

REGENERACIÓN DE PLAYA GRANADA (MOTRIL)

DANIEL PRINCIPAL GÓMEZ

MEMORIA



## ÍNDICE

1. ANTECEDENTES .....	2
2. OBJETO DE ESTUDIO .....	2
3. SITUACIÓN ACTUAL.....	2
4. CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA DE PROYECTO .....	3
4.1. GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA .....	3
4.2. BATIMETRÍA .....	3
4.3. TOPOGRAFÍA .....	4
4.4. CLIMATOLOGÍA.....	4
4.5. HIDROLOGÍA.....	5
4.6. EVOLUCIÓN DE LA LÍNEA DE COSTA .....	5
5. CLIMA MARÍTIMO .....	5
6. PROPAGACIÓN DEL OLEAJE.....	6
7. DINÁMICA LITORAL .....	6
8. ELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA .....	6
9. IMPACTO AMBIENTAL .....	7
10. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.....	7
11. ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS.....	7
12. PLAN DE OBRA .....	7
13. CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA.....	8
14. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS .....	8
15. PRESUPUESTO PARA CONOCIMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN .....	8
16. FÓRMULA DE REVISIÓN DE PRECIOS.....	9

## 1. ANTECEDENTES

---

Playa Granada se abastece de los sedimentos que aporta el río Guadalfeo. En el año 2004 se construyó la Presa de Rules sobre dicho río, a la altura de la localidad de Vélez de Benaudalla, 19 km aguas arriba de la desembocadura. Actualmente la presa regula el 85% de la escorrentía del río Guadalfeo, por lo que únicamente llega a las playas una mínima porción del sedimento que solía llegar con anterioridad a la construcción de la presa de Rules.

Este cambio en el aporte de sedimento se ha notado considerablemente estos últimos años en Playa Granada, donde se han tenido que llevar a cabo diversos trabajos de regeneración de la playa con aporte artificial de sedimento en la zona cercana a la desembocadura del río Guadalfeo.

Esta información corresponde al anejo nº1. Antecedentes.

## 2. OBJETO DE ESTUDIO

---

El objetivo principal del proyecto es la regeneración de Playa Granada mediante un aporte artificial de sedimento.

Por otro lado, dicha regeneración pretende:

- Solucionar el problema de falta de sedimento en la zona junto a la desembocadura del río Guadalfeo durante los próximos 2 años.
- Incrementar la calidad de la playa para satisfacer al turismo.

Una vez realizado el estudio de alternativas descrito en el Anejo 6 del presente Trabajo Fin de Máster, se pretende llevar a cabo la alternativa, que tras ser sometida a procesos de análisis y elección, terminó siendo más adecuada para realizar el aporte artificial de sedimento en la zona de estudio. Para la elección de la alternativa se tuvo en cuenta tanto la morfología en planta como el volumen de aportación y el tamaño de grano óptimos.

## 3. SITUACIÓN ACTUAL

---

Playa Granada se encuentra en el término municipal de Motril, provincia de Granada, al sur de la península Ibérica. Está bañada por el Mar Mediterráneo. Se ubica en la llanura deltaica del río Guadalfeo. En su emplazamiento predomina el llano, pero conforme recorremos la costa en ambas direcciones, lo que predominan son zonas de acantilados.

Se sitúa, limitada por el Oeste por la desembocadura del río Guadalfeo, recorriendo 5 kilómetros de línea de costa hasta el Puerto de Motril que la limita por el Este.

A continuación se representa el mapa de localización:

