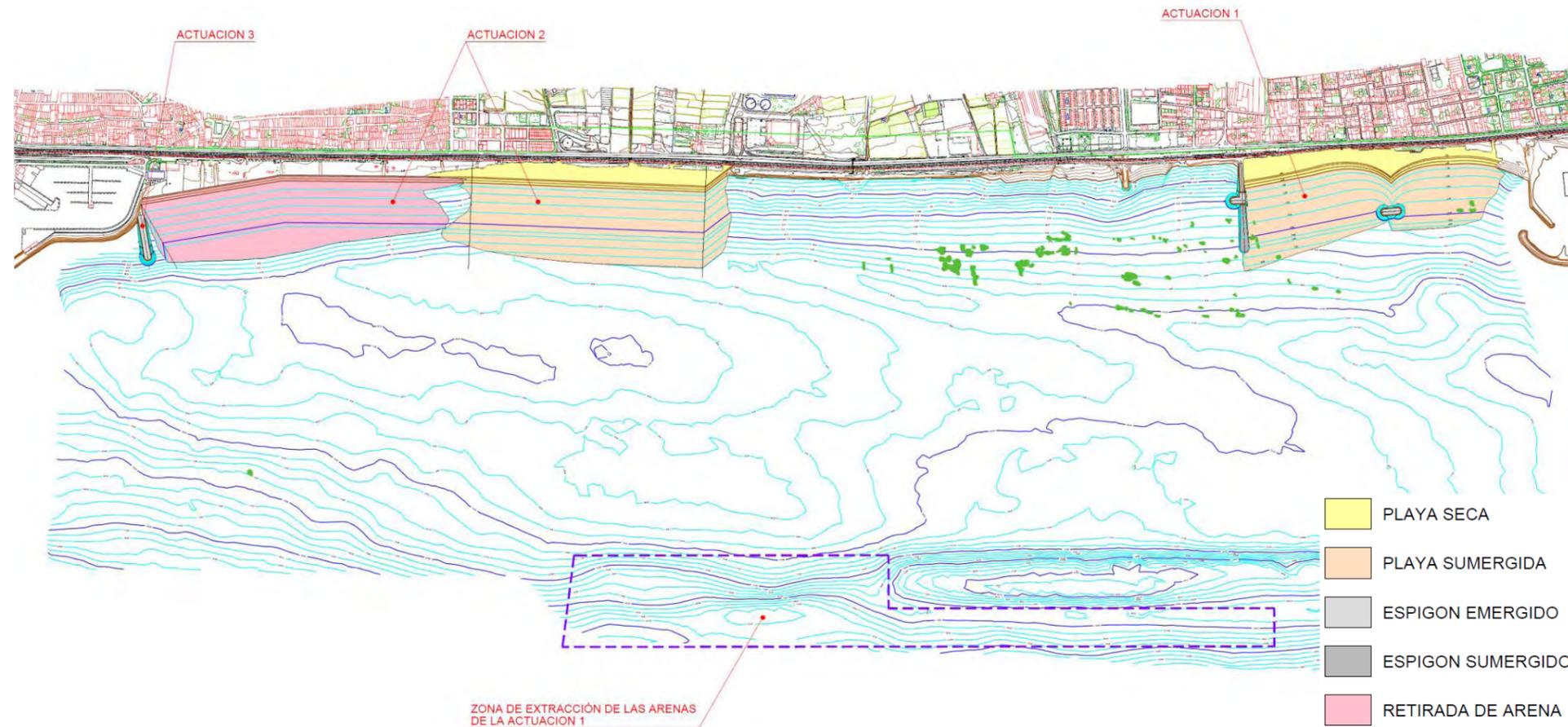




PROYECTO DE ACTUACIONES EN EL MARESME; TT.MM. DE EL MASNOU – PREMIÀ DE MAR (BARCELONA)



ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Director del Proyecto

Autor del Proyecto

Empresa Consultora

FEBRERO DE 2018

ANA M. CASTAÑEDA FRAILE

Dra. Ing. de Caminos, Canales y Puertos
Jefa del Servicio de Proyectos y Obras
Demarcación de Costas en Cataluña

F. JAVIER ESCARTÍN GARCÍA

Ing. de Caminos, Canales y Puertos
Colegiado nº 11.275



ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1	2.2.3.1 Objetivo de la actuación.....	13
1.1 EXPOSICIÓN DEL OBJETO DEL PROYECTO.....	1	2.2.3.2 Alternativas planteadas	13
1.2 FUNDAMENTOS DE DERECHO APLICABLES A LA CALIFICACIÓN AMBIENTAL DEL PROYECTO	1	2.2.3.2.1 Alternativa 0. No actuación.....	13
1.3 MARCO LEGAL.....	3	2.2.3.2.2 Alternativa 1	13
1.4 PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO.....	3	2.2.3.3 Estudio comparativo de alternativas.....	14
1.5 OBJETIVOS	3	2.2.4 ACTUACIÓN 3. CONSTRUCCIÓN DE UN DIQUE DE APOYO EN LA PLAYA DE OCATA EL MASNOU.....	15
1.6 FUENTES DE INFORMACIÓN UTILIZADAS.....	4	2.2.4.1 Objetivo de la actuación.....	15
2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO Y DE SUS ALTERNATIVAS	4	2.2.4.2 Alternativas planteadas	15
2.1 OBJETO DEL PROYECTO	4	2.2.4.2.1 Alternativa 0. No actuación.....	15
2.2 ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS	4	2.2.4.2.2 Alternativa 1	15
2.2.1 ANTECEDENTES	4	2.2.4.3 Estudio comparativo de alternativas.....	15
2.2.1.1 Sobre la dinámica litoral.....	4	2.2.5 PROPUESTAS FINAMENTE SELECCIONADAS	16
2.2.1.2 Sobre el estudio realizado por el CEDEX (2014).....	5	2.3 DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS	17
2.2.2 ACTUACIÓN 1. ESTABILIZACIÓN DE LAS PLAYAS DE PREMIÀ A PONIENTE DE SU PUERTO	6	2.3.1 ACTUACIÓN 1	17
2.2.2.1 Objetivo de la actuación.....	6	2.3.1.1 Aportación de arena marina para regeneración de las playas.....	17
2.2.2.2 Alternativas planteadas.....	6	2.3.1.2 Espigones.....	18
2.2.2.2.1 Alternativa 0. No actuación	6	2.3.1.2.1 Espigón 1 o de poniente.....	18
2.2.2.2.2 Alternativa 1. Recrecimiento del actual espigón y aporte de arena	6	2.3.1.2.2 Espigón exento	19
2.2.2.2.3 Alternativa 2. Recrecimiento del actual espigón, aporte de arena y nuevo espigón exento.....	8	2.3.1.3 Obras auxiliares: adecuación de accesos	20
2.2.2.2.4 Alternativa 3. Recrecimiento del actual espigón y aporte de arena y nuevo espigón perpendicular a la playa.....	9	2.3.2 ACTUACIÓN 2	20
2.2.2.3 Estudio comparativo de alternativas	11	2.3.2.1 Dragado y posterior vertido de arena marina para regeneración de las playas	20
2.2.3 ACTUACIÓN 2. RETROALIMENTACIÓN DE LAS PLAYAS DE EL MASNOU A LEVANTE DE SU PUERTO	13	2.3.2.2 Obras auxiliares: adecuación de accesos	21
		2.3.3 ACTUACIÓN 3	21
		2.3.3.1 Espigón.....	21
		2.3.3.2 Obras auxiliares: adecuación de accesos	22
		2.4 BALANCE DE MATERIALES Y SUPERFICIES OCUPADAS.....	22
		3. DESCRIPCIÓN DEL MEDIO. INVENTARIO AMBIENTAL	23

3.1	METEOROLOGÍA.....	23	3.8	CALIDAD DEL AGUA.....	43
3.2	CALIDAD DEL AIRE.....	23	3.9	DINÁMICA LITORAL.....	44
3.3	TOPOGRAFÍA Y BATIMETRÍA.....	24	3.9.1	FORMAS DE EQUILIBRIO EN PLANTA Y PERFIL.....	44
3.3.1	BATIMETRÍA.....	24	3.9.2	FORMAS DE EQUILIBRIO EN PLANTA Y PERFIL.....	44
3.3.2	TOPOGRAFÍA.....	24	3.9.2.1	Formas de equilibrio de una playa en planta.....	44
3.3.3	RESULTADOS.....	24	3.9.2.1.1	Formulaciones existentes.....	44
3.4	NATURALEZA GEOLÓGICA DE LOS FONDOS.....	25	3.9.2.1.2	Resultados obtenidos.....	45
3.4.1	MARCO GEOLÓGICO GENERAL.....	25	3.9.2.2	Análisis del perfil transversal.....	47
3.5	GEOMORFOLOGÍA MARINA.....	25	3.9.2.2.1	Zonificación del perfil de playa. Profundidades activa y de cierre.....	47
3.5.1	GEOMORFOLOGÍA MARINA.....	25	3.9.2.2.2	Perfil de equilibrio.....	50
3.5.1.1	Zona de préstamo.....	27	3.9.3	ESTUDIO DE LA CAPACIDAD DEL TRANSPORTE LITORAL.....	53
3.5.1.2	Zona de aportación.....	28	3.9.3.1	Metodologías para el cálculo de la capacidad de transporte longitudinal de sedimentos.....	53
3.5.2	SISMOESTRATIGRAFÍA.....	30	3.9.3.2	Cálculo del transporte longitudinal mediante formulaciones.....	53
3.6	CARACTERIZACIÓN DE LOS SEDIMENTOS MARINOS.....	31	3.9.3.2.1	Fórmula del CERC.....	53
3.6.1	ZONA DE PRÉSTAMO.....	31	3.9.3.2.2	Fórmula de Kamphuis.....	55
3.6.1.1	Caracterización granulométrica.....	31	3.9.3.2.3	Fórmula de Van Rijn.....	55
3.6.1.2	Caracterización química.....	32	3.9.3.2.4	Implementación de las fórmulas.....	56
3.6.2	ZONA DE APORTACIÓN.....	33	3.9.3.2.5	Cálculo de la capacidad de transporte longitudinal.....	56
3.7	OCEANOGRAFÍA: MAREA, OLAJE Y CORRIENTES.....	36	3.9.3.3	Cálculo mediante modelado numérico.....	58
3.7.1	MAREA.....	36	3.9.3.3.1	Conceptos previos sobre el modelo utilizado.....	58
3.7.2	OLEAJE.....	37	3.9.3.3.2	Resultados del modelo numérico.....	59
3.7.2.1	Fuentes de datos.....	37	3.9.3.4	Comentarios respecto al transporte de sedimentos.....	60
3.7.2.2	Oleaje en alta mar.....	38	3.9.3.4.1	Transporte longitudinal.....	60
3.7.2.3	Propagación hasta la costa.....	39	3.9.3.4.2	Transporte transversal.....	61
3.7.3	CORRIENTES.....	40	3.9.4	BALANCE SEDIMENTARIO Y EVOLUCIÓN DE LA LÍNEA DE COSTA.....	61
3.7.3.1	Introducción.....	40	3.9.4.1	Balance sedimentario.....	61
3.7.3.2	Sistema de corrientes litorales en la zona de estudio.....	41	3.9.4.2	Evolución de la línea de costa.....	61
			3.9.4.2.1	Evolución histórica.....	61

3.9.4.2.2 Evolución futura	67	4.1.2 VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS	75
3.10 COMUNIDADES NATURALES	67	4.1.3 FICHAS DE LOS IMPACTOS	76
3.10.1 COMUNIDADES PLANCTÓNICAS.....	67	4.1.3.1 Impactos sobre el medio abiótico	76
3.10.2 COMUNIDADES BENTÓNICAS	67	4.1.3.2 Sobre el medio biótico.....	80
3.10.3 HÁBITATS SEDIMENTARIOS SUPRALITORALES (0102) Y MEDIOLITORALES (0202).....	68	4.1.3.3 Sobre el medio antrópico	85
3.10.4 HÁBITATS DE ARENAS Y ARENAS FANGOSAS INFRALITORALES (030402)	68	4.2 MATRIZ DE IMPACTOS	88
3.10.5 HÁBITAT DE PRADERAS MEDITERRÁNEAS DE CYMODOCEA NODOSA DE ZONAS ABIERTAS, PROFUNDAS, SOBRE ARENAS (030509).....	68	5. CUANTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS REPERCUSIONES DEL PROYECTO EN LA RED NATURA 2000	88
3.11 ESPACIOS NATURALES PROTEGIDOS	69	6. MEDIDAS PREVENTIVAS, REDUCTORAS Y COMPENSATORIAS DE IMPACTO.....	89
3.12 ACTIVIDAD PESQUERA	69	6.1 EN LA OBTENCIÓN DE LOS MATERIALES (ÁRIDOS Y ESCOLLERA) Y TRANSPORTE HASTA LA ZONA DE APORTACIÓN	89
3.13 ELEMENTOS ANTRÓPICO SUBMARINOS	70	6.1.1 MEDIDAS PREVENTIVAS O MODERADORAS	89
3.14 PATRIMONIO CULTURAL	70	6.1.2 MEDIDAS REDUCTORAS O CORRECTORAS	90
3.15 PAISAJE	70	6.1.3 MEDIDAS COMPENSATORIAS.....	90
3.16 INTERACCIONES ECOLÓGICAS CLAVES	72	6.2 EN LA ZONA DE APORTACIÓN	90
3.16.1 ELEMENTOS GENERADORES DE IMPACTO	72	6.2.1 MEDIDAS PREVENTIVAS O MODERADORAS	90
3.16.2 ELEMENTOS RECEPTORES DE IMPACTO	73	6.2.2 MEDIDAS REDUCTORAS O CORRECTORAS	91
3.16.3 MECANISMOS DE GENERACIÓN DEL IMPACTO	73	6.3 OTRAS MEDIDAS GENERALES.....	91
3.16.3.1 Sobre el medio abiótico	73	6.3.1 MEDIDAS PREVENTIVAS O MODERADORAS	91
3.16.3.2 Sobre el medio biótico.....	73	6.3.2 MEDIDAS REDUCTORAS O CORRECTORAS	91
3.16.3.3 Sobre el medio antrópico.....	74	6.3.3 MEDIDAS COMPENSATORIAS.....	91
3.16.4 MATRIZ CAUSA / EFECTO	74	6.4 MATRIZ DE IMPACTOS RESIDUALES	91
3.17 ESTUDIO COMPARATIVO DE LA SITUACIÓN AMBIENTAL ACTUAL Y LA SITUACIÓN AMBIENTAL TRAS LA ACTUACIÓN	74	7. PROGRAMA DE VIGILANCIA Y SEGUIMIENTO AMBIENTAL	92
4. DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS.....	74	7.1 OBJETO DEL PROGRAMA DE VIGILANCIA Y SEGUIMIENTO AMBIENTAL.....	92
4.1 DESCRIPCIÓN Y VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS ASOCIADOS A LA OBRA.....	74	7.2 MARCO LEGAL	92
4.1.1 DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS.....	74	7.3 ÁMBITO TERRITORIAL DEL PROGRAMA.....	92
		7.4 ALCANCE DE LOS TRABAJOS.....	93

7.4.1	FASE PREVIA: CON ANTERIORIDAD AL INICIO DE LAS OBRAS.....	93	8.4.1	EN LA ZONA DE OBTENCIÓN DE LOS MATERIALES (ÁRIDOS Y ESCOLLERA) Y TRANSPORTE HASTA LA ZONA DE APORTACIÓN	103
7.4.2	FASE DE OBRAS.....	95	8.4.1.1	Medidas preventivas o moderadoras	103
7.4.3	FASE OPERACIONAL (TRAS LA FINALIZACIÓN DE LAS OBRAS).....	97	8.4.1.2	Medidas correctoras o reductoras.....	103
7.5	PRESUPUESTO	97	8.4.1.3	Medidas compensatorias.....	103
8.	DOCUMENTO DE SÍNTESIS.....	99	8.4.2	EN LA ZONA DE APORTACIÓN.....	103
8.1	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	99	8.4.2.1	Medidas preventivas o moderadoras	103
8.1.1	OBJETO DEL PROYECTO.....	99	8.4.2.2	Medidas correctoras o reductoras.....	103
8.1.2	DESCRIPCIÓN DE LAS ACTUACIONES INCLUIDAS EN EL PROYECTO	99	8.4.2.3	Medidas compensatorias.....	104
8.1.3	ACTUACIÓN 1	99	8.4.3	OTRAS MEDIDAS GENERALES	104
8.1.3.1	Aportación de arena marina para regeneración de las playas.....	99	8.4.3.1	Medidas preventivas o moderadoras	104
8.1.3.2	Espigones	100	8.4.3.2	Medidas correctoras o reductoras.....	104
8.1.3.2.1	Espigón 1 o de poniente	100	8.4.3.3	Medidas compensatorias.....	104
8.1.3.2.2	Espigón exento.....	102	8.4.4	MATRIZ DE IMPACTOS RESIDUALES	104
8.1.3.3	Obras auxiliares: adecuación de accesos.....	102	8.5	PROGRAMA DE VIGILANCIA Y SEGUIMIENTO AMBIENTAL.....	105
8.1.4	ACTUACIÓN 2	102			
8.1.4.1	Dragado y posterior vertido de arena marina para regeneración de las playas.....	102			
8.1.4.2	Obras auxiliares: adecuación de accesos.....	103			
8.1.5	ACTUACIÓN 3	103			
8.1.5.1	Espigón	103			
8.1.5.2	Obras auxiliares: adecuación de accesos.....	104			
8.2	INVENTARIO AMBIENTAL	104			
8.3	PRINCIPALES IMPACTOS GENERADOS.....	105			
8.3.1	SOBRE EL MEDIO ABIÓTICO	105			
8.3.2	SOBRE EL MEDIO BIÓTICO	105			
8.3.3	SOBRE EL MEDIO ANTRÓPICO.....	106			
8.4	MEDIDAS PREVENTIVAS, CORRECTORAS Y COMPENSATORIAS	103			

Apéndice 1. Planos

Índice de figuras

Figura 1.-	Ubicación de los tramos de litoral con mayores problemas erosivos (Fuente: elaboración propia).....	1
Figura 2.-	Ubicación de las actuaciones objeto de análisis (Fuente: elaboración propia)	1
Figura 3.-	Ubicación del LIC Costes del Maresme (ES5110017) –color rojizo– y LIC Serres del litoral septentrional (ES510011) –color ocre– (Fuente: Generalitat de Catalunya)	2
Figura 4.-	Propuestas de actuación en el tramo entre los puertos de El Masnou y Premià sugeridas en el informe del CEDEX. (Fuente: CEDEX)	5
Figura 5.-	Alternativa de la actuación 1 con espigón exento sugerida en dicho informe. (Fuente: CEDEX).....	5
Figura 6.-	Sección tipo transversal de las alimentaciones propuestas. (Fuente: CEDEX).....	5
Figura 7.-	Forma de equilibrio en planta de la playa de Bellamar (Fuente: elaboración propia).....	6
Figura 8.-	Planta de la alternativa 1A de la actuación 1 (Fuente: elaboración propia)	7

Figura 9.- Zona en la que se produce un adelantamiento de la escollera de protección en la transición entre las playas de Bellamar y Pla de l'Ós. (Fuente: Elaboración propia a partir de Google Earth)	7	Figura 30.- Planta de las obras de la actuación 3 (Fuente: elaboración propia)	21
Figura 10.- Planta de la alternativa 1B de la actuación 1 (Fuente: elaboración propia)	8	Figura 31.- Secciones tipo del espigón 1 o de poniente (Fuente: elaboración propia)	22
Figura 11.- Planta de la alternativa 2A de la actuación 1 (Fuente: elaboración propia)	9	Figura 32.- Diagrama de temperaturas mínima, media y máxima mensuales en El Masnou (Fuente: www.climate-data.org)	23
Figura 12.- Planta de la alternativa 2B de la actuación 1 (Fuente: elaboración propia)	9	Figura 33.- Diagrama de precipitaciones y temperaturas medias mensuales en El Masnou (Fuente: www.climate-data.org)	23
Figura 13.- Planta de la alternativa 3A de la actuación 1 (Fuente: elaboración propia)	10	Figura 34.- Evolución del ICQA durante el último año en la estación Vallcarca-Sitges (Fuente: Generalitat de Catalunya)	24
Figura 14.- Planta de la alternativa 3B de la actuación 1 (Fuente: elaboración)	11	Figura 35.- Topobatimetría general (Fuente: Tecnoambiente)	24
Figura 15.- Evolución de la playa apoyada en el dique del Puerto de El Masnou desde 2004. La posición tan retrasada de 2004 respecto a la de 2006 se explica por la regeneración realizada a finales de 2005 (Fuente: elaboración propia)	13	Figura 36.- Unidades geológicas principales en la comarca del Maresme (Fuente: www.helppc.org/maresme/geologia.htm)	25
Figura 16.- Planta de la alternativa 1de la actuación 2 (Fuente: elaboración propia)	14	Figura 37.- Composiciones geológicas principales de la zona de proyecto (Fuente: Instituto Tecnológico Geominero de España) y composición del fondo marino (Fuente: Dirección Gral. de Puertos y Costas)	26
Figura 17.- Perfil simplificado (lineal) a emplear en la retirada de la arena (Fuente: elaboración propia)	14	Figura 38.- Proyecto de líneas realizado (Fuente: Tecnoambiente)	26
Figura 18.- Planta de la alternativa 1de la actuación 3 (Fuente: elaboración propia)	15	Figura 39.- Mosaico de los datos de sonar de barrido lateral en la zona de estudio (Fuente: Tecnoambiente)	26
Figura 19.- Planta de la Alternativa finalmente escogida para la actuación 1 (Fuente: elaboración propia)	16	Figura 40.- Interpretación geomorfológica a partir de datos de SBL (Fuente: Tecnoambiente)	26
Figura 20.- Planta de la Alternativa finalmente escogida para la actuación 2 (Fuente: elaboración propia)	16	Figura 41.- Interpretación geomorfológica de la zona de préstamo (Fuente: Tecnoambiente)	27
Figura 21.- Planta de la Alternativa finalmente escogida para la actuación 3 (Fuente: elaboración propia)	16	Figura 42.- Elementos antrópicos detectados (Fuente: Tecnoambiente)	27
Figura 22.- Planta de las obras de la actuación 1 (Fuente: elaboración propia)	17	Figura 43.- Imagen del elemento lineal 020 (Fuente: Tecnoambiente)	27
Figura 23.- Sección tipo de la aportación de arena de la actuación 1 correspondiente al perfil de equilibrio (Fuente: elaboración propia)	17	Figura 44.- Objetos antrópicos (buffers 100 m en tubería y 50 m en ONI) y límites del surco hallado (Fuente: Tecnoambiente)	27
Figura 24.- Diferencias entre el perfil de playa tras la regeneración y el de equilibrio al cual tenderá la playa a corto/medio plazo (Fuente: elaboración propia)	17	Figura 45.- Sonografía de arenas con ripples (Fuente: Tecnoambiente)	28
Figura 25.- Secciones tipo del espigón 1 o de poniente de la actuación 1 (Fuente: elaboración propia)	18	Figura 46.- Imagen de fondos de arenas con ripples (Fuente: Tecnoambiente)	28
Figura 26.- Secciones tipo del espigón exento de la actuación 1. Las secciones C-C y D-D se muestran en la Figura 25.- (Fuente: elaboración propia)	19	Figura 47.- Sonografía de arenas finas (Fuente: Tecnoambiente)	28
Figura 27.- Planta de las obras de la actuación 2 (Fuente: elaboración propia)	20	Figura 48.- Imagen de fondos de arenas finas (Fuente: Tecnoambiente)	29
Figura 28.- Sección tipo de la aportación de arena de la actuación 2 correspondiente al perfil de equilibrio (Fuente: elaboración propia)	20	Figura 49.- Sonografía de arenas finas con Cymodocea nodosa dispersa (Fuente: Tecnoambiente)	29
Figura 29.- Sección tipo del dragado de arena de la actuación 2 (Fuente: elaboración propia)	21	Figura 50.- Imagen de fondos de arenas finas con Cymodocea nodosa dispersa (Fuente: Tecnoambiente)	29
		Figura 51.- Elementos antrópicos detectados (Fuente: Tecnoambiente)	29
		Figura 52.- Registro del perfilador de fondo en la zona de desnivel dragada previamente (Fuente: Tecnoambiente)	30

Figura 53.-	Plano de isopacas en la zona de dragado (Fuente: Tecnoambiente)	30	Figura 74.-	Detalle gráfico de los vectores de corriente para los casos de altura de ola morfológica del E (superior izquierda), SE (superior derecha), S (inferior izquierda) y SSW (inferior derecha)(Fuente: Elaboración propia).....	42
Figura 54.-	Plano de isopacas en el tramo superficial de la zona de dragado (Fuente: Tecnoambiente)	30	Figura 75.-	Detalle gráfico de los vectores de corriente para los casos de Hs,12, De izquierda a derecha y de arriba abajo : E, SE, S y SSW. (Fuente: Elaboración propia)	42
Figura 55.-	Estaciones en la zona de dragado (Fuente: Tecnoambiente).....	31	Figura 76.-	Definición esquemática de la planta de una bahía en equilibrio (Fuente: Hsu y Evans)	45
Figura 56.-	Análisis granulométricos de las 9 muestras en la zona de extracción (Fuente: elaboración propia)	32	Figura 77.-	Valores de los coeficientes C0, C1 y C2 de la formulación parabólica (Fuente: Hsu y Evans)	45
Figura 57.-	Ubicación de la zona de extracción finalmente seleccionada (Fuente: elaboración propia).....	32	Figura 78.-	Forma en planta de equilibrio estático. Playas encajadas no afectadas por desembocaduras (Fuente: GIOC (Universidad de Cantabria))	46
Figura 58.-	Análisis granulométricos de las 5 muestras en la zona de extracción finalmente seleccionada, incluyendo la MG-D-5 (Fuente: elaboración propia	32	Figura 79.-	Puntos en los que se ha calculado la dirección del flujo medio de energía (Fuente: elab. propia)	47
Figura 59.-	Distribución de las estaciones de muestreo (Fuente: Tecnoambiente)	33	Figura 80.-	Resultados de la dirección del flujo medio de energía (Fuente: elaboración propia)	47
Figura 60.-	Resultados granulométricos por perfiles (Fuente: elaboración propia)	35	Figura 81.-	Ajustes considerando los polos en el extremo del dique del puerto de Premià y en el extremo del tramo sumergido del espigón a poniente de la Playa de la Descàrrega (Fuente: elab. propia)	48
Figura 61.-	Resultados granulométricos por profundidades (Fuente: elaboración propia)	36	Figura 82.-	. Localización de la profundidad activa en la zona de estudio (Fuente: elaboración propia).....	49
Figura 62.-	Resumen de los resultados granulométricos por perfiles y profundidades (Fuente: elaboración propia).....	36	Figura 83.-	Perfiles medidos vs perfiles de equilibrio en la zona de estudio (Fuente: elaboración propia).....	52
Figura 63.-	Distribución de la frecuencia relativa acumulada del nivel del mar respecto el 0 REDMAR (Fuente: PPEE)	37	Figura 84.-	Comparación de los perfiles batimétricos P-1 a P-9 y de su promedio. (Fuente: elaboración propia)	52
Figura 64.-	Función de distribución extremal del nivel del mar -marea total- respecto el 0 REDMAR (Fuente: PPEE).....	37	Figura 85.-	Perfil promedio vs perfiles de equilibrio en la zona de estudio (Fuente: elaboración propia)	52
Figura 65.-	Localización de los datos empleados (Fuente: elaboración propia)	37	Figura 86.-	Relación entre II y PI a partir de datos de campo (Fuente: Shore Protection Manual, 1984)	54
Figura 66.-	Comparación de la información direccional de las diferentes fuentes de oleaje (Fuente: elaboración propia).....	38	Figura 87.-	Calibración del modelo de Bailard para la definición de Ks (Fuente: Coastal Engineering Manual, 2002)	55
Figura 67.-	Funciones de distribución medias escalares de Hs (Fuente: elaboración propia)	39	Figura 88.-	Calibración del modelo de Del Valle para la definición de Krms (Fuente: Coastal Engineering Manual, 2002)	55
Figura 68.-	Frecuencias de presentación de Tp. Izquierda: boya Barcelona II; centro: SIMAR 2062049; derecha; WANA 2105133 (Fuente: elaboración propia).....	39	Figura 89.-	Criterios de signo del programa LONGTRANS (Fuente: elaboración propia).....	56
Figura 69.-	Funciones de correlación lineal y exponencial Hs – Tp,50% (Fuente: elaboración propia)	39	Figura 90.-	Capacidad de transporte en la zona según el documento "Estrategia para la Sostenibilidad de la Costa" (Fuente: DGSCM)	56
Figura 70.-	Ubicación de los puntos donde se ha calculado Kp y Dlocal. (Fuente: elaboración propia)	39			
Figura 71.-	Comparación de Kp a lo largo de la costa en los 5 puntos analizados. (Fuente: elaboración propia).....	40			
Figura 72.-	Esquema de las corrientes superficiales presentes en el Mediterráneo (Fuente: Allain 1960 e Historia natural dels Paisos Catalans)	40			
Figura 73.-	Gráfica de diferentes sistemas circulatorios en playas (Fuente: Losada, M.A)	41			

Figura 91.- Capacidad de transporte en la zona según el "Llibre verd de l'estat de la zona costanera a Catalunya"; Izquierda: fórmula de Kamphuis; derecha: fórmula del CERC (Fuente: CIIRC / Generalitat de Catalunya)	56	Figura 108.- Ubicación del LIC Serres del litoral septentrional (ES5110011) (Fuente: Generalitat de Catalunya)	69
Figura 92.- Límites de incidencia del oleaje en la zona de estudio (Fuente: Elaboración propia)	57	Figura 109.- Elementos de paisaje en el entorno de la obra (Fuente: Observatori del Paisatge)	71
Figura 93.- Alineación media de la batimetría en la zona de estudio (Fuente: Elaboración propia) ...	57	Figura 110.- Fotografías del entorno de las zonas de actuación en El Masnou (Fuente: MAPAMA)	71
Figura 94.- Capacidad de transporte longitudinal en las playas situadas en los dos tercios de levante de la zona de estudio (Fuente: Elaboración propia)	57	Figura 111.- Fotografías del entorno de las zonas de actuación en Premià de Mar (Fuente: MAPAMA)	72
Figura 95.- Capacidad de transporte longitudinal en las playas situadas en el tercio de poniente de la zona de estudio. Base de datos de oleaje: punto WANA 2114128 (Fuente: Elaboración propia)	58	Figura 112.- Arriba: Extremo occidental de la playa del Pla de l'Ós en Premià de Mar –junto al primer espigón–. Abajo: Parte occidental de la playa de Ocata, apoyada en el dique del puerto deportivo de El Masnou (Fuente: elaboración propia)	72
Figura 96.- Comparación de la capacidad de transporte longitudinal en función de los datos de oleaje (Fuente: Elaboración propia)	58	Figura 113.- Ubicación de las actuaciones objeto de análisis (Fuente: elaboración propia)	99
Figura 97.- Patrones de transporte de los oleaje Hs12 del E (izquierda) y SSW (derecha). Los círculos verdes indican zonas donde se detecta transporte transversal (Fuente: elaboración propia)	59	Figura 114.- Planta de las obras de la actuación 1 (Fuente: elaboración propia)	99
Figura 98.- Ejemplo de variación del transporte longitudinal (fórmula de Van Rijn) en función de la dirección de incidencia del oleaje. Valores positivos: NE-SW; valores negativos: SW-NE (Fuente: elab. propia)	60	Figura 115.- Sección tipo de la aportación de arena de la actuación 1 correspondiente al perfil de equilibrio (Fuente: elaboración propia)	100
Figura 99.- Comparación de la profundidad activa (línea roja discontinua) con el patrón de transporte de sedimentos asociado al oleaje con una excedencia de 12 h/año (Fuente: elaboración propia)	60	Figura 116.- Diferencias entre el perfil de playa tras la regeneración y el de equilibrio al cual tenderá la playa a corto/medio plazo (Fuente: elaboración propia)	100
Figura 100.- Esquema del balance sedimentario de la zona de estudio. (Fuente: elaboración propia)	61	Figura 117.- Secciones tipo del espigón 1 o de poniente de la actuación 1 (Fuente: elaboración propia)	101
Figura 101.- Esquema del funcionamiento de la dinámica litoral en esta unidad fisiográfica (Fuente: CEPYC)	63	Figura 118.- Secciones tipo del espigón exento de la actuación 1. Las secciones C-C y D-D se muestran en la Figura 117.- (Fuente: elaboración propia)	102
Figura 102.- Evolución histórica de la línea de costa entre 1947 y 1995 (Fuente: CEDEX)	64	Figura 119.- Planta de las obras de la actuación 2 (Fuente: elaboración propia)	102
Figura 103.- Evolución histórica de la línea de costa entre 1995 y 2004 (Fuente: CIIRC / Generalitat de Catalunya)	65	Figura 120.- Sección tipo de la aportación de arena de la actuación 2 correspondiente al perfil de equilibrio (Fuente: elaboración propia)	103
Figura 104.- Tasas de evolución histórica de la línea de costa en m/año (Fuente: CIIRC / Generalitat de Catalunya)	65	Figura 121.- Sección tipo del dragado de arena de la actuación 2 (Fuente: elaboración propia)	103
Figura 105.- Evolución histórica de la línea de costa entre 2004 y 2016 (Fuente: Elaboración propia a partir de fotos de Google Earth)	66	Figura 122.- Planta de las obras de la actuación 3 (Fuente: elaboración propia)	104
Figura 106.- Evolución histórica de la línea de costa entre 2004 y 2016 (Fuente: Elaboración propia a partir de fotos de Google Earth)	66	Figura 123.- Secciones tipo del espigón 1 o de poniente (Fuente: elaboración propia)	104
Figura 107.- Ubicación del LIC Costes del Maresme (ES5110017) (Fuente: Generalitat de Catalunya) ..	69		

