

# UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

## ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGRONÓMICA Y DEL MEDIO NATURAL

### GRADO EN INGENIERÍA FORESTAL Y DEL MEDIO NATURAL



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior  
de Ingeniería Agronómica  
y del Medio Natural

Trabajo de fin de grado. Construcción en madera de observatorios ornitológicos  
en la Marjal de Almenara (Castellón)

Autor: Juan Ramón Morillas Ramos

Tutor: Miguel Redón Santafé

Curso: 2020-2021

Valencia, julio de 2021

## TÍTULO

Construcción en madera de observatorios ornitológicos en la Marjal de Almenara (Castellón)

## RESUMEN

El propósito de este trabajo es el diseño, verificación e implementación práctica del proyecto de construcción de observatorios para aves en una zona de alto valor paisajístico y ornitológico como la Marjal de Almenara, término municipal de Almenara (Castellón).

En la localidad de Almenara se encuentra la marjal de Almenara, que es un espacio natural declarado como reserva de fauna y, por consiguiente, zona especial de conservación (ZEC) desde 2010, por la resolución de la “Orden 18/2010, de 26 de Agosto, de la Conselleria de Medio Ambiente, Agua, Urbanismos y Vivienda” de la Comunidad Valenciana. Por esta motivación, la construcción objeto presente proyecto ofrece integración de la ciudadanía al medio, para poder observar las diferentes especies, tanto vegetales como animales, que habitan el marjal y componen su reserva.

Actualmente, en la zona seleccionada, se encuentran construidos dos observatorios, los cuales presentan un decaimiento en su uso, debido principalmente a la falta de mantenimiento propio y de la gestión del entorno.

A razón de lo anterior, en este proyecto se propone rehabilitar las construcciones actuales con medidas correctoras de acuerdo con el CTE SE-M, y la mejora de dichos espacios para, finalmente, lograr obtener una mayor eficiencia de uso, por un lado, social con la acogida de un mayor número de personas y cultural-medioambiental, ya que se facilita la correcta observación de las aves.

La zona de estudio dispone de otro espacio, oportuno para la construcción de un tercer observatorio, por lo que además de la rehabilitación de las dos construcciones actuales se diseñará uno nuevo para dicho espacio. Todas las estructuras, de este nuevo observatorio, están formadas por madera maciza, de coníferas de clase resistente C24 y el diseño estructural y conjunto de cálculos están basados en el CTE SE-M y en el CTE SE-AE.

Se ha exigido el uso de madera como material estructural, por la ubicación del proyecto, ya que, como material renovable, supone un bajo impacto ambiental y al mismo tiempo, contiene una baja producción de CO<sup>2</sup> comparando con otros materiales estructurales más comunes.

En el documento se abordan los aspectos formales y contenidos mínimos exigidos por la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica y del Medio Rural, estableciendo en primer lugar una memoria, donde se incluyen los anejos que contendrán los cálculos pertinentes para la creación de la estructura en madera. En el dimensionamiento de la estructura y de cada una de las piezas se verificará que cumplen las condiciones de resistencia y de pandeo realizando los pertinentes cálculos con ayuda del programa SAP2000.

A su vez, se elaboran los informes ecológicos correspondientes a la reserva de fauna y el resto de los documentos del conjunto del proyecto como planos, pliego de condiciones y presupuesto.

## PALABRAS CLAVE

Madera, marjal, construcción, estructura y observatorio ornitológico

## ABSTRACT

The purpose of this work is the design, verification and practical implementation of the project for the construction of bird observatories in an area of high landscape and ornithological value such as the marsh of Almenara, municipality of Almenara (Castellón).

In the municipal district of Almenara is the Almenara marsh, which is a natural space declared as a fauna reserve, and therefore, a special conservation area (assigned as "ZEC") since 2010, by the resolution of "Order 18/2010, of 26 of August, of the Department of Environment, Water, Urbanism and Housing" of the Valencian Community. For this reason, the construction object of this project offers integration of citizens to the environment, to be able to observe the different species, both plant and animal, that inhabit the marsh and make up its reserve.