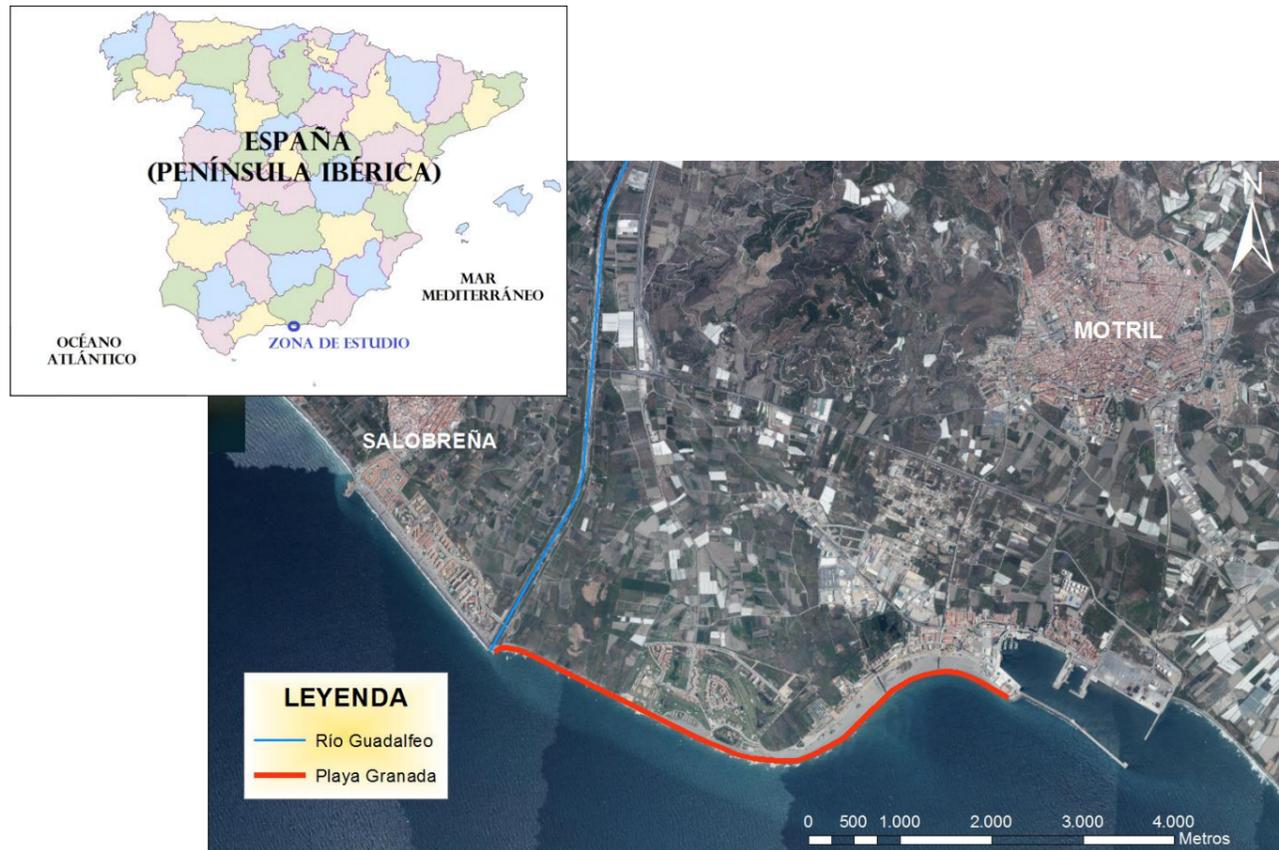


Ilustración 1: Mapa de localización de playa Granada en la Península Ibérica y el término municipal de Motril

## 4. CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA DE PROYECTO

### 4.1. GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA

En nuestra zona de estudio afloran materiales triásicos, antetriásicos y cuaternarios. Todos los materiales antetriásicos se encuentran metamorizados en mayor o menor grado y los materiales triásicos se presentan en algunos afloramientos sin apenas metamorfismo y conservando la mayor parte de los caracteres que ya ostentaban después de su diagénesis; en el resto, también los materiales triásicos han sido intensamente metamorizados. El nivel de metamorfismo conseguido por algunas de las formaciones de estas sucesiones es muy alto, llegándose, aunque solo sea localmente, a la formación de migmatitas.

Geológicamente, la zona de estudio se encuentra en el dominio del Complejo Alpujarride, que se caracteriza por presentar una tectónica muy compleja quedando sus materiales englobados en diferentes escamas o mantos de cabalgamiento que se superponen y yuxtaponen unos a otros. En nuestro caso particular, el Manto de Murtas y el de Alcázar forman el substrato rocoso de la zona,

aunque los materiales predominantes en el área de la localidad estudiada son de edad Cuaternaria, y básicamente depósitos aluviales (arenas y gravas).

Las características geomorfológicas de esta llanura deltaica indican que se trata de un delta dominado por el oleaje, donde los procesos costeros han predominado a lo largo de su desarrollo en la construcción del delta, estando subordinada la influencia fluvial y del régimen de mareas.

### 4.2. BATIMETRÍA

La siguiente imagen muestra la batimetría de la zona de estudio obtenida a partir de MAGRAMA. La distribución de las líneas de nivel siguen dos colores: las líneas amarillas muestran la profundidad cada 1 metro, mientras que las líneas azules muestran la profundidad cada 5 metros.

Se observan dos zonas diferenciadas en cuanto a la batimetría. La primera es la parte de Playa Granada comprendida entre la desembocadura del Río Guadalfeo y la Punta del Santo.

Esta parte presenta una pendiente suave los primeros 250 metros en perpendicular a la línea de costa. A partir de ahí, la pendiente aumenta considerablemente hasta llegar a los 700 metros de distancia perpendicular a la línea de costa, donde la pendiente vuelve a disminuir.

La segunda parte diferenciada es la que comprende entre la Punta del Santo y el Puerto de Motril. Los primeros 200 metros en perpendicular a la línea de costa presenta una pendiente bastante más elevada a la que nos encontramos en la primera parte de la playa antes descrita. Tras esos primeros 200 metros la pendiente se modera.

