



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



ETS INGENIEROS DE CAMINOS,  
CANALES Y PUERTOS

# TRABAJO DE FIN DE GRADO

---

Proyecto básico de defensa costera en el TM de Burriana.

---

*Presentado por*

Artana López, Pascual

---

*Para la obtención del*

Grado de Ingeniería Civil

*Curso: 2018/2019*

*Fecha: 14 de marzo de 2019*

*Tutor: José C. Serra Peris*



# MEMORIA

# ÍNDICE

## MEMORIA

- 1.- ANTECEDENTES.
- 2.- LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO.
- 3.- DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS.
  - 3.1.- ESPIGONES DE LA NUEVA PLAYA
  - 3.2.- REMODELACIÓN DE LA ESCOLLERA Y PLAYA DE GRAVA
  - 3.3.- ACONDICIONAMIENTO DEL NUEVO CAUCE
- 4.- DINÁMICA LITORAL
  - 4.1.- IMPACTO EN LA DINÁMICA LITORAL
- 5.- ANÁLISIS DEL IMPACTO AMBIENTAL
- 6.- CUMPLIMIENTO DE LA LEY DE COSTAS
  - 6.1.- DISPOSICIONES DE LA LEY DE COSTAS
  - 6.2.- CUMPLIMIENTO DE LA LEY DE COSTAS
- 7.- PLAZO DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS
- 8.- DOCUMENTOS QUE INTEGRAN EL PRESENTE DOCUMENTO

## 1.- ANTECEDENTES.

El frente litoral objeto de este trabajo se encuentra situada en la zona norte del municipio de Burriana, entre las desembocaduras del río Mijares y del río Veo. El tramo de costa estudiado, de unos 4.5 km de longitud, se encuentra en un estado erosivo muy severo. Esta degradación de la costa ha sido provocada por una serie de factores, los cuales se enumeran a continuación por orden de importancia relativa:

- Las sucesivas ampliaciones del Puerto de Castellón
- Los descensos de los aportes sólidos del río Mijares debidos a la regulación del cauce
- La subida del nivel medio del mar

Todo el tramo costero al norte de Burriana está defendido por una escollera que evita la erosión de terrenos costeros, de forma que el litoral objeto de estudio se encuentra estabilizado desde hace años.

Además, la franja litoral situada al zona sur del ámbito de actuación está afectada por un desarrollo urbanístico que precisará de la ejecución de una playa de arena estable.

A pesar del carácter estable actual de la costa, dada la importancia del frente litoral para la promoción turística del municipio y en previsión de que futuras actuaciones urbanísticas desarrollen la infraestructura necesaria, en este proyecto básico se prevé analizar y diseñar una playa estable ubicada en esta zona.

La recuperación del frente costero permitiría retirar en un amplio tramo la escollera de defensa, que actualmente impide el acceso al mar, ganando nuevas superficies de playa y permitiendo un nivel de uso mayor que el que en la actualidad encontramos.

La Ley 22/1988, de 23 de julio, de Costas (BOE 19.07.1988) y sus posteriores modificaciones recogen en los Artículos 42 a 46 la necesidad de formular el correspondiente Proyecto Básico para que la Administración resuelva sobre la ocupación o utilización del dominio público marítimo-terrestre.

## 2.- LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO.

El "PROYECTO BÁSICO DE DEFENSA COSTERA EN EL TM DE BURRIANA" se ubica al norte de la desembocadura del Río Seco, situado a unos 2 km al norte del puerto de Burriana. La

zona de estudio termina en la desembocadura del Río Mijares, unos 6.500 m al norte del puerto de Burriana.

En el tramo más al sur de la zona de estudio, afectada por un desarrollo urbanístico, se insertará la nueva playa.

### **3.- DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS.**

La regeneración del frente litoral frente a la futura Urbanización Golf Sant Gregori incluye las actuaciones que se describen a continuación.

#### **3.1.- Espigones de la nueva playa**

Se proyectan dos espigones de contención lateral en el tramo central de la urbanización, donde se desarrollará una nueva playa de arena. La longitud de la nueva playa será de 560 m y el relleno de arena de aportación tendrá un volumen de 237.746 m<sup>3</sup>.

El relleno de arena estará formado por material extraído de cantera, con un tamaño medio comprendido entre los valores D<sub>50</sub>=0.40-0.70 mm.

El espigón de apoyo del relleno al sur de la nueva playa tendrá una longitud total de 401 m, dividida en tres tramos diferentes:

- Un primer tramo emergido a cota +3.0 m con una longitud total de 95 m. Este tramo apoyará directamente la nueva playa seca regenerada
- Un segundo tramo coronado a +1.50 m, con una longitud total de 184 m
- Un tercer tramo sumergido de 122 m de longitud, coronado a la cota -1.50 m.

Esta obra alcanza en su extremo una profundidad aproximada de -5 m.

El espigón de apoyo del relleno al norte de la nueva playa tendrá una longitud total de 322 m, dividida a su vez en tres tramos diferentes:

- Un primer tramo emergido a cota +3.0 m con una longitud total de 53 m.
- Un segundo tramo coronado a +1.50 m, con una longitud total de 115 m
- Un tercer tramo sumergido de 154 m de longitud, coronado a la cota -1.50 m.

Esta obra alcanza en su extremo una profundidad aproximada de -4.5 m.

#### **3.2.- Remodelación de la escollera y playa de grava**

Se procede también al acondicionamiento y reparación de la escollera de protección longitudinal existente a lo largo de todo el frente de la urbanización, al norte y sur de la nueva playa

central de arena. Este acondicionamiento consiste en el refuerzo y remodelación de los siguientes tramos:

- Tramo al norte de la nueva playa, de 464 m de longitud. La nueva cota de coronación de la escollera en este sector será la +1.25 m. Esta zona no se destinará al baño.
- Tramo al sur de la nueva playa, hasta la desembocadura del nuevo cauce de la urbanización, en una longitud de 636 m. La cota de coronación de la escollera remodelada en este tramo será la +1.50 m, dado que es necesario un refuerzo en previsión de un aumento local de la energía incidente del oleaje, causada por los nuevos espigones de la playa.

La remodelación de la escollera se ejecutará empleando el material procedente de la demolición del tramo central de escollera a ocupar con la nueva playa. El ancho actual de la estructura se aumentará a 3 m en su coronación, y las piezas se concertarán para darle un mejor acabado

También se procederá a la demolición de 560 m de escollera existente en el tramo central de la urbanización, donde se creará la nueva playa de arena.

Tras la escollera de protección se dispondrá una amplia playa de grava, con anchuras que oscilan entre los 30 y 60 m, cuya misión es proteger de forma eficaz el nuevo paseo marítimo. Esta playa de grava tendrá un tramo inicial de pendiente 1/10, similar al actual, partiendo desde el nivel de +0.50 m al pie de la escollera, y llegando hasta la cota +1.50. A partir de este punto se conforma una pendiente suave de grava que alcanza el límite del paseo marítimo a la misma cota de éste.

Esta playa de grava se realizará mediante el material ya existente en la zona, y mediante la aportación de un volumen adicional de procedente de préstamo.

### **3.3.- Acondicionamiento del nuevo cauce**

Se procederá al acondicionamiento de la escollera que recorre el frente del cauce nuevo de la urbanización, en una longitud total de 186 m. Esta escollera será remodelada, rebajando su cota de coronación al nivel de +0.50 m.

En los márgenes del cauce se construirá un nuevo revestimiento de protección de 120 m de longitud en la margen izquierda y 116 m en la derecha. Este revestimiento consistirá en una sección de escollera coronada a la cota +1.50 m. El fondo del nuevo cauce será protegido mediante una base de escollera de 1.80 m de espesor, cubierta por una capa de grava de 0.50 m.

En el Documento nº2: Planos, en el plano: Planta General de las Obras se detallan las características en planta de las nuevas obras proyectadas.

En el Anejo 4 – Estudio de Alternativas se discuten las posibilidades de regeneración del frente litoral existentes, así como las razones que han llevado a considerar la alternativa proyectada como la más adecuada.

En el Anejo 5 – Diseño de la nueva playa se desarrollan los cálculos básicos realizados para definir las obras de regeneración, mientras que en el Anejo 3 - Estudio de Dinámica Litoral se analiza el posible impacto de estas obras sobre la costa de su entorno.

## **4.- DINÁMICA LITORAL**

Toda la costa de Castellón se caracteriza por un transporte litoral dirigido en sentido norte→sur; es por ello que la progresiva ampliación del puerto de Castellón ha ido provocando una gran acumulación de sedimentos al norte y una profunda erosión de la costa al sur (ver Anejo 3 – Estudio de Dinámica Litoral).

La tasa de transporte de sedimentos que proviene de las playas de Benicasim ha sufrido un descenso en los últimos años, obligando a la ejecución de numerosas obras de defensa surgidas en su costa en las dos últimas décadas. Este descenso de aportes ha tenido como primera manifestación un retroceso y un cierto cambio de alineación del tramo de playa situado entre las golas de La Plana y Entrilles. Por su parte, el puerto de Castellón ha constituido una barrera total al paso de sedimentos por su frente desde la construcción del dique de defensa en los años 40. El sedimento residual que sobrepasaba el dique del puerto se depositaba en su entorno exterior, de forma que hasta la costa sur llega la fracción más fina del transporte, en cantidades muy reducidas.

Según se desprende de los trabajos realizados en relación con el cálculo del transporte litoral en este sector, el paso de sedimentos desde el puerto de Castellón hacia las playas de Almazora, y desde éstas hacia el sur, es en la actualidad muy reducido, con un volumen máximo estimado en unos 10.000 m<sup>3</sup>/año, y que se compone fundamentalmente de fracción fina.

Por otro lado, las aportaciones del río Mijares son en la actualidad muy reducidas y esporádicas, y se componen fundamentalmente de fracciones gruesas, que permanecen en el entorno de su desembocadura, dado que su movilidad es reducida. Como resultado, las playas del Grao de Burriana han recibido un aporte sedimentario natural muy limitado en las dos últimas décadas; acorde con la caracterización del transporte litoral descrito anteriormente.

### **4.1.- Impacto en la dinámica litoral**

Las obras de defensa diseñadas para la recuperación de la playa frente a la urbanización alcanzan una profundidad superior a la de cierre del perfil de playa en este tramo de costa. Por ello, se estima que la obra provocará una interrupción casi total de los sedimentos transportados por fondo, y la interrupción parcial de los sedimentos finos transportados en suspensión.

A pesar de ello, las obras proyectadas provocarán un impacto muy reducido en la dinámica litoral, dado que la tasa neta de transporte litoral en este sector es muy reducida.

Por ello, no se espera que las obras propuestas tengan un impacto relevante sobre las playas situadas al sur, las cuales están ya estabilizadas por espigones de contención lateral. En el Anejo 3 - Estudio de Dinámica Litoral se determinan los posibles impactos de la nueva obra sobre el litoral, y se enumeran las posibles medidas correctoras a adoptar para eliminar o minimizar dichos impactos.

## **5.- ANÁLISIS DEL IMPACTO AMBIENTAL**

Según la legislación vigente, las obras objeto del presente proyecto han de someterse al proceso reglado de Evaluación Ambiental, puesto que se van a construir espigones de nueva planta y se van a realizar aportes de sedimento.

## **6.- CUMPLIMIENTO DE LA LEY DE COSTAS**

### **6.1.- Disposiciones de la Ley de Costas**

La Ley 22/1988, de 23 de julio, de Costas (BOE 19.07.1988) y sus posteriores modificaciones recogen en los Artículos 42 a 46 la necesidad de formular el correspondiente Proyecto Básico para que la Administración resuelva sobre la ocupación o utilización del dominio público marítimo-terrestre. En este Proyecto Básico se fijarán las características de las instalaciones y obras, la extensión de la zona de dominio público marítimo-terrestre a ocupar o utilizar y las demás especificaciones que se determinen reglamentariamente.

La Ley de Costas establece que cuando las actividades proyectadas pudieran producir una alteración importante del dominio público marítimo-terrestre se requerirá además una previa evaluación de sus efectos sobre el mismo. Además, el proyecto se someterá preceptivamente a información pública, habiendo de ser redactado con sujeción a las normas generales, específicas y técnicas que apruebe la Administración competente, en función del tipo de obra y de su emplazamiento.

El proyecto deberá prever la adaptación de las obras al entorno en que se encuentren situadas y, en su caso, la influencia de la obra sobre la costa y los posibles efectos de regresión de ésta. Cuando el proyecto contenga la previsión de actuaciones en el mar o en la zona marítimo-terrestre, deberá comprender un estudio básico de la dinámica litoral, referido a la unidad fisiográfica costera correspondiente y de los efectos de las actuaciones previstas. Asimismo, para la creación y regeneración de playas se deberá considerar prioritariamente la actuación sobre los terrenos colindantes, la supresión o atenuación de las barreras al transporte marino de áridos, la aportación artificial de éstos, las obras sumergidas en el mar y cualquier otra actuación que suponga la menor agresión al entorno natural.

En cuanto a los paseos marítimos, la ley establece que estos se localizarán fuera de la ribera del mar y serán preferentemente peatonales.

Los proyectos contendrán la declaración expresa de que cumplen las disposiciones de esta Ley y de las normas generales y específicas que se dicten para su desarrollo y aplicación.

## **6.2.- Cumplimiento de la Ley de Costas**

Tomando como base las disposiciones de la Ley de Costas descritas anteriormente, se considera que el presente Proyecto cumple con lo establecido por la normativa vigente en lo referente a ocupación del dominio público, así como a la tipología de obras permitidas en esta zona y en las de servidumbre.

## **7.- PLAZO DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS**

Las obras incluidas en el presente proyecto tienen un plazo de ejecución estimado de 18 meses. En el plazo citado se han tenido en cuenta la previsión de las paradas necesarias por temporales y problemas técnicos.

## **8.- DOCUMENTOS QUE INTEGRAN EL PRESENTE DOCUMENTO**

El presente Proyecto Básico está integrado por los siguientes documentos:

*DOCUMENTO 1 - MEMORIA Y ANEJOS*

MEMORIA

- 1 - Antecedentes
- 2 - Localización del proyecto
- 3 - Descripción de las obras proyectadas
- 4 – Dinámica Litoral
- 5 – Análisis del Impacto ambiental
- 6 – Cumplimiento de la Ley de Costas
- 7 - Plazo de ejecución de las obras
- 8 - Documentos que integran el proyecto
- 9 - Consideraciones finales

#### ANEJOS

- Anejo 1 – Reportaje fotográfico
- Anejo 2 – Levantamiento topográfico y batimétrico
- Anejo 3 - Análisis de la dinámica litoral
- Anejo 4 - Afecciones
- Anejo 5 - Estudio de soluciones
- Anejo 6 – Diseño de las nuevas playas
- Anejo 7 – Documentación ambiental
- Anejo 8 – Programa de trabajos
- Anejo 9 – Justificación de precios
- Anejo 10 – Estudio de Seguridad y Salud
- Anejo 11 – Plan de gestión de residuos

*DOCUMENTO 2 – PLANOS*

*DOCUMENTO 3 – PRESUPUESTO*

Burriana, febrero de 2019.

**Pascual Artana López**

## ***Anejo Nº 1. REPORTAJE FOTOGRÁFICO***

## **ÍNDICE**

### **REPORTAJE FOTOGRÁFICO**

1.- OBJETO.

APÉNDICE I. FOTOGRAFÍAS.

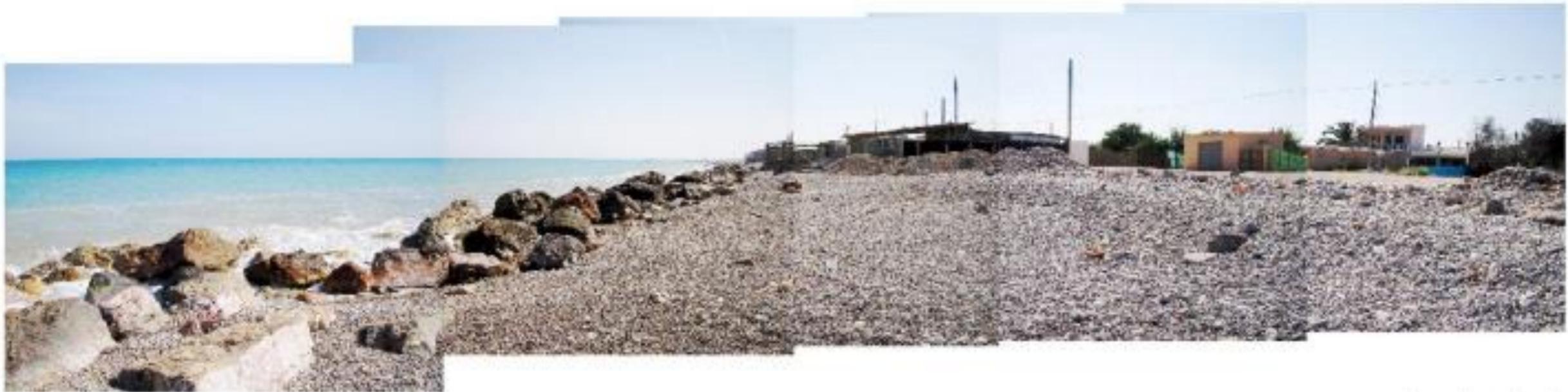
## **1.- OBJETO.**

El objeto del presente anejo es ofrecer una imagen visual del estado actual del ámbito correspondiente a las obras incluidas en el Proyecto básico de defensa costera en el TM de Burriana (Castellón).

En las siguientes páginas se incluye un documento fotográfico completo de la zona de actuación.



## **APÉNDICE I. FOTOGRAFÍAS.**









## ***Anejo N° 2. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO Y BATIMÉTRICO***

## ÍNDICE

### LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO Y BATIMÉTRICO

- 1.- ENLACE CON LA RED GEODÉSICA
- 2.- ENLACE ALTIMÉTRICO
- 3.- LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO
  - 3.1.- EQUIPOS UTILIZADOS
- 4.- LEVANTAMIENTO BATIMÉTRICO
  - 4.1.- ENLACE ALTIMÉTRICO. MEDICIÓN DE MAREA
  - 4.2.- METODOLOGÍA GENERAL
  - 4.3.- EQUIPOS EMPLEADOS
- 5.- BASES DE REPLANTEO

## **1.- ENLACE CON LA RED GEODÉSICA**

La cartografía base del proyecto ha sido suministrada por la Dirección General de Costas en formato digital a escala 1:1.000.

La proyección utilizada es la U.T.M., el elipsoide será el Elipsoide Internacional de Hayford, datum postdam. La cartografía se ha obtenido respecto al huso 30. Las altitudes están referenciadas al nivel medio del mar en Alicante.

En cuanto a los trabajos topográficos, se parte de una estación situada en el dique de abrigo del Puerto. Las coordenadas de este punto se obtuvieron a partir de la cartografía digital de la zona.

## **2.- ENLACE ALTIMÉTRICO**

El plano de referencia adoptado, tanto para la topografía como la batimetría, la coordenada Z se obtuvo trasladando la cota del cantil existente en el Puerto.

## **3.- LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO**

El trabajo de campo se llevó a cabo realizando una poligonal que abarca toda la zona a levantar. La poligonal se comenzó en el punto situado en el dique de abrigo del Puerto y, una vez situado en ese punto, se realizó la poligonal llegando hasta la zona especificada en el pliego. Los trabajos topográficos consistieron en el levantamiento taquimétrico de la zona, esta zona se caracteriza por la existencia de una escollera que fue creada para evitar la erosión del frente marítimo.

El levantamiento comienza 500 m al sur del río Seco realizando el levantamiento de la playa existente, a partir de ahí y hasta el final la zona se caracteriza por la escollera anteriormente citada.

El levantamiento se realizó tomando perfiles de playa cada 50 m (aproximadamente), estos perfiles iban desde la primera playa que hay al sur del río Seco hasta llegar a los 3.200 m especificados en el pliego. Se intentó realizar una topografía de detalle para solapar los puntos de topografía con los puntos tomados en la batimetría.

A continuación, se mostrarán todos los datos de campo así como las coordenadas de cada una de las estaciones. También se mostrará un listado con las coordenadas de todos los puntos del levantamiento.

### **3.1.- Equipos utilizados**

Para la realización del trabajo de campo se ha utilizado la Estación Total Leica TC605 con un alcance aproximado de 1.5 km. Se utilizó una memoria interna para el almacenamiento de los datos de campo, con el programa Survey Office se descargan los datos al PC y mediante distintos programas informáticos se realizó la compensación de la poligonal así como el posterior cálculo de coordenadas.

## 4.- LEVANTAMIENTO BATIMÉTRICO

### 4.1.- Enlace altimétrico. Medición de marea

El cero de referencia adoptado ha sido el de la Bajamar Máxima Viva Equinoccial (B.M.V.E.). Este dato fue proporcionado por la autoridad competente y confirmado por el Guardamuelles del Puerto de Burriana.

Cota Puerto de BURRIANA = + 1.998 s BMVE



Durante los trabajos de batimetría se instaló, en el Puerto de Burriana, un mareógrafo Aanderaa WLR7 (ver especificaciones en el apartado 2.2. "Equipos") que se mantuvo durante dos días, entre el 4 y el 5 de marzo de 2003. Con un intervalo de medida de cinco minutos se registró para todo el periodo una variación máxima de nivel del mar de 20 cm. La marea registrada durante los periodos en que se realizó la batimetría se aplicó como corrección a las sondas obtenidas.

#### **4.2.- Metodología general**

Para la toma de datos se realizaron un total de 66 perfiles, con una separación de 50 m entre perfiles, sensiblemente perpendiculares a costa yendo desde el río Seco hasta llegar a los 2.200 m especificados en la oferta. Los trabajos de batimetría van desde la -1.00 m hasta la -12.00 m aproximadamente. También se realizaron dos perfiles longitudinales que van paralelos a costa sobre la -5.00 m y la -10.00 m de profundidad.

Los trabajos hidrográficos se desarrollaron entre los días 4 y 5 de marzo. Se empleó para los trabajos una embarcación de 7 metros de eslora y 2 de manga. Las condiciones meteorológicas fueron las idóneas, el mar en calma y apenas había viento.

El sistema de posicionamiento empleado ha sido GPS Diferencial Trimble, descrito en detalle en el apartado correspondiente.

La toma de datos se realizó con el programa 6042 versión 7 de RESON. Este software almacena los datos grabados y presenta gráficamente la información para su control de calidad así como para la navegación. Con el 6042 se introducen los datos en mallas del tamaño que se desee, definidas por el usuario. Para cada celda los datos se presentan gráficamente en varios tipos de formato: medio, máximo o mínima profundidad; desviación estándar y número de sondas por celda.

Durante la investigación hidrográfica, todos los datos brutos fueron almacenados en bases de datos, lo que permite al operador emplear la función de repetición para cambiar parámetros que no están disponibles en tiempo real, como es el caso de la marea.

Este modo de repetición se explica en mayor detalle en el apartado siguiente "Procesado y análisis de datos".

Este complejo programa de navegación y adquisición de datos en tiempo real es operado por un ordenador portátil Pentium, que se lleva a bordo y que permite el control de las derrotas del barco en tiempo real sobre los itinerarios y las líneas planificadas.

La técnica de GPS Diferencial asegura errores menores de 1 m, lo que permite un rango de exactitud válido para trabajos de hidrografía y Geofísica Marina.

El software utilizado para el control de adquisición de datos y la navegación permite identificar en continuo la desviación estándar, y la calidad de la posición para cada instante.

En la embarcación irá instalado un sondador electrónico DESO 15 con un doble transductor de a 33 y 200 Khz capaz de obtener un perfil continuo del fondo del mar, con precisión de 5 cm en el rango superficial. El transductor de 200 Khz es el más utilizado en aguas someras hasta 50 metros, siendo el transductor de 33 Khz un complemento que se utiliza para aguas profundas superiores a 50 m.

La velocidad del sondador será regulada mediante el equipo específico SVP – 15 que determina la velocidad del sonido en función de la salinidad y temperatura del agua en la zona.

### 4.3.- Equipos empleados

#### 4.3.1.- GPS Diferencial

El GPS empleado por HIDTMA para el posicionamiento es el AgGPS 132 de TRIMBLE. Su receptor combina alta calidad de recepción de GPS con capacidad de diferencial en tiempo real a través de OmniSTAR o radio Beacon. Todo ello instalado en una sencilla y ligera caja estanca.



El receptor AgGPS usa GPS diferencial (DGPS) para adquirir una precisión submétrica. Para recibir correcciones diferenciales vía satélite, HIDTMA dispone de un contrato con la entidad suministradora correspondiente (OmniSTAR). Las señales son enviadas desde una estación en tierra a través de un satélite repetidor a usuarios dentro de su campo de visión. Las correcciones son enviadas en un formato que permiten la construcción de una corrección diferencial local aplicable a toda la región cubierta.

Las señales diferenciales por satélite proporcionan correcciones válidas para grandes áreas, pero son descodificadas para dar una corrección precisa aplicable a cualquier localidad dentro del campo del satélite. Esto lo consigue a través de algoritmos especiales de software, llamados Estación de Referencia Virtual (VRS), que calculan las correcciones diferenciales que una estación base generaría si estuviera en la posición del móvil. Esta corrección es constantemente actualizada, por lo que cuando el receptor se mueve, la corrección continúa a plena precisión.

Las características del equipo AgGPS 132 son las siguientes:

- 12 canales de seguimiento GPS (código C/A).
- Precisión diferencial submétrica (RMS): asume al menos cinco satélites y PDOP menor de 4.
- Antena combinada GPS/DGPS.
- Cable de antena rugerizado de 5 metros.
- Cable de datos y corriente.
- Visor LCD con cuatro botones para configurar y ver propiedades.
- Dos puertos serie RS-232: Salida NMEA-0183: ALM, GGA, GLL, GSA, GSV, NMS, RMC, VTG y ZDA.

#### **4.3.2.- Mareógrafo Aanderaa WLR7**

Se trata de un instrumento de alta precisión sumergible para medir variaciones del nivel del agua (mareas) por medio de precisas mediciones de la presión hidrostática. Es comúnmente empleado para todo tipo de batimetrías que precisan corrección de altura de marea.

Los datos se almacenan en una Unidad Sólida (DSU 2990).

El instrumento va equipado también con un sensor de conductividad y otro de temperatura.

Características:

- Presión Hidrostática: Rangos: WLR 7 - 0-700 kPa (60m) Standard.
- Temperatura: Rango: -3 a + 35°C.
- Conductividad: Rango: 0-77 mmho/cm estándar.
- Peso Total bruto: WLR 7 - 19.1 Kg.



El instrumento cuenta con estructura de sujeción para su fondeo en la zona de medición.

#### 4.3.3.- Velocidad del sonido en el agua

La ecosonda fue calibrada con un equipo específico, el SVP – 15, instrumento de medida de la velocidad de sonido en el agua de alta precisión que emplea tecnología de ecosondeo, desarrollado por la casa NAVITRONIC. Este equipo se emplea para obtener un perfil de velocidad de sonido cada medio metro de toda la columna de agua a sondear. La unidad es autónoma, teniendo baterías y memoria interna para la grabación de datos, permitiendo, por tanto, su descenso con un cabo de la longitud adecuada. La unidad empieza a grabar automáticamente una vez dentro del agua y su velocidad de descenso no debe superar los 3 m/s.

Mediante una caja de transferencia, los datos se transfieren vía puerta serie RS 232 al PC con el programa de lectura específico SVP-15 PC de Navitronic.



#### 4.3.4.- Especificaciones

- Velocidad de sonido: Rango: 1.350 a 1.600 m/s.  
Resolución: 0,1 m/s.  
Precisión:  $\pm 0,25$  m/s.
- Profundidad: Rango: 200 m en pasos de 0,5 m.  
Medida: sensor de presión.  
Precisión:  $\pm 0,2\%$  FS.
- Ajuste barométrico: Autoajuste a punto cero.
- Transmisor Ultrasónico: Potencia: 1 Watt.  
Frecuencia: 2 MHz (nominal).
- Transmisión de Datos: RS-232, 9600 baud, 7 data bits, Odd parity, 2 stops bits.
- Capacidad de Memoria: 6.000 medidas.
- Temperatura de empleo: 0-45°C.

- Consumo: Operando: 120 mA.
- Fuente de energía: Baterías internas selladas recargables, dando un mínimo de 24 horas de trabajo en continuo.
- Carcasa: Acero Inoxidable Marino.
- Conector: 6 pin.
- Peso: 5 kg.
- Dimensiones: 90 mm Ø x 550 mm.
- Control: Programa SVP 15 PC, incluyendo muestreo, almacenamiento y presentación de datos
- Unidad Externa: Caja de corriente y lectura. Con 2 m de cable para SVP15 y conector hembra de 9 pin para conexión a PC. Con toma de corriente 100-240V AC y 12V DC.

La velocidad del sonido en el agua, registrada para los días de sondeo e introducida en el ecosonda, fue de 1.492 m/s.

#### 4.3.5.- Análisis y proceso de datos

Como ya se ha descrito, durante los trabajos de mar todos los datos brutos son almacenados en bases de datos que se corresponden con cada línea de sondeo o trayectoria de la embarcación dentro de cada malla.

El procesado que requiere cada uno de los archivos generados, es el siguiente:

##### **Programa Reson 6042:**

- Eliminación de interferencias de los distintos elementos del sistema, si se presentan, básicamente del DGPS.
- Corrección de picos: consiste en eliminar los datos de sonda erróneos, generados durante el sondeo. Los motivos pueden ser diversos e incluir reflexión por espuma de oleaje (en zonas de rompiente), bancos de peces, etc.
- Corrección por marea: consiste en restar a todas las sondas la marea registrada en el mareógrafo de referencia, dato que no está disponible en tiempo real.
- Reducción de datos: consiste en reducir los datos disponibles, hasta un nivel adecuado para su manejo en el procesado. Para ello se han empleado mallas de celdas de 1 por 1 metros, en las que se han cargado la totalidad de los datos brutos ya analizados y corregidos por marea.

- Exportación de puntos de sonda: consiste en generar los archivos de puntos que se emplearán finalmente en el curvado de isobatas. Para ello, se ha seleccionado el valor más somero con su localización exacta en cada una de las celdas.

Al disponer de una base de datos brutos y mediante las funciones de repetición y análisis, se pueden realizar las operaciones descritas. Los datos se exportan a continuación en formato X, Y, Z como un archivo ASCII para su tratamiento posterior en el programa Terramodel / Terravista.

#### **Programa TERRAMODEL / TERRAVISTA® :**

Terramodel es un programa de Spectra Precision Software que proporciona las herramientas para producir y diseñar, de forma completa, planos. Con este programa se realizan los siguientes procesos en las distintas zonas:

- Importación de los puntos de sonda procesados y seleccionados con el 6042.
- Generar un Modelo Digital del Terreno (MDT) para su uso en Terravista.
- En Terramodel se emplea el MDT limpio para generar una nube de puntos que es la que se emplea en el curvado definitivo.
- Curvado de isolíneas, mediante el método de triangulación.
- Exportación de isobatas y puntos de sonda a formato de AutoCAD para su presentación en planos completos y detallados. El transductor de 200 Khz es el más utilizado en aguas someras con estas características.

El sistema de posicionamiento empleado ha sido GPS Diferencial Trimble, descrito en detalle en el anexo II.

## **5.- BASES DE REPLANTEO**

A continuación, se muestra un listado en el que aparecen las coordenadas de estaciones utilizadas para realizar el levantamiento topográfico de la zona. Las cotas de las estaciones están referidas a la B.M.V.E.

<i>751024.700</i>	<i>4416686.140</i>	<i>7.213</i>	<b>E1</b>
<i>752030.908</i>	<i>4416403.342</i>	<i>1.460</i>	<b>E2</b>
<i>753040.313</i>	<i>4415930.822</i>	<i>0.842</i>	<b>E3</b>

753751.411	4415556.821	1.486	<b>E4</b>
754051.402	4415396.186	0.534	<b>E5</b>
754927.928	4414984.759	1.776	<b>E6</b>

## ***Anejo Nº 3. DINÁMICA LITORAL***

# ÍNDICE

## DINÁMICA LITORAL

### 1.- INTRODUCCIÓN.

- 1.1.- Objeto del anejo
- 1.2.- Información empleada

### 2.- Agentes actuantes

- 2.1.- Introducción
- 2.2.- Descripción de la costa
- 2.3.- Clima marítimo exterior
- 2.4.- Vientos
- 2.5.- Mareas

### 3.- PROPAGACIÓN DEL OLEAJE

- 3.1.- Metodología
- 3.2.- Cálculos y resultados

### 4.- El Sistema Litoral

- 4.1.- Introducción
- 4.2.- Descripción cualitativa de la dinámica litoral
- 4.3.- Sedimentos y composición de fondos
- 4.4.- Clima marítimo frente a la costa de Burriana
- 4.5.- Orientación de equilibrio de las playas

### 5.- Impacto de las obras en la dinámica litoral

- 5.1.- Profundidad de cierre
- 5.2.- Impacto de las obras sobre la dinámica litoral
- 5.3.- Otros impactos
- 5.4.- Medidas correctoras

### APÉNDICES:

APÉNDICE 1: DESCRIPCIÓN TÉCNICA DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS.

APÉNDICE 2: EVOLUCIÓN DE LA LÍNEA DE COSTA

## 1.- INTRODUCCIÓN.

### 1.1.- Objeto del anejo

El presente trabajo tiene como objeto establecer las características de la Dinámica Litoral en el entorno de la playa Norte de Burriana, de forma **que** sirva para la definición de las posibles soluciones para la adecuación de su frente litoral, así como para determinar el impacto de la solución adoptada sobre la dinámica litoral y las playas.

Por otro lado, en el proyecto se incluye la regeneración de un tramo de playa en la zona sur del ámbito. Esta zona, en la que se prevé un desarrollo urbanístico, incluye una nueva playa, que tendrá que ser diseñada a partir de las conclusiones obtenidas en el presente trabajo.

En definitiva, el estudio tendrá por objeto:

- Determinar las características de la dinámica litoral en este sector de costa.
- Establecer el valor del transporte litoral frente a la futura urbanización.
- Analizar el posible impacto de las obras marítimas previstas sobre la dinámica litoral.
- Establecer las posibles medidas correctoras para reducir o eliminar dichos impactos.
- Proponer y analizar las obras más adecuadas para la regeneración de la playa frente a la urbanización.

El presente anejo presenta los resultados de los estudios realizados, siendo su estructura la que se presenta a continuación.

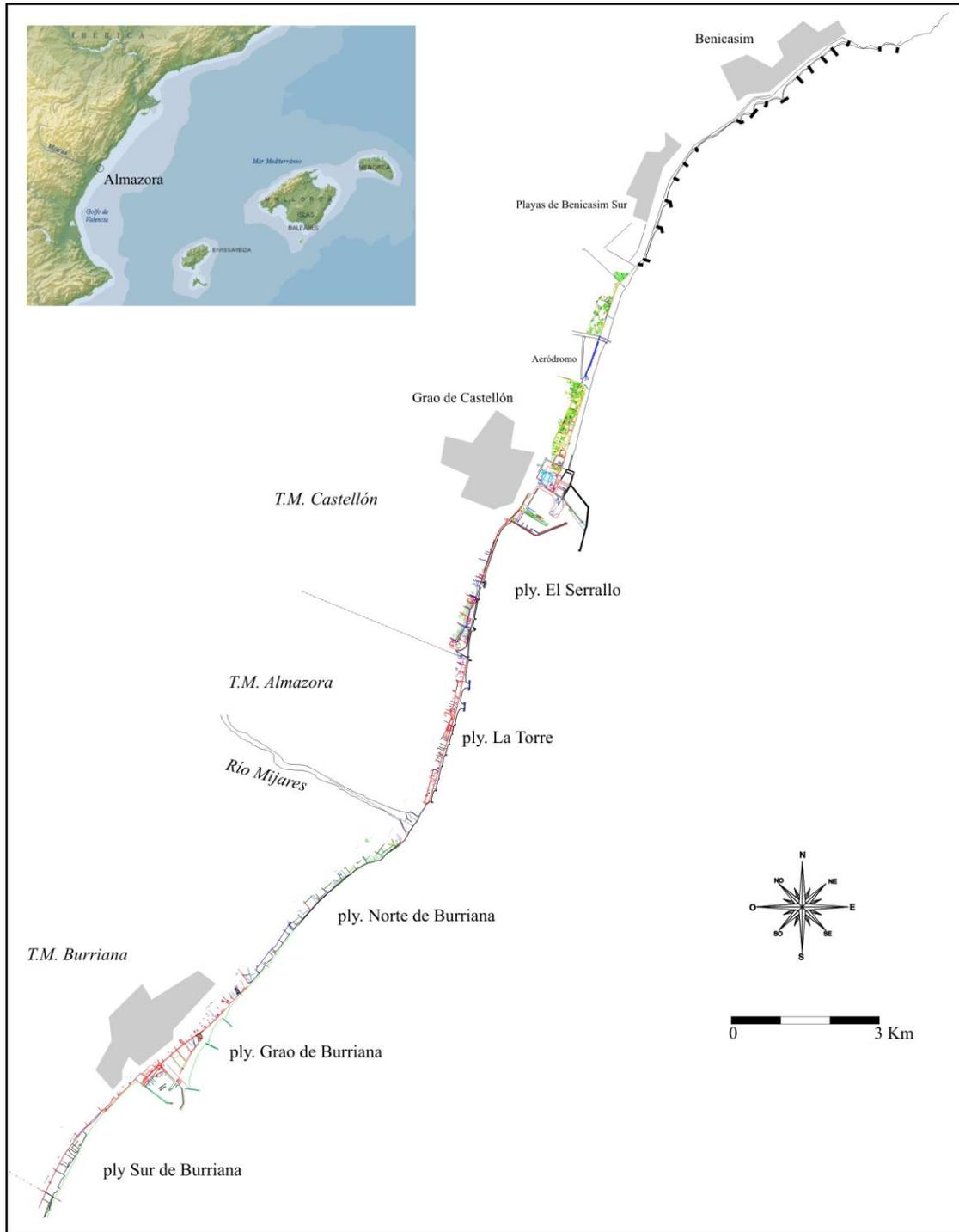
En el Apartado 2 se resumen las condiciones actuales de la costa en estudio y el clima marítimo que controla los procesos litorales.

En el Apartado 3 se realizan las propagaciones de los oleajes hasta la costa.

En el Apartado 4 se estudia el Sistema Litoral.

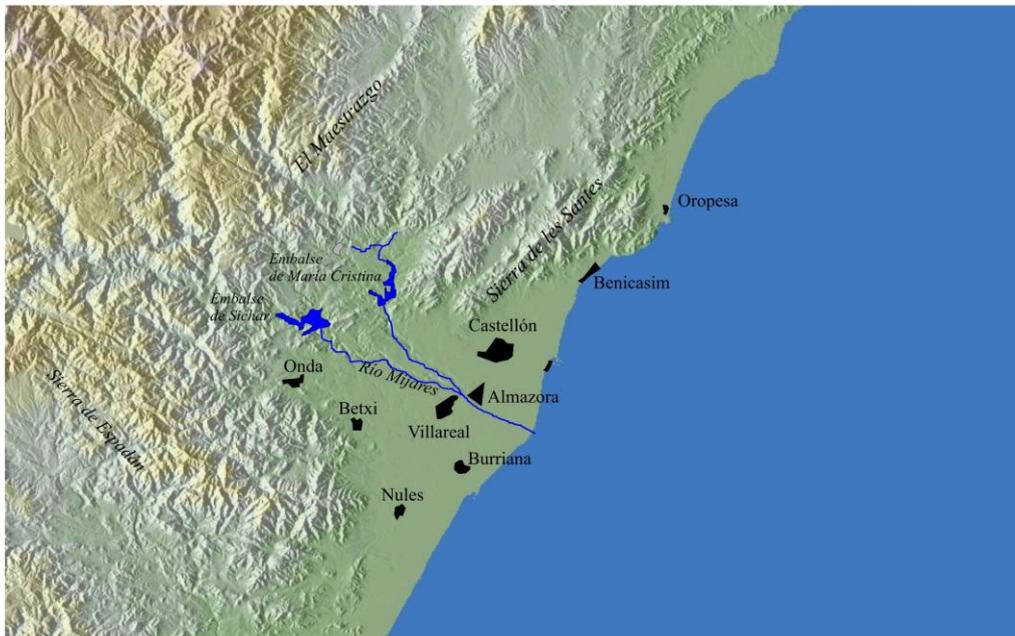
En el Apartado 5 se analiza el impacto de las actuaciones diseñadas sobre la dinámica litoral y las playas contiguas.

La figura 1 presenta la zona de estudio, con el detalle de la situación actual de las playas en el entorno del Puerto de Burriana.



**Fig. 1 Situación de la playa Norte de Burriana**

La figura 2 muestra la situación geográfica de Burriana.



**Fig. 2 Imagen topográfica de la costa en el entorno de Burriana**

## 1.2.- Información empleada

La información utilizada en los trabajos, incluidos en el presente informe, ha sido la que se resume a continuación:

- Diversas batimetrías y topografías parciales de las playas de Burriana, incluyendo una realizada en el año 2002 por HIDTMA.
- Planos de evolución de la línea de costa, proporcionados por la Dirección General de Costas, que incluye información desde el año 1947 hasta 1983.
- Fotografías aéreas históricas del entorno portuario.
- Informes anteriores sobre la zona, en particular el realizado por HIDTMA para la Dirección General de Costas y para la Autoridad Portuaria de Castellón.
- Visita personal a la zona de estudio, conversaciones y entrevistas con técnicos municipales.

## 2.- AGENTES ACTUANTES

Descripción de la costa y clima marítimo

### 2.1.- Introducción

En el presente apartado se describen los elementos básicos que caracterizan la dinámica litoral de la costa en el entorno de la playa Norte de Burriana.

En primer lugar, se realiza una breve descripción del estado actual de la costa y del propio entorno de la playa, repasando su evolución a lo largo de las últimas décadas.

Como agente actuante básico de la dinámica litoral, se realiza una detallada caracterización del oleaje exterior, a partir de los datos más recientes disponibles. El estudio del clima marítimo incluye un análisis direccional, el cual servirá de base para los cálculos de equilibrio de la nueva playa, a realizar en apartados posteriores.

### 2.2.- Descripción de la costa

#### 2.2.1.- Costa al norte del Puerto de Castellón

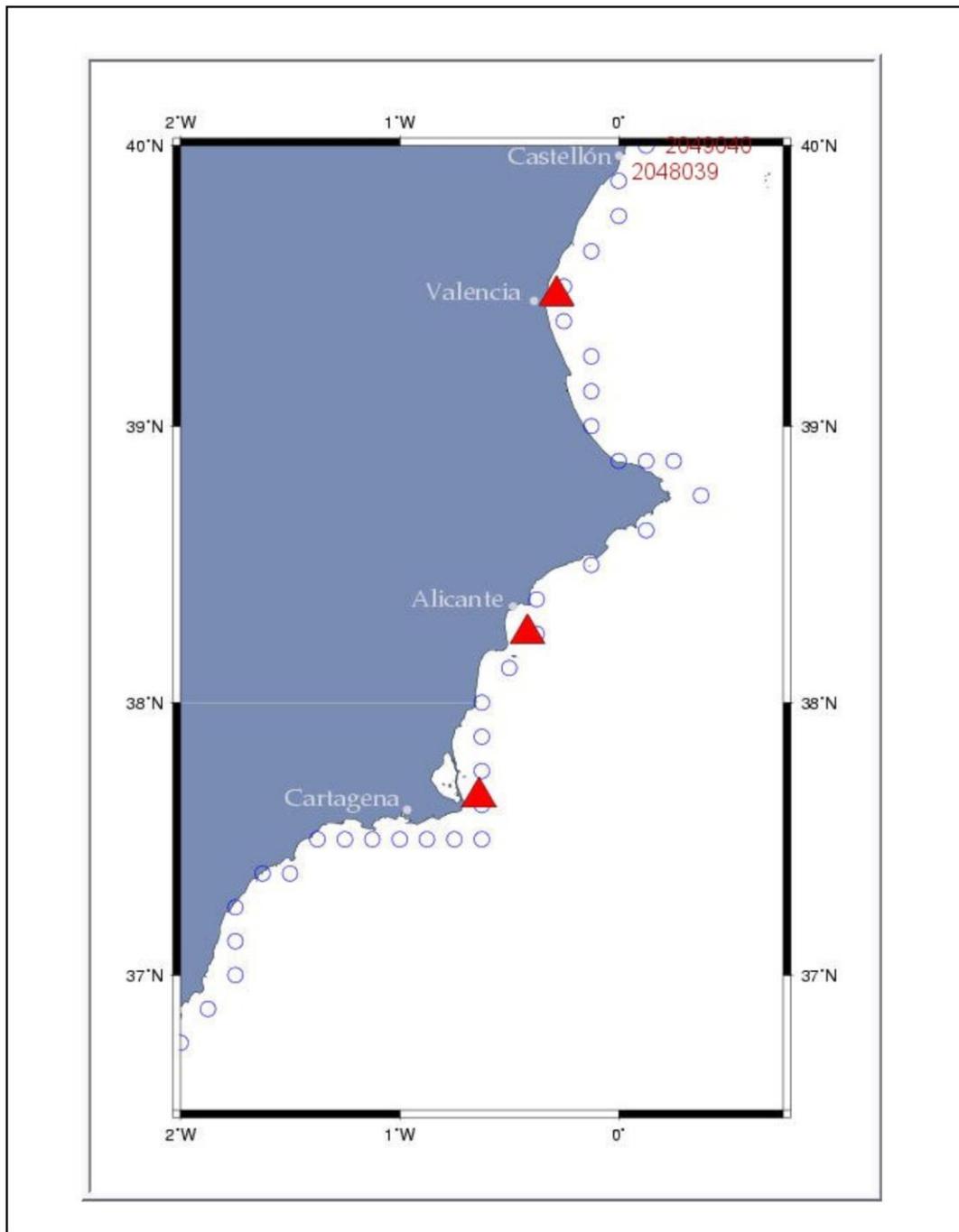
El litoral situado al sur del Cabo de Oropesa está formado por playas rectilíneas, de arena muy fina y fondos de pendiente suave. El material que predomina en esta costa es el sedimento muy

fino, de tamaño, por lo general, inferior a  $D_{50}=0.20$  mm, que produce un perfil de playa muy aplacerado. Cuando este material de base desaparece a causa de la erosión, deja su sitio a sedimentos de granulometría gruesa o muy gruesa, que forman, en ocasiones, playas de bolos de intensa pendiente.

La erosión sufrida por la costa y la intensa presión urbanística de las últimas décadas ha obligado a regenerar muchos tramos de playa al sur del Cabo de Oropesa, de forma que todo el Término Municipal de Benicasim presenta actualmente un frente costero plagado de espigones y diques exentos.

A los espigones de contención, construidos en la zona de Las Villas de Benicasim, siguió la regeneración de este tramo de playa, efectuada hace unos cinco años, y las obras de regeneración de la playa de Benicasim sur, ejecutada poco tiempo después. Recientemente, se ha efectuado el relleno de estas celdas artificiales con material de aportación exterior.

Al tratarse de una costa con un claro predominio del transporte litoral en sentido sur, el Puerto de Castellón, en sus diversas fases de desarrollo sufridas durante el presente siglo, ha provocado el crecimiento continuo de una gran playa apoyada al norte (playa de Castellón). Inmediatamente al sur de Benicasim, desde la salida de la Gola de La Plana (ver figura 3), comienza el desarrollo de esta amplia playa de arena fina, de unos 4 km de longitud, que en su primer tramo está parcialmente apoyada en la Gola de Entrilles y que, desde aquí hacia el sur, se extiende hasta el mismo arranque del dique de defensa del puerto. El primer tramo, de 600 m al sur de la Gola de La Plana, se encuentra parcialmente apoyado sobre una laja rocosa que produce un cierto cambio de alineación de la orilla al norte; desde este punto hasta la Gola de Entrilles, la playa se configura en un único tramo de 1.200 m, apoyado parcialmente en los encauzamientos de la gola.



**Fig. 3 Posición de los puntos WANA**

En este extremo sur, la playa presenta una anchura de casi 150 m entre la orilla y el borde del paseo marítimo, manteniéndose siempre en valores de anchura superiores a los 100 m a lo largo de todo su desarrollo. En su mitad norte, la playa seca presenta zonas con pequeñas dunas y vegetación.

La playa de Castellón sigue creciendo en la actualidad, aunque a un ritmo inferior al de épocas pasadas.

### **2.2.2.- Playas al sur del Puerto de Castellón**

Todas las acumulaciones ocasionadas por el puerto en su lado norte han supuesto profundas erosiones al sur: en todo el frente del Término Municipal de Castellón la playa original ha sido sustituida por una frente de escollera, que ocupa casi 3 km de longitud, y que se encuentra retranqueada casi 900 m con respecto a la alineación de la costa actual al norte del puerto.

Al final de la escollera, y coincidiendo con el principio del T.M. de Almazora, comienza la playa del mismo nombre, mantenida de forma artificial por una serie de espigones y diques exentos, los cuales protegen de la erosión casi 4 km de costa, hasta el comienzo del delta del río Mijares.

La playa de Almazora está compuesta por material muy grueso, incluyendo gravas y bolos de gran tamaño. Este material se mantiene en equilibrio gracias a su escasa movilidad y al apoyo de los numerosos espigones de contención que jalonan la playa.

En el extremo sur de la playa de Almazora, la Dirección General de Costas construyó, mediante trámite de urgencia, una ampliación del espigón de cierre, con una aportación adicional de grava.

A lo largo del año 2002 se realizaron las obras de estabilización de la playa a cargo de la Autoridad Portuaria de Castellón, consistentes en una prolongación del dique sur de cierre, un nuevo espigón a 700 m de distancia al norte y un relleno con arena, procedente de cantera, de 100.000 m<sup>3</sup>.

Recientemente, se ha redactado un nuevo proyecto de recuperación de la playa de Almazora, que supone una nueva prolongación de su espigón de cierre, con un relleno de playa adicional al ya ejecutado.

### **2.2.3.- Desembocadura del Mijares**

Este espacio natural se inicia 100 metros al sur del espigón de cierre de la playa de Almazora, donde la costa cambia ligeramente su orientación hacia el SE, desaparece el acceso rodado y el cordón litoral de gravas recobra su "naturalidad". La actual desembocadura del río se encuentra situada a 780 m del espigón citado, situándose el límite sur a 1.180 metros.

