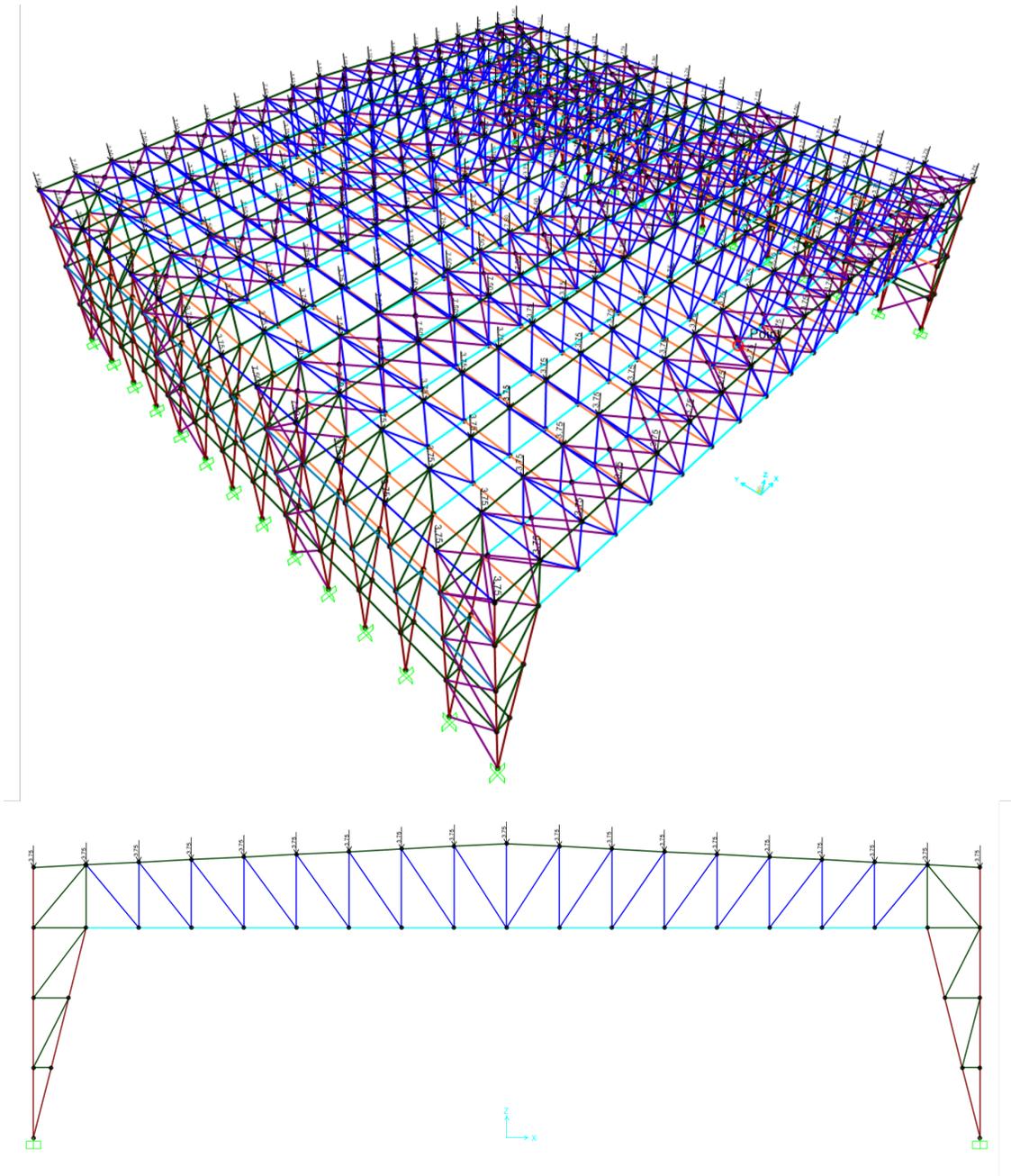


Figura 45: Carga de peso propio sobre la estructura 3D y el pórtico tipo. Elaboración propia.

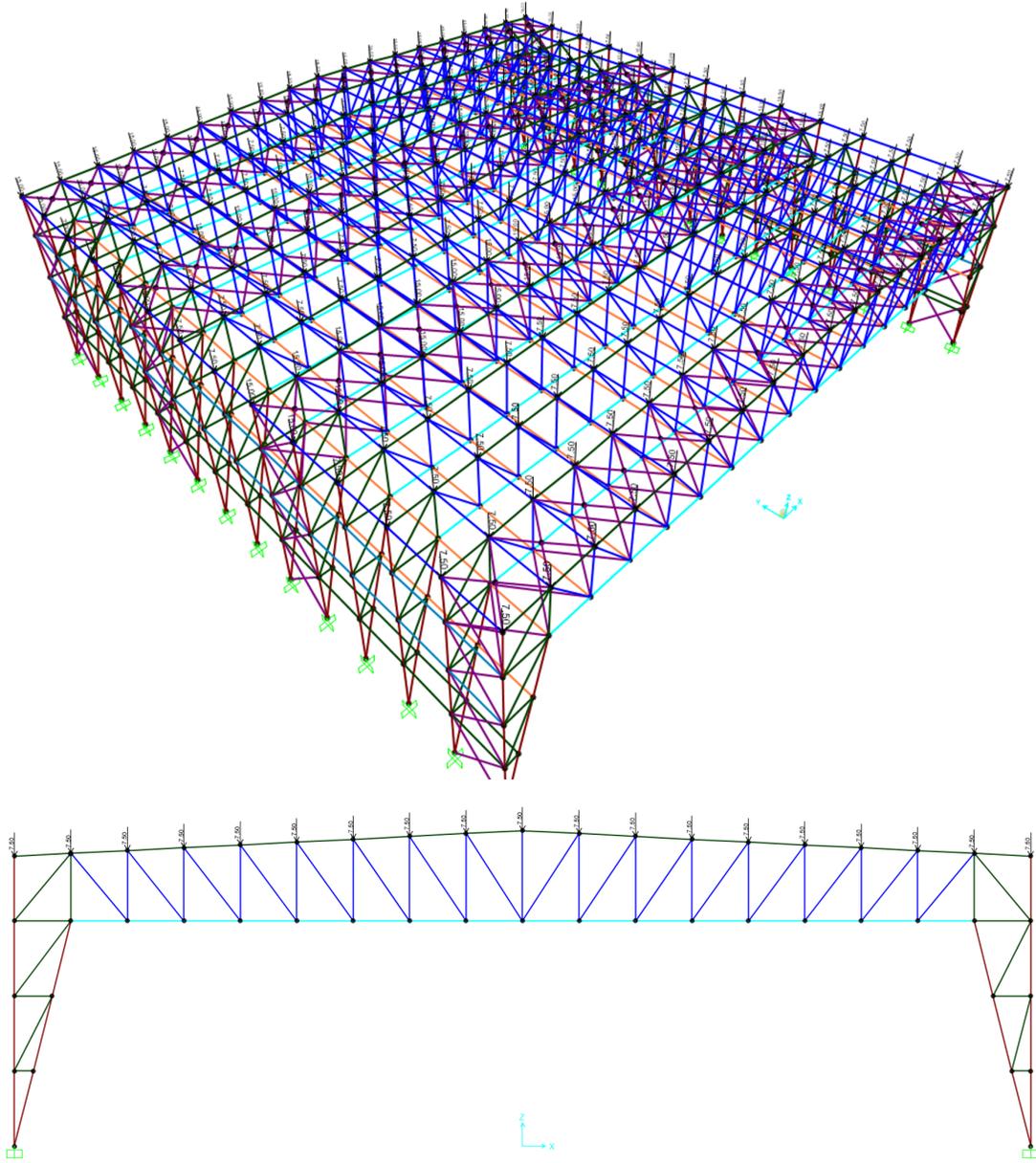


Figura 46: Carga de sobrecarga de uso sobre la estructura 3D y el pórtico tipo. Elaboración propia.

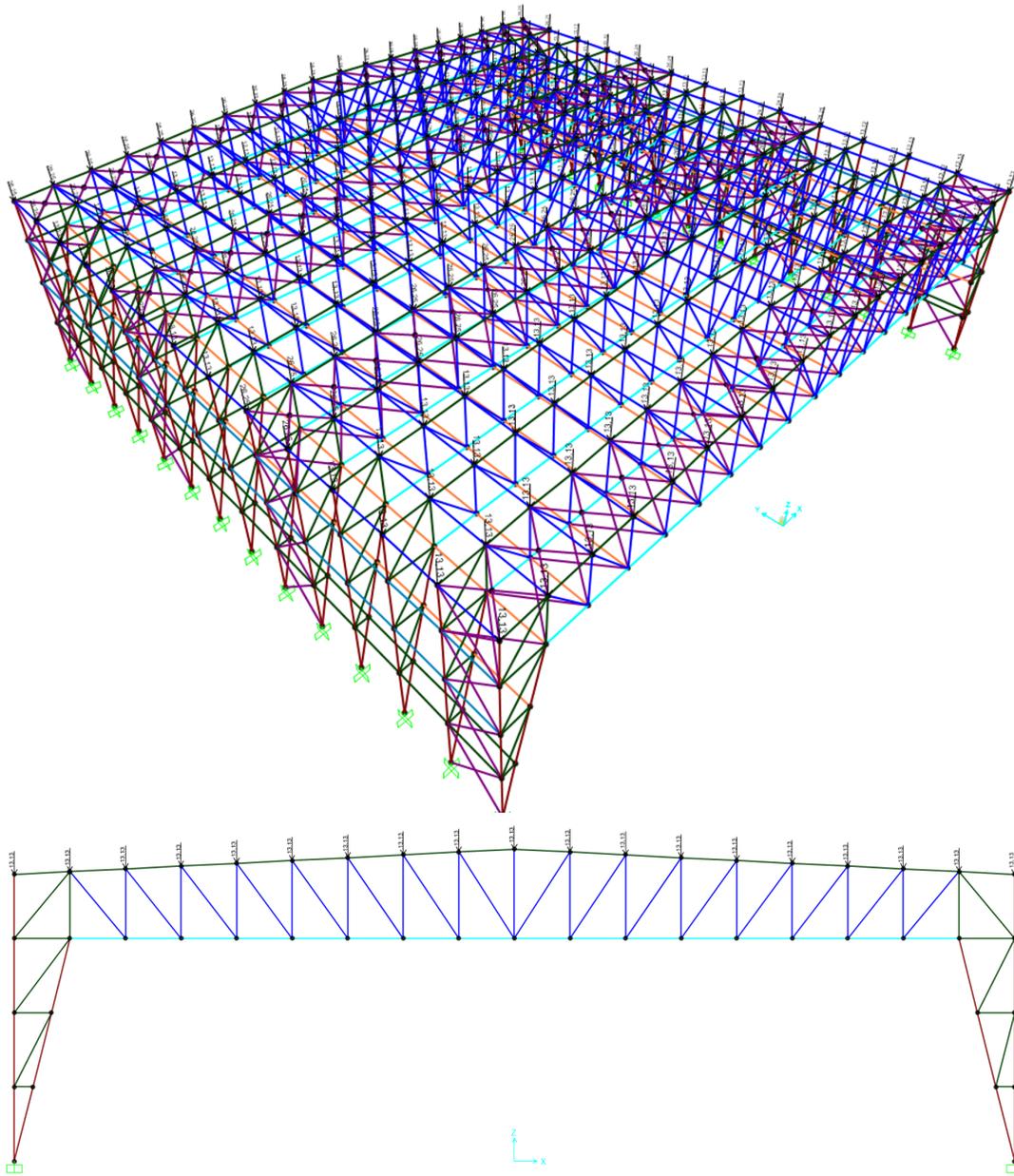


Figura 47: Carga de nieve sobre la estructura 3D y el pórtico tipo. Elaboración propia.

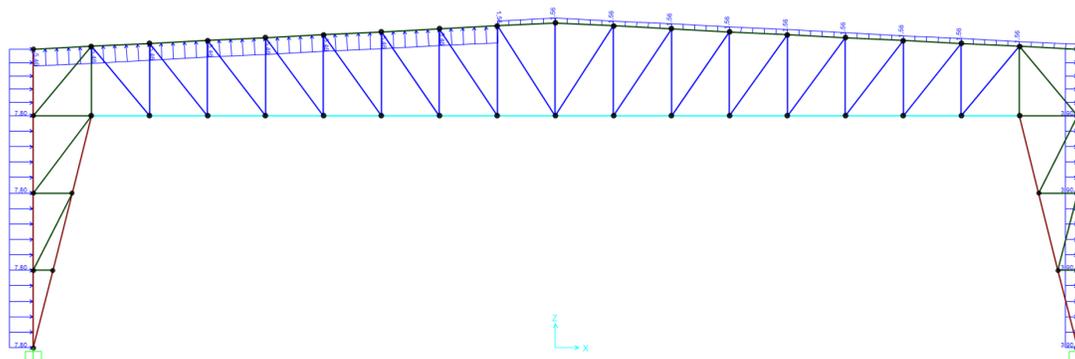
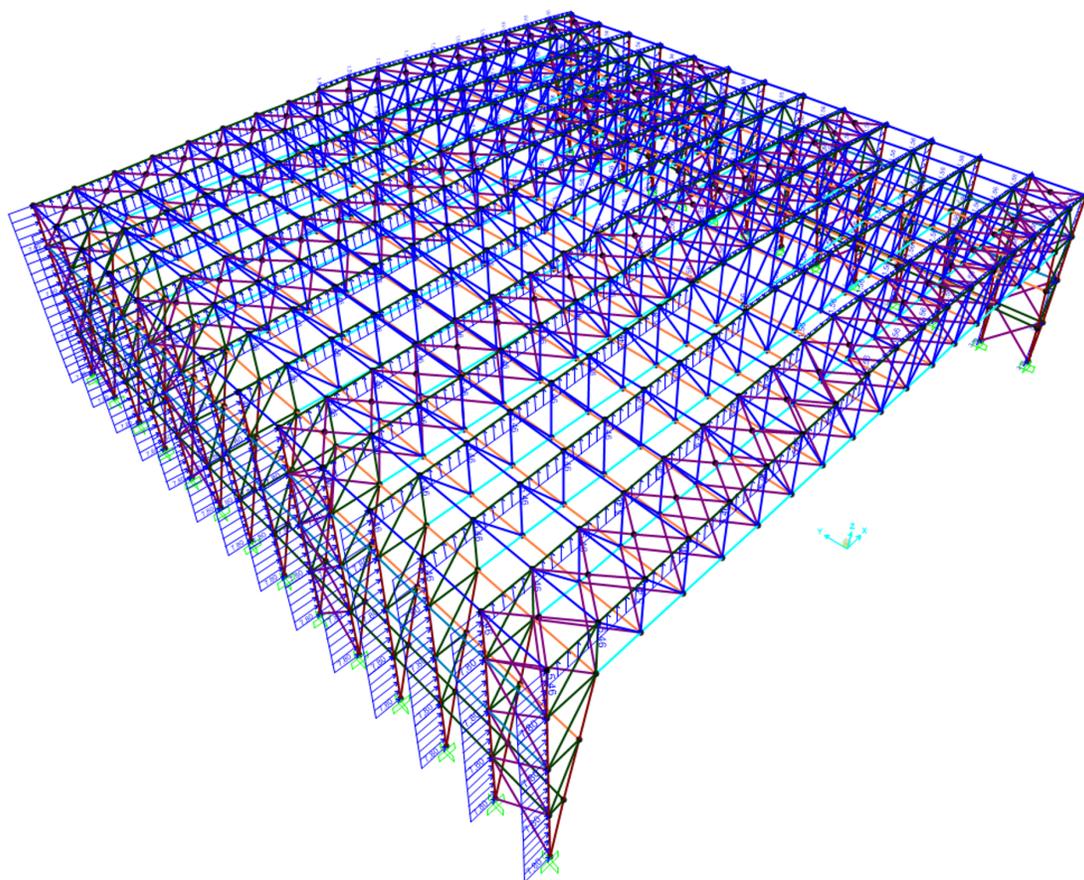


Figura 48: Carga de viento de presión caso 1 sobre la estructura 3D y el pórtico tipo. Elaboración propia.

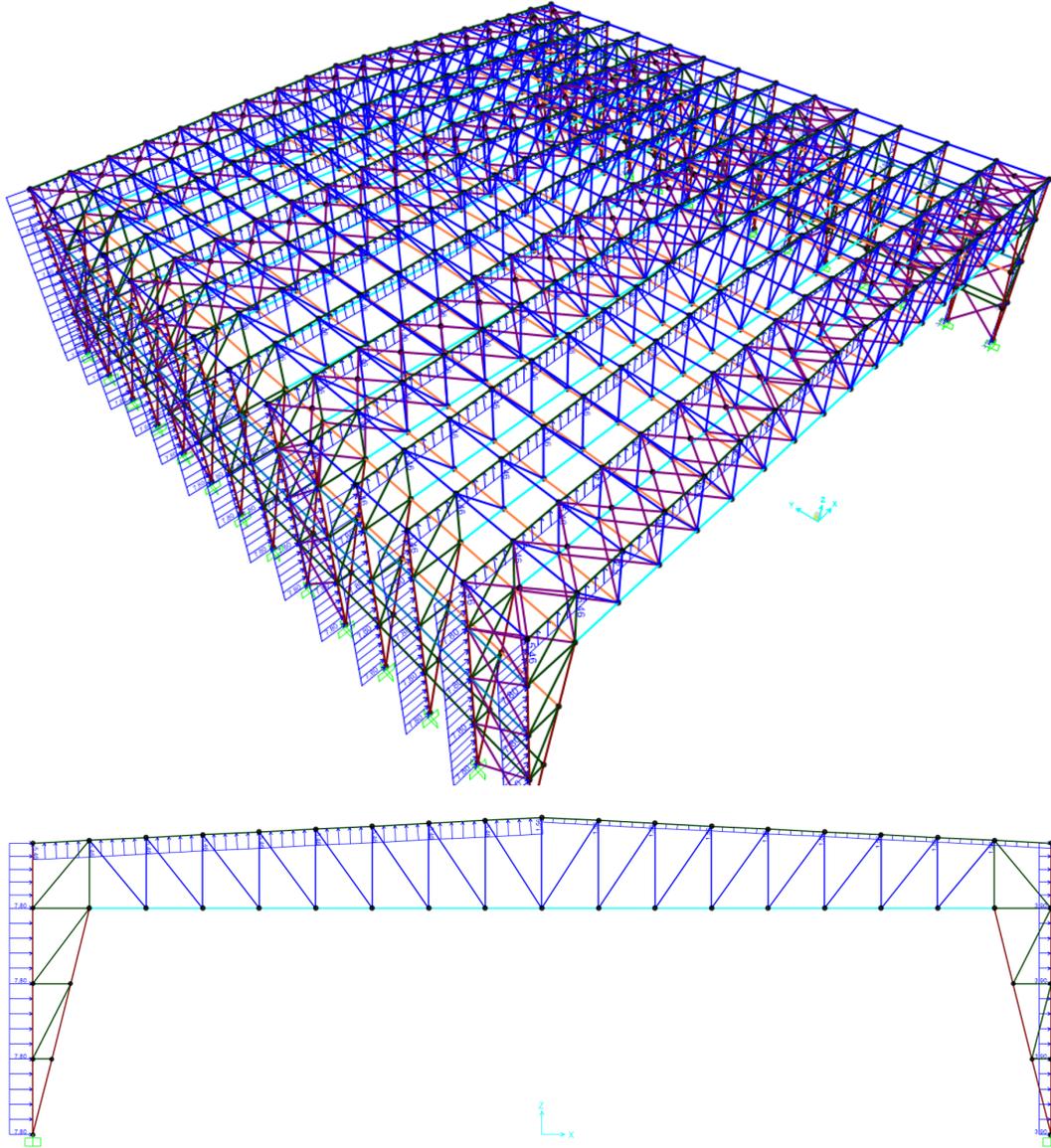


Figura 49: Carga de viento de succión caso 1 sobre la estructura 3D y el pórtico tipo. Elaboración propia.

Comprobaciones

Tras la implementación de la estructura en SAP2000, obtenemos los esfuerzos en todos los elementos constructivos que la conforman, además de las correspondientes deformaciones para todas las combinaciones de acciones analizadas.

A continuación, considerando el caso más desfavorable asociado a cada uno de los tipos de elementos que componen la estructura, se comprobará que ninguno de los perfiles fallará frente a las solicitaciones que ha de soportar, incluyendo el efecto del pandeo. En concreto,

los perfiles a considerar son los enumerados a continuación:

1. Perfil cordón inferior HE 200B.
2. Perfil cordón superior 200x200x6.
3. Perfil diagonales cordón 180x180x5.
4. Perfil pilas 250x250x8.
5. Perfil tubos de unión 100x100x3.
6. Perfil tubos de unión 150x150x5.
7. Perfil arriostramiento 100x100x3.
8. Perfil correas 100x180x6.

Los datos de partida proporcionados por SAP 2000 son, por lo tanto, todos los esfuerzos de cada barra:

- Axil N_x .
- Cortante V_z .
- Cortante V_y .
- Torsor M_x .
- Flector M_y .
- Flector M_z .

Además de ello, se emplea la longitud de la barra considerada (longitud de pandeo, L), el coeficiente de imperfección de pandeo, b , y las características de su perfil. Las características a considerar dependiendo del perfil son:

- Área A .
- Inercias I_{yy}, I_{zz} .
- Módulo de resistencia W_y, W_z .
- Radio de giro ig_y, ig_z .
- Inercia a torsión I_{xx} .
- Módulo de torsión W_x .
- Área a cortante A_v .

Por último, se considera el material de construcción, acero. En el caso del hangar proyectado, el acero será el S355 para todas las barras. Las propiedades empleadas serán:

- Módulo de Young E .
- Límite elástico f_{yk} .
- Resistencia de cálculo del acero f_{yd} .
- Rugosidad ϵ .
- Clase a compresión.
- Clase a flexión.

Partiendo de todos estos datos, se obtienen en primer lugar las tensiones normales y tangenciales. Las tensiones normales se obtienen de acuerdo con las Ecuaciones 10, 11 y 12.

$$Axil = \frac{N_x}{A} \quad (10)$$

$$Flector_y = \frac{M_y}{I_{yy}} \quad (11)$$

$$Flector_z = \frac{M_z}{I_{zz}} \quad (12)$$

Las tensiones tangenciales se obtienen de acuerdo con las Ecuaciones 13 y 14.

$$Cortantes = \frac{\sqrt{V_z^2 + V_y^2}}{A_v} \quad (13)$$

$$Torsor = \frac{M_x}{W_x} \quad (14)$$

A continuación, es necesario evaluar las características asociadas al pandeo axil, a saber, el pandeo asociado a los ejes Y, Z. Para ello, se calcula en primer lugar la carga crítica (Ecuación 15). Para cada eje se usa su correspondiente inercia.

$$Carga\ crítica = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I}{L^2} \quad (15)$$

Después se obtiene la esbeltez (Ecuación 16).

$$Esbeltez = \frac{A \cdot f_{yk}}{Carga\ crítica} \quad (16)$$

Después se calcula el parámetro FI (Ecuación 17).

$$FI = 0.5 \cdot (1 + b \cdot Esbeltez - 0.2) + Esbeltez^2 \quad (17)$$

Por último, se obtiene el coeficiente reductor de pandeo de acuerdo con la Ecuación 18. Si el valor obtenido es mayor que 1, se asume que el pandeo no tiene efecto y se le da un valor de 1.

$$Coeficiente\ reductor = \frac{1}{FI + \sqrt{FI^2 - Esbeltez^2}} \quad (18)$$

Una vez se tiene el coeficiente reductor de pandeo axil, se recalcula el axil con pandeo como se muestra en la Ecuación 19. Cabe mencionar que ha de usarse el coeficiente reductor de menor valor entre los obtenidos para el eje Y y el eje Z.

$$Axil_{pandeo} = \frac{N_x}{A \cdot Coeficiente\ reductor} \quad (19)$$

Para considerar el pandeo lateral, se sigue un procedimiento análogo al detallado en el pandeo axil. Para ello, en primer lugar se ha de obtener la resistencia por torsión (Ecuación 20) y la resistencia por alabeo (Ecuación 21)

$$M_{LTv} = C_1 \cdot \frac{\pi}{L} \cdot \sqrt{G \cdot I_{xx} \cdot E \cdot I_{zz}} \quad (20)$$

$$M_{LTw} = W_y \cdot \left(\frac{\pi}{L}\right)^2 \cdot E \cdot C_1 \cdot i_{gz} \quad (21)$$

Donde C_1 es un factor que depende de las condiciones de apoyo y la ley de momentos que soliciten a la viga.

Después se obtiene el momento crítico (Ecuación 22), esbeltez (Ecuación 23), FI (Ecuación 24) y coeficiente reductor (Ecuación 25), de forma similar a como se hizo en el pandeo axil.

$$Momento\ critico = \sqrt{M_{LTv}^2 + M_{LTw}^2} \quad (22)$$

$$Esbeltez = \sqrt{\frac{W_y \cdot f_{yk}}{Momento\ critico}} \quad (23)$$

$$FI = 0.5 \cdot (1 + b \cdot Esbeltez - 0.2) + Esbeltez^2 \quad (24)$$

$$Coeficiente\ reductor\ lateral = \frac{1}{FI + \sqrt{FI^2 - Esbeltez^2}} \quad (25)$$

Para considerar todas las tensiones en su conjunto, se obtienen la tensión tangencial total (Ecuación 26), la tensión normal total (Ecuación 27) y la tensión normal total con pandeo (Ecuación 28).

$$Tangencial = Cortantes + Torsor \quad (26)$$

$$Normal = Axil + Flector_y + Flector_z \quad (27)$$

$$Normal_{pandeo} = Axil_{pandeo} + Flector_y + Flector_z \quad (28)$$

Para verificar que el perfil no falla, se utiliza el criterio de Von Misses, sin pandeo (Ecuación 29), con pandeo (Ecuación 30) y con inestabilidad (Ecuación 31).

$$SVM_{pandeo} = \sqrt{Normal^2 + 3 \cdot Tangencial^2} \quad (29)$$

$$SVM_{pandeo} = \sqrt{Normal_{pandeo}^2 + 3 \cdot Tangencial^2} \quad (30)$$

$$SVM_{pandeo} = \sqrt{\left(Axil_{pandeo} + Flector_y + \frac{Flector_z}{Coficiente\ reductor\ lateral}\right)^2 + 3 \cdot Tangencial^2} \quad (31)$$

Finalmente, se comprobará que las cimentaciones y las placas de anclaje soportan las sollicitaciones a las que estarán sometidas.

1. Cordón inferior HE 200B

En el caso del cordón inferior de los pórticos, compuesto por un perfil HE 200B, hay dos situaciones limitantes, que coinciden con el caso de carga que maximiza el axil (Tabla 18) y el caso de carga que maximiza el flector (Tabla 19).

Tabla 18: Comprobación del cordón inferior ante el máximo axil.

| DATOS ENTRADA | | | | | | | |
|--|--------------------------------------|--------------------------------|-------------------------|-----------------|------------------------|--------------------|--------------------|
| ESFUERZOS | AXIL | Cortante Vz | Cortante Vy | Torsión, Mx | Flector, Z | Flector, Y | |
| kN, m | 739 | 16 | 0 | 0 | 0 | 3 | |
| LONGITUDES PANDEO, m | LONGITUD PANDEO, Y | LONGITUD PANDEO, Z | LONGITUD PANDEO FLEXION | | | | |
| | 3,33 | 3,33 | 3,33 | | | | |
| Valor coef. Imperfección Pandeo, Y | Valor coef. imperfección a Pandeo, Z | Valor imperfección Pandeo LAT | Coef C1 pandeo LAT | | | | |
| b | 0,34 | b | 0,34 | b | 0,34 | Carga puntual | 1,36 |
| Clase Sección | Tipo de acero | fyk Manual | fyk (Mpa) | fyd (Mpa) | Epsilon | Clase a Compresión | Clase a Flexión |
| | S355 | 275 | 355 | 338 | 0,81 | 1 | 1 |
| SECCION | otras secciones | PESO Kg/m | Area | Inercia Y, Z | Módulo Resis Y,Z | Radio giro Y, Z | |
| HE | | 40 | 61,30 | 7810,00 | 56960000 | 569600 | 85,40 |
| PERFIL mm | | 1,5 | Area Cortante | 2483,00 | 20030000 | 200300 | 50,70 |
| HE 200 B | | 6 | Inercia Torsión | 592800 | | | |
| | | 6 | Módulo Torsión | 3952 | | | |
| RESULTADOS TENSIONES NORMALES Y TANGENCIALES | | | | | | | |
| Tensiones, MPa | TENSIONES NORMALES | | | | TENSIONES TANGENCIALES | | |
| | Axil | Pandeo | Flector Y | Flector Z | Cortantes | Torsión | |
| | 94,6 | 137,8 | 5,3 | 0,0 | 6,4 | 0,0 | |
| TENSIONES NORMALES TOTALES | | TENSIONES TANGENCIALES TOTALES | | SVM | | | |
| | Sin Pandeo | Con Pandeo | | 6,4 | SVM, sin Pandeo | SVM, con Pandeo | SVM, Inestabilidad |
| | 99,9 | 143,1 | | 100,5 | 143,5 | 143,5 | 143,5 |
| Unidades | Resist. a Tracción | Coef. Reductor P | Carga Crítica, kN | Rest Flexión, Y | Resist Flexión, Z | Cof. Reductor Lat | Momento Crítico |
| kN, m | 2640,5 | 0,686 | 2640,5 | 192,6 | 67,7 | 0,867 | 697,1 |
| | | | | | Resistencia a FS | 484,7 | |
| | | | | | Resist. a Torsión | 0,8 | |

Tabla 19: Comprobación del cordón inferior ante el máximo flector.

| DATOS ENTRADA | | | | | | | |
|--|--------------------------------------|--------------------------------|-------------------------|-----------------|------------------------|--------------------|--------------------|
| ESFUERZOS | AXIL | Cortante Vz | Cortante Vy | Torsión, Mx | Flector, Z | Flector, Y | |
| kN, m | 582 | 16 | 0 | 0 | 0 | 44 | |
| LONGITUDES PANDEO, m | LONGITUD PANDEO, Y | LONGITUD PANDEO, Z | LONGITUD PANDEO FLEXION | | | | |
| | 3,33 | 3,33 | 3,33 | | | | |
| Valor coef. Imperfección Pandeo, Y | Valor coef. imperfección a Pandeo, Z | Valor imperfección Pandeo LAT | Coef C1 pandeo LAT | | | | |
| b | 0,34 | b | 0,34 | b | 0,34 | Carga puntual | 1,36 |
| Clase Sección | Tipo de acero | fyk Manual | fyk (Mpa) | fyd (Mpa) | Epsilon | Clase a Compresión | Clase a Flexión |
| | S355 | 275 | 355 | 338 | 0,81 | 1 | 1 |
| SECCION | otras secciones | PESO Kg/m | Area | Inercia Y, Z | Módulo Resis Y,Z | Radio giro Y, Z | |
| HE | | 40 | 61,30 | 7810,00 | 56960000 | 569600 | 85,40 |
| PERFIL mm | | 1,5 | Area Cortante | 2483,00 | 20030000 | 200300 | 50,70 |
| HE 200 B | | 6 | Inercia Torsión | 592800 | | | |
| | | 6 | Módulo Torsión | 3952 | | | |
| RESULTADOS TENSIONES NORMALES Y TANGENCIALES | | | | | | | |
| Tensiones, MPa | TENSIONES NORMALES | | | | TENSIONES TANGENCIALES | | |
| | Axil | Pandeo | Flector Y | Flector Z | Cortantes | Torsión | |
| | 74,5 | 108,6 | 77,2 | 0,0 | 6,4 | 0,0 | |
| TENSIONES NORMALES TOTALES | | TENSIONES TANGENCIALES TOTALES | | SVM | | | |
| | Sin Pandeo | Con Pandeo | | 6,4 | SVM, sin Pandeo | SVM, con Pandeo | SVM, Inestabilidad |
| | 151,8 | 185,8 | | 152,2 | 186,1 | 186,1 | 186,1 |
| Unidades | Resist. a Tracción | Coef. Reductor P | Carga Crítica, kN | Rest Flexión, Y | Resist Flexión, Z | Cof. Reductor Lat | Momento Crítico |
| kN, m | 2640,5 | 0,686 | 2640,5 | 192,6 | 67,7 | 0,867 | 697,1 |
| | | | | | Resistencia a FS | 484,7 | |
| | | | | | Resist. a Torsión | 0,8 | |

2. Cordón superior 200x200x6

En el caso del cordón superior de los pórticos, compuesto por un perfil rectangular 200x200x6, hay también dos situaciones limitantes, que coinciden con el caso de carga que maximiza el axil (Tabla 20) y el caso de carga que maximiza el flector (Tabla 21).