Currently, in the selected area, two observatories are built, which show a decline in their use, mainly due to the lack of proper maintenance and management of the environment.

Due to the above, in this project it is proposed to rehabilitate the current buildings with corrective measures according to the CTE SE-M, and the improvement of said spaces to, finally, achieve greater efficiency of use, on the one social side with the reception of a greater number of people and cultural-environmental, since the correct observation of the birds is facilitated.

The study area has another space, suitable for the construction of a third observatory, so that in addition to the rehabilitation of the two current buildings, a new one will be designed for said space. All the structures of this new observatory are made of solid wood, of resistant class C24 conifers, and the structural design and set of calculations are based on the CTE SE-M and the CTE SE-AE.

The use of wood as a structural material has been required, due to the location of the project, since, as a renewable material, it has a low environmental impact and at the same time, it contains a low production of CO<sub>2</sub> compared to other more common structural materials.

This document includes the formal aspects and the minimum content required by the Superior Technical School of Agronomic Engineering and Natural Areas. Firstly, it is included a report, which addressed the annexes that will contain the pertinent calculations for the creation of the wooden structure. In the dimensioning of the structure and of each of the pieces, it will be verified that they meet the resistance and buckling conditions by carrying out the pertinent calculations with the help of the SAP2000 program.

In turn, the necessary ecological reports corresponding to the fauna reserve and the rest of the documents of the project are prepared, such as plans, specifications and budget.

## KEYWORDS

Wood, marsh, building, structure, and ornithological observatory

## ÍNDICE

DOCUMENTO N°1: MEMORIA

DOCUMENTO N°1: ANEJOS A LA MEMORIA

DOCUMENTO N°2: PLANOS

DOCUMENTO N°3: PLIEGO DE CONDICIONES

DUCUMENTO N°4: PRESUPUESTO

# DOCUMENTO N°1: MEMORIA

Construcción en madera de observatorios ornitológicos en  
la Marjal de Almenara (Castellón)

Autor: Juan Ramón Morillas Ramos

Valencia, julio de 2021

## ÍNDICE

1.ANTECEDENTES .....	1
2.OBJETIVO DEL PROYECTO .....	2
3.MARCO LEGAL.....	3
4.NORMATIVA.....	4
5.DESCRIPCIÓN DEL MEDIO FÍSICO .....	4
5.1 LOCALIZACIÓN.....	4
5.2 CLIMA.....	4
5.3 GEOLOGÍA.....	6
6. ESTRUCTURA DE MADERA .....	7
6.1 DESCRIPCIÓN DE LAS ESTRUCTURAS .....	7
6.2 CÁLCULOS.....	7
7. CIMENTACIÓN .....	8
8. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD .....	8
9.PRESUPUESTO .....	9

## ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1. Diagrama interanual del sumatorio de todos los contingentes nidificantes de aves acuáticas. ....	2
Imagen 2. Características de la parcela. ....	3
Imagen 3. Características climáticas de la Marjal de Almenara. ....	5
Imagen 4. Información y Situación de las calicatas. ....	6
Imagen 5. Tabla de propiedades físicas para madera C24.....	7

## 1. ANTECEDENTES

La Marjal de Almenara es un espacio natural, que ocupa una superficie de 1.488,72 hectáreas, a unos 40Km de Valencia, en los municipios de Almenara, Chilches, La Llosa y Moncófár, en la provincia de Castellón y en Benavites, Quartell y Sagunto en la provincia de Valencia. Originariamente ocupaba una zona más extensa en la que además de los municipios anteriormente reseñados también se incluían Burriana y Nules (Castellón) y Faura y Canet d'en Berenguer (Valencia). Este espacio es considerado como el segundo humedal, en cuanto a dimensiones e interés naturalístico, de la provincia de Castellón.