Índice de tablas

Tabla 1.- Conjunto de normativas que han sido tenidas en cuenta en la realización del estudio.	3
Tabla 2.- Comparación de las diferentes alternativas propuestas de la actuación 1 (Fuente: elaboración propia)	12
Tabla 3.- Presupuesto de las alternativas (Fuente: elaboración propia)	12

Tabla 4.- Comparación de las diferentes alternativas propuestas de la actuación 2 (Fuente: elaboración propia)	15	Tabla 26.- Comparación de la situación ambiental actual y tras las alternativas de actuación (Fuente: elaboración propia)	76
Tabla 5.- Comparación de las diferentes alternativas propuestas de la actuación 2 (Fuente: elaboración propia)	15	Tabla 27.- Técnicas empleadas en la valoración de impactos y limitaciones (Fuente: elaboración propia)	74
Tabla 8.- Relación de indicadores que se ha establecido entre los niveles de inmisión y el ICQA (Fuente: Generalitat de Catalunya)	23	Tabla 28.- Criterios de valoración del impacto (Fuente: elaboración propia)	75
Tabla 9.- Tipología de fondos y superficie ocupada. (Fuente: Tecnoambiente)	28	Tabla 29.- Tipos de impacto considerados (Fuente: elaboración propia)	75
Tabla 10.- Resultados de la caracterización granulométrica en la zona de dragado (Fuente: Tecnoambiente)	31	Tabla 30.- Matriz de impactos. Identificación y caracterización de los impactos ambientales negativos con anterioridad a la implantación de medidas reductoras (Fuente: elaboración propia)	88
Tabla 11.- Resultados de la caracterización química en la zona de dragado (Fuente: Tecnoambiente)	33	Tabla 31.- Número de impactos por tipología (Fuente: elaboración propia)	88
Tabla 12.- Resultados de la caracterización granulométrica en la zona de vertido (cota +1,5 m) (Fuente: Tecnoambiente)	33	Tabla 32.- Identificación de las medidas reductoras del impacto (Fuente: elaboración propia)	89
Tabla 13.- Resultados de la caracterización granulométrica en la zona de vertido (cota 0 m) (Fuente: Tecnoambiente)	34	Tabla 33.- Reducción de la intensidad de los impactos (Fuente: elaboración propia)	91
Tabla 14.- Resultados de la caracterización granulométrica en la zona de vertido (cota -2,5 m) (Fuente: Tecnoambiente)	34	Tabla 34.- Matriz de impacto residual como aplicación de las medidas propuestas (Fuente: elaboración propia)	92
Tabla 15.- Resultados de la caracterización granulométrica en la zona de vertido (cota -5 m) (Fuente: Tecnoambiente)	34	Tabla 41.- Programa de muestreo para el seguimiento de la calidad del agua de la actuación 1 (Fuente: elaboración propia)	96
Tabla 16.- Resumen de los resultados de los análisis granulométricos (Fuente: elaboración propia) ..	36	Tabla 42.- Programa de muestreo para el seguimiento de la calidad del agua de la actuación 2 (Fuente: elaboración propia)	97
Tabla 17.- Evolución de los parámetros de control en el PVA 2005. (Fuente: Tecnoambiente)	44	Tabla 43.- Programa de muestreo para el seguimiento de la calidad del agua de la actuación 3 (Fuente: elaboración propia)	97
Tabla 18.- Profundidades activa y de cierre para diferentes direcciones de oleaje incidentes (Fuente: elab. propia)	49	Tabla 44.- Programa de muestreo para el seguimiento de la calidad del sedimento de la actuación 1 (Fuente: elaboración propia)	97
Tabla 19.- Resultados del transporte de sedimentos obtenido con el programa EROS (Fuente: elaboración propia)	60	Tabla 45.- Programa de muestreo para el seguimiento de la calidad del sedimento de la actuación 2 (Fuente: elaboración propia)	97
Tabla 20.- Aportaciones de arena realizadas en la zona de estudio. (Fuente: Demarcación de Costas en Cataluña)	63	Tabla 46.- Presupuesta del Programa de Vigilancia Ambiental de la actuación 1 (Fuente: elaboración propia)	98
Tabla 21.- Trasvases de arena realizados en el Puerto de Premià. (Fuente: Demarcación de Costas en Cataluña)	63	Tabla 49.- Matriz de impactos. Identificación y caracterización de los impactos ambientales negativos con anterioridad a la implantación de medidas reductoras (Fuente: elaboración propia)	106
Tabla 22.- Inventario español de hábitats marinos (Fuente: Tecnoambiente)	68	Tabla 50.- Reducción de la intensidad de los impactos (Fuente: elaboración propia)	104
Tabla 23.- Capturas en la Lonja de Arenys durante 2016 (Fuente: Generalitat de Catalunya)	70	Tabla 51.- Matriz de impacto residual como aplicación de las medidas correctoras propuestas (Fuente: elaboración propia)	104
Tabla 24.- Capturas en la Lonja de Badalona durante 2016 (Fuente: Generalitat de Catalunya)	70	Tabla 52.- Presupuesta del Programa de Vigilancia Ambiental de la actuación 1 (Fuente: elaboración propia)	106
Tabla 25.- Matriz causa / efecto del proyecto (Fuente: elaboración propia)	75		

1. INTRODUCCIÓN

1.1 EXPOSICIÓN DEL OBJETO DEL PROYECTO

El objeto de este proyecto es la definición de las actuaciones definidas en el "Proyecto de actuaciones en el Maresme; TT.MM. de El Masnou – Premià de Mar (Barcelona)".

Históricamente el litoral de la comarca del Maresme, situada al norte de Barcelona, entre la desembocadura del río Tordera y el municipio de Montgat consistía en una playa continua con una considerable anchura. No obstante la construcción de la línea de ferrocarril costera en el siglo XIX y especialmente a partir de la década 40 del siglo XX de los diversos puertos que jalonan este tramo costero (de norte a sur, Arenys, El Balís, Mataró, Premià y El Masnou) junto con la pérdida de eficacia de las fuentes que suministraban arena a la playa (el río Tordera y los numerosos torrentes existentes en esta zona) como consecuencia de la urbanización de sus cauces provocaron el inicio de un proceso erosivo. Desde hace más de 40 años se han venido realizando actuaciones en este tramo costero con el objeto de frenar dicho proceso erosivo, entre las cuales cabe destacar la construcción de espigones en la década de los 70 en el tramo a poniente del puerto de Arenys, la regeneración de playas con aportaciones masivas de sedimento de origen marino a partir en los años 80 y 90 –especialmente en las playas de El Masnou, Premià y el tramo entre los puertos de Arenys y El Balís–. En los últimos años las actuaciones han sido más concentradas en aquellos tramos en peor estado.

En la actualidad el estado del litoral del Maresme sigue siendo preocupante ya que existen muchos tramos en los que la playa seca ha desaparecido y la línea de costa ha pasado a ser la escollera longitudinal que protege la línea de ferrocarril. En la Figura 1.- se muestran las zonas en las que el estado erosivo es más intenso.



Figura 1.- Ubicación de los tramos de litoral con mayores problemas erosivos (Fuente: elaboración propia)

Por todo ello y con objeto de disponer de una estrategia de todo el sector la Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar (DGSCyM) encargó al Centro de Puertos y Costas (CEPYC) del CEDEX) el estudio "Estrategia de actuación en el Maresme (Informe final)", con clave CEDEX: 22-410-5-001. En dicho informe, tras analizar el estado actual de todo el tramo litoral de la comarca del Maresme y diagnosticar los principales problemas, se plantearon una serie de actuaciones, incluyendo una priorización.

Dicho documento ha pasado a formar parte de la línea programática de las actuaciones de la DGSCM y de hecho inició el procedimiento para la licitación de la Asistencia Técnica para la redacción del "Proyecto de actuaciones en el Maresme; TT.MM. de El Masnou – Premià de Mar (Barcelona)" que debía desarrollar 3 de las actuaciones previstas en el estudio del CEDEX y que fue adjudicada a la empresa MARCIGLOB Consultancy Solutions, S.L. (en adelante MARCIGLOB). De acuerdo al Pliego de Bases de dicha Asistencia Técnica, los nombres de dichas actuaciones son los siguientes, cuya ubicación se muestra en la Figura 2.- :

- Actuación 1. Estabilización de las playas de Premià de Mar a poniente de su puerto.
- Actuación 2. Retroalimentación de las playas de El Masnou a levante de su puerto.
- Actuación 3. Construcción de un dique de apoyo en la playa de Ocata de El Masnou.



Figura 2.- Ubicación de las actuaciones objeto de análisis (Fuente: elaboración propia)

Cada una de estas actuaciones ha sido desarrollada en un proyecto constructivo independiente, pero el análisis ambiental se efectúa conjuntamente en un único documento, el presente Estudio de Impacto Ambiental.

1.2 FUNDAMENTOS DE DERECHO APLICABLES A LA CALIFICACIÓN AMBIENTAL DEL PROYECTO

La Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental establece en su artículo 7 que:

"1. Serán objeto de una evaluación de impacto ambiental ordinaria los siguientes proyectos:

- a) Los comprendidos en el anexo I, así como los proyectos que, presentándose fraccionados, alcancen los umbrales del anexo I mediante la acumulación de las magnitudes o dimensiones de cada uno de los proyectos considerados.
- b) Los comprendidos en el apartado 2, cuando así lo decida caso por caso el órgano ambiental, en el informe de impacto ambiental de acuerdo con los criterios del anexo III. (...)

2. Serán objeto de una evaluación de impacto ambiental simplificada:

- a) Los proyectos comprendidos en el anexo II.
- b) Los proyectos no incluidos ni en el anexo I ni el anexo II que puedan afectar de forma apreciable, directa o indirectamente, a Espacios Protegidos Red Natura 2000."

El Anexo I (proyectos que han de ser sometidos a evaluación ordinaria) incluye, entre otros proyectos, los siguientes:

"Grupo 9. Otros proyectos.

a) Los siguientes proyectos cuando se desarrollen en Espacios Naturales Protegidos, Red Natura 2000 y Áreas protegidas por instrumentos internacionales, según la regulación de la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad: (...)

- 4.º Dragados fluviales cuando el volumen extraído sea superior a 20.000 metros cúbicos anuales, y dragados marinos cuando el volumen extraído sea superior a 20.000 metros cúbicos anuales."

En este caso el promotor ha de presentar un Estudio de Impacto Ambiental (EIA), que tras ser sometido a información pública y estudiado por el órgano ambiental concluirá con una Declaración de Impacto Ambiental (DIA).

El Anexo II (proyectos que han de ser sometidos a evaluación de impacto ambiental simplificada) incluye, entre otros proyectos, los siguientes:

Grupo 3. Perforaciones, dragados y otras instalaciones mineras e industriales. (...)

- d) Extracción de materiales mediante dragados marinos excepto cuando el objeto del proyecto sea mantener las condiciones hidrodinámicas o de navegabilidad.

Grupo 7. Proyectos de infraestructuras. (...)

- e) Obras de alimentación artificial de playas cuyo volumen de aportación de arena supere los 500.000 metros cúbicos o bien que requieran la construcción de diques o espigones. (...).
- h) Obras costeras destinadas a combatir la erosión y obras marítimas que puedan alterar la costa, por ejemplo, por la construcción de diques, malecones, espigones y otras obras de defensa contra el mar, excluidos el mantenimiento y la reconstrucción de tales obras y las obras realizadas en la zona de servicio de los puertos."

En este caso el promotor ha de presentar un Documento Ambiental que tras ser sometido a información pública y estudiado por el órgano ambiental concluirá con un Informe de Impacto Ambiental.

El Anexo III (criterios para determinar si un proyecto del Anexo II debe someterse a evaluación de impacto ambiental ordinaria) tiene en cuenta las características del proyecto, su ubicación y las características de su impacto potencial.

En el apartado 2 del presente documento se efectúa una descripción de los 3 proyectos objeto de análisis. Baste decir que las obras consisten en el caso de la 1ª actuación en la aportación de arena de origen marino, obtenida en las proximidades de la obra, junto al Puerto de Premià, y de dos espigones que establezcan la nueva playa, en el caso de la 2ª actuación en el dragado de material en la mitad occidental de la playa de Ocata (junto al puerto del Masnou) y su vertido en la mitad oriental de la misma playa y en el caso de la 3ª de actuación en la construcción de un espigón que arranque del dique del puerto del Masnou cuyo objetivo es dar un apoyo transversal a la playa de Ocata por su extremo occidental. Por consiguiente se está en los supuestos de los apartados d) del Grupo 3 y e) y h) del Grupo 7 del Anexo II, lo que implica la necesidad de someter el proyecto a evaluación de impacto ambiental simplificada.

No existe legislación autonómica específica para evaluación de impacto ambiental de proyectos que contradiga o matice lo anterior.

La Figura 3.- muestra los Espacios Naturales Protegidos próximos a la zona de actuación (incluyendo las de aportación de arena como las de extracción / dragado. Puede concluirse que los dragados no se realizan dentro de ningún Espacio Natural Protegido, de manera que no se está dentro del supuesto a.4) del grupo 9 del Anexo I (que incluye aquellos proyectos que debe ser sometidos a evaluación de impacto ambiental ordinaria).



Figura 3.- Ubicación del LIC Costes del Maresme (ES5110017) –color rojizo– y LIC Serres del litoral septentrional (ES510011) –color ocre– (Fuente: Generalitat de Catalunya)

Por todo ello, teniendo en cuenta que no se prevé la extracción de arena dentro de ningún Espacio Natural Protegido y por tanto el Proyecto no se incluye en ninguna hipótesis del Anexo I sería suficiente con que el Proyecto fuera sometido a evaluación de impacto ambiental simplificada, ya que sí se incluye dentro de algunas de las hipótesis del Anexo II.

No obstante teniendo en cuenta la magnitud de los proyectos, se propone, en virtud de lo establecido en el artículo 7.1.d de la Ley 21/2013, que el proyecto sea sometido al procedimiento de evaluación de impacto ambiental ordinaria.

1.3 MARCO LEGAL

La legislación aplicable a estos estudios sigue las directivas de la Unión Europea y la normativa desarrollada por las diferentes administraciones con competencias en materia medioambiental (estatal y autonómica); en la Tabla 1 se recopilan las principales disposiciones que son de aplicación. Comprende, fundamentalmente, los aspectos referidos a la protección de especies singulares (especialmente las praderas de fanerógamas marinas) y espacios naturales, así como los procedimientos de evaluación del impacto y la legislación específica de costas.

Tabla 1.- Conjunto de normativas que han sido tenidas en cuenta en la realización del estudio.

Evaluación del impacto ambiental
<ul style="list-style-type: none"> Directiva 97/11/CE relativa a la evaluación de las repercusiones de determinados proyectos públicos y privados sobre el medio ambiente. Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental
Normativa básica de Puertos y Costas
<ul style="list-style-type: none"> Real Decreto Legislativo 2/2011, de 5 de septiembre, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley de Puertos del Estado y de la Marina Mercante Ley 2/2013, de 29 de mayo, de protección y uso sostenible del litoral y de modificación de la Ley 22/1988, de 28 de julio, de Costas Real Decreto 876/2014, de 10 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento General de Costas.
Vertidos y gestión de los materiales de dragado
<ul style="list-style-type: none"> Orden 10833/1976, de 26 de mayo de 1976, que supone la adhesión de España a los convenios de Oslo y Londres sobre el vertido al mar de sustancias contaminantes. Real Decreto 258/89, de 10 de marzo, por el que se establece la normativa general sobre vertidos de sustancias peligrosas desde tierra a mar. "Directrices para la caracterización del material dragado y su reubicación en aguas del dominio público marítimo terrestre" elaboradas por la Comisión Interministerial de Estrategias Marinas en 2.014

1.4 PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

El presente informe constituye un documento técnico de carácter ambiental en el que a partir de la descripción en profundidad de las condiciones actuales del medio, se identifican los impactos más

importantes que se producirán a consecuencia de la obra proyectada, el establecimiento de medidas correctoras y la propuesta de un programa de seguimiento ambiental.

Los estudios de evaluación de ambiental constituyen un instrumento de análisis de los proyectos de obras en las que cabe suponer "a priori" alguna alteración sobre la calidad del medio ambiente, con el fin de identificar las principales incidencias negativas y proponer las medidas oportunas. La realización de estas evaluaciones son obligatorias en determinados proyectos que se recogen en la normativa.

En el caso de una evaluación de impacto ambiental ordinaria el promotor debe presentar ante el órgano sustantivo un Estudio de Impacto Ambiental con el siguiente contenido:

- Descripción general del proyecto y previsiones en el tiempo sobre la utilización del suelo y de otros recursos naturales. Estimación de los tipos y cantidades de residuos vertidos y emisiones de materia o energía resultantes.
- Exposición de las principales alternativas estudiadas, incluida la alternativa cero, o de no realización del proyecto, y una justificación de las principales razones de la solución adoptada, teniendo en cuenta los efectos ambientales.
- Evaluación y, si procede, cuantificación de los efectos previsibles directos o indirectos, acumulativos y sinérgicos del proyecto sobre la población, la salud humana, la flora, la fauna, la biodiversidad, la geodiversidad, el suelo, el subsuelo, el aire, el agua, los factores climáticos, el cambio climático, el paisaje, los bienes materiales, incluido el patrimonio cultural, y la interacción entre todos los factores mencionados, durante las fases de ejecución, explotación y en su caso durante la demolición o abandono del proyecto.
Cuando el proyecto pueda afectar directa o indirectamente a los espacios Red Natura 2000 se incluirá un apartado específico para la evaluación de sus repercusiones en el lugar, teniendo en cuenta los objetivos de conservación del espacio.
- Medidas que permitan prevenir, corregir y, en su caso, compensar los efectos adversos sobre el medio ambiente.
- Programa de vigilancia ambiental.
- Resumen del estudio y conclusiones en términos fácilmente comprensibles.

1.5 OBJETIVOS

El objetivo global del presente Estudio es común con cualquier evaluación de impacto y se basa en aportar los criterios que permitan el diseño de la obra objeto de análisis en condiciones que produzcan un mínimo impacto sobre el entorno de acuerdo con el marco normativo de aplicación.

Esto supone la consecución de una serie de objetivos generales y parciales, que se corresponden con las distintas fases de desarrollo de los trabajos:

- Realización de un inventario ambiental completo con la descripción del entorno del proyecto y análisis de las principales interacciones de tipo ecológico.

- Examen de las alternativas técnicamente viables, que son consideradas a nivel de anteproyecto, y justificación de la solución adoptada en función de su idoneidad ambiental.
- Análisis de las características básicas del proyecto constructivo a fin de identificar todos los elementos susceptibles de generar alguna acción ambiental de tipo negativo.
- Identificación y evaluación del impacto sobre los principales elementos del medio (agua, comunidades naturales, medio litoral, paisaje, etc.) en base al conocimiento del medio obtenido a través de los trabajos de campo realizados, tanto de la solución escogida como en cada una de las alternativas que puedan estar planteadas a nivel técnico.
- Propuesta de medidas correctoras encaminadas a minimizar el impacto residual y
- Elaboración de un programa de vigilancia y seguimiento ambiental, tanto a corto como a largo plazo.

1.6 FUENTES DE INFORMACIÓN UTILIZADAS

El conocimiento de las condiciones del medio sobre el que se actuará se resuelve en un doble plano de observación:

- a) Características generales sobre un marco espacial y temporal amplio, a base de la recopilación y análisis de los antecedentes disponibles. Esta fase del trabajo es muy importante cuando se trata de un entorno de comportamiento marcadamente estacional (como es el caso del Mediterráneo) y en el que la campaña de muestreo abarca únicamente una situación determinada del ciclo anual. El conjunto de la información documental referida a las condiciones climáticas, hidrográficas, ecológicas y socioeconómicas utilizadas se relaciona en el capítulo de bibliografía.
- b) Características particulares del medio en el área de actuación a base de los estudios básicos realizados sobre la zona y que aportan los antecedentes fundamentales para la realización del análisis del impacto. En este caso, el estudio que aporta el antecedente básico para la descripción de las condiciones del medio son los trabajos de campo encargados por MARCIGLOB CONSULTANCY SOLUTIONS a la firma TECNOAMBIENTE, S.L. Estos trabajos han consistido en la realización de un estudio topo-batimétrico, una caracterización geomorfológica de los fondos, la recogida de muestras de sedimentos submarinas y de playa, así como el estudio de la caracterización bionómica de los fondos de la zona de estudio. Todo ello se ha realizado tanto en la zona de extracción de arena como en la de aportación.

Teniendo en cuenta el tipo de obra, la magnitud de los impactos detectados, así como las medidas mitigadoras que se adoptarán, de acuerdo a lo indicado en el apartado 6.4 de este Estudio de Impacto Ambiental, se considera que la obra no va a afectar al medio ambiente de una manera significativa.

2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO Y DE SUS ALTERNATIVAS

2.1 OBJETO DEL PROYECTO

El objeto del "Proyecto de actuaciones en el Maresme; TT.MM. de El Masnou – Premià de Mar (Barcelona)" es analizar la problemática actual que sufre el tramo de playa entre los puertos de Premià y del Masnou, buscar los motivos de dicho comportamiento, analizar diferentes alternativas de actuación, proponer la más adecuada para cada una de las 3 actuaciones tras un análisis técnico, ambiental y económicos y desarrollar las propuestas seleccionadas a nivel de Proyecto Constructivo.

2.2 ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS

2.2.1 ANTECEDENTES

2.2.1.1 Sobre la dinámica litoral

En el apartado 3.9 se incluye un completo análisis de la dinámica litoral del tramo de costa entre los puertos de El Masnou y Premià con objeto de determinar las causas que motivan una pérdida más o menos continuada de la arena (pese a que hay algunas temporadas en la que se recupera anchura de playa seca). Las principales conclusiones de dicho estudio son las siguientes:

- Desde el punto de vista del transporte longitudinal se produce una movilización de la arena a lo largo de la playa con dirección NE-SW o SW-NE en función de la dirección del oleaje incidente. En promedio la dirección neta es en dirección NE-SW con unos valores entre los 25.000 m³/año (en la mitad oriental) y los 30.000 m³/año en la mitad (occidental), lo que provoca una acumulación de arena de la playa apoyada en el Puerto de El Masnou, si bien éste no es capaz de retener toda la arena, de manera que en promedio se pierden 2.000 m³/año hacia poniente.
- Desde el punto de vista del transporte transversal, durante los temporales más energéticos parte de la arena de la playa seca/orilla es transportada a grandes profundidades (más allá de la zona litoral, limitada por la profundidad activa e incluso de la zona de asomeramiento, limitada por la profundidad de cierre) y ya no puede ser recuperada por la dinámica transversal. Durante los temporales hibernales más habituales y no tan energéticos la arena de la playa seca/orilla es transportada a profundidades menores de la activa (y por tanto dentro de la zona litoral) pero es arrastrada por las corrientes longitudinales ya que no existe ningún obstáculo que lo impida. En la mitad más oriental de la playa esta arena no puede ser reemplazada (puesto que en esta zona no existe ninguna fuente de sedimento tras la construcción del puerto de Premià), de modo que se produce un déficit de arena para ser transportada hacia playa durante la primavera y verano; por consiguiente una parte importante de la arena se pierde del sistema morfológico de las playas más situadas a levante, de manera que acaban teniendo una componente neta regresiva. En el caso de la playa más oriental esto no sucede ya que sí recibe sedimento procedente precisamente de las playas más orientales, por lo que su recuperación tras los temporales hibernales puede ser mejor.

2.2.1.2 Sobre el estudio realizado por el CEDEX (2014)

En abril de 2014 el Centro de Puertos y Costas del CEDEX realizó por encargo de la Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar (DGSCM) el Estudio "Estrategia de actuación en el Maresme (Informe final)", con clave CEDEX: 22-410-5-001. En dicho informe, tras analizar el estado actual del tramo litoral de la comarca del Maresme (en el que se encuentra el tramo objeto de actuación en el presente proyecto) y diagnosticar los principales problemas, se plantean una serie de actuaciones, incluyendo una priorización.

En particular en el tramo entre los puertos de El Masnou y Premià propone la sectorización en cinco celdas, para lo que son necesarias las siguientes actuaciones, que se reflejan en la Figura 4.- .



Figura 4.- Propuestas de actuación en el tramo entre los puertos de El Masnou y Premià sugeridas en el informe del CEDEX. (Fuente: CEDEX)

- Actuación 1. Recrecimiento del espigón que separa las playas de Pla L'Ós y La Descàrrega y vertido de 350.000 m³ de arena en la playa de Pla de L'Ós y Bellamar. Esta actuación presentaba 2 alternativas: i] construyendo un espigón exento entre las playas de Bellamar y Pla de L'Ós (ver Figura 5.-) y ii] sin incluir dicho espigón exento.
- Actuación 2. Recrecimiento del espigón que separa las playas de La Descàrrega y de Ponent y vertido de 134.000 m³ de arena en la playa de La Descàrrega.
- Actuación 3. Construcción de un nuevo espigón con forma de L a poniente de la playa de Ponent de Premià (situado a unos 800 m del actualmente existente y cuyo recrecido se plantea en la actuación 2) y vertido de 460.000 m³ de arena en la playa de La Descàrrega.

- Actuación 4. Construcción de un nuevo espigón con forma de L a levante de la playa de Ocata de El Masnou (situado a unos 890 m a poniente del nuevo espigón que se plantea en la actuación 3) y vertido de 500.000 m³ de arena entre ambos espigones.
- Actuación 5. Retroalimentación de arena apoyada en el dique del puerto de El Masnou, dejando una anchura de playa seca en el entorno de 60 m y vertiendo el material sobrante en la mitad oriental de dicha celda (que finaliza 1.200 m a levante del dique del puerto de El Masnou) y el resto de material en la celda situada inmediatamente a levante (la de la actuación 4).
- Actuación 6. Construcción de un espolón adosado al dique del Puerto de El Masnou que controle el nivel de avance de la playa apoyada en él.



Figura 5.- Alternativa de la actuación 1 con espigón exento sugerida en dicho informe. (Fuente: CEDEX)

En dicho informe se comenta que la idea final es mantener una playa con una cierta estabilidad de una anchura de playa seca en torno a 60 m (ver Figura 6.-) y que será necesario prever un mantenimiento mediante la gestión de la arena para intentar que las zonas con anchuras inferiores a 30 m no existan. Por tanto debe procurarse una retroalimentación dentro de cada celda y, en su caso, dentro del subsector entre ambos puertos.

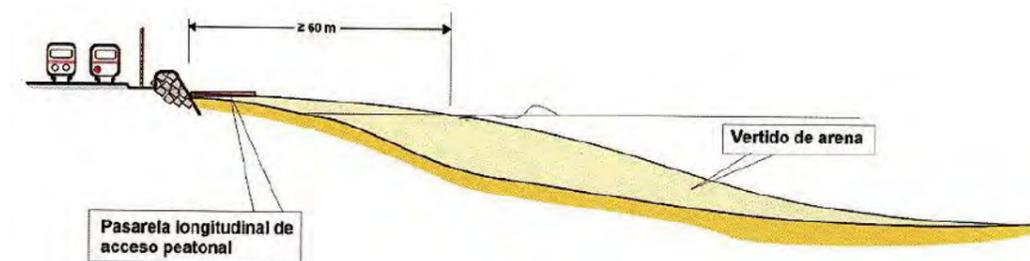


Figura 6.- Sección tipo transversal de las alimentaciones propuestas. (Fuente: CEDEX)

Dicho documento ha pasado a formar parte de la línea programática de las actuaciones de la DGSCM y de hecho las actuaciones a incluir en el presente proyecto son la 1, la 5 y la 6.

Por consiguiente las alternativas que se planteen en este documento no pueden ir en contra de lo expuesto en dicho informe del CEDEX y por tanto abordarán aspectos que no hayan sido correctamente definidos en dicho documento.

De acuerdo al Pliego de Bases de la presente Asistencia Técnica, los nombres de dichas actuaciones (y que se emplearán en el proyecto) son los siguientes:

- Actuación 1. Estabilización de las playas de Premià a poniente de su puerto (que coincide con la actuación 1 del informe del CEDEX).
- Actuación 2. Retroalimentación de las playas de El Masnou a levante de su puerto (que coincide con la actuación 5 del informe del CEDEX).
- Actuación 3. Construcción de un dique de apoyo en la playa de Ocata, El Masnou (que coincide con la actuación 6 del informe del CEDEX).

2.2.2 ACTUACIÓN 1. ESTABILIZACIÓN DE LAS PLAYAS DE PREMIÀ A PONIENTE DE SU PUERTO

2.2.2.1 Objetivo de la actuación

De acuerdo con el informe del CEDEX de 2014, el objetivo de esta actuación es controlar la erosión que se aprecia en las playas, aguas abajo del puerto de Premià y mejorar las obras existentes, De este modo se incrementará el volumen de arena en la zona, que resulta prácticamente imprescindible, dado su estado actual.

La actuación consiste en el recrecimiento del espigón que separa las playas de L'Ós y de La Descàrrega, con una forma en planta en L, así como el vertido de unos 350.000 m³ de arena. Se plantea la opción adicional de construir un espigón exento entre las playas de Bellamar y de l'Ós. Asimismo se debe incluir el mantenimiento de la playa durante dos años con la recarga de arena en las dos sucesivas temporadas posteriores a la finalización de los trabajos del proyecto principal.

2.2.2.2 Alternativas planteadas

Se plantearán las siguientes alternativas

- Alternativa 0. No actuación
- Alternativa 1. Recrecimiento del actual espigón y aporte de arena
- Alternativa 2. Recrecimiento del actual espigón, aporte de arena y nuevo espigón exento
- Alternativa 3. Recrecimiento del actual espigón y aporte de arena y nuevo espigón perpendicular a la playa

A continuación se detallan cada una de estas alternativas.

2.2.2.2.1 Alternativa 0. No actuación

La no realización de esta actuación implicará que la playa de Pla de l'Ós continúe perdiendo arena hacia el SW, por lo que seguirá siendo necesaria la aportación periódica de sedimento (como por ejemplo la

procedente del trasvase de arenas del Puerto de Premià). Por su parte la playa de Bellamar, encajada entre el contradique del Puerto de Premià y un pequeño escollero, seguirá con una forma en planta relativamente estable, ya que toda ella está bajo el efecto sombra provocado por el polo situado en el extremo del dique de Puerto de Premià, tal como se puede comprobar en la Figura 7.-, extraída del Anejo nº 4 (puede comprobarse que el punto de control 1, que marca el límite de afección de dicho polo se sitúa precisamente en el pequeño escollero existente en esa zona). No obstante seguirá sufriendo los avances y retrocesos cíclicos de su línea de orilla que han sido observados en los últimos años (ver Figura 45 del Anexo nº 4).