La desembocadura del río Mijares está declarada ZEPA y LIC.

#### **2.2.4.- Playa norte de Burriana**

Toda la zona al sur del río Mijares se encuentra protegida por una escollera de defensa, de más de 4 km de longitud.

Esta escollera ha impedido, durante muchos años, la pérdida de superficie terrestre en la zona, altamente erosionada por el descenso de aportes sedimentarios.

### **2.3.- Clima marítimo exterior**

En el presente apartado se analiza el clima marítimo medio incidente en el entorno del Puerto de Castellón, a partir de nuevos datos de oleaje registrados en las Bases de Datos de Puertos del Estado.

#### **2.3.1.- Fuente de datos**

Para el análisis de los oleajes principales, que se presentan en la costa, se han usado tradicionalmente fuentes de datos diversas, como son:

1. Datos visuales recopilados por el National Weather Record Centre (Ashville, EEUU), procedentes de observaciones a bordo de barcos en ruta. Proporcionan información sobre oleaje visual (altura de ola, periodo y dirección de procedencia).
2. Diversas boyas de registro de oleaje, siendo la más cercana la del Puerto de Valencia.
3. Datos de oleaje calculados en los puntos de la red WANA (Puertos del Estado).

Los datos proporcionados por los puntos de cálculo WANA son de una calidad muy elevada, siendo ésta, además, una red muy tupida y, por tanto, la que suele proporcionar la mayor aproximación a todas las zonas de estudio. Por ello, ésta ha sido la fuente básica a partir de la que se ha calculado el régimen medio de oleaje de la zona de estudio.

El modelo WAM de generación de oleaje (WAMDI, 1988), en su versión 4 (Günther et al., 1991), integra la ecuación básica de transporte. Esta ecuación describe la evolución de un espectro bidimensional de energía de oleaje con respecto a la frecuencia y dirección, sin hacer ninguna presunción inicial sobre la forma del espectro.

Este modelo fue desarrollado por un amplio grupo de investigadores de diferentes institutos (grupo WAMDI), siguiendo las recomendaciones derivadas del proyecto "Sea Wave Modeling Project" (grupo SWAMP, 1985). Uno de los objetivos del grupo fue montar y poner en servicio rutinario una

aplicación global del modelo en el Centro Europeo de Predicción a Medio Plazo (ECMWF), lo que se consiguió en 1992.

Basado en los trabajos anteriores, se ha desarrollado una aplicación para la costa española. La malla del modelo de oleaje define la Costa Atlántica Española con una resolución de un cuarto de grado, y la Costa Mediterránea con un octavo de grado; por lo tanto, los datos producidos cerca de la costa ya tienen en cuenta apantallamientos del oleaje por la costa (aunque con la limitación de esta resolución). La versión del modelo utilizada para el Atlántico es de aguas profundas y, por lo tanto, no se tiene en cuenta ningún fenómeno producido por el fondo marino. Para el Mediterráneo se utiliza la versión de aguas someras y, por lo tanto, se tiene en cuenta la atenuación y refracción causadas por el fondo marino en los puntos de malla que pueden considerarse como aguas someras.

La información producida por el modelo para cada punto de malla es el espectro direccional de energía de oleaje, de donde se puede extraer gran cantidad de información, como por ejemplo los parámetros Hs, Tp, Tm, dirección media, componentes de mar de viento, de mar de fondo y otros. Los resultados del modelo presentan resultados no adecuados en algunas zonas de costa protegidas.

Los datos WANA proporcionan valores de viento y oleaje en intervalos de 3 horas.

En la figura 3 se indica la situación del punto WANA2048039, a partir del cual se ha realizado el cálculo del régimen de oleajes. Este punto es el más cercano a la playa norte de Burriana de los que componen la red WANA de Puertos del Estado.

### **2.3.2.- Descripción del clima marítimo exterior**

En la figura 4 se muestra la representación de la rosa exterior de oleaje en el punto WANA2048039, así como la correspondiente gráfica Hs-Dirección de los registros de oleaje de ese punto, en el periodo enero 1996-diciembre 2002.

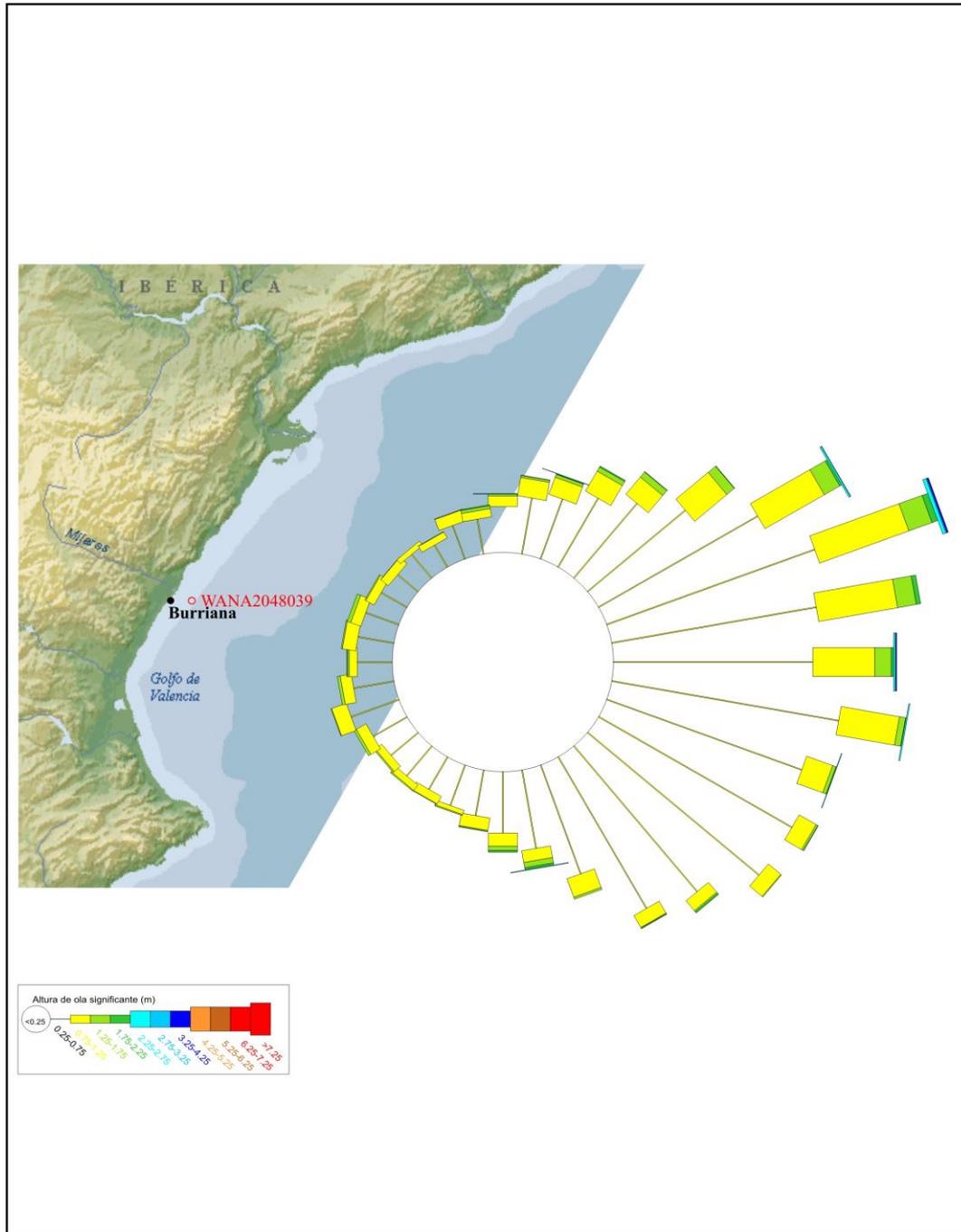


Fig. 4 Clima marítimo en el punto WANA2048039

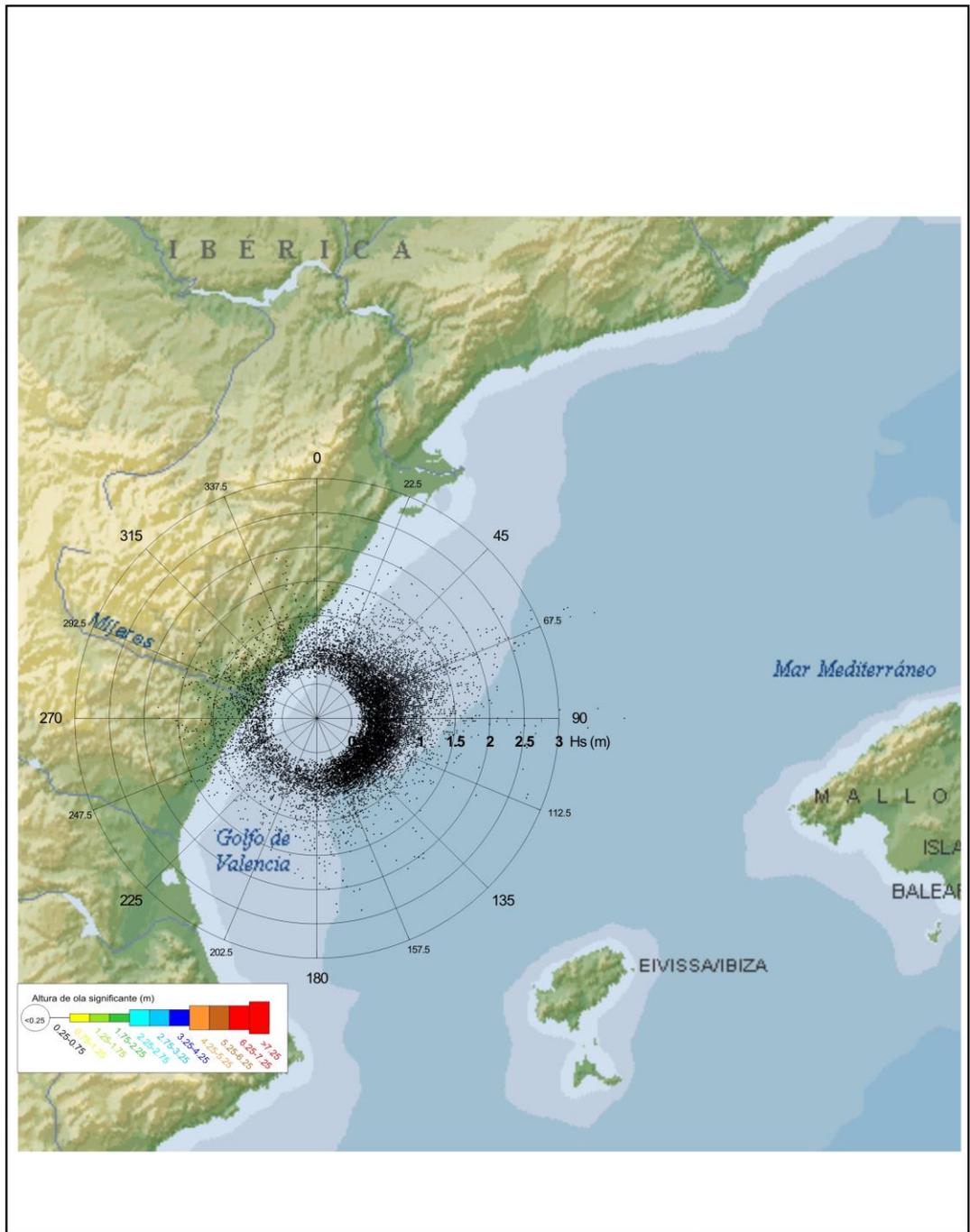
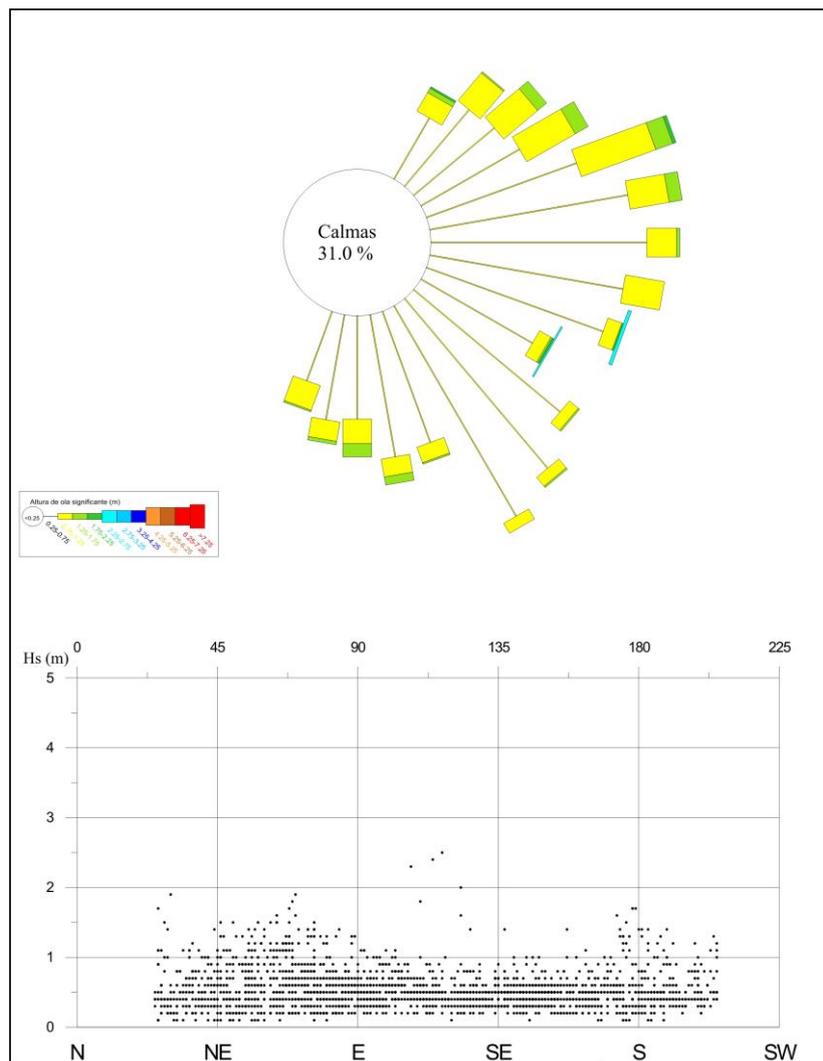


Fig. 5 Representación angular de los datos del punto WANA2048039

En la figura anterior puede observarse cómo las direcciones de oleaje predominantes son las procedentes del primer cuadrante y, en particular, las que cubren el sector NE-E. Las direcciones de oleaje procedentes del sector SE-S también presentan incidencias marcadas en la zona de Castellón.

Con el objeto de determinar las alteraciones anuales del régimen medio de oleaje, representado por la figura anterior, se han extraído los datos anuales correspondientes a los años 2015, 2016 y 2017, y se han representado en forma de rosa de oleaje y gráfica de puntos Hs-Dirección, según se muestra en las figuras 6, 7 y 8 respectivamente.



**Fig. 6 Registros WANA de oleaje en la costa de Castellón. Año 2015**

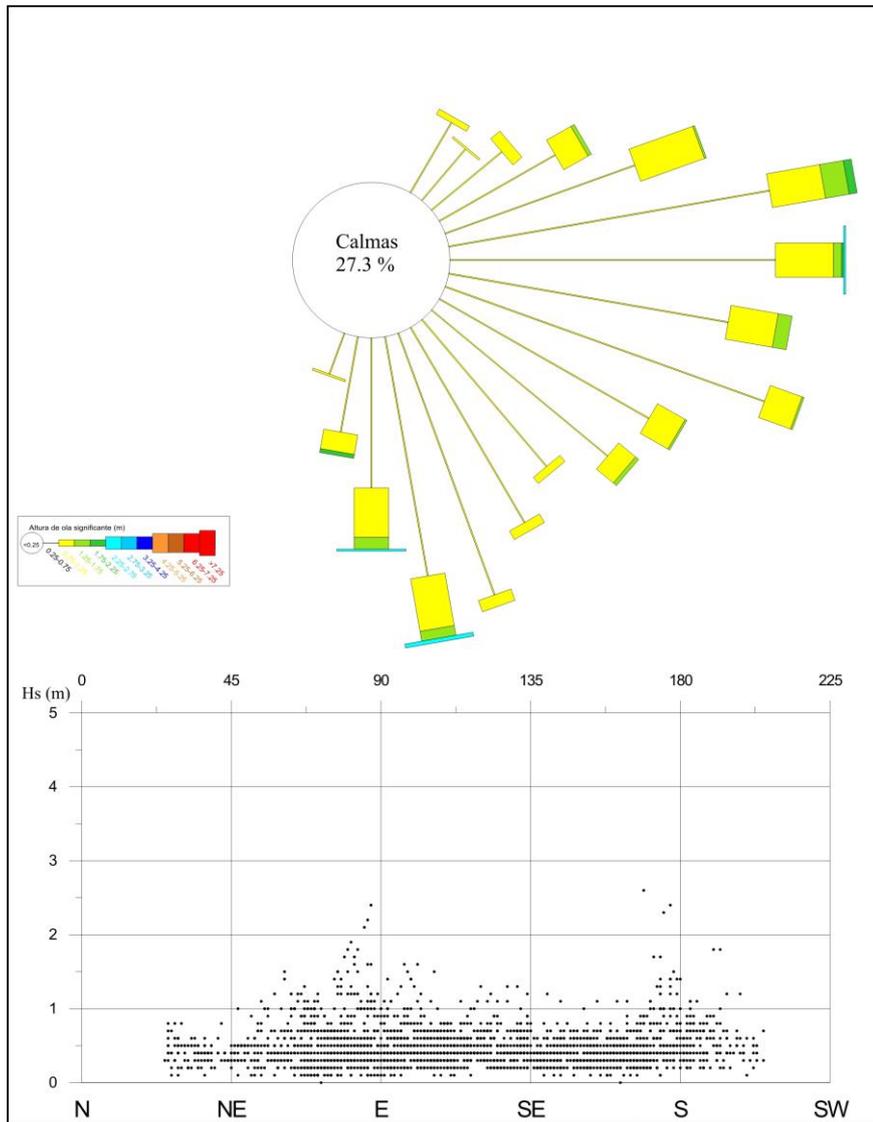


Fig. 7 Registros WANA de oleaje en la costa de Castellón. Año 2016

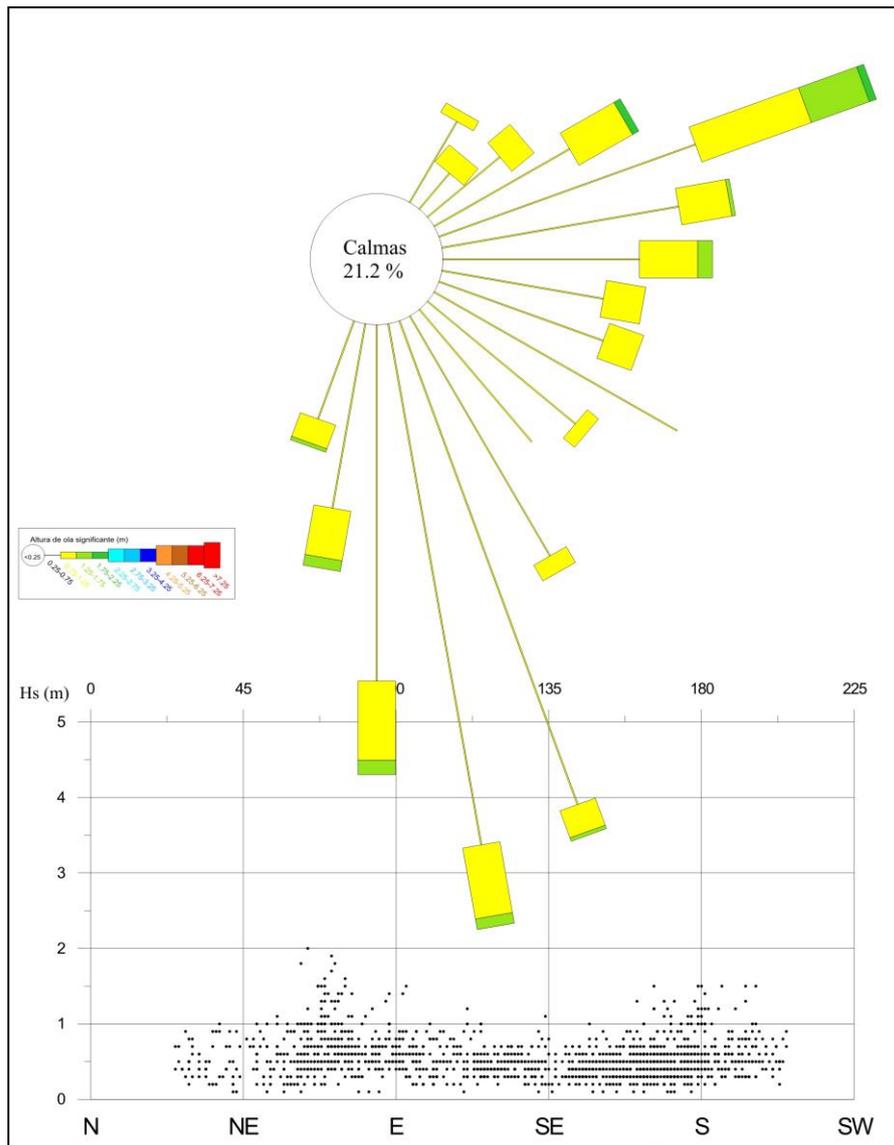


Fig. 8 Registros WANA de oleaje en la costa de Castellón. Año 2017

En el año 2015 se puede observar una baja incidencia de los temporales procedentes del primer cuadrante, así como la presencia de algunos oleajes relevantes procedentes del sector ESE.

En el año 2016 la incidencia de los oleajes procedentes del NE-E es algo más elevada que el año anterior, pero también lo es la de los oleajes procedentes del S, con alturas de ola extremas incluso mayores que las del primer cuadrante a lo largo del año.

En el año 2017 la incidencia de los temporales es, en general, reducida, pero se aprecia una mayor persistencia de los oleajes procedentes del sector SE-S.

Por tanto, se aprecia en los tres años una incidencia especialmente elevada de los temporales procedentes del segundo cuadrante, superior a la que representa un régimen medio normalizado de la zona.

### 2.3.3.- Calibración de datos

Para la calibración del clima marítimo exterior se han empleado propagaciones de oleaje realizadas anteriormente por la consultora HIDTMA hasta la boya del Puerto de Valencia.

Una vez propagados cada uno de los oleajes exteriores hasta este punto, se ha comparado el régimen medio del oleaje resultante con el medio en la boya durante el periodo 1998-2003 con los datos WANA correspondientes al mismo periodo. A partir de esta comparación se han obtenido los coeficientes que permiten ajustar los valores de  $H_s$  y  $T_p$  del oleaje exterior, para que el régimen medio proporcionado por el modelo WAM coincida con el régimen medio medido en la boya. Así, todos los oleajes WANA exteriores vuelven a propagarse calibrados hasta Burriana, obteniendo el régimen medio calibrado y la serie temporal de valores  $H_s$ - $T_p$ -Dir en la zona para el periodo considerado.

El ajuste de los periodos de oleaje se expresa mediante la fórmula:

$$T_{p,boya} = 0.40 \times T_{p,WANA} + 3.51$$

Por su parte, las alturas de ola se ajustan mediante la siguiente transformación:

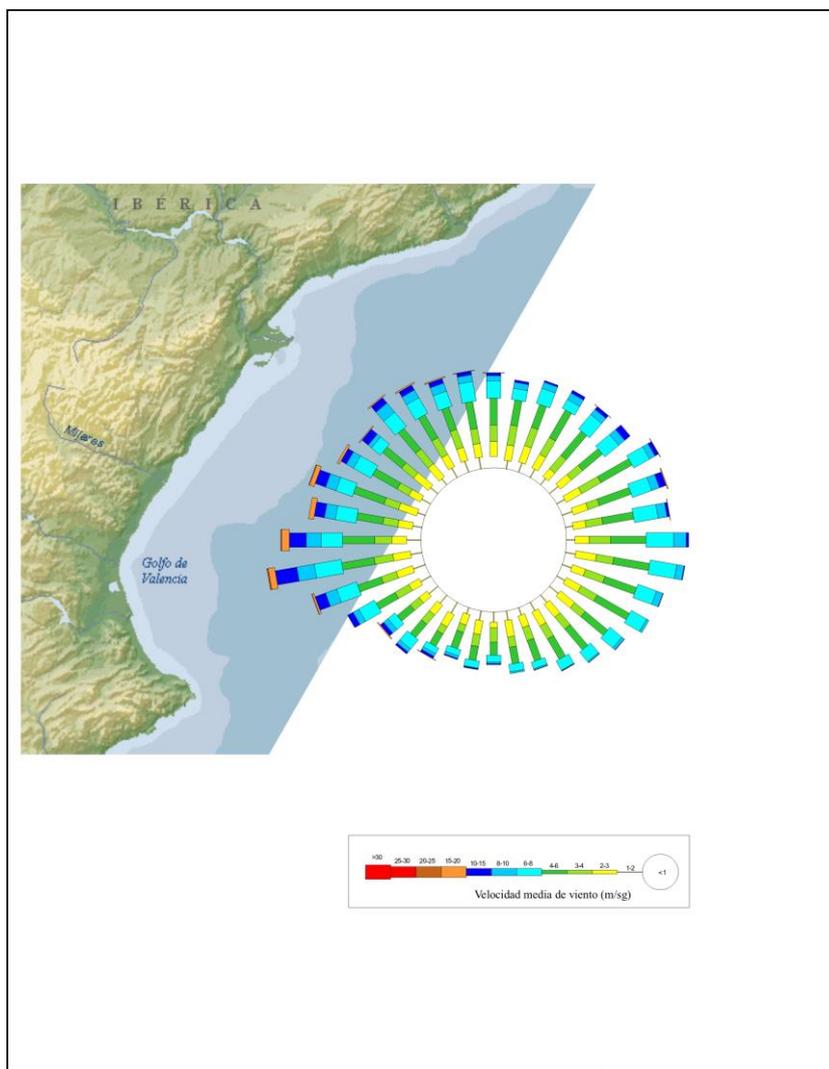
$$H_{boya} = 0.69 \times H_{wana} + 0.174 \quad (H_{wana} < 2 \text{ m})$$

$$H_{boya} = 1.16 \times H_{wana} - 0.607 \quad (H_{wana} > 2 \text{ m})$$

## 2.4.- Vientos

El régimen de vientos que actúa sobre la costa de Castellón muestra un predominio de los procedentes del primer y tercer cuadrante, siendo las direcciones más frecuentes las de los sectores NE-ENE y SW-WSW, que acumulan un porcentaje de presentación de casi el 40%.

En la figura 2.9 se presenta la rosa de vientos calculada a partir de los datos del punto WANA considerado.



El viento representado en la tabla anterior es el viento medio registrado en el modelo WAM, el cual puede asimilarse a la llamada Velocidad Básica del viento ( $V_b$ ) o viento de referencia, que corresponde a la velocidad media del viento en un intervalo de 10 minutos, medida, a 10 m de altura en la superficie del mar o en campo abierto.

La velocidad máxima de viento a una altura  $z$  o velocidad de ráfaga asociada a diferentes duraciones  $t$  y a diferentes varianzas de la velocidad de fluctuación ( $V_{v.t \max}(z)$ ), puede asimilarse a:

$$V_{v.t \max}(z) = V_b \cdot F_A \cdot F_T \cdot F_R$$

siendo:

$V_b$ : Velocidad básica del viento.

$F_A$ : Factor de altura y rugosidad superficial.

$F_T$ : Factor topográfico.

$F_R$ : Factor de ráfaga.

A pesar de que la acción del viento puede tener alguna relevancia en zonas dunares como las existentes en puntos concretos de la costa de Castellón y Valencia, es el oleaje el factor que influye de forma determinante en el movimiento de los sedimentos.

## 2.5.- Mareas

Las mareas en la costa de Castellón tienen un carácter diurno o semidiurno, en función de las épocas del año.

Los rangos de marea habituales en esta zona son de 20-30 cm, con máximos puntuales del orden de los 60 cm registrados en el mareógrafo del Puerto de Valencia.

### 3.- PROPAGACIÓN DEL OLEAJE

Oleajes, vientos y mareas

#### 3.1.- Metodología

La siguiente fase del trabajo ha consistido en la aproximación de los temporales exteriores que inciden en la costa de Castellón hasta el frente de Burriana. Para ello, se ha empleado el modelo matemático MIKE-21 NS, cuyas características fundamentales son las que se describen a continuación.

- El modelo propaga un espectro de oleaje irregular y direccional.
- Las propagaciones incluyen la refracción, shoaling, rozamiento y rotura.
- La propagación se realiza sobre una malla rectangular.
- Los datos de entrada al modelo son:
  - Altura significativa del oleaje ( $H_s$ ).
  - Periodo medio ( $T_m$ ).
  - Dirección media del oleaje (MWD).
  - Desviación máxima del espectro direccional con respecto a la dirección media (DWD).
  - Coeficiente de "spreading" ( $S$ ) del oleaje.
- El modelo proporciona los valores de los cuatro primeros parámetros en toda la zona modelizada.
- El modelo permite la inclusión de generación de oleaje por acción del viento.

En el Apéndice nº 1 "Descripción técnica de los modelos matemáticos" se puede encontrar una descripción técnica detallada de las características del modelo de propagación empleado.

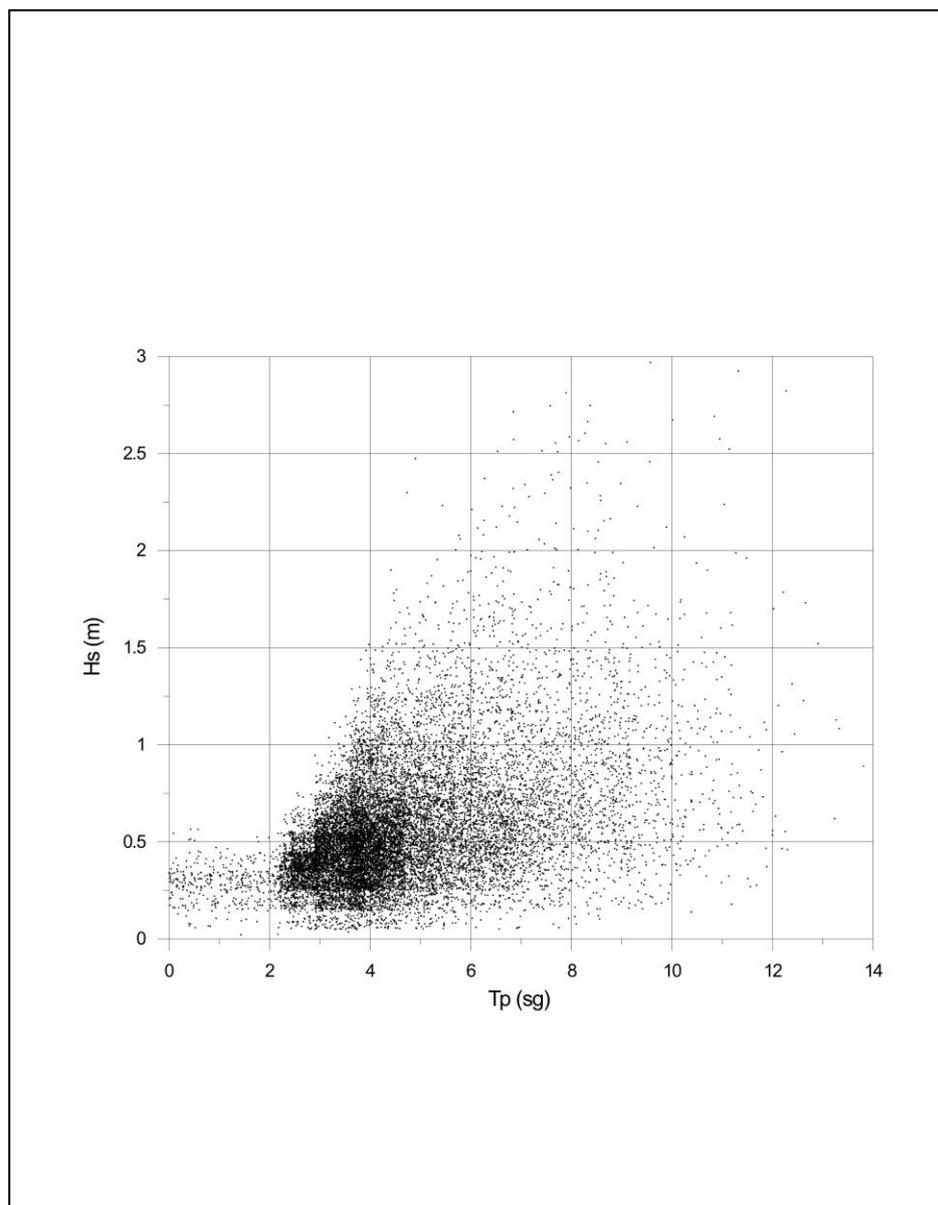
Aunque este modelo no considera la difracción, el hecho de considerar una distribución direccional del oleaje hace que, en cierta medida, los resultados del modelo puedan asimilarse a otro que considera la difracción pero no considera oleaje direccional.

#### 3.2.- Cálculos y resultados

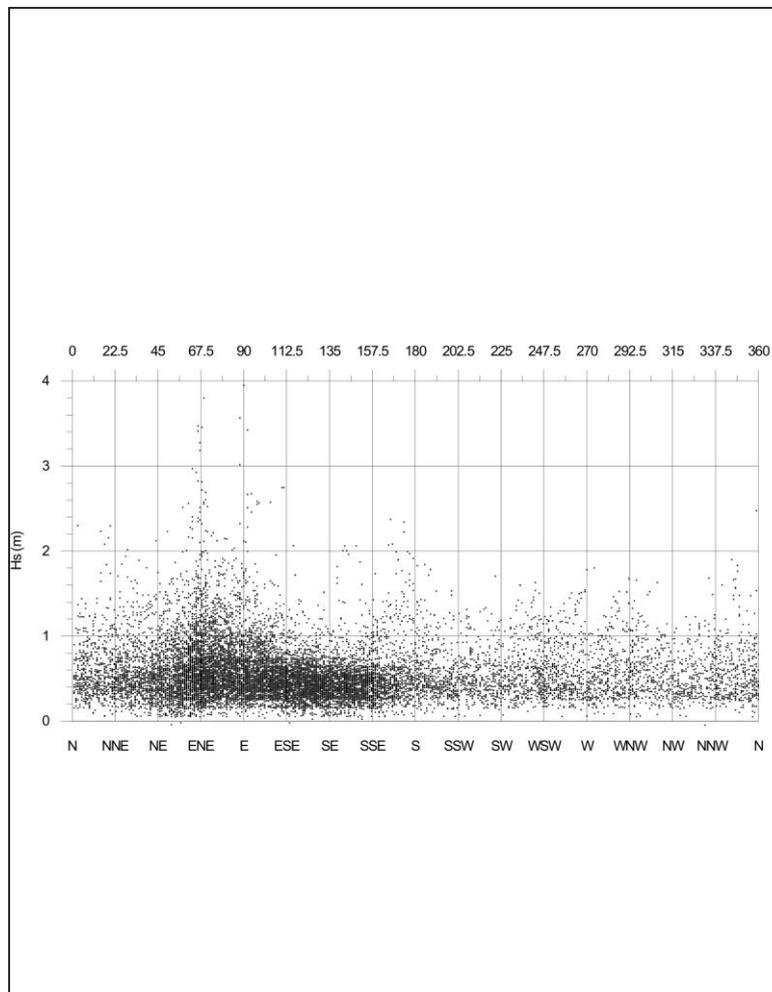
##### 3.2.1.- Propagaciones realizadas

Los oleajes propagados han sido los de dirección en altamar NE, ENE, E, ESE, SE, SSE, S y SSW, lo que cubre todo el rango posible de direcciones de incidencia de temporales hasta la costa de Burriana.

Para cada uno de los oleajes se han simulado los periodos medios de valor 3, 6, 9 y 13 segundos, con un total de 32 oleajes diferentes propagados. Estos periodos han sido elegidos a la vista de la distribución de alturas-periodos registrados en el punto WANA2048039, y que se presentan en la figura 9.



**Fig. 9 Relación entre los valores de Hs y Tp de los datos del punto WANA**



**Fig. 10 Relación Hs-Dirección de incidencia de los datos del punto WANA**

Las propagaciones han sido realizadas con un nivel de marea de +0.00 m de elevación, referido al nivel de BMVE.

La altura de ola inicial, en cada una de las propagaciones, ha sido de 1 m, de forma que los valores finalmente obtenidos en la zona modelizada son los coeficientes locales de altura de ola (Kh).

### **3.2.2.- Resultados**

En este mismo anejo se presentan los resultados gráficos de las propagaciones, incluyendo la dirección del frente de onda en cada punto del modelo y el coeficiente de altura de ola local. En el anejo se muestra la zona modelizada para cada dirección estudiada.

## **4.- EL SISTEMA LITORAL**

Morfología, dinámica litoral y transporte de sedimentos

### **4.1.- Introducción**

En el presente apartado se describen los elementos básicos que caracterizan la dinámica litoral de la costa en el entorno de la playa Norte de Burriana.

Como agente actuante básico de la dinámica litoral, se emplea la caracterización del oleaje exterior, realizada en el capítulo precedente. El estudio del clima marítimo incluye un análisis direccional, el cual servirá de base para los cálculos de equilibrio de la nueva playa, a realizar en apartados posteriores.

Por último, el apartado incluye una descripción de la incidencia del clima marítimo exterior hasta el frente de la playa.

### **4.2.- Descripción cualitativa de la dinámica litoral**

Toda la costa de Castellón se caracteriza por un transporte litoral dirigido en sentido norte-sur; es por ello que la progresiva ampliación del puerto ha ido provocando una gran acumulación de sedimentos al norte y una profunda erosión de la costa al sur.

La tasa de transporte de sedimentos que proviene de las playas de Benicasim ha debido sufrir un descenso en los últimos años, debido a la profusión de obras de defensa surgidas en su costa en las dos últimas décadas. Este descenso de aportes ha tenido como primera manifestación un retroceso y un cierto cambio de alineación del tramo de playa situado entre las golas de La Plana y Entrilles.

El Puerto de Castellón ha constituido una barrera, casi total, al paso de sedimentos por su frente, desde la construcción del dique de defensa en los años 40.

Con la línea de playa sensiblemente retrasada con respecto a su posición actual, el sedimento residual que sobrepasaba el dique se depositaba en su entorno exterior, de forma que hasta la costa sur debería llegar la fracción más fina del transporte y en cantidades muy reducidas.

#### 4.2.1.- Tasa de transporte litoral

En relación con el cálculo del transporte litoral en el entorno del Puerto de Castellón, los componentes principales del transporte litoral en esa zona se pueden resumir en los siguientes puntos:

- El aporte sedimentario hacia las playas de Castellón es actualmente de unos 60-80.000 m<sup>3</sup>/año. Este volumen, que en décadas pasadas alcanzaba valores medios de unos 100.000 m<sup>3</sup>/año, ha disminuido en los últimos años debido a la profusión de obras de defensa y regeneración de playas que cubren casi 7 km de frente costero del T.M. de Benicasim, las cuales han suprimido una porción destacada del transporte litoral natural.
- Debido a este descenso de aportes, el tramo de playa situado entre la Gola de La Plana y la Gola de Entrilles muestra, en los últimos años, síntomas claros de basculamiento y erosión, los cuales se agudizarán en el futuro y se propagarán hacia el sur.
- De los 60-80.000 m<sup>3</sup>/año de sedimento que recibe actualmente la playa de Castellón, una cantidad estimada en 40.000 m<sup>3</sup>/año se acumula en la propia playa, contribuyendo a su crecimiento, mientras que una cantidad máxima de 20-40.000 m<sup>3</sup>/año rebasan su límite sur hacia el exterior del puerto.
- De la cantidad total de sedimento que sale de la playa en dirección sur, un volumen máximo de 20-30.000 m<sup>3</sup>/año se deposita en su zona exterior.
- Los calados actuales frente al dique exterior de abrigo se sitúan en el entorno de los 10-11 m; a estas profundidades, el transporte litoral, generado por las corrientes y el oleaje local, es prácticamente nulo, y únicamente pueden ser transportadas las fracciones de sedimento más finas, que llegan en suspensión desde el norte.

Por tanto, la mayor parte del volumen de sedimentos que sale desde la playa hacia el sur acaba depositándose frente al dique de abrigo, y una pequeña parte deriva en suspensión hacia el sur, incorporándose a la corriente litoral general en forma de material remanente de fondo, no apto para la formación de perfiles activos de playa. Este material fino, que deriva desde el puerto hacia el sur, se estima en un volumen máximo de 10.000 m<sup>3</sup>/año.

- En las playas situadas al sur del puerto, el transporte litoral histórico tenía un valor semejante al calculado para la zona norte (unos 90-100.000 m<sup>3</sup>/año en el periodo 1947-56). La erosión creciente de los fondos, y la fijación del litoral mediante obras de defensa, han suprimido casi todo el transporte litoral de material arenoso, reduciéndose la circulación actual a fracciones muy finas.

- La playa de Burriana ha sufrido el descenso drástico de los aportes sedimentarios durante las últimas décadas, motivo por el cual su creciente erosión ha debido ser detenida mediante el escollero de todo su frente.

Por tanto, desde la playa de Almazora hacia el sur, el paso de sedimento es en la actualidad muy reducido, de un volumen máximo estimado en unos 10.000 m<sup>3</sup>/año, y que se compone básicamente de fracciones muy finas.

Por otro lado, las aportaciones del río Mijares son en la actualidad muy reducidas y esporádicas, y se componen fundamentalmente de fracciones gruesas que permanecen en el entorno de su desembocadura, dado que su movilidad es reducida.

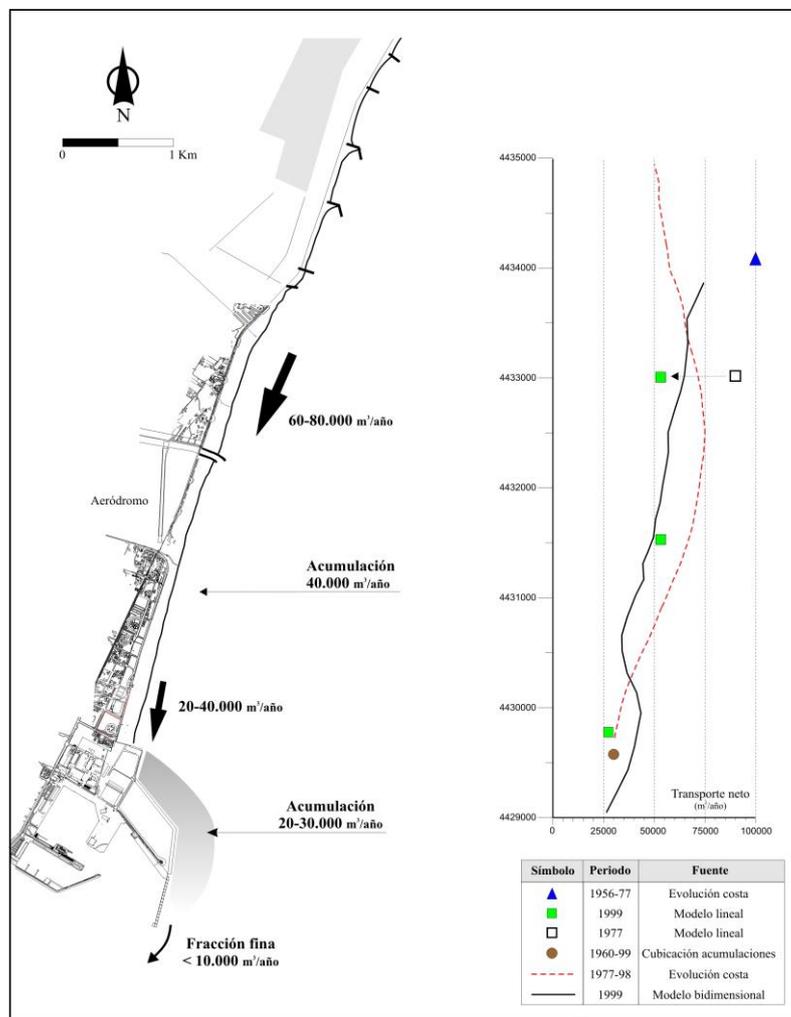


Fig. 11 Esquema del transporte de sedimentos en el entorno del Puerto de Castellón

Muestra	Z	Clasificación textural	D <sub>50</sub>	Descripción sedimentológica
1	-4m	ARENA	0.138	<i>Arenas finas, moderadamente bien triadas, platicúrticas y simétricas.</i>
2	-7m	ARENA	0.149	<i>Arenas finas, moderadamente bien triadas, platicúrticas y débilmente disimétricas hacia las partículas finas.</i>
3	-13m	ARENA	0.155	<i>Arenas finas, mal triadas, muy leptocúrticas y débilmente simétricas hacia las partículas gruesas.</i>
4	-17m	ARENA	0.265	<i>Arenas medias, mal triadas, muy leptocúrticas y muy disimétricas hacia las partículas gruesas.</i>
5	-17m	ARENA	0.137	<i>Arenas finas, moderadamente triadas, leptocúrticas y muy disimétricas hacia las partículas gruesas.</i>
6	-14m	ARENA	0.124	<i>Arenas finas, moderadamente bien triadas, platicúrticas y débilmente disimétricas hacia las partículas gruesas.</i>
7	-6m	ARENA	0.158	<i>Arenas finas, moderadamente bien triadas, mesocúrticas y débilmente disimétricas hacia las partículas finas.</i>

Tabla 1 – Análisis de muestras de sedimento

#### 4.2.2.- Acumulaciones en la playa de Burriana

En la playa del Grao de Burriana se ha llevado a cabo, en las últimas décadas, la construcción y sucesivas prolongaciones de espigones de retención de arenas, que impiden el paso de sedimento hacia la bocana del puerto. En el Apéndice 2 “Evolución de la línea de costa” se

muestran las sucesivas líneas de orilla en este tramo de costa estabilizado, de una longitud total de 1.900 m al norte del puerto.

Durante el periodo 1981-1995 se ha producido un aumento de la superficie de playa en las tres celdas que forman la playa de 98.900 m<sup>2</sup>; este aumento de superficie se debe, fundamentalmente, a aportaciones artificiales de sedimento realizadas con motivo de la construcción de los espigones y a sucesivas alimentaciones realizadas por el Servicio de Costas de Castellón, más que a la llegada natural de sedimento procedente del norte.

Por tanto, las playas del Grao de Burriana han recibido un aporte sedimentario natural muy limitado en las dos últimas décadas, acorde con la caracterización del transporte litoral descrito anteriormente.

### **4.3.- Sedimentos y composición de fondos**

Se han tomado muestras de sedimento en 7 puntos repartidos a lo largo de la zona objeto del proyecto, presentando todas ellas una similitud sedimentológica bastante elevada. En la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos para cada una de las muestras.

Cabe destacar que la zona de estudio se sitúa dentro de una zona de relieves, donde antaño se localizaba una pradera de *Posidonia oceanica*; este hecho influye en el hidrodinamismo que afecta al fondo, puesto que la estructura original de canales y cubetas permanece, en cierta medida, configurando zonas donde las corrientes se ven acentuadas, canales, y zonas en la que el hidrodinamismo se ve disminuido, cubetas, generando un fondo en el que el hidrodinamismo no sigue una pauta batimétrica sino más bien espacial.

El estudio y análisis de los resultados permite establecer que, para las estaciones muestreadas, la zona de estudio es una zona arenosa de arenas finas principalmente, con un escaso nivel de vasificación. El medio presenta mayor nivel energético por corrientes e hidrodinamismo desde la isobata de los diez a los diecisiete metros de fondo, que a menores profundidades.

#### **4.3.1.- Cobertura de los fondos**

Los pocos depósitos sedimentarios presentes están dominados por los guijarros. La presencia de éstos hace que los pisos supra y mesolitoral se vean continuamente bombardeados por los mismos, dificultando enormemente el asentamiento de las especies, lo que se relaciona con el nulo desarrollo de las especies típicas de estos pisos en la zona de estudio.

Esta situación se da en toda la zona de estudio, salvo en la zona más al norte, en la que debido al efecto de apantallamiento que proporciona el delta del Mijares ante los temporales de

componente norte, hace posible la colonización de las especies típicas de la Comunidad de la Roca Supralitoral y Mesolitoral.

Las comunidades del piso infralitoral de la zona de estudio presentan una elevada heterogeneidad, basada en la progresiva sustitución de las praderas de *Posidonia oceanica*, debido a la degradación de las mismas, por otras comunidades que se van desarrollando sobre la mata muerta de rizoma.

De este modo, los fondos que se presentan hasta los 3 metros de profundidad carecen de cobertura vegetal alguna, debido a la alta energía hidrodinámica a la que se ven expuestos. Entre ellos se pueden encontrar tanto sustratos sedimentarios, como acúmulos de bolos y guijarros, que tienen su origen en los aportes continentales del río Mijares.

Una vez superada dicha cota batimétrica comienza a desarrollarse una cobertura dominada por un alga clorofícea sifonal, *Caulerpa prolifera*, de carácter fotófilo y oportunista, que requiere condiciones elevadas de iluminación y tiene alta afinidad por ambientes ricos en materia orgánica, y con alto estrés ambiental.

Esta comunidad puede desarrollarse tanto sobre sustrato sedimentario, como sobre los restos de rizomas de *Posidonia oceanica* muertos. Este poblamiento dominante de los primeros metros de profundidad presenta algunos claros sedimentarios y, en ocasiones, se aprecian sustratos rocosos, de escasa elevación, a modo de lajas. Sobre éstas se presentan algas de carácter esciáfilo como *Udotea petiolata*, salvo las superficies más elevadas, que se ven colonizadas por ejemplares de *Caulerpa prolifera* de escaso desarrollo.