Los límites naturales del mismo son: al Norte el río Belcaire, al Sur el río Palancia, al Oeste la Sierra de Espadán y al Este el mar Mediterráneo. Las lagunas de Almenara están situadas próximas a la costa, dentro de la marjal. El acuífero de la Sierra de Espadán aporta agua a este paraje de la marjal, que es un sistema palustre litoral de alto valor ecológico. Se trata de surgencias como las que encontramos en Torreblanca (Plana Alta), situada en zonas de turberas. En el caso de Almenara la marjal se ha drenado y rellenado para su utilización como campos de cultivo. La Marjal sufre en ocasiones déficits hídricos por la explotación de los acuíferos asociados. El principal aporte de aguas subterráneas proviene de los acuíferos mesozoicos del Salt del Cavall al Norte y de Algar-Quart al Sur y del acuífero plio-cuaternario sobre el que se asienta la marjal.

En cuanto a la fauna, el espacio se ofrece de medio para que habiten especies reconocidas de interés comunitario como el Fartet (*Aphanius iberius*), Samaruc (*Valencia hispanica*), Galápago europeo (*Emys orbicularis*), Galápago leproso (*Mauremys leprosa*) y Malva de agua (*Kosteletzkyia pentacarpos*). Todas ellas dan mayor biodiversidad al espacio, a la vez que ofrecen una mayor protección legal.

Para el caso de la variedad de especies avícolas presentes, es lo que más interés da a la construcción, se observa el Anexo I de la Directiva 2009/147/CE. En este documento se realiza el estudio de las poblaciones y se aprecia la presencia de: Aguilucho lagunero occidental (*Circus aeruginosus*), Alcaraván común (*Birhinus oedicnemus*), Avetorrillo común (*Ixobrychus minutus*), Avoceta común (*Recurvirostra avosetta*), Calamón común (*Porphyrio porphyrio*), Canastera común (*Glareaola pratincola*), Carricerín real (*Acrocephalus melanopogon*), Cerceta pardilla (*Marmaronetta angustirostris*), Charrán común (*Sterna hirundo*), Charrán patinegro (*Thalasseus sandvicensis*), Charrancito común (*Sterna albifrons*), Chorlito patinegro (*Charadrius alexandrinus*), Chorlito dorado europeo (*Pluvialis apricaria*), Cigüeñuela común (*Himantopus himantopus*), Combatiente (*Philomachus pugnax*), Focha maruna (*Fulica cristata*), Fumarel cariblanco (*Chlidonias hybrida*), Garceta común (*Egretta garzetta*), Garceta grande (*Casmerodius albus*), Garcilla cangrejera (*Ardeola ralloides*), Garza imperial (*Ardea purpurea*), Gaviota cabecinegra (*Larus melanocephalus*), Gaviota de Audouin (*Larus audouinii*), Martinete común (*Nycticorax nycticorax*) y Morito común (*Plegadis falcinellus*).

Finalmente, el estudio de la información del Anexo I de la Directiva, se obtiene el siguiente gráfico.