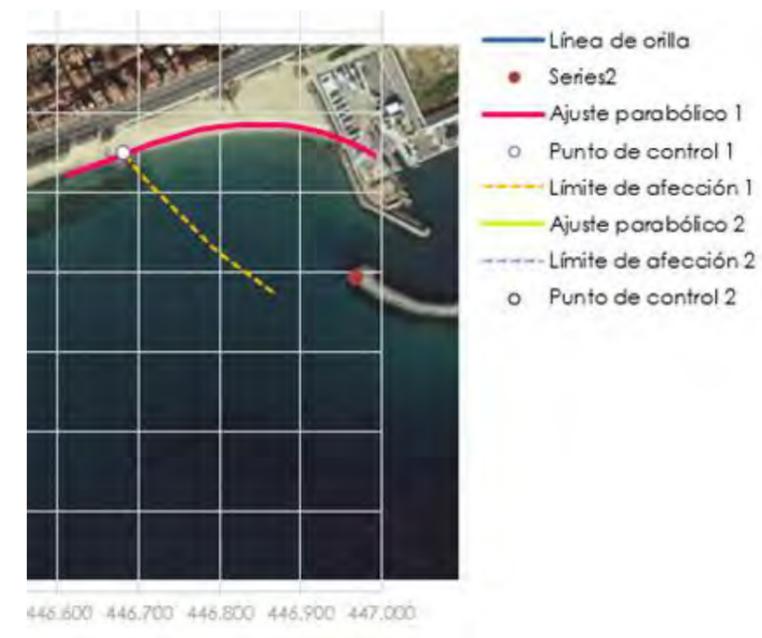


Figura 7.- Forma de equilibrio en planta de la playa de Bellamar (Fuente: elaboración propia)

2.2.2.2.2 Alternativa 1. Recrecimiento del actual espigón y aporte de arena

Variante 1A

Por lo que respecta a la playa de Bellamar su forma en planta será obtenida de acuerdo a la formulación de Hsu y Evans con una dirección del flujo medio de energía de oleaje 161,1° N (valor obtenido en el punto E para los datos de oleaje SIMAR, ver Anejo nº 4). Como condicionante se ha adoptado no adelantar la línea de costa en su extremo oriental, junto al puerto de Premià, para evitar problemas de aterramiento de su bocana, El punto de control de dicha playa coincidirá con el arranque de la nueva forma en planta de la playa del Pla de l'Ós. En este tramo la playa tendrá una forma en planta perpendicular al flujo medio de energía de oleaje, que tal como se vio en el Anejo nº 4 es 151,4° N (valor obtenido en el punto D para los datos de oleaje SIMAR). Esta playa se apoya en el actual espigón que separa las playas de Pla de l'Ós y de La Descàrrega, que será recrecido (con forma de "L"), de manera que su nuevo extremo llegue hasta la nueva línea de costa; asimismo se prolongará con un tramo sumergido que alcance la profundidad -5,50 m de la nueva playa, valor que coincide aproximadamente con la profundidad activa, de manera que suponga una barrera total al transporte longitudinal de sedimentos y la arena vertida en esa celda no salga de ella.

La Figura 8.- muestra la planta de las actuaciones. En el plano A7.1.1 (hoja 1) se presenta con mayor detalle.



Figura 8.- Planta de la alternativa 1A de la actuación 1 (Fuente: elaboración propia)

En la zona de transición entre el tramo curvo y el rectilíneo no se cumple la anchura mínima de playa seca de 60 m recomendada en el estudio de CEDEX (medida entre la nueva línea +0 y el extremo lado tierra, dado por la escollera longitudinal existente) y que en este caso es de 50 m. El motivo es la existencia de una zona urbanizada de uso recreacional que produce un adelantamiento de la escollera longitudinal de protección y por tanto una reducción "artificial" de la anchura de playa seca (ver Figura 9.-).

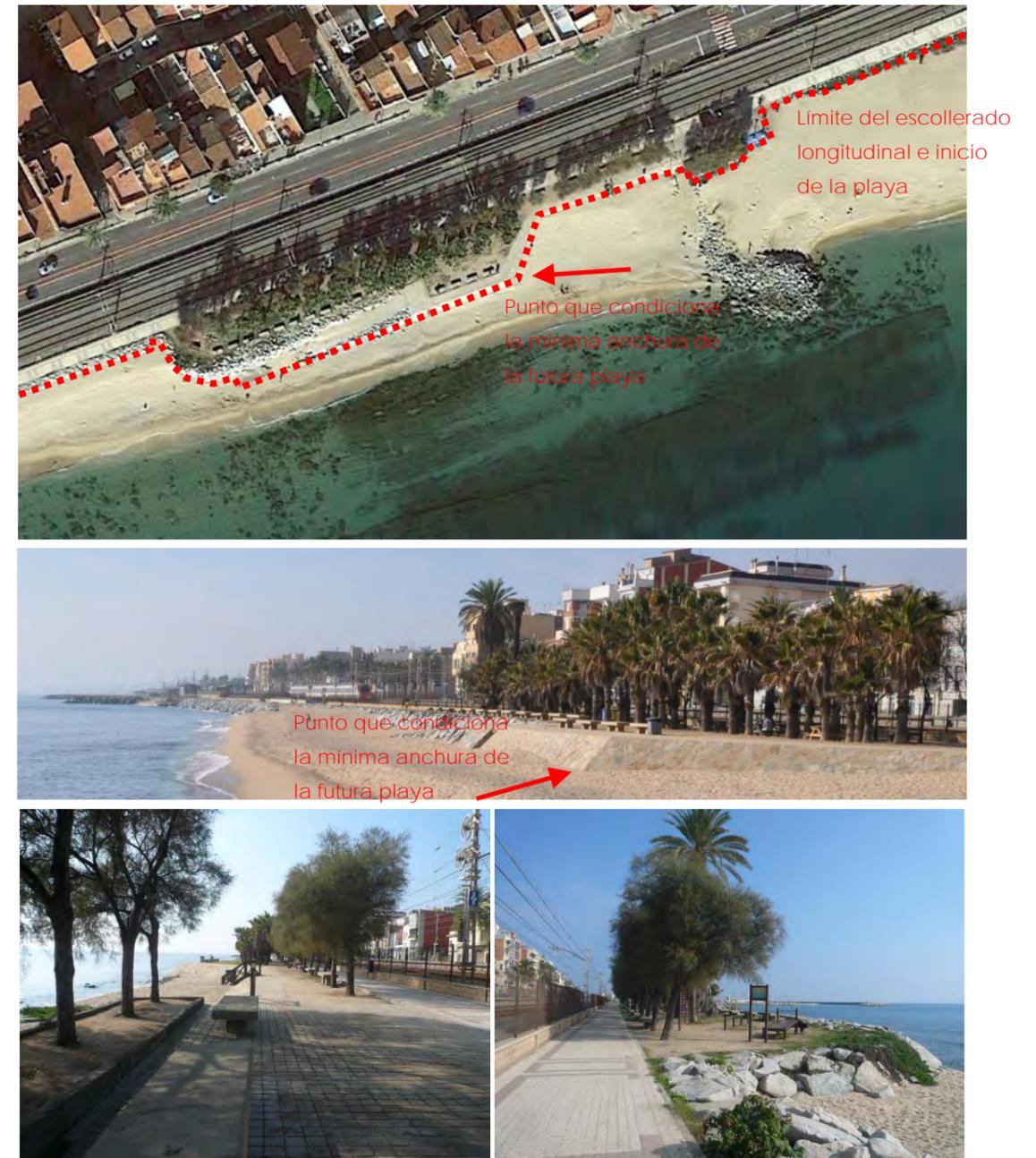


Figura 9.- Zona en la que se produce un adelantamiento de la escollera de protección en la transición entre las playas de Bellamar y Pla de l'Òs. (Fuente: Elaboración propia a partir de Google Earth)

Para conseguir en esta zona una anchura de 60 m se debería adelantar más la playa de Bellamar respecto a lo propuesto, lo cual podría provocar problemas de aterramientos en el Puerto de Premià, Esto no se considera viable, por lo que la anchura mínima de playa seca obtenida en este punto (50 m) será un punto débil que requerirá atención por parte de la DGSCM para conseguir el mantenimiento de la anchura de la playa.

En el extremo de poniente de la actuación se supera ampliamente la anchura mínima de 60 m, llegando a los 137 m, valor que no parece adecuado, pues se genera una playa excesivamente ancha que requiere gran volumen de arena para su formación. Además para que el recrecimiento del espigón sea efectivo y retenga toda la arena, deberá prolongarse un pie sumergido que alcance hasta la -5,50 m del nuevo perfil de playa, lo cual encarece todavía más la actuación.

Variante 1B

Con objeto de solventar la problemática descrita anteriormente se propone una variante B (para ésta y el resto de alternativas de la actuación 1) en la cual la actual zona recreacional es demolida y trasladada al extremo oriental de la actuación, junto al nuevo espigón en L. De este modo la anchura mínima de playa seca pasa a ser de 60 m, con lo que se cumplen las recomendaciones del CEDEX.

La Figura 10.- muestra la planta de las actuaciones de esta alternativa 1. En el plano A7.1.1 (hoja 2) se presenta con mayor detalle. La trama rallada con líneas de color rojo indica la zona a demoler y la trama de color verde su reubicación.

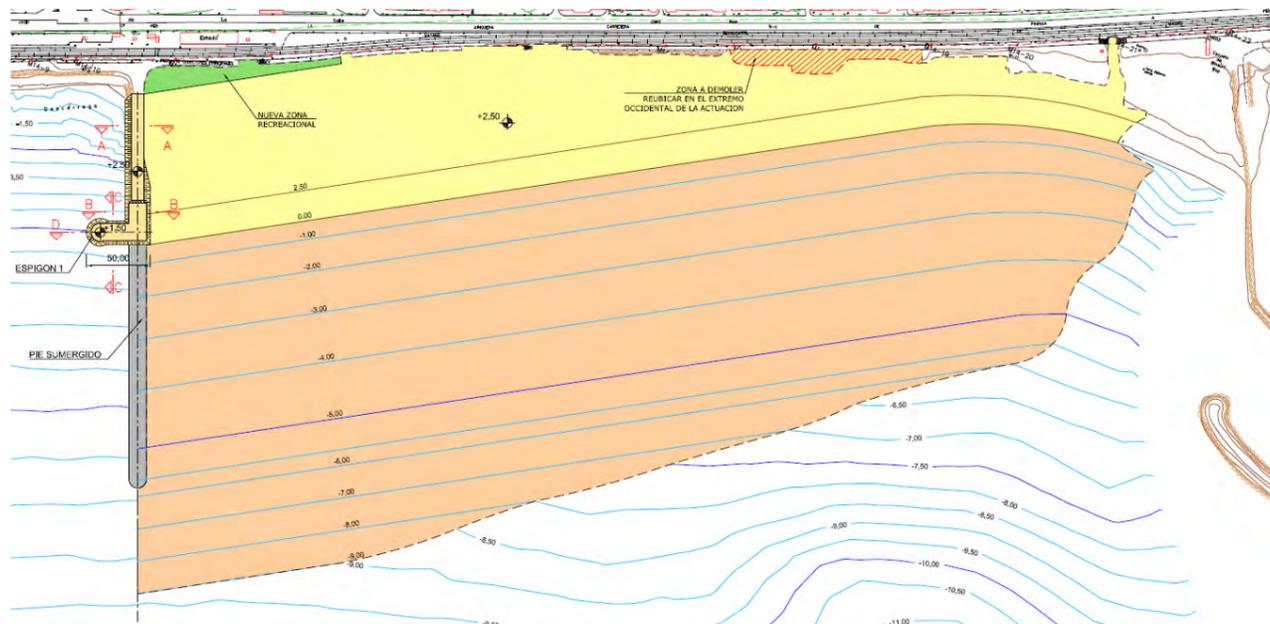


Figura 10.- Planta de la alternativa 1B de la actuación 1 (Fuente: elaboración propia)

2.2.2.2.3 Alternativa 2. Recrecimiento del actual espigón, aporte de arena y nuevo espigón exento

Variante 2A

En este caso además del recrecimiento del actual espigón que separa las playas de Pla de l'Ós y de La Descàrrega por encima de la profundidad de -5,50 m se propone en un punto intermedio entre dicho espigón y el contradique del puerto de Premià la construcción de un nuevo espigón exento en el entorno de esta isóbata con una longitud de 65 metros.

Por lo que respecta a la playa de Bellamar se propone la misma actuación que en la alternativa 1, es decir, un mantenimiento de la actual línea de costa en su extremo oriental. Su forma en planta (línea discontinua en la Figura 11.-) se ha obtenido con la formulación de Hsu y Evans considerando el polo de difracción en el morro del dique del puerto y una dirección del flujo medio de energía de 161,1° N.

En cuanto a la playa de Pla de l'Ós el nuevo espigón exento generará un hemitímbolo cuya forma en planta se ha obtenido con la formulación de Hsu y Evans considerando los polos de difracción en los morros de dicho espigón y unas direcciones del flujo medio de energía de 161,1° N para la mitad oriental (doble línea continua en la Figura 11.-) y 151,4° N para la mitad occidental (línea continua en la Figura 11.-), con lo cual se tiene en cuenta la variación de dicho flujo en este tramo costero.

La Figura 11.- muestra la planta de las actuaciones de esta alternativa 2. En el plano A7.1.2 (hoja 1) se presenta con mayor detalle.

Con esta configuración la anchura mínima de playa seca de la mitad occidental de la playa de Pla de l'Ós pasa a ser 58 m (en la zona abrigada por el espigón exento) y la máxima anchura 90 m (junto a la prolongación del espigón), de manera que se reduce considerablemente respecto a la alternativa 1 (en la que se alcanzaban los 137 m). En su extremo oriental (en la zona de contacto con la playa de Bellamar) existe una zona puntual en la que anchura se reduce hasta los 44 m como consecuencia de la existencia de la zona urbanizada que produce un adelantamiento de la escollera longitudinal de protección y por tanto una reducción "artificial" de la anchura de playa seca (ver Figura 9.-). Para conseguir una anchura mayor se debería adelantar toda la línea de costa de la nueva playa creada entre el contradique del puerto y el espigón exento, lo cual podría provocar problemas de aterramiento en el puerto, por lo que se ha descartado. Éste será, por tanto, un punto crítico que requerirá atención por parte de la DGSCM para conseguir el mantenimiento de la anchura de la playa, si bien en este caso a playa será más estable que en la alternativa 1 pues su forma en planta está controlada por dos polos de difracción.

Variante 2B

Del mismo modo que se efectuó con la alternativa 1, se propone una variante en la cual la actual zona recreacional es demolida y trasladada al extremo oriental de la actuación, junto al nuevo espigón en L. De este modo la anchura mínima de playa seca pasa a ser de 60 m, con lo que se cumplen las recomendaciones del CEDEX.



Figura 11.- Planta de la alternativa 2A de la actuación 1 (Fuente: elaboración propia)

La Figura 12.- muestra la planta de las actuaciones de esta alternativa 1. En el plano A7.1.2 (hoja 2) se presenta con mayor detalle. La trama rallada con líneas de color rojo indica la zona a demoler y la trama de color verde su reubicación.

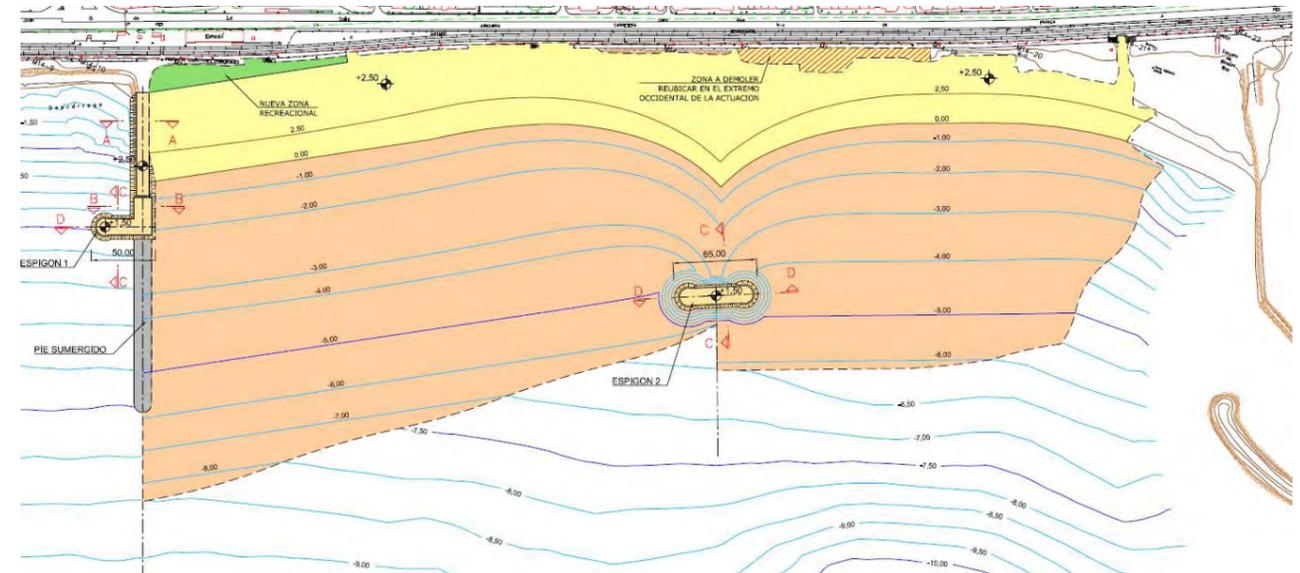


Figura 12.- Planta de la alternativa 2B de la actuación 1 (Fuente: elaboración propia)

2.2.2.2.4 Alternativa 3. Recrecimiento del actual espigón y aporte de arena y nuevo espigón perpendicular a la playa

Variante 3A

Esta propuesta intenta corregir uno de los principales problemas de la alternativa 1: la excesiva anchura en su extremo occidental. Para ello se plantea dividir el tramo rectilíneo de playa en dos mediante un espigón perpendicular que permita retranquear el tramo de poniente hasta conseguir unas anchuras más moderadas.

Por consiguiente además del recrecimiento del actual espigón que separa las playas del Pla de L'Ós y de La Descàrrega por encima de la profundidad de -5,50 m se propone en un punto intermedio de la playa del Pla de L'Ós la construcción de un nuevo espigón perpendicular a la costa, pero con un morro situado a la profundidad de -1 m ya que el objetivo no es compartimentar esta playa en dos sub-tramos (actuación no prevista en el documento del CEDEX) sino permitir el retranqueo de la mitad occidental de la playa. Por consiguiente este espigón será rebasable por las arenas.

La playa apoyada en este nuevo espigón tendrá una forma en planta perpendicular al flujo medio de energía de oleaje, que tal como se vio en el Anejo nº 4 es 151,4° N (línea continua en la Figura 13.-).

La playa apoyada en el espigón más occidental tendrá en su extremo oriental una forma en planta controlada por el morro del nuevo espigón y en el resto una forma rectilínea perpendicular al flujo medio de

energía de oleaje (151,4° N). Se ha obtenido mediante la formulación de Hsu y Evans (doble línea continua en la Figura 13.-).

Por lo que respecta a la playa de Bellamar se propone la misma actuación que en las alternativas 1 y 2, es decir, el mantenimiento de la actual línea de costa. Su forma en planta (línea discontinua en la Figura 13.-) se ha obtenido con la formulación de Hsu y Evans considerando el polo de difracción en el morro del dique del puerto y una dirección del flujo medio de energía de 161,1° N.

La Figura 13.- muestra la planta de las actuaciones de esta alternativa 3. En el plano A7.1.3 (hoja 1) se presenta con mayor detalle.

Con esta configuración la anchura mínima de playa seca de la mitad occidental de la playa de Pla de l'Ós pasa a ser 64 metros y la máxima anchura 89 metros (junto a la prolongación del espigón), de manera que se reduce considerablemente respecto a la alternativa 1 (en la que se alcanzaban los 137 m). En su mitad oriental la máxima anchura es 110 m y la mínima es de 52 m en la zona de contacto con la playa de Bellamar, donde, como ya se ha comentado en las alternativas 1 y 2 existe un adelantamiento de la escollera longitudinal de protección y por tanto una reducción "artificial" de la anchura de playa seca (ver Figura 9.-).

Para conseguir una anchura mayor se debería adelantar toda la línea de costa de la nueva playa creada entre el contradique del puerto y el espigón perpendicular, lo cual podría provocar problemas de aterramiento en el puerto, por lo que se ha descartado. Éste será, por tanto, un punto crítico que requerirá atención por parte de la DGSCM para conseguir el mantenimiento de la anchura de la playa. Una opción para controlar mejor las eventuales erosiones en este punto es mantener el pequeño espigón existente (ver Figura 9.-) ya que su extremo lado mar estará alineado con la nueva línea de orilla.

Variante 3B

Tal como se planteó con las alternativas 1 y 2, se propone una variante en la cual la actual zona recreacional es demolida y trasladada al extremo oriental de la actuación, junto al nuevo espigón en L. De este modo la anchura mínima de playa seca pasa a ser de 60 m, con lo que se cumplen las recomendaciones del CEDEX.

La Figura 14.- muestra la planta de las actuaciones de esta alternativa 1. En el plano A7.1.2 (hoja 2) presenta con mayor detalle. . La trama rallada con líneas de color rojo indica la zona a demoler y la trama de color verde su reubicación.



Figura 13.- Planta de la alternativa 3A de la actuación 1 (Fuente: elaboración propia)

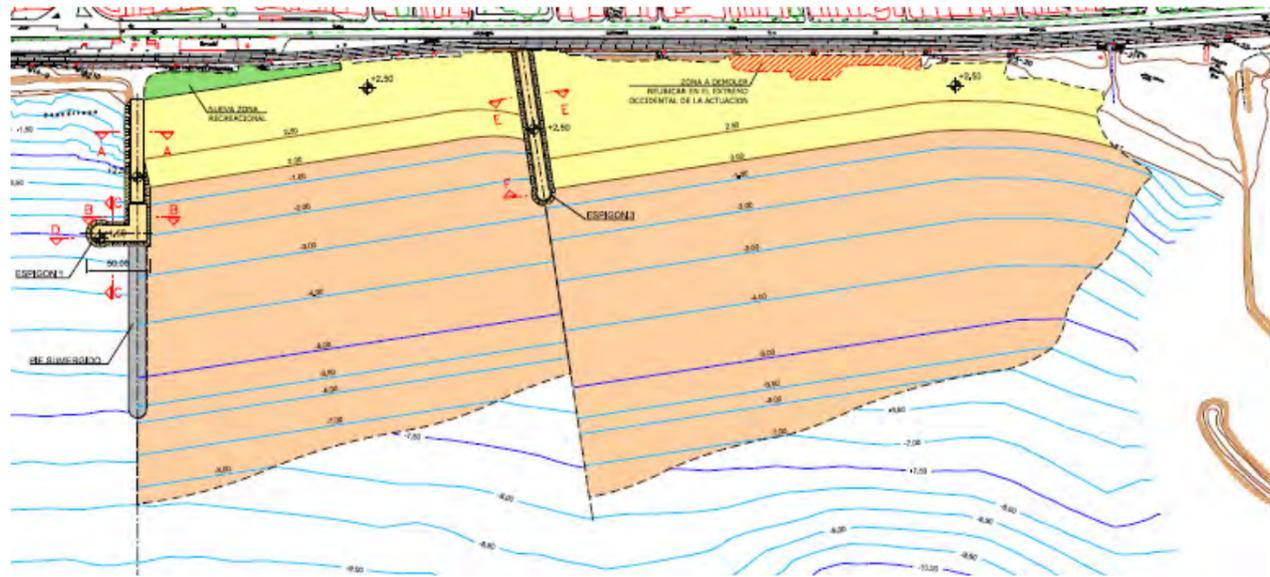


Figura 14.- Planta de la alternativa 3B de la actuación 1 (Fuente: elaboración)

2.2.2.3 Estudio comparativo de alternativas

Se ha efectuado una comparativa entre las diferentes soluciones (incluyendo la Alternativa 0 consistente en no efectuar ninguna actuación), para lo que se han considerado los siguientes aspectos, a los cuales se les ha aplicado diferentes coeficientes de ponderación p_i (de manera que $\sum p_i = 1,0$):

- Aspectos técnicos (grado de funcionalidad); $p = 0,30$
- Impacto ambiental; $p = 0,30$
- Aspectos económicos, distinguiendo entre Inversión; $p = 0,25$ y Costes de mantenimiento; $p = 0,15$

Cada alternativa ha sido valorada en función de los anteriores aspectos entre 0 (muy negativa o impacto muy alto) y 3 (muy positiva o impacto muy bajo o nulo), incluyendo una gama de colores entre el rojo (para un valor 0) y el verde intenso (para un valor 3). Todo ello se muestra en la Tabla 2.-. Los escalones considerados son los siguientes:

1. Impacto nulo, muy bajo o muy positivo: 0,0 a 0,75 puntos
2. Impacto bajo o positivo: 0,76 a 1,5 puntos
3. Impacto medio/bajo: 1,51 a 1,75 puntos
4. Impacto medio: 1,76 a 2,0 puntos
5. Impacto medio/alto: 2,01 a 2,5 puntos
6. Impacto alto o negativo: 2,51 a 3,75 puntos
7. Impacto muy alto o muy negativo: 2,76 a 3,0 puntos

Los criterios seguidos en la puntuación de cada aspecto se indican a continuación:

- Aspectos técnicos. Se ha tenido en cuenta el grado de solución con lo que cada alternativa resuelve la problemática erosiva de la playa. Así se considera que las Alternativas 1, 2 y 3 (tanto la variante A como la B) resuelven los problemas a medio y largo plazo de un modo muy similar, si bien a la 2 se le ha otorgado el mayor puntaje [3,0] ya que soluciona mejor la erosión en la zona de transición entre las playas de Bellamar y Pla de l'Ós; las propuestas 1 y 3 han sido valoradas con [2,5] puntos, mientras que la Alternativa 0 al no solucionar en absoluto la problemática ha sido puntuada con [0] puntos.
- Impacto ambiental. Se han considerado 3 aspectos (ocupación de superficie del fondo marino, impacto paisajístico y empleo de recursos naturales –arena y escollera–) a los que se ha dado la misma ponderación. Estos aspectos han sido valorados de [0] a [3] para cada alternativa y posteriormente ponderados por un factor $f = 1/3$, de manera que pueda obtenerse un máximo de [3] y un mínimo de [0].
 - *Ocupación de superficie del fondo marino*: la Alternativa 0, que no ocupa superficie ha sido valorado con [3,0] puntos, la Alternativa 3A es la que ocupa una superficie menor ha sido valorada con [2,0] puntos, la Alternativa 2A con [1,75] puntos, ya que ocupa una superficie similar, algo mayor debida al espigón exento, mientras que la Alternativa 1A ha sido valorada con [1] ya que es la que ocupa una mayor superficie. Por lo que respecta a las alternativas 1B, 2B y 3B en su puntuación se ha descontado [0,25] puntos como consecuencia de la intervención en la actual zona recreativa y su posterior reubicación.
 - *Impacto paisajístico*: la Alternativa 0 al no incluir ninguna actuación tiene impacto nulo, por lo que se ha valorado con [3,0] puntos; el resto han sido valoradas inversamente proporcional a la longitud de espigones: la Alternativa 1 ha sido valorada con [2,5] puntos, la Alternativa 2 con [2] puntos ya que incluye un espigón exento alejado de la costa y de baja cota de coronación y la Alternativa 3 con [1,5] puntos ya que incluye un segundo espigón en medio de la playa de considerable impacto. Esta puntuación es tanto válida para las variantes A como para las B, ya que se considera que en estas últimas la zona recreativa y ajardinada existente será sustituida por una de características similares.
 - *Empleo de recursos*: la Alternativa 0 al no incluir ninguna actuación no necesita recursos, por lo que se ha valorado con [3] puntos; el resto han sido valoradas inversamente proporcional al volumen de material requerido (escollera para espigones y arena para la alimentación), resultando la Alternativa 1 con [1,0] punto, y las Alternativas 2 y 3 con [2] puntos. Por lo que respecta a las alternativas 1B, 2B y 3B en su puntuación se ha descontado [0,25] puntos como consecuencia de los recursos adicionales que requerirá la nueva zona recreativa.
- De esa manera la puntuación por impacto ambiental de las alternativas queda del siguiente modo: Alternativa 0 = $(3 + 3 + 3) / 3 = [3,0]$ puntos; Alternativa 1A = $(1,0 + 2,5 + 1,0) / 3 = [1,5]$ puntos; Alternativa 1B = $(0,75 + 2,5 + 0,75) / 3 = [1,33]$ puntos; Alternativa 2A = $(1,75 + 2,0 + 2,0) / 3 = [1,92]$ puntos; Alternativa 2B = $(1,5 + 2,0 + 1,75) / 3 = [1,75]$ puntos; Alternativa 3A = $(2,0 + 1,5 + 2,0) / 3 = [1,83]$ puntos y Alternativa 3B = $(1,75 + 1,5 + 1,75) / 3 = [1,67]$ puntos.
- Inversión: la Alternativa 0 al no incluir ninguna actuación tiene una inversión nula, por lo que se ha puntuado con [3,00]; la diferencia del resto de propuestas es pequeña (con un P.E.M. entre 2,3 y 3,0 millones de euros, como puede apreciarse en la Tabla 3.- de ahí que se hayan puntuado de manera inversamente proporcional a su presupuesto, valorando la más costosa con [1,0] y la de

menor inversión con [2,0]. De este modo la Alternativa 1A ha sido valorada con [1,3] puntos, la Alternativa 1B con [1,0] puntos, la Alternativa 2A con [1,49] puntos, la Alternativa 2B con [1,19] puntos, la Alternativa 3A con [2,0] puntos y la Alternativa 3B con [1,7] puntos.

- Coste de mantenimiento. En este caso la valoración ha sido más cuantitativa, dando un puntaje mínimo [0,00] a la Alternativa 0 ya que, al no solucionar los problemas, requerirá actuaciones periódicas conforme la playa siga erosionándose, otorgando un puntaje similar a las otras 3 propuestas ya que sus requerimientos serán similares, si bien serán menores para la Alternativa 2, que se valora con [2,5] puntos y mayores para la Alternativa 1, que ha sido valorada con [2,0] puntos, mientras que la Alternativa 3 ha sido valorada con un valor intermedio de [2,25] puntos. Por lo que respecta a las alternativas 1B, 2B y 3B en su puntuación se ha añadido [0,25] puntos como consecuencia de la ganancia de playa seca por la demolición y traslado de la actual zona recreacional, lo cual permitirá tener que efectuar menos aportaciones a esta zona.