En esta zona se observa cómo este alga aprovecha la mata muerta de rizoma de *P. oceanica* para instalarse originando importantes praderas, tanto por su extensión como por su densidad, favorecido por el rápido crecimiento que presenta esta especie, constituyendo lo que se conoce como facies de sustitución de *Posidonia oceanica*.

Entre los 9 y 12 metros de profundidad es donde se localizan en la actualidad los poblamientos de *Posidonia oceanica*, claramente degradada, con coberturas que oscilan entre un 30 y 60%.

En estos enclaves, *Posidonia* se presenta en forma de fascículos sueltos y dispersos, o, a lo sumo, como grupos de haces de escasa densidad, pero sin llegar a conformar una pradera uniforme.

Entre los propios haces de *Posidonia* se aprecia como especies algales han pasado a colonizar estas superficies, llegando en ocasiones a suponer una competencia real con la fanerógama. Tal es el caso de la clorofícea *Caulerpa racemosa*, que es la auténtica dominante a partir de los 13 metros de profundidad, conformando un cinturón continuo en la zona de exploración, al que sólo merma espacio alguna lengua sedimentaria. Esta alga, aunque está presente a menores profundidades, lo hace como acompañante dentro de otras comunidades, tal como se produce con su compañera de género *Caulerpa prolifera*.

La *Caulerpa racemosa* es de procedencia alóctona, fue detectada por primera vez en el Mediterráneo tras la apertura del Canal de Suez, por lo que parece que su origen puede estar en el Mar Rojo. A partir de ahí, se ha ido extendiendo por toda la cuenca mediterránea, lo que ecológicamente se conoce como migrante lessepsiana.

#### **4.4.- Clima marítimo frente a la costa de Burriana**

Utilizando las propagaciones de oleaje exterior hasta la zona de estudio y el clima marítimo direccional exterior corregido, se ha determinado el clima marítimo local frente a la costa norte de Burriana.

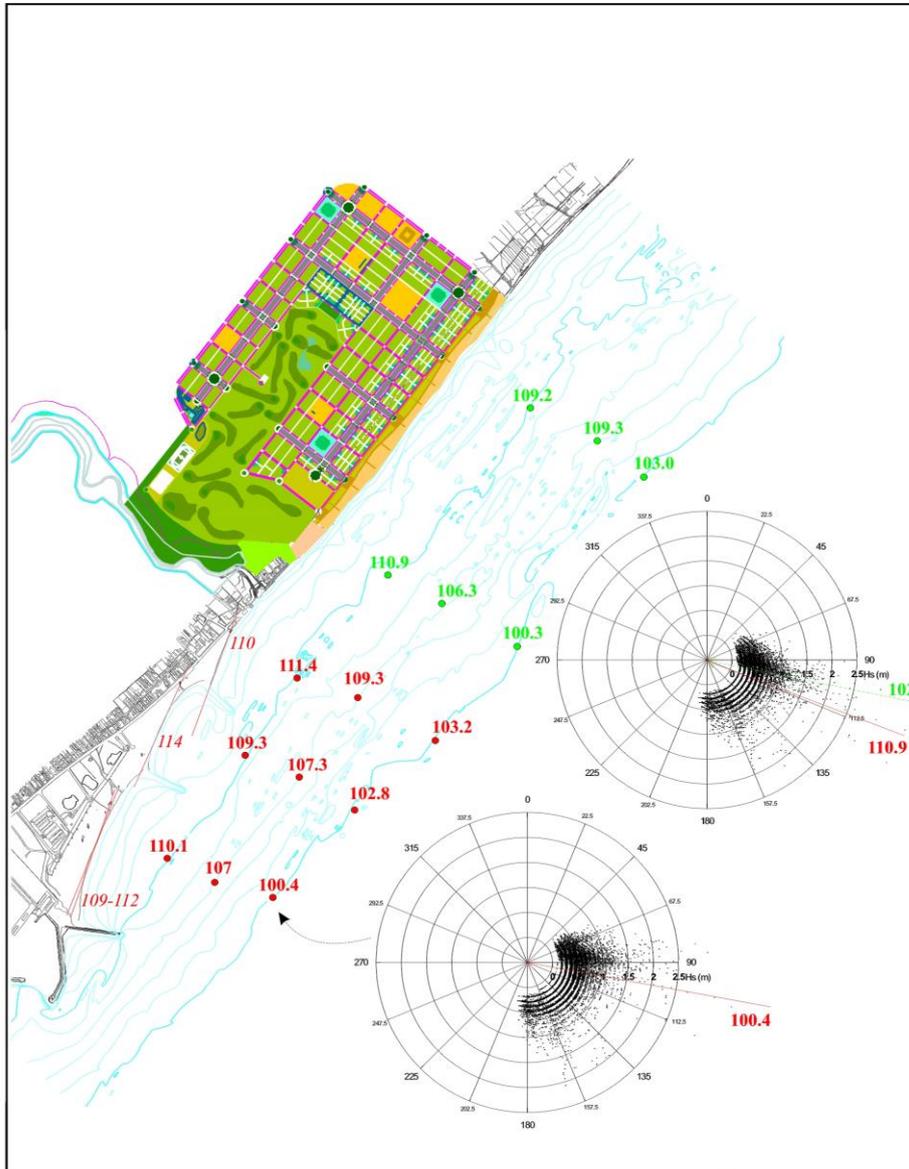
Para efectuar la propagación del clima exterior hasta la costa, cada uno de los oleajes, incluidos en el punto WANA que componen el régimen direccional, se propagan teniendo en cuenta su periodo y su dirección inicial de incidencia. Con estos parámetros se asigna, por interpolación entre los oleajes propagados, un valor del coeficiente de altura de ola ( $K_h$ ) y un ángulo final de incidencia hasta el punto deseado.

Las tablas de valores de dirección y coeficientes de propagación correspondientes a los oleajes en aguas someras son el resultado de las propagaciones en modelo matemático para este punto.

Para las direcciones de oleaje y periodos no incluidos en la propagación de oleaje, los coeficientes y ángulos finales de propagación se han calculado mediante interpolación lineal con los valores disponibles.

Con esta metodología, el resultado es la mejor aproximación posible a un régimen direccional del oleaje exterior en el punto deseado.

La figura 12 muestra los datos WANA de oleaje en aguas profundas propagados hasta el frente de la costa Norte del municipio.



**Fig. 12 Orientación de equilibrio de las playas actuales y orientación de la energía media incidente**

## 4.5.- Orientación de equilibrio de las playas

### 4.5.1.- Definición de energía del oleaje

La energía total de un oleaje es la suma de su energía cinética y de su energía potencial. La energía cinética es la parte del total de la energía debida a la velocidad de las partículas asociada con el movimiento orbital. La energía cinética por unidad de longitud en un frente de onda, definida según la teoría lineal, es la siguiente:

$$E_k = \int_x^{x+L} \int_{-d}^{\eta} \rho \frac{u^2 + w^2}{2} dz dx$$

la cual, una vez integrada, resulta en la expresión:

$$E_k = \frac{1}{16} \rho g H^2 L$$

Por su parte, la energía potencial es aquella parte de la energía resultante de la parte de masa del fluido que se encuentra por encima del seno de la onda. La energía potencial por unidad de longitud en el frente de onda se expresa como:

$$E_p = \int_x^{x+L} \rho g \left[ \frac{(\eta+d)^2}{2} - \frac{d^2}{2} \right] dx$$

expresión que, tras la integración, se formula como:

$$E_p = \int_x^{x+L} \rho g \left[ \frac{(\eta+d)^2}{2} - \frac{d^2}{2} \right] dx$$

De acuerdo con la teoría de Airy, si la energía potencial se determina con relación al nivel medio del mar y todas las ondas se propagan en la misma dirección, las componentes de la energía cinética y potencial del oleaje son iguales, de forma que la energía total de una longitud de onda por unidad de anchura de cresta resulta ser:

$$E = E_k + E_p = \frac{\rho g H^2 L}{16} + \frac{\rho g H^2 L}{16} = \frac{\rho g H^2}{8}$$

donde los subíndices k y p indican energía cinética y potencial respectivamente. La energía media total por unidad de superficie, denominada energía específica o densidad de energía, se define como:

$$E = \frac{E}{L} = \frac{\rho g H^2}{8}$$

El flujo de energía del oleaje es la tasa a la cual la energía es transmitida en la dirección de la propagación de la onda a través de un plano vertical perpendicular a la dirección de avance, y que se extiende a lo largo de toda la profundidad de propagación. Asumiendo la Teoría Lineal, el flujo medio de energía del oleaje por unidad de longitud de cresta que se transmite a través de un plano vertical es:

$$P = \frac{1}{T} \int_t^{t+r} \int_{-d}^{\eta} p u dz dt$$

e integrando esta ecuación se obtiene:

$$P = E n C = E c_g$$

donde P se denomina potencia del oleaje y  $C_g$  es la celeridad de grupo. En profundidades reducidas, la celeridad de grupo de un oleaje viene dada por la expresión:

#### 4.5.2.- Cálculo espacial de la energía

La metodología anterior se ha empleado para verificar que el sistema de cálculo proporciona datos ajustados a las orientaciones actuales de las playas cercanas a Castellón.

Las figuras 13 y 14 muestran los puntos de la costa analizados, frente a los cuales hay playas próximas con un estado de equilibrio lateral. Los puntos seleccionados se encuentran en las playas de Castellón, Almazora, Benicasim Sur y Villas de Benicasim.

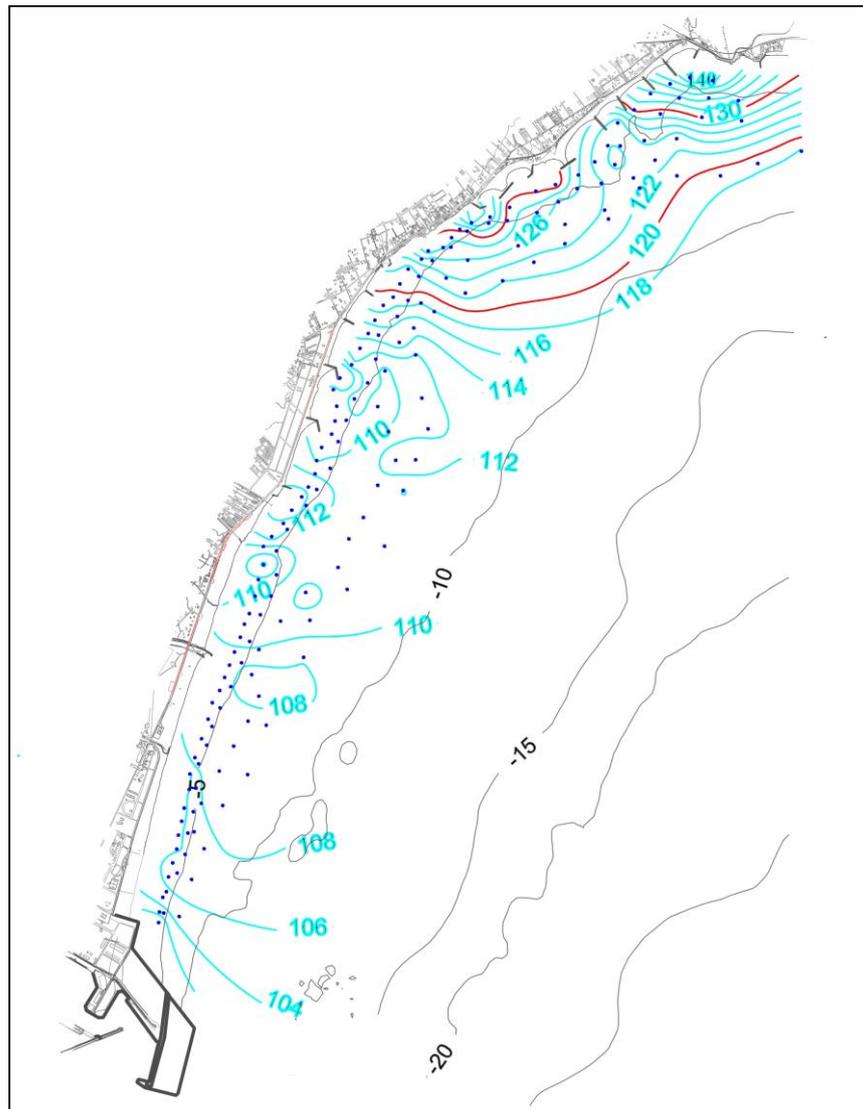


Fig. 13 Orientación teórica calculada en puntos frente a la playa Norte de Burriana

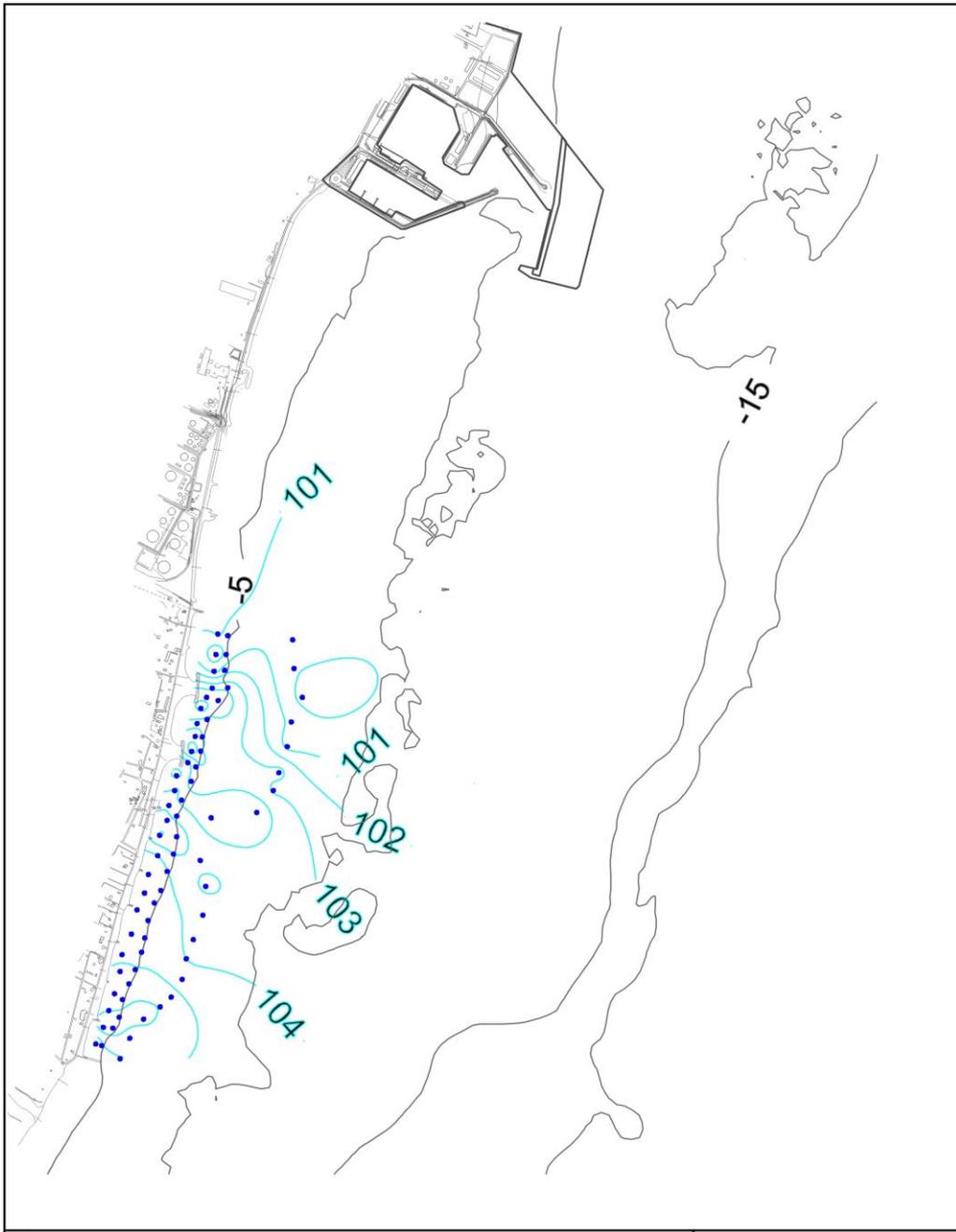


Fig. 14 Orientación teórica calculada en puntos frente a las playas del municipio de Almazora

Los puntos han sido seleccionados suficientemente cerca de la costa, entre las profundidades de -7 m y -4 m, de forma que la mayoría de los oleajes se encuentren en la zona anterior a la rotura.

Como resultado de los cálculos, en las figuras anteriores se han dibujado las isolíneas de dirección media de la energía incidente, que en un apartado posterior se comparan con las orientaciones reales de las playas.

#### **4.5.3.- Orientación real de las playas**

Empleando las líneas de restitución de costa del año 1995 y las fotografías aéreas más recientes (año 2001) disponibles de este sector, se ha calculado la orientación real que tienen las playas analizadas, entre Benicasim y Almazora. Como resultado, se han trasladado las orientaciones de equilibrio reales a las figuras anteriores, dando como resultado las figuras 15 y 16 de comparación entre las orientaciones reales y las teóricas calculadas mediante la componente media energética del oleaje.

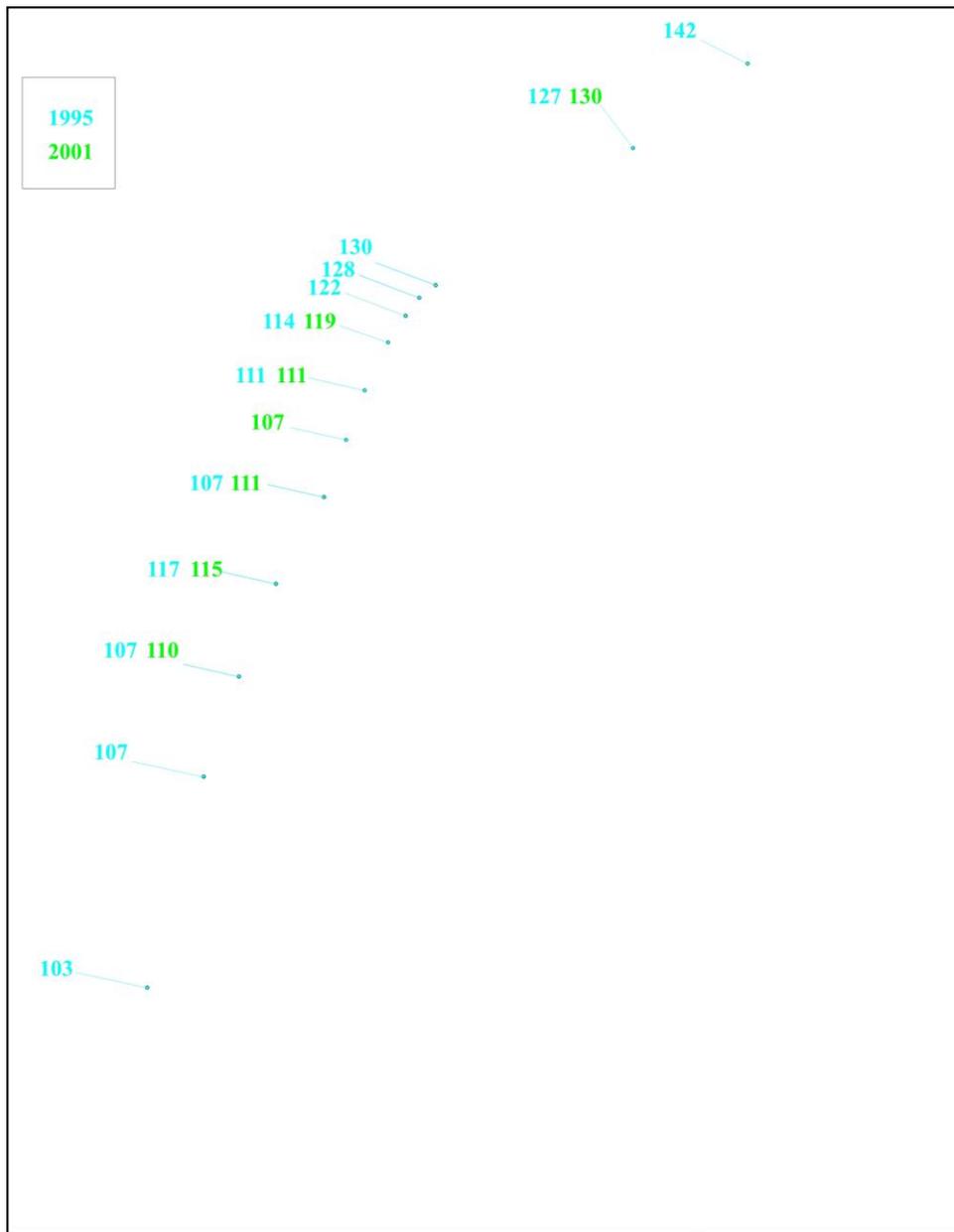
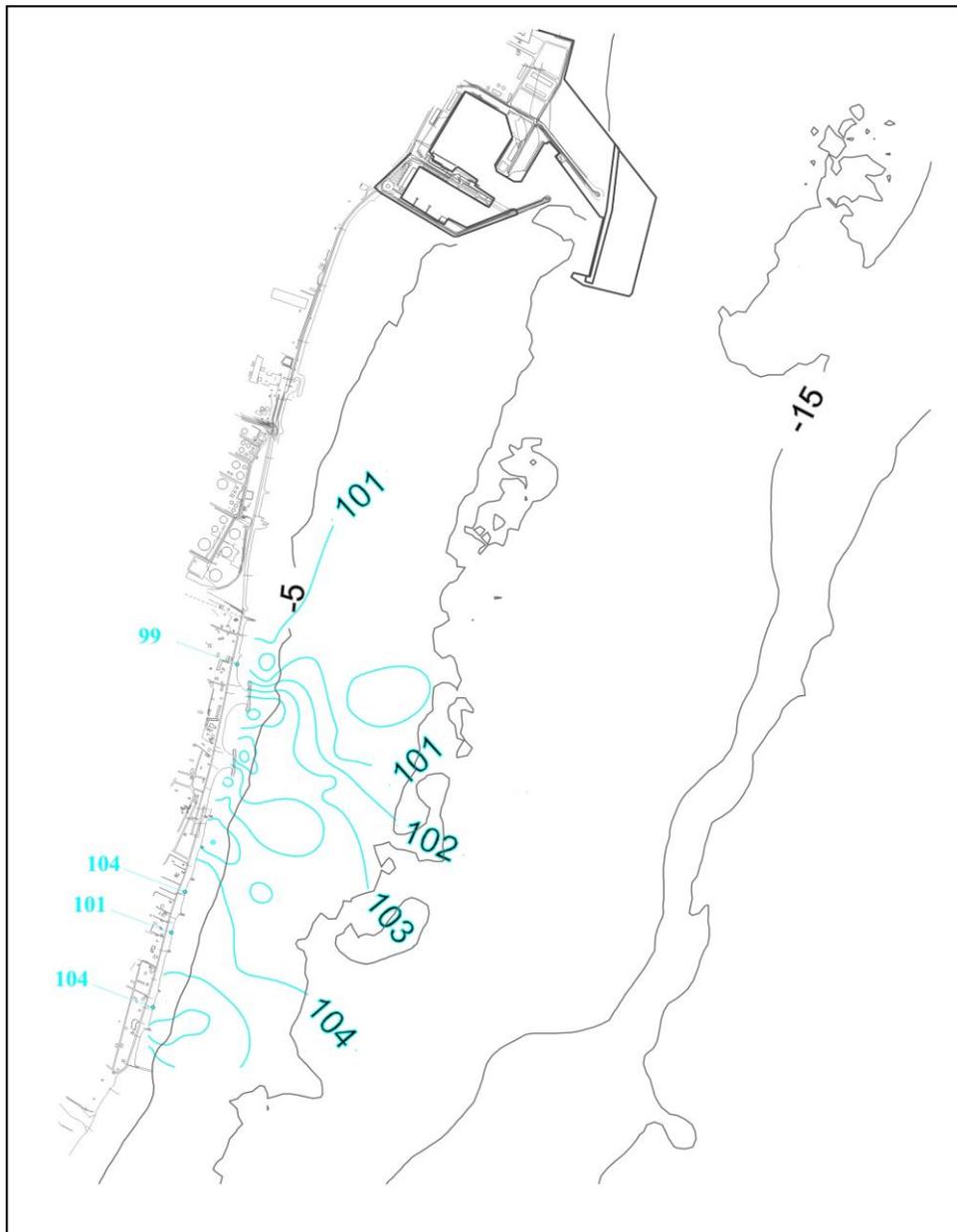
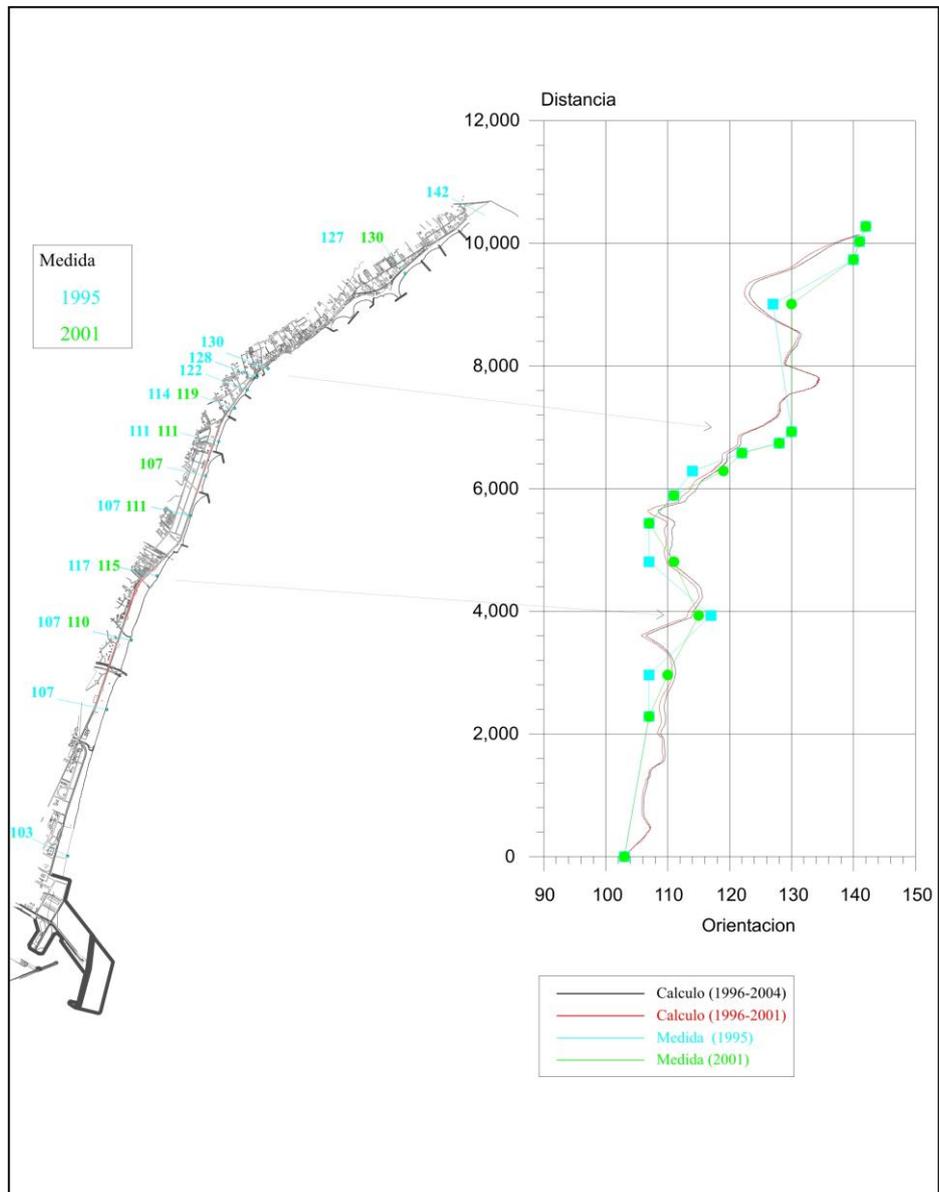


Fig. 15 Orientación teórica calculada y real en puntos frente a la playa Norte de Burriana

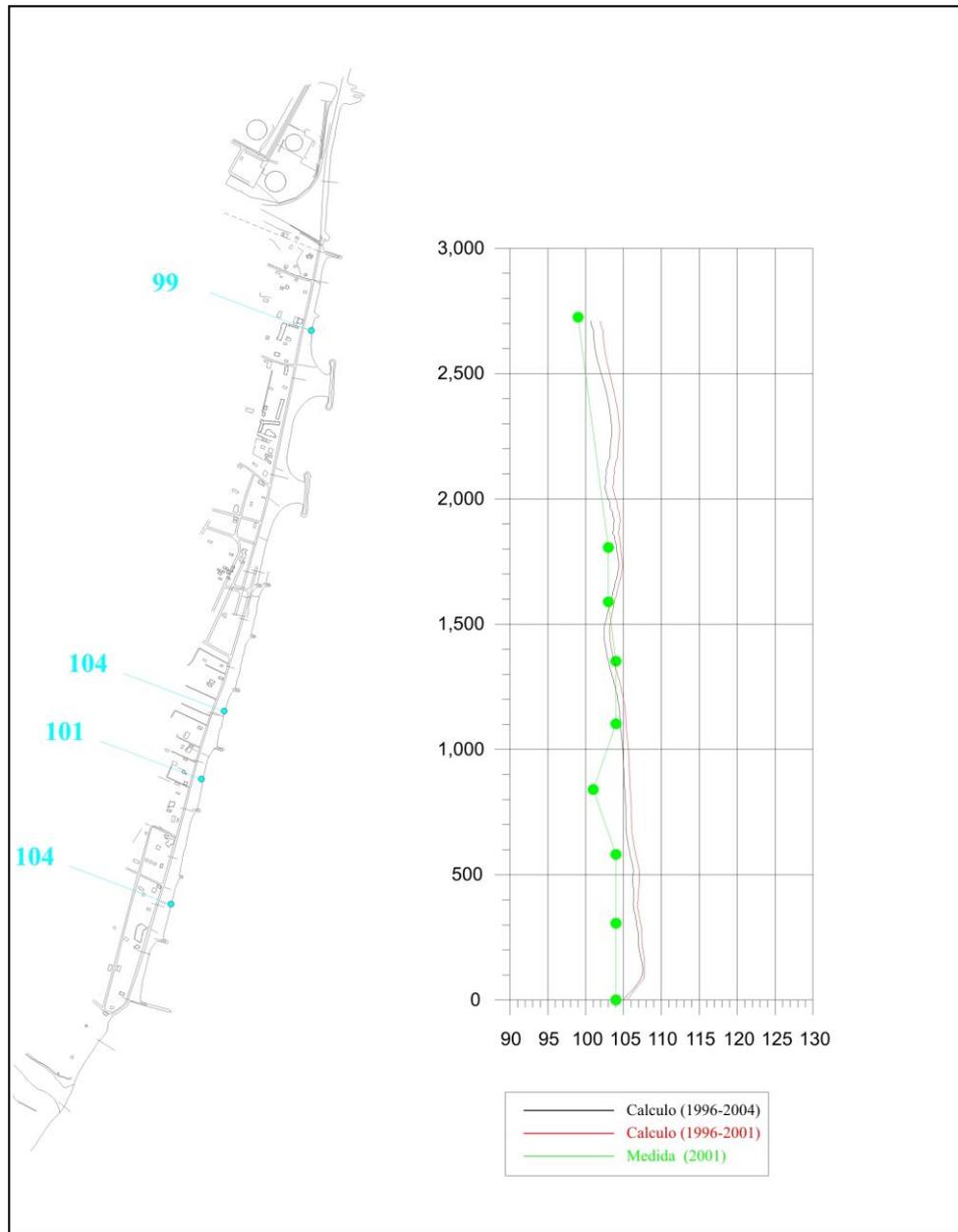


**Fig. 16 Orientación teórica calculada y real en puntos frente a las playas del municipio de Almazora . Año 1995**

Por su parte, en las figuras 17 y 18 se han efectuado las comparaciones entre la orientación de la playa real y el resultado del cálculo de la componente media energética a la cota -5 m.



**Fig. 17 Comparación entre los resultados del cálculo de la orientación y la medida real, a la profundidad -5 m. Playas al norte del Puerto de Burriana**



**Fig. 18 Comparación entre los resultados del cálculo de la orientación la medida real, a la profundidad de -5 m. Playas al sur del Puerto de Burriana**

#### 4.5.4.- Comparación de resultados

En las figuras anteriores puede verse cómo el resultado de los cálculos coincide, de forma muy razonable, con las orientaciones reales de la costa.

En la playa de Las Villas de Benicasim la concordancia entre el cálculo y la medida real es bastante adecuada, con una desviación máxima del orden de 2-4º en la zona de poniente de la playa. Hay que señalar que la batimetría de esta zona es la que más difiere, en el tiempo, de las fotografías a partir de las cuales ha sido calculada la orientación real de equilibrio, y que esta playa fue regenerada después de la toma de dicha batimetría. Por otro lado, en este sector la difracción del oleaje en la Punta de la Colomera está sólo parcialmente simulada en el modelo de propagación, ya que dicho modelo simula la dispersión angular del oleaje, pero no la difracción; por ello, los resultados calculados han de diferir obligatoriamente de los reales en esta zona.

Las playas de Benicasim Sur se encuentran estabilizadas lateralmente, de forma que la orientación real y la calculada coinciden bastante bien.

En el extremo norte de la playa de Castellón se producen actualmente erosiones y transporte de sedimentos en sentido sur, de forma que parece lógico que los resultados del cálculo muestren un ángulo de orientación menor que el real, siendo éste el punto donde la discrepancia es mayor.

Toda la playa de Castellón se encuentra muy cerca de su orientación estable, de forma que el cálculo y la orientación real coinciden de forma muy evidente.

En la playa de Almazora, que se encuentra totalmente estabilizada lateralmente, la concordancia entre los resultados del cálculo y la orientación real de la playa es también muy satisfactoria.

#### 4.5.5.- Conclusión

El método empleado se considera muy adecuado para prever la orientación de equilibrio de las playas de este sector de costa.

La figura 4.2 muestra el cálculo de la orientación de equilibrio frente a las playas de Burriana, como base para la previsión de la posición en planta de la playa regenerada.

## 5.- IMPACTO DE LAS OBRAS EN LA DINÁMICA LITORAL

Incidencia sobre el transporte de sedimentos

### 5.1.- Profundidad de cierre

Para establecer la profundidad límite de movimiento significativo del sedimento se ha empleado la fórmula de Birkemeier (1985), que toma como punto de partida los desarrollos teóricos de Hallermeier acerca del movimiento de sedimentos en el fondo marino por la acción del oleaje, ajustando con medidas en la naturaleza los parámetros de las fórmulas correspondientes.

La expresión final de la profundidad límite, a la cual se puede esperar un movimiento significativo estacional de los fondos, es la siguiente:

$$d_1 = 1.75 * H_e - 57.9 (H_s^2/gT^2)$$

siendo  $H_e$  la altura de ola excedida 12 horas al año, y  $T$  el periodo del oleaje asociado.

Para nuestro caso, partiendo de los datos de clima marítimo expuestos anteriormente, adoptamos los siguientes valores:

$$H_e = 2.50 \text{ m}$$

$$T = 9 \text{ s}$$

de forma que:

$$d_1 = 3.93 \text{ m} \gg 4 \text{ m}$$

Sin embargo, teniendo en cuenta que el cálculo del transporte litoral (ver Ref. 5) indica que este transporte es relevante hasta la profundidad de  $-5 \text{ m}$ , se adoptará esta última profundidad como la profundidad de cierre para el perfil de playa.

### 5.2.- Impacto de las obras sobre la dinámica litoral

Las obras de defensa diseñadas para la estabilización del relleno de la playa alcanzan una profundidad superior a la de cierre del perfil de playa en este tramo de costa. Por ello, se estima que la obra provocará una interrupción casi total de los sedimentos transportados por fondo, y la interrupción parcial de los sedimentos finos transportados en suspensión.

Tal y como se ha señalado anteriormente, las sucesivas obras de ampliación del Puerto de Castellón y las obras de estabilización de la playa de Almazora hacen que, en la actualidad, el paso

de sedimento desde la playa de Almazora hacia el sur sea muy reducido, con un volumen máximo estimado en unos 10.000 m<sup>3</sup>/año, y que se compone básicamente de fracciones muy finas. Las obras de regeneración de la playa de Almazora, previstas por la Dirección General de Costa, harán que el paso futuro de sedimento hacia el sur sea prácticamente nulo.

Por otro lado, las aportaciones sólidas del río Mijares son en la actualidad muy reducidas y esporádicas, y se componen fundamentalmente de fracciones gruesas que permanecen en el entorno de su desembocadura, dado que su movilidad es reducida. Como prueba de la escasa entidad del transporte litoral, en este tramo de costa destaca el reducido avance natural de las playas del Grao de Burriana, las cuales han sido objeto de diversas aportaciones artificiales requeridas para alcanzar su actual posición de equilibrio.

En resumen, se estima que el transporte litoral frente a la zona de proyecto es muy limitado, con valores netos inferiores a los 10.000 m<sup>3</sup>/año. Buena parte del material que forma la corriente litoral es de granulometría muy fina, por lo que su transporte se produce por suspensión. Las obras de estabilización proyectadas provocarán la retención de casi todo ese volumen de sedimento transportado anualmente.

### **5.3.- Otros impactos**

Como impacto añadido al anterior, hay que señalar la posibilidad de que las obras de defensa provoquen la concentración del oleaje sobre los tramos de escollera al norte y sur de su localización, lo que podría aumentar la inestabilidad de algún sector de la defensa.

### **5.4.- Medidas correctoras**

Las medidas correctoras propuestas para evitar o reducir el impacto de las obras previstas son las siguientes:

- Seguimiento de la evolución de la costa al norte y sur de los nuevos espigones, con el propósito de identificar los cambios producidos en las playas. En particular, se cubicará el volumen de material retenido anualmente por las obras al norte, así como las posibles erosiones al sur.
- En el caso de que la interrupción del transporte litoral produzca erosiones en las playas artificiales al sur, se procederá a trasvasar periódicamente el material retenido al norte hacia las zonas erosionadas o, en su caso, se aportará un volumen equivalente de material procedente de préstamo.

- Se procederá al refuerzo de la escollera situada al norte y sur de los nuevos espigones, con el objeto de impedir que las concentraciones de energía producidas por dichas defensas afecten a la estabilidad de la escollera.

### Referencias

1. B.O.E. (núm 174 de 22-07-1993) Declaración de Impacto Ambiental sobre el “Proyecto de Prolongación del Dique de Levante y demolición parcial del Dique de Poniente del Puerto de Castellón”
2. CEDEX, 1987 – “Informe sobre la influencia de la ampliación del Puerto de Castellón en las playas del entorno”
3. HIDTMA, 1993 – “Estudio de regeneración de las playas de Benicasim – Norte”
4. HIDTMA, 1994 – “Estudio de regeneración de las playas de Benicasim – Sur”
5. HIDTMA, 1999 – “Estudio de dinámica litoral de la ampliación del Puerto de Castellón”
6. HIDTMA, 2002 – “Proyecto de Regeneración de la playa de Almazora”
7. HORFI, S.L. 1998 – “Anteproyecto de Regeneración del tramo de costa entre el Puerto de Castellón y el Puerto de Sagunto”.
8. CEDEX, 1996 – “Estudio evolutivo de la costa de Castellón”
9. CEDEX, 1997 – “Recopilación de la información cartográfica y batimétrica, y actualización de los planos de evolución de la costa de Castellón”
10. CEDEX, 1997 – “Caracterización de los sedimentos de las playas para la gestión integral de la costa de Castellón”
11. CEDEX, 1998 – “Actualización del Atlas de Clima Marítimo”
12. Ra I Bu, S.L. 1992 – “Estudio de de Impacto Ambiental de las obras a ejecutar , contenidas en el Proyecto de Prolongación del Dique de Levante y demolición parcial del Dique de Poniente del Puerto de Castellón”

**APÉNDICE 1: DESCRIPCIÓN TÉCNICA DE LOS MODELOS  
MATEMÁTICOS.**

---

## APÉNDICE 1

### MIKE 21 SISTEMA DE MODELIZACIÓN DE ESTUARIOS, ZONAS COSTERAS Y MARES

#### ÍNDICE

1.	Áreas de aplicación .....	1
2.	Descripción de los módulos básicos.....	4
2.1.	Módulo Pre y Post proceso –PP.....	4
2.2.	Módulo Hidrodinámico –HD.....	4
2.3.	Advección y dispersión –AD .....	6
2.4.	Oleaje-SW .....	7
2.5.	Módulo de transporte de sedimentos –ST .....	8
2.6.	Calidad del agua –WQ.....	9
2.7.	Eutrofización –EU .....	11
2.8.	Metales pesados –ME .....	14
2.9.	Ec. Parabólica del oleaje –PMS.....	17
2.10.	Ec. Elíptica del oleaje–EMS.....	17
2.11	Módulo de Costa –NS.....	17

## 1. Áreas de aplicación

MIKE 21 puede aplicarse a un amplio rango de fenómenos hidráulicos, medioambientales y numerosos procesos relacionados. Estos han sido divididos en cuatro principales áreas de aplicación como puede verse en la siguiente figura.

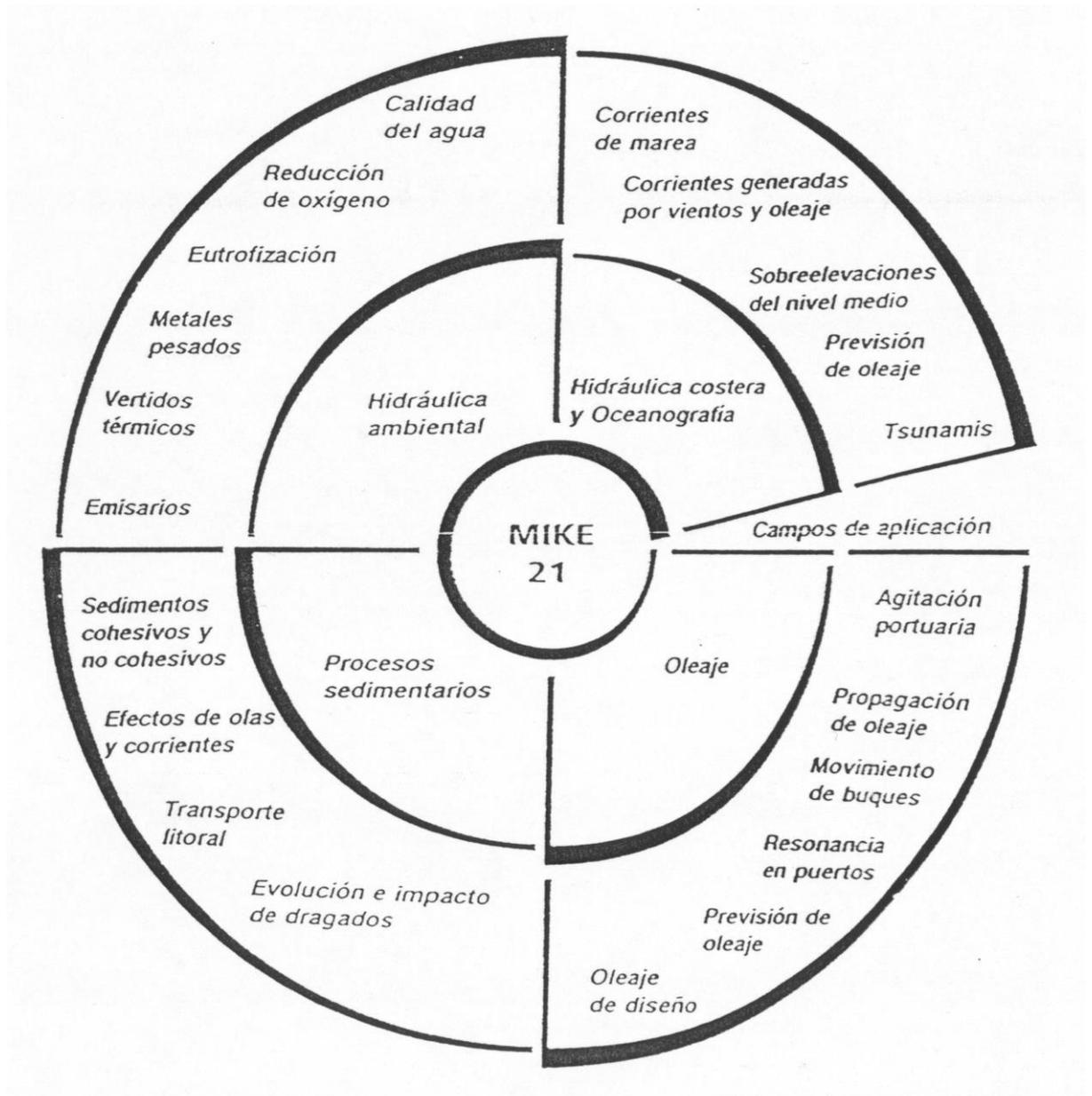


Figura 1. Campos de Aplicación de MIKE 21

- 
- **Hidráulica Costera y Oceanografía.** Incluye la modelización de corrientes de marea, sobreelevaciones del nivel medio, flujos secundarios y olas de inundación. Supone una herramienta óptima para proporcionar parámetros de diseño para obra de protección de costas, pantalanés y otras estructuras, así como emisarios submarinos.  
Los módulos de MIKE 21 necesarios son: Hidrodinámico (HD).
  - **Hidráulica en Puertos.** Incluye los campos relacionados con la agitación por oleaje en puertos, así como los movimientos de buques.  
MIKE 21 es, por tanto, una valiosa herramienta para el diseño de puertos. Puede usarse para comparar alternativas y simular los efectos de nuevos espigones, canales de navegación, agitación interior en dársenas, etc.  
Los módulos de MIKE 21 necesarios son: Hidrodinámico (HD) y Oleaje (SW).
  - **Hidráulica ambiental.** Puede aplicarse en toda una serie de estudios ambientales que van desde una simulación normal de advección-dispersión de un contaminante conservativo, a complejas simulaciones de calidad del agua con reacciones químicas incluidas.  
Esto conlleva la posibilidad de investigar y evaluar los impactos en el entorno marino de vertidos de aguas residuales urbanas e industriales, de lodos de dragado, aguas de tormentas así como vertidos térmicos procedentes de procesos de refrigeración. Los parámetros ambientales que pueden estudiarse son concentración bacteriana, eutrofización, Demanda Biológica de Oxígeno-Oxígeno Disuelto (DVO-OD), y otros.  
Puede investigarse también la dispersión de metales pesados y su influencia en la flora y fauna marina.  
Los módulos de MIKE 21 necesarios son: Hidrodinámico (HD) y Advección-Dispersión (AD) como mínimo.

---

Otros módulos adicionales son: Calidad del Agua (WQ), Eutrofización (EU), y Metales Pesados (ME).

- **Procesos sedimentarios** en costas, estuarios y ríos. Incluye los estudios de transporte de sedimentos en canales de navegación, entradas de puertos, costas, puertos fluviales y cambios debidos a disposición de lodos y dragados.

Los módulos de MIKE 21 necesarios son: Hidrodinámico (HD), Advección-Dispersión (AD) y adicionalmente Transporte de Sedimentos (ST).

- Finalmente, y dado que MIKE 21 contiene un modelo hidráulico muy general, puede modificarse fácilmente para describir e investigar fenómenos hidráulicos específicos.

---

## **2. Descripción de los módulos básicos**

MIKE 21 se compone actualmente de los siguientes módulos:

PP	-	Pre y Postproceso
HD	-	Módulo Hidrodinámico
AD	-	Advección y Dispersión
SW	-	Oleaje
ST	-	Transporte de Sedimentos
WQ	-	Calidad del Agua
EU	-	Eutrofización
ME	-	Metales Pesados
PMS	-	Ec. Parabólica del oleaje
EMS	-	Ec. Elíptica del oleaje
NS	-	Costa

### **2.1. Módulo de pre y post proceso – PP**

El módulo de pre y postproceso está orientado a facilitar al usuario la entrada de información a los módulos técnicos y a la interpretación de resultados por medio de gráficos. Es necesario para el resto de los módulos.

### **2.2. Módulo Hidrodinámico –HD**

El módulo hidrodinámico de MIKE 21 (MIKE 21 HD) es un sistema de modelización numérico general, para la simulación de niveles de agua y flujos en estuarios, bahías y zonas costeras. Simula flujos variables en dos dimensiones horizontales y en una sola capa vertical (flujos verticalmente homogéneos).

Los cálculos se hacen en una red bidimensional, que cubre todo el área de estudio. Los resultados del Módulo HD son flujos (velocidades) y niveles en todo el área de estudio. Los resultados del Módulo HD son flujos (velocidades) y niveles en todo el área de que se trate, y sus variaciones a lo largo del período considerado.

El Módulo HD tiene las características siguientes:

- La red de cálculo puede tener cualquier forma, adaptándose a la morfología de la zona a modelizar.
- Se pueden incluir fuentes, como vertidos y ríos, y sumideros.
- Se puede incluir anegación y sequía de zonas inundables.

Los datos necesarios para hacer un cálculo con el Módulo HD son:

- Batimetría de la zona.
- Condiciones de contorno (caudales o niveles de agua).
- Condiciones iniciales.