Tabla 20: Comprobación del cordón superior ante el máximo axil.

| DATOS ENTRADA | | | | | | | |
|--|--------------------------------------|--------------------------------|-------------------------|-----------------|------------------------|--------------------|--------------------|
| ESFUERZOS | AXIL | Cortante Vz | Cortante Vy | Torsión, Mx | Flector, Z | Flector, Y | |
| kN, m | 963 | 2 | 0 | 0 | 0 | 2 | |
| LONGITUDES PANDEO, m | LONGITUD PANDEO, Y | LONGITUD PANDEO, Z | LONGITUD PANDEO FLEXION | | | | |
| | 3,5 | 3,5 | 3,5 | | | | |
| Valor coef. Imperfección Pandeo, Y | Valor coef. imperfección a Pandeo, Z | Valor imperfección Pandeo LAT | Coef C1 pandeo LAT | | | | |
| b | 0,34 | b | 0,34 | b | 0,34 | Carga puntual | 1,36 |
| Clase Sección | Tipo de acero | fyk Manual | fyk (Mpa) | fyd (Mpa) | Epsilon | Clase a Compresión | Clase a Flexión |
| | S355 | 275 | 355 | 338 | 0,81 | 2 | 1 |
| SECCION | Seccion Rectangular | PESO Kg/m | Area | Inercia Y, Z | Módulo Resis Y,Z | Radio giro Y, Z | |
| RCH | Base, b | 200 | 36,55 | 4656,00 | 29233472 | 292335 | 79,24 |
| PERFIL mm | Altura, h | 200 | Area Cortante | 2400,00 | 29233472 | 292335 | 79,24 |
| RHC Entrada | Espesor base | 6 | Inercia Torsión | 43808304 | | | |
| | Espesor altura | 6 | Módulo Torsión | 451632 | | | |
| RESULTADOS TENSIONES NORMALES Y TANGENCIALES | | | | | | | |
| Tensiones, MPa | TENSIONES NORMALES | | | | TENSIONES TANGENCIALES | | |
| | Axil | Pandeo | Flector Y | Flector Z | Cortantes | Torsión | |
| | 206,8 | 243,9 | 6,8 | 0,0 | 0,8 | 0,0 | |
| TENSIONES NORMALES TOTALES | | TENSIONES TANGENCIALES TOTALES | | SVM | | | |
| | Sin Pandeo | Con Pandeo | | 0,8 | SVM, sin Pandeo | SVM, con Pandeo | SVM, Inestabilidad |
| | 213,7 | 250,8 | | 213,7 | 250,8 | 250,8 | |
| Unidades | Resist. a Tracción | Coef. Reductor P | Carga Crítica, kN | Rest Flexión, Y | Resist Flexión, Z | Cof. Reductor Lat | Momento Crítico |
| kN, m | 1574,2 | 0,848 | 1574,2 | 98,8 | 98,8 | 1,000 | 4654,3 |
| | | | | | Resistencia a FS | 468,5 | |
| | | | | | Resist. a Torsión | 88,2 | |

Tabla 21: Comprobación del cordón superior ante el máximo flector.

| DATOS ENTRADA | | | | | | | |
|--|--------------------------------------|--------------------------------|-------------------------|-----------------|------------------------|--------------------|--------------------|
| ESFUERZOS | AXIL | Cortante Vz | Cortante Vy | Torsión, Mx | Flector, Z | Flector, Y | |
| kN, m | 162 | 18 | 0 | 0 | 0 | 18 | |
| LONGITUDES PANDEO, m | LONGITUD PANDEO, Y | LONGITUD PANDEO, Z | LONGITUD PANDEO FLEXION | | | | |
| | 3,5 | 3,5 | 3,5 | | | | |
| Valor coef. Imperfección Pandeo, Y | Valor coef. imperfección a Pandeo, Z | Valor imperfección Pandeo LAT | Coef C1 pandeo LAT | | | | |
| b | 0,34 | b | 0,34 | b | 0,34 | Carga puntual | 1,36 |
| Clase Sección | Tipo de acero | fyk Manual | fyk (Mpa) | fyd (Mpa) | Epsilon | Clase a Compresión | Clase a Flexión |
| | S355 | 275 | 355 | 338 | 0,81 | 2 | 1 |
| SECCION | Seccion Rectangular | PESO Kg/m | Area | Inercia Y, Z | Módulo Resis Y,Z | Radio giro Y, Z | |
| RCH | Base, b | 200 | 36,55 | 4656,00 | 29233472 | 292335 | 79,24 |
| PERFIL mm | Altura, h | 200 | Area Cortante | 2400,00 | 29233472 | 292335 | 79,24 |
| RHC Entrada | Espesor base | 6 | Inercia Torsión | 43808304 | | | |
| | Espesor altura | 6 | Módulo Torsión | 451632 | | | |
| RESULTADOS TENSIONES NORMALES Y TANGENCIALES | | | | | | | |
| Tensiones, MPa | TENSIONES NORMALES | | | | TENSIONES TANGENCIALES | | |
| | Axil | Pandeo | Flector Y | Flector Z | Cortantes | Torsión | |
| | 34,8 | 41,0 | 61,6 | 0,0 | 7,5 | 0,0 | |
| TENSIONES NORMALES TOTALES | | TENSIONES TANGENCIALES TOTALES | | SVM | | | |
| | Sin Pandeo | Con Pandeo | | 7,5 | SVM, sin Pandeo | SVM, con Pandeo | SVM, Inestabilidad |
| | 96,4 | 102,6 | | 97,2 | 103,4 | 103,4 | |
| Unidades | Resist. a Tracción | Coef. Reductor P | Carga Crítica, kN | Rest Flexión, Y | Resist Flexión, Z | Cof. Reductor Lat | Momento Crítico |
| kN, m | 1574,2 | 0,848 | 1574,2 | 98,8 | 98,8 | 1,000 | 4654,3 |
| | | | | | Resistencia a FS | 468,5 | |
| | | | | | Resist. a Torsión | 88,2 | |

3. Diagonales cordón 180x180x5

En el caso de las diagonales de los pórticos, compuestas por un perfil rectangular 180x180x5, hay una sola situación limitante, que coinciden con el caso de carga que maximiza el axil (Tabla 22).

Tabla 22: Comprobación de las diagonales ante el máximo axil.

| DATOS ENTRADA | | | | | | | |
|--|--------------------------------------|--------------------------------|-------------------------|-----------------|------------------------|--------------------|--------------------|
| ESFUERZOS | AXIL | Cortante Vz | Cortante Vy | Torsión, Mx | Flector, Z | Flector, Y | |
| kN, m | 597 | 2 | 0 | 0 | 0 | 2 | |
| LONGITUDES PANDEO, m | LONGITUD PANDEO, Y | LONGITUD PANDEO, Z | LONGITUD PANDEO FLEXION | | | | |
| | 5 | 5 | 5 | | | | |
| Valor coef. Imperfección Pandeo, Y | Valor coef. imperfección a Pandeo, Z | Valor imperfección Pandeo LAT | Coef C1 pandeo LAT | | | | |
| b | 0,34 | 0,34 | 0,34 | Carga puntual | 1,36 | | |
| Clase Sección | Tipo de acero | fyk Manual | fyk (Mpa) | fyd (Mpa) | Epsilon | Clase a Compresión | Clase a Flexión |
| | S355 | 275 | 355 | 338 | 0,81 | 3 | 1 |
| SECCION | Seccion Rectangular | PESO Kg/m | Area | Inercia Y, Z | Módulo Resis Y,Z | Radio giro Y, Z | |
| RCH | Base, b | 180 | 27,48 | 3500,00 | 17879167 | 198657 | 71,47 |
| PERFIL mm | Altura, h | 180 | Area Cortante | 1800,00 | 17879167 | 198657 | 71,47 |
| RHC Entrada | Espesor base | 5 | Inercia Torsión | 26796875 | | | |
| | Espesor altura | 5 | Módulo Torsión | 306250 | | | |
| RESULTADOS TENSIONES NORMALES Y TANGENCIALES | | | | | | | |
| Tensiones, MPa | TENSIONES NORMALES | | | | TENSIONES TANGENCIALES | | |
| | Axil | Pandeo | Flector Y | Flector Z | Cortantes | Torsión | |
| | 170,6 | 261,9 | 10,1 | 0,0 | 1,1 | 0,0 | |
| TENSIONES NORMALES TOTALES | | TENSIONES TANGENCIALES TOTALES | | SVM | | | |
| | Sin Pandeo | Con Pandeo | | | SVM, sin Pandeo | SVM, con Pandeo | SVM, Inestabilidad |
| | 180,6 | 272,0 | 1,1 | 180,6 | 272,0 | 272,0 | 272,0 |
| Unidades | Resist. a Tracción | Coef. Reductor P | Carga Crítica, kN | Rest Flexión, Y | Resist Flexión, Z | Cof. Reductor Lat | Momento Crítico |
| kN, m | 1183,3 | 0,651 | 1183,3 | 67,2 | 67,2 | 1,000 | 1992,6 |
| | | | | | Resistencia a FS | 351,4 | |
| | | | | | Resist. a Torsión | 59,8 | |

4. Pilas 250x250x8

En el caso de los pilares de los pórticos, compuestos por un perfiles rectangulares 250x250x8, de nuevo existen dos situaciones limitantes, que coinciden con el caso de carga que maximiza el axil (Tabla 23) y el caso de carga que maximiza el flector (Tabla 24).

Tabla 23: Comprobación de los pilares ante el máximo axil.

| DATOS ENTRADA | | | | | | | |
|--|--------------------------------------|--------------------------------|-------------------------|-----------------|------------------------|--------------------|--------------------|
| ESFUERZOS | AXIL | Cortante Vz | Cortante Vy | Torsión, Mx | Flector, Z | Flector, Y | |
| kN, m | 1060 | 20 | 0 | 0 | 0 | 36 | |
| LONGITUDES PANDEO, m | LONGITUD PANDEO, Y | LONGITUD PANDEO, Z | LONGITUD PANDEO FLEXION | | | | |
| | 5 | 5 | 5 | | | | |
| Valor coef. Imperfección Pandeo, Y | Valor coef. imperfección a Pandeo, Z | Valor imperfección Pandeo LAT | Coef C1 pandeo LAT | | | | |
| b | 0,34 | 0,34 | 0,34 | Carga puntual | 1,36 | | |
| Clase Sección | Tipo de acero | fyk Manual | fyk (Mpa) | fyd (Mpa) | Epsilon | Clase a Compresión | Clase a Flexión |
| | S355 | 275 | 355 | 338 | 0,81 | 2 | 1 |
| SECCION | Seccion Rectangular | PESO Kg/m | Area | Inercia Y, Z | Módulo Resis Y,Z | Radio giro Y, Z | |
| RCH | Base, b | 250 | 60,79 | 7744,00 | 75669205 | 605354 | 98,85 |
| PERFIL mm | Altura, h | 250 | Area Cortante | 4000,00 | 75669205 | 605354 | 98,85 |
| RHC Entrada | Espesor base | 8 | Inercia Torsión | 113379904 | | | |
| | Espesor altura | 8 | Módulo Torsión | 937024 | | | |
| RESULTADOS TENSIONES NORMALES Y TANGENCIALES | | | | | | | |
| Tensiones, MPa | TENSIONES NORMALES | | | | TENSIONES TANGENCIALES | | |
| | Axil | Pandeo | Flector Y | Flector Z | Cortantes | Torsión | |
| | 136,9 | 170,1 | 59,5 | 0,0 | 5,0 | 0,0 | |
| TENSIONES NORMALES TOTALES | | TENSIONES TANGENCIALES TOTALES | | SVM | | | |
| | Sin Pandeo | Con Pandeo | | | SVM, sin Pandeo | SVM, con Pandeo | SVM, Inestabilidad |
| | 196,3 | 229,6 | 5,0 | 196,5 | 229,7 | 229,7 | 229,7 |
| Unidades | Resist. a Tracción | Coef. Reductor P | Carga Crítica, kN | Rest Flexión, Y | Resist Flexión, Z | Cof. Reductor Lat | Momento Crítico |
| kN, m | 2618,2 | 0,805 | 2618,2 | 204,7 | 204,7 | 1,000 | 8433,2 |
| | | | | | Resistencia a FS | 780,8 | |
| | | | | | Resist. a Torsión | 182,9 | |

Tabla 24: Comprobación de los pilares ante el máximo flector.

| DATOS ENTRADA | | | | | | | |
|--|--------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|-----------------|-------------------------|--------------------|--------------------|
| ESFUERZOS | AXIL | Cortante Vz | Cortante Vy | Torsión, Mx | Flector, Z | Flector, Y | |
| kN, m | 410 | 24 | 0 | 0 | 0 | 110 | |
| LONGITUDES PANDEO, m | LONGITUD PANDEO, Y | | LONGITUD PANDEO, Z | | LONGITUD PANDEO FLEXION | | |
| | 5 | | 5 | | 5 | | |
| Valor coef. Imperfección Pandeo, Y | Valor coef. imperfección a Pandeo, Z | | Valor imperfección Pandeo LAT | | Coef C1 pandeo LAT | | |
| b | 0,34 | | 0,34 | | 0,34 | | Carga puntual 1,36 |
| Clase Sección | Tipo de acero | fyk Manual | fyk (Mpa) | fyd (Mpa) | Epsilon | Clase a Compresión | Clase a Flexión |
| | S355 | 275 | 355 | 338 | 0,81 | 2 | 1 |
| SECCION | Seccion Rectangular | | PESO Kg/m | Area | Inercia Y, Z | Módulo Resis Y,Z | Radio giro Y, Z |
| RCH | Base, b | 250 | 60,79 | 7744,00 | 75669205 | 605354 | 98,85 |
| PERFIL mm | Altura, h | 250 | Area Cortante | 4000,00 | 75669205 | 605354 | 98,85 |
| RHC Entrada | Espesor base | 8 | Inercia Torsión | 113379904 | | | |
| | Espesor altura | 8 | Módulo Torsión | 937024 | | | |
| RESULTADOS TENSIONES NORMALES Y TANGENCIALES | | | | | | | |
| Tensiones, MPa | TENSIONES NORMALES | | | | TENSIONES TANGENCIALES | | |
| | Axil | Pandeo | Flector Y | Flector Z | Cortantes | | Torsión |
| | 52,9 | 65,8 | 181,7 | 0,0 | 6,0 | | 0,0 |
| TENSIONES NORMALES TOTALES | | TENSIONES TANGENCIALES TOTALES | | SVM | | | |
| | Sin Pandeo | Con Pandeo | 6,0 | | SVM, sin Pandeo | SVM, con Pandeo | SVM, Inestabilidad |
| | 234,7 | 247,5 | | | 234,9 | 247,7 | 247,7 |
| Unidades | Resist. a Tracción | Coef. Reductor P | Carga Crítica, kN | Rest Flexión, Y | Resist Flexión, Z | Cof. Reductor Lat | Momento Crítico |
| kN, m | 2618,2 | 0,805 | 2618,2 | 204,7 | 204,7 | 1,000 | 8433,2 |
| | | | | | Resistencia a FS | 780,8 | |
| | | | | | Resist. a Torsión | 182,9 | |

5. Tubos de unión 100x100x3

En el caso de los tubos de unión entre pórticos, compuestos por un perfiles rectangulares 100x100x3, la única situación limitante se debe al máximo cortante (Tabla 25).

Tabla 25: Comprobación de los tubos interiores ante el máximo cortante.

| DATOS ENTRADA | | | | | | | |
|--|--------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|-----------------|-------------------------|--------------------|--------------------|
| ESFUERZOS | AXIL | Cortante Vz | Cortante Vy | Torsión, Mx | Flector, Z | Flector, Y | |
| kN, m | 0 | 10 | 0 | 1 | 0 | 5 | |
| LONGITUDES PANDEO, m | LONGITUD PANDEO, Y | | LONGITUD PANDEO, Z | | LONGITUD PANDEO FLEXION | | |
| | 5 | | 5 | | 5 | | |
| Valor coef. Imperfección Pandeo, Y | Valor coef. imperfección a Pandeo, Z | | Valor imperfección Pandeo LAT | | Coef C1 pandeo LAT | | |
| b | 0,34 | | 0,34 | | 0,34 | | Carga puntual 1,36 |
| Clase Sección | Tipo de acero | fyk Manual | fyk (Mpa) | fyd (Mpa) | Epsilon | Clase a Compresión | Clase a Flexión |
| | S355 | 275 | 355 | 338 | 0,81 | 2 | 1 |
| SECCION | Seccion Rectangular | | PESO Kg/m | Area | Inercia Y, Z | Módulo Resis Y,Z | Radio giro Y, Z |
| RCH | Base, b | 100 | 9,14 | 1164,00 | 1827092 | 36542 | 39,62 |
| PERFIL mm | Altura, h | 100 | Area Cortante | 600,00 | 1827092 | 36542 | 39,62 |
| RHC Entrada | Espesor base | 3 | Inercia Torsión | 2738019 | | | |
| | Espesor altura | 3 | Módulo Torsión | 56454 | | | |
| RESULTADOS TENSIONES NORMALES Y TANGENCIALES | | | | | | | |
| Tensiones, MPa | TENSIONES NORMALES | | | | TENSIONES TANGENCIALES | | |
| | Axil | Pandeo | Flector Y | Flector Z | Cortantes | | Torsión |
| | 0,0 | 0,0 | 136,8 | 0,0 | 16,7 | | 17,7 |
| TENSIONES NORMALES TOTALES | | TENSIONES TANGENCIALES TOTALES | | SVM | | | |
| | Sin Pandeo | Con Pandeo | 34,4 | | SVM, sin Pandeo | SVM, con Pandeo | SVM, Inestabilidad |
| | 136,8 | 136,8 | | | 149,2 | 149,2 | 149,2 |
| Unidades | Resist. a Tracción | Coef. Reductor P | Carga Crítica, kN | Rest Flexión, Y | Resist Flexión, Z | Cof. Reductor Lat | Momento Crítico |
| kN, m | 393,5 | 0,292 | 151,5 | 12,4 | 12,4 | 0,981 | 203,6 |
| | | | | | Resistencia a FS | 117,1 | |
| | | | | | Resist. a Torsión | 11,0 | |

6. Tubos de unión 150x150x5

En el caso de los otros tubos de unión entre pórticos, compuestos por un perfiles rectangulares 150x150x5, la única situación limitante se debe de nuevo al máximo cortante (Tabla 26).

Tabla 26: Comprobación de los tubos exteriores ante el máximo cortante.

| DATOS ENTRADA | | | | | | | |
|--|--------------------------------------|--------------------------------|-------------------------|-----------------|------------------------|--------------------|--------------------|
| ESFUERZOS | AXIL | Cortante Vz | Cortante Vy | Torsión, Mx | Flector, Z | Flector, Y | |
| kN, m | 0 | 10 | 0 | 1 | 0 | 5 | |
| LONGITUDES PANDEO, m | LONGITUD PANDEO, Y | LONGITUD PANDEO, Z | LONGITUD PANDEO FLEXION | | | | |
| | 5 | 5 | 5 | | | | |
| Valor coef. Imperfección Pandeo, Y | Valor coef. imperfección a Pandeo, Z | Valor imperfección Pandeo LAT | Coef C1 pandeo LAT | | | | |
| b | 0,34 | b | 0,34 | b | 0,34 | Carga puntual | 1,36 |
| Clase Sección | Tipo de acero | fyk Manual | fyk (Mpa) | fyd (Mpa) | Epsilon | Clase a Compresión | Clase a Flexión |
| | S355 | 275 | 355 | 338 | 0,81 | 2 | 1 |
| SECCION | Seccion Rectangular | PESO Kg/m | Area | Inercia Y, Z | Módulo Resis Y,Z | Radio giro Y, Z | |
| RCH | Base, b | 150 | 22,77 | 2900,00 | 10174167 | 135656 | 59,23 |
| PERFIL mm | Altura, h | 150 | Area Cortante | 1500,00 | 10174167 | 135656 | 59,23 |
| RHC Entrada | Espesor base | 5 | Inercia Torsión | 15243125 | | | |
| | Espesor altura | 5 | Módulo Torsión | 210250 | | | |
| RESULTADOS TENSIONES NORMALES Y TANGENCIALES | | | | | | | |
| Tensiones, MPa | TENSIONES NORMALES | | | | TENSIONES TANGENCIALES | | |
| | Axil | Pandeo | Flector Y | Flector Z | Cortantes | Torsión | |
| | 0,0 | 0,0 | 36,9 | 0,0 | 6,7 | 4,8 | |
| TENSIONES NORMALES TOTALES | | TENSIONES TANGENCIALES TOTALES | | SVM | | | |
| | Sin Pandeo | Con Pandeo | 11,4 | | SVM, sin Pandeo | SVM, con Pandeo | SVM, Inestabilidad |
| | 36,9 | 36,9 | | | 41,8 | 41,8 | 41,8 |
| Unidades | Resist. a Tracción | Coef. Reductor P | Carga Crítica, kN | Rest Flexión, Y | Resist Flexión, Z | Cof. Reductor Lat | Momento Crítico |
| kN, m | 980,5 | 0,532 | 843,5 | 45,9 | 45,9 | 0,998 | 1133,9 |
| | | | | | Resistencia a FS | 292,8 | |
| | | | | | Resist. a Torsión | 41,0 | |

7. Arriostramiento 100x100x3

En el caso de los arriostramientos entre pórticos, compuestos por un perfiles rectangulares 100x100x3, la única situación limitante se debe al máximo axil (Tabla 27).

Tabla 27: Comprobación de los arriostramientos ante el máximo axil.

| DATOS ENTRADA | | | | | | | |
|--|--------------------------------------|--------------------------------|-------------------------|-----------------|------------------------|--------------------|--------------------|
| ESFUERZOS | AXIL | Cortante Vz | Cortante Vy | Torsión, Mx | Flector, Z | Flector, Y | |
| kN, m | 90 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | |
| LONGITUDES PANDEO, m | LONGITUD PANDEO, Y | LONGITUD PANDEO, Z | LONGITUD PANDEO FLEXION | | | | |
| | 1 | 1 | 1 | | | | |
| Valor coef. Imperfección Pandeo, Y | Valor coef. imperfección a Pandeo, Z | Valor imperfección Pandeo LAT | Coef C1 pandeo LAT | | | | |
| b | 0,34 | b | 0,34 | b | 0,34 | Carga puntual | 1,36 |
| Clase Sección | Tipo de acero | fyk Manual | fyk (Mpa) | fyd (Mpa) | Epsilon | Clase a Compresión | Clase a Flexión |
| | S355 | 275 | 355 | 338 | 0,81 | 2 | 1 |
| SECCION | Seccion Rectangular | PESO Kg/m | Area | Inercia Y, Z | Módulo Resis Y,Z | Radio giro Y, Z | |
| RCH | Base, b | 100 | 9,14 | 1164,00 | 1827092 | 36542 | 39,62 |
| PERFIL mm | Altura, h | 100 | Area Cortante | 600,00 | 1827092 | 36542 | 39,62 |
| RHC Entrada | Espesor base | 3 | Inercia Torsión | 2738019 | | | |
| | Espesor altura | 3 | Módulo Torsión | 56454 | | | |
| RESULTADOS TENSIONES NORMALES Y TANGENCIALES | | | | | | | |
| Tensiones, MPa | TENSIONES NORMALES | | | | TENSIONES TANGENCIALES | | |
| | Axil | Pandeo | Flector Y | Flector Z | Cortantes | Torsión | |
| | 77,3 | 81,1 | 54,7 | 54,7 | 2,4 | 17,7 | |
| TENSIONES NORMALES TOTALES | | TENSIONES TANGENCIALES TOTALES | | SVM | | | |
| | Sin Pandeo | Con Pandeo | 20,1 | | SVM, sin Pandeo | SVM, con Pandeo | SVM, Inestabilidad |
| | 186,8 | 190,6 | | | 190,0 | 193,8 | 193,8 |
| Unidades | Resist. a Tracción | Coef. Reductor P | Carga Crítica, kN | Rest Flexión, Y | Resist Flexión, Z | Cof. Reductor Lat | Momento Crítico |
| kN, m | 393,5 | 0,953 | 393,5 | 12,4 | 12,4 | 1,000 | 1018,1 |
| | | | | | Resistencia a FS | 117,1 | |
| | | | | | Resist. a Torsión | 11,0 | |

8. Correas 100x180x6

En el caso de las correas entre pórticos, compuestos por un perfiles rectangulares 100x180x6, la única situación limitante se debe al máximo momento y cortante, que además coinciden para el mismo caso de carga y la misma barra (Tabla 28).

Tabla 28: Comprobación de las correas ante el máximo momento y cortante.

| DATOS ENTRADA | | | | | | | |
|--|--------------------------------------|--------------------------------|-------------------------|-----------------|------------------------|--------------------|--------------------|
| ESFUERZOS | AXIL | Cortante Vz | Cortante Vy | Torsión, Mx | Flector, Z | Flector, Y | |
| kN, m | 0 | 10 | 1 | 1 | 1 | 22 | |
| LONGITUDES PANDEO, m | LONGITUD PANDEO, Y | LONGITUD PANDEO, Z | LONGITUD PANDEO FLEXION | | | | |
| | 5 | 5 | 5 | | | | |
| Valor coef. Imperfección Pandeo, Y | Valor coef. imperfección a Pandeo, Z | Valor imperfección Pandeo LAT | Coef C1 pandeo LAT | | | | |
| b | 0,34 | b | 0,34 | b | 0,34 | Carga puntual | 1,36 |
| Clase Sección | Tipo de acero | fyk Manual | fyk (Mpa) | fyd (Mpa) | Epsilon | Clase a Compresión | Clase a Flexión |
| | S355 | 275 | 355 | 338 | 0,81 | 2 | 1 |
| SECCION | Seccion Rectangular | PESO Kg/m | Area | Inercia Y, Z | Módulo Resis Y,Z | Radio giro Y, Z | |
| RCH | Base, b | 100 | 25,25 | 3216,00 | 13828032 | 153645 | 65,57 |
| PERFIL mm | Altura, h | 180 | Area Cortante | 2160,00 | 5459392 | 109188 | 41,20 |
| RHC Entrada | Espesor base | 6 | Inercia Torsión | 11978451 | | | |
| | Espesor altura | 6 | Módulo Torsión | 196272 | | | |
| RESULTADOS TENSIONES NORMALES Y TANGENCIALES | | | | | | | |
| Tensiones, MPa | TENSIONES NORMALES | | | | TENSIONES TANGENCIALES | | |
| | Axil | Pandeo | Flector Y | Flector Z | Cortantes | Torsión | |
| | 0,0 | 0,0 | 143,2 | 9,2 | 4,7 | 5,1 | |
| TENSIONES NORMALES TOTALES | | TENSIONES TANGENCIALES TOTALES | | SVM | | | |
| | Sin Pandeo | Con Pandeo | 9,7 | | SVM, sin Pandeo | SVM, con Pandeo | SVM, Inestabilidad |
| | 152,3 | 152,3 | | | 153,3 | 153,3 | 153,4 |
| Unidades | Resist. a Tracción | Coef. Reductor P | Carga Crítica, kN | Rest Flexión, Y | Resist Flexión, Z | Cof. Reductor Lat | Momento Crítico |
| kN, m | 1087,3 | 0,312 | 452,6 | 51,9 | 36,9 | 0,987 | 968,3 |
| | | | | | Resistencia a FS | 421,6 | |
| | | | | | Resist. a Torsión | 38,3 | |

Cimentaciones

Para el cálculo de la cimentación y las placas de anclaje, se ha empleado el software Robot Structural. Se han considerado las cargas que se muestran a continuación en la base de cada pila.

- Esfuerzo axil: 221 kN.
- Esfuerzo cortante: 644 kN.
- Esfuerzo axil: 95 kNm.

Los resultados obtenidos se muestran en las siguientes páginas.



Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2021

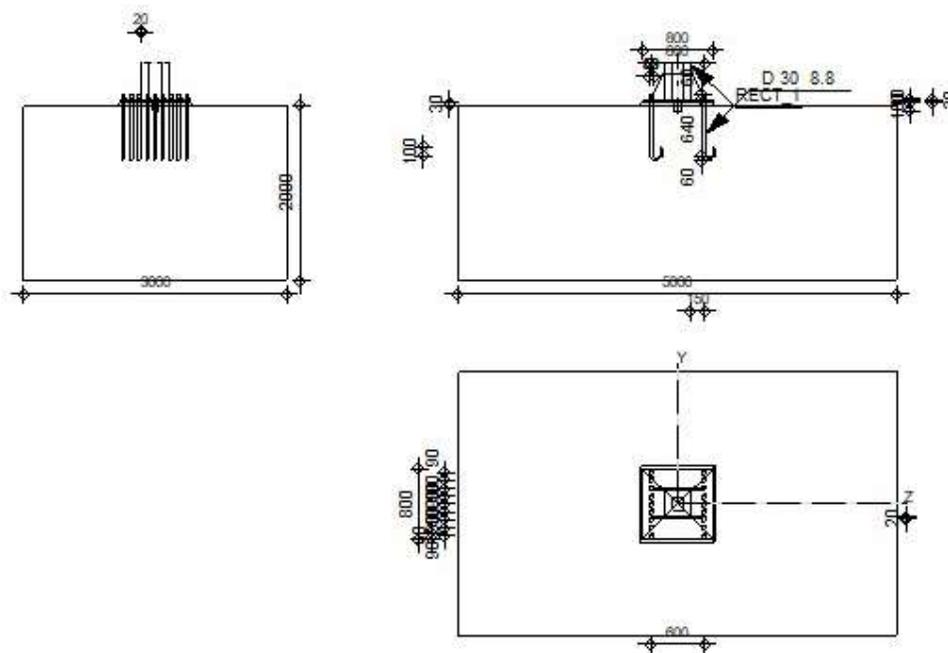
Cálculo de la base de columna empotrada

Eurocode 3: EN 1993-1-8:2005/AC:2009 + CEB Design

Guide: Design of fastenings in concrete



Relación
0,78



GENERAL

Unión N.º: 1

Nombre de la unión: Pié de pilar engastado

GEOMETRÍA

PILAR

Perfil: RECT_1

$L_c = 5,00$ [m] Longitud del pilar
 $\alpha = 0,0$ [Deg] Ángulo de inclinación
 $h_c = 300$ [mm] Altura de la sección del pilar
 $b_{fc} = 300$ [mm] Anchura de la sección del pilar
 $t_{wc} = 80$ [mm] Espesor del alma de la sección del pilar
 $t_{fc} = 80$ [mm] Espesor del ala del de la sección del pilar
 $r_c = 0$ [mm] Radio del arredondeado de la sección del pilar
 $A_c = 704,00$ [cm²] Area de la sección del pilar
 $I_{yc} = 64298,67$ [cm⁴] Momento de inercia de la sección del pilar

Material: S 355

$f_{yc} = 0,00$ [MN/mm²] Resistencia
 $f_{uc} = 0,00$ [MN/mm²] Límite de resistencia del material

CHAPA DEBAJO DE LA BASE DEL PILAR

$l_{pd} = 800$ [mm] Longitud
 $b_{pd} = 800$ [mm] Anchura
 $t_{pd} = 30$ [mm] Espesor
Material: S 355
 $f_{ypd} = 0,00$ [MN/mm²] Resistencia
 $f_{upd} = 0,00$ [MN/mm²] Límite de resistencia del material

ANCLAJE

El plano de corte atraviesa la parte NO FILETEADA de un tornillo.