Tabla 2.- Comparación de las diferentes alternativas propuestas de la actuación 1 (Fuente: elaboración propia)

Alternativa	Aspectos Técnicos (p = 0,30)	Aspectos ambientales (p = 0,30)				Coste de Inversión (p = 0,25)	Coste de Mantenimiento (p = 0,15)	PUNTUACIÓN TOTAL
		Subtotal	Superficie ocupada	Impacto paisajístico	Empleo de recursos			
0	0,00	3,00	3,00	3,00	3,00	0,00	1,65	
1A	2,50	1,50	1,00	2,50	1,00	1,30	2,00	1,83
1B	2,50	1,33	0,75	2,50	0,75	1,00	2,25	1,74
2A	3,00	1,92	1,75	2,00	2,00	1,49	2,50	2,22
2B	3,00	1,75	1,50	2,00	1,75	1,19	2,75	2,13
3A	2,50	1,83	2,00	1,50	2,00	2,00	2,25	2,14
3B	2,50	1,67	1,75	1,50	1,75	1,70	2,50	2,05

[0,00-0,75]	Nulo / Muy bajo / Muy positivo	[2,01-2,50]	Medio / Alto
[0,76-1,50]	Bajo / Positivo	[2,51-2,75]	Alto / Negativo
[1,51-1,75]	Medio / Bajo	[2,76-3,00]	Muy alto / Muy negativo
[1,76-2,00]	Medio		

Tabla 3.- Presupuesto de las alternativas (Fuente: elaboración propia)

		ALTERNATIVA 1A	ALTERNATIVA 2A	ALTERNATIVA 3A
1. APORTACIÓN DE ARENA				
m3 Dragado y vertido de arena	Prec. Unit.	6,00	6,00	6,00
	Medición	387.000,00	267.660,00	280.800,00
	Presupuesto	2.322.000,00	1.605.960,00	1.684.800,00
	SUBTOTAL 1	2.322.000,00	1.605.960,00	1.684.800,00
2.1 ESPIGÓN 1 (DE PONENT)				
t Vertido de todo uno	Prec. Unit.	10,00	10,00	10,00
	Medición	17.896,16	17.896,16	17.896,16
	Presupuesto	178.961,61	178.961,61	178.961,61
t Retirada de todo uno	Prec. Unit.	6,00	6,00	6,00
	Medición	3.661,27	3.661,27	3.661,27
	Presupuesto	21.967,64	21.967,64	21.967,64
t Colocac. Escollera >3.500 kg	Prec. Unit.	14,00	14,00	14,00
	Medición	6.348,51	6.348,51	6.348,51
	Presupuesto	88.879,20	88.879,20	88.879,20
t Colocac. Escollera >5.000 kg	Prec. Unit.	16,00	16,00	16,00
	Medición	7.784,45	7.784,45	7.784,45
	Presupuesto	124.551,12	124.551,12	124.551,12
t Colocac. Escollera >6.000 kg	Prec. Unit.	18,00	18,00	18,00
	Medición	2.375,12	2.375,12	2.375,12
	Presupuesto	42.752,17	42.752,17	42.752,17
	SUBTOTAL 2.1	457.111,74	457.111,74	457.111,74
2.2. ESPIGÓN 2 (EXENTO)				
t Vertido de todo uno	Prec. Unit.	10,00	10,00	10,00
	Medición	0,00	29.225,66	0,00
	Presupuesto	0,00	292.256,61	0,00
t Retirada de todo uno	Prec. Unit.	6,00	6,00	6,00
	Medición	0,00	19.491,44	0,00
	Presupuesto	0,00	116.948,63	0,00
t Colocac. Escollera >3.500 kg	Prec. Unit.	14,00	14,00	14,00
	Medición	0,00	1.188,70	0,00
	Presupuesto	0,00	16.641,82	0,00
t Colocac. Escollera >5.000 kg	Prec. Unit.	16,00	16,00	16,00
	Medición	0,00	5.098,76	0,00
	Presupuesto	0,00	81.580,11	0,00
t Colocac. Escollera >6.000 kg	Prec. Unit.	18,00	18,00	18,00
	Medición	0,00	4.750,24	0,00
	Presupuesto	0,00	85.504,35	0,00
	SUBTOTAL 2.2	0,00	592.931,52	0,00
2.3. ESPIGÓN 3 (PLA DE L'ÓS)				
t Vertido de todo uno	Prec. Unit.	10,00	10,00	10,00
	Medición	0,00	0,00	6.674,86
	Presupuesto	0,00	0,00	66.748,64
t Retirada de todo uno	Prec. Unit.	6,00	6,00	6,00
	Medición	0,00	0,00	1.271,62
	Presupuesto	0,00	0,00	7.629,73
t Colocac. Escollera >2.500 kg	Prec. Unit.	12,00	12,00	12,00
	Medición	0,00	0,00	6.365,72
	Presupuesto	0,00	0,00	76.388,69
t Colocac. Escollera >5.000 kg	Prec. Unit.	16,00	16,00	16,00
	Medición	0,00	0,00	1.904,46
	Presupuesto	0,00	0,00	30.471,43
	SUBTOTAL 2.3	0,00	0,00	181.238,48
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL (€)		2.779.111,74	2.656.003,26	2.323.150,22

		ALTERNATIVA 1B	ALTERNATIVA 2B	ALTERNATIVA 3B
1. COSTE DE LA ALTERNATIVA 'A'				
	SUBTOTAL 1	2.779.111,74	2.656.003,26	2.323.150,22
2. DEMOLICIÓN Y RECONSTRUCCIÓN DE ZONA RECREACIONAL EXISTENTE				
PA Demolición y reconstrucción	Prec. Unit.	200.000,00	200.000,00	200.000,00
	Medición	1,00	1,00	1,00
	Presupuesto	200.000,00	200.000,00	200.000,00
	SUBTOTAL 2	200.000,00	200.000,00	200.000,00
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL (€)		2.979.111,74	2.856.003,26	2.523.150,22

Puede comprobarse que la solución mejor resulta ser la Alternativa 2A (consistente en la aportación de arena, la prolongación del espigón que separar las playas del Pla de l'Ós y La Descàrrega y un espigón exento en el centro de la playa del Pla de l'Ós) con una puntuación de 2,22 puntos y por tanto será la desarrollada en el proyecto.

2.2.3 ACTUACIÓN 2. RETROALIMENTACIÓN DE LAS PLAYAS DE EL MASNOU A LEVANTE DE SU PUERTO

2.2.3.1 Objetivo de la actuación

De acuerdo con el informe del CEDEX de 2014, esta actuación consiste en la retroalimentación de arena apoyada en el dique del puerto de El Masnou, dejando una anchura de playa seca en torno a 60 m y vertiendo el material excavado en la playa de Ocata, en particular en la mitad oriental de dicha celda (que finaliza 1.200 m a levante del dique del puerto de El Masnou). En el caso que hubiese material sobrante, se vertería en la celda situada inmediatamente a levante (la de 890 m de longitud de acuerdo a la Figura 4.-).

Su finalidad es, por un lado, reducir la gran cantidad de arena que se acumula junto al dique del puerto y por otro, reducir la erosión que se aprecia en la playa de Ocata y más a levante, manteniendo una anchura de playa seca en todo el tramo en torno a 60 m.

Asimismo se debe incluir el mantenimiento de la playa durante dos años con la recarga de arena en las dos sucesivas temporadas posteriores a la finalización de los trabajos del proyecto principal.

2.2.3.2 Alternativas planteadas

En este caso no tiene mucho sentido plantear diferentes alternativas, ya que su definición está muy clara. Por consiguiente solamente se han considerado las siguientes:

- Alternativa 0. No actuación
- Alternativa 1.

A continuación se detallan cada una de estas alternativas.

2.2.3.2.1 Alternativa 0. No actuación

La no realización de esta actuación implicará que esta playa siga teniendo una anchura excesiva (en los últimos años, entre 140 y 190 m, medidos desde el límite terrestre y la línea de costa en la zona más ancha, como puede apreciarse en la Figura 15.-). Ello puede facilitar que parte de la arena rebese fácilmente el dique de abrigo del Puerto de El Masnou y se pierda hacia poniente.



Figura 15.- Evolución de la playa apoyada en el dique del Puerto de El Masnou desde 2004. La posición tan retrasada de 2004 respecto a la de 2006 se explica por la regeneración realizada a finales de 2005 (Fuente: elaboración propia)

2.2.3.2.2 Alternativa 1

Consiste en la retirada de arena de la playa apoyada en el dique del Puerto de El Masnou, manteniendo una anchura de playa seca (medida hasta la línea de costa) de 60 m y su vertido en el extremo oriental de la playa, hasta una distancia de 2.100 m medidos desde el arranque del dique.

La Figura 16.- muestra la planta de las actuaciones de esta alternativa 1. En el plano A7.2.1 se presenta con mayor detalle.

Puede que apreciarse que en el tramo final también se mantienen los 60 m respecto al escollerado de protección de las instalaciones del Club Náutico de El Masnou. En este tramo la actuación se ha diseñado con una orientación perpendicular a los 153,0° N, que es la dirección del flujo medio de energía del oleaje local (punto A en el Anejo nº 4).

A priori la retirada de la arena se realizará hasta la profundidad de -5,50 m para lo cual se combinarán medios terrestres (retroexcavadora) en la playa seca y medios marinos (draga). El perfil tras la actuación deberá ser estable, para lo cual se plantea un perfil lineal, tal como se muestra en la Figura 17.- , donde un perfil con una

pendiente 1V : 7H en el tramo emergido (por encima de la +0 m CA) y una pendiente 1V : 25H en el tramo sumergido (por debajo de la +0 m CA) ajusta muy bien a los perfiles reales existentes en la zona de actuación.



Figura 16.- Planta de la alternativa 1 de la actuación 2 (Fuente: elaboración propia)

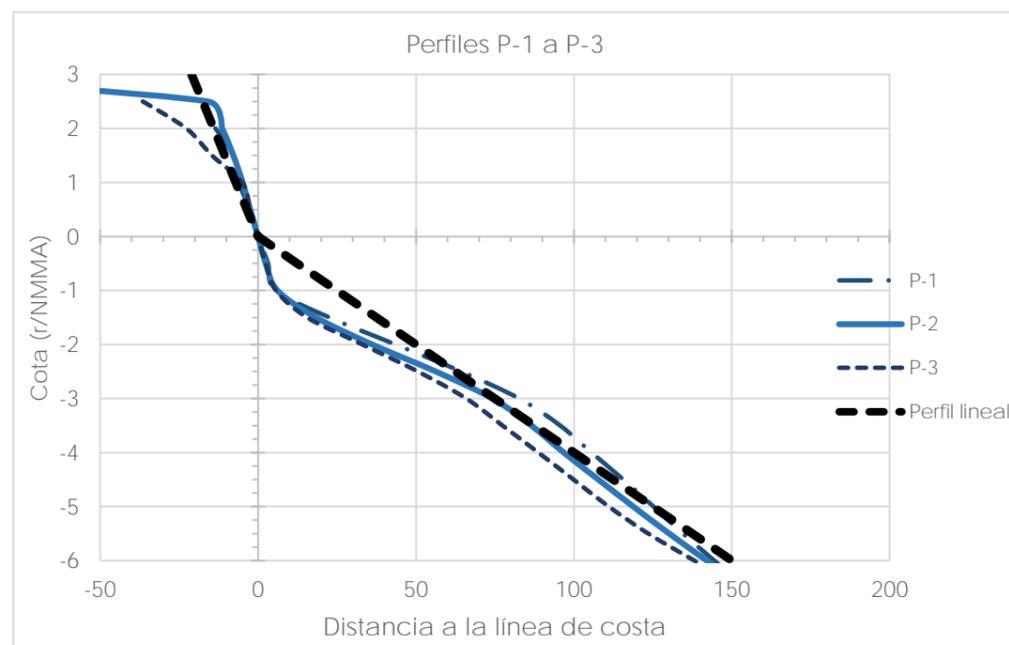


Figura 17.- Perfil simplificado (lineal) a emplear en la retirada de la arena (Fuente: elaboración propia)

2.2.3.3 Estudio comparativo de alternativas

Se ha efectuado una comparativa entre las diferentes soluciones (incluyendo la Alternativa 0 consistente en no efectuar ninguna actuación), para lo cual se han seguido los mismos criterios que se explicaron en el apartado 2.2.2.3 para la actuación 1. Los resultados se muestran en la Tabla 4.- .

- Aspectos técnicos. Se ha tenido en cuenta el grado de solución con lo que cada alternativa resuelve la problemática erosiva de la playa. Así se considera que la Alternativa 0 no soluciona en absoluto la problemática por lo que ha sido puntuada con [0] puntos, mientras que la Alternativa 1 resuelve los problemas a medio plazo, pero no a largo plazo, por lo que se le ha otorgado una valoración de [2,0] puntos.
- Impacto ambiental. Se han considerado los mismos 3 aspectos comentados para la actuación 1 (ocupación de superficie del fondo marino, impacto paisajístico y empleo de recursos naturales – arena y escollera–) a los que se ha dado la misma ponderación. Estos aspectos han sido valorados de [0] a [3] para cada alternativa y posteriormente ponderados por un factor $f = 1/3$, de manera que pueda obtenerse un máximo de [3] y un mínimo de [0].
 - *Ocupación de superficie del fondo marino*: la Alternativa 0, que no ocupa superficie ha sido valorado con [3,0] puntos, mientras que la Alternativa 1 ha sido valorada con [2,0] puntos, correspondiente a un impacto medio.
 - *Impacto paisajístico*: la Alternativa 1 tiene un impacto visual positivo pues permite la creación de playa donde ahora existe una escollera, por lo que ha sido valorada con [3,0] puntos, correspondiente a un impacto muy positivo; por su parte la Alternativa 0 al no incluir ninguna actuación tendría un impacto neutro, pero en este caso debe ser evaluado como peor que la alternativa 1, por lo que se ha valorado con [2,0] puntos, correspondiente a un impacto medio;
 - *Empleo de recursos*: la Alternativa 0 al no incluir ninguna actuación no necesita recursos, por lo que se ha valorado con [3,0] puntos; la Alternativa 1 emplea recursos escasos y solamente durante la ejecución de las obras, por lo que ha sido valorado con [2,5] puntos, correspondiente a un impacto medio/bajo.
- De esa manera la puntuación por impacto ambiental de las alternativas queda del siguiente modo: Alternativa 0 = $(3,0 + 2,0 + 3,0) / 3 = [2,67]$ puntos y Alternativa 1 = $(2,0 + 3,0 + 2,5) / 3 = [2,5]$ puntos.
- Inversión: la Alternativa 0 al no incluir ninguna actuación tiene una inversión nula, por lo que se ha puntuado con [3,0], mientras que la Alternativa 1 ha sido valorada con [2,0] puntos, correspondiente a un impacto medio.
- Coste de mantenimiento: la Alternativa 0, al no solucionar los problemas, requerirá actuaciones periódicas de mantenimiento más frecuentes que la Alternativa 1, por lo que se valoran respectivamente con [2,0] y [2,75] puntos correspondientes a unos impactos medio y bajo.

Puede comprobarse que la solución mejor resulta ser la Alternativa 1 con una puntuación de 2,26 puntos, por lo que será la desarrollada en el Proyecto.

Tabla 4.- Comparación de las diferentes alternativas propuestas de la actuación 2 (Fuente: elaboración propia)

Alternativa	Aspectos Técnicos (p = 0,30)	Aspectos ambientales (p = 0,30)				Coste de Inversión (p = 0,25)	Coste de Mantenimiento (p = 0,15)	PUNTUACIÓN TOTAL
		Subtotal	Superficie ocupada	Impacto paisajístico	Empleo de recursos			
0	0,00	2,67	3,00	2,00	3,00	3,00	2,00	1,85
1	2,00	2,50	2,00	3,00	2,50	2,00	2,75	2,26

[0,00-0,75]	Nulo / Muy bajo / Muy positivo	[2,01-2,50]	Medio / Alto
[0,76-1,50]	Bajo / Positivo	[2,51-2,75]	Alto / Negativo
[1,51-1,75]	Medio / Bajo	[2,76-3,00]	Muy alto / Muy negativo
[1,76-2,00]	Medio		

2.2.4 ACTUACIÓN 3. CONSTRUCCIÓN DE UN DIQUE DE APOYO EN LA PLAYA DE OCATA EL MASNOU

2.2.4.1 Objetivo de la actuación

De acuerdo con el informe del CEDEX de 2014, el objetivo de esta actuación es poner un freno al transporte de sedimentos a través del extremo del dique del puerto de El Masnou, con el fin de reducir la cantidad de arena que se pierde por captación del puerto y de controlar el crecimiento de la playa. Con ello se facilita, por una parte, la extracción de sedimento para su retroalimentación (actuación 2) y por otra parte se tiene un control del crecimiento que va experimentando la playa.

2.2.4.2 Alternativas planteadas

En este caso no tiene mucho sentido plantear diferentes alternativas, ya que su definición está muy clara. Por consiguiente solamente se han considerado las siguientes:

- Alternativa 0. No actuación
- Alternativa 1.

A continuación se detallan cada una de estas alternativas.

2.2.4.2.1 Alternativa 0. No actuación

La no realización de esta actuación impedirá que se pueda seguir perdiendo sedimento por el extremo occidental de la playa de Ocata hacia el Puerto de El Masnou y que no se pueda controlar adecuadamente el crecimiento de dicha playa.

2.2.4.2.2 Alternativa 1

Consiste en la construcción de un espigón aproximadamente perpendicular a la costa (de hecho se proyecta con la misma alineación que la dirección del flujo medio de energía del oleaje en esta zona, que es 153,0° N

(punto A en el Anejo nº 4) que alcance la profundidad activa (-5,50 m) de manera que pueda interceptar todo el transporte longitudinal de sedimento significativo.

La Figura 18.- muestra la planta de las actuaciones de esta alternativa 1. En el plano A7.3.1 se presenta con mayor detalle.

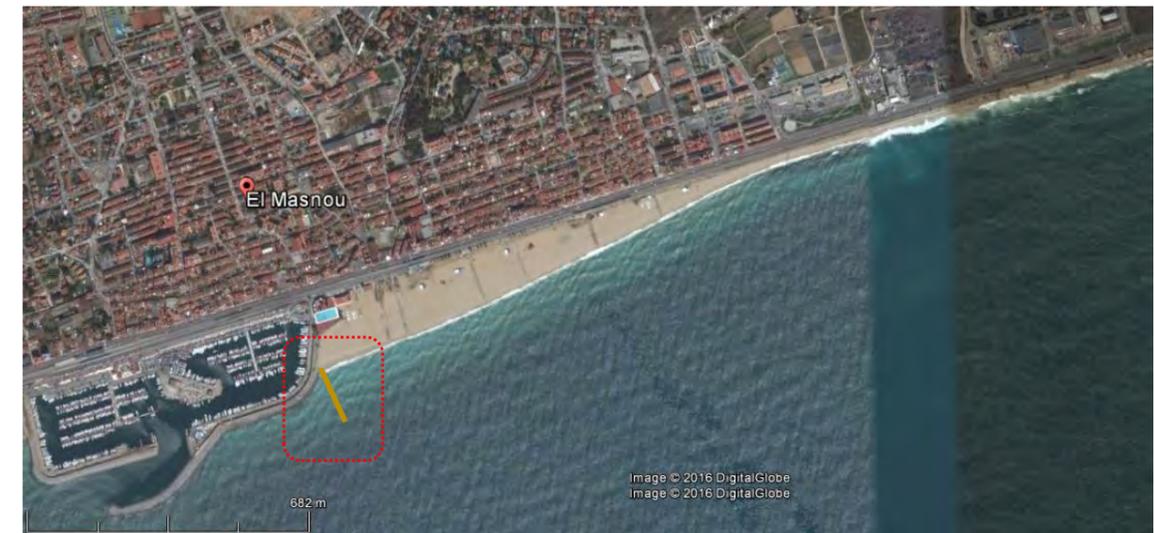


Figura 18.- Planta de la alternativa 1 de la actuación 3 (Fuente: elaboración propia)

2.2.4.3 Estudio comparativo de alternativas

Se ha efectuado una comparativa entre las diferentes soluciones (incluyendo la Alternativa 0 consistente en no efectuar ninguna actuación), para lo cual se han seguido los mismos criterios que se explicaron en el apartado 2.2.2.3 para la actuación 1. Los resultados se muestran en la Tabla 5.-

Tabla 5.- Comparación de las diferentes alternativas propuestas de la actuación 2 (Fuente: elaboración propia)

Alternativa	Aspectos Técnicos (p = 0,30)	Aspectos ambientales (p = 0,30)				Coste de Inversión (p = 0,25)	Coste de Mantenimiento (p = 0,15)	PUNTUACIÓN TOTAL
		Subtotal	Superficie ocupada	Impacto paisajístico	Empleo de recursos			
0	0,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	2,00	1,95
1	2,00	2,25	2,50	1,75	2,50	2,00	2,75	2,19

[0,00-0,75]	Nulo / Muy bajo / Muy positivo	[2,01-2,50]	Medio / Alto
[0,76-1,50]	Bajo / Positivo	[2,51-2,75]	Alto / Negativo
[1,51-1,75]	Medio / Bajo	[2,76-3,00]	Muy alto / Muy negativo
[1,76-2,00]	Medio		

- Aspectos técnicos. Se ha tenido en cuenta el grado de solución con lo que cada alternativa resuelve la problemática erosiva de la playa. Así se considera que la Alternativa 0 no soluciona en absoluto la problemática por lo que ha sido puntuada con [0] puntos, mientras que la Alternativa 1 resuelve los problemas a medio plazo, pero no a largo plazo, por lo que se le ha otorgado una valoración de [2,0] puntos.
- Impacto ambiental. Se han considerado los mismos 3 aspectos comentados para la actuación 1 Y 2 (ocupación de superficie del fondo marino, impacto paisajístico y empleo de recursos naturales –escollera–) a los que se ha dado la misma ponderación. Estos aspectos han sido valorados de [0] a [3] para cada alternativa y posteriormente ponderados por un factor $f = 1/3$, de manera que pueda obtenerse un máximo de [3] y un mínimo de [0].
 - *Ocupación de superficie del fondo marino*: la Alternativa 0, que no ocupa superficie ha sido valorado con [3,0] puntos, mientras que la Alternativa 1 ha sido valorada con [2,5] puntos, correspondiente a un impacto medio/bajo.
 - *Impacto paisajístico*: la Alternativa 1 tiene un impacto visual medio/alto (ese a diseñarse con una cota de coronación baja, la +1,50, inferior a la de la berma de la playa seca) por lo que se ha valorado con [1,75] puntos; por su parte la Alternativa 0 al no incluir ninguna actuación tendría un impacto neutro, por lo que se ha valorado con [3,0];
 - *Empleo de recursos*: la Alternativa 0 al no incluir ninguna actuación no necesita recursos, por lo que se ha valorado con [3,0] puntos; la Alternativa 1 emplea recursos escasos y solamente durante la ejecución de las obras, por lo que ha sido valorado con [2,5] puntos, correspondiente a un impacto medio/bajo.
- De esa manera la puntuación por impacto ambiental de las alternativas queda del siguiente modo: Alternativa 0 = $(3,0 + 3,0 + 3,0) / 3 = [3,0]$ puntos y Alternativa 1 = $(2,5 + 1,75 + 2,5) / 3 = [2,25]$ puntos.
- Inversión: la Alternativa 0 al no incluir ninguna actuación tiene una inversión nula, por lo que se ha puntuado con [3,0], mientras que la Alternativa 1 ha sido valorada con [2,0] puntos, correspondiente a un impacto medio.
- Coste de mantenimiento: la Alternativa 0, al no solucionar los problemas, requerirá actuaciones periódicas de mantenimiento más frecuentes que la Alternativa 1, por lo que se valoran respectivamente con [2,0] y [2,75] puntos correspondientes a unos impactos medio y bajo.

Puede comprobarse que la solución mejor resulta ser la Alternativa 1 con una puntuación de 2,19 puntos, por lo que será la desarrollada en el Proyecto.

2.2.5 PROPUESTAS FINAMENTE SELECCIONADAS

Por todo lo expuesto anteriormente, las alternativas finamente seleccionadas para cada actuación son:

- Actuación 1: la Alternativa 2A cuya planta se muestra en la Figura 19.- y en el plano A7.1.2 (hoja 2).
- Actuación 2: la Alternativa 1, cuya planta se muestra en la Figura 20.- y en el plano A7.2.1.
- Actuación 3: la Alternativa 1, cuya planta se muestra en la Figura 21.- y en el plano A7.3.1.

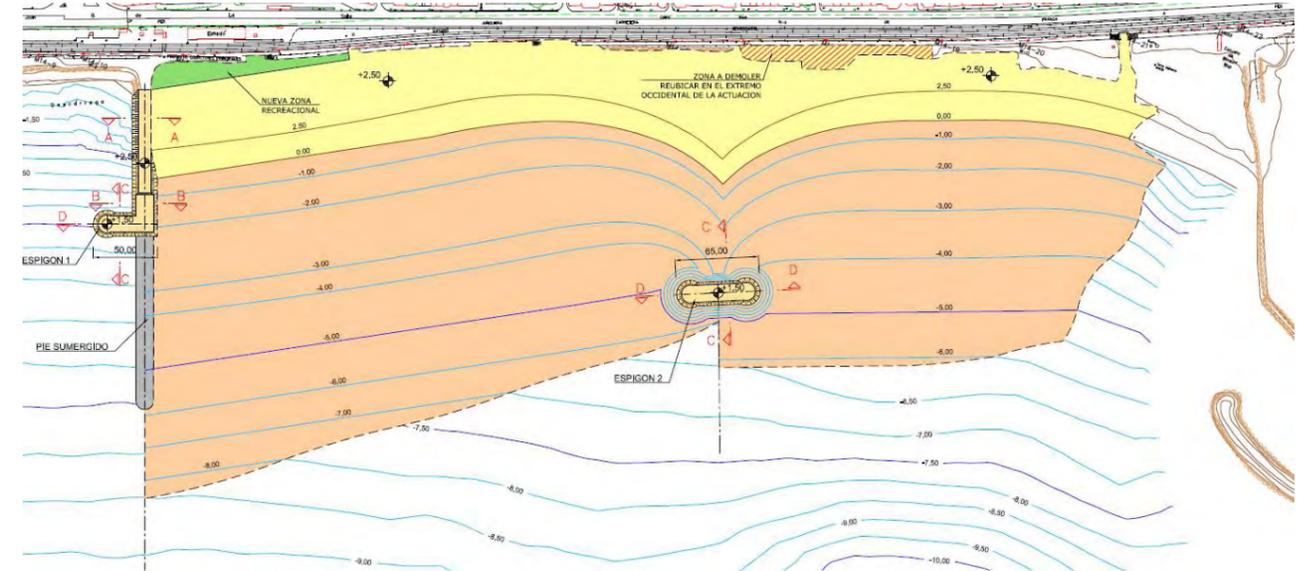


Figura 19.- Planta de la Alternativa finalmente escogida para la actuación 1 (Fuente: elaboración propia)

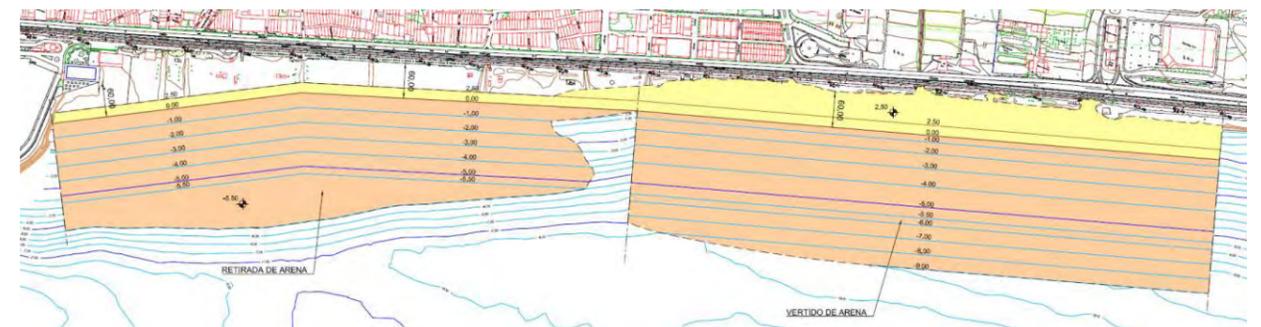


Figura 20.- Planta de la Alternativa finalmente escogida para la actuación 2 (Fuente: elaboración propia)

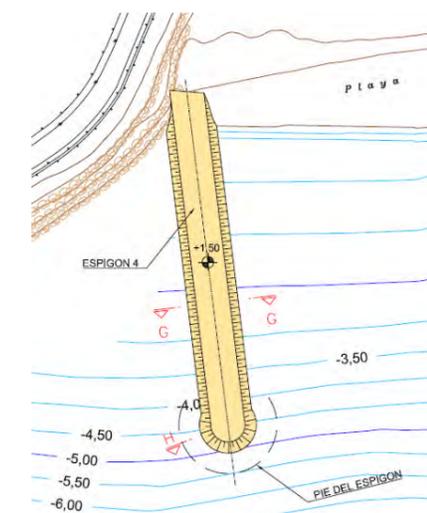


Figura 21.- Planta de la Alternativa finalmente escogida para la actuación 3 (Fuente: elaboración propia)

A continuación se describe con más detalle las alternativas seleccionadas y que serán desarrolladas en el Proyecto Constructivo.

2.3 DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

2.3.1 ACTUACIÓN 1

Consiste en la estabilización del tramo de playa situado a poniente del Puerto de Premià mediante la creación de una nueva playa con espigones. Los elementos más significativos de la actuación propuesta son:

- Recarga de las playas de Bellamar y de l'Ós con arena marina extraída de la zona situada al sur del Puerto de Premià de Mar y vertida a través de una tubería flotante.
- Construcción de dos espigones
 - El espigón 1 o de Poniente cuya misión es efectuar el apoyo lateral de la arena vertida ya que en esta zona el transporte litoral tiene dirección de NE a SW.
 - El espigón exento situado aproximadamente en medio de la zona de actuación y cuya finalidad es crear un hemitómbolo en la playa e incrementar su estabilidad en planta.
- Obras auxiliares que permitan el acceso de la maquinaria terrestre a la playa.

La Figura 22.- y el plano nº 3 muestran la planta general de las obras.

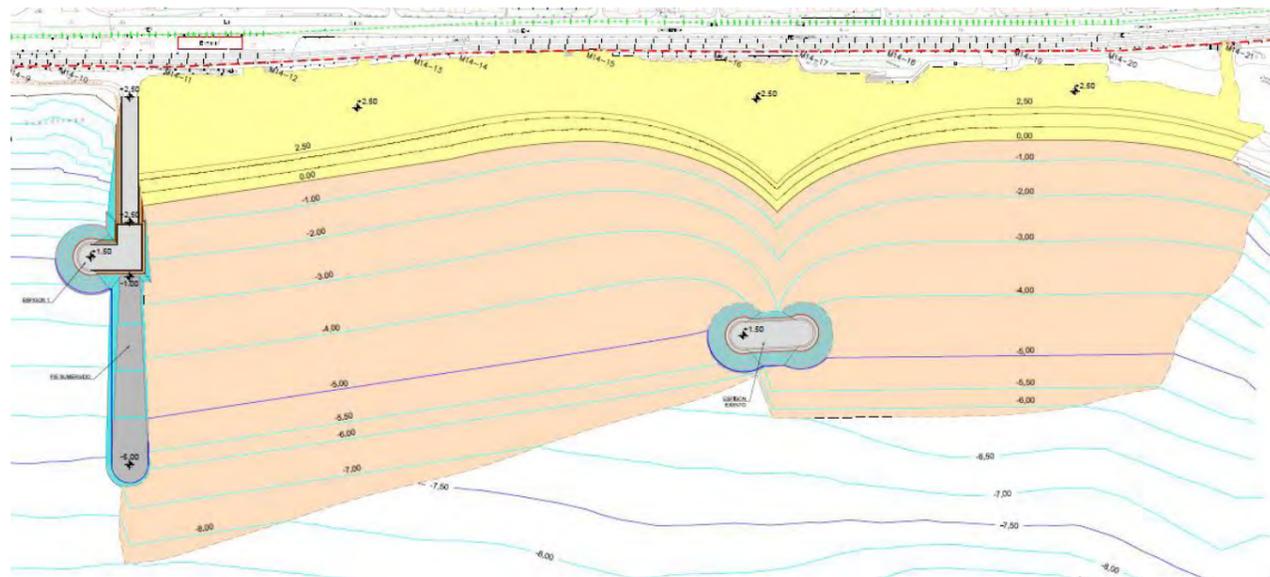


Figura 22.- Planta de las obras de la actuación 1 (Fuente: elaboración propia)

La descripción de las obras se presenta en los siguientes apartados.

2.3.1.1 Aportación de arena marina para regeneración de las playas

Las playas de Bellamar y de l'Ós serán regenerada mediante arena de origen marino con un tamaño medio equivalente $D_{50} = 0,471$ mm, obtenida mediante una draga de succión en las proximidades de la obra (al sur del Puerto de Premià).

La sección tipo de la aportación de arena ha sido obtenida a partir del perfil teórico de equilibrio con estrán lineal coronado a la cota +2,50, tal como se explica en los anejos de cálculo del proyecto y se muestra en la Figura 23.- .

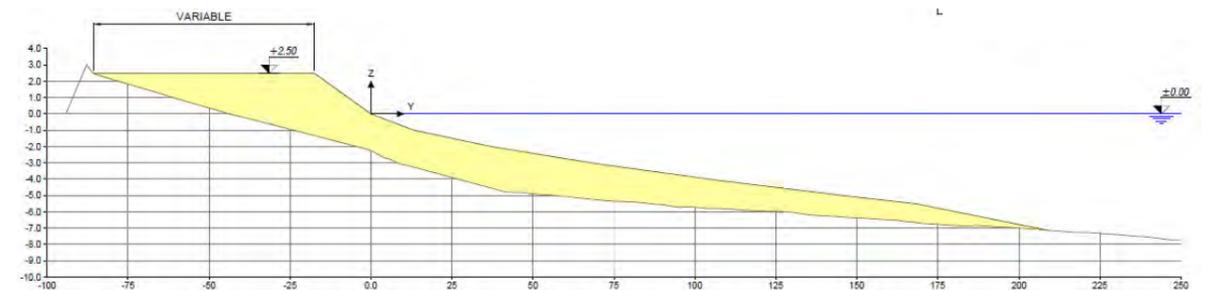


Figura 23.- Sección tipo de la aportación de arena de la actuación 1 correspondiente al perfil de equilibrio (Fuente: elaboración propia)

Debe remarcarse que, por lo tanto, esta sección tipo es teórica, pues corresponde a una situación futura de equilibrio, y ha sido empleada fundamentalmente para determinar el volumen de arena realmente necesario para crear una playa de las características de diseño (en cuanto a la posición de la futura nueva línea de orilla +0,0 y el tipo de arena a emplear para su formación). Por consiguiente, tras el vertido y posterior extensión de la arena el perfil de la playa tendrá una mayor pendiente que la dibujada en los planos lo que significará una mayor superficie seca inicial, a corto plazo y por tanto una línea +0 avanzada respecto a la dibujada en los planos. Pero con el paso del tiempo y la acción del oleaje el perfil de playa tenderá a adoptar la forma del perfil de equilibrio de la Figura 23.- , y por lo tanto a incrementar su pendiente, de manera que parte de la arena de la playa seca será transportada hasta zonas más profundas y la línea +0 irá retrocediendo hacia su posición de equilibrio mostrada en los planos. Eso se explica de un modo esquemático en la Figura 24.-

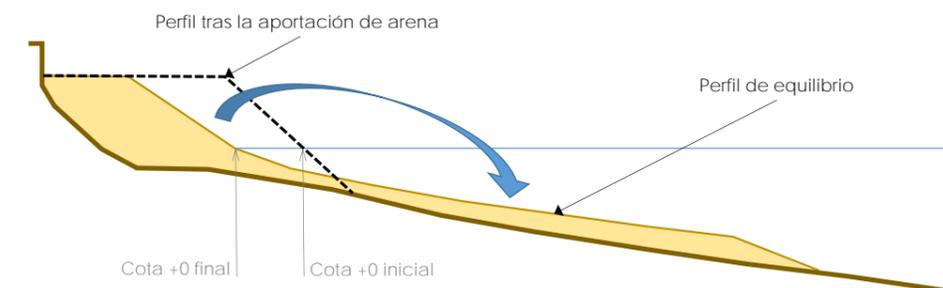


Figura 24.- Diferencias entre el perfil de playa tras la regeneración y el de equilibrio al cual tenderá la playa a corto/medio plazo (Fuente: elaboración propia)

El volumen total de aportación se ha obtenido a partir de las cubicaciones mediante dicho perfil de equilibrio y de la aplicación del factor de sobrellenado R_A y resulta ser de 346.932,53 m³. Como se ha dicho, la arena será obtenida mediante una draga de succión, transportada en su cántara y vertida mediante bombeo a través de una tubería flotante. Finalmente se procederá a la extensión de la playa mediante una pala.