Son utilizadas las siguientes ecuaciones, integradas en la vertical:

- Conservación de la masa

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial p}{\partial x} + \frac{\partial q}{\partial y} = 0$$

- Conservación de la cantidad de movimiento según x

$$\frac{\partial q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left( \frac{p^2}{h} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( \frac{pq}{h} \right) + gh \frac{\partial \xi}{\partial x} + \frac{gp\sqrt{p^2 + q^2}}{C^2 \cdot h^2} - \gamma \left[ \frac{\partial^2 p}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 p}{\partial y^2} \right] - \Omega q - fVV_x + h \frac{\partial}{\partial x} \left[ \frac{Pa}{pw} \right] = 0$$

- Conservación de la cantidad de movimiento según y

$$\frac{\partial q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial y} \left( \frac{p^2}{h} \right) + \frac{\partial}{\partial x} \left( \frac{pq}{h} \right) + gh \frac{\partial \xi}{\partial y} + \frac{gp\sqrt{p^2 + q^2}}{C^2 \cdot h^2} - \gamma \left[ \frac{\partial^2 p}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 p}{\partial y^2} \right] - \Omega q - fVV_y + h \frac{\partial}{\partial y} \left[ \frac{Pa}{pw} \right] = 0$$

Donde:

- h(x, y, t): Profundidad
- $\xi(x, y, t)$ : Nivel de la superficie libre sobre el nivel medio
- p(x, y, t): Densidad de flujo de volumen en dirección x
- q(x, y, t): Densidad de flujo de volumen en dirección y
- C(x, y): Coeficiente de resistencia de Chezy
- $\gamma(x, y)$ : Coeficiente de tensión tangencial lateral
- g: Aceleración de la gravedad
- f(V): Factor de fricción del viento
- V: Velocidad del viento
- V<sub>x</sub>(x, y, t): Componente x de la velocidad del viento

---

$V_y(x, y, t)$ :	Componente y de la velocidad del viento
$\Omega(x, y)$ :	Parámetro de Coriolis
$P_a(x, y, t)$ :	Presión atmosférica
$\rho_w$ :	Densidad del agua
$x, y$ :	Coordenadas espaciales
$t$ :	Coordenada temporal

MIKE 21 HD hace uso de la técnica denominada ADI (Alternating Direction Implicit) para integrar las ecuaciones de conservación de la masa y de la cantidad de movimiento, en el espacio y en el tiempo. Las matrices que resultan de las ecuaciones, para cada dirección y para cada línea de malla se resuelven por el algoritmo de doble barrido.

### **2.3. Advección y dispersión – AD**

Con el Módulo AD se calculan las concentraciones de contaminantes vertidos al área de estudio. Los cálculos están basados en las condiciones hidrodinámicas del sistema, que son obtenidas previamente con el Módulo HD, como paso previo a la aplicación del Módulo AD.

Los resultados del Módulo AD son las concentraciones en todo el área modelizada, y sus variaciones en todo el período considerado.

El Módulo AD tiene las características siguientes:

- Se tiene en cuenta toda la complejidad y todas las características del medio utilizadas anteriormente en el cálculo hidrodinámico.
- Se pueden tratar varios vertidos y varios contaminantes a la vez.
- La cantidad que se vierte puede variar en el tiempo. Los contaminantes pueden ser conservativos o tener un decaimiento lineal.

Los datos necesarios para hacer un cálculo con el Módulo AD son los siguientes:

- Valores de corrientes y niveles obtenidos anteriormente con el módulo hidrodinámico, incluyendo toda la información sobre la batimetría del área en cuestión.
- Las características de los vertidos (ubicación y cantidad vertida) en contornos abiertos, condiciones de contorno (concentración).
- Condiciones iniciales (concentraciones).

#### 2.4. Oleaje – SW

El módulo de oleaje MIKE 21 (MIKE 21 SW) proporciona una solución numérica a las ecuaciones, integradas en la vertical, de conservación de la masa y de la cantidad de movimiento en dos direcciones, considerando densidad constante. La diferencia fundamental de estas ecuaciones, respecto a las consideradas en el módulo hidrodinámico (MIKE 21 HD), es la inclusión de los términos de Boussinesq.

Las características principales son:

- Considera los fenómenos de refracción, difracción, shoaling, reflexión y transmisión a través de estructuras porosas.
- El oleaje de entrada puede ser regular o irregular, en forma de una serie temporal.
- Los resultados son elevaciones y flujos en cada punto de la malla, para cada intervalo de tiempo.

Las ecuaciones son:

- Conservación de la masa

$$\frac{\partial \xi}{\partial t} + \frac{\partial p}{\partial x} + \frac{\partial q}{\partial y} = 0$$

- Conservación de la cantidad de movimiento según x

$$\frac{\partial p}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left( \frac{p^2}{h} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( \frac{pq}{h} \right) + gh \frac{\partial \xi}{\partial x} + \frac{g \sqrt{\frac{p^2}{h^2} + \frac{q^2}{h^2}}}{C^2} - E \left[ \frac{\partial^2 p}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 p}{\partial y^2} \right] = \frac{1}{3} Dh \left( \frac{\partial^3 p}{\partial x^2 \partial t} + \frac{\partial^3 q}{\partial x \partial y \partial t} \right)$$

- Conservación de la cantidad de movimiento según y

$$\frac{\partial q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left( \frac{q^2}{h} \right) + \frac{\partial}{\partial x} \left( \frac{pq}{h} \right) + gh \frac{\partial \xi}{\partial y} + \frac{g \sqrt{\frac{p^2}{h^2} + \frac{q^2}{h^2}} q}{C^2} - E \left[ \frac{\partial^2 p}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 p}{\partial y^2} \right] = \frac{1}{3} Dh \left( \frac{\partial^3 p}{\partial y^2 \partial t} + \frac{\partial^3 q}{\partial x \partial y \partial t} \right)$$

Donde:

$\xi(x, y, t)$ ,

$p(x, y, t)$ : Nivel de la superficie libre sobre nivel medio

$q(x, y, t)$ : Densidad de flujo de volumen en dirección x

$h(x, y, t)$ : Densidad de flujo de volumen en dirección y

$D(x, y)$ : Profundidad a nivel medio

$g$ : Aceleración de la gravedad

$C$ : Coeficiente de resistencia Chezy

$E(x, y)$ : Coeficiente de viscosidad Eddy

$x, y$ : Coordenadas espaciales

$t$ : Coordenada temporal

Las ecuaciones se resuelven por técnicas de diferencias finitas implícitas, con variables definidas en una malla rectangular.

## 2.5. Módulo de transporte de sedimentos –ST

El módulo de transporte de sedimentos no cohesivos proporciona cambios del nivel del fondo en zonas costeras, fluviales y de estuario, debido a la acción de las corrientes.

Las variaciones espaciales y temporales de las corrientes deben ser calculadas en una malla rectangular utilizando el módulo MIKE 21 HD. El transporte de sedimentos se calcula para cada nodo en función de la profundidad, corrientes y condiciones de sedimentación.

Los cambios en la batimetría se calculan solucionando la ecuación de la continuidad del sedimento.

---

El transporte de sedimentos se calcula de una fórmula específica obtenida de una general.

$$\phi = a \left( \frac{g}{C_z^2} \right)^b \cdot (\theta' - C\theta_c)^d$$

Donde:

- $\Phi$  Coeficiente adimensional de transporte de sedimento
- a, b, c, d Constantes de la fórmula del sedimento
- g Aceleración de la gravedad
- Cz Coeficiente de resistencia de Chezy
- $\theta'$  Tensión tangencial del fondo adimensional
- $\theta$  Parámetro crítico de Shields

La selección de a, b, c y d determina la fórmula específica.

Los cambios en la batimetría se describen por medio de la ecuación de continuidad para el material del fondo:

$$\frac{\partial z}{\partial t} + \frac{1}{1-n} \frac{\partial q_y}{\partial y} = 0$$

Donde:

- x, y, t: Variables independientes
- qx, qy: Componentes del transporte de sedimentos en dirección x e y
- n: Porosidad del sedimento
- z: Nivel del fondo

Esta ecuación se resuelve por medio de un modelo en diferencias finitas.

## 2.6. Calidad del agua – WQ

El Módulo WQ es una extensión del Módulo AD de transporte y dispersión, que permite calcular las relaciones entre materias que consumen oxígeno y la concentración de oxígeno disuelto en el agua. La concentración de oxígeno disuelto es uno de los indicadores más importantes de calidad de las aguas.

---

El Módulo WQ tiene sus aplicaciones más importantes en el análisis de las consecuencias de los vertidos de materias que consumen oxígeno, como por ejemplo materias orgánicas y amoniacaes. El Módulo WQ no contiene cálculos de crecimiento y mineralización de algas y placton, ya que estos procesos serán incluidos en el Módulo EU.

Al igual que el caso del Módulo AD, los cálculos están basados en cálculos hidrodinámicos, los cuales habrán de ser realizados mediante el Módulo HD como paso previo a la aplicación del Módulo WQ.

Los resultados más importantes del Módulo WQ son concentraciones de oxígeno disuelto en todo el área de que se trate, y sus variaciones en todo el período de tiempo considerado. Se puede utilizar el sistema con diferentes niveles de complejidad y, en función de las opciones seleccionadas, los cálculos dan como resultados todos o algunos de los siguientes parámetros:

- Demanda biológica de oxígeno total.
- Demanda biológica de oxígeno de materias orgánicas disueltas.
- Demanda biológica de oxígeno de materias orgánicas en suspensión.
- Demanda biológica de oxígeno de materias orgánicas en el fondo.
- Concentración de amoniaco.
- Concentración de nitratos.
- Temperatura.

El Módulo WQ tiene las características siguientes:

- Los cálculos son completamente dinámicos.
- Se toma en cuenta toda la complejidad y todas las características del medio utilizadas anteriormente en el cálculo hidrodinámico.
- Se pueden tratar varios vertidos a la vez y la cantidad que se vierte puede variar en el tiempo.
- Se pueden incluir en los cálculos las siguientes reacciones:
  - Reoxigenación.

- 
- Degradación de materias orgánicas disueltas, en suspensión y en el fondo.
  - Nitrificación.
  - Desnitrificación.
  - Sedimentación y resuspensión.

Los datos necesarios para hacer un cálculo con el módulo de calidad de aguas son:

- Valores de corrientes y niveles obtenidos anteriormente con el módulo hidrodinámico HD, incluyendo toda la información sobre la geometría de la zona.
- Las características de los vertidos (ubicación y volumen del vertido).
- Diversos parámetros describiendo las condiciones locales en la zona
- Condiciones de contorno (concentraciones).
- Condiciones iniciales.

## **2.7. Eutrofización – EU**

El módulo de eutrofización de MIKE 21 se aplica en investigaciones de los efectos de la eutrofización y como herramienta de predicción en evaluaciones de impacto ambiental. Puede aplicarse para considerar:

- Fuentes contaminantes tales como vertidos de aguas residuales tanto domésticas como industriales.
- Contaminación difusa procedente de las actividades agrícolas.
- Vertidos térmicos procedentes de la refrigeración de centrales térmicas o nucleares, que provocan un calentamiento de las masas de agua.
- Condiciones físicas tales como cargas acumuladas en sedimentos o cambios en la topografía del fondo que afecten a la vegetación bentónica.

El módulo MIKE 21 EU está acoplado al módulo MIKE 21 AD para simular simultáneamente los procesos de transporte, dispersión y biológicos/bioquímicos.

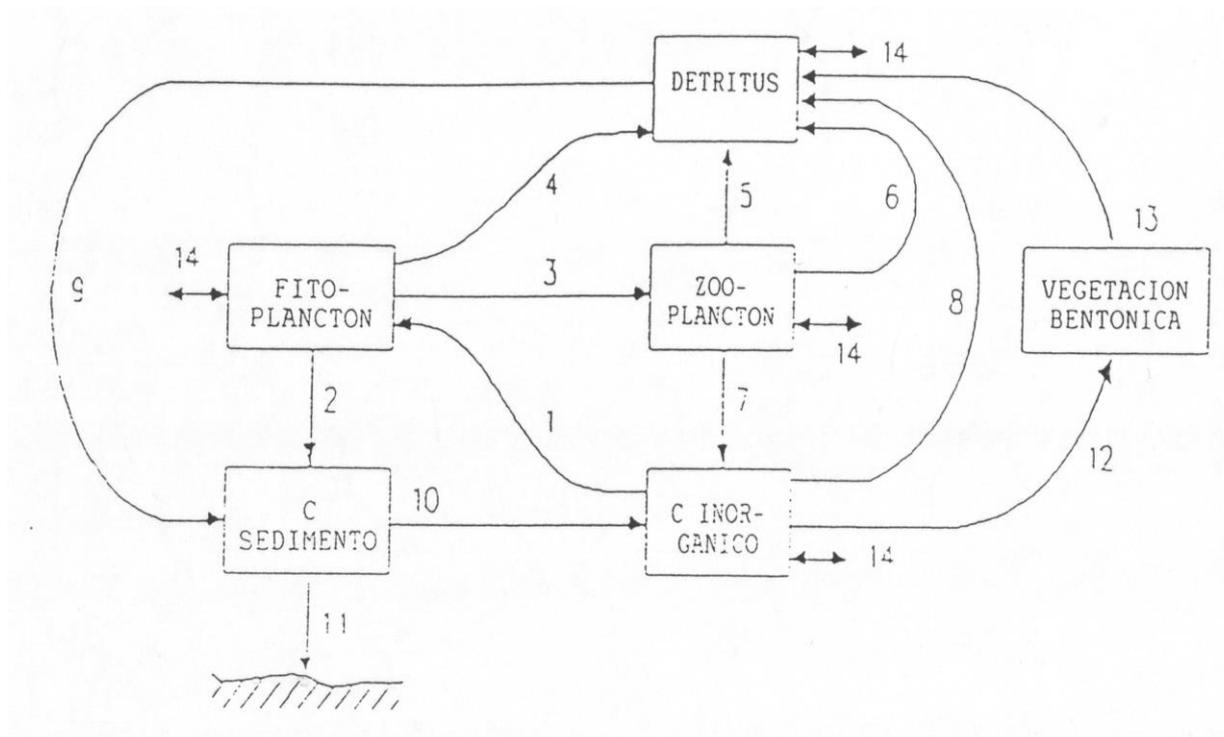
---

El modelo de eutrofización proporciona un sistema de 12 ecuaciones diferenciales describiendo las variaciones para 12 componentes. Todos menos uno de estos 12 componentes se tratan conjuntamente en los módulos MIKE 21 AD y MIKE 21 EU. Este doceavo componente es la vegetación bentónica, sujeta al fondo marino, y que nos es objeto de transporte por el agua o de dispersión.

Los 12 componentes simulados del modelo son:

1. Carbono del fitoplancton (gC/m<sup>3</sup>)
2. Nitrógeno del fitoplancton (gN/m<sup>3</sup>)
3. Fósforo del fitoplancton (gP/m<sup>3</sup>)
4. Clorofila-a (g/m<sup>3</sup>)
5. Zooplancton (gC/m<sup>3</sup>)
6. Carbono del detritus (gC/m<sup>3</sup>)
7. Nitrógenos del detritus (gN/m<sup>3</sup>)
8. Fósforo del detritus (gP/m<sup>3</sup>)
9. Nitrógeno inorgánico (gN/m<sup>3</sup>)
10. Fósforo inorgánico (gP/m<sup>3</sup>)
11. Oxígeno disuelto (g/m<sup>3</sup>)
12. Carbono de la vegetación bentónica (gC/m<sup>3</sup>)

Los procesos y transferencias de carbono, nitrógeno y fósforo en el sistema del modelo de Eutrofización se ilustran en la Figura 2. Se incluye también en el modelo un balance de oxígeno.



- |                                 |   |
|---------------------------------|---|
| 1. Producción, fitoplancton     | 8. Mineralización de detritus en suspensión |
| 2. Sedimentación, fitoplancton  | 9. Sedimentación de detritus                |
| 3. Ingestión por el zooplancton | 10. Mineralización de detritus              |
| 4. Extinción, fitoplancton      | 11. Acumulación en sedimentos               |
| 5. Excreción, zooplancton       | 12. Producción, vegetación bentónica        |
| 6. Extinción, zooplancton       | 13. Extinción, vegetación bentónica         |
| 7. Respiración, zooplancton     | 14. Intercambio con el agua del entorno     |

Figura 2. Diagrama de flujos simplificado para el carbono, nitrógeno y fósforo en el modelo de Eutrofización

El modelo de eutrofización describe ciclos de nutrientes, crecimiento del fitoplancton y del zooplancton, crecimiento y distribución de la vegetación bentónica, además de simular condiciones de oxígeno.

Los resultados del modelo proporcionan y describen:

- 
- Concentraciones de fitoplancton.
  - Concentraciones de clorofila-a.
  - Concentraciones de zooplancton.
  - Concentraciones de materia orgánica (detritus).
  - Concentraciones de nutrientes orgánicos e inorgánicos.
  - Concentraciones de oxígeno.
  - Biomasa de vegetación bentónica por unidad de área y tiempo.

Adicionalmente a esto se almacenan toda una serie de variables derivadas:

- Producción primaria.
- Concentraciones totales de nitrógeno y fósforo.
- Demanda de oxígeno del sedimento.
- Profundidad del disco de Secchi.

Los procesos descriptivos de las variaciones de los componentes en el tiempo y en el espacio son dependientes de factores externos como la salinidad, temperatura del agua, insolación y vertidos.

La salinidad y la temperatura del agua pueden proceder de las simulaciones con el MIKE 21 AD o bien de valores específicos.

La primera posibilidad es de importante aplicación para investigaciones de calentamiento del agua, mientras que la otra posibilidad se aplica en áreas en las que únicamente se observan variaciones naturales de temperatura.

## **2.8. Metales pesados – ME**

El módulo de metales pesados (ME) de MIKE 21 se aplica en investigaciones sobre la dispersión de metales pesados y su acumulación potencial en los sedimentos y los organismos vivos. Este módulo puede aplicarse para evaluar el impacto ambiental de:

- Diseminación de metales pesados procedentes de descargas urbanas y/o industriales.

- 
- Operaciones de dragados y vertimiento que alteren el sedimento y provoquen una reintroducción de los metales en el agua.
  - Derrames y diseminación de metales pesados de áreas de almacenamiento de residuos.
  - Acumulación de metales en sedimentos y potencialmente en organismos vivos.

El modelo describe el comportamiento de metales pesados en el entorno a través de una serie de funciones que describen la dependencia de este comportamiento a una serie de parámetros ambientales (salinidad, pH, potencial redox y temperatura). Ello se realiza de tal manera debido a la gran variabilidad que existe entre los distintos metales pesados en la respuesta a los cambios ambientales. No es, por tanto, un modelo que describa automáticamente el comportamiento de todos los metales pesados en función de las características ambientales. El modelo no considera la especiación.

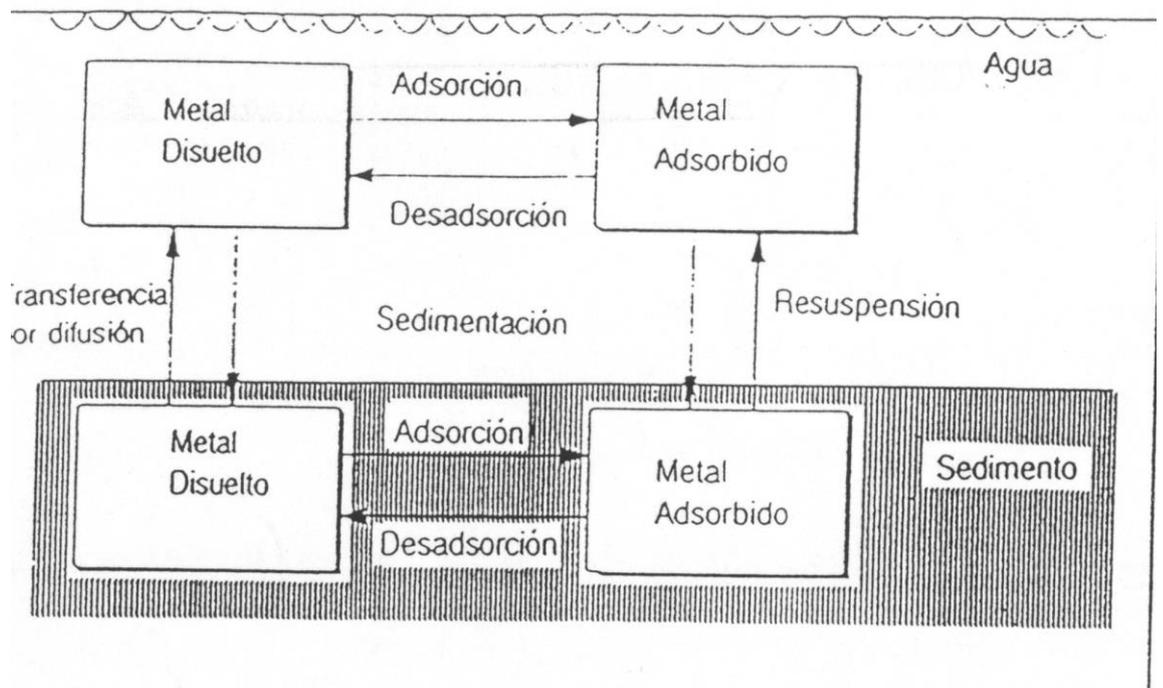
Los parámetros ambientales: salinidad, pH, potencial redox y temperatura se pueden especificar como constantes, series temporales o mapas bidimensionales. Las entradas al modelo son:

- Topografía.
- Condiciones hidrodinámicas iniciales
- Flujos laterales (concentraciones y cantidades).
- Constantes para los procesos de transferencia.
- Valores de salinidad, pH, potencial redox y temperatura.

El modelo calcula la transferencia resultante de metales pesados entre:

- El agua y la materia en suspensión
- El agua y el sedimento.
- Los efectos de la sedimentación y la resuspensión.

Los procesos se sintetizan de forma esquemática en la figura 3.



*Figura 3. Procesos de transferencia de metales pesados considerados en la modelización*

El módulo de metales pesados describe los procesos de adsorción/desadsorción de metales a la materia en suspensión, la sedimentación de metales absorbidos al fondo, así como la resuspensión de metales ya sedimentados. También incluye el intercambio de metales entre las partículas de los sedimentos del fondo y de las aguas intersticiales de este fondo. Se describen, así mismo, los intercambios por difusión de metales en disolución en el agua libre e intersticial.

Los resultados son las concentraciones de:

- Metal pesado disuelto en el agua.
- Metal pesado en el agua intersticial del sedimento.
- Metal pesado en el sedimento.
- Metal pesado en la materia en suspensión.
- Materia en suspensión en el agua.

Adicionalmente, y derivado de los resultados anteriores, se obtiene:

- 
- Bioacumulación de metales en algas y vegetación.
  - Bioacumulación en los organismos vivos.

Estos cálculos se realizan basándose en coeficientes específicos de bioconcentración para el metal en cuestión, para la vegetación y el ser vivo que se considere. La bioconcentración para los seres vivos se calculará basándose en la concentración de metal en el agua.

### **2.9. Ecuación parabólica del oleaje –PMS**

El módulo PMS es un modelo de refracción de oleaje regular que considera simultáneamente el shoaling.

### **2.10. Ecuación elíptica del oleaje –EMS**

El módulo EMS es un modelo de refracción-difracción de oleaje regular que considera adicionalmente el shoaling, la fricción del fondo, reflexiones parciales y rotura del oleaje.

Como resultados, además de la altura del oleaje resultante, proporciona información sobre el campo de tensores de radiación generados.

Es especialmente aplicable al estudio de la propagación del oleaje en lugares donde la difracción y la rotura del oleaje tengan una importancia especial y al estudio de ondas largas en puertos. También se puede estudiar el oleaje convencional, sin embargo, dado que el modelo considera oleaje regular se recomienda que esto último se realice con el módulo MIKE 21 SW.

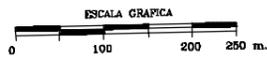
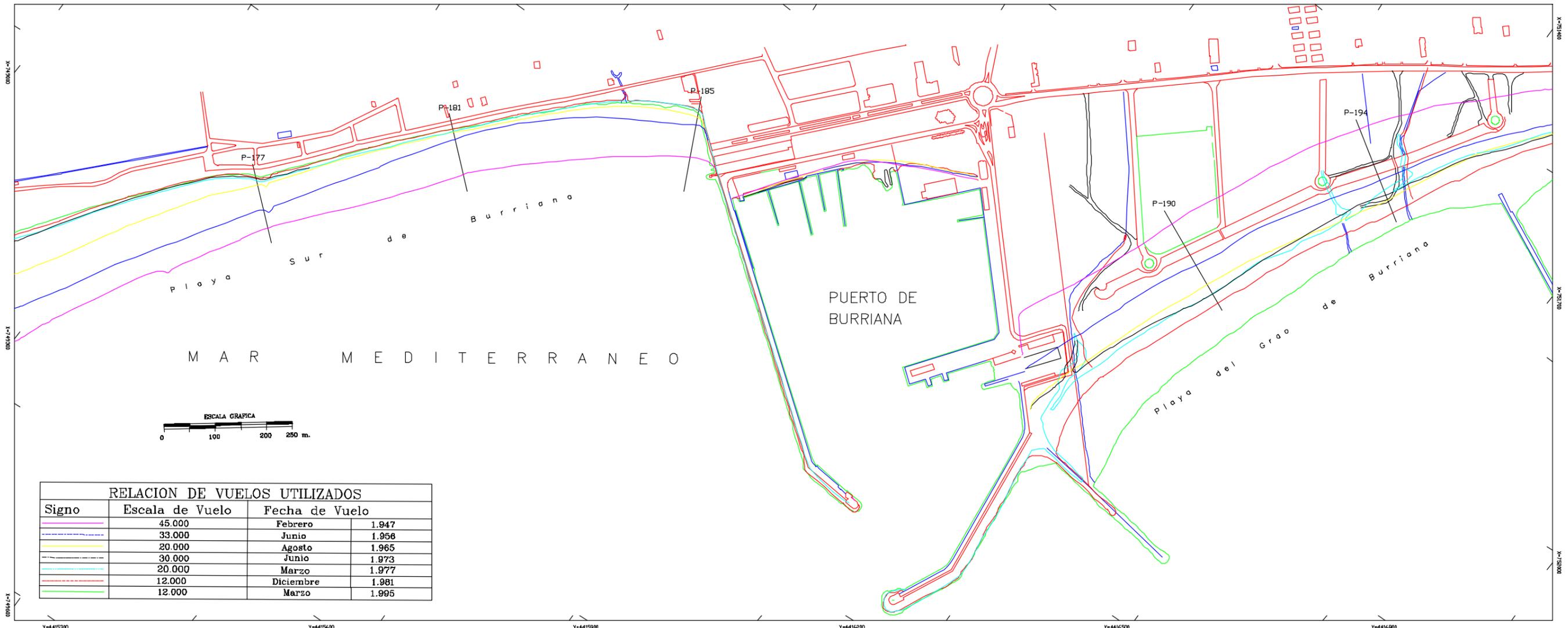
### **2.11. Módulo de costa –NS**

El módulo nearshore es aplicable al estudio de la agitación del oleaje en zonas costeras.

Considera la acción de la refracción, el shoaling, la fricción del fondo y la rotura del oleaje en la propagación de un espectro de oleaje.

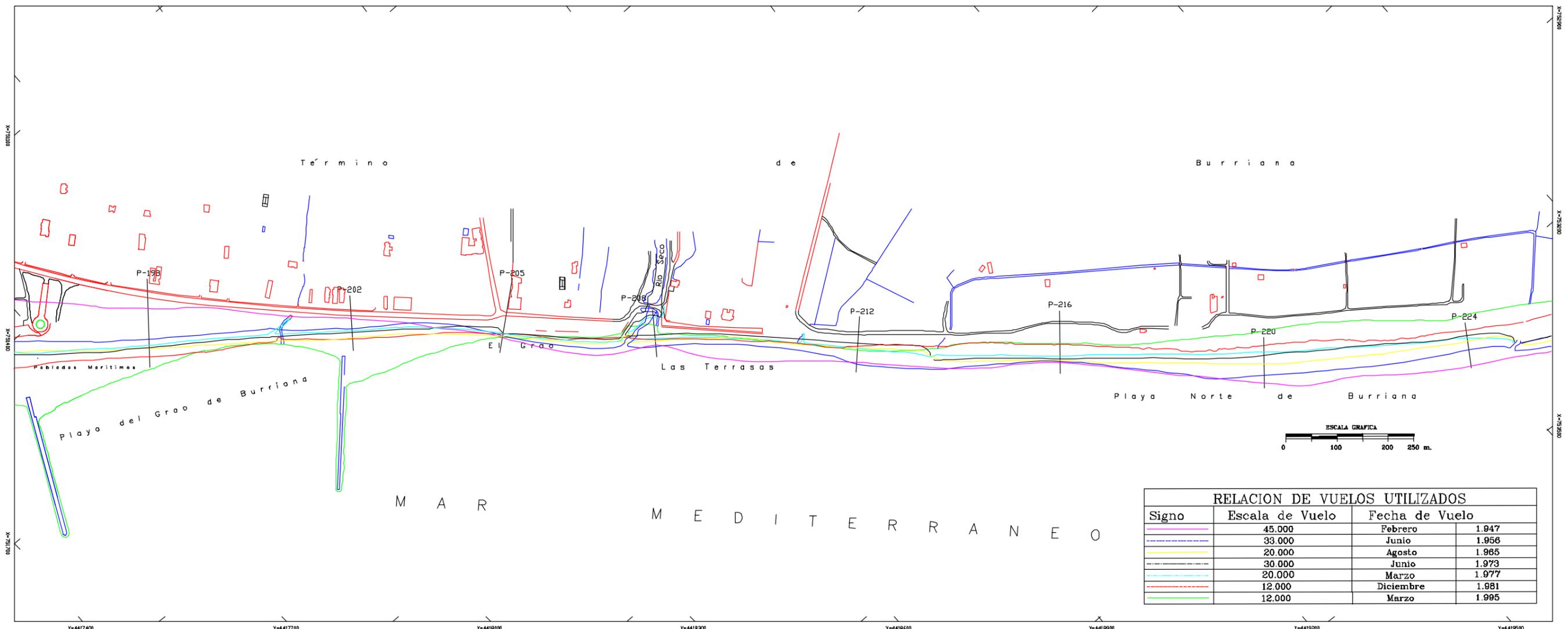
Como resultados ofrece información sobre alturas significantes y períodos de pico tras la propagación hasta tierra. También calcula el campo de tensores de radiación generados.

## **APÉNDICE 2: EVOLUCIÓN DE LA LÍNEA DE COSTA**



RELACION DE VUELOS UTILIZADOS			
Signo	Escala de Vuelo	Fecha de Vuelo	
	45.000	Febrero	1.947
	33.000	Junio	1.956
	20.000	Agosto	1.965
	30.000	Junio	1.973
	20.000	Marzo	1.977
	12.000	Diciembre	1.981
	12.000	Marzo	1.995

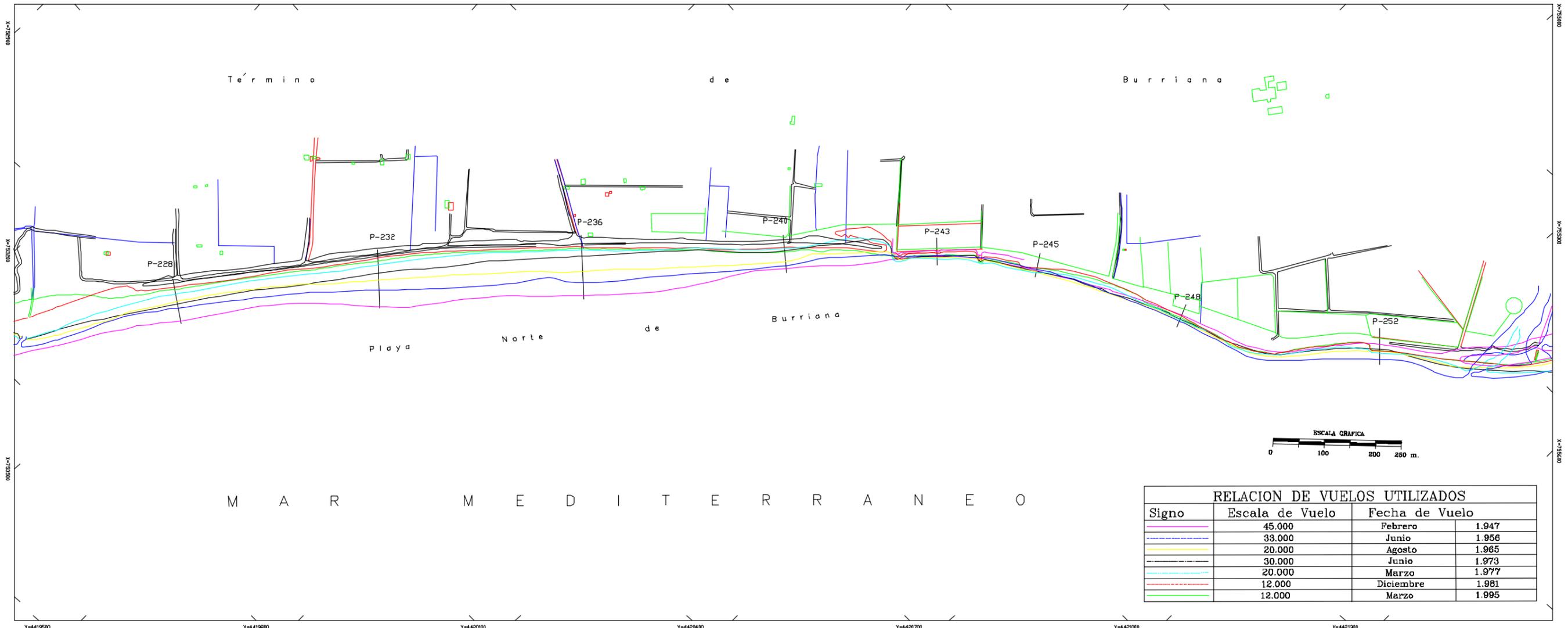




RELACION DE VUELOS UTILIZADOS			
Signo	Escala de Vuelo	Fecha de Vuelo	
	45.000	Febrero	1.947
	33.000	Junio	1.956
	20.000	Agosto	1.965
	30.000	Junio	1.973
	20.000	Marzo	1.977
	12.000	Diciembre	1.981
	12.000	Marzo	1.995



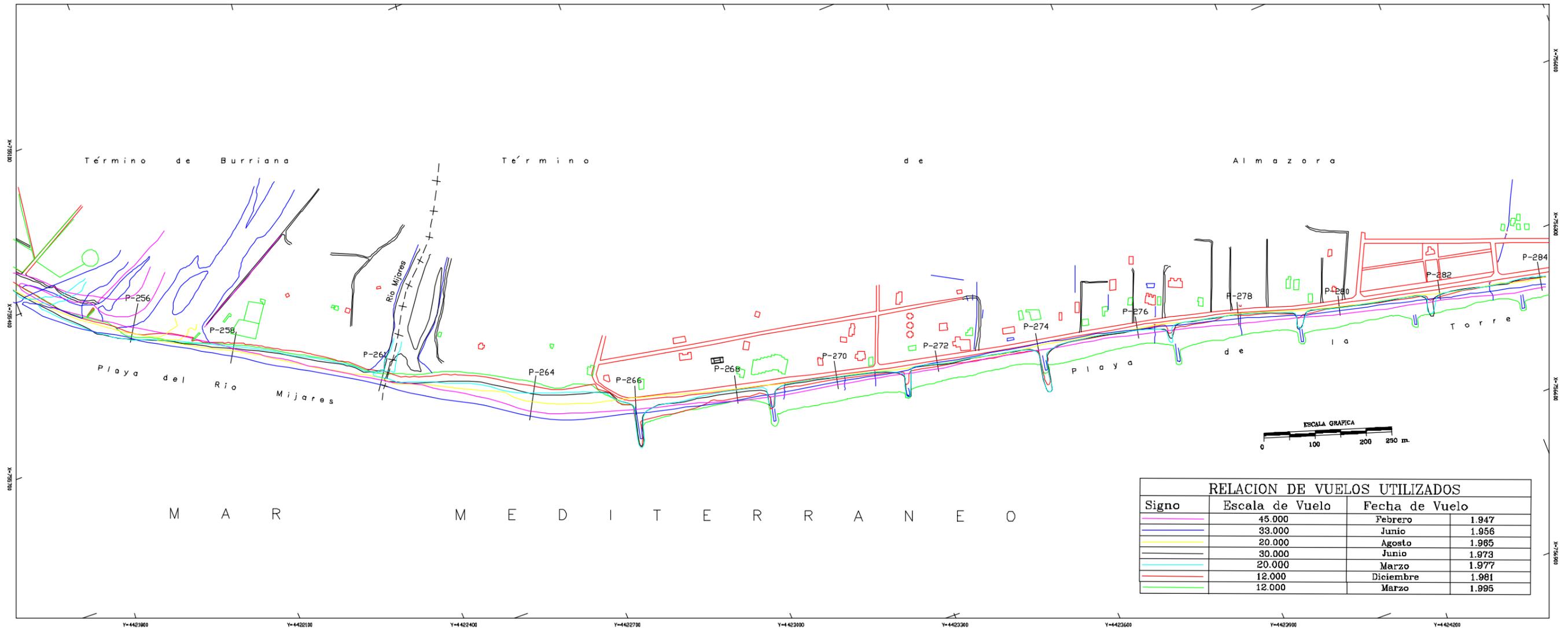
EVOLUCIÓN DE LA LINEA DE COSTA



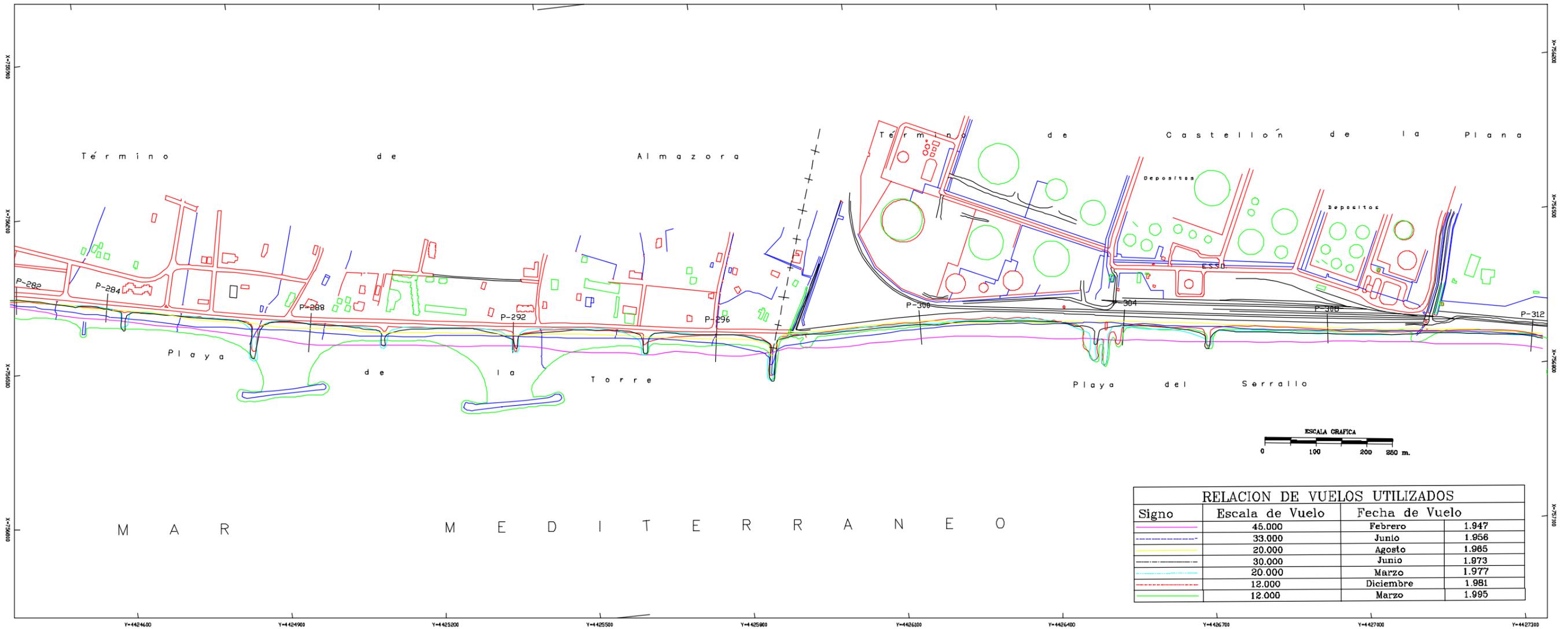
RELACION DE VUELOS UTILIZADOS			
Signo	Escala de Vuelo	Fecha de Vuelo	
	45.000	Febrero	1.947
	33.000	Junio	1.956
	20.000	Agosto	1.965
	30.000	Junio	1.973
	20.000	Marzo	1.977
	12.000	Diciembre	1.981
	12.000	Marzo	1.995



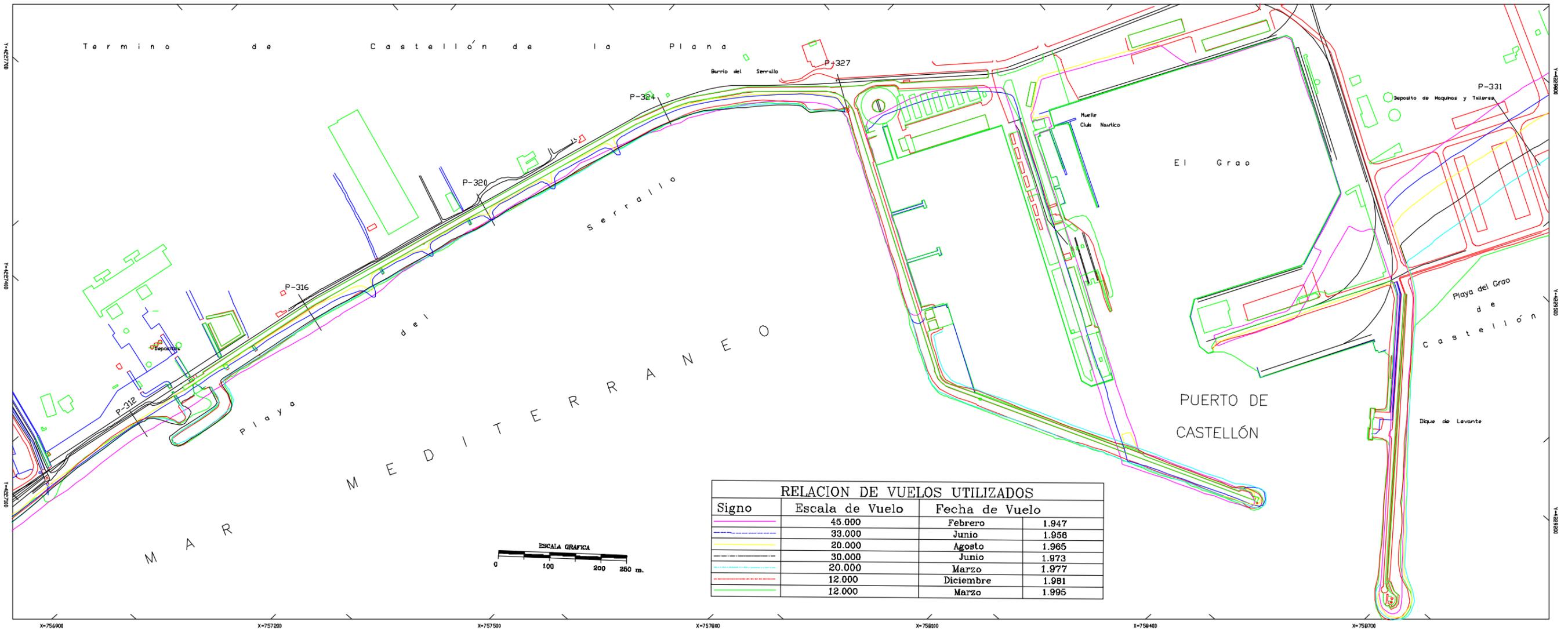
EVOLUCIÓN DE LA LINEA DE COSTA



RELACION DE VUELOS UTILIZADOS			
Signo	Escala de Vuelo	Fecha de Vuelo	
	45.000	Febrero	1.947
	33.000	Junio	1.956
	20.000	Agosto	1.965
	30.000	Junio	1.973
	20.000	Marzo	1.977
	12.000	Diciembre	1.981
	12.000	Marzo	1.995



RELACION DE VUELOS UTILIZADOS			
Signo	Escala de Vuelo	Fecha de Vuelo	
	45.000	Febrero	1.947
	33.000	Junio	1.956
	20.000	Agosto	1.965
	30.000	Junio	1.973
	20.000	Marzo	1.977
	12.000	Diciembre	1.981
	12.000	Marzo	1.995



## ***Anejo Nº 4. AFECCIONES***

# ÍNDICE

## AFECCIONES

- 1.- INTRODUCCIÓN
- 2.- AFECCIONES AL MEDIO NATURAL
  - 2.1.- Afecciones al medio terrestre
  - 2.2.- Afecciones al medio marino
- 3.- AFECCIONES A LA MOVILIDAD
- 4.- AFECCIONES A

## **1.- INTRODUCCIÓN**

En el presente anejo se realizará una descripción de las afecciones esperadas en el desarrollo de los trabajos contenidos en el presente proyecto básico. Esta relación de afecciones previstas deberá desarrollarse en profundidad en el futuro proyecto constructivo y tenerse en cuenta en la fase de ejecución de las obras.

## **2.- AFECCIONES AL MEDIO NATURAL**

Las afecciones al medio natural, tanto terrestre como marino, son las más determinantes a la hora de planificar y ejecutar los trabajos previstos en este proyecto.

### **2.1.- Afecciones al medio terrestre**

Si bien la zona de actuación ya está bastante antropizada, el desarrollo urbano en la zona aún no se encuentra plenamente desarrollado. Sin embargo, el futuro desarrollo del PAU 'Sant Gregori' en la zona modificará sustancialmente la realidad en la zona.

A nivel costero no se prevén afecciones importantes, puesto que sobre la línea de costa al norte del TM de Burriana se realizó una estabilización a causa de la regresión derivada de la ejecución del puerto de Castellón.

### **2.2.- Afecciones al medio marino**

Las afecciones al medio marino, a diferencia del medio terrestre, pueden llegar a ser importantes. Habrá que tener en cuenta que en la ejecución de los trabajos previstos no se produzcan vertidos de contaminantes durante el desarrollo de los trabajos que puedan afectar al ecosistema en la zona.

Igualmente, cabe destacar que en el límite sur de la actuación encontramos el 'Clota de la Mare de Déu', un paraje municipal protegido; y al norte de la actuación se encuentra la desembocadura del río Mijares, espacio protegido por la normativa autonómica. Dentro del proyecto constructivo, se deberán analizar de forma detallada los elementos presentes en ambos ecosistemas así como

promover actuaciones preventivas y correctivas que reduzcan en la medida de lo posible los efectos perjudiciales de las obras.

### **3.- AFECCIONES A LA MOVILIDAD**

En la zona encontramos una serie de viviendas en primera línea de playa; algunas de las cuales se encuentran fuera de ordenación. Durante el desarrollo de los trabajos se prevé un aumento del tráfico de maquinaria y vehículos pesados en la zona que afecten negativamente a la movilidad en la zona.

Así mismo, el transporte de los materiales a pie de obra, sobre todo los de mayor tamaño que formarán los diques, supondrá un aumento considerable del tráfico de vehículos pesados en los viales del municipio. Por ello, se deberá realizar un estudio de tráfico y de los viales del TM de Burriana para minimizar los efectos perjudiciales del desarrollo de los trabajos.

## ***Anejo Nº 5. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS***

# ÍNDICE

## ESTUDIO DE ALTERNATIVAS DE ACTUACIÓN

- 1.- INTRODUCCIÓN
- 2.- ESTADO ACTUAL DE LA COSTA
- 3.- CONDICIONANTES DEL DISEÑO
- 4.- DISCUSIÓN SOBRE LAS TIPOLOGÍAS DE LAS OBRAS DE REGENERACIÓN
  - 4.1.- EXPERIENCIA DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE COSTAS
  - 4.2.- TIPOLOGÍA DE LAS OBRAS DE REGENERACIÓN
- 5.- ALTERNATIVAS DE REGENERACIÓN
  - 5.1.- PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS
  - 5.2.- CÁLCULO DE COSTES
  - 5.3.- ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS
  - 5.4.- DISPONIBILIDAD DEL MATERIAL DE RELLENO
  - 5.5.- CONCLUSIONES
  - 5.6.- SOLUCIÓN ADOPTADA

APÉNDICE 1: PLANOS

## 1.- INTRODUCCIÓN

En el presente anejo del “PROYECTO BÁSICO DE DEFENSA COSTERA EN EL TM DE BURRIANA” se analizan las posibles alternativas existentes para la regeneración de la playa frente a la urbanización prevista, y se discute cuál de ellas es la alternativa más adecuada para conseguir el objetivo propuesto. La recuperación parcial del frente de playa deberá permitir retirar la escollera de defensa, que actualmente impide el acceso al mar, ganando nuevas superficies de playa y garantizando un nivel de estabilidad de la costa igual o superior al actual.

En el presente anejo se describirá someramente el estado actual de la costa y se plantearán los condicionantes básicos del diseño a realizar. Posteriormente se discutirá la experiencia obtenida en regeneraciones anteriores en esta costa, antes de pasar a plantear las posibles alternativas de recuperación de la playa. Por último, se discutirá la validez y viabilidad técnica de cada alternativa, tanto desde el punto de vista de la tipología de las estructuras de defensa diseñadas como de la disponibilidad de los materiales y del coste de los mismos.

## 2.- ESTADO ACTUAL DE LA COSTA

El frente litoral ocupado por el Término Municipal de Burriana se encuentra en un estado erosivo muy severo. Esta degradación de la costa ha sido provocada por los siguientes factores, ordenados por orden de importancia:

- Las sucesivas ampliaciones del Puerto de Castellón.
- Los descensos de los aportes del río Mijares (embalses, extracción de áridos).
- La subida del nivel medio del mar.

Todo el tramo costero al norte de Burriana está defendido por una escollera que evita la pérdida de superficie costera, de forma que el frente litoral se encuentra estabilizada desde hace años. Por ello, se considera que el mantenimiento de la costa en su posición actual no representa un problema acuciante, ya que trabajos esporádicos de mantenimiento de la escollera de defensa son suficientes para garantizar que la línea de costa no va a retroceder, ni por tanto, el dominio público se verá modificado en el futuro, aún en el caso de que no se lleve a cabo ninguna nueva actuación de defensa. Lo que sí constituye un problema grave y acuciante es devolver a sus condiciones originales de uso público un litoral altamente degradado por la intervención humana.

Se considera que no hay motivo aparente alguno para pensar en la necesidad de una modificación ni del deslinde del dominio público ni de las zonas de servidumbre establecidas

actualmente en este tramo, ya que la costa está fijada y defendida por la escollera, sin que ésta vaya a requerir en el futuro previsible más que labores esporádicas de mantenimiento.

