



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE FOMENTO

MINISTERIO  
DE AGRICULTURA Y PESCA,  
ALIMENTACIÓN Y  
MEDIO AMBIENTE

**CEDEX**  
CENTRO DE ESTUDIOS  
Y EXPERIMENTACIÓN  
DE OBRAS PÚBLICAS

## **INFORME TÉCNICO**

para

**Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente**

Secretaría de Estado de Medio Ambiente

Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar

### **3.3 ESTUDIOS DE DINÁMICA LITORAL, DEFENSA Y PROPUESTAS DE MEJORA EN LAS PLAYAS CON PROBLEMAS EROSIVOS, CONSIDERANDO LOS EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO:**

**3.3.2 Estudio de problemas específicos:**

**ESTRATEGIA DE ACTUACIÓN EN LA COSTA DE GRANADA**

INFORME

Clave CEDEX: 22-414-5-006

Madrid, 2017

---

**Centro de Estudios de Puertos y Costas**





GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE FOMENTO

MINISTERIO  
DE AGRICULTURA Y PESCA,  
ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE

**CEDEX**  
CENTRO DE ESTUDIOS  
Y EXPERIMENTACIÓN  
DE OBRAS PÚBLICAS

TÍTULO:

3.3 ESTUDIOS DE DINÁMICA LITORAL, DEFENSA Y PROPUESTAS DE MEJORA EN LAS PLAYAS CON PROBLEMAS EROSIVOS, CONSIDERANDO LOS EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO:

3.3.2 Estudio de problemas específicos:  
ESTRATEGIA DE ACTUACIÓN EN LA COSTA DE GRANADA

INFORME

CLIENTE:

Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar

EL PRESENTE INFORME CONSTITUYE UN DOCUMENTO OFICIAL DE ESTE TRABAJO Y, DE ACUERDO CON LAS NORMAS GENERALES DEL ORGANISMO, SU ENTREGA SUPONE EL CUMPLIMIENTO DE LAS ACTUACIONES TÉCNICAS DEL MISMO REFERENTES A LA MATERIA OBJETO DEL INFORME.

## VALIDEZ OFICIAL

VISTO EL CONTENIDO DEL INFORME Y SIENDO ACORDE CON LAS CLAUSULAS DEL CONVENIO DE COLABORACION CORRESPONDIENTE, SE PROPONE AUTORIZAR SU EMISIÓN.

EL DIRECTOR DEL CENTRO  
DE ESTUDIOS DE PUERTOS Y COSTAS

Fdo. Ramón Gutierrez Serret.

AUTORIZA LA EMISIÓN DEL INFORME:

Madrid, a      de      de 2017

EL DIRECTOR DEL CEDEX

Fdo. Mariano Navas Gutiérrez

SÓLO SON INFORMES OFICIALES DEL CENTRO DE ESTUDIOS Y EXPERIMENTACIÓN DE OBRAS PÚBLICAS (CEDEX) LOS REFRENDADOS POR SU DIRECCIÓN.



### 3.3 ESTUDIOS DE DINÁMICA LITORAL, DEFENSA Y PROPUESTAS DE MEJORA EN LAS PLAYAS CON PROBLEMAS EROSIVOS, CONSIDERANDO LOS EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO:

#### 3.3.2 Estudio de problemas específicos: ESTRATEGIA DE ACTUACIÓN EN LA COSTA DE GRANADA

(CLAVE CEDEX: 22-414-5-006)

#### ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>7</b>
1.1 Objetivos .....	7
1.2 Antecedentes .....	7
1.3 Actuaciones recientes en la costa de Granada.....	20
1.3.1 Actuaciones recientes en el T.M. de Almuñécar .....	20
1.3.2 Actuaciones recientes en el T.M. de Salobreña .....	21
1.3.3 Actuaciones recientes en el T.M. de Motril .....	23
1.3.4 Actuaciones recientes en el T.M. de Gualchos .....	23
1.3.5 Actuaciones recientes en el T.M. de Rubite .....	24
1.3.6 Actuaciones recientes en el T.M. de Polopos .....	24
1.3.7 Actuaciones recientes en el T.M. de Sorvilán .....	25
1.3.8 Actuaciones recientes en el T.M. de Albuñol .....	25
1.4 Bases, fuentes y soporte técnico de este informe .....	25
1.5 Estructura del informe técnico .....	27
<b>2. ESTUDIO MORFOLÓGICO DE LA COSTA DE GRANADA.....</b>	<b>28</b>
2.1 Descripción general del frente costero.....	28
2.2 Unidades fisiográficas .....	28
2.3 Obras más importantes .....	30
2.3.1 Obras portuarias .....	30
2.3.1.1 Puerto deportivo Marina del Este.....	30
2.3.1.2 Puerto de Motril.....	30
2.3.2 Obras costeras .....	33
2.3.2.1 Obras costeras en el T. M. de Almuñécar .....	33
2.3.2.2 Obras costeras en el T. M. de Salobreña .....	33
2.3.2.3 Obras costeras en el T. M. de Motril.....	34
2.3.2.4 Obras costeras en el T. M. de Lujar.....	34
2.3.2.5 Obras costeras en el T. M. de Polopos.....	34
2.3.2.6 Obras costeras en el T. M. de Sorbilan .....	35
2.3.2.7 Obras costeras en el T. M. de Albuñol.....	35
2.4 Descripción de las playas .....	37
2.4.1 Playas del T.M. de Almuñécar.....	39
2.4.1.1 Playa de Cantarriján.....	40
2.4.1.2 Playa de Calaíza .....	40
2.4.1.3 Playa de La Herradura.....	40
2.4.1.4 Playa de Los Berenguales .....	40



OSDEX

2.4.1.5 Playa de El Muerto .....	40
2.4.1.6 Playa de Cotobro.....	41
2.4.1.7 Playa de La Veintiuna .....	41
2.4.1.8 Playa de El Rincón de la China.....	41
2.4.1.9 Playa de San Cristóbal.....	41
2.4.1.10 Playa de Caletilla.....	41
2.4.1.11 Playa de Puerta del Mar .....	42
2.4.1.12 Playa de Velilla .....	43
2.4.1.13 Playa de Tesorillo .....	43
2.4.1.14 Playa del Pozuelo.....	43
2.4.1.15 Playa de Calabajío .....	44
2.4.1.16 Playa de Cabria.....	44
2.4.1.17 Playa de Corrubico.....	44
2.4.1.18 Playa de Barranco de Enmedio.....	44
2.4.2 Playas del T.M. de Salobreña.....	45
2.4.2.1 Playa de El Cambrón .....	45
2.4.2.2 Playa de El Caletón.....	45
2.4.2.3 Playa de La Guardia .....	45
2.4.2.4 Playa de La Charca.....	46
2.4.2.5 Playa de Salobreña / La Cagailla.....	47
2.4.3 Playas del T.M. de Motril .....	47
2.4.4 Playa de Granada.....	48
2.4.4.1 Playa de El Pelaillo .....	48
2.4.4.2 Playa de Las Azucenas.....	48
2.4.4.3 Playa de Torrenueva.....	49
2.4.4.4 Playa de La Joya.....	49
2.4.4.5 Playa de La Chucha.....	49
2.4.4.6 Playa de Carchuna.....	50
2.4.4.7 Playa de Calahonda.....	50
2.4.5 Playas del T.M. de Gualchos.....	50
2.4.5.1 Playa de La Rijana .....	51
1.1.1.1 Playa de Sotillo.....	51
2.4.6 Playas del T.M. de Lujar .....	51
2.4.6.1 Playa de Cambriles .....	52
2.4.7 Playas del T.M. de Rubite.....	52
2.4.7.1 Playa de El Lance .....	53
2.4.7.2 Playa de Casarones .....	53
2.4.8 Playas del T.M. de Polopos .....	53
2.4.8.1 Playa de Castillo de Baños .....	54
2.4.8.2 Playa de La Mamola .....	54
2.4.9 Playas del T.M. de Sorvilán .....	54
2.4.9.1 Playa de Los Yesos .....	55
2.4.9.2 Playa de Las Cañas .....	55
2.4.9.3 Playa de Melicena.....	56
2.4.10 Playas del T.M. de Albuñol .....	56
2.4.10.1 Playa de El Gaiterillo .....	57
2.4.10.2 Playa de El Cuervo.....	57
2.4.10.3 Playa de Cala Chilches .....	57
2.4.10.4 Playa de El Ruso.....	58
2.4.10.5 Playa de La Playiya.....	58
2.4.10.6 Playa de La Rábita .....	59
2.4.10.7 Playa de El Pozuelo .....	59
<b>2.5 Plataforma costera .....</b>	<b>59</b>
<b>2.6 Red fluvial.....</b>	<b>72</b>
<b>3. CLIMA MARÍTIMO .....</b>	<b>74</b>



CEDEX

<b>3.1 Oleaje</b> .....	<b>74</b>
3.1.1 Fuentes de datos de oleaje .....	74
3.1.1.1 Datos de oleaje de los informes técnicos del CEDEX .....	74
3.1.1.2 Datos de oleaje del estudio de la Estrategia de Sostenibilidad de la Costa .....	76
3.1.1.3 Datos de oleaje de Puertos del Estado.....	77
3.1.2 Análisis de los datos de oleaje .....	78
3.1.2.1 Análisis de los datos del informe técnico sobre la playa de Velilla (2000) .....	78
3.1.2.2 Análisis de los datos del Estudio de Sostenibilidad de la Costa de ALATEC .....	80
3.1.2.3 Análisis de los datos de oleaje de Puertos del Estado .....	81
3.1.2.4 Análisis de los datos altura de ola de la rosa de oleaje.....	82
3.1.2.5 Análisis de los datos altura vs período .....	83
3.1.2.6 Resumen de los datos de Puertos del Estado.....	84
3.1.3 Análisis de los datos extremales de oleaje .....	84
3.1.3.1 Análisis de los datos extremales de oleaje de Puertos del Estado .....	84
3.1.3.2 Resumen de las alturas máximas.....	86
3.1.4 Caracterización del oleaje en el tramo de costa .....	86
3.1.4.1 Direcciones de oleaje.....	86
3.1.4.2 Altura de ola significativa .....	86
<b>3.2 Viento</b> .....	<b>86</b>
3.2.1 Datos de viento del Estudio de Sostenibilidad de la Costa de ALATEC.....	87
3.2.2 Datos de viento de Puertos del Estado .....	87
3.2.2.1 Análisis de los datos de la rosa de viento.....	87
3.2.2.2 Análisis de los histogramas de viento.....	88
3.2.3 Análisis de los datos extremales de viento .....	90
3.2.4 Caracterización del viento en el tramo de costa .....	91
<b>3.3 Variaciones del nivel del mar</b> .....	<b>91</b>
3.3.1 Variaciones del nivel del mar de Puertos del Estado .....	91
<b>4. DINÁMICA LITORAL</b> .....	<b>93</b>
<b>4.1 Fuente y naturaleza de los sedimentos</b> .....	<b>93</b>
4.1.1 Fuentes y sumideros de sedimentos.....	93
4.1.2 Aportaciones a la costa .....	94
4.1.3 Características de los sedimentos.....	94
4.1.3.1 Características de los sedimentos de los informes técnicos del CEDEX.....	94
4.1.3.2 Características de los sedimentos de las Ecocartografías .....	97
<b>4.2 Propagaciones</b> .....	<b>97</b>
4.2.1 Propagaciones de oleaje en la playa de Velilla (CEDEX 2000) .....	98
4.2.2 Propagaciones de oleaje en las playas del delta del río Guadalfeo (CEDEX 1993) .....	101
4.2.3 Propagaciones de oleaje en la playa de Calahonda (CEDEX 1993) .....	103
<b>4.3 Transporte sólido litoral</b> .....	<b>105</b>
4.3.1 Transporte sólido litoral en las playas de Granada (ALATEC 2007) .....	105
4.3.2 Transporte sólido litoral en la playa de Velilla de Almuñecar (CEDEX 2000).....	108
4.3.2.1 Evidencias morfológicas del transporte longitudinal.....	109
4.3.2.2 Cálculo teórico del transporte longitudinal.....	109
4.3.3 Transporte sólido litoral en las playas de Salobreña, Cagailla y Pelaillo (CEDEX 1993) ..	110
4.3.3.1 Cálculo teórico del transporte longitudinal en el Delta del río Guadalfeo.....	111
4.3.3.2 Cálculo del transporte longitudinal por evolución de la línea de costa.....	112
4.3.4 Transporte sólido litoral en la playa de Torrenueva (CEDEX 1979, 1986 y 1999) .....	113
4.3.4.1 Cálculo del transporte longitudinal (CEDEX 1979).....	114
4.3.4.2 Cálculo del transporte longitudinal (CEDEX 1986).....	114
4.3.4.3 Cálculo del transporte longitudinal (CEDEX 1999).....	114
<b>4.4 Comportamiento del perfil de playa</b> .....	<b>114</b>
4.4.1 Perfil teórico a considerar .....	115
4.4.2 Profundidad de cierre en las costas de Granada .....	116
4.4.2.1 Playa de Torrenueva (gran escala).....	117



CEDEX

4.4.2.2 Playa de Malagueta (media escala).....	118
<b>5. EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO .....</b>	<b>121</b>
5.1 Estudios que se ocupan de ello.....	121
5.2 Estrategia de adaptación.....	121
5.2.1 Análisis considerando el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático .....	121
5.2.2 Análisis considerando los Impactos en la Costa Española por efecto del Cambio Climático .....	122
5.2.3 Análisis considerando la Elaboración de los Mapas de Peligrosidad y Riesgo requeridos por el Real Decreto 903/2010 en la Costa Española.....	125
5.2.4 Análisis considerando el Estudio de la Estrategia de Sostenibilidad de la Costa.....	125
5.3 Respuesta de la costa y valores medios .....	126
<b>6. EVOLUCIÓN DE LA COSTA DE GRANADA .....</b>	<b>131</b>
6.1 Evolución histórica de la costa de Granada.....	131
6.2 Evolución reciente de la costa de Granada.....	135
1.1.2 Fuentes de información para caracterizar la evolución reciente de la costa .....	135
6.2.1 Evolución del puerto de Motril y su costa .....	136
6.2.2 Planos de Evolución de la Línea de Costa del CEDEX .....	139
6.2.3 Evolución reciente .....	149
6.2.3.1 Playa de La Herradura (Almuñecar) .....	150
6.2.3.2 Playas de San Cristóbal y Puerta del Mar de Almuñecar .....	150
6.2.3.3 Playa de Velilla (Almuñecar) .....	152
6.2.3.4 Playas de La Guardia y La Charca de Salobreña.....	153
6.2.3.5 Playas de Cagailla o Salobreña, y Granada y Pelaillo de Motril.....	154
6.2.3.6 Playas de Las Azucenas y Torrenueva (Motril) .....	156
6.2.3.7 Playa de El Sotillo (Castell de Ferro) de Gualchos.....	158
6.2.3.8 Playa de La Mamola (Polopos) .....	158
6.2.3.9 Playa de La Rábida (Albuñol) .....	159
6.2.3.10 Playa del Pozuelo (Albuñol) .....	160
<b>7. ZONIFICACIÓN PARA LA ESTRATEGIA DE ACTUACIÓN.....</b>	<b>161</b>
7.1 Consideraciones previas .....	161
7.2 Zonificación de las actuaciones .....	161
7.3 Condicionantes de la actuación .....	165
7.4 Estudios anteriores con propuestas de actuación .....	165
7.4.1 Propuestas de actuación en el estudio de ALATEC (2007) .....	165
7.4.1.1 Propuestas de actuación en el tramo entre Adra y Gualchos .....	166
7.4.1.2 Propuestas de actuación en el tramo entre Motril y Salobreña .....	166
7.4.1.3 Propuestas de actuación en el tramo entre Salobreña y Almuñecar.....	167
7.4.2 Propuestas de actuación en el informe CEDEX 1993.....	167
7.5 Tramos de actuación.....	168
<b>8. TIPOS DE ALTERNATIVAS .....</b>	<b>169</b>
8.1 Tipos de alternativas de actuación a considerar .....	169
8.2 Ámbito de los tipos de alternativas de actuación.....	170
<b>9. ACTUACIONES EN EL TRAMO 1: LA HERRADURA – PUERTO DE MOTRIL ..</b>	<b>171</b>
9.1 Actuaciones propuestas en trabajos anteriores en el Tramo 1.....	172
9.2 Situación y comportamiento general del tramo 1 en la actualidad.....	174
9.2.1 Situación y comportamiento en el Sector 1: La Herradura.....	174
9.2.2 Situación y comportamiento del Sector 2: Almuñecar-Velilla.....	175



9.2.2.1 Subsectores 2.1 y 2.2: Playa de San Cristóbal - Playa de Puerta del Mar .....	175
9.2.2.2 Subsector 2.3: Playa de Velilla .....	176
9.2.3 Situación y comportamiento en el Sector 3: Salobreña - Puerto de Motril.....	177
<b>9.3 Zonas sensibles del Tramo 1 .....</b>	<b>178</b>
<b>9.4 Actuaciones propuestas en el Tramo 1 .....</b>	<b>178</b>
<b>9.5 Resumen de propuestas de actuación del Tramo 1 .....</b>	<b>182</b>
<b>9.6 Necesidades sedimentarias en el Tramo 1.....</b>	<b>184</b>
<b>10. ACTUACIONES EN EL TRAMO 2: PUERTO DE MOTRIL - CALAHONDA.....</b>	<b>185</b>
<b>10.1 Actuaciones propuestas en trabajos anteriores en el Tramo 2 .....</b>	<b>186</b>
<b>10.2 Situación y comportamiento general del Tramo 2 en la actualidad .....</b>	<b>187</b>
10.2.1 Situación y comportamiento en el Sector 4: Las Azucenas y Torrenueva.....	187
10.2.2 Situación y comportamiento en el Sector 5: La Chucha, Carchuna y Calahonda .....	188
<b>10.3 Zonas sensibles del Tramo 2 .....</b>	<b>188</b>
<b>10.4 Actuaciones propuestas en el Tramo 2 .....</b>	<b>189</b>
<b>10.5 Resumen de propuestas de actuación del Tramo 2 .....</b>	<b>192</b>
<b>10.6 Necesidades sedimentarias en el Tramo 2.....</b>	<b>193</b>
<b>11. ACTUACIONES EN EL TRAMO 3: CALAHONDA – EL POZUELO.....</b>	<b>194</b>
<b>11.1 Actuaciones propuestas en trabajos anteriores en el Tramo 3 .....</b>	<b>195</b>
<b>11.2 Situación y comportamiento general del Tramo 3 en la actualidad .....</b>	<b>196</b>
11.2.1 Situación y comportamiento en el Sector 6: Playas de Sotillo y Cambriles .....	196
11.2.2 Situación y comportamiento en el Sector 7: Playas de Casarones - Castillo de Baños ..	196
11.2.3 Situación y comportamiento en el Sector 8: Playas de La Mamola y Los Yesos .....	198
11.2.4 Situación y comportamiento en el Sector 9: Playas de Las Cañas y Melicena .....	200
11.2.5 Situación y comportamiento en el Sector 10: Playas de La Rábita y El Pozuelo .....	201
<b>11.3 Zonas sensibles en el Tramo 3 .....</b>	<b>204</b>
<b>11.4 Actuaciones propuestas en el Tramo 3 .....</b>	<b>204</b>
<b>11.5 Resumen de propuestas de actuación del Tramo 3 .....</b>	<b>209</b>
<b>11.6 Necesidades sedimentarias en el Tramo 2.....</b>	<b>210</b>
<b>12. PRIORIZACIÓN Y FASES DE ACTUACIÓN.....</b>	<b>211</b>
<b>12.1 Metodología para la priorización de actuaciones.....</b>	<b>211</b>
<b>12.2 Variables de priorización.....</b>	<b>211</b>
12.2.1 Variables sociales.....	211
12.2.2 Variables medioambientales .....	212
12.2.3 Variables económicas .....	212
12.2.4 Variables de seguridad.....	212
<b>12.3 Condicionantes de priorización de las actuaciones .....</b>	<b>212</b>
<b>12.4 Prioridades de las actuaciones .....</b>	<b>214</b>
12.4.1 Prioridades de actuación en el Tramo 1: La Herradura – Puerto de Motril.....	214
12.4.2 Prioridades de actuación en el Tramo 2: Puerto de Motril - Calahonda .....	217
12.4.3 Prioridades de actuación en el Tramo 3: Calahonda - El Pozuelo.....	218
<b>12.5 Resumen de las actuaciones propuestas.....</b>	<b>224</b>
<b>12.6 Consideraciones para realizar las Fases de actuación.....</b>	<b>231</b>
<b>13. CONCLUSIONES.....</b>	<b>233</b>



CEDEX

**13.1 Alternativas de actuación ..... 233**  
**13.2 Mantenimiento y gestión ..... 237**

**Anejo A-I:** Referencias técnicas

**Anejo A-II:** Presupuesto alternativas de actuación

**Anejo A-III:** Fichas de actuación

**Anejo A-IV:** Fotografías verticales históricas de la costa de Granada

## **1. INTRODUCCIÓN**

### **1.1 OBJETIVOS**

El presente informe técnico se redacta a solicitud de la Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, dentro del marco de cooperación plasmado en el convenio de colaboración entre la Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar y el Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX), a través del Centro de Estudios de Puertos y Costas del CEDEX, mediante un acuerdo para la Encomienda de Gestión para la realización de asistencia técnica, investigación y desarrollo tecnológico.

El objetivo del trabajo se centra en estudiar todo el frente costero de Granada, basándose para ello en todos los trabajos y datos efectuados en la zona, y actualizando aquellos que sean necesarios. Una vez realizado esto; detectar las zonas con problemas y vislumbrar una solución de alcance, analizando las soluciones que otros trabajos han propuesto, teniendo en cuenta las variables que conforman el problema, y los múltiples valores paisajísticos, ambientales y de todo tipo del área.

Formalmente, los puntos a desarrollar en este informe, se pueden resumir en los siguientes puntos:

1. Estudio morfológico de la costa granadina: Unidades fisiográficas, obras costeras y portuarias, descripción de las playas, plataforma costera y red fluvial
2. Análisis y descripción del clima marítimo frente a la costa granadina
3. Estudio de dinámica litoral, sedimentos y perfiles de playa
4. Estudio de los efectos del cambio climático en las playas granadinas
5. Análisis de la evolución de la costa hasta la actualidad y comportamiento evolutivo reciente
6. Zonificación de las actuaciones
7. Análisis de propuestas realizadas en trabajos e informes anteriores
8. Condicionantes y tipos de actuaciones
9. Propuesta de actuaciones
10. Priorización y fases de realización

### **1.2 ANTECEDENTES**

La costa de Granada comprende desde el término municipal de Almuñecar, al oeste, hasta el de Albuñol, al este. En comparación con otros tramos de la costa sur levantina española, ha tenido un desarrollo reciente. Ejemplo de ello es la cantidad de obras de defensa de playa que se han construido desde la edición del PIDU (Plan Indicativo de Usos del Dominio Público Litoral) de 1976 hasta la actualidad. Así, de las veintiséis obras de defensa de costas inventariada para esta Estrategia, solamente existía una entonces más un pequeño dique longitudinal de escollera al final de la entonces playa de Fuentepiedra, hoy desaparecida.

Las fotografías que se muestran a continuación son elocuentes de este cambio producido en algo más de 35 años. Se han escogido aquellos lugares donde en la actualidad hay obras de defensa y entonces no: Almuñecar-Velilla, Torrenueva, Castell de Ferro y La Mamola.



Figura 1.1: Playa de San Cristóbal, en primer plano y de Puerta del Mar, al fondo, de Almuñecar en el PIDU de 1976 (Fuente: MOP)



Figura 1.2: Playa de San Cristóbal, primer plano y de Puerta del Mar, al fondo, de Almuñecar en la actualidad (Fuente: MAGRAMA)



Figura 1.3: Playas de Velilla, Tesorillo y Pozuelo de Almuñecar en el PIDU de 1976 (Fuente: MOP)



Figura 1.4: Playa de Velilla de Almuñecar en la actualidad (Fuente: MAGRAMA)



*Figura 1.5: Playa de Torrenueva en el PIDU de 1976 (Fuente: MOP)*



*Figura 1.6: Playa de Torrenueva de Almuñecar en la actualidad (Fuente: MAGRAMA)*



Figura 1.7: Playas de Castell de Ferro (Sotillo y Cambriles) en el PIDU de 1976 (Fuente: MOP)



Figura 1.8: Playas de Castell de Ferro en la actualidad (Fuente: MAGRAMA)



*Figura 1.9: Playas de La Mamola y Los Yesos en el PIDU de 1976 (Fuente: MOP)*



*Figura 1.10: Playas de La Mamola en la actualidad (Fuente: MAGRAMA)*

El primero de los trabajos que preveía diversas actuaciones en la costa granadina para mejorar el estado de sus playas fue el PIDU, (Plan Indicativo de Usos del Dominio Público Litoral) de 1976. En él se plantearon las siguientes actuaciones:

- Playa de La Guardia de Salobreña: Cuatro espigones, tres en T y uno en L, y una alimentación de sedimento.
- Playa de Torrenueva: Doce espigones y alimentación de arena.
- Playa de Carchuna: Dos diques de encauzamiento para una marina, dos espigones y alimentación de arena.
- Playa de Castell de Ferro (Sotillo y Cambriles): Cinco espigones y alimentación de arena.
- Playa de La Mamola: Dos diques de encauzamiento para una rambla, dos espigones y alimentación de arena.
- Playa del Gaiterillo de Albuñol): Cuatro espigones y alimentación de arena.
- Playa de El Pozuelo de Albuñol: Cinco espigones y alimentación de arena.

A continuación se muestran los fotoplanos del PIDU donde aparecen estas actuaciones:

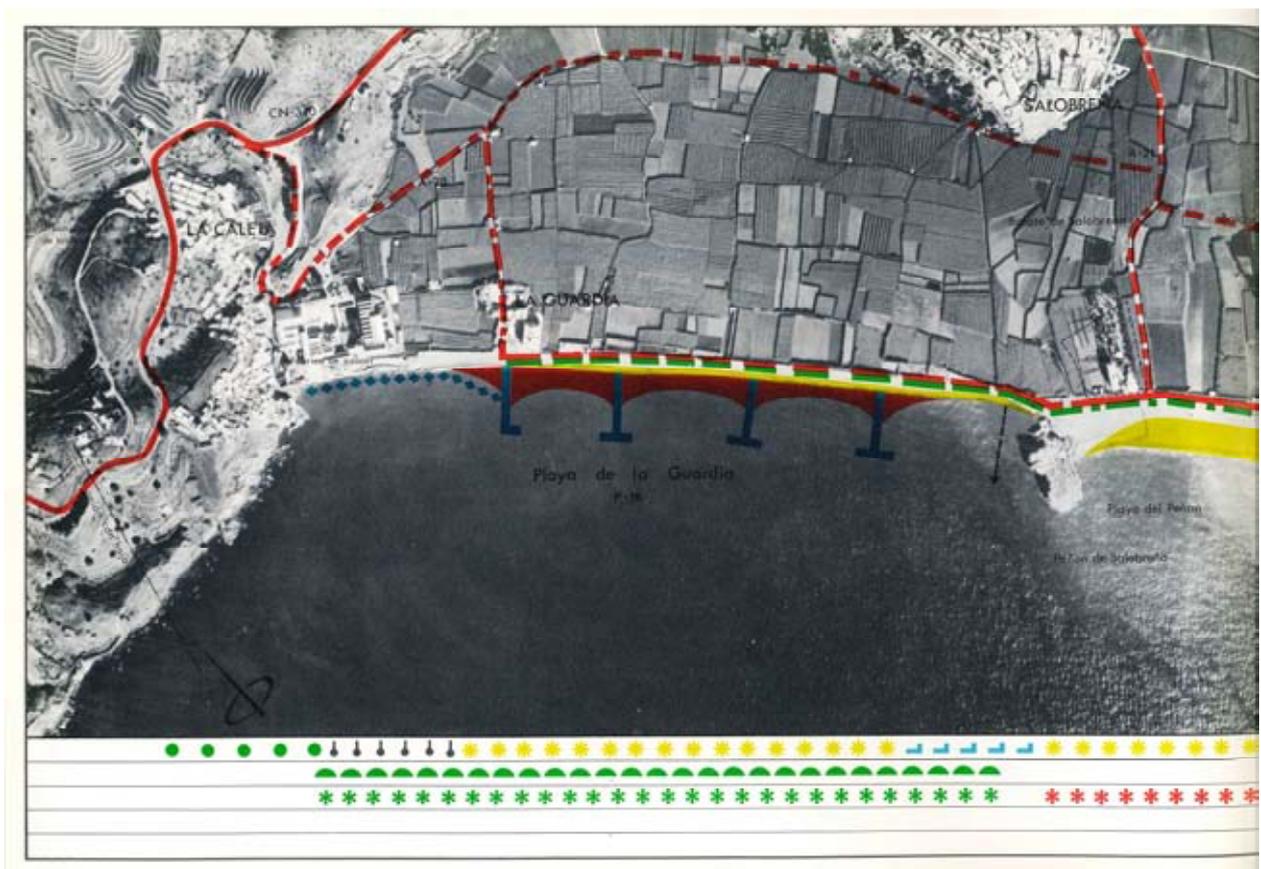


Figura 1.11: Fotoplano del PIDU (1976) con las actuaciones previstas en la playa de La Guardia en Salobreña (Fuente: MOP)

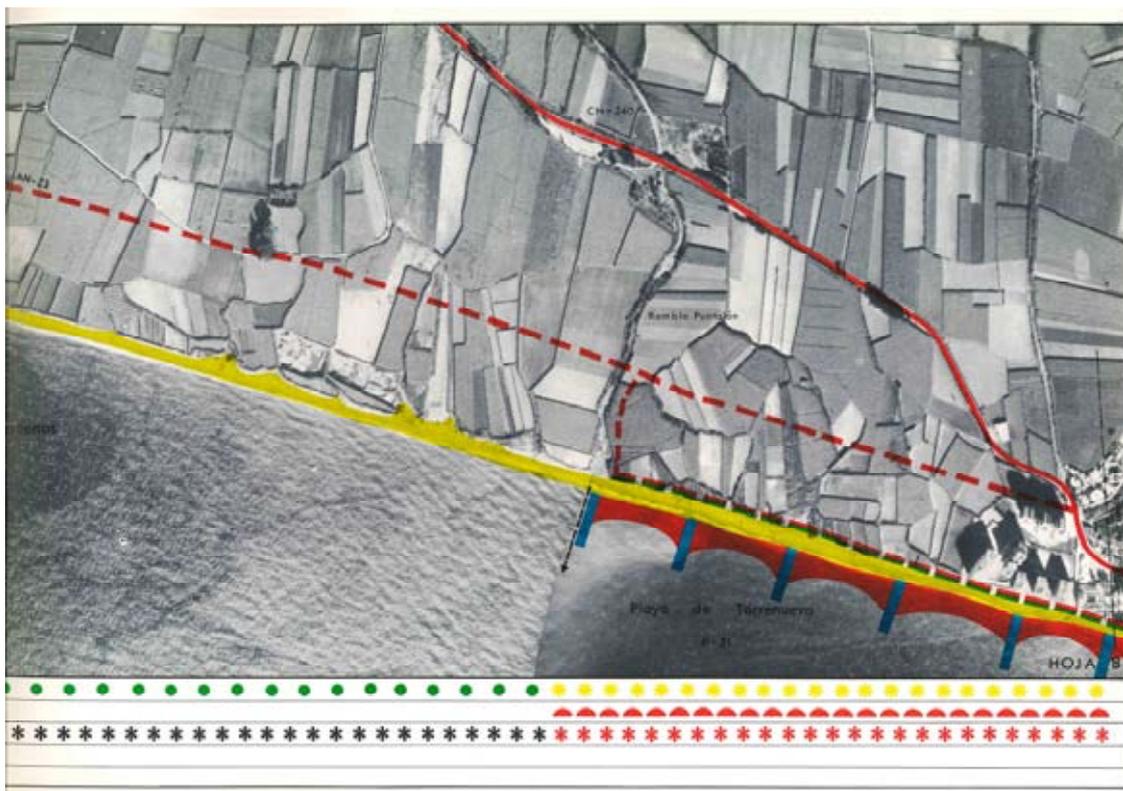


Figura 1.12: Fotoplano del PIDU (1976) con las actuaciones previstas en la playa de Torrevejeja (Fuente: MOP)

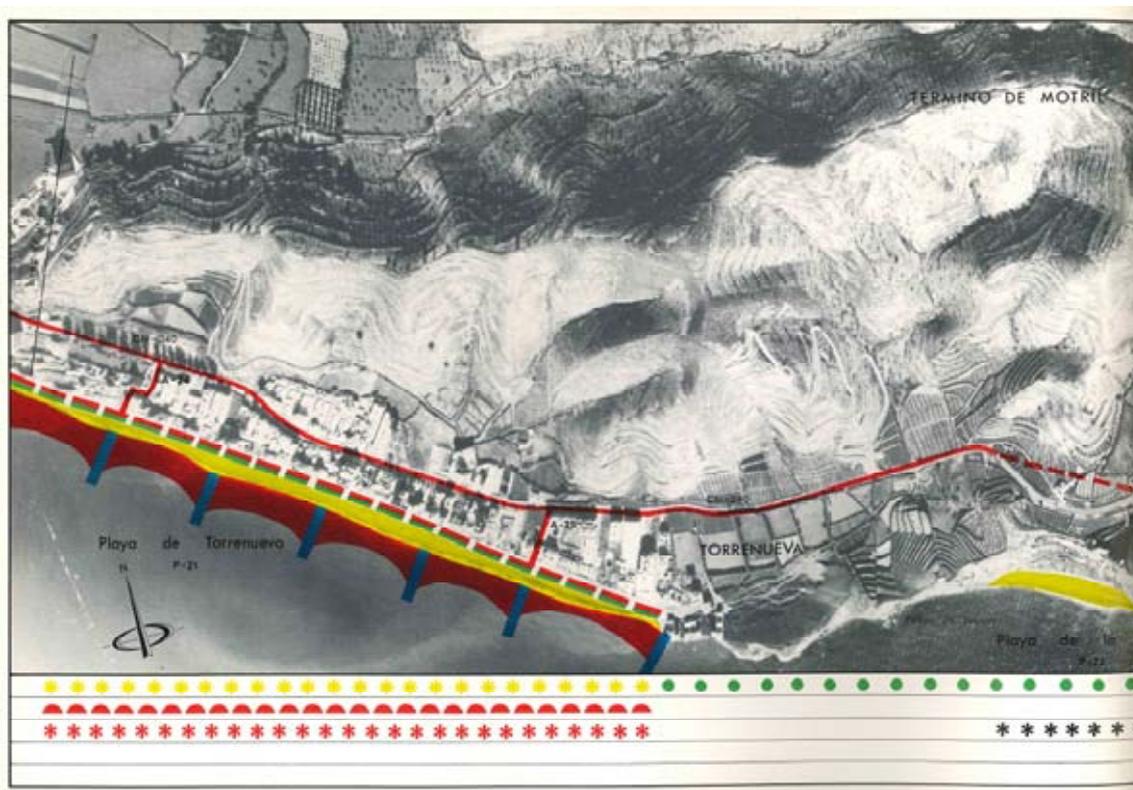


Figura 1.13: Fotoplano del PIDU (1976) con las actuaciones previstas en la playa de Torrevejeja (Fuente: MOP)

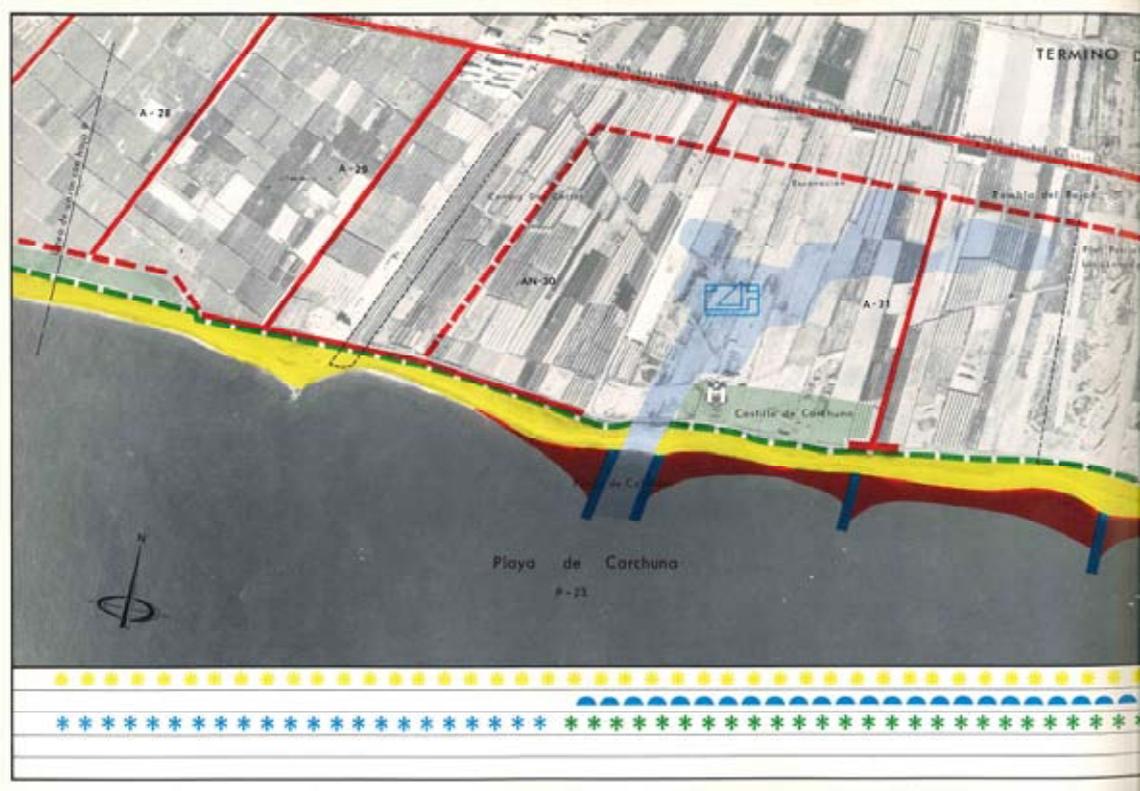


Figura 1.14: Fotoplano del PIDU (1976) con las actuaciones previstas en la playa de Carchuna (Fuente: MOP)



Figura 1.15: Fotoplano del PIDU (1976) con las actuaciones previstas en la playa de Castell de Ferro (Fuente: MOP)

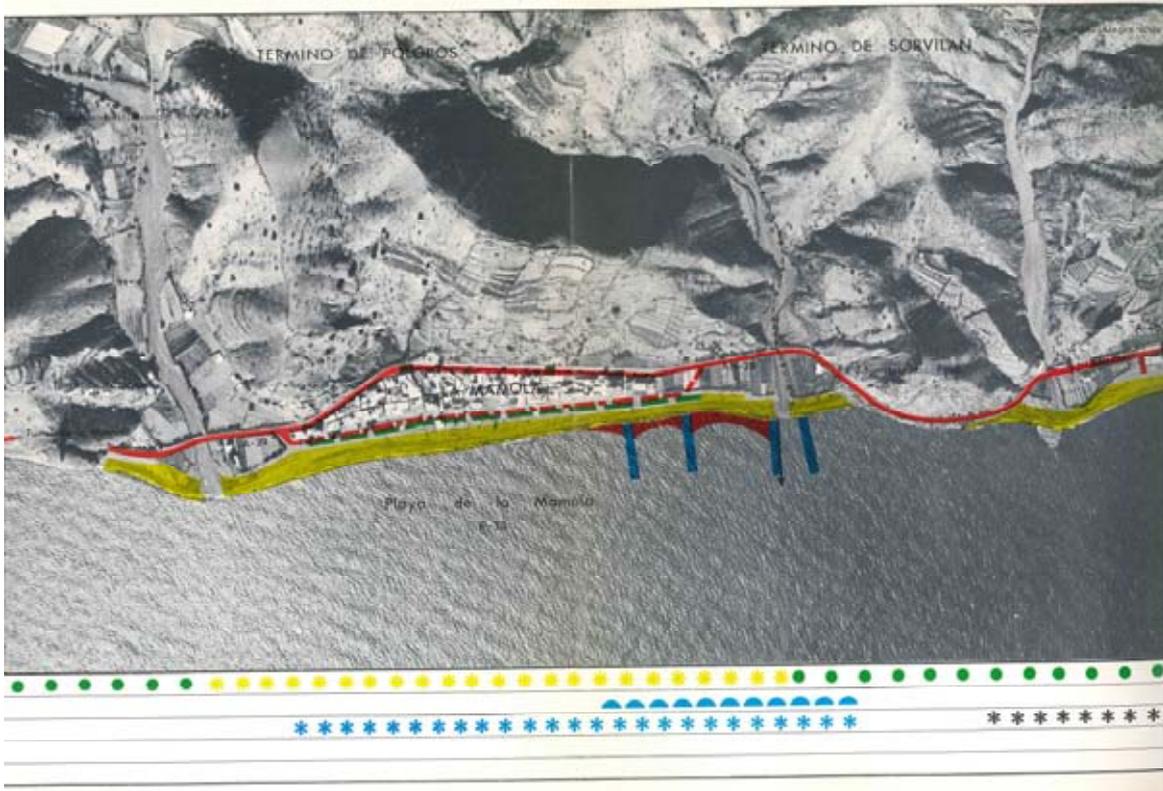


Figura 1.16: Fotoplano del PIDU (1976) con las actuaciones previstas en la playa de La Mamola (Fuente: MOP)



Figura 1.17: Fotoplano del PIDU (1976) con las actuaciones previstas en la playa de El Gaiterillo (Fuente: MOP)

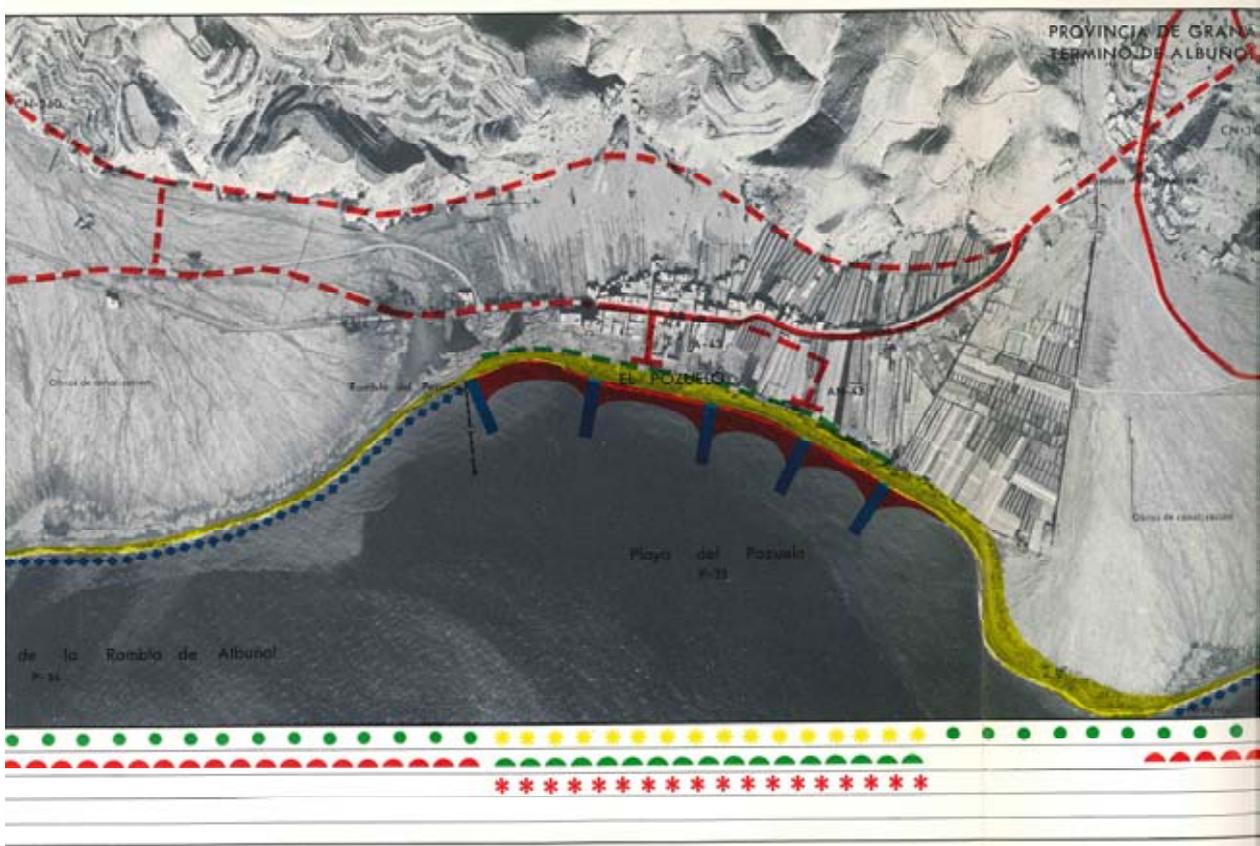


Figura 1.18: Fotoplano del PIDU (1976) con las actuaciones previstas en la playa de El Pozuelo (Fuente: MOP)

Ninguna de estas obras se realizó. Solamente, las playas de Torrenueva y Castell de Ferro se tuvieron en cuenta en el siguiente de los planes de costa de Granada.

El Plan de Costas de 1983-1990 se hacía eco de los problemas que habían ido surgiendo, debido principalmente a dos causas: La presión urbana sobre el litoral y el freno al movimiento de arenas del puerto de Motril. Con ese motivo contemplaba cuatro actuaciones en esta provincia:

- Defensa de la playa de Castell de Ferro
- Aportación de arenas a las playas a levante del puerto de Motril
- Tránsito de arenas en el puerto de Motril
- Muro de defensa en Torrenueva

En la memoria de actuaciones de 1986 aparecen cinco actuaciones en la costa granadina, dentro del Plan de Costas de 1983-90; apareciendo éstas en la figura adjunta. La playa de Castell de Ferro fue objeto de actuación; construyéndose, entonces, tres diques exentos. También se actuó en la playa de Torrenueva y en la playa de Melicena de Sorvilán

		Costas				
		Inversiones realizadas				
	TITULO DE LA OBRA	GRUPO	PRESU- PUESTO TOTAL	INVER- SION 1986	PLAZO	
					AÑO INIC.	AÑO FINAL
GRANADA	Regeneración y ordenación en Pedregalejo	1	15,5	3,4	84	86
	Acondicionamiento de la playa de Estepona (3)	1	249,9	86,7	86	87
	Acondicionamiento de talud en Torrenueva	3	6,0	6,0	86	86
	Reparación menor en playa de poniente del Pto. de Motril	3	0,8	0,8	86	86
	Trasvase de arena en el Pto. de Motril	1	31,2	0,8	84	86
	Muro de defensa en la playa de Torrenueva	2	24,7	8,5	85	86
	Defensa de la playa de Castell de Ferro	1	156,4	28,1	84	87

Figura 1.19: Actuaciones en la costa de Granada según la Memoria de Costas de 1986 (Fuente: MOPU)

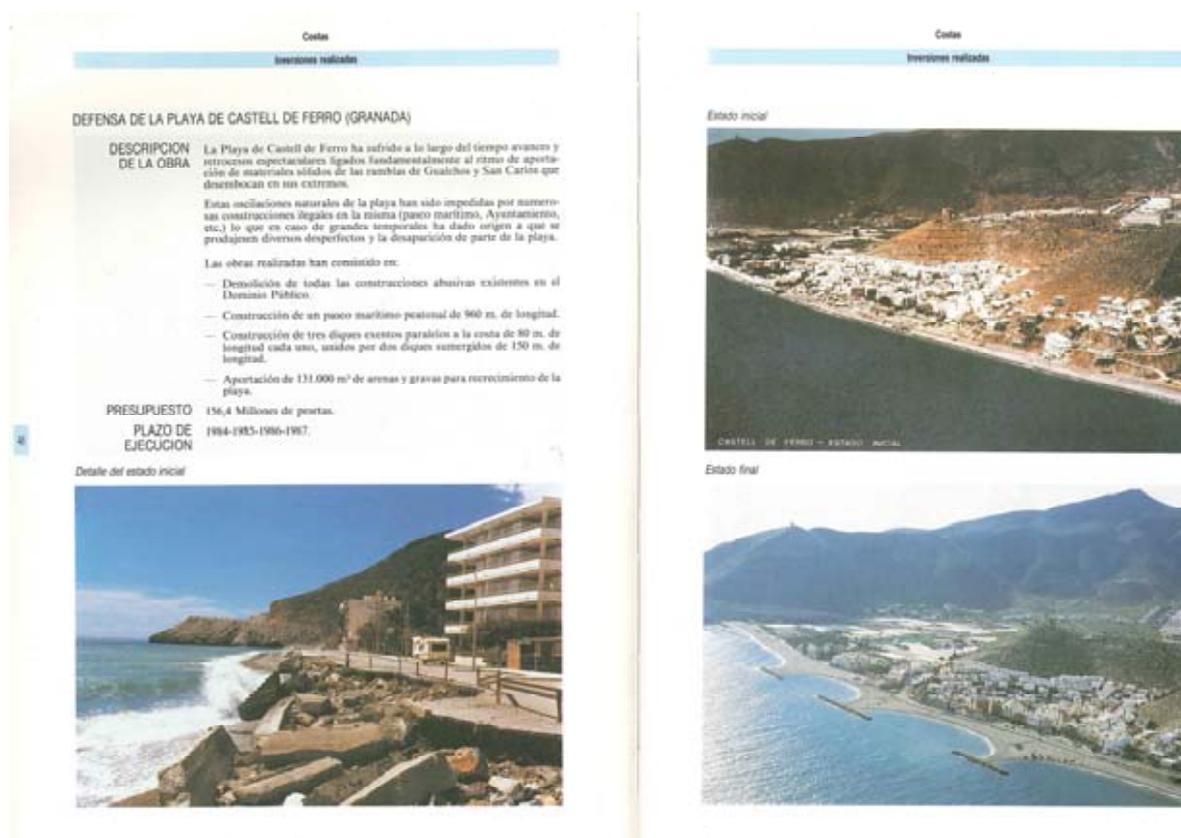


Figura 1.20: Actuación en la playa de Castell de Ferro según la Memoria de Costas de 1986 (Fuente: MOPU)

Torrenueva (Granada).



Melicena (Granada).



Figura 1.21: Actuación en la playa de Torrenueva y Melicena (Fuente: MOPT 1993)

Desde entonces la Dirección General de Puertos y Costas, posteriormente Dirección General de Costas y hoy Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar encargó diversos informes tendentes a conocer los problemas que iban surgiendo en esta costa:

- 1986 - “Regeneración de la playa de Torrenueva”
- 1990 - “Ensayo de trazadores luminóforos en la playa de Torrenueva”
- 1993 - “Estudio de la evolución del delta del río Guadalfeo (Granada) y su incidencia sobre la costa adyacente”  
“Dinámica litoral de la playa de Calahonda (Granada)”
- 1999 - “Estudio de los efectos en la dinámica litoral de los puertos de Valencia, Castellón, Motril (Granada) y Sotogrande (Cádiz)”  
“Estudio de la influencia de la costa del puerto de Motril (Granada)”
- 2000 - “Estudio de la dinámica litoral de la playa de Velilla (Almuñécar – Granada)”

### 1.3 ACTUACIONES RECIENTES EN LA COSTA DE GRANADA

Las actuaciones más recientes en todo el frente costero granadino se pueden resumir, por términos municipales de oeste a este, en las siguientes:

#### 1.3.1 Actuaciones recientes en el T.M. de Almuñécar

En este término municipal se ha realizado recientemente tres actuaciones:

1- Playa de la Herradura: El temporal de 31 de enero y 1 de febrero de 2015 obligó a actuaciones sobre la desembocadura del río Jate, si bien el resto de la playa se encontraba en buen estado.

2- Playas de La Caletilla, Puerta del Mar y Fuentepiedras: En la década de los años 90 del pasado siglo se realizaron dos espigones; uno entre las playas de La Caletilla y Puerta del Mar, y otro al este del conjunto en la playa conocida como Fuentepiedras. Entre medias se construyó un dique exento, vertiéndose arena desde el Peñón del Santo hasta el espigón de Fuentepiedras.

Los problemas surgidos por la rebasabilidad del espigón de La Caletilla y pérdida de arena en esta playa que emigraba a la playa contigua de Puerta de Mar obligaron a la Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar a recrecer dicho espigón y trasvasó en torno a 20.000 m<sup>3</sup> de arena de la celda contigua de Puerta del Mar. Obra terminada en este año 2015.

3- Playa de Velilla: Se construyó en la zona sur de esta playa, pegado a la Punta de Velilla un espigón de doble dirección con la aportación de unos 10.000 m<sup>3</sup> en el año 2009.

Con posterioridad, en el año 2015 se produjeron daños en la playa debido a diversos temporales. El del 31 de enero y 1 de febrero produjo daños que obligaron verter escollera de 3 ton y arena, 10.000 m<sup>3</sup> entre esta playa y la Herradura.

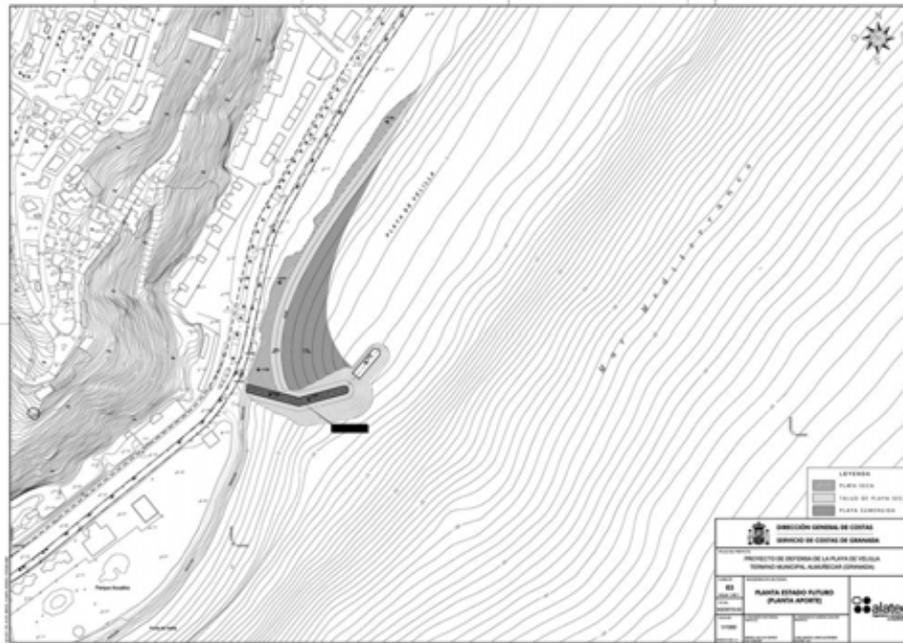


Figura 1.22: Plano del proyecto de acondicionamiento de la zona sur de la playa de Velilla (Fuente: MAGRAMA)

### 1.3.2 Actuaciones recientes en el T.M. de Salobreña

#### 1- Playa de la Charca:



Figura 1.23: Foto de la playa de La Charca de Salobreña antes y después de la actuación (Fuente: MAGRAMA)

El temporal de 31 de enero y 1 de febrero de 2015 causó diversos daños en la playa ligados al paseo marítimo. La actuación consiste en la construcción del muro de 150 m retranqueándolo hacia el mar y la aportación de 10.000 m<sup>3</sup> de arena procedente de la rambla de Molvízar.

2- Playas de Granada y la Cagailla (Salobreña-Motril): Ante el continuado retroceso de ambas playas, en el año 2014 se proyectó la alimentación de arena de ambas mediante el trasvase de material desde la playa del Pelaillo o del cable de 126.000 m<sup>3</sup> de arena.

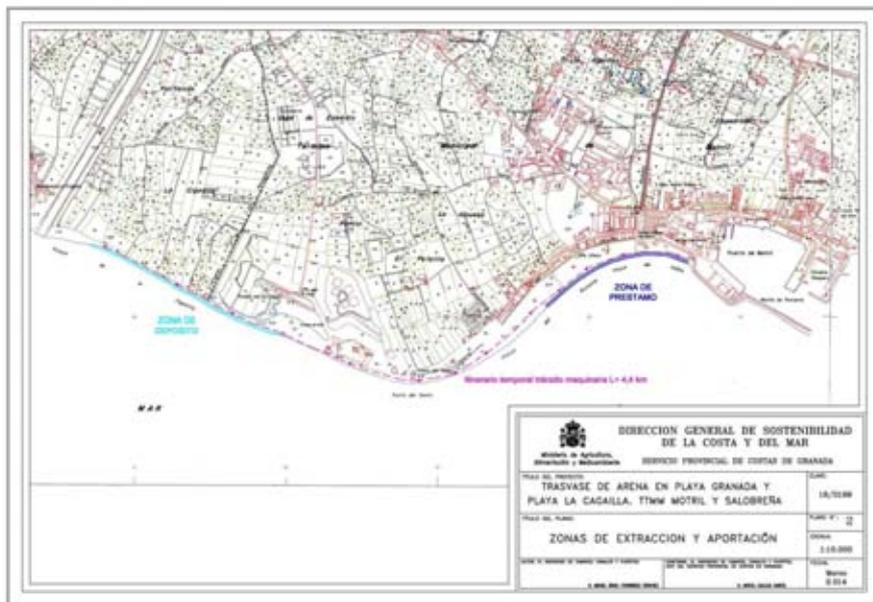


Figura 1.24: Zonas del trasvase de arena desde la playa del Pelaillo o Cable hasta las playas de Granada y Cagailla (Fuente: MAGRAMA)



Figura 1.25: Foto de las playas de Granada y Cagailla antes y después de la actuación (Fuente: MAGRAMA)

### 1.3.3 Actuaciones recientes en el T.M. de Motril

En este término municipal se ha llevado a cabo una actuación que se ha descrito al tratar de las actuaciones en el término municipal de Salobreña ya que se situaba en los dos términos; concretamente al de Motril pertenecía la playa de préstamo, del Pelaillo, y una de depósito, de Granada.

La segunda actuación en este término municipal se sitúa en la playa de Carchuna: “Ajuste del balance sedimentario de la playa de Carchuna”, cuya finalidad sería: “Adecuación de la playa para reducir la erosión y mitigar sus efectos mediante la movilización de 14.000 m<sup>3</sup> de arena acumulada en la zona de levante a las zonas de pérdida en Poniente”. Esta actuación se encuentra acabada.

### 1.3.4 Actuaciones recientes en el T.M. de Gualchos

En este término municipal se ha llevado a cabo recientemente una actuación: “Reparación de daños en la playa del Sotillo” que intentaba paliar los daños producidos por el oleaje en los temporales del mes de febrero de 2015. En concreto se ha realizado: “Ejecución de una defensa de escollera de 3t como protección de las propiedades privadas colindantes con el DPMT y de los servicios existentes, defendiendo el núcleo urbano en su extremo de poniente, con un volumen total de 2000 t”.



Figura 1.26: Foto de la playa del Sotillo en Gualchos antes y después de la actuación (Fuente: MAGRAMA)

### 1.3.5 Actuaciones recientes en el T.M. de Rubite

En este término municipal está en ejecución una actuación de conservación y mantenimiento en la playa de Casarones. En concreto, consiste en: “la aportación de unos 5.000 m<sup>3</sup> extraídos de la rambla de la misma unidad y que forma parte del propio sistema de alimentación natural y el acondicionamiento de la zona mediante protección de taludes y limpieza de los límites de la rambla”.

### 1.3.6 Actuaciones recientes en el T.M. de Polopos

En este término municipal se ha realizado o se tiene previsto actuar en dos playas:

1- Playa de Castillo de Baños: Se tiene en preparación la actuación denominada “Creación de playas en la zona de Castillo de Baños”. El objetivo de ella es: “lograr un sistema efectivo de estabilización viable a medio y largo plazo para conformar playas secas en la fachada litoral de El Castillo de Baños, tanto desde el punto de vista del transporte longitudinal como del equilibrio transversal de las mismas, y por tanto de un sistema de consolidación de las estructuras de apoyo de las playas y del proceso de alimentación con arena necesario”.

2- Playa de La Mamola: En el año 2010 finalizaron las obras de: “Reordenación del paseo marítimo de La Mamola y remodelación de su sistema de defensas” que consistieron en la modificación de la configuración del sistema de defensa de la playa, la aportación de 200.000 m<sup>3</sup> de material sedimentario para la regeneración de playa y acondicionado el paseo marítimo existente detrás de ella.

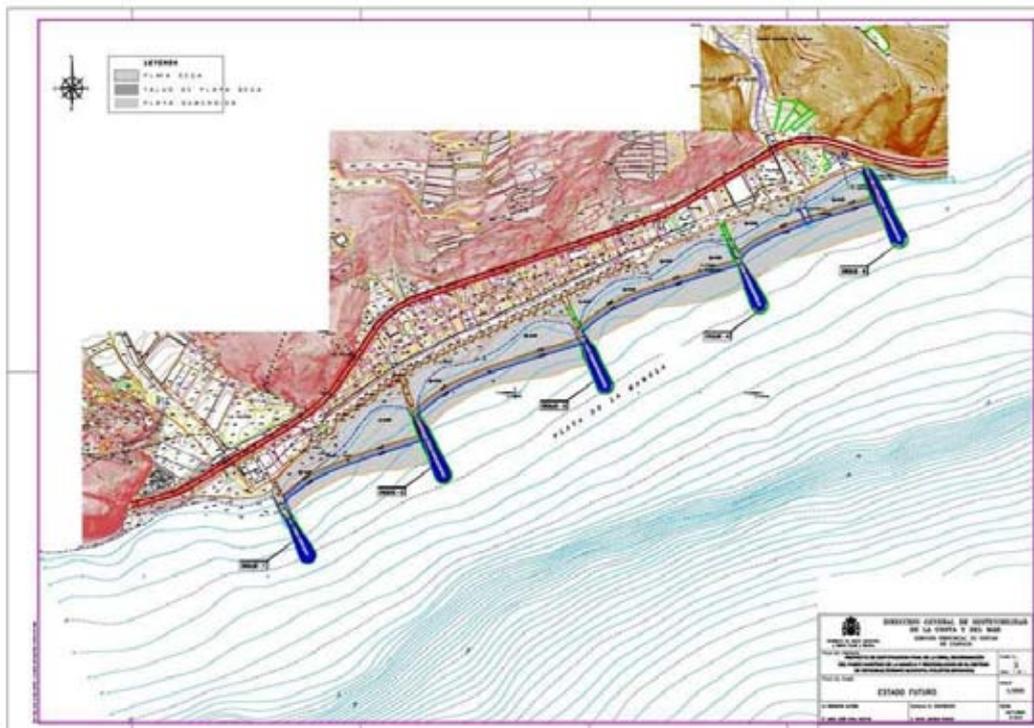


Figura 1.27: Plano del estado final de la actuación en la playa de La Mamola (Fuente: MAGRAMA)

### **1.3.7 Actuaciones recientes en el T.M. de Sorvilán**

En este término municipal se tiene prevista la ejecución de una actuación de conservación y mantenimiento en la playa de Los Yesos. En concreto, consiste en: acondicionar el extremo de poniente del núcleo urbano, estimando necesario el aporte de 5.000 m<sup>3</sup> de arena.

### **1.3.8 Actuaciones recientes en el T.M. de Albuñol**

En este término municipal se ha actuado recientemente en dos playas:

1- Playa de La Rábita: En esta playa se ha llevado a cabo recientemente una actuación: “Reparación de daños en la playa de La Rábita” que intentaba paliar los daños producidos por el oleaje en los temporales del mes de febrero de 2015. En concreto se ha realizado: Aportación de un volumen aproximado de arena de 50.000 m<sup>3</sup> procedente de las ramblas de Albuñol y Huarea; la eliminación de escarpes realizados por los temporales y acondicionamiento como playa de espacios de DPMT ocupados en el pasado por cultivos bajo plástico y liberados en ejercicios anteriores, buscando la conformación de una fachada marítima con un funcionamiento propio de la calificación y natural; y la mejora de las defensas en extremo de levante de la playa.

2- Playa de El Pozuelo: En esta playa se ha actuado en la conservación y. En concreto: se pretendía dar continuidad a la defensa de escollera, mediante la demolición de la parte de muro de hormigón en masa sobre la que no se actuó en 2014, extremo de poniente de la playa

## **1.4 BASES, FUENTES Y SOPORTE TÉCNICO DE ESTE INFORME**

Las principales bases y fuentes de datos sobre la costa granadina que se han utilizado para la realización de esta Estrategia se han dividido en dos grupos: Los informes técnicos realizados hasta la fecha, en el CEDEX; y el resto de publicaciones relacionadas con la costa granadina y esta Estrategia.

Los principales informes técnicos generados por el CEDEX sobre la costa granadina son los siguientes:

1. “Estudio de la dinámica litoral en la costa peninsular mediterránea y onubense. Provincias de Málaga, Granada y Almería” (1979). Laboratorio de Puertos “Ramón Irribarren” (Informe técnico para la Dirección General de Puertos y Costas-MOPU).
2. “Regeneración de la playa de Torrenueva” (1986). Autor: Antonio Lechuga Álvaro. Centro de Estudios de Puertos y Costas del CEDEX (Informe técnico para la Dirección General de Puertos y Costas-MOPU).
3. “Ensayo de trazadores luminóforos en la playa de Torrenueva” (1990). Autor: Antonio Lechuga Álvaro. Centro de Estudios de Puertos y Costas del CEDEX (Informe técnico para la Dirección General de Puertos y Costas-MOPU).
4. “Estudio de la evolución del delta del río Guadalfeo (Granada) y su incidencia sobre la costa adyacente” (1993). Autor: José Manuel de la Peña Olivas. Centro de Estudios y Experimentación de Puertos y Costas del CEDEX. Informe técnico para la Dirección General de Costas.

5. “Dinámica litoral de la playa de Calahonda (Granada)” (1993). Autor: José María Medina Villaverde. Centro de Estudios y Experimentación de Puertos y Costas del CEDEX. Informe técnico para la Dirección General de Costas.
6. “Estudio de los efectos en la dinámica litoral de los puertos de Valencia, Castellón, Motril (Granada) y Sotogrande (Cádiz)” (1999). Autor: José Manuel de la Peña Olivas. Centro de Estudios y Experimentación de Puertos y Costas del CEDEX. Informe técnico para la Dirección General de Costas.
7. “Estudio de la influencia de la costa del puerto de Motril (Granada)” (1999). Autor: José Manuel de la Peña Olivas. Centro de Estudios y Experimentación de Puertos y Costas del CEDEX. Informe técnico para la Dirección General de Costas.
8. “Estudio de la dinámica litoral de la playa de Velilla (Almuñécar – Granada)” (2000). Autor: José Manuel de la Peña Olivas. Centro de Estudios y Experimentación de Puertos y Costas del CEDEX. Informe técnico para la Dirección General de Costas.

Entre los trabajos no realizados en el CEDEX relacionados con esta zona, cabe citar:

- Agencia de Medio Ambiente (1991). “Informe 90. Medio Ambiente en Andalucía”. Consejería de Cultura y Medio Ambiente. Junta de Andalucía.
- ALATEC (2007). “Estrategia para la Sostenibilidad de la Costa”. Demarcación Hidrográfica de Andalucía. Dirección General de Costas – Ministerio de Medio Ambiente.
- Berguillos, R. J., Rodríguez-Delgado, C., López-Ruiz, A., Ortega Sánchez, M., Losada M. A. (2015). “Variabilidad espacio-temporal de la morfología sumergida de un sistema deltaico heterogéneo: Playa Granada (sur de España)”. XIII Jornadas Españolas de Puertos y Costas, Avilés, (resumen).
- Dirección General de Puertos y Costas (1988). “Actuaciones en la Costa”. Secretaría General Técnica del MOPU.
- Dirección General de Costas (1993). “Recuperando la Costa”. Secretaría General Técnica. Ministerio de Obras Públicas del MOPT.
- Félix, A., Baquerizo, A., Losada, M. A., Santiago, J.M. (2011). “Análisis del riesgo para la toma de decisiones en la Gestión de un tramo de costa”. XI Jornadas Españolas de Costas y Puertos, Las Palmas de Gran Canaria, pp. 161 – 167.
- Jefatura Regional de Costas y Puertos del Sur. (1976). “Plan indicativo de Usos del Dominio Público Litoral. Tramo de costa de las provincias de Granada y Almería”. Dirección General de Puertos y Señales Marítimas, MOPU.
- López-Ruiz, A., Ortega-Sánchez, M., Lobo, F. J., Baquerizo, A. Losada, M. A. (2013). “Morfología de la línea de costa inducida por ondulaciones de media escala en la plataforma: Carchuna (Granada)”. XII Jornadas Españolas de Puertos y Costas, Murcia, pp. 142 – 143.
- Losada, M. A. (1999). “Procesos litorales y evolución del tramo litoral Salobreña – Torrenueva” Fundación Universidad – Empresa. Universidad de Granada (informe técnico para la Autoridad Portuaria Almería – Motril).
- Losada, M. A. (1999). “Análisis de la posible influencia de la ampliación del puerto de Motril en el tramo litoral Salobreña – Torrenueva. Fundación Universidad – Empresa. Universidad de Granada (informe técnico para la Autoridad Portuaria Almería – Motril).

- Ruiz, L., González, M., Medina, R., Garnier, R., Calleja, M., Benavides, S., González, A., Fernández, M. A. (2011). “Influencia de las actuaciones hidrológicas en la estabilidad de un tramo litoral: sistema de deltas de Albuñol y Huarea (Granada)”. XI Jornadas Españolas de Puertos y Costas, Las Palmas de Gran Canaria, pp. 86 – 92.
- Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo (1985). “Política de Costas. Plan de Actuaciones 1983 – 1990”. Secretaría General Técnica. Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo.
- Secretaría General de Ordenación del Territorio (2013). “Informe de Sostenibilidad del Plan de Protección del Corredor Litoral de Andalucía”. Consejería de Agricultura, Pesca y Medio Ambiente. Junta de Andalucía.

## 1.5 ESTRUCTURA DEL INFORME TÉCNICO

Para una mayor comprensión del problema abordado en este informe técnico se ha dividido en los siguientes capítulos, junto al presente capítulo introductor:

**Capítulo 1:** Es el de introducción; en el que se indican los objetivos que se han marcado, los antecedentes y actuaciones llevadas a cabo en la costa de Granada.

**Capítulo 2:** Dedicado a la descripción de las unidades y sistemas litorales, de la costa granadina; tanto para el estudio físico y comportamiento de la costa.

**Capítulo 3:** Resumen del clima marítimo; enumerando las fuentes y los informes y trabajos donde se utilizan y actualizándolas.

**Capítulo 4:** Dedicado al comportamiento general y dinámica litoral de la costa.

**Capítulo 5:** Estudia los efectos del cambio climático en las costas de Granada.

**Capítulo 6:** Se dedica a conocer la evolución de las diversas playas de Granada; tanto en el pasado como las transformaciones recientes.

**Capítulo 7:** Se realiza la zonificación de cara a la propuesta de actuaciones para la mejora de las playas.

**Capítulo 8:** Presenta los tipos de alternativas de actuación y sus ámbitos.

**Capítulo 9:** Presenta la propuesta de actuaciones en el tramo 1 de costa: La Herradura-Puerto de Motril.

**Capítulo 10:** Presenta la propuesta de actuaciones en el tramo 2 de costa: Puerto de Motril-Calahonda.

**Capítulo 11:** Presenta la propuesta de actuaciones en el tramo 3 de costa: Calahonda-El Pozuelo

**Capítulo 12:** Trata de dar las pautas de actuación en el tiempo, priorizando las fases de realización de estas.

**Capítulo 13:** Dedicado a las conclusiones a las que se llega en este informe.

## **2. ESTUDIO MORFOLÓGICO DE LA COSTA DE GRANADA**

Este capítulo está dedicado a describir el frente de costa correspondiente a Granada, con el fin de determinar los condicionantes del medio, las formas costeras que la dinámica litoral ha ido formando a lo largo del tiempo y las fuentes que lo han ido alimentando. Primeramente, se describen las unidades fisiográficas o sistemas litorales que forman el frente costero de Granada, a continuación se describen las obras costeras y portuarias, y luego las playas que hay a lo largo de esta costa. Finalmente, se caracteriza la plataforma costera y la red fluvial.

### **2.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL FRENTE COSTERO**

La costa granadina está estructurada por el contacto entre el sistema penibético y el mar de Alborán, que están representados por los complejos Nevado-Filabride y Alpujárride, con predominio de rocas silíceas y carbonatadas. La principal característica es la ausencia de depósitos sedimentarios. Así nos hallamos valles entrando en el mar con numerosos barrancos y pequeños ríos que han ido formando depósitos de sedimentos en forma de playas, en muchos casos gravas y gravillas, de corta longitud y sin conexión con los siguientes depósitos. Predomina la costa acantilada y cantiles rocosos que hace existan numerosas unidades o sistemas litorales de escasa longitud. Solamente salen de esta norma los depósitos formados por los ríos más importantes: Verde, en Almuñecar; Guadalfeo, en Salobreña y Motril; y Albuñol, en Albuñol.

### **2.2 UNIDADES FISIGRÁFICAS**

Las características geográficas de la costa de Granada, con los sistemas montañosos precipitándose sobre el mar, hacen que los sistemas litorales, o unidades fisiográficas, sean numerosas. En la figura adjunta se muestra los diversos sistemas considerados en esta Estrategia. En total es un número de 13; situándose en los siguientes términos municipales:

Almuñecar: 1 (playa de Cantarrijan), 2 (La Herradura), 3 (El Cotobro y Rincón de La China), 4 (Almuñecar), 5 (Acantilados entre Almuñecar y Salobreña)

Salobreña: 5 (Acantilados entre Almuñecar y Salobreña), 6 (Delta del Guadalfeo)

Motril: 6 (Delta del Guadalfeo), 7 (Calahonda)

Gualchos: 8 (Acantilados), 9 (Castell de Ferro)

Lujar: 9 (Castell de Ferro), 10 (Acantilados)

Rubite: 10 (Acantilados), 11 (La Mamola)

Polopos: 11 (La Mamola),

Sorvilán: 11 (La Mamola),

Albuñol: 12 (Acantilados), 13 (El Pozuelo)

De todas estas unidades, las que tienen un movimiento significativo de sedimento a lo largo de la costa son especialmente las siguientes: 4 (Almuñecar) que engloba las playas de San Cristóbal, La Caletilla, Puerta del Mar, Velilla, Tesorillo y Pozuelo, aunque existen dos barreras naturales, el Peñón del Santo y la punta de Velilla; 6 (Delta del Guadalfeo) que engloba las playas de La Guardia, La Charca, Salobreña, Granada, Azucenas y Torrenueva, aunque está partida por el puerto de Motril.

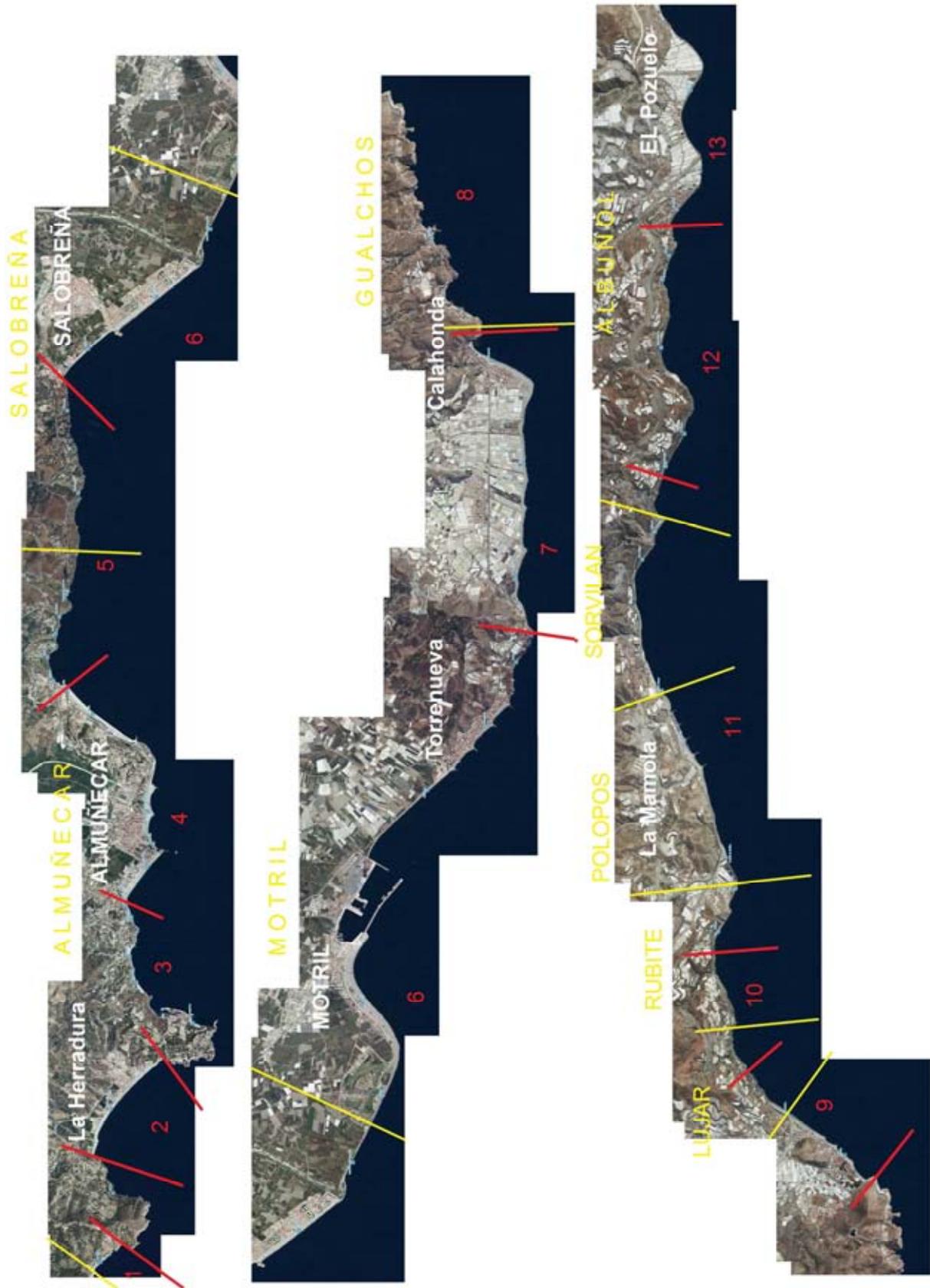


Figura 2.1: Unidades fisiográficas en la costa de Granada (foto: MAGRAMA)

## 2.3 OBRAS MÁS IMPORTANTES

En este apartado se hace un inventario de todas las obras portuarias que existen a lo largo del frente costero granadino, desde el término municipal de Almuñecar, al oeste, hasta el de Albuñol, al este. Se ha separado este inventario en obras portuarias y obras de defensa de costas, dando las características más significativas de cada una de ellas.

