



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingenieros  
de Caminos, Canales y Puertos

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA**

**E.T.S.I de Caminos Canales y Puertos**

**PROYECTO DE REORDENACIÓN Y MEJORA DEL PUERTO DE DENIA  
Atraque de megayates en la zona central**



**Titulación: Grado en Ingeniería de  
Obras Públicas**

AUTOR: BENHAMMANE, YOUSSEF  
TUTOR: MEDINA FOLGADO, JOSEP RAMÓN  
Valencia, junio de 2014

## Documento n° 1 MEMORIA

### Anejos

0. Actuaciones propuestas
1. Antecedentes y estado actual
2. Geología y Geotecnia
3. Reportaje fotográfico
4. Batimetría y Topografía
5. Climatología
6. Planeamiento urbanístico y estudio de tráfico
7. Estudio de soluciones en los pantalanes
8. Replanteo de las obras
9. Dimensionamiento y cálculo de los pantalanes
10. Instalaciones de Suministro
11. Programa de trabajos
12. Justificación de precios

## Documento n° 2 PLANOS

1. Situación y emplazamiento
2. Situación zona central
3. Alternativa 1
4. Replanteo
5. Planta pantalán
6. Sección tipo pantalán
7. Servicios
8. Bolardos y defensas

DOCUMENTO n° 3 PLIEGO DE PRESCRIPCIONES  
TÉCNICAS

DOCUMENTO n° 4 PRESUPUESTO

CUADRO DE PRECIOS n° 1

CUADRO DE PRECIOS n° 2

MEDICIONES Y PRESUPUESTO

RESUMEN DEL PRESUPUESTO

DOCUMENTO n° 5 SEGURIDAD Y SALUD

# DOCUMENTO N° 1 : MEMORIA



## **ÍNDICE**

### **1. ANTECEDENTES**

#### *1.1 LOCALIZACIÓN*

#### *1.2 HISTORIA DEL PUERTO DE DENIA*

##### *1.2.1 Introducción*

##### *1.2.2 El puerto natural*

##### *1.2.3 Proyectos de modernización*

##### *1.2.4 Proyecto de construcción*

### **2. OBJETO DEL PRESENTE PROYECTO**

### **3. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS**

### **4. NECESIDAD DEL PROYECTO**

### **5. PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS:**

### **6. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS**

### **7. BASES DE DISEÑO**

### **8. Comprobaciones**

#### *8.1 Seguridad frente al deslizamiento*

#### *8.2 Seguridad frente al vuelco*

#### *8.3 Seguridad frente al hundimiento*

### **9. MEDICIONES**

### **10. PRECIOS**

### **11. PRESUPUESTOS**

### **12. PLAZO DE EJECUCIÓN**

### **13. OBRA COMPLETA**

### **14. DOCUMENTOS DEL PROYECTO**

### **15. BIBLIOGRAFÍA**

## **ANEJOS**

- 0. ACTUACIONES PROPUESTAS**
- 1. ANTECEDENTES Y ESTADO ACTUAL**
- 2. GEOLOGÍA Y GEOTECNIA**
- 3. REPORTAJE FOTOGRÁFICO**
- 4. BATIMETRÍA Y TOPOGRAFÍA**
- 5. CLIMATOLOGÍA**
- 6. PLANEAMIENTO URBANÍSTICO Y ESTUDIO DE TRÁFICO**
- 7. ESTUDIO DE SOLUCIONES EN LOS PANTALANES**
- 8. REPLANTEO DE LAS OBRAS**
- 9. DIMENSIONAMIENTO Y CÁLCULO DE LOS PANTALANES**
- 10. INSTALACIONES DE SUMINISTRO**
- 11. PROGRAMA DE TRABAJOS**
- 12. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS**

## 1. ANTECEDENTES

### 1.1 LOCALIZACIÓN

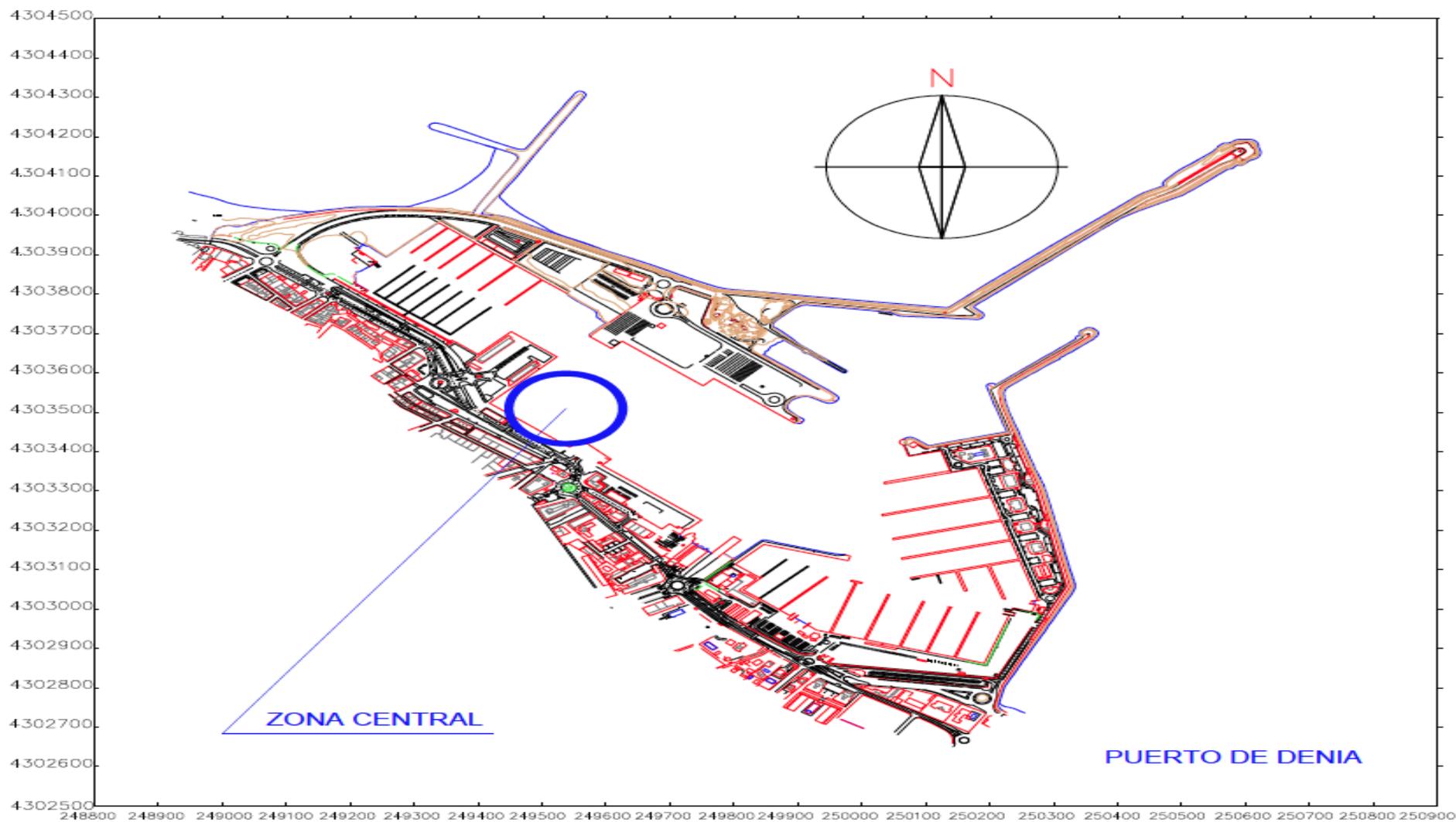
El puerto de Denia, ubicado en el término municipal de Denia (provincia de Alicante) está gestionado por la Generalitat Valenciana a través de la Dirección General de Puertos y Costas de la CONSELLERIA D'INFRAESTRUCTURES DELS TRANSPORTS, Su localización exacta es longitud (Greenwich) 0°07'E; latitud 38°51'N.