A pesar del carácter estable actual de la costa, como parte de la mejora del frente litoral de cara a su desarrollo turístico, se ha previsto una sustancial mejora del litoral que permita recuperar el uso de la costa como lugar de paseo, ocio y baño. Para ello, en el Proyecto se han incluido dos actuaciones básicas:

- La construcción de un paseo marítimo en las zonas de servidumbre.
- La recuperación de parte de la antigua superficie de playa erosionada.

El paseo marítimo ordenará y garantizará el acceso público al mar, tanto a los residentes en la urbanización como a los visitantes exteriores, lo que supondrá una transformación radical del frente costero de Burriana en este sector.

La recuperación parcial del frente de playa permitirá retirar la escollera de defensa, que actualmente impide el acceso al mar, ganando nuevas superficies de playa y garantizando un nivel de estabilidad de la costa igual o superior al actual.

### **3.- CONDICIONANTES DEL DISEÑO**

Un condicionante básico del diseño es el coste de los sedimentos, dado que tanto la arena como la grava son muy escasas en la provincia de Castellón. La grava procede de extracciones en los cauces de los ríos; mientras que la única arena disponible procede de cantera, ya sea con un simple cribado o con un proceso intermedio de machaqueo.

Por tanto, el diseño definitivo de las obras tendrá que:

- Emplear el mínimo volumen de sedimento imprescindible.
- Asegurar la total inmovilidad de las arenas de aportación.

## **4.- DISCUSIÓN SOBRE LAS TIPOLOGÍAS DE LAS OBRAS DE REGENERACIÓN**

### **4.1.- Experiencia de la Dirección General de Costas**

Antes de plantear una alternativa de regeneración viable, es necesario discutir sobre las tipologías de obra marítima que pueden ser empleadas en esta localización, teniendo en cuenta los condicionantes geomorfológicos del litoral, su evolución pasada y su estado actual.

En el año 1998 la Dirección General de Costas contrató la redacción de la Asistencia Técnica para la Redacción de dos Anteproyectos en el Tramo de costa Puerto de Sagunto – Puerto de Castellón para la regeneración de playas en zonas urbanas. El objeto de estos anteproyectos era determinar las obras necesarias para regenerar completamente este tramo del litoral mediante dos sistemas diferentes:

- Uno de ellos a base de obras fijas de estabilización (espigones o diques exentos) y aportación de arena.
- Otro mediante el vertido simple de arena, sin obras de estabilización, combinado con aportaciones periódicas de sedimento que sirvan para reponer los volúmenes perdidos a causa del transporte litoral natural.

El primero de los anteproyectos incluía la realización de numerosas obras de estabilización en la costa de Burriana. Algunas de las propuestas de este primer Anteproyecto han sido ya proyectadas o construidas en Almazora y Moncofar.

El segundo de los anteproyectos se consideró, finalmente, inviable, debido a las descomunales necesidades de arena que suponían, y por requerir un mantenimiento anual de alto coste. Además del aspecto económico y de necesidades de mantenimiento de esta alternativa, en el litoral de Castellón no se dispone de reservas de arena natural que permitan llevar a cabo soluciones de regeneración con utilización masiva de arena.

En definitiva, la propia experiencia de la Dirección General de Costas en las actuaciones en este sector indica que la única alternativa viable para la recuperación de superficie de playa es la que combina unas obras de estabilización lateral con rellenos de material de aportación, ya sea arena fina o grava de tamaño medio y grueso.

#### **4.2.- Tipología de las obras de regeneración**

Tanto los espigones de contención, como los diques, exentos son dos tipologías de obra de defensa profusamente utilizadas en todo el mundo. En concreto, en la costa de Castellón tenemos ejemplos de diques exentos en Almazora y en Chilches.

Por su parte, el empleo de espigones de contención es aún más habitual en España y en todo el mundo, siendo ejemplos característicos de la costa de Castellón el de Almazora, el de las playas situadas al norte del Puerto de Burriana, el de las Villas de Benicasim o el de las playas de Moncófar.

El Ministerio de Medio Ambiente acaba de culminar la tramitación ambiental de un proyecto de regeneración de la playa de Almazora consistente en la ampliación de los espigones de apoyo existentes, e incluyendo la aportación de 200.000 m<sup>3</sup> de arena procedente de cantera y 150.000 m<sup>3</sup> de grava procedente de ríos y ramblas, siguiendo una tipología de obras de recuperación muy similar a la prevista para el frente costero de Burriana.

De esta forma, las tipologías de obra previstas para la recuperación de la costa de Burriana son las que se han venido utilizando históricamente en el litoral de Castellón por la propia Dirección General de Costas.



**Imagen 1 Ejemplo de diques exentos para la formación de playas en el TM de Almazora (playa de Benafeli)**



**Imagen 2 Ejemplo de espigones de contención para la estabilización de la playa en el TM de Almazora (playa de La Torre)**

### **4.3.- Planteamiento de alternativas**

Se han analizado cuatro posibles alternativas básicas de regeneración del frente litoral de la playa Norte de Burriana. Las tres primeras incluyen en la actuación todo el tramo ocupado por la futura actuación urbanística, aunque con materiales de relleno diversos; mientras que en la cuarta sólo se considera la regeneración del tramo central del frente costero de la urbanización. En el apéndice nº1 se incluyen planos del estado actual de la costa y de cada una de las alternativas planteadas.

Las características de las cuatro alternativas son las siguientes:

- Alternativa 1: Se regenera toda la costa mediante una playa de arena continua. Es necesaria la construcción de tres espigones de apoyo de gran longitud.
- Alternativa 2: Se incluye en la regeneración el tramo que va desde el límite de la urbanización hasta la salida del río. Todo el tramo se regenera mediante una playa de arena continua. Es necesaria la construcción de cuatro espigones de apoyo de gran longitud.

- Alternativa 3: Un 30% de la longitud de nueva playa se rellena con arena, y el tramo restante con grava gruesa, que requiere menores volúmenes de material. También se modifica la tipología de las obras de defensa, entre las que se incluye un dique exento.
- Alternativa 4: Se regenera una zona central mediante grava gruesa (o arena) y obras de defensa, y la actuación a ambos lados se limita a la remodelación de la actual escollera de defensa.

#### 4.4.- Cálculo de costes

La tabla siguiente especifica las características principales y el coste de cada una de las cuatro alternativas.

		<b>Alternativa</b>			
		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>Playa de arena</b>	<i>Superficie (m2)</i>	148,000	175,000	47,000	--
	<i>Volumen (m3)</i>	881,500	1,271,000	340,800	--
<b>Playa de grava</b>	<i>Superficie (m2)</i>	--	--	106,000	52,000
	<i>Volumen (m3)</i>	--	--	360,000	180,000
<b>Obras de defensa</b>	<i>Longitud (m)</i>	1,595	2,135	1,560	570
<b>Coste (Ej. contrata)</b>	<i>Arena (Mm €)</i>	20.12	29.02	7.78	--
	<i>Grava (Mm €)</i>	--	--	11.30	5.65
	<i>Defensas (Mm €)</i>	2.70	3.10	1.60	0.35
	<i>Total (Mm €)</i>	22.82	32.12	20.68	6.00

Tabla 1. Resumen de características de las alternativas diseñadas

Precio de la arena (Ej. Mat.): 16 €/m<sup>3</sup>

Precio de la grava (Ej. Mat.): 22 €/m<sup>3</sup>

#### **4.5.- Análisis de alternativas**

Para el análisis de las alternativas de actuación hay que tener en cuenta dos criterios de selección fundamentales:

1. La calidad final de la playa, que viene determinada fundamentalmente por el material de relleno a emplear.
2. El coste de las obras.

Dados los elevados costes de las actuaciones, se concluye que no es posible regenerar más que un tercio aproximado de todo el frente litoral de la urbanización, dados los elevados costes del material de aportación.

Por otro lado, la calidad final de la playa, obtenida mediante el relleno de arena, es muy superior al que proporciona el relleno de grava. De forma que se considera más adecuado limitar la longitud a regenerar o la anchura de playa final, en beneficio de una mayor calidad de la arena.

Por tanto, se concluye que la alternativa de regeneración más adecuada consiste en la construcción de un tramo de playa de unos 550-600 m de longitud, con un relleno de aportación a base de arena de cantera, limitado en sus dos extremos por espigones de contención que den estabilidad permanente a la nueva playa.

#### **4.6.- Disponibilidad del material de relleno**

El litoral de Castellón no dispone de bancos de arena submarinos adecuados para la regeneración de playas. Todo el material que se ha venido aportando a las playas, en las últimas décadas, procede de canteras terrestres o de extracciones en los cauces de los ríos y ramblas; a excepción hecha de los esporádicos dragados realizados en el entorno de algunos puertos para la mejora o aumento de sus calados, como ha sido el caso del puerto de Peñíscola, que ha servido para la aportación de material a las playas del norte de esta localidad.

En la actualidad hay disponibilidad suficiente de gravas procedentes de ríos y ramblas para la recuperación del frente costero de Burriana, aunque los precios han aumentado sustancialmente en los últimos años.

Por su parte, las canteras de la zona de Onda disponen de volúmenes de arena, evaluados por la Dirección General de Costas, en más de 3 millones de metros cúbicos, siendo el material disponible de muy buena calidad para el relleno de playas.

Por tanto, se considera adecuada y suficiente la disponibilidad de material de relleno para la recuperación del frente litoral de la urbanización, aunque el coste del mismo es muy elevado, lo que obliga a optimizar el diseño final de las obras de defensa.

#### **4.7.- Conclusiones**

La costa frente a la futura futura actuación urbanística se encuentra muy erosionada por causa de la intervención humana, aunque las obras de protección existentes permiten que la defensa del dominio público y de las zonas de servidumbre no constituya en la actualidad un problema significativo.

Se considera factible la recuperación del frente litoral, empleando para ello espigones perpendiculares a la costa y rellenos de arena procedente de canteras de la zona. Este tipo de obras han sido profusamente empleadas en los últimos años por la Dirección General de Costas para la defensa y regeneración de numerosas playas del litoral de Castellón.

Por otro lado, hay disponibilidad total de material para llevar a cabo los rellenos, a pesar de que los precios actuales son bastante elevados, pudiendo constituir más del 70% del presupuesto final de la obra de recuperación.

#### **4.8.- Solución adoptada**

La alternativa de regeneración más adecuada consiste en la construcción de un tramo de playa de unos 550-600 m de longitud, con un relleno de aportación a base de arena de cantera, limitado en sus dos extremos por espigones de contención que den estabilidad permanente a la nueva playa.

## APÉNDICE 1: PLANOS



TÍTULO DEL PROYECTO:  
**PROYECTO BÁSICO DE DEFENSA COSTERA  
 EN EL TM DE BURRIANA**

FECHA:  
**FEBRERO  
 2019**

DIRECTOR DEL PROYECTO:  
**PASCUAL ARTANA  
 LÓPEZ**

CONSULTOR:

ESCALA:  
**1:10.000  
 DIN A3**



DESIGNACIÓN DEL PLANO:  
**ESTADO ACTUAL**

N° PLANO: **1**  
 HOJA: 1/1



TÍTULO DEL PROYECTO:  
**PROYECTO BÁSICO DE DEFENSA COSTERA  
 EN EL TM DE BURRIANA**

FECHA:  
**FEBRERO  
 2019**

DIRECTOR DEL PROYECTO:  
**PASCUAL ARTANA  
 LÓPEZ**

CONSULTOR:

ESCALA:  
**1:10.000  
 DIN A3**



DESIGNACIÓN DEL PLANO:  
**ALTERNATIVA 1**

N° PLANO: **2**  
 HOJA: **1/1**



TÍTULO DEL PROYECTO:  
**PROYECTO BÁSICO DE DEFENSA COSTERA  
 EN EL TM DE BURRIANA**

FECHA:  
**FEBRERO  
 2019**

DIRECTOR DEL PROYECTO:  
**PASCUAL ARTANA  
 LÓPEZ**

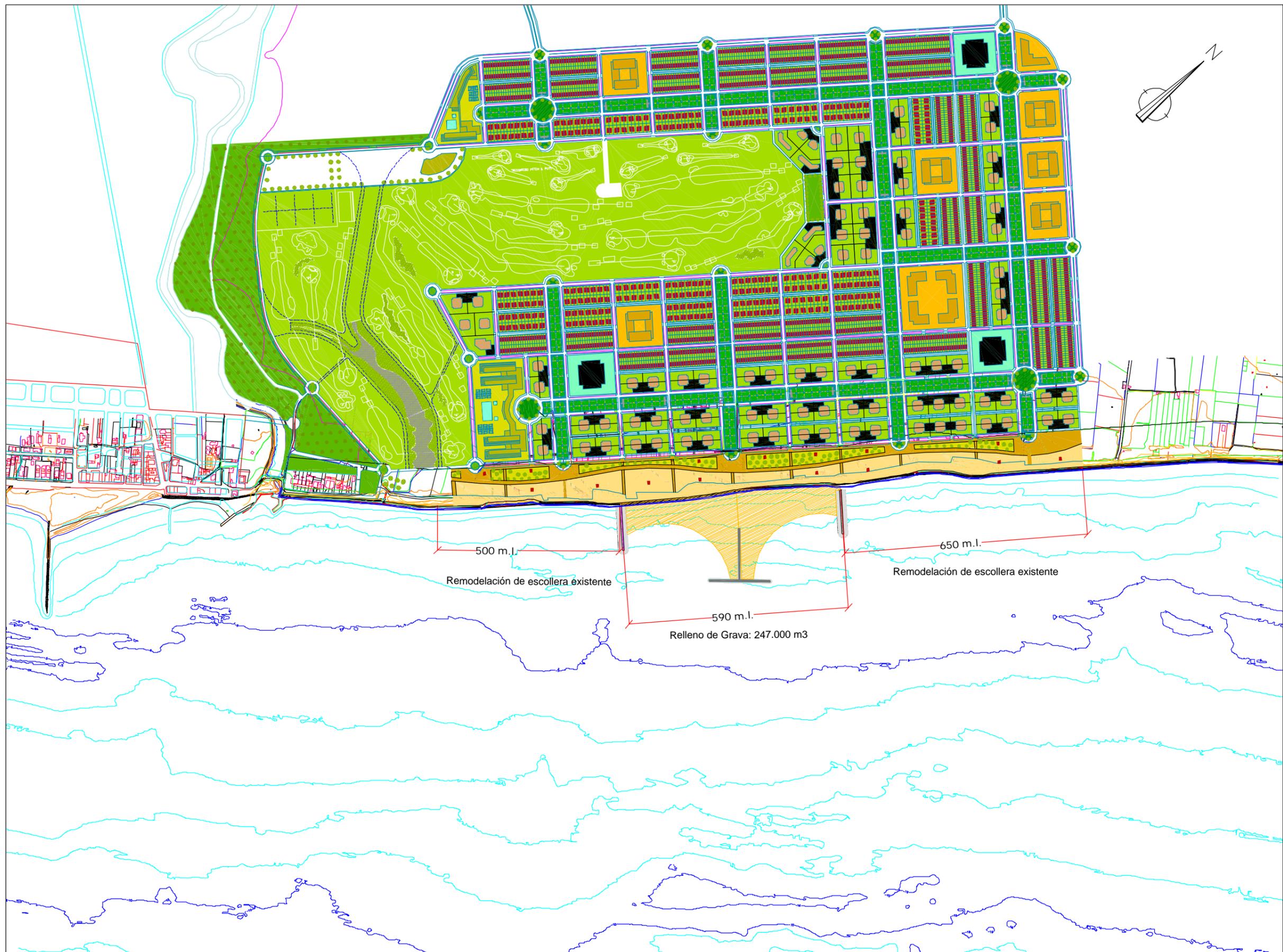
CONSULTOR:

ESCALA:  
**1:10.000  
 DIN A3**



DESIGNACIÓN DEL PLANO:  
**ALTERNATIVA 2**

N° PLANO: **3**  
 HOJA: **1/1**



TÍTULO DEL PROYECTO:  
**PROYECTO BÁSICO DE DEFENSA COSTERA  
 EN EL TM DE BURRIANA**

FECHA:  
**FEBRERO  
 2019**

DIRECTOR DEL PROYECTO:  
**PASCUAL ARTANA  
 LOPEZ**

CONSULTOR:

ESCALA:  
**1:10.000  
 DIN A3**



DESIGNACIÓN DEL PLANO:  
**ALTERNATIVA 3**

N° PLANO: **4**  
 HOJA: **1/1**



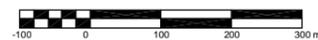
TÍTULO DEL PROYECTO:  
**PROYECTO BÁSICO DE DEFENSA COSTERA  
 EN EL TM DE BURRIANA**

FECHA:  
**FEBRERO  
 2019**

DIRECTOR DEL PROYECTO:  
**PASCUAL ARTANA  
 LÓPEZ**

CONSULTOR:

ESCALA:  
**1:10.000  
 DIN A3**



DESIGNACIÓN DEL PLANO:  
**ALTERNATIVA 4**

N° PLANO: **5**  
 HOJA: **1/1**

## ***Anejo Nº 6. DISEÑO DE LA PLAYA***

# ÍNDICE

## DISEÑO DE LA PLAYA

- 1.- INTRODUCCIÓN
- 2.- PLANTA DE PLAYA
- 3.- CONCLUSIÓN
- 4.- PERFIL DE PLAYA
  - 4.1.- PERFIL DE PLAYA TEÓRICO
  - 4.2.- PERFIL DE PLAYA EN BURRIANA
  - 4.3.- PROFUNDIDAD DE CIERRE
- 5.- DIMENSIONAMIENTO DE ESCOLLERAS
  - 5.1.- TRAMO SUMERGIDO
  - 5.2.- TRAMO EMERGIDO

## 1.- INTRODUCCIÓN

En este apartado se determinan las condiciones que habrá de cumplir el diseño de la nueva playa norte de Burriana, en sus aspectos más generales de planta y perfil de equilibrio.

Primeramente, se analiza cuál será la posición de equilibrio de la nueva planta de playa a largo plazo, de forma que se puedan determinar las necesidades de apoyo laterales.

Posteriormente, se estudia el perfil de equilibrio de la playa en su fase inicial y su posible evolución a lo largo del tiempo.

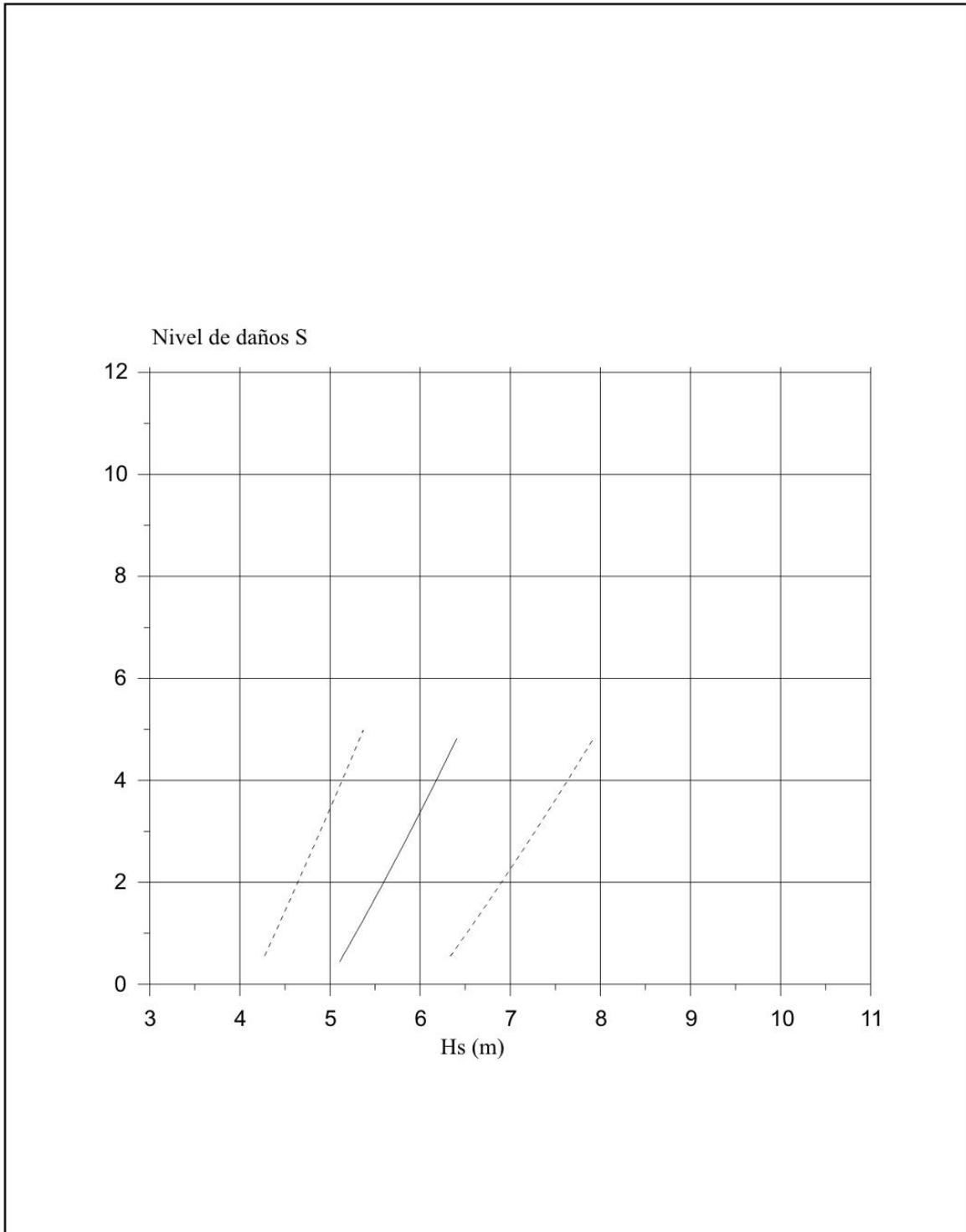
## 2.- PLANTA DE PLAYA

Como base para determinar la posición de equilibrio en planta de la playa regenerada de Burriana, se han empleado los resultados de la propagación del clima marítimo exterior hasta la costa, descritos en apartados anteriores. El clima marítimo exterior, deducido en el mencionado estudio, ha sido propagado hasta la costa según la metodología descrita en el Anejo 3 "Clima marítimo y dinámica litoral".

Posteriormente, se ha calculado en cada uno de los puntos seleccionados la dirección de la componente energética media del oleaje, siguiendo la estimación proporcionada por la fórmula del CERC.

La figura 10 muestra los valores de la componente energética media así deducida en los diversos puntos de cálculo, comparada con la dirección de la ortogonal a la costa.

En las diversas celdas de la playa de Burriana, la resultante del cálculo se desvía muy ligeramente con respecto a la posición de equilibrio de la playa. Estas playas son en la actualidad muy estables, dado que se encuentran estabilizadas por espigones laterales de cierre.



**Fig. 1 Relación entre la altura de ola incidente y el nivel de daño, para un peso de escollera de 3.5 Tm. Tramo del dique a cota -1.00. Profundidad -8.50 m.**

### 3.- CONCLUSIÓN

Se puede afirmar que la orientación de equilibrio del nuevo relleno de la playa de Burriana coincidirá, de manera muy aproximada, con la orientación actual de las celdas allí existentes, aproximadamente en la dirección E-19º-S. Sin embargo, siendo la procedencia de los temporales más extremos la E-12º-S, la playa podrá bascular en esta dirección durante las fases de incidencia de los mayores oleajes.

Por tanto, se adopta la orientación E-12º-S como la orientación de diseño a largo plazo de la nueva playa regenerada.

### 4.- PERFIL DE PLAYA

#### 4.1.- Perfil de playa teórico

Para analizar las características del futuro perfil de equilibrio de la playa regenerada se ha empleado la formulación parabólica de Dean (1977), la cual supone que la disipación de energía por unidad de volumen se mantiene constante en la zona de rotura, de forma que:

$$h=Ax^{2/3}$$

siendo (h) la profundidad y (A) un parámetro relacionado con características como el tamaño de grano, la energía de oleaje incidente, etc. El parámetro (A) se denomina factor de escala o coeficiente de forma del perfil, y es función de la forma en la que se disipa la energía a lo largo del perfil.

Datos empíricos y experimentales posteriores (Dean, 1987) han llevado a la relación:

$$A=K w^{0.44}$$

siendo (K) una constante de valor aproximado 0.5-0.6 y (w) la velocidad de sedimentación de la arena.

Otros análisis posteriores (Kriebel et al., 1991) determinaron la relación:

$$A=1.05 w^{2/3}$$

El correcto ajuste del modelo de Dean a muchas playas contrasta con su escasa capacidad por representar perfiles reales en otros muchos casos, lo que hace necesario siempre proceder a un análisis previo. En particular, las playas en mares con carrera de marea intensa, como es la costa atlántica española, no se ajustan a las condiciones impuestas por esta teoría.

Se ha comprobado (M. González, 1995; G. Pina, 1996) que en algunas situaciones de variación del nivel medio se requieren dos parábolas diferentes para ajustar todo el perfil de playa: una primera parábola ajustaría toda la zona intermareal, desde la pleamar máxima hasta la cresta de la barra sumergida (caso de existir ésta), y otra parábola se ceñiría al resto del perfil a partir de la cota de bajamar.

En perfiles con fondo rocoso se aprecia una tendencia de los perfiles de playa a ajustarse a valores del parámetro de Dean superiores al teórico, manifestando con ello una tendencia del oleaje a una mayor disipación que en un perfil natural. Además, y dada la escasa profundidad del perfil activo en estos casos, el ajuste de una única parábola superior es suficiente, normalmente, para obtener resultados adecuados.

#### **4.2.- Perfil de playa en Burriana**

Empleando el desarrollo teórico expuesto anteriormente, se ha estimado el perfil medio de la futura playa regenerada de Burriana.

El valor del diámetro medio que se ha adoptado ha sido  $D_{50}=0.40$  mm, que corresponde a un tipo de arena de cantera de excelente calidad disponible en la zona. Este tamaño es el mínimo correspondiente a las muestras de arena de cantera disponibles (ver Apéndice 1). Según los términos del proyecto, el diámetro medio del sedimento debe estar comprendido entre los valores 0.40 y 0.70 mm.

Sin embargo, y a los efectos de obtener una mayor seguridad en el diseño, se ha adoptado como valor de cálculo el correspondiente a  $D_{50}=0.30$  mm, esto es,  $A=0.119$ .

#### **4.3.- Profundidad de cierre**

Para establecer la profundidad límite de movimiento significativo del sedimento se empleó la fórmula de Birkemeier (1985), que toma como punto de partida los desarrollos teóricos de Hallermeier

acerca del movimiento de sedimentos en el fondo marino por la acción del oleaje, ajustando con medidas en la naturaleza los parámetros de las fórmulas correspondientes.

La expresión final de la profundidad límite, a la cual se puede esperar un movimiento significativo estacional de los fondos, es la siguiente:

$$d_1 = 1.75 * H_e - 57.9 (H_s^2/gT^2)$$

siendo  $H_e$  la altura de ola excedida 12 horas al año, y  $T$  el periodo del oleaje asociado.

Para nuestro caso, partiendo de los datos de clima marítimo expuestos anteriormente, adoptamos los siguientes valores:

$$H_e = 2.50 \text{ m}$$

$$T = 9 \text{ s}$$

de forma que:

$$d_1 = 3.93 \text{ m} \gg 4 \text{ m}$$

Sin embargo, teniendo en cuenta que el cálculo del transporte litoral indica que este transporte es relevante hasta la profundidad de  $-5 \text{ m}$ , se adoptará esta última profundidad como la profundidad de cierre para el perfil de playa.

## **5.- DIMENSIONAMIENTO DE ESCOLLERAS**

### **5.1.- Tramo sumergido**

#### **5.1.1.- Bases teóricas**

En los diques sumergidos, la acción del oleaje se concentra en la cresta de la obra y no en sus laterales. Por ello, se suele excluir del cálculo la pendiente del manto exterior como parámetro que gobierna su estabilidad.

La estabilidad de estas estructuras parece ser únicamente función de la profundidad relativa de su cresta,  $h'/h$  (siendo  $h'$  la altura de la cresta desde el fondo y  $h$  la profundidad del fondo), así como del nivel de daños y del número de estabilidad  $N_s$ .

Mediante un análisis de los Test de Givler y Sorensen (1986), Van der Meer (1990) llegó a la expresión:

$$h'c/h = (2.1 + 0.1 S)e^{-0.14N^*s}$$

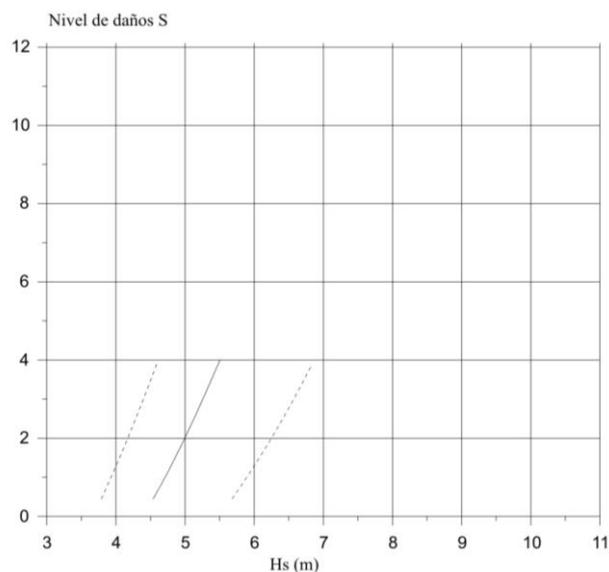
siendo S el nivel de daños adimensional ( $Ae/D^2n50$ ).

Esta expresión permite determinar la relación entre la altura de ola de cálculo y el nivel de daños.

### 5.1.2.- Tramo a cota -1.00 m

Las figuras A4.1 y A4.2 muestran esa relación para diversas alturas de ola de diseño, con expresión de la banda de confianza del 90% para una peso de escollera de 2.5 t y 3.5 t, y con la cota de coronación a la -1.00 m para una obra situada a una profundidad máxima de -8.50 m.

Como puede verse, este peso garantiza un nivel de daños de 3-4 para alturas de ola de hasta  $H_s = 6$  m, que se considera adecuado, máxime teniendo en cuenta que la estructura tiene una anchura suficiente para seguir cumpliendo su misión estructural a pesar de este nivel de daño.



**Fig. 2 Relación entre la altura de ola incidente y el nivel de daño, para un peso de escollera de 2.5 Tm. Tramo del dique con coronación a cota -1.00 m, profundidad máxima -5.50 m.**

### 5.1.3.- Conclusión

El peso de escollera a emplear para la construcción del dique sumergido será:

$$3 t < P < 4 t$$

## 5.2.- Tramo emergido

### 5.2.1.- Bases de partida

Para el cálculo del peso de la escollera de protección tenemos los siguientes datos del temporal de diseño, obtenidos del clima marítimo registrado en la boya exterior del Puerto de Valencia, para un periodo de retorno de 50 años:

- $H_s = 4.90$  m.
- $T_p = 10$  s.
- $L_0 = 156$  m.

Para determinar el nivel medio del mar en situación de temporal consideramos:

- 0.20 m de carrera de marea.
- 0.50 m de sobreelevación del oleaje.

Como pendiente media del fondo se adopta el valor  $m = 1/100 = 0.001$ .

### 5.2.2.- Tramo emergido hasta cota -4.50 m

En la zona emergida del espigón, el coeficiente de propagación del oleaje exterior para la dirección de incidencia de los temporales de levante es  $K_h = 0.93$ , de forma que la altura de ola significativa máxima incidente es  $H_s = 0.93 \times 4.90 = 4.55$  m.

Utilizando el método de Goda (1985) para el cálculo de la altura de ola máxima en el extremo del tramo emergido tenemos:

- $H'_o = 4.55$  m.
- $H'_o/L_0 = 0.033$ .

- $h=4.5 \text{ m} + 0.70 \text{ m} = 5.20 \text{ m}$  (nivel máximo)  $\rightarrow h/ H'o = 1.14$ .
- $h=4.5 \text{ m}$  (nivel mínimo)  $\rightarrow h/ H'o = 0.99$ .

Con estos valores, las tablas de Goda (1985) dan el resultado:

- $H1/3/ H'o = 0.72$  (nivel máximo)  $\rightarrow H1/3 = 0.72*4.55 = 3.27 \text{ m}$ .
- $H1/3/ H'o = 0.65$  (nivel mínimo)  $\rightarrow H1/3 = 0.65*4.55 = 2.96 \text{ m}$ .

Para el dimensionamiento de la escollera frente al oleaje se han adoptado los siguientes valores de partida:

$\xi_s = 2.7 \text{ t/m}^3$  (densidad de la escollera).

$\xi_w = 1.025 \text{ t/m}^3$  (densidad del agua).

$$P = \frac{\rho_s H_s^3}{K_D \Delta^3 \cotg \alpha}$$

$\Delta = (r_s/r_w - 1)$ .

La pendiente exterior del revestimiento adoptada es la (1:2).

Utilizando la fórmula de Hudson:

con el valor  $K_D = 3$  para escollera rugosa en zona de rotura y en el cuerpo de la obra, el peso de la unidad sería:

- Tramo emergido, nivel medio máximo:  $H1/3 = 3.27 \text{ m} \rightarrow P=4.81 \text{ t}$  (cuerpo)
- Tramo emergido, nivel medio máximo:  $H1/3 = 3.27 \text{ m} \rightarrow P=7.21 \text{ t}$  (morro)
- Tramo emergido, nivel medio mínimo:  $H1/3 = 2.96 \text{ m} \rightarrow P=3.57 \text{ t}$  (cuerpo)
- Tramo emergido, nivel medio mínimo:  $H1/3 = 2.96 \text{ m} \rightarrow P=5.35 \text{ t}$  (morro)

Una estimación más precisa de los pesos requeridos la proporciona la fórmula de Van der Meer, la cual permite introducir variables como el rebase del oleaje, el periodo del oleaje o el nivel de averías de la obra. La formulación es la siguiente:

$$\frac{H_s}{\Delta D_n} = 6.2 x p^{0.18} x \xi^{-0.5m} x \left( \frac{S}{\sqrt{N}} \right)^{0.2}; \xi_n \leq \xi_c$$

1

$$\frac{H_s}{\Delta D_n} = 1.0 x p^{-0.13} \xi_m^p \left( \frac{S}{\sqrt{N}} \right)^{0.2} (\cotg \alpha)^{0.5}; \xi_m \geq \xi_d$$

siendo:

$$\xi_m = \frac{tg\alpha}{S_m^{1/2}} \quad S_m = \frac{2\Pi H_s}{gT_m^2} \quad \xi_c = [6.2xp^{0.81}x(tg\alpha)^{0.5}]^{(1/p+0.5)}$$

p = factor de permeabilidad

S = número de desplazamientos por unidad de ancho

N = número de olas = 2.400

Para el uso de esta fórmula se emplearán los siguientes valores de los parámetros anteriores:

S = 2

Tm = 9 s

Duración del temporal: 2.800 olas (7 horas)

p = 0.4

Con estos datos se obtienen los siguientes pesos de escollera:

- Tramo emergido, nivel medio máximo: H1/3 = 3.27 m → P=6.93 t
- Tramo emergido, nivel medio mínimo: H1/3 = 2.96 m → P=4.84 t

Considerando el rebase del oleaje sobre la obra, se puede aplicar, en este caso, un factor de reducción:

$$f_i = \frac{1}{[1.25 - 4.8(\frac{R_c}{H_s})(\frac{S_m}{2\Pi})^{0.5}]}$$

que tiene en cuenta el francobordo (Rc). En este caso tenemos:

- Tramo emergido, nivel medio máximo: Rc= 1.5-0.70=0.80 m P=4.08 t
- Tramo emergido, nivel medio mínimo: Rc= 1.50-0.00=1.50 m P=4.63 t

Por tanto, la situación más desfavorable resulta ser aquélla con el nivel medio inferior.

Por tanto, se adoptará un peso (P) de las escolleras para el tramo emergido hasta la cota – 4.50 m será:

5 < P

## ***Anejo Nº 7. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL***

# ÍNDICE

## ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

### 1.- INTRODUCCIÓN

1.1.- Antecedentes

1.2.- MARCO LEGAL

1.3.- ÁMBITO DE ESTUDIO

1.4.- CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL PROYECTO

### 2.- DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

2.1.- ESPIGONES DE LA NUEVA PLAYA

2.2.- REMODELACIÓN DE LA ESCOLLERA Y PLAYA DE GRAVA

### 3.- REDACCIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

## **1.- INTRODUCCIÓN**

### **1.1.- Antecedentes**

El frente litoral objeto de este trabajo, de unos 4.2 km de longitud, se encuentra en un estado erosivo muy severo. Esta degradación de la costa ha sido provocada por una serie de factores comentados en el anejo nº 3 de dinámica litoral

El presente anejo no pretende desarrollar un estudio de impacto ambiental, objeto del futuro proyecto constructivo; sino desarrollar sucintamente las cuestiones a tener en cuenta en la futura redacción del mismo.

Las obras a ejecutar frente a la urbanización recogidas en el “Proyecto básico de defesna costera en el TM de Burriana” tienen como principales objetivos:

- Conseguir la recuperación parcial de la playa Norte de Burriana mediante la aportación de arena de préstamo y la construcción de obras de defensa
- Reparar y reforzar la escollera actual de protección en los tramos en los que sea necesario, de forma que su estabilidad no se vea afectada por los temporales y proteja de forma efectiva el litoral.

El objetivo del futuro estudio de impacto ambiental será identificar, predecir y prevenir las alteraciones ambientales que se puedan producir como consecuencia de las actuaciones proyectadas en el desarrollo del proyecto de recuperación del frente litoral. Así mismo, el EIA debe contemplar, en su conjunto, la unidad litoral donde se enclavan las actuaciones en la costa de Burriana susceptibles de producir impactos ambientales y cuya influencia, directa o indirecta en el estudio, habrá de evaluarse.

### **1.2.- MARCO LEGAL**

El Marco Legal en el que se deberá desarrollar el estudio de imacto ambiental está enmarcado mediante normativa recogida en la legislación comunitaria, estatal y autonómica.

### 1.2.1.- Legislación referente a Evaluación Ambiental de Proyectos

#### *Legislación Comunitaria*

- Directiva 2014/52/UE del Parlamento Europeo y del Consejo de 16 de abril de 2014 por la que se modifica la Directiva 2011/92/UE, relativa a la evaluación de las repercusiones de determinados proyectos públicos y privados sobre el medio ambiente.
- Directiva 2011/92/UE del Parlamento y del Consejo, de 13 de diciembre de 2011, relativa a la evaluación de las repercusiones de determinados proyectos públicos y privados sobre el medio ambiente.
- Directiva 2001/42/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 27 de junio, relativa a la evaluación de los efectos de determinados planes y programas en el medio ambiente (SEA).

#### *Legislación Estatal*

- Ley 21/2013 de 9 de diciembre de Evaluación Ambiental.
- Ley 9/2006, de 28 de abril, sobre evaluación de los efectos de determinados planes y programas en el medio ambiente (Disposición derogada).
- Texto refundido de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos, aprobado por Real Decreto Legislativo 1/2008, de 11 de enero (Disposición derogada).
- Real Decreto 1131/1988, de 30 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento para la ejecución del Real Decreto legislativo 1302/1986, de 28 de junio, de evaluación de impacto ambiental. (Disposición derogada).

#### *Legislación Autonómica*

- Ley 2/1989, de 3 de marzo, de la Generalitat Valenciana, de Impacto Ambiental (DOCV nº 1021, de 08/03/89).
- Decreto 162/1990, de 15 de octubre, del Consell de la Generalitat Valenciana, por el que se aprueba el reglamento para la ejecución de la Ley 2/1989 (DOCV nº 1412, de 30/10/90).

- Orden de 3 de enero de 2005, de la Conselleria de Territorio y Vivienda, por la que se establece el contenido mínimo de los estudios de impacto ambiental que se hayan de tramitar ante esta conselleria (DOCV nº 4922, de 12/01/05).
- Decreto 32/2006, de 10 de marzo, del Consell de la Generalitat, por el que se modifica el Decreto 162/1990, de 15 de octubre, del Consell de la Generalitat, por el que se aprobó el Reglamento para la ejecución de la Ley 2/1989, de 3 de marzo, de la Generalitat, de Impacto Ambiental (DOCV nº 5218, de 14/03/06).

### **1.2.2.- Órgano Ambiental**

El proyecto de defensa costera queda íntegramente ubicado dentro del dominio público marítimo terrestre, de forma que corresponden a la administración General del Estado las competencias ambientales, concretamente a la Secretaría de Estado de Medio Ambiente.

### **1.3.- ÁMBITO DE ESTUDIO**

En el presente anejo se contempla la franja litoral en la que se enclava el proyecto básico de defensa costera como una unidad para el estudio de las posibles afecciones en el medio derivadas de la actuación propuesta.

El ámbito de estudio engloba la zona de actuación que se encuentra en el T.M. de Burriana, a 11 km al sur del puerto de Castellón y a 3 km al norte del puerto de Burriana.

### **1.4.- CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL PROYECTO**

La regeneración del frente litoral incluye las actuaciones que se describen a continuación:

- Espigones de estabilización de la nueva playa central de arena
- Remodelación de la escollera que actualmente protege el frente costero
- Creación de una amplia playa de grava tras la escollera
- Acondicionamiento del nuevo cauce de la urbanización

## 2.- DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

A continuación se realiza una descripción de las obras incluidas en el proyecto de regeneración del frente litoral.

### 2.1.- ESPIGONES DE LA NUEVA PLAYA

Se proyectan dos espigones de contención lateral en el tramo central de la urbanización, donde se desarrollará una nueva playa de arena. La longitud de la nueva playa será de 560 m y el relleno de arena de aportación tendrá un volumen de 237.746 m<sup>3</sup>.

El relleno de arena estará formado por material extraído de cantera, con un tamaño medio comprendido entre los valores D50=0.40-0.70 mm.

El espigón de apoyo del relleno al sur de la nueva playa tendrá una longitud total de 401 m, dividida en tres tramos diferentes:

- Un primer tramo emergido a cota +3.0 m con una longitud total de 95 m. Este tramo apoyará directamente la nueva playa seca regenerada
- Un segundo tramo coronado a +1.50 m, con una longitud total de 184 m
- Un tercer tramo sumergido de 122 m de longitud, coronado a cota -1.50 m.

Esta obra alcanza en su extremo una profundidad aproximada de -5 m.

El espigón de apoyo del relleno al norte de la nueva playa tendrá una longitud total de 322 m, dividida a su vez en tres tramos diferentes:

- Un primer tramo emergido a cota +3.0 m con una longitud total de 53 m.
- Un segundo tramo coronado a +1.50 m, con una longitud total de 115 m
- Un tercer tramo sumergido de 154 m de longitud, coronado a cota -1.50 m.
- Esta obra alcanza en su extremo una profundidad aproximada de -4.5 m.

## **2.2.- REMODELACIÓN DE LA ESCOLLERA Y PLAYA DE GRAVA**

Se procede también al acondicionamiento y reparación de la escollera de protección longitudinal existente a lo largo de todo el frente litoral norte del municipio, al norte y sur de la nueva playa central de arena. Este acondicionamiento consiste en el refuerzo y remodelación de los siguientes tramos:

- Tramo al norte de la nueva playa, de 464 m de longitud. La nueva cota de coronación de la escollera en este frente costero será de +1.25 m.
- Tramo al sur de la nueva playa, hasta la desembocadura del nuevo cauce de la futura urbanización, en una longitud de 636 m. La cota de coronación de la escollera remodelada en este tramo será la +1.50 m, dado que es necesario un refuerzo en previsión de un aumento local de la energía incidente del oleaje, causada por los nuevos espigones de la playa.

La remodelación de la escollera se ejecutará empleando el material procedente de la demolición del tramo central de escollera a ocupar con la nueva playa. El ancho actual de la estructura se aumentará a 3 m en su coronación, y las piezas se concertarán para darle un mejor acabado.

También se procederá a la demolición de 560 m de escollera existente en el tramo central de la urbanización, donde se creará la nueva playa de arena.

Tras la escollera de protección se dispondrá una amplia playa de grava, con anchuras que oscilan entre los 30 y 60 m. Esta playa de grava tendrá un tramo inicial de pendiente 1/10, similar al actual, partiendo desde el nivel de +0.50 m al pie de la escollera, y llegando hasta la cota +1.50. A partir de este punto se conforma una pendiente suave de grava.

Esta playa de grava se realizará mediante el material ya existente en la zona, y mediante la aportación de un volumen adicional de procedente de préstamo.

## **3.- REDACCIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**

De acuerdo a los estudios ya realizados en la zona del proyecto, el conocimiento del terreno y de las necesidades de las actividades a implantar, se enumeran a continuación los aspectos que se deberían tener en cuenta para la redacción del estudio de impacto ambiental en la fase de redacción del proyecto constructivo.

En primer lugar, se identificarían los impactos que se deriven de las diferentes acciones necesarias para el desarrollo de los trabajos contenidos en el proyecto, teniendo en cuenta las acciones generadoras de impacto tanto en fase de proyecto como de explotación; así como los factores ambientales y socioeconómicos de la zona que puedan verse afectados por el proyecto en ambas fases. Ambos elementos se agrupan en una matriz de impactos, de forma que se relacione claramente qué impactos se prevén en cada factor.

Una vez identificados los impactos y su afección concreta en el medio conviene valorar la gravedad de los mismos. Existen numerosos procedimientos para realizar esta valoración. Uno de ellos consistiría en analizar cada impacto utilizando una magnitud del mismo y su duración en el tiempo. Hay que remarcar que un cierto número de las valoraciones se basan en modelos de predicción de impactos, puesto que nos encontramos ante un tipo de análisis donde se valora una situación futura; por lo que no sería posible analizar el impacto de manera fehaciente hasta que el proyecto estuviera construido y funcionando.

Con los impactos identificados y cuantificados, el estudio de impacto ambiental deberá contener un apartado destinado a concretar las medidas preventivas, correctoras o compensadoras que minimicen, eliminen o corrijan el efecto de cada uno de los impactos identificados. Estas medidas deberán ser introducidas en el proyecto, una vez se obtenga el informe favorable del órgano ambiental competente. De la misma forma, también se debería diseñar un código de buenas prácticas de operación que contenga medidas destinadas a minimizar o anular dichas afecciones, por leves que sean en origen.

Como elemento final del estudio de impacto ambiental, conviene redactar un plan de vigilancia con el fin de ir adecuando en el corto, medio y largo plazo las medidas correctoras previamente elaboradas. Una adecuada gestión del medio litoral requiere la implantación de unos mecanismos de retroalimentación o "feedback", dadas las dificultades que presenta una total identificación de las relaciones causa-efecto en los sistemas costeros. El programa de vigilancia ambiental tendrá como objetivos, por un lado, asegurar el cumplimiento de las medidas correctoras y preventivas de las fases de construcción y explotación, y asegurar que los niveles de impacto no superan los evaluados en la valoración de impacto. Este programa será específico para cada una de

las actuaciones a realizar (habiéndose valorado la estructura y alcance de cada una de las actuaciones y medidas correctoras) en función de la identificación de los impactos previstos, justificándose en todo momento el cumplimiento de los objetivos.

## ***Anejo Nº 8. PROGRAMA DE TRABAJOS***

## ÍNDICE

### PROGRAMA DE TRABAJOS.

- 1.- OBJETO.
- 2.- PLAZO DE EJECUCIÓN.
- 3.- PLAN DE OBRA.

## 1.- OBJETO.

En el presente anejo se concreta el plan de obra a seguir en la construcción de la recuperación del frente litoral de la zona costera norte del municipio, estableciendo un plazo de ejecución razonable y acorde a las obras previstas.

## 2.- PLAZO DE EJECUCIÓN.

En cumplimiento del apartado e) del artículo 233 de la Ley 9/2017 de Contratos del Sector Público, se adjunta a continuación un Diagrama de planificación en el que se estudia, con carácter indicativo, la posible planificación de la obra.

La descomposición de las diferentes actividades de la obra se ha efectuado siguiendo el mismo orden que el considerado para el Presupuesto, de tal manera que queda reflejada la duración de cada uno de los capítulos considerados, así como de los subcapítulos en los casos que se precise.

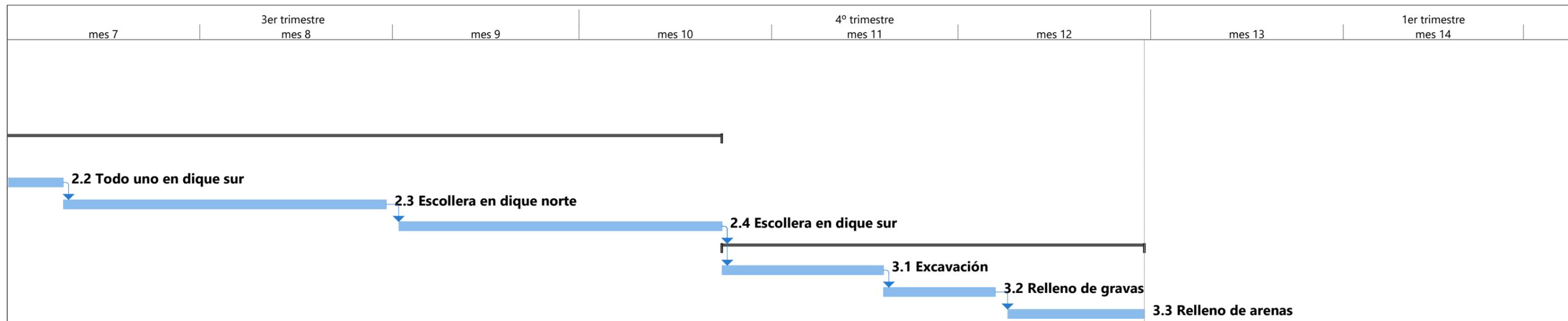
Con todo esto, la duración de las obras de recuperación del frente litoral de la zona litoral está fijada en **18 meses**.

A continuación se adjunta Diagrama de Gantt, donde queda reflejado el Programa de Trabajo correspondiente.