Clase = 8.8 Clase de anclajes
 $f_{yb} = 0,00$ [MN/mm²] Límite de plasticidad del material del tornillo
 $f_{ub} = 0,00$ [MN/mm²] Resistencia del material del tornillo a la tracción
 $d = 30$ [mm] Diámetro del tornillo
 $A_s = 5,61$ [cm²] Area de la sección eficaz del tornillo
 $A_v = 7,07$ [cm²] Area de la sección del tornillo
 $n_H = 2$ Número de columnas de tornillos
 $n_V = 9$ Número de líneas de tornillos
Separación horizontal $e_{Hi} = 600$ [mm]
Separación vertical $e_{Vi} = 90; 90; 90; 90$ [mm]

Dimensiones de los anclajes

$L_1 = 60$ [mm]
 $L_2 = 640$ [mm]
 $L_3 = 120$ [mm]
 $L_4 = 100$ [mm]

Plaqueta

$l_{wd} = 50$ [mm] Longitud
 $b_{wd} = 60$ [mm] Anchura
 $t_{wd} = 10$ [mm] Espesor

CHAVETA

Perfil: IPE 100
 $l_w = 100$ [mm] Longitud
Material: S 355
 $f_{yw} = 0,00$ [MN/mm²] Resistencia

RIGIDIZADOR

$l_s = 600$ [mm] Longitud
 $h_s = 300$ [mm] Altura
 $t_s = 20$ [mm] Espesor
 $d_1 = 20$ [mm] Entalla
 $d_2 = 20$ [mm] Entalla

COEFICIENTES DE MATERIAL

$\gamma_{M0} = 1,00$ Coeficiente de seguridad parcial
 $\gamma_{M2} = 1,25$ Coeficiente de seguridad parcial
 $\gamma_C = 1,50$ Coeficiente de seguridad parcial

CIMENTACIÓN

$L = 5000$ [mm] Longitud de la cimentación
 $B = 3000$ [mm] Anchura de la cimentación

L = 5000 [mm] Longitud de la cimentación
H = 2000 [mm] Altura de la cimentación

Hormigón

Clase HA - 25

$f_{ck} = 0,00$ [MN/mm²] Resistencia característica a la compresión

Capa de arena

$t_g = 30$ [mm] Espesor de la capa de arena

$f_{ck,g} = 0,00$ [MN/mm²] Resistencia característica a la compresión

$C_{f,d} = 0,30$ Coef. de rozamiento entre la pletina de base y el hormigón

SOLDADURAS

$a_p = 4$ [mm] Pletina principal del pie del pilar

$a_w = 4$ [mm] Chaveta

$a_s = 4$ [mm] Rigidizadores

CARGAS

Caso: Cálculos manuales.

$N_{j,Ed} = 221,00$ [kN] Esfuerzo axial

$V_{j,Ed,z} = 644,00$ [kN] Esfuerzo cortante

$M_{j,Ed,y} = 95,00$ [kN*m] Momento flector

RESULTADOS

ZONA COMPRIMIDA

COMPRESIÓN DE HORMIGÓN

$f_{cd} = 0,00$ [MN/mm²] Resistencia de cálculo a la compresión EN 1992-1:[3.1.6.(1)]

$f_j = 0,00$ [MN/mm²] Resistencia de cálculo al apoyo debajo de la pletina de base [6.2.5.(7)]

$c = t_p \sqrt{(f_{yp}/(3*f_j*\gamma_{MO}))}$

$c = 57$ [mm] Anchura adicional de la zona de apoyo [6.2.5.(4)]

$b_{eff} = 193$ [mm] Anchura eficaz de la zona de apoyo debajo de la tabla [6.2.5.(3)]

$l_{eff} = 413$ [mm] Longitud eficaz de la zona de apoyo debajo del ala [6.2.5.(3)]

$A_{c0} = 797,38$ [cm²] Superficie de contacto entre la pletina de base y la cimentación EN 1992-1:[6.7.(3)]

$A_{c1} = 7176,46$ [cm²] Área de cálculo máxima de la distribución de la carga EN 1992-1:[6.7.(3)]

$F_{rd,u} = A_{c0}*f_{cd}*\sqrt{(A_{c1}/A_{c0})} \leq 3*A_{c0}*f_{cd}$

$F_{rd,u} = 3986,92$ [kN] Resistencia del hormigón al apoyo EN 1992-1:[6.7.(3)]

$\beta_j = 0,67$ Coeficiente de reducción para la compresión [6.2.5.(7)]

$f_{j,d} = \beta_j*F_{rd,u}/(b_{eff}*l_{eff})$

$f_{j,d} = 0,00$ [MN/mm²] Resistencia de cálculo al apoyo [6.2.5.(7)]

$A_{c,y} = 1273,75$ [cm²] Área de apoyo en flexión My [6.2.8.3.(1)]

$F_{c,Rd,i} = A_{c,i}*f_{j,d}$

$F_{c,Rd,y} = 4245,83$ [kN] Resistencia del hormigón al apoyo en flexión My [6.2.8.3.(1)]

ALA Y ALMA DEL PILAR EN COMPRESIÓN

| | | |
|---|---|------------------------|
| CL = 1,00 | Clase de sección | EN 1993-1-1:[5.5.2] |
| $W_{pl,y} = 9664,00$ [cm ³] | Módulo de sección plástico | EN1993-1-1:[6.2.5.(2)] |
| $M_{c,Rd,y} = 3237,44$ [kN*m] | Resistencia de cálculo de la sección en flexión | EN1993-1-1:[6.2.5] |
| $h_{f,y} = 327$ [mm] | Distancia entre los centros de gravedad de las alas | [6.2.6.7.(1)] |
| $F_{c,fc,Rd,y} = M_{c,Rd,y} / h_{f,y}$ | | |
| $F_{c,fc,Rd,y} = 9885,35$ [kN] | Resistencia del ala comprimida y del alma | [6.2.6.7.(1)] |

RESISTENCIA DEL PIÉ DEL PILAR EN LA ZONA COMPRIMIDA

| | | |
|--|---|-----------|
| $F_{C,Rd,y} = \min(F_{c,Rd,y}, F_{c,fc,Rd,y})$ | | |
| $F_{C,Rd,y} = 4245,83$ [kN] | Resistencia del pié del pilar en la zona comprimida | [6.2.8.3] |

ZONA TRACCIONADA

RUPTURA DE TORNILLO DE ANCLAJE

| | | |
|--|---|-------------|
| $A_b = 5,61$ [cm ²] | 'Area efectivo del tornillo | [Tabla 3.4] |
| $f_{ub} = 0,00$ [MN/mm ²] | Resistencia del material del tornillo a la tracción | [Tabla 3.4] |
| Beta = 0,85 | coeficiente de reducción de la resistencia del tornillo | [3.6.1.(3)] |
| $F_{t,Rd,s1} = \beta \cdot 0.9 \cdot f_{ub} \cdot A_b / \gamma_{M2}$ | | |
| $F_{t,Rd,s1} = 274,67$ [kN] | Resistencia del tornillo a la ruptura | [Tabla 3.4] |

| | | |
|--|---|---------------|
| $\gamma_{Ms} = 1,20$ | Coeficiente de seguridad parcial | CEB [3.2.3.2] |
| $f_{yb} = 0,00$ [MN/mm ²] | Límite de plasticidad del material del tornillo | CEB [9.2.2] |
| $F_{t,Rd,s2} = f_{yb} \cdot A_b / \gamma_{Ms}$ | | |
| $F_{t,Rd,s2} = 299,20$ [kN] | Resistencia del tornillo a la ruptura | CEB [9.2.2] |

| | | |
|---|---------------------------------------|--|
| $F_{t,Rd,s} = \min(F_{t,Rd,s1}, F_{t,Rd,s2})$ | | |
| $F_{t,Rd,s} = 274,67$ [kN] | Resistencia del tornillo a la ruptura | |

ARRANCAMIENTO DEL TORNILLO DE ANCLAJE DEL HORMIGÓN

| | | |
|---|---|-----------------------|
| $f_{ck} = 0,00$ [MN/mm ²] | Resistencia característica del hormigón a la compresión | EN 1992-1:[3.1.2] |
| $f_{ctd} = 0.7 \cdot 0.3 \cdot f_{ck}^{2/3} / \gamma_c$ | | |
| $f_{ctd} = 0,00$ [MN/mm ²] | Resistencia de cálculo a la tracción | EN 1992-1:[8.4.2.(2)] |
| $\eta_1 = 1,00$ | Coef. dependiente de las condiciones del hormigonado y de la adherencia | EN 1992-1:[8.4.2.(2)] |
| $\eta_2 = 1,00$ | Coef. dependiente del diámetro del anclaje | EN 1992-1:[8.4.2.(2)] |
| $f_{bd} = 2.25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctd}$ | | |
| $f_{bd} = 0,00$ [MN/mm ²] | Adherencia admisible de cálculo | EN 1992-1:[8.4.2.(2)] |
| $h_{ef} = 610$ [mm] | Longitud eficaz del tornillo de anclaje | EN 1992-1:[8.4.2.(2)] |
| $F_{t,Rd,p} = \pi \cdot d \cdot h_{ef} \cdot f_{bd}$ | | |
| $F_{t,Rd,p} = 154,84$ [kN] | Resistencia de cálculo para el arrancamiento | EN 1992-1:[8.4.2.(2)] |

RUPTURA DEL CONO DE HORMIGÓN

| | | |
|---|---|-------------|
| $h_{ef} = 610$ [mm] | Longitud eficaz del tornillo de anclaje | CEB [9.2.4] |
| $N_{Rk,c}^0 = 7.5 [N^{0.5}/mm^{0.5}] \cdot f_{ck}^{0.5} \cdot h_{ef}^{1.5}$ | | |
| $N_{Rk,c}^0 = 564,97$ [kN] | Resistencia característica del anclaje | CEB [9.2.4] |
| $s_{cr,N} = 1830$ [mm] | Anchura crítica del cono de hormigón | CEB [9.2.4] |
| $c_{cr,N} = 915$ [mm] | Distancia crítica al borde de la cimentación | CEB [9.2.4] |
| $A_{c,N0} = 33489,00$ [cm ²] | Área máxima del cono | CEB [9.2.4] |
| $A_{c,N} = 5185,00$ [cm ²] | Área real del cono | CEB [9.2.4] |
| $\psi_{A,N} = A_{c,N} / A_{c,N0}$ | | |
| $\psi_{A,N} = 0,15$ | Coef. dependiente de la separación de los anclajes y de la distancia al borde | CEB [9.2.4] |
| $c = 915$ [mm] | Distancia mínima entre el anclaje y el borde | CEB [9.2.4] |
| $\psi_{s,N} = 0.7 + 0.3 \cdot c / c_{cr,N} \leq 1.0$ | | |
| $\psi_{s,N} = 1,00$ | Coef. dependiente de la distancia entre el anclaje y el borde de la cimentación | CEB [9.2.4] |
| $\psi_{ec,N} = 1,00$ | Coef. dependiente de la distribución de los esfuerzos de tracción en los anclajes | CEB [9.2.4] |
| $\psi_{re,N} = 0.5 + h_{ef}[\text{mm}] / 200 \leq 1.0$ | | |

| | | |
|--|---|---------------|
| $\psi_{re,N} = 1,00$ | Coef. dependiente de la densidad del armado de la cimentación | CEB [9.2.4] |
| $\psi_{ucr,N} = 1,00$ | Coef. dependiente del grado de fisuración del hormigón | CEB [9.2.4] |
| $\gamma_{Mc} = 2,16$ | Coefficiente de seguridad parcial | CEB [3.2.3.1] |
| $F_{t,Rd,c} = N_{Rk,c} \cdot \psi_{A,N} \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{ec,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ucr,N} / \gamma_{Mc}$ | | |
| $F_{t,Rd,c} = 40,50$ [kN] Resistencia de cálculo del anclaje a la ruptura del cono de hormigón EN 1992-1-1:[8.4.2.(2)] | | |

ROTURA DEL BETÓN

| | | |
|--|---|---------------|
| $h_{ef} = 610$ [mm] | Longitud eficaz del tornillo de anclaje | CEB [9.2.5] |
| $N_{Rk,c} = 7.5 [N^{0.5}/mm^{0.5}] \cdot f_{ck}^{0.5} \cdot h_{ef}^{1.5}$ | | |
| $N_{Rk,c} = 564,97$ [kN] | Resistencia de cálculo para el arrancamiento | CEB [9.2.5] |
| $s_{cr,N} = 1220$ [mm] | Anchura crítica del cono de hormigón | CEB [9.2.5] |
| $c_{cr,N} = 610$ [mm] | Distancia crítica al borde de la cimentación | CEB [9.2.5] |
| $A_{c,N0} = 14884,00$ [cm ²] | Área máxima del cono | CEB [9.2.5] |
| $A_{c,N} = 2629,78$ [cm ²] | Área real del cono | CEB [9.2.5] |
| $\psi_{A,N} = A_{c,N} / A_{c,N0}$ | | |
| $\psi_{A,N} = 0,18$ | Coef. dependiente de la separación de los anclajes y de la distancia al borde | CEB [9.2.5] |
| $c = 610$ [mm] | Distancia mínima entre el anclaje y el borde | CEB [9.2.5] |
| $\psi_{s,N} = 0.7 + 0.3 \cdot c / c_{cr,N} \leq 1.0$ | | |
| $\psi_{s,N} = 1,00$ | Coef. dependiente de la distancia entre el anclaje y el borde de la cimentación | CEB [9.2.5] |
| $\psi_{ec,N} = 1,00$ | Coef. dependiente de la distribución de los esfuerzos de tracción en los anclajes | CEB [9.2.5] |
| $\psi_{re,N} = 0.5 + h_{ef} [mm] / 200 \leq 1.0$ | | |
| $\psi_{re,N} = 1,00$ | Coef. dependiente de la densidad del armado de la cimentación | CEB [9.2.5] |
| $\psi_{ucr,N} = 1,00$ | Coef. dependiente del grado de fisuración del hormigón | CEB [9.2.5] |
| $\psi_{h,N} = (h / (2 \cdot h_{ef}))^{2/3} \leq 1.2$ | | |
| $\psi_{h,N} = 1,20$ | Coef. dependiente de la altura de la cimentación | CEB [9.2.5] |
| $\gamma_{M,sp} = 2,16$ | Coefficiente de seguridad parcial | CEB [3.2.3.1] |
| $F_{t,Rd,sp} = N_{Rk,c} \cdot \psi_{A,N} \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{ec,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ucr,N} \cdot \psi_{h,N} / \gamma_{M,sp}$ | | |
| $F_{t,Rd,sp} = 55,46$ [kN] | Resistencia de cálculo del anclaje a la rotura del hormigón | CEB [9.2.5] |

RESISTENCIA DEL ANCLAJE A LA TRACCIÓN

| | |
|--|---------------------------------------|
| $F_{t,Rd} = \min(F_{t,Rd,s}, F_{t,Rd,p}, F_{t,Rd,c}, F_{t,Rd,sp})$ | |
| $F_{t,Rd} = 40,50$ [kN] | Resistencia del anclaje a la tracción |

FLEXIÓN DE LA PLETINA DE BASE

Flexión debida al momento $M_{j,Ed,y}$

| | | |
|--|---|-----------|
| $l_{eff,1} = 582$ [mm] | Longitud eficaz para un tornillo para el modo 1 | [6.2.6.5] |
| $l_{eff,2} = 582$ [mm] | Longitud eficaz para un tornillo para el modo 2 | [6.2.6.5] |
| $m = 145$ [mm] | Distancia entre el tornillo y el borde rigidizado | [6.2.6.5] |
| $M_{pl,1,Rd} = 46,48$ [kN*m] | Resistencia plástica de la pletina para el modo 1 | [6.2.4] |
| $M_{pl,2,Rd} = 46,48$ [kN*m] | Resistencia plástica de la pletina para el modo 2 | [6.2.4] |
| $F_{T,1,Rd} = 1278,00$ [kN] | Resistencia de la pletina para el modo 1 | [6.2.4] |
| $F_{T,2,Rd} = 486,48$ [kN] | Resistencia de la pletina para el modo 2 | [6.2.4] |
| $F_{T,3,Rd} = 364,47$ [kN] | Resistencia de la pletina para el modo 3 | [6.2.4] |
| $F_{t,pl,Rd,y} = \min(F_{T,1,Rd}, F_{T,2,Rd}, F_{T,3,Rd})$ | | |
| $F_{t,pl,Rd,y} = 364,47$ [kN] | Resistencia de la pletina en tracción | [6.2.4] |

RESISTENCIA DEL ALMA DEL PILAR EN TRACCIÓN

Flexión debida al momento $M_{j,Ed,y}$

| | | |
|---|---|------------------------|
| $t_{wc} = 80$ [mm] | Espesor eficaz del alma del pilar | [6.2.6.3.(8)] |
| $b_{eff,t,wc} = 94$ [mm] | Anchura eficaz del alma en tracción | [6.2.6.3.(2)] |
| $A_{wc} = 352,00$ [cm ²] | Área en cizallamiento | EN1993-1-1:[6.2.6.(3)] |
| $\omega = 0,90$ | Coefficiente de reducción para la interacción con el cortante | [6.2.6.3.(4)] |
| $F_{t,wc,Rd,y} = \omega \cdot b_{eff,t,wc} \cdot t_{wc} \cdot f_{yc} / \gamma_{M0}$ | | |
| $F_{t,wc,Rd,y} = 4539,14$ [kN] | Resistencia del alma del pilar | [6.2.6.3.(1)] |

RESISTENCIA DEL PIÉ DEL PILAR EN LA ZONA TRACCIONADA

| | | |
|---|--|-----------|
| $N_{j,Rd} = 728,94$ [kN] | Resistencia de la cimentación en tracción axial | [6.2.8.3] |
| $F_{T,Rd,y} = \min(F_{t,pl,Rd,y}, F_{t,wc,Rd,y})$ | | |
| $F_{T,Rd,y} = 364,47$ [kN] | Resistencia de la cimentación en la zona traccionada | [6.2.8.3] |

CONTROL DE LA RESISTENCIA DE LA UNIÓN

| | | | |
|---|--------------------------------------|------------|---------------|
| $N_{j,Ed} / N_{j,Rd} \leq 1,0$ (6.24) | $0,30 < 1,00$ | verificado | (0,30) |
| $e_y = 430$ [mm] | Ecentricidad de la fuerza axial | | [6.2.8.3] |
| $Z_{c,y} = 164$ [mm] | Brazo de la fuerza $F_{C,Rd,y}$ | | [6.2.8.1.(2)] |
| $Z_{t,y} = 300$ [mm] | Brazo de la fuerza $F_{T,Rd,y}$ | | [6.2.8.1.(3)] |
| $M_{j,Rd,y} = 122,40$ [kN*m] | Resistencia de la unión a la flexión | | [6.2.8.3] |
| $M_{j,Ed,y} / M_{j,Rd,y} \leq 1,0$ (6.23) | $0,78 < 1,00$ | verificado | (0,78) |

CIZALLAMIENTO

APOYO DEL TORNILLO DE ANCLAJE EN LA PLETINA DE BASE

Esfuerzo cortante $V_{j,Ed,z}$

| | | |
|---|---|-------------|
| $\alpha_{d,z} = 1,04$ | Coef. de posición de los tornillos en la dirección del cizallamiento | [Tabla 3.4] |
| $\alpha_{b,z} = 1,00$ | Coef. para el cálculo de la resistencia $F_{1,vb,Rd}$ | [Tabla 3.4] |
| $K_{1,z} = 1,80$ | Coef. de posición de los tornillos en la dirección perpendicular al cizallamiento | [Tabla 3.4] |
| $F_{1,vb,Rd,z} = k_{1,z} \cdot \alpha_{b,z} \cdot f_{up} \cdot d \cdot t_p / \gamma_{M2}$ | | |
| $F_{1,vb,Rd,z} = 609,12$ [kN] | Resistencia del tornillo de anclaje al apoyo en la pletina de base | [6.2.2.(7)] |

CIZALLAMIENTO DEL TORNILLO DE ANCLAJE

| | | |
|--|---|-------------|
| $\alpha_b = 0,25$ | Coef. para el cálculo de la resistencia $F_{2,vb,Rd}$ | [6.2.2.(7)] |
| $A_{vb} = 7,07$ [cm ²] | Area de la sección del tornillo | [6.2.2.(7)] |
| $f_{ub} = 0,00$ [MN/mm ²] | Resistencia del material del tornillo a la tracción | [6.2.2.(7)] |
| $\gamma_{M2} = 1,25$ | Coefficiente de seguridad parcial | [6.2.2.(7)] |
| $F_{2,vb,Rd} = \alpha_b \cdot f_{ub} \cdot A_{vb} / \gamma_{M2}$ | | |
| $F_{2,vb,Rd} = 112,19$ [kN] | Resistencia del tornillo al cizallamiento - sin efecto de brazo | [6.2.2.(7)] |

| | | |
|--|---|---------------|
| $\alpha_M = 2,00$ | Coef. dependiente de la fijación del anclaje en la cimentación | CEB [9.3.2.2] |
| $M_{RK,s} = 2,28$ [kN*m] | Resistencia característica del anclaje a la flexión | CEB [9.3.2.2] |
| $l_{sm} = 60$ [mm] | Longitud del brazo de palanca | CEB [9.3.2.2] |
| $\gamma_{Ms} = 1,20$ | Coefficiente de seguridad parcial | CEB [3.2.3.2] |
| $F_{v,Rd,sm} = \alpha_M \cdot M_{RK,s} / (l_{sm} \cdot \gamma_{Ms})$ | | |
| $F_{v,Rd,sm} = 63,26$ [kN] | Resistencia del tornillo al cizallamiento - con efecto de brazo | CEB [9.3.1] |

RUPTURA DEL HORMIGÓN POR EFECTO DE PALANCA

| | | |
|--|---|---------------|
| $N_{RK,c} = 87,47$ [kN] | Resistencia de cálculo para el arrancamiento | CEB [9.2.4] |
| $k_3 = 2,00$ | Coef. dependiente de la longitud de anclaje | CEB [9.3.3] |
| $\gamma_{Mc} = 2,16$ | Coefficiente de seguridad parcial | CEB [3.2.3.1] |
| $F_{v,Rd,cp} = k_3 \cdot N_{RK,c} / \gamma_{Mc}$ | | |
| $F_{v,Rd,cp} = 80,99$ [kN] | Resistencia del hormigón al efecto de palanca | CEB [9.3.1] |

DESTRUCCIÓN DEL BORDE DEL HORMIGÓN

Esfuerzo cortante $V_{j,Ed,z}$

| | | |
|-----------------------------|---|-----------------|
| $V_{RK,c,z} = 3361,88$ [kN] | Resistencia característica del anclaje | CEB [9.3.4.(a)] |
| $\psi_{A,V,z} = 0,21$ | Coef. dependiente de la separación de los anclajes y de la distancia al borde | CEB [9.3.4] |
| $\psi_{h,V,z} = 1,18$ | Coef. dependiente del espesor de la cimentación | CEB [9.3.4.(c)] |
| $\psi_{s,V,z} = 0,80$ | Coef. de influencia de bordes paralelos al esfuerzo cortante | CEB [9.3.4.(d)] |
| $\psi_{ec,V,z} = 1,00$ | Coef. de irregularidad de la distribución del esfuerzo cortante en el anclaje | CEB [9.3.4.(e)] |

| | | |
|---|--|-----------------|
| $V_{Rk,c,z}^0 = 3361,88$ [kN] | Resistencia característica del anclaje | CEB [9.3.4.(a)] |
| $\psi_{\alpha,V,z} = 1,00$ | Coef. dependiente del ángulo de la acción del cortante | CEB [9.3.4.(f)] |
| $\psi_{ucr,V,z} = 1,00$ | Coef. dependiente del modo de armar el borde de la cimentación | CEB [9.3.4.(g)] |
| $\gamma_{Mc} = 2,16$ | Coeficiente de seguridad parcial | CEB [3.2.3.1] |
| $F_{v,Rd,c,z} = V_{Rk,c,z}^0 \psi_{A,V,z} \psi_{h,V,z} \psi_{s,V,z} \psi_{ec,V,z} \psi_{\alpha,V,z} \psi_{ucr,V,z} / \gamma_{Mc}$ | | |
| $F_{v,Rd,c,z} = 309,45$ [kN] | Resistencia del hormigón debido a la destrucción del borde | CEB [9.3.1] |

DESPLAZAMIENTO DE LA CIMENTACIÓN

| | | |
|---------------------------------|--|-------------|
| $C_{f,d} = 0,30$ | Coef. de rozamiento entre la pletina de base y el hormigón | [6.2.2.(6)] |
| $N_{c,Ed} = 0,00$ [kN] | Fuerza de compresión | [6.2.2.(6)] |
| $F_{f,Rd} = C_{f,d} * N_{c,Ed}$ | | |
| $F_{f,Rd} = 0,00$ [kN] | Resistencia al deslizamiento | [6.2.2.(6)] |

CONTACTO CUÑA - HORMIGÓN

| | | |
|--|---|--|
| $F_{v,Rd,wg,z} = 1.4 * l_w * b_{wz} * f_{ck} / \gamma_c$ | | |
| $F_{v,Rd,wg,z} = 128,33$ [kN] | Resistencia al contacto cuña - hormigón | |

CONTROL DEL CIZALLAMIENTO

| | | |
|--|-------------------------------------|-------------------|
| $V_{j,Rd,z} = n_b * \min(F_{1,vb,Rd,z}, F_{2,vb,Rd}, F_{v,Rd,sm}, F_{v,Rd,cp}, F_{v,Rd,c,z}) + F_{v,Rd,wg,z} + F_{f,Rd}$ | | |
| $V_{j,Rd,z} = 1267,01$ [kN] | Resistencia de la unión al cortante | CEB [9.3.1] |
| $V_{j,Ed,z} / V_{j,Rd,z} \leq 1,0$ | $0,51 < 1,00$ | verificado (0,51) |

CONTROL DE RIGIDIZADORES

Pletina trapezoidal paralela al alma del pilar

| | | |
|---|---|-------------------------|
| $M_1 = 21,22$ [kN*m] | Momento flector del rigidizador | |
| $Q_1 = 141,44$ [kN] | Esfuerzo cortante en el rigidizador | |
| $z_s = 70$ [mm] | Posición del eje neutro (respecto la base de la pletina) | |
| $I_s = 15480,00$ [cm ⁴] | Momento de inercia del rigidizador | |
| $\sigma_d = 0,00$ [MN/mm ²] | Tensión normal en el punto de contacto del rigidizador y de la pletina | EN 1993-1-1:[6.2.1.(5)] |
| $\sigma_g = 0,00$ [MN/mm ²] | Tensión normal en las fibras superiores | EN 1993-1-1:[6.2.1.(5)] |
| $\tau = 0,00$ [MN/mm ²] | Tensión tangente en el rigidizador | EN 1993-1-1:[6.2.1.(5)] |
| $\sigma_z = 0,00$ [MN/mm ²] | Tensión equivalente en el punto de contacto del rigidizador y de la pletina | EN 1993-1-1:[6.2.1.(5)] |
| $\max(\sigma_g, \tau / (0.58), \sigma_z) / (f_{yp} / \gamma_{M0}) \leq 1.0$ (6.1) | $0,12 < 1,00$ | verificado (0,12) |

SOLDADURAS ENTRE EL PILAR Y LA PLETINA DE BASE

| | | |
|--|---|-------------------|
| $\sigma_{\perp} = 0,00$ [MN/mm ²] | Tensión normal en la soldadura | [4.5.3.(7)] |
| $\tau_{\perp} = 0,00$ [MN/mm ²] | Tensión tangente perpendicular | [4.5.3.(7)] |
| $\tau_{yII} = 0,00$ [MN/mm ²] | Tensión tangente paralela a $V_{j,Ed,y}$ | [4.5.3.(7)] |
| $\tau_{zII} = 0,00$ [MN/mm ²] | Tensión tangente paralela a $V_{j,Ed,z}$ | [4.5.3.(7)] |
| $\beta_w = 0,90$ | Coeficiente dependiente de la resistencia | [4.5.3.(7)] |
| $\sigma_{\perp} / (0.9 * f_u / \gamma_{M2}) \leq 1.0$ (4.1) | $0,14 < 1,00$ | verificado (0,14) |
| $\sqrt{(\sigma_{\perp}^2 + 3.0 (\tau_{yII}^2 + \tau_{zII}^2))} / (f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})) \leq 1.0$ (4.1) | $0,23 < 1,00$ | verificado (0,23) |
| $\sqrt{(\sigma_{\perp}^2 + 3.0 (\tau_{zII}^2 + \tau_{\perp}^2))} / (f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})) \leq 1.0$ (4.1) | $0,42 < 1,00$ | verificado (0,42) |

SOLDADURAS VERTICALES DE LOS RIGIDIZADORES

Pletina trapezoidal paralela al alma del pilar

| | | |
|---|--------------------------------|-------------|
| $\sigma_{\perp} = 0,00$ [MN/mm ²] | Tensión normal en la soldadura | [4.5.3.(7)] |
| $\tau_{\perp} = 0,00$ [MN/mm ²] | Tensión tangente perpendicular | [4.5.3.(7)] |

| | | | |
|---|----------------------------|--|-------------------|
| $\sigma_{\perp} =$ | 0,00 [MN/mm ²] | Tensión normal en la soldadura | [4.5.3.(7)] |
| $\tau_{II} =$ | 0,00 [MN/mm ²] | Tensión tangente paralela | [4.5.3.(7)] |
| $\sigma_z =$ | 0,00 [MN/mm ²] | Tensión equivalente total | [4.5.3.(7)] |
| $\beta_w =$ | 0,90 | Coficiente dependiente de la resistencia | [4.5.3.(7)] |
| $\max(\sigma_{\perp}, \tau_{II} * \sqrt{3}, \sigma_z) / (f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})) \leq 1.0$ (4.1) 0,51 < 1,00 | | | verificado (0,51) |

SOLDADURAS HORIZONTALES DE LOS RIGIDIZADORES

Pletina trapezoidal paralela al alma del pilar

| | | | |
|---|----------------------------|--|-------------------|
| $\sigma_{\perp} =$ | 0,00 [MN/mm ²] | Tensión normal en la soldadura | [4.5.3.(7)] |
| $\tau_{\perp} =$ | 0,00 [MN/mm ²] | Tensión tangente perpendicular | [4.5.3.(7)] |
| $\tau_{II} =$ | 0,00 [MN/mm ²] | Tensión tangente paralela | [4.5.3.(7)] |
| $\sigma_z =$ | 0,00 [MN/mm ²] | Tensión equivalente total | [4.5.3.(7)] |
| $\beta_w =$ | 0,90 | Coficiente dependiente de la resistencia | [4.5.3.(7)] |
| $\max(\sigma_{\perp}, \tau_{II} * \sqrt{3}, \sigma_z) / (f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})) \leq 1.0$ (4.1) 0,51 < 1,00 | | | verificado (0,51) |

RIGIDEZ DE LA UNIÓN

Flexión debida al momento $M_{j,Ed,y}$

| | | | |
|-----------------------------|--|---|---------------|
| $b_{eff} =$ | 193 [mm] | Anchura eficaz de la zona de apoyo debajo de la tabla | [6.2.5.(3)] |
| $l_{eff} =$ | 413 [mm] | Longitud eficaz de la zona de apoyo debajo del ala | [6.2.5.(3)] |
| $k_{13,y} =$ | $E_c * \sqrt{(b_{eff} * l_{eff})} / (1.275 * E)$ | | |
| $k_{13,y} =$ | 26 [mm] | Cof. de rigidez del hormigón comprimido | [Tabla 6.11] |
| $l_{eff} =$ | 582 [mm] | Longitud eficaz para un tornillo para el modo 2 | [6.2.6.5] |
| $m =$ | 145 [mm] | Distancia entre el tornillo y el borde rigidizado | [6.2.6.5] |
| $k_{15,y} =$ | $0.850 * l_{eff} * t_p^3 / (m^3)$ | | |
| $k_{15,y} =$ | 4 [mm] | Cof. de rigidez de la pletina de base en tracción | [Tabla 6.11] |
| $L_b =$ | 325 [mm] | Longitud eficaz del tornillo de anclaje | [Tabla 6.11] |
| $k_{16,y} =$ | $1.6 * A_b / L_b$ | | |
| $k_{16,y} =$ | 3 [mm] | Cof. de rigidez del anclaje en tracción | [Tabla 6.11] |
| $\lambda_{0,y} =$ | 0,67 | Esbeltz del pilar | [5.2.2.5.(2)] |
| $S_{j,ini,y} =$ | 36095,69 [kN*m] | Rigidez inicial en rotación | [Tabla 6.12] |
| $S_{j,rig,y} =$ | 810163,20 [kN*m] | Rigidez de la unión rígida | [5.2.2.5] |
| $S_{j,ini,y} < S_{j,rig,y}$ | | SEMI-RÍGIDA | [5.2.2.5.(2)] |

COMPONENTE MÁS DÉBIL:

CIMENTACIÓN - RUPTURA DEL HORMIGÓN DEBIDO AL EFECTO DE PALANCA

NOTAS

| | |
|--|---------------------|
| Radio de curvatura del anclaje demasiado pequeño. | 60 [mm] < 90 [mm] |
| Segmento L4 del anclaje encurvado demasiado pequeño. | 100 [mm] < 150 [mm] |
| Distancia demasiado pequeña entre el tornillo de anclaje y el rigidizador. | 10 [mm] < 45 [mm] |

Unión conforme con la Norma

Relación 0,78

Anexo II: Pliego de condiciones

Según figura en el Código Técnico de la Edificación (CTE), aprobado mediante Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, el proyecto definirá las obras proyectadas con el detalle adecuado a sus características, de modo que pueda comprobarse que las soluciones propuestas cumplen las exigencias básicas del CTE y demás normativa aplicable. Esta definición incluirá, al menos, la siguiente información contenida en el Pliego de Condiciones:

- Las características técnicas mínimas que deben reunir los productos, equipos y sistemas que se incorporen de forma permanente al edificio proyectado, así como sus condiciones de suministro, las garantías de calidad y el control de recepción que deba realizarse. Esta información se encuentra en el apartado correspondiente a las Prescripciones sobre los materiales, del presente Pliego de Condiciones.
- Las características técnicas de cada unidad de obra, con indicación de las condiciones para su ejecución y las verificaciones y controles a realizar para comprobar su conformidad con lo indicado en el proyecto. Se precisarán las medidas a adoptar durante la ejecución de las obras y en el uso y mantenimiento del edificio, para asegurar la compatibilidad entre los diferentes productos, elementos y sistemas constructivos. Esta información se encuentra en el apartado correspondiente a las Prescripciones en cuanto a la ejecución por unidades de obra, del presente Pliego de Condiciones.
- Las verificaciones y las pruebas de servicio que, en su caso, deban realizarse para comprobar las prestaciones finales del edificio. Esta información se encuentra en el apartado correspondiente a las Prescripciones sobre verificaciones en el edificio terminado, del presente Pliego de Condiciones.