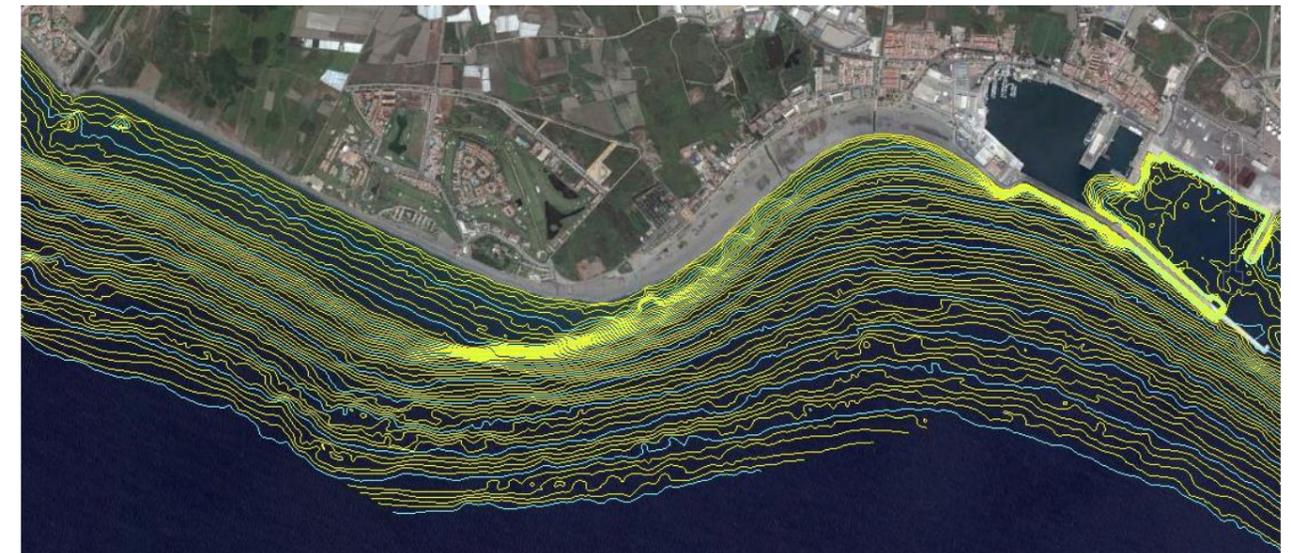


Ilustración 2: Batimetría en la zona de estudio. (Fuente: MAGRAMA)

### 4.3. TOPOGRAFÍA

Seguidamente, se adjunta el Mapa Topográfico Nacional 1:25.000 correspondiente a la zona de Playa Granada. Dicho mapa se ha obtenido de la web del Instituto Geográfico Nacional (IGN).

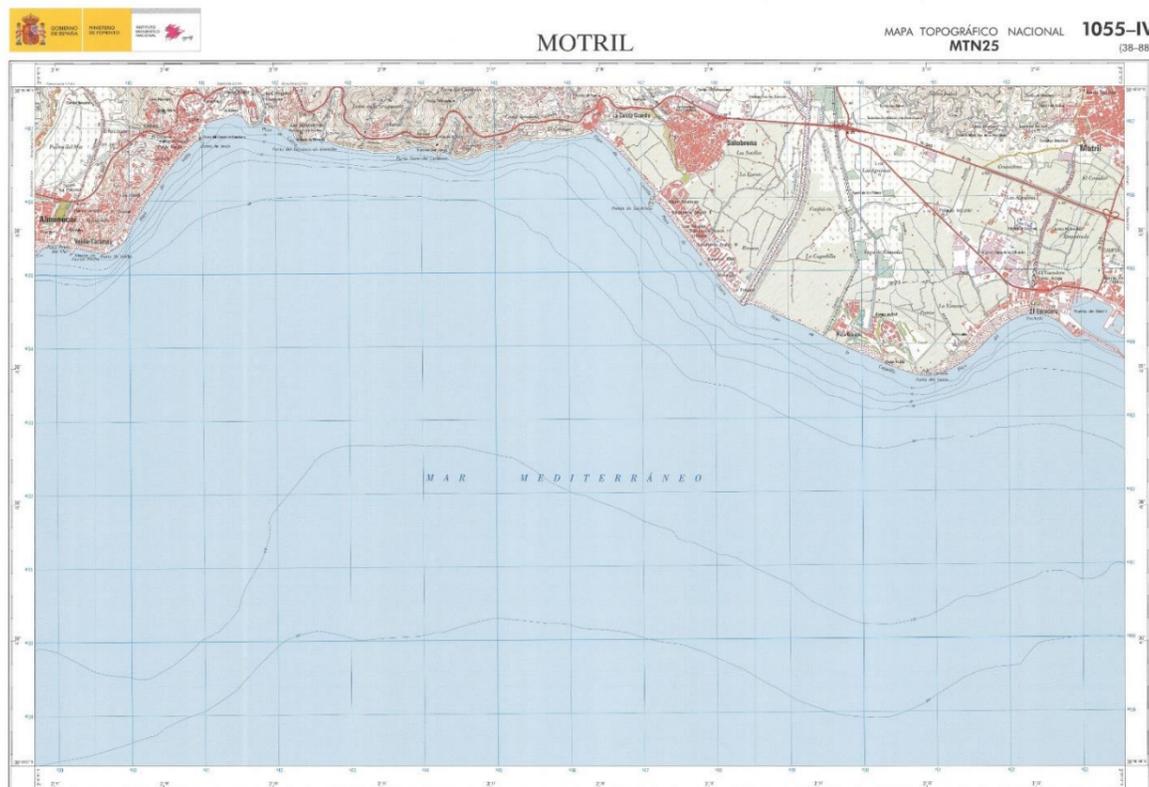


Ilustración 3: Hoja 1055 del Mapa Topográfico Nacional

### 4.4. CLIMATOLOGÍA

La Costa de Granada posee un microclima subtropical, influenciado por la protección de la Sierra de Lújar al norte, que frena los vientos fríos de Sierra Nevada, y el mar cálido de Alborán, situado al Sur, que funciona como regulador térmico.

La temperatura media anual oscila entre los 17 y los 18 grados. Mientras que los veranos son cálidos, rondando entre los 25 y 30 grados, los inviernos son suaves con una media de 12 o 13 grados de temperatura.

En cuanto a las precipitaciones, los meses de Julio y Agosto suelen ser muy secos, mientras que los meses de Diciembre y Enero las precipitaciones rondan los 40 mm. Suele ser frecuentes las lluvias torrenciales.