### **3.- PLAN DE OBRA.**



Proyecto: Programa de trabajos Fecha: 07/03/2019	Tarea		Resumen del proyecto		Tarea manual		solo el comienzo		Fecha límite	
	División		Tarea inactiva		solo duración		solo fin		Progreso	
	Hito		Hito inactivo		Informe de resumen manual		Tareas externas		Progreso manual	
	Resumen		Resumen inactivo		Resumen manual		Hito externo			



Proyecto: Programa de trabajos  
 Fecha: 07/03/2019

Tarea		Resumen del proyecto		Tarea manual		solo el comienzo		Fecha límite	
División		Tarea inactiva		solo duración		solo fin		Progreso	
Hito		Hito inactivo		Informe de resumen manual		Tareas externas		Progreso manual	
Resumen		Resumen inactivo		Resumen manual		Hito externo			

## ***Anejo Nº 9. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS***

# ÍNDICE

## JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

- 1.- OBJETO
- 2.- COEFICIENTE K DE COSTES INDIRECTOS
- 3.- PRECIOS UNITARIOS
  - 3.1.- Mano de obra
  - 3.2.- Materiales
  - 3.3.- Maquinaria

## 1.- OBJETO

El presente anejo tiene por objeto la justificación de precios correspondiente al proyecto básico de defensa costera en el TM de Burriana.

## 2.- COEFICIENTE K DE COSTES INDIRECTOS

Según la O.M. del 12 de Junio de 1968, cada precio se obtiene mediante la aplicación de la expresión siguiente:

$$P = (1 + K/100) \times C$$

en la que:

- P es el precio de ejecución.
- K es el coeficiente de costes indirectos.
- C es el coste directo de la unidad de obra.

El coeficiente K viene dado por la expresión:

$$K = K_1 + K_2$$

K1 es el coeficiente de imprevistos, cuyo valor es igual a 1 cuando se trata de obras terrestres.

K2 es el porcentaje resultante de la relación entre costes indirectos y directos.

$$K_2 = (C_i/C_d) \times 100$$

donde:

C<sub>i</sub> es el coste indirecto de la obra.

C<sub>d</sub> es el coste directo de la obra.

Cálculo de Ci.

Para esta obra, cuya duración prevista se estima en 18 meses, se prevén los siguientes costes indirectos.

Ingeniero Jefe de Obra	110.000,00
Ingeniero Técnico Jefe de Producción	85.000,00
Ingeniero Técnico Topógrafo	70.000,00
Encargado General	70.000,00
Instalaciones auxiliares de obra	50.000,00
Personal técnico y administrativo	60.000,00
Gastos de energía	85.000,00
<b>TOTAL</b>	<b>530.000,00</b>

Cálculo de Cd.

Aplicando a las unidades del Proyecto los costes directos se estima un presupuesto de coste directo para la obra de 10.617.887,75 €.

De esta forma se tiene:

$$K_2 = (530.000,00 / 10.617.887,75) \times 100 = 5 \%$$

Coeficiente de costes indirectos.

Por lo tanto:

$$K = 1 + 5 = 6 \%$$

que es el porcentaje que repercute en los precios de costes directos para obtener el precio total.

### 3.- PRECIOS UNITARIOS

En este apartado se detallarán los precios unitarios correspondientes a la mano de obra, materiales y maquinaria necesarios para el desarrollo de los trabajos previstos en este proyecto básico.

### 3.1.- Mano de obra

Peón	16,68 €/h
Peón especialista	16,77 €/h

### 3.2.- Materiales

Arena piedra granítica 0-3.5	13,78 €/t
Material de relleno "todo uno"	4,10 €/t
Grava de granulometría 10/20, lavada, triturada	4,00 €/t
Bloq.piedr.p/escoll.piedra calc.300-500 kg	7,40 €/t
Bloq.piedr.p/escoll.piedra calc.1000-2000 kg	8,10 €/t
Bloq.piedr.p/escoll.piedra calc.3000-4000 kg	8,50 €/t
Bloq.piedr.p/escoll.piedra calc.5000-6000 kg	10,05 €/t

### 3.3.- Maquinaria

Pala cargadora sobre neumáticos,mediana	42,82 €/h
Pala cargadora sobre orugas,mediana	59,95 €/h
Retroexcavadora mediana,orugas	75,04 €/h
Bulldozer sobre orugas,48,5kw	204,36 €/h
Camión transporte 12 t	29,06 €/h

## ***Anejo Nº 10. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD***

## ÍNDICE

### MEMORIA

- 1.- Objeto del Estudio de Seguridad y Salud.
- 2.- Características de la obra.
  - 2.1.- Localización de las obras.
  - 2.2.- Plazo de ejecución y mano de obra.
  - 2.3.- Interferencias y servicios afectados.
  - 2.4.- Unidades constructivas que componen las obras.
  - 2.5. Oficios cuya intervención es objeto de la prevención de los riesgos laborales.
  - 2.6. Medios auxiliares previstos para la realización de la obra.
  - 2.7. Maquinaria prevista para la realización de la obra.
  - 2.8. Instalaciones de obra.
- 3.- Instalaciones provisionales para los trabajadores y áreas auxiliares de empresa.
- 4.- Identificación de los riesgos.
  - 4.1.- Identificación y evaluación inicial de los riesgos.
  - 4.2. Identificación y localización de trabajos que implican riesgos especiales
  - 4.3.- Riesgos de daños a terceros.
- 5.- Protección colectiva a utilizar en toda la obra.
- 6.- Equipos de protección individual a utilizar en la obra.
- 7.- Prevención de riesgos de daños a terceros. Señalización vial.
- 8.- Señalización de los riesgos del trabajo.

9.- Plan de evacuación de emergencia de la obra.

10.-Prevención asistencial en caso de accidente laboral. Primeros auxilios.

10.1.- Maletín botiquín de primeros auxilios.

10.2.- Medicina preventiva.

10.3.- Evacuación de accidentados.

11.-Previsiones e informaciones útiles para los previsibles trabajos posteriores

12.-Sistema para el control del nivel de seguridad y salud de la obra

12.1.- Condiciones generales.

12.2.- Documentos de nombramientos para el control del nivel de la seguridad y salud, aplicables durante la realización de la obra adjudicada

13.-Formación e información en seguridad y salud.

14.-Conclusión.

ANEXO 1: Identificación de riesgos y evaluación de la eficacia de las protecciones.



## 1.- OBJETO DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.

En aplicación del R.D. 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las obras de construcción, se redacta el presente Estudio de Seguridad y Salud.

Este estudio de seguridad y salud establece, durante la ejecución de las obras del **“PROYECTO BÁSICO DE DEFENSA COSTERA EN EL TM DE BURRIANA”** las previsiones respecto a prevención de riesgos y accidentes profesionales, así como los servicios sanitarios comunes a los trabajadores.

Servirá para dar unas directrices básicas a la/s empresa/s contratistas para llevar a cabo sus obligaciones en el campo de la prevención de riesgos profesionales facilitando su desarrollo bajo el control del Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de obra, y si no fuera necesario el nombramiento de dicho Coordinador, bajo el control de la Dirección Facultativa, según el R.D. 1627/1997, de 24 de Octubre.

En la redacción del proyecto constructivo, se desarrollará este estudio de seguridad y salud, incluyendo en él los planos necesarios, así como un pliego de prescripciones técnicas.

Siendo obligación del contratista disponer los recursos materiales, económicos, humanos y de formación necesarios para conseguir que el proceso de producción de construcción de esta obra sea seguro, este Estudio de seguridad y salud es un trabajo de ayuda al Contratista para cumplir con la prevención de los riesgos laborales y con ello influir de manera decisiva en la consecución del objetivo principal en esta obra: lograr ejecutarla sin accidentes laborales ni enfermedades profesionales.

Los objetivos de este trabajo técnico, por tanto, son fundamentalmente los siguientes:

A. Conocer el proyecto a construir, la tecnología, los procedimientos de trabajo y organización previstos para la ejecución de la obra así como el entorno, condiciones físicas y climatología del lugar donde se debe realizar dicha obra, para poder identificar y analizar los posibles riesgos de seguridad y salud en el trabajo.

B. Analizar todas las unidades de obra del proyecto a construir, en función de sus factores: formal y de ubicación, coherentemente con la tecnología y métodos viables de construcción.

C. Colaborar con el equipo redactor del proyecto para estudiar y adoptar soluciones técnicas y de organización que eliminen o disminuyan los riesgos.

D. Identificar los riesgos evitables proponiendo las medidas para conseguirlo.

E. Relacionar los riesgos inevitables especificando las medidas preventivas y de protección adecuadas para controlarlos y reducirlos mediante los procedimientos, equipos técnicos y medios auxiliares a utilizar.

F. Diseñar, proponer y poner en práctica tras la toma de decisiones de proyecto y como consecuencia de la tecnología que va a utilizar: las protecciones colectivas, equipos de protección individual, procedimientos de trabajo seguro, los servicios sanitarios y comunes, a implantar durante todo el proceso de esta construcción.

G. Presupuestar adecuadamente los costes de la prevención e incluir los planos y gráficos necesarios para la comprensión de la prevención proyectada.

H. Ser base para la elaboración del plan de seguridad y salud por el contratista y formar parte, junto al plan de seguridad y salud y al plan de prevención del mismo, de las herramientas de planificación e implantación de la prevención en la obra.

I. Divulgar la prevención proyectada para esta obra, a través del Plan de seguridad y salud que elabore el Contratista en su momento basándose en este Estudio de seguridad y salud.

J. Esta divulgación se efectuará entre todos los que intervienen en el proceso de construcción y se espera que sea capaz por sí misma, de animar a todos los que intervengan en la obra a ponerla en práctica con el fin de lograr su mejor y más razonable colaboración. Sin esta colaboración inexcusable y la del Contratista, de nada servirá este trabajo. Por ello, este conjunto documental se proyecta hacia la empresa Contratista, los subcontratistas, los trabajadores autónomos y los trabajadores que en general van a ejecutar la obra; debe llegar a todos ellos, mediante los mecanismos previstos en los textos y planos de este trabajo técnico, en aquellas partes que les afecten directamente y en su medida.

K. Crear un ambiente de salud laboral en la obra, mediante el cual, la prevención de las enfermedades profesionales sea eficaz.

L. Definir las actuaciones a seguir en el caso de que fracase la prevención prevista y se produzca el accidente, de tal forma, que la asistencia al accidentado sea la oportuna a su caso concreto y aplicada con la máxima celeridad y atención posibles.

M. Expresar un método formativo e informativo para prevenir los accidentes, llegando a definir y a aplicar en la obra los métodos correctos de trabajo.

N. Hacer llegar la prevención de riesgos, gracias a su presupuesto, a cada empresa o autónomos que trabajen en la obra, de tal forma, que se eviten prácticas contrarias a la seguridad y salud.

O. Colaborar a que el proyecto prevea las instrucciones de uso, mantenimiento y las previsiones e informaciones útiles para efectuar en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores: de reparación, conservación y mantenimiento. Esto se elaborará una vez conocidas las acciones necesarias para las operaciones de mantenimiento y conservación tanto de la obra en sí como de sus instalaciones.

Este Estudio de seguridad y salud en el trabajo, es un capítulo más del proyecto de ejecución que debe ejecutarse. Para que sea eficaz, es necesario que esté presente en obra, junto al Proyecto de ejecución del que es parte y al Plan de seguridad y salud en el trabajo que lo complementa. El contratista debe saber que el Plan de seguridad y salud no sustituye a este documento preventivo, y que esa creencia es un error de interpretación jurídica.

## **2.- CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA.**

Este Proyecto básico de defensa costera comprende las obras necesarias para dotar de la infraestructura costera a la zona norte del municipio de Burriana. Las obras comprenden la recuperación del frente litoral en la zona sur de la actuación; ejecutando una nueva playa encajada.

### **2.1.- Localización y descripción de las obras.**

El frente costero a desarrollar se ubica al norte del municipio de Burriana, en la provincia de Castellón, entre las desembocaduras de los ríos Anna y Mijares.

El presupuesto de ejecución material del proyecto asciende a la cantidad de siete millones seiscientos noventa y un mil ochocientos noventa y dos euros con tres céntimos (7.691.892,03 €).

## 2.2.- Plazo de ejecución y mano de obra.

El Plazo de ejecución previsto para las obras es de 18 meses.

Para ejecutar la obra en dicho plazo, se estima el porcentaje que representa la mano de obra necesaria sobre el presupuesto total según se detalla a continuación:

<b>CÁLCULO DEL NÚMERO MEDIO DE TRABAJADORES</b>	
Presupuesto de ejecución material.	7.691.892,03 €
Importe porcentual del coste de la mano de obra.	20% s/ PEM 7.691.892,03 € = 1.538.378,41 €
Nº medio de horas trabajadas por los trabajadores en un año.	1.936 horas.
Coste global por horas.	1.538.378,41 € / 1.936 horas = 794,62 € /hora.
Precio medio hora / trabajadores.	16,12 €
Número medio de trabajadores / año.	794,62 / 16,12 € / 1,5 años = 32
<b>Redondeo del número de trabajadores.</b>	<b>32 trabajadores.</b>

Por tanto, el personal previsto es de 32 de media, considerando un máximo de 49 trabajadores en las puntas. El cálculo de trabajadores será la base para el cálculo de consumo de los "equipos de protección individual", así como para el cálculo de las "Instalaciones Provisionales para los Trabajadores". Si el Plan de seguridad y salud efectúa alguna modificación de la cantidad de trabajadores que se ha calculado que intervengan en esta obra, deberá adecuar las previsiones de instalaciones provisionales y protecciones colectivas e individuales a la realidad, tal como se exige en el pliego de condiciones particulares.

## 2.3.- Interferencias y servicios afectados.

Dado que los trabajos se realizarán en la franja costera, no se prevé la existencia de servicios en la zona que pudieran verse afectados por los trabajos a realizar.

Sí que se prevén afecciones en los caminos de acceso a la zona de trabajo. Estos caminos presentan secciones tipo típicamente rurales y para realizar las tareas previstas en este proyecto se precisará el uso de vehículos pesados que pueden afectar a la rodadura de los caminos.

#### **2.4.- Unidades constructivas que componen las obras.**

Las unidades constructivas en las que agruparemos los diferentes trabajos a desarrollar, son:

- Desmantelamiento de escollera de roca
- Escollera de roca.
- Excavación de tierras en general
- Montaje de desvíos de tráfico rodado.
- Rellenos de tierras en general.

#### **2.5.- Oficios cuya intervención es objeto de la prevención de los riesgos laborales**

Las actividades de obra descritas se complementan con el trabajo de los siguientes oficios:

- Capataz o jefe de equipo.
- Conductor de camión bañera..
- Conductor de pala excavadora y cargadora.
- Conductor de retroexcavadora.
- Encargado de obra.
- Peón especialista.
- Peón suelto.

#### **2.6.- Medios auxiliares previstos para la realización de la obra**

Del análisis del proyecto, de las actividades de obra y de los oficios, se prevé la utilización de los medios auxiliares que se detallan a continuación. La lista contiene los que se consideran de propiedad del contratista o de algún subcontratista bajo el control directo del anterior; se considera que cada empresario habrá mantenido correctamente los medios propios de su empresa y que en el caso de subcontratación, exigirá que hayan recibido un mantenimiento aceptable, con lo que el nivel

de seguridad puede considerarse alto. No obstante, es posible que exista inseguridad en el caso de servirse material viejo en buen uso; si esto es así la seguridad deberá reforzarse.

- Contenedor de escombros.
- Eslinga de acero (hondillas, bragas).
- Herramientas manuales (palas, martillos, mazos, tenazas, uñas palanca).
- Jaulones para transporte de materiales sueltos.
- Pinzas de suspensión por aprieto para cargas pesadas.
- Tráctel para arrastre de cargas.

## **2.7.- Maquinaria prevista para la realización de la obra**

Mediante el mismo procedimiento de análisis descrito en el apartado anterior, se detalla la maquinaria que es necesario utilizar en la obra. En el Plan de seguridad y salud el contratista definirá la procedencia previsible (propiedad o alquiler) y su forma de permanencia en la obra. Estas circunstancias son un condicionante importante de los niveles de seguridad y salud que pueden llegarse a alcanzar. El pliego de condiciones particulares, contiene los procedimientos preventivos que garantizan, mediante su aplicación, la seguridad y salud de la obra.

Como en el caso anterior, la lista siguiente contiene la maquinaria que se considera de propiedad del contratista o de algún subcontratista bajo el control directo del anterior; se considera que cada empresario habrá mantenido correctamente los medios propios de su empresa y que en el caso de subcontratación, exigirá que hayan recibido un mantenimiento aceptable, con lo que el nivel de seguridad puede considerarse alto. No obstante, es posible que exista inseguridad en el caso de servirse material viejo en buen uso; si esto es así la seguridad deberá reforzarse.

- Camión de transporte (bañera).
- Draga.
- Generador eléctrico.
- Maquinaria para movimiento de tierras (en general).
- Martillo neumático
- Retroexcavadora con equipo de martillo rompedor, pala excavadora y cargadora.
- Vehículo de desplazamiento de personas por la obra.

## 2.8.- Instalaciones de obra

Mediante el análisis y estudio del proyecto se concluye que no será necesaria la ejecución de instalaciones de obra.

## 3.- INSTALACIONES PROVISIONALES PARA LOS TRABAJADORES Y AREAS AUXILIARES DE EMPRESA.

Dado el volumen de trabajadores previsto, y la duración de los trabajos, será necesario aplicar una visión global de los problemas que plantea el movimiento concentrado y simultáneo de personas dentro de espacios cerrados en los que deben desarrollar actividades cotidianas, que exigen cierta intimidad. Estas circunstancias condicionarán el diseño de las instalaciones de higiene y bienestar a instalar por el contratista de las obras.

Al diseñar estas instalaciones se pretende evitar la dispersión de los trabajadores por la obra e impedir las consecuencias que esto conlleva, como son el desorden y falta de limpieza en la obra.

Las condiciones que deben tenerse en cuenta al diseñar e instalar estas dependencias serán:

- Aplicar la legislación vigente, con las mejoras que se produzcan con el paso del tiempo.
- Dar el mismo tratamiento que se da a estas instalaciones en cualquier otra industria fija, es decir centralizarlas metódicamente.
- Dar a todos los trabajadores un trato igualitario de calidad y confort independientemente que pertenezcan a la empresa principal, subcontratas o se trate de personal autónomo.
- Permitir que dentro de las instalaciones con un cambio de ubicación del mobiliario se puedan llevar a cabo reuniones de los trabajadores.
- El acceso de los trabajadores a las instalaciones debe ser seguro así como la salida desde las mismas.

Los vestuarios deberán ser de fácil acceso, tener las dimensiones suficientes y disponer de asientos e instalaciones que permitan a cada trabajador poner a secar, si fuera necesario, su ropa de trabajo. Contendrán taquillas en número suficiente para que los operarios guarden en ellas la ropa y zapatos de calle.

En cuanto al número de duchas, se recomienda una ducha por cada diez trabajadores o fracción que finalicen su jornada simultáneamente. Por lo que respecta a los retretes, estarán en

recintos individuales, y el número de inodoros recomendable será el de uno por cada 25 hombres y uno por cada 15 mujeres, o fracción, que trabajen en la misma jornada, y 1 lavabo por cada retrete. Se dispondrá en cada uno de ellos un portarrollos para papel higiénico, papel higiénico, y jabonera dosificadora en el lavabo.

De acuerdo con las previsiones de volumen de mano de obra y las características de los trabajos a realizar, así como su proximidad a zona urbana, se prevé la instalación de una caseta comedor con capacidad para 15 personas, una de vestuarios para 30 personas y dos de aseos, con dimensiones y equipamiento adecuados para el volumen de trabajadores de la obra, según se definen y cuantifican económicamente en el presupuesto de este estudio. En las fases punta de número de trabajadores, en función de la planificación de los trabajos del contratista, éste podrá instalar, si es necesario, una ampliación de alguno de dichos equipamientos, que se podrá desmontar una vez haya descendido dicho volumen de trabajo.

El contratista, a través del plan de seguridad y salud y de acuerdo con su propia planificación de obra y medios disponibles, deberá definir las condiciones de dichas instalaciones, así como graficar su ubicación en la zona de actuación.

## **4.- IDENTIFICACIÓN DE LOS RIESGOS.**

### **4.1.- Identificación y evaluación inicial de los riesgos.**

La identificación de riesgos se realiza actividad por actividad, teniendo en cuenta la maquinaria y medios auxiliares empleados en cada una de ellas, así como el procedimiento constructivo a desarrollar.

Los riesgos analizados, se eliminan o disminuyen en sus consecuencias y evalúan, mediante soluciones constructivas, de organización, protecciones colectivas, equipos de protección individual y señalización oportunos, para su neutralización o reducción a la categoría de: "riesgo trivial", "riesgo tolerable" o "riesgo moderado", mediante la aplicación, además, de los criterios de las estadísticas de siniestralidad publicados por la Dirección General de Estadística del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.

El contratista, a la hora de elaborar su plan de seguridad y salud, deberá variar, si procede, esta identificación inicial y evaluación de riesgos, adaptándola a la tecnología de construcción que le sea propia.

Así mismo, si durante el transcurso de la obra se introdujeran modificaciones o se realizaran trabajos no incluidos en el estudio de seguridad y salud, el contratista deberá presentar un anexo al Plan de Seguridad (que deberá ser informado favorablemente por el coordinador de seguridad y salud) con anterioridad al inicio de dichos trabajos.

El éxito de las prevenciones propuestas en este estudio de seguridad y salud dependerá del nivel de seguridad que se alcance durante la ejecución de la obra. En todo caso, el plan de seguridad y salud que elabore el contratista, respetará la metodología y concreción conseguidas por este estudio de seguridad y salud.

#### **4.2.- Identificación y localización de trabajos que implican riesgos especiales**

En cumplimiento de lo dispuesto en el R.D. 1627/97, se identifican a continuación las actividades de la obra que pueden implicar riesgos especiales, si el contratista no adopta las adecuadas medidas técnicas y organizativas:

- Corte de carril de calzada para facilitar operaciones.
- Demolición de escollera existente.
- Instalación de nueva escollera.

Los riesgos especiales identificables en las anteriores actividades, según vienen definidos en el mencionado Real Decreto, son los siguientes:

- Sepultamiento
- Hundimiento
- Montaje y desmontaje de elementos pesados.
- Atropello

Las medidas específicas de protección a aplicar en estos casos deberán detallarse en la redacción del proyecto constructivo para cada una de las actividades reseñadas.

#### **4.3.- Riesgos de daños a terceros.**

Los riesgos de daños a terceros que se han detectado son los siguientes:

- Riesgos derivados de la obra.
- Por la afección o interrupción de servicios de terceros.
- Incendios y explosiones.
- Por los derivados de los trabajos en zonas habitadas: ruido, polvo y vibraciones.

Las medidas preventivas para estos riesgos serán las generales que se prevén para todas las actividades de la obra, y especialmente aquéllas de protección colectiva, señalización y vallado perimetral de la zona de trabajo; tal y como se detalla en el punto 7 de esta memoria.

Otro aspecto importante es la generación de un Plan de emergencias, tal como se recoge en esta memoria, así como el uso y almacenamiento correcto de medios auxiliares y productos que potencialmente pueden producir un incendio.

En cuanto a los riesgos más propiamente ambientales, se procederá al riego periódico de las superficies no pavimentadas para disminuir la generación de polvo. En lo que respecta al ruido y las vibraciones, se evitarán los trabajos en horario de descanso de la población, y se asegurará el buen estado de la maquinaria mediante la exigencia de revisiones periódicas, inspecciones técnicas reglamentarias y un adecuado mantenimiento de las mismas.

## 5.- PROTECCIÓN COLECTIVA A UTILIZAR EN TODA LA OBRA.

Del análisis de riesgos laborales que se ha realizado y que está contenido en el Anexo 1 de esta Memoria de seguridad y salud, y de los problemas específicos que plantea la construcción de la obra, se prevé utilizar las siguientes medidas de seguridad globales contenidas en el siguiente listado, de acuerdo con las previsiones y condiciones de uso contenidas en el el **Anexo 1 del Pliego de condiciones** particulares de seguridad y salud:

- Anclajes para amarre de cinturón de seguridad-
- Andamio metálico modular apoyado.
- Balizamiento lateral de rampas.
- Barandilla modular encadenable.
- Barandilla tubular sobre pies derechos.
- Cables fiadores para arnés cinturón de seguridad.
- Cuerdas auxiliares, guía segura de cargas.
- Detector electrónico de redes y servicios.
- Eslingas de seguridad.

- Extintores de incendios.
- Interruptor diferencial.
- Oclusión de hueco horizontal con tapa de madera.
- Palastro de acero.
- Paneles de acero para el blindaje de zanjas (entibación)
- Pasarelas sobre zanjas (madera y pies derechos metálicos).
- Portátil de seguridad para iluminación eléctrica.
- Pórtico baliza de aproximación a líneas eléctricas aéreas.
- Soporte de seguridad para suspensión de cables de líneas eléctricas enterradas.
- Toma de tierra normalizada.
- Valla metálica cierre de la obra.

## 6.- EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL A UTILIZAR EN LA OBRA

Del análisis de riesgos laborales que se ha realizado y que está contenido en el **Anexo 1 de esta Memoria** de seguridad y salud, se desprende que existe una serie de ellos que no se han podido resolver de manera completa con la instalación de las protecciones colectivas. Se trata de riesgos intrínsecos de las actividades individuales a realizar por los trabajadores y por el resto de personas que intervienen en la obra. Consecuentemente se utilizarán los equipos contenidos en el siguiente listado, cuyas características técnicas y condiciones de uso se expresan en el **Anexo 1 del Pliego de condiciones** particulares de seguridad y salud:

- Arnés cinturón de seguridad anticaídas
- Botas de seguridad en loneta reforzada y serraje con suela de goma o PVC
- Botas de PVC. Impermeables
- Casco de seguridad, contra golpes en la cabeza
- Casco-yelmo de soldador
- Cascos auriculares protectores auditivos
- Chaleco de alta visibilidad
- Cinturón portaherramientas
- Deslizadores paracaídas, para arneses cinturones de seguridad
- Faja de protección contra las vibraciones
- Faja de protección contra sobreesfuerzos
- Filtro mecánico para mascarilla contra el polvo
- Filtro para radiaciones de arco voltaico, pantallas de soldador
- Filtro químico para disolventes

- Gafas de seguridad contra el polvo y los impactos
- Gafas de seguridad de protección contra las radiaciones de soldadura y oxicorte
- Guantes aislantes de la electricidad en baja tensión
- Guantes de cuero flor y loneta
- Guantes de goma o de "PVC"
- Mandil de seguridad fabricado en cuero
- Manguitos de cuero flor
- Manoplas de cuero flor.
- Mascarilla de seguridad con filtro químico recambiable
- Mascarilla contra partículas con filtro mecánico recambiable
- Mascarilla de papel filtrante contra el polvo
- Muñequeras de protección contra las vibraciones
- Polainas de cuero flor
- Rodilleras para soldadores y otros trabajos realizados de rodillas
- Traje de trabajo de chaqueta y pantalón de algodón
- Trajes de trabajo, (monos o buzos de algodón)
- Sombrero de paja contra la insolación
- Traje impermeable de chaqueta y pantalón impermeables.

## **7.- PREVENCIÓN DE RIESGOS DE DAÑOS A TERCEROS. SEÑALIZACIÓN VIAL Y DESVÍOS DE TRÁFICO**

Los trabajos a realizar originan riesgos importantes para los trabajadores de la obra, por la presencia o vecindad del tráfico rodado. Igualmente, la ejecución de la obra, con el movimiento constante de vehículos pesados y maquinaria, constituye un riesgo para terceras personas, ya se trate de tráfico rodado o peatonal.

Por este motivo, se prevé el vallado perimetral del ámbito de actuación con valla de 2 m de altura, para impedir la entrada de terceras personas a la zona de obras y delimitar claramente la zona de actuación de Proyecto de Urbanización.. La zona de acopios de material, así como las instalaciones de higiene y bienestar, se habilitarán dentro de esta zona vallada para evitar las interferencias mencionadas.

Para los trabajos a desarrollar fuera de la zona vallada, será necesario instalar la oportuna señalización vial, que organice la circulación de vehículos de la forma más segura posible. El pliego

de condiciones define lo necesario para el uso y características técnicas de esta señalización, en combinación con las "literaturas" de las mediciones de este documento de Seguridad y Salud

En cuanto a la ejecución de la Carretera de conexión con la CV-18 está previsto unos desvíos de tráfico descritos y contemplados en el "Anejo nº 14 Desvíos de tráfico, Afecciones y Reposición de servicios" de dicho documento.

La normativa de referencia es la actualmente vigente (Norma 8.3-IC y R.D. 485/1997 sobre señalización), según los modelos incluidos en el documento Planos, en conjunción con el resto de las medidas de seguridad que cada caso requiera. Se señalizarán los accesos naturales a la zona de obra, especialmente en trabajos próximos a la población, prohibiéndose el paso a toda persona ajena a la misma a la zona de los tajos, y colocándose las señales necesarias.

La señalización se reforzará con balizas luminosas intermitentes por la noche en todas aquellas zonas lindantes con el tráfico. Toda posible excavación o hueco fuera de la zona vallada quedarán correctamente vallados y balizados al finalizar la jornada.

Cuando se desvíe el tráfico por cada uno de los dos semianillos ejecutados en la primera fase, con el fin de liberar la calzada actual, demolerla y acabar de ejecutar el anillo de la glorieta. En esta fase los bordes de calzada se delimitarán con new jerseys de polietileno con el fin de encauzar el tráfico de forma adecuada y separarlo de forma eficaz de la zona de trabajo. En esta fase es especialmente importante el balizamiento luminoso y reflectante (paneles direccionales, conos y balizas) para asegurar la correcta percepción del desvío en horario nocturno.

En una **tercera fase** se ejecutará la capa de rodadura, así como los remates en isletas que no hayan podido ejecutarse en las fases anteriores.

En cualquiera de las fases anteriores, si debe ocuparse o cortarse un sentido de circulación para la ejecución de trabajos, así como para el refuerzo a efectuar en el firme del camino, se usarán señalistas con señal manual, correctamente formados y con emisora para comunicarse,. Esto será posible sólo en horario diurno, debiendo quedar el vial abierto para los dos sentidos, en buenas condiciones de rodadura y sin escalones longitudinales, al acabar cada jornada. Los escalones transversales, caso de no poder evitarse, deberán ser de poca magnitud y señalizarse específicamente.

La señalización a instalar, reflejada gráficamente en el documento Planos de este Estudio, es la del listado que se ofrece a continuación, a modo informativo, la cual deberá definirse de modo definitivo en el Plan de seguridad y salud del Contratista:

- ❑ SV. Balizamiento reflectante, cono, TB-6, 70 cm. de altura.
- ❑ SV. Balizamiento reflectante, guirnalda, TB-13.
- ❑ SV. Balizamiento reflectante, panel direccional, TB-2, 160 x 45 cm.
- ❑ SV. Luminosa, luz ámbar intermitente, TL-2.
- ❑ SV. Manual, disco azul de paso permitido, TM-2, 30 cm. de diámetro.
- ❑ SV. Manual, disco de stop o paso prohibido, TM-3, 30 cm. de diámetro.
- ❑ SV. Peligro, obras, TP-18, 90 cm. de lado.
- ❑ SV. Peligro, estrechamiento, TP-17, 90 cm de lado.
- ❑ SV. Reglamentación, fin de prohibiciones, TR-500, 60 cm. de diámetro.
- ❑ SV. Reglamentación, prohibición de adelantar, TR-305, 60 cm de diámetro.
- ❑ SV. Reglamentación, paso obligatorio derecha, TR-401 a, 60 cm. de diámetro.
- ❑ SV. Reglamentación, paso obligatorio izquierda, TR-401 b, 60 cm. de diámetro.
- ❑ SV. Reglamentación, velocidad máxima, TR-301, 60 cm. de diámetro.
- ❑ SV. Indicación, vía sin salida, S-15 a, 40 cm de lado.

## **8.- SEÑALIZACIÓN DE LOS RIESGOS DEL TRABAJO.**

Como complemento de la protección colectiva y de los equipos de protección individual previstos, se decide el empleo de señalización normalizada, a colocar en los vehículos de apoyo a los trabajos y maquinaria utilizada en los mismos, que recuerde en todo momento los riesgos existentes a todos los operarios que trabajan en la obra.

Se señalizarán, balizarán y protegerán todos los trabajos de acuerdo con la normativa vigente (R.D. 485/1997 sobre señalización), según los modelos incluidos en el documento Planos, en conjunción con el resto de las medidas de seguridad que cada caso requiera

La señalización elegida es la del listado que se ofrece a continuación, a modo informativo, la cual deberá definirse de modo definitivo en el Plan de seguridad y salud del Contratista:

- ❑ RT. Advertencia, caída a distinto nivel. Mediano.
- ❑ RT. Advertencia, cargas suspendidas. Mediano.

- ❑ RT. Advertencia, peligro en general. Mediano.
- ❑ RT. Advertencia, riesgo eléctrico. Mediano.
- ❑ RT. Obligación, EPI., de cabeza. Mediano.
- ❑ RT. Obligación, EPI., de pies. Mediano.
- ❑ RT. Obligación, EPI., de vista. Mediano.

## **9.- PLAN DE EVACUACIÓN DE EMERGENCIA DE LA OBRA.**

El contratista está obligado a prever un Plan de Evacuación de la Obra. En este plan deben estar recogidas las formas de evacuación de cada puesto de trabajo incluido en esta obra.

Dicho Plan se redactará por escrito y será completado mediante los planos que sean necesarios para su correcta representación gráfica. A estos efectos, entre otras medidas, deberá colocarse en obra, en un lugar bien visible, un cartel con los teléfonos de emergencia más importantes.

## **10.- PREVENCIÓN ASISTENCIAL EN CASO DE ACCIDENTE LABORAL. PRIMEROS AUXILIOS.**

Aunque el objetivo de este Estudio de seguridad y salud es establecer las bases para que las empresas contratistas puedan planificar la prevención a través del Plan de Seguridad y Salud y de su Plan de prevención y así evitar los accidentes laborales, hay que reconocer que existen causas de difícil control que pueden hacerlos presentes. En consecuencia, es necesario prever la existencia de primeros auxilios para atender a los posibles accidentados.

### **10.1.- Maletín botiquín de primeros auxilios**

Las características de la obra no recomiendan la dotación de un local de primeros auxilios, por ello, se prevé la atención primaria a los accidentados mediante el uso de maletines botiquín de primeros auxilios manejados por personas competentes.

El contenido, características y uso quedan definidos en el anexo VI A) 3 del Real Decreto 486/1997, de Lugares de Trabajo. Como mínimo deberán contener desinfectantes y antisépticos autorizados (agua oxigenada, alcohol, desinfectante de heridas), gasas estériles, algodón hidrófilo, venda, esparadrapo, apósitos adhesivos, tijeras, pinzas y guantes desechables. Además, teniendo en cuenta las condiciones particulares de los trabajos a realizar, se dispondrá de paracetamol, pomada antihistamínica para picaduras, pomada para quemaduras y pomada antiinflamatoria para golpes.

El material de primeros auxilios se revisará periódicamente por el responsable del Contratista en la obra o persona en quien delegue, y se repondrá tan pronto caduque o sea utilizado.

Además del botiquín situado en las instalaciones de higiene y bienestar, habrá botiquines en los "tajos" más significativos o de elevada concentración de trabajadores, depositados en los vehículos de apoyo a los mismos.

### **10.2.- Medicina preventiva**

Para evitar en lo posible las enfermedades profesionales y los accidentes derivados de trastornos físicos, psíquicos, alcoholismo y resto de las toxicomanías peligrosas, se prevé que el Contratista y los subcontratistas, en cumplimiento de la legislación laboral vigente, realicen los reconocimientos médicos previos a la contratación de los trabajadores de esta obra y los preceptivos de ser realizados al año de su contratación. Y que así mismo, todos ellos, exijan puntualmente este cumplimiento, al resto de las empresas que sean subcontratadas por cada uno para esta obra.

Los reconocimientos médicos, además de las exploraciones competencia de los médicos, detectarán lo oportuno para garantizar que el acceso a los puestos de trabajo, se realice en función de la aptitud o limitaciones físico síquicas de los trabajadores como consecuencia de los reconocimientos efectuados.

En el pliego de condiciones particulares se expresan las obligaciones empresariales en materia de accidentes y asistencia sanitaria.

### **10.3.- Evacuación de accidentados**

La evacuación de accidentados que por sus lesiones así lo requieran, está prevista mediante la contratación de un servicio de ambulancias, que el Contratista definirá exactamente a través de su Plan de seguridad y salud tal y como se contiene en el pliego de condiciones particulares.

Igualmente es conveniente disponer, en un lugar visible, información en la que se haga constar el centro sanitario más próximo a la obra así como el recorrido más recomendable para acceder al mismo, y cuantos teléfonos sean necesarios en caso de urgencia, tal como se ha indicado en el apartado de Plan de Emergencia. Esta información estará disponible igualmente en los tajos más significativos.

## **11.- PREVISIONES E INFORMACIONES ÚTILES PARA LOS PREVISIBLES TRABAJOS POSTERIORES.**

Para el cumplimiento de lo dispuesto en los artículos 5 y 6, apartados 6 y 3 respectivamente, del RD. 1.627/97, el autor del Estudio de seguridad y salud se basará en las previsiones contenidas en el proyecto sobre los previsibles trabajos posteriores necesarios para el uso y mantenimiento de la obra.

Estos trabajos son coincidentes o similares con los de la propia ejecución de la obra, por lo que las medidas de seguridad deben ser análogas a las descritas en este Estudio para dichas actividades, como por ejemplo:

- Pocería y saneamiento.
- Mantenimiento de zona ajardinadas
- Repintado de señalización horizontal y marcas viales.
- Instalación de farolas.

## **12.- SISTEMA PARA EL CONTROL DEL NIVEL DE SEGURIDAD Y SALUD DE LA OBRA**

### **12.1.- Condiciones generales**

1. El Plan de seguridad y salud es el documento que deberá recoger exactamente el sistema elegido para el control del nivel de seguridad y salud de la obra, según las condiciones contenidas en el pliego de condiciones particulares.

2. El Plan de seguridad y salud será modificado por el Contratista en función del proceso de ejecución de la obra, de la evolución de los trabajos y de las posibles incidencias o modificaciones que puedan surgir a lo largo de la obra (art. 7.4 R.D.1627/1997), debiendo comunicar dicha necesidad con la debida antelación al Coordinador de seguridad y salud.

3. El Coordinador de Seguridad y Salud podrá dejar constancia del seguimiento de las inspecciones realizadas en el Libro de Incidencias. Además puede utilizar otros medios que considere adecuados para hacer llegar a los Contratistas las instrucciones que considere oportunas y las deficiencias observadas

4. La protección colectiva y su puesta en obra se controlará mediante la ejecución del plan de obra previsto.

5. Se recomienda que el Contratista utilice un sistema de listas de control para verificar tanto las protecciones colectivas, como para las verificaciones de los medios auxiliares.

6. El personal designado por la contrata para labores de seguridad laboral estará coordinado con el servicio de prevención de la empresa contratista, para recibir asesoramiento en materia de prevención.

7. Será preceptivo la realización de reuniones del Comité de Seguridad y Salud. Estas reuniones serán convocadas por el Coordinador de Seguridad y Salud designado para la ejecución de la obra o por los responsables en materia preventiva del Contratista. A la misma se convocará a representantes de todas las empresas intervinientes, así como a los representantes de los trabajadores. Será entendido como falta grave la no asistencia injustificada por parte de las empresas convocadas a las mismas.

8. La empresa contratista deberá disponer en obra el Libro de Subcontratación actualizado para que pueda ser consultado por el Coordinador de Seguridad y Salud y resto de partes intervinientes en la obra, según se desarrolla en el Pliego de este Estudio.

9. La empresa contratista deberá establecer el método para controlar el personal que accede a trabajar a la obra y asegurar su correcta formación en los procedimientos de trabajo a

desarrollar. Dicho método habrá sido validado previamente por el Coordinador de Seguridad y Salud.

10. La obligación del Promotor de designar Coordinador de Seguridad y Salud en fase de ejecución, no sufre ni sustituye en ningún caso la obligación de la empresa contratista, como empresa principal del centro de trabajo, de organizar de forma adecuada la Coordinación de Actividades Empresariales con sus empresas subcontratadas, y de vigilar el cumplimiento de la normativa de prevención y el Plan de seguridad y salud por parte de los operarios propios y empresas subcontratistas, de acuerdo con lo previsto en la normativa vigente (art. 11 R.D. 1627/1997, art. 10 R.D. 171/2004).

11. La empresa contratista está obligada a anunciar al Coordinador de Seguridad y Salud la incorporación de nuevas empresas a la obra, pudiendo el Coordinador o el Director de Obra desautorizar, por motivos justificados, el ingreso de dichas empresas subcontratadas a la obra.

12. El control de entrega de equipos de protección individual se realizará:

- Mediante la firma del trabajador que los recibe, en un parte de almacén.
- Mediante la conservación en acopio, de los equipos de protección individual utilizados, ya inservibles para su eliminación.

#### **12.2.- Documentos de nombramientos para el control del nivel de la seguridad y salud, aplicables durante la realización de la obra adjudicada**

Se prevé usar los mismos documentos que utilice normalmente el Contratista, para esta función, con el fin de no interferir en su propia organización de la prevención de riesgos. No obstante, estos documentos deben ser conocidos y aprobados por el Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra como partes integrantes del plan de seguridad y salud.

Como mínimo, se prevé utilizar los contenidos en el siguiente listado:

- Documento del nombramiento del Encargado de seguridad (Recurso Preventivo con las funciones y formación previstas en la normativa vigente).
- Documento del nombramiento de la cuadrilla de seguridad.
- Documento del nombramiento del señalista de maniobras.
- Documentos de autorización del manejo de diversas máquinas.
- Documento de comunicación de la elección y designación del Delegado de Prevención, o del Servicio de Prevención externo.

### **13.- FORMACIÓN E INFORMACIÓN EN SEGURIDAD Y SALUD**

La formación e información de los trabajadores sobre riesgos laborales y métodos de trabajo seguro a utilizar, son fundamentales para el éxito de la prevención de los riesgos laborales y realizar la obra sin accidentes.

El Contratista está legalmente obligado a formar en el método de trabajo seguro a todo el personal a su cargo, de tal forma que todos los trabajadores, tanto propios como subcontratados, tendrán conocimiento de los riesgos propios de su actividad laboral, de los procedimientos de seguridad y salud que deben aplicar, del uso correcto de las protecciones colectivas y de los equipos de protección individual necesarios para su protección. El Pliego de condiciones particulares da las pautas y criterios de formación, para que el Contratista lo desarrolle en su Plan de seguridad y salud.

El Contratista deberá presentar al Coordinador de Seguridad y Salud el listado de personas a las que se le ha proporcionado una información y formación sobre tales procedimientos seguros de trabajo. El Coordinador de Seguridad y Salud podrá, a su vez, solicitar que los trabajadores reciban mayor formación, si no la considera suficiente y adecuada a los trabajos que realicen en la obra.

La impartición de formación adicional podrá también ser tenida en consideración por el Contratista como medida correctora, en el supuesto de observar una inobservancia de las normas básicas de prevención por parte del personal.

En cualquier caso, el Contratista controlará e impedirá el acceso a la obra a cualquier operario propio o subcontratado que no haya recibido una formación sobre los riesgos del puesto de trabajo a desempeñar en la obra.

### **14. CONCLUSIÓN.**

En cumplimiento del artículo 4 del Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, el cual establece la obligatoriedad del Estudio de Seguridad y Salud en los proyectos de construcción, se manifiesta que el presente Estudio cumple con los contenidos establecidos en el artículo 5 del citado Real Decreto.

Considerando que el presente Estudio de Seguridad y Salud ha sido redactado de acuerdo con las Ley de Prevención de Riesgos Laborales, las Normas Técnicas y Administrativas en vigor, y que con los apartados que integran este Estudio se encuentran suficientemente detalladas todas y cada uno de las medidas preventivas necesarias, se somete a la consideración de la superioridad para su aprobación si procede.

Burriana, febrero de 2019

EL COORDINADOR DE SEGURIDAD Y SALUD  
EN FASE DE PROYECTO

Fdo.: *Pascual Artana López*

## ***Anejo Nº 11. GESTIÓN DE RESIDOS***

## **ÍNDICE**

### **GESTIÓN DE RESIDUOS**

- 1.- OBJETO
- 2.- ESTIMACIÓN DE RESIDUOS PROCEDENTE DE DEMOLICIONES Y EXCAVACIONES
  - 2.1.- Identificación de trabajos
  - 2.2.- Clasificación de los residuos generados
- 3.- ESTIMACIÓN DE RESIDUOS PROCEDENTES DE PROCESOS DE CONSTRUCCIÓN
  - 3.1.- Identificación de trabajos
  - 3.2.- Clasificación de los residuos generados
- 4.- MEDIDAS BASICAS DE MANEJO Y TRATAMIENTO DE RESIDUOS

## 1.- OBJETO

En el presente anejo de gestión de residuos se tiene por principal objeto dar cumplimiento al REAL DECRETO 105/2008, de 1 de febrero. El Decreto se presenta con la voluntad de satisfacer el conjunto de los requisitos medioambientales expuestos, desde la regulación de las operaciones de gestión de los residuos, el fomento del aprovechamiento y la posible valorización de los materiales y elementos constructivos sobrantes. Además de estas intenciones, constatables en la lectura del documento, cabe señalar que la mejor manera de gestionar los sobrantes de una obra es no produciéndolos, o reduciendo al máximo posible la cantidad de estos productos en la misma obra.

El objeto de este anejo es pues ofrecer una visión general de las tareas a realizar en el futuro proyecto constructivo en aras de la estimación de la cantidad de residuos generados en la obra, de las acciones a desarrollar en la gestión de los residuos generados, tanto en la fase de demolición y excavación como en la fase de construcción, atendiendo a las siguientes prescripciones genéricas:

- ✓ La evaluación de los volúmenes y características de los residuos que se originarán en las operaciones de derribo, excavación y construcción.
- ✓ Las operaciones de separación o recogida selectiva proyectadas.
- ✓ Las acciones de reciclaje previstas para llevar a cabo en la misma obra.

## 2.- ESTIMACIÓN DE RESIDUOS PROCEDENTE DE DEMOLICIONES Y EXCAVACIONES

Para la estimación de los residuos generados en la fase de la obra, se deberá proceder del siguiente modo:

- ✓ **Primero:** identificando los trabajos o actividades a desarrollar en esta fase de limpieza, demolición y excavación que pudieran generar residuos susceptibles de ser tratados o seleccionados durante la obra de un modo coordinado.
- ✓ **Segundo:** identificando y realizando una clasificación de los residuos que pudieran generarse a partir de estas actividades. Clasificándolos según la legislación vigente y siempre teniendo en cuenta su carácter de peligrosos o inertes.

## 2.1.- Identificación de trabajos

## 2.2.- Clasificación de los residuos generados

Atendiendo a lo dispuesto en el REAL DECRETO 105/2008 del 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición, se deberán efectuar mediciones de residuos, estimadas a partir de las líneas de medición tenidas en cuenta en el presupuesto. La clasificación por códigos se corresponde con la lista europea de residuos ORDEN MAM/304/2002 del 8 de febrero:

- ✓ Código 17 01 01.- Hormigón procedente de la demolición de firmes, etc.
- ✓ Código 17 01 07.- Mezcla de hormigón, ladrillos, tejas, y materiales cerámicos que no contienen sustancias peligrosas. procedente de la demolición de muros perimetrales y de arranques de antiguos cerramientos.
- ✓ Código 17 04 05 .- Metal procedente de la retirada de vallado.
- ✓ Código 17 04 02 .- Aluminio procedente de la retirada de red eléctrica de media tensión.
- ✓ Código 17 03 02 .-Mezclas bituminosas que no contienen restos de hulla, procedentes del aglomerado asfáltico.
- ✓ Sin código .- Restos vegetales, procedentes del talado y desmonte de árboles y setos no transplantables.

## 3.- ESTIMACIÓN DE RESIDUOS PROCEDENTES DE PROCESOS DE CONSTRUCCIÓN

Para la estimación de los residuos generados en esta fase de la obra, se deberá proceder del mismo modo que en el punto anterior:

- ✓ **Primero:** identificando las trabajos o actividades a desarrollar en esta fase de construcción que pudieran generar residuos susceptibles de ser tratados o seleccionados durante la obra de un modo coordinado.
- ✓ **Segundo:** identificando y realizando una clasificación y medición de los residuos que pudieran generarse a partir de estas actividades. Clasificándolos según la legislación vigente y siempre teniendo en cuenta su carácter de peligrosos o inertes.

### 3.1.- Identificación de trabajos

#### Ejecución de movimiento de tierras

- ✓ Desbroce y limpieza del terreno.
- ✓ Excavación a cielo abierto en desmontes.
- ✓ Retirada de tierra vegetal.

#### Ejecución de las escolleras

- ✓ Ejecución de terraplenes y bases.
- ✓ Ejecución de diques.
- ✓ Ejecución de la playa.
- ✓ Plantación de especies vegetales.
- ✓ Montaje de elementos de mobiliario urbano.

### 3.2.- Clasificación de los residuos generados

Atendiendo a lo dispuesto en el REAL DECRETO 105/2008 del 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición, se deberán efectuar mediciones de residuos, estimadas a partir de las líneas de medición tenidas en cuenta en el presupuesto. La clasificación por códigos se corresponde con la lista europea de residuos ORDEN MAM/304/2002 del 8 de febrero:

## 4.- MEDIDAS BASICAS DE MANEJO Y TRATAMIENTO DE RESIDUOS

Los residuos procedentes de las demoliciones previstas serán depositados en contenedores metálicos, que deben ser tapados y transportados a vertederos autorizados. Los residuos de obra, nunca deben ser depositados en vertederos de residuos sólidos urbanos.

Por tratarse de residuos inertes y siguiendo la legislación mencionada, no se estima necesario someterlos a ningún proceso de “valoración” ni “eliminación”. Por la naturaleza de los trabajos a realizar, estos residuos serán clasificados de manera adecuada en la propia obra, sin la necesidad de instalaciones especiales para este fin, facilitando así esta labor y asegurando su ejecución.