### 2.3.1 Obras portuarias

A lo largo de la costa de Granada existen dos puertos: Uno para actividad deportiva, Marina del Este, en el término municipal de Almuñecar; y otro comercial, de dimensiones importantes y que ha condicionado la evolución de todo el entorno costero, el Puerto de Motril. A continuación se hace una breve descripción de cada uno de ellos.

#### 2.3.1.1 Puerto deportivo Marina del Este

Se encuentra situado entre La Herradura y Almuñecar, en la zona conocida como Los Berengueles, junto a la playa del mismo nombre. Fue construido entre 1981 y 1983. Sus obras exteriores constan de un dique poligonal, que rodea un islote formado por tres alineaciones rectas de 140, 150 y 100 m.



Figura 2.2: Playa de Los Berengueles y puerto deportivo de Marina del Este en Almuñecar (Foto: MAGRAMA)

#### 2.3.1.2 Puerto de Motril

Se encuentra situado dentro de un tramo de costa comprendido entre los acantilados de la Caleta de Salobreña y el cabo Sacratif, junto a Torrenueva. Inicialmente, este tramo de costa estaba compuesto por un delta prominente, formado por los aportes del río Guadalfeo, al oeste

y una playa continua al este, Varadero y playa de las Azucenas, que continuaba en la playa rectilínea de Torrenueva, apoyada en el cabo Sacratif, como muestra la carta náutica de 1872.

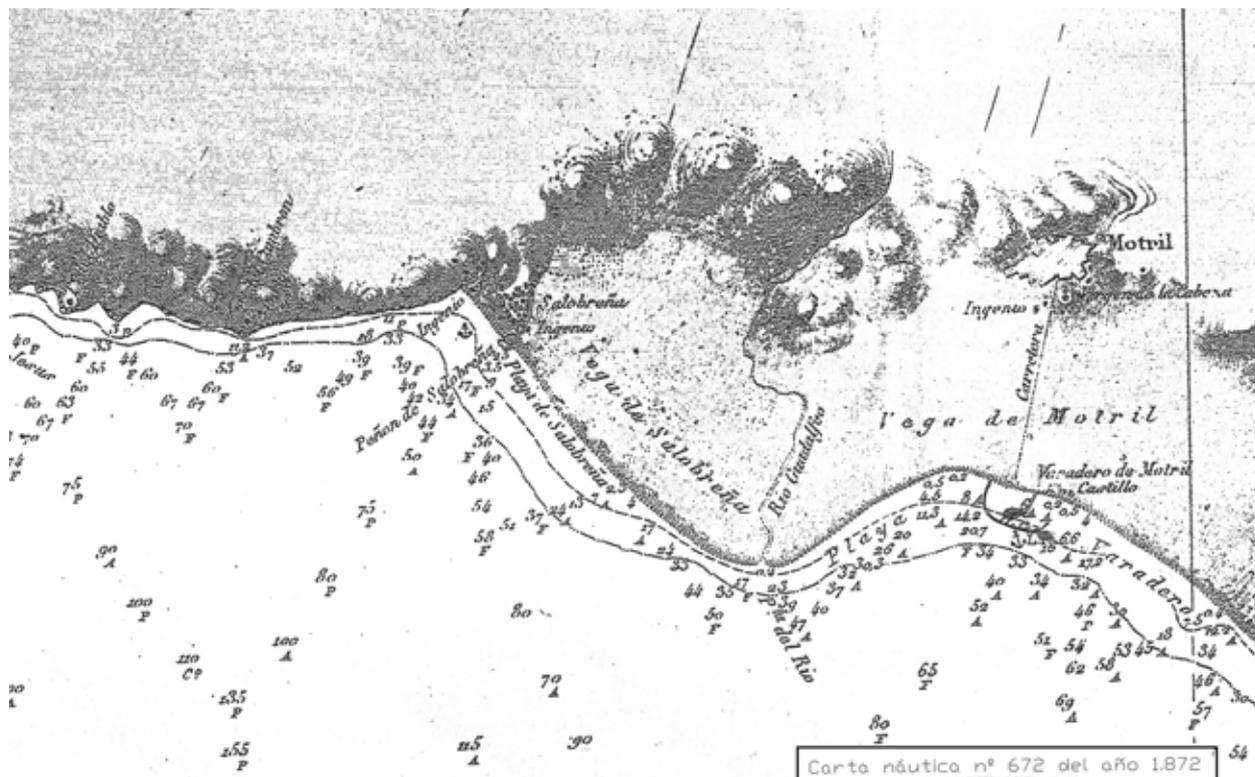


Figura 2.3: Delta del río Guadalfeo antes de la construcción del puerto de Motril, según una carta náutica de 1872 en una edición posterior donde se colocó el futuro puerto (Fuente: Dirección General de Hidrografía, hoy IHM)

En 1908 el puerto de Motril se decidió ubicarlo en el giro de la playa que se producía en el pie oriental del delta del río Guadalfeo denominado Varadero, por el uso que se le daba a esa playa. El resultado final fue la partición de ese tramo de costa en dos subtramos prácticamente independientes:

- Caleta de Salobreña – puerto de Motril
- Puerto de Motril – cabo de Sacratif

En 1956 se acumuló junto al dique de poniente una gran cantidad de sedimento, avanzando su línea de costa hasta el extremo donde el dique de poniente gira de una dirección perpendicular a la costa a una paralela. Entre 1973 y 1981, el puerto de Motril amplió sus instalaciones, invadiendo la playa que se había formado a resguardo del contradique de levante. Entre 1990 y 1992 se construyó en el dique de poniente, junto a la playa de Peladillo, un muelle que ganaba terreno al mar y aumentaba el apoyo de la playa, rellenándose dicho aumento casi de forma inmediata. En la última década se ha observado una notable ampliación. La prolongación del dique ha facilitado la construcción de un nuevo muelle sobre la playa de las Azucenas y la dotación de nuevas instalaciones. En las siguientes figuras se muestra gráficamente la evolución reseñada del puerto.



Figura 3.1: Puerto de Motril en 1956



Figura 3.2: Puerto de Motril 1986

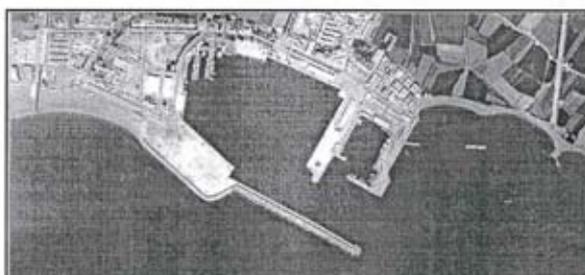


Figura 3.3: Puerto de Motril 1992

Figura 2.4: Evolución del puerto de Motril (CEDEX 1999)



Figura 2.5: Puerto de Motril en la actualidad (Foto: MAGRAMA)

### 2.3.2 Obras costeras

Para determinar todas las obras costeras existentes en la costa de Granada, se han clasificado por su ubicación en los diferentes términos municipales de dicha provincia. En cada uno de los municipios se enumeran las obras existentes indicando sus dimensiones.

#### 2.3.2.1 Obras costeras en el T. M. de Almuñécar

En este Término Municipal se detectan cinco obras costeras. Éstas son muy escasas en el primer y segundo municipio e incrementándose significativamente a partir del municipio de Motril. En la siguiente figura se muestra su ubicación.

- Espigón de escollera (90 x 15m)
- Dique exento de escollera (165 x 15m)
- Espigón de escollera (190 x 20m)
- Dique longitudinal de escollera (890m)
- Espigón de escollera en L (50 + 50 x 20m)

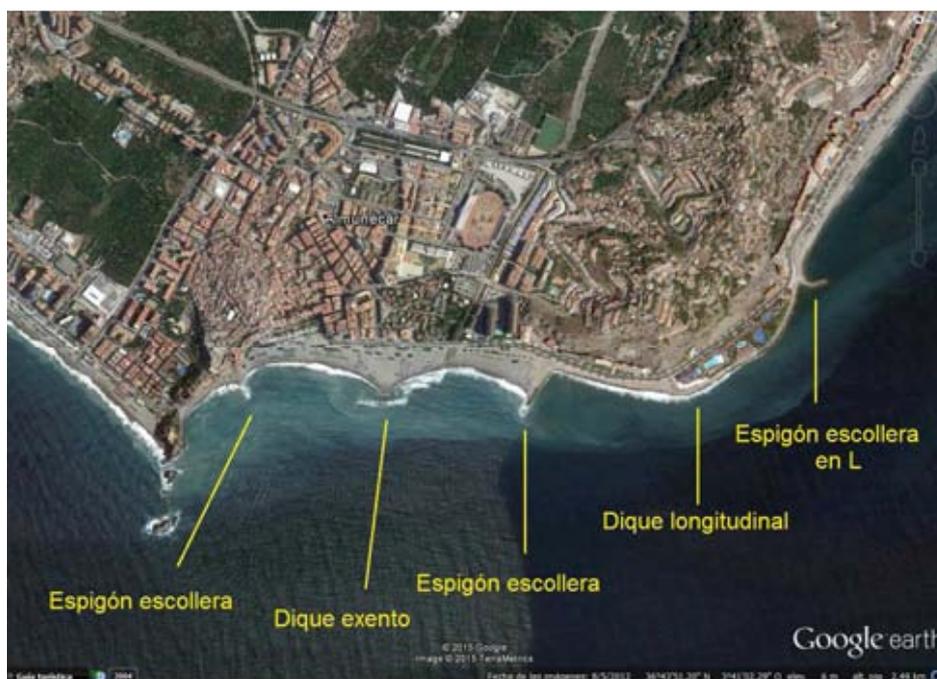


Figura 2.6: Obras costeras en el término municipal de Almuñécar (Foto: Terra Metrics-Google Earth)

#### 2.3.2.2 Obras costeras en el T. M. de Salobreña

En este Término Municipal se encuentra una única obra costera, situada en la desembocadura del Río Guadalfeo.

- Diques de encauzamiento verticales del río Guadalfeo

### 2.3.2.3 Obras costeras en el T. M. de Motril

Las cinco obras costeras que se encuentran en este Término Municipal pertenecen a Torrenueva.

- Espigón de escollera en C (180 x 9m)
- Espigón de escollera (150 x 12m)
- Espigón de escollera (150 x 12m)
- Espigón de escollera (135 + 80 [90 semisumergido] x 12m)
- Dique exento sumergido escollera (250 x 30-40m)



Figura 2.7: Obras costeras en el término municipal de Motril (Foto: Terra Metrics-Google Earth)

### 2.3.2.4 Obras costeras en el T. M. de Lujar

Las cuatro obras costeras que se encuentran en este Término Municipal pertenecen a Castell de Ferro. Están situados tras los acantilados, al este de Calahonda.

- Dique arrecife de escollera (230 x 30m)
- Dique exento de escollera (80 x 8m)
- Dique exento de escollera (80 x 8m)
- Dique exento de escollera (80 x 8m)

### 2.3.2.5 Obras costeras en el T. M. de Polopos

Las seis obras costeras que se encuentran en este Término Municipal pertenecen a La Mamola.

- Espigón de escollera (120 x 8m)

- Espigón de escollera (150 x 8m)
- Espigón de escollera (150 x 8m)
- Espigón de escollera (130 x 8m)
- Espigón de escollera (40 x 9m)
- Espigón de escollera (130 x 8m)



Figura 2.8: Obras costeras en el Término Municipal de Polopos (Foto: Terra Metrics-Google Earth)

### 2.3.2.6 Obras costeras en el T. M. de Sorbilan

Las cinco obras costeras que se encuentran en este Término Municipal pertenecen a Los Yesos.

- Dique longitudinal de escollera (332m)
- Dique longitudinal de escollera (712m)
- Dique longitudinal de escollera (304m)
- Dique longitudinal de escollera (636m)
- Dique longitudinal de escollera (215m)

### 2.3.2.7 Obras costeras en el T. M. de Albuñol

Las dos obras costeras que se encuentran en este Término Municipal pertenecen a Melicena.

- Dique longitudinal de escollera (270m)
- Espigón de escollera (40 x 8m)

Finalmente se muestra una figura con todas las obras anteriormente descritas.



Figura 2.9: Obras portuarias y costeras en la costa de Granada (Foto: MAGRAMA)

## 2.4 DESCRIPCIÓN DE LAS PLAYAS

El litoral granadino tiene un total de 48 playas, según la Guía de Playas del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente; aunque, localmente cambian de denominación y, es probable que su número fuese diferente. En este apartado se da un repaso y se describen brevemente las características más importantes de estas playas. Se han considerado, también, los nombres de las playas indicadas en el PIDU (1976). Ambas denominaciones se muestran en la tabla adjunta.

<b>DENOMINACIÓN DE LAS PLAYAS DE GRANADA</b>		
<b>T.M.</b>	<b>PIDU (1976)</b>	<b>Guía de Playas (MAGRAMA)</b>
<b>Almuñécar</b>	Playa de Cantarriján Playa de la Herradura Playa de los Berengueles Playa de El Muerto Playa de El Cotobro Playa de San Cristobal Playa de Puerta del Mar Playa de Fuente – Piedra Playa de Velilla – Teramay Playa de El Tesorillo Playa de El Pozuelo Playa de Calabajío Playa de Cabría Playa de Corrubico Playa de Barranco de en medio	Playa de Cantarriján Playa de Calaíza Playa de La Herradura Playa de Los Berengueles Playa de El Muerto Playa de Cotobro Playa de La Ventuna Playa de El Rincón de la China Playa de San Cristobal Playa de Caletilla Playa de Puerta del Mar Playa de Velilla Playa de Tesorillo Playa del Pozuelo Playa de Calabajío Playa de Cabría Playa de Corrubico Playa de Barranco de Enmedio
<b>Salobreña</b>	Playa de la Guardia Playa de Salobreña	Playa del Cambrón Playa del Chaletón Playa de la Guardia Playa de La Charca Playa de Salobreña/La Cagailla
<b>Motril</b>	Playa de Poniente de Motril Playa de las Azucenas Playa de Torrenueva Playa de La Joya Playa de La Carchuna Playa de Calahonda	Playa de Granada Playa de El Pelaillo Playa de las Azucenas Playa de Torrenueva Playa de La Joya Playa de La Chucha Playa de La Carchuna Playa de Calahonda
<b>Gualchos</b>	Playa de La Rijana Playa de Castell de Ferro	Playa de La Rijana Playa de Sotillo
<b>Lujar</b>	Playa de Cambriles	Playa de Cambriles
<b>Rubite</b>	Playa de El Lance	Playa de El Lance
<b>Polopos</b>	Playa de Castillo de Baños	Playa de Castillo de Baños Playa de La Mamola
<b>Sorvilán</b>	Playa de Los Yesos Playa de La Folia Playa de Las Cañas Playa de Melicena	Playa de Los Yesos  Playa de Las Cañas Playa de Melicena
<b>Albuñol</b>	Playa de La Rábita Playa de La Rambla de Albuñol Playa de El Pozuelo Playa de La Rambla de Huarea	Playa de El Gaiterillo Playa de El Cuervo Playa de Cala Chilches Playa de El Ruso Playa de La Playiya Playa de La Rábita Playa de El Pozuelo

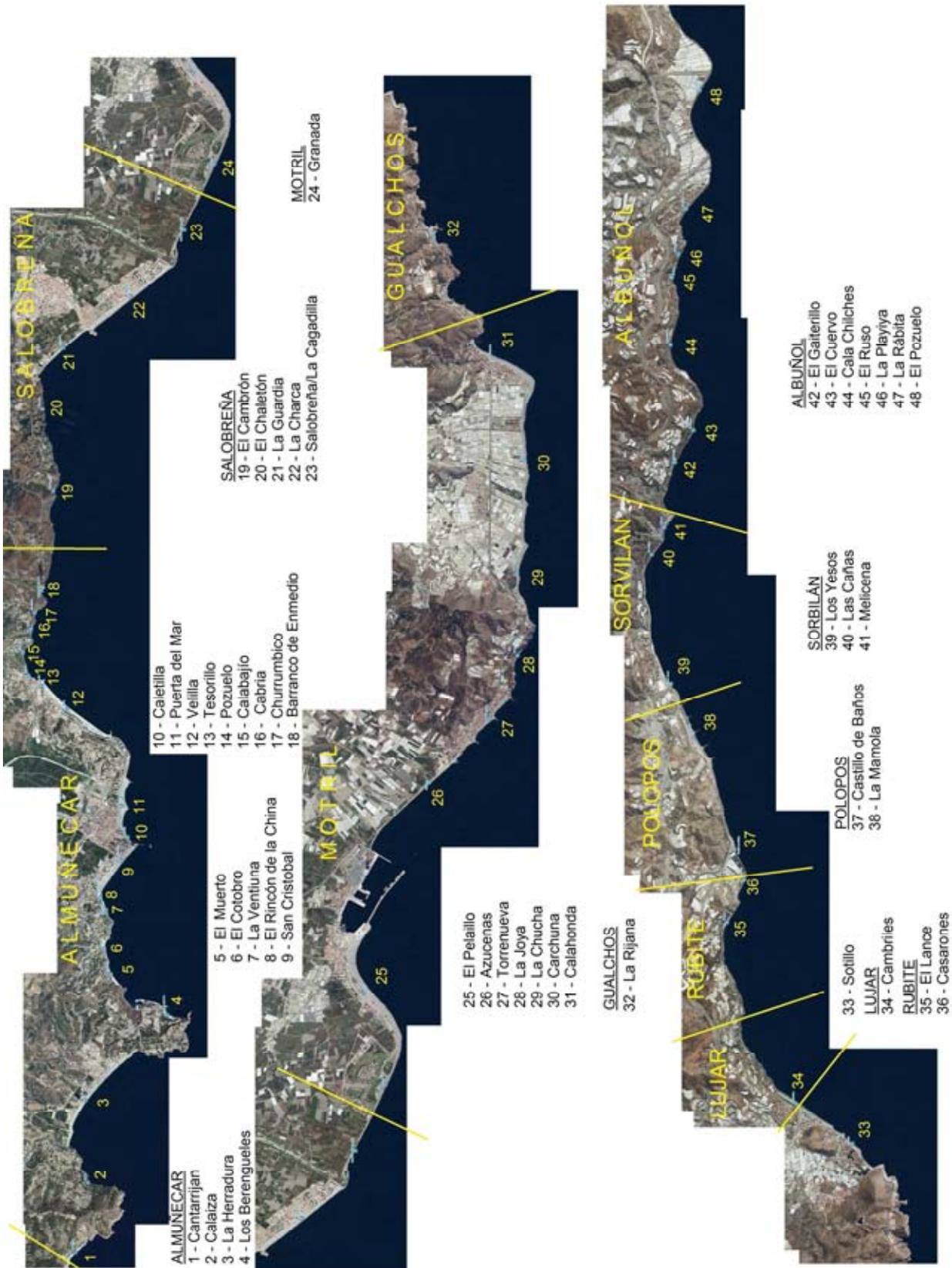


Figura 2.10: Playas en la costa de Granada (Foto: MAGRAMA)

Para esta Estrategia se ha seguido la clasificación y denominación de las playas que realiza la Guía de Playas del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. A continuación se describen brevemente las características más importantes de estas playas, separadas por municipios.

#### 2.4.1 Playas del T.M. de Almuñécar

Las playas que pertenecen al término municipal de Almuñécar, su disposición se aprecia en la siguiente figura, son las siguientes.

1. Playa de Cantarriján
2. Playa de Calaíza
3. Playa de La Herradura
4. Playa de Los Berengueles
5. Playa del Muerto
6. Playa de Cotobro
7. Playa de La Ventiuna
8. Playa de El Rincón de la China
9. Playa de San Cristobal
10. Playa de Caletilla
11. Playa de Puerta del Mar
12. Playa de Velilla
13. Playa de Tesorillo
14. Playa del Pozuelo
15. Playa de Calabajío
16. Playa de Cabría
17. Playa de Corrubico
18. Playa de Barranco de En medio



Figura 2.11: Playas del T.M. de Almuñécar (Foto: TerraMetrics-Google Earth)

#### 2.4.1.1 Playa de Cantarriján

Situada al este de la desembocadura del arroyo de Cantarriján, tiene una longitud de unos 375m y un ancho de aproximadamente 43 m. Está compuesta por grava y arena.

#### 2.4.1.2 Playa de Calaíza

Situada al noroeste de los acantilados de Maro – Cerro Gordo, tiene una longitud de unos 55m y un ancho medio de 12m. Está compuesta por grava y arena.

#### 2.4.1.3 Playa de La Herradura

Tiene una longitud de unos 2050m y un ancho medio de 40m. Está ubicada en la localidad de La Herradura, situado en la bahía del mismo nombre, protegida por la Punta de la Mona y el Cerro Gordo. Está compuesta por grava y arena.



Figura 2.12: Playa de La Herradura (foto: MAGRAMA)

#### 2.4.1.4 Playa de Los Berengueles

Situada al oeste de la Punta de La Mona, en la zona conocida como Los Berengueles, justo al oeste de la Marina del Este, tiene una longitud de 250m y un ancho medio de 40m. Está compuesta de por grava y arena.

#### 2.4.1.5 Playa de El Muerto

Es una pequeña playa situada al noreste del puerto deportivo Marina del Este, tiene una longitud de unos 400m y un ancho medio de unos 42m. Está compuesta por grava y arena.

#### 2.4.1.6 Playa de Cotobro

Situada al este de la playa de El Muerto, es la segunda playa de un conjunto de cuatro pequeñas playas encajadas en una costa elevada entre la Marina del Este y la playa de San Cristóbal. Tiene una longitud de unos 390m y un ancho de aproximadamente 17m. Está compuesta por bolos, grava y arena.

#### 2.4.1.7 Playa de La Veintiuna

Situada al noreste de la Punta de San José, tiene una longitud de unos 225m y un ancho poco variable de unos 15m. Está compuesta por arena de color oscuro.

#### 2.4.1.8 Playa de El Rincón de la China

Situada entre las playas de La Veintiuna y San Cristóbal, tiene una longitud de 75m y un ancho poco variable de unos 15m. Es una playa muy popular en la ciudad; situada en el extremo de la playa de San Cristóbal.

#### 2.4.1.9 Playa de San Cristóbal

Es una de las dos playas más importantes de Almuñécar. Discurre entre el Rincón de La China y La Punta del Santo. Su frente fue el resultado del crecimiento turístico. Situada al oeste de la ciudad de Almuñécar; tiene una longitud de unos 1050m y un ancho de unos 50m. Está compuesta de arena gruesa, gravilla y gravas. En ella desemboca el río Seco.



Figura 2.13: Playa de San Cristóbal (Foto: MAGRAMA)

#### 2.4.1.10 Playa de Caletilla

Originalmente era un playazo apoyado en el peñón del Santo. Recientemente se creó una nueva playa artificial en el frente donde existía una restinga rocosa que alcanzaba hasta la playa puerta del Mar. Situada al norte del Peñón del Santo, tiene una longitud de unos 240m y un ancho de 15m. Está compuesta especialmente por arena, con gravilla y grava.



Figura 2.14: Playa de la Caletilla (Foto: MAGRAMA)

#### 2.4.1.11 Playa de Puerta del Mar

Es junto a San Cristóbal, la playa más importante de la ciudad de Almuñecar. Se sitúa en el frente del antiguo pueblo y era la playa histórica del pueblo con actividad pesquera entonces. Ha sufrido diversas transformaciones; inicialmente era una playa rectilínea conociéndose su extremo oriental como playa de Fuente Piedras. Se apoyaba en las restingas rocosas al oeste y en la punta de Velilla al este, y en ella desemboca el río verde. Posteriormente se construyó un dique exento en la mitad de su playa y un espigón de cierre en Fuente Piedras, vertiendo sedimento que transformaría la playa formada por gravas pizarrosas y arena en una playa predominantemente de arena. Su longitud actual es de unos 1140m y un ancho medio de 50m.



Figura 2.15: Playa Puerta del Mar (Foto: MAGRAMA)

#### 2.4.1.12 Playa de Velilla

La Punta de Velilla actual es totalmente artificial. Su aspecto original fue objeto de actuación avanzando hacia el mar mediante una plataforma para que pudiera discurrir una vía que uniera ese barrio con la ciudad de Almuñecar. Posteriormente la plataforma se mejoró, albergando un parque acuático. Apoyado en esta Punta de Velilla, se halla la playa del mismo nombre, formada por los derrubios de las montañas que copan el frente de costa; dejando solamente una pequeña franja que comenzó su urbanización turística a finales de los años setenta del pasado siglo. La actual playa se apoya en un espigón al oeste y en un pequeño promontorio rocoso al este, punta de Jesús. Tiene una longitud de 1470m y un ancho de 52m. Está compuesta de grava y arena.



Figura 2.16: Punta y playa de Velilla (Foto MAGRAMA)

#### 2.4.1.13 Playa de Tesorillo

Es una pequeña playa, continuación de la de Velilla, situada justo al sur de la punta de Jesús. Tiene una longitud de 90m y un ancho de aproximadamente 55m. Está compuesta de grava y arena.

#### 2.4.1.14 Playa del Pozuelo

También, es continuación natural de las otras dos playas, aunque separada por unos cantiles rocosos de esta última. Forma el frente del barrio de Almuñecar conocido como Tamaray. Tiene una longitud de unos 226m y un ancho de 30m. Está compuesta por arena de color oscura.



Figura 2.17: Playa del Pozuelo de Almuñecar (Foto: MAGRAMA)

#### 2.4.1.15 Playa de Calabajío

Las siguientes cuatro pequeñas playas se han formado en la desembocadura de barrancos situados entre montañas que caen a pico sobre el mar. Esta playa está situada al este de la del barrio de Tamaray. Tiene una longitud de 170m y un ancho de 30m. Está compuesta por arena de color oscura con grava y gravilla.

#### 2.4.1.16 Playa de Cabria

Forma parte de la sucesión de pequeñas playas indicadas en el apartado anterior. Tiene una longitud de 190m y un ancho de 30m. Está compuesta por grava con algo de arena.

#### 2.4.1.17 Playa de Corumbico

Situada al oeste de la Punta del Barranco de Enmedio. Tiene una longitud de 214m y un ancho de 24m. Está compuesta por roca, grava y arena.

#### 2.4.1.18 Playa de Barranco de Enmedio

Ultima de las cuatro pequeñas playas. Está situada al este de la Punta del Barranco de Enmedio. Tiene una longitud de 190m y un ancho de 31m. Está compuesta por grava y arena.



Figura 2.18: Playa del Barranco de Enmedio de Almuñecar (Foto: MAGRAMA)

### 2.4.2 Playas del T.M. de Salobreña

Las siguientes playas pertenecen al término municipal de Salobreña y su disposición se aprecia en la siguiente figura.

1. Playa de El Cambrón
2. Playa de El Caletón
3. Playa de La Guardia
4. Playa de La Charca
5. Playa de Salobreña/La Cagailla



Figura 2.19: Playas del término municipal de Salobreña (Granada) (Foto: Google Earth)

#### 2.4.2.1 Playa de El Cambrón

Situada al este de la Punta de la Torre del Cambrón, es una pequeña playa de 100m de longitud y 21m de ancho. Está compuesta de bolos y grava.

#### 2.4.2.2 Playa de El Caletón

Situada junto a la urbanización Costa Aguilera. Es una pequeña playa con una longitud de 30m y un ancho de 10m. Está compuesta de grava y arena.

#### 2.4.2.3 Playa de La Guardia

Es una playa bastante extensa de 1100m de longitud y 25m de ancho. Está separada de la playa de La Charca por el Peñón de Salobreña. Está compuesta por gravilla.



Figura 2.20: Playa de La Guardia de Salobreña (Foto: MAGRAMA)

#### 2.4.2.4 Playa de La Charca

Está situada junto a la desembocadura del río Guadalfeo. Es una playa extensa y relativamente ancha, con una longitud de 1800m y un ancho de 64m. Está compuesta de grava y arena.



Figura 2.21: Playa de La Charca de Salobreña (Foto: MAGRAMA)

### 2.4.2.5 Playa de Salobreña / La Cagailla

Es una playa que continúa en el término municipal de Motril. Tiene una longitud de 1200m y un ancho de 30m. Está compuesta por Grava y arena.



Figura 2.22: Playa de La Cagailla de Salobreña (Foto: MAGRAMA)

### 2.4.3 Playas del T.M. de Motril

Las playas que pertenecen al término municipal de Motril son las siguientes y su disposición se aprecia en la siguiente figura.

1. Playa de Granada
2. Playa de El Pelaillo
3. Playa de las Azucenas
4. Playa de Torrenueva
5. Playa de La Joya
6. Playa de La Chucha
7. Playa de La Carchuna
8. Playa de Calahonda



Figura 2.23: Playas del término municipal de Motril (Granada) (Foto: Google Earth)

#### 2.4.4 **Playa de Granada**

Situada al noroeste de la Punta del Santo, es una playa muy turística con una longitud de 1450m y un ancho de 20m. Está compuesta por arena.



*Figura 2.24: Playa de Granada en Motril (Foto: MAGRAMA)*

#### 2.4.4.1 **Playa de El Pelaillo**

Ubicada al noreste de la Punta del Santo y apoyada al oeste del puerto. Es una de las playas más concurridas de Motril. Tiene una longitud de 2100m y un ancho de 80m, debido a su localización que favorece el depósito de sedimentos. Está compuesta por grava y arena.



*Figura 2.25: Playa de El Peladillo en Motril (Foto: MAGRAMA)*

#### 2.4.4.2 **Playa de Las Azucenas**

Se encuentra situada entre el puerto de Motril y Torrenueva. Tiene una longitud de 2100m y un ancho de 30m. Su orientación dificulta el depósito de sedimentos. Está compuesta por arena.

### 2.4.4.3 Playa de Torrenueva

Se sitúa frente a la localidad de Torrenueva y está apoyada en cuatro espigones, para facilitar el depósito de material. Es una playa muy concurrida, con una longitud de 1700m y un ancho de 30m. Está compuesta por arena.



Figura 2.26: Playa de Torrenueva en Motril (Foto: MAGRAMA)

### 2.4.4.4 Playa de La Joya

Es una pequeña cala compuesta por arena, de difícil acceso. Tiene una longitud de 300m y un ancho de 35m.

### 2.4.4.5 Playa de La Chucha

Es una playa rodeada de pequeñas urbanizaciones. Tiene una longitud de 996m y un ancho de 40m. Está compuesta de grava y arena.



Figura 2.27: Playa de La Chucha en Motril (Foto: MAGRAMA)

#### 2.4.4.6 Playa de Carchuna

Es una playa muy extensa, con 3 kilómetros de longitud y un ancho de 40m, rodeada de cultivos intensivos de invernaderos. Está compuesta de arena y grava. Se significa por sus formaciones morfodinámicas en planta.



Figura 2.28: Playa de Carchuna en Motril (Foto: MAGRAMA)

#### 2.4.4.7 Playa de Calahonda

Se sitúa en la localidad de Calahonda. Es una playa muy turística, con una longitud de 1400m y un ancho medio de 40m. Está compuesta por arena.



Figura 2.29: Playa de Calahonda en Motril (Foto: MAGRAMA)

#### 2.4.5 Playas del T.M. de Gualchos

Las playas y su disposición en el término municipal de Gualchos, son las que se indican a continuación.

1. Playa de La Rijana
2. Playa de Sotillo

#### 2.4.5.1 Playa de La Rijana

Es una pequeña cala aislada con una longitud de 250m y un ancho de 20m. Está compuesta de arena.



Figura 2.30: Playa de La Rijana en Gualchos (Foto: MAGRAMA)

#### 1.1.1.1 Playa de Sotillo

Es una playa extensa, protegida por cuatro diques, con una longitud de 1300m y un ancho de 40. Está compuesta por grava y arena. Tiene un nivel de ocupación alto. Físicamente, es la misma playa que la siguiente de Cambriles, separadas por las obras de defensa.



Figura 2.31: Playa de Sotillo en Gualchos (Foto: MAGRAMA)

#### 2.4.6 Playas del T.M. de Lujar

La única playa que pertenece al término municipal de Lujar es la de Cambriles.

### 2.4.6.1 Playa de Cambriles

Realmente la playa se halla en los términos municipales de Gualchos y Lujar, y es la continuación de la playa de Sotillo. Tiene una longitud de 850m y un ancho de 45m. Está compuesta por arena y no es una playa muy concurrida.



Figura 2.32: Playa de Cambriles en Lujar (Foto: MAGRAMA)

### 2.4.7 Playas del T.M. de Rubite

Las siguientes playas pertenecen al término municipal de Rubite y su disposición se aprecia en la siguiente figura.

1. Playa de El Lance
2. Playa de Casarones



Figura 2.33: Playas del término municipal de Rubite (Foto: Google Earth)

#### 2.4.7.1 Playa de El Lance

Es una estrecha franja de arena oscura de 500m de longitud y 18m de ancho. Está compuesta por arena. No suele ser muy concurrida por su localización.



Figura 2.34: Playa de El Lance en Rubite (Foto: MAGRAMA)

#### 2.4.7.2 Playa de Casarones

Es una pequeña playa de rocas, grava y arena, muy estrecha, con una longitud de 450m y un ancho de 12m. Situada en una zona de invernaderos, como se aprecia en la figura anterior.



Figura 2.35: Playa de Casarones en Rubite (Foto: MAGRAMA)

#### 2.4.8 Playas del T.M. de Polopos

Las playas que pertenecen al término municipal de Polopos son las siguientes y su disposición se aprecia en la siguiente figura.

1. Playa de Castillo de Baños
2. Playa de La Mamola

#### 2.4.8.1 Playa de Castillo de Baños

Es una playa estrecha compuesta por bolos, grava y arena, con una longitud de 350m y un ancho de 12m. Situada junto al núcleo urbano del mismo nombre.



Figura 2.36: Playa de Castillo de Baños en Polopos (Foto: MAGRAMA)

#### 2.4.8.2 Playa de La Mamola

Es una playa muy turística con una longitud de 1400m y un ancho de 30m. Está protegida por seis espigones y compuesta de arena.



Figura 2.37: Playa de La Mamola en Polopos (Foto: MAGRAMA)

#### 2.4.9 Playas del T.M. de Sorvilán

Las playas pertenecen al término municipal de Sorvilán son las siguientes y su disposición se aprecia en la siguiente figura.

1. Playa de Los Yesos
2. Playa de Las Cañas
3. Playa de Melicena



Figura 2.38: Playas del término municipal de Sorvilán (Foto: Google Earth)

### 2.4.9.1 Playa de Los Yesos

Es una playa muy estrecha que se asemeja a una franja de arena, con una longitud de 210m y un ancho de 10m. Está compuesta por arena de color oscuro.



Figura 2.39: Playa de Los Yesos en Sorvilán (Foto: MAGRAMA)

### 2.4.9.2 Playa de Las Cañas

Es una playa aislada, contigua a la playa de Melicena. Tiene una longitud de 600m y un ancho de 20m. Está compuesta por arena de color oscuro.



Figura 2.40: Playas de Las Cañas y Melicena en Sorvilán (Foto: MAGRAMA)

### 2.4.9.3 Playa de Melicena

Se sitúa en la localidad del mismo nombre. Tiene una longitud de 500m y un ancho de 40m. Y al igual que las anteriores, está compuesta por arena de color oscuro.

### 2.4.10 Playas del T.M. de Albuñol

Las playas que pertenecen al término municipal de Albuñol son las siguientes y su disposición se aprecia en la siguiente figura.

1. Playa de El Gaiterillo
2. Playa de El Cuervo
3. Playa de Cala Chilches
4. Playa de El Ruso
5. Playa de La Playiya
6. Playa de La Rábita
7. Playa de El Pozuelo



Figura 2.41: Playas del término municipal de Albuñol (Foto: Terra Metrics-Google Earth)

#### 2.4.10.1 Playa de El Gaiterillo

Se sitúa en una zona aislada. Tiene una longitud de 300m y un ancho de 14m. Y está compuesta por arena de color oscuro.



Figura 2.42: Playa de El Gaiterillo en Albuñol (Foto: MAGRAMA)

#### 2.4.10.2 Playa de El Cuervo

Es una playa estrecha de longitud 250m y ancho 14m. Está compuesta por arena y grava



Figura 2.43: Playa de El Cuervo en Albuñol (Foto: MAGRAMA)

#### 2.4.10.3 Playa de Cala Chilches

Es una playa aislada de grava y arena, con una longitud de 300m y un ancho de 15m.



Figura 2.44: Playa de Cala Chilches en Albuñol (Foto: MAGRAMA)

#### 2.4.10.4 Playa de El Ruso

Al igual que la playa de Cala Chilches es una playa aislada, con una longitud de 240m y un ancho de 25m. Está compuesta por arena de color oscuro.



Figura 2.45: Playa de El Ruso en Albuñol (Foto: MAGRAMA)

#### 2.4.10.5 Playa de La Playiya

Al igual que la playa de Cala Chilches es una playa aislada, con una longitud de 200m y un ancho de 24m. Está compuesta por arena de color oscuro.



Figura 2.46: Playa de La Playiya en Albuñol (Foto: MAGRAMA)

#### 2.4.10.6 Playa de La Rábita

Se sitúa en la localidad del mismo nombre y al sur está rodeada por cultivos. Tiene una longitud de 1000m y un ancho de 30m. Y está compuesta por grava.



Figura 2.47: Playa de La Rábita en Albuñol (Foto: MAGRAMA)

#### 2.4.10.7 Playa de El Pozuelo

Es una playa larga y estrecha, con una longitud de 1000m y un ancho de 20m. Se sitúa en la localidad del mismo nombre y rodeada de una zona de cultivos. Está compuesta de arena.



Figura 2.48: Playa de El Pozuelo en Albuñol (Foto: MAGRAMA)

### 2.5 PLATAFORMA COSTERA

La caracterización de la plataforma costera de todo el frente granadino se ha realizado utilizando los datos de la Ecocartografía de Granada de la Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar. En particular se ha analizado y estudiado la batimetría realizada por las empresas HIDMA e IBERINSA durante los años 2008 y 2009 que se han insertado en la serie fotográfica vertical de 2012 de Google Earth.

La costa de Granada se ha dividido en 13 tramos para este análisis de su plataforma costera, y en cada uno de ellos se ha tomado un perfil en las playas más significativas; habiéndose medido la pendiente media desde la máxima profundidad que alcanzaba la batimetría citada, en general 60 m pero que puede oscilar desde los 70 hasta los 50 m según el tramo.

A continuación se muestra la batimetría da cada uno de los trece tramos y a continuación los perfiles

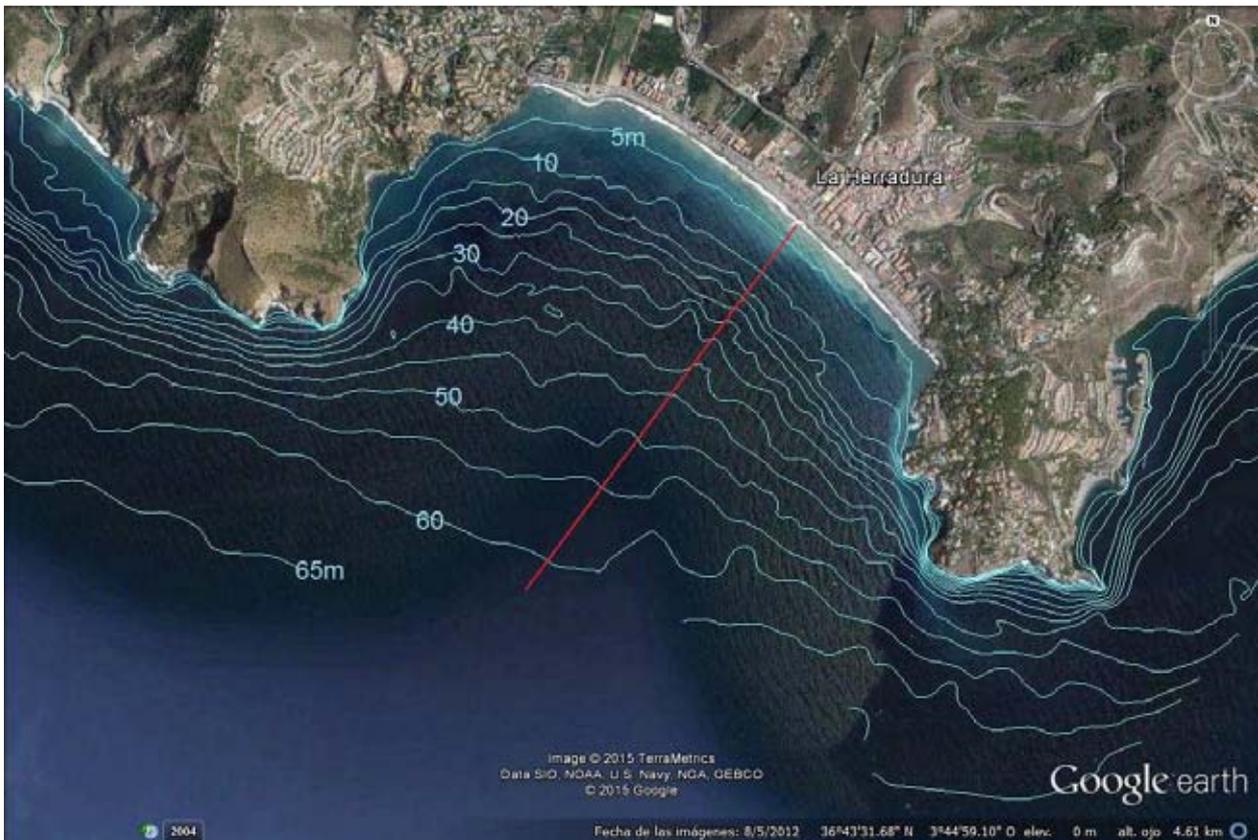


Figura 2.49: Batimetría de 2008-2009 de la playa de La Herradura de Almuñecar (Foto: TerraMetrics-Google Earth)

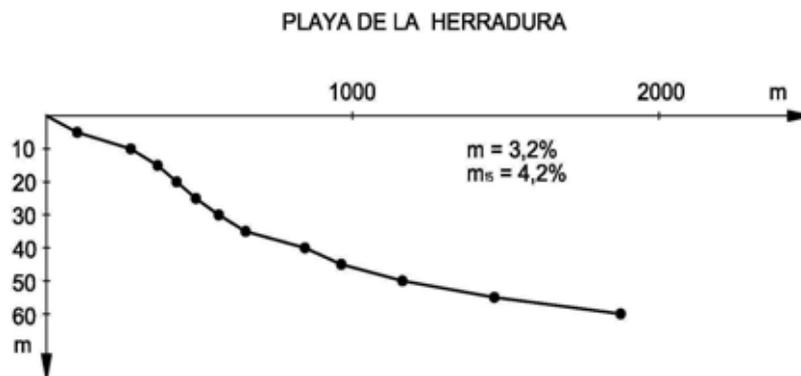


Figura 2.50 Perfil de la playa de La Herradura (Almuñecar) de 2008-2009

La batimetría de la playa de La Herradura es muy uniforme, comportándose como un sistema litoral aislado dado las profundidades que alcanzan en sus extremos (Cerro Gordo y Punta de la Mona). El perfil muestra un ligero cambio de pendiente a partir de 35 m de profundidad, suavizándose.



Figura 2.51: Batimetría de 2008-2009 de la playa de Puerta del Mar de Almuñecar (Foto: TerraMetrics-Google Earth)

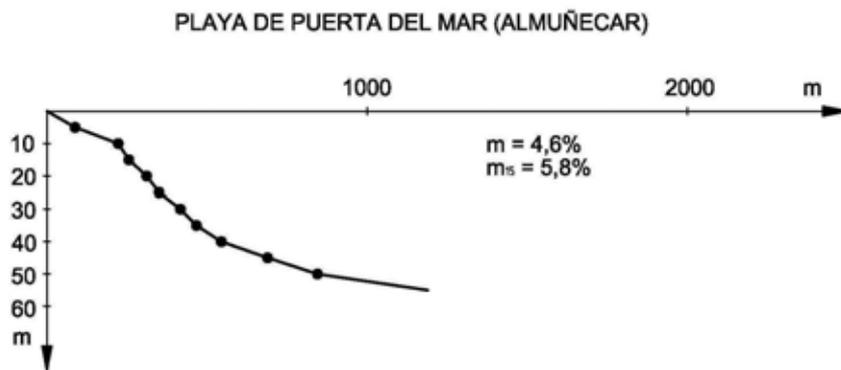


Figura 2.52 Perfil de la playa de Puerta del Mar (Almuñecar) de 2008-2009

Las líneas batimétricas se adaptan al antiguo modelado de la playa de Puerta del Mar, diferente del actual. Se produce una pronunciada pendiente desde la batimétrica 10 hasta los

40 m de profundidad, siendo más acusado a medida que nos aproximamos a la punta de Velilla, suavizándose posteriormente. Las pendientes en ésta son muy acusadas por lo que el transporte a través de la Punta resulta difícil; solamente compatible en grandes temporales y de manera moderada.

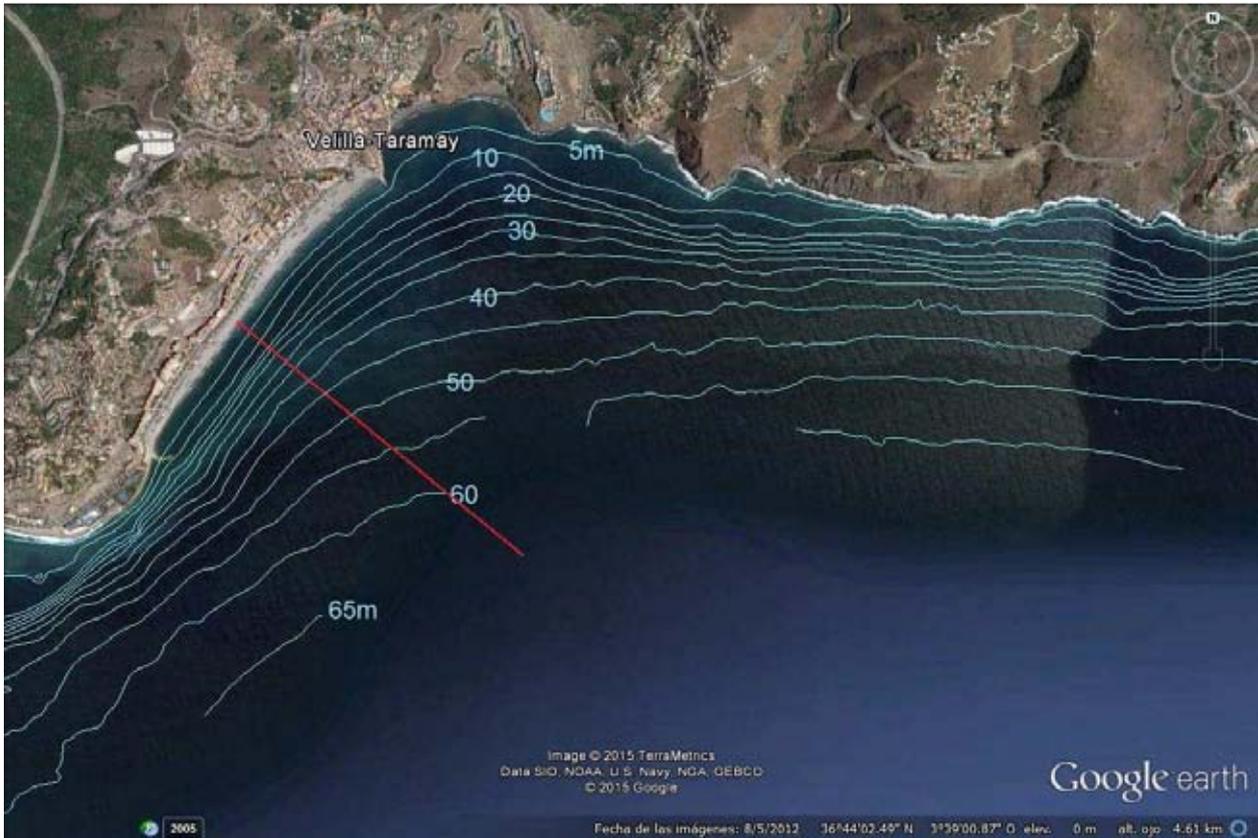


Figura 2.53: Batimetría de 2008-2009 de la playa de Velilla de Almuñecar (Foto: TerraMetrics-Google Earth)

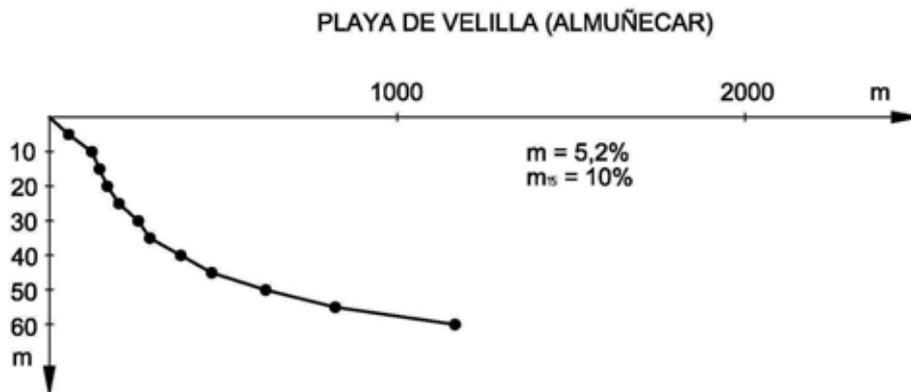


Figura 2.54: Perfil de la playa de Velilla (Almuñecar) de 2008-2009

Esta playa de Velilla tiene líneas batimétricas paralelas a la línea de orilla hasta los 20 m de profundidad, posteriormente se van abriendo a medida que se profundiza. La pendiente de la playa es muy fuerte especialmente hasta los 15 m, suavizándose progresivamente a partir de los 30 m de profundidad.



Figura 2.55: Batimetría de 2008-2009 de las playas de Salobreña (Foto: Google Earth)

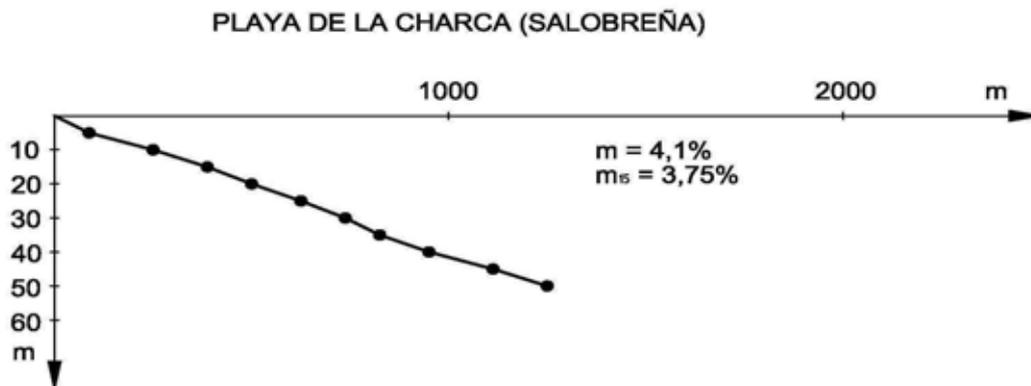


Figura 2.56: Perfil de la playa de La Charca (Salobreña) de 2008-2009

La batimetría de las playas de Salobreña muestra unas líneas paralelas a la orilla distribuidas uniformemente, reduciéndose su distancia a medida que nos acercamos a la desembocadura del río Guadalfeo, donde la pendiente es mayor.

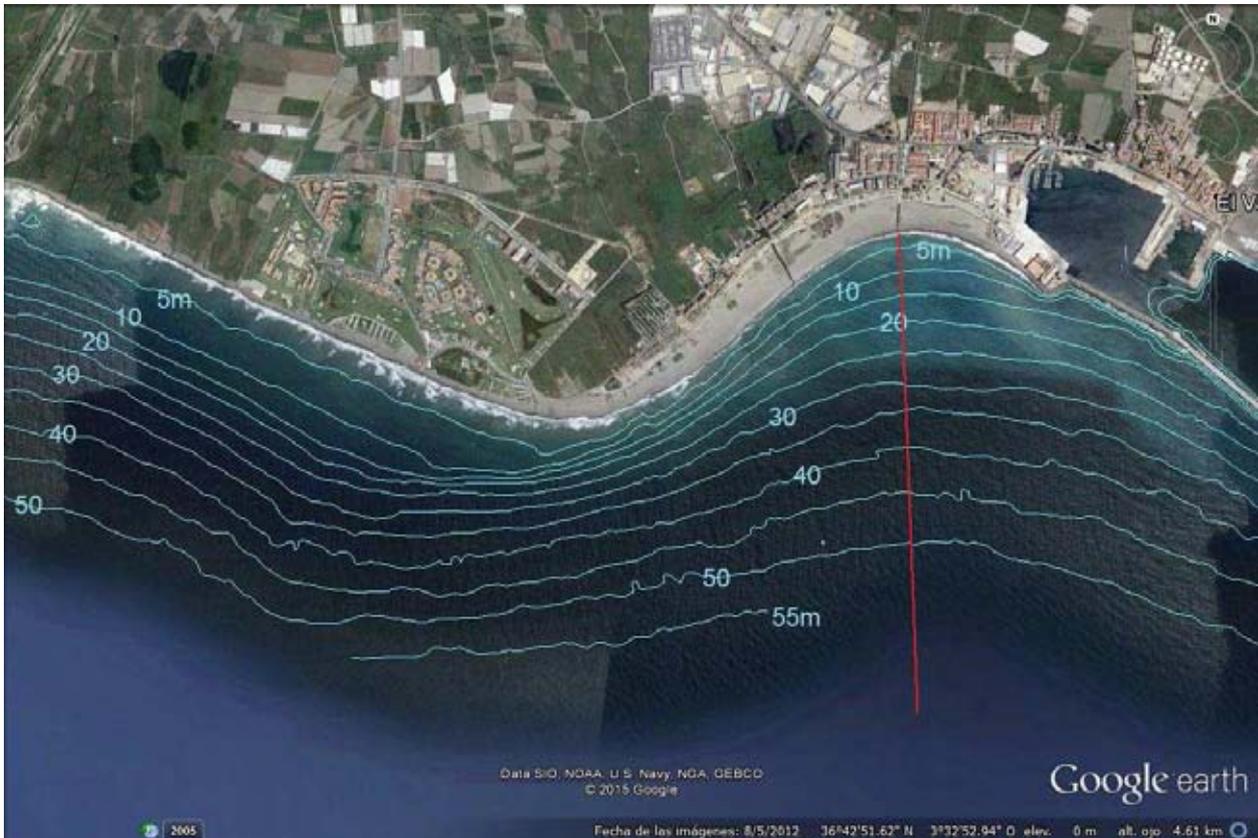


Figura 2.57: Batimetría de 2008-2009 de las playas de Granada y Pelaillo (Motril) (Foto: Google Earth)

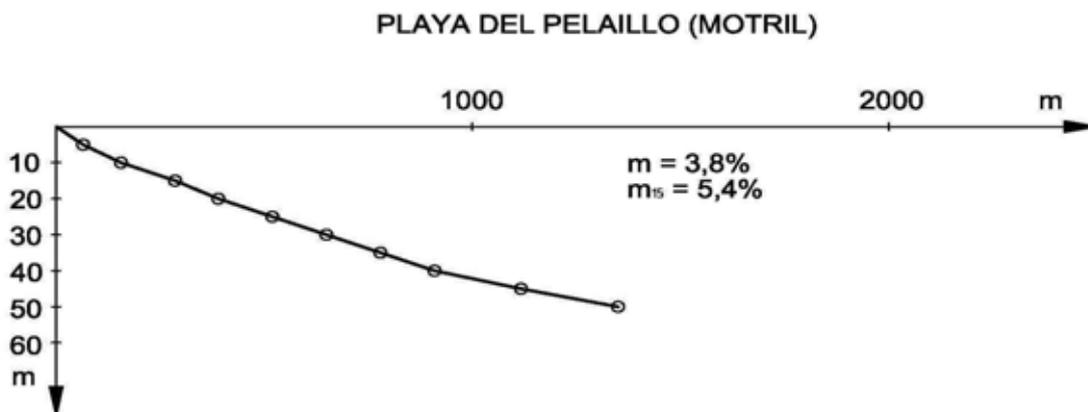


Figura 2.58: Perfil de la playa del Pelaillo (Motril) de 2008-2009

Las líneas batimétricas, entre las playas de Granada y Pelaillo, van juntándose, con fuertes pendientes, frente a la antigua desembocadura del río Guadalfeo y punta del delta. Tras atravesarla las batimétricas se expanden debido a la acumulación que producen las obras

exteriores del puerto de Motril; con una acumulación importante de sedimento en la plataforma costera del extremo de la playa del Pelaillo, junto al dique portuario. La pendiente inicialmente fuerte se suaviza a medida que se baja a mayor profundidad. Este tramo continuo de playa se halla totalmente descompensado y sin equilibrio.



Figura 2.59: Batimetría de 2008-2009 de la playa de Torrenueva (Motril) (Foto: Google Earth)

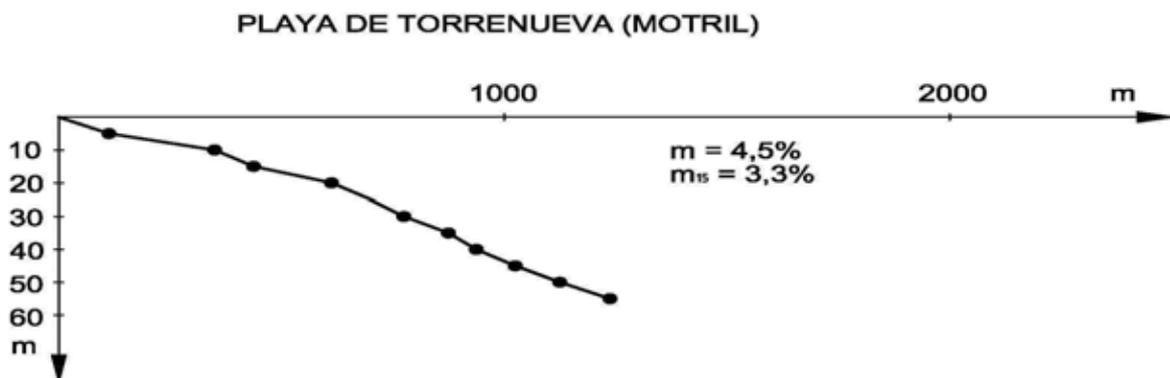


Figura 2.60: Perfil de la playa de Torrenueva (Motril) de 2008-2009

Las líneas batimétricas en la playa de Torrenueva van juntándose a medida que nos aproximamos al cañón submarino de Torrenueva. Su perfil pasa de ser cóncavo a convexo; con una pendiente más suave en los 15 primeros metros de profundidad que en el resto.

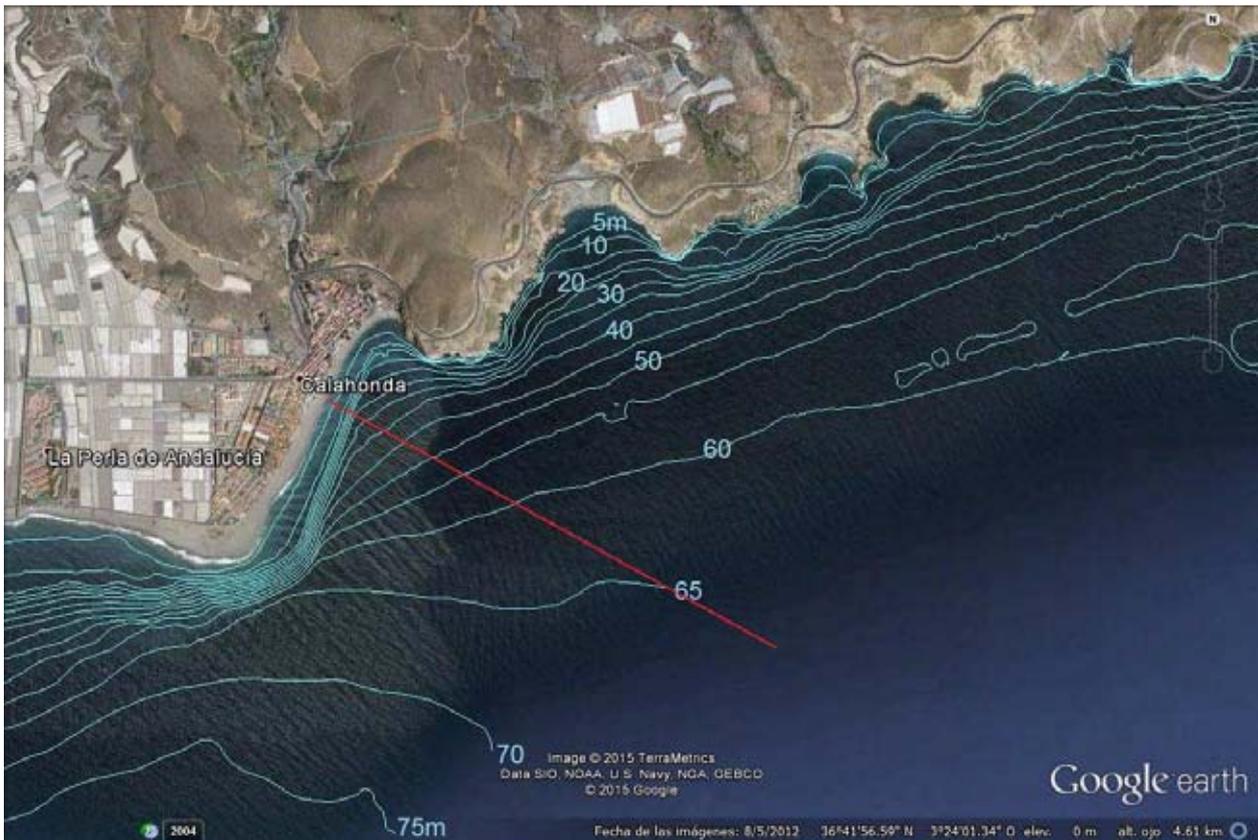


Figura 2.61: Batimetría de 2008-2009 de la playa de Calahonda (Motril) (Foto: Terra Metrics y Google Earth)

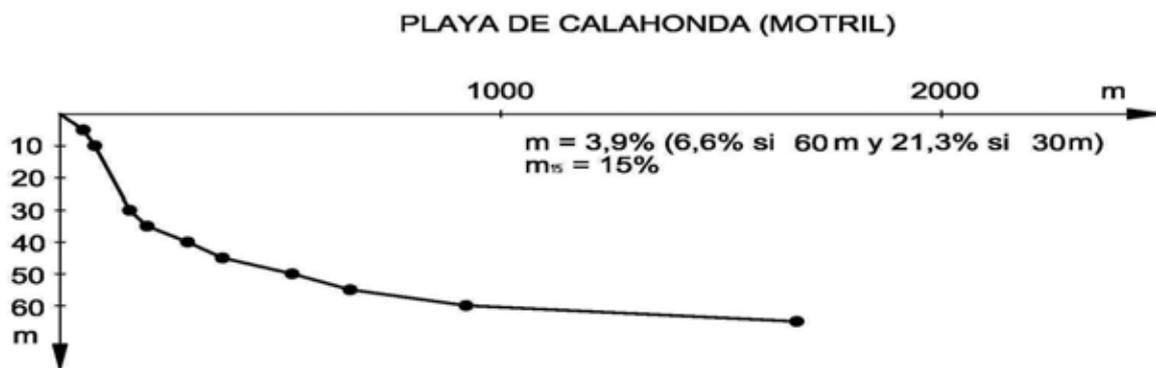


Figura 2.62: Perfil de la playa de Torrenueva (Motril) de 2008-2009

La pendiente en esta playa es muy pronunciada: En la punta sur cae a plomo con pendientes mayores al 20 % hasta la batimétrica -60 m que se suaviza hasta un 6,6 %. También en los primeros metros, la pendiente es menor, situándose en torno al 15% hasta los 15 m de profundidad. Por ello, la morfología de la playa indica que ésta es muy sensible dado que existe un límite físico muy importante en la plataforma costera debido a las pendientes tan empinadas de sus perfiles.



Figura 2.63: Batimetría de 2008-2009 de la playa de Sotillo en Castell de Ferro (Gualchos) (Foto: Terra Metrics y Google Earth)

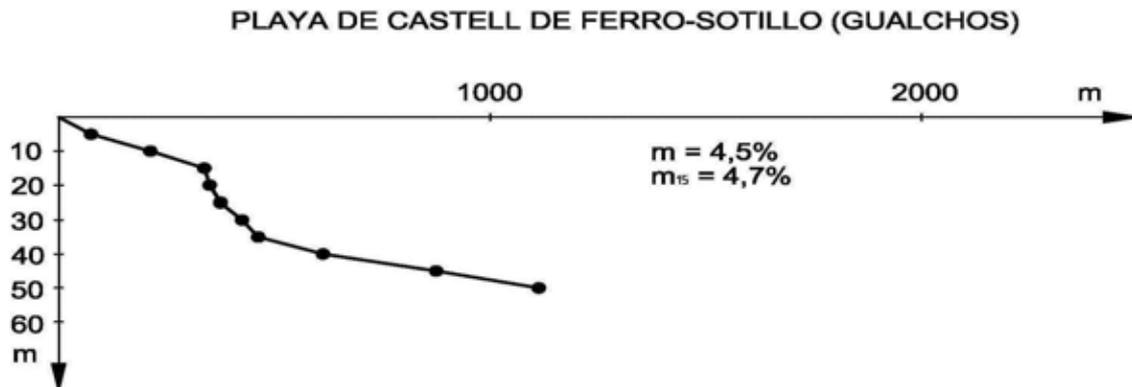


Figura 2.64: Perfil de la playa de Sotillo en Castell de Ferro (Gualchos) de 2008-2009

Al sur de Castell de Ferro existe un pequeño cañón submarino, aproximándose la línea batimétrica -20 m hasta prácticamente la orilla; regularizándose la línea a los 35 m de profundidad. Así, se aprecia en el perfil un importante escalón entre las profundidades 15 y 35 m, suavizándose el perfil posteriormente. Por ello es importante saber que -15 m es un límite y condicionante muy importante a la hora de actuar en esta playa.

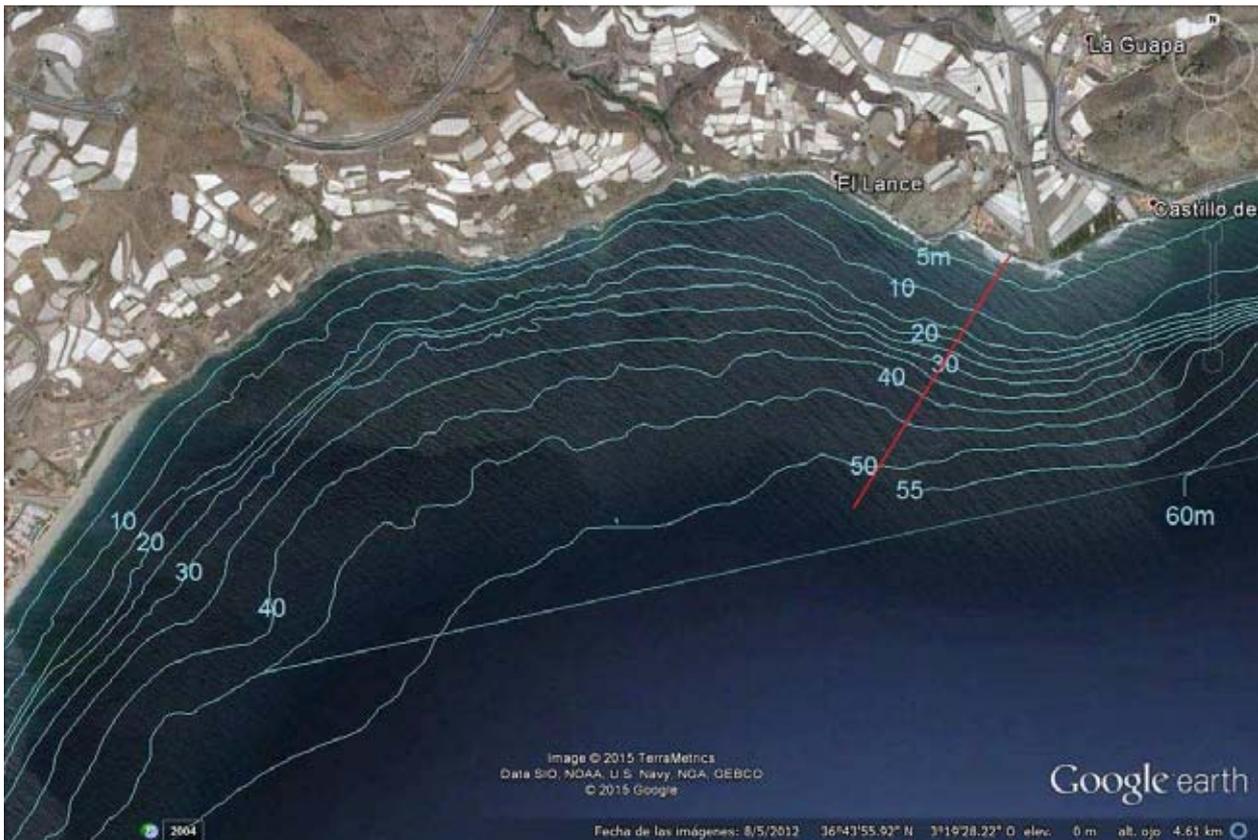


Figura 2.65: Batimetría de 2008-2009 de la playa de Casarones (Rubite) (Foto: Terra Metrics y Google Earth)

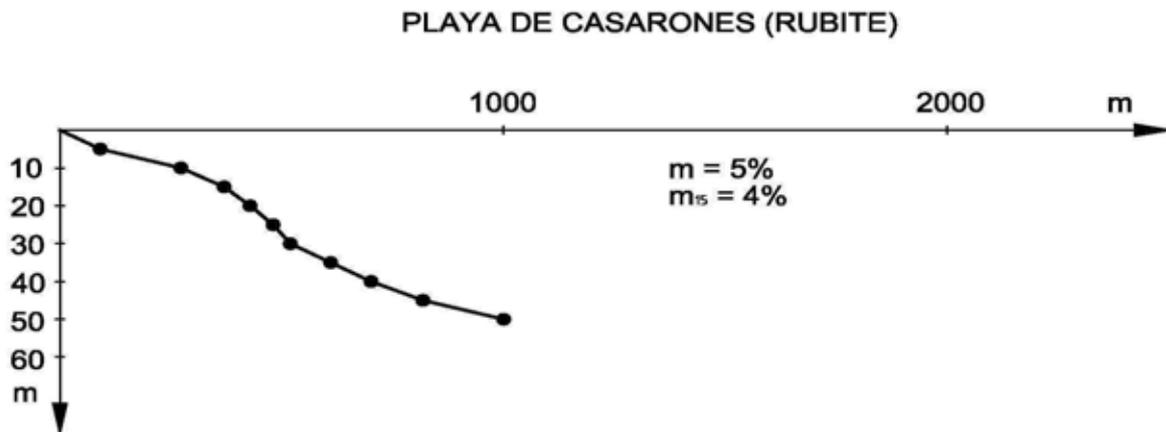


Figura 2.66: Perfil de la playa de Casarones (Rubite) de 2008-2009

Esta playa de Casarones es el lado occidental de un pequeño delta formado por la rambla del Agua o de Casarones. Frente a la punta las batimétricas de mayor profundidad se van juntando, dejando una pendiente hasta los 15 m de profundidad del 4%, aumentando ésta a partir de esta profundidad.



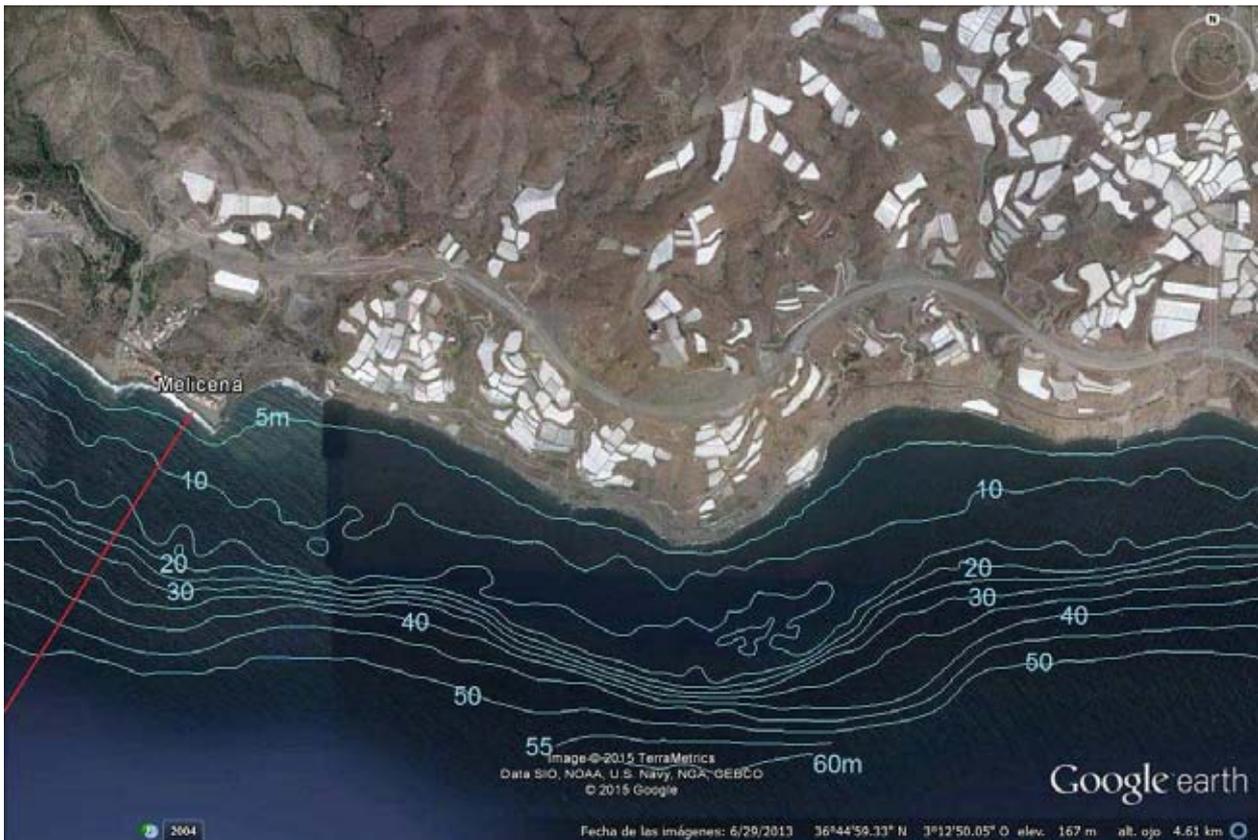


Figura 2.69: Batimetría de 2008-2009 de la playa de Melicena (Sorvilán) (Foto: Terra Metrics y Google Earth)

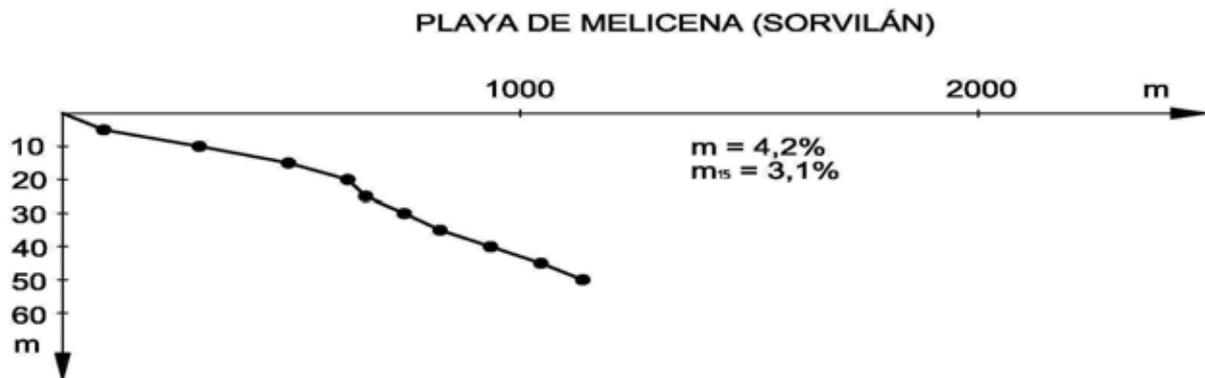


Figura 2.70: Perfil de la playa de Melicena (Sorvilán) de 2008-2009

La playa de Melicena está formada por los depósitos de la rambla de Melicena o Casa Blanca que se han ido apoyando en el Peñón de San Patricio, donde recientemente se actuó para darle una mayor anchura y estabilidad a la playa. Igual que el resto de las playas analizadas, tiene una clara plataforma interna hasta los 15 m de profundidad, en este caso extendiéndose hasta los 20 m, para posteriormente aparecer un escalón con pendientes más fuertes.