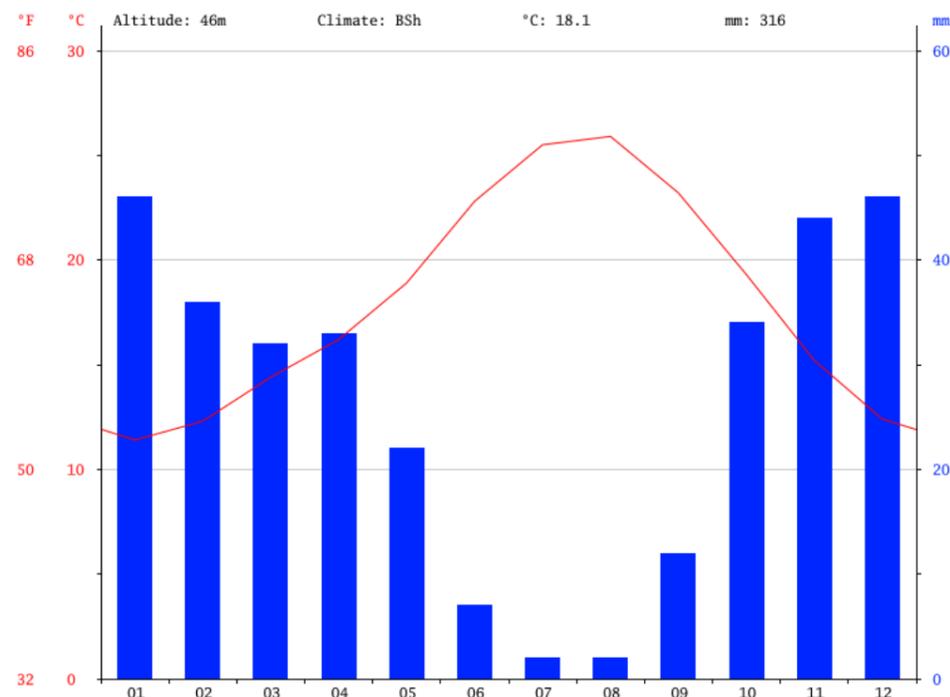


Ilustración 5: Climograma de la ciudad de Motril

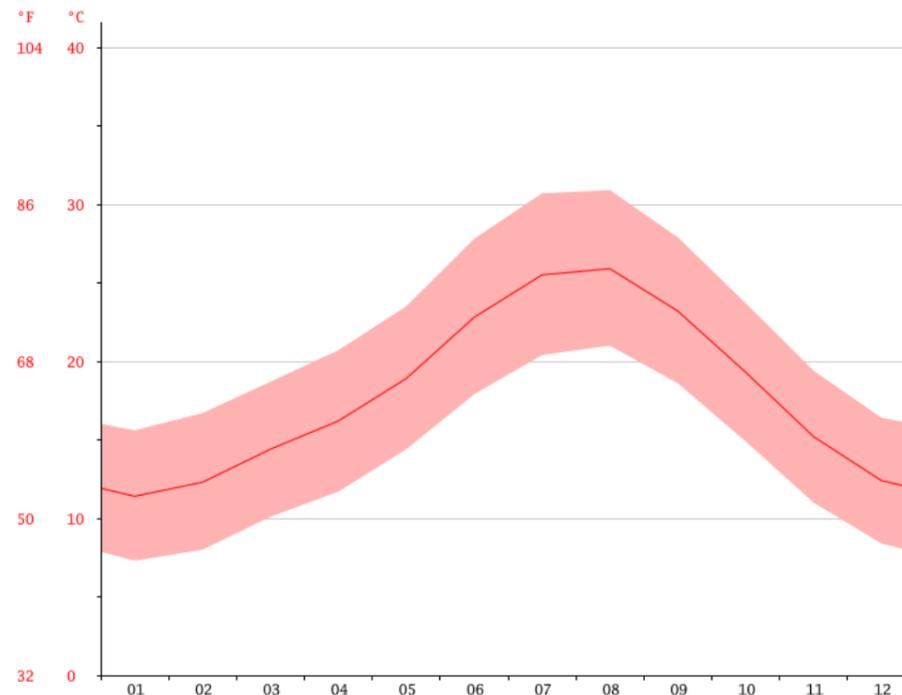


Ilustración 4: Diagrama de temperatura anual de Motril

## 4.5. HIDROLOGÍA

Motril, y sobre todo sus playas, están condicionados por el comportamiento y fenómenos que ocurren en la cuenca del río Guadalfeo.

Dicho río tiene una longitud total próxima a los 70km, con una pendiente media del 4,9%.

El tramo del río cercano a nuestra zona de estudio tiene una longitud de 14 km aproximadamente desde su confluencia con el río Toba hasta el mar, y discurre por la Vega de Motril-Salobreña con una pendiente media del 0,7%.

Existen dos embalses que, actualmente cumplen la función de regular el río Guadalfeo: el embalse de Béznar y el embalse de Rules.