1. Pliego de Cláusulas Administrativas

1.1 Disposiciones Generales

1.1.1 Disposiciones de Carácter General

1.1.1.1 Objeto del Pliego de Condiciones

La finalidad de este Pliego es la de fijar los criterios de la relación que se establece entre los agentes que intervienen en las obras definidas en el presente proyecto y servir de base para la realización del contrato de obra entre el Promotor y el Contratista.

1.1.1.2 Contrato de Obra

Se recomienda la contratación de la ejecución de las obras por unidades de obra, con arreglo a los documentos del proyecto y en cifras fijas. A tal fin, el Director de Obra ofrece la documentación necesaria para la realización del contrato de obra.

1.1.1.3 Documentación del Contrato de Obra

Integran el contrato de obra los siguientes documentos, relacionados por orden de prelación atendiendo al valor de sus especificaciones, en el caso de posibles interpretaciones, omisiones

o contradicciones:

- Las condiciones fijadas en el contrato de obra
- El presente Pliego de Condiciones
- La documentación gráfica y escrita del Proyecto: planos generales y de detalle, memorias, anejos, mediciones y presupuestos

En el caso de interpretación, prevalecen las especificaciones literales sobre las gráficas y las cotas sobre las medidas a escala tomadas de los planos.

1.1.1.4 Proyecto Arquitectónico

El Proyecto Arquitectónico es el conjunto de documentos que definen y determinan las exigencias técnicas, funcionales y estéticas de las obras contempladas en el artículo 2 de la Ley de Ordenación de la Edificación. En él se justificará técnicamente las soluciones propuestas de acuerdo con las especificaciones requeridas por la normativa técnica aplicable.

Cuando el proyecto se desarrolle o complete mediante proyectos parciales u otros documentos técnicos sobre tecnologías específicas o instalaciones del edificio, se mantendrá entre todos ellos la necesaria coordinación, sin que se produzca una duplicidad en la documentación ni en los honorarios a percibir por los autores de los distintos trabajos indicados.

Los documentos complementarios al Proyecto serán:

- Todos los planos o documentos de obra que, a lo largo de la misma, vaya suministrando la Dirección de Obra como interpretación, complemento o precisión.
- El Libro de Órdenes y Asistencias.
- El Programa de Control de Calidad de Edificación y su Libro de Control.
- El Estudio de Seguridad y Salud o Estudio Básico de Seguridad y Salud en las obras.
- El Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo, elaborado por cada Contratista.
- Estudio de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición.
- Licencias y otras autorizaciones administrativas.

1.1.1.5 Reglamentación urbanística.

La obra por construir se ajustará a todas las limitaciones del proyecto aprobado por los organismos competentes, especialmente las que se refieren al volumen, alturas, emplazamiento y ocupación del solar, así como a todas las condiciones de reforma del proyecto que pueda exigir la Administración para ajustarlo a las Ordenanzas, a las Normas y al Planeamiento Vigente.

1.1.1.6 Formalización del Contrato de Obra

Los Contratos se formalizarán, en general, mediante documento privado, que podrá elevarse a escritura pública a petición de cualquiera de las partes.

El cuerpo de estos documentos contendrá:

- La comunicación de la adjudicación.
- La copia del recibo de depósito de la fianza (en caso de que se haya exigido).
- La cláusula en la que se exprese, de forma categórica, que el Contratista se obliga al cumplimiento estricto del contrato de obra, conforme a lo previsto en este Pliego de Condiciones, junto con la Memoria y sus Anejos, el Estado de Mediciones, Presupuestos, Planos y todos los documentos que han de servir de base para la realización de las obras definidas en el presente Proyecto.
- El Contratista, antes de la formalización del contrato de obra, dará también su conformidad con la firma al pie del Pliego de Condiciones, los Planos, Cuadro de Precios y Presupuesto General. Serán a cuenta del adjudicatario todos los gastos que ocasione la extensión del documento en que se consigne el Contratista.

1.1.1.7 Jurisdicción competente

En el caso de no llegar a un acuerdo cuando surjan diferencias entre las partes, ambas quedan obligadas a someter la discusión de todas las cuestiones derivadas de su contrato a las Autoridades y Tribunales Administrativos con arreglo a la legislación vigente, renunciando al derecho común y al fuero de su domicilio, siendo competente la jurisdicción donde estuviese ubicada la obra.

1.1.1.8 Responsabilidad del Contratista

El Contratista es responsable de la ejecución de las obras en las condiciones establecidas en el contrato y en los documentos que componen el Proyecto.

En consecuencia, quedará obligado a la demolición y reconstrucción de todas las unidades de obra con deficiencias o mal ejecutadas, sin que pueda servir de excusa el hecho de que la Dirección Facultativa haya examinado y reconocido la construcción durante sus visitas de obra, ni que hayan sido abonadas en liquidaciones parciales.

1.1.1.9 Accidentes de Trabajo

Es de obligado cumplimiento el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción y demás legislación vigente que, tanto directa como indirectamente, inciden sobre la planificación de la seguridad y salud en el trabajo de la construcción, conservación y mantenimiento de edificios.

Es responsabilidad del Coordinador de Seguridad y Salud, en virtud del Real Decreto 1627/97, el control y el seguimiento, durante toda la ejecución de la obra, del Plan de Seguridad y Salud redactado por el Contratista.

1.1.1.10 Daños y Perjuicios a terceros

El Contratista será responsable de todos los accidentes que, por inexperiencia o descuido, sobrevinieran tanto en la edificación donde se efectúen las obras como en las colindantes o contiguas. Será por tanto de su cuenta el abono de las indemnizaciones a quien corresponda y cuando a ello hubiere lugar, y de todos los daños y perjuicios que puedan ocasionarse o causarse en las operaciones de la ejecución de las obras. Asimismo, será responsable de los daños y perjuicios directos o indirectos que se puedan ocasionar frente a terceros como consecuencia de la obra, tanto en ella como en sus alrededores, incluso los que se produzcan por omisión o negligencia del personal a su cargo, así como los que se deriven de los subcontratistas e industriales que intervengan en la obra.

Es de su responsabilidad mantener vigente durante la ejecución de los trabajos una póliza de seguros frente a terceros, en la modalidad de "Todo riesgo al derribo y la construcción", suscrita por una compañía aseguradora con la suficiente solvencia para la cobertura de los trabajos contratados. Dicha póliza será aportada y ratificada por el Promotor o Propiedad, no pudiendo ser cancelada mientras no se firme el Acta de Recepción Provisional de la obra.

1.1.1.11 Anuncios y Carteles

Sin previa autorización del Promotor, no se podrán colocar en las obras ni en sus vallas más inscripciones o anuncios que los convenientes al régimen de los trabajos y los exigidos por la policía local.

1.1.1.12 Copia de Documentos

El Contratista, a su costa, tiene derecho a sacar copias de los documentos integrantes del Proyecto.

1.1.1.13 Suministro de Materiales

Se especificará en el Contrato la responsabilidad que pueda caber al Contratista por retraso en el plazo de terminación o en plazos parciales, como consecuencia de deficiencias o faltas en los suministros.

1.1.1.14 Hallazgos

El Promotor se reserva la posesión de las antigüedades, objetos de arte o sustancias minerales utilizables que se encuentren en las excavaciones y demoliciones practicadas en sus terrenos o edificaciones. El Contratista deberá emplear, para extraerlos, todas las precauciones que se le indiquen por parte del Director de Obra.

El Promotor abonará al Contratista el exceso de obras o gastos especiales que estos trabajos ocasionen, siempre que estén debidamente justificados y aceptados por la Dirección Facultativa.

1.1.1.15 Causas de rescisión del contrato de obra

Se considerarán causas suficientes de rescisión de contrato:

- La muerte o incapacitación del Contratista.
- La quiebra del Contratista.

- Las alteraciones del contrato por las causas siguientes:
 - a. La modificación del proyecto en forma tal que represente alteraciones fundamentales del mismo a juicio del Director de Obra y, en cualquier caso, siempre que la variación del Presupuesto de Ejecución Material, como consecuencia de estas modificaciones, represente una desviación mayor del 20%. b. Las modificaciones de unidades de obra, siempre que representen variaciones en más o en menos del 40% del proyecto original, o más de un 50% de unidades de obra del proyecto reformado.
 - b. La suspensión de obra comenzada, siempre que el plazo de suspensión haya excedido de un año y, en todo caso, siempre que por causas ajenas al Contratista no se dé comienzo a la obra adjudicada dentro del plazo de tres meses a partir de la adjudicación. En este caso, la devolución de la fianza será automática.
- Que el Contratista no comience los trabajos dentro del plazo señalado en el contrato.
- El incumplimiento de las condiciones del Contrato cuando implique descuido o mala fe, con perjuicio de los intereses de las obras.
- El vencimiento del plazo de ejecución de la obra.
- El abandono de la obra sin causas justificadas.
- La mala fe en la ejecución de la obra.

1.1.1.16 Omisiones: Buena fe

Las relaciones entre el Promotor y el Contratista, reguladas por el presente Pliego de Condiciones y la documentación complementaria, presentan la prestación de un servicio al Promotor por parte del Contratista mediante la ejecución de una obra, basándose en la BUENA FE mutua de ambas partes, que pretenden beneficiarse de esta colaboración sin ningún tipo de perjuicio. Por este motivo, las relaciones entre ambas partes y las omisiones que puedan existir en este Pliego y la documentación complementaria del proyecto y de la obra, se entenderán siempre suplidas por la BUENA FE de las partes, que las subsanarán debidamente con el fin de conseguir una adecuada CALIDAD FINAL de la obra.

1.1.2 Disposiciones relativas a Trabajos, Materiales y Medios Auxiliares

Se describen las disposiciones básicas a considerar en la ejecución de las obras, relativas a los trabajos, materiales y medios auxiliares, así como a las recepciones de los edificios objeto del presente proyecto y sus obras anejas.

1.1.2.1 Accesos y Vallados

El Contratista dispondrá, por su cuenta, los accesos a la obra, el cerramiento o el vallado de ésta y su mantenimiento durante la ejecución de la obra, pudiendo exigir el Director de Ejecución de la Obra su modificación o mejora.

1.1.2.2 Replanteo

El Contratista iniciará "in situ" el replanteo de las obras, señalando las referencias principales que mantendrá como base de posteriores replanteos parciales. Dichos trabajos se considerarán a cargo del Contratista e incluidos en su oferta económica.

Asimismo, someterá el replanteo a la aprobación del Director de Ejecución de la Obra y, una vez éste haya dado su conformidad, preparará el Acta de Inicio y Replanteo de la Obra acompañada de un plano de replanteo definitivo, que deberá ser aprobado por el Director de Obra. Será responsabilidad del Contratista la deficiencia o la omisión de este trámite.

1.1.2.3 Inicio de Obra y ritmo de ejecución de los trabajos

El Contratista dará comienzo a las obras en el plazo especificado en el respectivo contrato, desarrollándose de manera adecuada para que dentro de los períodos parciales señalados se realicen los trabajos, de modo que la ejecución total se lleve a cabo dentro del plazo establecido en el contrato.

Será obligación del Contratista comunicar a la Dirección Facultativa el inicio de las obras, de forma fehaciente y preferiblemente por escrito, al menos con tres días de antelación.

El Director de Obra redactará el acta de comienzo de la obra y la suscribirán en la misma obra junto con él, el día de comienzo de los trabajos, el Director de la Ejecución de la Obra, el Promotor y el Contratista.

Para la formalización del acta de comienzo de la obra, el Director de la Obra comprobará que en la obra existe copia de los siguientes documentos:

- Proyecto de Ejecución, Anejos y modificaciones.
- Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo y su acta de aprobación por parte del Coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución de los trabajos.
- Licencia de Obra otorgada por el Ayuntamiento.
- Aviso previo a la Autoridad laboral competente efectuado por el Promotor.
- Comunicación de apertura de centro de trabajo efectuada por el Contratista.
- Otras autorizaciones, permisos y licencias que sean preceptivas por otras administraciones.
- Libro de Órdenes y Asistencias.
- Libro de Incidencias.

La fecha del acta de comienzo de la obra marca el inicio de los plazos parciales y total de la ejecución de la obra.

1.1.2.4 Orden de los Trabajos

La determinación del orden de los trabajos es, generalmente, facultad del Contratista, salvo en aquellos casos en que, por circunstancias de naturaleza técnica, se estime conveniente su variación por parte de la Dirección Facultativa.

1.1.2.5 Facilidades para otros contratistas

De acuerdo con lo que requiera la Dirección Facultativa, el Contratista dará todas las facilidades razonables para la realización de los trabajos que le sean encomendados a los Subcontratistas u otros Contratistas que intervengan en la ejecución de la obra. Todo ello sin perjuicio de las compensaciones económicas a que haya lugar por la utilización de los medios auxiliares o los suministros de energía u otros conceptos.

En caso de litigio, todos ellos se ajustarán a lo que resuelva la Dirección Facultativa.

1.1.2.6 Ampliación del proyecto por causas imprevistas o de fuerza mayor

Cuando se precise ampliar el Proyecto, por motivo imprevisto o por cualquier incidencia, no se interrumpirán los trabajos, continuándose según las instrucciones de la Dirección Facultativa en tanto se formula o se tramita el Proyecto Reformado.

El Contratista está obligado a realizar, con su personal y sus medios materiales, cuanto la Dirección de Ejecución de la Obra disponga para apeos, apuntalamientos, derribos, recalces o cualquier obra de carácter urgente, anticipando de momento este servicio, cuyo importe le será consignado en un presupuesto adicional o abonado directamente, de acuerdo con lo que se convenga.

1.1.2.7 Interpretación, aclaraciones y modificaciones del proyecto

El Contratista podrá requerir del Director de Obra o del Director de Ejecución de la Obra, según sus respectivos cometidos y atribuciones, las instrucciones o aclaraciones que se precisen para la correcta interpretación y ejecución de la obra proyectada.

Cuando se trate de interpretar, aclarar o modificar preceptos de los Pliegos de Condiciones o indicaciones de los planos, croquis, órdenes e instrucciones correspondientes, se comunicarán necesariamente por escrito al Contratista, estando éste a su vez obligado a devolver los originales o las copias, suscribiendo con su firma el enterado, que figurará al pie de todas las órdenes, avisos e instrucciones que reciba tanto del Director de Ejecución de la Obra, como del Director de Obra.

Cualquier reclamación que crea oportuno hacer el Contratista en contra de las disposiciones tomadas por la Dirección Facultativa, habrá de dirigirla, dentro del plazo de tres días, a quien la hubiera dictado, el cual le dará el correspondiente recibo, si éste lo solicitase.

1.1.2.8 Prorroga por causa de fuerza mayor

Si, por causa de fuerza mayor o independientemente de la voluntad del Contratista, éste no pudiese comenzar las obras, tuviese que suspenderlas o no le fuera posible terminarlas en los plazos prefijados, se le otorgará una prórroga proporcionada para su cumplimiento, previo informe favorable del Director de Obra. Para ello, el Contratista expondrá, en escrito dirigido al Director de Obra, la causa que impide la ejecución o la marcha de los trabajos y el retraso que por ello se originaría en los plazos acordados, razonando debidamente la prórroga que por dicha causa solicita.

1.1.2.9 Responsabilidad de la Dirección Facultativa en el retraso de la obra

El Contratista no podrá excusarse de no haber cumplido los plazos de obras estipulados, alegando como causa la carencia de planos u órdenes de la Dirección Facultativa, a excepción

del caso en que, habiéndolo solicitado por escrito, no se le hubiese proporcionado.

1.1.2.10 Trabajos Defectuosos

El Contratista debe emplear los materiales que cumplan las condiciones exigidas en el proyecto, y realizará todos y cada uno de los trabajos contratados de acuerdo con lo estipulado.

Por ello, y hasta que tenga lugar la recepción definitiva del edificio, el Contratista es responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que puedan existir por su mala ejecución, no siendo un eximente el que la Dirección Facultativa lo haya examinado o reconocido con anterioridad, ni tampoco el hecho de que estos trabajos hayan sido valorados en las Certificaciones Parciales de obra, que siempre se entenderán extendidas y abonadas a buena cuenta.

Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando el Director de Ejecución de la Obra advierta vicios o defectos en los trabajos ejecutados, o que los materiales empleados o los aparatos y equipos colocados no reúnen las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de la ejecución de los trabajos o una vez finalizados con anterioridad a la recepción definitiva de la obra, podrá disponer que las partes defectuosas sean sustituidas o demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado a expensas del Contratista. Si ésta no estimase justa la decisión y se negase a la sustitución, demolición y reconstrucción ordenadas, se planteará la cuestión ante el Director de Obra, quien mediará para resolverla.

1.1.2.11 Vicios Ocultos

El Contratista es el único responsable de los vicios ocultos y de los defectos de la construcción, durante la ejecución de las obras y el periodo de garantía, hasta los plazos prescritos después de la terminación de las obras en la vigente L.O.E., aparte de otras responsabilidades legales o de cualquier índole que puedan derivarse.

Si el Director de Ejecución de la Obra tuviese fundadas razones para creer en la existencia de vicios ocultos de construcción en las obras ejecutadas, ordenará, cuando estime oportuno, realizar antes de la recepción definitiva los ensayos, destructivos o no, que considere necesarios para reconocer o diagnosticar los trabajos que suponga defectuosos, dando cuenta de la circunstancia al Director de Obra.

El Contratista demolerá, y reconstruirá posteriormente a su cargo, todas las unidades de obra mal ejecutadas, sus consecuencias, daños y perjuicios, no pudiendo eludir su responsabilidad por el hecho de que el Director de Obra y/o el Director del Ejecución de Obra lo hayan examinado o reconocido con anterioridad, o que haya sido conformada o abonada una parte o la totalidad de las obras mal ejecutadas.

1.1.2.12 Procedencia de materiales, aparatos y equipos

El Contratista tiene libertad de proveerse de los materiales, aparatos y equipos de todas clases donde considere oportuno y conveniente para sus intereses, excepto en aquellos casos en los que se preceptúe una procedencia y características específicas en el proyecto.

Obligatoriamente, y antes de proceder a su empleo, acopio y puesta en obra, el Contratista deberá presentar al Director de Ejecución de la Obra una lista completa de los materiales, aparatos y equipos que vaya a utilizar, en la que se especifiquen todas las indicaciones sobre

sus características técnicas, marcas, calidades, procedencia e idoneidad de cada uno de ellos.

1.1.2.13 Presentación de Muestras

A petición del Director de Obra, el Contratista presentará las muestras de los materiales, aparatos y equipos, siempre con la antelación prevista en el calendario de obra.

1.1.2.14 Materiales, aparatos y equipos defectuosos

Cuando los materiales, aparatos, equipos y elementos de instalaciones no fuesen de la calidad y características técnicas prescritas en el proyecto, no tuvieran la preparación en él exigida o cuando, a falta de prescripciones formales, se reconociera o demostrara que no son los adecuados para su fin, el Director de Obra, a instancias del Director de Ejecución de la Obra, dará la orden al Contratista de sustituirlos por otros que satisfagan las condiciones o sean los adecuados al fin al que se destinen.

Si, a los 15 días de recibir el Contratista orden de que retire los materiales que no estén en condiciones, ésta no ha sido cumplida, podrá hacerlo el Promotor o Propiedad a cuenta de Contratista.

En el caso de que los materiales, aparatos, equipos o elementos de instalaciones fueran defectuosos, pero aceptables a juicio del Director de Obra, se recibirán con la rebaja del precio que aquél determine, a no ser que el Contratista prefiera sustituirlos por otros en condiciones.

1.1.2.15 Gastos Ocasionados por Pruebas y Ensayos

Todos los gastos originados por las pruebas y ensayos de materiales o elementos que intervengan en la ejecución de las obras correrán a cargo y cuenta del Contratista.

Todo ensayo que no resulte satisfactorio, no se realice por omisión del Contratista, o que no ofrezca las suficientes garantías, podrá comenzarse nuevamente o realizarse nuevos ensayos o pruebas especificadas en el proyecto, a cargo y cuenta del Contratista y con la penalización correspondiente, así como todas las obras complementarias a que pudieran dar lugar cualquiera de los supuestos anteriormente citados y que el Director de Obra considere necesarios.

1.1.2.16 Limpieza de las Obras

Es obligación del Contratista mantener limpias las obras y sus alrededores tanto de escombros como de materiales sobrantes, retirar las instalaciones provisionales que no sean necesarias, así como ejecutar todos los trabajos y adoptar las medidas que sean apropiadas para que la obra presente buen aspecto.

1.1.2.17 Obras Sin Prescripción Explícita

En la ejecución de trabajos que pertenecen a la construcción de las obras, y para los cuales no existan prescripciones consignadas explícitamente en este Pliego ni en la restante documentación del proyecto, el Contratista se atenderá, en primer término, a las instrucciones que dicte la Dirección Facultativa de las obras y, en segundo lugar, a las normas y prácticas de la buena construcción.

1.1.3 Disposiciones de las Recepciones de Edificios y Obras Ajenas

1.1.3.1 Consideraciones de Carácter General

La recepción de la obra es el acto por el cual el Contratista, una vez concluida la obra, hace entrega de esta al Promotor y es aceptada por éste. Podrá realizarse con o sin reservas y deberá abarcar la totalidad de la obra o fases completas y terminadas de la misma, cuando así se acuerde por las partes. La recepción deberá consignarse en un acta firmada, al menos, por el Promotor y el Contratista, haciendo constar:

- Las partes que intervienen.
- La fecha del certificado final de la totalidad de la obra o de la fase completa y terminada de la misma.
- El coste final de la ejecución material de la obra.
- La declaración de la recepción de la obra con o sin reservas, especificando, en su caso, éstas de manera objetiva, y el plazo en que deberán quedar subsanados los defectos observados. Una vez subsanados los mismos, se hará constar en un acta aparte, suscrita por los firmantes de la recepción.
- Las garantías que, en su caso, se exijan al Contratista para asegurar sus responsabilidades.

Asimismo, se adjuntará el certificado final de obra suscrito por el Director de Obra y el Director de la Ejecución de la Obra.

El Promotor podrá rechazar la recepción de la obra por considerar que la misma no está terminada o que no se adecúa a las condiciones contractuales.

En todo caso, el rechazo deberá ser motivado por escrito en el acta, en la que se fijará el nuevo plazo para efectuar la recepción.

Salvo pacto expreso en contrario, la recepción de la obra tendrá lugar dentro de los treinta días siguientes a la fecha de su terminación, acreditada en el certificado final de obra, plazo que se contará a partir de la notificación efectuada por escrito al promotor. La recepción se entenderá tácitamente producida si transcurridos treinta días desde la fecha indicada el promotor no hubiera puesto de manifiesto reservas o rechazo motivado por escrito.

El cómputo de los plazos de responsabilidad y garantía será el establecidos en la L.O.E., y se iniciará a partir de la fecha en que se suscriba el acta de recepción, o cuando se entienda ésta tácitamente producida según lo previsto en el apartado anterior.

1.1.3.2 Recepción Provisional

Treinta días antes de dar por finalizadas las obras, comunicará el Director de Ejecución de la Obra al Promotor o Propiedad la proximidad de su terminación a fin de convenir el acto de la Recepción Provisional.

Ésta se realizará con la intervención de la Propiedad, del Contratista, del Director de Obra y del Director de Ejecución de la Obra. Se convocará también a los restantes técnicos que, en su

caso, hubiesen intervenido en la dirección con función propia en aspectos parciales o unidades especializadas.

Practicado un detenido reconocimiento de las obras, se extenderá un acta con tantos ejemplares como intervinientes y firmados por todos ellos. Desde esta fecha empezará a correr el plazo de garantía, si las obras se hallasen en estado de ser admitidas. Seguidamente, los Técnicos de la Dirección extenderán el correspondiente Certificado de Final de Obra.

Cuando las obras no se hallen en estado de ser recibidas, se hará constar expresamente en el Acta y se darán al Contratista las oportunas instrucciones para subsanar los defectos observados, fijando un plazo para subsanarlos, expirado el cual se efectuará un nuevo reconocimiento a fin de proceder a la recepción provisional de la obra.

Si el Contratista no hubiese cumplido, podrá declararse resuelto el contrato con la pérdida de la fianza.

1.1.3.3 Documentación Final de Obra

El Director de Ejecución de la Obra, asistido por el Contratista y los técnicos que hubieren intervenido en la obra, redactará la documentación final de las obras, que se facilitará al Promotor, con las especificaciones y contenidos dispuestos por la legislación vigente, en el caso de viviendas, con lo que se establece en los párrafos 2, 3, 4 y 5, del apartado 2 del artículo 4º del Real Decreto 515/1989, de 21 de Abril. Esta documentación incluye el Manual de Uso y Mantenimiento del Edificio.

1.1.3.4 Medición Definitiva y Liquidación provisional de la Obra

Recibidas provisionalmente las obras, se procederá inmediatamente por el Director de Ejecución de la Obra a su medición definitiva, con precisa asistencia del Contratista o de su representante. Se extenderá la oportuna certificación por triplicado que, aprobada por el Director de Obra con su firma, servirá para el abono por el Promotor del saldo resultante menos la cantidad retenida en concepto de fianza.

1.1.3.5 Plazo de Garantía

El plazo de garantía deberá estipularse en el contrato privado y, en cualquier caso, nunca deberá ser inferior a seis meses.

1.1.3.6 Conservación de las Obras recibidas provisionalmente

Los gastos de conservación durante el plazo de garantía comprendido entre las recepciones provisional y definitiva correrán a cargo y cuenta del Contratista.

Si el edificio fuese ocupado o utilizado antes de la recepción definitiva, la guardería, limpieza y reparaciones ocasionadas por el uso correrán a cargo de la Propiedad y las reparaciones por vicios de obra o por defectos en las instalaciones, serán a cargo del Contratista.

1.1.3.7 Recepción Definitiva

La recepción definitiva se realizará después de transcurrido el plazo de garantía, en igual modo y con las mismas formalidades que la provisional. A partir de esa fecha cesará la obligación del

Contratista de reparar a su cargo aquellos desperfectos inherentes a la normal conservación de los edificios, y quedarán sólo subsistentes todas las responsabilidades que pudieran derivar de los vicios de construcción.

1.1.3.8 Prórroga del Plazo de Garantía

Si, al proceder al reconocimiento para la recepción definitiva de la obra, no se encontrase ésta en las condiciones debidas, se aplazará dicha recepción definitiva y el Director de Obra indicará al Contratista los plazos y formas en que deberán realizarse las obras necesarias. De no efectuarse dentro de aquellos, podrá resolverse el contrato con la pérdida de la fianza.

1.1.3.9 Recepción de Trabajos cuya contrata haya sido rescindida

En caso de resolución del contrato, el Contratista vendrá obligado a retirar, en el plazo fijado, la maquinaria, instalaciones y medios auxiliares, a resolver los subcontratos que tuviese concertados y a dejar la obra en condiciones de ser reanudada por otra empresa sin problema alguno. Las obras y trabajos terminados por completo se recibirán provisionalmente con los trámites establecidos anteriormente. Transcurrido el plazo de garantía, se recibirán definitivamente según lo dispuesto anteriormente.

Para las obras y trabajos no determinados, pero aceptables a juicio del Director de Obra, se efectuará una sola y definitiva recepción.

1.2 Disposiciones Facultativas

1.2.1 Definición y Atribuciones de los Agentes de la Edificación

Las atribuciones de los distintos agentes intervinientes en la edificación son las reguladas por la Ley 38/99 de Ordenación de la Edificación (L.O.E.).

Se definen agentes de la edificación todas las personas, físicas o jurídicas, que intervienen en el proceso de la edificación. Sus obligaciones quedan determinadas por lo dispuesto en la L.O.E. y demás disposiciones que sean de aplicación y por el contrato que origina su intervención.

Las definiciones y funciones de los agentes que intervienen en la edificación quedan recogidas en el capítulo III "Agentes de la edificación", considerándose:

1.2.1.1 El Promotor

Es la persona física o jurídica, pública o privada, que individual o colectivamente decide, impulsa, programa y financia, con recursos propios o ajenos, las obras de edificación para sí o para su posterior enajenación, entrega o cesión a terceros bajo cualquier título.

Asume la iniciativa de todo el proceso de la edificación, impulsando la gestión necesaria para llevar a cabo la obra inicialmente proyectada, y se hace cargo de todos los costes necesarios.

Según la legislación vigente, a la figura del promotor se equiparán también las de gestor de sociedades cooperativas, comunidades de propietarios, u otras análogas que asumen la gestión económica de la edificación.

Cuando las Administraciones públicas y los organismos sujetos a la legislación de contratos de las Administraciones públicas actúen como promotores, se regirán por la legislación de

contratos de las Administraciones públicas y, en lo no contemplado en la misma, por las disposiciones de la L.O.E.

1.2.1.2 El Proyectista

Es el agente que, por encargo del promotor y con sujeción a la normativa técnica y urbanística correspondiente, redacta el proyecto.

Podrán redactar proyectos parciales del proyecto, o partes que lo complementen, otros técnicos, de forma coordinada con el autor de éste.

Cuando el proyecto se desarrolle o complete mediante proyectos parciales u otros documentos técnicos según lo previsto en el apartado 2 del artículo 4 de la L.O.E., cada proyectista asumirá la titularidad de su proyecto.

1.2.1.3 El Constructor o Contratista

Es el agente que asume, contractualmente ante el Promotor, el compromiso de ejecutar con medios humanos y materiales, propios o ajenos, las obras o parte de estas con sujeción al Proyecto y al Contrato de obra. CABE EFECTUAR ESPECIAL MENCIÓN DE QUE LA LEY SEÑALA COMO RESPONSABLE EXPLÍCITO DE LOS VICIOS O DEFECTOS CONSTRUCTIVOS AL CONTRATISTA GENERAL DE LA OBRA, SIN PERJUICIO DEL DERECHO DE REPETICIÓN DE ÉSTE HACIA LOS SUBCONTRATISTAS.

1.2.1.4 El Director de Obra

Es el agente que, formando parte de la dirección facultativa, dirige el desarrollo de la obra en los aspectos técnicos, estéticos, urbanísticos y medioambientales, de conformidad con el proyecto que la define, la licencia de edificación y demás autorizaciones preceptivas, y las condiciones del contrato, con el objeto de asegurar su adecuación al fin propuesto.

Podrán dirigir las obras de los proyectos parciales otros técnicos, bajo la coordinación del Director de Obra.