## 2.6 RED FLUVIAL

La costa granadina se caracteriza por ser muy montañosa, eso hace que la mayoría de los cauces que desembocan en ellas sean cortos y alimenten de sedimento a las playas junto a su desembocadura. Se caracterizan por la irregularidad de sus cauces y por la intensidad de sus avenidas, debidos tanta al régimen de lluvias, marcadamente mediterránea, como a unos cauces fluviales cuyos ejes drenantes responden con rapidez a la intensidad de la lluvia, por la inexistencia de vegetación que retenga las precipitaciones. Solamente algún río tiene un curso de mayor entidad y entre los tres ríos existentes, solamente el Guadalfeo es de importancia. El resto son ramblas y barrancos. Enumerados de este a oeste los más significativos son los siguientes:

- 0- Río Jate (La Herradura, Almuñecar)
- 1- Río Seco (Almuñecar)
- 2- Río Verde (Almuñecar)
- 3- Rambla del Tesorillo (Almuñecar)
- 4- Rambla del Diablo (Almuñecar)
- 5- Río Guadalfeo (Salobreña-Motril)
- 6- Rambla del Puntalón (Torrenueva-Motril)
- 7- Rambla del rejón (Carchuna-Motril)
- 8- Barranco del Torilejo (Gualchos)
- 9- Rambla de los Carlos (Castell de Ferro- Gualchos)
- 10- Rambla de Gualchos (Castell de Ferro-Gualchos)
- 11- Rambla de Casarones (Rubite)
- 12- Rambla de la Mamola (Polopos)
- 13- Rambla de Artichuela (Polopos-Sorvilán)
- 14- Rambla de los Yesos (Sorvilán)
- 15- Rambla de Melicena (Sorvilán)
- 16- Rambla de Albuñol (Albuñol)
- 17- Rambla de Huarea (Albuñol)

Todos ellos se caracterizan por estar secos la mayor parte del año, salvo el río Guadalfeo. Si bien, hiperanualmente pueden provocar puntualmente bruscas avenidas con importante cantidad de sedimento. La falta de cubierta vegetal y la naturaleza poco consistente de gran parte de las formaciones han producido una típica morfología de erosión rápida. Esto genera, cuando sobrevienen grandes avenidas, que cantidades importantes de material sean conducidas al mar.

En la figura siguiente se muestra la ubicación de cada uno de los cauces anteriores.

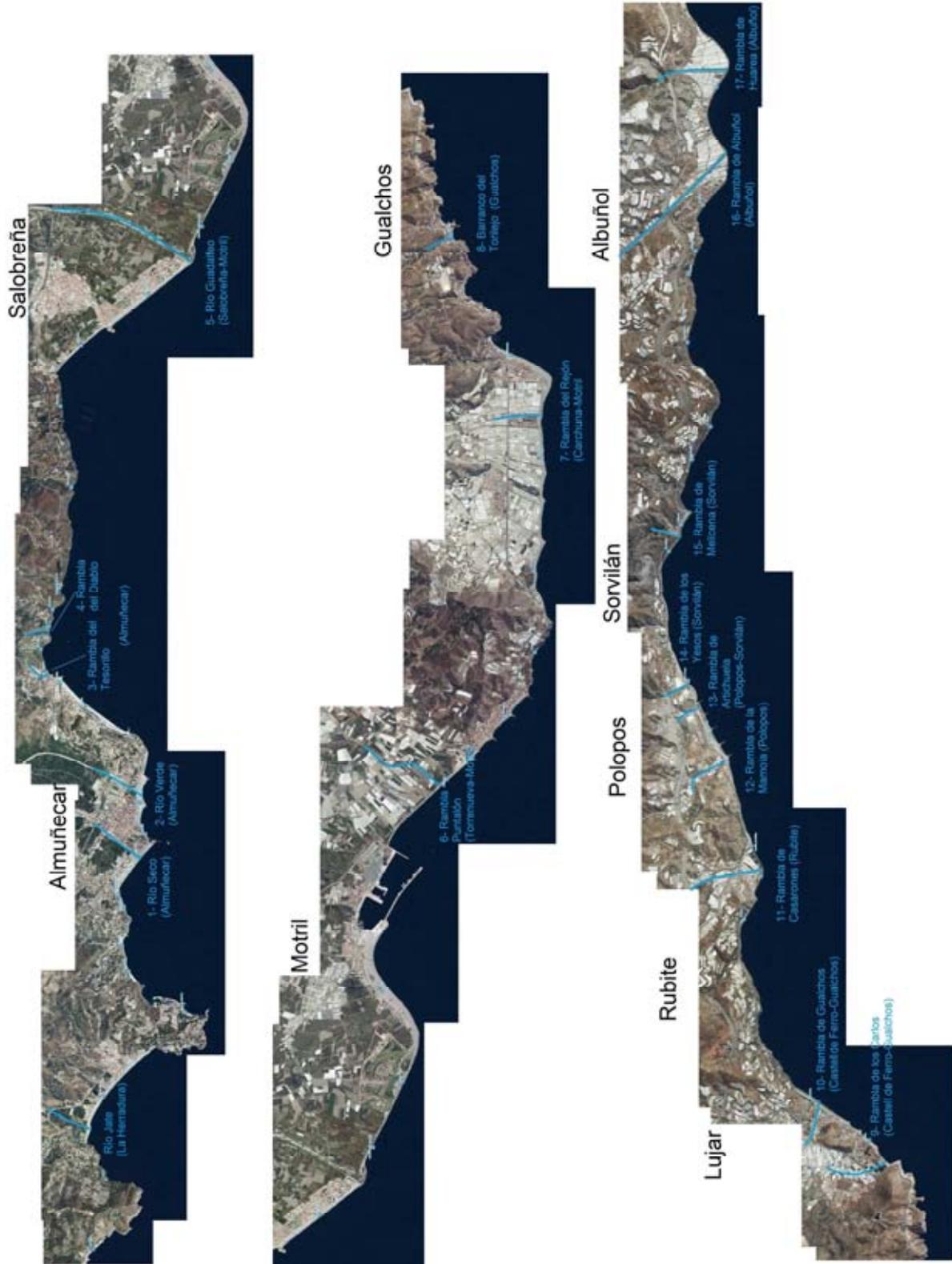


Figura 2.73: Cauces fluviales que desembocan en la costa granadina (Foto: MAGRAMA)

### **3. CLIMA MARÍTIMO**

En este capítulo se analizan las diferentes fuentes de datos de clima marítimo que se han utilizado a lo largo del tiempo en los informes y trabajos de la costa de Granada, al igual que los datos de Puertos del Estado.

Los agentes climáticos considerados para analizar y estudiar el comportamiento del clima marítimo frente a las costas de Granada son:

- Oleaje
- Viento
- Corrientes
- Variaciones del nivel del mar

#### **3.1 OLEAJE**

El oleaje es el principal agente causante de la dinámica litoral en las playas de Granada y de su evolución en el tiempo, por lo que su conocimiento es imprescindible para evaluar y estudiar su comportamiento.

La metodología seguida para estudiar el oleaje en el entorno del tramo de costa considerado puede resumirse en:

1. La búsqueda de fuentes de información de datos de oleaje en altamar.
2. El análisis y fiabilidad de los datos.
3. El estudio de las direcciones y características de los datos de oleaje que alcanzan la costa en la zona de estudio.

##### **3.1.1 Fuentes de datos de oleaje**

Las principales fuentes de datos de oleaje que se han utilizado en este informe provienen básicamente de:

- Los informes técnicos del CEDEX.
- El estudio sobre la Estrategia de Sostenibilidad de la Costa (Demarcación Hidrográfica de Andalucía), de ALATEC.
- Los datos de previsión de las boyas de medida (puntos SIMAR) de la red de medidas de Puertos del Estado.

##### **3.1.1.1 Datos de oleaje de los informes técnicos del CEDEX**

El estudio de clima marítimo de los informes técnicos del CEDEX, se realiza utilizando las siguientes fuentes de datos de oleaje:

1. El banco de datos visuales del Natinal Climatic Data Center (N.C.D.C.), situado en Asheville en Carolina del Norte (EE.UU.).
2. El banco de registros de boyas escalares de la Red Española de Medida y Registro de Oleaje (REMRO), de Puertos del Estado.

### **3.1.1.1.1 Los datos de oleaje visuales provenientes del N.C.D.C.**

Los datos de oleaje provenientes del NCDC son observaciones tomadas por diferentes fuentes como: barcos en ruta, barcos meteorológicos, observaciones de boyas, etc. Los instrumentos de toma de datos utilizados han sido muy variados a lo largo de la historia, pues dichos datos comenzaron a tomarse a mediados del siglo XIX. En 1963 la "Internacional Marine" estableció los cánones para disponer la manera en que debían tomarse los datos para una mejor informatización de los mismos.

Los datos vienen diferenciados según el tipo de oleaje, Sea o Swell, proporcionando para cada observación: la altura, el periodo y la dirección de la ola, así como las coordenadas geográficas del punto de observación.

La altura de la ola suministrada por dichos datos, al ser estos visuales, es la altura de ola significativa  $H_{1/3}$ , que por otra parte es la más corrientemente utilizada en los estudios de los procesos litorales.

Las alturas de ola significantes  $H_{1/3}$  vienen agrupadas en intervalos escalonados de 0,5 metros de amplitud, partiendo de 0,5 metros hasta alcanzar los 49,5 metros, las alturas de ola inferiores a 0,25 metros las supone calmas. Los periodos de onda vienen expresados en escalones de 2 segundos; comenzando por valores menores de 5 segundos, hasta el último escalón para valores mayores de 21 segundos. Las direcciones del oleaje se ordenan en 36 husos de  $10^\circ$ . Todas las observaciones vienen separadas según sea el tipo de oleaje, Sea o Swell.

El principal inconveniente achacable a los datos del NCDC tiene dos vertientes: la primera de ellas es la heterogeneidad en la toma de datos; siendo la segunda el procesado de los mismos, dado que pasa por dos escalones, el realizado por el propio NCDC y el efectuado por cada organismo receptor de los datos, no existiendo, muchas veces, criterios homogéneos para su procesado. A su vez la gran ventaja que posee este banco de datos reside en la cantidad y extensión, en espacio y tiempo, de las observaciones, además de proporcionar datos direccionales. Otro de los inconvenientes, aunque este en menor medida, es la densidad de los datos, pues existen zonas de alta concentración de los mismos, coincidiendo generalmente con las rutas marítimas más utilizadas, disminuyendo dicha concentración en zonas poco transitadas por barcos o en las proximidades de la costa.

### **3.1.1.1.2 La red de registros de oleaje de la R.E.M.R.O.**

Las observaciones visuales de oleaje se pueden complementar con los datos de oleaje facilitados por la REMRO de este Centro, hoy integrada en la red de boyas REDCOST de Puertos del Estado. Como en el apartado siguiente se indica, las boyas que componían la REMRO tenían como principal inconveniente que los datos que suministraba eran escalares, lo que dificultaba su utilización en estudios costeros, si bien sirvieron como calibrado para los datos visuales.

La REMRO constaba de un conjunto de 19 boyas escalares situadas en distintos puntos de la costa española, a poca distancia de ellas y ancladas, por tanto, a una profundidad no excesiva. Las boyas estaban situadas en: Bilbao, Gijón (I y II), La Coruña, Cabo Silleiro, Sevilla, Cadiz, Ceuta, Málaga, Cabo de Gata, Cabo de Palos, Alicante, Valencia, Capdepera (Mallorca), Tarragona, Palamós, Tenerife y Las Palmas (I y II). La profundidad de las boyas oscila entre 21 y 90 metros.

Los datos suministrados por la boyas se procesaban y uniformizaban en el Centro de Estudios de Puertos y Costas del CEDEX en Madrid, proporcionando entre otros, la altura significativa  $H_{1/3}$  y el periodo de la ola.

Los registros obtenidos en las boyas constituyen la mejor fuente de datos para determinar el oleaje en una zona concreta, siempre que los registros se tomen durante un tiempo significativo estadísticamente. Sin embargo, presentaban el inconveniente de proporcionar datos escalares de oleaje, lo que limitaba su utilización en estudios costeros.

Las boyas de la REMRO, hoy en la red de boyas de Puertos del Estado, que se encuentran más próximas a la zona de estudio son la de Málaga y Cabo de Gata (Almería). La de Málaga lleva funcionando desde noviembre de 1985, se encuentra a una profundidad de 24 metros y se sitúa frente a la playa de San Andrés, al sur del puerto de Málaga, en las siguientes coordenadas geográficas:

$36^{\circ} 41.5'N - 04^{\circ} 24.9'W$

La boya de Cabo de Gata comenzó a medir en agosto de 1988, se encuentra a una profundidad de 35 metros y se sitúa en las coordenadas geográficas siguientes:

$36^{\circ} 42.8'N - 02^{\circ} 12.2'W$

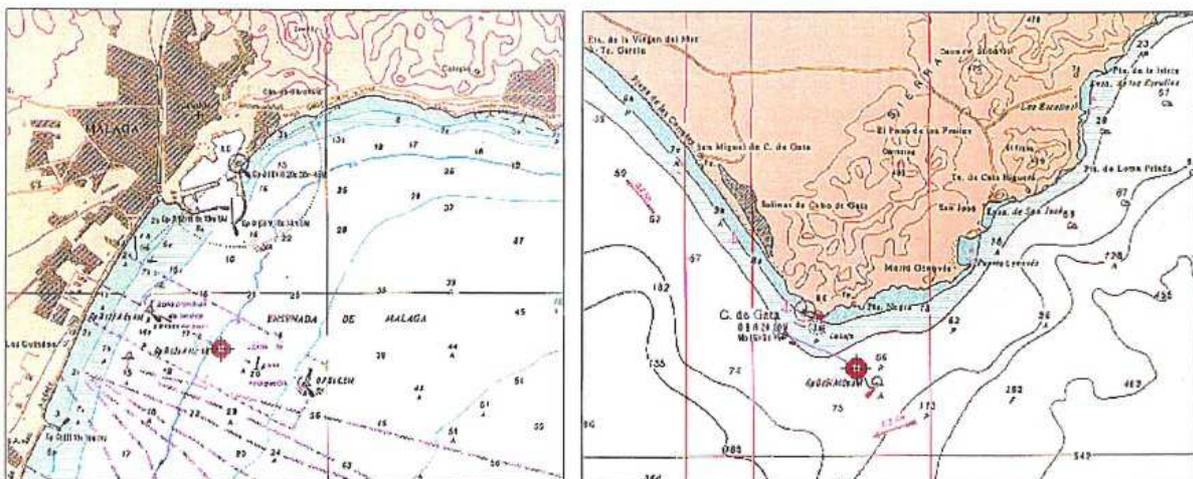


Figura 3.1: Situación de las boyas de Málaga y Cabo de Gata (Almería) (Fuente: CEDEX 2000)

### 3.1.1.2 Datos de oleaje del estudio de la Estrategia de Sostenibilidad de la Costa

En el estudio, realizado por la empresa ALATEC para la Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar, para caracterizar el clima marítimo se aportan los siguientes datos de oleaje correspondientes a los siguientes puntos WANA; 2024013, 2022013 y 2020013.

- Tablas Hs – Tp (Anual y Estacional)
- Rosas de oleaje (Anual y Estacional)
- Tablas Hs – Dirección (Anual y Estacional)
- Regímenes medio de Hs (Anual y Estacional)

- Regímenes medio direccional de Hs (Anual y Estacional)

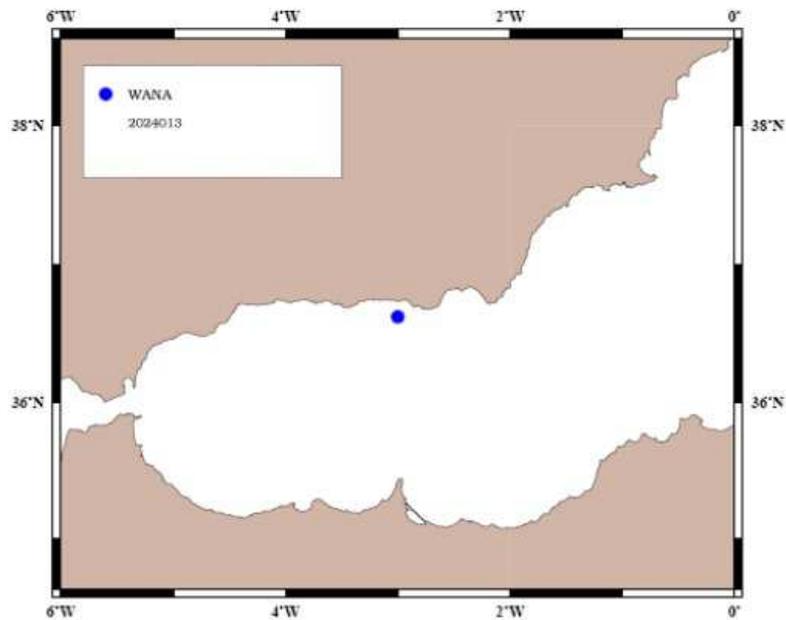


Figura 3.2: Situación del punto WANA 2024013 (Fuente: ALATEC 2007)

### 3.1.1.3 Datos de oleaje de Puertos del Estado

Puertos del Estado tiene un amplio servicio de datos de clima marítimo de las costas españolas, consistente básicamente en tres tipos:

- Predicciones
- Datos en tiempo real
- Datos históricos

Para este trabajo se han usado los datos provenientes del último de los tipos: Datos Históricos. Que ofrece datos de oleaje, viento y corrientes. Para el tramo en estudio de la costa de Granada existen las siguientes fuentes:

#### 1. Oleaje y viento:

- Puntos Simar-44
  - 2068052
  - 2069052
  - 2070052
  - 2067051
  - 2068051

#### 2. Niveles del mar

- Mareógrafo de Motril 2

### 3.1.2 Análisis de los datos de oleaje

Para analizar los datos de oleaje del tramo de costa en estudio, se consideran las tres fuentes de información descritas en el apartado anterior:

- Informes técnicos del CEDEX
- Estudio de Sostenibilidad de la Costa de ALATEC
- Puertos del Estado

#### 3.1.2.1 Análisis de los datos del informe técnico sobre la playa de Velilla (2000)

La caracterización del clima de oleaje se hizo en función de los datos visuales del NCDC y datos instrumentales registrados por las boyas que la REMRO tiene instaladas en Málaga y en el Cabo de Gata.

Para definir las características del oleaje en los alrededores del tramo de costa en estudio, se consideró la cuadrícula de observaciones definida por las coordenadas:

**Latitud:**      36° 30' N      36° 48' N  
**Longitud:**    3° 24' W      4° W

El número total de observaciones era de 11.918, distribuidas según la tabla adjunta.

<b>OBSERVACIONES VISUALES (Datos N.W.R.C.)</b>		
	Oleaje SEA	Oleaje SWELL
Número de válidas	2.888	1.395
Número de calmas	491	132
Número de confusas	626	363
Total de observaciones	4.005	1.890

Los oleajes SEA predominantes corresponden al eje Este - Oeste. Los principales oleajes eran los provenientes del oeste (O) y oeste-suroeste (OS), con unos porcentajes del 23,11% y 22,58%, respectivamente. Después vienen los oleajes del este (E) y este-noreste (NE), con el 16,20% y 11,57%, reduciéndose mucho los porcentajes de presentación para el resto de las direcciones.

Solo se registraron 6 observaciones de oleaje superiores a los 5 metros, el 0,18% del total del oleaje visual registrado en la cuadrícula considerada. La altura de ola que se presentaba con mayor frecuencia corresponde al escalón entre 0 y 0,5 metros, 38,74%, disminuyendo los porcentajes al aumentar la altura de ola. Las calmas representan el 14,53% de las observaciones.

Los períodos principales eran bajos; predominando los oleajes con período igual o menor de 5 segundos, 67,98% del total. Los períodos iguales o mayores de 10 segundos sólo representaban el 0,51% del total, lo que indicaba lo poco desarrollado del oleaje registrado en esta zona.

Para el oleaje tipo SWELL, los oleajes predominantes correspondían, de nuevo, al eje Este – Oeste. Los principales oleajes eran el oeste-suroeste (OS) y este (E), con unos porcentajes del 28,49% y 20,47%, respectivamente. Después venían los oleajes del oeste (O), 16,13% y este-noreste (EN), 10,50%. Para el resto de direcciones los oleajes eran menos frecuentes.

Solo se habían registrado 4 oleajes mayores de 5 metros, el 0,27% respecto del total de observaciones. La altura de ola predominante correspondía al escalón entre 0,5 y 1 metros, el 26,13%, seguido por los oleajes de 0 a 0,5 y de 1 a 1,5 metros, con el 22,20% y 18,60%, respectivamente. Las calmas aparecen el 8,64% del total de las observaciones.

El período del oleaje SWELL era mayor que el del SEA, encontrándose más distribuido y aumentando el porcentaje de los períodos altos. El periodo predominante seguía correspondiendo al menor o igual a 5 segundos, 49,90%, aumentando mucho el oleaje entre 6 y 7 segundos, 23,31%. Los períodos iguales o mayores de 10 segundos representan el 4,65% del total de observaciones.

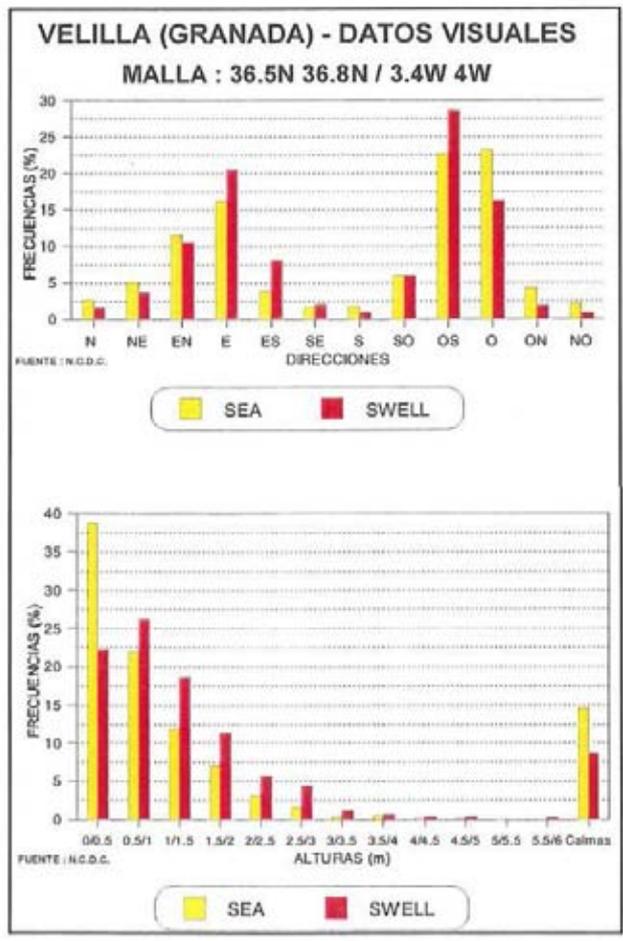


Figura 3.3: Histograma de direcciones y de alturas de ola (Fuente: CEDEX 2000)

Para la obtención de medida y registro de datos escalares de oleaje se utilizaron los datos registrados por las boyas que la REMRO, hoy integradas en la red de boyas de Puertos del Estado, instaladas en Málaga y en el Cabo de Gata.

Los registros de las boyas mostraron que la máxima altura de ola significativa obtenida, en el tiempo de funcionamiento de las boyas, quedaba incluida en el intervalo de 4 a 4,5 y de 4,5 a 5 metros, respectivamente. Siendo el oleaje claramente superior en el cabo de Gata, aumentando las frecuencias de presentación en las alturas de ola mayores. Las calmas representaron el 12,8% del total de observaciones, mientras que este porcentaje para Málaga, era de 35,6%.

El período predominante para las dos boyas correspondió a escalón de 4 a 5 segundos, con el 43,13% para Málaga y el 37,8% para Gata. Los períodos inferiores a 4 segundos fueron más frecuentes en Málaga, 30,68%, frente al 26,2% en Gata. Y los superiores a 5 segundos, por tanto, fueron predominantes en el Cabo de Gata, 36%, mientras que en Málaga correspondieron al 26,18%.

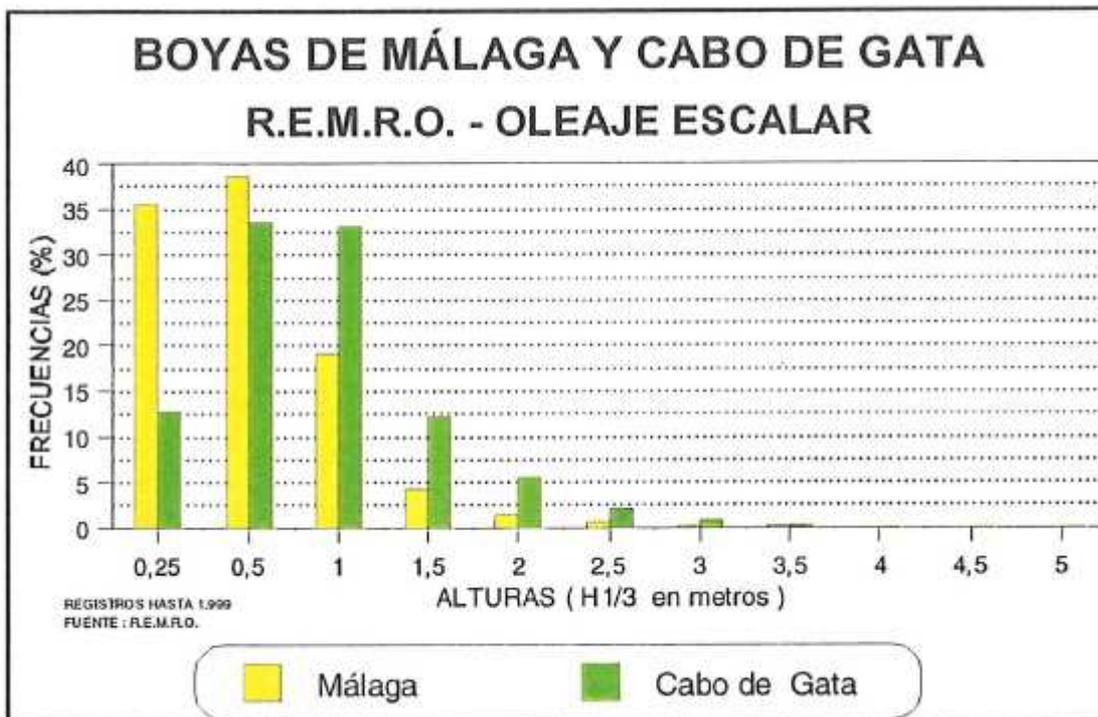


Figura 3.4: Histograma de alturas de ola en las boyas de Málaga y Cabo de Gata (Fuente: CEDEX 2000)

### 3.1.2.2 Análisis de los datos del Estudio de Sostenibilidad de la Costa de ALATEC

En este trabajo se presenta el régimen medio siguiendo diferentes criterios de selección o agrupación de los datos. En primer lugar se representa el régimen medio sobre la totalidad de los años completos registrados; seguidamente se presentan los regímenes medios estimados sobre los datos agrupados por estaciones climáticas; y finalmente, y de modo opcional, los regímenes medios para los datos agrupados por direcciones.

DISTRIBUCIÓN CONJUNTA DE PERIODO DE PICO Y ALTURA SIGNIFICATIVA

LUGAR : WANA2024013

PERIODO : Anual

SERIE ANALIZADA : Ene. 1996 - Ene. 2007

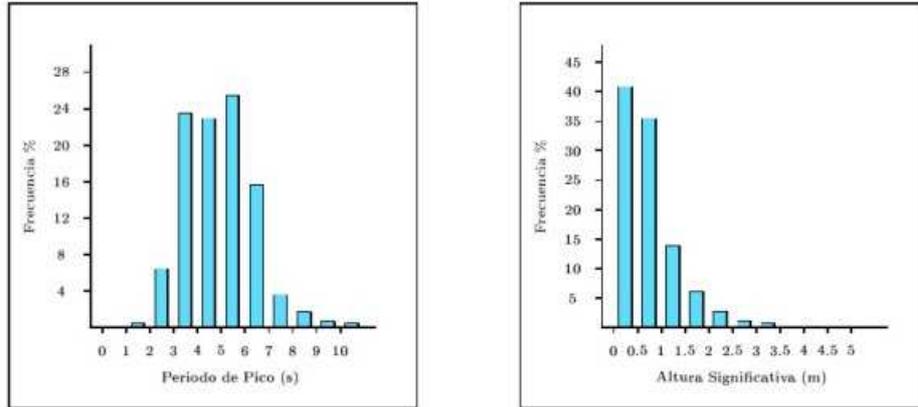


Figura 3.5: Histograma del período de pico y de la altura significativa (Fuente: ALATEC 2007)

**3.1.2.3 Análisis de los datos de oleaje de Puertos del Estado**

Se han tomado los datos históricos de oleaje que posee Puertos del Estado. En la siguiente figura se observa la ubicación de los diferentes puntos SIMAR-44 de la zona de estudio en la costa de Granada.

De todos ellos, se han considerado los datos históricos de oleaje de los puntos SIMAR-44 (2040080, 2042080 y 2046080). Por similitud de datos entre los dos últimos puntos, no se incluyen los datos del punto SIMAR-44 (2042080). Así pues, a continuación se muestran los datos de oleaje de Puertos del Estado pertenecientes a los puntos SIMAR-44 (2040080 y 2046080).



Figura 3.6: Situación de los puntos SIMAR-44 y WANA (Fuente: Puertos del Estado)

### 3.1.2.4 Análisis de los datos altura de ola de la rosa de oleaje

La altura de ola significativa en el punto SIMAR-44 (2040080), en el período comprendido entre los años 1958 y 2015, presenta cinco direcciones principales de oleaje: este (E), suroeste (SW), sureste (SE), oeste (W) y sur (S). La dirección principal de presentación es este (E) con una frecuencia de presentación que casi alcanza el 36% y una altura de ola significativa entre 3 y 4 m. Le sigue la dirección suroeste (SW), con una frecuencia de presentación que sobrepasa el 30% y una altura de ola significativa entre 3 y 4 m. A continuación le sigue la dirección sureste (SE) con una frecuencia de presentación que sobrepasa el 6% en menor medida y una altura de ola significativa de entre 4 y 5 m. Después le sigue en presentación la dirección oeste (W), con una frecuencia de presentación del 3% y una altura de ola significativa entre 2 y 3 m. Y, finalmente, la siguiente dirección principal de presentación es la dirección sur (S), con una frecuencia de presentación que no sobrepasa el 2% y con una altura de ola significativa de entre 1 y 2 m.

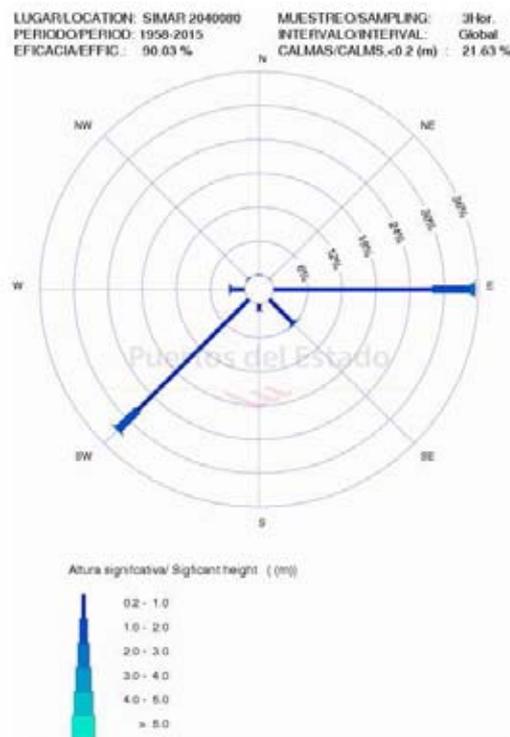


Figura 3.7: Rosa de oleaje del punto SIMAR-44 (2040080) (Fuente: Puertos del Estado)

La altura de ola significativa en el punto WANA 2046080, en el período comprendido entre los años 1958 y 2015, presenta cinco direcciones predominantes de oleaje: este (E), suroeste (SW), oeste (W), sureste (SE), y sur (S). En primer lugar predomina la dirección este (E) con una frecuencia de presentación de casi el 42% y una altura de ola comprendida entre 3 y 4 m. Seguidamente predomina la dirección suroeste (SW), con una frecuencia de presentación que supera el 35% y una altura de ola significativa comprendida entre 3 y 4 m. A continuación predomina la dirección oeste (W) con una frecuencia de presentación no supera el 7% y con una altura de ola significativa entre 4 y 5 metros. Le sigue la dirección sureste (SE), con una frecuencia de presentación que no alcanza el 7% y una altura de ola significativa comprendida entre 1 y 2 m. Y finalmente predomina la dirección sur (S), con una frecuencia de presentación inferior al 3,5% y con una altura de ola significativa entre 1 y 2 m. Como se aprecia en la figura adjunta.

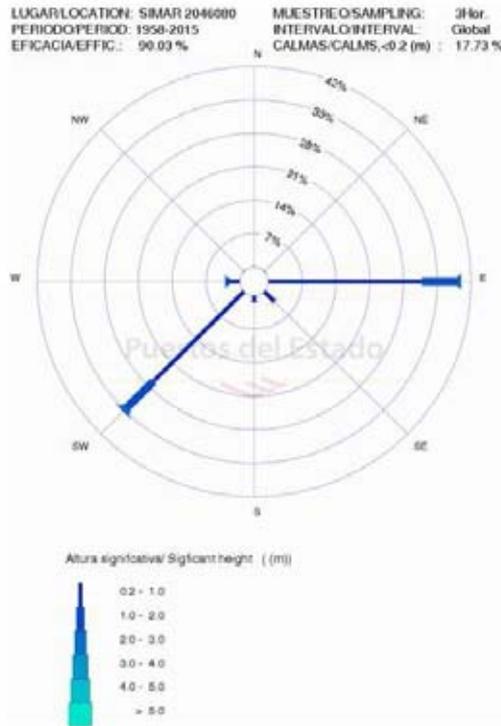


Figura 3.8: Rosa de oleaje del punto WANA (2046080) (Fuente: Puertos del Estado)

### 3.1.2.5 Análisis de los datos altura vs período

Para ello se consideran los datos del punto SIMAR-44 (2040080), que presenta una serie histórica de datos comprendida entre los años 1958 y 2015.

De la siguiente figura se deduce que los mayores porcentajes de presentación de los datos, corresponden a alturas de ola significativa comprendidas entre 0,5 y 1 m. Alcanzando los mayores porcentajes de presentación para alturas de ola inferiores a 0,5 m (56,52%) y para alturas de ola significativa de 1 m (30,08%). A su vez se deduce que los principales períodos de pico están comprendidos entre 4 y 6 s.

EFICACIA: 89.96% AÑO/YEAR: 1958-2015		Tp (s)										TOTAL	
		<=1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0		>10.0
Hs (m)	<=0.5	---	0.106	3.582	15.029	17.977	8.676	5.228	2.564	1.634	0.969	0.763	56.528
	1.0	---	---	0.142	1.871	10.608	10.800	3.938	1.547	0.595	0.226	0.361	30.086
	1.5	---	---	---	0.017	0.742	4.191	2.512	0.950	0.658	0.176	0.095	9.342
	2.0	---	---	---	---	0.004	0.426	1.343	0.603	0.291	0.144	0.053	2.863
	2.5	---	---	---	---	---	0.007	0.236	0.384	0.113	0.052	0.020	0.813
	3.0	---	---	---	---	---	---	0.014	0.126	0.068	0.013	0.014	0.236
	3.5	---	---	---	---	---	---	---	0.024	0.049	0.012	0.005	0.091
	4.0	---	---	---	---	---	---	---	---	0.011	0.009	0.003	0.023
	4.5	---	---	---	---	---	---	---	---	0.003	0.005	0.001	0.010
	5.0	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0.008	---	0.008
> 5.0	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0.000	
TOTAL	---	0.106	3.725	16.917	29.332	24.099	13.272	6.197	3.423	1.613	1.316	100%	

Figura 3.9: Tabla altura de ola significativa vs período pico anual en el punto SIMAR-44 (2040080) (Fuente: Puertos del Estado)



Y en este análisis se consideran los datos del punto SIMAR-44 (2042080), con una serie histórica de datos entre los años 1958 y 2015.

En los que se observa que los mayores porcentajes de presentación pertenecen a alturas de ola significativa de entre 0,5 y 2 m. Destacando los mayores porcentajes de presentación en alturas de ola inferiores a 0,5 m (54,98%) y en alturas de ola de 1 m (30,46%). A su vez se observa que los mayores porcentajes de presentación de los periodos pico varían entre 4 y 6 s. A igual que en el punto SIMAR-44 (2040080).

EFICACIA: 89.96% AÑO/YEAR: 1958-2015		Tp (s)											TOTAL
		<=1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	>10.0	
Hs (m)	<=0.5	---	0.098	3.157	14.346	17.561	8.659	5.100	2.572	1.653	0.998	0.842	54.985
	1.0	---	---	0.096	1.752	10.938	11.072	3.874	1.495	0.610	0.243	0.381	30.462
	1.5	---	---	---	0.009	0.828	4.971	2.669	0.913	0.632	0.168	0.106	10.294
	2.0	---	---	---	---	0.003	0.521	1.524	0.565	0.283	0.134	0.052	3.081
	2.5	---	---	---	---	---	0.009	0.251	0.382	0.113	0.054	0.018	0.828
	3.0	---	---	---	---	---	---	0.011	0.132	0.062	0.009	0.015	0.229
	3.5	---	---	---	---	---	---	---	0.022	0.043	0.014	0.004	0.083
	4.0	---	---	---	---	---	---	---	0.002	0.013	0.008	0.002	0.025
	4.5	---	---	---	---	---	---	---	---	0.002	0.009	---	0.010
	5.0	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0.002	---	0.002
	> 5.0	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0.001
TOTAL	---	0.098	3.253	16.107	29.330	25.231	13.429	6.082	3.410	1.640	1.420	100%	

Figura 3.10: Tabla altura de ola significativa vs período pico anual en el punto SIMAR-44 (2042080) (Fuente: Puertos del Estado)

### 3.1.2.6 Resumen de los datos de Puertos del Estado

Tras analizar los datos obtenidos de los puntos SIMAR-44 (2040080, 2042080 y 2046080). En primer lugar se deduce de la rosa de oleaje, que las principales direcciones de oleaje son la este (E) y la suroeste (SW), respectivamente. Alcanzando las mayores alturas entre 4 y 5 m. Y en segundo lugar, de las tablas altura – período, se deduce que los mayores porcentajes de presentación corresponden a las alturas de ola inferiores a 0,5 m y a los periodos pico de entre 4 y 6 s.

### 3.1.3 Análisis de los datos extremales de oleaje

A su vez se analizan los datos extremales de oleaje, para lo que ha considerado como fuente los datos de Puertos del Estado. En ella, se muestran los valores extremos mensuales.

#### 3.1.3.1 Análisis de los datos extremales de oleaje de Puertos del Estado

Para este análisis no se toman los datos de oleaje correspondientes al régimen extremal, sino los datos de oleaje de las alturas máximas mensuales.

En primer lugar se consideran los datos de oleaje del punto SIMAR-44 (2040080) y en concreto la tabla de alturas de ola significativa máxima mensual, de la que se deduce que las mayores alturas de ola sucedieron en enero de 2013, noviembre de 2015 y abril de 2015, con unos valores de 4,8 m y 4,6 m, respectivamente. A las que les corresponden unos periodos pico de 9,4 s, 9,8 y 9,9 s.

Hs: <b>Altura Significante /Significant Height</b>	<b>metros/meters</b>					
Tp: <b>Periodo de Pico/Peak Period</b>	<b>segundos/seconds;</b>					
Dir: <b>Dirección media de procedencia/Mean Direction, "coming from"</b>	<b>0= Norte/North; 90= Este/East</b>					
<b>Punto SIMAR 2040080 1958 - 2015 / SIMAR Point 2040080 1958 - 2015</b>						
<b>Mes/Month</b>	<b>Hs Max./Max. Hs</b>	<b>Tp</b>	<b>Dir</b>	<b>Año/Year</b>	<b>Día/Day</b>	<b>Hora/Hour</b>
Enero/January	4.8	9.4	235	2013	19	19
Febrero/February	3.8	11.6	102	1985	20	15
Marzo/March	4.2	9.6	99	1990	03	15
Abril/April	4.6	9.9	107	2015	08	12
Mayo/May	3.3	7.6	235	2013	15	17
Junio/June	2.5	6.9	238	2013	17	18
Julio/July	2.8	7.6	239	2011	03	21
Agosto/August	3.5	8.6	98	1980	20	09
Septiembre/September	2.4	7.8	110	2012	06	18
Octubre/October	4.2	8.7	99	2008	11	03
Noviembre/November	4.8	9.8	111	2015	01	16
Diciembre/December	4.4	9.3	238	2013	25	17

Figura 3.11: Tabla altura de máxima mensual del punto SIMAR-44 (2040080) (Fuente: Puertos del Estado)

En segundo lugar se consideran los datos de oleaje del punto SIMAR-44 (2046080), en los que se observan las mayores alturas de ola significativa. Éstas sucedieron en enero de 2013, diciembre de 2013 y abril de 2012. Alcanzando unos valores de 6 m, 5,4 m y 4,9 m, respectivamente. Con unos periodos pico de 10,2 s, 10,0 s y 9,1 s.

Hs: <b>Altura Significante /Significant Height</b>	<b>metros/meters</b>					
Tp: <b>Periodo de Pico/Peak Period</b>	<b>segundos/seconds;</b>					
Dir: <b>Dirección media de procedencia/Mean Direction, "coming from"</b>	<b>0= Norte/North; 90= Este/East</b>					
<b>Punto SIMAR 2046080 1958 - 2015 / SIMAR Point 2046080 1958 - 2015</b>						
<b>Mes/Month</b>	<b>Hs Max./Max. Hs</b>	<b>Tp</b>	<b>Dir</b>	<b>Año/Year</b>	<b>Día/Day</b>	<b>Hora/Hour</b>
Enero/January	6.0	10.2	240	2013	19	19
Febrero/February	3.8	8.6	238	1979	11	15
Marzo/March	4.8	9.2	242	2014	02	01
Abril/April	4.9	9.1	242	2012	14	16
Mayo/May	4.0	8.3	242	2013	15	18
Junio/June	3.0	7.0	241	2013	18	17
Julio/July	2.8	7.7	246	2011	03	21
Agosto/August	2.9	8.6	89	1980	20	00
Septiembre/September	2.6	7.0	243	2010	07	21
Octubre/October	3.5	8.0	91	2008	11	03
Noviembre/November	4.1	8.6	101	2015	01	15
Diciembre/December	5.4	10.0	243	2013	25	18

Figura 3.12: Tabla altura de máxima mensual del punto SIMAR-44 (2046080) (Fuente: Puertos del Estado)

A su vez, para completar éstos datos, en la página de Puertos del Estado se puede acceder a un informe sobre el régimen medio de oleaje en dicho punto, que amplía la información presentada.

### 3.1.3.2 Resumen de las alturas máximas

En ambos datos de oleaje, el punto SIMAR-44 (2040080) y el punto SIMAR-44 (2046080), se observa que la máxima altura de ola significativa se alcanzó en la misma fecha, enero 2013. Sin embargo los valores alcanzados fueron de 4,8 m y 6 m, respectivamente.

### 3.1.4 Caracterización del oleaje en el tramo de costa

Con todos los datos de oleaje presentados en apartados anteriores, se caracteriza el oleaje en el tramo de costa en estudio, Granada. Para lo que se comparan las principales variables de las diferentes fuentes de información consideradas: las direcciones predominantes de oleaje y la altura de ola significativa.

#### 3.1.4.1 Direcciones de oleaje

Del informe técnico del CEDEX sobre la playa de Velilla, se ha obtenido, para el oleaje tipo SEA, las direcciones predominantes. Éstas son la este-noreste (ENE) y sur-suroeste (SSW), con unos porcentajes del 12,99% y 12,71%, respectivamente. Igualmente para el oleaje tipo SWELL, las principales direcciones de oleaje son la oeste-suroeste (OS) y este (E), con unos porcentajes del 28,49% y 20,47%, respectivamente.

Del Estudio de Sostenibilidad de la Costa, realizado por la empresa ALATEC, se deduce que las principales direcciones de oleaje son la este (E) y la dirección oeste-suroeste (WSW).

Y de los datos de Puertos del Estado se concluye que la principal dirección de oleaje es este (E) para los puntos SIMAR-44 (2040080) y SIMAR-44 (2046080).

Por tanto puede concluirse que las principales direcciones de oleaje se encuentran entre el este (E) y el oeste-suroeste (WSW), siendo la predominante la este (E).

#### 3.1.4.2 Altura de ola significativa

De los informes técnicos del CEDEX, se deduce que la altura de ola predominante, para el oleaje tipo SEA corresponde al escalón entre 0 y 0,5 m. Mientras que para el oleaje tipo SWELL corresponde a l intervalo entre 0,5 y 1 m.

En el Estudio de Sostenibilidad de la Costa, realizado por la empresa ALATEC, se determina que las alturas de ola significativa predominantes son inferiores a 1 m.

De los datos de Puertos del Estado se concluye que los mayores porcentajes de presentación corresponden a alturas de ola inferiores a los 4 m.

Por lo tanto se puede concluir que la altura de ola significativa será inferior a 4 metros, predominando las alturas de ola significativa menores de 1 m.

## 3.2 VIENTO

La descripción del viento en el tramo de costa en estudio, se basa en las principales fuentes de información que contiene dichos datos:

- Estudio de Sostenibilidad de la Costa de ALATEC

- Los datos de la red de medidas de Puertos del Estado

### 3.2.1 Datos de viento del Estudio de Sostenibilidad de la Costa de ALATEC

Este trabajo ha considerado los datos oceanográficos de Puertos del Estado sobre viento que ha tenido en cuenta los puntos WANA (2024013) WANA (2022013) y WANA (2020013).

### 3.2.2 Datos de viento de Puertos del Estado

Al igual que en el apartado de oleaje, para analizar el viento se consideran los datos históricos que posee Puertos del Estado. Así de todos los puntos de información de la zona de estudio, se consideran los puntos SIMAR-44 (2040080) y SIMAR-44 (2046080).

#### 3.2.2.1 Análisis de los datos de la rosa de viento

La velocidad media de viento en el punto SIMAR-44 (2040080), en el periodo comprendido entre los años 1958 y 2015, presenta sus principales direcciones de viento en el segundo y cuarto cuadrante. La dirección predominante es la este (E), a esta le siguen la dirección oeste (W), oeste-suroeste (WSW). En la dirección (E) se alcanza una velocidad media mayor de 8 m/s.

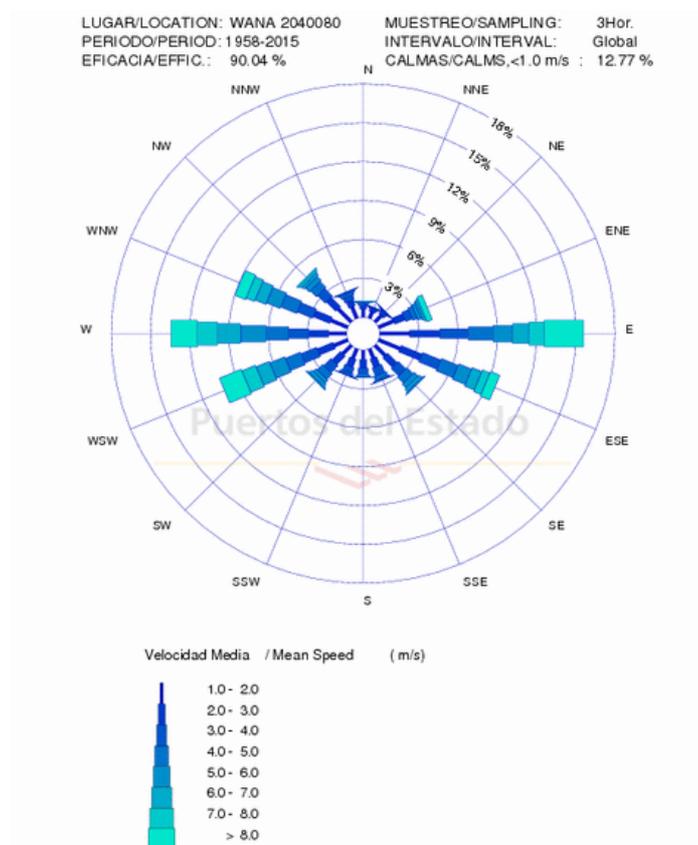


Figura 3.13: Rosa de viento del punto SIMAR-44 (2040080) (Fuente: Puertos del Estado)

La velocidad media de viento en el punto WANA (2046080), en el periodo comprendido entre los años 1958 y 2015, alcanza sus principales direcciones en el primer y tercer cuadrante. En el primer cuadrante, la dirección predominante es la este-noreste (ENE), con una frecuencia de presentación de aproximadamente el 16%. Y en el tercer cuadrante, la dirección predominante es la oeste (W), con una frecuencia de presentación que sobrepasa el 15%. En ambas se alcanza una velocidad media mayor de 8 m/s.

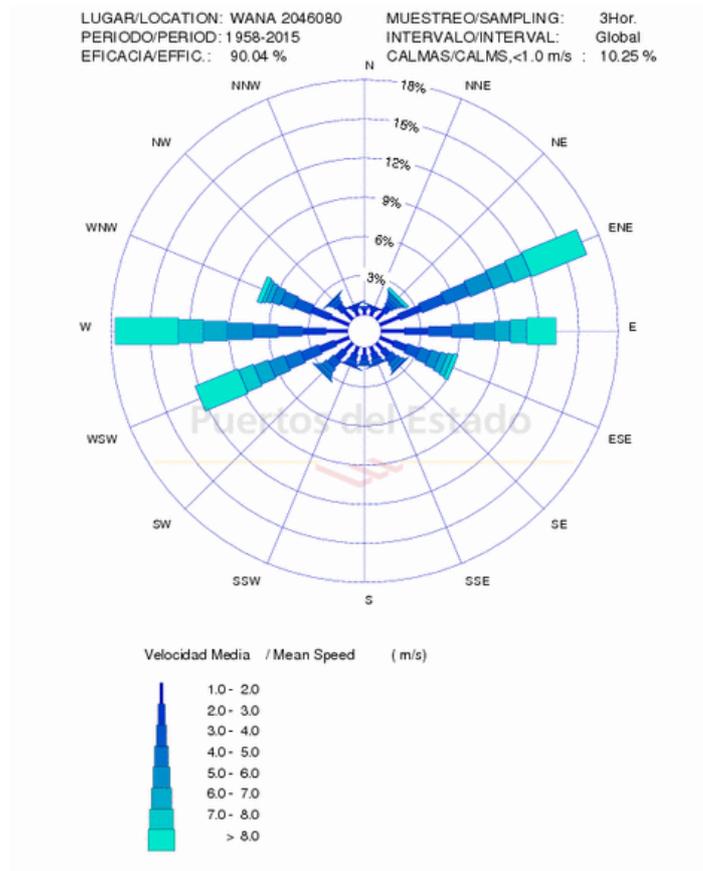


Figura 3.14: Rosa de viento del punto WANA (2046080) (Fuente: Puertos del Estado)

### 3.2.2.2 Análisis de los histogramas de viento

En los datos del histograma de viento para el punto SIMAR-44 (2040080), la mayor velocidad de viento se sitúa en el intervalo comprendido entre los 1 y 2 m/s, con una frecuencia de presentación que sobrepasa el 18%. Le sigue una velocidad comprendida entre los 2 y 3 m/s, con una frecuencia de presentación de aproximadamente el 15%.

Para una frecuencia de presentación del 12%, las velocidades están comprendidas entre 0 y 1 m/s. Y para una frecuencia de presentación de casi el 14%, la velocidad de viento está comprendida entre 3 y 4 m/s. A partir de velocidades superiores a los 4 m/s, disminuye la frecuencia de presentación.

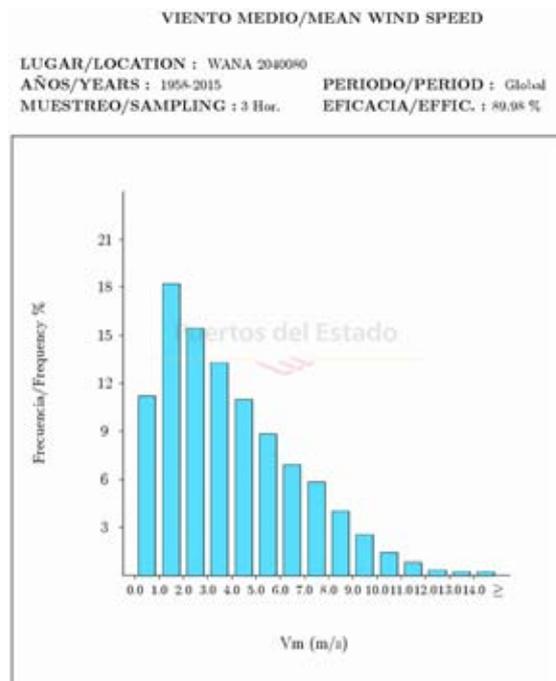


Figura 3.15: Histograma de viento del punto SIMAR-44 (2040080) (Fuente: Puertos del Estado)

De los datos del histograma de viento para el punto WANA (2046080), se deduce que la mayor velocidad de viento se sitúa en el intervalo comprendido entre los 1 y 2 m/s, con una frecuencia de presentación de aproximadamente el 15%. Le sigue una velocidad comprendida entre los 2 y 3 m/s, con una frecuencia de presentación que no sobrepasa el 14%. Y una velocidad comprendida entre los 0 y 1 m/s, con una frecuencia de presentación de aproximadamente el 9%. Disminuyendo la frecuencia de presentación para velocidades superiores a los 6 m/s.

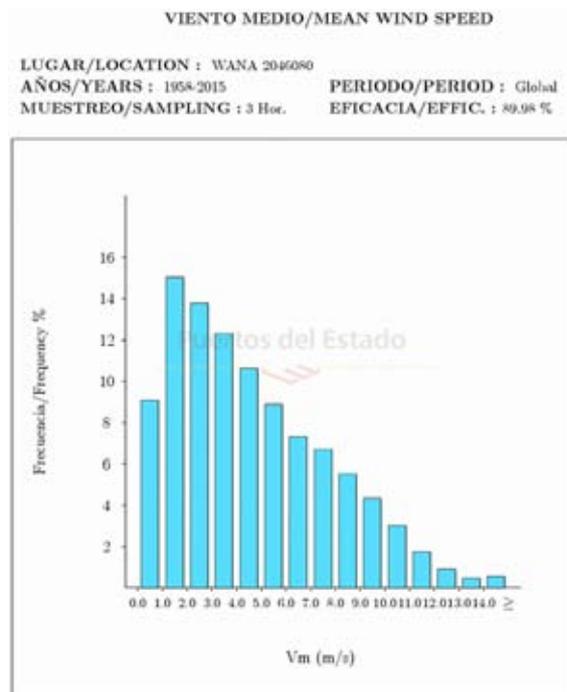


Figura 3.16: Histograma de viento del punto WANA (2114138) (Fuente: Puertos del Estado)



OSDEX

### 3.2.3 Análisis de los datos extremos de viento

Para complementar los datos de viento, se han tomado como fuente los datos de Puertos del Estado, que muestran los valores máximos mensuales.

Partiendo de los datos de viento del punto SIMAR-44 (2040080) y considerando la tabla de velocidades máximas mensuales, se deduce que las mayores velocidades de viento se alcanzaron en enero de 2013, octubre de 2008 y en abril de 2012, alcanzando unos valores de 20,8 m/s, 19,6 m/s y 18,9 m/s, respectivamente.

Vm: Intensidad del Viento Medio/Mean Wind Speed		m/s			
Dir: Direccion media de procedencia/Mean Direction, "coming from"		0= Norte/North; 90= Este/East			
Punto WANA 2040080 1958 - 2015 / WANA Point 2040080 1958 - 2015					
Mes/Month	Vm Max./Max. Vm	Dir	Año/Year	Día/Day	Hora/Hour
Enero/January	20.8	251	2013	19	10
Febrero/February	16.8	79	1988	16	00
Marzo/March	17.5	84	1990	05	06
Abril/April	18.9	252	2012	14	13
Mayo/May	16.9	250	2013	15	16
Junio/June	14.8	83	1962	07	03
Julio/July	14.5	248	2014	20	13
Agosto/August	16.1	80	1980	20	09
Septiembre/September	14.1	242	2012	25	14
Octubre/October	19.6	78	2008	11	03
Noviembre/November	18.5	246	2014	04	07
Diciembre/December	18.3	276	2013	25	17

Figura 3.17: Tabla de velocidad máxima mensual del punto SIMAR-44 (2040080) (Fuente: Puertos del Estado)

Partiendo de los datos del punto SIMAR-44 (2046080), de la tabla de velocidades máximas mensuales se deduce que las mayores velocidades de viento se alcanzaron en enero de 2015, abril de 2012 y marzo de 2014, con unos valores de 22,6 m/s, 19,9 m/s y 19,8 m/s.

Vm: Intensidad del Viento Medio/Mean Wind Speed		m/s			
Dir: Direccion media de procedencia/Mean Direction, "coming from"		0= Norte/North; 90= Este/East			
Punto WANA 2046080 1958 - 2015 / WANA Point 2046080 1958 - 2015					
Mes/Month	Vm Max./Max. Vm	Dir	Año/Year	Día/Day	Hora/Hour
Enero/January	22.6	264	2015	31	02
Febrero/February	19.8	265	2013	02	06
Marzo/March	19.8	268	2014	03	10
Abril/April	19.9	258	2012	14	14
Mayo/May	18.5	256	2013	15	17
Junio/June	16.7	251	2012	11	19
Julio/July	13.9	261	2014	06	19
Agosto/August	16.8	58	1980	20	03
Septiembre/September	15.1	254	2013	30	17
Octubre/October	18.5	71	2008	11	03
Noviembre/November	19.1	73	2015	01	20
Diciembre/December	21.8	257	2013	25	16

Figura 3.18: Tabla de velocidad máxima mensual del punto SIMAR-44 (2046080) (Fuente: Puertos del Estado)

### 3.2.4 Caracterización del viento en el tramo de costa

Para caracterizar el viento se realiza un resumen de la fuente de información aportada de Puertos del Estado.

Con relación a los datos de viento de los datos de Puertos del Estado, se deduce para el punto SIMAR-44 (2040080), la dirección predominante es la este (E), mientras que para el punto SIMAR-44(2042060), la dirección predominante es la oeste (W), alcanzando velocidades inferiores a los 8 m/s.

A su vez, de los histogramas de viento, de los datos de Puertos del Estado, se deduce que las mayores velocidades de viento para los puntos SIMAR-44 (2040080) y SIMAR-44 (2046080) se encuentran comprendidas en el intervalo de 1 y 2 m/s.

Y de los valores máximos mensuales, se deduce que para el punto SIMAR-44 (2040080), la velocidad máxima de 20,8 m/s se alcanzó en enero de 2013. Mientras que para el punto SIMAR-44 (2046080), la velocidad máxima de 22,6 m/s, se alcanzó en enero de 2015.

## 3.3 VARIACIONES DEL NIVEL DEL MAR

La fuente de información utilizada para analizar las variaciones del nivel del mar es la proveniente de la red de medidas de Puertos del Estado, tomadas del mareógrafo situado en el Puerto de Motril.

### 3.3.1 Variaciones del nivel del mar de Puertos del Estado

Como se refleja en la figura adjunta, las variaciones del nivel del mar entre 40 y 50 cm son las más frecuentes. Coincidiendo con los datos de los informes técnicos del CEDEX.

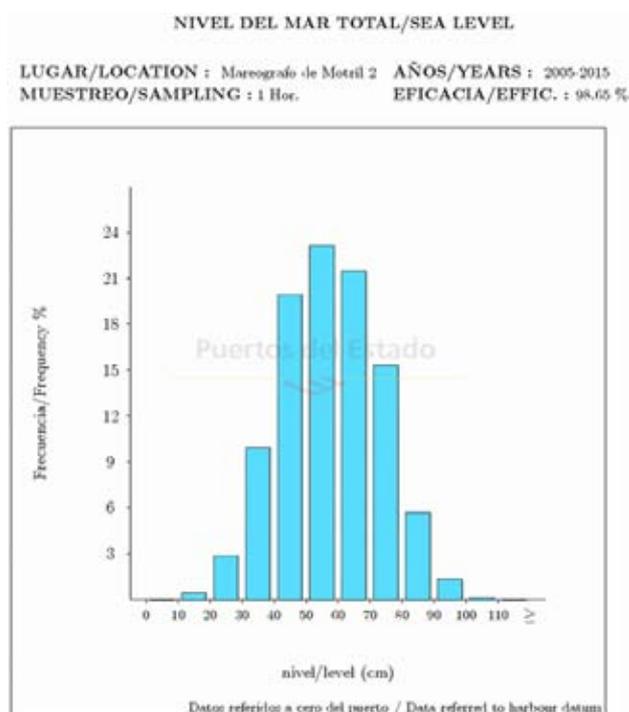


Figura 3.19: Histograma de nivel del mar del mareógrafo de Motril 2 (Fuente: Puertos del Estado)

A su vez de los informes anuales facilitados por Puertos del Estado se obtiene la variación del nivel medio del mar mensual y su tendencia entre los años 2005 y 2013.

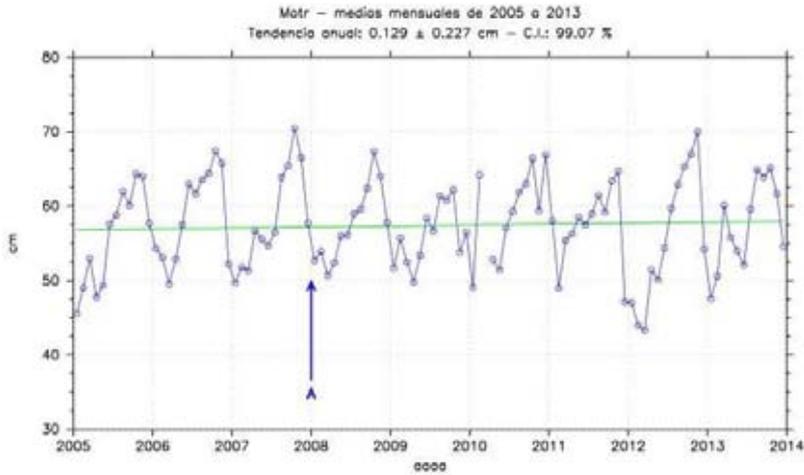


Figura 3.20: Medias mensuales y su tendencia (Fuente: Puertos del Estado)

#### **4. DINÁMICA LITORAL**

Este capítulo está dedicado a la actividad sedimentaria y dinámica evolutiva de la costa de Granada debida a los agentes climáticos, muy especialmente el oleaje, se basa en los datos que proporcionan los diferentes estudios sobre dinámica litoral que se han realizado en estas costas, como así se ha expresado en el capítulo primero, solamente actualizando los datos imprescindibles para caracterizar debidamente la dinámica litoral de este tramo de costa.

Por tanto, primeramente se analizan los sedimentos que conforman el litoral granadino, con la información que proporcionan los informes técnicos y proyectos realizados en él. Posteriormente se analiza las propagaciones de oleaje que se han realizado con modelización numérica, con el objeto de estudiar la evolución que se produce en el oleaje al aproximarse a las costas en los lugares más significativos de la costa de Granada. A continuación, se trata de caracterizar el transporte sólido litoral a lo largo del tramo y los perfiles característicos de las playas, con los datos que se posee.

##### **4.1 FUENTE Y NATURALEZA DE LOS SEDIMENTOS**

En este apartado se van a estudiar los sedimentos que caracterizan y forman la franja costera de Granada, tanto su naturaleza como su posible procedencia, para ello se ha dividido en tres sub apartados que describen:

- Las posibles fuentes u origen de los sedimentos
- Las aportaciones a la costa
- La naturaleza y características más relevantes, desde el punto de vista de la dinámica litoral, del material

###### **4.1.1 Fuentes y sumideros de sedimentos**

Las principales fuentes sedimentarias del tramo de costa en estudio las componen: los diferentes cauces fluviales que desembocan en el tramo, y en menor medida los cantiles costeros que forman rasas de sedimento erosionado de ellos.

La primera, y principal, de las fuentes sedimentarias la componen toda la red fluvial que desemboca en el tramo de costa granadina; pero en ella solamente desembocan cuatro ríos: Jate en La Herradura, Seco y Verde en Almuñecar, y Guadalfeo entre Salobreña y Motril.

El río Jate de curso corto, desagua en el extremo occidental de la playa de La Herradura. El río Seco tiene una longitud de 11 km con una superficie de cuenca de 20'8 km<sup>2</sup>. El río Verde tiene una longitud de 22'6 km con una superficie de cuenca de 96'5 km<sup>2</sup>. Su aportación sedimentaria es escasa y muy irregular; solamente en grandes avenidas proporcionan algo de material a la costa; aunque las playas que se han formado en su desembocadura, La Herradura, San Cristóbal y Puerta del Mar, están constituidas por sus sedimentos.

La superficie de cuenca del río Guadalfeo es de 1.295 km<sup>2</sup>, estando en la actualidad regulado por la presa de Rules, a 19 km de su desembocadura. Fue inaugurada en 2004 y la cuenca de este embalse tiene una superficie de 1.070 km<sup>2</sup>, lo que hace que en la actualidad tenga muy poca capacidad de aportación de sedimento a la costa. Los sedimentos aportados formaron un gran delta; habiendo sido alterada su desembocadura, desde la antigua en la llamada Punta del Río, entre las playas de Granada y del Pelaillo.

El resto de los cauces lo forman rieras y barrancos de poca importancia en general, salvo excepciones como las ramblas de Albuñol y Huarea que han formado unos deltas prominentes, que han ido formando playas en sus desembocaduras y, en ocasiones, pequeños deltas.

La segunda de las fuentes sedimentarias lo forman los derrubios de los cantiles que se encuentra en contacto con el mar. En general forman estrechas playas de gravas y gravillas.

#### **4.1.2 Aportaciones a la costa**

No se tiene datos de los aportes sólidos que las cuencas de los ríos que desembocan en el litoral granadino. Para tener una aproximación cualitativa habría que recurrir a análisis y datos de otras cuencas. Se ha hecho con los utilizado en la cuenca del río Mijares en Castellón, donde se suponía una aportación de sedimentos media anual situada entre 40 y 120 t/km<sup>2</sup>.año. Ello quiere indicar que las aportaciones medias esperables serían de: 832 a 2.496 t/año, para el río Seco; 904 a 2.712 t/año, para el río Verde; y 9.000 a 27.000 t/año para el río Guadalfeo aunque debe tenerse en cuenta que la cuenca a partir de la presa de Rules tiene mucho menor poder erosivo por lo que estos valores pueden tomarse como extremos. Se debe tener presente que esta cifra incluye todas las fracciones de sedimento, predominando los finos (arcillas y limos).

#### **4.1.3 Características de los sedimentos**

Para definir las características de los sedimentos se utilizan dos fuentes de datos:

- Los datos procedentes de los informes técnicos del CEDEX
- Los datos procedentes de otros estudios (Ecocartografía)

##### **4.1.3.1 Características de los sedimentos de los informes técnicos del CEDEX**

Los diversos informes realizados por el CEDEX de las costas de Granada se centran en muy pocos lugares, que han sido de oeste a este: Playa de Velilla de Almuñecar (CEDEX 2000), Delta del río Guadalfeo (CEDEX 1993 y 1999) y Playa de Torrenueva de Motril (CEDEX 1986 y 1999).

En alguno de los informes se presentan los datos de sedimentos con el análisis granulométrico de las muestras tomadas, normalmente en el estrán de la playa, pero en otras ocasiones la información nos la proporciona una fotografía del sedimento con indicador de tamaño, ello suele suceder cuando el sedimento está formado por gravillas, gravas y/o bolos. El resumen de estos datos se muestra a continuación.

##### **Sedimentos en la playa de Velilla (CEDEX 2000):**

Los datos de sedimento correspondientes a la playa de Velilla se tomaron en noviembre de 2000. Dada la naturaleza del sedimento, en el informe solamente se presenta las fotografías que de ellos se obtuvieron en la playa. Se tomaron en cuatro puntos de ella en el estrán correspondientes a los dos extremos de la playa y al centro de ella. En el informe se indica:

“...Se trata en todos los casos, cinco fotografías, de grava con porcentajes de gravilla que aumentan a medida que se aproxima a la punta del Tesorillo, donde el tamaño del sedimento es algo menor...”

En la figura adjunta se muestran las cuatro fotografías que se incluyen en el anejo 3 del citado informe.

Con posterioridad, se ha actuado en esta playa con la construcción de un espigón en su zona de poniente y vertido de sedimento.





El resumen de ellas se muestra en la tabla adjunta:

Muestras granulométricas de las playas de Salobreña (CEDEX 1993)				
Playa y nº	Media		Desviación típica	Tipo
	$\phi$	mm	$\sigma$	
<i>La Guardia</i>				
1	-1,438	2,709	0,353	Arena gruesa
2	-1,632	3,1		Arena gruesa
3	-1,848	3,6		Arena gruesa
4	-1,999	3,99		Arena gruesa
<i>Salobreña</i>				
5	-0,448	1,364	0,387	Arena media
6	-0,996	1,995	0,832	Arena media
7	-1,632	3,1		Arena gruesa
8	-2,00	4		Arena gruesa
9	-1,536	2,9		Arena gruesa

Sedimentos playa de La Guardia, Salobreña, Cagailla y Pelaillo (CEDEX 1999):

El informe del CEDEX de 1999 sobre la influencia en la costa del puerto de Motril, en su apartado de sedimentos, recogía los datos de otros informes y analizaba las fotografías de las playas para caracterizar los sedimentos de las playas. Los resultados fueron los siguientes:

Playa de La Guardia: Gravilla en la capa superficial del estrán y playa seca, y arena en la playa seca más alejada del mar.

Playa de Salobreña: Gravilla en la parte superficial del estrán y arena el resto de la playa seca.

Playa de la Cagailla: Arena con grava y gravilla en el estrán.

Playa del Pelaillo: Arena con grava y gravilla en el estrán.

Sedimentos playa de Las Azucenas y Torrenueva (CEDEX 1986 y 1999):

Datos de los sedimentos de la playa de Torrenueva vienen reseñados en el informe del CEDEX de 1986, de tres muestras tomadas en el estrán, que arrojaban los siguientes resultados del análisis granulométrico:

Muestras granulométricas de la playa de Torrenueva (CEDEX 1986)			
Muestra	Media ( $\phi$ )	Desviación típica ( $\phi$ )	Tipo
P-20	1,836	0,252	Arena fina, muy bien clasificada
P-17	1,241	0,297	Arena media, muy bien clasificada
P-15	1,241	0,382	Arena media, bien clasificada

El informe del CEDEX de 1999 referente a la influencia del puerto de Motril dice que la playa de las Azucenas estaba compuesta por arena con pequeñas proporciones de grava y gravilla, y que la playa de Torrenueva había sido regenerada, por lo que el sedimento no era en natural, componiéndose de arena con pequeñas proporciones de grava y gravilla.

El informe del CEDEX de 1999 referente a los efectos en la dinámica litoral de diversos puertos, entre los que se encontraba el de Motril, inserta en el anejo A-4 los resultados del análisis granulométrico de las muestras tomadas para un trabajo sobre la reutilización de las arenas con motivo de la ampliación del puerto de Motril; ocupando parte de la playa e las Azucenas donde existía un dique exento. Las muestras se tomaron en perfiles en: playa seca (+1m), estrán (0), a la -1 m, -3m y -5 m. En la siguiente tabla se muestran los resultados para el estrán.

RESULTADOS SEDIMENTOS					
Muestras estrán playas de las Azucenas y de Torrenueva (CEDEX 1999)					
Playa	Gruesos %	Arenas %	Finos %	D50 (mm)	Tipo
Azucenas (con obras)	0,12	98,74	1,14	0,7564	Arena media
	35,59	64,08	0,33	2,8811	Arena gruesa
	3,39	96,51	0,10	1,5470	Arena media
Azucenas	1,43	97,89	0,68	0,6910	Arena media
	0,96	98,93	0,11	1,0183	Arena media
	0,12	99,31	0,57	0,6475	Arena media
Torrenueva	33,61	66,33	0,06	3,8351	Arena gruesa
	2,03	97,25	0,72	0,9876	Arena media
	0,00	99,67	0,33	0,5696	Arena media
	70,42	29,12	0,45	4,8259	Gravilla
	0,94	97,62	1,44	1,2350	Arena media

Ningún informe más del CEDEX contiene datos sobre granulometría del resto de las playas del frente costero de Granada.

#### 4.1.3.2 Características de los sedimentos de las Ecocartografías

El trabajo "Ecocartografía de Granada, Almería y Murcia" (2009) de la Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar realizado por las empresas HIDTMA e IBERINSA contiene muestras de sedimento a lo largo de toda la costa granadina.

## 4.2 PROPAGACIONES

La caracterización de la propagación de oleaje a lo largo de la costa granadina se ha realizado utilizando los resultados que de ellas aparecen en los diversos informes realizados por el CEDEX. También otros organismos, como la Universidad de Granada han realizado propagaciones de oleaje mediante modelo numérico, su gran mayoría centradas en la playa de Carchuna.

Los diversos informes realizados por el CEDEX de las costas de Granada se centran en muy pocos lugares; por ello, solamente se tienen propagaciones de oleaje de zonas concretas que han sido de oeste a este: Playa de Velilla de Almuñecar (CEDEX 2000), Delta del río Guadalfeo (CEDEX 1993) y Playa de Calahonda (CEDEX 1993).

#### 4.2.1 Propagaciones de oleaje en la playa de Velilla (CEDEX 2000)

La propagación de oleaje se realizó mediante el modelo matemático REFDIF. Las direcciones de oleaje en las que se propagó corresponden a los principales oleajes que pueden incidir directamente en la costa frente a Velilla:

Este 30° Sur (E 30° S)

Sur 30° Oeste (S 30° W)

Los períodos de oleaje a simular se eligieron de tal forma que correspondían, por un lado, a un período representativo del oleaje de la zona; en este caso predominan los períodos bajos, 5 segundos, y, por otro, se consideró un período alto para la misma; de esta forma, se pudiera apreciar mejor la influencia de los fondos sobre la propagación del oleaje, 8 segundos.

El oleaje elegido para propagar fue regular, ya que, uno de los objetivos perseguidos era determinar el giro que se produce en las direcciones del oleaje, ortogonales, y, por tanto, resultaba más práctico y eficaz la propagación una a una cada dirección.

La altura de ola que se propagó fue de 1 metro, consiguiéndose con ello que los resultados de las alturas de ola fuesen relativas; estén en tanto por uno.

En las propagaciones, se introdujo el oleaje en el modelo REFDIF en forma de frente rectilíneo de altura constante. Las condiciones de contorno laterales usadas eran abiertas, dado que así reproduce la continuidad del oleaje en el medio marino total.