*Figura 1. Mapa de localización geográfica general*



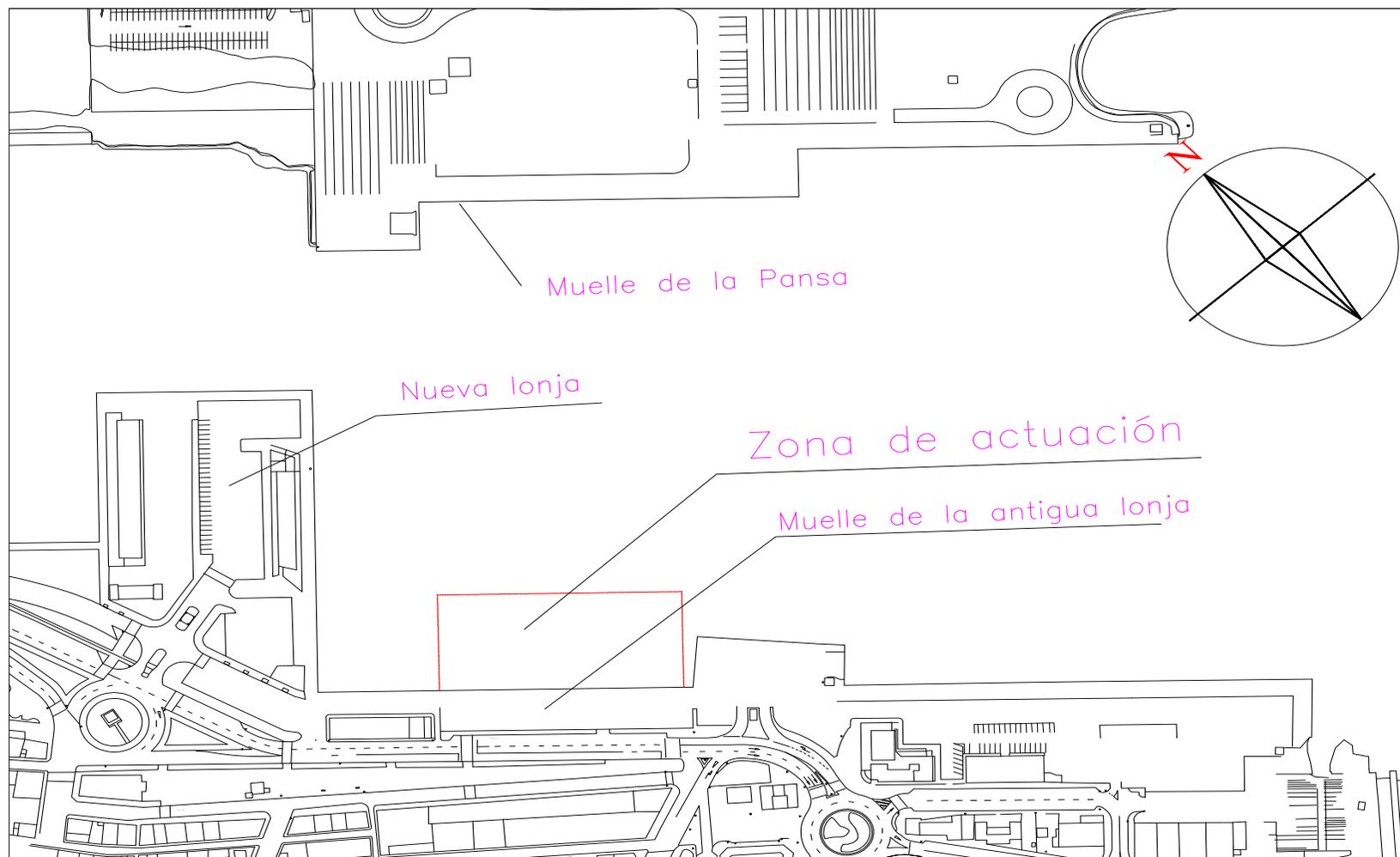
Figura 2. Plano de la Comunidad Valenciana



Escala 1/5000

Figura 3: Puerto de Denia

# Memoria



Escala 1/500

Figura 4 . Zona Megayates, Puerto Denia

## 1.2 HISTORIA DEL PUERTO DE DENIA

### 1.2.1 INTRODUCCIÓN

Denia ha contado desde tiempo inmemorial con un puerto natural, que ha sido su razón de ser. Durante casi cien años, la mejora del puerto se centró únicamente en la limpieza del fondo y más adelante, en el balizamiento de la bocana. Sin embargo a finales del siglo pasado, para Denia, tener puerto era tener un área abrigada por escolleras de defensa. Paradójicamente, cuando concluyó la construcción de las escolleras, el tráfico portuario había evolucionado de tal manera que se requirieron de nuevos planteamientos: mayor conexión terrestre, estructuras de muelles, almacenes, plataformas, etc., más difíciles de obtener que el propio abrigo, lo cual unido a la disminución de la exportación de la pasa, que había sido el auténtico motor de la modernización, dejó la operatividad relativa del puerto casi en las mismas condiciones iniciales.

### 1.2.2 EL PUERTO NATURAL.

El Puerto de Denia, tal y como lo vemos hoy, responde a las obras de mejora de su fondeadero natural iniciadas en 1987, que dejaron un nuevo concepto de puerto muy diferente del que hasta entonces había existido. La presencia de unos fondos quebrados que conformaban el puerto natural fue el máximo condicionante de su actual diseño, por encima de los modelos que ya imperaban a mediados del siglo XIX, lo cual indujo unas formas poco usuales que le dan singularidad.

Denia está situada en el extremo Sur de la unidad fisiográfica que configura el golfo de Valencia, en un punto extremadamente sensible a las variaciones de los movimientos de fangos y arenas a lo largo del litoral, derivados fundamentalmente de los aportes del río Ebro.