2.3.1.2 Espigones

2.3.1.2.1 Espigón 1 o de poniente

Con objeto de garantizar que la arena vertida tenga un soporte lateral por el extremo de poniente (de manera que se evite la pérdida de sedimento como consecuencia de las corrientes litorales longitudinales con dirección NE a SW)) se prevé la construcción de un espigón de escollera con forma de 'L' en planta. El espigón es una prolongación del actualmente existente y que separa las playas de L'Ós y de La Descàrrega y arranca con una cota de coronación +2,50 m C.A. (la misma que la berma de la playa) y posteriormente su cota se disminuye hasta la +1,50 m C.A., a la cual transcurre el resto de la primera alineación, así como la segunda alineación (paralela a la costa) y cuyo pie discurre aproximadamente por la actual isóbata -5,50 m espigón. Asimismo como continuación de la primera alineación se dispone un tramo sumergido (que arranca a la cota -1,00 m CA y finaliza a la -5,00 m CA) que mantiene un resguardo vertical de al menos 1 metro respecto al perfil de la playa una vez regenerada. Las diferentes secciones tipo del espigón, que se muestran en la Figura 25.- se describen a continuación.

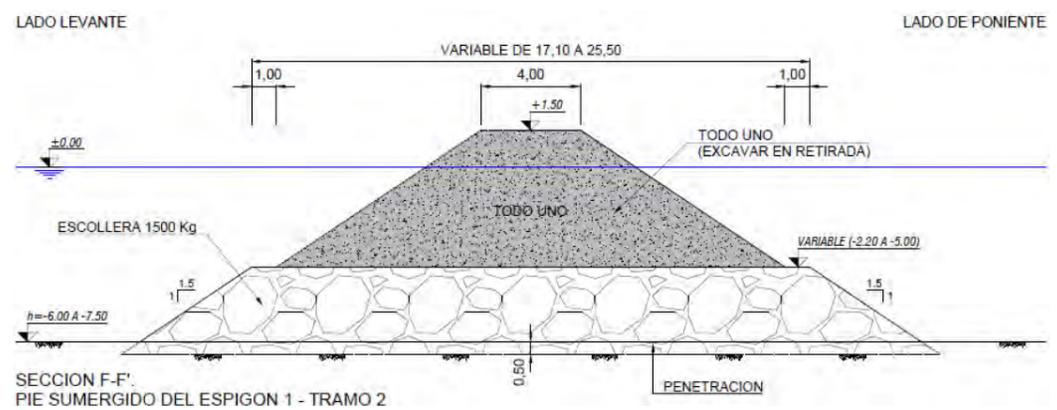
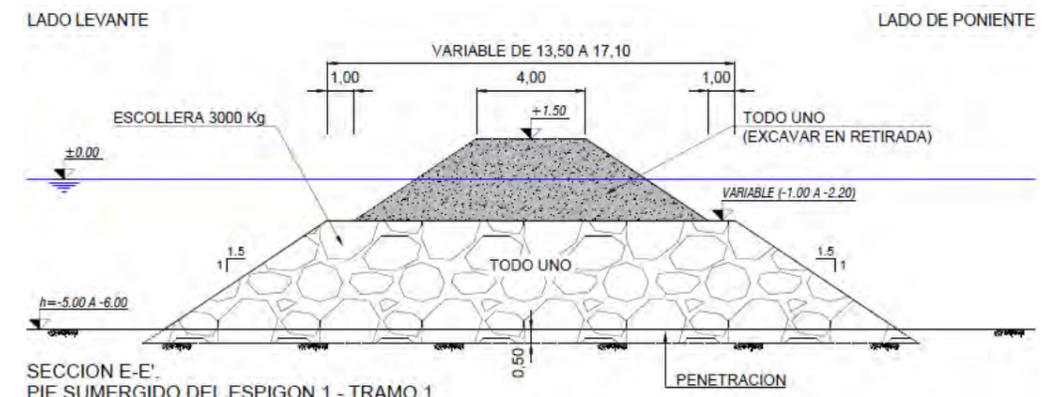
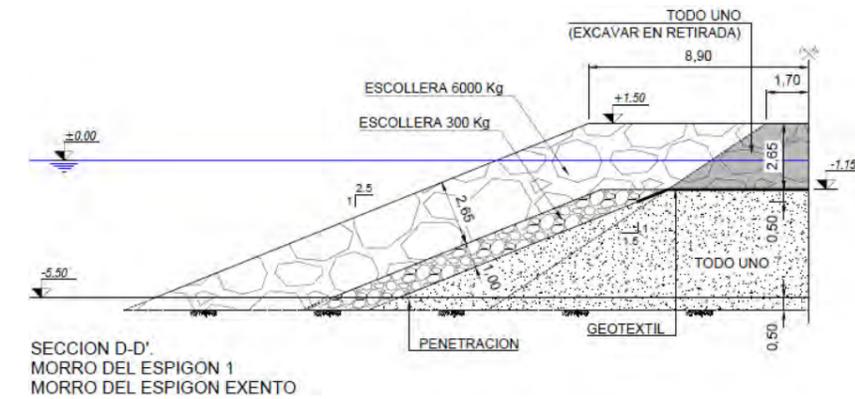
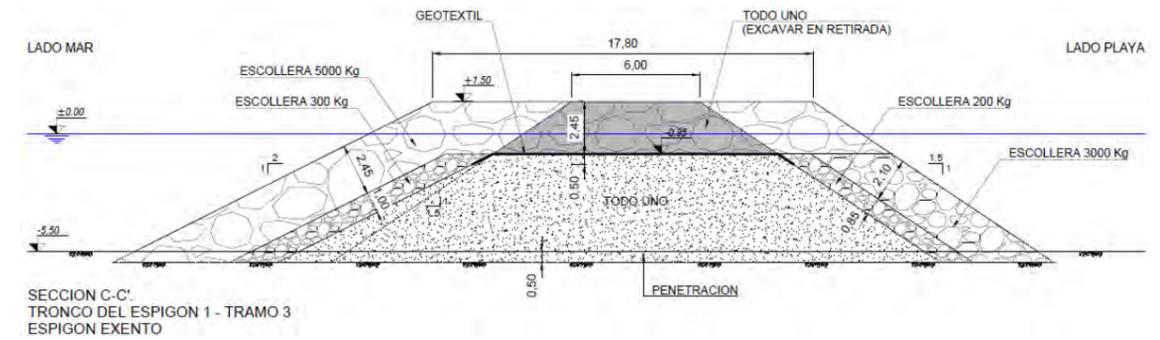
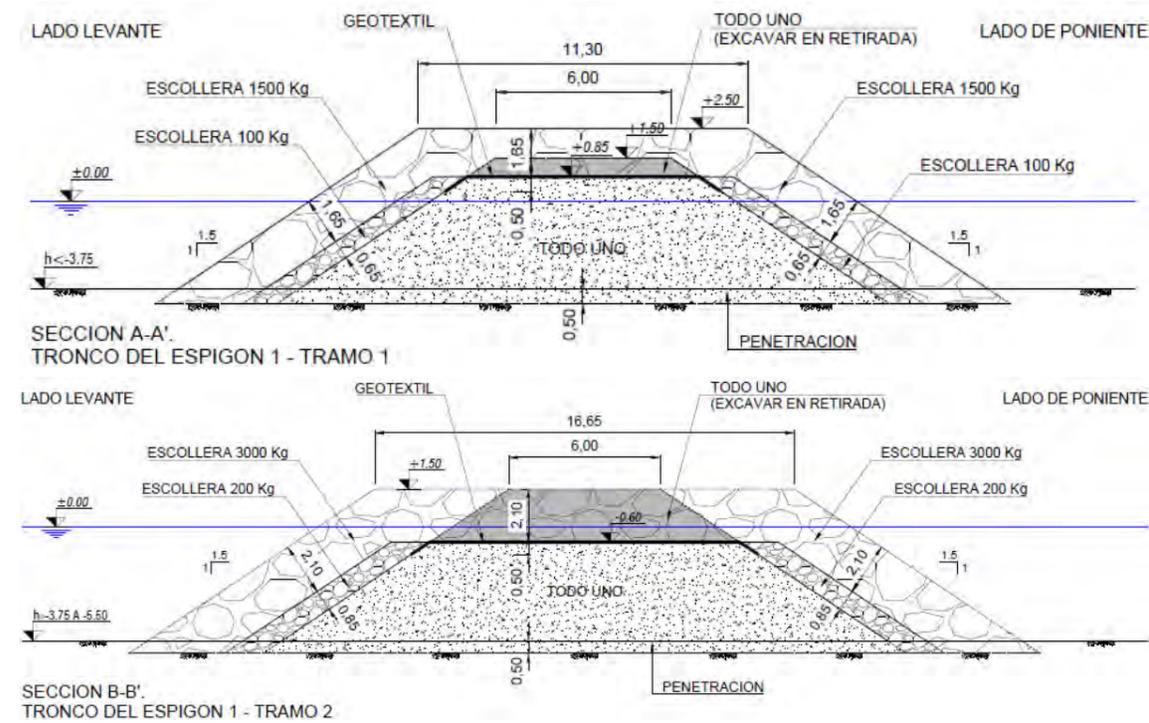


Figura 25.- Secciones tipo del espigón 1 o de poniente de la actuación 1 (Fuente: elaboración propia)

- Sección tipo A-A: corresponde al primer tramo de la primera alineación y alcanza una profundidad de -3,75 m C.A. Consiste en una sección trapezoidal formada por un núcleo de todo con una anchura de coronación de 6,00 m a la cota +1,50 m y taludes 1V:1,5H, protegidos por un filtro formada por una doble capa de cantos de escollera con una masa media de 100 kg y un manto exterior formada por una doble capa de cantos de escollera con una masa media de 1.500 kg y que corona a la cota +2,50 m CA (con una anchura de 11,30 m). En la coronación la transición entre el núcleo y el manto exterior se soluciona mediante una capa de geotextil y el todo uno por encima de la cota +0,85 m CA debe ser excavado en retirada antes de la colocación del manto exterior.
- Sección tipo B-B: corresponde al segundo tramo de la primera alineación y alcanza una profundidad de -5,50 m C.A. En este caso el núcleo de todo con una anchura de coronación de 6,00 m a la cota +1,50 m y taludes 1V:1,5H está protegido por un filtro formada por una doble capa de cantos de escollera con una masa media de 200 kg y un manto exterior formada por una doble capa de cantos de escollera con una masa media de 3.000 kg y que corona a la cota +1,50 m CA (con una anchura de 16,65 m). En la coronación la transición entre el núcleo y el manto exterior se soluciona mediante una capa de geotextil y el todo uno por encima de la cota -0,60 m CA debe ser excavado en retirada antes de la colocación del manto exterior.
- Sección tipo C-C: corresponde al tronco de la segunda alineación y alcanza una profundidad de -5,50 m C.A. En este caso el núcleo de todo con una anchura de coronación de 6,00 m a la cota +1,50 m tiene unos taludes 1V:2H por el lado mar y 1V:1,5H por el lado tierra. Está protegido por un filtro formada por una doble capa de cantos de escollera con una masa media de 300 kg (talud lado mar) y de 200 kg (talud lado tierra) y un manto exterior formada por una doble capa de cantos de escollera con una masa media de 5.000 kg (talud lado mar y coronación a la cota +1,50 m CA, con una anchura de 17,80 m) y de 3.000 kg (talud lado tierra). En la coronación la transición entre el núcleo y el manto exterior se soluciona mediante una capa de geotextil y el todo uno por encima de la cota -0,95 m CA debe ser excavado en retirada antes de la colocación del manto exterior.
- Sección tipo D-D: se trata de una sección de revolución que corresponde al morro del espigón (segunda alineación) y alcanza una profundidad de -5,50 m C.A. En este caso el núcleo de todo con una anchura de coronación de 6,00 m a la cota +1,50 m tiene un talud 1V:2,5H y está protegido por un filtro formada por una doble capa de cantos de escollera con una masa media de 300 kg y un manto exterior formada por una doble capa de cantos de escollera con una masa media de 6.000 kg y que corona a la cota +1,50 m CA (con una anchura de 8,90 m). En la coronación la transición entre el núcleo y el manto exterior se soluciona mediante una capa de geotextil y el todo uno por encima de la cota -0,95 m CA debe ser excavado en retirada antes de la colocación del manto exterior.
- Sección tipo E-E: corresponde al primer tramo del pie sumergido y alcanza una profundidad de -6,00 m C.A. Consiste en una sección trapezoidal formada por cantos de escollera con una masa media de 3.000 kg con una anchura de coronación variable entre 13,50 y 17,10 m a una cota variable entre la -1,00 y la -2,20 m CA y taludes 1V:1,5. Para su ejecución por medios terrestres y permitir el acceso de la maquinaria hasta el final del pie sumergido resulta necesario construir encima de la sección un camino de acceso formado por todo con una anchura de coronación

de 4,00 m a la cota +1,50 m y taludes 1V:1,5H. Este camino de todo uno debe ser excavado en retirada.

- Sección tipo F-F: corresponde al tramo final del pie sumergido y alcanza una profundidad de -7,50 m C.A. Consiste en una sección trapezoidal formada por cantos de escollera con una masa media de 1.500 kg con una anchura de coronación variable entre 17,10 y 25,50 m a una cota variable entre la -2,20 y la -5,00 m CA y taludes 1V:1,5. Para su ejecución por medios terrestres y permitir el acceso de la maquinaria hasta el final del pie sumergido resulta necesario construir encima de la sección el camino de acceso de las mismas características que en la sección E-E y que debe ser excavado en retirada una vez finalizado el vertido de la escollera de 1.000 kg.

2.3.1.2.2 Espigón exento

Con objeto de crear un hemitómbolo en la playa e incrementar su estabilidad en planta se incluye un espigón exento con una longitud de 65 m (medidos a la cota +0,00 m CA) y que corona a la cota 1,50 m CA.

Las diferentes secciones tipo del espigón, que se muestran en la Figura 26.- del Documento nº 2 se describen a continuación.

- Sección tipo C-C: corresponde al tronco del espigón y es exactamente igual a la sección C-C del espigón 1 descrita en el apartado 2.3.1.2.1.
- Sección tipo D-D: corresponde a los morros del espigón y es exactamente igual a la sección D-D del espigón 1 descrita en el apartado 2.3.1.2.1.
- Sección G-G: corresponde al camino de acceso provisional necesario para que la maquinaria pueda acceder al espigón exento. Consiste en una sección trapezoidal formada por un núcleo de todo con una anchura de coronación de 4,00 m a la cota +1,50 m y taludes 1V:1,5H.

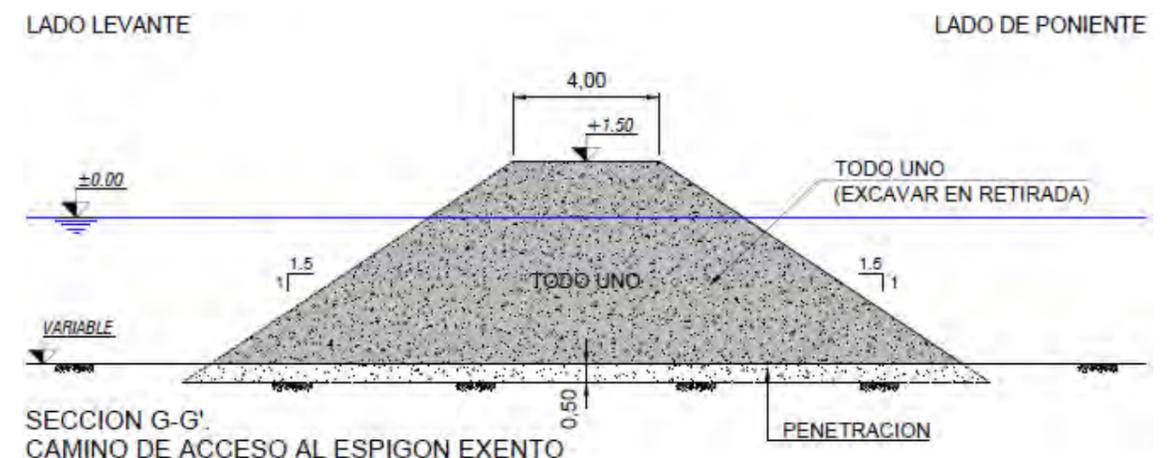


Figura 26.- Secciones tipo del espigón exento de la actuación 1. Las secciones C-C y D-D se muestran en la Figura 25.- (Fuente: elaboración propia)

2.3.1.3 Obras auxiliares: adecuación de accesos

Para permitir el acceso de la maquinaria terrestre a la playa desde el paseo se deberá construir un camino para su tránsito a base de arena tipo sablón (conocida localmente como "sauló"). La anchura del camino será de 7 m y transcurrirá por la parte trasera de la playa (ver plano nº 5). Una vez finalizadas las obras el "sauló" será excavado y repartido por la playa.

2.3.2 ACTUACIÓN 2

Consiste en un trasvase de arena, retirándola del extremo occidental de la playa de Ocata, donde la existencia del dique del Puerto de El Masnou provoca una acumulación que ha dado lugar a una anchura de playa excesiva y depositándola en el extremo oriental de dicha playa donde la actualidad apenas hay playa seca. Los elementos más significativos de la actuación propuesta son:

- Dragado del extremo occidental de la playa de Ocata y vertido en su extremo oriental.
- Obras auxiliares que permitan el acceso de la maquinaria terrestre a la playa.

La Figura 27.- y el plano nº 3 muestran la planta general de las obras.

La descripción de las obras se presenta en los siguientes apartados.

2.3.2.1 Dragado y posterior vertido de arena marina para regeneración de las playas

La mitad oriental de la playa de Ocata será regenerada mediante arena de origen marino con un tamaño medio equivalente $D_{50} = 0,675$ mm, obtenida mediante una draga con cortador en la mitad oriental de dicha playa. La planta del dragado y aportación se muestra en la Figura 27.-



Figura 27.- Planta de las obras de la actuación 2 (Fuente: elaboración propia)

La orientación de la mitad oriental de la zona de dragado se ha tomado igual a 63° N, perpendicular al flujo medio del oleaje en esa zona que resulta ser 153° N (tal como se puede comprobar en el Estudio de Dinámica Litoral) y en esa zona el transporte de arenas se reduce drásticamente como consecuencia de la presencia del dique del puerto, por lo que la playa tiende a ponerse perpendicular a dicho flujo medio. En la mitad occidental de la zona de dragado se ha tomado como orientación el valor 73° N, sensiblemente paralela al límite interior de la playa

(escollera y línea de ferrocarril). La posición de la futura línea +0,0 m CA ha sido determinada de manera que en los puntos críticos se mantenga la anchura mínima de 60 m.

En el caso de la zona de vertido, la futura línea +0,0 m CA también ha sido determinada de manera que en los puntos críticos se mantenga la anchura mínima de 60 m.

La sección tipo de la aportación de arena ha sido obtenida a partir del perfil teórico de equilibrio con estrán lineal coronado a la cota +2,50, tal como se explica en el Anejo de dimensionamiento del proyecto y se muestra en la Figura 28.-

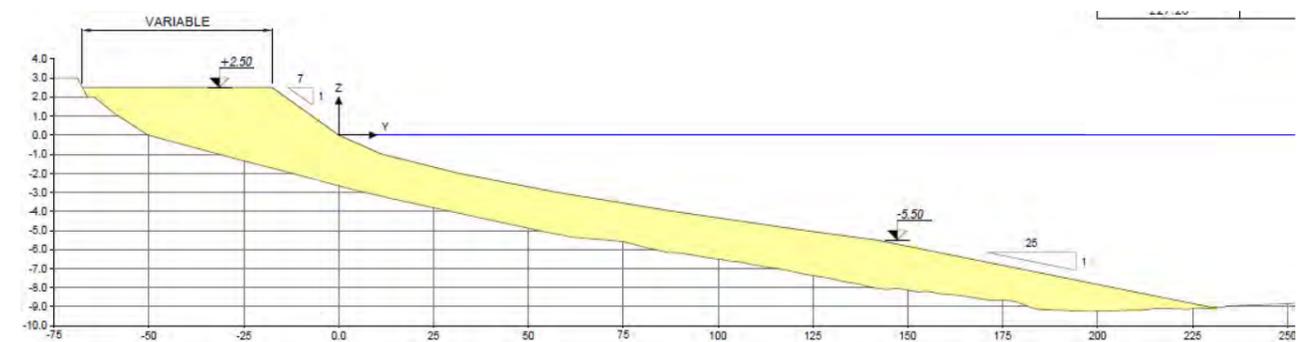


Figura 28.- Sección tipo de la aportación de arena de la actuación 2 correspondiente al perfil de equilibrio (Fuente: elaboración propia)

Debe remarcarse que, por lo tanto, esta sección tipo es teórica, pues corresponde a una situación futura de equilibrio, y ha sido empleada fundamentalmente para determinar el volumen de arena realmente necesario para crear una playa de las características de diseño (en cuanto a la posición de la futura nueva línea de orilla +0,0 y el tipo de arena a emplear para su formación). Por consiguiente, tras el vertido y posterior extensión de la arena el perfil de la playa tendrá una mayor pendiente que la dibujada en los planos lo que significará una mayor superficie seca inicial, a corto plazo y por tanto una línea +0 avanzada respecto a la dibujada en los planos. Pero con el paso del tiempo y la acción del oleaje el perfil de playa tenderá a adoptar la forma del perfil de equilibrio de la Figura 28.-, y por lo tanto a incrementar su pendiente, de manera que parte de la arena de la playa seca será transportada hasta zonas más profundas y la línea +0 irá retrocediendo hacia su posición de equilibrio mostrada en los planos. Eso se explica de un modo esquemático en la Figura 24.-

Por lo que respecta al perfil de excavación, consiste en dos pendientes (una con valor 1V:7H en la parte emergida por encima de la cota +0 y otra con valor 1V:25H por debajo de la cota +0) hasta alcanzar la profundidad -5,50 m CA a partir de la cual es dragado se mantiene horizontal a dicha cota (ver Figura 29.-). Dichas pendientes son aproximadamente las pendientes medias de la playa en el tramo donde se va a efectuar el dragado, de manera que la actuación consistiría en el desplazamiento hacia atrás del actual perfil de playa.

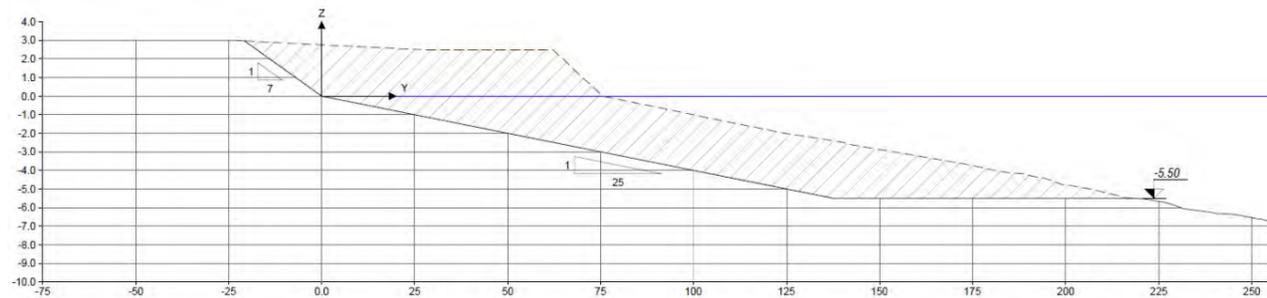


Figura 29.- Sección tipo del dragado de arena de la actuación 2 (Fuente: elaboración propia)

El volumen total de dragado y posterior vertido se ha obtenido a partir de las cubicaciones mediante dicho perfil y resulta ser de 391.258 m³.

La arena será obtenida mediante una draga de succión con cortador, que bombeará la arena a través de una tubería. Finalmente se procederá a la extensión de la playa mediante una pala.

2.3.2.2 Obras auxiliares: adecuación de accesos

El acceso de la maquinaria terrestre a la playa (palas cargadoras o buldóceres y tractores) se efectuará desde el actual vial de acceso al puerto del Masnou. En principio no se prevé la necesidad de adecuación de accesos. No obstante a nivel presupuestario se ha incluido una partida para la reposición de los pavimentos que eventualmente fuesen afectados por dicha maquinaria.

2.3.3 ACTUACIÓN 3

Consiste en la construcción de un espigón que arranca en el actual dique del Puerto de El Masnou y cuya función es controlar el crecimiento de la playa de Ocata, que se apoya en dicho dique. Los elementos más significativos de la actuación propuesta son:

- Construcción del espigón o dique de apoyo de la playa de Ocata
- Obras auxiliares que permitan el acceso de la maquinaria terrestre a la playa.

La Figura 30.- y el plano nº 3 muestran la planta general de las obras.

La descripción de las obras se presenta en los siguientes apartados.

2.3.3.1 Espigón

Con objeto de retener la arena que empujada por la corriente litoral (que en esta zona tiene una dirección media NE – SW) se prevé la construcción de un espigón de escollera de una única alineación con una cota de coronación +1,50 m C.A. (con objeto de reducir el impacto visual) que alcanza una profundidad de -5,50 m C.A. en su extremo final o morro.

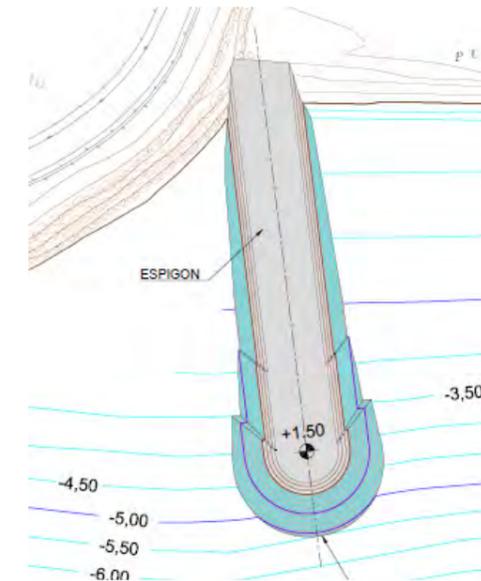


Figura 30.- Planta de las obras de la actuación 3 (Fuente: elaboración propia)

Las diferentes secciones tipo del espigón, que se muestran en la Figura 31.- y en plano 6.2 se describen a continuación.

- Sección tipo A-A: corresponde al primer tramo de la primera alineación y alcanza una profundidad de -3 m C.A. Consiste en una sección trapezoidal formada por un núcleo de todo con una anchura de coronación de 6,00 m a la cota +1,50 m y taludes finales 1V:2H, protegidos por un filtro formada por una doble capa de cantos de escollera con una masa media de 300 kg y un manto exterior formada por una doble capa de cantos de escollera con una masa media de 4.500 kg y que corona a la cota +1,50 m CA (con una anchura de 18,80 m). En la coronación la transición entre el núcleo y el manto exterior se soluciona mediante una capa de geotextil y el todo uno por encima de la cota +0,90 m CA debe ser excavado en retirada antes de la colocación del manto exterior.
- Sección tipo B-B: corresponde al segundo tramo de la primera alineación y alcanza una profundidad de -4 m C.A. En este caso el núcleo de todo con una anchura de coronación de 6,00 m a la cota +1,50 m y taludes finales 1V:2H está protegido por un filtro formada por una doble capa de cantos de escollera con una masa media de 300 kg y un manto exterior formada por una doble capa de cantos de escollera con una masa media de 6.000 kg y que corona a la cota +1,50 m CA (con una anchura de 19,80 m). En la coronación la transición entre el núcleo y el manto exterior se soluciona mediante una capa de geotextil y el todo uno por encima de la cota -1,15 m CA debe ser excavado en retirada antes de la colocación del manto exterior.
- Sección tipo C-C: corresponde al tramo final y alcanza una profundidad de -5,50 m C.A. En este caso el núcleo de todo con una anchura de coronación de 6,00 m a la cota +1,50 m tiene unos taludes finales 1V:2,5H. Está protegido por un filtro formada por una doble capa de cantos de escollera con una masa media de 300 kg y un manto exterior formada por una doble capa de cantos de escollera con una masa media de 6.000 kg y que corona a la cota +1,50 m CA (con

una anchura de 20,35 m). En la coronación la transición entre el núcleo y el manto exterior se soluciona mediante una capa de geotextil y el todo uno por encima de la cota -1,15 m CA debe ser excavado en retirada antes de la colocación del manto exterior.

Tabla 6.- Volúmenes de materiales de cada actuación (Fuente: elaboración propia)

	Actuación 1	Actuación 2	Actuación 3	Total
Arena de aportación	346.933 m ³	391.258 m ³	0 m ³	738.191 m ³
Escollera	53.472 m ³	0 m ³	20.165 m ³	73.637 m ³
Total	400.405 m ³	391.258 m ³	20.165 m ³	811.828 m ³

Tabla 7.- Superficies ocupadas por cada actuación (Fuente: elaboración propia)

	Actuación 1	Actuación 2	Actuación 3	Total
Espigones	13.166 m ²	0 m ²	20.165 m ²	33.331 m ²
Aportación de arena	193.919 m ²	232.020 m ²	0 m ²	425.939 m ²
Dragado de arena	400.038 m ²	183.208 m ²	0 m ²	583.246 m ²
Total	607.122 m ²	415.228 m ²	20.165 m ²	1.042.515 m ²

(Los valores en cursivas son máximos dependiendo de la zona en la que finalmente se efectúe el dragado para la actuación 1)

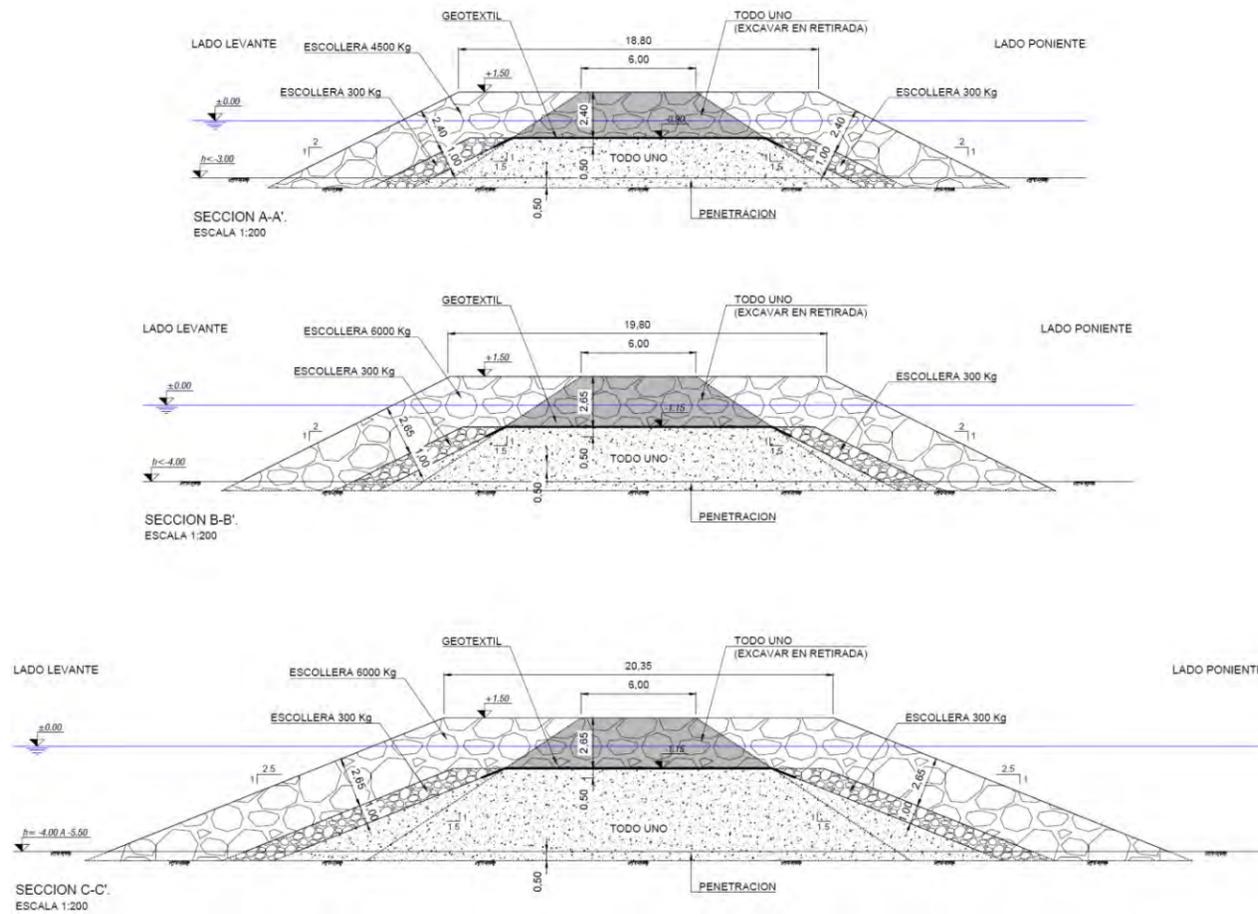


Figura 31.- Secciones tipo del espigón 1 o de poniente (Fuente: elaboración propia)

2.3.3.2 Obras auxiliares: adecuación de accesos

Para permitir el acceso de la maquinaria terrestre a la playa desde el paseo se deberá construir un camino para su tránsito a base de arena tipo sablón (conocida localmente como "sauló"). La anchura del camino será de 3,5 m y transcurrirá por la parte trasera de la playa y junto al dique del puerto del Masnou (ver plano nº 5).