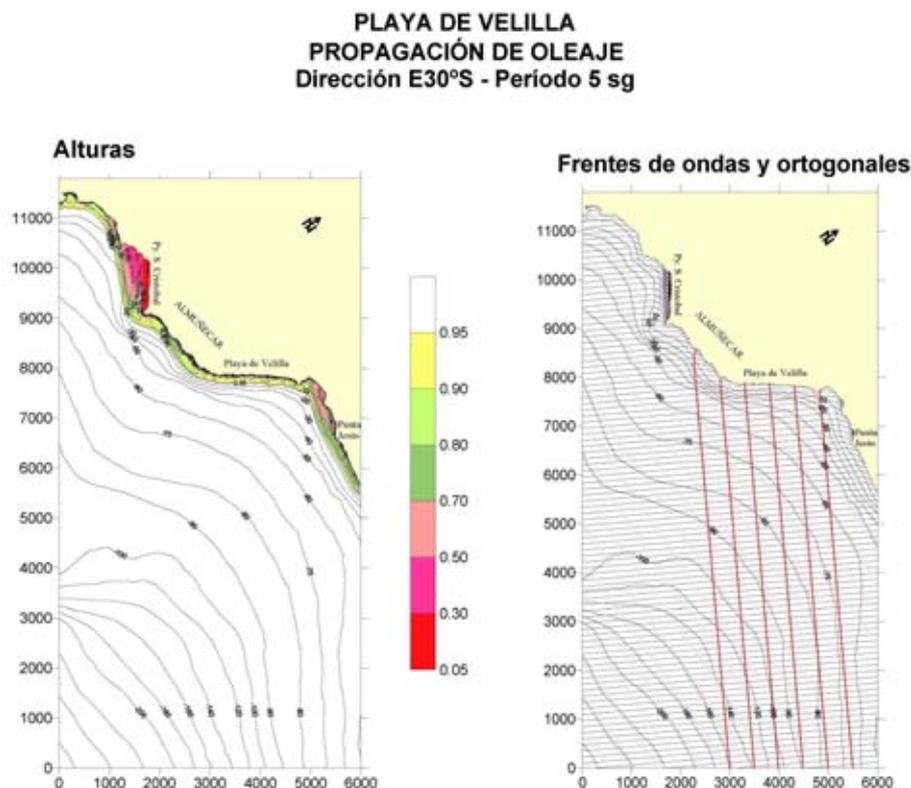


Figura 4.3: Propagación de oleaje del E30°S de 5s, frente a la playa de Velilla (CEDEX 2000)

**PLAYA DE VELILLA  
PROPAGACIÓN DE OLAJE  
Dirección E30°S - Período 8 sg**

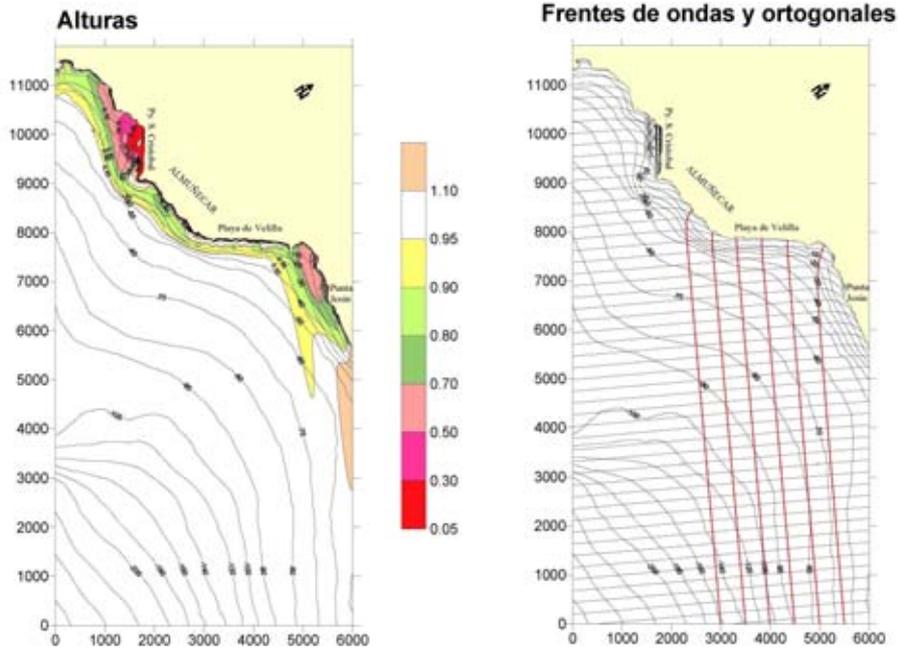


Figura 4.4: Propagación de oleaje del E30°S de 8s, frente a la playa de Velilla (CEDEX 2000)

**PLAYA DE VELILLA  
PROPAGACIÓN DE OLAJE  
Dirección S30°W - Período 5 sg**

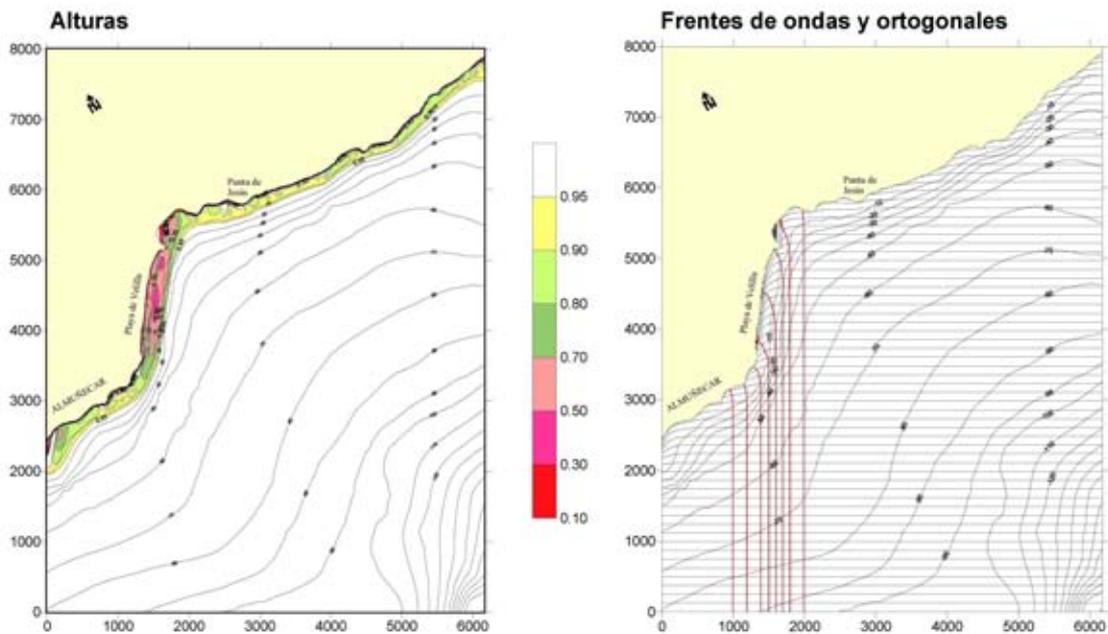


Figura 4.5: Propagación de oleaje del S30°W de 5s, frente a la playa de Velilla (CEDEX 2000)

**PLAYA DE VELLILLA  
PROPAGACIÓN DE OLAJE  
Dirección S30°W - Período 8 sg**

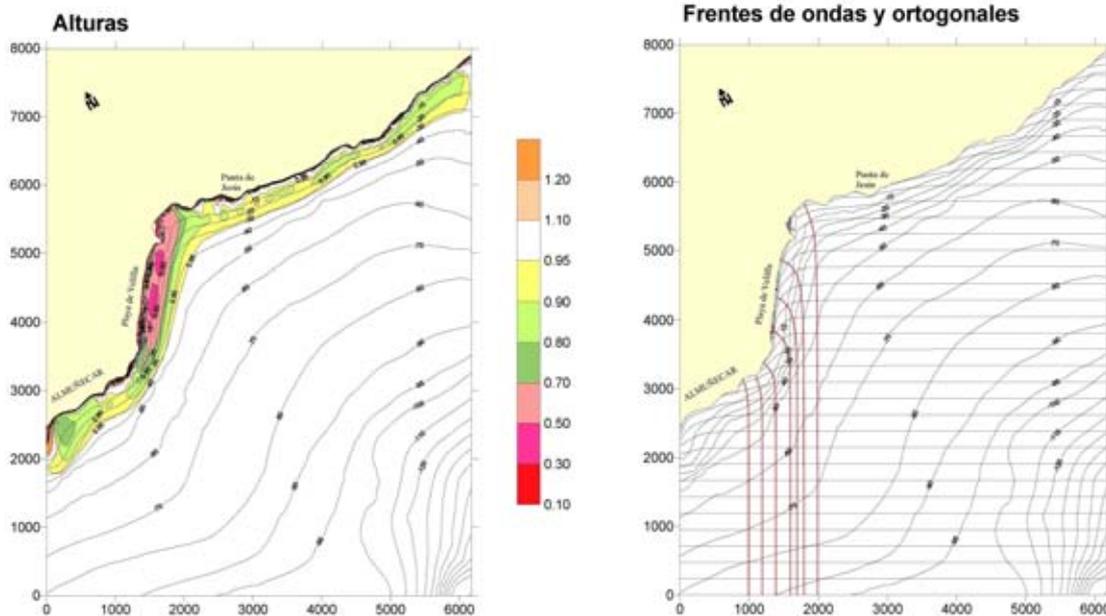


Figura 4.6: Propagación de oleaje del S30°W de 8s, frente a la playa de Velilla (CEDEX 2000)

En el informe del CEDEX (2000) se comentan los resultados obtenidos:

**Este 30° Sur:** El oleaje del este-sur es el principal que puede alcanzar la playa de Velilla de Almuñecar, debido a la orientación que presenta la propia playa, normal a esta dirección de propagación. Los frentes de oleaje del Este 30° Sur, con período 5 segundos, alcanzan la playa sin sufrir variaciones en la dirección de los frentes. Para el período de 8 segundos, los frentes son algo más sensibles a los cambios batimétricos, aunque, en este caso, sólo se observan pequeños cambios de dirección, en la playa de Velilla, a profundidades de 10 m.

Con el período de 5 segundos, la altura de ola relativa no sufre, prácticamente, variaciones al llegar a la playa, oscilando de 0'90 a 1 metro a lo largo de toda su longitud, entre los -10 m y la orilla. Con el período de 8 segundos, la altura de ola no se reduce, sino que aumenta en la franja comprendida entre los -10 m y la línea de orilla de la playa de Velilla; la altura de ola varía entre 0'95 y 1'1 m.

**Sur 30° Oeste:** El oleaje del sur-oeste presenta una frecuencia de presentación inferior al del oleaje de levante y alcanza la playa de Velilla sufriendo grandes variaciones en la dirección de los frentes de oleaje, ya que, la orientación de la playa es casi perpendicular a la dirección de propagación del oleaje. Para el período de 5 segundos, las ortogonales alcanzan la playa, a una profundidad de 10 metros, habiendo girado 10° con la dirección inicial, es decir, en la dirección Sur 20° Oeste. Para 8 segundos, la variación de los frentes es muy superior, alcanzando la playa, a -10 m, con un giro de 35° respecto a la dirección inicial, o sea, en la dirección Sur 5° Este.

La altura de ola relativa sufre importantes reducciones en la playa de Velilla con la propagación del oleaje del sur-oeste. Con el período de 5 segundos, la altura de ola tiene un valor que varía de 0'3 a 0'7 m, entre los -10 m de profundidad y la línea de orilla, si bien, se observan estrechas franjas, paralelas a la orilla, con alturas de ola superiores. Con el período de 8

segundos, la altura de ola presenta las mismas características que con el período de 5 segundos; varía de 0'3 a 0'7 m, entre los -10 m de profundidad y la línea de orilla y se observan estrechas franjas, paralelas a la orilla, con alturas de ola superiores.

Por último, con los períodos de oleaje mayores, en cualquiera de las direcciones estudiadas, se aprecian, en general, mayores reducciones de la altura de ola alcanzada cerca de la costa.

#### 4.2.2 Propagaciones de oleaje en las playas del delta del río Guadalfeo (CEDEX 1993)

La propagación de oleaje se realizó mediante el modelo matemático REFDIF. Las direcciones de oleaje en las que se propagó corresponden a los principales oleajes que pueden incidir directamente en el delta del río Guadalfeo:

Este 30° Sur (E 30° S)

Sur 60° Oeste (S 60° W)

Los períodos de oleaje a simular se eligieron de tal forma que correspondían a un período representativo del oleaje de la zona 7 segundos. Los resultados se presentan en las figuras adjuntas.

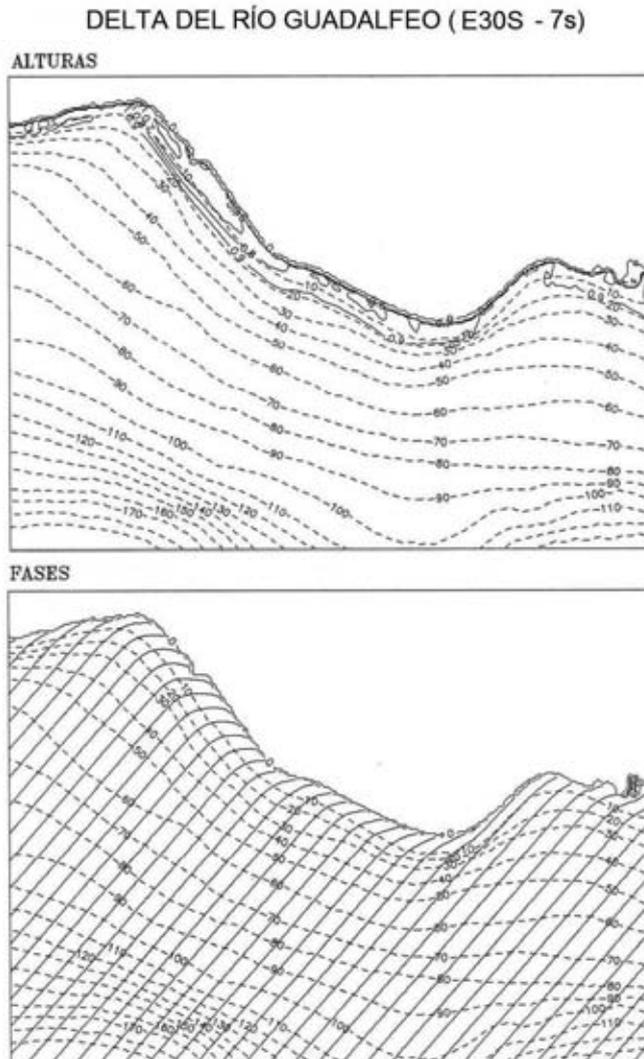


Figura 4.7: Propagación de oleaje del E30°S de 7s, en el delta del río Guadalfeo (CEDEX 1993)

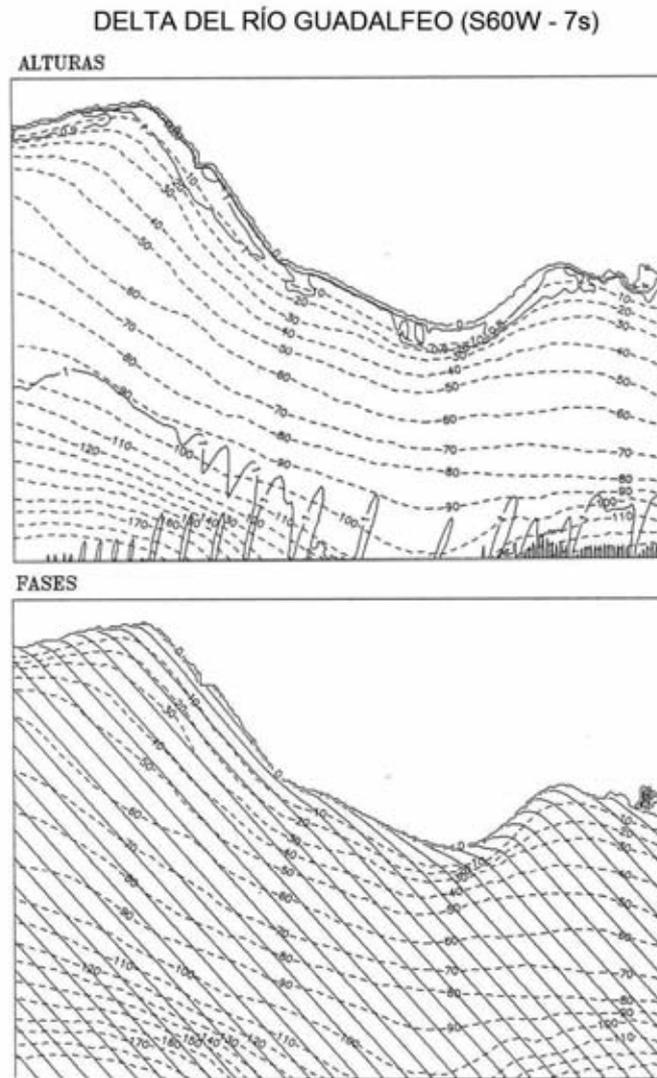


Figura 4.8: Propagación de oleaje del S60°W de 7s, en el delta del río Guadalfeo (CEDEX 1993)

Los resultados más significativos que se comentan en el informe del CEDEX (1993) son:

**Este 30° Sur:** El oleaje del este-sur se presentan prácticamente frontales en la playa del Pelaillo, comenzando a producirse una refracción significativa cuando alcanza la Punta del Río donde se produce una desviación del frente de onda de 20° en sentido horario y alcanza 35° en las cercanías de la actual desembocadura del río. Este giro se hace más acusado en las playas de Salobreña y La Guardia que alcanzan giro de cercanos a 60° en el mismo sentido horario. Con estas premisas se hacen más acusadas las reducciones de altura de ola en las playas de Salobreña y La Guardia, siendo proporcional al giro que se produce en el oleaje incidente, como se muestra en la tabla adjunta.

**Sur 60° Oeste:** El oleaje del sur-oeste llegan a las playas de La Guardia y Salobreña frontalmente sin sufrir ninguna modificación. Hasta la actual desembocadura del río Guadalfeo, los oleajes son prácticamente frontales a la línea de orilla de las playas indicadas. Tras la desembocadura, el frente se presenta en la playa de La Cagailla-Granada con un ángulo de 10° en sentido contrario a las agujas del reloj. Tras pasar la Punta del Río, playa del Pelaillo, el giro es más acusado llegando a alcanzar cerca de 60°. La altura de ola con esta dirección tiene pocas reducciones, como se aprecia en la tabla adjunta.

REDUCCIONES MÁXIMAS DE LA ALTURA DE OLA		
Playa	Direcciones	
	E30°S	S60°W
La Guardia	0,6	1
Salobreña	0,7	1
Cagailla-Granada	0,8	0,9
Pelaillo	0,9	0,8

#### 4.2.3 Propagaciones de oleaje en la playa de Calahonda (CEDEX 1993)

La propagación de oleaje se realizó mediante el modelo matemático REFDIF. Las direcciones de oleaje en las que se propagó corresponden a los principales oleajes que pueden incidir directamente en la playa de Calahonda:

Este  
Sureste  
Sur  
Suroeste  
Oeste

La altura de ola que se propagó fue, al igual que las dos propagaciones anteriores, de 1 metro, consiguiéndose con ello que los resultados de las alturas de ola fuesen relativas; estén en tanto por uno.

Los períodos de oleaje a simular correspondían a un período de 16 segundos, como indica el citado informe; para conseguir, también una longitud de onda también alta con objeto de forzar algo la refracción. Los resultados se presentan en las figuras adjuntas y se completa con la tabla adjunta de giros de los frentes de ola detectados.

OBLICUIDADES APROXIMADAS EN ROTURA				
Oleajes	Periodo (s)	Oblicidad		Dirección transporte medio
		Costa	Prof. Indef.	
Oeste	16	15	68	Cerro Gordo
Suroeste	16	15	23	Cerro Gordo
Sur	16	18	-22	Cerro Gordo
Sureste	16	8	-67	Cerro Gordo
Este	16	-8	-112	Punta Carchuna

PLAYA DE CALAHONDA (Superficie de mar)

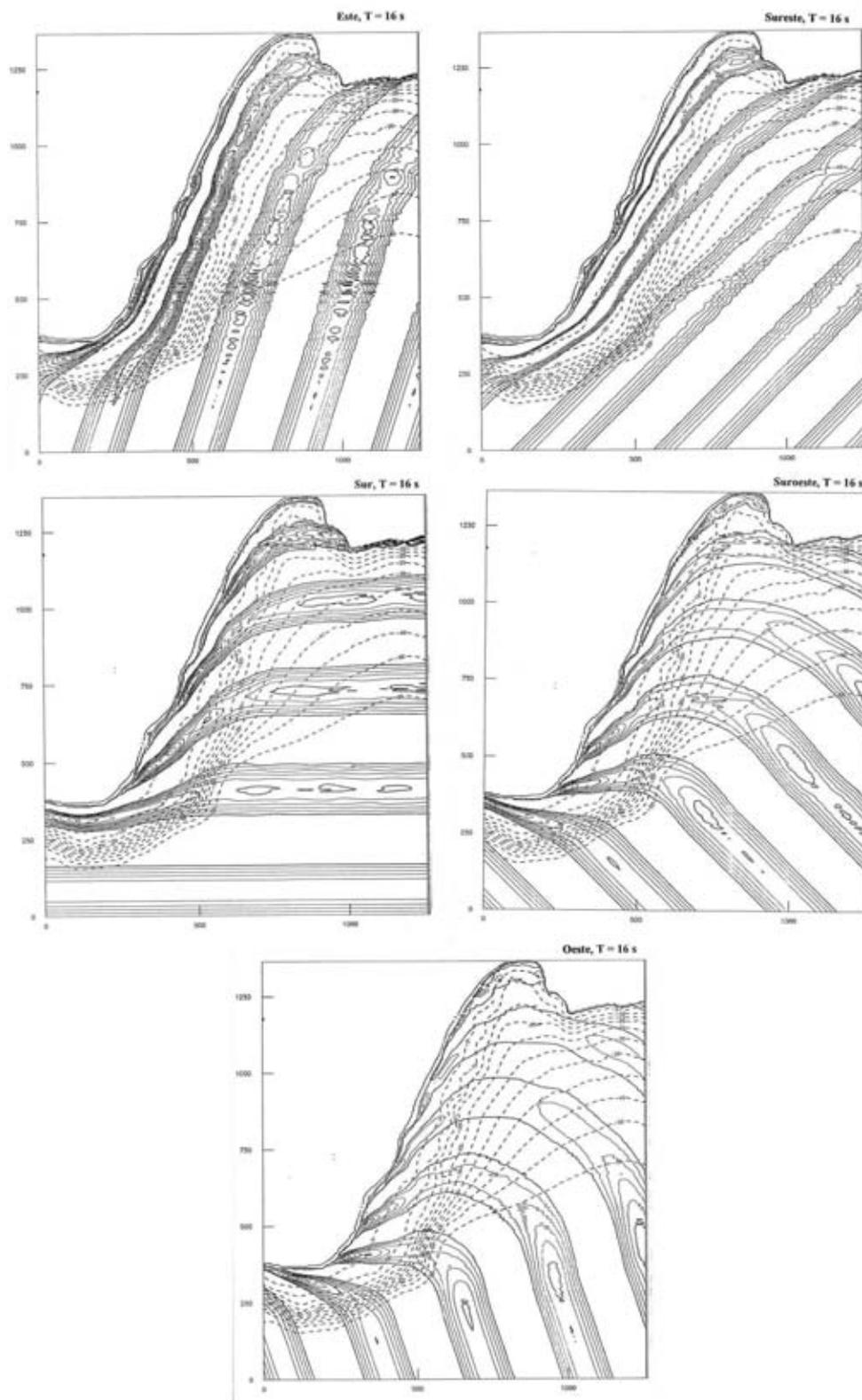


Figura 4.8: Propagación de oleaje en la playa de Calahonda (CEDEX 1993)

### 4.3 TRANSPORTE SÓLIDO LITORAL

El transporte sólido litoral se ha estudiado en pocos trabajos. Solo uno de ellos caracteriza la costa de manera general. Se trata de la “Estrategia para la sostenibilidad de la costa (Demarcación hidrográfica de Andalucía” (Alatec 2007). Además de este trabajo, dos informes del CEDEX calculan el transporte de sedimentos a lo largo de determinadas playas de Granada. El informe del CEDEX (1979) determina el transporte en el tramo entre los acantilados de Salobreña y Torrenueva. El informe de CEDEX (1986) calcula el transporte longitudinal en la playa de Torrenueva y vuelve a repetirlo el informe del CEDEX (1999). El informe del CEDEX (1993) dedicado al delta del río Guadalfeo determina el transporte en las playas que forman el delta; y el informe del CEDEX (2000) determina el transporte sólido en la playa de Velilla.

A continuación se muestran los resultados, en los que puede apreciarse que los transportes calculados son todos ellos teóricos, muchos de ellos lejos del transporte real, condicionado por muchos más factores morfológicos y granulométricos que, en ocasiones, se ha querido tener en cuenta. De cualquier manera, indican la dirección e intensidad del transporte relativa respecto de las otras playas.

#### 4.3.1 Transporte sólido litoral en las playas de Granada (ALATEC 2007)

Este estudio calcula la capacidad de transporte sólido litoral longitudinal teórico, usando para ellos el modelo numérico “QUICKTRANSPORT” de la Universidad de Cantabria. Divide para su cálculo la costa granadina en nueve tramos, dando los siguientes resultados del transporte neto, siendo el signo positivo en sentido levante.

1) Playa de Catariján a playa de La Herradura	+4.410 m <sup>3</sup> /año
2) Playa de Los Berengueles a playa de El Tesorillo	+5.287 m <sup>3</sup> /año
3) Playa de El Pozuelo a playa El Caletón	-438 m <sup>3</sup> /año
4) Playa de La Guardia a playa El Pelaillo	+82.402 m <sup>3</sup> /año
5) Playa de Las Azucenas a playa de La Joya	-4.165 m <sup>3</sup> /año
6) Playa de La Chucha a playa de Calahonda	+106.538 m <sup>3</sup> /año
7) Playa de La Rijana a playa de El Lance	+47.037 m <sup>3</sup> /año
8) Playa de Casarones a playa de Las cañas	+12.152 m <sup>3</sup> /año
9) Playa de Melicena a playa de El Pozuelo	+47.037 m <sup>3</sup> /año

En las figuras adjuntas se muestran los resultados para cada uno de los tramos anteriores en el que se incluyen, por un lado la tabla de los datos del transporte potencial obtenido; separados por años, desde 1996 hasta 2007, por direcciones de transporte hacia levante y hacia poniente, y el transporte potencial neto resultante. Además se adjunta una gráfica de las variaciones interanuales potenciales. Todos ellos recogidos de citado trabajo.



CEDEX

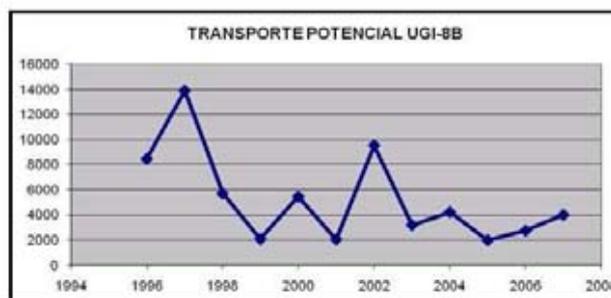
AÑO	SENTIDO -	SENTIDO +	TRANSPORTE POTENCIAL
1996	-7895,1	18489,8	10634,4
1997	-10437,3	27315	16877,7
1998	-9197,1	16036,3	6839,2
1999	-8192	6156,5	35,5
2000	-3689,8	10376,3	6486,5
2001	-5613,4	6670,2	1056,8
2002	-3782,8	21070,6	17287,7
2003	-4406,2	9593,6	5187,5
2004	-4476,9	6826,9	2350
2005	-2671,3	3648,3	977
2006	-1490,2	7598,6	6098,5
2007	-930,5	4553,9	3623,4
Media:	6657	m3/año	m3/año
Dev. AGUA	Típica:	6657	
6657			

Playas Catarrijan-La Herradura (ALMUÑECAR)



AÑO	SENTIDO -	SENTIDO +	TRANSPORTE POTENCIAL
1996	-3535,2	11993,2	8458
1997	-6143,8	20047,6	13903,7
1998	-7731	13448,9	5717,9
1999	-3516,8	5609,9	2093,1
2000	-1996,6	7463,7	5467,1
2001	-3251,8	5323,2	2071,5
2002	-2362,1	11884,7	9522,6
2003	-1921,4	5128,3	3206,8
2004	-1648,6	5876,9	4228,3
2005	-785,2	2784,2	1999
2006	-650,6	3416,7	2766,1
2007	-421,4	4435,7	4014,3
Media:	5287	m3/año	m3/año
Dev. AGUA	Típica:	3503	
5287			

Playas Los Berengueles-El Tesorillo



AÑO	SENTIDO -	SENTIDO +	TRANSPORTE POTENCIAL
1996	-913	373	-540
1997	-1324	526	-798
1998	-1115	462	-653
1999	-875	279	-295
2000	-636	176	-359
2001	-322	268	-53
2002	-982	171	-810
2003	-941	204	-736
2004	-503	171	-331
2005	-333	87	-246
2006	-449	73	-376
2007	-78	22	-56
Media:	-438	m3/año	m3/año
Dev. AGUA	Típica:	256	
-438			

Playas El Pozuelo - El Caletón (ALMUÑECAR)

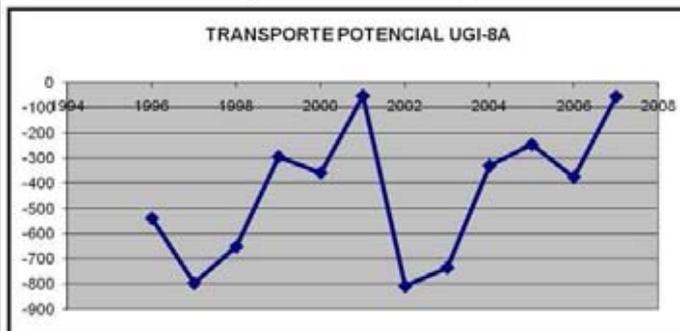
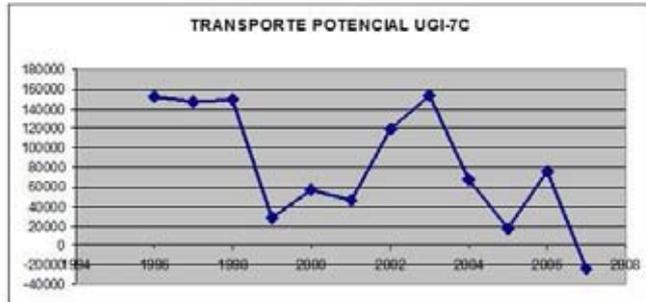


Figura 4.10: Transporte longitudinal de sedimentos entre las playas de Catarrijan y El Caletón de Almuñecar (Fuente: Alatec 2007)

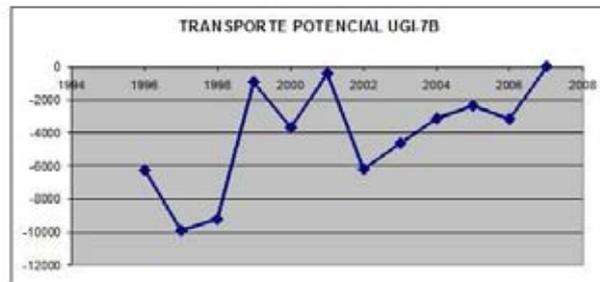
AÑO	SENTIDO -	SENTIDO +	TRANSPORTE POTENCIAL
1996	-83270	236164	152893
1997	-149681	296390	146709
1998	-111640	260575	149034
1999	-58178	86430	28251
2000	-67767	124775	57007
2001	-52396	98701	46305
2002	-122457	241605	119147
2003	-36655	189864	153208
2004	-49955	116957	66902
2005	-36246	53906	17559
2006	-28256	103592	75335
2007	-36616	12987	-23629
Media:	82402	m3/año	
Desv. Típica:	58104		m3/año
AGUA	82402		
TIERRA			

Playas La Guardia, La Charca, La Cagailla, Granada y Pelaillo (SALOBREÑA-MOTRIL)



AÑO	SENTIDO -	SENTIDO +	TRANSPORTE POTENCIAL
1996	-12360	6106	-6254
1997	-17423	7486	-9936
1998	-14761	5553	-9208
1999	-5658	4702	-956
2000	-5607	1910	-3697
2001	-4651	4272	-379
2002	-7844	1621	-6222
2003	-7298	2653	-4645
2004	-5720	2605	-3115
2005	-3034	638	-2395
2006	-4134	971	-3163
2007	-526	526	0
Media:	-4165	m3/año	
Desv. Típica:	3096		m3/año
AGUA	-4165		
TIERRA			

Playas de Las Azucenas, Torrenueva y La Joya (MOTRIL)



AÑO	SENTIDO -	SENTIDO +	TRANSPORTE POTENCIAL
1996	-68185	238984	170799
1997	-103042	328269	225227
1998	-117125	279079	161954
1999	-63064	105629	42564
2000	-41591	131613	90021
2001	-41289	98573	57284
2002	-50730	207795	157064
2003	-31158	163426	132268
2004	-23849	122110	98260
2005	-12834	64852	52018
2006	-10936	98502	87565
2007	-20364	23786	3421
Media:	106538	m3/año	
Desv. Típica:	61460		m3/año
AGUA	106538		
TIERRA			

Playas de La Chucha, Carchuna y Calahonda (MOTRIL)

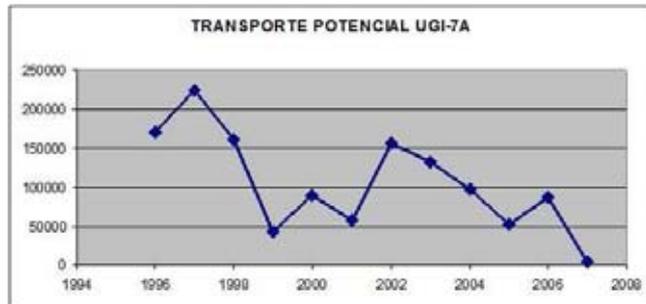
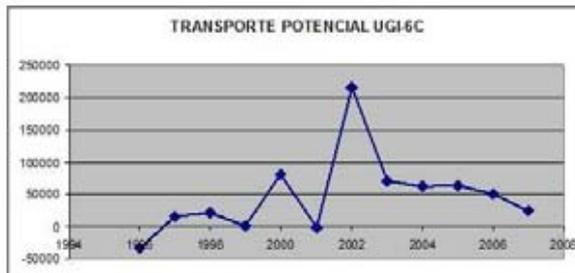


Figura 4.11: Transporte longitudinal de sedimentos entre las playas de La Guardia (Salobreña) y Calahonda (Motril) (Fuente: Alatec 2007)

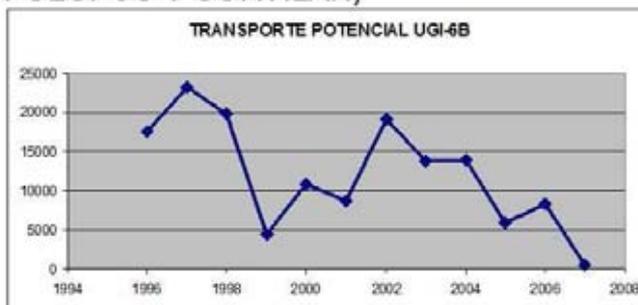
AÑO	SENTIDO -	SENTIDO +	TRANSPORTE POTECIAL
1996	-183743	149309	-34433
1997	-239154	253715	14560
1998	-161416	182361	20945
1999	-98673	99458	785
2000	-53091	133008	79916
2001	-89238	87475	-1763
2002	-40232	255972	215740
2003	-64928	135874	70945
2004	-49617	111053	61436
2005	-12720	75226	62506
2006	-35000	84481	49481
2007	-13305	37625	24319
Media:	47037	m3/año	
Desv. Típica:	47037	60536	m3/año
AGUA	47037		
TIERRA			

Playas de La Rijana, Sotillo, Cambrines y El Lance (GUALCHOS, LUJAR Y RUBITE)



AÑO	SENTIDO -	SENTIDO +	TRANSPORTE POTECIAL
1996	-4301	21804	17503
1997	-5523	28739	23215
1998	-5438	25191	19753
1999	-1845	9285	4440
2000	-2604	13414	10810
2001	-2994	11722	8728
2002	-2468	21535	19067
2003	-1340	15074	13734
2004	-1372	15322	13950
2005	-799	6628	5828
2006	-873	9172	8298
2007	-1688	2185	496
Media:	12152	m3/año	
Desv. Típica:	12152	6621	m3/año
AGUA	12152		
TIERRA			

Playas de Casarones, Castillo de Baños, La Mamola, Los Yesos y Las Cañas (RUBITE, POLOPOS Y SORVILÁN)



AÑO	SENTIDO +	SENTIDO -	TRANSPORTE POTECIAL
1996	-183743	149309	-34433
1997	-239154	253715	14560
1998	-161416	182361	20945
1999	-98673	99458	785
2000	-53091	133008	79916
2001	-89238	87475	-1763
2002	-40232	255972	215740
2003	-64928	135874	70945
2004	-49617	111053	61436
2005	-12720	75226	62506
2006	-35000	84481	49481
2007	-13305	37625	24319
Media:	47037	m3/año	
Desv. Típica:	47037	60536	m3/año
AGUA	47037		
TIERRA			

Playas de Melicena, El Gaiterillo, El Cuervo, Cala Chilches, El Ruso, Playiya, La Rábita y El Pozuelo (SORVILÁN-ALBUÑOL)

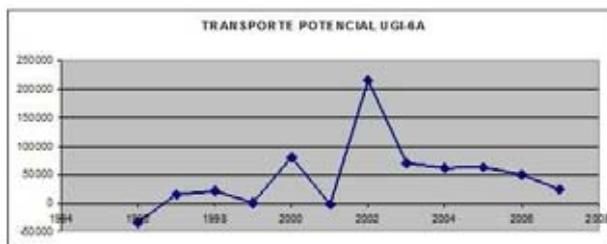


Figura 4.12: Transporte longitudinal de sedimentos entre las playas de La Rijana (Gualchos) y El Pozuelo (Albuñol) (Fuente: Alatec 2007)

#### 4.3.2 Transporte sólido litoral en la playa de Velilla de Almuñecar (CEDEX 2000)

El estudio de la playa de Velilla de 2000 presenta dos determinaciones del transporte longitudinal de sedimentos.

- 1) Evidencias morfológicas del transporte longitudinal
- 2) Cálculo teórico del transporte longitudinal

#### 4.3.2.1 Evidencias morfológicas del transporte longitudinal

El método para determinar el transporte longitudinal, evidencias morfológicas de la costa, consiste en estudiar las acumulaciones de sedimento que configuran las diversas formas morfológicas de la costa. Estas evidencias se manifiestan por los depósitos de material que se forman a lo largo de todo el litoral. Los depósitos pueden ser debidos a barreras naturales, tales como cabos, o artificiales, como espigones o diques. O a otros tipos de formaciones como flechas litorales o deltas.

A lo largo de la costa en estudio, costa de Almuñecar, Salobreña y Motril, desde Cerro Gordo hasta la punta de Carchuna, no existen indicios evidentes morfológicos que indiquen claramente el sentido e intensidad del transporte longitudinal, con excepción, claro está, de las acumulaciones producidas a poniente del puerto de Motril.

El litoral de Almuñecar y de Salobreña no presenta indicios del sentido e intensidad del transporte longitudinal, sin embargo, esta costa presenta una característica que la define; las playas que existen, se sitúan entre tramos de acantilados y rocas y tienen unas orientaciones con dos direcciones predominantes: por un lado, las playas enfrentadas al suroeste; playa de la Herradura (132º), playa de San Cristóbal (127º) y playa de la Charca (139º), y por otro, las enfrentadas al sureste; playa de Velilla (35º) y la de Poniente de Motril (40º). Estas dos orientaciones predominantes indican que el oleaje alcanza la costa en esas dos direcciones principales, por lo que, el transporte sólido litoral neto debería estar más o menos compensado y no ser de mucha importancia.

La principal evidencia morfológica del transporte en esta zona la representa el puerto de Motril. Este puerto se sitúa justo a levante del delta del río Guadalfeo, en una zona de cambio de orientación de litoral, entre la playa de Poniente de Motril, situada en el lado de levante del delta, y la playa de Torrenueva, que tiene una orientación de 134º y, por tanto, enfrentada al suroeste. La playa de Poniente enlaza suavemente con el dique del puerto, mientras que junto al contradique del mismo, a levante, se han generado importantes erosiones en la playa de Torrenueva. Esta situación evidencia claramente un transporte sólido litoral neto dirigido hacia el este.

La playa de Velilla se encuentra, por tanto, en una zona del litoral Granadino en el que, en base a las evidencias morfológicas, existen, por un lado, dos direcciones principales del oleaje, que implican un transporte sólido litoral neto de pequeña importancia y, por otro, un transporte sólido neto dirigido hacia el este, junto al puerto de Motril, cercano a la playa de Velilla.

#### 4.3.2.2 Cálculo teórico del transporte longitudinal

El cálculo teórico del transporte sólido litoral en la playa de Velilla se realizó utilizando la fórmula del CERC con dos coeficientes K, de Komar-Inman y del CERC. En las tablas siguiente se recoge el resumen de los resultados obtenidos considerando los dos coeficientes considerados:  $K_{SPM_s}=0'39$  y  $K_{K\&I_{rms}}=0'77$ .

<b>TRANSPORTE LONGITUDINAL EN LA PLAYA DE VELILLA (CEDEX 2000)</b>						
CERC en función de $\alpha_0$ y $H_0$ (m <sup>3</sup> /año) para arenas						
Coeficientes	SEA		SWELL		TOTAL	
	Bruto	Neto	Bruto	Neto	Bruto	Neto
$K_{SPM_s}=0'39$	31.729	-17.503	53.603	-4.113	85.332	<b>-21.616</b>
$K_{K\&I_{rms}}=0'77$	26.304	-14.510	44.437	-3.410	70.740	<b>-17.919</b>

De la observación de estos resultados se desprende que la dirección del transporte sólido litoral a lo largo de la playa de Velilla está dirigido hacia levante, hacia la punta de Jesús; tanto para el oleaje sea, como para el swell, para las dos formulaciones aplicadas. Los valores obtenidos del transporte sólido litoral, bruto y neto, muestran que éste es pequeño, lo que indica que el movimiento del sedimento en la playa de Velilla no es de mucha importancia.

Como indica en citado informe (CEDEX 2000): la fórmula del CERC para calcular la capacidad de transporte longitudinal supone como sedimento de la playa arena. Cuanto más se desvíe el sedimento del tamaño de la arena media, mayores son los errores que se cometen aplicando esta fórmula. En la playa de Velilla el sedimento está compuesto de un material granular formado por gravas, gravillas y arena, por ello la fórmula del CERC no es aplicable en las condiciones anteriores, dada la gran desviación del material estándar. Para resolver este problema, la Hydraulics Research Station en el año 1973 determinó un coeficiente K aplicable a gravas; tras una serie de estudios de la costa sur de Inglaterra y recogido en “*Review of Shingle Sea Defences*”, dando un valor:

$$K_{\text{gravas}} = 0'0035$$

Debe tenerse en cuenta que este coeficiente se ha determinado para gravas, en ausencia de marea, por lo que no sería válido para cualquier otro tipo de material granular más grueso o más fino. Aplicando este coeficiente  $K_{\text{gravas}}$  en la fórmula del CERC en función de  $\alpha_0$  y  $H_0$  se obtiene:

$$Q_l = 1'47 \cdot 10^4 H_0^{\frac{5}{2}} (\cos \alpha_0)^{\frac{1}{4}} \text{sen } 2\alpha_0 \quad (\text{m}^3/\text{año})$$

TRANSPORTE LONGITUDINAL EN LA PLAYA DE VELILLA (CEDEX 2000)						
CERC en función de $\alpha_0$ y $H_0$ ( $K_{\text{gravas}}=0'0035$ ) en ( $\text{m}^3/\text{año}$ ) para gravas						
Playa	SEA		SWELL		TOTAL	
	Bruto	Neto	Bruto	Neto	Bruto	Neto
Velilla	285	-157	481	-37	766	-194

Estos resultados indican que el transporte sólido litoral en la playa de Velilla es casi nulo, siendo necesario mucho tiempo para que los efectos del transporte sean apreciables. Como es sabido el sedimento de esta playa está formado por gravas, gravillas y arena, por lo que el transporte real se sitúa entre los valores anteriores obtenidos con el coeficiente  $K_{\text{gravas}}$  y los calculados considerando el sedimento como arenas ( $K_{\text{SPM s}}=0'39$  y  $K_{\text{K&I rms}}=0'77$ ); si bien, debido a la naturaleza mayoritaria del sedimento, la capacidad del transporte sólido litoral está más cerca de los cálculos obtenidos con las gravas.

#### **4.3.3 Transporte sólido litoral en las playas de Salobreña, Cagailla y Pelaillo (CEDEX 1993)**

El estudio sobre el delta del río Guadalfeo (CEDEX 1993) determina el transporte longitudinal de sedimentos a lo largo del delta por dos procedimientos: 1) Cálculo teórico y 2) Evolución de la línea de costa.

#### 4.3.3.1 Cálculo teórico del transporte longitudinal en el Delta del río Guadalfeo

El informe utiliza la fórmula de la Scripps Institution con el coeficiente de Komar. Lo hace en tres puntos de la costa suponiéndose arena: Playas de Salobreña, Cagailla y Peladillo. Los resultados de estos cálculos se muestran en la figura adjunta.

TRANSPORTE SÓLIDO LITORAL (teórico)						
PLAYA	SEA		SWELL		TOTAL	
	Bruto	Neto	Bruto	Neto	Bruto	Neto
Salobreña	327'0	-232'5	461'5	-79'5	788'5	-312'0
Cagailla	862'8	-772'5	887'1	-818'3	1749'9	-1590'8
Peladillo	35'6	-15'1	86'8	-51'6	122'4	-66'7

Los valores de los transportes sólidos litorales vienen expresados en miles de metros cúbicos por año y el signo positivo indica el sentido *levante-poniente* del transporte sólido litoral.

Figura 4.13: Tabla de los resultados del cálculo teórico del transporte longitudinal de sedimentos a lo largo del delta del río Guadalfeo (CEDEX 1993)

Estos valores teóricos del transporte sólido se corrigen mediante un estudio de los datos visuales de oleaje, cuyo resultado se muestra en la tabla de la figura adjunta.

TRANSPORTE SÓLIDO LITORAL (teórico x Kpc)						
PLAYA	SEA		SWELL		TOTAL	
	Bruto	Neto	Bruto	Neto	Bruto	Neto
Salobreña	101'4	-72'1	143'1	-24'6	244'5	-96'7
Cagailla	267'5	-239'5	275'0	-253'7	542'5	-493'2
Peladillo	11'0	-4'7	26'9	-16'0	37'9	-20'7

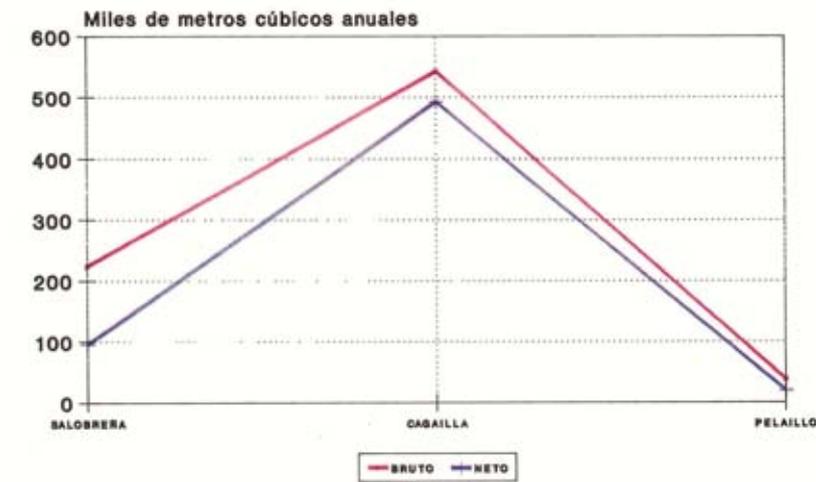
Los valores de los transportes sólidos litorales vienen expresados en miles de metros cúbicos por año y el signo positivo indica el sentido *levante-poniente* del transporte sólido litoral.

Figura 4.14: Tabla de los resultados del cálculo teórico del transporte longitudinal de sedimentos corregido a lo largo del delta del río Guadalfeo (CEDEX 1993)

A continuación se aclara que el transporte de sedimentos cuando se consideran gravas puede estimarse en el 91 % menor. Finalmente, se muestra la gráfica que acompaña a estos resultados teóricos.



**TRANSPORTE SOLIDO LITORAL(teorico x Kpc)**



Formulación: KOMAR

Figura nº 4.4-2: Transporte sólido litoral calculado con la fórmula de Komar y corregido por la calibración de los datos visuales de oleaje (delta del Guadalfeo).

Figura 4.15: Gráfica de los resultados del cálculo teórico del transporte longitudinal de sedimentos corregido a lo largo del delta del río Guadalfeo (CEDEX 1993)

**4.3.3.2 Cálculo del transporte longitudinal por evolución de la línea de costa**

Este informe calcula el transporte longitudinal a lo largo del delta del río Guadalfeo utilizando para ello la evolución de la línea de costa en diferentes años. Para ello se dividió la costa en cuatro tramos: 1- playa de La Guardia, 2- playa de Salobreña (La Charca en la Guía de Playas), 3- playa de la Cagailla (La Cagailla y Granada en la Guía de Playas), y 4- playa del Pelaillo

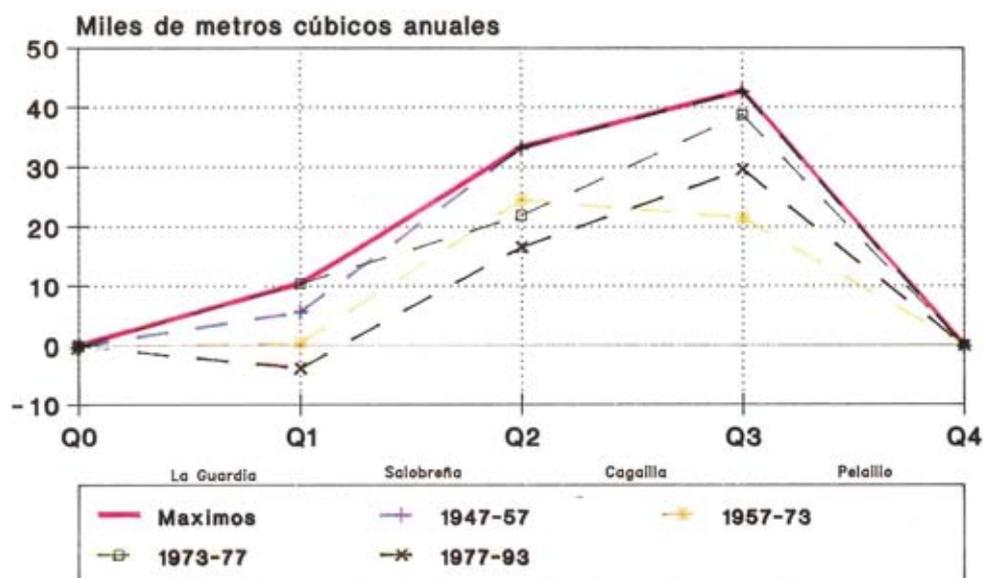
El resultado de la evaluación del transporte sólido litoral por este método aparece en la tabla de la figura adjunta y gráficamente en la figura siguiente.

TRANSPORTE MEDIO ANUAL EN CADA PERIODO					
PLAYA		1947-57	1957-73	1973-77	1977-93
La Guardia	Q1	5.670	298	10.395	-3.716
	Q2	33.250	24.451	21.893	14.372
Cagailla	Q3	42.840	21.459	38.745	27.369
Peladillo					

Estando todas las cantidades en metros cúbicos por año.

Figura 4.16: Tabla de los resultados del cálculo del transporte longitudinal de sedimentos por evolución de la línea de costa a lo largo del delta del río Guadalfeo (CEDEX 1993)

## TRANSPORTE SOLIDO (evol. costa)



Basado en la evolución de la costa      Figura nº 4.4-3: Transporte sólido litoral calculado mediante acumulaciones y erosiones medidas en los Planos de Evolución de la Línea de Costa (delta del Guadalfeo). (CEDEX 1993)

Figura 4.17: Gráfica de los resultados del cálculo del transporte longitudinal de sedimentos por evolución de la línea de costa a lo largo del delta del río Guadalfeo (CEDEX 1993)

Si se comparan estos resultados del transporte longitudinal determinado por evolución de la línea de costa con los determinados teóricamente, se aprecia que ambos tienen la misma tendencia; pero, los datos obtenidos teóricamente son mucho mayores. Pudiéndose explicar por dos motivos: el primero de ellos es que el material teórico sería arena mientras que el real era arena con grava y gravilla; pudiéndose reducir el transporte por este motivo hasta un 91 %. El segundo de los motivos es que la fórmula de cálculo determina la capacidad de transporte de un oleaje con unas condiciones batimétricas rectilíneas y uniforme, ambos condicionantes hacen que el transporte real pudiera ser mucho menor que el dato al calcularlo teóricamente.

### 4.3.4 Transporte sólido litoral en la playa de Torrenueva (CEDEX 1979, 1986 y 1999)

Solamente son tres los informes que determinan el transporte en este tramo de costa:

1. "Estudio de la dinámica litoral en la costa peninsular mediterránea y onubense. Provincias de Málaga, Granada y Almería" (1979); Laboratorio de Puertos "Ramón Iribarren", para la Dirección General de Puertos y Costas. (CEDEX 1979).
2. "Regeneración de la playa de Torrenueva (Granada)" (1986); Autor: Antonio Lechuga Álvaro, Centro de Estudios de Puertos y Costas del CEDEX, para la Dirección General de Puertos y Costas. (CEDEX 1986).
3. "Estudio de la influencia en la costa del puerto de Motril (Granada)" (1999); Autor: José Manuel de la Peña Olivas, Centro de Estudios de Puertos y Costas del CEDEX, para la Dirección General de Puertos y Costas. (CEDEX 1999).

A continuación se resume los resultados de cada uno de ellos



CEDEX

#### 4.3.4.1 Cálculo del transporte longitudinal (CEDEX 1979)

Este informe indica: "... Las diversas orientaciones de los subtramos [*desde los acantilados de Salobreña hasta Torrenueva*] y el escaso paralelismo de las líneas batimétricas no hacen posible la aplicación directa de los modelos a ninguna zona particular. Sólo es posible, en cambio, la aplicación general al caso de una orientación de costa E-O con unas imaginarias isobatas paralelas, para obtener una idea próxima de la distribución sectorial de la energía transportadora del oleaje..."

Los resultados que se muestran son los siguientes:

$$Q_{\text{teórico}_{E-O}} = 155.000 \text{ m}^3/\text{año}$$

$$Q_{\text{teórico}_{O-E}} = 690.000 \text{ m}^3/\text{año}$$

$$Q_{\text{bruto}} = 845.000 \text{ m}^3/\text{año}$$

$$Q_{\text{neto}} = 535.000 \text{ m}^3/\text{año}$$

#### 4.3.4.2 Cálculo del transporte longitudinal (CEDEX 1986)

En el estudio de la playa de Torrenueva se calcula el transporte longitudinal neto, utilizando, para ellos, la fórmula del CERC en aguas profundas, dando los siguientes resultados:

##### Oleaje SWELL:

$$\text{Dirección O-E} \quad Q = 341.259 \text{ m}^3/\text{año}$$

$$\text{Dirección E-O} \quad Q = 21.258 \text{ m}^3/\text{año}$$

$$\text{Neto (O-E)} \quad Q = 320.001 \text{ m}^3/\text{año}$$

##### Oleaje SEA:

$$\text{Dirección O-E} \quad Q = 695.734 \text{ m}^3/\text{año}$$

$$\text{Dirección E-O} \quad Q = 30.040 \text{ m}^3/\text{año}$$

$$\text{Neto (O-E)} \quad Q = 665.694 \text{ m}^3/\text{año}$$

#### 4.3.4.3 Cálculo del transporte longitudinal (CEDEX 1999)

El informe sobre la influencia del puerto de Motril en las playas aledañas calcula el transporte en las playas de Las Azucenas y Torrenueva cuyos resultados se resumen en la tabla adjunta.

CAPACIDAD DE TRANSPORTE LONGITUDINAL ( $\times 10^3 \text{ m}^3/\text{año}$ ) (CEDEX 1999) (+ E-W)						
PLAYA	SEA		SWELL		TOTAL	
	Bruto	Neto	Bruto	Neto	Bruto	Neto
Las Azucenas	37	-21	31	-21	68	-42
Torrenueva	312	-290	220	-201	533	-490

#### 4.4 COMPORTAMIENTO DEL PERFIL DE PLAYA

El estudio del perfil de playa en este tramo de costa es importante, especialmente, a la hora de abordar soluciones. Para ello se ha analizado el perfil teórico de playa en dos vertientes: la forma del perfil de playa y su estado dinámico; y la profundidad de cierre que debe considerarse a la hora de abordar una regeneración de playa o conocer hasta donde se mueve significativamente el material transversalmente a la playa.

Por tanto, a continuación se trata cada uno de los dos aspectos concernientes al perfil de playa para la cota granadina.

#### 4.4.1 Perfil teórico a considerar

El informe técnico realizado por el CEDEX en 2009 sobre “Estudio de perfiles de playa y su adaptación a las costas españolas” analizó la adaptación de los perfiles teóricos a diversas playas españolas cuyo seguimiento se había realizado por el CEDEX para la Dirección general de Sostenibilidad de la Costa y del Mar. La zona más cercana a la zona de estudio, donde se analizaron las diferentes adaptaciones fue Málaga (Malagueta y San Andrés), estudiando dos grupos de perfiles que se habían realizado a lo largo de seis años, desde 1992 hasta junio de 1998. Las conclusiones generales que se llegaron en ese informe para la playa citada se pueden resumir en los siguientes puntos:

1- Los perfiles teóricos que mejor se adaptaban eran los perfiles parabólicos, con valores que se muestran en la tabla adjunta.

<b>ADAPTACIÓN AL PERFIL PARABÓLICO</b>			
$Y = - A X^B$ (CEDEX 2009)			
<b>PLAYA y PERFIL</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>ADAPTACIÓN</b>
Malagueta10I	0,025	1,139	M
Malagueta10II	0,007	1,352	M
Malagueta31I	0,066	0,902	B / R
Malagueta31II	0,048	0,949	B / R
S. Andrés 16	0,099	0,723	B
S. Andrés 31	0,138	0.684	B

2- Entre los perfiles parabólicos, el denominado de Dean, en uno de los perfiles más utilizados, dando los siguientes ajustes que se muestran en la tabla adjnta.

<b>ADAPTACIÓN AL PERFIL PARABÓLICO DE DEAN</b>				
$Y = -A X^{2/3}$ (CEDEX 2009)				
<b>PLAYA Y PERFIL</b>	<b>A</b>	<b>D<sub>50</sub> Dean (mm)</b>	<b>D<sub>50</sub> real (mm)</b>	<b>ADAPTACIÓN</b>
Malagueta10I	0,254	Fuera de rango	2'56	M M
Malagueta10II	0,224	Fuera de rango	1'29	M
Malagueta31I	0,227	Fuera de rango	1'17	M
Malagueta31II	0,213	1,04	1'45	M
S. Andrés 16	0,139	0'37	0'5-1	B
S. Andrés 31	0'153	0'45	0'5-1	B

3- La fluctuación del perfil, o variación máxima A, si se toman los valores extremos, para caer del lado de la seguridad, de los datos obtenidos, debe suponerse una banda de fluctuación 38

veces la  $H_{0.137}$  para el norte de España y de 30 veces para el Mediterráneo. Dándose esta variación horizontal máxima entre la línea de orilla y la profundidad de cierre activa.

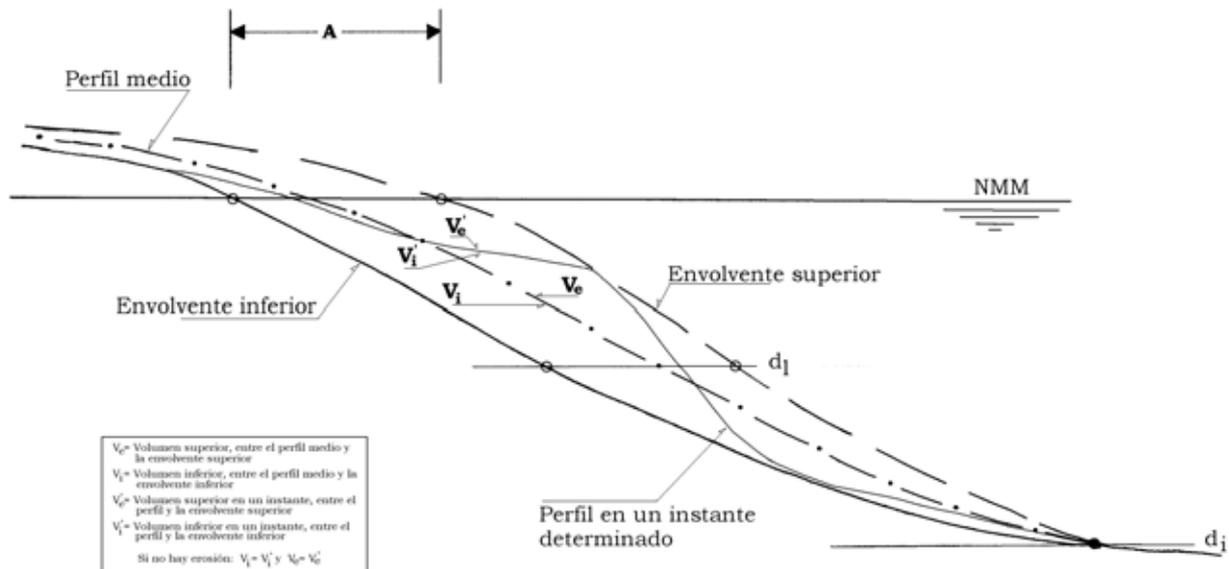


Figura 4.18: Fluctuaciones del perfil dinámico de una playa (CEDEX 2009)

#### 4.4.2 Profundidad de cierre en las costas de Granada

Se ha realizado un informe técnico (CEDEX 2011) para caracterizar la profundidad de cierre a lo largo de las costas españolas; elemento muy importante para conocer la profundidad a la cual se mueve significativamente el material a lo largo de la costa.

El primer punto que debe tenerse en cuenta es el concepto de profundidad de cierre y su evolución en el tiempo. Para ello se seguirán los criterios adoptados por Nicholls et al (1998) en el programa PACE. Esto es se analizará en las diversas escalas de tiempo. Siendo  $D_c$  la PdC real,  $a$  es el coeficiente de regresión, y  $d_{i,t}$  es la profundidad de cierre según la fórmula de Hallermeier (1981), Birkemeier o CUR en su caso:

**1 - Pequeña escala**, para eventos de temporada, con la fórmula teórica de comparación:

$$D_c = k H^{0.67}$$

Donde  $H$  es la media de alturas de oleaje de 12 horas de excedencia, y  $k$  es una constante que toma los siguientes valores, dependiendo de la diferencia entre perfiles que consideramos para determinar la profundidad de cierre: 2,1 para 20 cm; 2,8 para 10 cm; y 3,4 para 5 cm.

**2 – Media escala**, con periodos de tiempo entre un año y una década, con la fórmula teórica de comparación:

$$D_c = a d_{i,t}$$

**3 – Gran escala**, con periodos de tiempo que van desde una década a un siglo. Al no indicar fórmula alguna de comparación, ésta se tomará, en primera instancia igual que la anterior:

$$D_c = a d_{i,t}$$

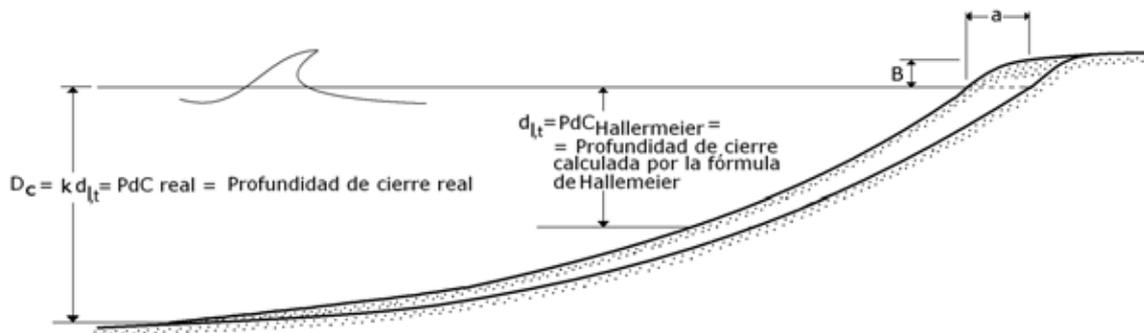


Figura 4.19: Concepto de profundidad de cierre

#### 4.4.2.1 Playa de Torrenueva (gran escala)

Una de las playas elegidas en este estudio fue la Torrenueva de Motril, para determinar la profundidad de cierre a gran escala, largo término. Es una playa rectilínea que fue motivo de actuación: inicialmente construyendo diques exentos y posteriormente espigones. La determinación de la profundidad de cierre a gran escala, largo término, de la playa de Torrenueva de Motril se ha hecho, tomando un perfil característico de ella, usando las cartas náuticas:

- N° 678, levantada entre 1872, por la Comisión Hidrográfica, escala 1:102.000
- N° 354, levantada en 1958, por el Instituto Hidrográfico de la Marina, escala 1:50.000

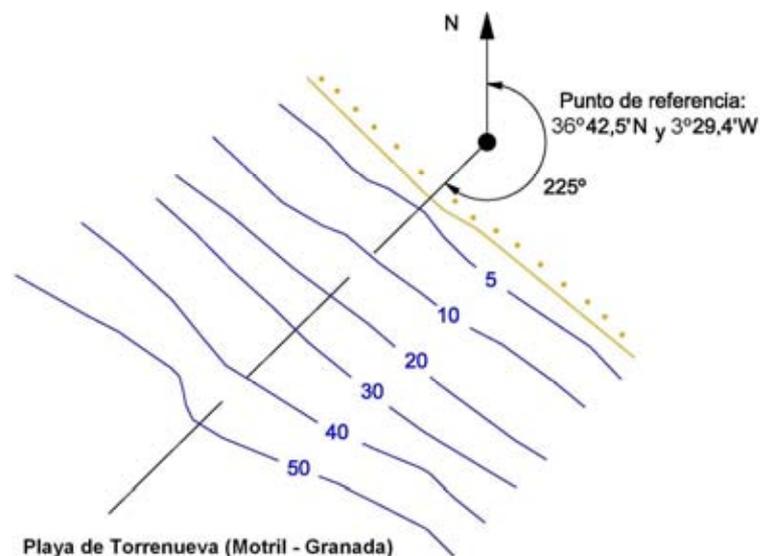


Figura 4.20: Situación del perfil y punto de referencia utilizados en la playa de Torrenueva de Motril, para determinar la PdC a gran escala, largo término

Lo que supone una diferencia de 86 años entre las batimetrías. Se ha tomado como punto de referencia para la cabeza del perfil de control el situado en mitad de la playa con coordenadas:  $36^{\circ} 42,5'N$  y  $3^{\circ} 29,4'W$ , y perfil aproximadamente perpendicular a la línea de orilla.

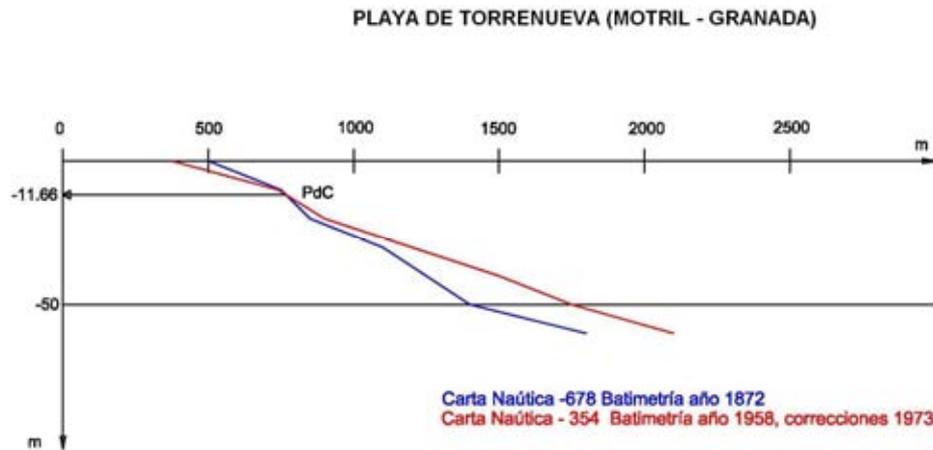


Figura 4.21 Perfil característico de la playa de Torrenueva (Motril), de 1872 y 1958, para caracterizar la PdC a gran escala, largo término

La comparación de ambos perfiles muestra que la profundidad de cierre se sitúa a una profundidad de 11,6 m. La playa se encuentra abierta.

Para caracterizar la profundidad de cierre a corto término se utilizaron los datos de la playa de Malagueta.

#### 4.4.2.2 Playa de Malagueta (media escala)

La playa de la Malagueta se encuentra inmediatamente a levante del puerto de Málaga. Es una playa artificial formada por la construcción de un espigón a levante, un dique exento en el centro y se apoya a poniente en el dique del puerto de Málaga. El número de campañas de la playa de Malagueta de Málaga con que se ha contado ha sido de siete, siendo éstas (Sánchez y Peña, 2009):

- Junio de 1992
- Junio de 1993
- Octubre de 1994
- Febrero de 1997
- Octubre de 1997
- Junio de 1998
- Octubre de 1998

Al haber entre medias de 1994 y 1997 tres años sin toma de datos, y, además, en la primera fase, de 1992 a 1994, solamente se realizó una campaña anual, mientras que en la segunda fase, se hicieron dos campañas por año. Además, si se superponen todos los perfiles, se observa que la metodología de obtención de datos. Calibración de equipos, marea, etc. es diferente en ambas; observándose un escalón entre perfiles del primer periodo y el segundo que para quitar este error habría que tratar los perfiles, por lo que para continuar con un tratamiento y análisis que no contemplasen ese punto, se prefirió su análisis por separado, y por tanto se estudió la playa en dos momentos distintos; aplicando el tratamiento como si fuesen playas diferentes. El perfil elegido para caracterizar la playa es el 31 situado en el

centro de la concavidad más a levante de la playa. La cabeza del perfil considerada se encuentra en las coordenadas geográficas: 36° 43,1' N y 4° 24' W; siendo el perfil prácticamente perpendicular a la línea de orilla.



Figura 4.22: Situación en planta del perfil utilizado en la playa de Malagueta en Málaga, para determinación de la profundidad de cierre

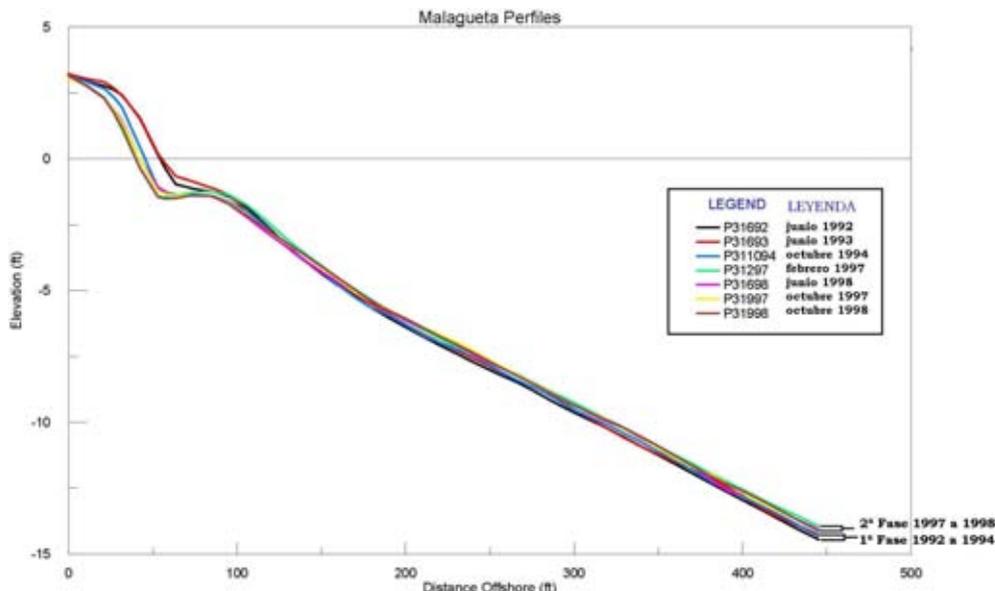


Figura 4.23: Perfil 31 con todas las campañas realizadas en la playa de Malagueta, donde se observa que existe una distorsión entre los datos tomados entre los años 1992 y 1994 y los obtenidos en los años 1997 y 1998, por lo que se ha optado por un tratamiento diferenciado de cada una de las fases

El número total de años sería, en la primera fase, de 1992 a 1994, de 2,3 años, y en la segunda de las fases, 1997 y 1998, de 1,67 años.

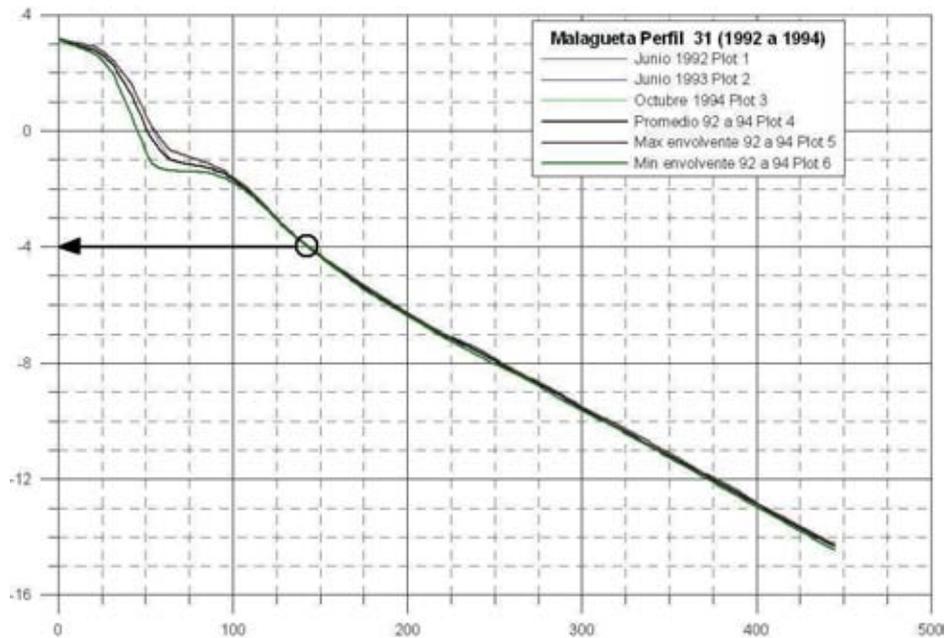


Figura 4.24 Perfil característico de la playa de Malagueta en Málaga, periodo 1992 a 1994, para caracterizar la PdC, corto término

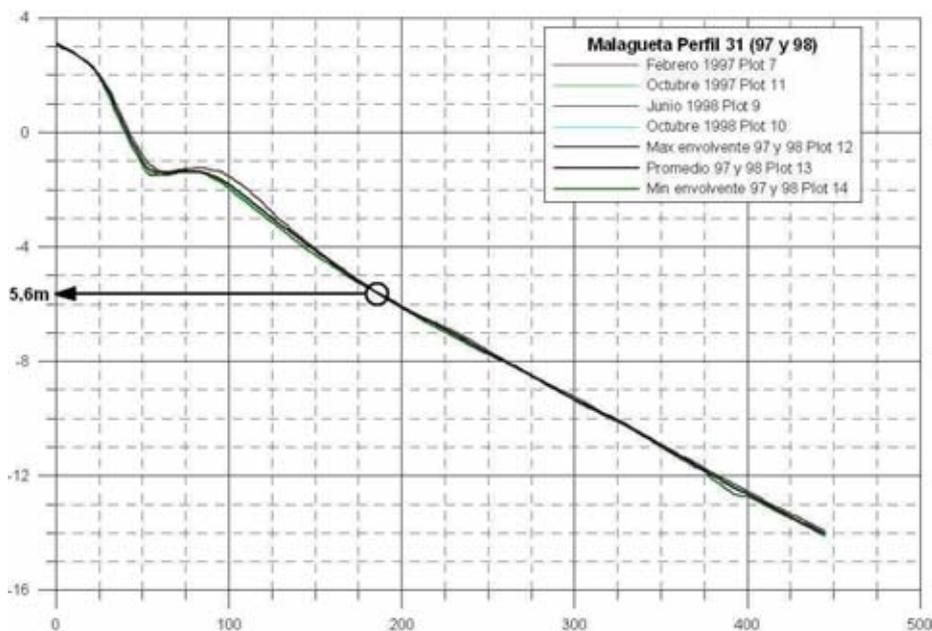


Figura 4.25 Perfil característico de la playa de Malagueta en Málaga, periodo 1997 a 1998, para caracterizar la PdC, corto término

La profundidad de cierre varía dependiendo del periodo: 4 m para el primero de ellos, y 5,6 m para el segundo. Pudiéndose considerar como profundidad de cierre el caso más desfavorable de 5,6 m.