El rosario de recientes albuferas que conforman la línea de costa al Norte de Denia, da una idea de las grandes alteraciones que ha podido sufrir su perfil en épocas históricas. Las transgresiones y regresiones marinas en el entorno del castillo están contrastadas en los últimos 30 siglos, y se interrelacionan principalmente con los cambios climáticos que han alterado la erosionabilidad de las cuencas vertientes y con las roturas del delta del Ebro por terremotos, que han producido los cambios más bruscos.

El puerto natural de Denia está formado por dos bajos, separados de tierra, que abrigan una extensa área donde se han situado distintos fondeaderos. Los bajos o placeres, denominados La Planicia ó La Placeta al Norte y San Nicolás al Sur, están separados por el canal de entrada, enfilado al máximo temporal, con un ancho de unos 80 metros y más de 6 metros de calado.

El canal está flanqueado en su parte exterior por otros dos bajos denominados El Caballo y La Androna. En la parte interior existía otro bajo, denominado Mango del Guitarró, que obligaba a una alineación de entrada quebrada. El conjunto de esta singular composición provocaba unas corrientes de autolimpieza, según la dirección del viento, que mantenían abiertos los canales paralelos a la costa, a ambos lados del canal.

El nada evidente puerto natural, completado por un conjunto de pozos próximos

que servían de aguada, debió tener para sus primeros usuarios un importante valor estratégico, ya que era muy difícil su acceso con embarcaciones de porte, sin previo conocimiento de los fondos.

Geomorfológicamente es bastante curiosa la existencia de un canal de paredes verticales, y es todavía más sorprendente que este canal se mantuviera limpio entre dos placeros de materiales sueltos. Los fondos que configuraban el Puerto de Denia indujeron a pensar en antiguas construcciones submarinas, que posiblemente no han existido nunca, pero cuya duda da una idea de la singularidad geológica que supone este surco submarino, tan providencialmente situado junto al promontorio del castillo, al final del cual hay unos insospechados fondeaderos.

Todas estas circunstancias, unidas a la tranquilidad de las aguas, dieron origen históricamente al establecimiento en Denia de una base marítima. La razón de ser de dichas calmas habría que buscarla en la orientación de la costa, que deja el espacio frente a la ciudad con un remanso entre dos corrientes, además de contar con la protección orográfica del Montgó ante los vientos del S y O.

Con la construcción de los espigones de defensa, se rompe el funcionamiento de autolimpieza del puerto natural por las corrientes de vaciado en los dos sentidos paralelos a la costa, y con el dragado general de 1992 desaparece el quiebro natural del canal conformado con el bajo rocoso de “El Guitarró”.

### 1.2.3 PROYECTOS DE MODERNIZACIÓN.

El proceso de creación de un puerto moderno en Denia se va configurando a lo largo de 150 años, en los que el comercio marítimo crecer sin cesar y las distintas administraciones tratan de proyectar y encajar en sus planes esta necesidad cada vez más evidente.

La modernización del puerto de Denia no nace de un interés local o comercial concreto, sino que se engloba dentro de un plan para hacer navegables y útiles para el comercio las costas españolas, en especial las mediterráneas, que disponían de muy pocos abrigos naturales con capacidad para los nuevos navíos y fragatas que empezaban a llegar desde América.

En el siglo XIX se realizaron las siguientes actuaciones portuarias, que fueron desarrolladas a lo largo de toda la centuria, intensificándose en el último tercio de siglo. Abarcan los principales conocimientos técnicos de la época y se agrupan en los siguientes apartados:

- Las obras de limpia.
- El proyecto de Elcoro: el objetivo pretendido era la creación de un puerto de refugio.
- El balizamiento de la bocana: aparte del aterramiento del puerto y la falta de calados, el otro gran problema del puerto natural es el balizamiento de la bocana.
- El proyecto de dragado de Jáudenes.
- El proyecto de mejora de Jáudenes.
- : En este caso el proyectista reconoce que no puede asegurar el comportamiento del abrigo en los temporales del noreste, que entran directamente por el canal, por lo que recomienda que se observe su funcionamiento antes de decidir el emplazamiento de los muelles de mayor

calado.

#### 1.2.4 PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN

Si el proceso de gestación del puerto fue largo y complejo, el de construcción no lo fue menos. Después de 150 años de gestiones se inician las obras en 1898, a los 118 años de redactarse el primer proyecto. Básicamente ha habido tres etapas en la construcción del puerto, en las que se han concentrado las mayores inversiones. Entre estas etapas se intercalan periodos de total inactividad y otros con obras aisladas de importancia, como fue el muelles pesquero (1920) y los dragados de 1970. Estas tres etapas son:

- 1ª. Etapa (1897-1904) (Gabriel Moreno y Compañía Concesionaria): Se construyen los diques norte y sur hasta el canal.
- 2ª. Etapa (1928-1937) (Comisión administrativa de Arbitrios): Se terminan los diques y se construye el muelle comercial y zona de servicio.
- 3ª. Etapa (1985-1992) (Generalidad Valenciana): Se reconstruyen los diques, se construyen los espigones del interior de la bocana, se completa la urbanización y se realiza el dragado general.

En 1917 la obra realizada no difería demasiado de la existente en 1904. Consistían en los diques norte y sur hasta el canal, luces provisionales, dragados de limpieza del canal de acceso a los muelles, muelle de empalizada, que ya estaba prácticamente destruido por el taredo y el muelle de Mahiques.

Durante esta etapa que duró hasta 1946, se configuró la actual línea de muelles.

El Muelle Nuevo, con 10 pies de calado, fue la primera estructura de atraque importante realizada en Denia. Es el actual muelle pesquero y el Martillo, en una versión menos avanzada que la actual y con un calado de tres metros. En esta obra se incluyó también la mejora del primitivo muelle de costa, desde la antigua aduana hasta la lonja actual. Terminado este muelle, se construyeron los tinglados y se urbanizó la zona.

En 1926 se redacta el proyecto de “Prolongación del dique norte”. En 1929 se inician las obras de terminación del dique, a la vez que se redactan un gran número de proyectos para hacer operativo el puerto. Con la prolongación recién terminada, se produce el 2 de febrero de 1934 un temporal extraordinario que destruye el morro y gran parte de la última alineación recién construida.

Al margen de las obras exteriores, se acometen por primera vez y de forma global las obras de atraque y servicios. En 1932 se firmó el proyecto de muelle comercial, también se proyecta el adelanto del Martillo para conseguir un calado comercial y el edificio de oficinas del puerto. El varadero se construye en esa época con carriles y otros sobrantes de las obras, y se inician las vías apartadero todavía hoy en uso. Hacia el año 1935, se termina el adelanto del muelle del Martillo, que se habilita para un calado de más de cinco metros. En esos años se acomete la construcción del muelle comercial, con calado de 6.1 metros, que completa la actual configuración de la costa y se enlaza de esta manera los muelles con el ferrocarril de Alicante y Carcagente.

En 1947 se redacta un “Proyecto de reparación Urgente del dique norte”.

En 1951 se proyecta el dragado del canal, que es realizado en 1955. Por estos años se materializan diversos proyectos y trabajos de urbanización, habilitación de un tinglado para lonja de pescado, etc. En 1970 se realiza el dragado de la zona Sur del puerto, que incluye la zona destinada a embarcaciones deportivas.