Una vez finalizadas las obras el "sauló" será excavado y repartido por la playa.

2.4 BALANCE DE MATERIALES Y SUPERFICIES OCUPADAS

En la Tabla 6.- y Tabla 7.- se muestran respectivamente los volúmenes más significativos de materiales necesarios para la construcción de cada actuación y las superficies ocupadas.

3. DESCRIPCIÓN DEL MEDIO. INVENTARIO AMBIENTAL

3.1 METEOROLOGÍA

El clima en la zona de estudio (templado y cálido) es del tipo mediterráneo con influencia marítima. El clima se considera Csa de acuerdo al sistema de clasificación Köppen-Geiger.

La temperatura media anual se encuentra en los 16,3 °C. El mes más caluroso del año es julio, con una media de 23,9 °C (y una máxima promedio de 27,8 °C) y el mes más frío del año es enero con una media de 9,4 °C (y una mínima promedio de 6,2 °C). Por tanto la diferencia en la temperatura media entre el mes más seco y el mes más lluvioso es de 14,5 °C.

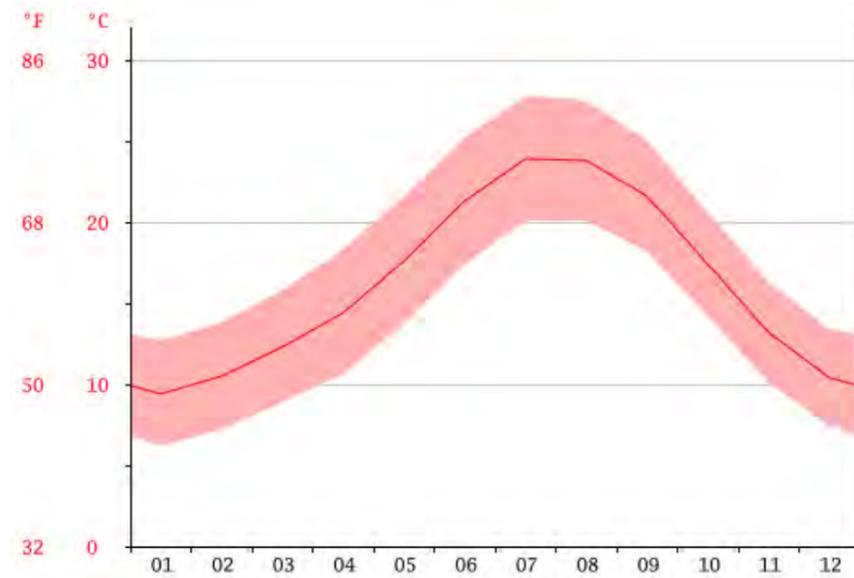


Figura 32.- Diagrama de temperaturas mínima, media y máxima mensuales en El Masnou (Fuente: www.climate-data.org)

Las precipitaciones son escasas: las medias anuales se sitúan alrededor de los 614 mm al año. El mes más seco es julio con una precipitación de 26 mm, mientras que en octubre, el mes en el que se producen las mayores precipitaciones del año, se alcanzan los 91 mm. Por tanto la diferencia en la precipitación entre el mes más seco y el mes más lluvioso es de 65 mm.

Las precipitaciones son mayores en invierno que en verano.

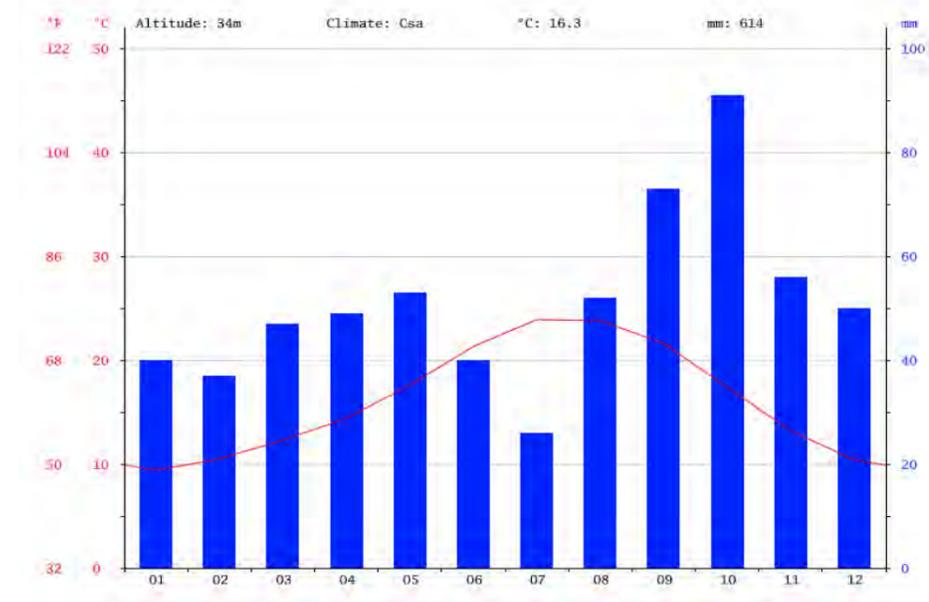


Figura 33.- Diagrama de precipitaciones y temperaturas medias mensuales en El Masnou (Fuente: www.climate-data.org)

3.2 CALIDAD DEL AIRE

La Red de Vigilancia y Previsión de la Contaminación Atmosférica (XVPCA) de la Generalitat de Catalunya define el denominado Índice de Calidad del Aire (ICQA), parámetro que traduce a una misma escala (escala de los efectos sobre la salud de las personas o escala del ICQA) las concentraciones de cada uno de los contaminantes medidos en las estaciones. La relación de indicadores que se ha establecido entre los niveles de inmisión y el ICQA se muestra en la Tabla 8.- Así la calidad del aire será buena, regular o pobre dependiendo del valor del ICQA alcanzado: buena (color verde) si $ICQA \geq 50$, regular si $0 \leq ICQA < 50$ y mala si $ICQA < 0$

Tabla 8.- Relación de indicadores que se ha establecido entre los niveles de inmisión y el ICQA (Fuente: Generalitat de Catalunya)

	ICQA	100 a 50	49 a 0	-1 a -50	-51 a -100
VALORS D'IMISSIÓ	O3 1h (µg/m³)	0 - 110	111 - 180	181 - 240	> 241
	PM10 24 h (µg/m³)	0 - 35	36 - 50	51 - 75	> 76
	CO 8h (mg/m³)	0 - 5	6 - 10	11 - 15	> 16
	SO2 1h (µg/m³)	0 - 200	201 - 350	351 - 500	> 501
	NO2 1h (µg/m³)	0 - 90	91 - 200	201 - 400	> 401
QUALITAT DE L'AIRE		BONA	REGULAR	POBRE	
ICQA		≥ 50	0 - 49	< 0	

En la Figura 34.- se muestran los resultados del ICQA en la estación más próxima a la zona de estudio (Mataró) durante los últimos 12 meses. Puede apreciarse que aproximadamente un 70 % del tiempo la calidad del aire fue buena ($ICQA \geq 50$) y un 30 % fue buena ($0 \leq ICQA < 50$) sin que se observen registros con calidad mala o pobre ($ICQA < 0$).

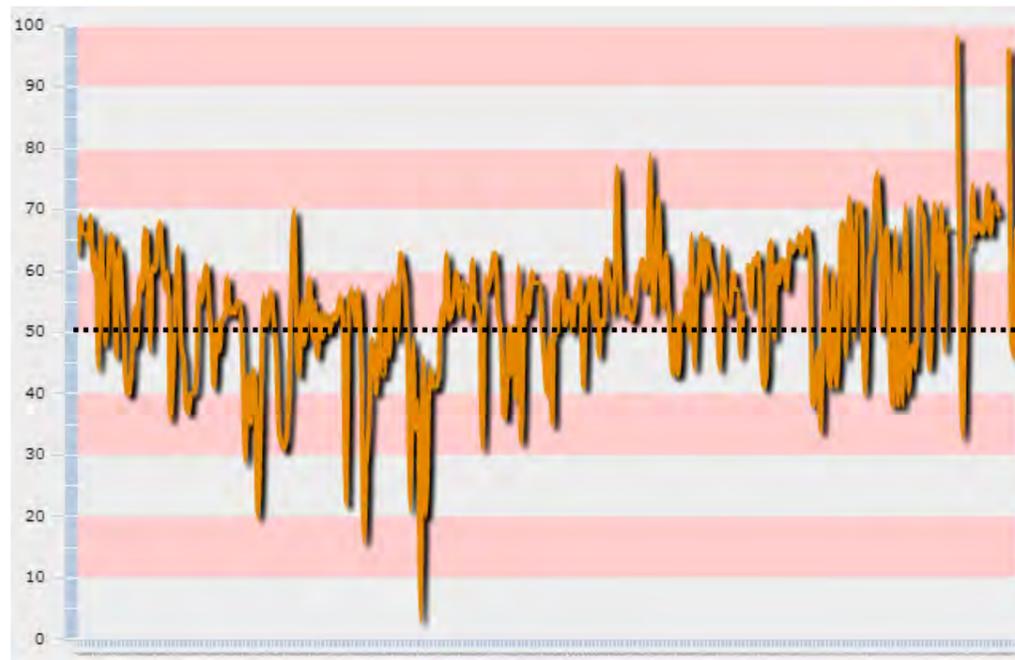


Figura 34.- Evolución del ICQA durante el último año en la estación Vallcarca-Sitges (Fuente: Generalitat de Catalunya)

Por consiguiente en términos medios puede caracterizarse la calidad del aire de la zona como entre buena y regular.

3.3 TOPOGRAFÍA Y BATIMETRÍA

3.3.1 BATIMETRÍA

La campaña batimétrica para adquirir la información de la zona de extracción y aportación se ha realizado durante el mes de mayo de 2016 ya que los temporales de inicio de año alteraron substancialmente la morfología habitual de la playa, extrayendo arena de las zonas donde habitualmente está acumulada y depositándola en zonas habitualmente erosionadas, por lo que no era representativa del estado actual de la playa y no cumplía uno de sus objetivos: servir de información de base para el modelado numérico de corrientes y transporte de sedimentos.. El área de préstamo comprende una zona de 2.500 m de longitud por 330 m de anchura (es decir, un total de 82,5 Ha). El área de la zona de aportación prospectada ha sido de 4.400 m de longitud y 1.250 m de ancho aproximadamente (es decir, un total de 550 Ha).

Se ha realizado las campañas en base al sistema de referencia ETRS89, sistema oficial en la actualidad, que en Cataluña tiene asociado el geode EGM08D595. Desde un punto de vista altimétrico, el datum vertical empleado ha sido el Cero Alicante (CA) o Nivel Medio del Mar en Alicante (NMMA). Este datum vertical está vinculado en Catalunya al geode EGM08D595.

3.3.2 TOPOGRAFÍA

La campaña topográfica de la zona de aportación se ha realizado en el mes de mayo de 2016. Además de la campaña se realiza el posterior análisis tridimensional y modelado de la playa, así como la realización de una serie de perfiles transversales para conocer las variaciones del terreno en las zonas de mayor interés.

Se ha realizado las campañas en base al sistema de referencia ETRS89, sistema oficial en la actualidad, que en Cataluña tiene asociado el geode EGM08D595. Desde un punto de vista altimétrico, el datum vertical empleado ha sido el Cero Alicante (CA) o Nivel Medio del Mar en Alicante (NMMA). Este datum vertical está vinculado en Catalunya al geode EGM08D595.

3.3.3 RESULTADOS

En la Figura 35.- se presentan los resultados de la topografía y batimetría en planta integrados en una misma imagen. Más detalle se muestra en el plano A1.3 que se adjunta en el Apéndice de este documento.



Figura 35.- Topobatemetría general (Fuente: Tecnoambiente)

3.4 NATURALEZA GEOLÓGICA DE LOS FONDOS

3.4.1 MARCO GEOLÓGICO GENERAL

La comarca del Maresme pertenece geológicamente a los restos del antiguo macizo catalano-balear, que se formó hacia finales de la era paleozoica, durante la orogenia herciniana (hace 350 a 248 millones de años) como resultado del agrietamiento y posterior desplazamiento de las placas que habían conformado la primitiva Pangea. Este macizo estaba formado por grandes bolsas de magma solidificado, granito, sobre el cual descansaban materiales paleozoicos; pizarras y rocas calcáreas.

Como resultado de la orogenia alpina (hace de 60 a 15 millones de años) y de la rotura y hundimiento del macizo por unas fracturas o fallas resultaron las cordilleras litoral y pre-litoral (conocida localmente como *serralades*) formadas mayoritariamente por granitoides: granitos y granodioritas, ya que el efecto erosivo hizo desaparecer gran parte de los materiales paleozoicos. Las pizarras solamente se mantienen en los puntos más elevados del Montnegre y las calcáreas en Sant Pere de Riu y en Montpalau.

El relieve, en cambio, es el resultado de sucesos más próximos, desencadenados durante los últimos 2 millones de años. De las montañas de aquel antiguo macizo sólo ha quedado un relieve sinuoso conformado por pequeñas colinas, de formas redondeadas y con cimas que apenas alcanzan los 500 metros de altitud. Se trata de montañas ya viejas, que se han ido desgastando, en parte, por la acción de la temperatura y humedad elevadas que durante el cuaternario han ido erosionando de manera diferencial los materiales graníticos, y que han surcado esta suavidad del terreno de innumerables torrentes y barrancos (conocidos localmente como ramblas y también como *rières*).

Esta fuerte erosión ha sido y es causada principalmente por la acción del 'ácido carbónico que llevan las aguas procedentes de la lluvia y que descomponen con facilidad una roca como el granito, formado por tres minerales básicos (cuarzo, feldespato y mica) y que se altera fácilmente después de esta meteorización química y se transforma en una masa arenosa que recibe el nombre de jablón o sablón (localmente *sauló*). Los feldespatos se han deshecho y se han convertido en arcillas. Las micas se han desmenuzado y han disminuido su tamaño, siendo el cuarzo el único elemento que queda inalterable, manteniendo su consistencia y dureza, y convirtiéndose en el principal componente del *sauló*.

Desde una óptica morfológica, dentro del Maresme se pueden diferenciar tres unidades básicas: la Cordillera (localmente conocido como *Serralada*) y sus contrafuertes, que en algunos puntos entre Calella y Caldes d'Estrac llegan hasta el mar, la llanura litoral y la línea de costa. Los cursos hidrográficos se han dispuesto perpendicularmente a la línea de costa, cortando transversalmente la comarca, y conformando la actual plataforma litoral a pie de la Cordillera, ya que después de una precipitación, las aguas han ido transportando desde la Cordillera grandes cantidades de sablón. Esta plataforma litoral es reciente y está formada por los aluviones, es decir, el conjunto de sedimentos transportados y sedimentados. Este aporte fue muy notable y ha conformado unos aluviones con

espesores considerables, con por ejemplo 32 m en Sant Pol, 20 m en Arenys (Vallvidrera), 18 m en Llavaneres o 14 m en Caldetes. Todo ello se muestra en la Figura 36.-

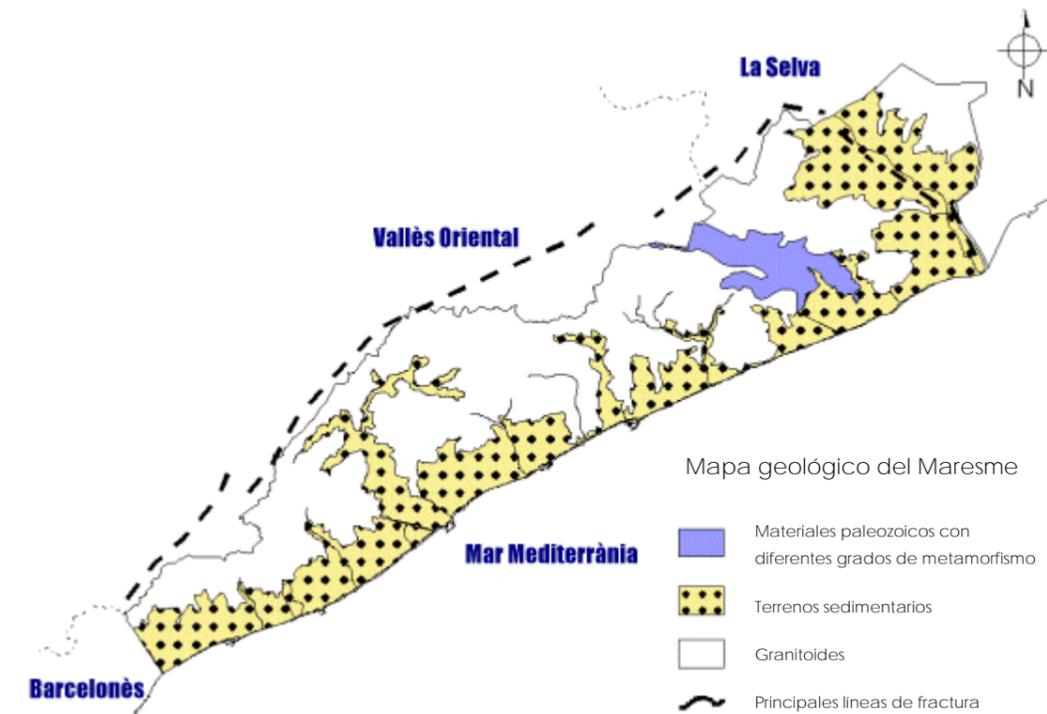


Figura 36.- Unidades geológicas principales en la comarca del Maresme (Fuente: www.helppc.org/maresme/geologia.htm)

Localmente, en el tramo entre El Masnou y Premià de Mar, destacan como materiales cuaternarios la terraza tercera y actual y brechas y arcillas rojas, siendo los materiales más antiguos las granodioritas del período ordovícico, tal como se muestra en la Figura 37.-

3.5 GEOMORFOLOGÍA MARINA

En base a los registros obtenidos con el sónar de barrido lateral y al perfilador de fondo se ha realizado una cartografía morfológica de detalle del fondo marino. En la Figura 38.- se muestra el plan de líneas realizado con los equipos del sónar de barrido lateral y el perfilador de fondo (en rojo). Para la cobertura total de la zona se ha realizado un proyecto de líneas con una separación de 75-100 m por banda.

3.5.1 GEOMORFOLOGÍA MARINA

A continuación se presenta el estudio geomorfológico, mediante el que se han actualizado los datos geomorfológicos del entorno de la zona de aportación, en las playas del Masnou y de Premià y la zona de dragado.



Figura 37.- Composiciones geológicas principales de la zona de proyecto (Fuente: Instituto Tecnológico Geominero de España) y composición del fondo marino (Fuente: Dirección Gral. de Puertos y Costas)

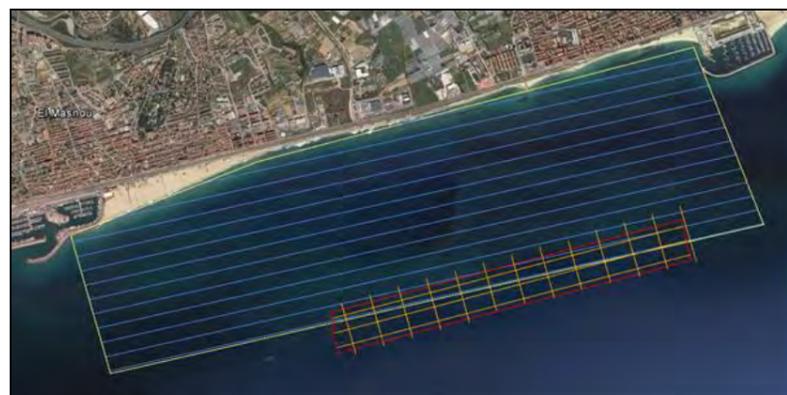


Figura 38.- Proyecto de líneas realizado (Fuente: Tecnoambiente)

Mediante los datos del sonar de barrido lateral y su procesado se ha obtenido una cobertura total del fondo marino del área de estudio. Estos datos proporcionan información de detalle de los tipos de sedimento según la reflectividad, rugosidad de los fondos, comunidades naturales, así como la

detección de elementos antrópicos ubicados en el lecho marino. En primer lugar se ha llevado a cabo el montaje de un mapa-mosaico con todos los datos de sonar en un mismo plano (ver Figura 39.- y en el plano A1.4.2).



Figura 39.- Mosaico de los datos de sonar de barrido lateral en la zona de estudio (Fuente: Tecnoambiente)

A partir de la interpretación de los datos de sonar de barrido lateral se ha caracterizado la geomorfología de la zona de estudio y a continuación se han detectado diferentes tipos de fondo así como elementos antrópicos (ver Figura 40.- y plano A1.4.3 y A1.4.4.)



Figura 40.- Interpretación geomorfológica a partir de datos de SBL (Fuente: Tecnoambiente)

A continuación se presentan por separado los resultados en la zona de préstamo y en la zona de aportación,

3.5.1.1 Zona de préstamo

Se han detectado dos tipos de fondo predominantes: arenas finas (color gris en la Figura 41.-) y arenas con *ripples* (color ocre). Los fondos de arenas finas se distribuyen en parches, probablemente recubriendo surcos dragados previamente, mientras que las arenas con *ripples* representan la matriz del área. No se ha detectado presencia de *Cymodocea nodosa* en la zona de préstamo.



Figura 41.- Interpretación geomorfológica de la zona de préstamo (Fuente: Tecnoambiente)

En la zona de dragado se detectan dos objetos de posible origen antrópico, señalados como elementos lineales 020 y ONI 012 en la Figura 42.- .

En la Figura 43.- se puede observar el elemento lineal 020 detectado, confirmando la presencia de una tubería sobre el lecho marino.

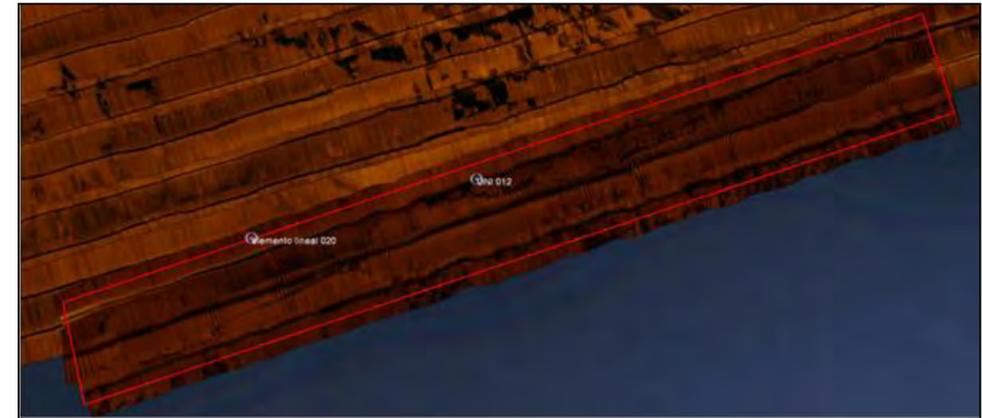


Figura 42.- Elementos antrópicos detectados (Fuente: Tecnoambiente)

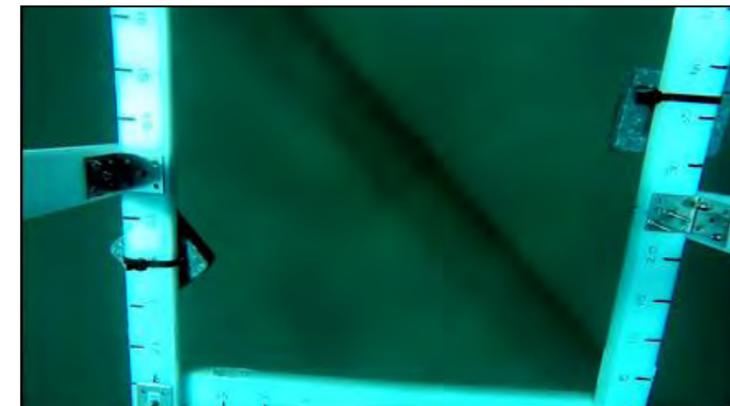


Figura 43.- Imagen del elemento lineal 020 (Fuente: Tecnoambiente)

Finalmente en la Figura 44.- se resume la presencia de posibles obstáculos en la zona que podrían ser afectados por el dragado, habiéndose establecido una distancia de seguridad de 100 m para la tubería y 50 m para el ONI.

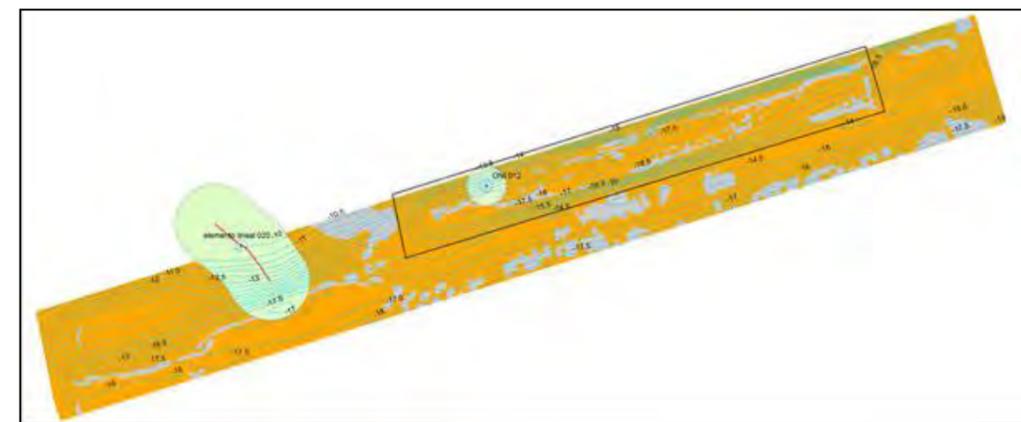


Figura 44.- Objetos antrópicos (buffers 100 m en tubería y 50 m en ONI) y límites del surco hallado (Fuente: Tecnoambiente)

3.5.1.2 Zona de aportación

A partir de los datos obtenidos con el SBL, su procesado y posterior interpretación se ha identificado tipos de fondo como arenas finas, arenas con *ripple marks* (surcos) y presencia de *Cymodocea nodosa*. También se han determinado los límites con la playa emergida, los distintos espigones y los rellenos de los mismos. En la Tabla 9.- se detalla la tipología de fondo y superficie en el área de estudio:

Tabla 9.- Tipología de fondos y superficie ocupada. (Fuente: Tecnoambiente)

Tipo de fondo	Superficie (ha)	Superficie (%)
Arenas con <i>ripples</i>	417,01	70,5
Arenas finas (AF)	158,47	26,8
AF con <i>Cymodocea nodosa</i>	1,33	0,2
Espigón (antrópico)	0,61	0,1
Límite de playa emergida (antrópico)	4,33	0,7
Relleno espigón (antrópico)	9,46	1,6

A continuación se detallan cada uno de estos tipos de fondo

Arenas con *ripples*

Esta tipología de fondo se caracteriza por dar una señal acústica homogénea, de intensidad media pero con variaciones constantes en la fluctuación de las arenas (ver Figura 45.-). Estas particulares morfologías presentan una altura generalmente inferior a 0,5 m, pueden ser simétricas o asimétricas y suelen caracterizarse por la ausencia de vegetación (ver Figura 46.-). Este tipo de fondo se encuentra distribuido de forma mayoritaria en la zona de estudio.

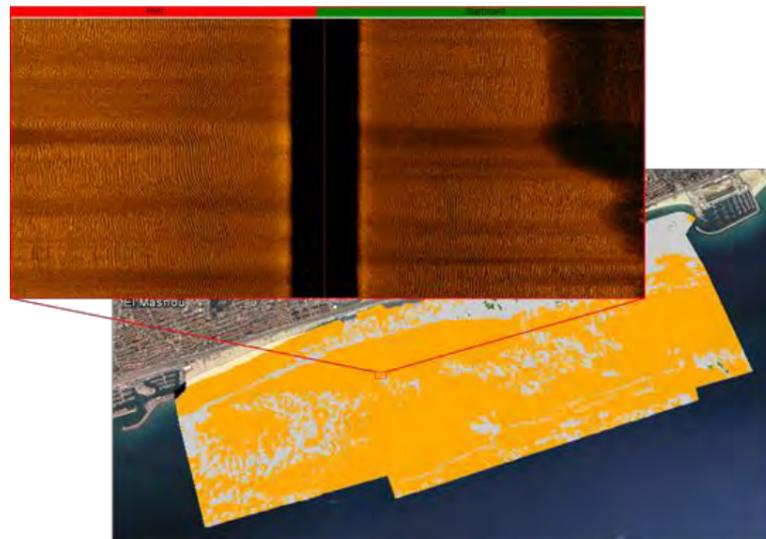


Figura 45.- Sonografía de arenas con ripples (Fuente: Tecnoambiente)

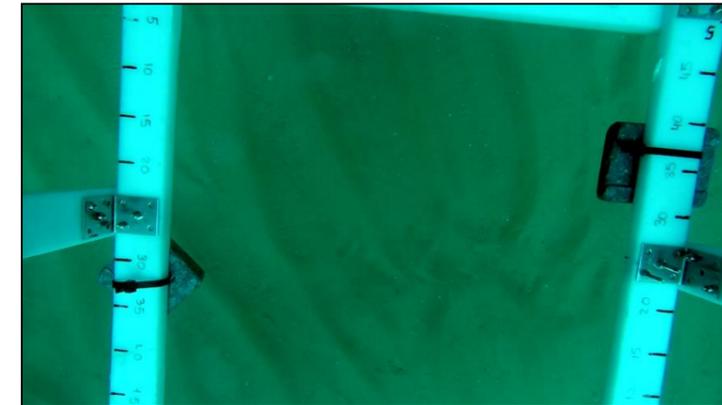


Figura 46.- Imagen de fondos de arenas con ripples (Fuente: Tecnoambiente)

Arenas finas

Este tipo de fondo se identifica por una baja intensidad de la señal acústica y por un grado de reflectividad notablemente homogéneo que dan lugar a un nivel acústico continuo a nivel superficial y a una imagen del mosaico bastante homogénea (ver Figura 47.-). En la zona de estudio esta tipología de fondo se encuentra distribuida de forma irregular, de manera concentrada y continua en distintos tramos, destacando la zona próxima a poniente del puerto de Premià.