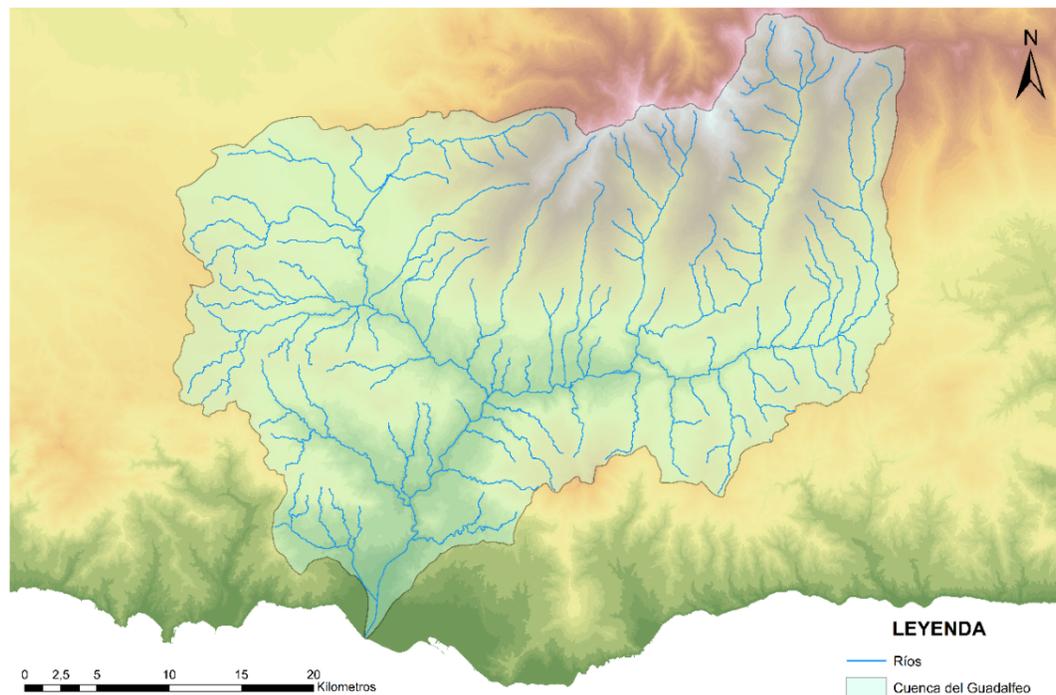


Ilustración 6: Cuenca del Río Guadalfeo

## 4.6. EVOLUCIÓN DE LA LÍNEA DE COSTA

A partir de la construcción de la presa de Rules (2004), en la zona de playa junto a la desembocadura del río Guadalfeo (oeste), la línea de costa ha ido retrocediendo hacia el interior. Sin embargo, a partir de la Punta del Santo hasta el dique de abrigo del Puerto de Motril (este), la línea de costa ha ido avanzando hacia el mar considerablemente.

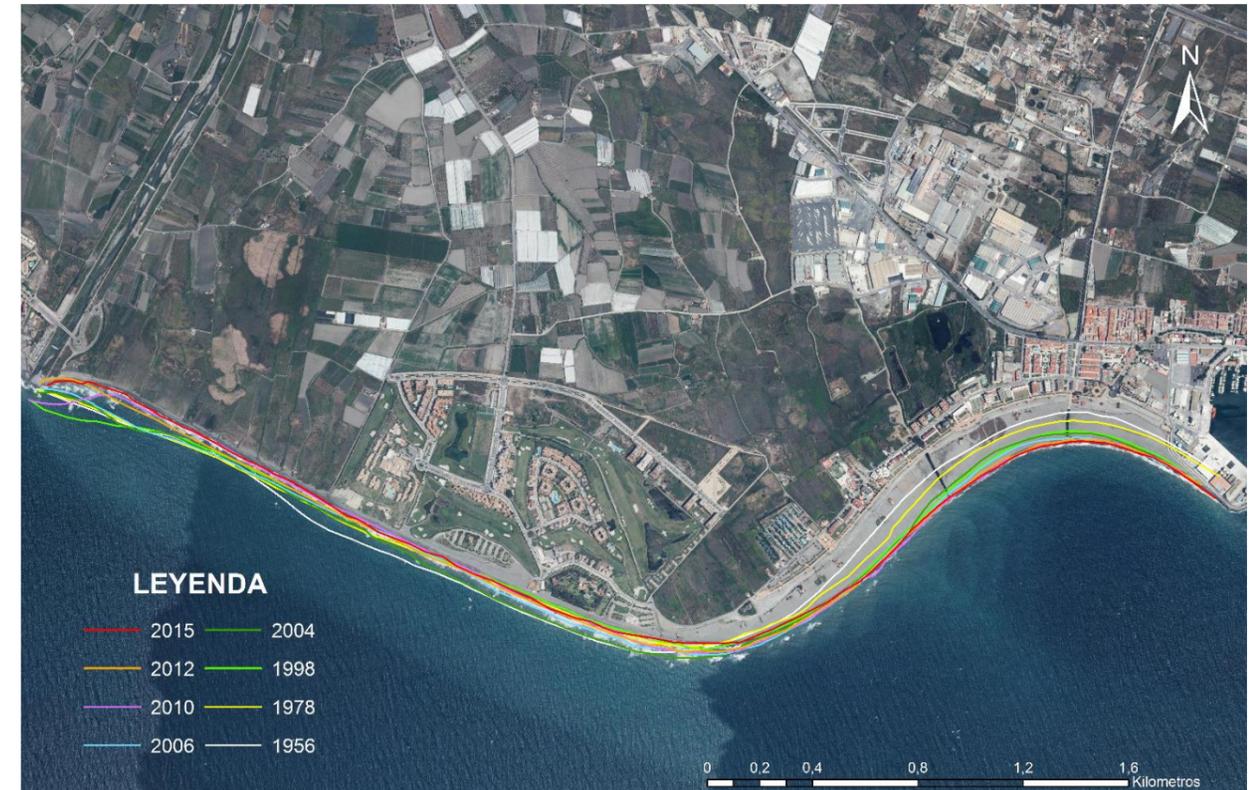


Ilustración 7: Evolución de la línea de costa desde 1956 hasta 2015

## 5. CLIMA MARÍTIMO

Todo análisis escalar tiene como finalidad obtener dos de los tres parámetros importantes para un buen cálculo de cualquier obra marítima. Estos dos parámetros son la altura de ola significativa y el periodo de retorno asociado a esa altura de ola. El tercer y último parámetro a identificar es la dirección del oleaje de diseño. En este apartado, mediante el punto WANA escogido 2041080, se determinarán las direcciones principales de oleaje en la zona de proyecto.