En la década de los años setenta se realizan varios dragados importantes para la extracción de los restos de escollera caídos al canal.

En 1982 se inicia una nueva etapa que va a suponer para el puerto de Denia la terminación de las obras de abrigo y el dragado del canal y área de evolución interior, que tantas veces se había intentado sin éxito.

Desde 1980 a 1985 se realizan las obras de reconstrucción y refuerzo de los diques, así como las de urbanización y accesos. El morro norte sufre una avería en el temporal del 15 de noviembre de ese año, y se redacta un proyecto de reparación, que terminará el abrigo concebido 100 años antes. Se termina el proyecto de dragado y se consigue dejar expedito el canal de entrada, eliminando el mango de "el Guitarró".

## **2. OBJETO DEL PRESENTE PROYECTO**

El presente trabajo se redacta en calidad de Trabajo Fin de Grado (TFG) por el alumno YOUSSEF BENHAMMANE perteneciente a la Escuela Técnica superior de Ingenieros de Caminos Canales y Puertos (ETSICCP) de la Universidad Politécnica de Valencia. El objeto del proyecto en general es REORDENACIÓN Y MEJORA DEL PUERTO DE DENIA, y en particular el objeto de mi proyecto es ATRAQUE DE MEGAYATES EN LA ZONA CENTRAL.

## **3. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS**

Las obras objeto del presente proyecto consisten en la construcción de pantalanés para el atraque de megayates en la zona de central del puerto de Denia.

Se trata de la construcción de 4 pantalanés perpendiculares al muelle de la antigua lonja que permiten el atraque hasta 8 embarcaciones de 45 m de eslora.

Para la realización de dichos pantalanés se necesita en primer lugar dragar hasta la cota -7 para llegar al estrato competente (roca caliza). El material dragado se usaría como relleno en la zona del antiguo varadero del puerto. Realizado el dragado se proyectó la construcción de los pantalanés, que llegarían hasta la cota + 1.

Los forjados de los pantalanés apoyan sobre 4 pilas. Estas apoyan sobre el terreno natural mediante un enrase de grava de 25 cm y se hormigonan in situ.

Los forjados son placas pretensadas aligeradas de 25 cm de canto y 1 m de ancho, son auto-resistentes y admiten su peso más el de la capa de compresión que es de 5 cm de espesor. Las losas llevarán conducciones por los aligeramientos, hasta las tomas situadas en la arquetas de las pilas.

#### 4. NECESIDAD DEL PROYECTO

Según el último informe del Observatorio Portuario 2010, el número de habitantes por embarcación en diversos países es el siguiente:

Noruega	6
Finlandia	7
N.Zelanda	10
Suecia	12
Dinamarca	14
U.S.A.	18
Australia	25
Holanda	32
Suiza	75
Grecia	84
Italia	98
Reino Unido	111
Francia	127
Irlanda	168
Alemania	183
<b>España</b>	<b>207</b>

En la actualidad, existen 6 amarres desde 30 hasta 50 m en el puerto de Denia bajo la concesión de la MARINA DE DENIA. Las instalaciones existentes en el puerto de Denia para los Mega-yates están saturadas y en numerosos puertos deportivos de la Comunidad, especialmente en la provincia de Alicante, existen largas listas de espera para la obtención de amarres.

Cabe señalar que la fachada litoral del puerto de Denia se encuentra en un estado de abandono y ruina.

Por eso surgió la idea de este proyecto de construcción de nuevos amarres para Mega-yates con la finalidad de ofrecer una demanda adecuada a la oferta que hay en el puerto de Denia y generalmente en los puertos del Mediterráneo.

A este panorama se añade además dos circunstancias

-La ubicación estratégica del puerto de Denia, ya que, Denia es el punto más cercano de la península a las Islas Baleares

-La popularidad del puerto de Denia por sus trayectos de ferry hacia las Islas Baleares.

## 5. PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS

El criterio principal considerado en el planteamiento de alternativas para el diseño de la ampliación ha sido el de conseguir unas instalaciones de la más alta categoría y aprovechar el espacio libre al máximo posible, capaces de dar una imagen exterior potenciada de Denia a nivel internacional.

Una de las consecuencias de esta premisa es la consideración de un amarre de 20 m de eslora mínima.

Todos los elementos se diseñan teniendo en cuenta el estado actual del arte, la normativa vigente, especialmente la contenida en el Plan de Puertos y las Recomendaciones para Obras Marítimas (ROM).

Para el planeamiento de alternativas se visitó la zona y se recopiló la información básica existente, topografía y batimetría, etc.

## 6. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS :

Tras el estudio de la situación actual se han valorado distintas posibilidades que existen dentro de las dos variables escogidas a estudiar que son Amarre en planta y tipología de Pantalanes.

Variable 1 : Amarre en planta : existen diferentes soluciones:

- Atraque de costado a muelle o pantalán.
- Atraque de costado y abarloado.
- Atraque de popa con amare a pilote.
- Atraque de popa con amarre a boya o a muerto.
- Atraque de popa con finger lateral.
- Atraque especiales.
  - Atraques por fondeo aislado.
  - Atraques entre pilas.
  - Atraques en estrella.

A continuación se describen las soluciones más justificadas a emplear:

### Solución 1 : Atraque de costado a muelle o pantalán

Se emplea generalmente en embarcaciones de gran tamaño, no se suele aplicar a embarcaciones pequeñas o medianas. Es una solución idónea para los atraques en el muelle.