1.2.1.5 El Director de la Ejecución de la Obra

Es el agente que, formando parte de la Dirección Facultativa, asume la función técnica de dirigir la Ejecución Material de la Obra y de controlar cualitativa y cuantitativamente la construcción y calidad de lo edificado. Para ello es requisito indispensable el estudio y análisis previo del proyecto de ejecución una vez redactado por el Arquitecto, procediendo a solicitarle, con antelación al inicio de las obras, todas aquellas aclaraciones, subsanaciones o documentos complementarios que, dentro de su competencia y atribuciones legales, estimare necesarios para poder dirigir de manera solvente la ejecución de estas.

1.2.1.6 Las entidades y los laboratorios de Control de Calidad de la Edificación

Son entidades de control de calidad de la edificación aquéllas capacitadas para prestar asistencia técnica en la verificación de la calidad del proyecto, de los materiales y de la ejecución de la obra y sus instalaciones de acuerdo con el proyecto y la normativa aplicable.

Son laboratorios de ensayos para el control de calidad de la edificación los capacitados para

prestar asistencia técnica, mediante la realización de ensayos o pruebas de servicio de los materiales, sistemas o instalaciones de una obra de edificación.

1.2.1.7 Los Suministros de Productos

Se consideran suministradores de productos los fabricantes, almacenistas, importadores o vendedores de productos de construcción.

Se entiende por producto de construcción aquel que se fabrica para su incorporación permanente en una obra, incluyendo materiales, elementos semielaborados, componentes y obras o parte de estas, tanto terminadas como en proceso de ejecución.

1.2.2 Agentes que intervienen en la obra según Ley 38/99 (L.O.E.)

La relación de agentes intervinientes se encuentra en la memoria descriptiva del proyecto.

1.2.3 La Dirección Facultativa

En correspondencia con la L.O.E., la Dirección Facultativa está compuesta por la Dirección de Obra y la Dirección de Ejecución de la Obra. A la Dirección Facultativa se integrará el Coordinador en materia de Seguridad y Salud en fase de ejecución de la obra, en el caso de que se haya adjudicado dicha misión a facultativo distinto de los anteriores.

Representa técnicamente los intereses del promotor durante la ejecución de la obra, dirigiendo el proceso de construcción en función de las atribuciones profesionales de cada técnico participante.

1.2.4 Visitas Facultativas

Son las realizadas a la obra de manera conjunta o individual por cualquiera de los miembros que componen la Dirección Facultativa. La intensidad y número de visitas dependerá de los cometidos que a cada agente le son propios, pudiendo variar en función de los requerimientos específicos y de la mayor o menor exigencia presencial requerirle al técnico al efecto en cada caso y según cada una de las fases de la obra. Deberán adaptarse al proceso lógico de construcción, pudiendo los agentes ser o no coincidentes en la obra en función de la fase concreta que se esté desarrollando en cada momento y del cometido exigible a cada cual.

1.2.5 Obligaciones de los agentes intervinientes

Las obligaciones de los agentes que intervienen en la edificación son las contenidas en los artículos 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15 y 16, del capítulo III de la L.O.E. y demás legislación aplicable.

1.2.5.1 El Promotor

Ostentar sobre el solar la titularidad de un derecho que le faculte para construir en él.

Facilitar la documentación e información previa necesaria para la redacción del proyecto, así como autorizar al Director de Obra, al Director de la Ejecución de la Obra y al Contratista posteriores modificaciones del mismo que fueran imprescindibles para llevar a buen fin lo proyectado.

Elegir y contratar a los distintos agentes, con la titulación y capacitación profesional necesaria, que garanticen el cumplimiento de las condiciones legalmente exigibles para realizar en su globalidad y llevar a buen fin el objeto de lo promovido, en los plazos estipulados y en las condiciones de calidad exigibles mediante el cumplimiento de los requisitos básicos estipulados para los edificios.

Gestionar y hacerse cargo de las preceptivas licencias y demás autorizaciones administrativas procedentes que, de conformidad con la normativa aplicable, conlleva la construcción de edificios, la urbanización que procediera en su entorno inmediato, la realización de obras que en ellos se ejecuten y su ocupación.

Garantizar los daños materiales que el edificio pueda sufrir, para la adecuada protección de los intereses de los usuarios finales, en las condiciones legalmente establecidas, asumiendo la responsabilidad civil de forma personal e individualizada, tanto por actos propios como por actos de otros agentes por los que, con arreglo a la legislación vigente, se deba responder.

La suscripción obligatoria de un seguro, de acuerdo a las normas concretas fijadas al efecto, que cubra los daños materiales que ocasionen en el edificio el incumplimiento de las condiciones de habitabilidad en tres años o que afecten a la seguridad estructural en el plazo de diez años, con especial mención a las viviendas individuales en régimen de autopromoción, que se regirán por lo especialmente legislado al efecto.

Contratar a los técnicos redactores del preceptivo Estudio de Seguridad y Salud o Estudio Básico, en su caso, al igual que a los técnicos coordinadores en la materia en la fase que corresponda, todo ello según lo establecido en el R.D. 1627/97, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas en materia de seguridad y salud en las obras de construcción.

El Promotor no podrá dar orden de inicio de las obras hasta que el Contratista haya redactado su Plan de Seguridad y, además, éste haya sido aprobado por el Coordinador en Materia de Seguridad y Salud en fase de Ejecución de la obra, dejando constancia expresa en el Acta de Aprobación realizada al efecto.

Efectuar el denominado Aviso Previo a la autoridad laboral competente, haciendo constar los datos de la obra, redactándolo de acuerdo a lo especificado en el Anexo III del RD 1627/97. Copia del mismo deberá exponerse en la obra de forma visible, actualizándolo si fuese necesario.

Suscribir el acta de recepción final de las obras, una vez concluidas éstas, haciendo constar la aceptación de las obras, que podrá efectuarse con o sin reservas y que deberá abarcar la totalidad de las obras o fases completas. En el caso de hacer mención expresa a reservas para la recepción, deberán mencionarse de manera detallada las deficiencias y se deberá hacer constar el plazo en que deberán quedar subsanados los defectos observados.

Entregar al adquirente y usuario inicial, en su caso, el denominado Libro del Edificio que contiene el manual de uso y mantenimiento de este y demás documentación de obra ejecutada, o cualquier otro documento exigible por las Administraciones competentes.

1.2.5.2 El Proyectista

Redactar el proyecto por encargo del Promotor, con sujeción a la normativa urbanística y técnica en vigor y conteniendo la documentación necesaria para tramitar tanto la licencia de obras y demás permisos administrativos -proyecto básico- como para ser interpretada y poder ejecutar totalmente la obra, entregando al Promotor las copias autorizadas correspondientes, debidamente visadas por su colegio profesional.

Definir el concepto global del proyecto de ejecución con el nivel de detalle gráfico y escrito suficiente y calcular los elementos fundamentales del edificio, en especial la cimentación y la estructura. Concretar en el Proyecto el emplazamiento de cuartos de máquinas, de contadores, hornacinas, espacios asignados para subida de conductos, reservas de huecos de ventilación, alojamiento de sistemas de telecomunicación y, en general, de aquellos elementos necesarios en el edificio para facilitar las determinaciones concretas y especificaciones detalladas que son cometido de los proyectos parciales, debiendo éstos adaptarse al Proyecto de Ejecución, no pudiendo contravenirlo en modo alguno. Deberá entregarse necesariamente un ejemplar del proyecto complementario al Arquitecto antes del inicio de las obras o instalaciones correspondientes.

Acordar con el Promotor la contratación de colaboraciones parciales de otros técnicos profesionales.

Facilitar la colaboración necesaria para que se produzca la adecuada coordinación con los proyectos parciales exigibles por la legislación o la normativa vigente y que sea necesario incluir para el desarrollo adecuado del proceso edificatorio, que deberán ser redactados por técnicos competentes, bajo su responsabilidad y suscritos por persona física. Los proyectos parciales serán aquellos redactados por otros técnicos cuya competencia puede ser distinta e incompatible con las competencias del Arquitecto y, por tanto, de exclusiva responsabilidad de éstos.

Elaborar aquellos proyectos parciales o estudios complementarios exigidos por la legislación vigente en los que es legalmente competente para su redacción, excepto declinación expresa del Arquitecto y previo acuerdo con el Promotor, pudiendo exigir la compensación económica en concepto de cesión de derechos de autor y de la propiedad intelectual si se tuviera que entregar a otros técnicos, igualmente competentes para realizar el trabajo, documentos o planos del proyecto por él redactado, en soporte papel o informático.

Ostentar la propiedad intelectual de su trabajo, tanto de la documentación escrita como de los cálculos de cualquier tipo, así como de los planos contenidos en la totalidad del proyecto y cualquiera de sus documentos complementarios.

1.2.5.3 El Constructor o Contratista

Tener la capacitación profesional o titulación que habilita para el cumplimiento de las condiciones legalmente exigibles para actuar como constructor.

Organizar los trabajos de construcción para cumplir con los plazos previstos, de acuerdo al correspondiente Plan de Obra, efectuando las instalaciones provisionales y disponiendo de los medios auxiliares necesarios.

Comunicar a la autoridad laboral competente la apertura del centro de trabajo en la que incluirá el Plan de Seguridad y Salud al que se refiere el artículo 7 del RD 1627/97 de 24 de

octubre.

Adoptar todas las medidas preventivas que cumplan los preceptos en materia de Prevención de Riesgos laborales y Seguridad y Salud que establece la legislación vigente, redactando el correspondiente Plan de Seguridad y ajustándose al cumplimiento estricto y permanente de lo establecido en el Estudio de Seguridad y Salud, disponiendo de todos los medios necesarios y dotando al personal del equipamiento de seguridad exigibles, así como cumplir las órdenes efectuadas por el Coordinador en materia de Seguridad y Salud en la fase de Ejecución de la obra.

Supervisar de manera continuada el cumplimiento de las normas de seguridad, tutelando las actividades de los trabajadores a su cargo y, en su caso, relevando de su puesto a todos aquellos que pudieran menoscabar las condiciones básicas de seguridad personales o generales, por no estar en las condiciones adecuadas.

Examinar la documentación aportada por los técnicos redactores correspondientes, tanto del Proyecto de Ejecución como de los proyectos complementarios, así como del Estudio de Seguridad y Salud, verificando que le resulta suficiente para la comprensión de la totalidad de la obra contratada o, en caso contrario, solicitando las aclaraciones pertinentes.

Facilitar la labor de la Dirección Facultativa, suscribiendo el Acta de Replanteo, ejecutando las obras con sujeción al Proyecto de Ejecución que deberá haber examinado previamente, a la legislación aplicable, a las Instrucciones del Arquitecto Director de Obra y del Director de la Ejecución Material de la Obra, a fin de alcanzar la calidad exigida en el proyecto.

Efectuar las obras siguiendo los criterios al uso que son propios de la correcta construcción, que tiene la obligación de conocer y poner en práctica, así como de las leyes generales de los materiales, aun cuando estos criterios no estuvieran específicamente reseñados en su totalidad en la documentación de proyecto. A tal efecto, ostenta la jefatura de todo el personal que intervenga en la obra y coordina las tareas de los subcontratistas.

Disponer de los medios materiales y humanos que la naturaleza y entidad de la obra impongan, disponiendo del número adecuado de oficiales, suboficiales y peones que la obra requiera en cada momento, bien por personal propio o mediante subcontratistas al efecto, procediendo a solapar aquellos oficios en la obra que sean compatibles entre sí y que permitan acometer distintos trabajos a la vez sin provocar interferencias, contribuyendo con ello a la agilización y finalización de la obra dentro de los plazos previstos.

Ordenar y disponer en cada momento de personal suficiente a su cargo para que efectúe las actuaciones pertinentes para ejecutar las obras con solvencia, diligentemente y sin interrupción, programándolas de manera coordinada con el Arquitecto Técnico o Aparejador, Director de Ejecución Material de la Obra.

Supervisar personalmente y de manera continuada y completa la marcha de las obras, que deberán transcurrir sin dilación y con adecuado orden y concierto, así como responder directamente de los trabajos efectuados por sus trabajadores subordinados, exigiéndoles el continuo autocontrol de los trabajos que efectúen, y ordenando la modificación de todas aquellas tareas que se presenten mal efectuadas.

Asegurar la idoneidad de todos y cada uno de los materiales utilizados y elementos cons-

tructivos, comprobando los preparados en obra y rechazando, por iniciativa propia o por prescripción facultativa del Director de la Ejecución de la obra, los suministros de material o prefabricados que no cuenten con las garantías, documentación mínima exigible o documentos de idoneidad requeridos por las normas de aplicación, debiendo recabar de la Dirección Facultativa la información que necesite para cumplir adecuadamente su cometido.

Dotar de material, maquinaria y utillajes adecuados a los operarios que intervengan en la obra, para efectuar adecuadamente las instalaciones necesarias y no menoscabar con la puesta en obra las características y naturaleza de los elementos constructivos que componen el edificio una vez finalizado.

Poner a disposición del Arquitecto Técnico o Aparejador los medios auxiliares y personal necesario para efectuar las pruebas pertinentes para el Control de Calidad, recabando de dicho técnico el plan a seguir en cuanto a las tomas de muestras, traslados, ensayos y demás actuaciones necesarias.

Cuidar de que el personal de la obra guarde el debido respeto a la Dirección Facultativa.

Auxiliar al Director de la Ejecución de la Obra en los actos de replanteo y firmar posteriormente y una vez finalizado éste, el acta correspondiente de inicio de obra, así como la de recepción final.

Facilitar a los Arquitectos Directores de Obra los datos necesarios para la elaboración de la documentación final de obra ejecutada.

Suscribir las garantías de obra que se señalan en el Artículo 19 de la Ley de Ordenación de la Edificación y que, en función de su naturaleza, alcanzan períodos de 1 año (daños por defectos de terminación o acabado de las obras), 3 años (daños por defectos o vicios de elementos constructivos o de instalaciones que afecten a la habitabilidad) o 10 años (daños en cimentación o estructura que comprometan directamente la resistencia mecánica y la estabilidad del edificio).

1.2.5.4 El Director de Obra

Dirigir la obra coordinándola con el Proyecto de Ejecución, facilitando su interpretación técnica, económica y estética a los agentes intervinientes en el proceso constructivo.

Detener la obra por causa grave y justificada, que se deberá hacer constar necesariamente en el Libro de Ordenes y Asistencias, dando cuenta inmediata al Promotor.

Redactar las modificaciones, ajustes, rectificaciones o planos complementarios que se precisen para el adecuado desarrollo de las obras. Es facultad expresa y única la redacción de aquellas modificaciones o aclaraciones directamente relacionadas con la adecuación de la cimentación y de la estructura proyectadas a las características geotécnicas del terreno; el cálculo o recálculo del dimensionado y armado de todos y cada uno de los elementos principales y complementarios de la cimentación y de la estructura vertical y horizontal; los que afecten sustancialmente a la distribución de espacios y las soluciones de fachada y cubierta y dimensionado y composición de huecos, así como la modificación de los materiales previstos.

Asesorar al Director de la Ejecución de la Obra en aquellas aclaraciones y dudas que pudieran acontecer para el correcto desarrollo de la misma, en lo que respecta a las interpretaciones de

las especificaciones de proyecto.

Asistir a las obras a fin de resolver las contingencias que se produzcan para asegurar la correcta interpretación y ejecución del proyecto, así como impartir las soluciones aclaratorias que fueran necesarias, consignando en el Libro de Ordenes y Asistencias las instrucciones precisas que se estimara oportunas reseñar para la correcta interpretación de lo proyectado, sin perjuicio de efectuar todas las aclaraciones y órdenes verbales que estimare oportuno.

Firmar el Acta de replanteo o de comienzo de obra y el Certificado Final de Obra, así como firmar el visto bueno de las certificaciones parciales referidas al porcentaje de obra efectuada y, en su caso y a instancias del Promotor, la supervisión de la documentación que se le presente relativa a las unidades de obra realmente ejecutadas previa a su liquidación final, todo ello con los visados que en su caso fueran preceptivos.

Informar puntualmente al Promotor de aquellas modificaciones sustanciales que, por razones técnicas o normativas, conllevan una variación de lo construido con respecto al proyecto básico y de ejecución y que afecten o puedan afectar al contrato suscrito entre el promotor y los destinatarios finales de las viviendas.

Redactar la documentación final de obra, en lo que respecta a la documentación gráfica y escrita del proyecto ejecutado, incorporando las modificaciones efectuadas. Para ello, los técnicos redactores de proyectos y/o estudios complementarios deberán obligatoriamente entregarle la documentación final en la que se haga constar el estado final de las obras y/o instalaciones por ellos redactadas, supervisadas y realmente ejecutadas, siendo responsabilidad de los firmantes la veracidad y exactitud de los documentos presentados.

Al Proyecto Final de Obra se anexará el Acta de Recepción Final; la relación identificativa de los agentes que han intervenido en el proceso de edificación, incluidos todos los subcontratistas y oficios intervinientes; las instrucciones de Uso y Mantenimiento del Edificio y de sus instalaciones, de conformidad con la normativa que le sea de aplicación.

La documentación a la que se hace referencia en los dos apartados anteriores es parte constituyente del Libro del Edificio y el Promotor deberá entregar una copia completa a los usuarios finales del mismo que, en el caso de edificios de viviendas plurifamiliares, se materializa en un ejemplar que deberá ser custodiado por el Presidente de la Comunidad de Propietarios o por el Administrador, siendo éstos los responsables de divulgar al resto de propietarios su contenido y de hacer cumplir los requisitos de mantenimiento que constan en la citada documentación.

Además de todas las facultades que corresponden al Arquitecto Director de Obra, expresadas en los artículos precedentes, es misión específica suya la dirección mediata, denominada alta dirección en lo que al cumplimiento de las directrices generales del proyecto se refiere, y a la adecuación de lo construido a éste.

Cabe señalar expresamente que la resistencia al cumplimiento de las órdenes de los Arquitectos Directores de Obra en su labor de alta dirección se considerará como falta grave y, en caso de que, a su juicio, el incumplimiento de lo ordenado pusiera en peligro la obra o las personas que en ella trabajan, podrá recusar al Contratista y/o acudir a las autoridades judiciales, siendo responsable el Contratista de las consecuencias legales y económicas.

1.2.5.5 El Director de la Ejecución de la Obra

Corresponde al Arquitecto Técnico o Aparejador, según se establece en el Artículo 13 de la LOE y demás legislación vigente al efecto, las atribuciones competenciales y obligaciones que se señalan a continuación:

La Dirección inmediata de la Obra.

Verificar personalmente la recepción a pie de obra, previo a su acopio o colocación definitiva, de todos los productos y materiales suministrados necesarios para la ejecución de la obra, comprobando que se ajustan con precisión a las determinaciones del proyecto y a las normas exigibles de calidad, con la plena potestad de aceptación o rechazo de los mismos en caso de que lo considerase oportuno y por causa justificada, ordenando la realización de pruebas y ensayos que fueran necesarios.

Dirigir la ejecución material de la obra de acuerdo con las especificaciones de la memoria y de los planos del Proyecto, así como, en su caso, con las instrucciones complementarias necesarias que recabara del Director de Obra.

Anticiparse con la antelación suficiente a las distintas fases de la puesta en obra, requiriendo las aclaraciones al Arquitecto o Arquitectos Directores de Obra que fueran necesarias y planificando de manera anticipada y continuada con el Contratista principal y los subcontratistas los trabajos a efectuar.

Comprobar los replanteos, los materiales, hormigones y demás productos suministrados, exigiendo la presentación de los oportunos certificados de idoneidad de los mismos.

Verificar la correcta ejecución y disposición de los elementos constructivos y de las instalaciones, extendiéndose dicho cometido a todos los elementos de cimentación y estructura horizontal y vertical, con comprobación de sus especificaciones concretas de dimensionado de elementos, tipos de viguetas y adecuación a ficha técnica homologada, diámetros nominales, longitudes de anclaje y adecuados solape y doblado de barras.

Observancia de los tiempos de encofrado y desencofrado de vigas, pilares y forjados señalados por la Instrucción del Hormigón vigente y de aplicación.

Comprobación del correcto dimensionado de rampas y escaleras y de su adecuado trazado y replanteo con acuerdo a las pendientes, desniveles proyectados y al cumplimiento de todas las normativas que son de aplicación; a dimensiones parciales y totales de elementos, a su forma y geometría específica, así como a las distancias que deben guardarse entre ellos, tanto en horizontal como en vertical.

Verificación de la adecuada puesta en obra de fábricas y cerramientos, a su correcta y completa trabazón y, en general, a lo que atañe a la ejecución material de la totalidad de la obra y sin excepción alguna, de acuerdo a los criterios y leyes de los materiales y de la correcta construcción (*lex artis*) y a las normativas de aplicación.

Asistir a la obra con la frecuencia, dedicación y diligencia necesarias para cumplir eficazmente la debida supervisión de la ejecución de esta en todas sus fases, desde el replanteo inicial hasta la total finalización del edificio, dando las órdenes precisas de ejecución al Contratista y, en su caso, a los subcontratistas.

Consignar en el Libro de Ordenes y Asistencias las instrucciones precisas que considerara

oportuno reseñar para la correcta ejecución material de las obras.

Supervisar posteriormente el correcto cumplimiento de las órdenes previamente efectuadas y la adecuación de lo realmente ejecutado a lo ordenado previamente.

Verificar el adecuado trazado de instalaciones, conductos, acometidas, redes de evacuación y su dimensionado, comprobando su idoneidad y ajuste tanto a las especificaciones del proyecto de ejecución como de los proyectos parciales, coordinando dichas actuaciones con los técnicos redactores correspondientes.

Detener la Obra si, a su juicio, existiera causa grave y justificada, que se deberá hacer constar necesariamente en el Libro de Ordenes y Asistencias, dando cuenta inmediata a los Arquitectos Directores de Obra que deberán necesariamente corroborarla para su plena efectividad, y al Promotor.

Supervisar las pruebas pertinentes para el Control de Calidad, respecto a lo especificado por la normativa vigente, en cuyo cometido y obligaciones tiene legalmente competencia exclusiva, programando bajo su responsabilidad y debidamente coordinado y auxiliado por el Contratista, las tomas de muestras, traslados, ensayos y demás actuaciones necesarias de elementos estructurales, así como las pruebas de estanqueidad de fachadas y de sus elementos, de cubiertas y sus impermeabilizaciones, comprobando la eficacia de las soluciones.

Informar con prontitud a los Arquitectos Directores de Obra de los resultados de los Ensayos de Control conforme se vaya teniendo conocimiento de estos, proponiéndole la realización de pruebas complementarias en caso de resultados adversos.

Tras la oportuna comprobación, emitir las certificaciones parciales o totales relativas a las unidades de obra realmente ejecutadas, con los visados que en su caso fueran preceptivos.

Colaborar activa y positivamente con los restantes agentes intervinientes, sirviendo de punto de unión entre éstos, el Contratista, los Subcontratistas y el personal de la obra.

Elaborar y suscribir responsablemente la documentación final de obra relativa a los resultados del Control de Calidad y, en concreto, a aquellos ensayos y verificaciones de ejecución de obra realizados bajo su supervisión relativos a los elementos de la cimentación, muros y estructura, a las pruebas de estanqueidad y escorrentía de cubiertas y de fachadas, a las verificaciones del funcionamiento de las instalaciones de saneamiento y desagües de pluviales y demás aspectos señalados en la normativa de Control de Calidad.

Suscribir conjuntamente el Certificado Final de Obra, acreditando con ello su conformidad a la correcta ejecución de las obras y a la comprobación y verificación positiva de los ensayos y pruebas realizadas.

Si se hiciera caso omiso de las órdenes efectuadas por el Arquitecto Técnico, Director de la Ejecución de las Obras, se considerara como falta grave y, en caso de que, a su juicio, el incumplimiento de lo ordenado pusiera en peligro la obra o las personas que en ella trabajan, podrá acudir a las autoridades judiciales, siendo responsable el Contratista de las consecuencias legales y económicas.

1.2.5.6 Las entidades y los laboratorios de Control de Calidad de la Edificación

Prestar asistencia técnica y entregar los resultados de su actividad al agente autor del encargo y, en todo caso, al director de la ejecución de las obras.

Justificar la capacidad suficiente de medios materiales y humanos necesarios para realizar adecuadamente los trabajos contratados, en su caso, a través de la correspondiente acreditación oficial otorgada por las Comunidades Autónomas con competencia en la materia.

1.2.5.7 Los Suministradores de productos

Realizar las entregas de los productos de acuerdo con las especificaciones del pedido, respondiendo de su origen, identidad y calidad, así como del cumplimiento de las exigencias que, en su caso, establezca la normativa técnica aplicable.

Facilitar, cuando proceda, las instrucciones de uso y mantenimiento de los productos suministrados, así como las garantías de calidad correspondientes, para su inclusión en la documentación de la obra ejecutada.

1.2.5.8 Los Propietarios y los Usuarios

Son obligaciones de los propietarios conservar en buen estado la edificación mediante un adecuado uso y mantenimiento, así como recibir, conservar y transmitir la documentación de la obra ejecutada y los seguros y garantías con que ésta cuente.

Son obligaciones de los usuarios sean o no propietarios, la utilización adecuada de los edificios o de parte de estos de conformidad con las instrucciones de uso y mantenimiento contenidas en la documentación de la obra ejecutada.

1.2.6 Documentación Final de Obra

De acuerdo al Artículo 7 de la Ley de Ordenación de la Edificación, una vez finalizada la obra, el proyecto con la incorporación, en su caso, de las modificaciones debidamente aprobadas, será facilitado al promotor por el Director de Obra para la formalización de los correspondientes trámites administrativos.

A dicha documentación se adjuntará, al menos, el acta de recepción, la relación identificativa de los agentes que han intervenido durante el proceso de edificación, así como la relativa a las instrucciones de uso y mantenimiento del edificio y sus instalaciones, de conformidad con la normativa que le sea de aplicación.

Toda la documentación a que hacen referencia los apartados anteriores, que constituirá el Libro del Edificio, será entregada a los usuarios finales del edificio.

1.2.6.1 Los Propietarios y los Usuarios

Son obligaciones de los propietarios conservar en buen estado la edificación mediante un adecuado uso y mantenimiento, así como recibir, conservar y transmitir la documentación de la obra ejecutada y los seguros y garantías con que ésta cuente.

Son obligaciones de los usuarios sean o no propietarios, la utilización adecuada de los edificios o de parte de estos de conformidad con las instrucciones de uso y mantenimiento contenidas en la documentación de la obra ejecutada.

1.3 Disposiciones Económicas

1.3.1 Definición

Las condiciones económicas fijan el marco de relaciones económicas para el abono y recepción de la obra. Tienen un carácter subsidiario respecto al contrato de obra, establecido entre las partes que intervienen, Promotor y Contratista, que es en definitiva el que tiene validez.

1.3.2 Contrato de Obra

Se aconseja que se firme el contrato de obra, entre el Promotor y el Contratista, antes de iniciarse las obras, evitando en lo posible la realización de la obra por administración. A la Dirección Facultativa (Director de Obra y Director de Ejecución de la Obra) se le facilitará una copia del contrato de obra, para poder certificar en los términos pactados.

Sólo se aconseja contratar por administración aquellas partidas de obra irrelevantes y de difícil cuantificación, o cuando se desee un acabado muy esmerado.

El contrato de obra deberá prever las posibles interpretaciones y discrepancias que pudieran surgir entre las partes, así como garantizar que la Dirección Facultativa pueda, de hecho, COORDINAR, DIRIGIR y CONTROLAR la obra, por lo que es conveniente que se especifiquen y determinen con claridad, como mínimo, los siguientes puntos:

- Documentos que aportar por el Contratista.
- Condiciones de ocupación del solar e inicio de las obras.
- Determinación de los gastos de enganches y consumos.
- Responsabilidades y obligaciones del Contratista: Legislación laboral.
- Responsabilidades y obligaciones del Promotor.
- Presupuesto del Contratista.
- Revisión de precios (en su caso).
- Forma de pago: Certificaciones.
- Retenciones en concepto de garantía (nunca menos del 5
- Plazos de ejecución: Planning.
- Retraso de la obra: Penalizaciones.
- Recepción de la obra: Provisional y definitiva.
- Litigio entre las partes.

Dado que este Pliego de Condiciones Económicas es complemento del contrato de obra, en caso de que no exista contrato de obra alguno entre las partes se le comunicará a la Dirección Facultativa, que pondrá a disposición de las partes el presente Pliego de Condiciones

Económicas que podrá ser usado como base para la redacción del correspondiente contrato de obra.

1.3.3 Criterio General

Todos los agentes que intervienen en el proceso de la construcción, definidos en la Ley 38/1999 de Ordenación de la Edificación (L.O.E.), tienen derecho a percibir puntualmente las cantidades devengadas por su correcta actuación con arreglo a las condiciones contractualmente establecidas, pudiendo exigirse recíprocamente las garantías suficientes para el cumplimiento diligente de sus obligaciones de pago.

1.3.4 Fianzas

El Contratista presentará una fianza con arreglo al procedimiento que se estipule en el contrato de obra:

1.3.4.1 Ejecución de Trabajo con cargo a la fianza

Si el contratista se negase a hacer por su cuenta los trabajos precisos para ultimar la obra en las condiciones contratadas, el Director de Obra, en nombre y representación del Promotor, lo ordenará ejecutar a un tercero, o podrá realizarlos directamente por administración, abonando su importe con la fianza depositada, sin perjuicio de las acciones a que tenga derecho el Promotor, en el caso de que el importe de la fianza no bastase para cubrir el importe de los gastos efectuados en las unidades de obra que no fuesen de recibo.

1.3.4.2 Devolución de las fianzas

La fianza recibida será devuelta al Contratista en un plazo establecido en el contrato de obra, una vez firmada el Acta de Recepción Definitiva de la obra. El Promotor podrá exigir que el Contratista le acredite la liquidación y finiquito de sus deudas causadas por la ejecución de la obra, tales como salarios, suministros y subcontratos.

1.3.4.3 Devolución de la fianza en el caso de efectuarse recepciones parciales

Si el Promotor, con la conformidad del Director de Obra, accediera a hacer recepciones parciales, tendrá derecho el Contratista a que se le devuelva la parte proporcional de la fianza.

1.3.5 De los Precios

El objetivo principal de la elaboración del presupuesto es anticipar el coste del proceso de construir la obra. Descompondremos el presupuesto en unidades de obra, componente menor que se contrata y certifica por separado, y basándonos en esos precios, calcularemos el presupuesto.

1.3.5.1 Precio Básico

Es el precio por unidad (ud, m, kg, etc.) de un material dispuesto a pie de obra, (incluido su transporte a obra, descarga en obra, embalajes, etc.) o el precio por hora de la maquinaria y de la mano de obra.

1.3.5.2 Precio Unitario

Es el precio de una unidad de obra que obtendremos como suma de los siguientes costes:

- Costes directos: calculados como suma de los productos "precio básico x cantidad" de la mano de obra, maquinaria y materiales que intervienen en la ejecución de la unidad de obra.
- Medios auxiliares: Costes directos complementarios, calculados en forma porcentual como porcentaje de otros componentes, debido a que representan los costes directos que intervienen en la ejecución de la unidad de obra y que son de difícil cuantificación. Son diferentes para cada unidad de obra.
- Costes indirectos: aplicados como un porcentaje de la suma de los costes directos y medios auxiliares, igual para cada unidad de obra debido a que representan los costes de los factores necesarios para la ejecución de la obra que no se corresponden a ninguna unidad de obra en concreto.

En relación a la composición de los precios, el vigente Reglamento general de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas (Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre) establece que la composición y el cálculo de los precios de las distintas unidades de obra se base en la determinación de los costes directos e indirectos precisos para su ejecución, sin incorporar, en ningún caso, el importe del Impuesto sobre el Valor Añadido que pueda gravar las entregas de bienes o prestaciones de servicios realizados.

Considera costes directos:

- La mano de obra que interviene directamente en la ejecución de la unidad de obra.
- Los materiales, a los precios resultantes a pie de obra, que quedan integrados en la unidad de que se trate o que sean necesarios para su ejecución.
- Los gastos de personal, combustible, energía, etc., que tengan lugar por el accionamiento o funcionamiento de la maquinaria e instalaciones utilizadas en la ejecución de la unidad de obra.
- Los gastos de amortización y conservación de la maquinaria e instalaciones anteriormente citadas.