Con la excepción de la madera, el resto de las previsiones de residuos en las labores propias de la construcción; hormigón, plásticos, papel, cartón y metal, no supera las fracciones mínimas descritas en el artículo 5 , punto 5 del mencionado REAL DECRETO, por lo que podrán ser tratados como residuos urbanos.

Las acciones a llevar a cabo en la propia obra, consisten en la separación y la recogida selectiva. El método que se propone clasifica la demolición y limpieza en las siguientes acciones coordinadas:

- ✓ Recuperación de materiales contaminantes (a priori no detectados en la parcela).
- ✓ Recuperación de materiales reciclables (no identificados).
- ✓ Recuperación de materiales pétreos (reutilizables como suelo seleccionado).

Son acciones que tienen por objetivo disponer de residuos de composición homogénea, sobre todo exentos de materiales potencialmente peligrosos clasificados por su naturaleza (hormigones, obra de fábrica, metales, etc.). También tienen por objeto recuperar en el mejor estado posible los elementos de construcción que sean reutilizables. Es conveniente pues, separar en origen los materiales que deban reciclarse, siempre que:

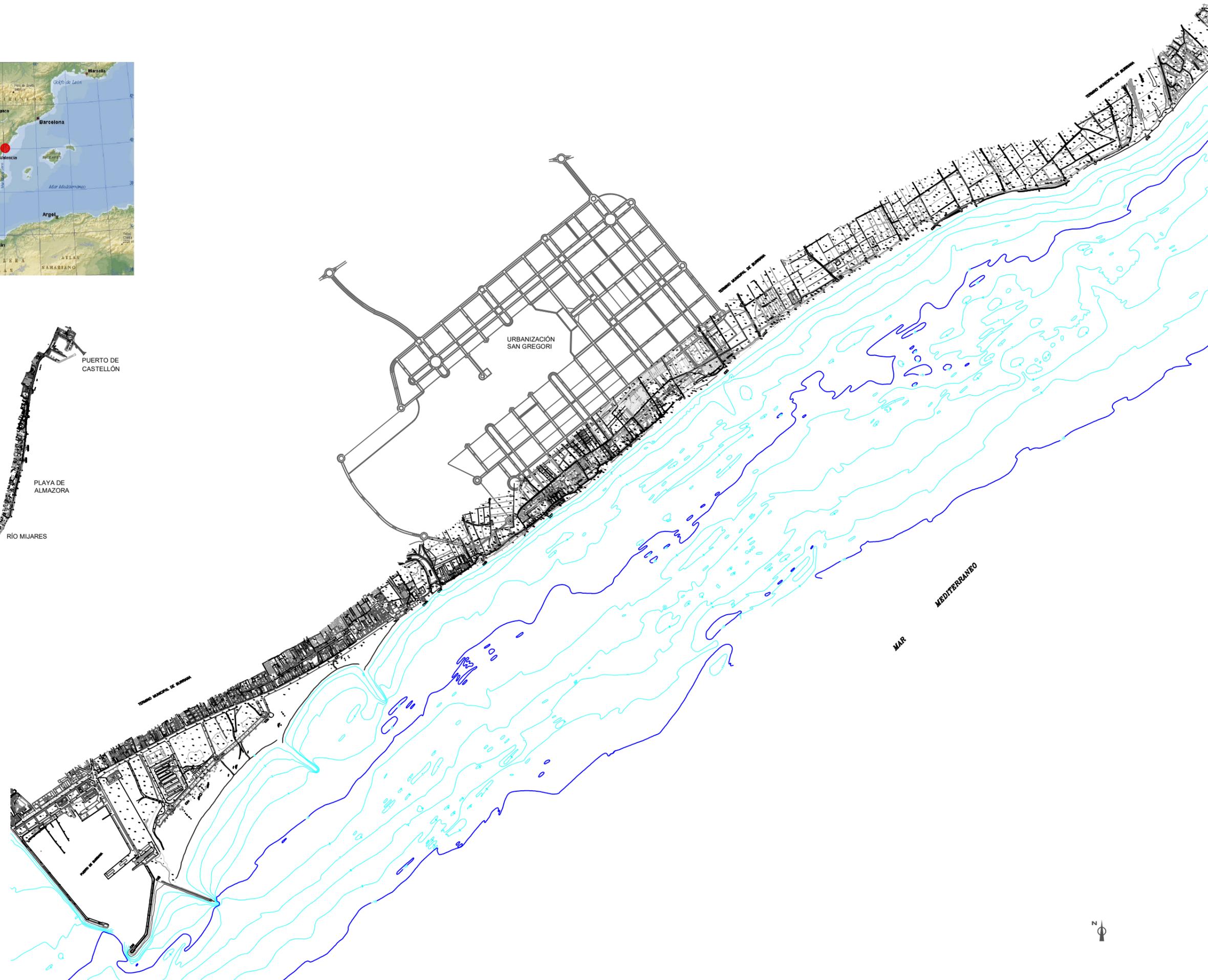
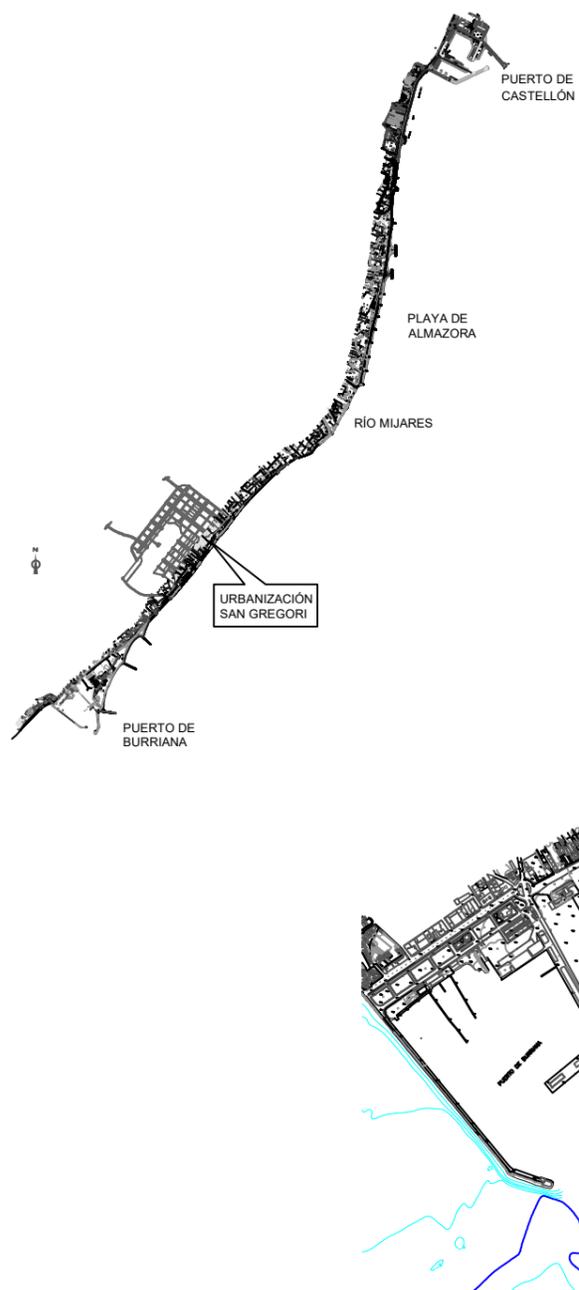
- ✓ La obra o construcción lo permita materialmente.
- ✓ Se disponga de plantas de reciclaje suficientes y adecuadas próximas a la obra.
- ✓ La operación sea viable económicamente.

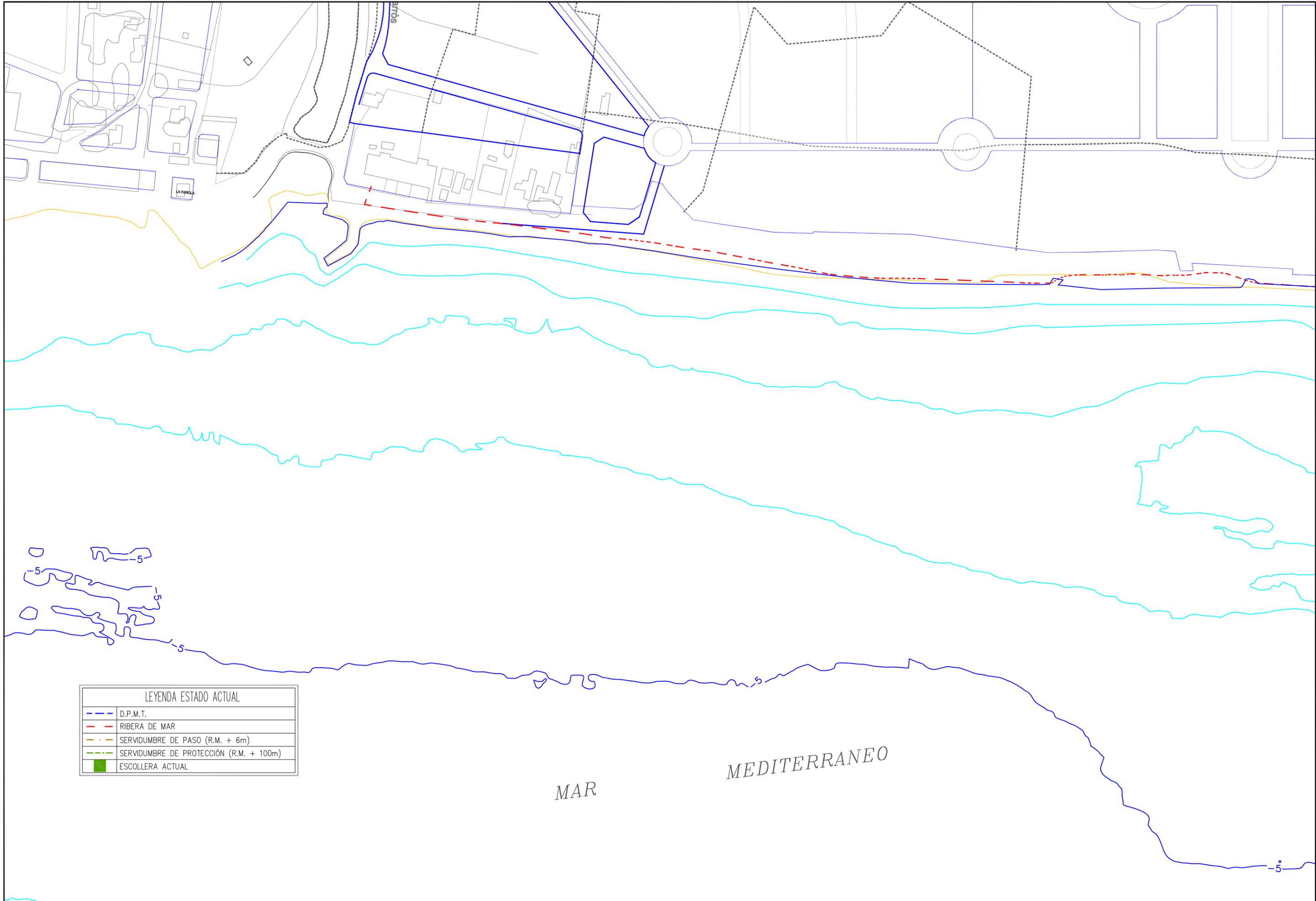
# PLANOS

# ÍNDICE

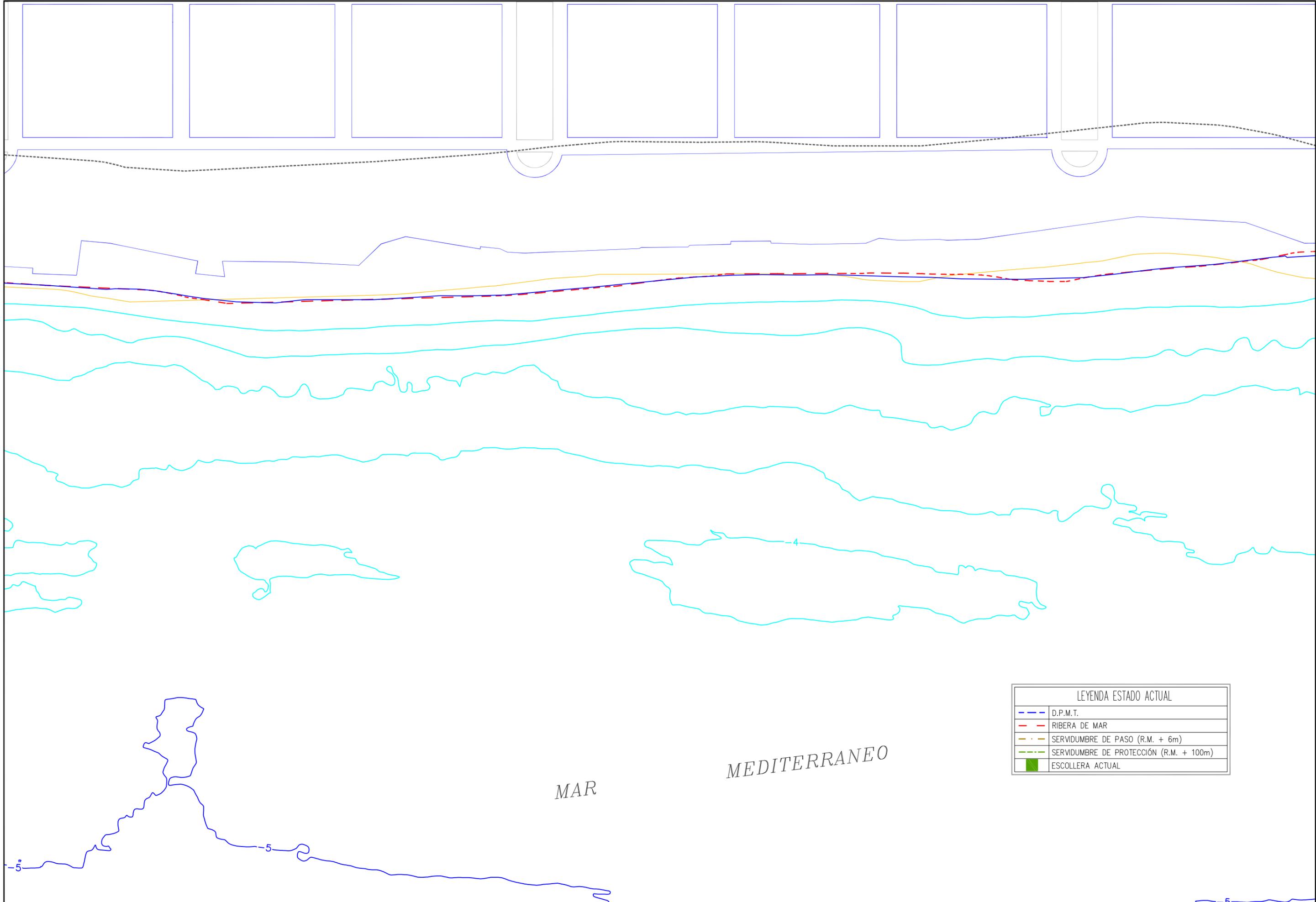
## PLANOS

- 1.- SITUACIÓN.
- 2.- ESTADO ACTUAL.
- 3.- PLANTA GENERAL DE LAS OBRAS.
- 4.- PLANTA GENERAL DE REPLANTEO.
- 5.- SECCIONES TIPO.
- 6.- DIQUES. PERFILES LONGITUDINALES.
- 7.- DIQUES. PERFILES TRANSVERSALES.





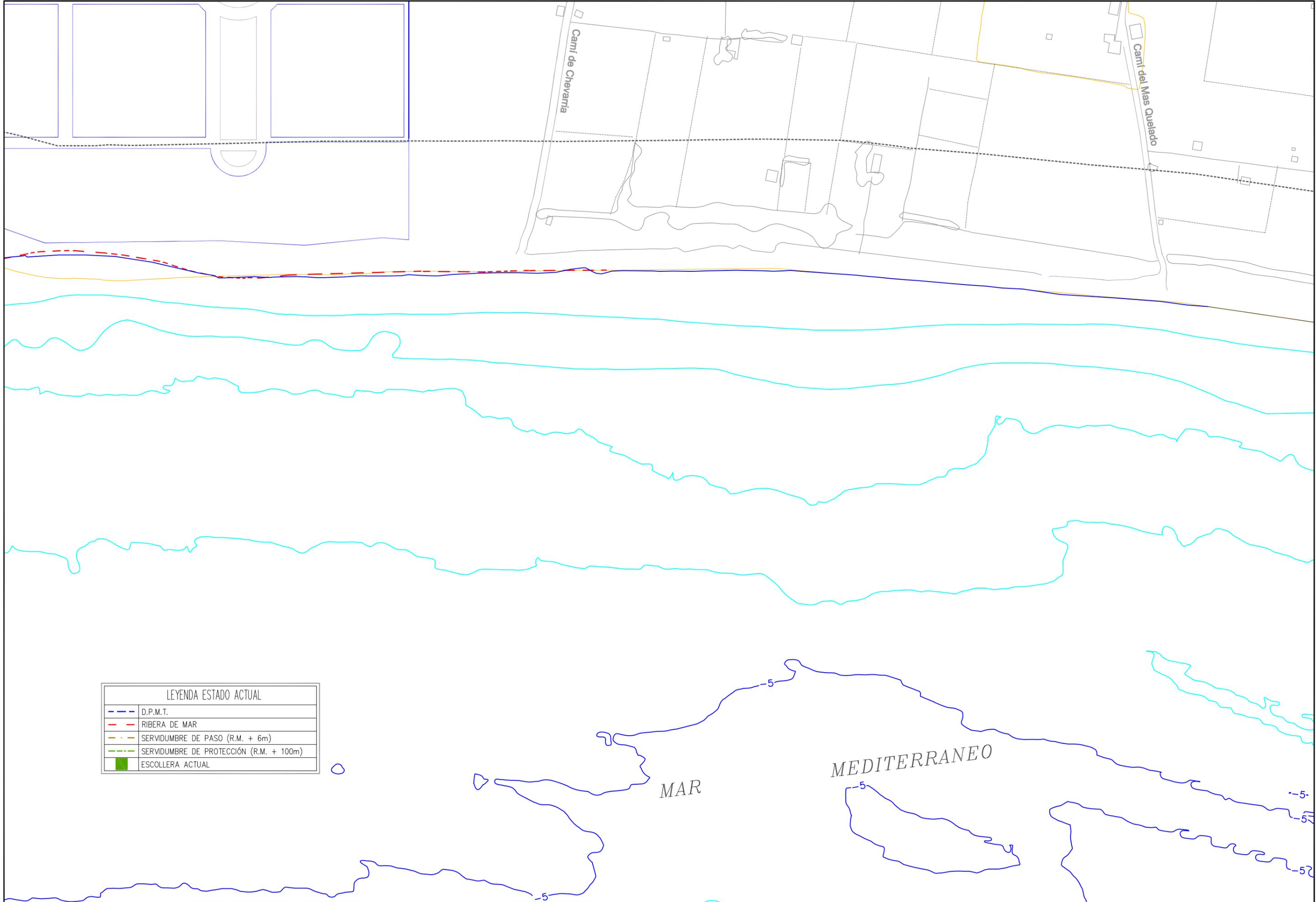
LEYENDA ESTADO ACTUAL	
	D.P.M.T.
	RIBERA DE MAR
	SERVIDUMBRE DE PASO (R.M. + 6m)
	SERVIDUMBRE DE PROTECCIÓN (R.M. + 100m)
	ESCOLLERA ACTUAL



LEYENDA ESTADO ACTUAL	
	D.P.M.T.
	RIBERA DE MAR
	SERVIDUMBRE DE PASO (R.M. + 6m)
	SERVIDUMBRE DE PROTECCIÓN (R.M. + 100m)
	ESCOLLERA ACTUAL

MAR

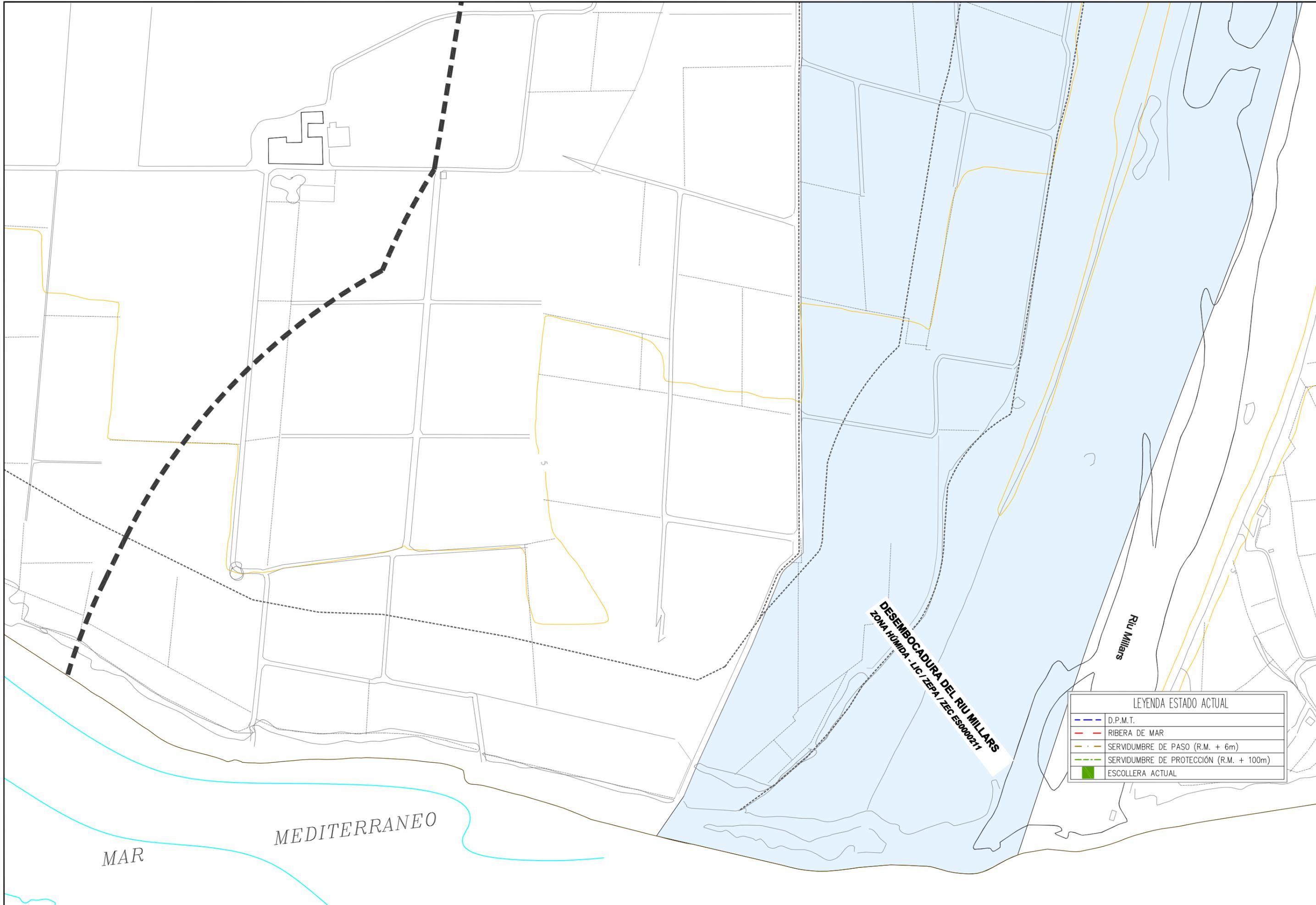
MEDITERRANEO



LEYENDA ESTADO ACTUAL	
	D.P.M.T.
	RIBERA DE MAR
	SERVIDUMBRE DE PASO (R.M. + 6m)
	SERVIDUMBRE DE PROTECCIÓN (R.M. + 100m)
	ESCOLLERA ACTUAL



LEYENDA ESTADO ACTUAL	
	D.P.M.T.
	RIBERA DE MAR
	SERVIDUMBRE DE PASO (R.M. + 6m)
	SERVIDUMBRE DE PROTECCIÓN (R.M. + 100m)
	ESCOLLERA ACTUAL



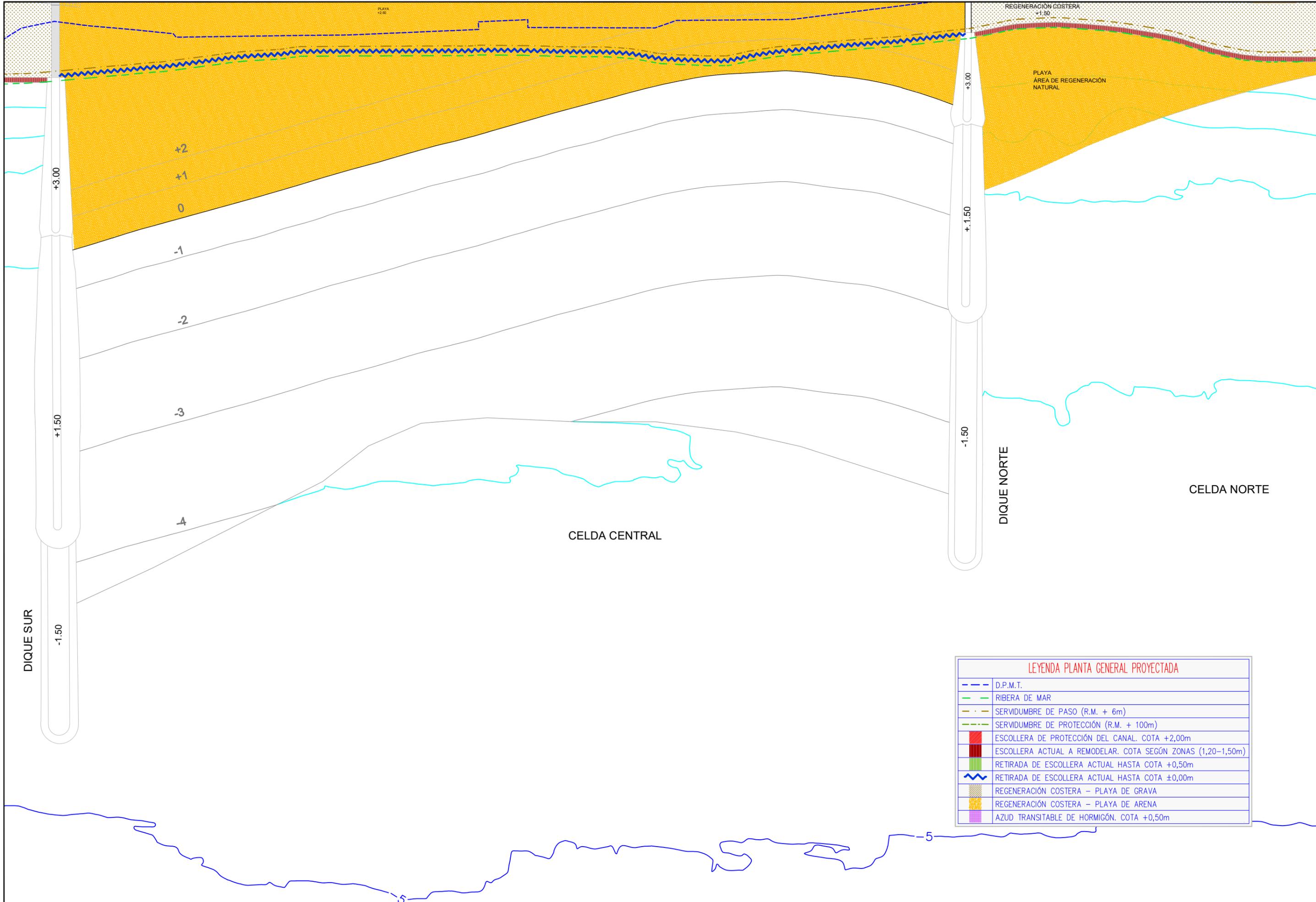
LEYENDA ESTADO ACTUAL	
	D.P.M.T.
	RIBERA DE MAR
	SERVIDUMBRE DE PASO (R.M. + 6m)
	SERVIDUMBRE DE PROTECCIÓN (R.M. + 100m)
	ESCOLLERA ACTUAL

**DESEMBOCADURA DEL RIU MILLARS**  
**ZONA HÚMIDA - LIC / ZEP / ZEC ES000271**

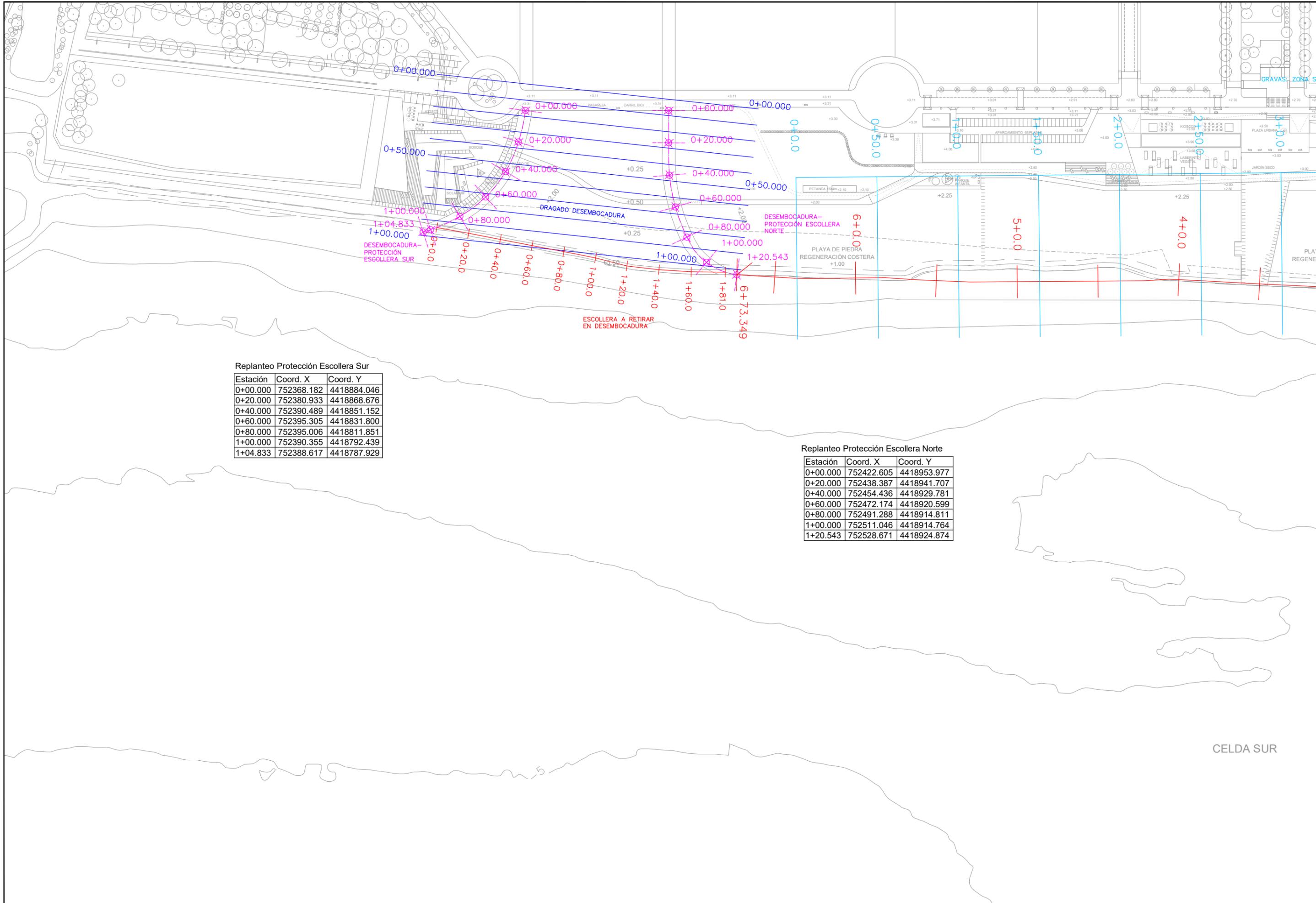
Riu Millars

MEDITERRANEO

MAR



LEYENDA PLANTA GENERAL PROYECTADA	
	D.P.M.T.
	RIBERA DE MAR
	SERVIDUMBRE DE PASO (R.M. + 6m)
	SERVIDUMBRE DE PROTECCIÓN (R.M. + 100m)
	ESCOLLERA DE PROTECCIÓN DEL CANAL. COTA +2,00m
	ESCOLLERA ACTUAL A REMODELAR. COTA SEGÚN ZONAS (1,20-1,50m)
	RETIRADA DE ESCOLLERA ACTUAL HASTA COTA +0,50m
	RETIRADA DE ESCOLLERA ACTUAL HASTA COTA ±0,00m
	REGENERACIÓN COSTERA - PLAYA DE GRAVA
	REGENERACIÓN COSTERA - PLAYA DE ARENA
	AZUD TRANSITABLE DE HORMIGÓN. COTA +0,50m

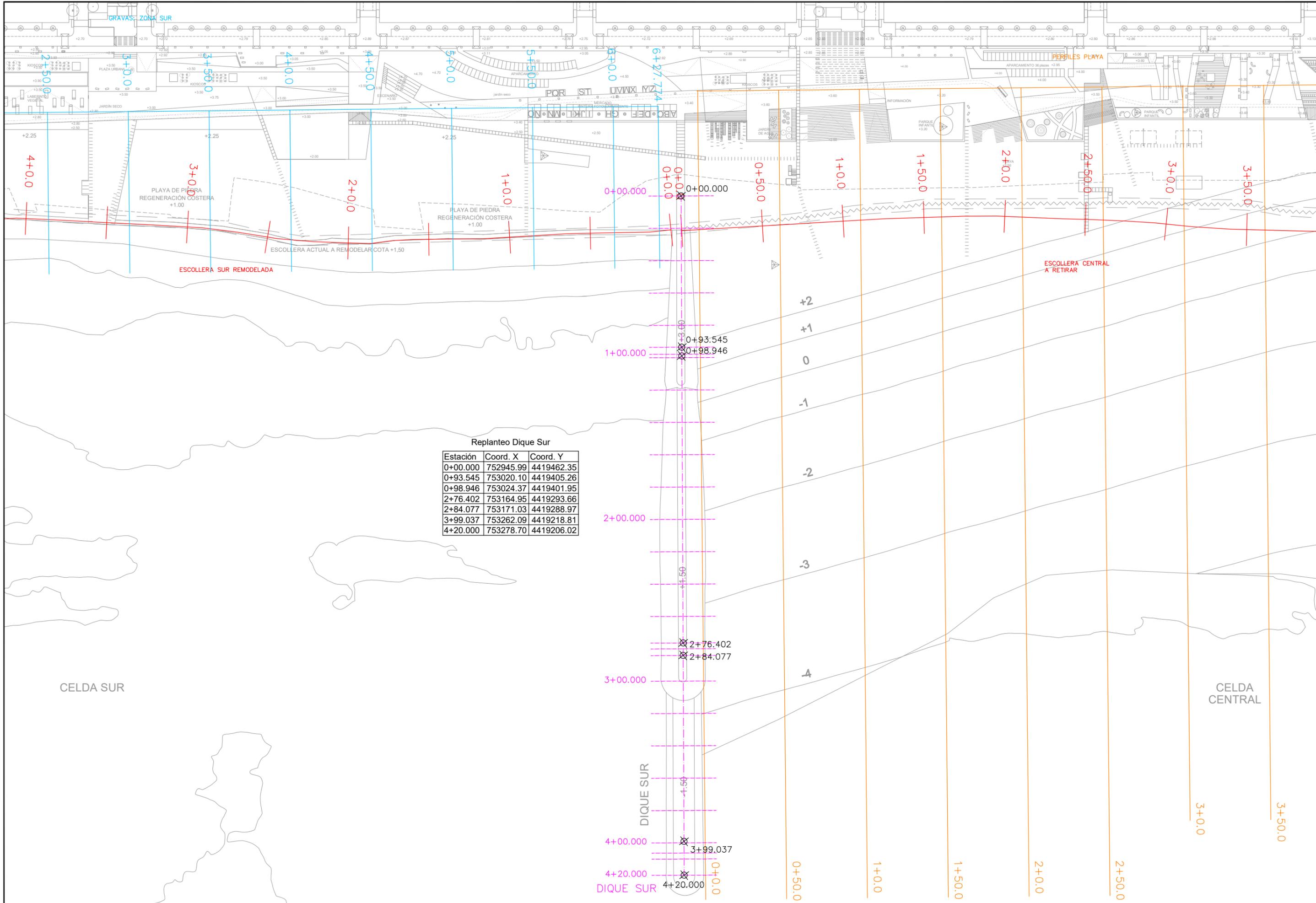


Replanteo Protección Escollera Sur

Estación	Coord. X	Coord. Y
0+00.000	752368.182	4418884.046
0+20.000	752380.933	4418868.676
0+40.000	752390.489	4418851.152
0+60.000	752395.305	4418831.800
0+80.000	752395.006	4418811.851
1+00.000	752390.355	4418792.439
1+04.833	752388.617	4418787.929

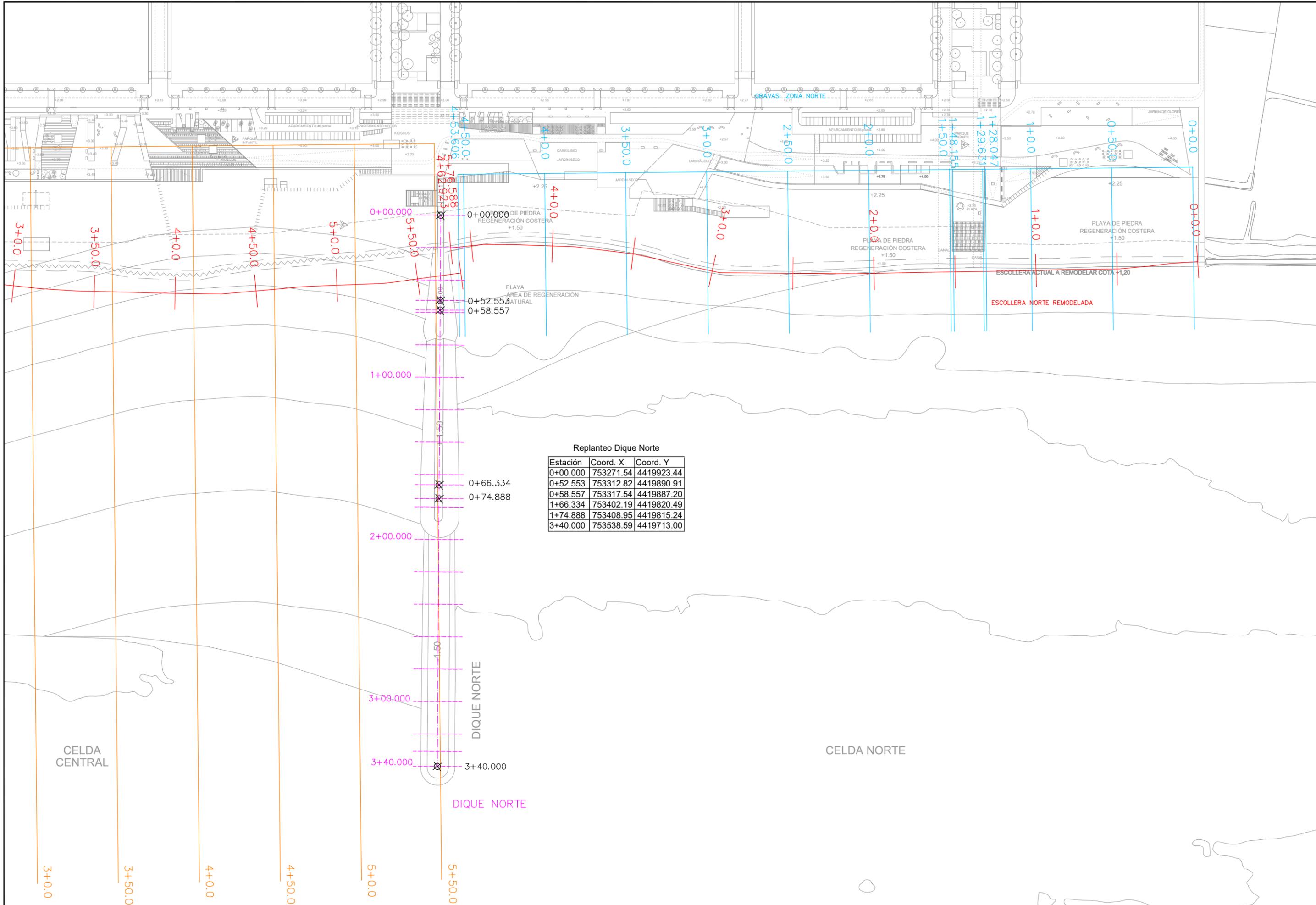
Replanteo Protección Escollera Norte

Estación	Coord. X	Coord. Y
0+00.000	752422.605	4418953.977
0+20.000	752438.387	4418941.707
0+40.000	752454.436	4418929.781
0+60.000	752472.174	4418920.599
0+80.000	752491.288	4418914.811
1+00.000	752511.046	4418914.764
1+20.543	752528.671	4418924.874



Replanteo Dique Sur

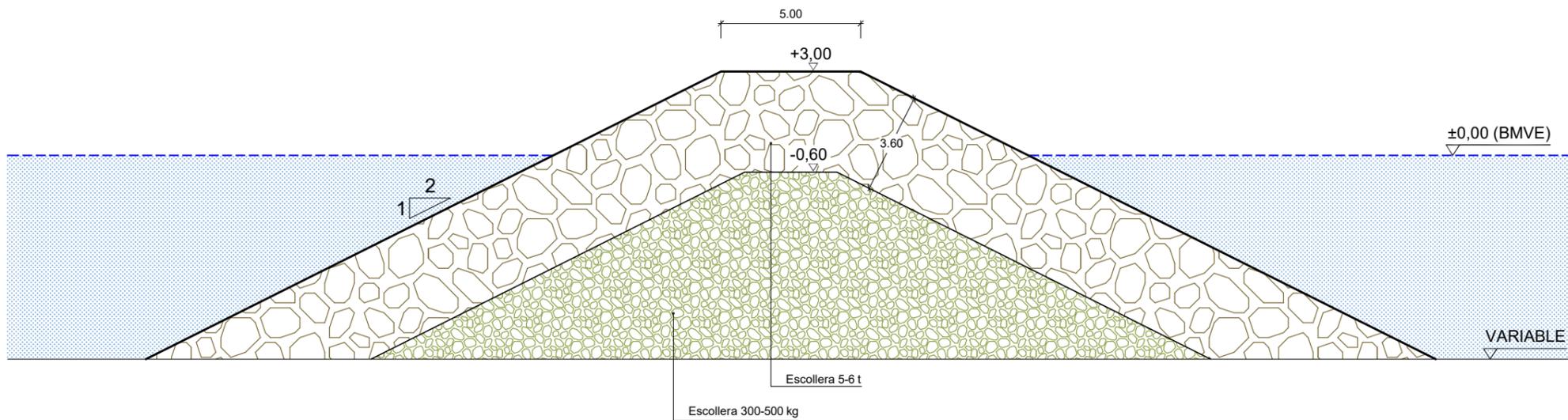
Estación	Coord. X	Coord. Y
0+00.000	752945.99	4419462.35
0+93.545	753020.10	4419405.26
0+98.946	753024.37	4419401.95
2+76.402	753164.95	4419293.66
2+84.077	753171.03	4419288.97
3+99.037	753262.09	4419218.81
4+20.000	753278.70	4419206.02



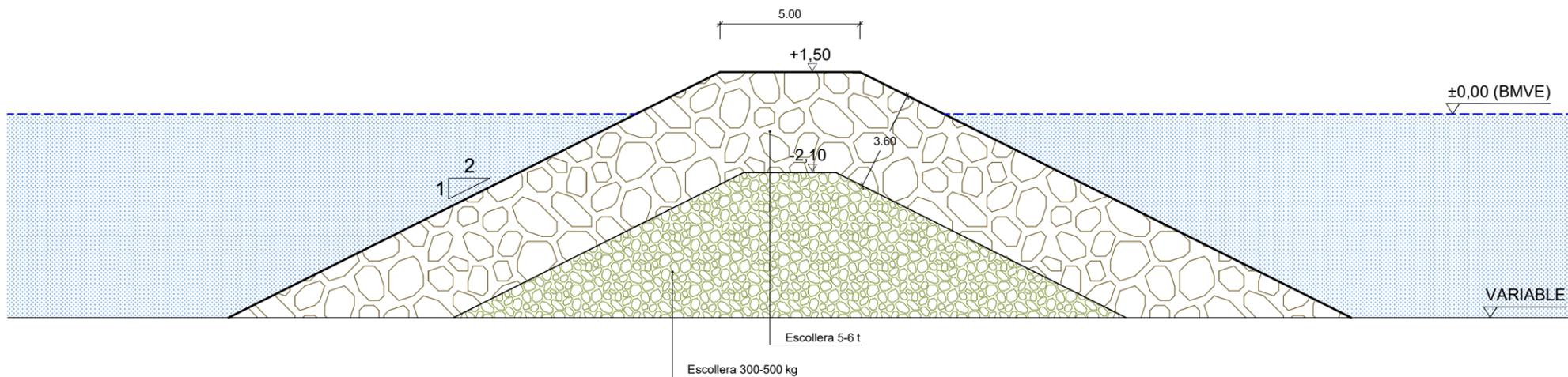
**Replanteo Dique Norte**

Estación	Coord. X	Coord. Y
0+00.000	753271.54	4419923.44
0+52.553	753312.82	4419890.91
0+58.557	753317.54	4419887.20
1+66.334	753402.19	4419820.49
1+74.888	753408.95	4419815.24
3+40.000	753538.59	4419713.00

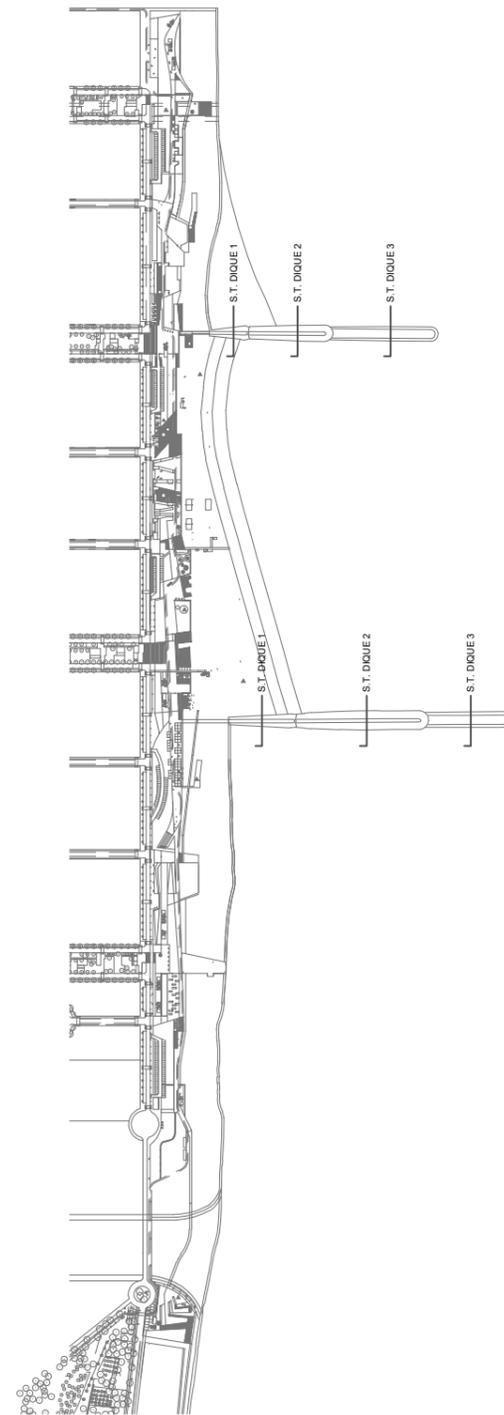
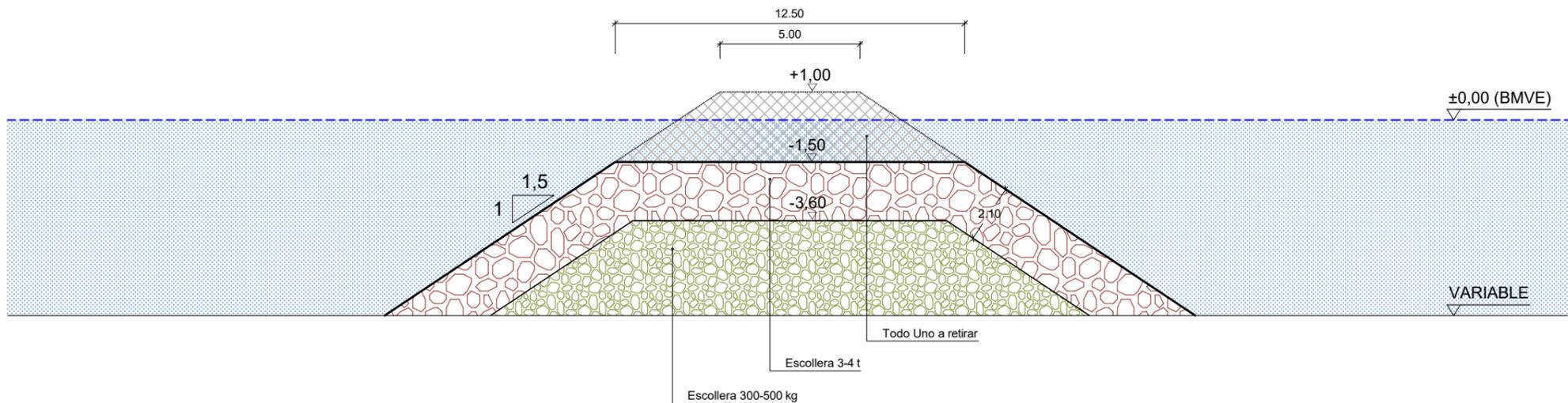
SECCIÓN TIPO DIQUE 1  
Espigón emergido +3,00