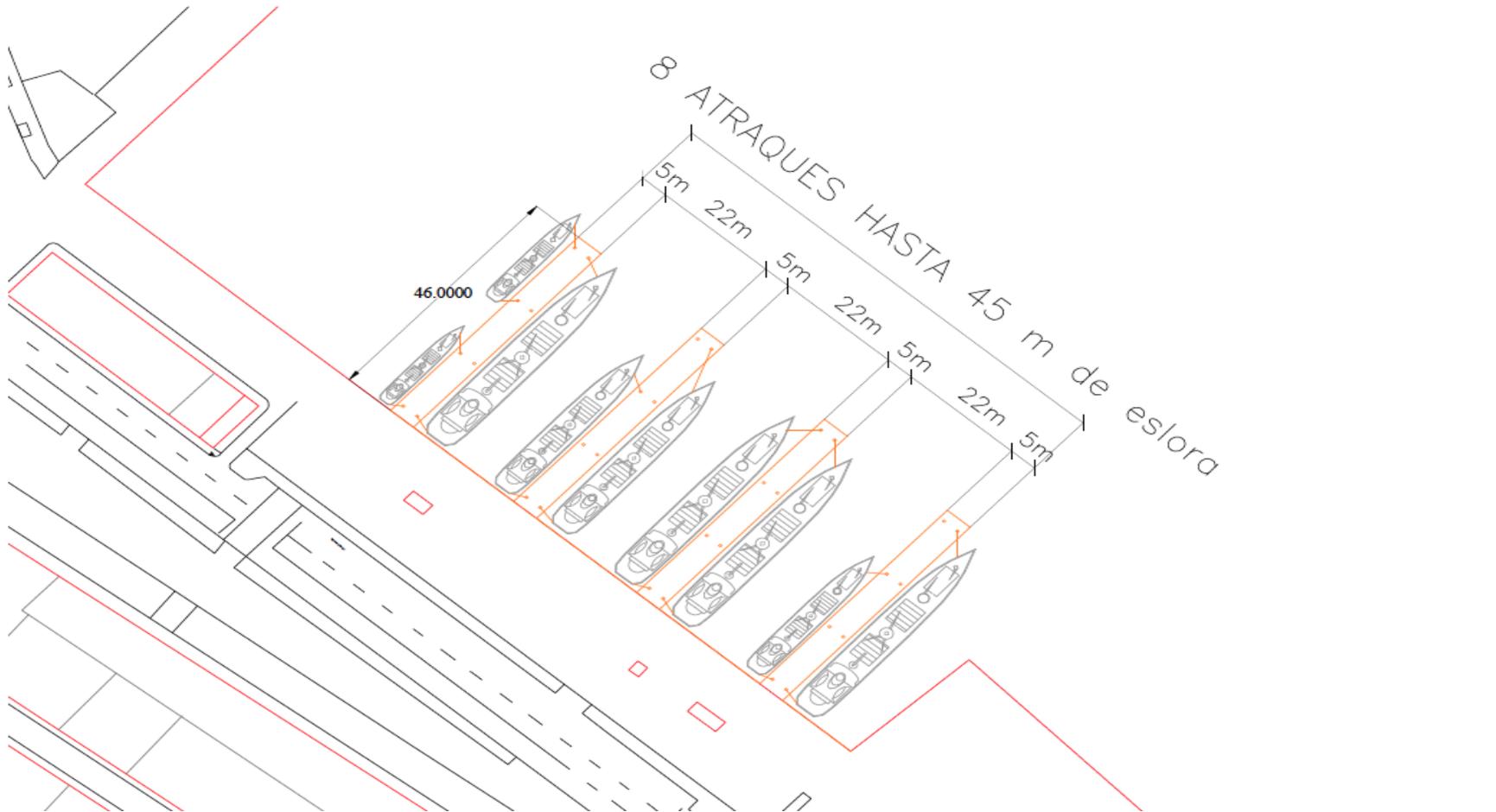
El amarre consiste en encapillar cabos de popa y de proa a dos puntos fijos: argollas, bolardos o norays. El inconveniente que tiene es el excesivo uso de espacio (longitud de amarre en los pantalanes), por lo que será más conveniente para las embarcaciones de mayor eslora por la menor dificultad que presenta para la entrada y salida de las embarcaciones y para no tener que dimensionar la distancia entre pantalanes en función de unos pocos barcos de mayor eslora. La

ventaja viene del hecho de poder acceder directamente a la embarcación y el poder amarrar barcos de diferentes tamaños en un mismo pantalán.

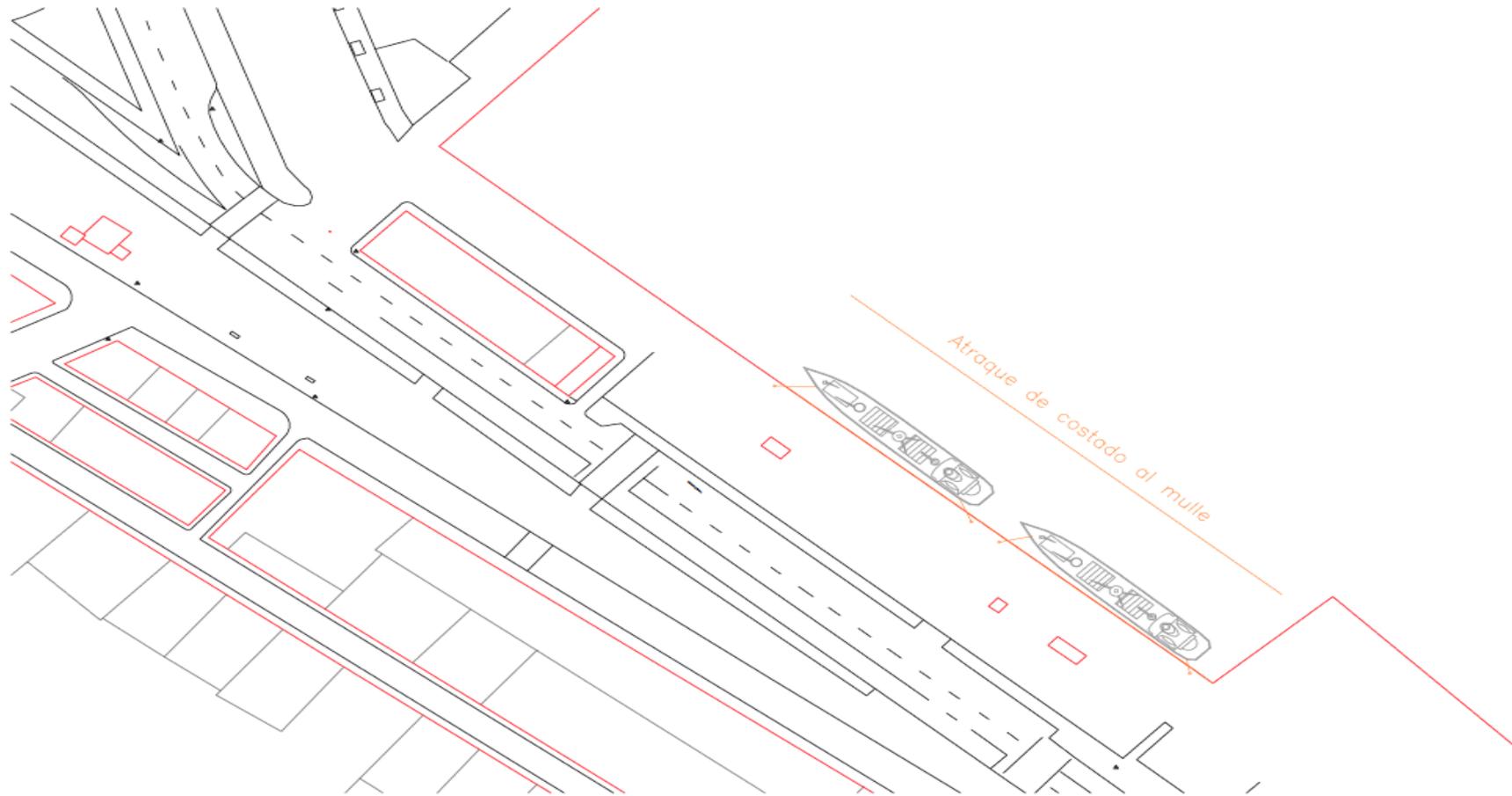
El rendimiento de este tipo de atraque es menor que en los atraque de popa o de proa, ya que al ocupar cada embarcación más longitud de amarres (las embarcaciones tienen mayor eslora que manga), son necesarios más pantalanes y, por tanto, más pasillos de acceso a los atraques.