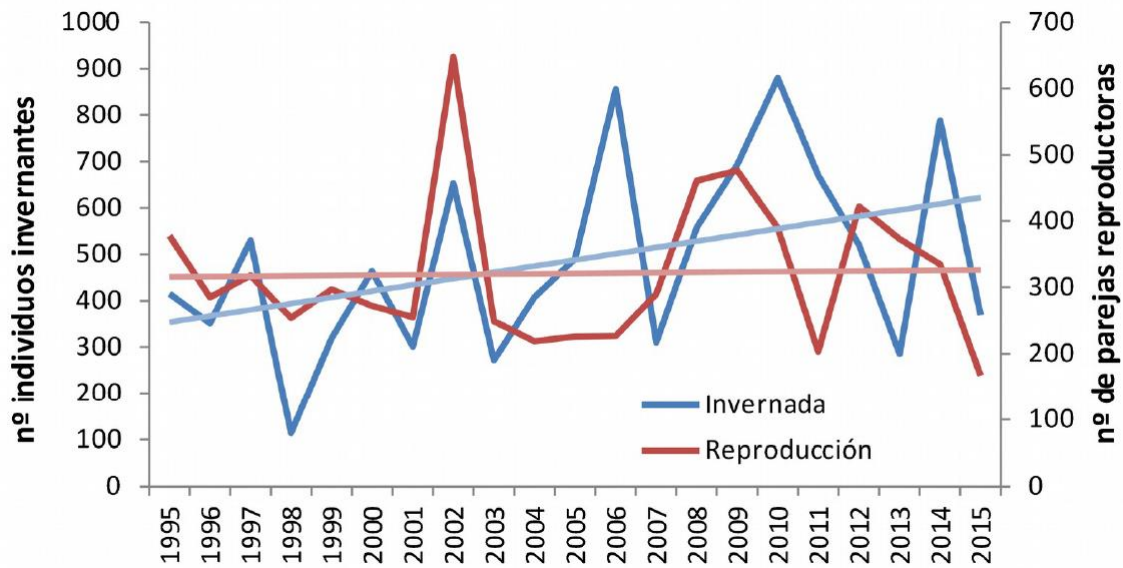


Imagen 1. Diagrama interanual del sumatorio de todos los contingentes nidificantes de aves acuáticas.

En el que se puede apreciar una tendencia a la estabilidad el conjunto de poblaciones nidificantes (reproducción) y en el caso de los individuos invernantes, un progresivo incremento durante el periodo observado.

Dada la situación actual, con un estado de poco mantenimiento, y la gran cantidad de los elementos naturales encontrados en el área, se hace necesaria la mejora de las infraestructuras de la zona, dando una mejor capacidad de acogida para los visitantes.

## 2.OBJETIVO DEL PROYECTO

El lugar de emplazamiento del proyecto está ubicado a lo largo del camino que recorre la Marjal (Plano Nº3 – Emplazamiento). Este espacio crea un refugio natural para un gran número de especies avícolas que lo habitan.

También se tiene referencia de encuestas (realizadas por la de visitantes del área Por ese motivo, se quiere dotar de infraestructuras que ayuden al disfrute de la zona, sin ser intrusivo para el medio. De tal manera que, el objetivo de este trabajo es la evaluación y construcción de observatorios de madera en el área ubicada en la marjal de Almenara.

El proyecto pretende dar a conocer la zona sur de la marjal, en Sagunto, ya que es uno de los espacios menos transitados de la marjal, y otorgar un área social para el disfrute y contemplación de las especies ornitológicas que habitan la zona.

Los observatorios están diseñados como anclajes de módulos, los cuales se pueden acoplar según las demandas del lugar.

Las superficie del módulo es de (2.1x2.2) 4.65 m2, por lo que, las superficies de los observatorios son: 14 m2, 9.6 m2 y 4.65 m2, respectivamente. Los diseños de las estructuras son de un tejado a un agua.

Las capacidades de los observatorios son diversas, 9 personas para el construido actualmente, 6 y 3 para los futuros diseños, según las dimensiones.

La elección de la madera como material principal está motivada por su bajo impacto ambiental, dada su baja producción de CO2 respecto a otros materiales como son el acero o el hormigón, y por tratarse de un material completamente renovable. También presenta unas condiciones buenas como aislante acústico, lo que hace junto a lo anterior, que sea un material eficiente que contribuya a la correcta y discreta observación de las aves.

### 3.MARCO LEGAL

Los observatorios se van a construir en suelo rústico. La información de la parcela se puede observar en la figura 1.

DATOS DESCRIPTIVOS DEL INMUEBLE	
Referencia catastral	46222A024000030000JZ  
Localización	Polígono 24 Parcela 3 L'OM NEGRE. SAGUNTO / SAGUNT (VALENCIA)
Clase	Rústico
Uso principal	Agrario

PARCELA CATASTRAL	
	Localización Polígono 24 Parcela 3 L'OM NEGRE. SAGUNTO / SAGUNT (VALENCIA)
	Superficie gráfica 97.243 m <sup>2</sup>

Imagen 2. Características de la parcela.

La propiedad del solar es privada, de un colectivo de propietarios particulares. A pesar de ello, la custodia de la parcela está siendo realizada por el grupo ecológico AGRÓ.

Para la legalización de la actividad, se deberá redactar el correspondiente proyecto de actividad y solicitar las correspondientes licencias y permisos, cuya documentación no es objeto de este proyecto.

## 4.NORMATIVA

Todo el conjunto de actividades y fines del centro, así como su dimensionado y diseño está regulado por la siguiente normativa (C.T.E).