Una forma muy habitual de representar el oleaje existente en una zona marítima teniendo en cuenta su dirección es mediante las llamadas Rosas de oleaje. A continuación se presenta la rosa de oleaje respecto del punto WANA. Muestra la probabilidad de ocurrencia de la altura de ola para cada dirección. Se observa que las direcciones principales y la que presentan mayor porcentaje de altura de ola superior a e metros son, aproximadamente, las direcciones E-SE y O-SO.

Esta información corresponde al anejo nº3. Clima Marítimo.

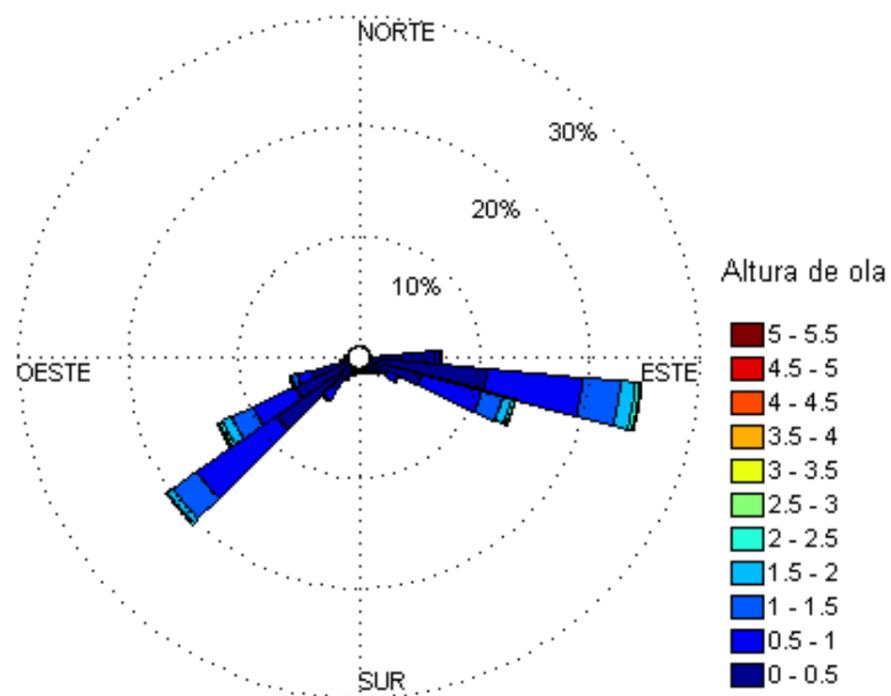


Ilustración 8: Rosa de oleaje construida a partir de datos históricos

## 6. PROPAGACIÓN DEL OLEAJE

Para poder propagar el oleaje, previamente se tiene que calcular la altura de ola de diseño en relación al periodo de retorno y a su vez, para calcular el periodo de retorno es necesario calcular el índice de repercusión económica IRE, y el índice de repercusión social y ambiental ISA. Una vez calculados se obtiene un periodo de retorno de 67,62 años, con lo que la altura de ola es de 5,01 metros.

Se han propagado 12 estados de mar teniendo en cuenta cuatro direcciones de incidencia diferentes. Estas direcciones son 220° y 250° (O-SO), 120° y 100° (S-SE). La altura de ola a propagar es de 5,01 m.

Este valor se ha obtenido de la gráfica de periodo de retorno-altura de ola (régimen extremal) que se encuentra en el Anejo de Clima Marítimo, sabiendo que el periodo de retorno es 67,62 años. Y los periodos se han establecido los valores de 6, 9 y 12 segundos.

Para propagar el oleaje se han utilizado un modelo numérico, haciendo uso del programa Delft3D. Finalmente se obtiene una altura de ola de 4,7 metros (profundidad de 12 metros) que será la altura de ola de diseño.

Todos los datos se encuentran en el anejo nº4. Propagación del oleaje.

## 7. DINÁMICA LITORAL

Dentro de la dinámica litoral se estudiarán los cambios en la altura de ola y el transporte de sedimentos.

En cuanto al transporte de sedimentos, se ha realizado el cálculo con la fórmula de Van Rijn para cada uno de los 341 perfiles que se han creado perpendiculares a la línea de costa de Playa Granada, resultando una tasa bruta anual de 17.25,59 m<sup>3</sup>/año y una tasa neta de 1.028,38 m<sup>3</sup>/año de Oeste a Este.

Esta información corresponde al anejo nº5. Dinámica Litoral.

## 8. ELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA

Se han propuesto diferentes alternativas variando la morfología en planta de la regeneración, el volumen de aportación del sedimento y el tamaño medio del grano. Estas alternativas son valoradas en función de una serie de criterios:

- Eficiencia de la regeneración
- Factor económico
- Factor ambiental

Este estudio de alternativas se basa en un TFM para el Máster de Hidráulica Ambiental (Universidad de Granada) del mismo autor donde se proponen 23 escenarios, y atendiendo a los criterios anteriores, se elegirá un escenario en cuanto a la mejor morfología en planta, el mejor volumen de aportación y el mejor tamaño de grano.