Dicho esto, se deducen 2 alternativas:

Alternativa 1 : Atraque de costado al pantalán :



Alternativa 2 : Atraque de costado al muelle



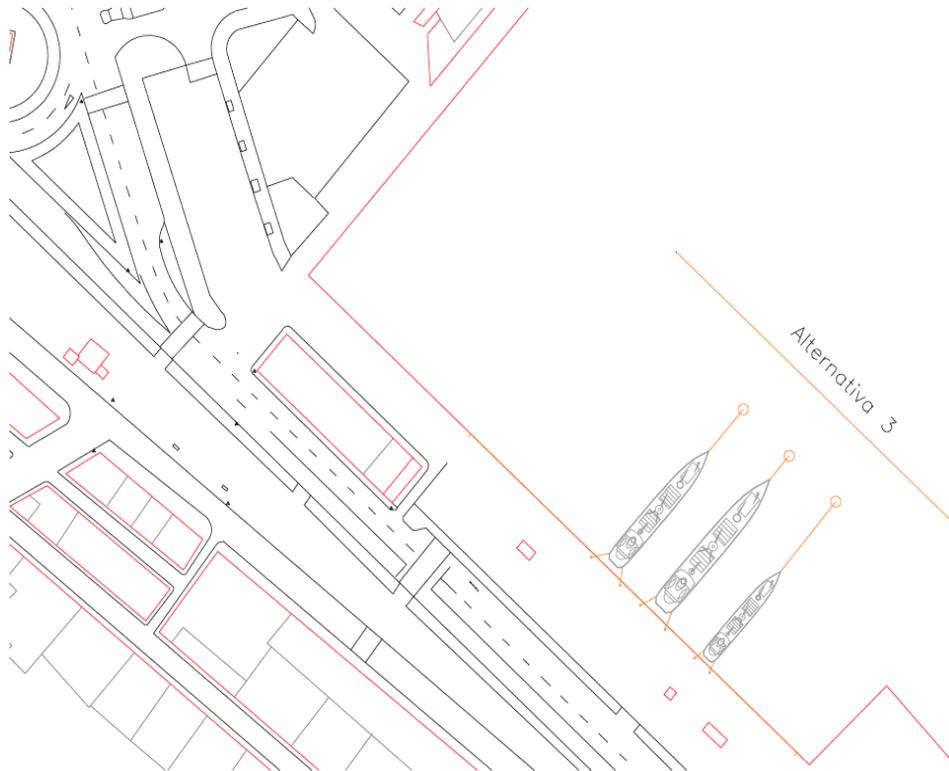
- Solución 2 : Atraque de popa con amarre a muerto o boya

El amarre por proa se realiza a una boya anclada o a un muerto. Muy empleado en los puertos deportivos mediterráneos.

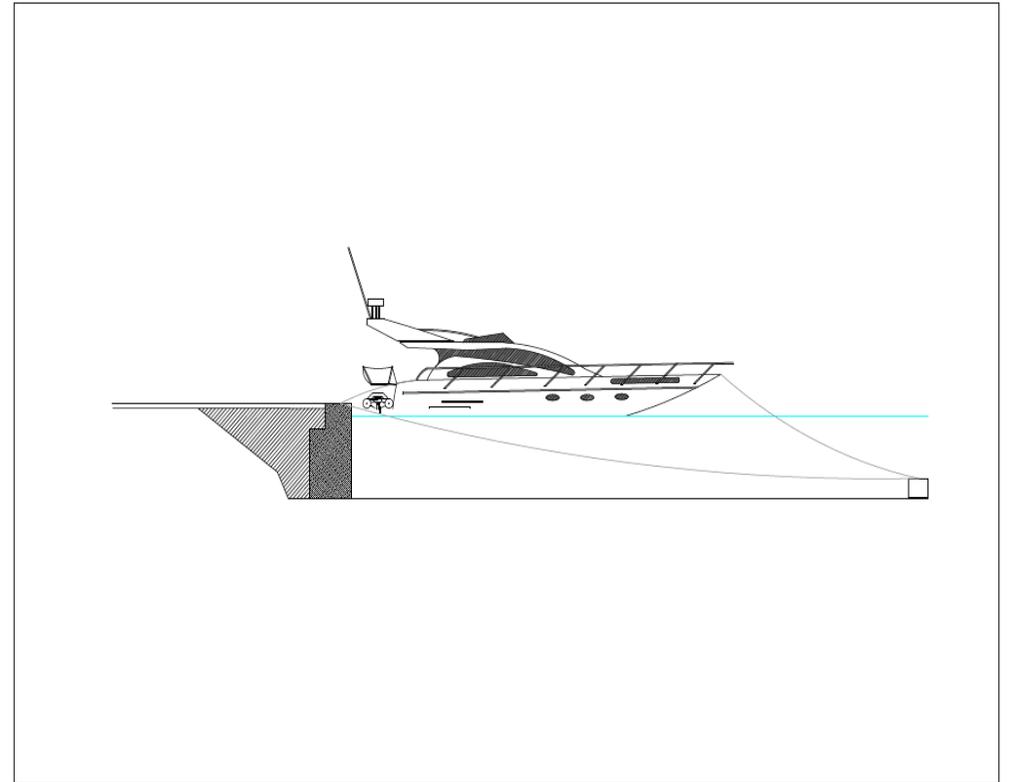
Es una solución barata y de sencilla infraestructura. Los inconvenientes pueden llegar del enganche de los cabos a las hélices de las embarcaciones, o a la necesaria distribución por tamaños. En el caso de grandes mareas la operación de amarre puede ser complicada.

Dicho esto se deduce la alternativa 3, que se adjunta a continuación:

Alternativa 3: Atraque con amarre a muerto:



Sistema de amarre :



Las soluciones propuestas han sido valoradas según una serie de criterios económicos, estéticos, durabilidad, comodidad y estabilidad para exponer de cada una de ellas sus principales ventajas e inconvenientes:

		<b>tipologías de atraque</b>			
		Atraque de costado a muelle	Atraque de costado al pantalán	Atraque de popa con amarres a pilotes	Atraque de popa con amarres a muerto
<b>Criterios</b>	económicos	bajo	medio	bajo	medio
	estéticos	bajo	medio	medio	medio
	durabilidad	medio	alto	baja	medio
	comodidad	alto	alto	muy bajo	baja
	estabilidad	alto	alto	baja	baja

*Tabla 1*

De la tabla 1 podemos deducir que la mejor solución en planta es la alternativa 1 que consiste en el atraque de costado al pantalán.

**Variable 2: Tipología de pantalanos:**

Los pantalanos son estructuras estrechas de gran longitud que permiten el acceso de personas o incluso de vehículos automóviles ligeros, hasta las embarcaciones. El pantalan constituyete un elemento económico para proporcionar atraque a las embarcaciones menores y se usa, generalmente, en las dársenas deportivas, donde el espejo de agua se aprovecha íntegramente.