## 5. EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO

Este capítulo se dedica a analizar el impacto que sobre la costa de Granada puede producir el cambio climático. Para analizar los efectos esperables del cambio climático en las costas de Granada, en primer lugar, se detallan los estudios que recogen esta información, en segundo lugar, se realiza un análisis general y en tercer lugar, se describe la respuesta de la costa y los valores medios.

### 5.1 ESTUDIOS QUE SE OCUPAN DE ELLO

Los estudios que se ocupan de los efectos del cambio climático, y como caso particular, de los efectos en las costas de Granada, son:

1. Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático: es el marco general de referencia para las actividades de evaluación de impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático.
2. Impactos en la Costa Española por Efecto del Cambio Climático: cuya finalidad es establecer políticas y estrategias de actuación en las costas españolas ante el cambio climático.
3. Elaboración de los Mapas de Peligrosidad y Riesgo requeridos por el Real Decreto 903/2010 en la Costa Española: con la finalidad de servir como instrumento adecuado para la posterior Gestión de las Zonas Inundables.
4. Volumen II del Quinto Informe de Evaluación relativo a Impactos, Adaptación y Vulnerabilidad frente al cambio climático: que analiza entre otros los impactos en las costas, proporcionando información objetiva, clara, equilibrada y neutral del estado de conocimientos sobre el cambio climático.

### 5.2 ESTRATEGIA DE ADAPTACIÓN

El primer paso a dar es realizar el análisis general de los efectos del cambio climático en las costas de Granada, considera como fuente, los principales estudios que se ocupan de ello, indicados en el apartado anterior. Por ello, se analizan separadamente cada una de las fuentes citadas.

#### 5.2.1 Análisis considerando el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático

Una primera fuente de información a tener en cuenta para analizar los efectos del cambio climático en las costas de Granada, es el documento, denominado “Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático”, de la Oficina Española de Cambio Climático que sirve como marco general de referencia para las actividades de evaluación de impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático.

Entre los sectores o sistemas que contempla y líneas de actuación, se encuentran las zonas costeras, con una estimación subjetiva del horizonte de planificación para la adaptación, comprendida entre 10 y 100 años.

Según el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático, los principales problemas del cambio climático en las zonas costeras se relacionan con potenciales cambios en la frecuencia y/o intensidad de los *temporales* así como con el posible ascenso del nivel medio del mar (NMM).

Con relación a las zonas costeras próximas a Granada indica: “En el Mediterráneo las zonas más amenazadas son las lagunas del Cabo de Gata, en las que un ascenso relativo del NMM de 0,5 m podría provocar una inundación de las cotas bajas”.

Destaca como hecho importante la elaboración del proyecto de investigación, sobre los impactos en la costa española por efecto del cambio climático, promovido por el Ministerio de Medio Ambiente, que se considera con posterioridad. Y que sirve de base para el desarrollo de las líneas de actuación del Plan Nacional de Adaptación en las zonas Costeras, cuyas líneas de trabajo principales se indican a continuación.

- Desarrollo de modelos de respuesta morfodinámica y ecológica de las principales unidades de la costa española, bajo distintos escenarios de cambio climático.
- Cartografía de la vulnerabilidad de la costa española frente al ascenso del NMM bajo distintos escenarios de cambio climático: Identificación, delimitación e inventario de las áreas y elementos más vulnerables por el ascenso del nivel del mar, y valoración ecológica de los mismos.
- Evaluación de las estrategias de abandono y retroceso, o de protección, frente a distintos escenarios de ascenso del NMM.
- Evaluación de las opciones de adaptación mediante actuaciones sobre factores relacionados con la estabilidad del litoral, como el mantenimiento de descarga y aportes sólidos de los ríos, como solución al «origen» del problema (la falta de material sedimentario).
- Como solución a los «síntomas» del problema (retroceso o movilidad excesiva de la costa) evaluación de potenciales actuaciones para favorecer la estabilización de playas y dunas, la construcción de obras para delimitar la capacidad de transporte del oleaje incidente y las aportaciones artificiales de sedimentos.

### 5.2.2 Análisis considerando los Impactos en la Costa Española por efecto del Cambio Climático

Una segunda fuente de información a tener en cuenta a la hora de estudiar los tramos que potencialmente pueden tener problemas en el futuro, es el efecto del cambio climático que, en este contexto, es previsible afecte a las costas de Granada. El análisis que de ello se realiza se ha hecho utilizando, como fuente primordial y principal, el proyecto realizado por la Universidad de Cantabria para la Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar: “Impactos en la costa española por efecto del cambio climático”; realizado en tres fases: Fase I. Evaluación de cambios en la dinámica costera española; Fase II. Evolución de efectos en la costa española; Fase III. Estrategias frente al cambio climático en la costa.

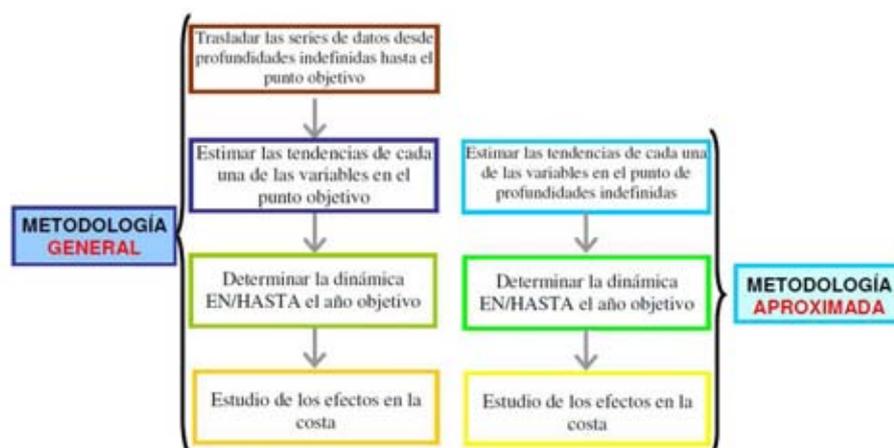


Figura 5.1: Esquema metodológico para la evaluación del efecto del cambio climático en las costas españolas (Universidad de Cantabria – Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar)

La metodología usada en este proyecto es la misma que se va utilizar en este informe, y se resume en la figura adjunta; si bien, al tratarse de un tramo de costa tan amplio, solamente se entrará a estudiar de manera general aproximada; indicando los tramos con mayor incidencia.

El horizonte de análisis del Proyecto citado es el año 2050; por lo que éste es el que se usará para la evaluación de los efectos del cambio climático en la costa onubense.

El nivel medio global del mar, sufrirá un incremento durante el siglo XXI por el calentamiento de los océanos y las pérdidas de masa de glaciares y mantos de hielo, con un aumento en la confianza de las proyecciones respecto al informe anterior.

Según el último informe del IPCC, la elevación del nivel del mar no será uniforme. Las proyecciones señalan que alrededor del 70% de las costas experimentarán un cambio de nivel del mar de hasta un 20% del cambio del nivel del mar medio.

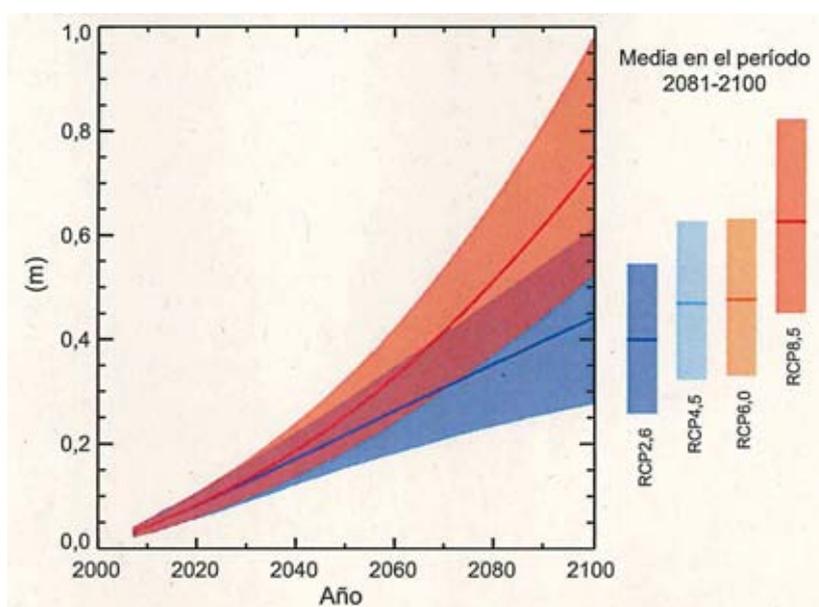


Figura 5.2: Variaciones del nivel medio global del mar (Quinto Informe de Evaluación del IPCC)

Según este gráfico, la subida del nivel del mar se estima entre 1,0 y 0,25 m en el año 2100. Siendo estas cifras, en el año 2050 de aproximadamente 0,32 y 0,15 m. Para los cuatro nuevos escenarios de emisiones (RCP). Las medidas dadas por el IPCC (2001) para el siglo XX indicaban una tasa de elevación entre 1 y 2 mm/año; aunque esta velocidad podría ser mayor, cifrándola algunos autores en 2,5 mm/año (Marcos et al. 2004).

El análisis teórico de los posibles efectos del cambio climático en el litoral español debe distinguir los diversos tipos de estructuras, contemplándose:

- Playas
- Dunas
- Estuarios, humedales y lagunas
- Obras marítimas

En este marco, el análisis del efecto del cambio climático en las costas de Granada no se contempla para las obras marítimas. Las variables más importantes que producen los efectos principales en las playas, dunas y estuarios se contemplan en las tablas de las figuras adjuntas, proveniente de este estudio y presentación del Grupo de Ingeniería Oceanográfica y de Costas de la Universidad de Cantabria.

ELEMENTO MORFOLÓGICO	ELEMENTOS ANALIZADOS	OLEAJE				NIVEL DEL MAR	MAREA METEOROLÓGICA
		REGIMEN MEDIO			EXTREMAL		
		$\Delta H_{M1}$	$\Delta H_{M20}$	$\Delta \theta$	$\Delta H_{2-100 años}$	NM	AMM
PLAYAS	COTA DE INUNDACIÓN				POSIBLE AUMENTO COTA DE INUNDACIÓN	POSIBLE AUMENTO COTA DE INUNDACIÓN	POSIBLE AUMENTO COTA DE INUNDACIÓN
	PERFIL	AUMENTO PROFUNDIDAD DE CORTE. POSIBLE RETROCESO EN PLAYAS COLMATADAS				RETROCESO PLAYA	
	FORMA EN PLANTA			BASCULAMIENTO PLAYAS. POSIBLE RETROCESO		CAMBIO EN TOMBROS, SALIENTES Y DOBLES SALIENTES	
	TRANSPORTE LITORAL		VARIACIÓN CAPACIDAD DE TRANSPORTE	VARIACIÓN CAPACIDAD DE TRANSPORTE			

Figura 5.3: Efecto del cambio climático sobre las playas y variables en juego (Universidad de Cantabria – DGSCyM)

ELEMENTO MORFOLÓGICO	ELEMENTOS ANALIZADOS	VIENTO		NIVEL DEL MAR
		REGIMEN MEDIO		
		$\Delta U_{RMS}$	$\Delta \theta$	NM
DUNAS	TRANSPORTE EÓLICO	VARIACIÓN TASA DE CRECIMIENTO	VARIACIÓN TASA DE CRECIMIENTO	
	EROSIÓN DUNAR			RETROCESO DUNAR

Figura 5.4: Efecto del cambio climático sobre las dunas y variables en juego (Universidad de Cantabria – DGSCyM)

ELEMENTO MORFOLÓGICO	ELEMENTOS ANALIZADOS	OLEAJE	NIVEL DEL MAR	CAUDAL MEDIO RÍO
		REGIMEN MEDIO		
		$\Delta H_{RMS}$	NM	$V_r$
ESTUARIOS	PRISMA DE MAREA		POSIBLE AUMENTO DEL PRISMA DE MAREA	
	SECCIÓN DE EQUILIBRIO		POSIBLE AUMENTO DEL ÁREA DE EQUILIBRIO	
	BAJO EXTERIOR	CAMBIO EN LA FORMA Y POSICIÓN DEL BAJO	POSIBLE AUMENTO DEL VOLUMEN DEL BAJO	
	PLAYA ADYACENTE		RETROCESO ADICIONAL POR EL DEFICIT DE ARENA EN EL BAJO EXTERIOR	
	CIRCULACIÓN ESTUARINA		POSIBLE CAMBIO EN EL TIPO DE CIRCULACIÓN	POSIBLE CAMBIO EN EL TIPO DE CIRCULACIÓN
	EXTENSIÓN CUÑA SALINA		AUMENTO DE LA EXTENSIÓN DE LA CUÑA	DISMINUCIÓN DE LA EXTENSIÓN DE LA CUÑA

Figura 5.5: Efecto del cambio climático sobre los estuarios y variables en juego (Universidad de Cantabria – DGSCyM)

### 5.2.3 Análisis considerando la Elaboración de los Mapas de Peligrosidad y Riesgo requeridos por el Real Decreto 903/2010 en la Costa Española

Una tercera fuente de información a tener en cuenta para analizar los efectos del cambio climático en las costas de Granada, es el trabajo denominado “Elaboración de los Mapas de Peligrosidad y Riesgo requeridos por el Real Decreto 903/2010 en la Costa Española”, en el que se estudian las zonas costeras con riesgo de inundación; pero no se ha considerado el uso de la variación del nivel del mar debido al cambio climático, por lo que no se ha utilizado para caracterizar este efecto en las costas de Granada.

### 5.2.4 Análisis considerando el Estudio de la Estrategia de Sostenibilidad de la Costa

En este estudio realizado por ALATEC, se muestra un análisis de cada una de las playas de Granada, situadas en las diferentes unidades geográficas en las que se divide. Los indicadores para el seguimiento del diagnóstico que se incluyen son:

- ❑ Longitud y anchura actual de todas las playas de la Unidad
- ❑ Retroceso por la subida del nivel medio del mar (en metros) previsto para el año 2050 teniendo en cuenta un incremento estimado para esa fecha de 0,15 m
- ❑ Retroceso previsto por la erosión costera en metros
- ❑ Retroceso/avance teórico total (subida del nivel medio del mar + erosión costera) en metros
- ❑ Anchura teórica prevista para el año 2050 en metros
- ❑ Retroceso/avance teórico previsto en tanto por ciento para el año 2050
- ❑ Año teórico previsto de desaparición, en su caso, de la playa
- ❑ Retroceso/avance por variación del ángulo de incidencia del flujo medio de energía
- ❑ Avance de la lámina de agua debido al alcance del oleaje sobre el trasdós de la playa en el año 2050

PLAYA	Longitud actual en m	Anchura actual en m	Retroceso por subida del n.m.m. en m (0,15 m en 2050)	Anchura prevista en 2050 en m	Retroceso en % hasta 2050. Signo (-) indica avance	Retroceso/avance por variación del ángulo de incidencia del flujo medio de energía. Signo (-) indica basculamiento antihorario	Avance de la lámina de agua debido al alcance del oleaje sobre el trasdós de la playa en el año 2050	
							Tr = 50 años	Tr = 100 años
La Alcazaba	500	15	0,72	14,28	4,8	-2,8	0	0
La Juana	1.050	15	1,5	13,5	10,0	-5,9	0	0
El Pozuelo	1.500	20	1,5	18,5	7,5	-8,4	44,87	50,93
La Rabita	700	30	1,5	28,5	5,0	-3,9	44,87	50,93
La Playiya	250	24	1,5	22,5	6,3	-1,4	0	0
Del Ruso	300	25	1,5	23,5	6,0	-1,7	0	0
Cala Chilches	800	15	1,5	13,5	10,0	-4,5	0	0
Del Cuervo	1.000	15	3,97	11,03	26,5	-4,5	0	0
El Gaiterillo	300	14	3,97	10,03	28,4	-1,3	0	0
Melicena	500	40	3,97	36,03	9,9	-2,2	49,20	59,59
Las Cañas	600	20	3,97	16,03	19,9	-2,7	49,20	59,59
Los Yesos	60	10	4,16	5,84	41,6	-1,3	66,51	73,44
La Mamola	1.400	30	4,16	25,84	13,9	-30,0	66,51	73,44
Castillo de Baños	50	12	2,01	9,99	16,8	-0,4	44,87	50,93
Casarones	100	12	2,01	9,99	16,8	-0,7	0	0
El Lance	500	18	2,01	15,99	11,2	-3,7	44,87	50,93
Cambriles	680	45	5,1	39,9	11,3	-49,4	72,57	77,76
Sotillo/Castell de Ferro	1.300	40	5,1	34,9	12,8	-94,5	72,57	77,76
La Rijana	250	20	4,04	15,96	20,2	-4,9	0	0

- Playas con anchura mayor o igual a 20 m cuya anchura para el año 2050 podría bajar de los 20 m a consecuencia del cambio climático
- Playas cuyo retroceso previsto para el año 2050 podría ser superior al 25% como consecuencia del cambio climático

Figura 5.6: Análisis teórico de los efectos del cambio climático en algunas playas de Granada (Fuente: Estrategia para la Sostenibilidad de la Costa, ALATEC)

### 5.3 RESPUESTA DE LA COSTA Y VALORES MEDIOS

La futura respuesta del perfil de playa, habitualmente se determina aplicando la llamada regla de Bruun (Bruun 1962), que a groso modo cada mm es una pérdida de 25 cm. El volumen de arena por unidad de longitud, AB, se obtiene por la erosión del perfil. El retroceso de la orilla, X, se determina por un balance sedimentario entre el volumen AB con el área entre los dos perfiles. Esta área está dada por X (h+d) y representa la cantidad de arena necesaria para restablecer el perfil original. Igualando los dos volúmenes da:

$$\Delta X = \frac{A \cdot B}{(h + d)} = \frac{A}{\tan \theta}$$

Esto es, en forma sencilla: La pérdida de anchura de playa sería igual a la distancia de la profundidad de cierre por la subida del nivel del mar y todo ello dividido por la profundidad de cierre a la costa. Por tanto: conociendo la profundidad de cierre (CEDEX 2012), la pendiente media de la playa y la elevación del nivel del mar se puede estimar cual es el retroceso de la playa debido a este concepto.

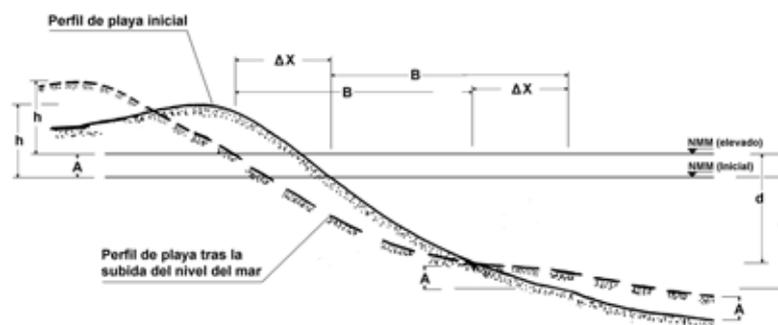


Figura 5.7: Regla de Bruun, variables (Bruun 1962)

Otros autores como Kriebel y Dean (1993) aplican este mismo concepto.

El retroceso de la línea de agua hacia la tierra que se produce en la playa, debido a la sobreelevación y cambio de perfil correspondiente vendría dado por la siguiente expresión.

$$R_{\infty} = \frac{S \left( x_b - \frac{h_b}{m} \right)}{B + h_b - \frac{S}{2}}$$

Con:

$$x_b = x_0 + \left( \frac{h_b}{A} \right)^{\frac{3}{2}}$$

Para condiciones de temporal severo, donde  $h_b$  es grande,  $x_0$  es prácticamente 0 y

- $h_b$  = Profundidad en rotura
- S = set-up
- B = Altura de berma
- $R_{\infty}$  = retranqueo de la playa en temporal
- m = Pendiente de la playa
- A = Parámetro de Dean =  $2,25 (w^2/g)^{1/3}$
- w = Velocidad de caída del sedimento.

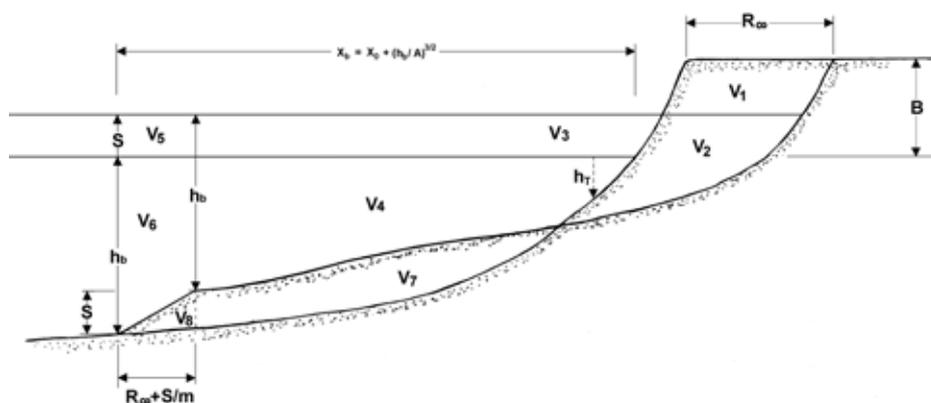


Figura 5.8: Esquema de modificación de un perfil con berma en pendiente para un temporal con una sobreelevación S (Kriebel y Dean 1993)

Aplicando de manera sencilla la expresión de la regla de Bruun (1962). Tomando como valor de la profundidad de cierre a largo término, el obtenido en el informe del CEDEX (2012), de 11,6 m (PdC), para la playa de Torrenueva (Motril). Suponiendo una profundidad de cierre, a largo término, similar en las playas consideradas: La Herradura, Velilla, La Guardia, Granada, Las Azucenas, Sotillo, La Mamola y El Pozuelo. Y siendo B (m) la distancia a dicha profundidad, para cada una de las playas. Se determina el avance de la línea de orilla o pérdida de anchura de playa, máxima para los años 2050 y 2100.

La subida del nivel del mar A (m), se obtiene de la gráfica de la figura 5.2, que alcanza su valor extremo de la banda máxima de 1,0 m en el año 2100 y de 0,32 m en el año 2050, indicados en el apartado anterior. Para el año 2100 se ha considerado un valor de la subida del nivel del mar de 0,9 m, para quedar del lado de la seguridad dado que el valor medio de la banda es de 0,75 m.

Considerando los datos de las variables indicadas y de la aplicación de manera sencilla de la regla de Bruun (1962), se determina, el avance de la línea de orilla  $\Delta X$  (m), en cada una de las playas, para el año horizonte 2050, según se indica en la siguiente tabla.

Retroceso Máximo Año 2050				
Playa	A(m)	B(m)	PdC (m)	$\Delta X$ (m)
La Herradura	0,32	302	11,6	8,33
Velilla	0,32	135	11,6	3,72
La Guardia	0,32	340	11,6	9,37
Granada	0,32	390	11,6	10,75
Las Azucenas	0,32	570	11,6	15,72
Sotillo	0,32	270	11,6	7,44
La Mamola	0,32	260	11,6	7,17
El Pozuelo	0,32	360	11,6	9,93

Y se determina el avance de la línea de orilla, en cada una de estas playas, para el año horizonte 2100, como se muestra a continuación.

Retroceso Máximo Año 2100				
Playa	A(m)	B(m)	PdC (m)	$\Delta X$ (m)
La Herradura	0.9	302	11.6	23.43
Velilla	0.9	135	11.6	10.47
La Guardia	0.9	340	11.6	26.38
Granada	0.9	390	11.6	30.26
Las Azucenas	0.9	570	11.6	44.22
Sotillo	0.9	270	11.6	20.95
La Mamola	0.9	260	11.6	20.17
El Pozuelo	0.9	360	11.6	27.93

Por lo tanto, el retroceso aproximado de playa que nos resulta de aplicar la regla de Bruun (1962), con las previsiones de subida del nivel del mar indicadas anteriormente, daría un valor máximo de 15 m para el horizonte de 2050 y de 44 m para el horizonte 2100.

Este retroceso aproximado, se ha obtenido, sin tener en cuenta la condición de borde exterior a la playa, siendo condición de borde: los muros, los acantilados, etc., que reducirían ese alcance.

En la siguiente figura se representa el retroceso aproximado de la línea de orilla, para las playas indicadas, en los años 2050 y 2100.

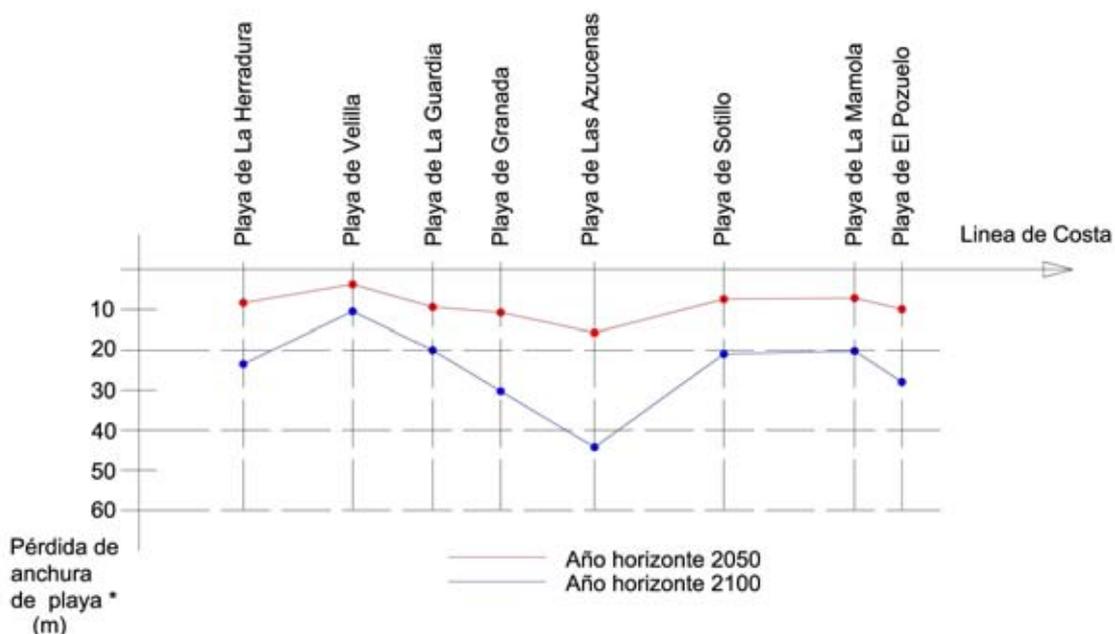


Figura 5.9: Retroceso aproximado de la línea de orilla en las playas de Granada, para el año horizonte 2050 y 2100.

Este dato tendría que ser complementado con las previsiones de la variación de la dirección del flujo medio de energía y transporte potencial de sedimentos. Para ello se puede recurrir a los datos que muestra el proyecto realizado por la Universidad de Cantabria (UC) para la Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar (DGSCyM): “Impactos en la costa española por efecto del cambio climático”, donde se aprecia que:

- La variación del flujo medio de energía provocará en las costas de Granada un retroceso en la línea de orilla de la cuantía indicada en la figura adjunta.
- El transporte longitudinal de sedimentos a lo largo de la costa se reducirá en un porcentaje importante, tal y como indica la figura adjunta.

En esta primera figura se muestra el retroceso máximo esperado para el año 2050, en la que se ha considerado que la variación de la dirección del flujo medio de energía corresponde a la variación media calculada para una playa de 1000 m de longitud, aplicando la ley de Snell para calcular la variación del flujo medio a 10 m de profundidad.

Las playas situadas en la costa sur, no son excesivamente susceptibles a este tipo de retroceso, siendo las más afectadas las playas de Granada y Almería, sobre todo a las de Granada, pudiendo alcanzar un retroceso de hasta 40 m. En el tramo de costa en estudio, son pocas las zonas donde se alcanzan los mayores retrocesos.

Se ha comprobado que el retroceso será mayor cuanto mayor sea la altura de ola significativa que es excedida en la playa y cuanto menor sea el tamaño de grano que compone la misma. Así en el Mediterráneo, la altura de ola superada 12 horas al año es menor que en el Cantábrico. Dado que el retroceso en este caso es proporcional a la raíz cuadrada del  $H_{s12}$ . Estimándose que el retroceso máximo en la costa Mediterránea es menor, del orden de 15 m aproximadamente.

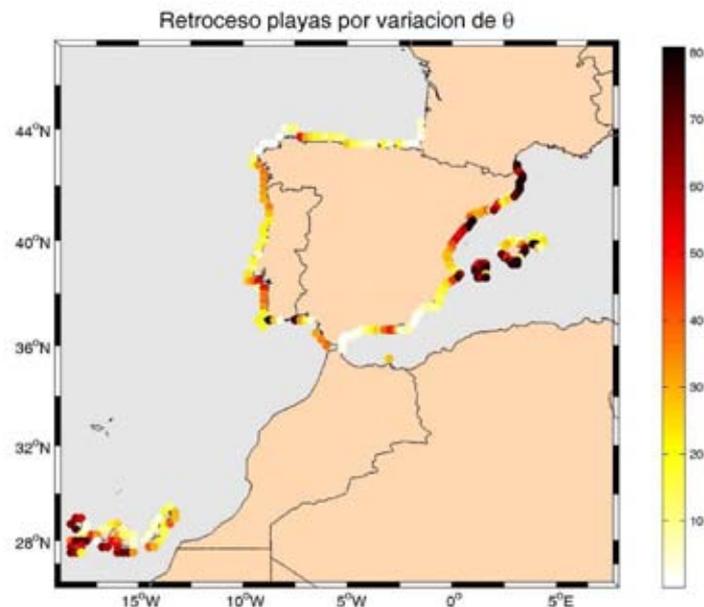


Figura 5.10: Retroceso de las playas debido a la variación de la dirección de flujo medio de energía (UC–DGSCyM)

Otro efecto significativo es el posible cambio en el transporte longitudinal de sedimentos a lo largo de la costa, típico de las playas de la zona Mediterránea, sometidas a un transporte litoral muy activo. Demostrándose que el cambio en la tasa de transporte puede ser consecuencia de variaciones en la altura de ola en rotura y en la dirección del oleaje en rotura.

Teniendo en cuenta, la altura de ola significativa media anual y la dirección del flujo medio de energía y su variación media calculada, se ha calculado en cada zona de la costa del litoral, la dirección del flujo medio de energía actual y su correspondiente variación para el año 2050, en el punto de rotura correspondiente a la altura de ola significativa media anual. Con todo esto se ha elaborado un mapa orientativo de del porcentaje de cambio en el transporte longitudinal a lo largo del litoral.

En esta segunda figura, obtenida para el escenario de cambio climático seleccionado, en el Mediterráneo, y como consecuencia en las playas de Granada, se obtiene una reducción de las tasas de transporte longitudinal, lo que indica que en las playas sometidas a erosiones progresivas, la tasa de erosión será más lenta, ya que la capacidad de transporte se reducirá.

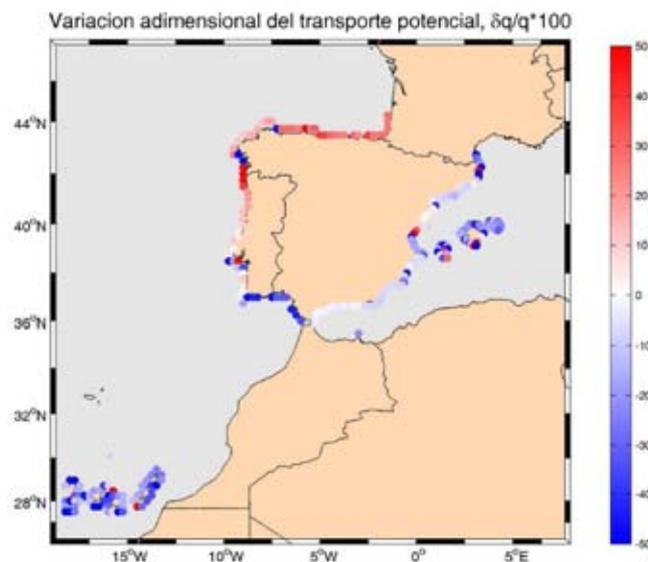


Figura 5.11: Porcentaje de cambio en el transporte potencial a lo largo del litoral (UC – DGSCyM)

Como resumen de resultados, el citado Proyecto indica para la Costa Mediterránea:

*“El régimen medio del viento y marea meteorológica presenta una tendencia negativa, pero de muy pequeña escala. Es importante destacar la gran significancia estadística que aportan los resultados de tendencia negativa de marea meteorológica en el Mediterráneo, Baleares y costa Noroeste gallega, a pesar de ser sus variaciones muy pequeñas.”*

Los efectos esperables del cambio climático sobre las playas se consideran como erosiones paulatinas a largo y medio plazo y se incluyen dentro de las partidas de mantenimiento de las playas que deben realizarse con periodicidad. Debiendo tener un control periódico de los cambios que se producen en las playas incluido el provocado por este efecto en los seguimientos de ellas.

## 6. EVOLUCIÓN DE LA COSTA DE GRANADA

La consecuencia directa de la acción continuada en el tiempo de la dinámica litoral y su interacción con los diversos agentes costeros, naturales o artificiales, es la evolución que el litoral experimenta a lo largo del tiempo. Para estudiar esas transformaciones que se han ido produciendo a lo largo del tiempo se puede realizar en diferentes períodos: Los más alejados, evolución histórica, nos dirán cómo esta costa ha ido evolucionando de manera natural hasta alcanzar un estado tal que ha condicionado el comportamiento actual de la costa, evolución reciente.

Cada uno de los estados necesitan datos de diferentes características: Cuanto más alejado en el tiempo la exactitud se va reduciendo, aunque la necesidad de ella también; mientras que cuanto más nos aproximamos al periodo actual requerimos las mayores exactitudes, bien geo referenciadas y con los mínimos errores. Estos dos estadios de tiempo son los que se van a utilizar para estudiar la evolución de la costa de Granada.

### 6.1 EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE LA COSTA DE GRANADA

Habitualmente, la evolución histórica de la costa se estudia en dos escenarios (Rambaud et al. 2001, Peña 2002): Uno lejano o en la antigüedad, donde no existen planos con cierta exactitud que abarcaría hasta el siglo XVII; y otro más cercano, en el pasado, donde existiendo planos no se hallan lo suficientemente bien geo referenciados, que alcanzarían hasta finales del siglo XVIII o comienzos del XIX cuando aparecen las primeras cartas náuticas.

Para este trabajo se ha preferido cambiar los hitos de estos escenarios históricos: Primeramente, agrupándolos y seguidamente extenderlos hasta comienzos del siglo XX que, con la construcción del puerto de Motril, cambia toda la estructura y escenario evolutivo de la costa del entorno del río Guadalfeo; ayudado con la regulación de embalses que se va produciendo escalonadamente a lo largo del siglo XX.

Las fuentes de información históricas utilizadas son muy variadas, dado que el espacio de tiempo que estamos tratando es amplísimo. Para conocer el estado de la costa existente en el pasado se ha recurrido a trabajos históricos que lo recogiesen; para ello se ha utilizado el reciente trabajo de Peña (2011), cuyas imágenes más significativas se recogen en las figuras adjuntas, pertenecientes a Almuñecar y Salobreña-Motril en la antigüedad.

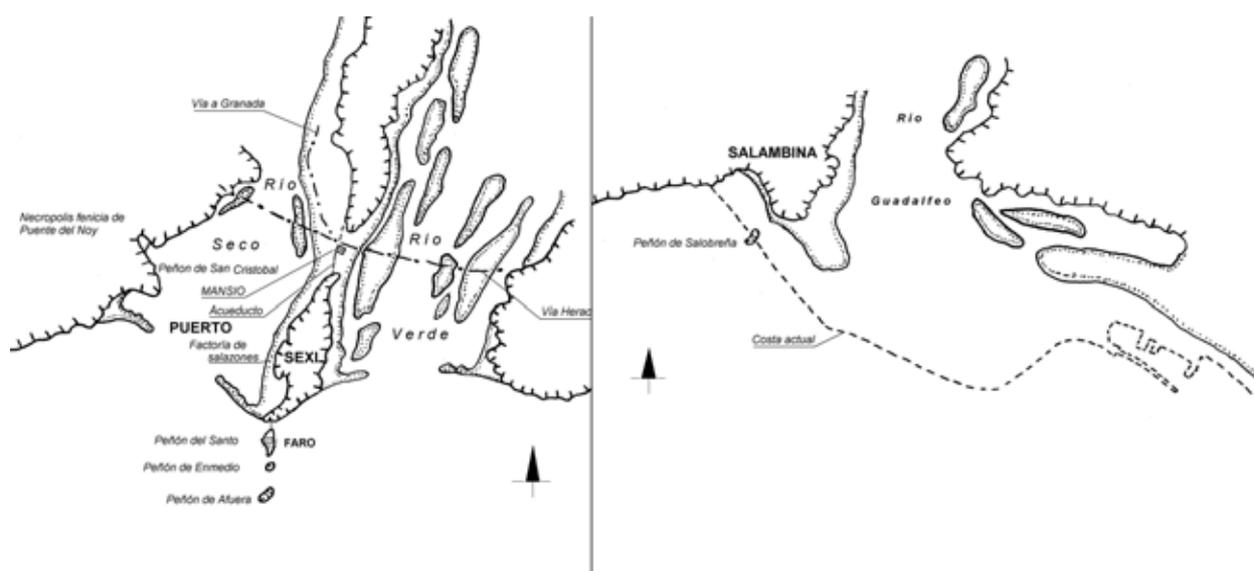


Figura 6.1: Almuñecar y Salobreña-Motril en la antigüedad (Fuente: Peña (2011))

Las figuras anteriores nos muestran cómo las ciudades situadas en desembocadas, en la antigüedad, se hallaban junto a estuarios que el tiempo ha ido colmatando; pasando, como en el caso de Salobreña-Motril, a formar un prominente delta, del río Guadalfeo. Es muy probable que esta situación pasase en la mayoría de las playas; como en el caso de El Pozuelo y La Rabita ubicadas en sendos deltas.

La siguiente fuente de información nos acerca mucho en el tiempo. Hay que buscarla en el Atlas de Pedro Teixeira publicado en 1634 por orden de Felipe IV. En él aparece la costa granadina y solamente como puerto de entonces Castell de Ferro, entonces todavía muy retranqueado a tierra.



Figura 6.2: La costa de Granada y Castell de Ferro según el Atlas de Pedro Teixeira de 1634

La costa entre Salobreña y Motril se había regularizado; no existiendo ya el estuario del río, pero tampoco existía el delta. Para apreciar más en su desarrollo del delta hay que trasladarse al siguiente siglo, donde existen mapas de toda la cuenca del río Guadalfeo en su desembocadura. En concreto se ha utilizado el mapa de 1722 que discurre entre los acantilados e Salobreña y Torrenueva; siendo entonces utilizado como puerto la zona de la actual playa de La Guardia.

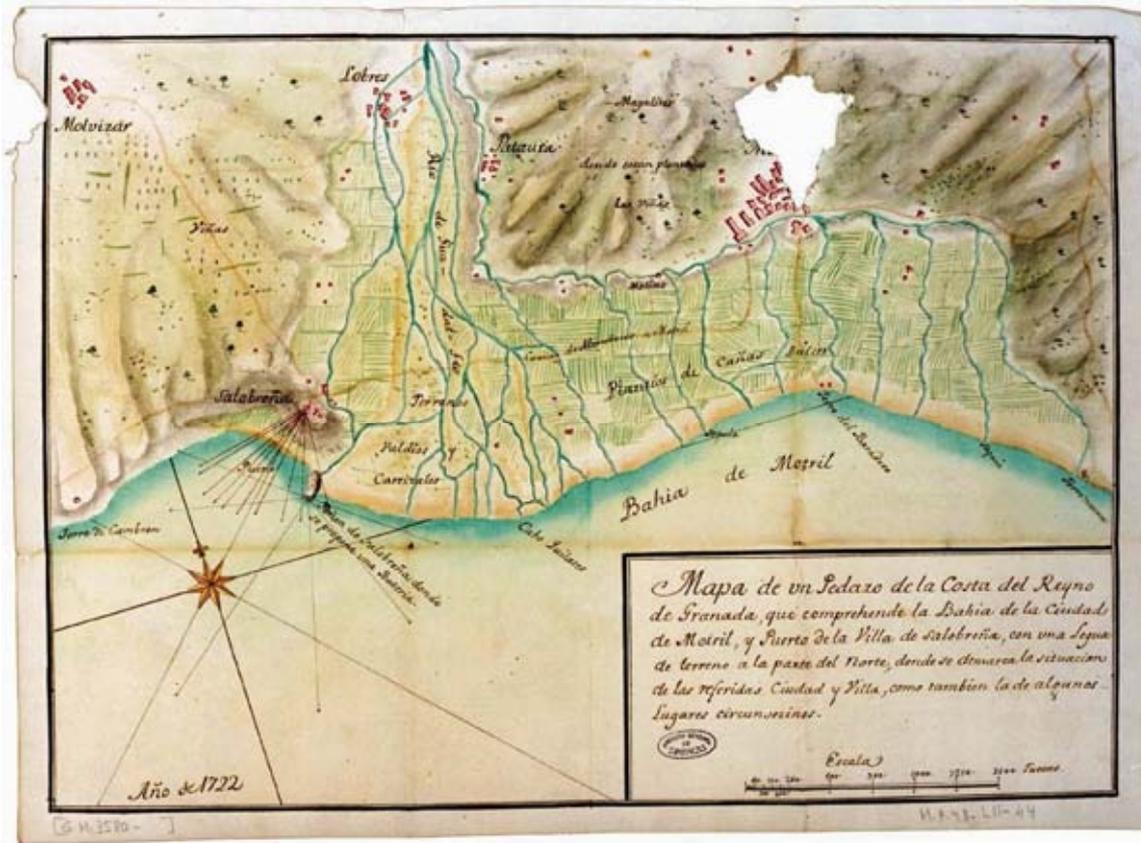


Figura 6.3: Mapa de 1722 de la costa entre Salobreña y Torrenueva (Archivo General de Simancas)

Entonces la desembocadura del río Guadalfeo había derivado a un delta poco pronunciado, con todavía muchos caños y sin una desembocadura clara. Hay que esperar hasta finales de siglo cuando Tofiño 1789 dibujase la cara náutica de Granada y reflejase el estado de sus costas.

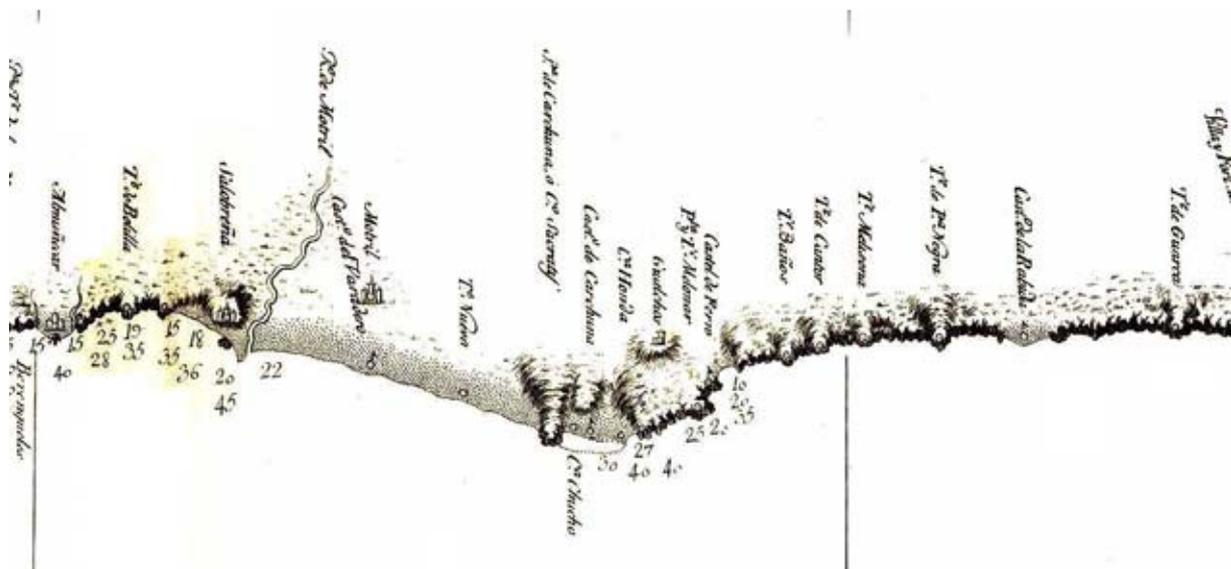


Figura 6.4: Costa de Granada según la carta náutica de Vicente Tofiño de San Miguel (1789)

Para hallar la estructura completa del delta y de la costa de Granada, se puede ir al mapa geológico de Granada de 1884.

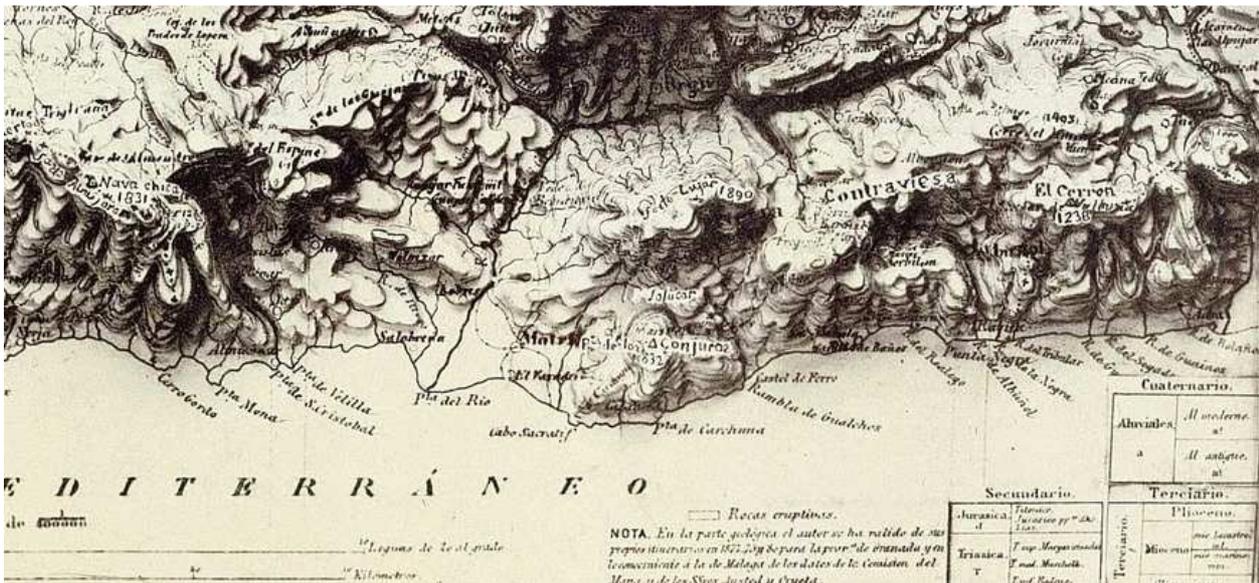


Figura 6.5: Mapa geológico de Granada de 1884, donde se aprecia claramente el delta del río Guadalquivir con su antigua desembocadura ya completamente definida

Y si nos quisiéramos acercarnos más al estado del delta del río Guadalquivir y sus playas hay que recurrir a las cartas náuticas del siglo XIX, como la de 1872, que estuvo vigente durante mucho tiempo y en la que dibujaron la situación del, entonces nuevo puerto de Motril.

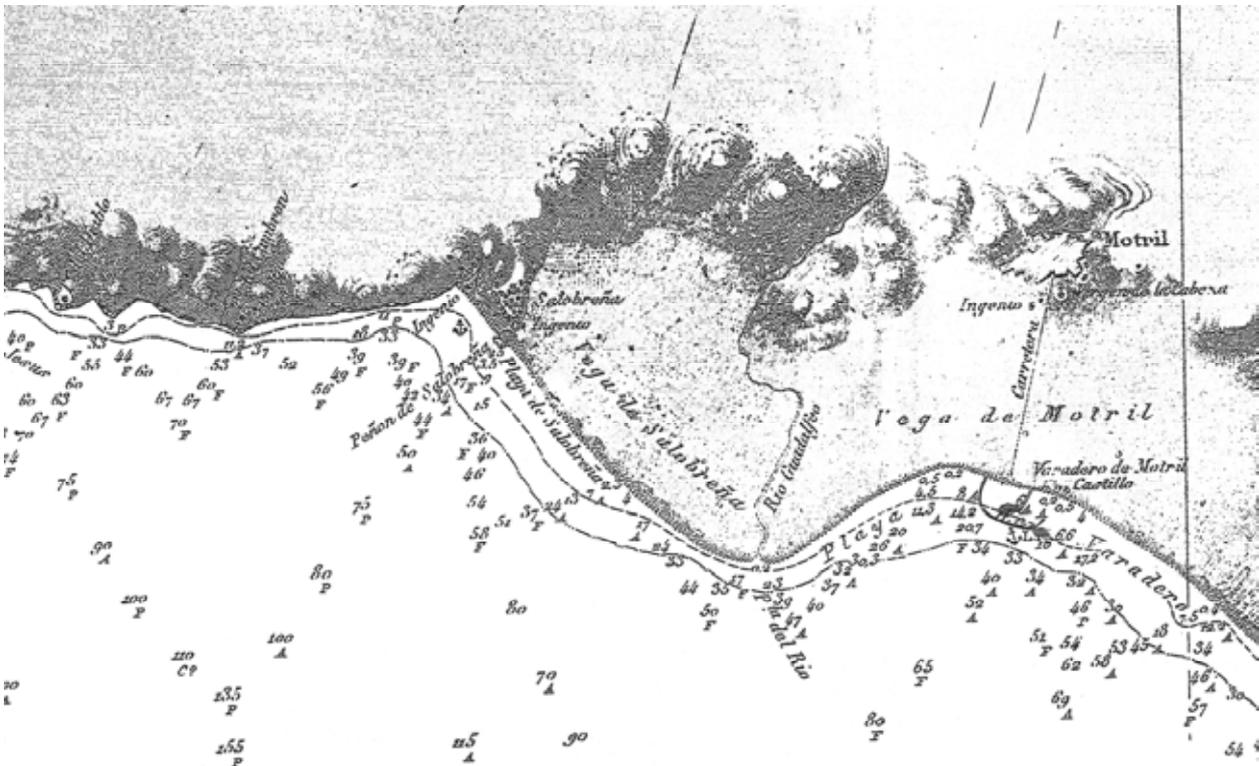


Figura 6.6: Detalle de la carta náutica de 1872 en la que aparece el delta del río Guadalquivir y su antigua desembocadura y la situación donde se decidió ubicar el nuevo puerto, en la zona conocida como el Varadero

Del resto de la costa de Granada poco encontramos; evolucionando de un modo similar al que hemos hallado en el delta del río Guadalfeo. Un ejemplo de ello es Almuñecar de la que se ha estudiado su evolución pasada con los mapas que posee la cartoteca de la Junta de Andalucía y cuyo ejemplo es el mapa de 1790 que se muestra a continuación.

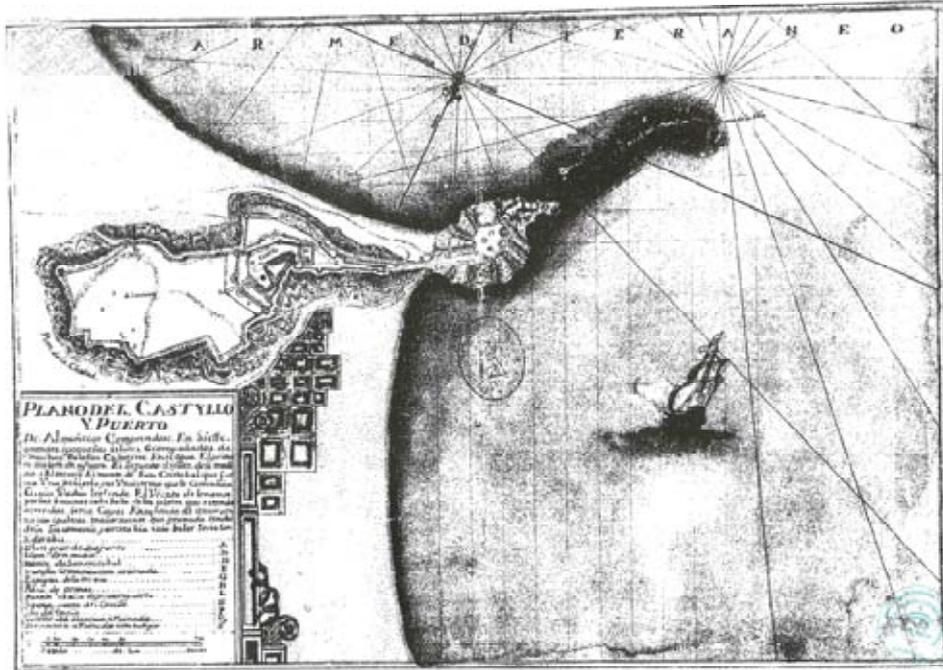


Figura 6.7: Almuñecar en 1790 (Fuente: Junta de Andalucía e Instituto de Historia y Cultura Militar)

## 6.2 EVOLUCIÓN RECIENTE DE LA COSTA DE GRANADA

El análisis y estudio de la evolución reciente de la costa de Granada se ha realizado en dos escalones: El primero de ellos se ha efectuado utilizando los planos de evolución de la costa española; el segundo se ha efectuado usando los datos que nos proporcionan las fotografías aéreas más recientes, tomadas del servidor Google Earth. Ambos, como se verá, aplican similares metodologías y se complementan secuencialmente en el tiempo. También se analiza la evolución del puerto de Motril, siendo determinante para la evolución de todo el tramo de costa que forma el delta del río Guadalfeo; el más largo de playa continua del litoral granadino.

Así pues, primeramente se presenta un breve resumen de las fuentes de información utilizadas para caracterizar la evolución reciente de la costa. A continuación, usando las fuentes, se va analizando la costa en dos estadios temporales que nos dan las fuentes de información junto con el análisis de la evolución del puerto de Motril y su entorno.

### 1.1.2 Fuentes de información para caracterizar la evolución reciente de la costa

Las fuentes principales que se han utilizado para estudiar la evolución reciente de la costa de Granada son:

- “Estudio de la influencia de la costa del Puerto de Motril (Granada)” (CEDEX 1999)
- Planos de Evolución de la Línea de Costa del CEDEX
- La serie fotográfica que contiene Google Earth

### 6.2.1 Evolución del puerto de Motril y su costa

La evolución del puerto de Motril y su influencia en la costa ha sido estudiada en diversos informes del CEDEX y de la Universidad de Granada (Losada 1999). El informe del CEDEX (1999) recoge una recopilación de todos ellos y, por tanto, a éste nos vamos a referir.

El puerto de Motril fue declarado de interés general, como puerto de segundo orden, por ley de 6 de julio de 1882. Pasaron siete años hasta que no se mandó redactar su proyecto constructivo a la Jefaturas de Obras Públicas de Granada, por orden de julio de 1903 (Revista de Obras Públicas nº 1818 de 28 de julio de 1910).

La redacción del proyecto corrió a cargo del ingeniero Julio Moreno Martínez y firmado el 27 de octubre de 1904 que preveía para su emplazamiento la ensenada llamada el Varadero, situado entre la antigua desembocadura del río Guadalfeo y la playa de Las Azucenas.

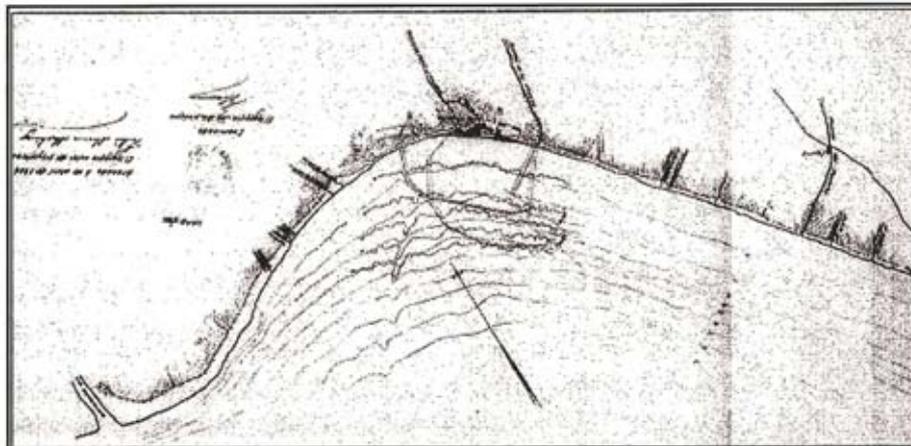


Figura 6.8: Proyecto del puerto de Motril de Julio Moreno Martínez de 1904 (Losada 1999)

Por Real Orden de 11 de julio de 1907 se aprobó el proyecto con un presupuesto de contrata de 4.520.649,57 pesetas (27.169,65 €). El acto inaugural de las obras fue el 21 de octubre de 1908 y tras diversas cesiones de contrata aprobadas por el Ministerio de Fomento en 1909 y modificados de 1910 y 1912, en 1918 se pide la rescisión de contrato por parte del contratista.

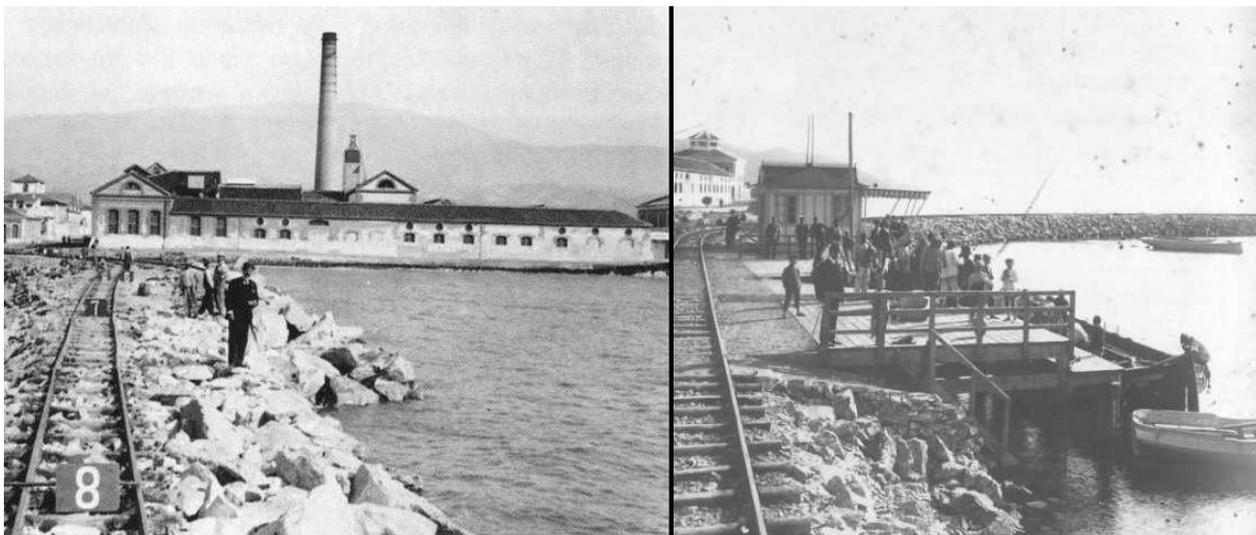


Figura 6.9: Puerto de Motril en torno a 1915

En 1924 se constituyó la Comisión administrativa del puerto y el 21 de diciembre de 1928 el primero director.



Figura 6.10: Puerto de Motril en 1926 (Losada 1999)

Pero las obras del puerto no habían finalizado, redactando un nuevo proyecto en 1929. La Guerra Civil paralizó las obras hasta 1940 que se reanudaron, de nuevo. Las obras fueron recibidas en 1944 (Garely 1956). El estado en que se hallaba, ya terminado el proyecto inicial, en 1956 es el que se muestra en la figura adjunta.

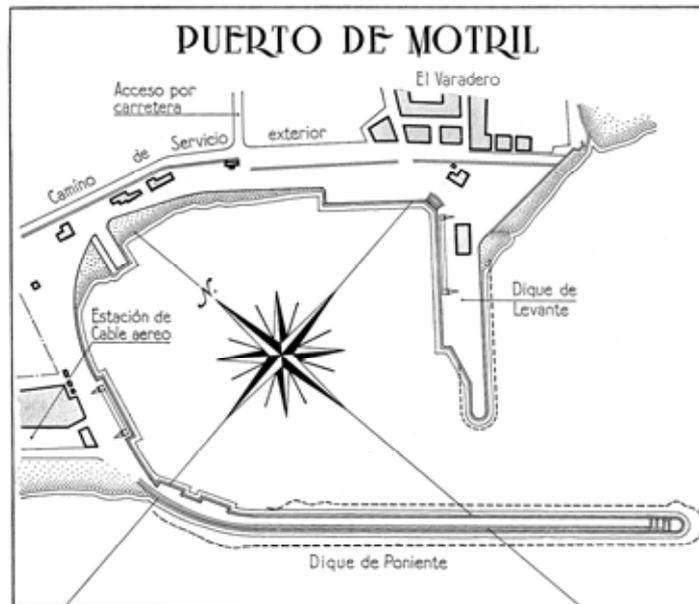


Figura 6.11: Puerto de Motril 1956 (Garely 1956)

Desde el inicio de las obras del puerto, el dique de Poniente había ido reteniendo importante cantidad de sedimento, como se aprecia en la fotografía aérea de 1926, que seguiría su curso en 1956, donde comienza la serie de fotografías aéreas verticales que han ayudado a levantar los planos de evolución de la línea de costa.

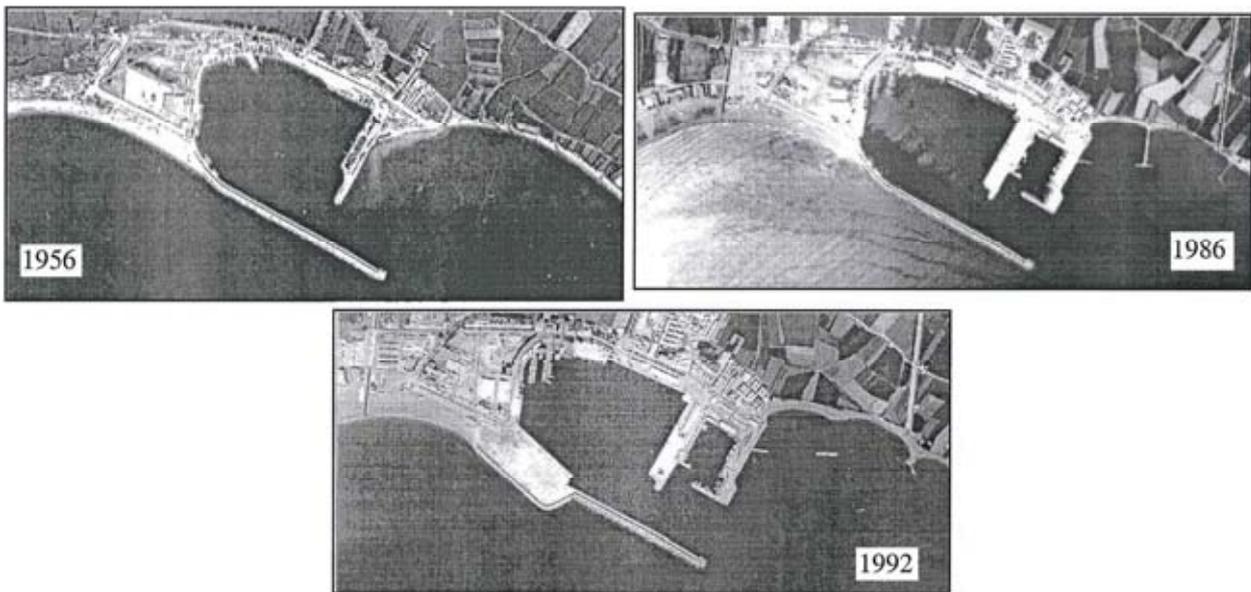


Figura 6.12: Sucesivas ampliaciones del puerto de Motril (CEDEX 1999)

Posterior al 1999 el puerto se amplió hasta el estado en que se hallaba hasta la última ampliación finalizada en 2015 prolongando el dique, que se muestra en la figura adjunta.



Figura 6.13: Puerto de Motril tras la penúltima y última ampliación (Foto: Terra Metrics y Google Earth)

Si ahora se comparan las diversas fotografías presentadas, se observa que la playa del Pelaillo apoyada en el puerto ha avanzado más de 500 m desde la construcción del puerto, como se observa en la figura adjunta, en la que se ha insertado las líneas de costa aproximadas que se observa de las diferentes fuentes.



Figura 6.14: Situación aproximada de las diversas líneas de costa de la playa del Pelaillo apoyada en el dique del puerto de Motril (Foto: Google Earth)

Si suponemos un avance de 500 m de la línea de playa apoyada en el puerto desde 1912 hasta 2012, fecha de la fotografía, y una profundidad de cierre de unos 6 m, la cantidad de sedimento acumulada en 100 años es de unos 2.850.000 m<sup>3</sup>; lo que supondría una acumulación media anual de 28.500 m<sup>3</sup>. Esta cantidad de material provendría inicialmente del río Guadalfeo; pero, a medida que disminuyeron los aportes del río aumentaron los proporcionados por las playas aguas arriba, de Salobreña o Cagailla y Granada, y en mucha menor medida de la Charca.

### 6.2.2 Planos de Evolución de la Línea de Costa del CEDEX

Los planos de evolución de la línea de costa elaborados por el CEDEX son restituciones fotogramétricas de la línea de orilla de diversos vuelos verticales de proyección estereoscópica. Para el la costa de Granada se utilizaron los siguientes vuelos verticales:

- Junio de 1947
- Junio de 1957

- Julio de 1973
- Noviembre de 1977
- Diciembre de 1981
- Mayo de 1993
- Febrero de 1995

Salvo el último de los años restituido, el resto solamente se hizo en unas zonas concretas de la costa, que eran aquellos que tenían playa de una cierta longitud, salvo el término municipal de Almuñecar. En la figura adjunta se muestra las zonas restituidas.

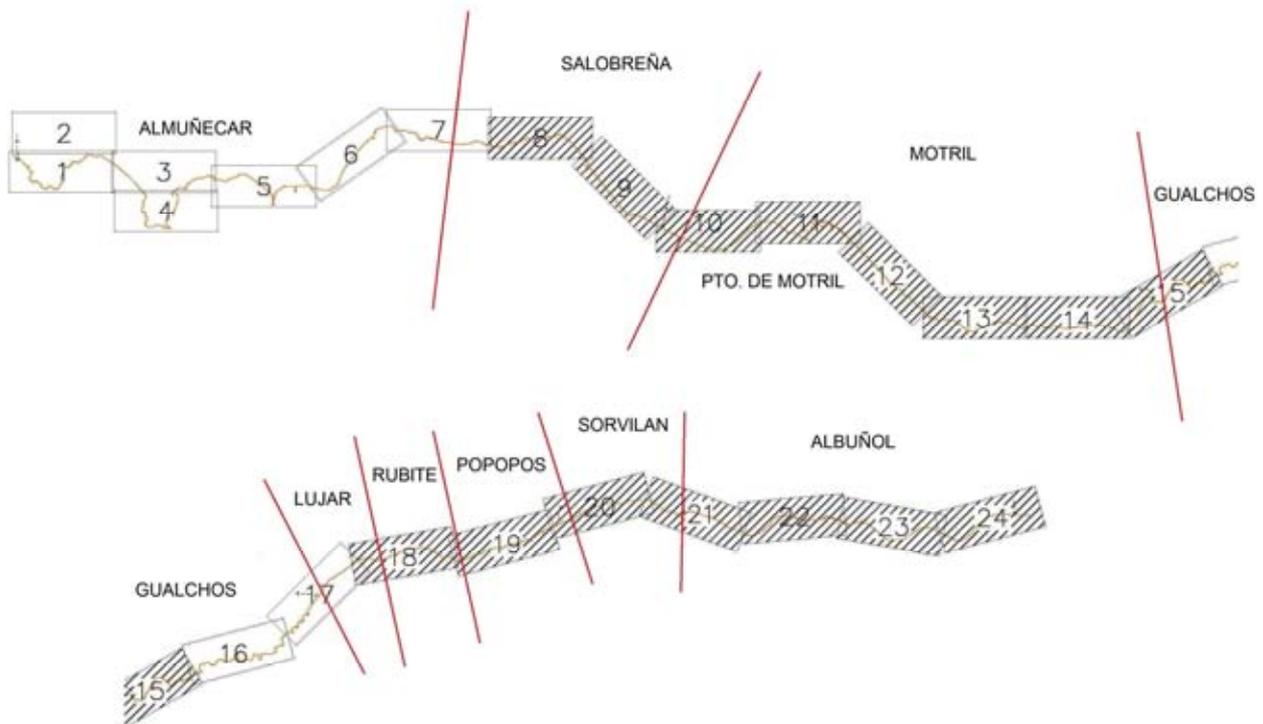


Figura 6.15: Plano guía de las zonas restituidas, rayadas, de los Planos de Evolución de la Línea de Costa de Granada

La primera de las playas que existen planos de evolución es la playa de La Guardia de Salobreña encajada entre los acantilados y el peñón de Salobreña. La playa, entre los años 1947 y 1995, ha variado poco, con oscilaciones máximas en torno a 30 m; teniendo una tendencia ligeramente erosiva, siendo 1947 el año con la línea de costa más avanzada y 1993 el año con la costa más retranqueada, lo que supone una tendencia erosiva anual en torno a 1,5 m. También se aprecia una ligera tendencia al basculamiento hacia el sur, a apoyarse en el peñón de Salobreña.

La siguiente playa es la de La Charca de Salobreña, apoyada en el peñón de Salobreña, al norte y en los diques de encauzamiento de la desembocadura del río Guadalfeo al sur.

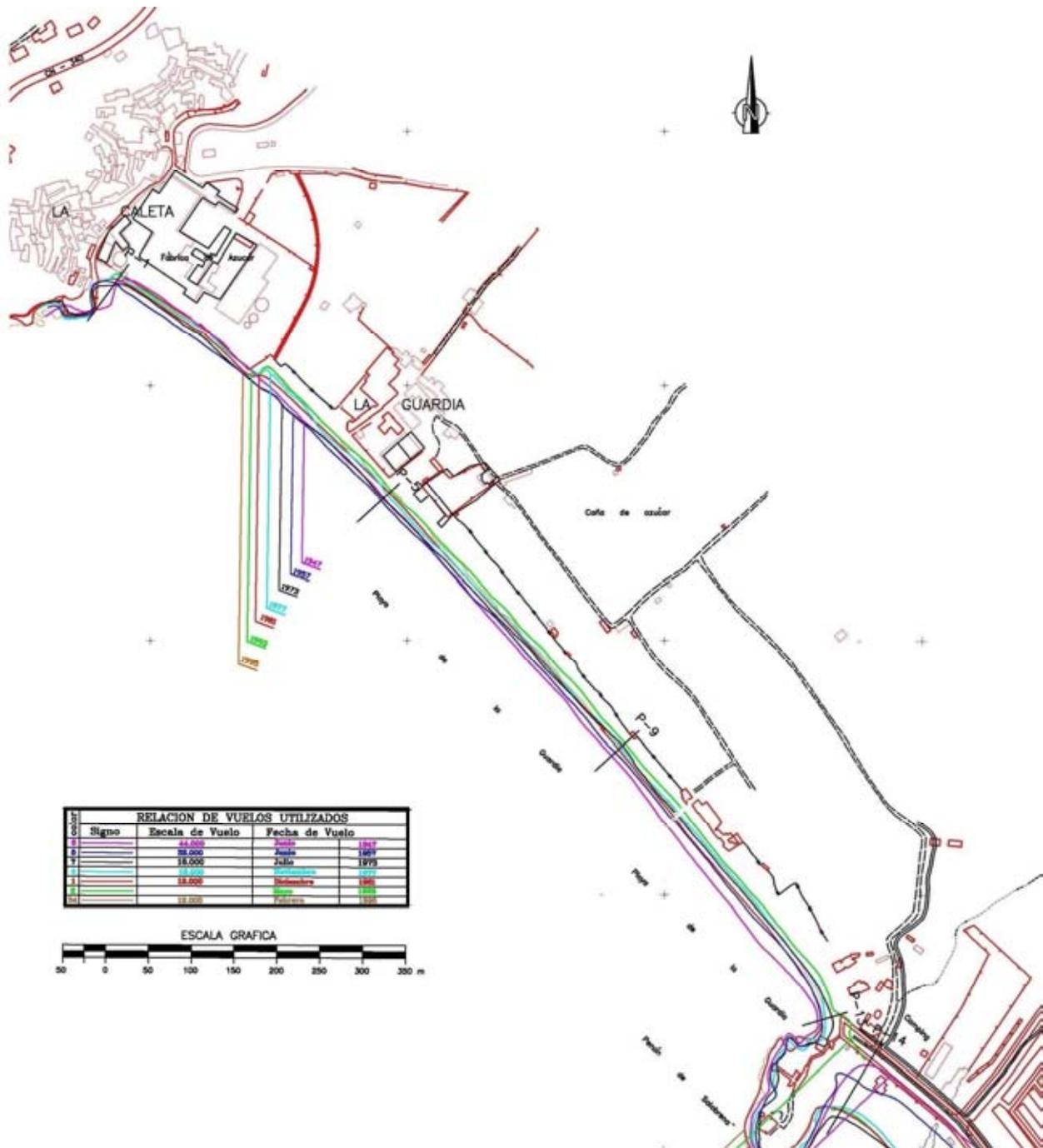


Figura 6.16: Plano de Evolución de la playa de La Guardia de Salobreña, entre los años 1947 y 1995

La evolución de esta playa en el periodo de 1947 a 1995 no es uniforme. En la zona norte, se fue produciendo una continua acumulación hasta el año 1973; desde entonces, la línea de costa varió poco hasta 1995. Este crecimiento va disminuyendo hasta un punto, cercano a la desembocadura, donde la línea de costa solamente ha fluctuado. Por tanto, esta playa tiene dos tramos completamente diferenciados: el norte, estable y el sur muy fluctuante y dependiente de la desembocadura del río Guadalfeo, cuyos diques de encauzamiento no son capaces de estabilizarlo.



Figura 6.17: Plano de Evolución de la playa de La Charca de Salobreña, entre los años 1947 y 1995

Tras la desembocadura del río Guadalfeo hacia el sureste se extienden las playas de La Cagailla o Salobreña y la playa de Granada; aunque, realmente, ambas forman una única playa hasta desembocar en la punta del Río, antigua desembocadura del río Guadalfeo. Tal como se predijo en informes anteriores (CEDEX 1993), esta playa ha ido sufriendo continuas erosiones de su línea de orilla que ha dado lugar a eventos de inundación de su trasdós. Los Planos de Evolución de la Línea de Costa son muy contundentes en este sentido. Desde la primera línea de orilla restituida de 1947 la costa ha llevado una continua erosión, con la pequeña salvedad de 1957 donde en tramos más cercanos a la Punta se aprecia un avance de la línea de orilla.

Este retroceso generalizado de la línea de orilla está en correspondencia con el avance que se aprecia al otro lado de la Punta del Río. La propia Punta es un punto de inflexión de tendencia ya que aunque hay oscilaciones de la línea de orilla, estas no son tan importantes como el resto de la playa.



Figura 6.18: Plano de Evolución de las playas de Salobreña y Granada, entre los años 1947 y 1995



Figura 6.19: Plano de Evolución de la playa del Pelaillo, entre los años 1947 y 1995

La siguiente playa hacia el este es la del Pelaillo que se apoya en el dique del puerto de Motril. Esta playa ha ido acumulando el sedimento proveniente de las playas de la Cagailla y Granada y el poco material que aporta el río Guadalfeo, ello ha ido en detrimento de las siguientes playas al este de Las Azucenas, hoy parcialmente perdida, y de Torrenueva. Los avances que se detectan llegan a más de 150 m entre 1947 y 1995.

Las playas al este del puerto de Motril, de Las Azucenas y Torrenueva debieron sentir desde el primer momento el efecto de la construcción del puerto, a tenor por lo sucedido después, ya que la primera referencia cierta la tenemos en 1947 y desde esa línea de orilla, las playas han ido retrocediendo constantemente con el avance del tiempo. Ello obligó a la construcción de obras de defensa en la playa de Torrenueva que era la más vulnerable debido a su estrechez inicial, dado que se halla apoyada en el cabo de Sacratif y existe frente a él un cañón submarino. Las obras se han ido transformando para optimizarlas mejorando el estado de la playa; sin aportes y con un importante transporte longitudinal hacia el cañón submarino. Esta circunstancia ha hecho que desde 1977 no haya habido grandes pérdidas de playa.