El procedimiento de elección se muestra de forma detallada en el anejo nº6. Estudio de alternativas.

El resultado de dicho estudio de alternativas da como mejor escenario el siguiente:

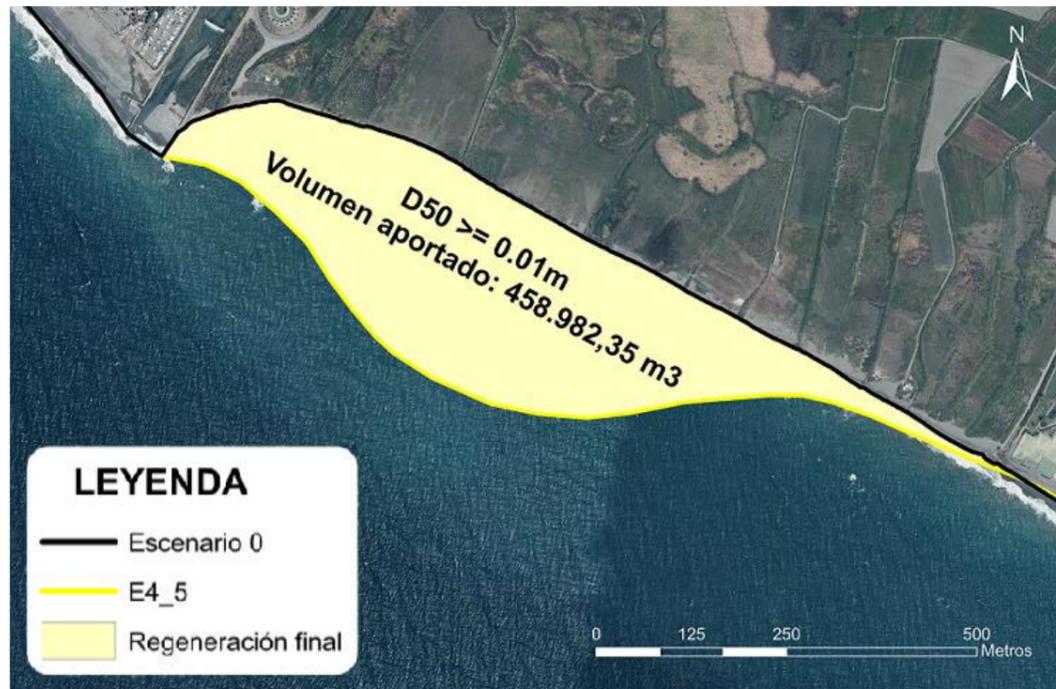


Ilustración 9: Alternativa elegida en cuanto a la morfología en planta, el tamaño de grano y el volumen aportado

## 9. IMPACTO AMBIENTAL

De acuerdo a la Ley 7/2007, de 9 de Julio, de Gestión Integrada de Calidad Ambiental, se encuentran sometidos al proceso de autorización ambiental:

- Las actuaciones, tanto públicas como privadas, así señaladas en el Anexo I.
- La modificación sustancial de las actuaciones anteriormente mencionadas.

En el Anexo I:

Punto 7.8, Obras de alimentación artificial de playas cuyo volumen de aportación de arena supere los 500.000 metros cúbicos o bien que requieran la construcción de diques o espigones.

En este punto se indica que le corresponde el siguiente instrumento de prevención y control ambiental: Autorización Ambiental Unificada (AAU).

En cuanto al presente proyecto, la aportación de arena a la playa tendrá un volumen total de 458.982,35 m<sup>3</sup>, con lo que no supera el volumen que refleja la ley para que el proyecto deba ser sometido al proceso de autorización ambiental. Dicho proyecto no presenta actuaciones como construcción de diques o espigones.

Se concluye finalmente que el presente Trabajo Fin de Máster no necesita del Estudio de Impacto Ambiental.

## 10. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

Según la obligatoriedad fijada en el Real Decreto 1627/97 con fecha de 24 de Octubre, se ha incluido un estudio de Seguridad y Salud en el trabajo coherente con el contenido del Proyecto de ejecución. Este estudio se recoge en el anejo nº16.

El análisis incluye el estudio detallado de la sistemática del trabajo a seguir en las principales partidas del proyecto y la determinación de posibles riesgos tanto individuales como colectivos.

En el apartado de prevención se han dimensionado los medios necesarios de Seguridad y Salud de la obra en base a los riesgos definidos con anterioridad.

De igual manera se han expuesto las condiciones particulares que se han de cumplir en la obra en materia de formación, medicina preventiva y primeros auxilios, dimensionando las instalaciones de higiene y bienestar necesarias.

El P.E.M. correspondiente al estudio de Seguridad y Salud asciende a la cantidad de 65.544,05€

Esta información corresponde al anejo nº8. Estudio de Seguridad y Salud.

## 11. ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS

El presente Estudio de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición (a partir de ahora RCD) del proyecto "Regeneración de Playa Granada (Motril, Granada)" se realiza con el objetivo de dar cumplimiento al Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición. La disposición transitoria única de este decreto, regula la aplicación del mismo, para los proyectos de obra de titularidad pública cuya aprobación se produzca después del 14 de febrero de 2009.

El presupuesto destinado a la gestión de residuos asciende a la cantidad de 42.476,57 €

Esta información corresponde al anejo nº15. Estudio de Gestión de residuos.