Los materiales que se emplean en su construcción son muy diversos aunque entre ellos podemos destacar los siguientes: Hormigón, Plástico, Acero, y Madera.

a) Hormigón:

En sus orígenes la utilización del hormigón para pantalanos quedó desaconsejada debido a las numerosas patologías que tuvieron lugar. No obstante, con el paso de los años y la evolución de las técnicas de elaboración y control de calidad se ha conseguido que el hormigón sea uno de los materiales más usados y fiables en la construcción de pantalanos.

Las ventajas que presenta se pueden resumir en:

- Alta resistencia.
- Mayor capacidad para soportar cargas.
- Gran robustez frente a impactos.

Por el contrario, el principal inconveniente es que en caso de avería o patología grave se requiere la demolición del mismo.

a) Plásticos:

Bajo este término genérico se engloban el poliestireno expandido, la fibra de vidrio y otros tipos de materiales plásticos. Todos ellos presentan una buena resistencia al ataque de insectos, aunque sí que se les adhieren crustáceos que resultan difíciles de eliminar sin dañar su estructura celular. Se trata de materiales con una larga duración y que en caso de daño son fácilmente reparables. Son apropiados para pantalanos flotantes.

El poliestireno expandido también es agredido por alquitranes, petróleo, gasolina, aceites y detergentes. Por este motivo se emplea en pantalanos recubiertos con estructuras de fibrocemento en forma de nido de abeja. Los pantalanos de fibra de vidrio se están haciendo muy populares, sobre todo en Estados Unidos, al ser insensibles al ataque de insectos y de la mayoría de los agentes químicos.

En cuanto a la forma de resistir las acciones exteriores se distinguen:

### i. -Pantalanes fijos:

Están cimentados al terreno de manera que permanecen siempre en la misma posición. Son usados en zonas de pequeña carrera de marea. Se pueden dividir en dos tipos: Apoyados sobre pilotes o Apoyados sobre pilas.

### i. -Pantalanes flotantes:

Son idóneos para zonas de gran calado, con fondos marinos de muy baja calidad o rocosos o para mareas mayores de 1 m.

Hay una gran variedad de tipologías y materiales utilizados en su construcción tradicional: bidones, acero, tubos de asbesto pintado, etc. Sin embargo, actualmente es más habitual soluciones más innovadoras.

No están cimentados al fondo, sino que flotan y mantienen su posición en planta por medio de unos elementos estabilizantes: pilotes o muertos anclados en el fondo. En su funcionamiento el pantalán acompaña al movimiento del nivel del mar permitiendo variaciones del nivel de flotación superior a 1'2 metros en la mayoría de los casos. Necesitan de plataformas de acceso a modo de pequeñas rampas que acompañen el movimiento periódico del nivel del mar, cambiando de posición según esta oscilación.

En la elección de la tipología de pantalán intervienen una serie de variables como las que a continuación se pasan a enumerar:

- Emplazamiento del Puerto.
- Carrera de marea.
- Calidad de los fondos o cimentaciones.
- Extensión y amplitud de la zona abrigada.
- Calado existente.
- Inversión inicial y costes de mantenimiento.

		Resistencia al impacto	Estabilidad	económico	Impacto ambiental
Hormigón	fijo	Alta	Alta	medio	medio
	flotante	NO SE EMPLEA			
Plástico	fijo	NO SE EMPLEA			
	flotante	baja	baja	bajo	bajo
Acero	fijo	NO SE EMPLEA			
	flotante	NO SE EMPLEA			
Madera	fijo	medio	media	alto	medio
	flotante	medio	baja	alto	medio

En cuanto a los apoyos sobre pilas o sobre pilotes se descartan, ya que la naturaleza del terreno en el fondo del puerto de Denia no lo permite por tratarse de roca caliza con una resistencia a compresión simple de 58,1 MPa.

Como conclusión final:

	solución en planta	Material	Apoyo
solución final	atraque de costado al pantalán	Hormigón	fijo (in situ)

## 7. BASES DE DISEÑO

### Elementos y dimensiones de las plazas de atraque:

el atraque será de costado a ambos lados del pantalán fijando la embarcación a bolardos. Esto significa que la fuerza más desfavorable será el tiro del barco bajo la acción del viento, por lo tanto, la resistencia de los bolardos debe ser acorde con las fuerzas de tiro que provocan las embarcaciones.

Se dispondrá de un bolardo que pueda resistir una fuerza de tiro hasta 38 kN, con las siguientes dimensiones en 500mm de base x 460 mm de altura.

Con respecto a los anchos de atraque se han tenido en cuenta los valores que aparecen en el libro de "Spiagge e porti turistici"

relación eslora-manga						
eslora	20 m	25 m	30 m	35 m	40 m	45 m
manga	6 m	7 m	7 m	8 m	9 m	9 m

Unos calados necesarios para poder dar servicio a las embarcaciones a motor y vela :

2 m para los barcos a motor.

3,8 m para los barcos a vela.

### Separación entre pantalanes.

La separación entre pantalanes dependerá de la manga de las embarcaciones, según la ROM 2.0-11 en el capítulo Uso NAÚTICO-DEPORTIVO, cada

embarcaciones ocupa una longitud de línea de atraque ( $L_a$ ) que se asigna a cada embarcación según criterio del proyectista.

$$L_a = 22 \text{ m}$$

#### Dimensiones de los pantalanés.

El pantalán es un elemento económico que sirve para proporcionar atraque a las embarcaciones y con adecuada distribución permite aprovechar íntegramente el espejo de agua abrigado.

La disposición de los pantalanés será, en la medida de lo posible, sensiblemente perpendicular a los muelles porque así gozarán de una mayor estabilidad y proporcionarán una mayor estética al conjunto de las instalaciones.

Se han tenido en cuenta las recomendaciones dadas por el “Reglamento de Puertos deportivos”

$$\text{Anchura} = 5 \text{ m}$$

$$\text{La altura sobre el nivel del mar} = 1 \text{ m}$$

#### Longitud de los pantalanés

La longitud de la línea de atraque ocupada dependerá de la manga del buque, Según la ROM 2.0-11 en el capítulo Uso NAÚTICO-DEPORTIVO, la longitud de atraque está definida como  $0.7-1L_b$ .

$$L_b = 46 \text{ m}$$

## 8. COMPROBACIONES

### 8.1 SEGURIDAD FRENTE AL DESLIZAMIENTO

Peso específico hormigón emergido	25	kN/m <sup>3</sup>
Peso específico hormigón sumergido	15	kN/m <sup>3</sup>
longitud de la zapata	4	m
Ancho de la pila	4,7	m
luz de calculo	10	m
luz entre ejes de pilas	14	m
H <sub>1</sub> = Altura emergida	1	m
H <sub>2</sub> = Altura sumergida	7	m
ancho de la losa	5	m

Fuerzas estabilizadoras :

Peso de la capa de compresión	W1=	62,5	kN
Peso de la losa	W2=	131	kN
Peso de la zapata	W3= (emergidos)	470	kN
	W4=(sumergido )	197 4	kN

Según la ROM 0.5-05 la fuerza estabilizadora viene definida con la siguiente formula:

$$H(\text{rotura}) = V \operatorname{tg} \varphi_c + a \cdot S + (E_p - E_a) + R_c$$

Tiro de bolardo (eslora 45 m ) : 38 Tn = 380 kN

H	380	kN	
H(rotura)	2637,5x tg φ <sub>c</sub>	kN	
F=H(rotura)/H	5,83	> 1,5	cumple

### 8.2 SEGURIDAD FRENTE AL VUELCO

Las cimentaciones superficiales mediante zapatas arriostradas o mediante losas no suelen volcar, ya que las excentricidades de las acciones suelen comenzarse con el sistema de arrostramiento. El vuelco es más típico de cimentaciones corridas, especialmente en pantalanés fijos, muros, muelles de gravedad, etc.