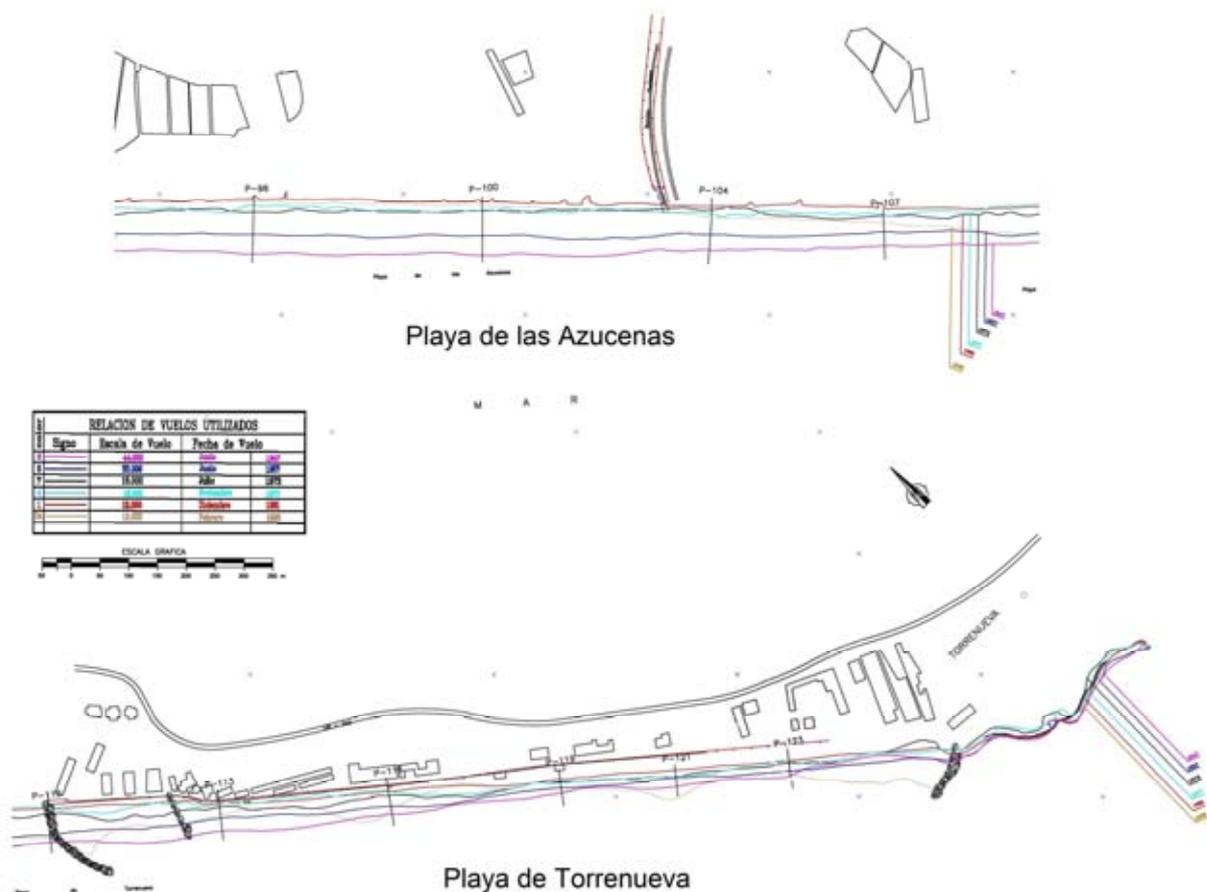


Figura 6.20: Plano de Evolución de las playas de las Azucenas y Torrenueva, entre los años 1947 y 1995

Tras pasar el Cabo, la playa de Carchuna, con sus famosas formas no tuvo variaciones de importancia a lo largo de los años que reflejan los Planos de Evolución, aunque sí

fluctuaciones. Pero en la siguiente playa de Calahonda sí se aprecian variaciones de importancia en su extremo occidental, debido a la presencia de otro cañón submarino; pero no en el resto, salvo en el año 1947 que puede ser debido a la escala del vuelo y a errores propios de la restitución.

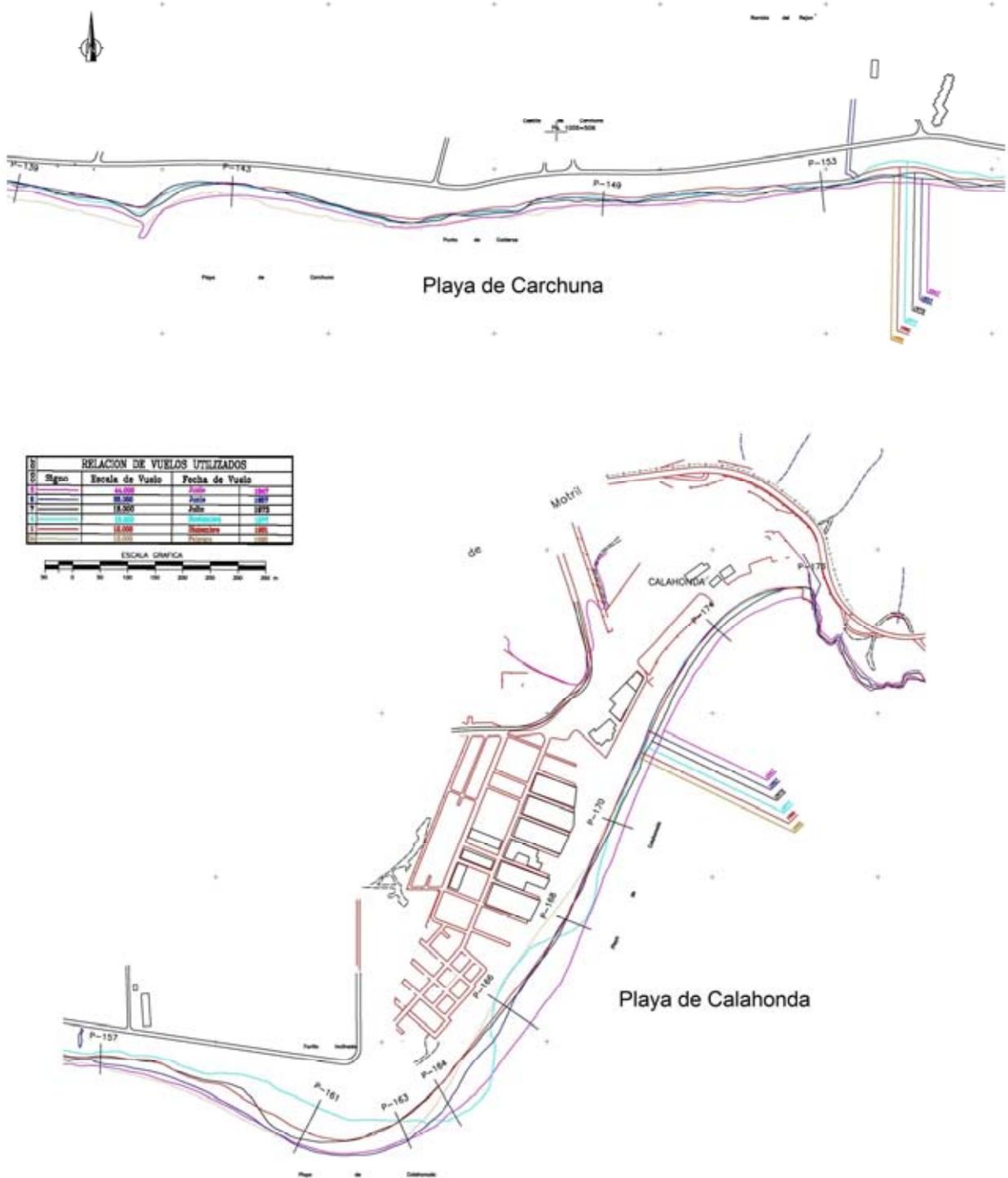


Figura 6.2:1 Plano de Evolución de las playas de Carchuna y Calahonda, entre los años 1947 y 1995

Las siguientes playas se encuentran afectadas en su mayoría por efectos erosivos debido a la falta de aporte de las ramblas y barrancos que desembocan en ella, en muchas ocasiones debido al incremento de cultivo y urbanización del suelo que se une a la hiper estacionalidad de sus aportes que pueden en un año hacerlo para una década o más. Ello se ve claramente en los deltas de la rambla de Albuñol con un crecimiento espectacular en el año 1973 que fue suavizándose con el tiempo. Debe tenerse en cuenta que estas playas suelen formar parte de un delta y que éste por su naturaleza puede no ser estable sino una forma acumulativa temporal y se haya considerado como estable utilizándose como tal.

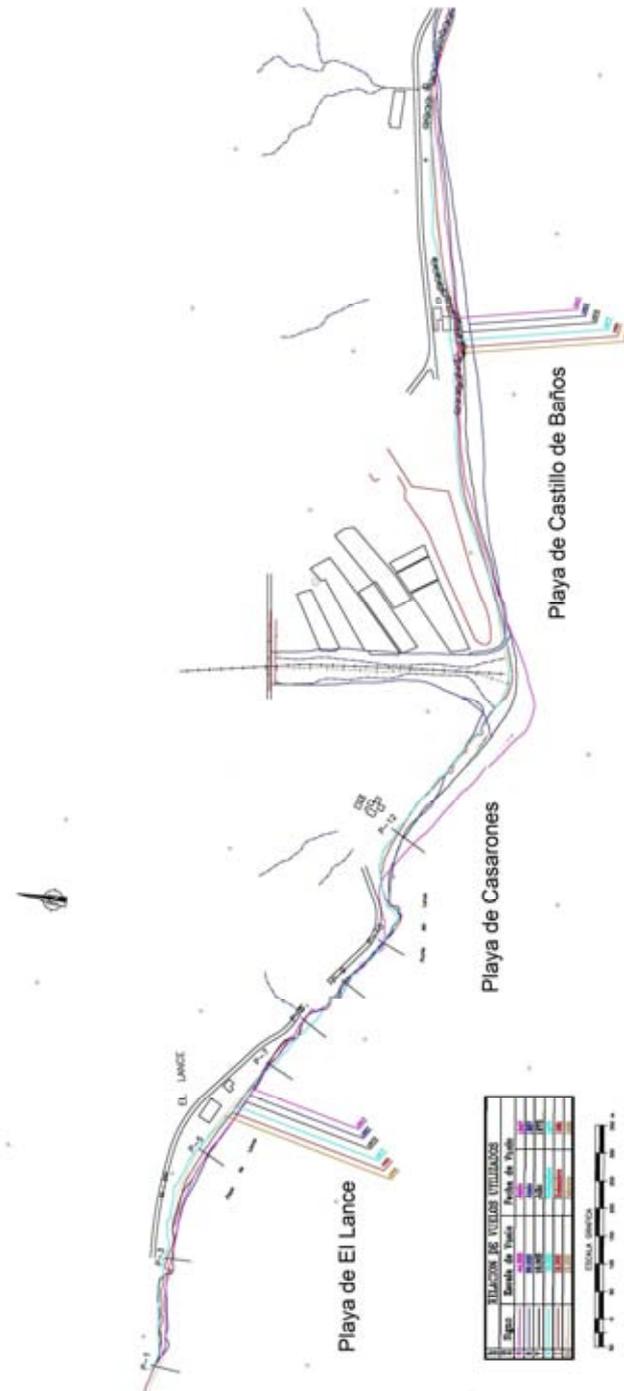


Figura 6.22: Plano de Evolución de las playas de El Lance, Casarones y Castillo de Baños, entre los años 1947 y 1995



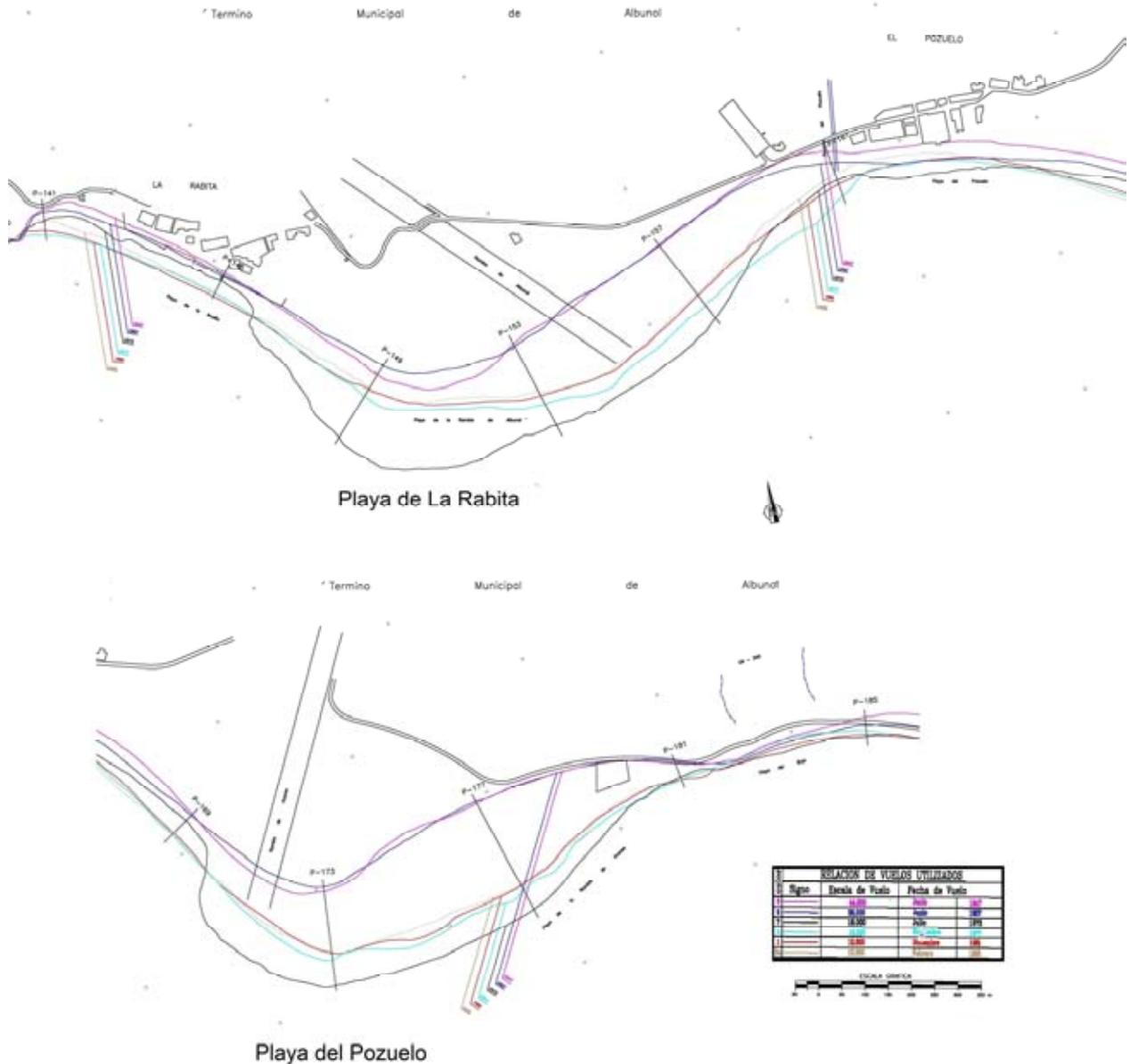


Figura 6.24: Plano de Evolución de las playas de La Rábita y Pozuelo, entre los años 1947 y 1995

### 6.2.3 Evolución reciente

Para conocer la evolución más reciente que se ha producido en la costa granadina, se ha recurrido a estudiar las fotografías aéreas que posee el servidor Google Earth y con ellos se ha determinado a línea de costa de cada año de los vuelos. Los lugares donde se ha realizado y los vuelos utilizados en cada uno de ellos fueron los siguientes:

- Playa de La Herradura: 2004, 2007, 2010, 2012 y 2013
- Playas de San Cristóbal y Puerta del Mar de Almuñecar: 2004, 2007, 2010, 2012 y 2013
- Playa de Velilla: 2004, 2005, 2010, 2012 y 2013
- Playas de La Guardia y La Charca de Salobreña: 2004, 2005, 2007, 2010 y 2012
- Playas de Cagailla, Granada y Pelaillo: 2004, 2005, 2007, 2010 y 2012

- Playas de Las Azucenas y Torrenueva: 2004, 2005, 2010, 2011 y 2012
- Playa de El Sotillo (Castell de Ferro): 2004, 2005, 2010, 2011 y 2012
- Playa de La Mamola: 2004, 2007, 2011 y 2012
- Playa de La Rábida: 2004, 2007, 2011, 2012 y 2013
- Playa de El Pozuelo: 2004, 2007, 2011, 2012 y 2013

### 6.2.3.1 Playa de La Herradura (Almuñecar)

Esta playa ha permanecido muy estable; sin variaciones aparentes de su línea de orilla entre los años 2004 y 2013. Solamente se han producido ligeras variaciones en su extremo occidental, junto a la desembocadura del río Jate.

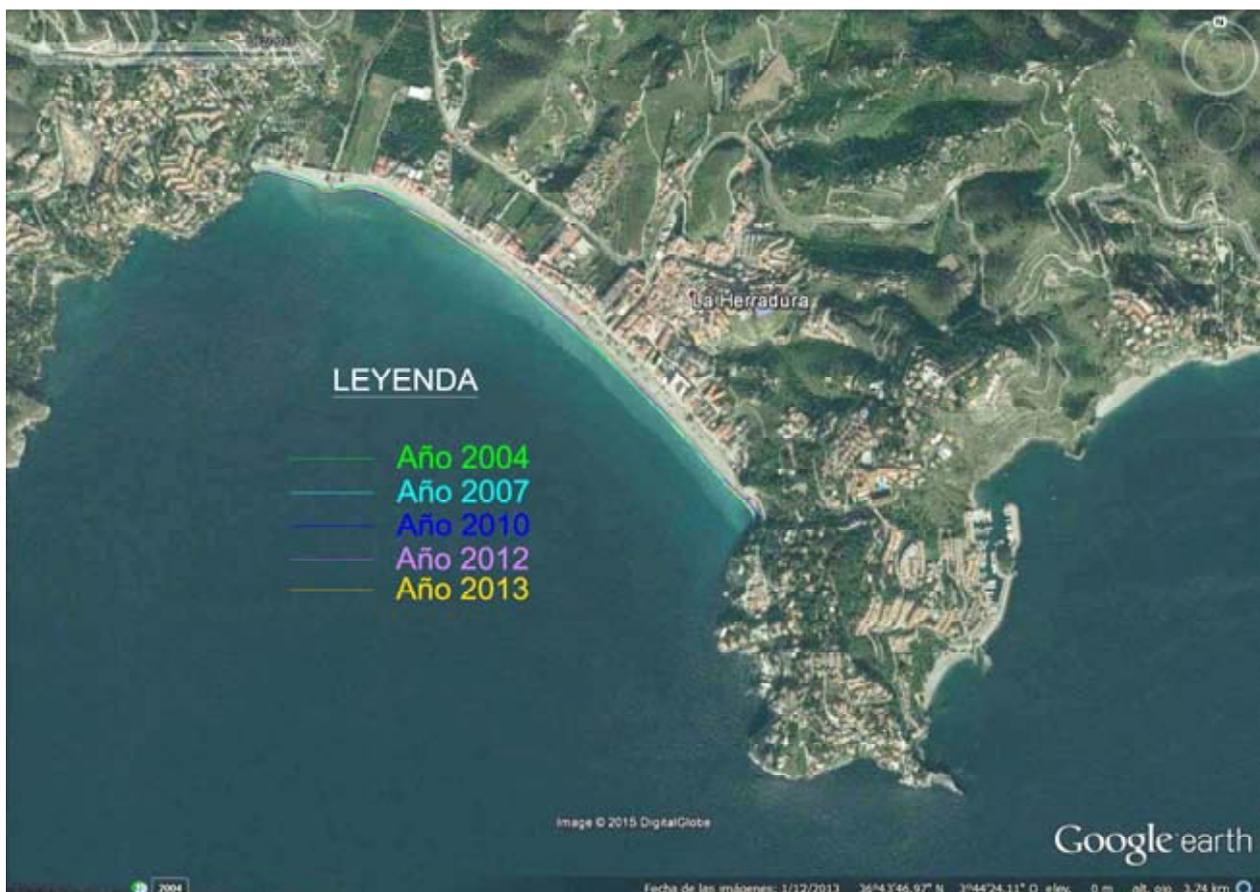


Figura 6.25: Evolución de la playa de La Herradura de Almuñecar entre los años 2004 y 2013 (Foto: Digital Globe y Google Earth)

### 6.2.3.2 Playas de San Cristóbal y Puerta del Mar de Almuñecar

La playa de San Cristóbal no ha tenido variaciones en este periodo, salvo ligerísimas oscilaciones. Tampoco las playas de Puerta del Mar y la Caleta han experimentado variaciones de importancia; solamente se aprecia un avance importante en el extremo más oriental debido a la recarga que se produjo en él.



Figura 6.26: Evolución de las playas de San Cristóbal y Puerta del Mar de Almuñécar entre los años 2004 y 2013 (Foto: Digital Globe y Google Earth)

### 6.2.3.3 Playa de Velilla (Almuñecar)

La playa de Velilla se halla en un estado de equilibrio; si bien se aprecia que se ha producido un basculamiento tras la actuación realizada en el estremo suroccidental. Ello se aprecia tanto en la evolución de las líneas de costa en planta como en los perfiles tomados al este y oeste de la playa. En ellos, se aprecia que la playa tiene oscilaciones de la línea de orilla.



Figura 6.27: Evolución de la playa de Velilla de Almuñecar entre los años 2004 y 2013 (Foto: Digital Globe y Google Earth)

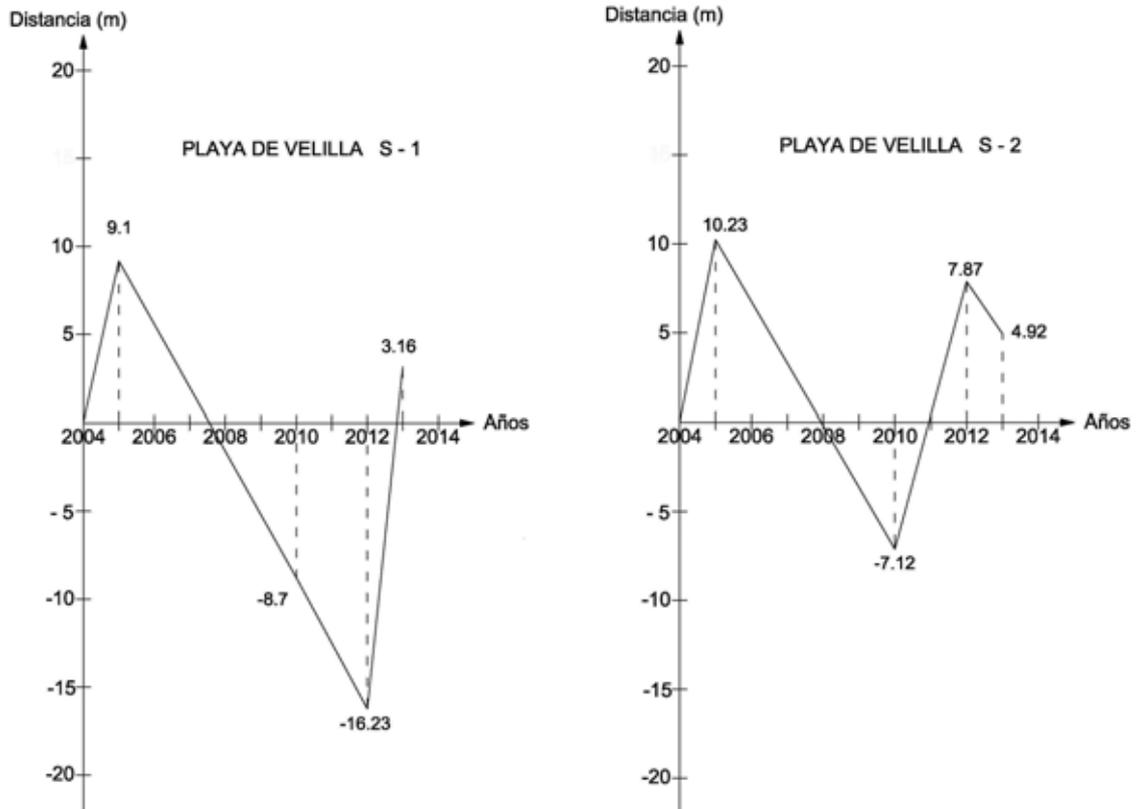


Figura 6.28: Perfil de evolución de la línea de costa de los extremos de la playa de Velilla (S-1 suroccidental y S-2 nororiental)

#### 6.2.3.4 Playas de La Guardia y La Charca de Salobreña

Las playas de La Guardia y la Charca a ambos lados del peñón de Salobreña se han comportado de manera estable a lo largo de los últimos años. Esta circunstancia ha sido favorecida por los apoyos que poseen ambas playas que las hacen prácticamente cerradas. Ello ha hecho que, en el pasado no les afectase el cambio de desembocadura del río Guadalfeo y con ello la enorme transformación en la dinámica litoral (CEDEX 1993).

Solamente se aprecia ligeras variaciones junto a los diques de encauzamiento de la desembocadura del río, verticales y que provocan muchas reflexiones; habiéndose recomendado en 1993 (CEDEX 1993) que se transformasen para reducir su impacto sobre las playas aledañas; aunque estos diques son los que dan apoyo sur y cierta estabilidad a la playa. A ello hay que unir la alta presión urbana que se aprecia en la playa de la Charca que se ha desarrollado en las últimas décadas que ha rigidizado una costa de un delta que de por sí debiera ser muy variable.



Figura 6.29: Evolución de las playas de La Guardia y La Charca de Salobreña, entre los años 2004 y 2012 (Foto: Google Earth)

### 6.2.3.5 Playas de Cagailla o Salobreña, y Granada y Pelaillo de Motril

Se desarrollan todas ellas tras la desembocadura del río Guadalfeo hasta el dique del Puerto de Motril. El conjunto de las playas son un tramo de delta altamente descompensado, a lo que se une la forma vertical del dique de encauzamiento del río que provoca problemas de reflexión y reduce su capacidad de apoyo.

La descompensación sedimentaria hace que a lo largo de los 8 años, que transcurre esta evolución reciente, haya habido pérdidas importantes de sedimento en la zona más occidental, playa de la Cagailla, y un aumento importante en la playa del Pelaillo apoyada en el puerto. Además, la capacidad de retención del dique del puerto ha llegado al límite; perdiéndose el material que alcanza el extremo oriental de la playa, por lo que en ese punto no se aprecia avance de la playa. Esta situación se agrava en una zona como un delta con una cota muy baja en el trasdós de las playas y, por tanto, muy vulnerables a la invasión marina en periodos de temporal.

Las diversas líneas de orilla se complementan con dos perfiles evolutivos del tramo; tomados en el extremo occidental y en la mitad de la playa del Pelaillo.



Figura 6.30: Evolución de las playas de la Cagailla o Salobreña, y Granada y Pelaillo de Motril entre los años 2004 y 2012 (Foto: Digital Globe y Google Earth)

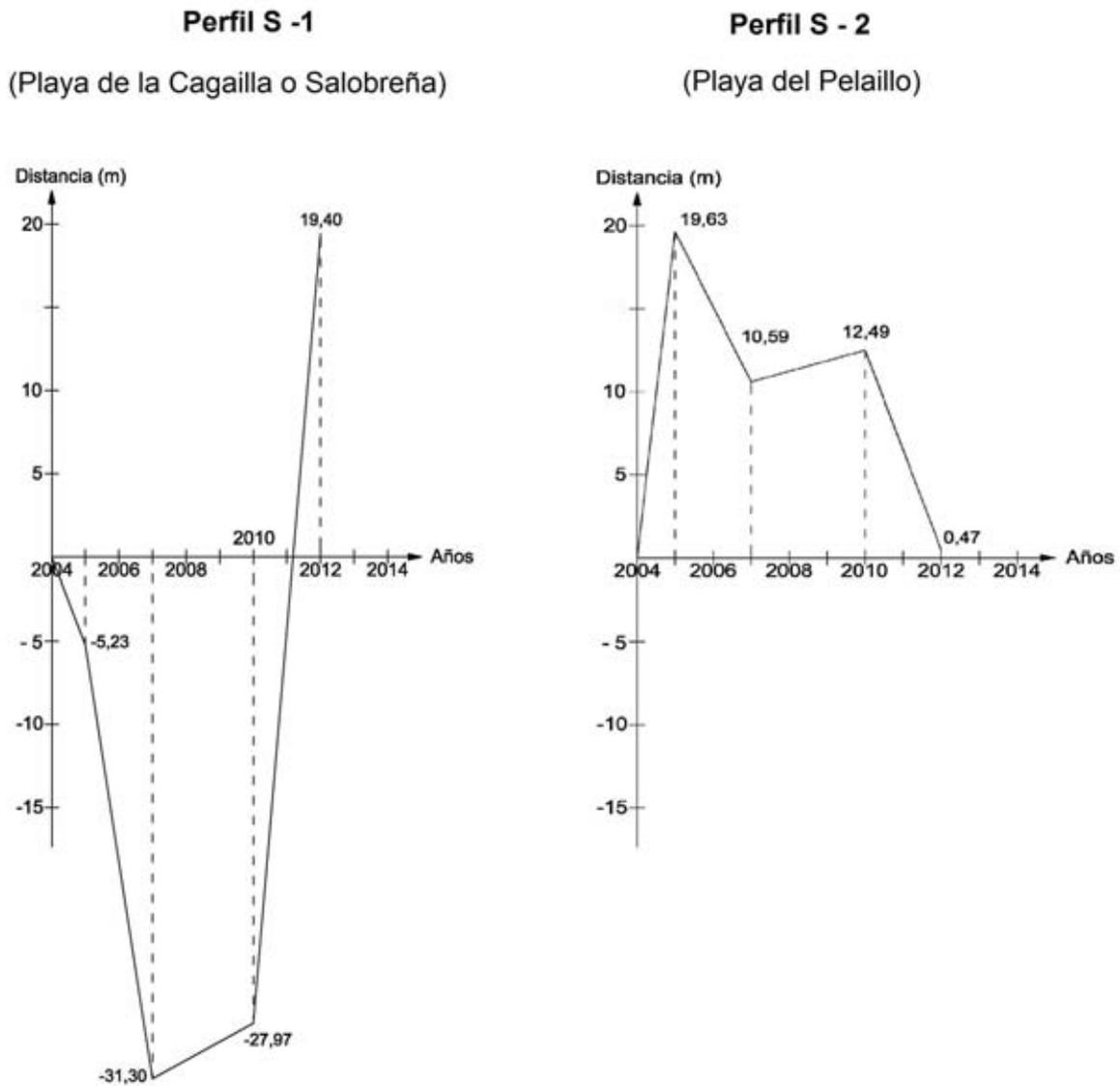


Figura 6.31: Perfil de evolución de la línea de costa de la playa de la Cagailla de Salobrena (S-1) y de la playa del Pelaillo de Motril (S-2)

### 6.2.3.6 Playas de Las Azucenas y Torrenueva (Motril)

Tras el Puerto de Motril se extienden hacia oriente las playas de Las Azucenas y Torrenueva. Desde la construcción del Puerto estas playas se hallan en continuo retroceso; reducido por las obras de defensa de la playa de Torrenueva. Este periodo, desde 2004 hasta 2012, no ha sido diferente de lo apuntado anteriormente. Ambas playas se encuentran en un retroceso permanente aunque moderado debido a las defensas de costa citadas.



Figura 6.32: Evolución de las playas de Las Azucenas y Torrenueva de Motrill entre los años 2004 y 2012 (Foto: Google Earth)

### 6.2.3.7 Playa de El Sotillo (Castell de Ferro) de Gualchos

Esta playa se encuentra protegida por una serie de obras de defensa. A lo largo del periodo comprendido entre 2004 y 2012 ha habido fluctuaciones a lo largo de la playa, pero no ha supuesto pérdidas importantes de línea de orilla.



Figura 6.33: Evolución de la playa del Sotillo en Castell de Ferro en Gualchos entre los años 2004 y 2012 (Foto: Digital Globe y Google Earth)

### 6.2.3.8 Playa de La Mamola (Polopos)

Esta playa se encuentra protegida por una serie de obras de defensa. A lo largo del periodo comprendido entre 2004 y 2012, se pueden apreciar dos estados: el previo a la actuación, 2004 y 2007, y posterior a la actuación que transformó todas las obras de defensa, años 2011 y 2012. En ambos periodos la playa se comportó de manera estable; aunque en el segundo de ellos tenía mayor anchura de playa y las playas entre celdas habían basculado.



Figura 6.34: Evolución de la playa de La Mamola en Polopos entre 2004 y 2012 (Foto: Google Earth)

### 6.2.3.9 Playa de La Rábita (Albuñol)

Esta playa se encuentra en uno de los lados del delta de la rambla de Albuñol, por tanto se halla en un tramo con una dinámica litoral clara. A lo largo del periodo comprendido entre 2004 y 2013, se pueden apreciar cómo la playa ha ido basculando hacia el noroeste; pero sin grandes cambios que indique un estado erosivo o acreción claro.



Figura 6.35: Evolución de la playa de La Rábita en Albuñol entre los años 2004 y 2013 (Foto: Digital Globe y Google Earth)

### 6.2.3.10 Playa del Pozuelo (Albuñol)

Esta playa se encuentra en uno de los lados del delta de la rambla de Huarea, por tanto se halla en un tramo con una dinámica litoral clara. A lo largo del periodo comprendido entre 2004 y 2013, se pueden apreciar cómo la playa ha tenido grandes variaciones en su lado occidental produciéndose un retroceso muy importante entre los años 2011 y 2013, mientras que el oriental ha sido más estable.



Figura 6.36: Evolución de la playa de El Pozuelo en Albuñol entre los años 2004 y 2013 (Foto: Digital Globe y Google Earth)

## **7. ZONIFICACIÓN PARA LA ESTRATEGIA DE ACTUACIÓN**

Este capítulo está dedicado a presentar las diferentes variables que condicionan las propuestas de actuación para la costa de Granada. En primer lugar se presentan las consideraciones previas, condicionantes sociales en gran medida. En segundo lugar se muestra cómo se ha compartimentado la costa de acuerdo con diferentes variables, especialmente siguiendo los sistemas litorales o unidades fisiográficas. En tercer lugar se presentan los condicionantes con los que se debe trabajar para plantear las actuaciones necesarias para la mejora del frente de costa granadino. Y finalmente, en cuarto lugar se pasa a dar un repaso de las diversas propuestas de actuación que se han ido haciendo a lo largo del tiempo en los diversos informes y trabajos realizados para este mismo fin.

### **7.1 CONSIDERACIONES PREVIAS**

La estrategia de actuación en la costa de Granada viene condicionada por una serie de variables sociales y de desarrollo litoral. Desde ese punto de vista deben tenerse en cuenta las siguientes consideraciones:

La costa comparte básicamente dos actividades: Turística y agrícola. A ellas se unen las actividades propias del gran puerto de Motril que ha condicionado toda la evolución de la costa del sistema litoral donde se encuentra inmerso; el delta del río Guadalfeo, produciendo grandes desequilibrios. Aparte de este puerto, solamente se halla el puerto deportivo de La marina del este en Almuñecar que se halla en una zona donde su efecto litoral es muy pequeño

Las localidades que tienen frente costero en este tramo tienen cada vez más actividad turística relacionada con la playa; incrementándose la demanda de playas con unos niveles de calidad propios de ella, a ello hay que unir la orografía del litoral con franjas de playa muy estrechas y playas dependientes de formaciones sedimentarias ligadas directamente con desembocaduras.

La actividad agrícola en todo el frente de costa granadina se caracteriza por un incremento de actividad con plantaciones de chirimoyos, aguacates y otras variedades de tropicales de gran importancia económica para la región que ha hecho se vaya incrementando por las laderas de las montañas que caen a plomo sobre el mar, haciendo se reduzca de manera muy notable la erosión del terreno y por tanto los aportes sedimentarios que en el pasado proporcionaban los ríos, barrancos y ramblas, a ello hay que añadir la construcción de la presa de Rules en el cauce del río Guadalfeo. Todas estas circunstancias han hecho que exista un déficit importante de sedimento.

Las costas de formación sedimentaria son en general de baja cota, lo que incrementa su vulnerabilidad a la intrusión marina. Ello hace que las futuras actuaciones estén condicionadas por todos los puntos aquí indicados.

### **7.2 ZONIFICACIÓN DE LAS ACTUACIONES**

El primer paso para plantear una estrategia de actuaciones en la costa de Granada es dividirla en tramos y sub tramos, de tal forma que cada uno de ellos tenga una homogeneidad de usos, y estructura de la costa y una dinámica litoral dependiente; lo que obliga a intersección de las cualidades de ambas.

Para ello se parte de las unidades fisiográficas en que se ha dividido la cota granadina, capítulo 2. Sobre las 13 unidades o sistemas costeros se ha analizado las características morfológicas costeras de cada una de ellas; considerando especialmente aquellas costas formadas por zonas acantiladas y las que son costas bajas, especialmente desarrolladas junto a desembocaduras. Dentro de las costas acantiladas o altas donde las montañas caen a plomo

sobre la costa se ha diferenciado aquellos tramos que han conseguido formar una franja costera baja importante entre los cantiles y el mar. A continuación se ha estudiado el desarrollo urbano de cada uno de los tramos y la dependencia que éstos tienen con las playas y costas bajas. Finalmente se ha analizado los problemas de cada una de las zonas.

Las unidades fisiográficas o sistemas litorales de la costa granadina son las siguientes, por términos municipales y playas que lo contienen son las siguientes:

- Almuñecar
  - **1:** Playa de Cantarrijan
  - **2:** Playa de La Herradura
  - **3:** Playas de Los Berengueles, El Muerto, El Cotobro, La Ventiuna y Rincón de La China
  - **4:** Playas de San Cristóbal, Caletilla, Puerta del Mar, Velilla, Tesorillo y Pozuelo, (casco urbano de Almuñecar y barrio de Velilla)
  - **5:** Playas de Calabajío, Cabria, Churrumbico, y Barranco de En medio (Acantilados entre Almuñecar y Salobreña)
- Salobreña
  - **5:** Playas de El Cambrón y Caletón (Acantilados entre Almuñecar y Salobreña)
  - **6:** Playas de La Guardia, La Charca y Salobreña o Cagailla(Delta del Guadalfeo)
- Motril
  - **6:** Playas de Granada, Pelaillo, Azucenas, Torrenueva y La Joya (Delta del Guadalfeo)
  - **7:** Playas de La Chucha, Carchuna y Calahonda
- Gualchos
  - **8:** Playa de La Rijana (Acantilados)
  - **9:** Playa de Sotillo (Castell de Ferro)
- Lujar
  - **9:** Playa de Cambriles (Castell de Ferro)
  - **10:** (Acantilados)
- Rubite
  - **10:** (Acantilados)
  - **11:** Playas de El Lance y Casarones
- Polopos
  - **11:** Playas de Castillo de Baños y La Mamola (Acantilados)
- Sorvilán
  - **11:** Playas de Los Yesos, Las Cañas y Melicenas (Acantilados)
- Albuñol
  - **12:** Playas de El Gaiterillo, El Cuervo, Cala Chilches, El Ruso y La Playiya (Acantilados)
  - **13:** Playas de La Rábita y El Pozuelo

De todas estas unidades, las que tienen un movimiento significativo de sedimento a lo largo de la costa son especialmente las siguientes:

- 4:** (Almuñecar) que engloba las playas de San Cristóbal, La Caletilla, Puerta del Mar, Velilla, Tesorillo y Pozuelo, aunque existen dos barreras naturales, el Peñón del Santo y la punta de Velilla.
- 6:** (Delta del Guadalfeo) que engloba las playas de La Guardia, La Charca, Salobreña, Granada, Azucenas y Torrenueva, aunque está partida por el puerto de Motril.

También hay unidades con especial sensibilidad:

- 7:** Playas de La Chucha, Carchuna y Calahonda; donde en la segunda se desarrollan formaciones costeras especiales y la última se encuentra junto a un cañón submarino.
- 13:** Playas de La Rábida y El Pozuelo se sitúan en sendos deltas que son formaciones de depósitos sedimentarios y por tanto no estables.

Finalmente, existen playas, fuera de las anteriores, con un valor turístico y urbano importante que son:

- 2:** Playa de La Herradura.
- 9:** Castell de Ferro; formado por las playas de Sotillo y de Cambriles.
- 11:** Zona de Castillo de Baños, formado por las playas de El Lance, Casarones y Castillo de Baños.
- 11:** Zona de La Mamola, formada por las playas de La Mamola y Los Yesos

El resultado de todo ello se ha separado en sectores. En total se han considerado diez sectores de actuación; habiendo excluido, especialmente, pequeñas calas existentes a lo largo de zonas acantiladas porque no entran dentro de los cánones apuntados anteriormente.

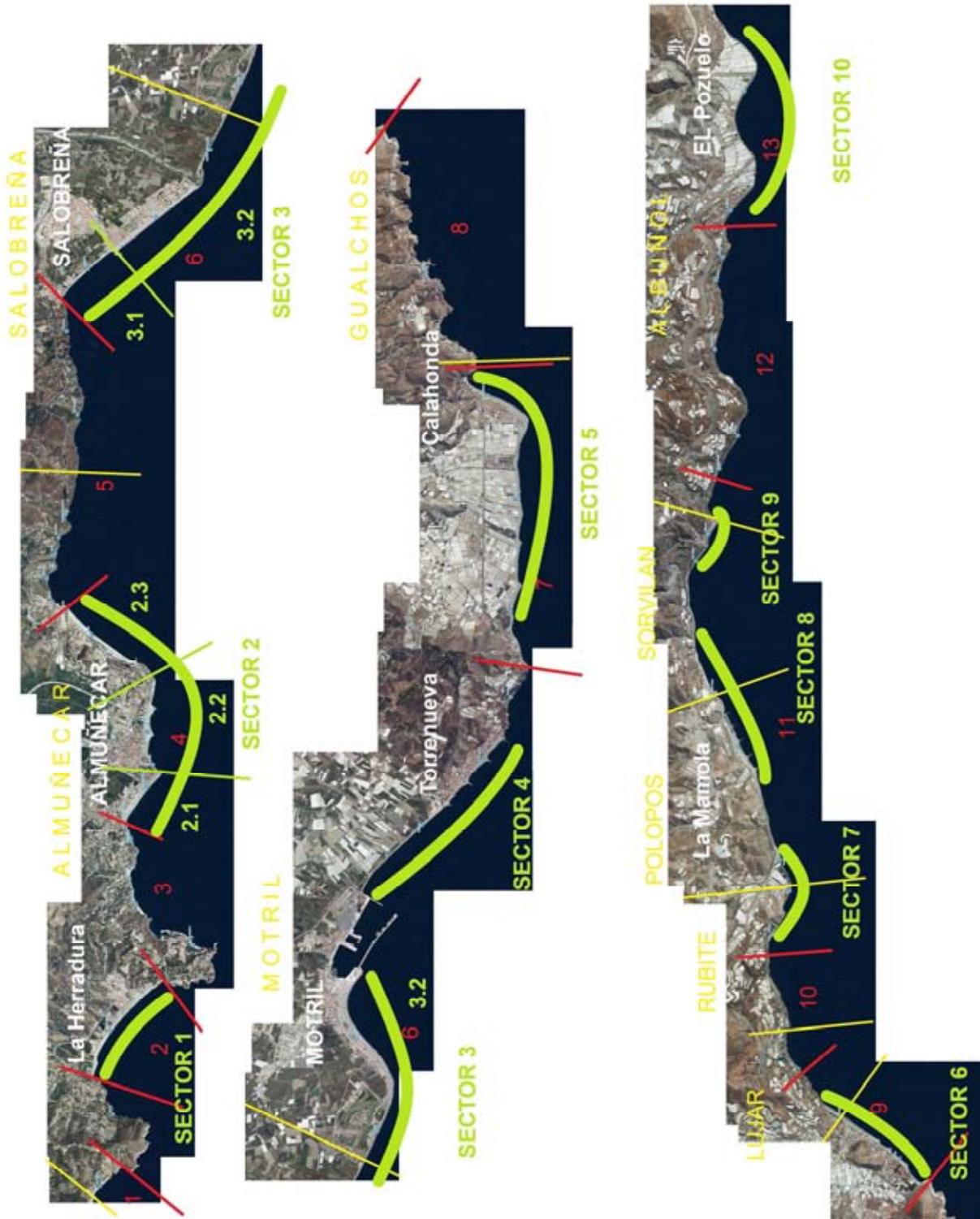


Figura 7.1: Sectores en los que se ha dividido la costa de Granada para analizar las posibles actuaciones para la mejora de la costa (Foto: MAGRAMA)

### 7.3 CONDICIONANTES DE LA ACTUACIÓN

Los condicionantes más importantes que afectan a las posibles actuaciones a lo largo de la costa de Granada, se pueden dividir en dos grandes grupos: El primero de ellos corresponde al medio físico donde se pretende actuar, y el segundo se debe a elementos sociales de la propia franja costera donde se quiere actuar.

Los condicionantes físicos vienen representados por:

- 1- La pendiente tan fuerte de algunas playas como Calahonda y presencia de cañones submarinos como sumideros y elementos barrera como en Torrenueva o Calahonda
- 2- La actividad dinámica en algunas zonas como Torrenueva, que se unen a los dos puntos siguientes
- 3- La descompensación sedimentaria de algunos tramos de costa: oeste del Puerto de Motril
- 4- La falta de sedimento debido al poco aporte de sus cauces
- 5- La compartimentación de la costa
- 6- La presencia de tramos con baja cota, siempre asociados a depósitos sedimentarios de cauces, siendo muy importante ese efecto en el delta del río Guadalfeo y en los deltas de las ramblas de Albuñol y Huarea

Los condicionantes sociales están representados principalmente por la necesidad que los municipios tienen de sus playas y el estado de ellas, especialmente sensible en los núcleos turísticos de la provincia.

### 7.4 ESTUDIOS ANTERIORES CON PROPUESTAS DE ACTUACIÓN

En este apartado se indican, como base de partida, las actuaciones que se han propuesto en estudios anteriores, correspondientes al tramo de costa de Granada. No se incluyen las actuaciones realizadas o previstas de realizar de la Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar que se han insertado en el capítulo 1 de este trabajo.

Los trabajos en los que se han realizado propuestas de actuación han sido:

- “Estrategia para la Sostenibilidad de la Costa”. Demarcación Hidrográfica de Andalucía. (2007). Dirección General de Costas – Ministerio de Medio Ambiente. **(ALATEC 2007)**.
- “Estudio de la evolución del delta del río Guadalfeo (Granada) y su incidencia sobre la costa adyacente” (1993). Informe técnico para la Dirección General de Costas. **(CEDEX 1993)**.

#### 7.4.1 Propuestas de actuación en el estudio de ALATEC (2007)

En el estudio “Estrategia para la Sostenibilidad de la Costa” correspondiente a la Demarcación Hidrográfica de Andalucía, se propusieron unas actuaciones claramente orientadas a gestionar de una forma sostenible los recursos costeros de ese tramo litoral.

Las alternativas de actuación estudiadas fueron de dos tipos concretos:

1. Alternativa 0: Abstenerse de actuar
2. Alternativa 1: Actuaciones concretas

Alternativa 0: Como primera propuesta se consideró la alternativa cero o de mantenimiento de la situación actual, sin tomar ninguna iniciativa. Algo que podría llevar hacia un escenario de insostenibilidad en un período de tiempo relativamente corto.

**Alternativa 1:** Las actuaciones concretas propuestas con el fin de paliar los problemas que de forma acuciante se detectaron, son las siguientes para cada uno de los tres tramos que se consideraron:

- Tramo (UGI-06): Adra - Gualchos
- Tramo (UGI-07): Motril - Salobreña
- Tramo (UGI-08): Salobreña - Nerja

#### 7.4.1.1 Propuestas de actuación en el tramo entre Adra y Gualchos

Las propuestas de actuación consideradas en el estudio ALATEC 2007, en el tramo de costa comprendido entre los términos municipales de Adra y Gualchos, hacen referencia a propuestas de mejora en el borde costero; pero, sin especificar actuaciones en ninguna playa.

#### 7.4.1.2 Propuestas de actuación en el tramo entre Motril y Salobreña

Las propuestas de actuación en las playas, consideradas en el estudio ALATEC 2007, en el tramo de costa comprendido entre los términos municipales de Motril y Salobreña, son las siguientes:

- Redistribución de áridos a lo largo del tramo de costa entre el río Guadalfeo y el dique de poniente del puerto de Motril, transportando del orden de 1.000.000 m<sup>3</sup> desde las playas del Cable y Poniente (playa del Pelaillo) zona receptora del transporte de la unidad del Guadalfeo para su colocación en las proximidades de la desembocadura del río (playas de la Cagailla y Granada). Y reducción de esta manera de los desequilibrios que la ausencia de aportes del río produce en el tramo.
- Mejora ambiental y de condiciones de uso de la playa de Chucha y de Carchuna con pequeñas aportaciones de arena.



Figura 7.2: Propuestas de actuación del trabajo de Alatec (2007) para el tramo de costa en los términos municipales de Motril y Salobreña

### 7.4.1.3 Propuestas de actuación en el tramo entre Salobreña y Almuñecar

Las propuestas de actuación consideradas en el estudio ALATEC 2007, en el tramo de costa comprendido en los términos municipales de Salobreña y Almuñecar, son las siguientes:

- Defensa de la playa de Velilla mediante la construcción de un espigón en su extremo sur evitando, de esta forma, la pérdida de áridos existentes. Aportación de áridos de procedencia terrestre para compensar las pérdidas [Ya realizado].
- Propuesta de restitución de la costa o intento de devolución a un estado más natural en los siguientes tramos: acantilados de Punta de la Mona, entre la playa de la Herradura y el Puerto Deportivo Marina del Este, Peñón del Lobo y litoral de la playa del Muerto, y playa El Capitán o de Cabría.
- Propuesta de restitución de la costa en un tramo de la playa de Velilla y junto al parque acuático hasta playa Puerta del Mar.
- Retranqueo de unos 200 m de paseo marítimo existente en la playa de Velilla.



Figura 7.2: Propuestas de actuación del trabajo de Alatec (2007) para el tramo de costa en los términos municipales de Salobreña y Almuñecar

### 7.4.2 Propuestas de actuación en el informe CEDEX 1993

En el informe “Estudio de la evolución del delta del río Guadalfeo (Granada) y su incidencia sobre la costa adyacente” se propusieron las siguientes actuaciones a modo de recomendaciones:

- Trasvase de material desde el extremo occidental de la playa de Salobreña a la playa de la Guardia, en un volumen máximo de 10.000m<sup>3</sup>/año.
- Trasvase de material desde la playa del Pelaillo hasta las playas de la Cagailla y Salobreña, en un máximo de 13.000 m<sup>3</sup>/año y 27.000 m<sup>3</sup>/año, respectivamente.

- Retirada o revestimiento de los actuales diques verticales de encauzamiento de la desembocadura del río Guadalfeo, con el fin de mitigar las reflexiones que producen.
- Evitar la extracción de material, a menos que en los seguimientos realizados se diese como resultado un balance neto claramente positivo de acumulación de material en todo el tramo.
- Retirada o retranqueo del último tramo más cercano a la desembocadura del río Guadalfeo en la playa de Salobreña del paseo marítimo, para dejar libre el movimiento natural de la playa (ya realizado en la actualidad).

## 7.5 TRAMOS DE ACTUACIÓN

Los diez sectores en que se ha dividido la costa, parece conveniente agruparlos a la hora de realizar propuestas de actuación. Una vez analizado todos ellos se ha considerado los tres tramos siguientes y sus correspondientes sectores de actuación:

### TRAMO 1: La Herradura – Puerto de Motril

Sector 1: Playa de La Herradura

Sector 2: Playas de Almuñecar

2.1: Playa de San Cristóbal

2.2: Playas de La Caletilla y Puerta del Mar

2.3: Playa de Velilla

Sector 3:

3.1: Playa de La Guardia

3.2: Playas de La Charca, La Cagailla, Granada y El Pelaillo

### TRAMO 2: Puerto de Motril – Calahonda

Sector 4: Playas de Las Azucenas y Torrenueva

Sector 5: Playas de La Chucha, Carchuna y Calahonda

### TRAMO 3: Calahonda – El Pozuelo

Sector 6: Playas de Sotillo y Cambriles

Sector 7: Playas de El Lance, Casarones y Castillo de Baños

Sector 8: Playas de La Mamola y Los Yesos

Sector 9: Playas de Las Cañas y Melicena

Sector 10: Playas de La Rábita y El Pozuelo

## 8. TIPOS DE ALTERNATIVAS

Antes de adentrarse en la descripción de las alternativas propuestas para la mejora de la costa de Granada hay que definir la tipología de alternativas que pueden realizarse en ella, con sus ventajas e inconvenientes. Para ello, primeramente se da un repaso al tipo de alternativas que se han estudiado, y se analiza que sean factibles de efectuar en estas costas. A continuación se pasa a dar un análisis del ámbito de aplicación de cada uno de los tipos de alternativas y los condicionantes que cada una tiene.

### 8.1 TIPOS DE ALTERNATIVAS DE ACTUACIÓN A CONSIDERAR

A la hora de abordar un problema costero como el que poseen alguno de los tramos de la costa de Granada, en el que existe una discordancia entre la cantidad de sedimento existente en el sistema litoral y la dinámica litoral reinante en él, se puede optar por tres vías básicas, todas ellas encaminadas a que la dinámica litoral este en consonancia con el sedimento existente en el sistema y que forma las playas:

- 1- Reducir la dinámica litoral lo máximo posible: esto requiere una rigidización total del sector; impidiendo que el material se mueva de las celdas en las que tiene que compartimentarse la costa. Esta alternativa supone que no se permite el movimiento de sedimentos a lo largo de la franja litoral, al menos en una gran parte.
- 2- Aumentar la cantidad de sedimento en el sistema litoral: con ello compensamos el sedimento con la dinámica litoral; pero ello requiere que a medida que el sedimento se pierde del sistema litoral, se vaya reponiendo o recirculándolo; siendo estas pérdidas directamente proporcionales con la intensidad de la dinámica litoral reinante, lo que quiere decir que si no se repone a la misma velocidad que lo mueve el mar se irán produciendo erosiones que tiendan a volver al estado inicial de la costa. Además hay que actuar globalmente y a la vez en el sistema.
- 3- Reducir la intensidad de la dinámica litoral: sería un tipo intermedio entre los anteriores tipos. El objetivo es que el mar mueva el sedimento pero en menores cantidades que en el estado inicial; para lo cual se realizan apoyos intermedios cortos que permitan que parte del material se mueva a lo largo de la costa, teniendo en cuenta que los apoyos no deben llegar a la profundidad de cierre. El porcentaje de material que estos apoyos dejan pasar es proporcional a la reducción de la profundidad de los apoyos respecto a la profundidad de cierre.

El primero de los métodos no es muy deseable salvo en casos muy específicos; como, por ejemplo, que se quiera aislar un tramo de costa del resto, que tenga una carencia importante de sedimentos... Pero, hay que tener en cuenta que el límite de rigidización y aporte con apoyos laterales puede estar muy próximo o muy lejano dependiendo del grado de reducción del transporte sólido litoral longitudinal que requiramos.

Los otros dos tipos de actuación que se han tenido en cuenta a la hora de planear la Estrategia, son alimentación y alimentación con apoyos. En ambos casos se necesita, lo que se ha dado en llamar, una gestión del sedimento. Esta gestión se puede hacer por dos vías. La primera de ellas consistente en situar puntos de control y seguimiento para detectar las descompensaciones sedimentarias y actuar seguidamente para retroalimentar, esto es; extraer el sedimento donde se ha acumulado y verterlo aguas arriba donde se ha erosionado y reponer las pérdidas de material con arenas procedentes del exterior del sistema litoral. En el segundo de los casos, alimentación artificial solamente, esta retroalimentación obliga a mover material a

distancias muy largas y con mayor periodicidad, siendo ésta proporcional a la dinámica litoral reinante en la zona, lo que conlleva un mayor gasto en mantenimiento, seguimiento y control, además obliga a actuar a la vez en un tramo grande de costa, en toda la unidad o sub unidad fisiográfica.

En el tercero de los casos, alimentación artificial con sujeción de apoyos, la gestión puede compartimentarse y la periodicidad de las retroalimentaciones son mucho más largas, lo que conlleva un menor gasto en mantenimiento, seguimiento y control y un estado de la playa óptimo más continuo. Pudiendo actuar solamente en lugares que requieran una demanda de actuación y no en toda la unidad o subunidad.

La decisión de optar por uno o por otro depende de los recursos disponibles, no solamente en la inversión inicial, sino más concretamente para el mantenimiento continuo requerido en la gestión del sedimento indicada en el párrafo anterior.

## **8.2 ÁMBITO DE LOS TIPOS DE ALTERNATIVAS DE ACTUACIÓN**

Los tipos de alternativas elegidas para actuar en el litoral granadino tienen unos condicionantes que las limitan el ámbito de actuación.

Cuando se elige la alimentación artificial solamente es conveniente que ésta se apoye aguas arriba y aguas abajo por dos motivos muy concretos: el primero de ellos es que estos apoyos reducen considerablemente las pérdidas e inestabilidades de borde; y el segundo de ellos es que son el control del conocimiento de las inestabilidades que produce en el tiempo, erosión-acumulación, que obliga a realizar la gestión del sedimento.

En una parte importante de los sectores en que se ha dividido la costa solamente sería conveniente contemplar el primero de los tipos de alternativas de actuación, cuando se estime necesario actuar. Estos sectores son aquellos en que la playa es cerrada y por tanto cercana al transporte longitudinal neto de sedimentos nulo. Cuando existe descompensación sedimentaria en el sector, habría que pensar en evitarla y reducirla mediante algún tipo de obra y realizar retroalimentaciones, gestión del sedimento.

Algunas obras de defensa de costa, o que afecten directamente a la playa podría pensarse en recalcularlas y rediseñarlas para que se optimice el efecto en la costa. Ello sucede en alguno de los sectores analizados.

Cuando el trasdós de la playa esté formado por terrenos que pueda alcanzar el mar en eventos extraordinarios sin que haya ningún bien afectado, una alternativa es que ésta pueda evolucionar. Por tanto, no todas las disminuciones de ancho de playa son un problema que requiera como respuesta una obra de cierta entidad. Cuando el problema es estacional, puntual o cíclico, éste debe abordarse con la misma cadencia.

Una costa que se encuentra en un estado continuado erosivo o con riesgo de estarlo, aparte de actuar sobre él, debe cuidarse el desarrollo de cualquier actividad en su franja litoral terrestre, para que en el futuro no se produzcan daños mayores a bienes puestos o instalados con posterioridad al problema. En el caso que la franja de playa no tenga un desarrollo uniforme, sino que aparezcan ocupaciones puntuales que se internen en ella, una alternativa sería recuperar esta área para el dominio público. Debe, finalmente, tenerse en cuenta que los problemas deben abordarse globalmente (estrategia o gestión integral de la costa) y no desde una visión puntual y subjetiva del problema. Los efectos esperables del cambio climático sobre las playas se consideran como erosiones paulatinas a largo y medio plazo, y se incluyen como mantenimiento. Necesitando de un control periódico de los cambios mediante seguimientos de ellas.

## 9. ACTUACIONES EN EL TRAMO 1: LA HERRADURA – PUERTO DE MOTRIL

El análisis de las posibles actuaciones a tener en cuenta en el tramo de costa granadina entre la playa de La Herradura de Almuñecar y el Puerto de Motril se hace siguiendo la zonificación de la costa, capítulo 7, por sectores.

### TRAMO 1: La Herradura - Puerto de Motril

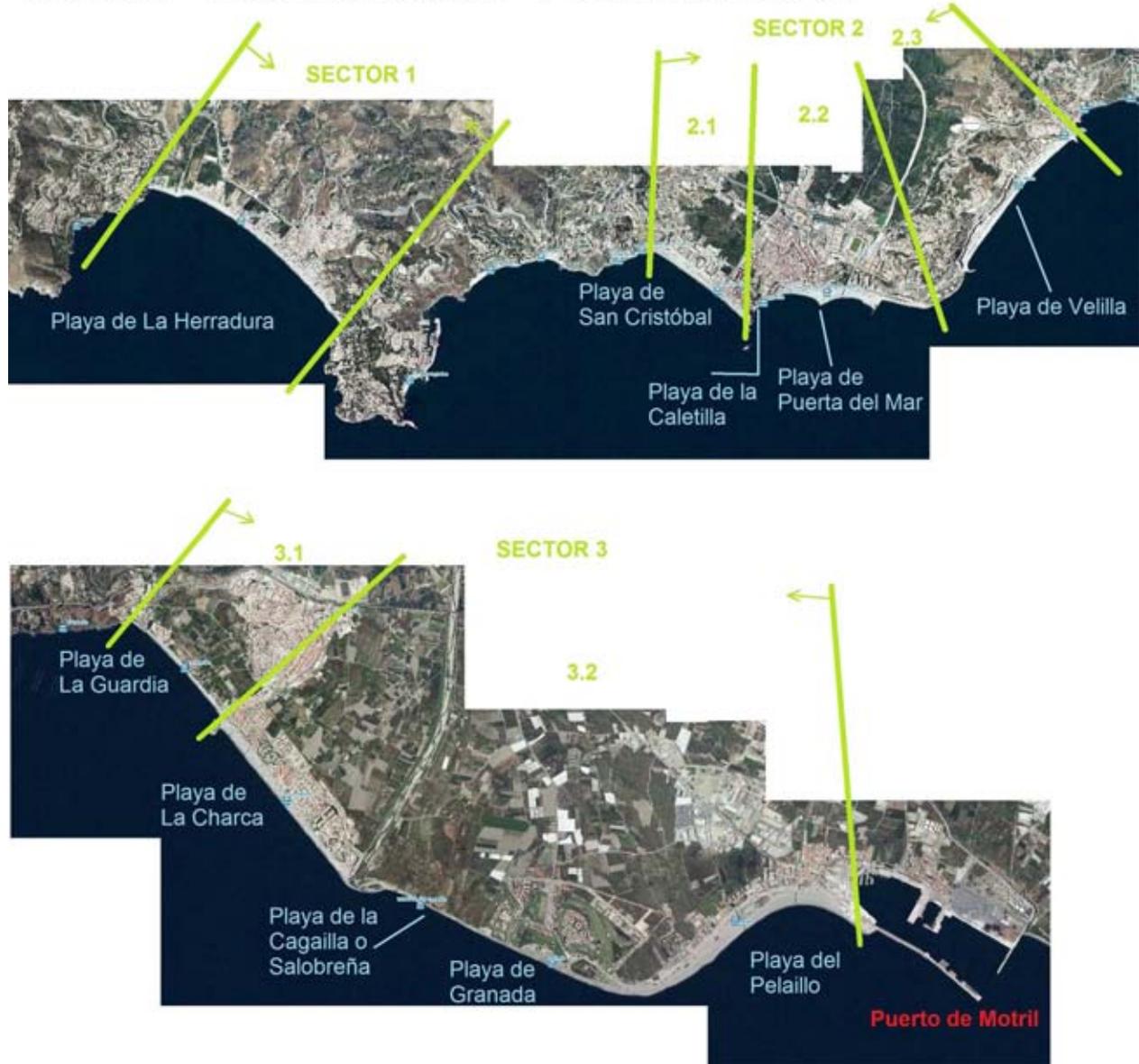


Figura 9.1: Zonificación del Tramo 1 de la costa de Granada para el análisis de sus actuaciones

Cada uno de los tres sectores es independiente y los subsectores en que se divide son prácticamente independientes entre sí. En la figura adjunta se muestra el tramo de costa y playas que abarca cada uno de ellos; siendo éstos:

- Sector 1: Playa de La Herradura
- Sector 2: Playas de Almuñecar
  - 2.1: Playa de San Cristóbal

2.2: Playas de La Caletilla y Puerta del Mar

2.3: Playa de Velilla

Sector 3:

3.1: Playa de La Guardia

3.2: Playas de La Charca, La Cagailla, Granada y El Pelaillo

Antes de analizar cada uno de los sectores y proponer, en los que se necesite, actuaciones en sus playas, se trata de las actuaciones que en este tramo han hecho otros trabajos, que se ha tratado en el capítulo 7, y las actuaciones que se tienen ya previsto realizar en él.

### 9.1 ACTUACIONES PROPUESTAS EN TRABAJOS ANTERIORES EN EL TRAMO 1

Las actuaciones que se han propuesto en diferentes trabajos de la costa de Granada se muestran en el capítulo 7. Solamente se han extraído en dos trabajos: Alatec (2007) y CEDEX (1993), siendo el resumen de las actuaciones en siguiente, que se ha reflejado en la figura adjunta.

ALATEC (2007):

1. Redistribución de áridos a lo largo del tramo de costa entre el río Guadalfeo y el dique de poniente del puerto de Motril, transportando del orden de 1.000.000 m<sup>3</sup> desde las playas del Cable y Poniente (playa del Pelaillo) zona receptora del transporte de la unidad del Guadalfeo para su colocación en las proximidades de la desembocadura del río (playas de la Cagailla y Granada). Y reducción de esta manera de los desequilibrios que la ausencia de aportes del río produce en el tramo
2. Propuesta de restitución de la costa o intento de devolución a un estado más natural en los siguientes tramos: acantilados de Punta de la Mona, entre la playa de la Herradura y el Puerto Deportivo Marina del Este, Peñón del Lobo y litoral de la playa del Muerto, y playa El Capitán o de Cabría.
3. Propuesta de restitución de la costa en un tramo de la playa de Velilla y junto al parque acuático hasta playa Puerta del Mar.
4. Retranqueo de unos 200 m de paseo marítimo existente en la playa de Velilla.

CEDEX (1993)

1. Trasvase de material desde el extremo occidental de la playa de Salobreña a la playa de la Guardia, en un volumen máximo de 10.000m<sup>3</sup>/año.
2. Trasvase de material desde la playa del Pelaillo hasta las playas de la Cagailla y Salobreña, en un máximo de 13.000 m<sup>3</sup>/año y 27.000 m<sup>3</sup>/año, respectivamente.
3. Retirada o revestimiento de los actuales diques verticales de encauzamiento de la desembocadura del río Guadalfeo, con el fin de mitigar las reflexiones que producen.
4. Evitar la extracción de material, a menos que en los seguimientos realizados se diese como resultado un balance neto claramente positivo de acumulación de material en todo el tramo.
5. Retirada o retranqueo del último tramo más cercano a la desembocadura del río Guadalfeo en la playa de Salobreña del paseo marítimo, para dejar libre el movimiento natural de la playa.

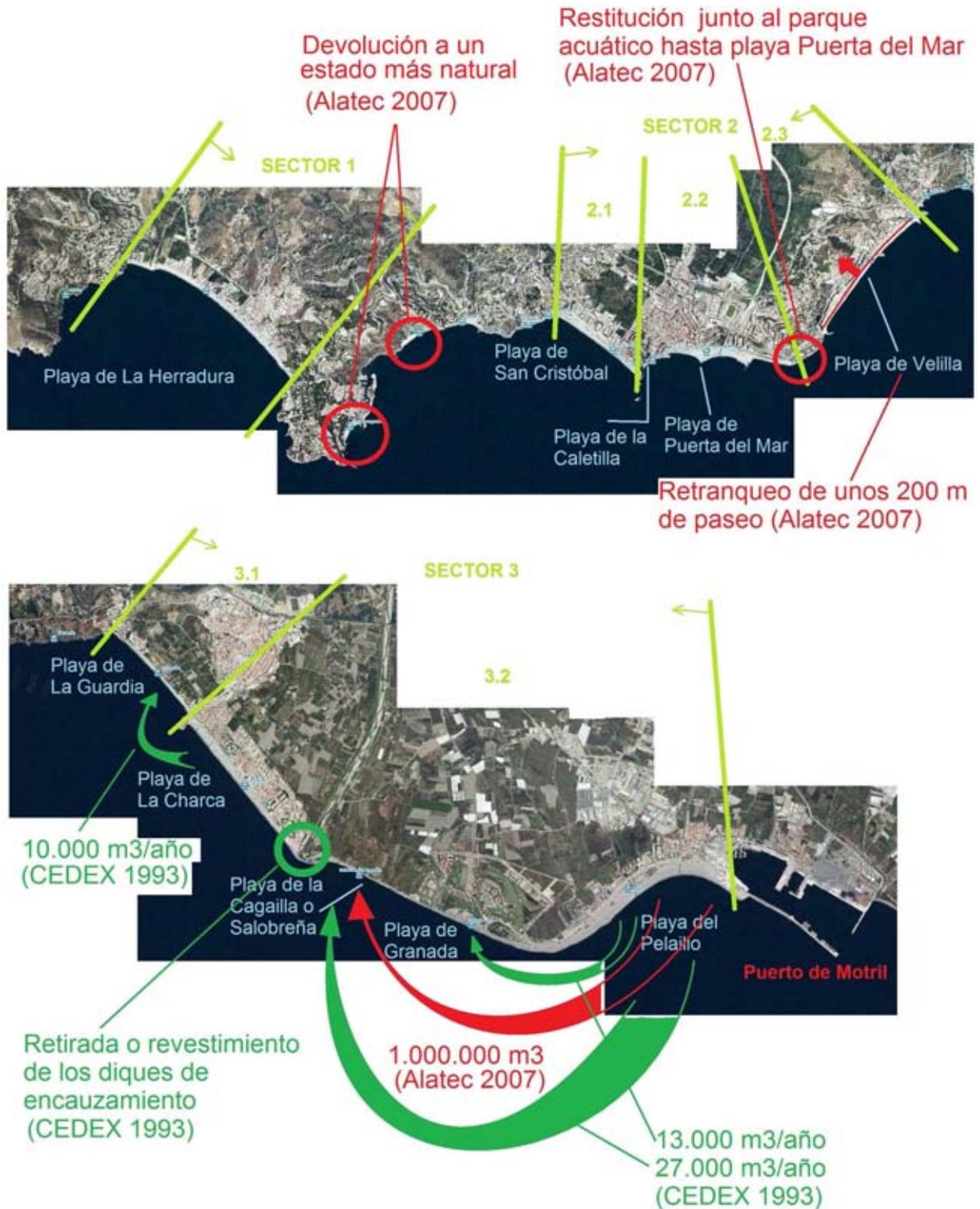


Figura 9.2: Resumen de propuestas de actuación en anteriores trabajos del Tramo 1 entre La Herradura y el Puerto de Motril

## 9.2 SITUACIÓN Y COMPORTAMIENTO GENERAL DEL TRAMO 1 EN LA ACTUALIDAD

El Tramo 1 está formado por tres sectores netamente diferenciados e independientes: La Herradura; Almuñecar-Velilla; y Salobreña-Motril. Por tanto se trata cada uno de manera independiente. Para el análisis del comportamiento de cada uno de los sectores se va a apoyar en los datos que nos da la evolución reciente de las playas (capítulo 6) y de las actuaciones que han sido necesarias acometer recientemente (capítulo 1).

### 9.2.1 Situación y comportamiento en el Sector 1: La Herradura

El análisis de la evolución de la playa de La Herradura muestra que ésta se encuentra bastante estable, no habiendo variado su línea de costa sustancialmente. Aun así, los temporales del 31 de enero y 1 de febrero del pasado año 2015 produjeron daños en el entorno de la desembocadura del río Jate. Este río forma un pequeño delta en su desembocadura que divide la playa en dos partes. Algunos problemas asociados al río son más problemas del cauce que de la estructura morfológica de su desembocadura.



Figura 9.3: Playa de La Herradura de Almuñecar en enero de 2013 (Foto: Digital Globe y Google Earth)

Esta estabilidad indica que la playa se ha conformado en planta y perfil de tal forma que no haya movimiento neto de sedimento a lo largo de ella, por lo que el sedimento que aporta hiperanualmente el río se queda principalmente en el delta que tarda en redistribuirlo y cuando lo hace, tiende a dejarlo uniformemente a lo largo de la playa.

### 9.2.2 Situación y comportamiento del Sector 2: Almuñecar-Velilla

Este sector, que cubre toda la costa urbana de Almuñecar y su barrio de Velilla se ha subdividido, a su vez en tres subsectores que son prácticamente independientes separados por el peñón del Santo y la Punta de Velilla.



Figura 9.4: Playas del Tramo 1, Sector de San Cristóbal, Puerta del Mar y Velilla de Almuñecar en enero de 2013 (Foto: Digital Globe y Google Earth)

Cada uno de los subsectores se analiza su comportamiento por separado.

#### 9.2.2.1 Subsectores 2.1 y 2.2: Playa de San Cristóbal - Playa de Puerta del Mar

En estos dos subsectores no se han apreciado variaciones, según el análisis de la evolución de los últimos años, salvo un avance en el extremo más oriental de la playa de Puerta del Mar, debido a la recarga de material. El primero de los subsectores está formado por la playa de San Cristóbal, que es una playa rectilínea en la que desemboca el río Seco y en la que no se aprecia variación importante en los últimos años.

El segundo de los subsectores forma el frente oriental urbano de la ciudad de Almuñecar. En ella en las últimas décadas se ha acometido obras de mejora; con la construcción de un dique exento, y dos espigones. Recientemente se recargó la parte este de la playa Puerta del Mar, entre el dique exento y el espigón. Sin contar con ello, ninguna de las tres celdas que forman las playas de La Caletilla y Puerta del Mar ha sufrido variaciones de importancia.



Figura 9.5: Playas de San Cristóbal y Puerta del Mar en agosto de 2012 (Foto: Digital Globe y Google Earth)

### 9.2.2.2 Subsector 2.3: Playa de Velilla

Está formado por la playa de Velilla, donde, en los últimos años se aprecia un basculamiento, propiciada por una actuación en su extremo suroccidental, al igual que oscilaciones de la línea de orilla, como se ha visto en el capítulo 6 dedicado a evolución de las playas. Por tanto, las variaciones que se aprecian en la playa son debidas a la actuación recientemente realizada que tiende a un nuevo equilibrio. Si se eliminan estos considerandos, las oscilaciones de la playa son las naturales y por tanto se considera que la playa se ha comportado de manera estable en los últimos años.



Figura 9.6: Playa de Velilla en agosto de 2010 (Foto: Digital Globe y Google Earth)

### 9.2.3 Situación y comportamiento en el Sector 3: Salobreña - Puerto de Motril

Solamente se contempla del Sector 3, el subsector 3.2 ya que el subsector 3.1 formado por la playa de La Guardia se encuentra en equilibrio Este subsector 3.2 se extiende desde el Peñón de Salobreña hasta el puerto de Motril,. Morfológicamente se pueden distinguir claramente tres zonas: La primera de ellas discurrirá desde el Peñón de Salobreña hasta la desembocadura del río Guadalfeo, playa de la Charca. Se encuentra influenciada por la propia desembocadura del río; apreciándose variaciones en ese extremo de la playa; afectándole mucho el dique norte vertical de encauzamiento. El resto de la playa se puede considerar que se haya estable; si bien la influencia de la zona sur se deja notar.

La segunda zona discurre desde la desembocadura del río Guadalfeo hasta la punta del río, antigua desembocadura. Está formada por las playas de Salobreña o Cagailla y Granada. Está afectada por dos problemas: el primero de ellos es la descompensación sedimentaria debido al cambio de la desembocadura, que ha afectado a su morfología; y el segundo a la forma vertical del dique de encauzamiento del río, que provoca reflexiones y un gradiente de agitación y por tanto, movimiento de material.

La tercera zona es la playa pegada al Puerto de Motril, playa del Pelaillo, que forma el labio oriental del delta del río. La barrera total que supone el puerto de Motril hace que se deposite en la playa sedimento de la segunda zona, playas de Salobreña y Granada; pero, además, dada la forma del dique del puerto, el material se transporta hasta los bajos del pie de la estructura, por lo que se forma un sumidero de material importante.



Figura 9.7: Playas de La Guardia, La Charca, Salobreña o Cagailla y de Granada, en agosto de 2012 (Foto: Digital Globe y Google Earth)

La playa del Pelaillo va creciendo continuamente, teniendo en la actualidad una excesiva anchura. En el año 2012 algún punto de la playa su anchura alcanzaba los 200 m y gran parte de ella estaba muy cercana a esa cifra.



Figura 9.8 Playas de La Charca y El Pelaillo en agosto de 2012 (Foto: Digital Globe y Google Earth)

### 9.3 ZONAS SENSIBLES DEL TRAMO 1

Las zonas más sensibles del Tramo 1, formado por sus tres sectores netamente diferenciados e independientes: La Herradura; Almuñécar-Velilla; y Salobreña-Motril, se han determinado tras el análisis de su situación y comportamiento durante los últimos años, del apartado anterior. Estas zonas corresponden a las menos estables.

Una de las zonas sensibles de este tramo es la desembocadura del río Guadalfeo, debido a la descompensación sedimentaria provocada por el traslado de su ubicación y la forma vertical del dique norte de encauzamiento que provoca reflexiones y un gradiente de agitación, lo que da lugar al movimiento de material hacia su parte más oriental.

Y la otra de las zonas sensibles de este sector corresponde a la playa del Pelaillo, en la que se genera un ancho de playa excesivo por el movimiento de material anteriormente citado y la barrera total del dique del puerto de Motril. A su vez, en las proximidades de este dique, se encuentra un sumidero de material de difícil incorporación de nuevo a la dinámica sedimentaria costera.

### 9.4 ACTUACIONES PROPUESTAS EN EL TRAMO 1

Una vez vistas las propuestas de actuación que otros trabajos han contemplado para el tramo, el comportamiento reciente que ha tenido y las zonas sensibles que se han detectado en él, a continuación se presenta las propuestas de actuaciones en él, dejando para otro capítulo específico las prioridades de esas actuaciones.