Código Técnico de la Edificación, con sus respectivos documentos básicos:

- DB- Seguridad estructural.
- DB- Seguridad en caso de incendio.
- DB- Seguridad estructural cimientos.
- DB- Seguridad estructural madera.
- DB- Seguridad estructural acciones en la edificación.
- DB- HS - Salubridad.

En cuanto a los criterios de protección ecológica, recogidos para las especies de la Directiva 2009/147/CE, Directiva 92/43/CE, Real Decreto 139/2011, Decreto 70/2009 y Decreto 32/2004, son los que debe de cumplir el observatorio. El diseño será integrado al espacio para afectar lo menor posible a la fragmentación de hábitats y los impactos directos sobre la fauna, con especial mención a las aves.

## 5.DESCRIPCIÓN DEL MEDIO FÍSICO

### 5.1 LOCALIZACIÓN

El proyecto se sitúa en la zona sur de la Marjal de Almenara (Castellón), en la localidad de Sagunto (Valencia). Se encuentra a 40 Km de distancia tanto de Valencia como de Castellón, pasando por la V-21 o transitando la A-7 y la N-340, respectivamente.

También se puede obtener la localización del proyecto con el Documento Nº2: Planos, ya que en éste se halla la localización, generada de manera gráfica, a diferentes escalas.

### 5.2 CLIMA

El clima de Almenara es mediterráneo. Los veranos son calurosos y secos y en invierno las temperaturas son suaves. La temperatura media anual en Almenara es de 20°C y la precipitación media es baja, ya que se presentan las lluvias de forma torrencial (imagen de la derecha).

La Rosa de los Vientos para la Marjal de Almenara muestra gráficamente el número de horas a lo largo del año, que el viento sopla en cada dirección (Imagen izquierda). Los vientos fuertes y regulares se producen de Diciembre a Abril y vientos tranquilos de Junio a Octubre.

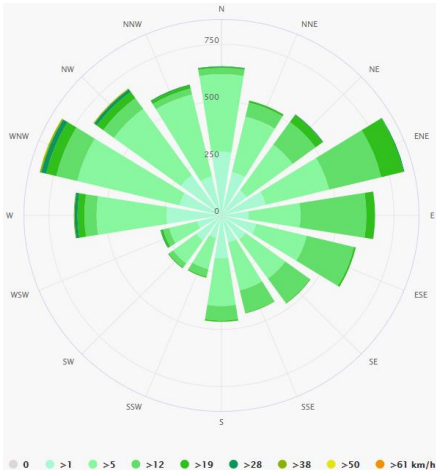
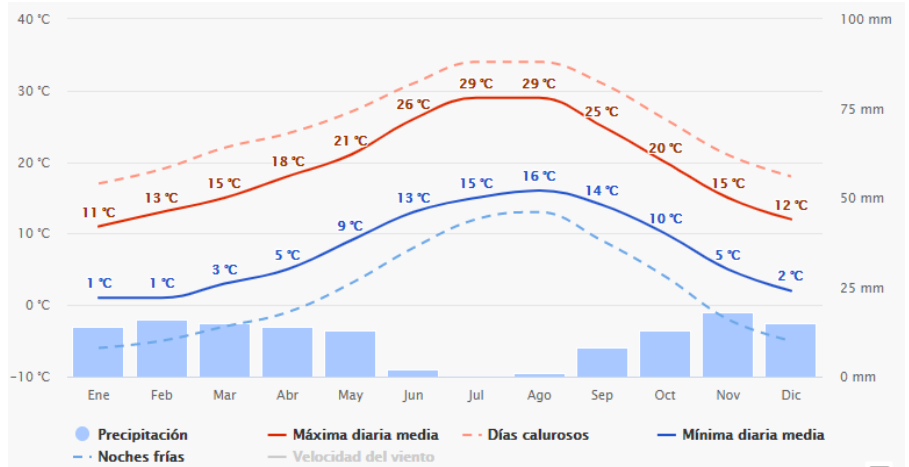


Diagrama eólico.