Deben incluirse como costes indirectos:

Los gastos de instalación de oficinas a pie de obra, comunicaciones, edificación de almacenes, talleres, pabellones temporales para obreros, laboratorio, etc., los del personal técnico y administrativo adscrito exclusivamente a la obra y los imprevistos. Todos estos gastos, excepto aquéllos que se reflejen en el presupuesto valorados en unidades de obra o en partidas alzadas, se cifrarán en un porcentaje de los costes directos, igual para todas las unidades de obra, que adoptará, en cada caso, el autor del proyecto a la vista de la naturaleza de la obra proyectada, de la importancia de su presupuesto y de su previsible plazo de ejecución.

Las características técnicas de cada unidad de obra, en las que se incluyen todas las especificaciones necesarias para su correcta ejecución, se encuentran en el apartado de 'Prescripciones

en cuanto a la Ejecución por Unidad de Obra.’, junto a la descripción del proceso de ejecución de la unidad de obra.

Si en la descripción del proceso de ejecución de la unidad de obra no figurase alguna operación necesaria para su correcta ejecución, se entiende que está incluida en el precio de la unidad de obra, por lo que no supondrá cargo adicional o aumento de precio de la unidad de obra contratada.

Para mayor aclaración, se exponen algunas operaciones o trabajos, que se entiende que siempre forman parte del proceso de ejecución de las unidades de obra:

- El transporte y movimiento vertical y horizontal de los materiales en obra, incluso carga y descarga de los camiones.
- Eliminación de restos, limpieza final y retirada de residuos a vertedero de obra.
- Transporte de escombros sobrantes a vertedero autorizado.
- Montaje, comprobación y puesta a punto.
- Las correspondientes legalizaciones y permisos en instalaciones.
- Maquinaria, andamiajes y medios auxiliares necesarios. Trabajos que se considerarán siempre incluidos y para no ser reiterativos no se especifican en cada una de las unidades de obra.

1.3.5.3 Presupuesto de Ejecución Material (PEM)

Es el resultado de la suma de los precios unitarios de las diferentes unidades de obra que la componen. Se denomina Presupuesto de Ejecución Material al resultado obtenido por la suma de los productos del número de cada unidad de obra por su precio unitario y de las partidas alzadas. Es decir, el coste de la obra sin incluir los gastos generales, el beneficio industrial y el impuesto sobre el valor añadido.

1.3.5.4 Precios Contradictorios

Sólo se producirán precios contradictorios cuando el Promotor, por medio del Director de Obra, decida introducir unidades o cambios de calidad en alguna de las previstas, o cuando sea necesario afrontar alguna circunstancia imprevista.

El Contratista siempre estará obligado a efectuar los cambios indicados.

A falta de acuerdo, el precio se resolverá contradictoriamente entre el Director de Obra y el Contratista antes de comenzar la ejecución de los trabajos y en el plazo que determine el contrato de obra o, en su defecto, antes de quince días hábiles desde que se le comunique fehacientemente al Director de Obra. Si subsiste la diferencia, se acudirá, en primer lugar, al concepto más análogo dentro del cuadro de precios del proyecto y, en segundo lugar, al banco de precios de uso más frecuente en la localidad.

Los contradictorios que hubiese se referirán siempre a los precios unitarios de la fecha del contrato de obra. Nunca se tomará para la valoración de los correspondientes precios contradictorios la fecha de la ejecución de la unidad de obra en cuestión.

1.3.5.5 Reclamación de Aumento de Precios

Si el Contratista, antes de la firma del contrato de obra, no hubiese hecho la reclamación u observación oportuna, no podrá bajo ningún pretexto de error u omisión reclamar aumento de los precios fijados en el cuadro correspondiente del presupuesto que sirva de base para la ejecución de las obras.

1.3.5.6 Formas Tradicionales de Medir o de aplicar los precios

En ningún caso podrá alegar el Contratista los usos y costumbres locales respecto de la aplicación de los precios o de la forma de medir las unidades de obra ejecutadas. Se estará a lo previsto en el Presupuesto y en el criterio de medición en obra recogido en el Pliego.

1.3.5.7 De la Revisión de los Precios Contratados

El presupuesto presentado por el Contratista se entiende que es cerrado, por lo que no se aplicará revisión de precios.

Sólo se procederá a efectuar revisión de precios cuando haya quedado explícitamente determinado en el contrato de obra entre el Promotor y el Contratista.

1.3.5.8 Acopio de Materiales

El Contratista queda obligado a ejecutar los acopios de materiales o aparatos de obra que el Promotor ordene por escrito.

Los materiales acopiados, una vez abonados por el propietario, son de la exclusiva propiedad de éste, siendo el Contratista responsable de su guarda y conservación.

1.3.6 Obras por Administración

Se denominan "Obras por administración" aquellas en las que las gestiones que se precisan para su realización las lleva directamente el Promotor, bien por sí mismo, por un representante suyo o por mediación de un Contratista.

Las obras por administración se clasifican en dos modalidades:

- Obras por administración directa.
- Obras por administración delegada o indirecta. Según la modalidad de contratación, en el contrato de obra se regulará:
 - Su liquidación.
 - El abono al Contratista de las cuentas de administración delegada.
 - Las normas para la adquisición de los materiales y aparatos.
 - Responsabilidades del Contratista en la contratación

1.3.7 Valoración y Abono de los Trabajos

1.3.7.1 Forma y Plazos de Abono de las Obras

Se realizará por certificaciones de obra y se recogerán las condiciones en el contrato de obra establecido entre las partes que intervienen (Promotor y Contratista) que, en definitiva, es el que tiene validez.

Los pagos se efectuarán por la propiedad en los plazos previamente establecidos en el contrato de obra, y su importe corresponderá precisamente al de las certificaciones de la obra conformadas por el Director de Ejecución de la Obra, en virtud de las cuáles se verifican aquéllos.

El Director de Ejecución de la Obra realizará, en la forma y condiciones que establezca el criterio de medición en obra incorporado en las Prescripciones en cuanto a la Ejecución por unidad de obra, la medición de las unidades de obra ejecutadas durante el período de tiempo anterior, pudiendo el Contratista presenciar la realización de tales mediciones.

Para las obras o partes de obra que, por sus dimensiones y características, hayan de quedar posterior y definitivamente ocultas, el contratista está obligado a avisar al Director de Ejecución de la Obra con la suficiente antelación, a fin de que éste pueda realizar las correspondientes mediciones y toma de datos, levantando los planos que las definan, cuya conformidad suscribirá el Contratista.

A falta de aviso anticipado, cuya existencia corresponde probar al Contratista, queda este obligado a aceptar las decisiones del Promotor sobre el particular.

1.3.7.2 Relaciones Valoradas y Certificaciones

En los plazos fijados en el contrato de obra entre el Promotor y el Contratista, éste último formulará una relación valorada de las obras ejecutadas durante las fechas previstas, según la medición practicada por el Director de Ejecución de la Obra.

Las certificaciones de obra serán el resultado de aplicar, a la cantidad de obra realmente ejecutada, los precios contratados de las unidades de obra. Sin embargo, los excesos de obra realizada en unidades, tales como excavaciones y hormigones, que sean imputables al Contratista, no serán objeto de certificación alguna.

Los pagos se efectuarán por el Promotor en los plazos previamente establecidos, y su importe corresponderá al de las certificaciones de obra, conformadas por la Dirección Facultativa.

Tendrán el carácter de documento y entregas a buena cuenta, sujetas a las rectificaciones y variaciones que se deriven de la Liquidación Final, no suponiendo tampoco dichas certificaciones parciales la aceptación, la aprobación, ni la recepción de las obras que comprenden.

Las relaciones valoradas contendrán solamente la obra ejecutada en el plazo a que la valoración se refiere. Si la Dirección Facultativa lo exigiera, las certificaciones se extenderán a origen.

1.3.7.3 Mejora de obras Libremente Ejecutadas

Cuando el Contratista, incluso con la autorización del Director de Obra, emplease materiales de más esmerada preparación o de mayor tamaño que el señalado en el proyecto o sustituyese una clase de fábrica por otra que tuviese asignado mayor precio, o ejecutase con mayores dimensiones cualquier parte de la obra, o, en general, introdujese en ésta y sin solicitársela, cualquier otra modificación que sea beneficiosa a juicio de la Dirección Facultativa, no tendrá

derecho más que al abono de lo que pudiera corresponderle en el caso de que hubiese construido la obra con estricta sujeción a la proyectada y contratada o adjudicada.

1.3.7.4 Abono de Trabajos Presupuestados con Partida Alzada

El abono de los trabajos presupuestados en partida alzada se efectuará previa justificación por parte del Contratista. Para ello, el Director de Obra indicará al Contratista, con anterioridad a su ejecución, el procedimiento que ha de seguirse para llevar dicha cuenta.

1.3.7.5 Abono de Trabajos Especiales No Contratados

Cuando fuese preciso efectuar cualquier tipo de trabajo de índole especial u ordinaria que, por no estar contratado, no sea de cuenta del Contratista, y si no se contratasen con tercera persona, tendrá el Contratista la obligación de realizarlos y de satisfacer los gastos de toda clase que ocasionen, los cuales le serán abonados por la Propiedad por separado y en las condiciones que se estipulen en el contrato de obra.

1.3.7.6 Abono de Trabajos Ejecutados durante el Plazo de Garantía

Efectuada la recepción provisional, y si durante el plazo de garantía se hubieran ejecutado trabajos cualesquiera, para su abono se procederá así:

- Si los trabajos que se realicen estuvieran especificados en el Proyecto, y sin causa justificada no se hubieran realizado por el Contratista a su debido tiempo, y el Director de obra exigiera su realización durante el plazo de garantía, serán valorados a los precios que figuren en el Presupuesto y abonados de acuerdo con lo establecido en el presente Pliego de Condiciones, sin estar sujetos a revisión de precios.
- Si se han ejecutado trabajos precisos para la reparación de desperfectos ocasionados por el uso del edificio, por haber sido éste utilizado durante dicho plazo por el Promotor, se valorarán y abonarán a los precios del día, previamente acordados.
- Si se han ejecutado trabajos para la reparación de desperfectos ocasionados por deficiencia de la construcción o de la calidad de los materiales, nada se abonará por ellos al Contratista.

1.3.8 Indemnizaciones Mutuas

Si, por causas imputables al Contratista, las obras sufrieran un retraso en su finalización con relación al plazo de ejecución previsto, el Promotor podrá imponer al Contratista, con cargo a la última certificación, las penalizaciones establecidas en el contrato, que nunca serán inferiores al perjuicio que pudiera causar el retraso de la obra.

1.3.8.1 Indemnización por retraso del plazo de terminación de las obras

Si, por causas imputables al Contratista, las obras sufrieran un retraso en su finalización con relación al plazo de ejecución previsto, el Promotor podrá imponer al Contratista, con cargo a la última certificación, las penalizaciones establecidas en el contrato, que nunca serán inferiores al perjuicio que pudiera causar el retraso de la obra.

1.3.8.2 Demora de los Pagos por parte del Promotor

Se regulará en el contrato de obra las condiciones a cumplir por parte de ambos.

1.3.9 Varios

1.3.9.1 Mejoras, Aumentos y/o Reducciones de Obra

Sólo se admitirán mejoras de obra, en el caso que el Director de Obra haya ordenado por escrito la ejecución de los trabajos nuevos o que mejoren la calidad de los contratados, así como de los materiales y maquinaria previstos en el contrato.

Sólo se admitirán aumentos de obra en las unidades contratadas, en el caso que el Director de Obra haya ordenado por escrito la ampliación de las contratadas como consecuencia de observar errores en las mediciones de proyecto.

En ambos casos será condición indispensable que ambas partes contratantes, antes de su ejecución o empleo, convengan por escrito los importes totales de las unidades mejoradas, los precios de los nuevos materiales o maquinaria ordenados emplear y los aumentos que todas estas mejoras o aumentos de obra supongan sobre el importe de las unidades contratadas.

Se seguirán el mismo criterio y procedimiento, cuando el Director de Obra introduzca innovaciones que supongan una reducción en los importes de las unidades de obra contratadas.

1.3.9.2 Unidades de obra Defectuosas

Las obras defectuosas no se valorarán

1.3.9.3 Seguro de las Obras

El Contratista está obligado a asegurar la obra contratada durante todo el tiempo que dure su ejecución, hasta la recepción definitiva.

1.3.9.4 Conservación de la Obra

El Contratista está obligado a conservar la obra contratada durante todo el tiempo que dure su ejecución, hasta la recepción definitiva.

1.3.9.5 Uso por el Contratista de Edificio o Bienes del Promotor

No podrá el Contratista hacer uso de edificio o bienes del Promotor durante la ejecución de las obras sin el consentimiento de este.

Al abandonar el Contratista el edificio, tanto por buena terminación de las obras, como por resolución del contrato, está obligado a dejarlo desocupado y limpio en el plazo que se estipule en el contrato de obra.

1.3.9.6 Pago de Arbitrios

El pago de impuestos y arbitrios en general, municipales o de otro origen, sobre vallas, alumbrado, etc., cuyo abono debe hacerse durante el tiempo de ejecución de las obras y por conceptos inherentes a los propios trabajos que se realizan, correrán a cargo del Contratista, siempre que en el contrato de obra no se estipule lo contrario.

1.3.10 Retenciones en Concepto de Garantía

Del importe total de las certificaciones se descontará un porcentaje, que se retendrá en concepto de garantía. Este valor no deberá ser nunca menor del cinco por cien (5%) y responderá de los trabajos mal ejecutados y de los perjuicios que puedan ocasionarle al Promotor.

Esta retención en concepto de garantía quedará en poder del Promotor durante el tiempo designado como PERIODO DE GARANTÍA, pudiendo ser dicha retención, "en metálico" o mediante un aval bancario que garantice el importe total de la retención.

Si el Contratista se negase a hacer por su cuenta los trabajos precisos para ultimar la obra en las condiciones contratadas, el Director de Obra, en representación del Promotor, los ordenará ejecutar a un tercero, o podrá realizarlos directamente por administración, abonando su importe con la fianza depositada, sin perjuicio de las acciones a que tenga derecho el Promotor, en el caso de que el importe de la fianza no bastase para cubrir el importe de los gastos efectuados en las unidades de obra que no fuesen de recibo.

La fianza retenida en concepto de garantía será devuelta al Contratista en el plazo estipulado en el contrato, una vez firmada el Acta de Recepción Definitiva de la obra. El promotor podrá exigir que el Contratista le acredite la liquidación y finiquito de sus deudas atribuibles a la ejecución de la obra, tales como salarios, suministros o subcontratos.

1.3.11 Plazos de Ejecución: Planning de Obra

En el contrato de obra deberán figurar los plazos de ejecución y entregas, tanto totales como parciales. Además, será conveniente adjuntar al respectivo contrato un Planning de la ejecución de la obra donde figuren de forma gráfica y detallada la duración de las distintas partidas de obra que deberán conformar las partes contratantes.

1.3.12 Liquidación económica de las Obras

Simultáneamente al libramiento de la última certificación, se procederá al otorgamiento del Acta de Liquidación Económica de las obras, que deberán firmar el Promotor y el Contratista. En este acto se dará por terminada la obra y se entregarán, en su caso, las llaves, los correspondientes boletines debidamente cumplimentados de acuerdo a la Normativa Vigente, así como los proyectos Técnicos y permisos de las instalaciones contratadas.

Dicha Acta de Liquidación Económica servirá de Acta de Recepción Provisional de las obras, para lo cual será conformada por el Promotor, el Contratista, el Director de Obra y el Director de Ejecución de la Obra, quedando desde dicho momento la conservación y custodia de las mismas a cargo del Promotor.

La citada recepción de las obras, provisional y definitiva, queda regulada según se describe en las Disposiciones Generales del presente Pliego.

1.3.13 Liquidación Final de la Obra

Entre el Promotor y Contratista, la liquidación de la obra deberá hacerse de acuerdo con las certificaciones conformadas por la Dirección de Obra. Si la liquidación se realizara sin el visto bueno de la Dirección de Obra, ésta sólo mediará, en caso de desavenencia o desacuerdo, en el recurso ante los Tribunales.

2 Pliego de condiciones técnicas particulares

2.1 Prescripciones sobre los Materiales

Para facilitar la labor a realizar, por parte del Director de la Ejecución de la Obra, para el control de recepción en obra de los productos, equipos y sistemas que se suministren a la obra de acuerdo con lo especificado en el artículo 7.2. del CTE, en el presente proyecto se especifican las características técnicas que deberán cumplir los productos, equipos y sistemas suministrados.

Los productos, equipos y sistemas suministrados deberán cumplir las condiciones que sobre ellos se especifican en los distintos documentos que componen el Proyecto. Asimismo, sus calidades serán acordes con las distintas normas que sobre ellos estén publicadas y que tendrán un carácter de complementariedad a este apartado del Pliego. Tendrán preferencia en cuanto a su aceptabilidad aquellos materiales que estén en posesión de Documento de Idoneidad Técnica que avale sus calidades, emitido por Organismos Técnicos reconocidos.

Este control de recepción en obra de productos, equipos y sistemas comprenderá según el artículo 7.2. del CTE:

- El control de la documentación de los suministros, realizado de acuerdo con el artículo 7.2.1.
- El control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad, según el artículo 7.2.2.
- El control mediante ensayos, conforme al artículo 7.2.3.

Por parte del Constructor o Contratista debe existir obligación de comunicar a los suministradores de productos las calidades que se exigen para los distintos materiales, aconsejándose que previamente al empleo de estos se solicite la aprobación del Director de Ejecución de la Obra y de las entidades y laboratorios encargados del control de calidad de la obra.

El Contratista será responsable de que los materiales empleados cumplan con las condiciones exigidas, independientemente del nivel de control de calidad que se establezca para la aceptación de estos.

El Contratista notificará al Director de Ejecución de la Obra, con suficiente antelación, la procedencia de los materiales que se proponga utilizar, aportando, cuando así lo solicite el Director de Ejecución de la Obra, las muestras y datos necesarios para decidir acerca de su aceptación.

Estos materiales serán reconocidos por el Director de Ejecución de la Obra antes de su empleo en obra, sin cuya aprobación no podrán ser acopiados en obra ni se podrá proceder a su colocación. Así mismo, aún después de colocados en obra, aquellos materiales que presenten defectos no percibidos en el primer reconocimiento, siempre que vaya en perjuicio del buen acabado de la obra, serán retirados de la obra. Todos los gastos que ello ocasionase serán a cargo del Contratista.

El hecho de que el Contratista subcontrate cualquier partida de obra no le exime de su responsabilidad. La simple inspección o examen por parte de los Técnicos no supone la recepción absoluta de los mismos, siendo los oportunos ensayos los que determinen su idoneidad, no extinguiéndose la responsabilidad contractual del Contratista a estos efectos hasta la recepción definitiva de la obra.

2.1.1 Garantías de Calidad (Marcado CE)

Es obligación del Director de la Ejecución de la Obra verificar si los productos que se incorporen con carácter permanente a los edificios estén de conformidad con la Directiva 89/106/CEE de productos de construcción, transpuesta por el Real Decreto 1630/1992, de 29 de diciembre, modificado por el Real Decreto 1329/1995, de 28 de julio, y disposiciones de desarrollo, u otras Directivas Europeas que les sean de aplicación.

En determinados casos, y con el fin de asegurar su suficiencia, los DB establecen las características técnicas de productos, equipos y sistemas que se incorporen a los edificios, sin perjuicio del Marcado CE que les sea aplicable de acuerdo con las correspondientes Directivas Europeas.

Las marcas, sellos, certificaciones de conformidad u otros distintivos de calidad voluntarios que faciliten el cumplimiento de las exigencias básicas del CTE, podrán ser reconocidos por las Administraciones Públicas competentes.

También podrán reconocerse, de acuerdo con lo establecido en el apartado anterior, las certificaciones de las prestaciones finales de los productos, equipos o sistemas, o de los edificios acabados, las certificaciones de gestión de la calidad de los agentes que intervienen en la edificación, las certificaciones medioambientales que consideren el análisis del ciclo de vida de los productos, otras evaluaciones medioambientales de edificios y otras certificaciones que faciliten el cumplimiento del CTE.

Se considerarán conformes con el CTE los productos, equipos y sistemas innovadores que demuestren el cumplimiento de las exigencias básicas del CTE referentes a los elementos constructivos en los que intervienen, mediante una evaluación técnica favorable de su idoneidad para el uso previsto, concedida, a la entrada en vigor del CTE, por las entidades autorizadas para ello por las Administraciones Públicas competentes en aplicación de los criterios siguientes:

2.1.2 Hormigones

2.1.2.1 Hormigón Estructural

2.1.2.1.1 Condiciones de Suministro

- El hormigón se debe transportar utilizando procedimientos adecuados para conseguir que las masas lleguen al lugar de entrega en las condiciones estipuladas, sin experimentar variación sensible en las características que poseían recién amasadas.
- Cuando el hormigón se amasa completamente en central y se transporta en amasadoras móviles, el volumen de hormigón transportado no deberá exceder del 80 % del volumen total del tambor. Cuando el hormigón se amasa, o se termina de amasar, en amasadora

móvil, el volumen no excederá de los dos tercios del volumen total del tambor.

- Los equipos de transporte deberán estar exentos de residuos de hormigón o mortero endurecido, para lo cual se limpiarán cuidadosamente antes de proceder a la carga de una nueva masa fresca de hormigón. Asimismo, no deberán presentar desperfectos o desgastes en las paletas o en su superficie interior que puedan afectar a la homogeneidad del hormigón.
- El transporte podrá realizarse en amasadoras móviles, a la velocidad de agitación, o en equipos con o sin agitadores, siempre que tales equipos tengan superficies lisas y redondeadas y sean capaces de mantener la homogeneidad del hormigón durante el transporte y la descarga.

2.1.2.1.2 Recepción y Control

- Previamente a efectuar el pedido del hormigón se deben planificar una serie de tareas, con objeto de facilitar las operaciones de puesta en obra del hormigón:
- Preparar los accesos y viales por los que transitarán los equipos de transporte dentro de la obra.
- Preparar la recepción del hormigón antes de que llegue el primer camión.
- Programar el vertido de forma que los descansos o los horarios de comida no afecten a la puesta en obra del hormigón, sobre todo en aquellos elementos que no deban presentar juntas frías. Esta programación debe comunicarse a la central de fabricación para adaptar el ritmo de suministro.
- Inspecciones:
 - Cada carga de hormigón fabricado en central, tanto si ésta pertenece o no a las instalaciones de obra, irá acompañada de una hoja de suministro que estará en todo momento a disposición de la Dirección de Obra, y en la que deberán figurar, como mínimo, los siguientes datos:
 - Nombre de la central de fabricación de hormigón.
 - Número de serie de la hoja de suministro.
 - Fecha de entrega.
 - Nombre del peticionario y del responsable de la recepción.
 - Especificación del hormigón.
 - En el caso de que el hormigón se designe por propiedades:
 - Designación. Proyecto básico estructura nave industrial mecánica Parte III – Pliego de Condiciones 51
 - Contenido de cemento en kilos por metro cúbico (kg/m^3) de hormigón, con una tolerancia de ± 15 kg.
 - Relación agua/cemento del hormigón, con una tolerancia de $\pm 0,02$.
 - En el caso de que el hormigón se designe por dosificación:

- Contenido de cemento por metro cúbico de hormigón.
 - Relación agua/cemento del hormigón, con una tolerancia de $\pm 0,02$. Tipo de ambiente.
 - Tipo, clase y marca del cemento.
 - Consistencia.
 - Tamaño máximo del árido.
 - Tipo de aditivo, si lo hubiere, y en caso contrario indicación expresa de que no contiene.
 - Procedencia y cantidad de adición (cenizas volantes o humo de sílice) si la hubiere y, en caso contrario, indicación expresa de que no contiene.
 - Designación específica del lugar del suministro (nombre y lugar).
 - Cantidad de hormigón que compone la carga, expresada en metros cúbicos de hormigón fresco.
 - Identificación del camión hormigonera (o equipo de transporte) y de la persona que proceda a la descarga.
 - Hora límite de uso para el hormigón.
- Ensayos:
 - La comprobación de las propiedades o características exigibles a este material se realiza según la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08).

2.1.2.1.3 Conservación, Almacenamiento y Manipulación

- En el vertido y colocación de las masas, incluso cuando estas operaciones se realicen de un modo continuo mediante conducciones apropiadas, se adoptarán las debidas precauciones para evitar la disgregación de la mezcla.

2.1.2.1.4 Recomendaciones para su uso en obra

- El tiempo transcurrido entre la adición de agua de amasado al cemento y a los áridos y la colocación del hormigón, no debe ser mayor de hora y media. En tiempo caluroso, o bajo condiciones que contribuyan a un rápido fraguado del hormigón, el tiempo límite deberá ser inferior, a menos que se adopten medidas especiales que, sin perjudicar la calidad del hormigón, aumenten el tiempo de fraguado.
- Hormigonado en tiempo frío:
- La temperatura de la masa de hormigón, en el momento de verterla en el molde o encofrado, no será inferior a 5°C .
- Se prohíbe verter el hormigón sobre elementos (armaduras, moldes, etc.) cuya temperatura sea inferior a cero grados centígrados.
- En general, se suspenderá el hormigonado siempre que se prevea que, dentro de las cuarenta y ocho horas siguientes, pueda descender la temperatura ambiente por debajo de cero grados centígrados.

- En los casos en que, por absoluta necesidad, se hormigone en tiempo de heladas, se adoptarán las medidas necesarias para garantizar que, durante el fraguado y primer endurecimiento del hormigón, no se producirán deterioros locales en los elementos correspondientes, ni mermas permanentes apreciables de las características resistentes del material.
- Hormigonado en tiempo caluroso:
- Si la temperatura ambiente es superior a 40°C o hay un viento excesivo, se suspenderá el hormigonado, salvo que, previa autorización expresa de la Dirección de Obra, se adopten medidas especiales.

2.1.3 Aceros para Hormigón Armado

2.1.3.1 Aceros Corrugados

2.1.3.1.1 Condiciones de Suministro

- Los aceros se deben transportar protegidos adecuadamente contra la lluvia y la agresividad de la atmósfera ambiental. 2.1.3.1.2 Recepción y Control
- Inspecciones:
- Control de la documentación:
- Los suministradores entregarán al Constructor, quién los facilitará a la Dirección Facultativa, cualquier documento de identificación del producto exigido por la reglamentación aplicable o, en su caso, por el proyecto o por la Dirección Facultativa. Se facilitarán los siguientes documentos:
 - Antes del suministro:
 - Los documentos de conformidad o autorizaciones administrativas exigidas reglamentariamente.
 - En su caso, declaración del suministrador firmada por persona física con poder de representación suficiente en la que conste que, en la fecha de esta, el producto está en posesión de un distintivo de calidad oficialmente reconocido, donde al menos constará la siguiente información:
 - Identificación de la entidad certificadora.
 - Logotipo del distintivo de calidad.
 - Identificación del fabricante.
 - Alcance del certificado.
 - Garantía que queda cubierta por el distintivo (nivel de certificación).
 - Número de certificado.
 - Fecha de expedición del certificado.
 - Durante el suministro:
 - Las hojas de suministro de cada partida o remesa.

- Hasta la entrada en vigor del marcado CE, se adjuntará un certificado de ensayo que garantice el cumplimiento de las siguientes características:
 - Características mecánicas mínimas garantizadas por el fabricante.
 - Ausencia de grietas después del ensayo de doblado-desdoblado. Proyecto básico estructura nave industrial mecánica Parte III – Pliego de Condiciones 53
 - Aptitud al doblado simple.
 - Los aceros soldables con características especiales de ductilidad deberán cumplir los requisitos de los ensayos de fatiga y deformación alternativa.
 - Características de adherencia. Cuando el fabricante garantice las características de adherencia mediante el ensayo de la viga, presentará un certificado de homologación de adherencia, en el que constará, al menos:
 - Marca comercial del acero.
 - Forma de suministro: barra o rollo.
 - Límites admisibles de variación de las características geométricas de los resaltos.
 - Composición química.
 - En la documentación, además, constará:
 - El nombre del laboratorio. En el caso de que no se trate de un laboratorio público, declaración de estar acreditado para el ensayo referido.
 - Fecha de emisión del certificado.
 - La clase técnica se especificará mediante un código de identificación del tipo de acero mediante engrosamientos u omisiones de corrugas o grafilas. Además, las barras corrugadas deberán llevar grabadas las marcas de identificación que incluyen información sobre el país de origen y el fabricante.
 - En el caso de que el producto de acero corrugado sea suministrado en rollo o proceda de operaciones de enderezado previas a su suministro, deberá indicarse explícitamente en la correspondiente hoja de suministro.
 - En el caso de barras corrugadas en las que, dadas las características del acero, se precise de procedimientos especiales para el proceso de soldadura, el fabricante deberá indicarlos.
 - Después del suministro:
 - El certificado de garantía del producto suministrado, firmado por persona física con poder de representación suficiente.
- Control mediante distintivos de calidad:
 - Los suministradores entregarán al Constructor, quién la facilitará a la Dirección Facultativa, una copia compulsada por persona física de los certificados que avalen que los productos que se suministrarán están en posesión de un distintivo de calidad oficialmente reconocido.
 - Antes del inicio del suministro, la Dirección Facultativa valorará, en función del nivel de garantía del distintivo y de acuerdo con lo indicado en el proyecto y lo establecido en la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08), si la documentación aportada es suficiente para la aceptación del producto suministrado o, en su caso, qué comprobaciones deben efectuarse.

- Ensayos:
- La comprobación de las propiedades o características exigibles a este material se realiza según la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08).
- En el caso de efectuarse ensayos, los laboratorios de control facilitarán sus resultados acompañados de la incertidumbre de medida para un determinado nivel de confianza, así como la información relativa a las fechas, tanto de la entrada de la muestra en el laboratorio como de la realización de los ensayos.
- Las entidades y los laboratorios de control de calidad entregarán los resultados de su actividad al agente autor del encargo y, en todo caso, a la Dirección Facultativa.

2.1.3.1.3 Conservación, Almacenamiento y Manipulación

- Durante el almacenamiento las armaduras se protegerán adecuadamente contra la lluvia y de la agresividad de la atmósfera ambiental. Hasta el momento de su empleo, se conservarán en obra, cuidadosamente clasificadas según sus tipos, calidades, diámetros y procedencias, para garantizar la necesaria trazabilidad.
- Antes de su utilización y especialmente después de un largo periodo de almacenamiento en obra, se examinará el estado de su superficie, con el fin de asegurarse de que no presenta alteraciones perjudiciales. Una ligera capa de óxido en la superficie de las barras no se considera perjudicial para su utilización. Sin embargo, no se admitirán pérdidas de peso por oxidación superficial, comprobadas después de una limpieza con cepillo de alambres hasta quitar el óxido adherido, que sean superiores al 1 % respecto al peso inicial de la muestra.
- En el momento de su utilización, las armaduras pasivas deben estar exentas de sustancias extrañas en su superficie tales como grasa, aceite, pintura, polvo, tierra o cualquier otro material perjudicial para su buena conservación o su adherencia.
- La elaboración de armaduras mediante procesos de ferralla requiere disponer de unas instalaciones que permitan desarrollar, al menos, las siguientes actividades:
 - Almacenamiento de los productos de acero empleados.
 - Proceso de enderezado, en el caso de emplearse acero corrugado suministrado en rollo.
 - Procesos de corte, doblado, soldadura y armado, según el caso.

2.1.3.1.4 Recomendaciones para su uso en Obra

- Para prevenir la corrosión, se deberá tener en cuenta todas las consideraciones relativas a los espesores de recubrimiento.
- Con respecto a los materiales empleados, se prohíbe poner en contacto las armaduras con otros metales de muy diferente potencial galvánico

- Se prohíbe emplear materiales componentes (agua, áridos, aditivos y/o adiciones) que contengan iones des-pasivantes, como cloruros, sulfuros y sulfatos, en proporciones superiores a las establecidas.

2.1.4 Aceros para Estructuras Metálicas

2.1.4.1 Aceros en Perfiles Laminados

2.1.4.1.1 Condiciones de Suministro

- Los aceros se deben transportar de una manera segura, de forma que no se produzcan deformaciones permanentes y los daños superficiales sean mínimos. Los componentes deben estar protegidos contra posibles daños en los puntos de eslingado (por donde se sujetan para izarlos).
- Los componentes prefabricados que se almacenan antes del transporte o del montaje deben estar apilados por encima del terreno y sin contacto directo con éste. Debe evitarse cualquier acumulación de agua. Los componentes deben mantenerse limpios y colocados de forma que se eviten las deformaciones permanentes.