El tramo 1 está dividido en tres sectores. El primero de ellos está formado, básicamente por la playa de La Herradura que, como se ha indicado anteriormente, no tiene problemas de la índole que se ocupa esta Estrategia; habiéndose mantenido estable a lo largo del tiempo, con las fluctuaciones naturales del perfil y línea de orilla.

El segundo de los sectores está formado por las playas urbanas de Almuñecar; distinguiéndose tres sub sectores. El primero de ellos lo conforma la playa de San Cristóbal que se ha comportado de manera estable, sin cambios apreciables; por ello, no resulta necesario actuar en ella. El segundo sub sector lo forman las playas de La Caletilla y Puerta del Mar que son playas cerradas gracias a los dos espigones y dique exento que existen en ellas. Todo este frente se ha comportado estable, con fluctuaciones pequeñas. Se ha realizado alguna recarga de mejora y de mantenimiento. Por tanto, en principio no es necesario actuar, salvo en lo referente a mantenimiento. Este exige actuar sobre las obras para rehabilitarlas ya que llevan suficiente tiempo lo que ha hecho que tengan ligeros desajustes o deterioros de su estructura. Tras la finalización, hacia el este, se extiende un tramo escollero, bastante antiguo que ha requerido de diversas reparaciones. Esta zona es la conocida playa de Fuente Piedras. En ella podía pensarse en extender la playa hasta la punta de Velilla, si la demanda social y turística lo requiriese. El tercer sub sector lo forma la playa de Velilla, donde se ha actuado recientemente con los resultados óptimos esperados y, por tanto, no parece necesario actuar en ella.

El tercero de los sectores de actuación del tramo 1 lo forman las playas de La Charca, Salobreña o Cagailla, Granada y Pelaillo. Todo él se encuentra influenciado por la desembocadura del río Guadalfeo y el Puerto de Motril, donde finaliza el tramo. Comenzando desde el norte y oeste, la playa de La Charca se encuentra estable en la mayoría del tramo, salvo en las cercanías de la desembocadura de río Guadalfeo, donde los diques de encauzamiento verticales hacen vulnerable el lugar; por ello, parece razonable pensar en transformarlos en estructuras más disipativas del oleaje, pero además debe evitarse las fluctuaciones del tramo más al sur de la playa y, por tanto sería recomendable prolongar el dique de encauzamiento hasta una profundidad cercana a la de cierre, entre 5 y 6 m. Con ello se conseguiría una playa más estable, pero necesitaría de una recarga de material en esta zona sur.

Las playas de Salobreña o Cagailla, que se halla justo al sur de la desembocadura, y Granada se hallan, en la actualidad, sumidas en un estado de continua erosión, como han venido indicando los diversos informes técnicos realizados en ellas (CEDEX 1993 y 1999, ALATEC 2007) y que se corrobora con la evolución reciente estudiada de las playas. La alternativa de actuación que aquellos informes planteaban, pasan por restituir o compensar la dinámica litoral actual mediante una retroalimentación de las playas más al oeste provenientes de la acumulación que se produce en la playa del Pelaillo. Pero esta solución requeriría un continuo retro trasvase de sedimento de costoso mantenimiento. Una alternativa a ello sería actuar de tal manera que se intentase reducir la dinámica sedimentaria mediante obras de defensa que se situarían en los extremos de las playas. A ello debiera añadirse la transformación del dique sur de encauzamiento del río para que fuese disipativo, en talud y de escollera, pero que, a su vez, permitiese que el material saliente del río se incorporase a la dinámica de la playa.

Las actuaciones anteriores requieren irremisiblemente el uso de la playa del Pelaillo como fuente de sedimento para la retroalimentación y recarga de las playas de Salobreña y Granada. Pero, además, el material proveniente de las playas de Salobreña y Granada que alcanza la playa del Pelaillo, toca el dique del Puerto de Motril y resbala por él hasta depositarse al pie del dique que se convierte en un sumidero de material. Para evitarlo, debiera construirse un espigón en el punto más al este de la playa del Pelaillo que alcanzase profundidades mayores que las de cierre, entre 6 y 8 m) que debiera controlarse y no permitir que la playa creciese en ese punto; llevando el material depositado a las playas de Salobreña y Granada.

En consecuencia, las propuestas de actuación planteadas en este tramo son las siguientes:

Playas de La Caletilla y Puerta del Mar de Almuñecar

- 2.1- Reparación de las obras de defensa actuales, consistente en dos espigones y un dique exento.
- 2.2- Construcción de un espolón en el extremo del espigón este de la playa de Puerta del Mar hacia el este de unos 50 m.
- 2.3- Vertido de unos 98.000 m<sup>3</sup> de arena entre el espigón actual al oeste y el propuesto a 270 m al este para la creación de una playa de unos 60 m de anchura.
- 2.4- Construcción de un espigón a 270 m al este del actual de la playa de Puerta del Mar, de unos 180 m.

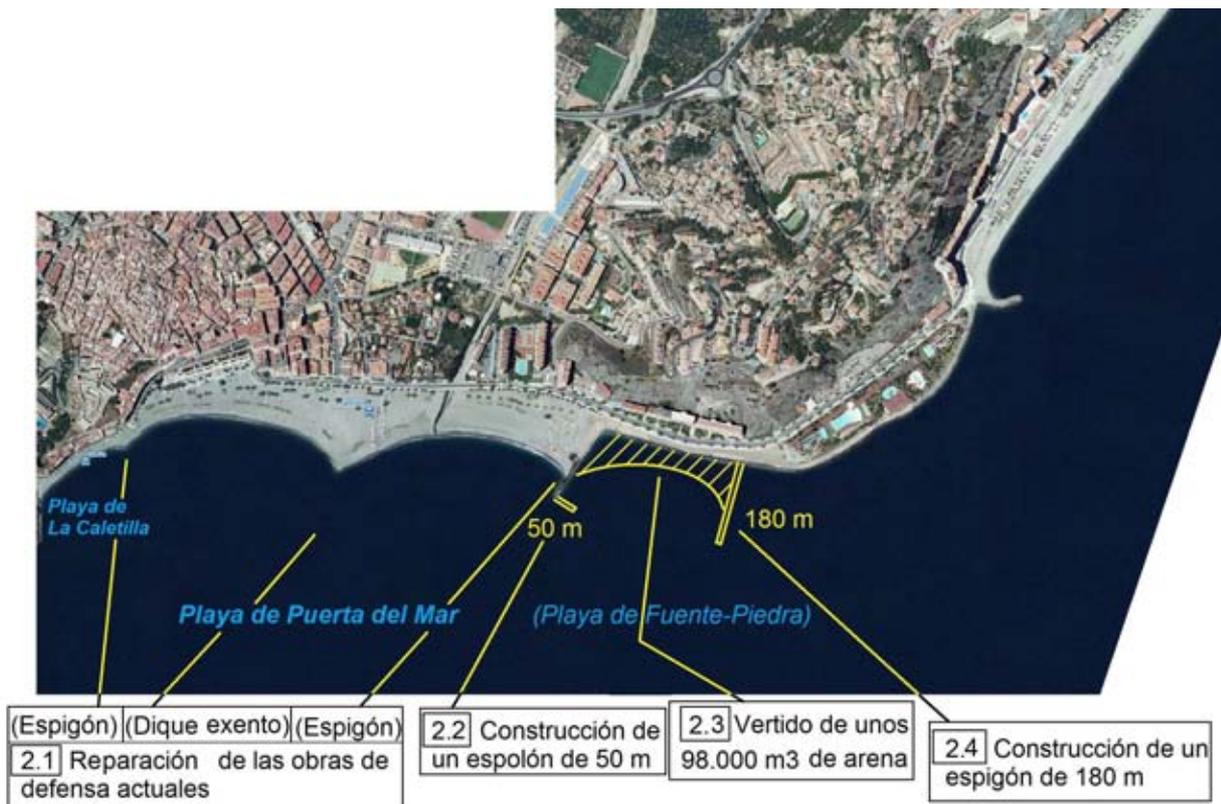


Figura 9.9: Propuesta de actuaciones en las playas de La Caletilla y Puerta del Mar de Almuñecar (Foto: MAGRAMA)

Playas de La Charca, Salobreña o Cagailla, Granada y Pelaillo

- 3.1- Vertido de unos 135.000 m<sup>3</sup> de arena en el extremo este de la playa de La Charca hasta el dique de encauzamiento de la desembocadura del río Guadalfeo.
- 3.2- Prolongación del dique de encauzamiento norte de la desembocadura del río Guadalfeo en unos 70 m, hasta una profundidad en torno a 5 o 6 m, y rectificación del actual dique para hacerlo todo en talud de escollera.
- 3.3- Rectificación del dique de encauzamiento sur de la desembocadura del río Guadalfeo para hacerlo en talud de escollera.
- 3.4- Construcción de un dique exento al este del dique de encauzamiento sur de la desembocadura del río Guadalfeo de unos 150 m a una profundidad aproximada de 5 a 6 m, en el extremo occidental de la playa de Salobreña.

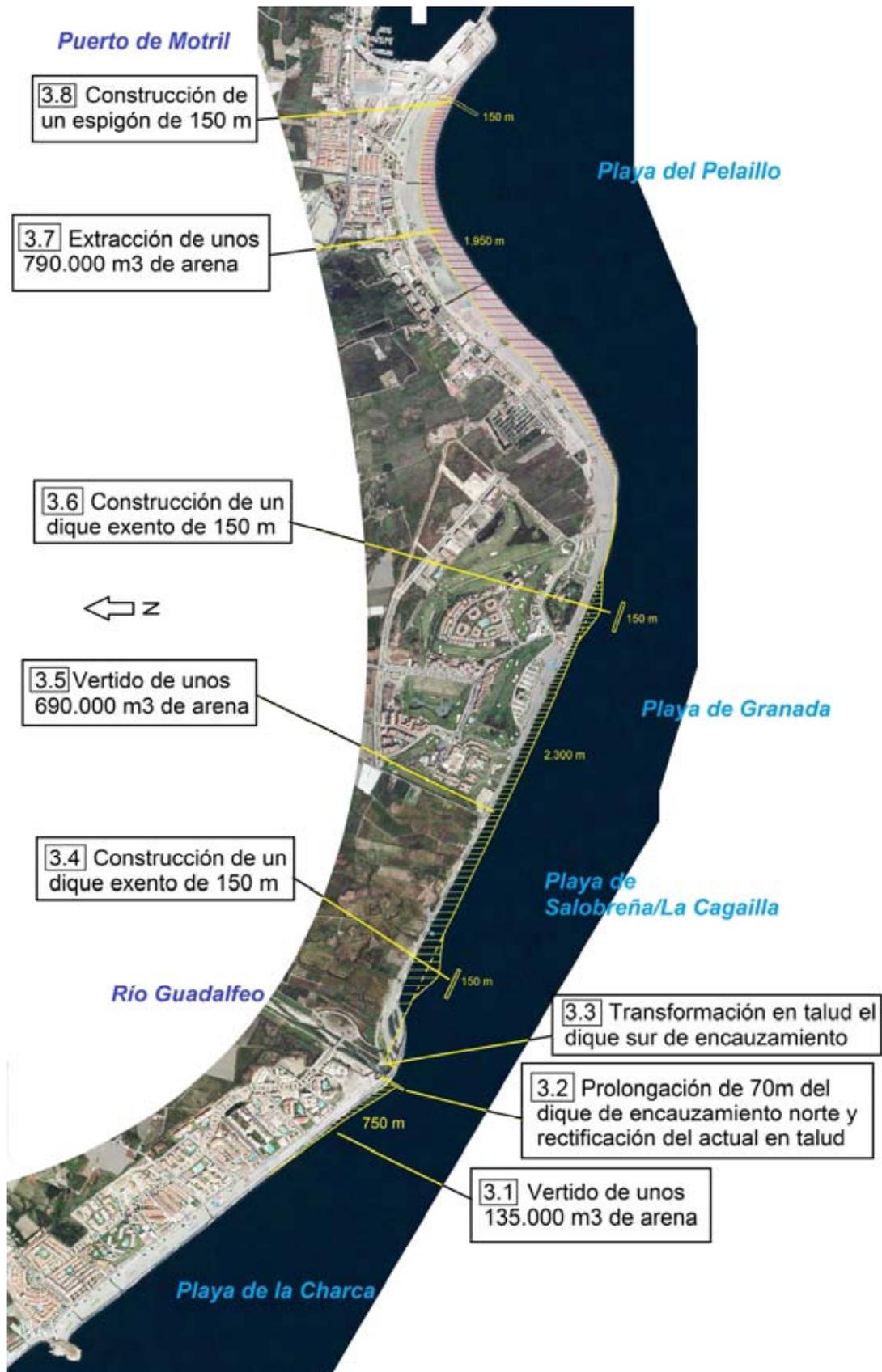


Figura 9.10: Propuesta de actuaciones en las playas de La Charca, Salobreña, Granada y Pelaillo (Foto: MAGRAMA)

- 3.5- Vertido de unos 690.000 m<sup>3</sup> de arena a lo largo de las playas de Salobreña y Granada; entre el dique de encauzamiento sur de la desembocadura del río Guadalfeo y la punta del Río, en 2.300 m aproximadamente, para mantener una playa de una anchura aproximada de 60 m.
- 3.6- Construcción de un dique exento de unos 150 m, a una profundidad aproximada de 5 a 6 m, al oeste de la punta del Río en el extremo oriental de la playa de Granada.
- 3.7- Extracción de unos 790.000 m<sup>3</sup> de arena de la playa del Pelaillo, dejando en toda ella una anchura superior a 60 m.
- 3.8- Construcción de un espigón de escollera de unos 150 m, hasta una profundidad entre 7 y 8 m, en el extremo oriental de la playa del Pelaillo, junto al arranque del dique del puerto de Motril.

Finalmente, debe tenerse muy presente que este tramo de costa, comprendido entre el río Guadalfeo y el Puerto de Motril se encuentra sometido a un continuo desequilibrio sedimentario. Con las obras previstas se pretende reducir la dinámica que lo provoca no fijar la línea de orilla; pero, serían muy poco prácticas si no se efectúa un mantenimiento: retrotrasvase periódico de material. Por lo que se debe prever como mantenimiento, gestión del sedimento, la retroalimentación, o retrotrasvase, del material que se quede depositado en la playa del Pelaillo; con un control del crecimiento que pueda producirse en la playa del Pelaillo apoyada en el nuevo espigón de su extremo oriental.

Si se produjese descompensación sedimentaria en la playa formada por la de Salobreña y Granada, entre los nuevos diques exentos; con aumento de la anchura de playa en el extremo oriental y pérdida en el occidental, habría que realizarse periódicamente una retroalimentación de ese material. Si fuese fuerte esa descompensación habría que pensar en actuar nuevamente para reducir la dinámica sedimentaria que lo produce.

Todo ello obligará a seguimientos periódicos del tramo actuado hasta que se tenga un pleno conocimiento de la cuantificación de movimientos de sedimentos real y ayude a la gestión de sedimentos que se ha considerado en los párrafos anteriores.

Además, dada la sensibilidad erosiva del tramo en la zona más próxima a la desembocadura, playa de Salobreña-Cagailla, debe cuidarse en uso futuro a que se destina su trasdós terrestre ya que siempre debe tenerse presente la neta tendencia erosiva y la gran facilidad de inundación marina.

Por tanto, debe considerarse como actuaciones los siguientes mantenimientos:

- Obras de mantenimiento y redistribución del material, gestión del sedimento, en el entorno de la desembocadura del río Jate en la playa de la Herradura.
- Obras de mantenimiento y redistribución del material, gestión del sedimento, en el tramo comprendido entre el río Guadalfeo y el Puerto de Motril.

## 9.5 RESUMEN DE PROPUESTAS DE ACTUACIÓN DEL TRAMO 1

En la figura adjunta se un resumen de todas las propuestas de actuaciones planteadas en el apartado anterior; teniendo en cuenta que todas ellas tienen un orden de prioridad de realización, que se presenta en el apartado correspondiente del capítulo 12 de este trabajo.

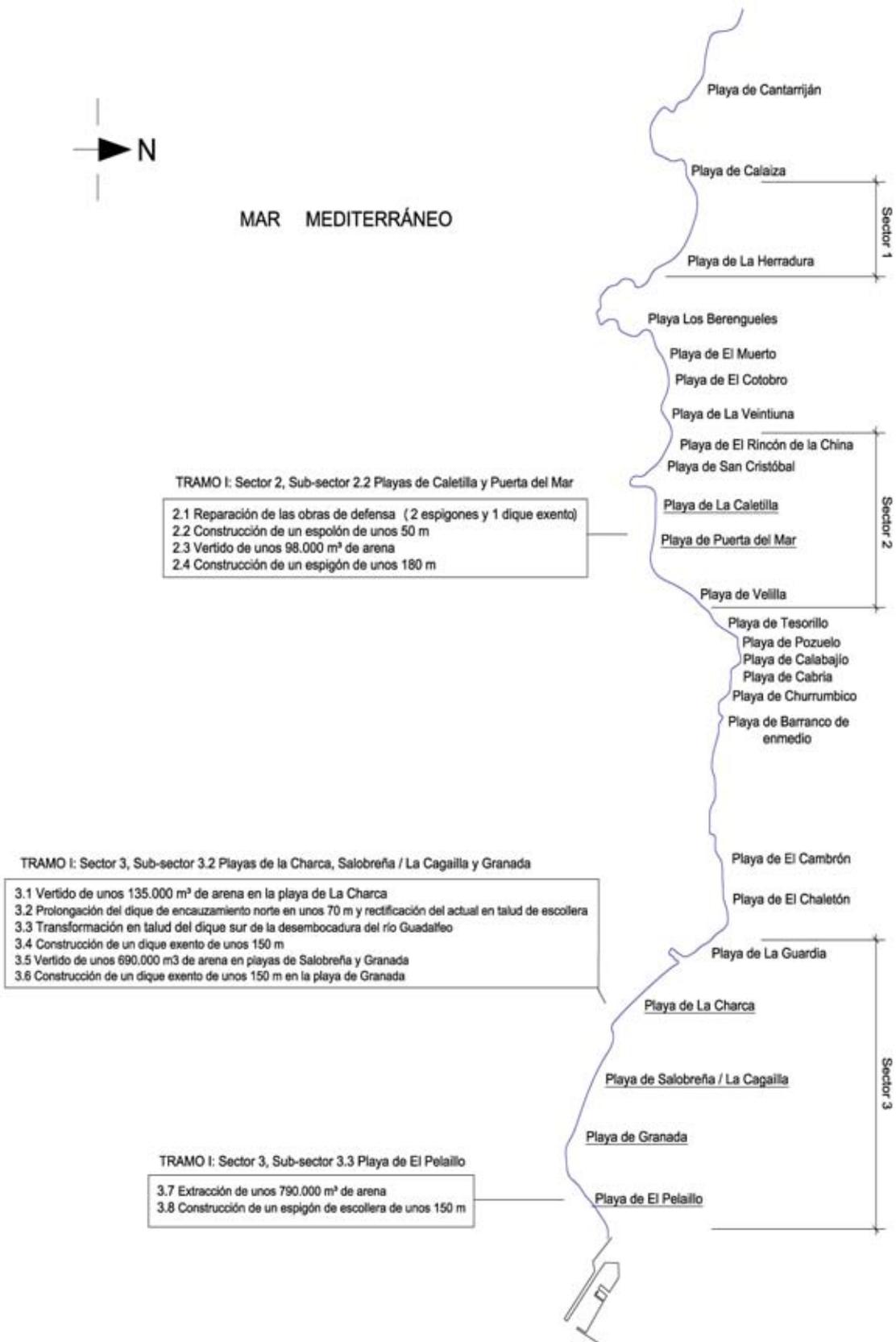


Figura 9.11: Resumen de las propuestas de actuación en el Tramo 1: La Herradura-Puerto de Motril

## 9.6 NECESIDADES SEDIMENTARIAS EN EL TRAMO 1

En este tramo son especialmente importantes las descompensaciones sedimentarias del tramo que se concentran especialmente en el sector 3, más una pequeña aportación en el sector 2. Las necesidades y excedentes sedimentarios en este tramo se resumen a continuación, dando finalmente un balance del sedimento en metros cúbicos.

### Sector 2.2

Playa de Fuente Piedras: -98.000

### Sector 3.2

Playa de La Charca: -135.000

Playas de Salobreña y Granada: -690.000

Playa del Pelaillo: +790.000

**Total: -133.000 m<sup>3</sup>**

## 10. ACTUACIONES EN EL TRAMO 2: PUERTO DE MOTRIL - CALAHONDA

El análisis de las posibles actuaciones a tener en cuenta en el tramo de costa granadina entre el puerto de Motril y Calahonda se hace siguiendo la zonificación de la costa, indicada en el capítulo 7, por sectores.

### TRAMO 2: Puerto de Motril - Calahonda



Figura 10.1: Zonificación del Tramo 2 de la costa de Granada para el análisis de sus actuaciones (Foto: MAGRAMA)

Cada uno de los dos sectores es independiente. En la figura anterior se muestra el tramo de costa y las playas que abarca cada uno de ellos; siendo éstos:

Sector 4: Playas de Las Azucenas y Torrenueva

Sector 5: Playas de La Chucha, Carchuna y Calahonda

Antes de analizar cada uno de los sectores y proponer, en los que se necesite, actuaciones en sus playas, se trata de las actuaciones que en este tramo han hecho otros trabajos, que se ha tratado en el capítulo 7, y las actuaciones que se tienen ya previsto realizar en él.

### 10.1 ACTUACIONES PROPUESTAS EN TRABAJOS ANTERIORES EN EL TRAMO 2

Las actuaciones que se han propuesto en diferentes trabajos de la costa de Granada se muestran en el capítulo 7. Solamente el trabajo de Alatec (2007) para la Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar tiene propuestas de actuación, siendo su resumen el que se refleja en la figura adjunta.

ALATEC (2007):

1. Mejora ambiental y de condiciones de uso de la playa de Chucha y de Carchuna con pequeñas aportaciones de arena.



Figura 10.2: Resumen de propuestas de actuación en anteriores trabajos del Tramo 2 entre El Puerto de Motril y Calahonda (Foto: MAGRAMA)

En el año 2015 se realizaron las obras previstas como compensación de la ampliación del Puerto de Motril, consistentes en la construcción de un espigón al sur del puerto y vertido de sedimento en la celda formada por el contradique y el citado espigón (Fig. 6.13)

Finalmente, según datos facilitados por el Servicio de Costas de Granada, se tiene previsto, como compensación por la última prolongación del dique del puerto de Motril, la construcción

de un espigón al este del puerto y vertido de sedimento en esa celda y a levante de futuro espigón.

## 10.2 SITUACIÓN Y COMPORTAMIENTO GENERAL DEL TRAMO 2 EN LA ACTUALIDAD

Este Tramo 2 está formado por dos sectores netamente diferenciados e independientes: 1) Playas de Las Azucenas y Torrenueva (Sector 4), y 2) playas de La Chucha, Carchuna y Calahonda (Sector 5), por lo tanto se trata cada uno de manera independiente. El análisis del comportamiento reciente de cada uno de los sectores se apoya en los datos facilitados por la evolución reciente de las playas (capítulo 6) y de las actuaciones que han sido necesarias acometer recientemente (capítulo 1).

### 10.2.1 Situación y comportamiento en el Sector 4: Las Azucenas y Torrenueva

Este sector está formado por las playas al este del puerto de Motril hasta el cabo de Sacratif: la playa de Las Azucenas y Torrenueva. Ambas playas sufren la falta de aportes debido al freno que supone la barrera total formada por el puerto de Motril.

En la evolución reciente de ambas playas (apartado 6.2.3.6 y fig. 6.32) se aprecia una clara tendencia erosiva que indica como las obras de defensa de la playa de Torrenueva son insuficientes para frenar esta tendencia y que el extremo de levante no es cerrado.

La playa de las Azucenas, en su mayor parte del frente posee una anchura de playa claramente insuficiente, que con temporales no muy importantes, desaparece.

La playa de Torrenueva está formada por celdas; todas ellas descompensadas. Con lo que la celda más occidental su anchura oscila desde unos 16m en su parte occidental hasta 90m en su parte oriental.



Figura 10.3: Resumen del comportamiento reciente de las playas de Las Azucenas y Torrenueva en agosto de 2012 (Foto: Digital Globe y Google Earth)

Las obras de defensa de la playa de Torrenueva son el resultado de diferentes reformas realizadas a lo largo de los años, ello hace que existan todavía sumergidos restos que condicionan también el comportamiento de la playa.

### 10.2.2 Situación y comportamiento en el Sector 5: La Chucha, Carchuna y Calahonda

Este sector está formado por todo el frente llamado de Carchuna, playas de La Chucha y Carchuna, y por la playa de Calahonda.

La playa de Carchuna no ha tenido variaciones de importancia a lo largo de los años, aunque sí fluctuaciones, estas fluctuaciones son debidas a la propia formación de las playas; apoyadas en lajas rocosas que hacen tengan la forma singular que la caracteriza. La incidencia del oleaje hace que, en ocasiones las concavidades tengan los fondos solamente de roca, sin arena; pero estas concavidades coinciden con los lugares utilizados por la gente, lo que motiva que tengan que desplazarse de lugar, con la consiguiente incomodidad. Se compensa esta circunstancia con pequeños aportes de sedimentos realizados periódicamente, cuando se requiere, por la Jefatura de Costas de Granada.

Sin embargo, en la playa de Calahonda sí se han apreciado variaciones de importancia, recientemente. Estando completamente condicionado por el cañón submarino existente en su punta y por los oleajes actuantes en cada momento en ella; lo que produce oscilaciones en la zona más al sur de la playa, con crecimiento o reducción de la punta; pero, en todo caso, no parece que se haya producido pérdida global de sedimento.



Figura 10.4: Comportamiento de las playas de Carchuna y Calahonda en agosto de 2012 (Foto: Digital Globe y Google Earth)

### 10.3 ZONAS SENSIBLES DEL TRAMO 2

Las zonas más sensibles del Tramo 2, formado por sus dos sectores netamente diferenciados e independientes: playas de Las Azucenas y Torrenueva (Sector 4) y playas de La Chucha,

Carchuna y Calahonda (Sector 5), se han determinado tras el análisis de su situación y comportamiento durante los últimos años.

En el sector 4, una de las zonas sensibles es la playa de Las Azucenas, en la que se aprecia falta de aporte de material, provocado por la barrera total al paso de sedimentos que genera la ubicación del puerto de Motril. Debe tenerse en cuenta que las obras del puerto hacen que, por difracción, el transporte de sedimentos tenga un sentido hacia poniente en el tramo cercano a ellas, mientras que el transporte de sedimentos fuera de esa influencia tiene sentido levante; con lo cual existe una zona en la que el transporte es nulo y con una doble pérdida en ella, por lo que debe considerarse como una zona sensible tendente a una erosión continuada e incrementada.

Otra de las zonas sensibles de este sector es la playa de Torrenueva, en la que la forma que tienen los espigones existentes junto a la falta de aporte de material, que genera el puerto de Motril, provocan una descompensación de material en cada una de sus celdas. Y una posible pérdida de material en la parte más oriental de la playa.

En el sector 5, la zona sensible corresponde a las proximidades de la punta de la playa de Calahonda. Debido a los desplazamientos de la línea de costa más recientes, condicionados por la existencia de un cañón submarino en las proximidades de dicha zona, indicado en el apartado anterior. También debe computarse como sensibles la diferente distribución de material en las playas de Carchuna y La Chucha; con poco material y fondo rocoso próximo en las concavidades que dificulta el uso lúdico de esos puntos que coinciden con las zonas más habitadas de este frente

#### 10.4 ACTUACIONES PROPUESTAS EN EL TRAMO 2

Una vez vistas las propuestas de actuación que otros trabajos han contemplado para el tramo, el comportamiento reciente que ha tenido y las zonas sensibles que se han detectado en él, a continuación se presenta las propuestas de actuaciones en él, dejando para otro capítulo específico las prioridades de esas actuaciones.

El tramo 2 está dividido en dos sectores. El primero de ellos, sector 4, está formado por las playas de Las Azucenas y Torrenueva que se encuentran condicionadas por la presencia del Puerto de Motril a poniente y por el cabo Sacratif y el cañón submarino que existe junto a él, a levante. El tramo más occidental formado por la playa de Las Azucenas, se ha actuado en el pasado año 2015 como compensación por la prolongación de 300 m del dique del Puerto de Motril, inaugurado el 16 de octubre de 2015. Su coste a cargo del Puerto que supuso el 26% del presupuesto de inversión total. La actuación consistió en la construcción de un espigón y el vertido de 350.000 m<sup>3</sup> de arena. Esta actuación viene reflejada en las actuaciones propuestas; pero no llevará coste en los presupuestos, por lo anteriormente mencionado.

El segundo de ellos, sector 5, está formado por las playas de La Chucha, Carchuna y Calahonda. Las tres playas se hallan en un estado de equilibrio dinámico, como indica el estudio de evolución. Este equilibrio dinámico produce, en determinados momentos, situaciones que no son acordes con la confortabilidad de los usuarios de esas playas, que suelen utilizarlas en las concavidades que se producen debido a las características geomorfológicas de las playas: la arena se reduce en las concavidades naturales y queda la laja rocosa casi a la profundidad de la orilla, generando incomodidades a los bañistas. La solución pasaría por rellenar esas concavidades en las que se erosiona la arena en los lugares donde se ha depositado como es la punta de Calahonda. La playa de Calahonda se encuentra estable; solamente produciéndose fluctuaciones temporales en la parte más al sur, cercano a la punta del mismo nombre, debido a los oleajes reinantes en cada momento. Esta circunstancia hace que no sea necesario, ni conveniente actuar en ella y sí tenerla en cuenta a la hora de cualquier actuación que se pretenda en la franja terrestre litoral colindante.

En consecuencia, las propuestas de actuación planteadas en este tramo son las siguientes:

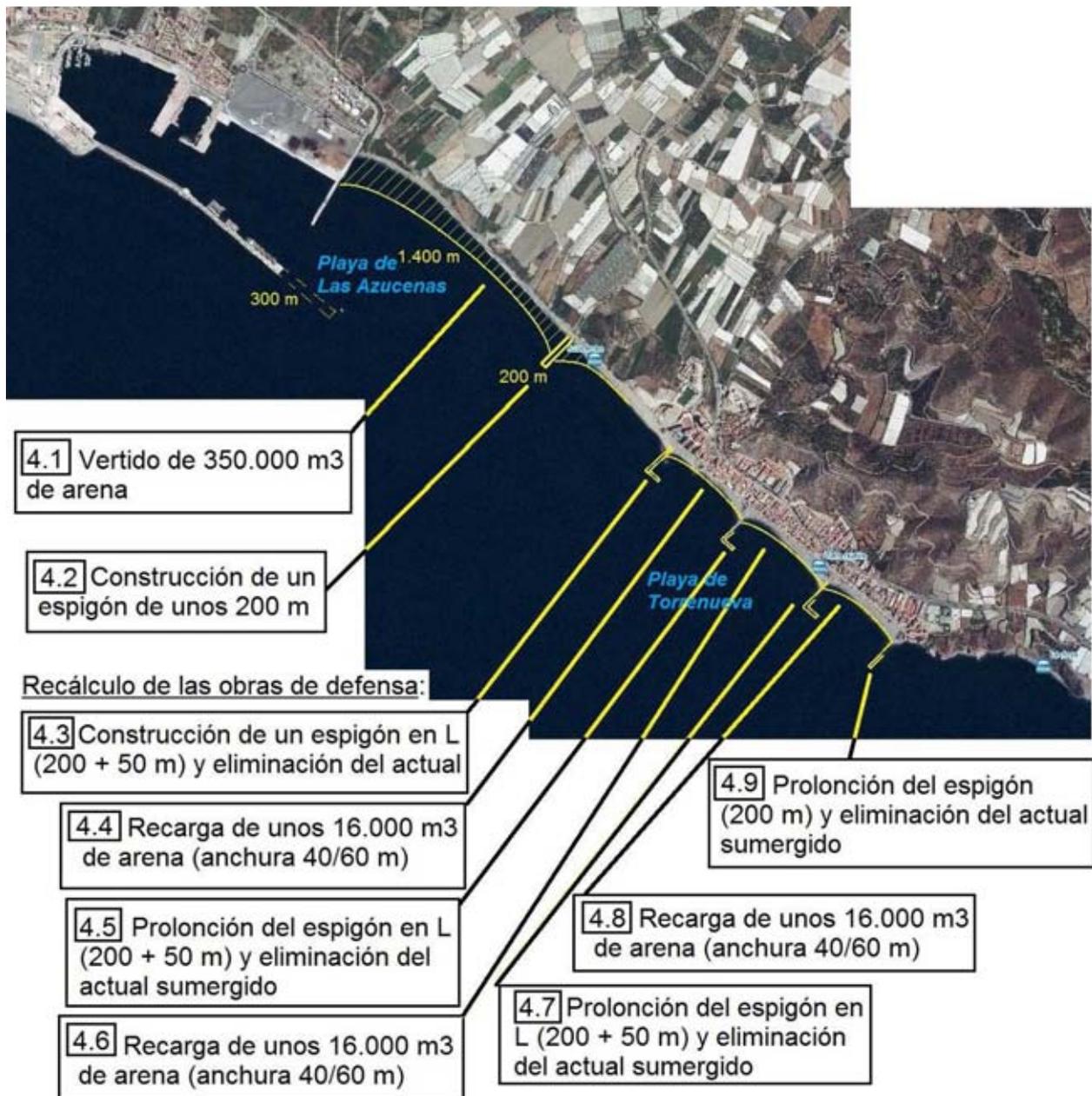


Figura 10.5: Propuestas de actuación en las playas de Las Azucenas y Torrenueva (Foto: MAGRAMA)

#### Playa de Las Azucenas

- 4.1- Vertido de 350.000 m<sup>3</sup> de arena en una longitud aproximada de 1.400 m entre el contradique del Puerto de Motril y el nuevo espigón previsto de la playa de Las Azucenas, y una pequeña cantidad tras el citado espigón.
- 4.2- Construcción de un espigón de unos 200 m de longitud a unos 1.400 m a este del contradique del Puerto de Motril.

(Estas dos actuaciones, 4.1 y 4.2, ya han sido realizadas en 2015)

### Playa de Torrenueva

Recálculo de todas las obras de defensa que consistirían en:

- 4.3- Construcción de un espigón en L de unos 200 + 50 m de longitud eliminado el actual inclinado respecto de la vertical a la orilla.
- 4.4- Recarga de unos 16.000 m<sup>3</sup> de arena en la celda formada por el nuevo espigón al oeste y el siguiente, situado a una distancia aproximada de 500 m.
- 4.5- Prolongación del espigón actual hasta dejarlo en un espigón en L de unos 200 + 50 m y eliminación del tramo actual sumergido.
- 4.6- Recarga de unos 16.000 m<sup>3</sup> de arena en la celda formada por el nuevo espigón al oeste y el siguiente, situado a una distancia aproximada de 515 m, con el fin de dejar una anchura de playa entre 40 y 60 m.
- 4.7- Prolongación del espigón actual hasta dejarlo en un espigón en L de unos 200 + 50 m y eliminación del tramo actual sumergido.
- 4.8- Recarga de unos 16.000 m<sup>3</sup> de arena en la celda formada por el nuevo espigón al oeste y el siguiente, situado a una distancia aproximada de 435 m, con el fin de dejar una anchura de playa entre 40 y 60 m.
- 4.9- Prolongación del espigón actual hasta dejarlo en un espigón en L de unos 200 y eliminación del tramo actual sumergido.

Para el sector 5 solamente se proponen actuaciones de mantenimiento, como se ha expuesto anteriormente:

- Relleno o recarga de las concavidades de las playas de La Chucha y Carchuna cuando desaparezca la arena de los fondos próximos a la orilla con arena proveniente de los lugares donde se ha depositado como son las zonas de playa más inmediatas y la punta de Calahonda.



Figura 10.6: Propuestas de actuación en las playas de La Chucha, Carchuna y Calahonda (Foto: MAGRAMA)

### 10.5 RESUMEN DE PROPUESTAS DE ACTUACIÓN DEL TRAMO 2

La figura adjunta es un resumen de todas las propuestas de actuaciones planteadas en el apartado anterior; teniendo en cuenta que todas ellas tienen un orden de prioridad de realización, que se presenta en el apartado correspondiente del capítulo 12 de este trabajo.

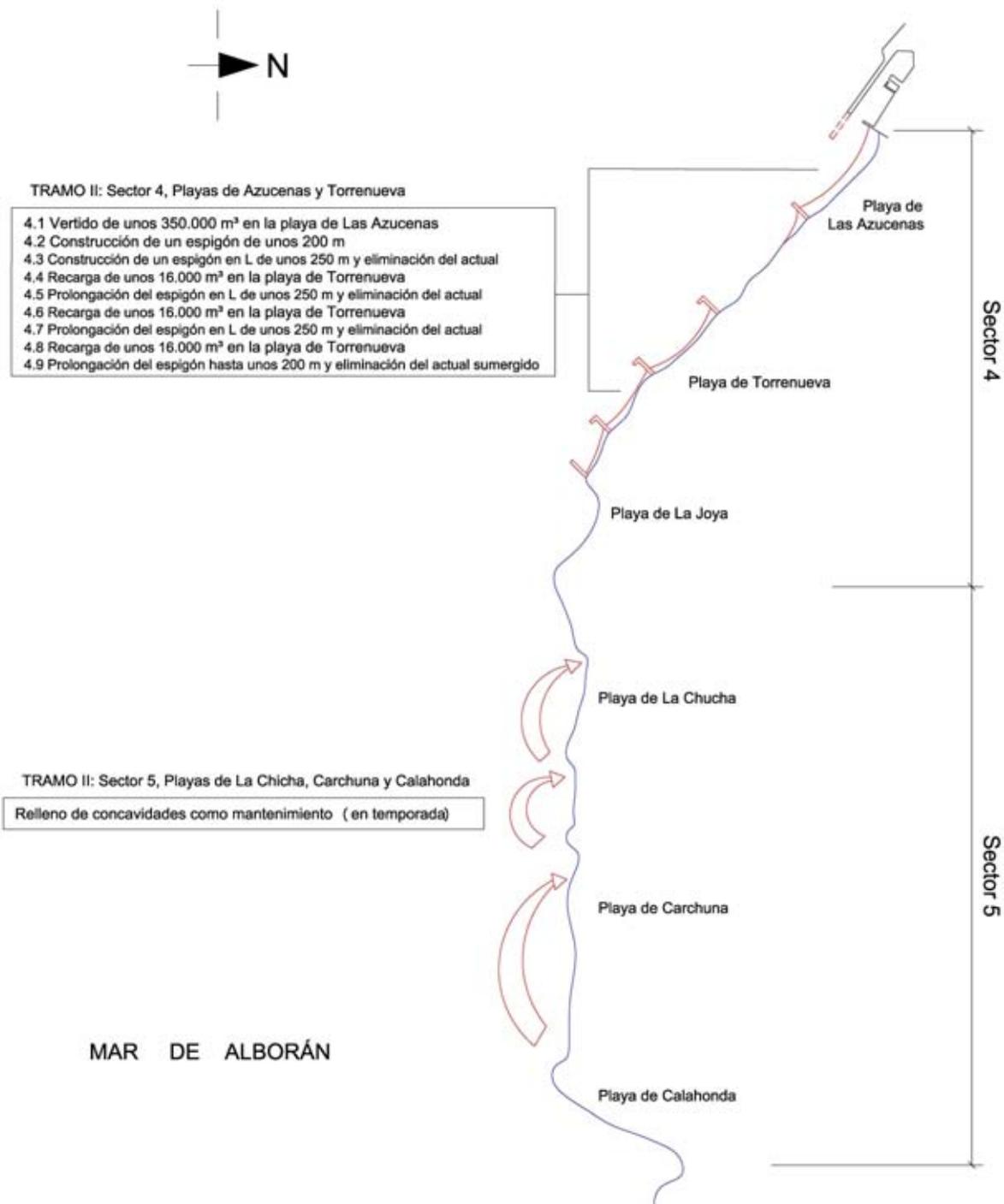


Figura 10.7: Resumen de las propuestas de actuación en el Tramo 2: Puerto de Motril-Calahonda

## 10.6 NECESIDADES SEDIMENTARIAS EN EL TRAMO 2

En este tramo son especialmente importantes las descompensaciones sedimentarias del tramo que se concentran en el sector 4, ya que en el sector 5 solamente son movimientos de material dentro de él. Las necesidades y excedentes sedimentarios en este tramo se resumen a continuación, dando finalmente un balance del sedimento en metros cúbicos.

### Sector 4

Playa de Las Azucenas:	-350.000
<u>Playa de Torrenueva:</u>	<u>-48.000</u>
<b>Total:</b>	<b>-398.000 m<sup>3</sup></b>

### 11. ACTUACIONES EN EL TRAMO 3: CALAHONDA – EL POZUELO

El análisis de las posibles actuaciones a tener en cuenta en el tramo de costa granadina entre Calahonda y El Pozuelo se hace siguiendo la zonificación de la costa, indicada en el capítulo 7, por sectores.

#### TRAMO 3: Calahonda - El Pozuelo

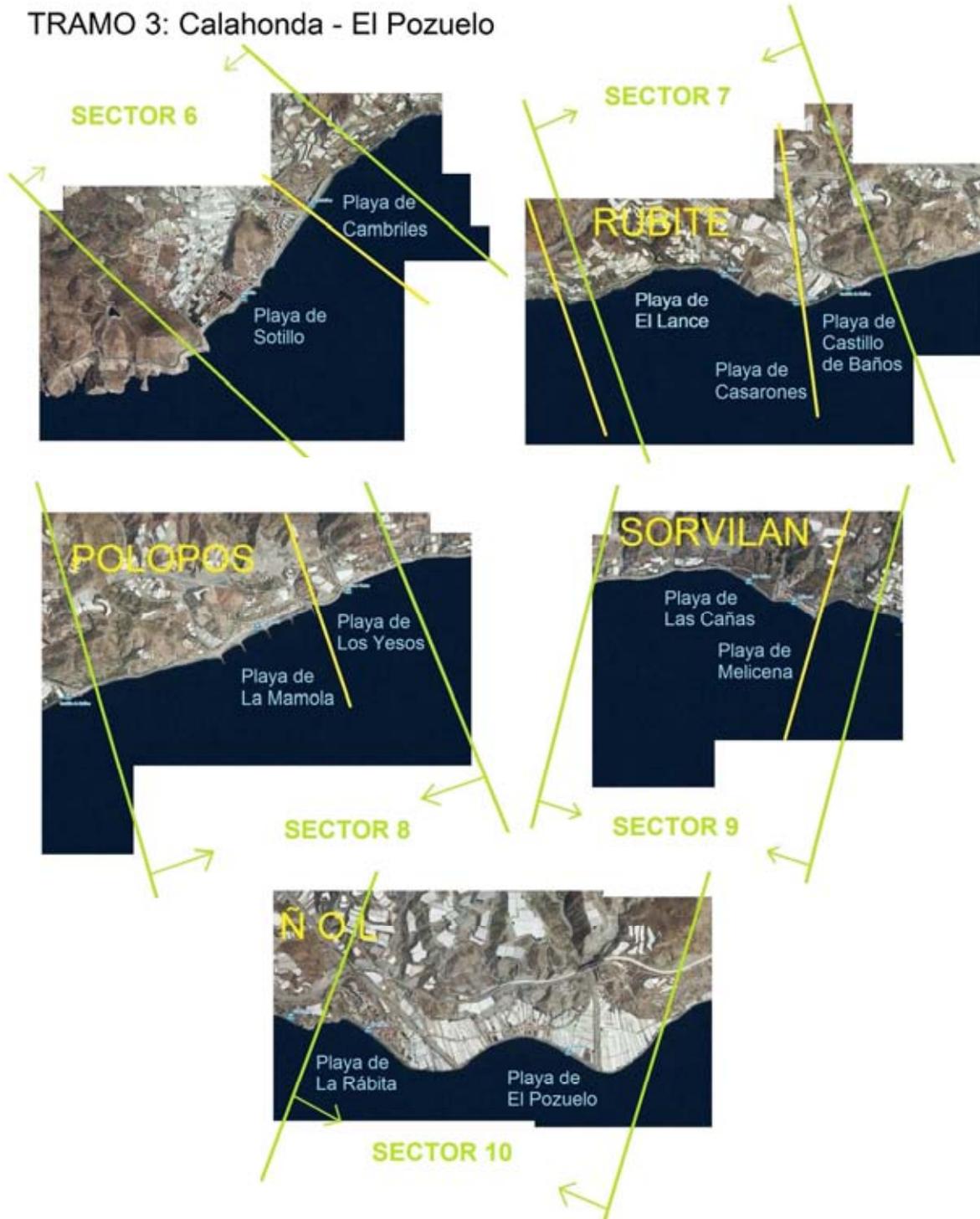


Figura 11.1: Zonificación del Tramo 3 de la costa de Granada para el análisis de sus actuaciones (Foto: MAGRAMA)

Cada uno de los sectores es independiente. En la figura anterior se muestra el tramo de costa y las playas que abarca cada uno de ellos; siendo éstos:

- Sector 6: Playas de Sotillo y Cambriles
- Sector 7: Playas de El Lance, Casarones y Castillo de Baños
- Sector 8: Playas de La Mamola y Los Yesos
- Sector 9: Playas de Las Cañas y Melicena
- Sector 10: Playas de La Rábita y El Pozuelo

Antes de analizar cada uno de los sectores y proponer, en los que se necesite, actuaciones en sus playas, se trata de las actuaciones que en este tramo han hecho otros trabajos, que se ha tratado en el capítulo 7, y las actuaciones que se tienen ya previsto realizar en él.

### 11.1 ACTUACIONES PROPUESTAS EN TRABAJOS ANTERIORES EN EL TRAMO 3

Entre los trabajos realizados con anterioridad en este tramo de costa, relativos a la costa de Granada, se ha realizado la siguiente propuesta de actuación:

HIDTMA (2015):

1. Creación de una playa en la zona de Castillo de Baños mediante la realización de un espigón, el relleno con arena y la retirada de escollera existente.

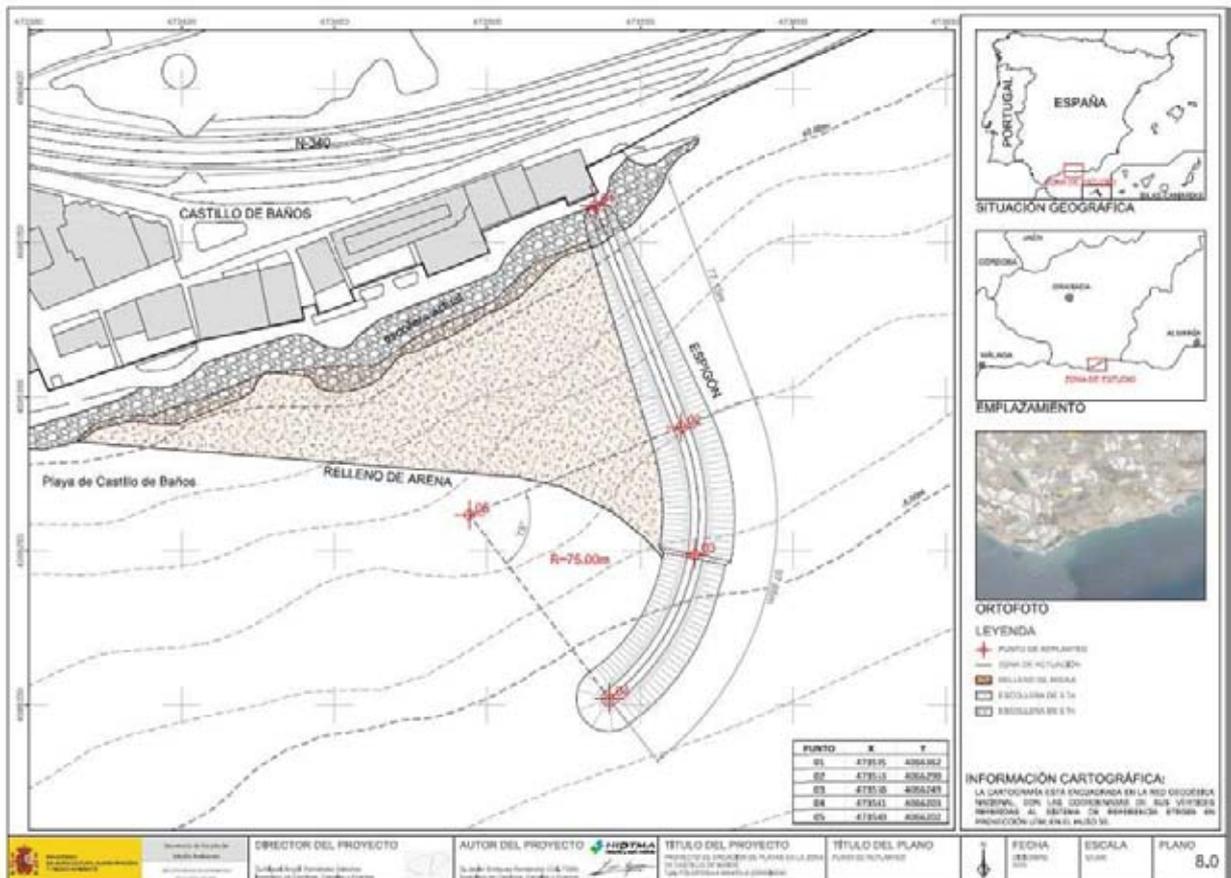


Figura 11.2: Resumen de propuestas de actuación en anteriores trabajos del Tramo 3 en la playa de Castillo de Baños realizado por HIDTMA en 2015

## 11.2 SITUACIÓN Y COMPORTAMIENTO GENERAL DEL TRAMO 3 EN LA ACTUALIDAD

El Tramo 3 está formado por cinco sectores netamente diferenciados e independientes. En general se trata de tramos cortos y cada uno de ellos tiene unas características de comportamiento diferenciadas, salvo el último tramo de Albuñol donde el tramo es más grande. Se caracteriza por tener pequeñas urbanizaciones muy pegadas a la línea de orilla, debido especialmente a la geografía de la franja costera y condicionada, en alguno de los casos, por la existencia de un delta de una rambla o barranco. El análisis del comportamiento reciente de cada uno de los sectores se apoya en los datos facilitados por la evolución reciente de las playas (capítulo 6) y de las actuaciones que han sido necesarias acometer recientemente (capítulo 1).

### 11.2.1 Situación y comportamiento en el Sector 6: Playas de Sotillo y Cambriles

La playa de El Sotillo se encuentra protegida por una serie de obras de defensa. Durante los años 2004-2012 ha habido fluctuaciones a lo largo de la línea de costa, pero no ha supuesto pérdidas importantes de material. Y la playa de Cambriles resulta algo más estable. De todas formas, la playa de Sotillo, que forma el núcleo principal de Castell de Ferro tiene una playa muy desigual con anchuras de playa con tramos muy estrictos.



Figura 11.3: Comportamiento de las playas de El Sotillo y Cambriles de Gualchos, foto de agosto de 2012 (Foto: Digital Globe y Google Earth)

### 11.2.2 Situación y comportamiento en el Sector 7: Playas de Casarones - Castillo de Baños

Las playas de Casarones y de Castillo de Baños forman ambos labios del delta de la rambla del Agua o de Casarones. Aprovechando esta pequeña plataforma deltaica existen en ambos extremos unas pequeñas urbanizaciones y, más centrado, en el labio oriental se halla instalado un camping en una zona arbolada, y más hacia el interior del delta explotaciones agrarias de extra temporada, en invernaderos. La evolución que se ha producido en los últimos tiempos se recoge en la figura adjunta, en la que se aprecia que no se han producido variaciones de importancia en la línea de orilla. En la fotografía de 2015 se aprecian tres tramos con escolleras en su línea de orilla: el más extremo oriental es el más robusto y antiguo, protege una pequeña urbanización aunque no es debido a erosiones que no ha tenido de importancia que se ha complementado con la construcción de un pequeño espigón que ha retenido sedimento; el segundo tramo escollorado se encuentra en el labio oriental, ya casi en la punta del delta, es irregular y de poca eficacia a oleajes importantes; la tercera de las escolleras se encuentra en

el labio occidental del delta, forma un saliente y parece que su objetivo es de obra y, por tanto se supone provisional.

Solamente se aprecia como elemento vulnerable el extremo oriental de la playa de Castillo de Baños y del delta, por la proximidad de las viviendas a la orilla del mar.



Figura 11.4: Evolución reciente de las playas de Casarones y Castillo de Baños (Foto: Google Earth)



Figura 11.5: Comportamiento y zonas singulares en las playas de Casarones y Castillo de Baños (Foto: Google Earth)

### 11.2.3 Situación y comportamiento en el Sector 8: Playas de La Mamola y Los Yesos

En la playa de La Mamola, durante el periodo comprendido entre los años 2004 y 2012, se apreciaron dos estados: el previo a la retirada de espigones (2004 y 2007), y el posterior a la retirada de espigones, que transformó todas las obras de defensa (años 2011 y 2012). En ambos periodos la playa se comportó de manera estable; aunque en el segundo de ellos tenía mejor ordenación y mayor anchura de playa. Las playas entre celdas habían basculado hasta situarse en un estado de equilibrio.



Figura 11.5: Playas de La Mamola y Los Yesos en agosto de 2012 (Foto: Digital Globe y Google Earth)

La playa de los Yesos, separada de La Mamola por el Tajo del Mal Paso, se encuentra en la actualidad protegido en toda su longitud por un dique longitudinal de escollera, salvo un pequeño tramo en su lado más occidental, junto al Tajo. Se encuentra condicionada por la existencia de una pradera de posidonias que en alguna zona se halla casi a 2 m de profundidad.

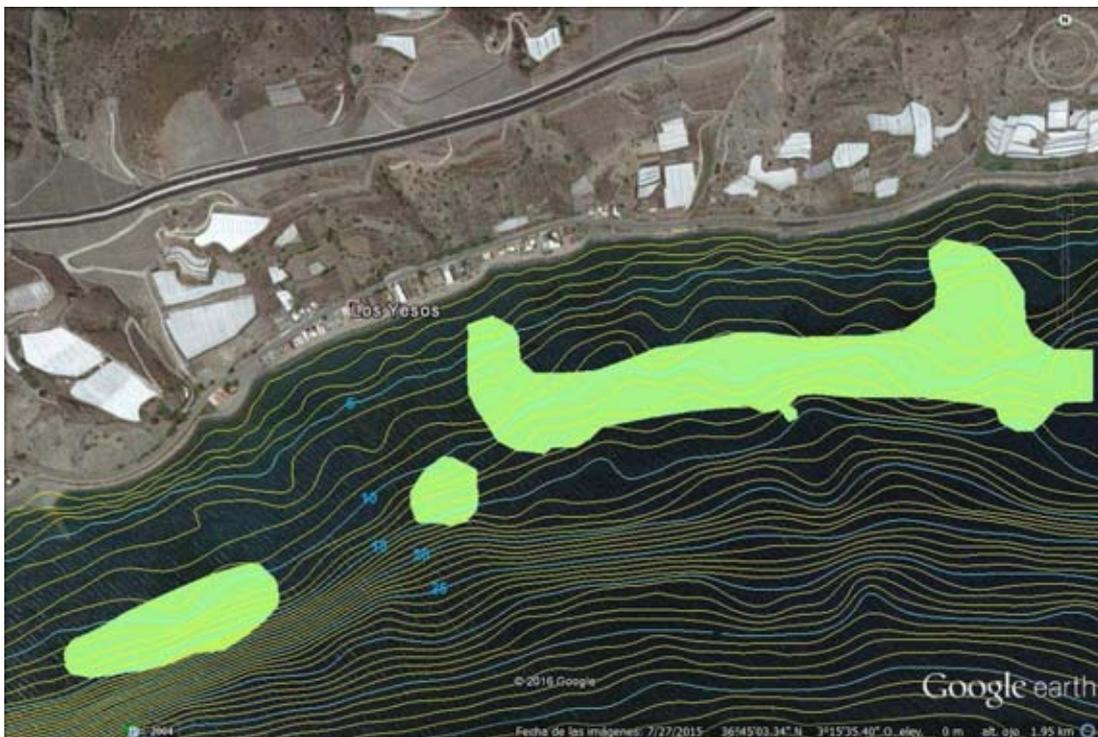


Figura 11.6: Playa de Los Yesos, 2015, y bancos de vegetación de alta densidad, posidonia (Foto: Google Earth)

Por otra parte, el frente de costa no ha variado significativamente, como se aprecia en las tres instantáneas que se muestran en la figura adjunta.



Figura 11.6: Playa de Los Yesos en 2004, 2007 y 2015 (Foto: Google Earth)

### 11.2.4 Situación y comportamiento en el Sector 9: Playas de Las Cañas y Melicena

En las playas de Las Cañas y Melicena no se aprecian grandes variaciones en la evolución de la línea de costa entre los años 2004 – 2015. Si se observa las fotos aéreas de ambos años extremos, se aprecia que la playa está en una situación mucho mejor de lo que se encontraba al comienzo.



Figura 11.7: Playas de Las Cañas y Melicena en 2004 y 2015 (Foto: Instituto Cartográfico de Andalucía y Google Earth)

En la plataforma costera interna frente a estas dos playas, también existen bancos de vegetación de alta densidad, posidonia, que podría condicionar cualquier actuación que se propusiese en las cercanías, encontrándose más lejos que el caso de la playa anterior ya que los puntos más cercanos de hallan algo más profundos de 7 m.



Figura 11.10: Playa de Las Cañas y Melicena, 2015, y bancos de vegetación de alta densidad, posidonia (Foto: Google Earth)

Por tanto puede concluirse que este conjunto de playas, Las Cañas y Melicena, se encuentran estables, con una ligera tendencia a aumento.



Figura 11.11: Playas de Las Cañas y Melicena de Sorbilán en noviembre de 2011 (Foto: Digital Globe y Google Earth)

### 11.2.5 Situación y comportamiento en el Sector 10: Playas de La Rábita y El Pozuelo

La playa de La Rábita, durante el periodo comprendido entre los años 2004 y 2013, ha ido basculando hacia el noroeste; pero sin grandes cambios que indique un claro estado erosivo o de acreción. No obstante, existe un desequilibrio en la playa. Como se aprecia en la figura adjunta, donde se presentan seis fotografías verticales de la playa, existen dos zonas especialmente sensibles y con transformaciones. La primera de ellas es el extremo de la playa de La Rábita cuyo frente se halla urbanizado, en él se eliminaron escombros e invernaderos, posteriormente se añade un pequeño espigón que se recrece posteriormente dejando en evidencia el basculamiento antes mencionado: tras el espigón hay problemas de cota y de pérdida de playa; La segunda es el extremo occidental de la playa donde se tiende a acumular sediento.



Figura 11.12: Playa de La Rábida, con los dos círculos que son las representaciones de los puntos sensibles de la playa (Foto: Instituto Cartográfico de Andalucía, Digital Globe y Google Earth)

Y la playa de El Pozuelo ha sufrido grandes variaciones, en su lado occidental, produciéndose un retroceso muy importante entre los años 2011 y 2013, mientras que su lado oriental, ha sido más estable. Ello se comprueba comparando las fotografías aéreas de 2007 y 2015, donde se aprecia, en general, el buen estado de la playa de El Pozuelo en el frente urbano, donde se mejoró y reordenó su fachada; retranqueándose el muro hacia el interior con relleno de material.



Figura 11.13 Comportamiento actual de las playas de La Rábita y El Pozuelo de Albuñol (Foto: Digital Globe y Google Earth)



Figura 11.14: Dos estados de la playa de El Pozuelo de Albuñol en 2007 y 2015 (Foto: Digital Globe y Google Earth), donde se aprecia los rellenos de sedimento.



### 11.3 ZONAS SENSIBLES EN EL TRAMO 3

Las zonas que se han considerado sensibles en este Tramo 3 que forman los sectores 6, 7, 8, 9 y 10 son todas aquellas que afectan a la vulnerabilidad de personas y bienes. En el sector 6 se observa que existen determinados puntos de la playa de Sotillo en Castell de Ferro, tienen una anchura de playa estricta. En el sector 7, existe una urbanización en la playa de Castillo de Baños que se encuentra al borde mismo del mar, estando protegida del oleaje por un dique longitudinal de escollera. En el sector 8, la playa de Los Yesos tiene su frente protegido por un dique longitudinal. Finalmente, las playas de La Rábita y El Pozuelo se hallan situadas en sendos deltas y, por tanto, zonas bajas más vulnerables a la intrusión marina, especialmente en los frentes urbanos.

### 11.4 ACTUACIONES PROPUESTAS EN EL TRAMO 3

Vistas las propuestas de actuación que se han realizado en otros trabajos y los proyectos realizados para este tramo de costa, el comportamiento reciente que ha tenido y las zonas sensibles que se han detectado en él, a continuación se presentan las propuestas de actuación para este tramo, dejando para otro capítulo específico las prioridades de estas actuaciones.

El tramo 3 está dividido en cinco sectores. El primero de ellos, sector 6, que comprende las playas de Sotillo y Cambriles en Castell de Ferro. La playa de El Sotillo está compuesta por diques exentos salvo el tramo más occidental, donde se encuentra una zona con una anchura estricta, además, los diques exentos, semi sumergidos, se asientan en profundidades entre 2 y 3 m, salvo el más occidental que lo hace a la -5 m, por ello las celdas que producen, provocan zonas en el centro de poca anchura de playa. Todo ello lleva a pensar que debiera hacerse un recalcu de las defensas: bien emergiendo los diques exentos, alejándolos y recalculando su longitud, prolongando las defensas hasta el extremo occidental; bien sustituyendo los diques exentos por espigones. La playa de Cambriles se encuentra en un estado bueno por lo que no resulta necesario actual.

El segundo, sector 7, está compuesto por las playas de El Lance, Casarones y Castillo de Baños. La evolución de la costa no indica que existan problemas, salvo la zona extrema de la playa de Castillo de Baños donde existe una urbanización a pie de costa que tiene que ser protegida por un dique de escollera. Recientemente se ha realizado un proyecto de actuación (HIDTMA 2015) para ese tramo escollerado que comprende la construcción de un espigón curvo y el vertido de arena, Figura 11.2, el problema que tiene es que esta actuación se encuentra cercana a una zona de vegetación de alta densidad, posidonia, a una distancia aproximada de 90 m cuyo efecto sobre ella debiera estudiarse. Como alternativa puede reforzarse el dique longitudinal actualmente existente.

El tercero, sector 8, está compuesto por las playas de La Mamola y Los Yesos. La primera de las playas se encuentra en un estado bueno, sin necesidad de actuar. La segunda se encuentra protegida en su mayor parte por un dique longitudinal de escollera, solamente en los extremos existen unos pequeños tramos con playa; pero, tiene un condicionante importante que es la existencia de una pradera de posidonia que alcanza hasta cerca de la -2 m. La demanda hace que pueda pensarse en acondicionar algo mejor alguno de los pequeños tramos de playa existentes.

El cuarto, sector 9, compuesto por las playas de Las Cañas y Melicena no tienen problemas que haga necesario actuación alguna de momento.

El quinto y último, sector 10, está constituido por las playas de La Rábita y de El Pozuelo. Ambas playas se encuentran sometidas a una dinámica propia de los deltas; con basculamientos que hacen que los pequeños tramos donde se sitúa las zonas urbanizadas se encuentren sometidas a estos vaivenes que unido con la acción marina puede provocar

problemas. Para ello resultaría conveniente dar una cierta estabilidad a esos tramos evitando en lo posible las fluctuaciones que hacen que se produzcan problemas de pendiente de la playa. Todo ello llevaría a provocar un cierto aislamiento de las playas de la zona urbana mediante obras. El en caso de la playa de La Rábita es fácil ya que se encuentra en el extremo occidental del delta; pero, en el caso de la Playa del Pozuelo, situada en la concavidad entre los dos deltas, hace que la dinámica sedimentaria dependa de ambos y por tanto las obras que puedan realizarse debe ser compatibles con el movimiento de sedimentos a través de ella.

En consecuencia, las propuestas de actuación planteadas en este tramo son las siguientes:

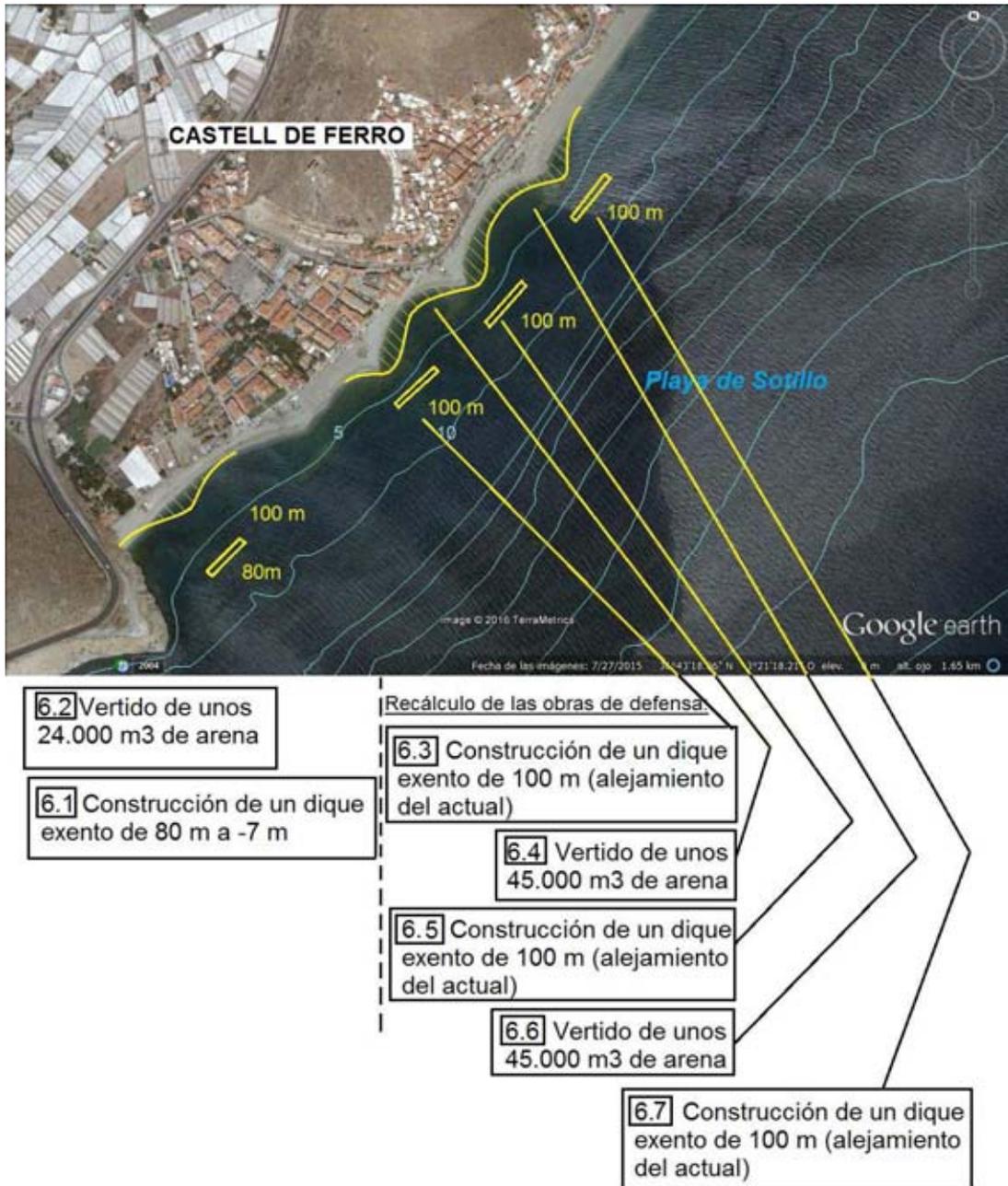


Figura 11.15: Propuestas de actuación en la playa de Sotillo en Castell de Ferro en Gualchos (Foto: Google Earth y Terra Metrics)

### Playa de Sotillo

- 6.1- Construcción de un dique exento en el extremo poniente de la playa, de unos 80 m de largo, asentado a una profundidad en torno a 6-7 m, a una distancia aproximada de 100 m respecto del actual dique exento semi sumergido más a poniente de la playa.
- 6.2- Vertido de unos 24.000 m<sup>3</sup> de arena frente al nuevo dique exento en el extremo de poniente de la playa.

Recálculo de todas las obras de defensa que consistiría básicamente en el traslado de todos los diques exentos actuales, salvo el más extremo de poniente que se asienta a la cota -5 m, alejándolos de la costa hasta una profundidad en torno a 6 m consolidación y elevación de cota. Esto es:

- 6.3- Construcción de un dique exento, alejando de la costa el actual segundo de poniente, de unos 100 m de largo, asentado a una profundidad en torno a 6 m.
- 6.4- Vertido de unos 45.000 m<sup>3</sup> de arena entre el anterior dique exento y el siguiente a levante.
- 6.5- Construcción de un dique exento, alejando de la costa el actual tercero de poniente, de unos 100 m de largo, asentado a una profundidad en torno a 6 m.
- 6.6- Vertido de unos 45.000 m<sup>3</sup> de arena entre el anterior dique exento y el siguiente a levante.
- 6.7- Construcción de un dique exento, alejando de la costa el actual cuarto de poniente, de unos 100 m de largo, asentado a una profundidad en torno a 6 m.

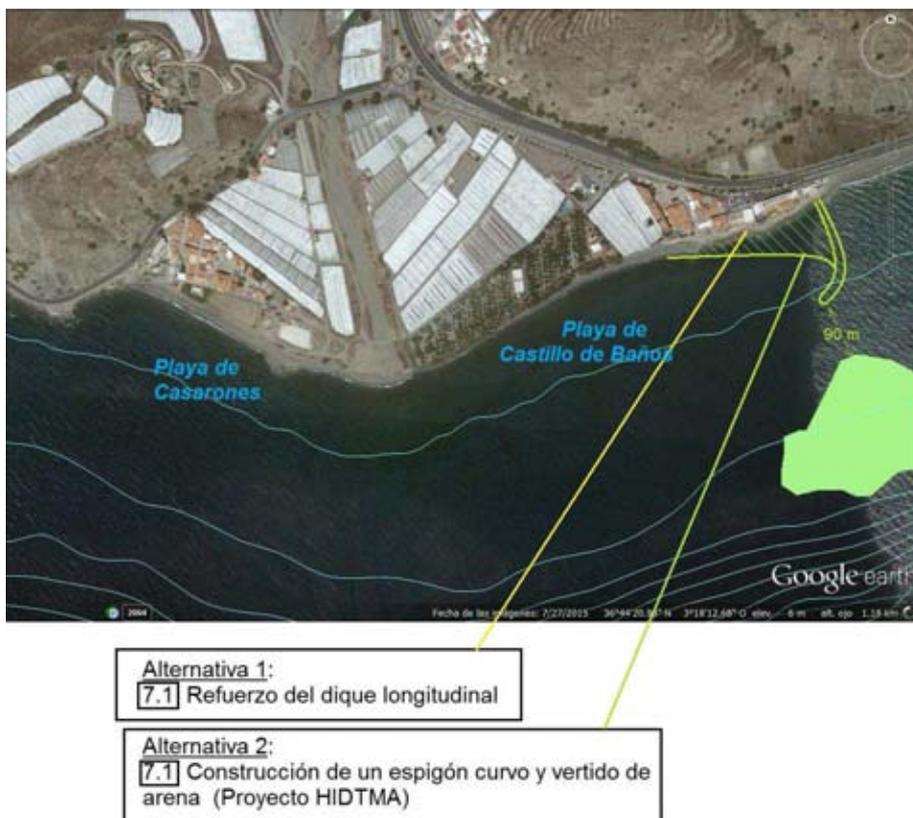


Figura 11.16: Propuestas de actuación en la playa de Castillo de Baños en Polopos (Foto: Google Earth)

### Playa de Castillo de Baños

#### **Alternativa 1**

7.1- Refuerzo del dique longitudinal de escollera.

#### **Alternativa 2**

7.1- Construcción de un espigón curvo con el morro asentado a la -6 m aproximadamente, en el extremo de levante de la playa y vertido de arena.

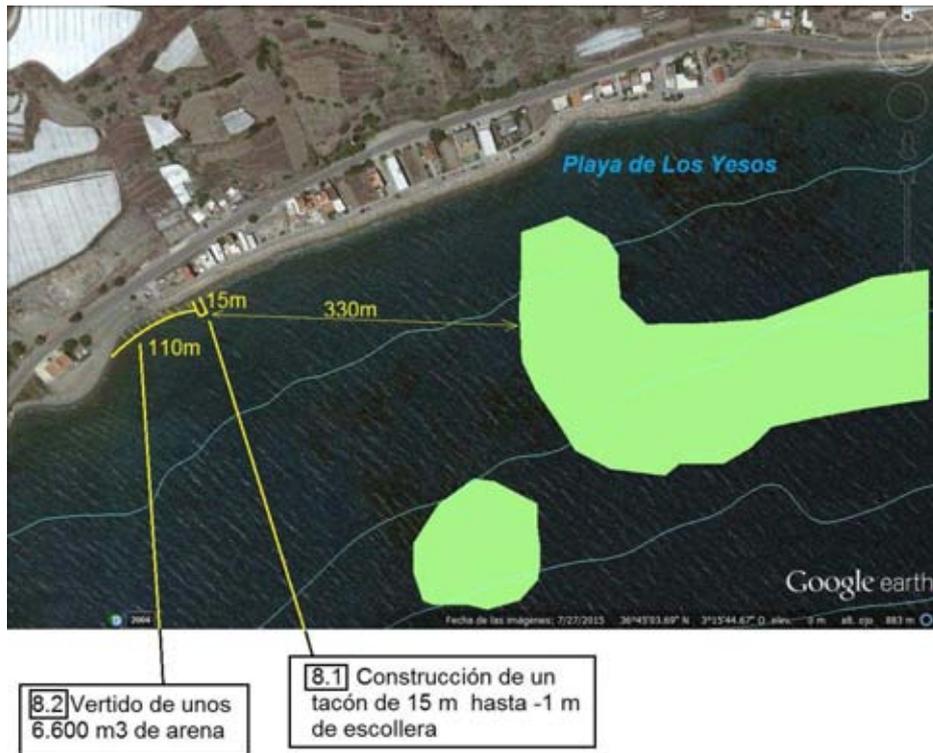


Figura 11.17: Propuestas de actuación en la playa de Los Yesos en Sorvilán (Foto: Google Earth)

### Playa de Los Yesos

8.1- Construcción de un tación de escollera de unos 15 m de longitud, asentado su morro a una profundidad de 1 m aproximadamente.

8.2- Vertido de unos 6.600 m<sup>3</sup> de arena a lo largo de 110 m aproximadamente a poniente del tación anterior.

### Playa de La Rábita

10.1- Construcción de un espigón de escollera, prolongación del actual, en el extremo de levante de la playa de unos 130 m de longitud, asentado su morro a una profundidad de 5 m aproximadamente.

10.2- Vertido de unos 14.500 m<sup>3</sup> de arena junto al espigón nuevo, como compensación por el posible efecto del espigón.



Figura 11.18: Propuestas de actuación en la playa de La Rábida en Albuñol (Foto: Google Earth)

### Playa de El Pozuelo

10.3- Construcción de dos espigones cortos de escollera en los extremos de la playa frente a la zona urbanizada, asentado su morro a una profundidad entre 1,5 y 2 m.



Figura 11.19: Propuestas de actuación en la playa de El Pozuelo en Albuñol (Foto: Google Earth)

### 11.5 RESUMEN DE PROPUESTAS DE ACTUACIÓN DEL TRAMO 3

La figura adjunta es un resumen de todas las propuestas de actuaciones planteadas en el apartado anterior; teniendo en cuenta que todas ellas tienen un orden de prioridad de realización, que se presenta en el apartado correspondiente del capítulo 12 de este trabajo.