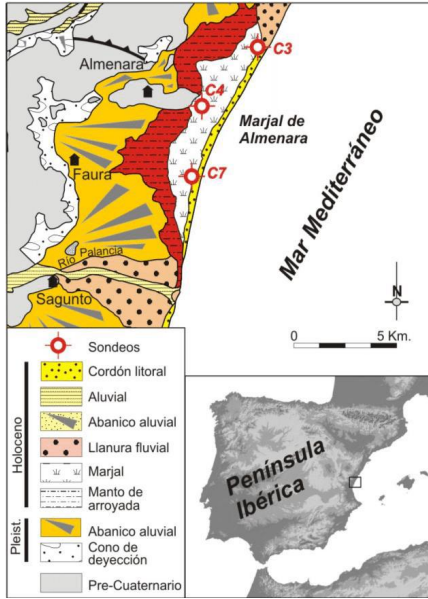
Climograma.

Imagen 3. Características climáticas de la Marjal de Almenara.

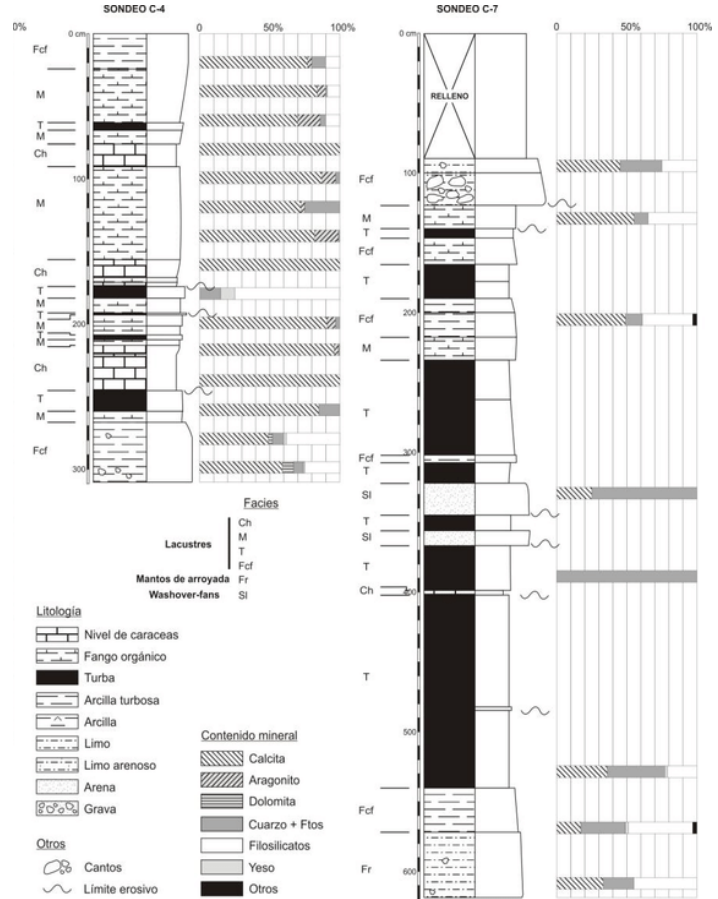
El mes más cálido es Agosto, ya que la temperatura máxima y mínima media es la más elevada con 29°C y 16°C, respectivamente. El mes más frío es Enero con temperaturas medias no superiores a 15°C. En cuanto a las precipitaciones, el mes más seco es Julio y el mes más húmedo es noviembre, como muestra el diagrama de arriba.

### 5.3 GEOLOGÍA

Con respecto al suelo, más específicamente en la zona donde se ubica el proyecto, está conformado por turba, gravas, arcillas, fango orgánico y una capa superior que suele estar en permanente contacto con el agua, como muestra la imagen de la calicata “C-7”.



Situación Calicatas



Calicata C-7 (Marjal SUR)

Imagen 4. Información y Situación de las calicatas.