2.1.4.1.2 Recepción y Control

- Inspecciones:
- Para los productos planos:
 - Salvo acuerdo en contrario, el estado de suministro de los productos planos de los tipos S235, S275 y S355 de grado JR queda a elección del fabricante.
 - Si en el pedido se solicita inspección y ensayo, se deberá indicar:
 - Tipo de inspección y ensayos (específicos o no específicos).
 - El tipo de documento de la inspección.
- Para los productos largos:
 - Salvo acuerdo en contrario, el estado de suministro de los productos largos de los tipos S235, S275 y S355 de grado JR queda a elección del fabricante.
- Ensayos:
- La comprobación de las propiedades o características exigibles a este material se realiza según la normativa vigente.

2.1.4.1.3 Conservación, Almacenamiento y Manipulación

- Si los materiales han estado almacenados durante un largo periodo de tiempo, o de una manera tal que pudieran haber sufrido un deterioro importante, deberán ser comprobados antes de ser utilizados, para asegurarse de que siguen cumpliendo con la norma de producto correspondiente. Los productos de acero resistentes a la corrosión atmosférica pueden requerir un chorreo ligero antes de su empleo para proporcionarles una base uniforme para la exposición a la intemperie.

- El material deberá almacenarse en condiciones que cumplan las instrucciones de su fabricante, cuando se disponga de éstas.

2.1.4.1.4 Recomendaciones para su uso en Obra

- El material no deberá emplearse si se ha superado la vida útil en almacén especificada por su fabricante.

2.2 Prescripciones en cuanto a la Ejecución

Las prescripciones para la ejecución se organizan en los siguientes apartados:

MEDIDAS PARA ASEGURAR LA COMPATIBILIDAD ENTRE LOS DIFERENTES PRODUCTOS, ELEMENTOS Y SISTEMAS CONSTRUCTIVOS QUE COMPONEN LA UNIDAD DE OBRA.

Se especifican, en caso de que existan, las posibles incompatibilidades, tanto físicas como químicas, entre los diversos componentes que componen la unidad de obra, o entre el soporte y los componentes.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.

Se describe la unidad de obra, detallando de manera pormenorizada los elementos que la componen, con la nomenclatura específica correcta de cada uno de ellos, de acuerdo a los criterios que marca la propia normativa.

NORMATIVA DE APLICACIÓN.

Se especifican las normas que afectan a la realización de la unidad de obra.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO.

Indica cómo se ha medido la unidad de obra en la fase de redacción del proyecto, medición que luego será comprobada en obra.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA.

Antes de iniciarse los trabajos de ejecución de cada una de las unidades de obra, el Director de la Ejecución de la Obra habrá recepcionado los materiales y los certificados acreditativos exigibles, en base a lo establecido en la documentación pertinente por el técnico redactor del proyecto. Será preceptiva la aceptación previa por parte del Director de la Ejecución de la Obra de todos los materiales que constituyen la unidad de obra.

Así mismo, se realizarán una serie de comprobaciones previas sobre las condiciones del soporte, las condiciones ambientales del entorno, y la cualificación de la mano de obra, en su caso.

DEL SOPORTE.

Se establecen una serie de requisitos previos sobre el estado de las unidades de obra realizadas previamente, que pueden servir de soporte a la nueva unidad de obra.

AMBIENTALES.

En determinadas condiciones climáticas (viento, lluvia, humedad, etc.) no podrán iniciarse los trabajos de ejecución de la unidad de obra, o será necesario adoptar una serie de medidas protectoras.

DEL CONTRATISTA.

En algunos casos, será necesaria la presentación al Director de la Ejecución de la Obra de una serie de documentos por parte del Contratista, que acrediten su cualificación para realizar cierto tipo de trabajos.

PROCESO DE EJECUCIÓN.

En este apartado se desarrolla el proceso de ejecución de cada unidad de obra, asegurando en cada momento las condiciones que permitan conseguir el nivel de calidad previsto para cada elemento constructivo en particular.

FASES DE EJECUCIÓN.

Se enumeran, por orden de ejecución, las fases de las que consta el proceso de ejecución de la unidad de obra.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN.

Se hace referencia a las condiciones en las que debe finalizarse cada unidad de obra, una vez aceptada, para que no interfiera negativamente en el proceso de ejecución del resto de unidades y quede garantizado su buen funcionamiento.

Una vez terminados los trabajos correspondientes a la ejecución de cada unidad de obra, el Contratista retirará los medios auxiliares y procederá a la limpieza del elemento realizado y de las zonas de trabajo, recogiendo los restos de materiales y demás residuos originados por las operaciones realizadas para ejecutar la unidad de obra, siendo todos ellos clasificados, cargados y transportados a centro de reciclaje, vertedero específico o centro de acogida o transferencia.

CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO.

En algunas unidades de obra se establecen las condiciones en que deben protegerse para la correcta conservación y mantenimiento en obra, hasta su recepción final.

COMPROBACIÓN EN OBRA DE LAS MEDICIONES EFECTUADAS EN PROYECTO Y ABONO DE ESTAS.

Indica cómo se comprobarán en obra las mediciones de Proyecto, una vez superados todos los controles de calidad y obtenida la aceptación final por parte del Director de Ejecución de la Obra.

La medición del número de unidades de obra que ha de abonarse se realizará, en su caso, de acuerdo con las normas que establece este capítulo, tendrá lugar en presencia y con intervención del Contratista, entendiéndose que éste renuncia a tal derecho si, avisado oportunamente, no compareciere a tiempo. En tal caso, será válido el resultado que el Director de Ejecución

de la Obra consigne.

Todas las unidades de obra se abonarán a los precios establecidos en el Presupuesto. Dichos precios se abonarán por las unidades terminadas y ejecutadas con arreglo al presente Pliego de Condiciones Técnicas Particulares y Prescripciones en cuanto a la Ejecución por Unidad de Obra.

Estas unidades comprenden el suministro, cánones, transporte, manipulación y empleo de los materiales, maquinaria, medios auxiliares, mano de obra necesaria para su ejecución y costes indirectos derivados de estos conceptos, así como cuantas necesidades circunstanciales se requieran para la ejecución de la obra, tales como indemnizaciones por daños a terceros u ocupaciones temporales y costos de obtención de los permisos necesarios, así como de las operaciones necesarias para la reposición de servidumbres y servicios públicos o privados afectados tanto por el proceso de ejecución de las obras como por las instalaciones auxiliares.

Igualmente, aquellos conceptos que se especifican en la definición de cada unidad de obra, las operaciones descritas en el proceso de ejecución, los ensayos y pruebas de servicio y puesta en funcionamiento, inspecciones, permisos, boletines, licencias, tasas o similares.

No será de abono al Contratista mayor volumen de cualquier tipo de obra que el definido en los planos o en las modificaciones autorizadas por la Dirección Facultativa. Tampoco le será abonado, en su caso, el coste de la restitución de la obra a sus dimensiones correctas, ni la obra que hubiese tenido que realizar por orden de la Dirección Facultativa para subsanar cualquier defecto de ejecución.

TERMINOLOGÍA APLICADA EN EL CRITERIO DE MEDICIÓN.

A continuación, se detalla el significado de algunos de los términos utilizados en los diferentes capítulos de obra.

ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO.

Volumen de tierras en perfil esponjado. La medición se referirá al estado de las tierras una vez extraídas. Para ello, la forma de obtener el volumen de tierras a transportar será la que resulte de aplicar el porcentaje de esponjamiento medio que proceda, en función de las características del terreno.

Volumen de relleno en perfil compactado. La medición se referirá al estado del relleno una vez finalizado el proceso de compactación.

Volumen teórico ejecutado. Será el volumen que resulte de considerar las dimensiones de las secciones teóricas especificadas en los planos de Proyecto, independientemente de que las secciones excavadas hubieran quedado con mayores dimensiones.

CIMENTACIONES.

Superficie teórica ejecutada. Será la superficie que resulte de considerar las dimensiones de las secciones teóricas especificadas en los planos de Proyecto, independientemente de que la superficie ocupada por el hormigón hubiera quedado con mayores dimensiones.

Volumen teórico ejecutado. Será el volumen que resulte de considerar las dimensiones de

las secciones teóricas especificadas en los planos de Proyecto, independientemente de que las secciones de hormigón hubieran quedado con mayores dimensiones.

ESTRUCTURAS.

Volumen teórico ejecutado. Será el volumen que resulte de considerar las dimensiones de las secciones teóricas especificadas en los planos de Proyecto, independientemente de que las secciones de los elementos estructurales hubieran quedado con mayores dimensiones.

ESTRUCTURAS METÁLICAS.

Peso nominal medido. Serán los kg que resulten de aplicar a los elementos estructurales metálicos los pesos nominales que, según dimensiones y tipo de acero, figuren en tablas.

ESTRUCTURAS (FORJADOS).

Deduciendo los huecos de superficie mayor de $X \text{ m}^2$. Se medirá la superficie de los forjados de cara exterior a cara exterior de los zunchos que delimitan el perímetro de su superficie, descontando únicamente los huecos o pasos de forjados que tengan una superficie mayor de $X \text{ m}^2$. En los casos de dos paños formados por forjados diferentes, objeto de precios unitarios distintos, que apoyen o empotren en una jácena o muro de carga común a ambos paños, cada una de las unidades de obra de forjado se medirá desde fuera a cara exterior de los elementos delimitadores al eje de la jácena o muro de carga común.

En los casos de forjados inclinados se tomará en verdadera magnitud la superficie de la cara inferior del forjado, con el mismo criterio anteriormente señalado para la deducción de huecos.

FACHADAS Y PARTICIONES.

Deduciendo los huecos de superficie mayor de $X \text{ m}^2$. Se medirán los paramentos verticales de fachadas y particiones descontando únicamente aquellos huecos cuya superficie sea mayor de $X \text{ m}^2$, lo que significa que:

Cuando los huecos sean menores de $X \text{ m}^2$ se medirán a cinta corrida como si no hubiera huecos. Al no deducir ningún hueco, en compensación de medir hueco por macizo, no se medirán los trabajos de formación de mochetas en jambas y dinteles.

Cuando los huecos sean mayores de $X \text{ m}^2$, se deducirá la superficie de estos huecos, pero se sumará a la medición la superficie de la parte interior del hueco, correspondiente al desarrollo de las mochetas.

Deduciendo todos los huecos. Se medirán los paramentos verticales de fachadas y particiones descontando la superficie de todos los huecos, pero se incluye la ejecución de todos los trabajos precisos para la resolución del hueco, así como los materiales que forman dinteles, jambas y vierteaguas.

A los efectos anteriores, se entenderá como hueco, cualquier abertura que tenga mochetas y dintel para puerta o ventana. En caso de tratarse de un vacío en la fábrica sin dintel, antepecho ni carpintería, se deducirá siempre el mismo al medir la fábrica, sea cual fuere su superficie.

En el supuesto de cerramientos de fachada donde las hojas, en lugar de apoyar directamente

en el forjado, apoyen en una o dos hiladas de regularización que abarquen todo el espesor del cerramiento, al efectuar la medición de las unidades de obra se medirá su altura desde el forjado y, en compensación, no se medirán las hiladas de regularización.

2.2.1 Acondicionamiento del Terreno

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Desbroce y limpieza del terreno, con medios mecánicos. Comprende los trabajos necesarios para retirar de las zonas previstas para la edificación o urbanización: pequeñas plantas, maleza, broza, maderas caídas, escombros, basuras o cualquier otro material existente, hasta una profundidad no menor que el espesor de la capa de tierra vegetal, considerando como mínima 25 cm. Incluso transporte de la maquinaria, retirada de los materiales excavados y carga a camión, sin incluir transporte a vertedero autorizado.

NORMATIVA DE APLICACIÓN.

Ejecución NTE-ADE. Acondicionamiento del terreno. Desmontes: Explanaciones.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO.

Superficie medida en proyección horizontal, según documentación gráfica de Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA.

Del soporte: Inspección ocular del terreno. Se comprobará la posible existencia de servidumbres, elementos enterrados, redes de servicio o cualquier tipo de instalaciones que puedan resultar afectadas por las obras a iniciar.

Del contratista: Si existieran instalaciones en servicio que pudieran verse afectadas por los trabajos a realizar, solicitará de las correspondientes compañías suministradoras su situación y, en su caso, la solución a adoptar, así como las distancias de seguridad a tendidos aéreos de conducción de energía eléctrica.

PROCESO DE EJECUCIÓN.

Fases de ejecución: Replanteo en el terreno. Remoción mecánica de los materiales de desbroce. Retirada y disposición mecánica de los materiales objeto de desbroce. Carga mecánica a camión.

Condiciones de terminación: La superficie del terreno quedará limpia y en condiciones adecuadas para poder realizar el replanteo definitivo de la obra.

COMPROBACIÓN EN OBRA DE LAS MEDICIONES EFECTUADAS EN PROYECTO Y ABONO DE ESTAS.

Se medirá, en proyección horizontal, la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados.

2.2.2 Excavación a cielo abierto

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Excavación de tierras a cielo abierto, en suelo de arcilla semidura, con medios manuales, hasta alcanzar la cota de profundidad indicada en el Proyecto. Incluso refinado de paramentos y fondo de excavación, extracción de tierras fuera de la excavación, retirada de los materiales excavados y carga a camión.

NORMATIVA DE APLICACIÓN.

- CTE. DB-SE-C Seguridad estructural: Cimientos.
- NTE-ADV. Acondicionamiento del terreno. Desmontes: Vaciados.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO.

Volumen medido sobre las secciones teóricas de la excavación, según documentación gráfica de Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA.

Del soporte: Se comprobará la posible existencia de servidumbres, elementos enterrados, redes de servicio o cualquier tipo de instalaciones que puedan resultar afectadas por las obras a iniciar. Se dispondrá de la información topográfica y geotécnica necesaria, recogida en el correspondiente estudio geotécnico del terreno realizado por un laboratorio acreditado en el área técnica correspondiente, y que incluirá, entre otros datos: plano altimétrico de la zona, cota del nivel freático y tipo de terreno que se va a excavar a efecto de su trabajabilidad. Se dispondrán puntos fijos de referencia en lugares que puedan verse afectados por el vaciado, a los cuales se referirán todas las lecturas de cotas de nivel y desplazamientos horizontales y verticales de los puntos del terreno. Se comprobará el estado de conservación de los edificios medianeros y de las construcciones próximas que puedan verse afectadas por el vaciado.

Del contratista: Si existieran instalaciones en servicio que pudieran verse afectadas por los trabajos a realizar, solicitará de las correspondientes compañías suministradoras su situación y, en su caso, la solución a adoptar, así como las distancias de seguridad a tendidos aéreos de conducción de energía eléctrica. Notificará al Director de Ejecución de la obra, con la antelación suficiente, el comienzo de las excavaciones.

PROCESO DE EJECUCIÓN.

Fases de ejecución: Replanteo general y fijación de los puntos y niveles de referencia. Colocación de las camillas en las esquinas y extremos de las alineaciones. Excavación en sucesivas franjas horizontales y extracción de tierras. Refinado de fondos y laterales a mano, con extracción de las tierras. Carga a camión de las tierras excavadas.

Condiciones de terminación: La excavación quedará limpia y a los niveles previstos, cumpliéndose las exigencias de estabilidad de los cortes de tierras, taludes y edificaciones próximas.

CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO

Las excavaciones quedarán protegidas frente a filtraciones y acciones de erosión o desmorona-

miento por parte de las aguas de escorrentía. Se tomarán las medidas oportunas para asegurar que las características geométricas permanecen inamovibles.

COMPROBACIÓN EN OBRA DE LAS MEDICIONES EFECTUADAS EN PROYECTO Y ABONO DE ESTAS.

Se medirá el volumen teórico ejecutado según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados, ni el relleno necesario para reconstruir la sección teórica por defectos imputables al Contratista. Se medirá la excavación una vez realizada y antes de que sobre ella se efectúe ningún tipo de relleno. Si el Contratista cerrase la excavación antes de conformada la medición, se entenderá que se aviene a lo que unilateralmente determine el Director de Ejecución de la obra.

2.2.3 Hormigón de limpieza

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Suministro de hormigón HL-150/B/20, fabricado en central y vertido desde camión, para formación de capa de hormigón de limpieza y nivelado de fondos de cimentación, en el fondo de la excavación previamente realizada.

NORMATIVA DE APLICACIÓN.

Elaboración, transporte y puesta en obra del hormigón:

- Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08).

Ejecución:

- CTE. DB-SE-C Seguridad estructural: Cimientos.
- CTE. DB-HS Salubridad.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO.

Volumen teórico, según documentación gráfica de Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA.

Del soporte: Se comprobará, visualmente o mediante las pruebas que se juzguen Proyecto. El resultado de tal inspección, definiendo la profundidad de la cimentación de cada uno de los apoyos de la obra, su forma y dimensiones, y el tipo y consistencia del terreno, se incorporará a la documentación final de obra. En particular, se debe comprobar que el nivel de apoyo de la cimentación se ajusta al previsto y, apreciablemente, la estratigrafía coincide con la estimada en el estudio geotécnico, que el nivel freático y las condiciones hidrogeológicas se ajustan a las previstas, que el terreno presenta, apreciablemente, una resistencia y una humedad similares a la supuesta en el estudio geotécnico, que no se detectan defectos evidentes tales como cavernas, fallas, galerías, pozos, etc, y, por último, que no se detectan corrientes subterráneas que puedan producir socavación o arrastres. Una vez realizadas estas comprobaciones, se confirmará la existencia de los elementos enterrados de la instalación de puesta a tierra, y que el plano de apoyo del terreno es horizontal y presenta una superficie limpia.

Ambientales: Se suspenderán los trabajos de hormigonado cuando llueva con intensidad, nieve, exista viento excesivo, una temperatura ambiente superior a 40°C o se prevea que dentro de las 48 horas siguientes pueda descender la temperatura ambiente por debajo de los 0°C.

Del contratista: Dispondrá en obra de una serie de medios, en previsión de que se produzcan cambios bruscos de las condiciones ambientales durante el hormigonado o posterior periodo de fraguado, no pudiendo comenzarse el hormigonado de los diferentes elementos sin la autorización por escrito del Director de Ejecución de la obra.

PROCESO DE EJECUCIÓN.

Fases de ejecución: Replanteo. Colocación de toques y/o formación de maestras. Vertido y compactación del hormigón. Coronación y enrase del hormigón.

Condiciones de terminación: La superficie quedará horizontal y plana.

COMPROBACIÓN EN OBRA DE LAS MEDICIONES EFECTUADAS EN PROYECTO Y ABONO DE ESTAS.

Se medirá el volumen teórico ejecutado según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados.

2.2.4 Zapata de cimentación de hormigón armado

MEDIDAS PARA ASEGURAR LA COMPATIBILIDAD ENTRE LOS DIFERENTES PRODUCTOS, ELEMENTOS Y SISTEMAS CONSTRUCTIVOS QUE COMPONEN LA UNIDAD DE OBRA:

Dependiendo de la agresividad del terreno o la presencia de agua con sustancias agresivas, se elegirá el cemento adecuado para la fabricación del hormigón, así como su dosificación y permeabilidad y el espesor de recubrimiento de las armaduras.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Formación de zapata de cimentación de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central, y vertido desde camión, y acero UNE-EN 10080 B 400 S, con una cuantía aproximada de 50kg/m³, sin incluir el encofrado en este precio. Incluso p/p de elaboración de la ferralla (corte, doblado y conformado de elementos) en taller industrial y montaje en el lugar definitivo de su colocación en obra, separadores, armaduras de espera del pilar y curado del hormigón.

NORMATIVA DE APLICACIÓN.

Elaboración, transporte y puesta en obra del hormigón:

- Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08).

Ejecución:

- CTE. DB-SE-C Seguridad estructural: Cimientos.

- NTE-CSZ. Cimentaciones superficiales: Zapatas.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO.

Volumen medido sobre las secciones teóricas de la excavación, según documentación gráfica de Proyecto

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA.

Del soporte: Se comprobará la existencia de la capa de hormigón de limpieza, que presentará un plano de apoyo horizontal y una superficie limpia.

Ambientales: Se suspenderán los trabajos de hormigonado cuando llueva con intensidad, nieve, exista viento excesivo, una temperatura ambiente superior a 40°C o se prevea que dentro de las 48 horas siguientes pueda descender la temperatura ambiente por debajo de los 0°C.

Del contratista: Dispondrá en obra de una serie de medios, en previsión de que se produzcan cambios bruscos de las condiciones ambientales durante el hormigonado o posterior periodo de fraguado, no pudiendo comenzarse el hormigonado de los diferentes elementos sin la autorización por escrito del Director de Ejecución de la obra.

PROCESO DE EJECUCIÓN.

Fases de ejecución: Replanteo y trazado de las zapatas y de los pilares u otros elementos estructurales que apoyen en las mismas. Colocación de separadores y fijación de las armaduras. Vertido y compactación del hormigón. Coronación y enrase de cimientos. Curado del hormigón.

Condiciones de terminación: El conjunto será monolítico y transmitirá correctamente las cargas al terreno. La superficie quedará sin imperfecciones.

Conservación y mantenimiento: Se protegerán y señalizarán las armaduras de espera.

COMPROBACIÓN EN OBRA DE LAS MEDICIONES EFECTUADAS EN PROYECTO Y ABONO DE ESTAS.

Se medirá el volumen teórico ejecutado según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados.

2.2.5 Vigas entre zapatas

MEDIDAS PARA ASEGURAR LA COMPATIBILIDAD ENTRE LOS DIFERENTES PRODUCTOS, ELEMENTOS Y SISTEMAS CONSTRUCTIVOS QUE COMPONEN LA UNIDAD DE OBRA:

Dependiendo de la agresividad del terreno o la presencia de agua con sustancias agresivas, se elegirá el cemento adecuado para la fabricación del hormigón, así como su dosificación y permeabilidad y el espesor de recubrimiento de las armaduras.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Formación de viga centradora de hormigón armado, realizada con hormigón HA- 25/B/20/IIa fabricado en central, y vertido desde camión, y acero UNE-EN 10080 B 400 S, con una cuantía aproximada de 50 kg/m³, sin incluir el encofrado en este precio.

Incluso p/p de elaboración de la ferralla (corte, doblado y conformado de elementos) en taller industrial y montaje en el lugar definitivo de su colocación en obra, separadores, y curado del hormigón.

NORMATIVA DE APLICACIÓN.

Elaboración, transporte y puesta en obra del hormigón:

- Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08).

Ejecución:

- CTE. DB-SE-C Seguridad estructural: Cimientos.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO.

Volumen medido sobre las secciones teóricas de la excavación, según documentación gráfica de Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA.

Del soporte: Se comprobará la existencia de la capa de hormigón de limpieza, que presentará un plano de apoyo horizontal y una superficie limpia.

Ambientales: Se suspenderán los trabajos de hormigonado cuando llueva con intensidad, nieve, exista viento excesivo, una temperatura ambiente superior a 40°C o se prevea que dentro de las 48 horas siguientes pueda descender la temperatura ambiente por debajo de los 0°C.

Del contratista: Dispondrá en obra de una serie de medios, en previsión de que se produzcan cambios bruscos de las condiciones ambientales durante el hormigonado o posterior periodo de fraguado, no pudiendo comenzarse el hormigonado de los diferentes elementos sin la autorización por escrito del Director de Ejecución de la obra.

PROCESO DE EJECUCIÓN.

Fases de ejecución: Colocación de la armadura con separadores homologados. Vertido y compactación del hormigón. Coronación y enrase. Curado del hormigón.

Condiciones de terminación: El conjunto será monolítico y transmitirá correctamente las cargas al terreno. La superficie quedará sin imperfecciones.

Conservación y mantenimiento: Se protegerán y señalizarán las armaduras de espera.

COMPROBACIÓN EN OBRA DE LAS MEDICIONES EFECTUADAS EN PROYECTO Y ABONO DE ESTAS.

Se medirá el volumen teórico ejecutado según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados.

2.2.6 Solera de hormigón

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Formación de solera de hormigón en masa de 30 cm de espesor, realizada con hormigón HM-25/B/20/IIa fabricado en central y vertido desde camión, sin tratamiento de su superficie; apoyada sobre capa base existente (no incluida en este precio). Incluso p/p de preparación de la superficie de apoyo del hormigón, extendido y vibrado del hormigón mediante regla vibrante, formación de juntas de construcción y colocación de un panel de poliestireno expandido de 3 cm de espesor, alrededor de cualquier elemento que interrumpa la solera, como pilares y muros, para la ejecución de juntas de dilatación; emboquillado o conexión de los elementos exteriores (cercos de arquetas, sumideros, botes sifónicos, etc.) de las redes de instalaciones ejecutadas bajo la solera; y curado del hormigón.

NORMATIVA DE APLICACIÓN.

Elaboración, transporte y puesta en obra del hormigón:

- Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08).

Ejecución:

- NTE-RSS. Revestimientos de suelos: Soleras.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO.

Superficie medida según documentación gráfica de Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA.

Del soporte: Se comprobará que la superficie base presenta una planeidad adecuada, cumple los valores resistentes tenidos en cuenta en la hipótesis de cálculo, y no tiene blandones, bultos ni materiales sensibles a las heladas. El nivel freático no originará sobreempujes.

Ambientales: Se suspenderán los trabajos de hormigonado cuando llueva con intensidad, nieve, exista viento excesivo, una temperatura ambiente superior a 40°C o se prevea que dentro de las 48 horas siguientes pueda descender la temperatura ambiente por debajo de los 0°C.

Del contratista: Dispondrá en obra de una serie de medios, en previsión de que se produzcan cambios bruscos de las condiciones ambientales durante el hormigonado o posterior periodo de fraguado, no pudiendo comenzarse el hormigonado de los diferentes elementos sin la autorización por escrito del Director de Ejecución de la obra.

PROCESO DE EJECUCIÓN.

Fases de ejecución: Preparación de la superficie de apoyo del hormigón, comprobando la densidad y las rasantes. Replanteo de las juntas de construcción y de dilatación. Tendido de niveles mediante toques, maestras de hormigón o reglas. Riego de la superficie base. Formación de juntas de construcción y de juntas perimetrales de dilatación. Vertido y compactación del hormigón. Curado del hormigón. Aserrado de juntas de retracción.

Condiciones de terminación: La superficie de la solera cumplirá las exigencias de planeidad y resistencia, y se dejará a la espera del solado.

Conservación y mantenimiento: Se protegerá el hormigón fresco frente a lluvias, heladas y

temperaturas elevadas. No se superarán las cargas previstas.

COMPROBACIÓN EN OBRA DE LAS MEDICIONES EFECTUADAS EN PROYECTO Y ABONO DE ESTAS.

Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, sin deducir la superficie ocupada por los pilares situados dentro de su perímetro.

2.2.7 Acero en correas metálicas

MEDIDAS PARA ASEGURAR LA COMPATIBILIDAD ENTRE LOS DIFERENTES PRODUCTOS, ELEMENTOS Y SISTEMAS CONSTRUCTIVOS QUE COMPONEN LA UNIDAD DE OBRA:

No se pondrá en contacto directo el acero con otros metales ni con yesos.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Suministro y montaje de acero galvanizado UNE-EN 10025 S355, en perfiles conformados en frío, piezas simple, para formación de correas sobre las que se apoyará la chapa o panel que actuará como cubierta (no incluida en este precio), y quedarán fijadas a las cerchas mediante tornillos normalizados. Incluso p/p de accesorios y elementos de anclaje.

NORMATIVA DE APLICACIÓN.

Ejecución:

- CTE. DB-SE-A Seguridad estructural: Acero.
- UNE-EN 1090-2. Ejecución de estructuras de acero y aluminio. Parte 2: Requisitos técnicos para la ejecución de estructuras de acero.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO.

Peso nominal medido según documentación gráfica de Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA.

Del contratista: Presentará para su aprobación, al Director de Ejecución de la obra, el programa de montaje de la estructura, basado en las indicaciones del Proyecto.

PROCESO DE EJECUCIÓN.

Fases de ejecución: Replanteo de las correas sobre las cerchas. Presentación de las correas sobre las cerchas. Aplomado y nivelación definitivos. Resolución de sus fijaciones a las cerchas.

Condiciones de terminación: Las cargas se transmitirán correctamente a la estructura.

Conservación y mantenimiento: Se evitará la actuación sobre el elemento de acciones mecánicas no previstas en el cálculo.

COMPROBACIÓN EN OBRA DE LAS MEDICIONES EFECTUADAS EN PROYECTO Y

ABONO DE ESTAS.

Se determinará, a partir del peso obtenido en báscula oficial de las unidades llegadas a obra, el peso de las unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

2.2.8 Acero en pilares

MEDIDAS PARA ASEGURAR LA COMPATIBILIDAD ENTRE LOS DIFERENTES PRODUCTOS, ELEMENTOS Y SISTEMAS CONSTRUCTIVOS QUE COMPONEN LA UNIDAD DE OBRA:

La zona de soldadura no se pintará. No se pondrá en contacto directo el acero con otros metales ni con yesos.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Suministro y montaje de acero laminado UNE-EN 10025 S355, en perfiles laminados en caliente, piezas simples para pilares, mediante uniones soldadas. Trabajado y montado en taller, con preparación de superficies en grado SA21/2 según UNE-EN ISO 8501-1 y aplicación posterior de dos manos de imprimación con un espesor mínimo de película seca de 30 micras por mano, excepto en la zona en que deban realizarse soldaduras en obra, en una distancia de 100 mm desde el borde de la soldadura. Incluso p/p de preparación de bordes, soldaduras, cortes, piezas especiales, placas de arranque y transición de pilar inferior a superior, mortero sin retracción para retacado de placas, despuntes y reparación en obra de cuantos desperfectos se originen por razones de transporte, manipulación o montaje, con el mismo grado de preparación de superficies e imprimación.

NORMATIVA DE APLICACIÓN.

Ejecución:

- CTE. DB-SE-A Seguridad estructural: Acero.
- UNE-EN 1090-2. Ejecución de estructuras de acero y aluminio. Parte 2: Requisitos técnicos para la ejecución de estructuras de acero.
- NTE-EAS. Estructuras de acero: Soportes.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO.

Peso nominal medido según documentación gráfica de Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA.

Ambientales: No se realizarán trabajos de soldadura cuando la temperatura sea inferior a 0°C.

Del contratista: Presentará para su aprobación, al Director de Ejecución de la obra, el programa de montaje de la estructura, basado en las indicaciones del Proyecto, así como la documentación que acredite que los soldadores que intervengan en su ejecución estén certificados por un organismo acreditado.

PROCESO DE EJECUCIÓN. Fases de ejecución: Limpieza y preparación del plano de apoyo. Replanteo y marcado de los ejes. Colocación y fijación provisional del pilar. Aplomado y nivelación.

Ejecución de las uniones. Reparación de defectos superficiales.

Condiciones de terminación: Las cargas se transmitirán correctamente a la estructura. El acabado superficial será el adecuado para el posterior tratamiento de protección.

COMPROBACIÓN EN OBRA DE LAS MEDICIONES EFECTUADAS EN PROYECTO Y ABONO DE ESTAS.

Se determinará, a partir del peso obtenido en báscula oficial de las unidades llegadas a obra, el peso de las unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

2.2.9 Acero en vigas

MEDIDAS PARA ASEGURAR LA COMPATIBILIDAD ENTRE LOS DIFERENTES PRODUCTOS, ELEMENTOS Y SISTEMAS CONSTRUCTIVOS QUE COMPONEN LA UNIDAD DE OBRA:

La zona de soldadura no se pintará. No se pondrá en contacto directo el acero con otros metales ni con yesos.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Suministro y montaje de acero laminado UNE-EN 10025 S355, en perfiles laminados en caliente, piezas simples para vigas y correas, mediante uniones soldadas. Trabajado y montado en taller, con preparación de superficies en grado SA21/2 según UNE-EN ISO 8501-1 y aplicación posterior de dos manos de imprimación con un espesor mínimo de película seca de 30 micras por mano, excepto en la zona en que deban realizarse soldaduras en obra, en una distancia de 100 mm desde el borde de la soldadura. Incluso p/p de preparación de bordes, soldaduras, cortes, piezas especiales, placas de arranque y transición de pilar inferior a superior, mortero sin retracción para retacado de placas, despuntes y reparación en obra de cuantos desperfectos se originen por razones de transporte, manipulación o montaje, con el mismo grado de preparación de superficies e imprimación.

NORMATIVA DE APLICACIÓN.