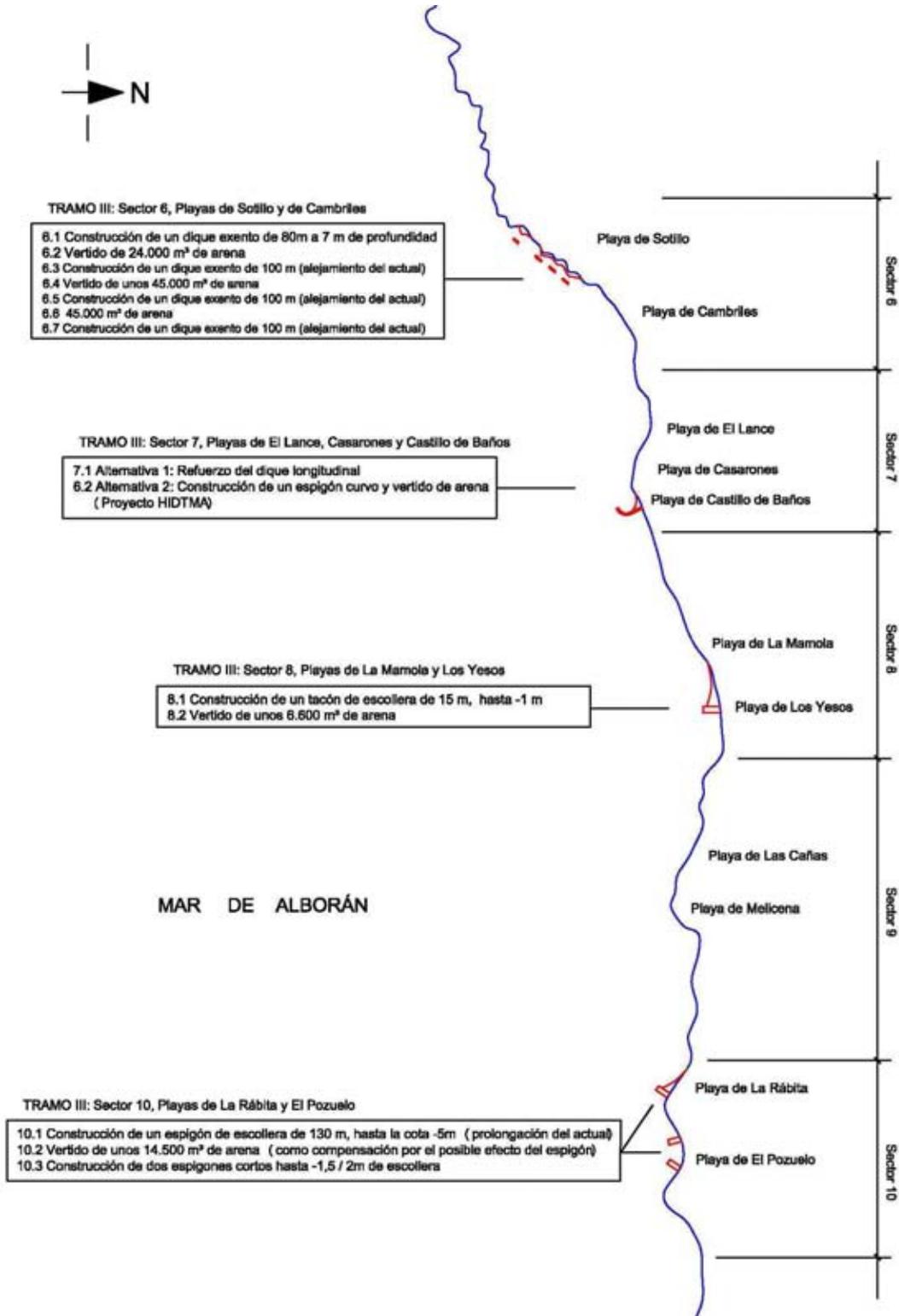


Figura 11.20: Resumen de las propuestas de actuación en el Tramo 3: Calahonda-El Pozuelo

## 11.6 NECESIDADES SEDIMENTARIAS EN EL TRAMO 2

En este tramo son especialmente importantes las descompensaciones sedimentarias del tramo que se concentran en el sector 4, ya que en el sector 5 solamente son movimientos de material dentro de él. Las necesidades y excedentes sedimentarios en este tramo se resumen a continuación, dando finalmente un balance del sedimento en metros cúbicos.

Sector 6	
Playa de Sotillo:	-114.000
Sector 7	
Playa de Castillo de Baños:	-100.000
Sector 8	
Playa de Los Yesos:	-6.600
Sector 10	
Playa de La Rábita:	<u>-14.500</u>
<b>Total:</b>	<b>-235.100 m<sup>3</sup></b>

## **12. PRIORIZACIÓN Y FASES DE ACTUACIÓN**

La descripción de las propuestas de actuación en los tres tramos en los que se ha dividido la costa de Granada es un conjunto de obras a lo largo de la costa; pero, como también se ha indicado, necesitan de una organización también en el tiempo, esto es; dar unas pautas de realización, o lo que es lo mismo una priorización a la hora de realizar la actuación. De ello se ocupa este capítulo que, como primer punto, aborda la metodología seguida para valorar la prioridad de cada una de las actuaciones propuestas. Seguidamente, se analizan las variables y que condicionan esas prioridades y cómo lo hacen. A continuación, se da una prioridad de actuación por sectores y, finalmente, se proponen unas fases generales de realización.

### **12.1 METODOLOGÍA PARA LA PRIORIZACIÓN DE ACTUACIONES**

La decisión de actuar en un lugar de la costa antes o después de otro lugar, o a la vez, suele depender de criterios reglados en los cuales intervienen tanto valores sociales, como medioambientales y económicos que pueden englobarse en las llamadas matrices de decisión en las que se valoran a la vez todas estas variables de forma conjunta. No es el propósito de este informe adentrarse en la construcción de este tipo de metodología reglada para la toma de decisiones; pero, sí utilizar la filosofía que estas metodologías ofrecen.

Las fases de decisión para priorizar las actuaciones propuestas en los apartados anteriores se pueden resumir en los siguientes puntos:

- ✓ Elección de las variables consideradas para la priorización de actuaciones
- ✓ Criterios para la aplicación de las variables y condicionantes de priorización
- ✓ Aplicación a los sectores en que se ha dividido la costa granadina
- ✓ Fases principales de actuación

### **12.2 VARIABLES DE PRIORIZACIÓN**

El estadio de las actuaciones que contemplan las propuestas presentadas en los tres capítulos anteriores debe considerarse como un punto final del proyecto de Estrategia de Actuación en la costa granadina; pero, como se ha indicado anteriormente, no implica necesariamente que tengan que realizarse a la vez, ni tan siquiera de manera concatenada y seguida. La realización de estas acciones dependerá de atender a las necesidades que en cada momento vayan surgiendo en el desarrollo costero del litoral de Granada. Pero, dentro de que todas estas actuaciones son demandadas, muchas de estas necesidades son prioritarias respecto de otras. Las variables que indican la necesidad o prioridad pudieran dividirse en cuatro tipos:

- Sociales
- Medioambientales
- Económicas
- Seguridad

#### **12.2.1 Variables sociales**

Las variables sociales se englobarían dentro de una de las funciones demandada a la playa: Lúdico o de esparcimiento. Las localidades con fachadas costeras tienen en la playa y su entorno uno de los lugares de esparcimiento más utilizados y su existencia suelen ser una demanda colectiva de mejora de su calidad de vida. Pero, ello requiere una cierta continuidad y estabilidad en el tiempo de ese entorno de esparcimiento, siendo admisible los vaivenes debido

a las inclemencias del clima marítimo, pero no su desaparición sistemática en poco tiempo tras la reparación de la playa. Ello obliga a acciones que intenten asegurar una cierta perdurabilidad en el tiempo; reduciendo, en lo posible, esa sensación de pérdida sistemática de la playa. Pero como todo entorno urbano, y la playa no es menos, requiere de un cuidado y gestión del bien, en este caso la arena o grava, obligada a realizar retroalimentaciones periódicas que uniformicen la anchura de playa en las celdas o zonas en que se ha dividido para un mejor mantenimiento y estabilidad de la playa, reduciendo la intensidad del transporte longitudinal de sedimentos a lo largo de la costa. Con ese mismo objetivo se han diseñado espigones en L que intentan utilizar la difracción como elemento de retención de arena en los lugares donde primeramente y más intensamente se trasladan hacia el sur.

### **12.2.2 Variables medioambientales**

Las variables medioambientales se englobaría parcialmente dentro de las funciones demandadas a las playas, como hábitat, ya que dentro de este aspecto medioambiental se ha incluido, intentar que los tramos de costa sean lo más naturales posibles. Dentro del aspecto medioambiental podría entenderse la protección de espacios con especial sensibilidad medioambiental como humedales, pradera de posidonias... La costa de Granada tiene en su frente algunos lugares que entran dentro de estas características, estando condicionada su actuación a preservarlos.

### **12.2.3 Variables económicas**

El interés económico de la costa es evidente en una doble visión. Por una parte, los intereses económicos que la costa defiende en su trasdós que se pueden ver afectados si aumenta la vulnerabilidad de la costa. Ello se hace patente debido a la baja cota respecto del mar de algunos terrenos que se sitúan en deltas. Por otra parte, el aspecto lúdico de la playa, una de las tres funciones dadas a las playas, se puede traducir en intereses económicos; tanto desde oferta urbana de esparcimiento, como mejora de la oferta turística. Muchos tramos de este litoral no tienen un gran desarrollo turístico por lo que esa actividad turística se reduce a núcleos concretos o pequeñas zonas.

### **12.2.4 Variables de seguridad**

Pero, finalmente, la playa tiene una función de defensa frente a la acción del mar. Esta defensa es tanto más importante e imprescindible cuanto más se va aumentando la vulnerabilidad de la costa, esto es; cuando se pueden producir daños a personas o bienes derivados de la actividad marina, como oleajes en temporales o mareas meteorológicas importantes. Parte de la costa en estudio tiene su trasdós o una cota baja, zonas deltaicas o asociadas a desembocaduras o con una franja costera reducida debido a la proximidad de las montañas al mar; con una gran longitud de costa acantilada. Todo ello hace que la seguridad ante la intrusión y acción marina sea un elemento muy importante a tener en cuenta.

## **12.3 CONDICIONANTES DE PRIORIZACIÓN DE LAS ACTUACIONES**

La costa de Granadas se encuentra muy fragmentada debido a la propia morfología costera y, por ello, los sectores en que se ha dividido la costa son en su mayoría independientes. Esta estructura costera hace que la ocupación del litoral se halle también muy fragmentada; no siendo continua, y por tanto en condicionante social y de seguridad se concentra en determinadas zonas del litoral.

Hasta alcanzar la costa de Salobreña, comenzando desde poniente, no existen lugares que presenten problemas de vulnerabilidad, ni de necesidades sociales o económicas que indique una necesidad importante de actuar. El desequilibrio que supuso la construcción del Puerto de

Motril, la desviación de la desembocadura del río Guadalfeo, su regulación y la disminución de escorrentía debido a la intensidad de cultivos ha hecho que desde hace tiempo, todo el frente de influencia del río Guadalfeo se halla sentido en desequilibrio; presentando problemas importantes, que día a día se van agravando poco a poco. Por ello parece que debiera actuarse a corto plazo.

Tras el Puerto de Motril, y después de su última ampliación, se tiene previsto actuar para compensar los efectos que ésta pueda producir en la playa de Las Azucenas. La playa de Torrenueva, a continuación, no presenta problemas graves inmediatos; si bien, se han apreciado desequilibrios que debieran estudiarse su mejora a medio o largo plazo. Las formaciones de Carchuna provocan que en las concavidades donde justamente se ubican los lugares de uso se aprecie los afloramientos rocosos con determinada frecuencia; su puesta en servicio solamente requeriría de un mantenimiento gestionando el sedimento del tramo que tiende acumularse en la punta de Calahonda.

La costa de Castell de Ferro tiene ciertos desequilibrios en la primera de las playas, Sotillo, por están toda ella protegida por diques exentos, salvo el primero de los tramos. La uniformidad de esas obras sería recomendable y también su recálculo ya que la mayoría de las obras están demasiado cerca de la orilla para llevarlas a profundidades entre 5 y 7 m que haga celdas más estables.

La playa de Los Yesos tiene un gran condicionante que es la presencia de pradera de posidonias, vegetación de alta densidad, muy cercana a ella. Lo mismo sucede con la playa de Castillo de Baños.

Finalmente, las playas de La Rábida y El Pozuelo se hallan en sendos deltas y, por tanto, en costas bajas de fácil inundación. Su frente más urbanizado requiere de un acondicionamiento que lo haga más estable.

A la hora de abordar los condicionantes que prioricen las actuaciones, debe tenerse en cuenta a análisis de las variables sociales, medioambientales, económicas y de seguridad, realizado en el apartado anterior.

Las prioridades de actuación se ordenan según los tres escalones siguientes:

- Prioridad alta
- Prioridad media
- Prioridad baja

La primera de ellas, prioridad alta, conlleva la necesidad actual y de realizar la actuación a corto plazo. Puede ser debido, al menos, a una de las siguientes causas:

- Núcleo urbano o turístico sin playa que la demande, al menos por tres de los tipos de variables antes mencionadas.
- Estado de deterioro grave de una de las variables.
- Falta de seguridad.

La segunda de ellas, prioridad media, conlleva la necesidad actual de mejora, pero no una urgencia inmediata o pronta. Puede ser debido principalmente a, al menos, una de las siguientes causas:

- Núcleo urbano o turístico sin playa que la demande, al menos por dos de los tipos de variables antes mencionadas.
- Estado de deterioro apreciable de una de las variables.

La tercera de ellas, prioridad baja, conlleva la necesidad actual de mejora, pero no una urgencia inmediata o pronta sino a largo plazo. Puede ser debido principalmente a, al menos, una de las siguientes causas:

- Núcleo urbano o turístico sin playa que la demande, al menos por uno de los tipos de variable antes mencionada.
- Estado apreciablemente mejorable de una de las variables.

## 12.4 PRIORIDADES DE LAS ACTUACIONES

Con las premisas expuestas en los dos apartados anteriores, a continuación se definen los grados de prioridad de cada una de las actuaciones planteadas para cada una de los tramos en que se ha dividido la costa de Granada.

### 12.4.1 Prioridades de actuación en el Tramo 1: La Herradura – Puerto de Motril

Este tramo 1 está compuesto por tres sectores independientes. De ellos solamente en los sectores 2 (playas de Almuñecar) y 3 (zona de poniente del delta del río Guadalfeo) se han propuesto actuaciones. El segundo de los sectores tiene dos diferentes vertientes de actuación: La primera de ellas contempla la reparación de los espigones y dique exento en la playa de Puerta del Mar y Caletilla, deteriorados con el tiempo. Dada la ubicación de estas obras, frente a un núcleo urbano y turístico importante, de alta utilización, la actuación 2.1, que propone la reparación de todas estas obras de defensa se deben considerar de Prioridad Alta. La segunda de las actuaciones, englobaría 2.2, 2.3 y 2.4 y se propone como ampliación de la oferta lúdica de la playa y mejora de defensa de la antigua playa de Fuente Piedras. Pero, esta actuación no entra dentro de las necesidades ni demandas inmediatas, por ello se considera estas tres actuaciones complementarias entre sí, como de Prioridad Baja.

La siguiente zona o sector del Tramo 1 es la que comprende el frente del delta del río Guadalfeo hasta el Puerto de Motril. La problemática de todas las playas es la misma, por lo que no puede contemplarse una actuación sin realizarse las otras. El fin último de esta propuesta es estabilizar esta tramo de costa; reduciendo, por una parte, la dinámica sedimentaria, y por otra minimizar las pérdidas de sedimento del sector. A todo ello se une el tratamiento de la desembocadura del río. El estado actual de desequilibrio, que pretende rectificarse, provoca inundaciones e incrementos de erosión con una cierta frecuencia, por ello parece recomendable considerar las actuaciones 3.1 a 3.8 como de Prioridad Alta.

Por tanto, más concretamente, las actuaciones en este tramo y sus prioridades, son las siguientes, por playa:

#### Playas de La Caletilla y Puerta del Mar de Almuñecar

- 2.1- Reparación de las obras de defensa actuales, consistente en dos espigones y un dique exento. **[PRIORIDAD ALTA]**
- 2.2- Construcción de un espolón en el extremo del espigón este de la playa de Puerta del Mar hacia el este de unos 50 m. **[PRIORIDAD BAJA]**
- 2.3- Vertido de unos 98.000 m<sup>3</sup> de arena entre el espigón actual al oeste y el propuesto a 270 m al este para la creación de una playa de unos 60 m de anchura. **[PRIORIDAD BAJA]**
- 2.4- Construcción de un espigón a 270 m al este del actual de la playa de Puerta del Mar, de unos 180 m. **[PRIORIDAD BAJA]**

Playas de La Charca, Salobreña o Cagailla, Granada y Pelaillo

- 3.1- Vertido de unos 135.000 m<sup>3</sup> de arena en el extremo este de la playa de La Charca hasta el dique de encauzamiento de la desembocadura del río Guadalfeo. **[PRIORIDAD ALTA]**
- 3.2- Prolongación del dique de encauzamiento norte de la desembocadura del río Guadalfeo en unos 70 m, hasta una profundidad en torno a 5 o 6 m, y rectificación del actual dique para hacerlo todo en talud de escollera. **[PRIORIDAD ALTA]**
- 3.3- Rectificación del dique de encauzamiento sur de la desembocadura del río Guadalfeo para hacerlo en talud de escollera. **[PRIORIDAD ALTA]**
- 3.4- Construcción de un dique exento al este del dique de encauzamiento sur de la desembocadura del río Guadalfeo de unos 150 m a una profundidad aproximada de 5 a 6 m, en el extremo occidental de la playa de Salobreña. **[PRIORIDAD ALTA]**
- 3.5- Vertido de unos 690.000 m<sup>3</sup> de arena a lo largo de las playas de Salobreña y Granada; entre el dique de encauzamiento sur de la desembocadura del río Guadalfeo y la punta del Río, en 2.300 m aproximadamente, para mantener una playa de una anchura aproximada de 60 m. **[PRIORIDAD ALTA]**
- 3.6- Construcción de un dique exento de unos 150 m, a una profundidad aproximada de 5 a 6 m, al oeste de la punta del Río en el extremo oriental de la playa de Granada. **[PRIORIDAD ALTA]**
- 3.7- Extracción de unos 790.000 m<sup>3</sup> de arena de la playa del Pelaillo, dejando en toda ella una anchura superior a 60 m. **[PRIORIDAD ALTA]**
- 3.8- Construcción de un espigón de escollera de unos 150 m, hasta una profundidad entre 7 y 8 m, en el extremo oriental de la playa del Pelaillo, junto al arranque del dique del puerto de Motril. **[PRIORIDAD ALTA]**

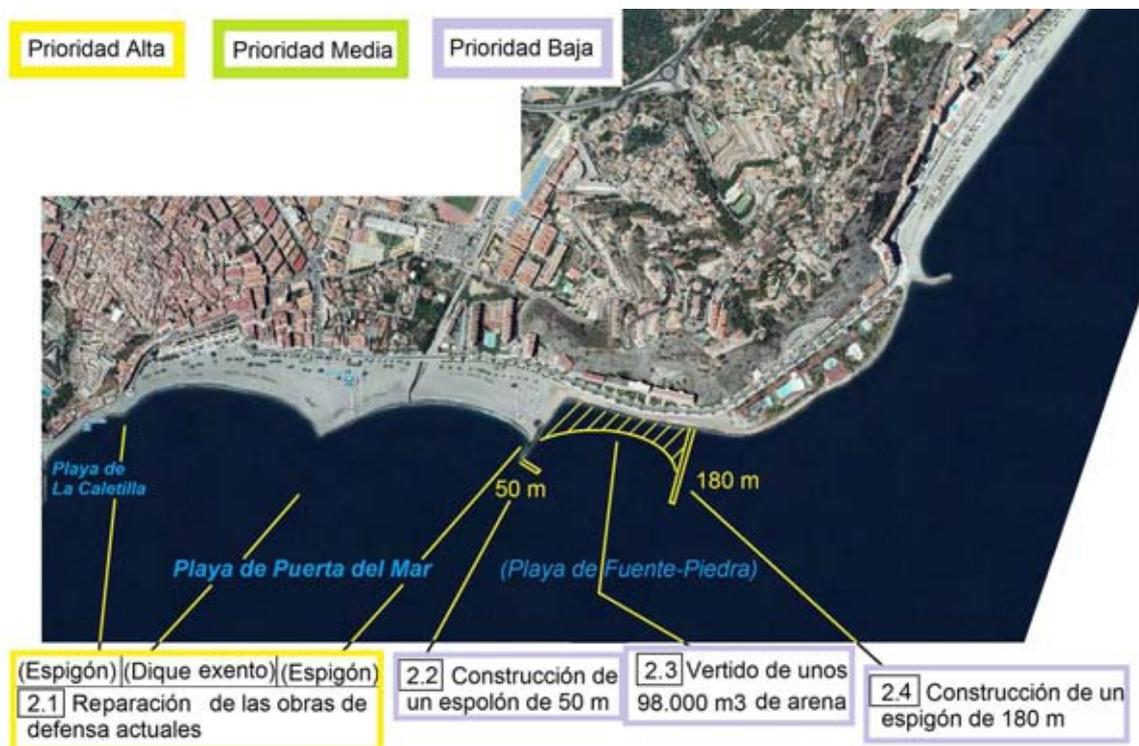


Figura 12.1: Prioridades de actuación en el sector 2 (Almuñecar) (Foto: MAGRAMA)



Figura 12.2: Prioridades de actuación en el sector 3 (Salobreña-Motril) (Foto: MAGRAMA)

### 12.4.2 Prioridades de actuación en el Tramo 2: Puerto de Motril - Calahonda

Este tramo 2 está compuesto por dos sectores independientes. El primero de ellos discurre desde el Puerto de Motril hasta el Cabo Sacratif; en él se plantean dos zonas de actuación. La primera de ellas es junto al puerto y responde a una compensación por los posibles efectos de la ampliación del dique del Puerto de Motril que viene incluida en el proyecto y que supone el 26% de la inversión total del proyecto, por ello se deben considerar las propuestas de actuación 4.1 y 4.2 de Prioridad Alta. La segunda zona es la sur de este sector que comprende toda la plata de Torrenueva. Su estado actual no es malo; pero, las descompensaciones en la celda y su proximidad a un cañón submarino hacen que se tenga que recalculer estas obras para mejorar su comportamiento, no pareciendo que sea de una inmediata necesidad por lo que se considera las propuestas de actuación 4.3 a 4.9 como de Prioridad Media.

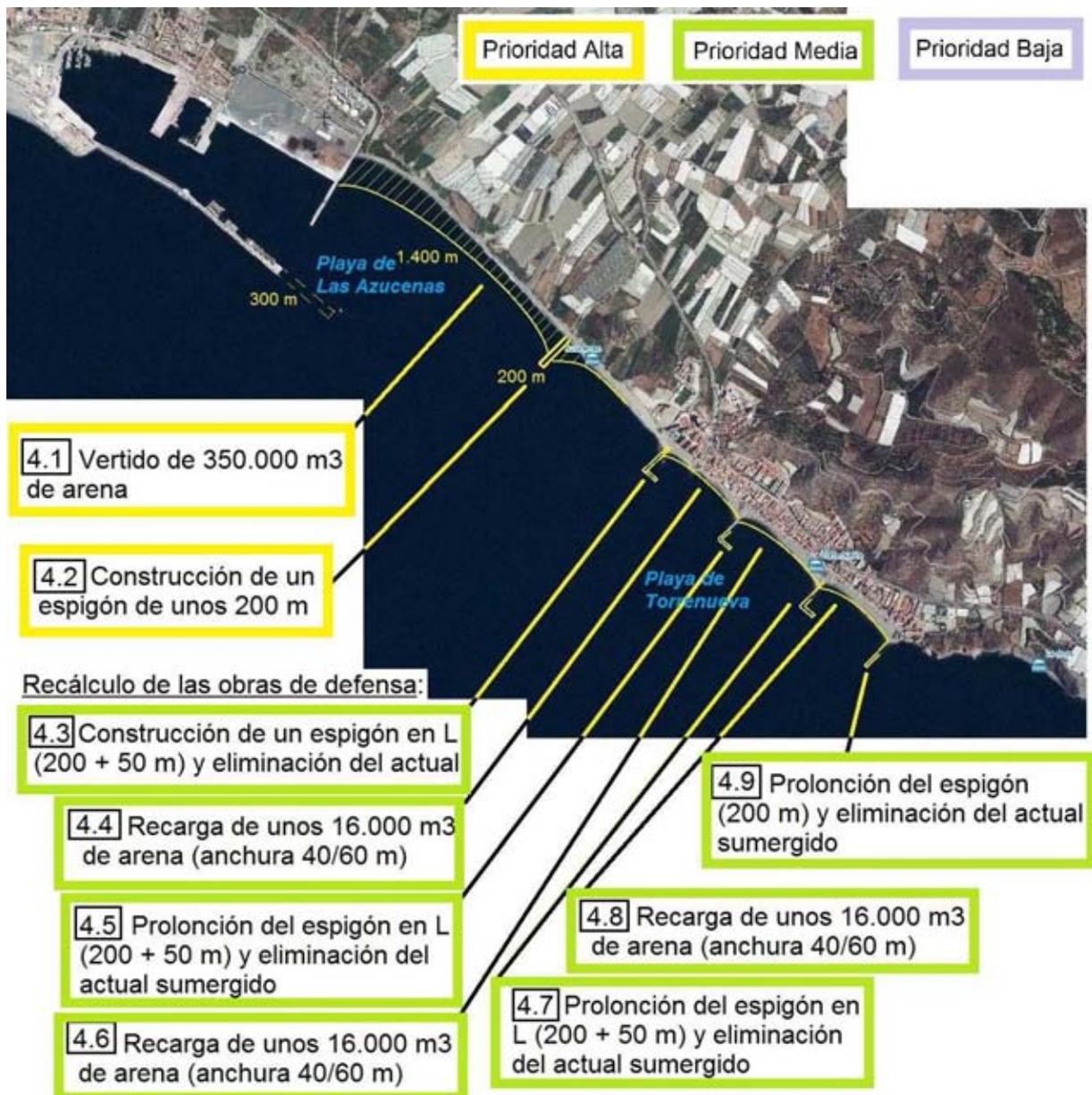


Figura 12.3: Prioridades de actuación en el sector 4 (Motril) (Foto: MAGRAMA)

En el siguiente de los sectores, sector 5, no se contempla actuación de obra alguna; pero, sí se especifica que debe realizarse periódicamente una gestión del sedimento consistente en el retrotrasvase de material desde la punta de Calahonda a las concavidades del frente de Carchuna cuando éstas se queden sin sedimento en las zonas someras de la playa.

Por tanto, más concretamente, las actuaciones en este tramo y sus prioridades, son las siguientes, por playa:

#### Playa de Las Azucenas

- 4.1- Vertido de 350.000 m<sup>3</sup> de arena en una longitud aproximada de 1.400 m entre el contradique del Puerto de Motril y el nuevo espigón previsto de la playa de Las Azucenas, y una pequeña cantidad tras el citado espigón. **[PRIORIDAD ALTA]**
- 4.2- Construcción de un espigón de unos 200 m de longitud a unos 1.400 m a este del contradique del Puerto de Motril. **[PRIORIDAD ALTA]**

#### Playa de Torrenueva

Recálculo de todas las obras de defensa que consistirían en:

- 4.3- Construcción de un espigón en L de unos 200 + 50 m de longitud eliminado el actual inclinado respecto de la vertical a la orilla. **[PRIORIDAD MEDIA]**
- 4.4- Recarga de unos 16.000 m<sup>3</sup> de arena en la celda formada por el nuevo espigón al oeste y el siguiente, situado a una distancia aproximada de 500 m. **[PRIORIDAD MEDIA]**
- 4.5- Prolongación del espigón actual hasta dejarlo en un espigón en L de unos 200 + 50 m y eliminación del tramo actual sumergido. **[PRIORIDAD MEDIA]**
- 4.6- Recarga de unos 16.000 m<sup>3</sup> de arena en la celda formada por el nuevo espigón al oeste y el siguiente, situado a una distancia aproximada de 515 m, con el fin de dejar una anchura de playa entre 40 y 60 m. **[PRIORIDAD MEDIA]**
- 4.7- Prolongación del espigón actual hasta dejarlo en un espigón en L de unos 200 + 50 m y eliminación del tramo actual sumergido. **[PRIORIDAD MEDIA]**
- 4.8- Recarga de unos 16.000 m<sup>3</sup> de arena en la celda formada por el nuevo espigón al oeste y el siguiente, situado a una distancia aproximada de 435 m, con el fin de dejar una anchura de playa entre 40 y 60 m. **[PRIORIDAD MEDIA]**
- 4.9- Prolongación del espigón actual hasta dejarlo en un espigón en L de unos 200 y eliminación del tramo actual sumergido. **[PRIORIDAD MEDIA]**

### **12.4.3 Prioridades de actuación en el Tramo 3: Calahonda - El Pozuelo**

Este es el tramo más largo, con cinco sectores muy dispersos. En todos ellos, salvo el sector 9 se contemplan propuestas de actuación. En dos de los sectores, 7 y 8, estas actuaciones se encuentran condicionadas por la presencia de zonas cercanas con vegetación de alta densidad. La presencia de posidonia hace que cualquier actuación deba supeditarse a la preservación de esta zona de vegetación; por ello se ha optado por dar, en uno de los casos dos alternativas de actuación y en el otro una actuación compatible con ese condicionante.

En el primero de los sectores de este tramo, el 6, se propone la mejora de la playa de Sotillo en Castell de Ferro (Lujar). Pero, la mejora debe contemplarse como dos tipos de actuación diferentes: La primera corresponde al extremo de poniente de la playa, donde en la actualidad

no existe defensa, propuesta de actuaciones 6.1 y 6.2, que se tenían ya en previsión realizar, evitando la actual exposición de la playa, por ello se deben considerar de Prioridad Alta. El resto de las actuaciones propuestas, 6.3 a 6.7, corresponde a un recálculo de las obras existentes para mejorar su eficacia, no teniendo una urgencia o falta de defensa inmediata, por ello se deben considerar de Prioridad Baja.



Figura 12.4: Prioridades de actuación en el sector 6 (Castell de Ferro-Lujar) (Foto: MAGRAMA)

En el sector 7, compuesto especialmente por el delta del barranco de Casarones, se tiene previsto actuar en su extremo de levante, para paliar los problemas de seguridad frente al oleaje de la urbanización instalada en el borde del mar. Por ello se considera que esta actuación es de Prioridad Alta, recordando los condicionantes medioambientales indicados anteriormente que han obligado a presentar dos alternativas de actuación.



Figura 12.5: Prioridades de actuación en el sector 7 (Rubite-Polopos) (Foto: MAGRAMA)

En el siguiente sector, el 8, se plantea una única actuación cuya solución viene condicionada por la defensa medioambiental de los fondos próximos. Esta actuación, en el extremo de poniente de la playa de Los Yesos, se tenía prevista realizar aunque se ha completado con la propuesta de la realización de un tacón para avanzar la playa. Por ello se considera que esta actuación es de Prioridad Alta.

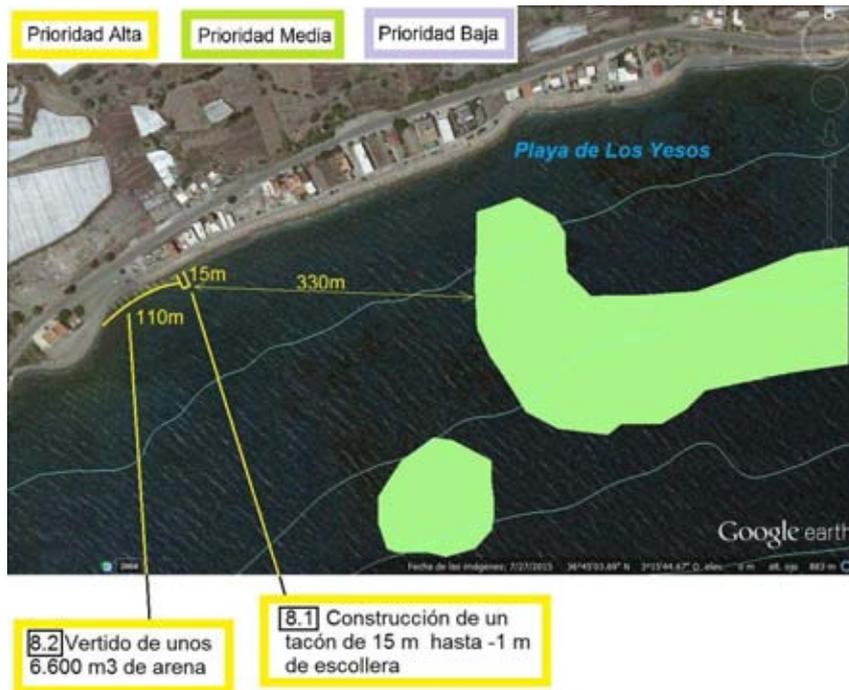


Figura 12.6: Prioridades de actuación en el sector 8 (Sorvilán) (Foto: MAGRAMA)

En el último de los sectores se han planteado dos grupos de actuaciones, concernientes a la playa de La Rabita y a la playa de El Pozuelo. En el primero de los casos, playa de La Rábita, la propuesta de actuación recoge la previsión de actuación de la Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar, como continuación de las actuaciones que se han venido realizando en el extremo de levante de la playa y de la zona urbana, delimitando y estabilizando este punto. Por ello se considera que esta actuación es de Prioridad Alta.



Figura 12.7: Prioridades de actuación en el sector 10 (La Rábita-Albuñol) (Foto: MAGRAMA)

La playa de El Pozuelo se encuentra en condiciones aceptables, tras las últimas actuaciones de la Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar; con el retranqueo del muro y relleno de material. No obstante, para fijar mejor la playa en zona urbana se puede pensar en espigones de defensa; pero, estos deben ser cortos para no interrumpir la dinámica litoral, aunque sí fijando la playa. Por ello se considera que esta actuación es de Prioridad Media.



Figura 12.8: Prioridades de actuación en el sector 10 (El Pozuelo-Albuñol) (Foto: MAGRAMA)

Por tanto, más concretamente, las actuaciones en este tramo y sus prioridades, son las siguientes, por playa:

### Playa de Sotillo

- 6.1- Construcción de un dique exento en el extremo poniente de la playa, de unos 80 m de largo, asentado a una profundidad en torno a 6-7 m, a una distancia aproximada de 100 m respecto del actual dique exento semi sumergido más a poniente de la playa. **[PRIORIDAD ALTA]**
- 6.2- Vertido de unos 24.000 m<sup>3</sup> de arena frente al nuevo dique exento en el extremo de poniente de la playa. **[PRIORIDAD ALTA]**

Recálculo de todas las obras de defensa que consistiría básicamente en el traslado de todos los dique exentos actuales, salvo el más extremo de poniente que se asienta a la cota -5 m, alejándolos de la costa hasta una profundidad en torno a 6 m consolidación y elevación de cota. Esto es:

- 6.3- Construcción de un dique exento, alejando de la costa el actual segundo de poniente, de unos 100 m de largo, asentado a una profundidad en torno a 6 m. **[PRIORIDAD BAJA]**

- 6.4- Vertido de unos 45.000 m<sup>3</sup> de arena entre el anterior dique exento y el siguiente a levante. **[PRIORIDAD BAJA]**
- 6.5- Construcción de un dique exento, alejando de la costa el actual tercero de poniente, de unos 100 m de largo, asentado a una profundidad en torno a 6 m. **[PRIORIDAD BAJA]**
- 6.6- Vertido de unos 45.000 m<sup>3</sup> de arena entre el anterior dique exento y el siguiente a levante. **[PRIORIDAD BAJA]**
- 6.7- Construcción de un dique exento, alejando de la costa el actual cuarto de poniente, de unos 100 m de largo, asentado a una profundidad en torno a 6 m. **[PRIORIDAD BAJA]**

#### Playa de Castillo de Baños

##### **Alternativa 1**

- 7.1- Refuerzo del dique longitudinal de escollera. **[PRIORIDAD ALTA]**

##### **Alternativa 2**

- 7.1- Construcción de un espigón curvo con el morro asentado a la -6 m aproximadamente, en el extremo de levante de la playa y vertido de arena. **[PRIORIDAD ALTA]**

#### Playa de Los Yesos

- 8.1- Construcción de un tacón de escollera de unos 15 m de longitud, asentado su morro a una profundidad de 1 m aproximadamente. **[PRIORIDAD ALTA]**
- 8.2- Vertido de unos 6.600 m<sup>3</sup> de arena a lo largo de 110 m aproximadamente a poniente del tacón anterior. **[PRIORIDAD ALTA]**

#### Playa de La Rábita

- 10.1- Construcción de un espigón de escollera, prolongación del actual, en el extremo de levante de la playa de unos 130 m de longitud, asentado su morro a una profundidad de 5 m aproximadamente. **[PRIORIDAD ALTA]**
- 10.2- Vertido de unos 14.500 m<sup>3</sup> de arena junto al espigón nuevo, como compensación por el posible efecto del espigón. **[PRIORIDAD ALTA]**

#### Playa de El Pozuelo

- 10.3- Construcción de dos espigones cortos de escollera en los extremos de la playa frente a la zona urbanizada, asentado su morro a una profundidad entre 1,5 y 2 m. **[PRIORIDAD MEDIA]**

## 12.5 RESUMEN DE LAS ACTUACIONES PROPUESTAS

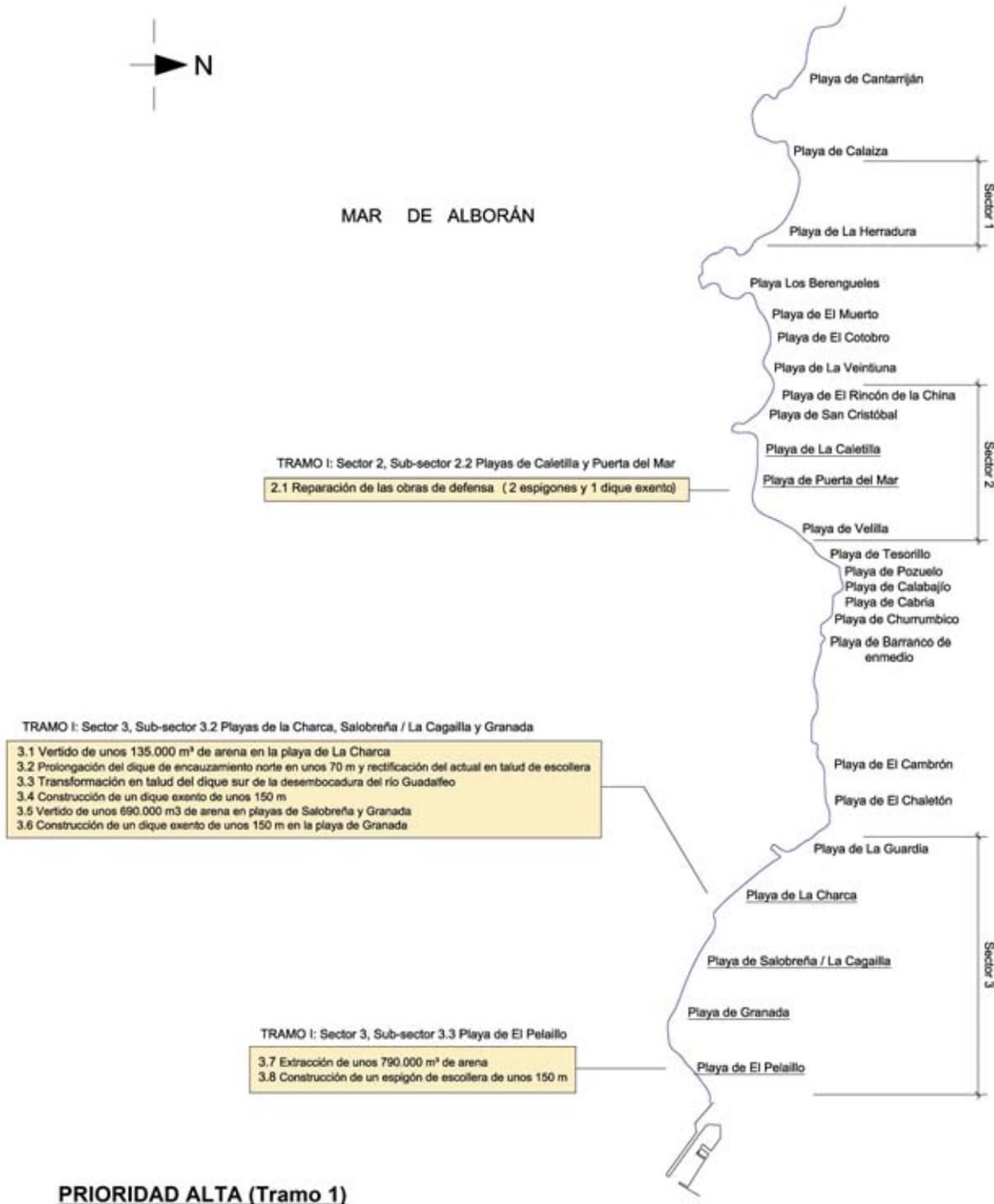


Figura 12.9: Resumen de propuesta de actuaciones de prioridad alta en el Tramo 1: La Herradura – Puerto de Motril

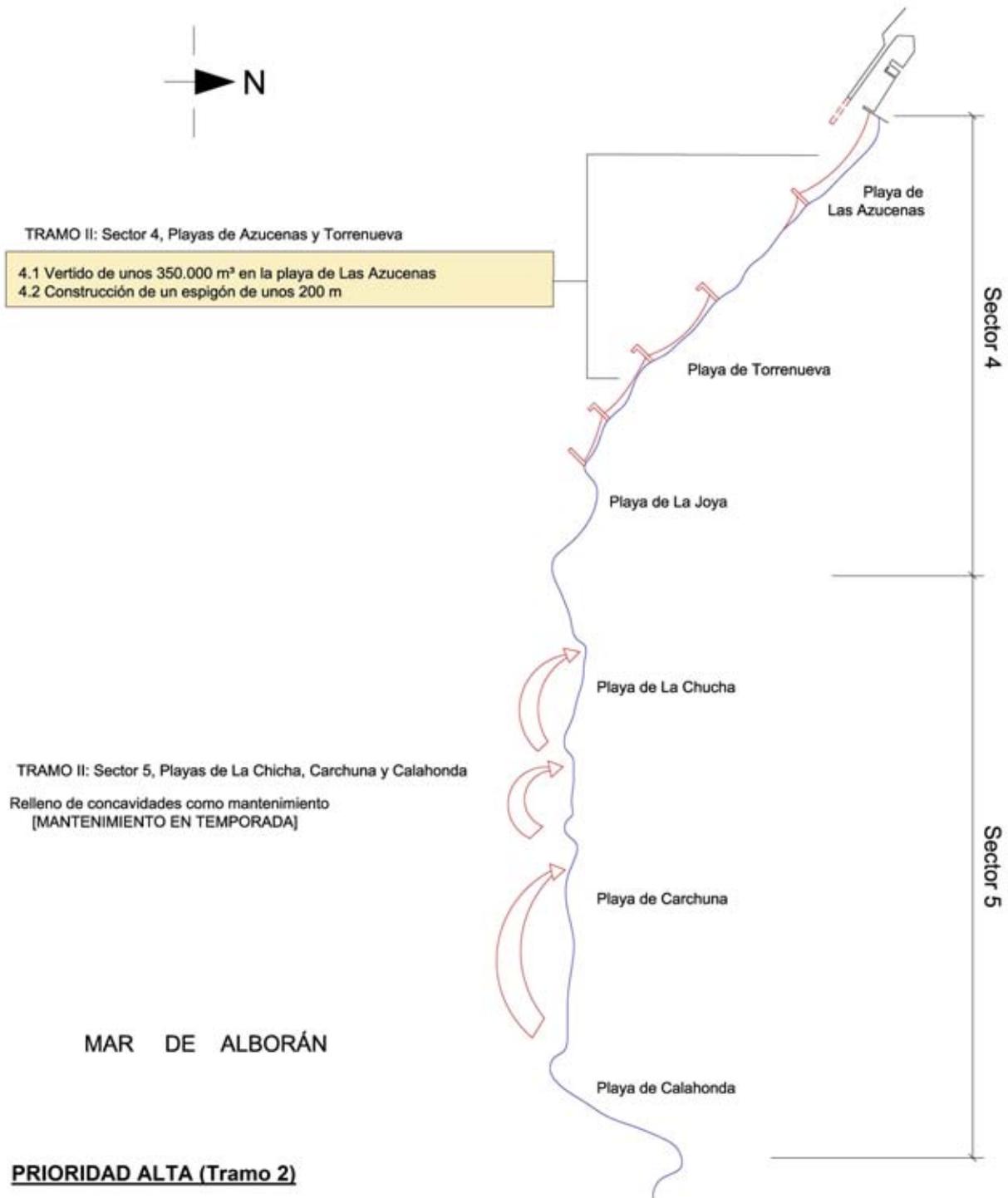


Figura 12.10: Resumen de propuesta de actuaciones de prioridad alta en el Tramo 2: Puerto de Motril - Calahonda

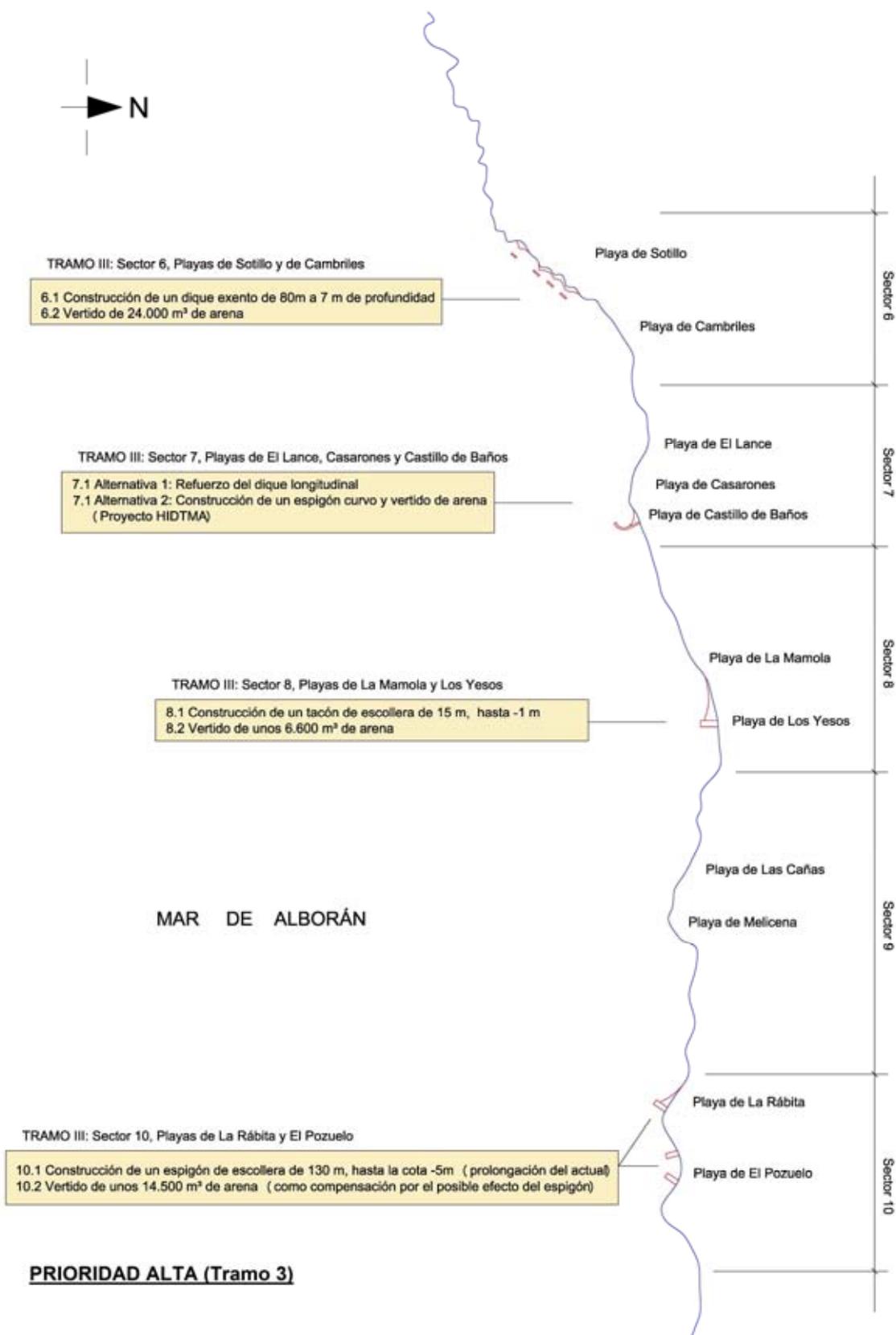


Figura 12.11: Resumen de propuesta de actuaciones de prioridad alta en el Tramo 3: Calahonda –El Pozuelo

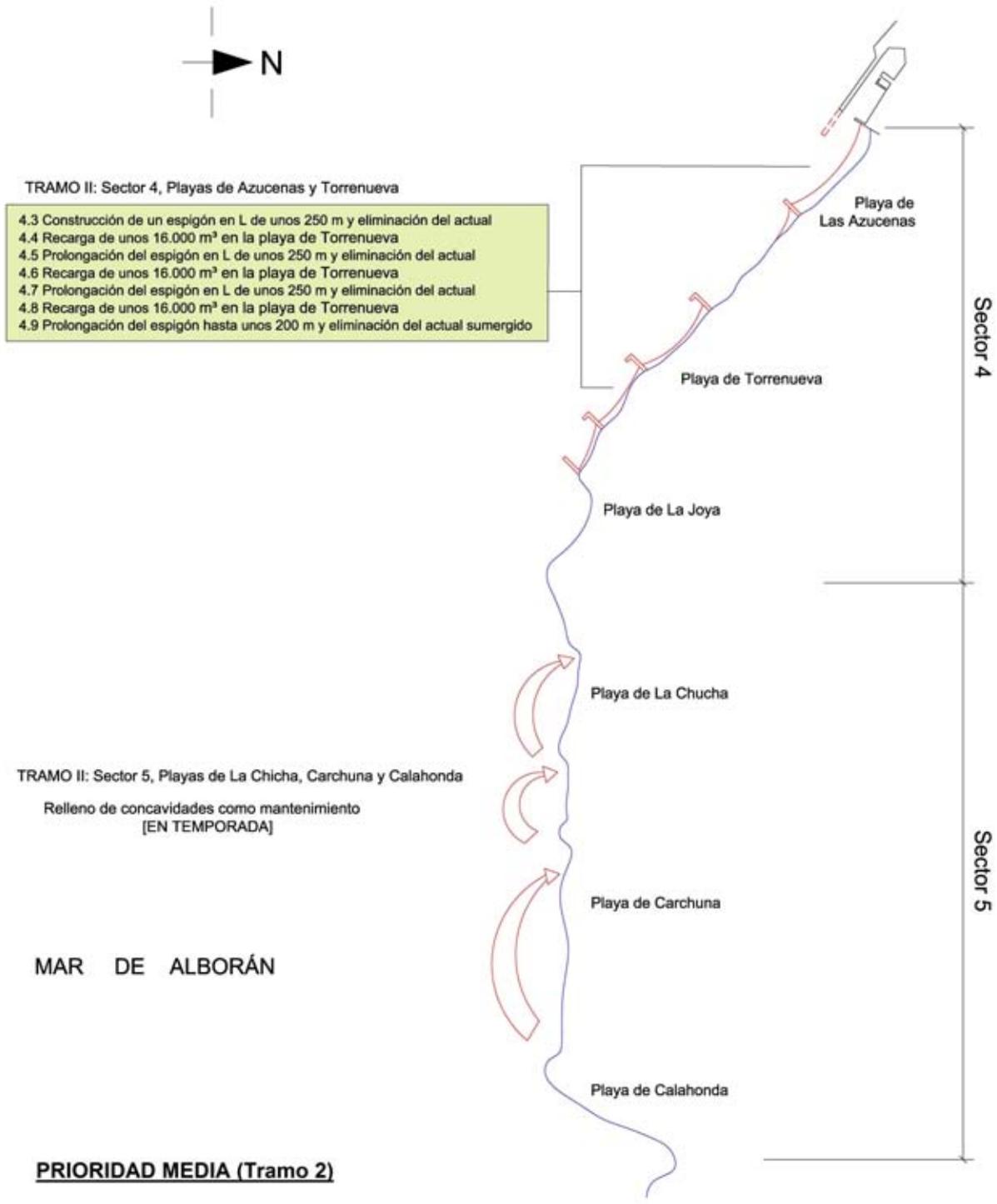


Figura 12.12: Resumen de propuesta de actuaciones de prioridad media en el Tramo 2: Puerto de Motril - Calahonda

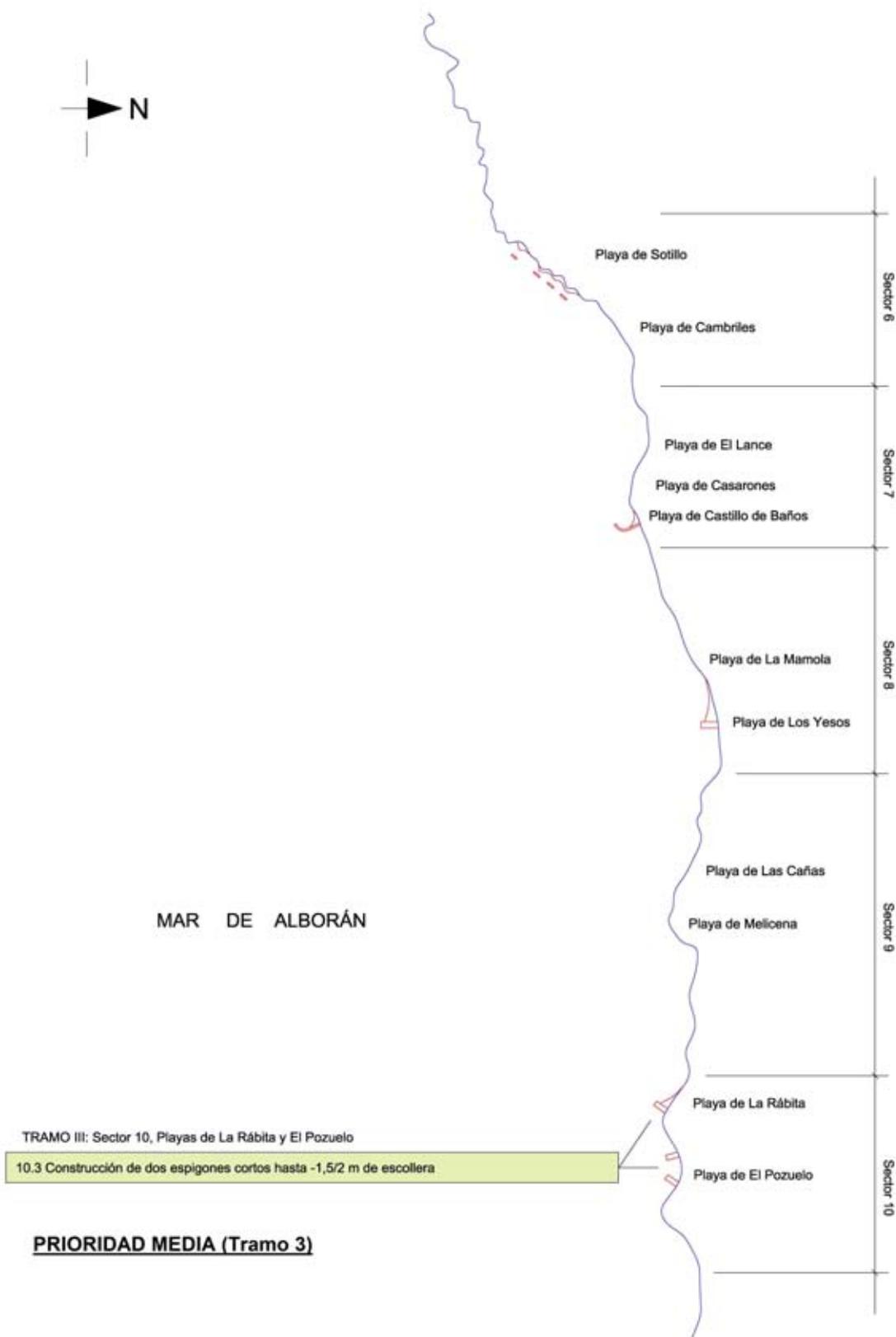


Figura 12.13: Resumen de propuesta de actuaciones de prioridad media en el Tramo 3: Calahonda –El Pozuelo

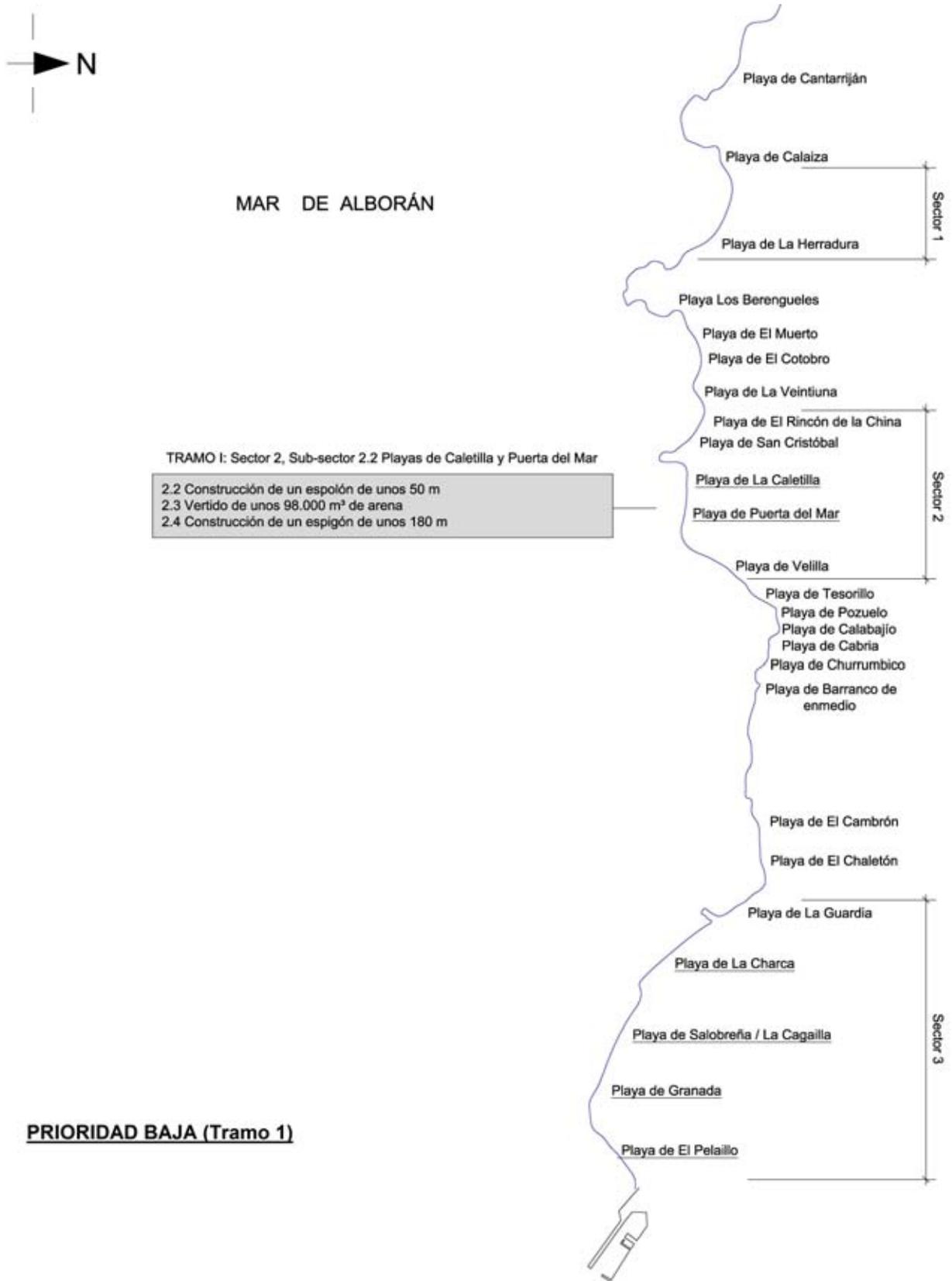


Figura 12.14: Resumen de propuesta de actuaciones de prioridad baja en el Tramo 1: La Herradura – Puerto de Motril

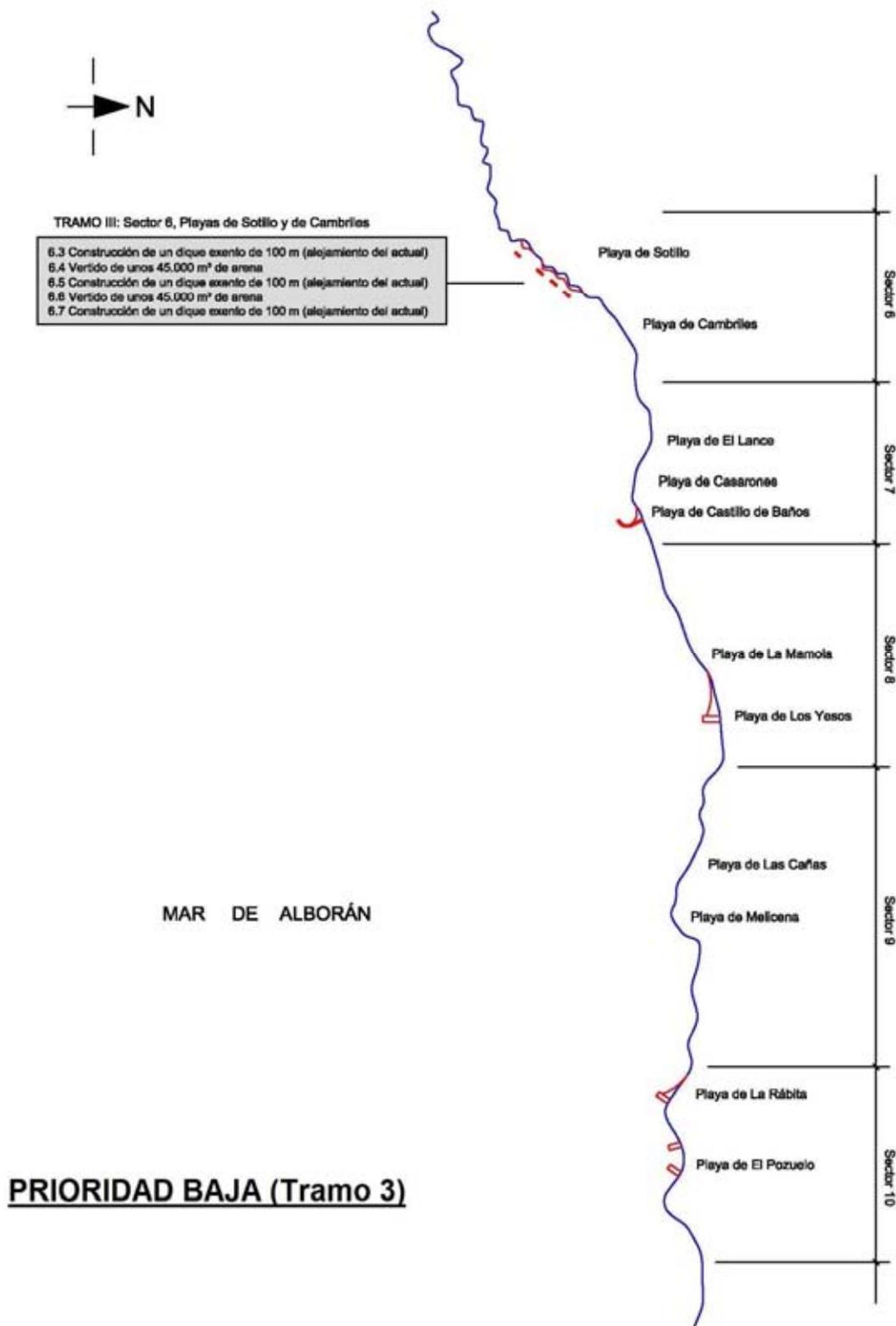


Figura 12.15: Resumen de propuesta de actuaciones de prioridad baja en el Tramo 3: Calahonda –El Pozuelo

## 12.6 CONSIDERACIONES PARA REALIZAR LAS FASES DE ACTUACIÓN

La cantidad de obras planteadas es suficientemente grande como para poder plantearse en una serie de fases de actuación. Estas fases dependen de muy diversas variables, algunas de ellas exceden del propio objetivo del trabajo. Pero, otras de ellas son intrínsecas a las propias propuestas, prioridades, y otras dependen de la dinámica litoral imperante y de la división considerada de la costa.

Antes de entrar a considerar las variables propias de este trabajo que condicionan las fases de realización, es conveniente dar unas pinceladas al primero de los grupos. La ordenación de una franja litoral involucra a muchos entes que deben asumir su implicación como el puerto que asentado en la costa que la fragmenta transversalmente. También, el urbanismo que ha condicionado el desarrollo de un tipo de costa y las rieras y barrancos que desembocan en la costa cuyas pequeños deltas han servido de asentamiento, pero que no dejan de ser estructuras de depósito extremadamente frágiles. Y finalmente, las diversas fuentes de sedimento con que se cuenta para la gestión de la costa y la realización de las actuaciones propuestas.

Una vez expuestas las consideraciones sobre las variables que condicionan las fases de realización de una estrategia como la propuesta en este estudio. Se van a considerar de manera prioritaria:

1. La dinámica litoral y consecuencias de la actuación
2. La necesidad lúdica y de defensa de la playa
3. La demanda social
4. El grado de prioridad dado a la actuación

Empezando por la cuarta de las variables consideradas, habría que dividir la realización de las actuaciones en tres etapas principales que contendrían sucesivamente en el tiempo: Prioridad alta, media y baja.

Pero, si bien, las etapas 2 y 3, prioridad media y baja, no necesitan especialmente de fases de actuación; solamente las condicionadas por el tiempo y presupuesto cuando en el tiempo se decidan hacer.

La etapa 1, Prioridad Alta, contiene muchas actuaciones por ello se puede subdividir en Fases. Se ha considerado dos fases de actuación de prioridad alta que pueda ser compatible sus presupuestos con la demanda requerida en la costa.

Estas fases son solamente una propuesta de escalonamiento de la realización de las actuaciones que se ha realizado, además de los puntos anteriores, atendiendo a: 1º) Actuaciones previstas o en fase muy avanzada de propuesta, 2º) Interés concreto social, encauzado mediante las jefaturas de costas, 3º) Actuaciones en propuestas anteriores y zonas urbanas, y 4º) Resto.

Por tanto, las actuaciones de prioridad alta ha han dividido en dos fases, siendo estas y sus actuaciones las siguientes:

### FASE 1

- Tramo 1: Comprende las actuaciones siguientes: 3.1, 3.2, 3.3, 3.4, 3.5, 3.6, 3.7 y 3.8
- Tramo 2: Comprende las actuaciones siguientes: 4.1 y 4.2

- Tramo 3: Comprende las actuaciones siguientes: 10.1 y 10.2

## FASE 2

- Tramo 1: Comprende las actuaciones siguientes: 2.1
- Tramo 3: Comprende las actuaciones siguientes: 6.1, 6.2, 7.1, 8.1 y 8.2

Estas fases y sus correspondientes actuaciones podrían alterarse en función de las necesidades de cada momento.

### **13. CONCLUSIONES**

Este apartado supone la síntesis del informe, en él se presentan una serie de propuestas de actuación, separadas por tramos, sectores y playas en que se divide la costa granadina. Antes de plantear las posibles actuaciones a tener en cuenta en este tramo de costa, se actualizan todos los datos disponibles sobre la costa y, a continuación, se analiza el impacto que sobre la costa tiene la elevación del nivel del mar por cambio climático, usando para ello los últimos datos presentados en el Quinto Informe de Evaluación del IPCC presentado en mes de marzo del presente año. Finalmente, se dividen todas las actuaciones según su prioridad de actuación.

Los valores y posiciones de las obras que se presentan a continuación en todas las alternativas son de carácter orientativo; debiendo realizarse estudios y proyectos que las ajusten y definan con mayor concreción.

#### **13.1 ALTERNATIVAS DE ACTUACIÓN**

Las propuestas de actuación se han estudiado teniendo en cuenta las propuestas que se plantearon en trabajos e informes anteriores. Éstas se han separado primero espacialmente en tres tramos de costa y, a su vez, éstos se han subdividido en sectores, en total 10 a lo largo de la costa. Y segundo, temporalmente por el grado de prioridad, considerando tres grados: Alta, media y baja.

La división considerada de la costa es la siguiente (capítulo 7):

##### **TRAMO 1: La Herradura – Puerto de Motril**

Sector 1: Playa de La Herradura

Sector 2: Playas de Almuñecar

2.1: Playa de San Cristóbal

2.2: Playas de La Caletilla y Puerta del Mar

2.3: Playa de Velilla

Sector 3:

3.1: Playa de La Guardia

3.2: Playas de La Charca, La Cagailla, Granada y El Pelaillo

##### **TRAMO 2: Puerto de Motril – Calahonda**

Sector 4: Playas de Las Azucenas y Torrenueva

Sector 5: Playas de La Chucha, Carchuna y Calahonda

##### **TRAMO 3: Calahonda – El Pozuelo**

Sector 6: Playas de Sotillo y Cambriles

Sector 7: Playas de El Lance, Casarones y Castillo de Baños

Sector 8: Playas de La Mamola y Los Yesos

Sector 9: Playas de Las Cañas y Melicena

Sector 10: Playas de La Rábita y El Pozuelo

Por tramos y grados de prioridad las actuaciones propuestas en la costa de Granada son las siguientes:

**Tramo 1: La Herradura – Puerto de Motril** (Figuras 9.10 y 12.2)

PRIORIDAD ALTA

Playas de La Caletilla y Puerta del Mar de Almuñecar

2.1- Reparación de las obras de defensa actuales, consistente en dos espigones y un dique exento.

Playas de La Charca, Salobreña o Cagailla, Granada y Pelaillo

- 3.1- Vertido de unos 135.000 m<sup>3</sup> de arena en el extremo este de la playa de La Charca hasta el dique de encauzamiento de la desembocadura del río Guadalfeo.
- 3.2- Prolongación del dique de encauzamiento norte de la desembocadura del río Guadalfeo en unos 70 m, hasta una profundidad en torno a 5 o 6 m, y rectificación del actual dique para hacerlo todo en talud de escollera.
- 3.3- Rectificación del dique de encauzamiento sur de la desembocadura del río Guadalfeo para hacerlo en talud de escollera.
- 3.4- Construcción de un dique exento al este del dique de encauzamiento sur de la desembocadura del río Guadalfeo de unos 150 m a una profundidad aproximada de 5 a 6 m, en el extremo occidental de la playa de Salobreña.
- 3.5- Vertido de unos 690.000 m<sup>3</sup> de arena a lo largo de las playas de Salobreña y Granada; entre el dique de encauzamiento sur de la desembocadura del río Guadalfeo y la punta del Río, en 2.300 m aproximadamente, para mantener una playa de una anchura aproximada de 60 m.
- 3.6- Construcción de un dique exento de unos 150 m, a una profundidad aproximada de 5 a 6 m, al oeste de la punta del Río en el extremo oriental de la playa de Granada.
- 3.7- Extracción de unos 790.000 m<sup>3</sup> de arena de la playa del Pelaillo, dejando en toda ella una anchura superior a 60 m.
- 3.8- Construcción de un espigón de escollera de unos 150 m, hasta una profundidad entre 7 y 8 m, en el extremo oriental de la playa del Pelaillo, junto al arranque del dique del puerto de Motril.

PRIORIDAD BAJA

Playas de La Caletilla y Puerta del Mar de Almuñecar

- 2.2- Construcción de un espolón en el extremo del espigón este de la playa de Puerta del Mar hacia el este de unos 50 m.
- 2.3- Vertido de unos 98.000 m<sup>3</sup> de arena entre el espigón actual al oeste y el propuesto a 270 m al este para la creación de una playa de unos 60 m de anchura.
- 2.4- Construcción de un espigón a 270 m al este del actual de la playa de Puerta del Mar, de unos 180 m.

## **Tramo 2: Puerto de Motril – Calahonda** (Figuras 10.5 y 12.3)

### PRIORIDAD ALTA

#### Playa de Las Azucenas

- 4.1- Vertido de 350.000 m<sup>3</sup> de arena en una longitud aproximada de 1.400 m entre el contradique del Puerto de Motril y el nuevo espigón previsto de la playa de Las Azucenas, y una pequeña cantidad tras el citado espigón.
- 4.2- Construcción de un espigón de unos 200 m de longitud a unos 1.400 m a este del contradique del Puerto de Motril.

### PRIORIDAD MEDIA

#### Playa de Torrenueva

Recálculo de todas las obras de defensa que consistirían en:

- 4.3- Construcción de un espigón en L de unos 200 + 50 m de longitud eliminado el actual inclinado respecto de la vertical a la orilla.
- 4.4- Recarga de unos 16.000 m<sup>3</sup> de arena en la celda formada por el nuevo espigón al oeste y el siguiente, situado a una distancia aproximada de 500 m.
- 4.5- Prolongación del espigón actual hasta dejarlo en un espigón en L de unos 200 + 50 m y eliminación del tramo actual sumergido.
- 4.6- Recarga de unos 16.000 m<sup>3</sup> de arena en la celda formada por el nuevo espigón al oeste y el siguiente, situado a una distancia aproximada de 515 m, con el fin de dejar una anchura de playa entre 40 y 60 m.
- 4.7- Prolongación del espigón actual hasta dejarlo en un espigón en L de unos 200 + 50 m y eliminación del tramo actual sumergido.
- 4.8- Recarga de unos 16.000 m<sup>3</sup> de arena en la celda formada por el nuevo espigón al oeste y el siguiente, situado a una distancia aproximada de 435 m, con el fin de dejar una anchura de playa entre 40 y 60 m.
- 4.9- Prolongación del espigón actual hasta dejarlo en un espigón en L de unos 200 y eliminación del tramo actual sumergido.

## **Tramo 3: Calahonda – El Pozuelo** (Figuras 11.15, 11.16, 11.17, 11.18, 11.19, 12.4, 12.5, 12.6 y 12.7)

### PRIORIDAD ALTA

#### Playa de Sotillo

- 6.1- Construcción de un dique exento en el extremo poniente de la playa, de unos 80 m de largo, asentado a una profundidad en torno a 6-7 m, a una distancia aproximada de 100 m respecto del actual dique exento semi sumergido más a poniente de la playa.
- 6.2- Vertido de unos 24.000 m<sup>3</sup> de arena frente al nuevo dique exento en el extremo de poniente de la playa.

### Playa de Castillo de Baños

#### **Alternativa 1**

7.1- Refuerzo del dique longitudinal de escollera.

#### **Alternativa 2**

7.1- Construcción de un espigón curvo con el morro asentado a la -6 m aproximadamente, en el extremo de levante de la playa y vertido de arena.

### Playa de Los Yesos

8.1- Construcción de un tacón de escollera de unos 15 m de longitud, asentado su morro a una profundidad de 1 m aproximadamente.

8.2- Vertido de unos 6.600 m<sup>3</sup> de arena a lo largo de 110 m aproximadamente a poniente del tacón anterior.

### Playa de La Rábita

10.1- Construcción de un espigón de escollera, prolongación del actual, en el extremo de levante de la playa de unos 130 m de longitud, asentado su morro a una profundidad de 5 m aproximadamente.

10.2- Vertido de unos 14.500 m<sup>3</sup> de arena junto al espigón nuevo, como compensación por el posible efecto del espigón

## PRIORIDAD MEDIA

### Playa de El Pozuelo

10.3- Construcción de dos espigones cortos de escollera en los extremos de la playa frente a la zona urbanizada, asentado su morro a una profundidad entre 1,5 y 2 m.

## PRIORIDAD BAJA

### Playa de Sotillo

(Recálculo de todas las obras de defensa)

6.3- Construcción de un dique exento, alejando de la costa el actual segundo de poniente, de unos 100 m de largo, asentado a una profundidad en torno a 6 m.

6.4- Vertido de unos 45.000 m<sup>3</sup> de arena entre el anterior dique exento y el siguiente a levante.

6.5- Construcción de un dique exento, alejando de la costa el actual tercero de poniente, de unos 100 m de largo, asentado a una profundidad en torno a 6 m.

6.6- Vertido de unos 45.000 m<sup>3</sup> de arena entre el anterior dique exento y el siguiente a levante.

6.7- Construcción de un dique exento, alejando de la costa el actual cuarto de poniente, de unos 100 m de largo, asentado a una profundidad en torno a 6 m.

### 13.2 MANTENIMIENTO Y GESTIÓN

El mantenimiento anual de todo el tramo, considerando las actuaciones que requieren vertido de material, se determina como un porcentaje de reposición del sedimento. Si se considera una vida útil de 25 años, los costes anuales de reposición serían, por tanto, del 4% del coste de vertido del sedimento para el primer establecimiento que compensaría las posibles necesidades sedimentarias debidas al cambio climático.

El mantenimiento y gestión de los sedimentos es fundamental en todos los tramos de la costa de Granada; siendo imprescindible éstos en determinados tramos más sensibles y vulnerables como:

- Playa de la Herradura (desembocadura del río Jate)
- Tramo de costa entre el río Guadalfeo y el Puerto de Motril
- Playa de Carchuna

Finalmente, debe cuidarse el uso que se le da a la franja litoral terrestre de zonas sensibles a la erosión e inundación como es la zona sur de la desembocadura del río Guadalfeo; cualquier proyecto que quiera desarrollarse en él debe tenerlo en cuenta y ser avalado por estudios en profundidad.

El autor del informe:

Consejero Técnico de Estudios Ambientales

Fdo.: José Manuel de la Peña Olivas  
(Doctor Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos)

EXAMINADO Y CONFORME:  
El Director de la U. A. De I+D+i

Fdo.: José Francisco Sánchez González  
(Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos)

Vº Bº.  
El Director del Centro de Estudios de Puertos y Costas

Fdo.: Ramón Gutierrez Serret