## 12. PLAN DE OBRA

Para la ejecución del programa de trabajos, se han seguido las recomendaciones indicadas en la Guía de Buenas Prácticas Para la Ejecución de Obras Marítimas de Puertos del Estado, en cuanto a los procesos constructivos.

La elección de los procesos constructivos es responsabilidad del Contratista. Dichos procesos se ajustarán rigurosamente al Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares y serán sometidos a la aprobación del director de obra.

Se ha desarrollado un programa de trabajos completo, recogiendo las unidades necesarias para ejecutar la obra, estableciendo la red de dependencias y relaciones entre actividades, y asignando los medios adecuados teniendo en cuenta los rendimientos de los distintos equipos y fijando las duraciones

de cada actividad en el tiempo, existiendo plena coherencia entre el plan de obra y la metodología constructiva.

En el Anejo 10. Plan de Obra se representa el diagrama de Gantt, que muestra una duración total de la obra de 445 días.

### 13. CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA

Para la realización de este estudio se ha seguido lo previsto en el Real Decreto Legislativo 3/2011, de 14 de noviembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Contratos del Sector Público, teniendo en cuenta el Reglamento general de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, según los cuales se procederá a la Clasificación del Contratista y a la categoría del Contrato.

Este proyecto se basa en la aportación de arenas de playa y su posterior reparto. Por lo que, de acuerdo con estas consideraciones y resultados, la clasificación propuesta a exigir al contratista será:

Grupo A: Movimiento de tierras y perforaciones

Subgrupo 2. Explanaciones

Categoría: f

De forma más detallada en el anejo nº19. Clasificación del contratista.

### 14. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

Para la determinación de los precios unitarios se parte de los elementos que forman la unidad, divididos en los conceptos siguientes: Costes Directos más los costes indirectos

Precio de coste de la mano de Obra:

Se han tomado como precios base para la mano de obra, los que rigen en la actualidad según la base de precios de la Junta de Andalucía.

Precio de coste horario del equipo de maquinaria:

El plazo de ejecución de las obras, y la magnitud del presupuesto, parecen aconsejar que, en principio, se deseché por antieconómica, la adquisición de maquinaria destinada exclusivamente a la ejecución de las obras que comprende el presente Proyecto. De acuerdo con esta idea, se ha solicitado información de las diferentes casas que, en las proximidades del lugar de ubicación de las obras, se dedican al alquiler de maquinaria de las características necesarias para estos trabajos. El resultado de esta información ha confirmado los supuestos, ya que los precios ofrecidos son más bajos que los que en este servicio se conocen y se han deducido para obras similares en el caso de utilización de maquinaria propiedad del Contratista.

Precio de los materiales a pie de obra:

Puesto que los costes obtenidos de los materiales a pie de obra son de uso común en la zona, se inserta un Cuadro-Resumen de dichos costes, al amparo de lo establecido en la O.M. de Obras Públicas de 14 de Marzo de 1969, en su apartado 1.2. El precio a pie de obra de cada material es el resultante de sumar al coste en almacén suministrador, el importe correspondiente a Carga, Descarga y Transporte.

Toda la información referida a la justificación de precios se encuentra en el anejo nº 12. Justificación de precios.

### 15. PRESUPUESTO PARA CONOCIMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN

CAPÍTULO	RESUMEN	EUROS	%
C1	ACTUACIONES PREVIAS	40.326,00 €	0,8
C2	FORMACIÓN DE PLAYA	4.910.227,28 €	96,94
C3	SEGURIDAD Y SALUD	69.476,69 €	1,37
C4	GESTIÓN DE RESIDUOS	45.014,87 €	0,89
<b>TOTAL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL</b>		<b>5.065.044,84 €</b>	
	Gastos generales (13%)	658.455,83 €	
	Beneficio industrial (6%)	303.902,69 €	
	SUMA DE G.G. y B.I.	962.358,52 €	
	I.V.A. (21%)	1.265.754,71 €	
<b>TOTAL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA</b>		<b>7.293.158,07 €</b>	
	EXPROPIACIONES E INDEMNIZACIONES	- €	
	SERVICIOS AFECTADOS TELEFONICA	- €	
	SERVICIOS AFECTADOS ENDESA	- €	
<b>TOTAL PRESUPUESTO PARA CONOCIMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN</b>		<b>7.293.158,07 €</b>	

Asciende el presente presupuesto para conocimiento de la Administración a la expresada cantidad de SIETE MILLONES, DOSCIENTOS NOVENTA Y TRES MIL, CIENTO CINCUENTA Y OCHO EUROS CON SIETE CÉNTIMOS (7.293.158,07 €).



## 16. FÓRMULA DE REVISIÓN DE PRECIOS

---

La justificación de la fórmula de revisión escogida se desarrolla en el anejo N° 22. Fórmula de revisión de precios, y se basa en la asignación de fórmulas tipo a los distintos capítulos del proyecto, en la ponderación de los coeficientes de las mismas y en la elección de la fórmula más similar a la obtenida.

En este caso fue la fórmula 641, para obras de acondicionamiento del litoral y senderos litorales:

$$K_t = 0,06C_t/C_0 + 0,03E_t/E_0 + 0,01L_t/L_0 + 0,13M_t/M_0 + 0,01O_t/O_0 + 0,16R_t/R_0 + 0,06S_t/S_0 + 0,54$$

Estos datos se corresponden al anejo n° 14. Fórmula de revisión de precios.