



## DOCUMENTO Nº1. MEMORIA Y ANEJOS

### **ANEJO Nº8. PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO**

*Diseño y valoración económica de arrecife artificial en la playa Norte de  
Peñíscola (Castellón)*

*Grado de Ingeniería Civil, curso 2018/2019*

*Bárbara Herrero Rodríguez*





## ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN.....	1
2.	CONSTRUCCIÓN DE LAS ESTRUCTURAS.....	1
2.1	SELECCIÓN DE LUGAR DE PREFABRICACIÓN DE LOS MÓDULOS .....	1
2.2	CONSTRUCCIÓN .....	1
3.	TRANSPORTE TERRESTRE Y MARÍTIMO .....	2
3.1	TRANSPORTE TERRESTRE .....	2
3.2	TRANSPORTE MARÍTIMO .....	2
4.	INSTALACIÓN Y FONDEO.....	2
5.	BIBLIOGRAFÍA.....	3



## 1. INTRODUCCIÓN

A lo largo de este anejo se pretende desarrollar el proceso constructivo que se va a seguir en la ejecución de las obras proyectadas en la playa Norte de Peñíscola. Este procedimiento se divide en tres fases que son:

- ❖ Fabricación de los módulos
- ❖ Transporte terrestre y marítimo
- ❖ Instalación y fondeo

## 2. CONSTRUCCIÓN DE LAS ESTRUCTURAS

Para la construcción de las estructuras existen dos alternativas: la construcción prefabricada o la ejecución directa en el puerto. En este caso la zona de las actuaciones se encuentra delimitada por dos puertos cercanos, el puerto de Peñíscola y el puerto de Benicarló.

Si se opta por la construcción de las estructuras directamente en una zona portuaria, será conveniente estudiar algunos aspectos como:

- La superficie total disponible en la zona será lo suficientemente amplia para permitir todos los procesos de elaboración y montaje de las estructuras.
- La distribución del área portuaria en zonas de acopio de materiales, construcción de elementos, ensamblaje y montaje, elementos totalmente terminados, etc.
- Hay que tener en cuenta que los elementos, después de fabricados, deberán permanecer acopiados, al menos, 28 días.
- La situación del puerto respecto de los puntos de fondeo se estudiará para minimizar los tiempos de transporte marítimo.

El puerto de Peñíscola, situado al sur de la zona de fondeo de las obras, es un puerto pesquero relativamente pequeño y sin posibilidad de acopio de materiales y que a pesar de la cercanía respecto a los puntos de fondeo resulta inviable la fabricación de los módulos arrecifales en el mismo.

Así pues el puerto de Benicarló, a pesar de ser un puerto deportivo-pesquero, y ser un poco más grande que el de Peñíscola, tampoco puede abarcar las necesidades que implica la construcción de los módulos en el mismo. Con lo cual se opta por la prefabricación de los módulos en una empresa lo más cercana posible y su posterior traslado a puerto de embarque.

### 2.1 SELECCIÓN DE LUGAR DE PREFABRICACIÓN DE LOS MÓDULOS

Como ya se ha comentado los módulos arrecifales se realizarán por prefabricación y se encargará a una empresa de prefabricados.

Se realiza una búsqueda de empresas que puedan realizar los 3 módulos diferentes de prefabricados con el hormigón indicado en el anejo 7 “Cálculos justificativos” y que cumplan los siguientes requisitos:

- Experiencia en el sector de la prefabricación por encargo, de manera que se dé una solución óptima y una adecuada construcción para que los módulos cumplan con los requisitos especificados.
- La empresa debe localizarse en la provincia de Castellón, puesto que el transporte de los módulos hasta la ciudad de Peñíscola es un coste importante del proyecto a tener en cuenta.

Entonces, tras un análisis de las diferentes empresas existentes, se ha decidido escoger entre las siguientes:

- ❖ PREFABRICADOS DE HORMIGÓN HERMO S.L: Se trata de una empresa con amplia experiencia en el sector de prefabricados, tanto a nivel residencial, como industrial o de productos. Se encuentra en la localidad de Vinaroz.
- ❖ PREFABRICADOS BELCAIRE S.L: Empresa con una experiencia de más de treinta y cinco años en el prefabricado de hormigón, y que ofrece una extensa gama de productos de calidad. Se encuentra en la localidad de Burriana.

Se decide encargar la prefabricación de los módulos de hormigón a la empresa de Prefabricados de hormigón HERMO S.L, por su cercanía a la zona de actuación de las obras y por la experiencia en el sector.

### 2.2 CONSTRUCCIÓN

En la planta de prefabricados se realizarán los encofrados de los distintos módulos, se efectuará la construcción de los elementos de hormigón, cuya dosificación ha quedado especificada en el anejo 7 “Cálculos justificativos” y, posteriormente, se realizarán las necesarias pruebas de control de calidad de los módulos. Se construirán todos y se almacenarán en la central hasta que estén en posibilidad de ser transportados todos ellos al puerto de embarque.

### 3. TRANSPORTE TERRESTRE Y MARÍTIMO

#### 3.1 TRANSPORTE TERRESTRE

Una vez construidos todos los módulos prefabricados, se trasladarán por carretera hasta el puerto de Benicarló, mediante camiones góndola (con remolque abierto). El traslado durará 15 minutos por carretera (10.4 km) lo que ahorrará mucho en tiempo y costes.