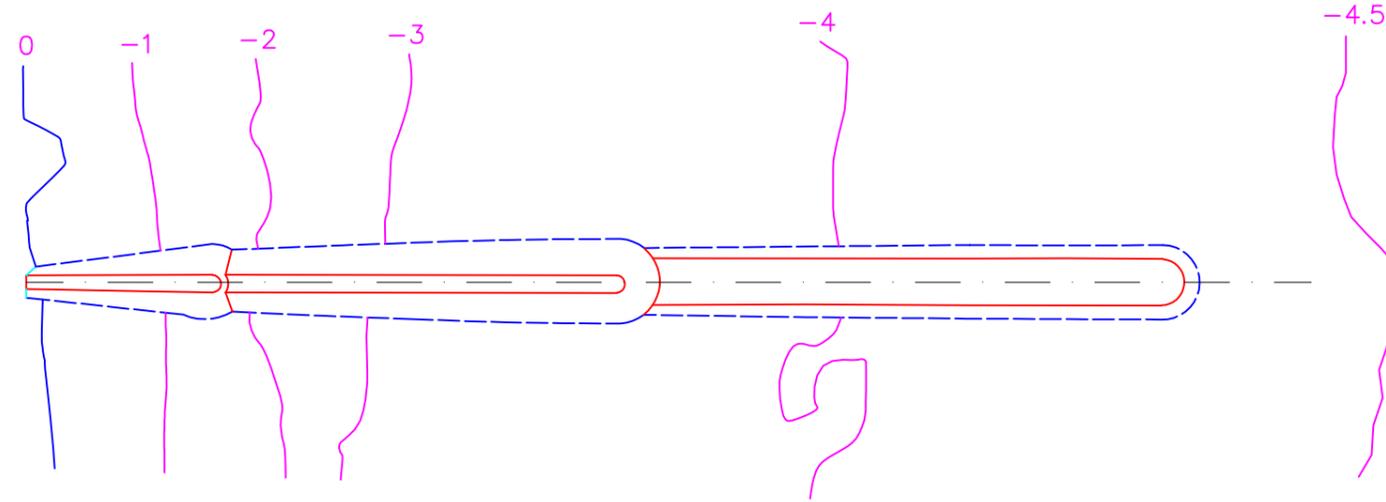
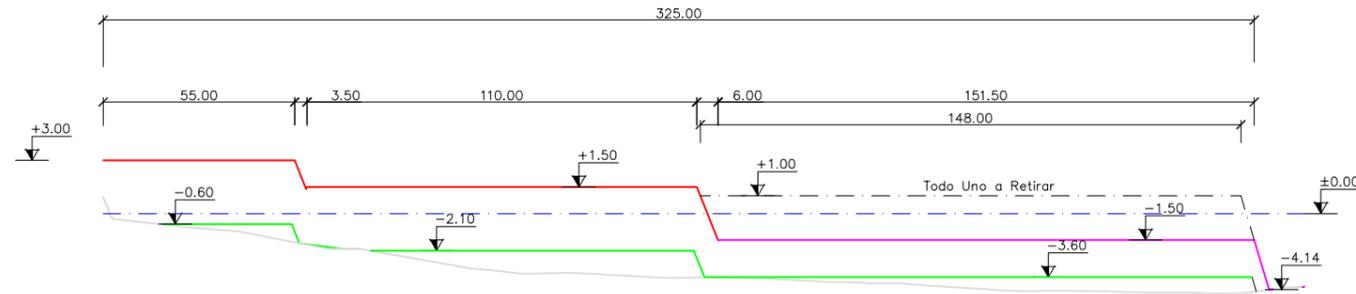
SECCIÓN TIPO DIQUE 2  
Espigón emergido +1,50



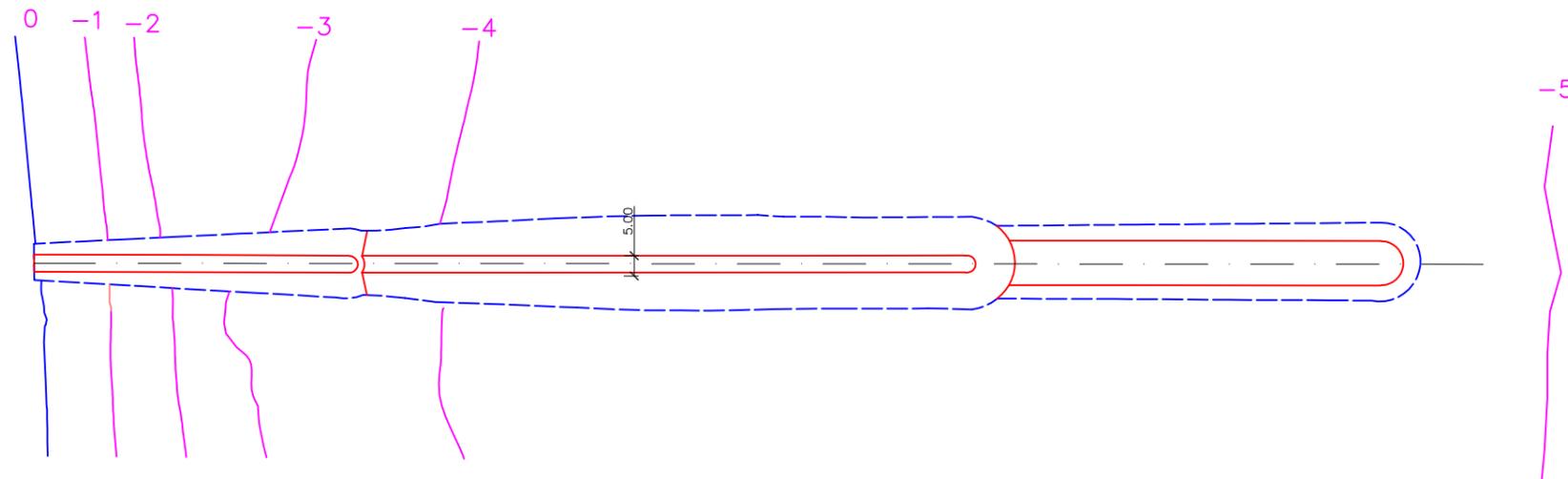
SECCIÓN TIPO DIQUE 3  
Espigón sumergido -1,50



DIQUE NORTE



DIQUE SUR



LEYENDA:

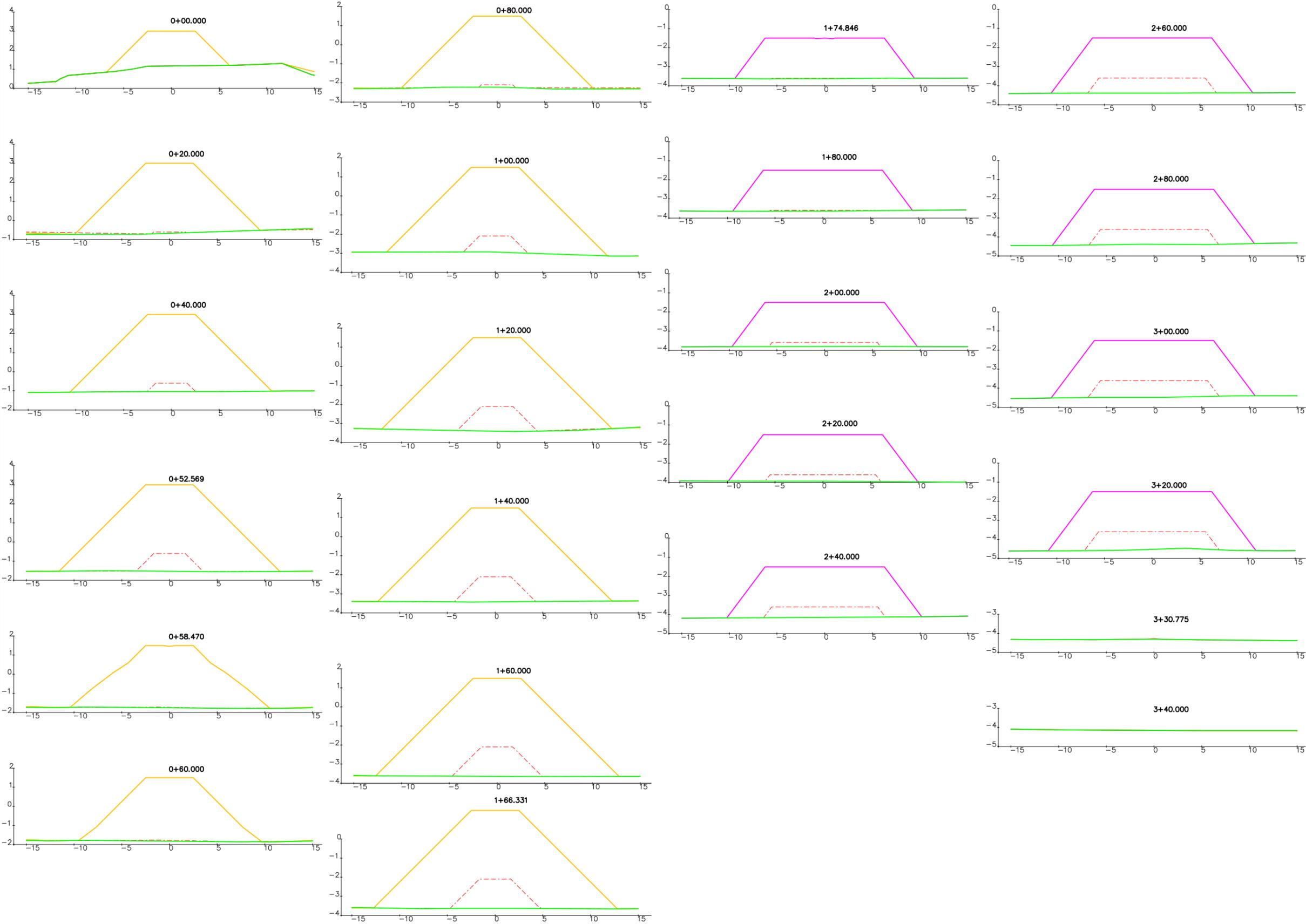
	Terreno Original
	Escollera 5-6 t
	Escollera 3-4 t
	Escollera 300-500 Kg
	Todo uno a Retirar

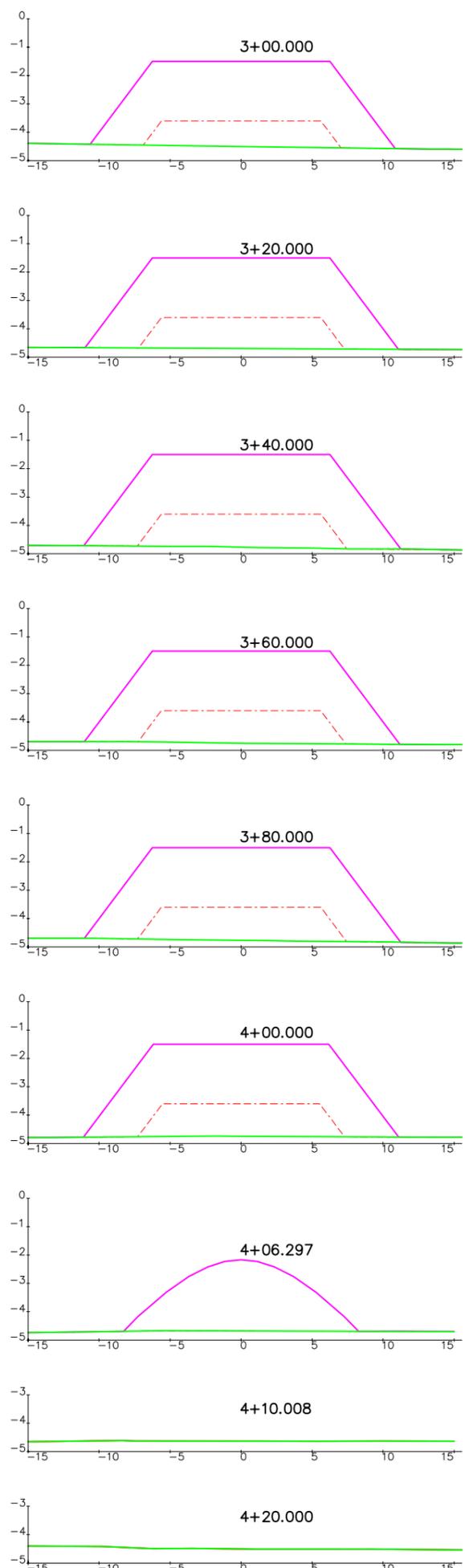
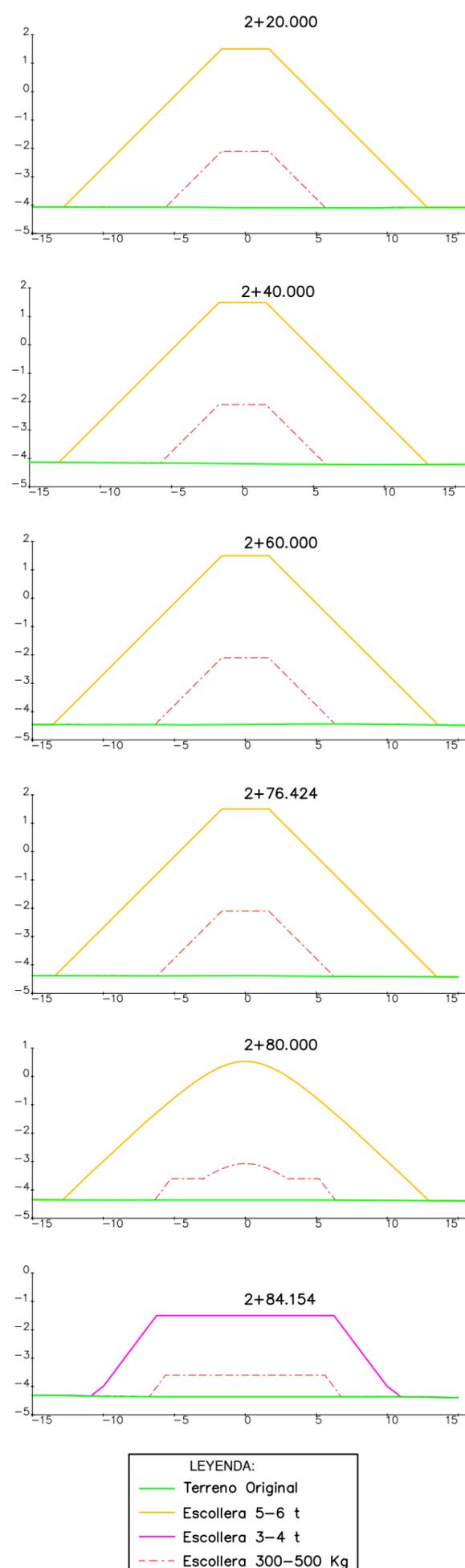
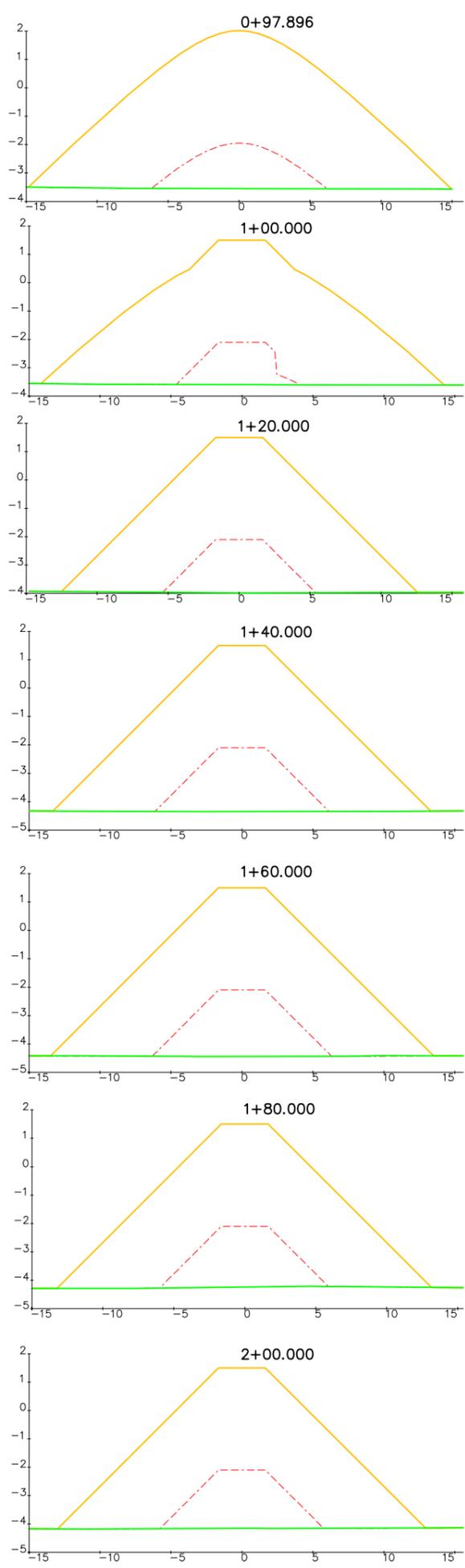
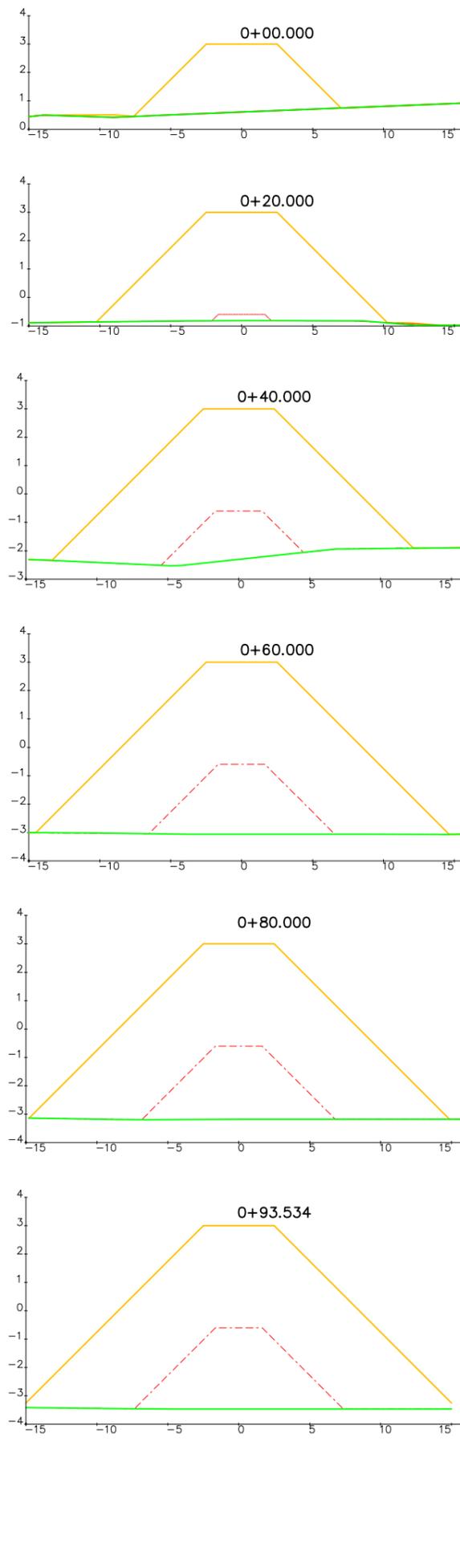
# DIQUE NORTE

Estación Material	Superficie Terraplen	Volumen Terraplen	Volumen Acu.
0+00.00	16.74		
ESC 5-6	16.74		
0+20.00	45.1	618.47	618.47
ESC 5-6	44.3	610.43	610.43
ESC 300	0.8	8.04	8.04
0+40.00	52.89	979.88	1598.35
ESC 5-6	51.03	953.24	1563.66
ESC 300	1.86	26.65	34.69
0+52.569	63.73	732.88	2331.23
ESC 5-6	58.85	690.52	2254.18
ESC 300	4.88	42.36	77.05
0+58.470	41.91	311.75	2642.99
ESC 5-6	41.7	296.73	2550.91
ESC 300	0.21	15.02	92.07
0+60.00	39.12	61.98	2704.97
ESC 5-6	38.73	61.52	2612.43
ESC 300	0.39	0.46	92.54
0+80.00	47.23	863.51	3568.47
ESC 5-6	46.26	849.93	3462.36
ESC 300	0.96	13.58	106.12
1+00.00	62.66	1098.91	4667.39
ESC 5-6	58.42	1046.87	4509.23
ESC 300	4.24	52.04	158.16
1+20.00	71.5	1341.61	6008.99
ESC 5-6	63.64	1220.64	5729.87
ESC 300	7.86	120.97	279.13
1+40.00	72.66	1441.58	7450.57
ESC 5-6	64.82	1284.64	7014.51
ESC 300	7.84	156.94	436.06
1+60.00	78.42	1510.87	8961.45
ESC 5-6	68.62	1334.45	8348.96
ESC 300	9.8	176.42	612.49
1+66.331	78.45	496.56	9458.01
ESC 5-6	68.66	434.54	8783.5
ESC 300	9.79	62.02	674.51
1+74.846	33.21	475.42	9933.42
ESC 3-4	32.94	432.61	432.61
ESC 300	0.26	42.8	717.31
1+80.00	33.47	171.82	10105.24
ESC 3-4	33.07	170.11	602.72
ESC 300	0.4	1.71	719.01
2+00.00	36.88	703.51	10808.75
ESC 3-4	34.51	675.79	1278.51
ESC 300	2.37	27.72	746.74
2+20.00	39.64	765.19	11573.94
ESC 3-4	35.6	701.06	1979.57
ESC 300	4.04	64.13	810.87
2+40.00	43.6	832.39	12406.34
ESC 3-4	37.07	726.7	2706.27
ESC 300	6.53	105.69	916.56
2+60.00	48.51	921.13	13327.47
ESC 3-4	38.85	759.24	3465.51
ESC 300	9.66	161.9	1078.45
2+80.00	48.83	973.46	14300.93
ESC 3-4	38.98	778.33	4243.84
ESC 300	9.85	195.12	1273.58
3+00.00	50.24	990.7	15291.63
ESC 3-4	39.36	783.44	5027.28
ESC 300	10.87	207.26	1480.84
3+20.00	52.02	1022.52	16314.15
ESC 3-4	40.29	796.53	5823.81
ESC 300	11.72	225.99	1706.83
3+30.775	0.04	280.46	16594.61
ESC 3-4	0.04	217.3	6041.11
ESC 300	0	63.17	1769.99
3+40.00	0	0.21	16594.82
ESC 3-4	0	0.21	6041.32
ESC 300	0	0	1769.99

RESUMEN:	
ESC 5-6 t	8783.51
ESC 3-4 t	6041.32
ESC 300-500 Kg	1769.99

LEYENDA:	
	Terreno Original
	Escollera 5-6 t
	Escollera 3-4 t
	Escollera 300-500 Kg





LEYENDA:  
 — Terreno Original  
 — Escollera 5-6 t  
 — Escollera 3-4 t  
 - - - Escollera 300-500 Kg

Estación	Superficie		Volumen Terraplen	Volumen Acu.
	Terraplen	Terraplen		
0+00.00	23.71			
ESC 5-6	23.71			
0+20.00	48.67	723.85	723.85	723.85
ESC 5-6	47.77	714.81	714.81	714.81
ESC 300	0.9	9.04	9.04	9.04
0+40.00	81.02	1296.96	2020.81	2020.81
ESC 5-6	69.45	1172.24	1887.05	1887.05
ESC 300	11.57	124.72	133.76	133.76
0+60.00	103.4	1844.19	3865	3865
ESC 5-6	83.23	1526.84	3413.88	3413.88
ESC 300	20.17	317.36	451.12	451.12
0+80.00	107.18	2105.75	5970.75	5970.75
ESC 5-6	85.33	1685.56	5099.45	5099.45
ESC 300	21.85	420.19	871.3	871.3
0+93.534	115.47	1506.64	7477.4	7477.4
ESC 5-6	89.66	1184.14	6283.59	6283.59
ESC 300	25.81	322.5	1193.81	1193.81
0+97.896	97.17	463.75	7941.15	7941.15
ESC 5-6	84.76	380.4	6663.99	6663.99
ESC 300	12.41	83.35	1277.16	1277.16
1+00.00	81.95	188.45	8129.61	8129.61
ESC 5-6	73.49	166.5	6830.49	6830.49
ESC 300	8.46	21.96	1299.12	1299.12
1+20.00	77.71	1596.57	9726.18	9726.18
ESC 5-6	64.5	1379.9	8210.38	8210.38
ESC 300	13.21	216.68	1515.8	1515.8
1+40.00	87.52	1652.31	11378.49	11378.49
ESC 5-6	70.04	1345.37	9555.75	9555.75
ESC 300	17.48	306.94	1822.74	1822.74
1+60.00	89.85	1773.71	13152.2	13152.2
ESC 5-6	71.22	1412.53	10968.28	10968.28
ESC 300	18.63	361.18	2183.92	2183.92
1+80.00	85.14	1749.94	14902.13	14902.13
ESC 5-6	68.91	1401.23	12369.51	12369.51
ESC 300	16.24	348.71	2532.63	2532.63
2+00.00	82.74	1678.78	16580.92	16580.92
ESC 5-6	67.47	1363.78	13733.29	13733.29
ESC 300	15.26	315	2847.63	2847.63
2+20.00	80.89	1636.27	18217.19	18217.19
ESC 5-6	66.36	1338.3	15071.6	15071.6
ESC 300	14.53	297.96	3145.59	3145.59
2+40.00	83.45	1643.41	19860.59	19860.59
ESC 5-6	67.82	1341.82	16413.41	16413.41
ESC 300	15.63	301.59	3447.18	3447.18
2+60.00	90.43	1738.76	21599.35	21599.35
ESC 5-6	71.62	1394.42	17807.83	17807.83
ESC 300	18.81	344.34	3791.52	3791.52
2+76.424	88.85	1472.2	23071.55	23071.55
ESC 5-6	70.85	1169.93	18977.76	18977.76
ESC 300	18	302.27	4093.79	4093.79
2+80.00	73.21	289.79	23361.34	23361.34
ESC 5-6	62.48	238.42	19216.17	19216.17
ESC 300	10.73	51.37	4145.16	4145.16
2+84.154	48.13	252.01	23613.34	23613.34
ESC 3-4	38.68	210.11	210.11	210.11
ESC 300	9.45	41.9	4187.06	4187.06
3+00.00	50.98	785.24	24398.58	24398.58
ESC 3-4	39.67	620.76	830.87	830.87
ESC 300	11.31	164.47	4351.54	4351.54
3+20.00	55.16	1061.34	25459.92	25459.92
ESC 3-4	41.12	807.9	1638.77	1638.77
ESC 300	14.03	253.44	4604.98	4604.98
3+40.00	56.84	1119.96	26579.88	26579.88
ESC 3-4	41.73	828.56	2467.33	2467.33
ESC 300	15.11	291.4	4896.38	4896.38
3+60.00	56.21	1130.52	27710.4	27710.4
ESC 3-4	41.47	832.04	3299.37	3299.37
ESC 300	14.74	298.48	5194.85	5194.85
3+80.00	56.85	1130.62	28841.02	28841.02
ESC 3-4	41.67	831.43	4130.8	4130.8
ESC 300	15.18	299.19	5494.04	5494.04
4+00.00	56.16	1130.06	29971.08	29971.08
ESC 3-4	41.44	831.12	4961.92	4961.92
ESC 300	14.72	298.94	5792.98	5792.98
4+06.297	26.45	260.11	30231.19	30231.19
ESC 3-4	26.45	213.77	5175.69	5175.69
ESC 300	0	46.34	5839.32	5839.32
4+10.00	0.02	49.1	30280.29	30280.29
ESC 3-4	0.02	49.1	5224.79	5224.79
ESC 300	0	0	5839.32	5839.32
4+20.00	0	0.08	30280.38	30280.38
ESC 3-4	0	0.08	5224.87	5224.87
ESC 300	0	0	5839.32	5839.32

RESUMEN:	
ESC 5-6 t	19216.19
ESC 3-4 t	5224.87
ESC 300-500 Kg	5839.32

# *PRESUPUESTO*

## ***Mediciones***

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
<b>CAPITULO CAP 1 Obra Marítima</b>							
G2145301	m³ RETIRADA ESCOLLERA, CON MEDIOS MECANICOS Y CARGA MECANICA, INCLUSO CARGA EN CAMIÓN, TRANSPORTE DENTRO DE LA OBRA, VERTIDO Y COLOCACIÓN SEGÚN PLANOS.						
	Tramo N						
	Retirada escoll.	1	50,480			50,480	
	Tramo S						
	Retirada escoll.	1	103,340			103,340	
	Trama central						
	Retirada escoll.	1	2.588,650			2.588,650	
							2.742,470
G2A19000	m³ TODO UNO EN FORMACIÓN DE DIQUES, INCLUSO CANON, EXTRACCIÓN, CARGA, TRANSPORTE, VERTIDO Y COLOCACIÓN EN OBRA SEGÚN PLANOS.						
	Dique 2 Sur	120	21,870			2.624,400	
	Dique 1 Norte	155	21,870			3.389,850	
							6.014,250
G3J42H10	t ESCOLLERA MARITIMA BLOQUES PIEDRA CALC.300-500KG,COL.+PALA CARGA ESCOLLERA DE PESO COMPRENDIDO ENTRE 300-500 KG EN FORMACIÓN DE DIQUES, COLOCACIÓN CONCERTADA, CON ÍNDICE DE HUECOS IGUAL O INFERIOR AL 40%, INCLUSO CARGA EN CANTERA, TRANSPORTE, VERTIDO Y COLOCACIÓN EN OBRA SEGÚN PLANOS Y SECCIÓN TIPO.						
	Dique 1 Norte	1,6			1.769,990	2.831,984	
	Dique 2 Sur	1,6			5.839,320	9.342,912	
	Base Azud	1,6	102,000		6,280	1.024,896	
							13.199,792
G3J42H20	t ESCOLLERA MARITIMA BLOQUES PIEDRA CALC.1000-2000KG,COL+PALA C ESCOLLERA DE PESO COMPRENDIDO ENTRE 1000-2000 KG EN FORMACIÓN DE DIQUES, COLOCACIÓN CONCERTADA, CON ÍNDICE DE HUECOS IGUAL O INFERIOR AL 40%, INCLUSO CARGA EN CANTERA, TRANSPORTE, VERTIDO Y COLOCACIÓN EN OBRA SEGÚN PLANOS Y SECCIÓN TIPO.						
	Tramo N						
	Desmonte	1,6	-50,480			-80,768	
	Relleno	1,6	1.135,170			1.816,272	
	Tramo S						
	Desmonte	1,6	-103,340			-165,344	
	Relleno	1,6	1.739,660			2.783,456	
	Retirada escoll.	1,6	-357,670			-572,272	
	Trama central						
	Retirada escoll.	1,6	2.588,650			4.141,840	
							7.923,184
G3J42H30	t ESCOLLERA MARITIMA BLOQUES PIEDRA CALC.3000-4000KG,COL+PALA CARG ESCOLLERA DE PESO COMPRENDIDO ENTRE 3000-4000 KG EN FORMACIÓN DE DIQUES, COLOCACIÓN CONCERTADA, CON ÍNDICE DE HUECOS IGUAL O INFERIOR AL 40%, INCLUSO CARGA EN CANTERA, TRANSPORTE, VERTIDO Y COLOCACIÓN EN OBRA SEGÚN PLANOS Y SECCIÓN TIPO.						
	Dique 1 Norte	1,6			6.041,320	9.666,112	
	Dique 2 Sur	1,6			5.224,870	8.359,792	
							18.025,904
G3J42H40	t ESCOLLERA MARITIMA BLOQUES PIEDRA CALC.5000-6000KG,COL+PALA CARG ESCOLLERA DE PESO COMPRENDIDO ENTRE 5000-6000 KG EN FORMACIÓN DE DIQUES, COLOCACIÓN CONCERTADA, CON ÍNDICE DE HUECOS IGUAL O INFERIOR AL 40%, INCLUSO CARGA EN CANTERA, TRANSPORTE, VERTIDO Y COLOCACIÓN EN OBRA SEGÚN PLANOS Y SECCIÓN TIPO.						
	Dique 1 Norte	1,6			8.783,510	14.053,616	
	Dique 2 Sur	1,6			19.216,190	30.745,904	

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
							44.799,520
<b>CAPÍTULO CAP 2 Movimiento de Tierras y Rellenos</b>							
<b>G2A17000</b>	<b>m³</b>						
	<b>ARENA PARA RELLENO DE PLAYA</b>						
	ARENA PARA RELLENO DE PLAYA DE TAMAÑO MEDIO ENTRE 0.4 Y 0.7 MM, PROCEDENTE DE CANTERA, INCLUYENDO EXTRACCIÓN, CARGA, TRANSPORTE, VERTIDO Y EXTENDIDO SEGÚN PLANOS.						
	Según planos	1,1	212.201,240			233.421,364	
							233.421,364
<b>G2A18000</b>	<b>m³</b>						
	<b>GRAVA PARA RELLENO DE PLAYA</b>						
	GRAVA PARA RELLENO DE PLAYA DE TAMAÑO 10-100 MM, PROCEDENTE DE CANTERA, INCLUYENDO EXTRACCIÓN, CARGA, TRANSPORTE, VERTIDO Y EXTENDIDO SEGÚN PLANOS.						
	Desmonte						
	Celda Norte	-1	460,440			-460,440	
	Celda Central	-1	4.618,010			-4.618,010	
	Celda Sur	-1	1.202,630			-1.202,630	
	Relleno						
	Celda Norte	1	5.662,790			5.662,790	
	Celda Sur	1	14.930,020			14.930,020	
							14.311,730
<b>G2211101</b>	<b>m³</b>						
	<b>EXCAVACIÓN DESMONTE TERR.BLANDO,M.MEC.,CARGA CAM.</b>						
	EXCAVACIÓN EN ZONA DE DESMONTE, DE TERRENO BLANDO, CON MEDIOS MECÁNICOS Y CARGA SOBRE CAMIÓN						
	GRAVA						
	Celda Norte	1	460,440			460,440	
	Celda Central	1	4.618,010			4.618,010	
	Celda Sur	1	1.202,630			1.202,630	
							6.281,080
<b>G2212101</b>	<b>m³</b>						
	<b>EXCAVACIÓN DESMONTE TERR.COMPACT.,M.MEC.,CARGA CAM.</b>						
	EXCAVACIÓN EN ZONA DE DESMONTE, DE TERRENO COMPACTO, CON MEDIOS MECÁNICOS INCLUSO CARGA SOBRE CAMIÓN Y TRANSPORTE A ACOPIO EN OBRA.						
	TERRENO						
	Celda Norte	1	3.706,250			3.706,250	
	Celda Sur	1	3.499,360			3.499,360	
							7.205,610

***Cuadro de precios 1***

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
<b>CAPÍTULO CAP 1 Obra Marítima</b>			
G2145301	m³	<b>RETIRADA ESCOLLERA,M.MEC.,CARGA MEC.</b> RETIRADA DE ESCOLLERA, CON MEDIOS MECANICOS Y CARGA MECANICA, IN- CLUSO CARGA EN CAMIÓN, TRANSPORTE DENTRO DE LA OBRA, VERTIDO Y COLOCACIÓN SEGÚN PLANOS.	8,58
		OCHO EUROS con CINCUENTA Y OCHO CÉNTIMOS	
G2A19000	m³	<b>TODO UNO EN FORMACIÓN DE DIQUES</b> TODO UNO EN FORMACIÓN DE DIQUES, INCLUSO CANON, EXTRACCIÓN, CAR- GA, TRANSPORTE, VERTIDO Y COLOCACIÓN EN OBRA SEGÚN PLANOS.	19,11
		DIECINUEVE EUROS con ONCE CÉNTIMOS	
G3J42H10	t	<b>ESCOLLERA MARITIMA BLOQUES PIEDRA CALC.300-500KG,COL.+PALA CARGA</b> ESCOLLERA DE PESO COMPRENDIDO ENTRE 300-500 KG EN FORMACIÓN DE DI- QUES, COLOCACIÓN CONCERTADA, CON ÍNDICE DE HUECOS IGUAL O INFE- RIOR AL 40%, INCLUSO CARGA EN CANTERA, TRANSPORTE, VERTIDO Y COLO- CACIÓN EN OBRA SEGÚN PLANOS Y SECCIÓN TIPO.	10,29
		DIEZ EUROS con VEINTINUEVE CÉNTIMOS	
G3J42H20	t	<b>ESCOLLERA MARITIMA BLOQUES PIEDRA CALC.1000-2000KG,COL.+PALA C</b> ESCOLLERA DE PESO COMPRENDIDO ENTRE 1000-2000 KG EN FORMACIÓN DE DIQUES, COLOCACIÓN CONCERTADA, CON ÍNDICE DE HUECOS IGUAL O INFE- RIOR AL 40%, INCLUSO CARGA EN CANTERA, TRANSPORTE, VERTIDO Y COLO- CACIÓN EN OBRA SEGÚN PLANOS Y SECCIÓN TIPO.	11,49
		ONCE EUROS con CUARENTA Y NUEVE CÉNTIMOS	
G3J42H30	t	<b>ESCOLLERA MARITIMA BLOQUES PIEDRA CALC.3000-4000KG,COL.+PALA CARG</b> ESCOLLERA DE PESO COMPRENDIDO ENTRE 3000-4000 KG EN FORMACIÓN DE DIQUES, COLOCACIÓN CONCERTADA, CON ÍNDICE DE HUECOS IGUAL O INFE- RIOR AL 40%, INCLUSO CARGA EN CANTERA, TRANSPORTE, VERTIDO Y COLO- CACIÓN EN OBRA SEGÚN PLANOS Y SECCIÓN TIPO.	11,91
		ONCE EUROS con NOVENTA Y UN CÉNTIMOS	
G3J42H40	t	<b>ESCOLLERA MARITIMA BLOQUES PIEDRA CALC.5000-6000KG,COL.+PALA CARG</b> ESCOLLERA DE PESO COMPRENDIDO ENTRE 5000-6000 KG EN FORMACIÓN DE DIQUES, COLOCACIÓN CONCERTADA, CON ÍNDICE DE HUECOS IGUAL O INFE- RIOR AL 40%, INCLUSO CARGA EN CANTERA, TRANSPORTE, VERTIDO Y COLO- CACIÓN EN OBRA SEGÚN PLANOS Y SECCIÓN TIPO.	13,56
		TRECE EUROS con CINCUENTA Y SEIS CÉNTIMOS	

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
<b>CAPÍTULO CAP 2 Movimiento de Tierras y Rellenos</b>			
G2A17000	m³	<b>ARENA PARA RELLENO DE PLAYA</b> ARENA PARA RELLENO DE PLAYA DE TAMAÑO MEDIO ENTRE 0.4 Y 0.7 MM, PROCEDENTE DE CANTERA, INCLUYENDO EXTRACCIÓN, CARGA, TRANSPORTE, VERTIDO Y EXTENDIDO SEGÚN PLANOS.	27,06
		VEINTISIETE EUROS con SEIS CÉNTIMOS	
G2A18000	m³	<b>GRAVA PARA RELLENO DE PLAYA</b> GRAVA PARA RELLENO DE PLAYA DE TAMAÑO 10-100 MM, PROCEDENTE DE CANTERA, INCLUYENDO EXTRACCIÓN, CARGA, TRANSPORTE, VERTIDO Y EXTENDIDO SEGÚN PLANOS.	10,71
		DIEZ EUROS con SETENTA Y UN CÉNTIMOS	
G2211101	m³	<b>EXCAVACIÓN DESMONTE TERR.BLANDO,M.MEC.,CARGA CAM.</b> EXCAVACIÓN EN ZONA DE DESMONTE, DE TERRENO BLANDO, CON MEDIOS MECÁNICOS Y CARGA SOBRE CAMIÓN	1,71
		UN EUROS con SETENTA Y UN CÉNTIMOS	
G2212101	m³	<b>EXCAVACIÓN DESMONTE TERR.COMPACT.,M.MEC.,CARGA CAM.</b> EXCAVACIÓN EN ZONA DE DESMONTE, DE TERRENO COMPACTO, CON MEDIOS MECÁNICOS INCLUSO CARGA SOBRE CAMIÓN Y TRANSPORTE A ACOPIO EN OBRA.	3,33
		TRES EUROS con TREINTA Y TRES CÉNTIMOS	

## ***Cuadro de precios 2***

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
<b>CAPÍTULO CAP 1 Obra Marítima</b>			
G2145301	m³	<b>RETIRADA ESCOLLERA,M.MEC.,CARGA MEC.</b> RETIRADA DE ESCOLLERA, CON MEDIOS MECANICOS Y CARGA MECANICA, IN- CLUSO CARGA EN CAMIÓN, TRANSPORTE DENTRO DE LA OBRA, VERTIDO Y COLOCACIÓN SEGÚN PLANOS.	
		Mano de obra.....	5,86
		Maquinaria .....	2,23
		Suma la partida.....	8,09
		Costes indirectos ..... 6,00%	0,49
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>	<b>8,58</b>
G2A19000	m³	<b>TODO UNO EN FORMACIÓN DE DIQUES</b> TODO UNO EN FORMACIÓN DE DIQUES, INCLUSO CANON, EXTRACCIÓN, CAR- GA, TRANSPORTE, VERTIDO Y COLOCACIÓN EN OBRA SEGÚN PLANOS.	
		Mano de obra.....	0,51
		Maquinaria .....	13,42
		Resto de obra y materiales.....	4,10
		Suma la partida.....	18,03
		Costes indirectos ..... 6,00%	1,08
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>	<b>19,11</b>
G3J42H10	t	<b>ESCOLLERA MARITIMA BLOQUES PIEDRA CALC.300-500KG,COL.+PALA CARGA</b> ESCOLLERA DE PESO COMPRENDIDO ENTRE 300-500 KG EN FORMACIÓN DE DI- QUES, COLOCACIÓN CONCERTADA, CON ÍNDICE DE HUECOS IGUAL O INFE- RIOR AL 40%, INCLUSO CARGA EN CANTERA, TRANSPORTE, VERTIDO Y COLO- CACIÓN EN OBRA SEGÚN PLANOS Y SECCIÓN TIPO.	
		Mano de obra.....	0,51
		Maquinaria .....	1,80
		Resto de obra y materiales.....	7,40
		Suma la partida.....	9,71
		Costes indirectos ..... 6,00%	0,58
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>	<b>10,29</b>
G3J42H20	t	<b>ESCOLLERA MARITIMA BLOQUES PIEDRA CALC.1000-2000KG,COL+PALA C</b> ESCOLLERA DE PESO COMPRENDIDO ENTRE 1000-2000 KG EN FORMACIÓN DE DIQUES, COLOCACIÓN CONCERTADA, CON ÍNDICE DE HUECOS IGUAL O INFE- RIOR AL 40%, INCLUSO CARGA EN CANTERA, TRANSPORTE, VERTIDO Y COLO- CACIÓN EN OBRA SEGÚN PLANOS Y SECCIÓN TIPO.	
		Mano de obra.....	0,51
		Maquinaria .....	2,23
		Resto de obra y materiales.....	8,10
		Suma la partida.....	10,84
		Costes indirectos ..... 6,00%	0,65
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>	<b>11,49</b>
G3J42H30	t	<b>ESCOLLERA MARITIMA BLOQUES PIEDRA CALC.3000-4000KG,COL+PALA CARG</b> ESCOLLERA DE PESO COMPRENDIDO ENTRE 3000-4000 KG EN FORMACIÓN DE DIQUES, COLOCACIÓN CONCERTADA, CON ÍNDICE DE HUECOS IGUAL O INFE- RIOR AL 40%, INCLUSO CARGA EN CANTERA, TRANSPORTE, VERTIDO Y COLO- CACIÓN EN OBRA SEGÚN PLANOS Y SECCIÓN TIPO.	
		Mano de obra.....	0,51
		Maquinaria .....	2,23
		Resto de obra y materiales.....	8,50
		Suma la partida.....	11,24

CÓDIGO	UD	RESUMEN		PRECIO
			Costes indirectos .....	6,00% 0,67
			<b>TOTAL PARTIDA.....</b>	<b>11,91</b>
<b>G3J42H40</b>	<b>t</b>	<b>ESCOLLERA MARITIMA BLOQUES PIEDRA CALC.5000-6000KG,COL+PALA CARG</b> ESCOLLERA DE PESO COMPRENDIDO ENTRE 5000-6000 KG EN FORMACIÓN DE DIQUES, COLOCACIÓN CONCERTADA, CON ÍNDICE DE HUECOS IGUAL O INFERIOR AL 40%, INCLUSO CARGA EN CANTERA, TRANSPORTE, VERTIDO Y COLOCACIÓN EN OBRA SEGÚN PLANOS Y SECCIÓN TIPO.		
			Mano de obra.....	0,51
			Maquinaria .....	2,23
			Resto de obra y materiales.....	10,05
			Suma la partida.....	12,79
			Costes indirectos .....	6,00% 0,77
			<b>TOTAL PARTIDA.....</b>	<b>13,56</b>

CÓDIGO UD RESUMEN PRECIO

**CAPÍTULO CAP 2 Movimiento de Tierras y Rellenos**

<b>G2A17000</b>	<b>m³</b>	<b>ARENA PARA RELLENO DE PLAYA</b> ARENA PARA RELLENO DE PLAYA DE TAMAÑO MEDIO ENTRE 0.4 Y 0.7 MM, PROCEDENTE DE CANTERA, INCLUYENDO EXTRACCIÓN, CARGA, TRANSPORTE, VERTIDO Y EXTENDIDO SEGÚN PLANOS.	
		Mano de obra.....	0,51
		Maquinaria .....	1,59
		Resto de obra y materiales.....	23,43
		Suma la partida.....	25,53
		Costes indirectos ..... 6,00%	1,53
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>	<b>27,06</b>
<b>G2A18000</b>	<b>m³</b>	<b>GRAVA PARA RELLENO DE PLAYA</b> GRAVA PARA RELLENO DE PLAYA DE TAMAÑO 10-100 MM, PROCEDENTE DE CANTERA, INCLUYENDO EXTRACCIÓN, CARGA, TRANSPORTE, VERTIDO Y EXTENDIDO SEGÚN PLANOS.	
		Mano de obra.....	0,51
		Maquinaria .....	1,59
		Resto de obra y materiales.....	8,00
		Suma la partida.....	10,10
		Costes indirectos ..... 6,00%	0,61
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>	<b>10,71</b>
<b>G2211101</b>	<b>m³</b>	<b>EXCAVACIÓN DESMONTE TERR.BLANDO,M.MEC.,CARGA CAM.</b> EXCAVACIÓN EN ZONA DE DESMONTE, DE TERRENO BLANDO, CON MEDIOS MECÁNICOS Y CARGA SOBRE CAMIÓN	
		Mano de obra.....	0,17
		Maquinaria .....	1,44
		Suma la partida.....	1,61
		Costes indirectos ..... 6,00%	0,10
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>	<b>1,71</b>
<b>G2212101</b>	<b>m³</b>	<b>EXCAVACIÓN DESMONTE TERR.COMPACT.,M.MEC.,CARGA CAM.</b> EXCAVACIÓN EN ZONA DE DESMONTE, DE TERRENO COMPACTO, CON MEDIOS MECÁNICOS INCLUSO CARGA SOBRE CAMIÓN Y TRANSPORTE A ACOPIO EN OBRA.	
		Mano de obra.....	0,17
		Maquinaria .....	2,97
		Suma la partida.....	3,14
		Costes indirectos ..... 6,00%	0,19
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>	<b>3,33</b>

## ***Presupuesto***

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>CAPITULO CAP 1 Obra Marítima</b>				
G2145301	m³ RETIRADA ESCOLLERA,M.MEC.,CARGA MEC.	2.742,470	8,58	23.530,39
G2A19000	m³ TODO UNO EN FORMACIÓN DE DIQUES	6.014,250	19,11	114.932,32
G3J42H10	t ESCOLLERA MARITIMA BLOQUES PIEDRA CALC.300-500KG,COL.+PALA CARGA	13.199,792	10,29	135.825,86
G3J42H20	t ESCOLLERA MARITIMA BLOQUES PIEDRA CALC.1000-2000KG,COL+PALA C	7.923,184	11,49	91.037,38
G3J42H30	t ESCOLLERA MARITIMA BLOQUES PIEDRA CALC.3000-4000KG,COL+PALA CARG	18.025,904	11,91	214.688,52
G3J42H40	t ESCOLLERA MARITIMA BLOQUES PIEDRA CALC.5000-6000KG,COL+PALA CARG	44.799,520	13,56	607.481,49
<b>TOTAL CAPÍTULO CAP 1 Obra Marítima .....</b>				<b>1.187.495,96</b>

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>CAPÍTULO CAP 2 Movimiento de Tierras y Rellenos</b>				
G2A17000	m³ ARENA PARA RELLENO DE PLAYA	233.421,364	27,06	6.316.382,11
G2A18000	m³ GRAVA PARA RELLENO DE PLAYA	14.311,730	10,71	153.278,63
G2211101	m³ EXCAVACIÓN DESMONTE TERR.BLANDO,M.MEC.,CARGA CAM.	6.281,080	1,71	10.740,65
G2212101	m³ EXCAVACIÓN DESMONTE TERR.COMPACT.,M.MEC.,CARGA CAM.	7.205,610	3,33	23.994,68
<b>TOTAL CAPÍTULO CAP 2 Movimiento de Tierras y Rellenos .....</b>				<b>6.504.396,07</b>
<b>TOTAL .....</b>				<b>7.691.892,03</b>

CAPITULO	RESUMEN	EUROS
CAP 1	Obra Marítima .....	1.187.495,96
CAP 2	Movimiento de Tierras y Rellenos .....	6.504.396,07
<b>TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL</b>		<b>7.691.892,03</b>
	13,00 % Gastos generales.....	999.945,96
	6,00 % Beneficio industrial.....	461.513,52
SUMA DE G.G. y B.I.		1.461.459,48
	21,00 % I.V.A.....	1.922.219,91
<b>TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA</b>		<b>10.617.887,75</b>
<b>TOTAL PRESUPUESTO GENERAL</b>		<b>10.617.887,75</b>

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de DIEZ MILLONES SEISCIENTOS DIECISIETE MIL OCHOCIENTOS OCHENTA Y SIETE EUROS con SETENTA Y CINCO CÉNTIMOS

Burriana, febrero de 2019.

**Pascual Artana López**