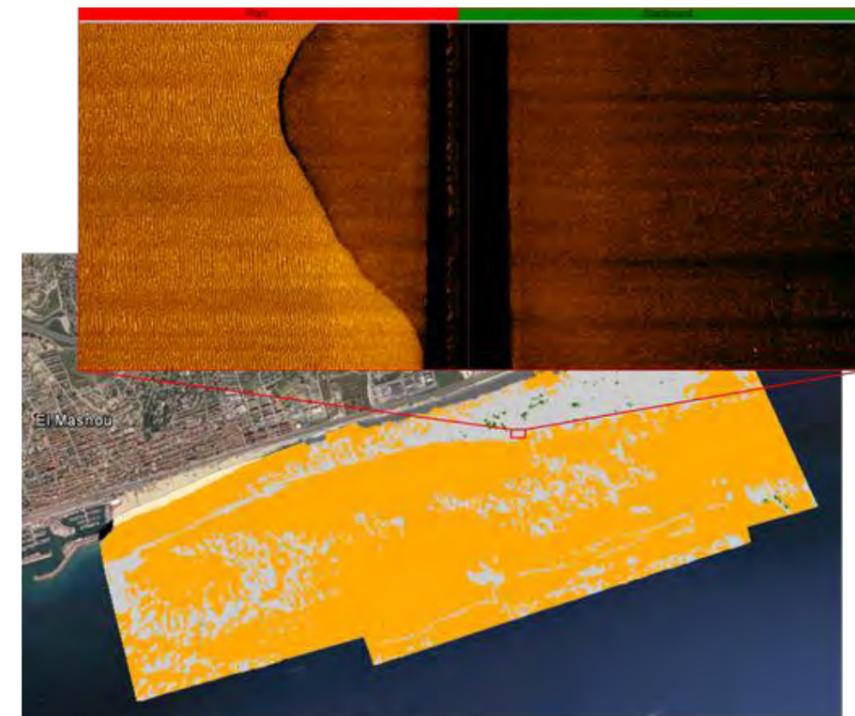


Figura 47.- Sonografía de arenas finas (Fuente: Tecnoambiente)



Figura 48.- Imagen de fondos de arenas finas (Fuente: Tecnoambiente)

Arenas finas con *Cymodocea nodosa*

Este tipo de fondo se caracteriza por tener una alta intensidad de la señal acústica y una morfología espicular muy característica (ver Figura 49.-). La presencia de *Cymodocea nodosa* en la zona de aportación es escasa (0,2%), distribuida en su mayor parte en forma de parches en la zona de arenas finas más continuas cercanas a la playa, entre las cotas -6 y -10 m (ver Figura 50.-). Se observa una pequeña concentración de este tipo de fondo al NE de la zona de dragado, alrededor de la cota -12 m.



Figura 49.- Sonografía de arenas finas con *Cymodocea nodosa* dispersa (Fuente: Tecnoambiente)

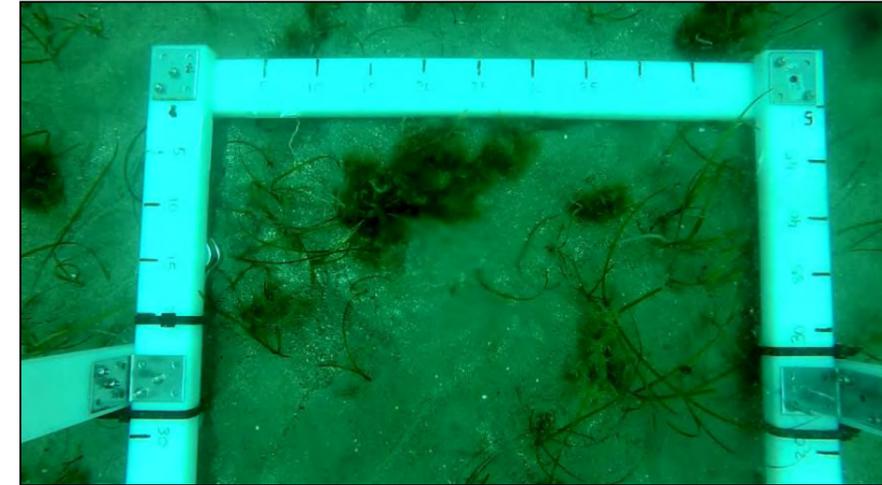


Figura 50.- Imagen de fondos de arenas finas con *Cymodocea nodosa* dispersa (Fuente: Tecnoambiente)

Elementos antrópicos:

A partir de la interpretación de los datos del sonar de barrido lateral se ha llevado a cabo la identificación de posibles elementos antrópicos que se han observado en la superficie del fondo marino a lo largo de toda la zona prospectada (ver Figura 51.- y planos A1.4.5 y A1.4.6).

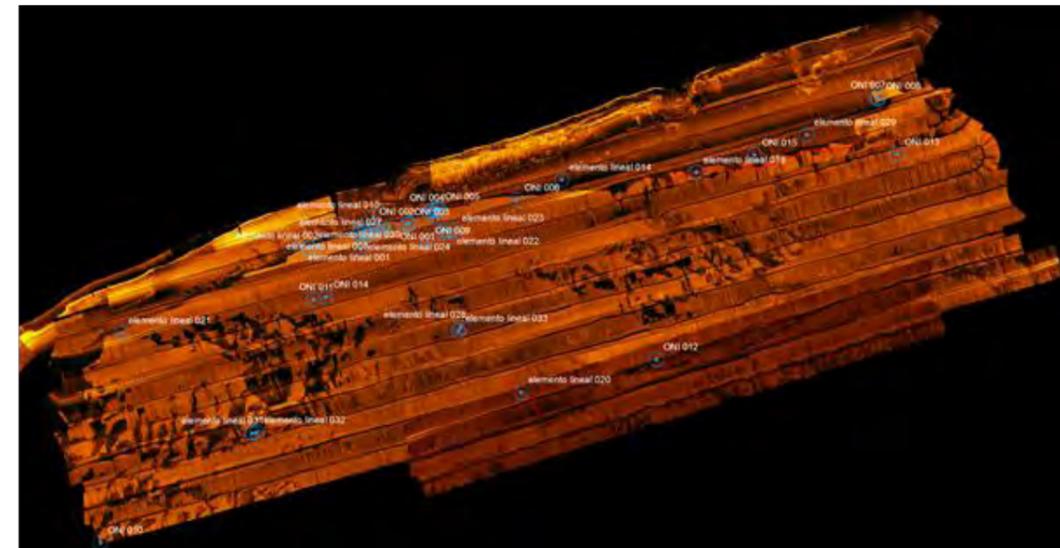


Figura 51.- Elementos antrópicos detectados (Fuente: Tecnoambiente)

A partir de los datos obtenidos con sonar de barrido lateral se ha detectado un total de 48 elementos antrópicos en toda la zona de estudio, con presencia de restos de tuberías y bloques de hormigón para fondeo.

3.5.2 SISMOESTRATIGRAFÍA

El estudio del yacimiento de áridos se centra en el polígono de dragado previsto (2500 m x 300 m). Para la elaboración de los planos de líneas de mismo espesor de sedimento (isopacas), ha sido necesario identificar y localizar la profundidad en la que se encuentra el basamento acústico. En este sentido se asume que corresponde al material más antiguo detectado, a partir del cual se produce un apantallamiento o atenuación gradual de la señal acústica que impide la penetración de la misma.

El material sedimentario no consolidado detectado queda limitado a muro por el reflector que se interpreta como basamento acústico y a techo por el reflector correspondiente al actual lecho marino (ver Figura 52.-).

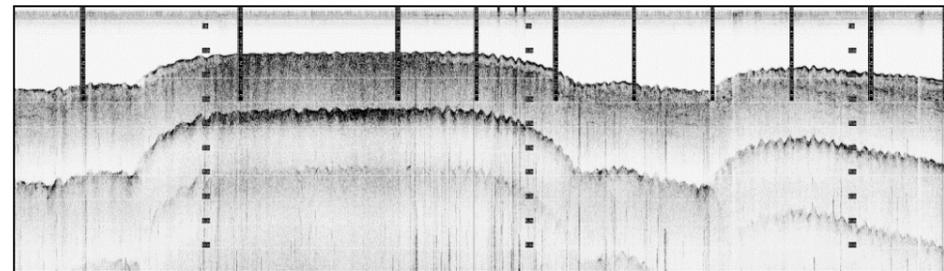


Figura 52.- Registro del perfilador de fondo en la zona de desnivel dragada previamente (Fuente: Tecnoambiente)

En la Figura 53.- y en el plano A1.5.1 se presenta el plano de isopacas confeccionado a partir de la interpretación de los registros geofísicos obtenidos.

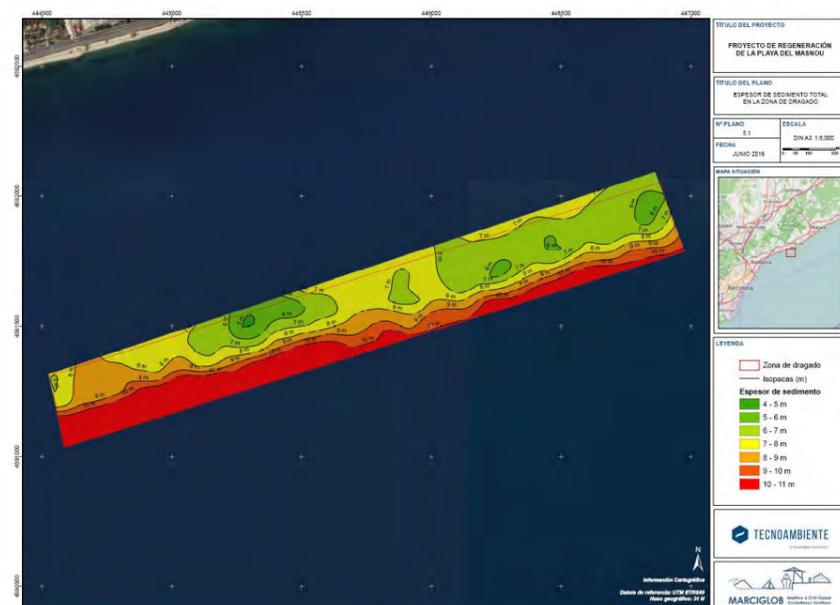


Figura 53.- Plano de isopacas en la zona de dragado (Fuente: Tecnoambiente)

Una vez procesados los registros sísmicos se observa un paquete sedimentario no consolidado bastante importante, con puntos donde el basamento acústico se sitúa a unos 15 m por debajo del lecho marino.

En toda la zona prospectada no se observa ningún afloramiento rocoso, los espesores sedimentarios detectados son bastante homogéneos y que oscilan entre 6 y 15 metros. De manera general a mayor profundidad se detecta un mayor espesor, coincidiendo con una batimetría con un talud relativamente pronunciado en relación a la batimetría general de la zona. En la zona más profunda se encuentran los espesores más importantes, que alcanzan 15 metros.

En general el sedimento no consolidado detectado en los registros presenta características geofísicas de tipo arenoso (arenas, arenas fangosas y fangos arenosos en lo más profundo de la secuencia detectada). Esta posible interpretación viene dada por las características estratigráficas internas de los reflectores y su grado de impedancia, así como la presencia de formas de fondo sobre el lecho marino, característico de medios arenosos bajo hidrodinámica de importancia.

Para focalizar los datos hacia los objetivos reales del estudio, se ha generado otro plano complementario de isopacas centrado en los primeros metros de la columna de sedimentos detectados, con el fin de determinar el espesor de sedimento arenoso susceptible de ser de interés para el dragado de acopio programado en la zona (ver Figura 54.- y en el plano A1.5.2).



Figura 54.- Plano de isopacas en el tramo superficial de la zona de dragado (Fuente: Tecnoambiente)

Este plano de isopacas se ha elaborado bajo criterios de características geo sísmicas internas de las arenas así como la homogeneidad de la misma en vertical en los primeros metros de la columna general detectada.

3.6 CARACTERIZACIÓN DE LOS SEDIMENTOS MARINOS

La caracterización de los sedimentos se ha realizado según las indicaciones contenidas en la Guía Metodológica para la elaboración de estudios de impacto ambiental de las extracciones de arenas para la regeneración de playas (CEDEX, 2004), atendiendo a las Directrices para la gestión ambiental de las extracciones marinas para la obtención de arena (MAGRAMA, 2010).

Para la caracterización físico-química de los sedimentos se han realizado muestreos específicos tanto de la zona de aportación como de la zona de dragado, mediante muestras superficiales obtenidas con draga Van Veen.

3.6.1 ZONA DE PRÉSTAMO

Se han recogido 9 muestras para caracterizar la zona de dragado (MG-D-1 a MG-D-9). En la Figura 55.- se muestra la distribución de las estaciones de sedimento de la zona de dragado, distribuyéndose prácticamente todas entre las cotas batimétricas de 10 a 16 metros.



Figura 55.- Estaciones en la zona de dragado (Fuente: Tecnoambiente)

3.6.1.1 Caracterización granulométrica

En la Tabla 10.- se presentan los resultados de la caracterización granulométrica.

Tabla 10.- Resultados de la caracterización granulométrica en la zona de dragado (Fuente: Tecnoambiente)

Tipo	Unidad	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9
Tamiz 2,00 mm	%	1,5	1,2	1,4	1	0,8	1,6	0,8	1,2	<0,5
Tamiz 1,40-2,00 mm	%	9	1,1	1,2	0,7	0,9	1,2	0,9	0,6	0,7
Tamiz 1,0-1,40 mm	%	33,4	2	2,9	0,8	2	1,5	3,2	1,1	0,7
Tamiz 0,71-1,0 mm	%	45,5	9,8	12,6	2,4	12,6	5,5	18,4	0,7	1,8
Tamiz 0,60-0,71 mm	%	7,1	15,5	11,7	4,6	15,3	8,2	16,2	5,5	1,8
Tamiz 0,50-0,60 mm	%	1,5	25,5	14,8	12,7	20,1	18,1	16,8	7,8	3,9
Tamiz 0,35-0,50 mm	%	<0,5	27,9	23	27,4	24	33,6	19,2	20,1	16
Tamiz 0,25-0,35 mm	%	<0,5	11,7	21,3	25,4	13,8	21,3	14,4	29,1	32,3
Tamiz 0,18-0,25 mm	%	<0,5	3,5	6,8	20	5,2	5,6	7	25,8	26,7
Tamiz 0,12-0,18 mm	%	<0,5	0,7	1,9	4	1,1	2,1	2	6,6	10,6
Tamiz 0,063-0,12 mm	%	<0,5	0,5	1,1	0,7	0,7	1,7	0,7	0,8	5,2
Tamiz <0,063 mm	%	0,5	0,7	1,3	0,5	3,5	<0,5	<0,5	0,7	<0,5
Moda	-	AG	AG	AM	AM	AG	AM	AG	AM	AM
D50	mm	0,96	0,52	0,47	0,35	0,51	0,44	0,54	0,31	0,27

Como se aprecia en los resultados el tipo de arenas que aparecen de forma mayoritaria son arenas medias (AM, 0,25-0,50mm) y arenas gruesas (AG, 0,5-1mm). El tamaño medio de partícula (D₅₀) en el conjunto de sedimentos del yacimiento se sitúa en torno a 0,43 mm, en el rango de arenas medias.

Las características granulométricas de las muestras de arena obtenidas en estas zonas se resumen en la Figura 56.- en la que se representan las curvas granulométricas de cada muestra y la de la muestra mezcla (es decir, aquella que se obtendría mezclando proporcionalmente las 5 muestras). Se aprecia que cinco de las muestras (MG-D-3, 4, 6, 8 y 9) corresponden con Arenas Medias (AM, es decir, con un tamaño medio D₅₀ entre 0,25 y 0,50 mm) y las otras cuatro (MG-D-1, 2, 5 y 7) corresponden con Arenas Gruesas (AG, es decir, con un tamaño medio D₅₀ entre 0,50 y 1 mm). Los diámetros medios D₅₀ de las muestras oscilan entre 0,275 y 0,538 mm.

Las características de la muestra mezcla representativa de la arena marina de aportación o préstamo son:

$$D_{16} = 0,664 \text{ mm}$$

$$D_{50} = 0,434 \text{ mm}$$

$$D_{84} = 0,243 \text{ mm}$$

No obstante el análisis batimétrico se ha detectado la presencia de una zanja con una profundidad máxima de -18 m, lo que indicaría que dicha zona no se ha recuperado tras las extracciones anteriores

realizadas. Por otro lado se observa que la muestra MG-D-9 es, con diferencia la que presenta una arena más fina ($D_{50} = 0,275 \text{ mm}$), por lo que parece adecuado no emplearla,

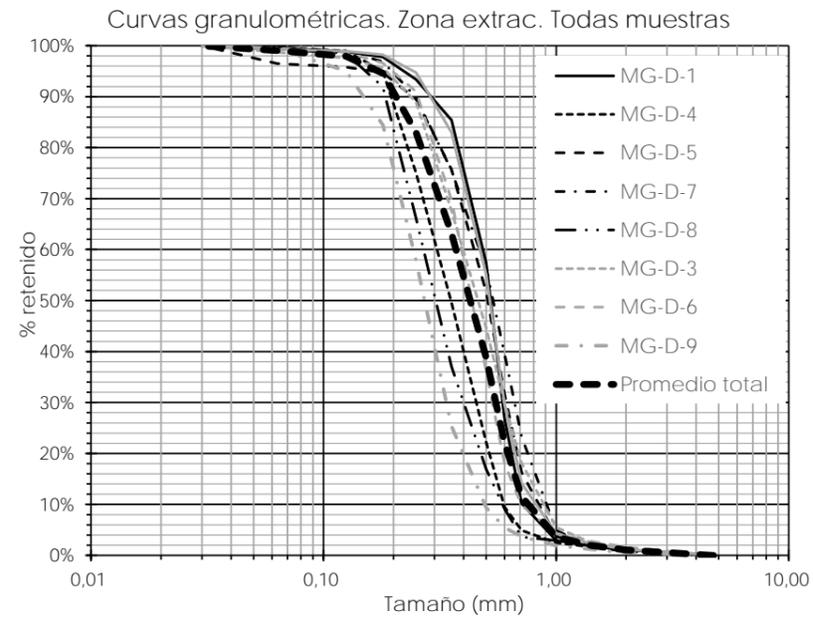


Figura 56.- Análisis granulométricos de las 9 muestras en la zona de extracción (Fuente: elaboración propia)

Por todo ello parece lógico restringir la zona de extracción al polígono indicado en la Figura 57.- y que estaría representado por las muestras MG-D-1, 2, 3, 4, 5 y 6 (se incluye la MG-D-5 por su proximidad al límite del polígono considerado). La muestra mezcla de estas cinco muestras se presenta en la Figura 58.-.

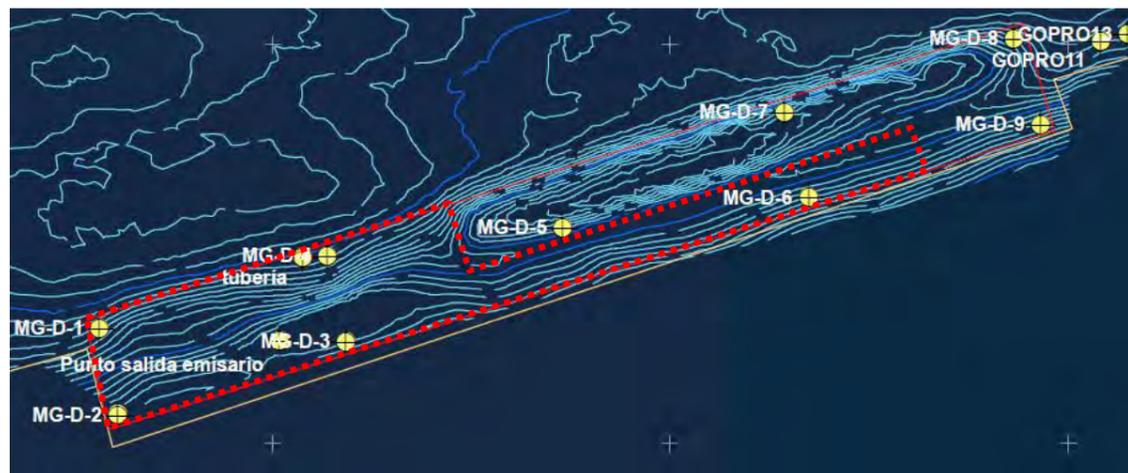


Figura 57.- Ubicación de la zona de extracción finalmente seleccionada (Fuente: elaboración propia)

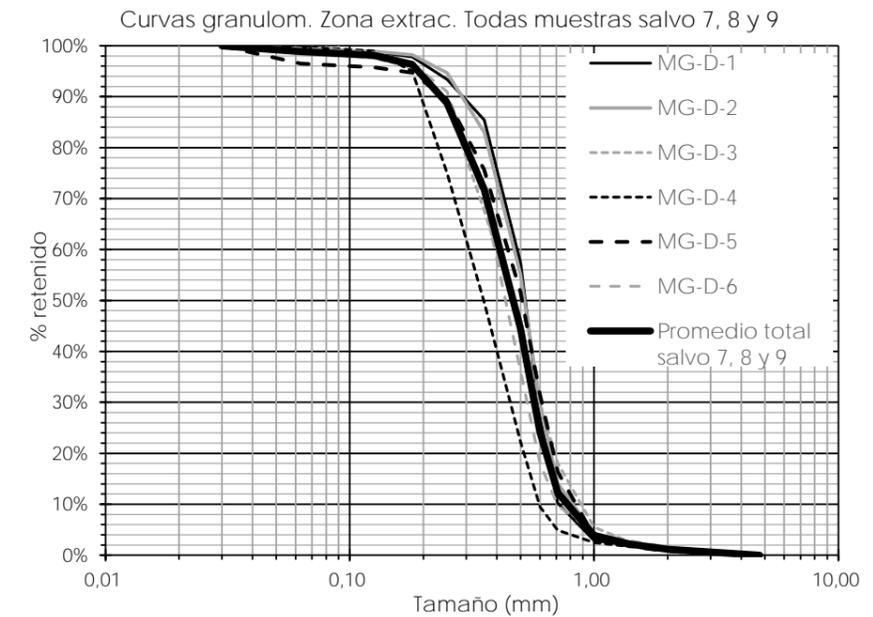


Figura 58.- Análisis granulométricos de las 5 muestras en la zona de extracción finalmente seleccionada, incluyendo la MG-D-5 (Fuente: elaboración propia)

En este caso, las características de la muestra mezcla representativa de la arena marina de aportación o préstamo sería:

$$D_{16} = 0,675 \text{ mm}$$

$$D_{50} = 0,471 \text{ mm}$$

$$D_{84} = 0,279 \text{ mm}$$

3.6.1.2 Caracterización química

Tal y como se indica en las Directrices de la DG de Sostenibilidad de la Costa y del Mar, los materiales a extraer no deberán estar afectados por ningún tipo de contaminación de origen antrópico. Para ello, se ha llevado a cabo la caracterización química de los sedimentos, y se ha analizado la concentración de los metales pesados de la materia orgánica presente en las muestras de sedimento procedentes de la zona de dragado.

En la Tabla 11.- se muestran los resultados obtenidos de los análisis para detección de contaminación por metales y biológica.

Tal y como indica la DG de Sostenibilidad de la Costa y del Mar, los materiales a dragar pueden incluir en su composición mineralógica de forma natural una cierta cantidad de elementos generalmente considerados como contaminantes, por ello y para valorar el grado de contaminación presente en los sedimentos.

Según las Directrices de la DG de Sostenibilidad de la Costa y del Mar, no se consideran adecuados para su aporte a playas de baño aquellos materiales cuya concentración media supera para alguno de los parámetros en más de un 20% los límites de los BACs y los niveles de acción establecidos por el CEDEX (Guía Metodológica para la elaboración de estudios de impacto ambiental de las extracciones de arenas para la regeneración de playas, 2004).

Tabla 11.- Resultados de la caracterización química en la zona de dragado (Fuente: Tecnoambiente)

Tipo	Unidad	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9
Materia orgánica	%	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Arsénico	mg/kg	10,0	9,33	9,13	9,69	7,98	9,47	10,1	9,77	9,74
Cadmio	mg/kg	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25
Cobre	mg/kg	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	2,72
Cromo	mg/kg	<2,5	<2,5	<2,5	4,04	2,5	3,49	<2,5	3,35	5,0
Mercurio	mg/kg	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25
Niquel	mg/kg	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	2,97
Plomo	mg/kg	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	3,15
Zinc	mg/kg	11,4	9,68	10,9	15,1	10,4	15,8	13,8	14,6	20,6
Coliformes fecales	UFC/g	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Estreptococos fecales	UFC/g	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2

En este caso las concentraciones de los metales pesados en las muestras analizadas son muy inferiores a los límites de calidad propuestos.

Respecto a la contaminación microbiológica no se ha detectado ningún rastro de contaminación fecal en las muestras analizadas, siendo todos los valores encontrados inferiores al límite de cuantificación del método analítico empleado para su determinación (2 UFC/g).

Por lo tanto, se puede considerar que las muestras analizadas se encuentran exentas de contaminación y que los materiales que conforman el lecho marino de la zona de estudio son aptos para la alimentación de playas.

3.6.2 ZONA DE APORTACIÓN

Se han recogido 36 muestras para caracterizar la zona de aportación (MG-1 a MG-36). Las estaciones de muestreo se han distribuido en las cotas de 1,5 m (estaciones 1 a 9), 0 m (estaciones 10 a 18), -2,5 m (estaciones de 19 a 27) y -5 m (estaciones de 28 a 36), tal como aparece en la Figura 59.-



Figura 59.- Distribución de las estaciones de muestreo (Fuente: Tecnoambiente)

En la Tabla 12.- a Tabla 15.- se presentan los resultados de la caracterización granulométrica.

Tabla 12.- Resultados de la caracterización granulométrica en la zona de vertido (cota +1,5 m) (Fuente: Tecnoambiente)

Tipo	Unidad	MG1	MG2	MG3	MG4	MG5	MG6	MG7	MG8	MG9
Tamiz 2,00 mm	%	1,5	10,6	2,5	<0,5	<0,5	15,1	7,4	2,6	5,4
Tamiz 1,40-2,00 mm	%	9	25,6	9,9	2,6	3,5	22,7	12,8	6,7	9,5
Tamiz 1,0-1,40 mm	%	33,4	29,5	18,3	13,5	8,8	28,1	21,1	19,9	20
Tamiz 0,71-1,0 mm	%	45,5	22	27,1	42,1	19,7	21,6	29,6	39,2	30,5
Tamiz 0,60-0,71 mm	%	7,1	6,2	18,2	18,9	14,4	5,4	13,1	16,6	12,9
Tamiz 0,50-0,60 mm	%	1,5	3,2	14,9	12,3	18,4	3,6	9,2	9,2	9,8
Tamiz 0,35-0,50 mm	%	<0,5	0,9	7,1	7,6	23,5	1,9	4,9	4	8
Tamiz 0,25-0,35 mm	%	<0,5	<0,5	<0,5	1,1	8,2	<0,5	0,6	<0,5	1,9
Tamiz 0,18-0,25 mm	%	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,8	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Tamiz 0,12-0,18 mm	%	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Tamiz 0,063-0,12 mm	%	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Tamiz <0,063 mm	%	1,4	1,8	1,5	1,6	2	1,5	1,2	1,7	1,9
Moda	-	AG	AMG	AG	AG	AG	AMG	AG	AG	AG
D50	mm	0,96	1,2	0,79	0,77	0,58	1,2	0,91	0,85	0,86

Tabla 13.- Resultados de la caracterización granulométrica en la zona de vertido (cota 0 m) (Fuente: Tecnoambiente)

Tipo	Unidad	MG10	MG11	MG12	MG13	MG14	MG15	MG16	MG17	MG18
Tamiz 2,00 mm	%	6,6	7,4	1,8	2,1	2,4	5	7,7	0,9	4
Tamiz 1,40-2,00 mm	%	12,5	13,9	3,6	5,5	6,4	6,6	14,2	5,3	17,3
Tamiz 1,0-1,40 mm	%	22,1	26,5	13,8	15,7	19,5	15,3	25	21,8	45,5
Tamiz 0,71-1,0 mm	%	33,2	34,5	39,4	32,8	33,9	34,6	27,7	49	21,7
Tamiz 0,60-0,71 mm	%	14,2	10,3	18,4	16,2	15	19,4	10,7	14,5	3,3
Tamiz 0,50-0,60 mm	%	8,3	4,8	13	12,4	11,5	12,5	7,8	5,5	2,5
Tamiz 0,35-0,50 mm	%	2,3	1,2	7,4	10,4	7,8	5,4	5,4	2,2	3,3
Tamiz 0,25-0,35 mm	%	<0,5	<0,5	<0,5	2,5	1,3	0,6	0,8	<0,5	1,9
Tamiz 0,18-0,25 mm	%	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Tamiz 0,12-0,18 mm	%	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Tamiz 0,063-0,12 mm	%	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Tamiz <0,063 mm	%	0,7	1,1	2	2,2	2,1	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Moda	-	AG	AMG							
D50	mm	0,92	0,98	0,77	0,76	0,81	0,81	0,97	0,87	1,1

Tabla 14.- Resultados de la caracterización granulométrica en la zona de vertido (cota -2,5 m) (Fuente: Tecnoambiente)

Tipo	Unidad	MG19	MG20	MG21	MG22	MG23	MG24	MG25	MG26	MG27
Tamiz 2,00 mm	%	0,7	1	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,7	1,1	0,7
Tamiz 1,40-2,00 mm	%	1,5	0,9	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1,1
Tamiz 1,0-1,40 mm	%	2,8	1	<0,5	0,8	<0,5	<0,5	0,8	<0,5	1,3
Tamiz 0,71-1,0 mm	%	18,5	2,1	0,8	1,7	<0,5	0,6	5,6	<0,5	1,1
Tamiz 0,60-0,71 mm	%	35	3,2	1	2	<0,5	0,6	11,2	<0,5	1,5
Tamiz 0,50-0,60 mm	%	31,6	8,4	2,8	5,4	2,9	0,9	22,7	0,8	1,9
Tamiz 0,35-0,50 mm	%	8,8	31,3	13,5	23,5	3,6	3	33,3	2,1	6,4
Tamiz 0,25-0,35 mm	%	0,6	33,4	34,5	44,1	25,2	5,8	16,6	4,5	14,8
Tamiz 0,18-0,25 mm	%	<0,5	15,3	40,5	19,9	57,5	41	7	23,1	35,8
Tamiz 0,12-0,18 mm	%	<0,5	2,7	4,9	1,4	3,2	28,3	1,5	40,8	23,7
Tamiz 0,063-0,12 mm	%	<0,5	<0,5	0,6	<0,5	3,7	18,7	<0,5	23,5	10,9
Tamiz <0,063 mm	%	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	2,7	0,6	<0,5	2,4	0,9
Moda	-	AG	AM	AM	AM	AF	AF	AM	AF	AF
D50	mm	0,63	0,35	0,26	0,32	0,23	0,18	0,46	0,16	0,21

Tabla 15.- Resultados de la caracterización granulométrica en la zona de vertido (cota -5 m) (Fuente: Tecnoambiente)

Tipo	Unidad	MG28	MG29	MG30	MG31	MG32	MG33	MG34	MG35	MG36
Tamiz 2,00 mm	%	<0,5	0,6	<0,5	1,2	1,4	1	<0,5	1,1	<0,5
Tamiz 1,40-2,00 mm	%	1	<0,5	<0,5	0,7	<0,5	0,8	<0,5	<0,5	<0,5
Tamiz 1,0-1,40 mm	%	1,1	0,6	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Tamiz 0,71-1,0 mm	%	3,6	2,7	1,1	0,6	0,7	0,6	<0,5	1	<0,5
Tamiz 0,60-0,71 mm	%	6,1	4,2	1,8	1	0,8	<0,5	<0,5	1,2	<0,5
Tamiz 0,50-0,60 mm	%	17,9	9,5	4,6	2,6	2,5	<0,5	<0,5	2,2	0,9
Tamiz 0,35-0,50 mm	%	40,5	32,5	15	12	10	0,6	1,5	4,8	3,5
Tamiz 0,25-0,35 mm	%	21,9	31	21,8	21,2	16,5	1,3	3,6	7	8,7
Tamiz 0,18-0,25 mm	%	6	13,9	32,4	34,7	25,9	4,2	15,2	13,7	19
Tamiz 0,12-0,18 mm	%	0,9	3,2	17,9	18,1	29,3	48,3	49,4	36,5	27,2
Tamiz 0,063-0,12 mm	%	<0,5	<0,5	4,5	6,4	11,4	40,6	27,2	30,7	37,7
Tamiz <0,063 mm	%	<0,5	0,9	0,6	1	0,7	1,6	0,8	1,3	1,5
Moda	-	AM	AM	AF						
D50	mm	0,43	0,36	0,24	0,23	0,2	0,13	0,15	0,15	0,15

Como se observa en los resultados, aparece una graduación en las distribuciones según la cota. En la cota +1,5 m de playa seca aparece una proporción mayoritaria de gravas a arenas gruesas, componiendo prácticamente la totalidad de la muestra, con una moda media de 0,90 mm. En la cota de 0 m, en la línea de agua, esta proporción mayoritaria se reparte entre arenas gruesas y muy gruesas, con una moda media de grano similar a playa seca de 0,89 mm. Según aumenta la profundidad de las estaciones las muestras incrementan las proporciones de la parte más fina de grano, con una moda media de 0,31 mm en la cota de -2,5 m. Finalmente en el tramo más profundo estudiado, cota de -5 m, se encuentra una moda media de 0,23 mm.