## 6. ESTRUCTURA DE MADERA

### 6.1 DESCRIPCIÓN DE LAS ESTRUCTURAS

Todas ellas son construcciones, de una planta de diferentes superficies, con cubierta a un agua dispuesta a un ángulo de 13° respecto a la horizontal, y alcanzan una altura máxima de 3 metros. Las estructuras están construidas con el mismo diseño, basado en el observatorio (1) que ya está construido, haciendo un diseño modular. Dando lugar a estructuras compuestas por 2, 3 y 4 pórticos, respectivamente según las dimensiones de cada observador. De tal manera que, el observatorio 1 es el de mayor dimensión, formado por 3 módulos de 2,2m×2.4m.

El observatorio 2 alberga una superficie de 5,3 m<sup>2</sup>, formada por dos módulos. Finalmente, el observatorio 3 será el de menor tamaño, formado únicamente por 1 módulo.

Se ha usado un único tipo de madera en la construcción, madera C24 cuyas características en N/mm<sup>2</sup> son:

Flexión	$f_{m,k}$	24	Módulo de elasticidad paralelo medio	$E_{0,med}$	11000
Tracción paralela	$f_{t,0,k}$	14	Módulo de elasticidad paralelo 5º percentil	$E_{0,k}$	7400
Tracción perpendicular	$f_{t,90,k}$	0.5	Módulo de elasticidad perpendicular medio	$E_{90,med}$	370
Comprensión paralela	$f_{c,0,k}$	21	Módulo de cortante medio	G	690
Comprensión perpendicular	$f_{c,90,k}$	2.5	Densidad característica(kg/m <sup>3</sup> )	$\rho_k$	350
Cortante	$f_{v,k}$	2.5	Densidad media(kg/m <sup>3</sup> )	$\rho_{med}$	420

Imagen 5. Tabla de propiedades físicas para madera C24.

### 6.2 CÁLCULOS

Los cálculos pertinentes realizados para la elaboración del proyecto se basan en una modelización 2D del pórtico más desfavorable, realizando un análisis estático lineal.

Todo ello con la ayuda del programa SAP2000 v.19 Wilson de Structural Analysis Programs Inc. Berkley (California).

En el “Anejo I: dimensionado y comprobación de la estructura de madera” se describe en detalle todo lo relativo a la estructura.

## 7. CIMENTACIÓN

Las cimentaciones de las estructuras 1 y 3, ya están construidas, por lo que se ha respetado el diseño de ambas. Por lo que, en este punto, sólo se realizará la cimentación del segundo observatorio, ya que es la única que falta por construir. Se realiza el conjunto de cálculos necesarios para la elaboración de la cimentación adoptada. La cimentación de la estructura es de tipo superficial, compuesta por una losa hormigón (HA-25/P/30/III a) y armadura de acero (B-400-S), diseñada con anclajes para cada uno de los pilares de la estructura de madera, que reparte las cargas de la estructura en un plano de apoyo horizontal, siendo este el suelo.

El dimensionamiento se calcula realizando las comprobaciones a:

- Comprobación al deslizamiento.
- Comprobación al vuelco.
- Transmisión de tensiones al terreno.
- Comprobaciones de sección de hormigón.

El conjunto de comprobaciones se realiza para la combinación de acciones más desfavorable de la estructura de madera.

Ver "Anejo II: Cimentación" donde se detallan todos los cálculos.

## 8. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

En el anejo IV de este proyecto se seguirán las disposiciones dictadas en el Real Decreto 1627/97 de 24 de octubre por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

Anejo al presente proyecto, se ha redactado el Estudio Básico de Seguridad y Salud correspondiente para el desarrollo de las obras.

## 9.PRESUPUESTO

El coste total de la realización del proyecto “Construcción en madera de observatorios ornitológicos en la Marjal de Almenara (Castellón)” se ha obtenido con la ayuda del programa “Presto iTWO”, y la suma pondera un presupuesto de ejecución por contrata de OCHENTA Y DOS MIL NOVENTA Y SEIS EUROS con TREINTA Y CINCO CÉNTIMOS, donde se incorpora las dos construcciones nuevas y el acondicionamiento del camino, también se contabiliza el control de calidad, seguridad y salud, junto con un 15% de beneficio industrial y un 6% de gastos generales.

En el documento “nº4: Presupuesto” se observa su descomposición.

*Valencia, 6 de Julio de 2021*

*Juan Ramón Morillas Ramos*