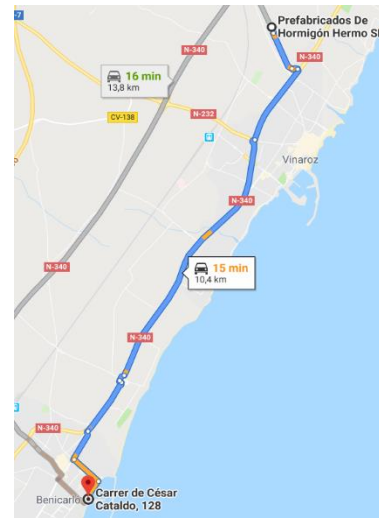


Figura 1 y 2. Camión góndola (semi-remolque). Distancia entre empresa de prefabricación y puerto de Benicarló

Siendo las características técnicas de los camiones góndola son las siguientes:

- Carga útil con permiso genérico de transporte de hasta 20 TM
- Rampas traseras, elevación y descenso hidráulica
- Tornos, ganchos y anillas de amarre de carga
- 4 ejes
- Longitud de rampas de carga: 4000 mm
- Longitud de la góndola extensible: 18.800mm

Una vez llegados los módulos a puerto son transportados mediante carretilla elevadora hasta el borde del muelle para facilitar el posterior traslado marítimo.

#### 3.2 TRANSPORTE MARÍTIMO

La elección del puerto de Benicarló como puerto de embarque de los módulos se debe a dos características fundamentales, que son la cercanía a la planta de prefabricados y también a la zona de fondeo de los módulos lo que reducirá plazos y costes.

Teniendo en cuenta la profundidad existente en la zona de fondeo se empleará buques cargueros de pequeño calado para que sea posible su acceso.

Así pues el transporte marítimo se efectuará mediante un gánguil autopropulsado con grúa y que contará con un puntal de construcción de 3 metros, además contará con bodegas de carga corridas que permitirán una mejor disposición de los módulos arrecifales, así como la barrida en planta y elevación-descenso desde la grúa.

### 4. INSTALACIÓN Y FONDEO

Antes de realizar el fondeo es necesario un replanteo con el fin de precisar el emplazamiento exacto de los módulos en el fondo. Dicho fondeo debe ser lo más preciso posible por lo que se usarán sistemas de navegación y posicionamiento global mediante satélites (GPS) y se ubicarán en las siguientes coordenadas:

- Replanteo 1. PA1: 40°22'10.48"N; Longitud 0°24'27.11"E (Bloque arrecifal PA1 sur)
- Replanteo 2. PA1: 40°22'13.79"N; Longitud 0°24'30.25"E (Bloque arrecifal PA1 norte)
- Replanteo 3. PA6: 40°23'10.50"N; Longitud 0°24'47.12"E (Bloque arrecifal PA6 norte)
- Replanteo 4. PA6: 40°23'11.46"N; Longitud 0°24'46.13"E (Bloque arrecifal PA6 sur)

Y se colocará primeramente el bloque PA1 sur, seguido del bloque PA1 norte y después el bloque norte del último polígono seguido del bloque sur del mismo (PA6), para que el resto de polígonos sigan la línea recta formada entre el primero (PA1) y el segundo (PA2) y sea más fácil colocarlos en la dirección correcta.

Para realizar comprobaciones del correcto posicionamiento es conveniente el empleo de dos equipos de posicionamiento: uno, en el buque de carga y otro, en una embarcación auxiliar de apoyo.

El fondeo se realiza generalmente por dos sistemas diferentes:

- Caída libre desde la superficie.
- Descenso con cable y guiado por buceadores

En este caso para la instalación de estas obras se ha escogido el descenso con cable y guiado por buceadores, que aunque incrementa el tiempo de instalación asegura un correcto posicionamiento de los módulos lo cual es fundamental.

Se deberá tener precaución con el oleaje y las corrientes, los trabajos de fondeo e instalación quedarán suspendidos cuando la altura de ola sobrepase el límite  $H_s > 1\text{m}$ , evitando así posibles golpes de los módulos con la pontona, el balanceo de los módulos e imposibilidad de guiado en el descenso. Además, las corrientes de fondo pueden desplazar los módulos, perdiendo el posicionamiento correcto, aun cuando en la superficie la pontona se encuentre en la posición correcta. Cuando estén fondeados todos los módulos, se comprobará la correcta instalación de las distintas zonas arrecifales mediante un Sónar de barrido lateral (SBL), cumplimentando así la función del sistema de navegación por satélite (GPS).

Además, para la facilitación del seguimiento de las obras, cada una de las estructuras debe ser numerada y el punto donde se fondea identificado. De esta forma el posterior seguimiento mostrará con claridad la evolución del módulo y si ha sido desplazado o no, de su ubicación original, admitiendo como margen de error hasta 10 metros de desplazamiento.

## 5. BIBLIOGRAFÍA

- ❖ GAYO ROMERO, J. L. (1998). ARRECIFES ARTIFICIALES: ESTRUCTURAS LLENAS DE VIDA. ESPAÑA
- ❖ PREFABRICADOS DE HORMIGÓN HERMO S.L
- ❖ MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE. (2011). GUÍA METODOLÓGICA DE INSTALACIÓN DE ARRECIFES ARTIFICIALES