Peso total	2637,5	kN	
b = ancho de la pila	4,7	m	
Mr = Pt*ancho / 2	6198,125	kN.m	
Mv = tiro*(H <sub>1</sub> +H <sub>2</sub> )	3040	kN.m	
Fv=Mr/Mv	2,04	> 2	cumple

### 8.3 SEGURIDAD FRENTE AL HUNDIMIENTO:

Las pilas de los pantalanés apoyan sobre una roca caliza, según la ROM 0.5-05 tendremos 2 casos:

Si  $s < 10$  cm o RQD < 10% o muy meteorizada  $\geq$  grado IV  $\rightarrow$  trabajar con las fórmulas correspondiente a suelos.

Si  $s > 10$  cm o RQD > 10% o muy meteorizada < grado IV se trabaja con la fórmulas de las rocas, que es el caso en este proyecto, ya que, el RQD es mayor que el 25 %.

$$p_{vh} = 3 (p_r \cdot q_u)^{1/2} \cdot f_D \cdot f_A \cdot f_\delta < 15 \text{ MPa}$$

$p_r$	1	MPa
$q_u$	58,1	MPa
$B_0$	1	m
$B^*$	4,7	m
RQD	25,5	%
$f_D$	0,47	
$f_A$	0,7	
$f_\delta$	1	

$P_{vh}$	7,46	MPa	
Pesto total	0,14	Mpa	
$P_v$	53,26	>2,8	cumple

## 9. MEDICIONES

En el Documento N° 4 “PRESUPUESTO” se definen todas las mediciones de las distintas unidades de obra que comprende el presente proyecto expresándose las medidas y dimensiones que figuran en el Documento N° 2 “PLANOS”

## 10.PRECIOS

Los precios que aparecen en los Cuadros de Precios del capítulo 2° del Documento N° 4 “PRESUPUESTO” se han obtenido de las cuantías de los diversos elementos que intervienen en cada unidad de obra, considerando la posible forma de ejecución de ésta.

Todos los precios se han obtenido de acuerdo con el Cuadro de precios de referencia de ingeniería civil, seguridad y salud y ensayos de control de calidad del año 2002 en función del IPC entre el 2002 y el 2014.

## 11.PRESUPUESTOS.

El Presupuesto de Ejecución por Contrata con IVA asciende a la cantidad de CUATROCIENTOS VEINTINUEVE MIL QUINIENTOS TREINTA Y UN EUROS con CUARENTA Y CINCO CÉNTIMOS (429.531,45 €)

Se incluye a continuación el resumen por capítulos del presupuesto:

1- Replanteo de la obra .....	3.000,00 €
2- Movimiento de tierras .....	1.204,00 €
3- Pantalanes .....	223.664,04 €
4- Instalaciones .....	75.238,05 €
5- Seguridad y Salud .....	8.058,38 €
<b>TOTAL EJECUCUION MATERIAL.....</b>	<b>311.164,4</b>
13,00 % Gastos generales.....	40.451,38
6,00 % Beneficio industrial .....	18.669,87
<b>I.V.A 16% .....</b>	<b>59.121,25</b>
<b>TOTAL PRESUPUESTO GENERAL .....</b>	<b>429.531,45</b>

## **12. PLAZO DE EJECUCIÓN**

El detalle del plan de ejecución de obras previsto puede analizarse en el anejo n° 11 “PROGRAMA DE TRABAJOS”. Se ha determinado un plazo de ejecución de SEIS (6) MESES

## **13. OBRA COMPLETA**

De acuerdo con lo establecido en la Ley de Contratos del Sector Público:

Se manifiesta que el presente Proyecto se refiere a una “Obra Completa”, entendiéndose por tal aquella que, una vez terminada, puede ser entregada al uso general al Servicio correspondiente.

## **14. DOCUMENTOS DEL PROYECTO**

Este proyecto consta de los siguientes documentos:

Documento n° 1 MEMORIA

Anejos

13. Actuaciones propuestas
14. Antecedentes y estado actual
15. Geología y Geotecnia
16. Reportaje fotográfico
17. Batimetría y Topografía
18. Climatología
19. Planeamiento urbanístico y estudio de tráfico
20. Estudio de soluciones en los pantalanes
21. Replanteo de las obras
22. Dimensionamiento y cálculo de los pantalanes
23. Instalaciones de Suministro
24. Programa de trabajos
25. Justificación de precios

Documento n° 2 PLANOS

9. Situación y emplazamiento
10. Situación zona central
11. Alternativa 1
12. Replanteo
13. Planta pantalán
14. Sección tipo pantalán
15. Servicios
16. Bolardos y defensas

DOCUMENTO nº 3 PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS

DOCUMENTO nº 4 PRESUPUESTO

CUADRO DE PRECIOS nº 1  
CUADRO DE PRECIOS nº 2  
MEDICIONES Y PRESUPUESTO  
RESUMEN DEL PRESUPUESTO

DOCUMENTO nº 5 SEGURIDAD Y SALUD

## **15. BIBLIOGRAFÍA**

- **ROM 2.0-11 Tomo 1.** *“Recomendaciones para el proyecto y ejecución en Obras de Atraque y Amarre (2011)”*
- **ROM 1.0-09.** *“para los Diques de Abrigo contra las Oscilaciones del Mar”*
- **ROM 0.5-05.** *“Para Recomendaciones Geotécnicas en las Obras Marítimas”*
- **ROM 0.0-01.** *“Del Procedimiento General y las Bases de Cálculo en el Proyecto”*
- **ROM 3.1-99.** *“Configuración Marítima: Canales del Acceso y Áreas de Flotación”*
- **ROM 0.4-95.** *“Sobre las Acciones Climáticas para el Proyecto (II): Viento”*
- **Del Moral-Carro, R.** *“OBRAS MARITIMAS” (1980)*
- **SPIAGGE E PORTI TURISTICI**
- **Reglamento de la ley de puertos deportivos.** *(1981)*
- **María-Dolores, Llatas.** *“Proyecto de obras de atraque para megayates en Altea (2005)”*
- **Joaquín-Catal, Alís.** *“Proyecto de ampliación del puerto de L'Ampolla (Tarragona). Solución Norte (2005)”*