Ejecución:

- CTE. DB-SE-A Seguridad estructural: Acero.
- UNE-EN 1090-2. Ejecución de estructuras de acero y aluminio. Parte 2: Requisitos técnicos para la ejecución de estructuras de acero.
- NTE-EAV. Estructuras de acero: Vigas.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO.

Peso nominal medido según documentación gráfica de Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA.

Ambientales: No se realizarán trabajos de soldadura cuando la temperatura sea inferior a 0°C.

Del contratista: Presentará para su aprobación, al Director de Ejecución de la obra, el programa de montaje de la estructura, basado en las indicaciones del Proyecto, así como la documentación que acredite que los soldadores que intervengan en su ejecución estén certificados por un organismo acreditado.

PROCESO DE EJECUCIÓN.

Fases de ejecución: Limpieza y preparación del plano de apoyo. Replanteo y marcado de los ejes. Colocación y fijación provisional de la viga. Aplomado y nivelación. Ejecución de las uniones. Reparación de defectos superficiales.

Condiciones de terminación: Las cargas se transmitirán correctamente a la estructura. El acabado superficial será el adecuado para el posterior tratamiento de protección.

COMPROBACIÓN EN OBRA DE LAS MEDICIONES EFECTUADAS EN PROYECTO Y ABONO DE ESTAS.

Se determinará, a partir del peso obtenido en báscula oficial de las unidades llegadas a obra, el peso de las unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

2.2.10 Placas de anclaje con pernos soldados y preparación de bordes

MEDIDAS PARA ASEGURAR LA COMPATIBILIDAD ENTRE LOS DIFERENTES PRODUCTOS, ELEMENTOS Y SISTEMAS CONSTRUCTIVOS QUE COMPONEN LA UNIDAD DE OBRA:

La zona de soldadura no se pintará. No se pondrá en contacto directo el acero con otros metales ni con yesos.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Suministro y montaje de placa de anclaje de acero UNE-EN 10025 S355 en perfil plano. Trabajado y montado en taller. Incluso p/p de taladro central, preparación de bordes, biselado alrededor del taladro para mejorar la unión del perno a la cara superior de la placa, soldaduras, cortes, pletinas, piezas especiales, despuntes y reparación en obra de cuantos desperfectos se originen por razones de transporte, manipulación o montaje.

NORMATIVA DE APLICACIÓN.

Ejecución:

- CTE. DB-SE-A Seguridad estructural: Acero.
- UNE-EN 1090-2. Ejecución de estructuras de acero y aluminio. Parte 2: Requisitos técnicos para la ejecución de estructuras de acero.
- NTE-EAS. Estructuras de acero: Soportes.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO.

Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA.

Ambientales: No se realizarán trabajos de soldadura cuando la temperatura sea inferior a 0°C.

Del contratista: Presentará para su aprobación, al Director de Ejecución de la obra, el programa de montaje de la estructura, basado en las indicaciones del Proyecto, así como la documentación que acredite que los soldadores que intervengan en su ejecución estén certificados por un organismo acreditado.

PROCESO DE EJECUCIÓN.

Fases de ejecución: Limpieza y preparación del plano de apoyo. Replanteo y marcado de los ejes. Colocación y fijación provisional de la placa. Aplomado y nivelación.

Condiciones de terminación: La posición de la placa será correcta y estará ligada con la cimentación. El acabado superficial será el adecuado para el posterior tratamiento de protección.

COMPROBACIÓN EN OBRA DE LAS MEDICIONES EFECTUADAS EN PROYECTO Y ABONO DE ESTAS.

Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

2.2.11 Panel sándwich aislante de acero

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Suministro y montaje de paneles sándwich aislantes de acero, de 50mm de espesor y 900mm de ancho, formados por doble cara metálica de chapa estándar de acero, acabado prelacado, de espesor exterior 0,8 mm y espesor interior 0,5 mm y alma aislante de poliuretano de densidad media 50 Kg/m³, y accesorios, con sistema de fijación oculto.

NORMATIVA DE APLICACIÓN.

Ejecución:

- CTE. DB-HS Salubridad.
- CTE. DB-HE Ahorro de energía.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO.

Superficie medida según documentación gráfica de Proyecto, sin duplicar esquinas ni encuentros, deduciendo los huecos de superficie mayor de 3 m².

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA.

Del soporte: Se comprobará que la estructura portante presenta aplomado, planeidad y hori-

zontalidad adecuados.

Ambientales: Se suspenderán los trabajos cuando llueva, nieve o la velocidad del viento sea superior a 50 km/h.

PROCESO DE EJECUCIÓN.

Fases de ejecución: Replanteo de los paneles por faldón. Ejecución de juntas y perímetro. Fijación mecánica de los paneles.

Condiciones de terminación: Serán básicas las condiciones de estanqueidad y el mantenimiento de la integridad de la cobertura frente a la acción del viento.

Conservación y mantenimiento: Se evitará la actuación sobre el elemento de acciones mecánicas y no previstas en el cálculo.

COMPROBACIÓN EN OBRA DE LAS MEDICIONES EFECTUADAS EN PROYECTO Y ABONO DE ESTAS.

Se medirá, en verdadera magnitud, la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.

2.2.12 Cerramiento de fachada con paneles prefabricados

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.

Suministro y montaje horizontal de cerramiento de fachada formado por paneles prefabricados, lisos, de hormigón armado de 12 cm de espesor, 3.5 m de anchura y 10 m de longitud máxima, acabado liso de color blanco a una cara, con inclusión o delimitación de huecos, incluso p/p de piezas especiales y elementos metálicos para conexión entre paneles y entre paneles y elementos estructurales, sellado de juntas con silicona neutra sobre cordón de caucho adhesivo y retacado con mortero sin retracción en las horizontales, colocación en obra de los paneles con ayuda de grúa autopropulsada y apuntalamientos. Totalmente montados.

NORMATIVA DE APLICACIÓN.

Ejecución

- CTE. DB HE Ahorro de energía.
- NTE-FPP. Fachadas prefabricadas: Paneles.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO.

Superficie medida según documentación gráfica de Proyecto, sin duplicar esquinas ni encuentros, deduciendo los huecos de superficie mayor de 3 m².

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA.

Del soporte: Se comprobará que la superficie de apoyo de las placas está correctamente nivelada con la cimentación.

Ambientales: Se suspenderán los trabajos cuando llueva, nieve o la velocidad del viento sea superior a 50 km/h.

PROCESO DE EJECUCIÓN. Fases de ejecución: Replanteo de paneles. Colocación del cordón de caucho adhesivo. Posicionado del panel en su lugar de colocación. Aplomo y apuntalamiento del panel. Soldadura de los elementos metálicos de conexión. Sellado de juntas y retacado final con mortero de retracción.

Condiciones de terminación: El conjunto quedará aplomado, bien anclado a la estructura soporte y será estanco.

Conservación y mantenimiento: se protegerá durante las operaciones que pudieran ocasionarle manchas o daños mecánicos. Se evitará la actuación sobre el elemento de acciones mecánicas no previstas en el cálculo.

COMPROBACIÓN EN OBRA DE LAS MEDICIONES EFECTUADAS EN PROYECTO Y ABONO DE ESTAS.

Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, sin duplicar esquinas ni encuentros, deduciendo los huecos de superficie mayor de 3 m².

Anexo III: Presupuesto

Índice del presupuesto:

- Capítulo 1. Movimiento de tierras.
- Capítulo 2. Cimentaciones.
- Capítulo 3. Estructura.
- Capítulo 4. Cerramientos de fachada y cubierta.
- Capítulo 5. Puente grúa.
- Resumen del presupuesto.

Tabla 29: Capítulo 1 del presupuesto. Movimiento de tierras.

| Movimiento de tierras | | | | | |
|---------------------------------|---|----------|----------|---------------|--------------------|
| Denominación | Descripción | Unidades | Cantidad | Precio (€/Ud) | Total (€) |
| Desbroce y limpieza del terreno | Desbroce y limpieza del terreno, con medios mecánicos. Comprende los trabajos necesarios para retirar de las zonas previstas para la edificación o urbanización: pequeñas plantas, maleza, broza, maderas caídas, escombros, basuras o cualquier otro material existente, hasta una profundidad no menor que el espesor de la capa de tierra vegetal, considerando como mínima 25 cm; y carga a camión. El precio no incluye la tala de árboles ni el transporte de los materiales retirados. | m2 | 3900 | 0,99 | 3861 |
| Excavación de la cimentación | Excavación de zanjas y pozos para cimentaciones hasta una profundidad de 2 m, en suelo de arcilla semidura, con medios mecánicos, y carga a camión. El precio no incluye el transporte de los materiales excavados. | m3 | 178,2 | 23,08 | 4112,856 |
| Transporte de los materiales | Transporte de tierras con camión a vertedero específico, instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra o centro de valorización o eliminación de residuos, situado a una distancia no limitada. | m3 | 958,2 | 6,21 | 5950,422 |
| Total | | | | | 13.924,28 € |

Tabla 30: Capítulo 2 del presupuesto. Cimentaciones.

| Cimentaciones | | | | | |
|----------------------|---|----------|----------|---------------|---------------------|
| Denominación | Denominación | Unidades | Cantidad | Precio (€/Ud) | Total (€) |
| Hormigón de limpieza | Hormigón HL-150/B/20, fabricado en central y vertido desde camión, para formación de capa de hormigón de limpieza y nivelado de fondos de cimentación, en el fondo de la excavación previamente realizada. | m3 | 16,2 | 74,79 | 1211,60 |
| Hormigón HA-25 | Zapata de cimentación de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central y vertido con cubilote, y acero UNE-EN 10080 B 500 S. | m3 | 156 | 106,73 | 16649,88 |
| Acero | Viga de atado de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central y vertido con cubilote, y acero UNE-EN 10080 B 500 S. | m3 | 6 | 148,81 | 892,86 |
| Solera de hormigón | Solera de hormigón armado de 30 cm de espesor, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central, y vertido con bomba, extendido y vibrado manual, y malla electrosoldada ME 20x20 Ø5-5 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080 sobre separadores homologados. | m2 | 3900 | 38,67 | 150813 |
| Total | | | | | 169.567,34 € |

Tabla 31: Capítulo 3 del presupuesto. Estructura.

| Estructura | | | | | |
|--------------------------------------|---|----------|----------|---------------|---------------------|
| Denominación | Denominación | Unidades | Cantidad | Precio (€/Ud) | Total (€) |
| Cordón superior p ^o rtico | Acero S355 en p ^o rticos, con piezas compuestas formadas por perfiles laminados (200x200x6) en caliente con uniones soldadas. | kg | 38365,05 | 2,2 | 84403,12 |
| Cordón inferior p ^o rtico | Acero S355 en p ^o rticos, con piezas compuestas formadas por perfiles laminados (HE 200B) en caliente con uniones soldadas. | kg | 424,65 | 2,2 | 934,22 |
| Pilares p ^o rtico | Acero S355 en p ^o rticos, con piezas compuestas formadas por perfiles laminados (250x250x8) en caliente con uniones soldadas. | kg | 27936,46 | 2,2 | 61460,21 |
| Diagonales p ^o rtico | Acero S355 en p ^o rticos, con piezas compuestas formadas por perfiles laminados (180x180x5) en caliente con uniones soldadas. | kg | 27916,75 | 2,2 | 61416,84 |
| Correas | Acero S355 en correas, con piezas compuestas formadas por perfiles laminados (100x180x6) en caliente con uniones soldadas. | kg | 19759,39 | 2,2 | 43470,66 |
| Uniones p ^o rticos | Acero S355 en uniones entre p ^o rticos, con piezas compuestas formadas por perfiles laminados (150x150x3) en caliente con uniones soldadas. | kg | 39375,60 | 2,2 | 86626,32 |
| Uniones p ^o rticos | Acero S355 en uniones entre p ^o rticos, con piezas compuestas formadas por perfiles laminados (200x200x6) en caliente con uniones soldadas. | kg | 31572,07 | 2,2 | 69458,56 |
| Uniones p ^o rticos | Acero S355 en uniones entre p ^o rticos, con piezas compuestas formadas por perfiles laminados (100x100x3) en caliente con uniones soldadas. | kg | 15786,04 | 2,2 | 34729,28 |
| Arriostramiento cubierta | Acero S355 en arriostramiento de cubierta, con piezas compuestas formadas por perfiles laminados (100x100x3) en caliente con uniones soldadas. | kg | 5982,08 | 2,2 | 13160,57 |
| Arriostramiento fachada | Acero S355 en arriostramiento de fachada, con piezas compuestas formadas por perfiles laminados (100x100x3) en caliente con uniones soldadas. | kg | 2658,70 | 2,2 | 5849,14 |
| Anclajes | Placa de anclaje de acero S355 en perfil plano, con rigidizadores, de 600x300 mm y espesor 20 mm, con 12 pernos soldados, de acero corrugado UNE-EN 10080 B 500 S de 16 mm de diámetro y 65 cm de longitud total. | Ud. | 26 | 273,45 | 7109,70 |
| Total | | | | | 468.618,62 € |

Tabla 32: Capítulo 4 del presupuesto. Cerramientos de fachada y cubierta.

| Cerramientos de fachada y cubierta | | | | | |
|------------------------------------|--|----------|----------|---------------|---------------------|
| Denominación | Denominación | Unidades | Cantidad | Precio (€/Ud) | Total (€) |
| Panles de hormigón | Cerramiento de fachada formado por paneles prefabricados, lisos, de hormigón armado de 12 cm de espesor, 3,5 m de anchura y 10 m de longitud máxima, acabado liso de color blanco a una cara, montaje horizontal. | m2 | 2940,00 | 70,36 | 206858,40 |
| Muro cortina | Muro cortina de aluminio realizado mediante el sistema vidrio estructural (VEE) con rotura de puente térmico, de "TECHNAL", compuesta por una retícula con una separación entre montantes de 150 cm y una distancia entre ejes del forjado o puntos de anclaje de 250 cm; cerramiento compuesto de un 40 % de superficie opaca (antepechos, cantos de forjado y falsos techos) y un 60 % de superficie transparente fija con doble acristalamiento templado de control solar, color azul, 6/6/6. | m2 | 780 | 261,32 | 203829,6 |
| Panel sándwich | Cerramiento de fachada formado por panel sándwich aislante para fachadas, de 50 mm de espesor y 900 mm de ancho, formado por dos paramentos, el exterior de chapa de aluminio de 0,8 mm de espesor y el interior de chapa de acero de 0,5 mm de espesor y alma aislante de poliuretano de densidad media 50 kg/m ³ , con sistema de fijación oculto. | m2 | 840 | 68,9 | 57876 |
| Paneles metálicos | Cubierta inclinada de paneles de acero con aislamiento incorporado, modelo 2 Grecas "ACH", de 100 mm de espesor y 1000 mm de ancho, con una pendiente mayor del 10 %. | m2 | 3908,66 | 61,84 | 241711,35 |
| Puertas de garaje | Puerta corredera suspendida para garaje, 400x250 cm, formada por chapa de acero galvanizada y plegada, panel liso acanalado, acabado galvanizado sendzimir, apertura automática. | Ud. | 56 | 3.479,58 | 194856,48 |
| Total | | | | | 905.131,83 € |

Tabla 33: Capítulo 5 del presupuesto. Puente grúa.

| Puente grúa | | | | | |
|--------------------|-----------------------------|----------|----------|---------------|--------------------|
| Denominación | Denominación | Unidades | Cantidad | Precio (€/Ud) | Total (€) |
| Puente grúa | Puente Grúa Interior Birail | Ud. | 1 | 73388,53 | 73388,53 |
| Total | | | | | 73.388,53 € |

Tabla 34: Resumen del presupuesto.

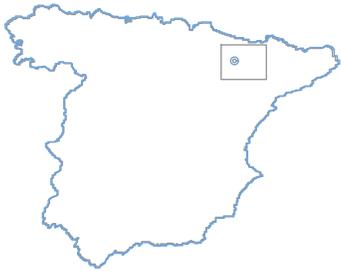
| RESUMEN POR CAPÍTULOS | TOTAL (€) |
|--|-----------------------|
| Movimiento de tierras | 13924,278 |
| Cimentaciones | 169567,34 |
| Estructura | 468618,62 |
| Cerramientos de fachada y cubierta | 905131,83 |
| Puente grúa | 73388,53 |
| Presupuesto general de ejecución | 1.630.630,60 € |
| Gastos generales (13 %) | 211981,9776 |
| Beneficio industrial (3 %) | 48918,91792 |
| Presupuesto de ejecución por contrata | 1.891.531,49 € |
| IVA (21 %) | 397221,6135 |
| Presupuesto total | 2.288.753,11 € |

El presupuesto de ejecución por contrata asciende a la expresada cantidad de DOS MILLO-
NES CIENTO CINCUENTA Y OCHO MIL SEISCIENTOS CINCUENTA EUROS CON
OCHENTA CENTIMOS.

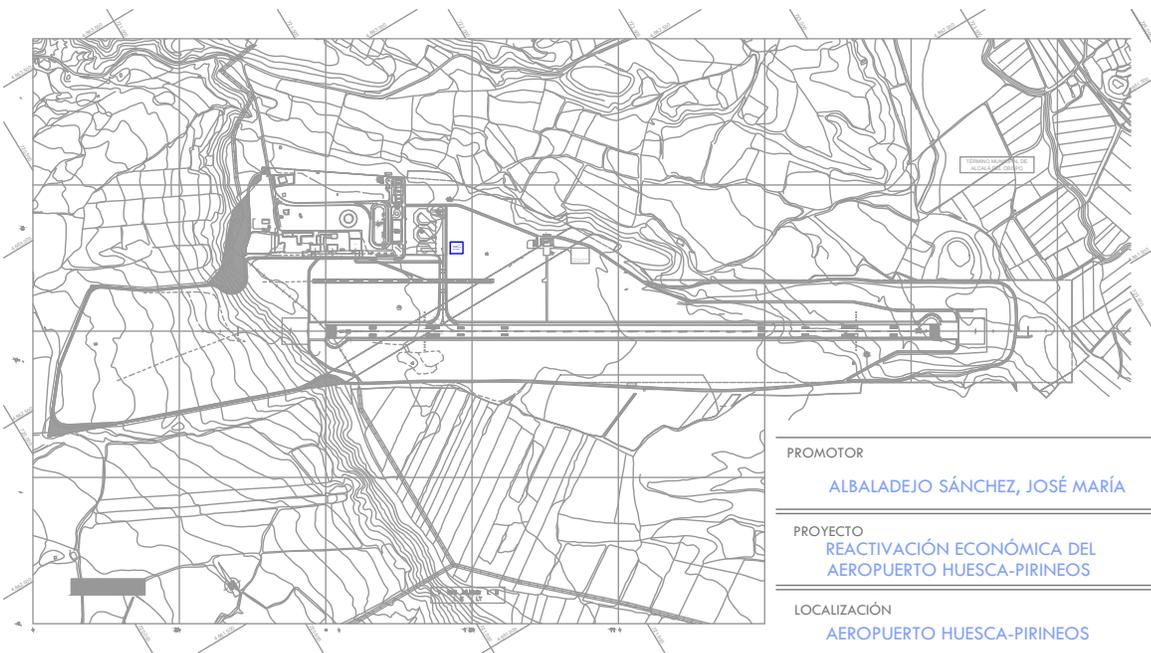
Anexo IV: Planos

Índice de planos:

1. Plano de situación.
2. Plano de emplazamiento.
3. Plano de estructura 3D.
4. Plano de cimentaciones.
5. Plano de pórtico tipo.
6. Plano de estructura y arrastramientos de cubierta y laterales.
7. Plano de transporte y construcción.
8. Plano de vigas carrilera.



| | | |
|--------------|---|----------------------|
| PROMOTOR | ALBALADEJO SÁNCHEZ, JOSÉ MARÍA | |
| PROYECTO | REACTIVACIÓN ECONÓMICA DEL AEROPUERTO HUESCA-PIRINEOS | |
| LOCALIZACIÓN | AEROPUERTO HUESCA-PIRINEOS | |
| DESCRIPCIÓN | PLANO DE SITUACIÓN | Nº PLANO 1 |
| FORMATO | DIN A4 | |
| FECHA | SEPT21 | |
| ESCALA | | |



PROMOTOR

ALBALADEJO SÁNCHEZ, JOSÉ MARÍA

PROYECTO

REACTIVACIÓN ECONÓMICA DEL
AEROPUERTO HUESCA-PIRINEOS

LOCALIZACIÓN

AEROPUERTO HUESCA-PIRINEOS

DESCRIPCIÓN

PLANO EMPLAZAMIENTO

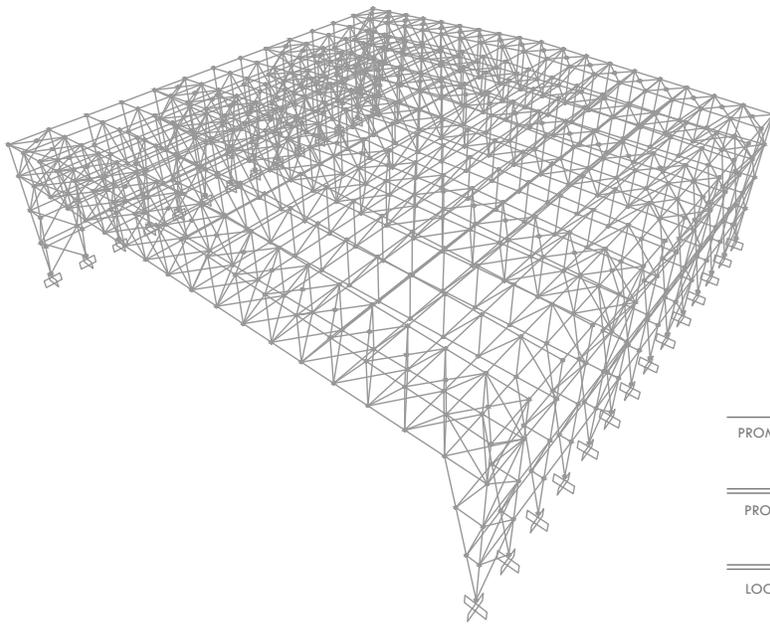
Nº PLANO

2

FORMATO DIN A4

FECHA SEPT21

ESCALA 1:5000



PROMOTOR

ALBALADEJO SÁNCHEZ, JOSÉ MARÍA

PROYECTO

REACTIVACIÓN ECONÓMICA DEL
AEROPUERTO HUESCA-PIRINEOS

LOCALIZACIÓN

AEROPUERTO HUESCA-PIRINEOS

DESCRIPCIÓN

ESTRUCTURA 3D

Nº PLANO

3

FORMATO

DIN A4

FECHA

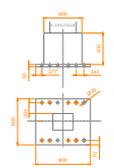
SEPT21

ESCALA

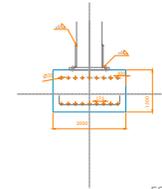
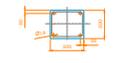
1:500



A: CIMENTACIÓN Y ANCLAJE



B: VIGAS DE ATADO

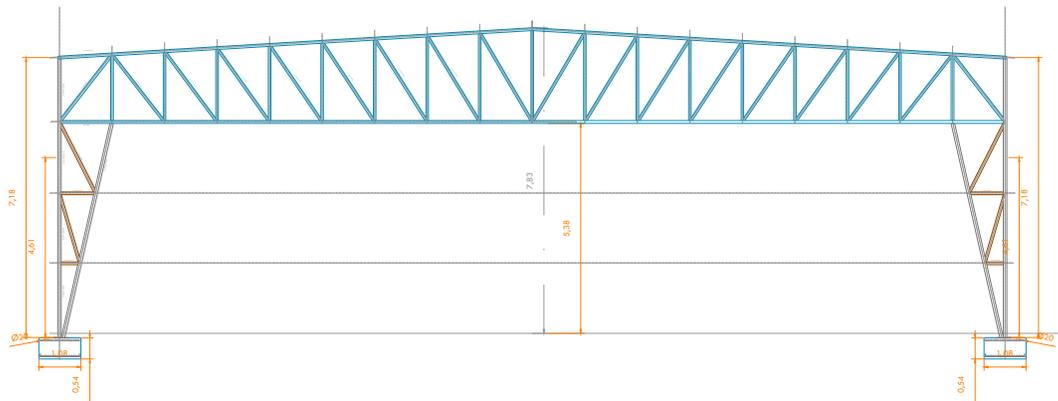


ESCALA 1:25

HECHA EN PROYECTO

| | |
|---|----------|
| PROMOTOR | |
| ALBALADEJO SÁNCHEZ, JOSÉ MARÍA | |
| PROYECTO | |
| REACTIVACIÓN ECONÓMICA DEL AEROPUERTO HUESCA-PIRINEOS | |
| LOCALIZACIÓN | |
| AEROPUERTO HUESCA-PIRINEOS | |
| DESCRIPCIÓN | Nº PLANO |
| CIMENTACIONES | 4 |
| FORMATO | DIN A4 |
| FECHA | SEPT21 |
| ESCALA | 1:200 |

PÓRTICO TIPO



PROMOTOR

ALBALADEJO SÁNCHEZ, JOSÉ MARÍA

PROYECTO

REACTIVACIÓN ECONÓMICA DEL
AEROPUERTO HUESCA-PIRINEOS

LOCALIZACIÓN

AEROPUERTO HUESCA-PIRINEOS

DESCRIPCIÓN

PÓRTICO TIPO

Nº PLANO

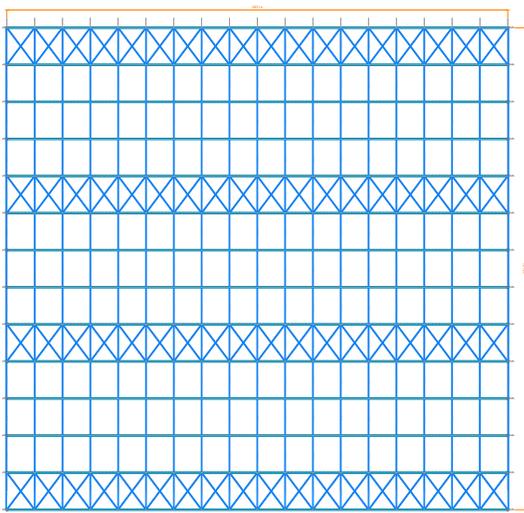
5

FORMATO DIN A4

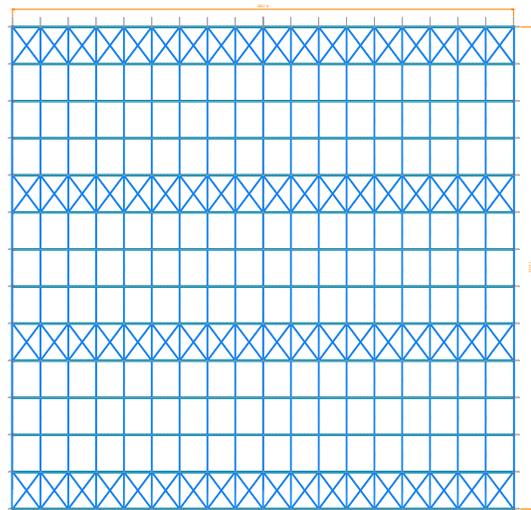
FECHA SEPT21

ESCALA 1:200

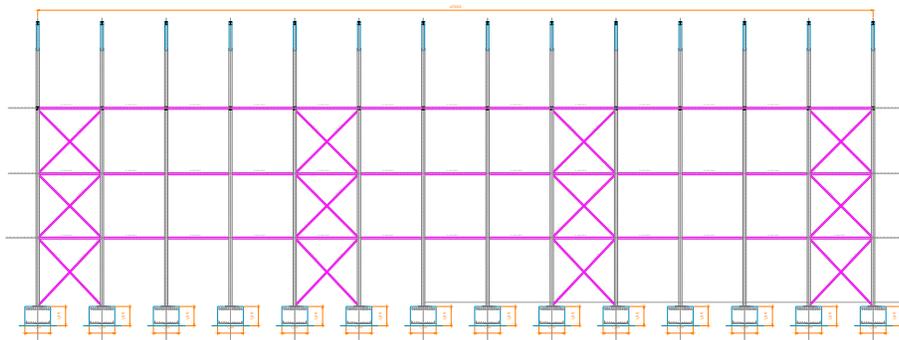
PLANTA 15 METROS



CUBIERTA



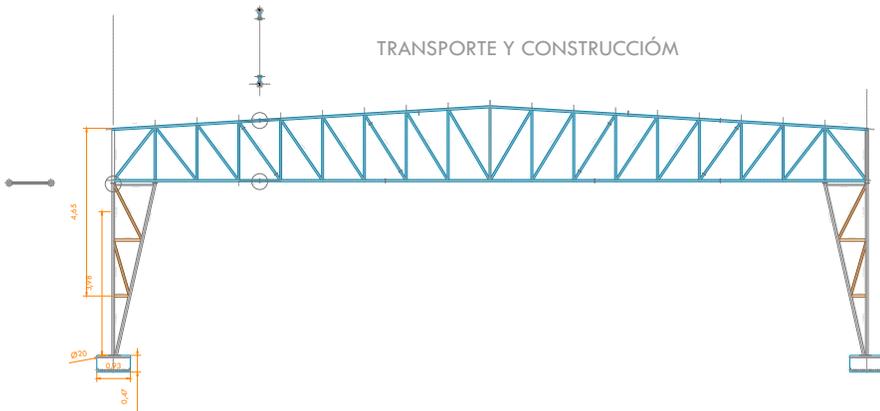
LATERAL



| | |
|--------------|---|
| PROMOTOR | ALBALADEJO SÁNCHEZ, JOSÉ MARÍA |
| PROYECTO | REACTIVACIÓN ECONÓMICA DEL AEROPUERTO HUESCA-PIRINEOS |
| LOCALIZACIÓN | AEROPUERTO HUESCA-PIRINEOS |
| DESCRIPCIÓN | ESTRUCTURA Y ARRIOSTRAMIENTOS CUBIERTA Y LATERALES |
| FORMATO | DN A4 |
| FECHA | SEP21 |
| ESCALA | 1:200 |

Nº PLANO
6

TRANSPORTE Y CONSTRUCCIÓN



PROMOTOR

ALBALADEJO SÁNCHEZ, JOSÉ MARÍA

PROYECTO

REACTIVACIÓN ECONÓMICA DEL
AEROPUERTO HUESCA-PIRINEOS

LOCALIZACIÓN

AEROPUERTO HUESCA-PIRINEOS

DESCRIPCIÓN

PLANO DE TRANSPORTE Y CONSTRUCCIÓN

Nº PLANO

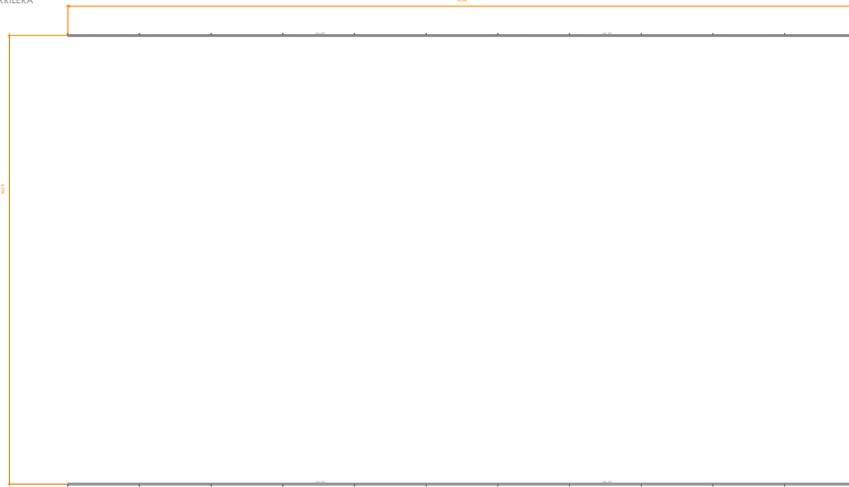
7

FORMATO DIN A4

FECHA SEPT21

ESCALA 1:200

VIGA CARRILERA



| | |
|--------------|---|
| PROMOTOR | ALBALADEJO SÁNCHEZ, JOSÉ MARÍA |
| PROYECTO | REACTIVACIÓN ECONÓMICA DEL AEROPUERTO HUESCA-PIRINEOS |
| LOCALIZACIÓN | AEROPUERTO HUESCA-PIRINEOS |
| DESCRIPCIÓN | VIGA CARRILERA |
| FORMATO | DIN A4 |
| FECHA | SEPT21 |
| ESCALA | 1:200 |

Nº PLANO
8