En la Figura 60.- y la Figura 61.- se presenta un resumen de las características de cada una de las muestras. En el primer caso se presentan agrupadas las muestras en cada uno de los nueve perfiles (así como sus promedios) y en el segundo caso las muestras agrupadas según profundidades (así como sus promedios).

Puede apreciarse que en los nueve perfiles (Figura 60.-) los resultados son bastante similares: las muestras tomadas en profundidades de +1,5, +0 son en general arenas gruesas (AG) con 0,5 mm < D₅₀ < 1 mm (si bien en algún caso puntual hay arenas muy gruesas, AMG –perfiles P-2, P-6 y P-9-) y las muestras tomadas en profundidades de -2 y -5 m son en general arenas finas (AF) con 0,125 mm < D₅₀ < 0,25 mm (si bien en algún caso puntual hay arenas muy finas, AMF –perfiles P-6 y P-9- o arenas gruesas –perfil P-1-). Consecuentemente la mezcla media de cada perfil resulta arena gruesa (perfiles P-1, P-2,

P-7 y P-8) o arena media (perfiles P-3, P-4, P-5, P-6 y P-9), pero en todos los casos con valores D50 muy próximos a 0,50 mm (límite entre AM y AG)

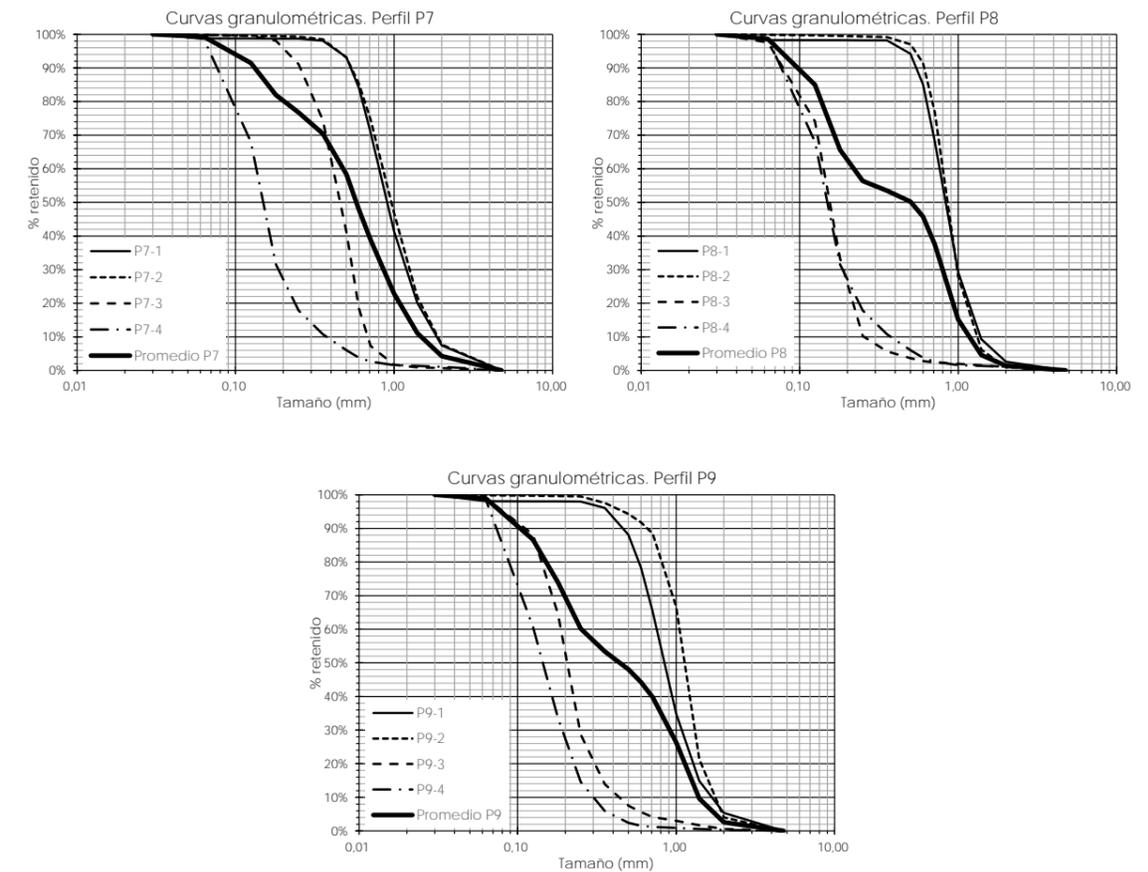
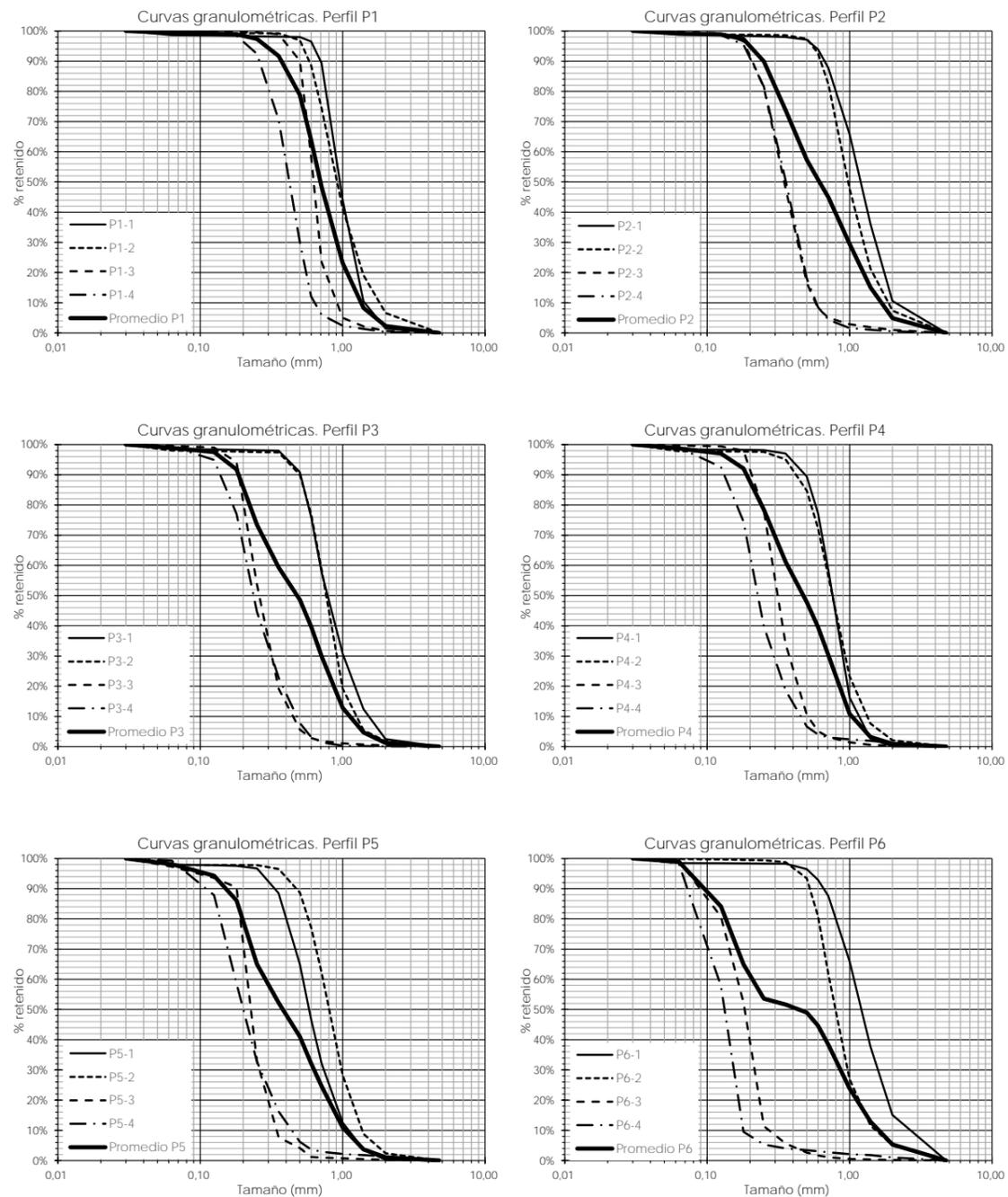


Figura 60.- Resultados granulométricos por perfiles (Fuente: elaboración propia)

Los resultados por profundidades (ver Figura 61.-) muestran gran homogeneidad en las muestras tomadas en profundidades de +1,5, +0, para las cuales en todos los perfiles las curvas granulométricas están muy próximas a la del promedio de todos los perfiles, produciéndose una mayor dispersión en las muestras tomadas a -2 m y -5 m de profundidad.

Finalmente en la Figura 62.-, se presentan los promedios de los resultados granulométricos por perfiles (izquierda) y por profundidades (derecha), así como el promedio de todas las muestras (en línea más gruesa), donde puede comprobarse la gran semejanza de resultados en los nueve perfiles (especialmente en la fracción por debajo del 50%) y la gran diferencia transversal entre las muestras de playa seca/orilla y de playa sumergida.

La Tabla 16.- presenta el resumen de resultados de dichos análisis, que incluye el diámetro medio o D₅₀ (el tamaño que es superado por un 50% de la muestra) y los diámetros D₈₄ y D₁₆ (los tamaños que son superados respectivamente por un 84% y un 16% de la muestra), así como su caracterización (arena media –AM– o arena gruesa –AG–). Puede comprobarse que la variabilidad longitudinal del tamaño de sedimento, con variaciones del D₅₀ entre los 0,384 mm y los 0,698 mm.

(Continúa)

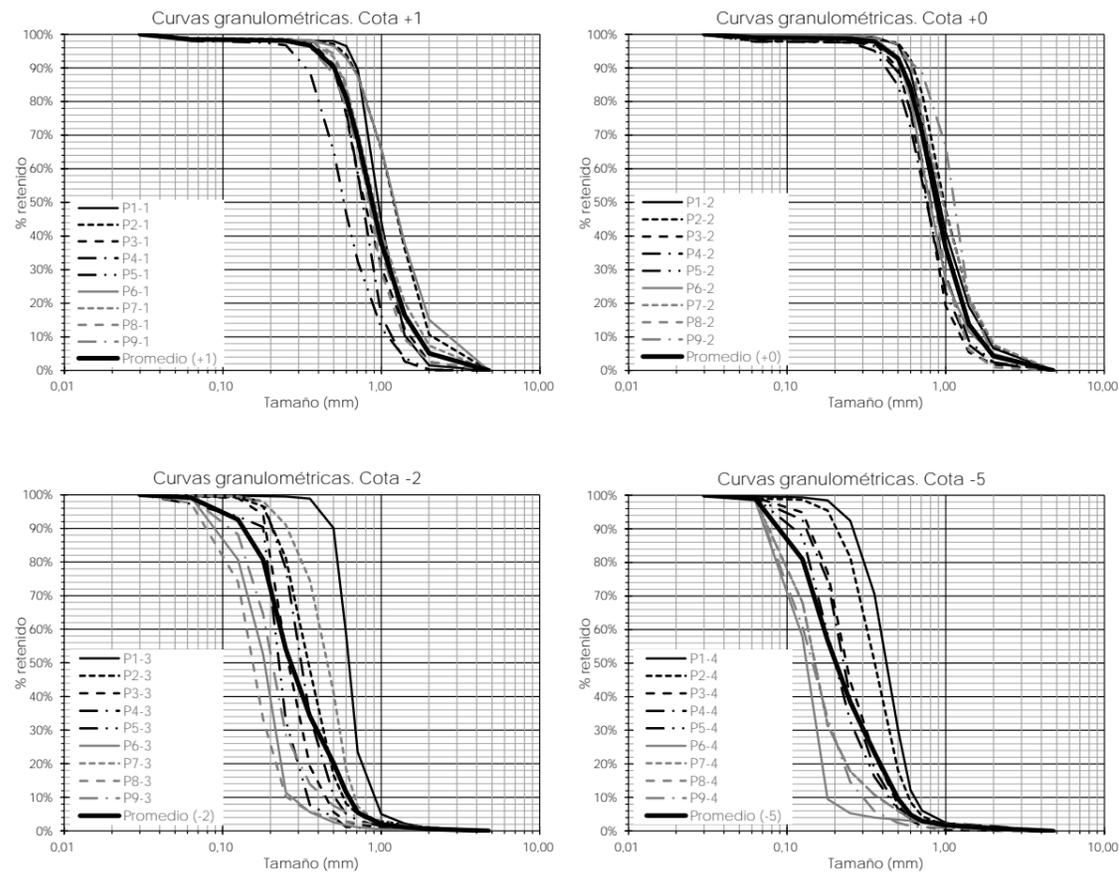


Figura 61.- Resultados granulométricos por profundidades (Fuente: elaboración propia)

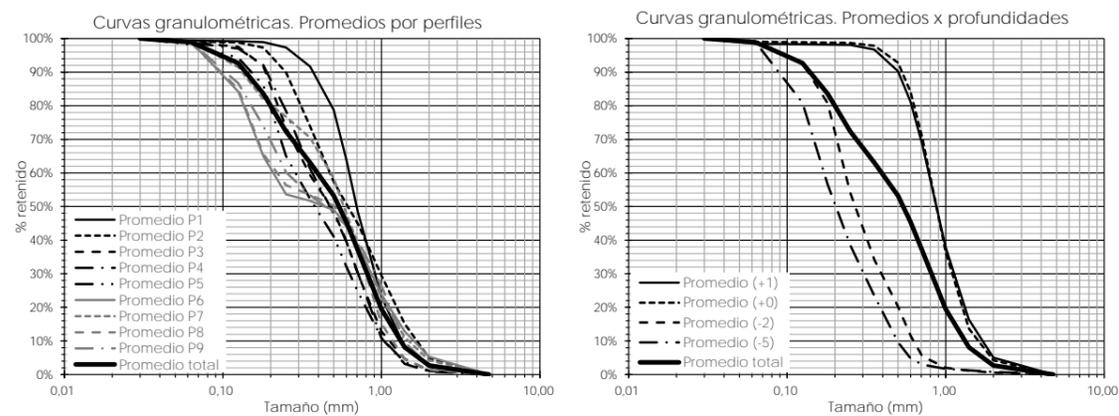
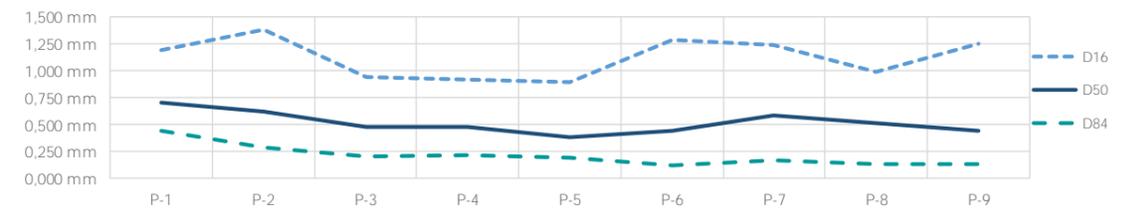


Figura 62.- Resumen de los resultados granulométricos por perfiles y profundidades (Fuente: elaboración propia)

Tabla 16.- Resumen de los resultados de los análisis granulométricos (Fuente: elaboración propia)

	Promedio del Perfil P1	Promedio del Perfil P2	Promedio del Perfil P3	Promedio del Perfil P4	Promedio del Perfil P5	Promedio del Perfil P6	Promedio del Perfil P7	Promedio del Perfil P8	Promedio del Perfil P9	Promedio todas las muestras
D ₁₆	1,192 mm	1,375 mm	0,946 mm	0,922 mm	0,892 mm	1,286 mm	1,233 mm	0,989 mm	1,248 mm	1,123 mm
D ₅₀	0,698 mm	0,615 mm	0,481 mm	0,476 mm	0,384 mm	0,445 mm	0,580 mm	0,509 mm	0,447 mm	0,541 mm
D ₈₄	0,441 mm	0,289 mm	0,210 mm	0,221 mm	0,187 mm	0,125 mm	0,168 mm	0,128 mm	0,137 mm	0,178 mm
	AG	AG	AM	AM	AM	AM	AG	AG	AM	AG

Variación longitudinal del tamaño de sedimento



	Promedio profund. +1	Promedio profund. +0	Promedio profund. -1	Promedio profund. -5	Promedio todas las muestras
D ₁₆	1,422 mm	1,359 mm	0,549 mm	0,433 mm	1,123 mm
D ₅₀	0,885 mm	0,885 mm	0,272 mm	0,206 mm	0,541 mm
D ₈₄	0,569 mm	0,601 mm	0,165 mm	0,114 mm	0,178 mm
	AG	AG	AM	AM	AG

Se concluye por tanto la uniformidad de las muestras tomadas longitudinalmente, que da lugar a un tamaño medio D₅₀ = 0,541 mm, correspondiente a una arena gruesa, AG (de todos modos e recuerda que el límite entre arenas medias y gruesas está en D₅₀ = 0,5 mm).

3.7 OCEANOGRAFÍA: MAREA, OLAJE Y CORRIENTES

En los Anejos nº 2 y nº 3 de los proyectos se ha realizado un completo estudio de clima marítimo en el que se han analizado las condiciones de marea, oleaje y corrientes en la zona de estudio y cuyas principales conclusiones se recogen a continuación.

3.7.1 MAREA

A partir de los registros del mareógrafo se ha obtenido la información sobre los niveles medios y extremos del mar, que están referidos al nivel REDMAR. El Cero de Alicante (CA) o Nivel Medio del Mar en Alicante (NMMA), según el Geoide de 2013, se sitúa 0,10 m por encima del cero REDMAR de acuerdo a la información suministrada por la APB. Por consiguiente los niveles de marea astronómica más representativos en la zona próxima a Barcelona son:

- Máxima Pleamar Astronómica : PMMA = +0,50 m (r/REDMAR) = +0,40 m (r/NMMA)
- Nivel Medio del Mar : NMM = +0,29 m (r/REDMAR) = +0,19 m (r/NMMA)
- Mínima Bajamar Astronómica : BMMA = + 0,07 m (r/REDMAR) = -0,03 m (r/NMMA)

La Figura 63.- muestra las frecuencias relativas acumuladas de la marea total (nivel horario), es decir, marea astronómica + marea meteorológica, que permite determinar los niveles de mar asociados a unas determinadas probabilidades medias de no excedencia. Así, por ejemplo, el nivel del mar asociado a una probabilidad de no excedencia del 99,50 % (o lo que es lo mismo, asociado a una probabilidad de excedencia del 0,50 %) es +0,64 m (REDMAR) = +0,54 m (GEOIDE). La Figura 64.- muestra la función de distribución extremal del nivel del mar, respecto al cero REDMAR. Se presenta la Estima Central (EC), es decir, el valor más probable asociado a un determinado período de retorno y la Banda de Confianza del 90 % (BC90), es decir, el intervalo de valores dentro del cual estaría el valor asociado a un determinado período de retorno con una probabilidad del 90 %.

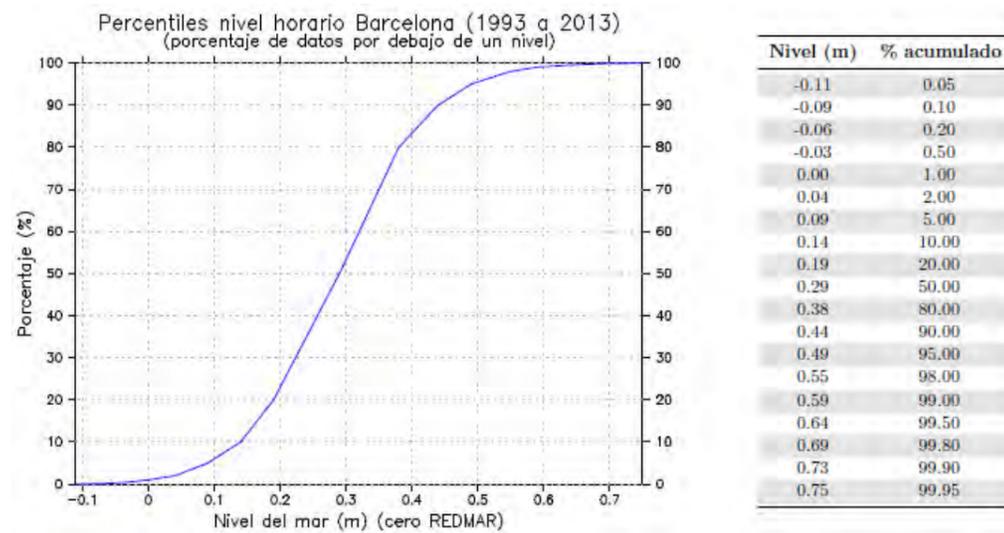


Figura 63.- Distribución de la frecuencia relativa acumulada del nivel del mar respecto el 0 REDMAR (Fuente: PPEE)

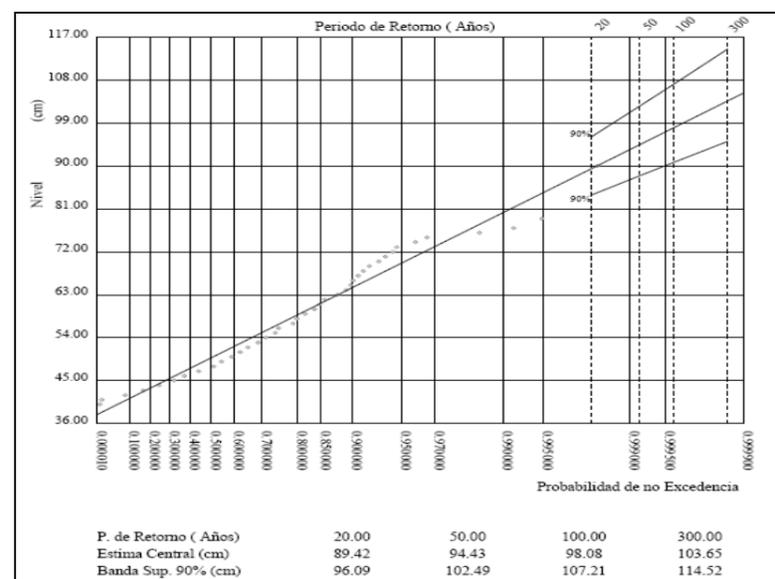


Figura 64.- Función de distribución extremal del nivel del mar -marea total- respecto el 0 REDMAR (Fuente: PPEE)

De este modo los niveles de mar asociados al período de retorno de diseño, $T_r = 67,7$ años son:

- NMAX (EC) = +0,95 m (r/REDMAR) = + 0,85 m (r/NMMA)
- NMAX (LSBC90%) = +1,04 m (r/REDMAR) = + 0,94 m (r/NMMA)

3.7.2 OLEAJE

3.7.2.1 Fuentes de datos

En las proximidades de la zona del proyecto existen dos boyas registradoras de oleaje (ver Figura 65.-).

- La boya Llobregat perteneciente a la red del XIOM (*Xarxa d'Instruments Oceanogràfics i Meteorològics*) de la Generalitat de Catalunya, que posee registros desde mayo de 1984. Esta boya se encuentra fondeada a una longitud $2^{\circ} 8,48'$ Este, latitud $41^{\circ} 16,69'$ Norte y a una profundidad de 45 m. Inicialmente era escalar, pero a partir de 2004 pasó a ser direccional.
- La boya Barcelona II perteneciente a la red costera de Puertos del Estado, que es direccional y posee registros desde mayo de 2004. Esta boya se encuentra fondeada a una longitud $2,20^{\circ}$ Este, latitud $41,32^{\circ}$ Norte, y a una profundidad de 68 m.



Figura 65.- Localización de los datos empleados (Fuente: elaboración propia)

Dado que la duración de registros direccionales de las boyas es limitado (del orden de 10 años) y que están relativamente alejadas de la zona de estudio, se ha decidido buscar una información adicional, por lo que se también se han empleado los siguientes datos procedentes de retro-análisis numérico del oleaje (es decir, datos simulados por ordenador, que no proceden de medidas directas de la

naturaleza pero que en su obtención han sido calibrados con medidas de oleaje reales: boyas, radares...).

- Base de datos SIMAR-44, generada por Puertos del Estado en el marco del Proyecto Europeo HIPOCAS, que cubre un amplio periodo temporal: 1958 - 2002 (es decir, 44 años) con un dato cada 3 horas. Para este estudio se ha utilizado información correspondiente al punto SIMAR 2068051, situado a una longitud 2,5° Este y latitud 41,375° Norte, en profundidades indefinidas.
- Base de datos WANA, generada por Puertos del Estado y que va actualizando los datos de manera continuada desde 1996. Por ello también se empleará el punto WANA 2114138, situado a una longitud 2,5° Este y latitud 41,5° Norte, muy próximo al punto SIMAR seleccionado.

La ubicación de estos puntos se presenta también en la Figura 65.- .

3.7.2.2 Oleaje en alta mar

Direcciones

La Figura 66.- muestra las frecuencias de cada sector direccional del oleaje para las diferentes fuentes de datos, así como el intervalo temporal de los registros empleados en los cálculos.

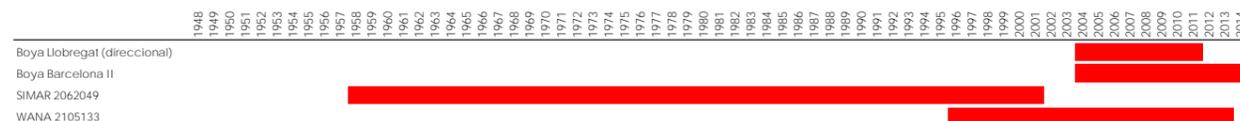
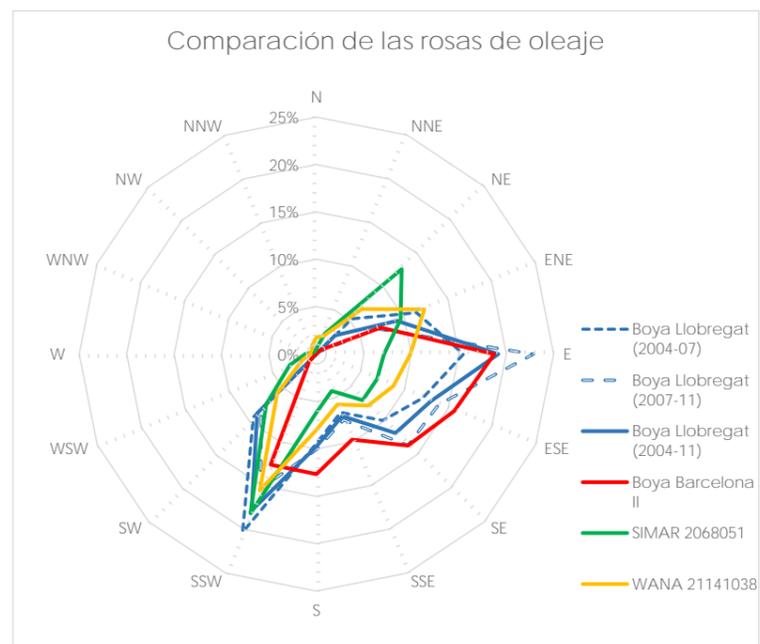


Figura 66.- Comparación de la información direccional de las diferentes fuentes de oleaje (Fuente: elaboración propia)

Puede apreciarse que

- Las rosas para ambas boyas son similares, lo cual parece lógico teniendo en cuenta su proximidad, siendo el sector E el reinante (el de mayor frecuencia), seguido del SSW.
- La rosa de los puntos SIMAR y WANA presentan gran similitud pese a que su intervalo temporal es muy diferente. La principal diferencia es que en el punto SIMAR el sector reinante (de mayor frecuencia) es el NE mientras que en el punto WANA es el ENE. Esto es debido a la posición del punto SIMAR, más al sur, que permite la incidencia de los oleajes de NE sin que el delta del Tordera los limite (ver ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia., en la que también aparecen los puntos de obtención de datos de oleaje).
- Si se comparan las rosas de las boyas con las de los puntos SIMAR y WANA se observa que la principal diferencia radica en que el sector reinante en ambas boyas pasa a ser el E. Mientras que los puntos SIMAR y WANA se han obtenido en aguas profundas, las boyas se ubican en aguas intermedias, de manera que el oleaje registrado por éstas se ha refractado en su propagación hacia la costa que en este caso consiste en un giro horario (pasando de ENE a E). Así si se calcula la frecuencia conjunta de los sectores ENE + E los valores son de 29,82% y 26,06% en las boyas y 22,18% en el punto WANA, es decir, muy similares. Algo similar sucede con la dirección SSW y S: en los puntos SIMAR y WANA y la boya Llobregat el % asociado al SSW es bastante superior al de la boya Barcelona II, ya que la refracción hace que el oleaje gire del SSW al S. La frecuencia conjunta de los sectores S+SSW es del 25,44 % en la boya Llobregat, del 25,28 % en la boya Barcelona II, 23,57 % en el punto WANA y 24,33% en el punto SIMAR, es decir, valores muy similares).

Se concluye, por tanto, que los datos SIMAR y WANA son bastante coherentes con los registros de las boyas, y al tener mayor duración de datos (especialmente los datos SIMAR) resultan aptos para su empleo.

Altura de ola

En la Figura 67.- se presenta la comparación de las funciones medias de distribución escalares de H_s obtenidas para las 4 fuentes de datos. Puede apreciarse que los datos se encuentran en una franja del entorno de 0,50 m en el intervalo $0,50 \leq F \leq 0,999$, lo que implica una gran consistencia entre ellos, siendo las alturas registradas por las boyas ligeramente superiores para $F < 0,998$.

Período de oleaje

La Figura 68.- muestra las frecuencias de diferentes intervalos del período pico T_p para la boya Barcelona II y los datos SIMAR y WANA. Estos dos últimos tienen gran similitud (con un máximo entre los 3 y 4 s) mientras que la boya presenta frecuencias mayores en el intervalo de 4 a 8 s y frecuencias menores en el resto.

Por lo que respecta a las funciones de correlación entre H_s y T_p la Figura 69.- muestra las funciones obtenidas para las diferentes fuentes de datos, pudiéndose apreciar cierta similitud en todos los casos.

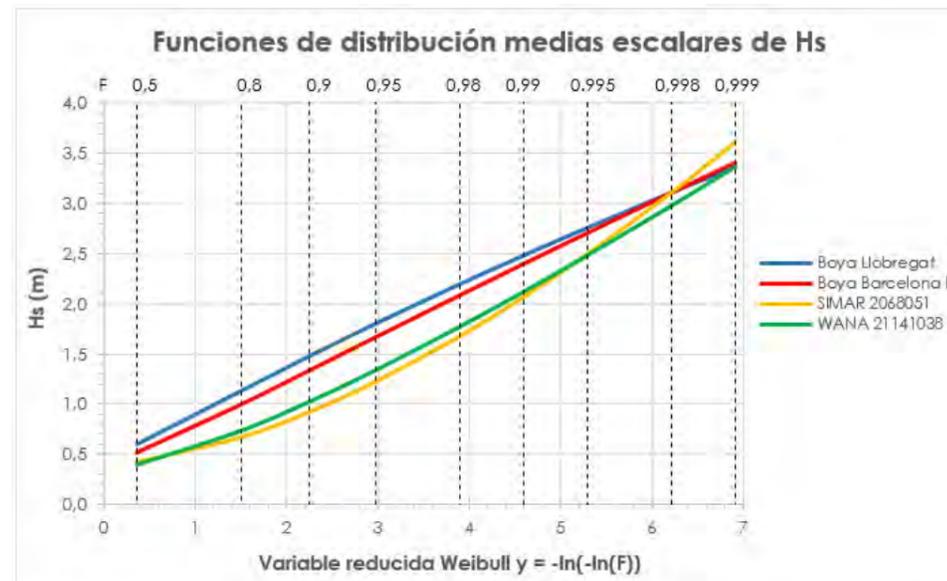


Figura 67.- Funciones de distribución medias escalares de Hs (Fuente: elaboración propia)

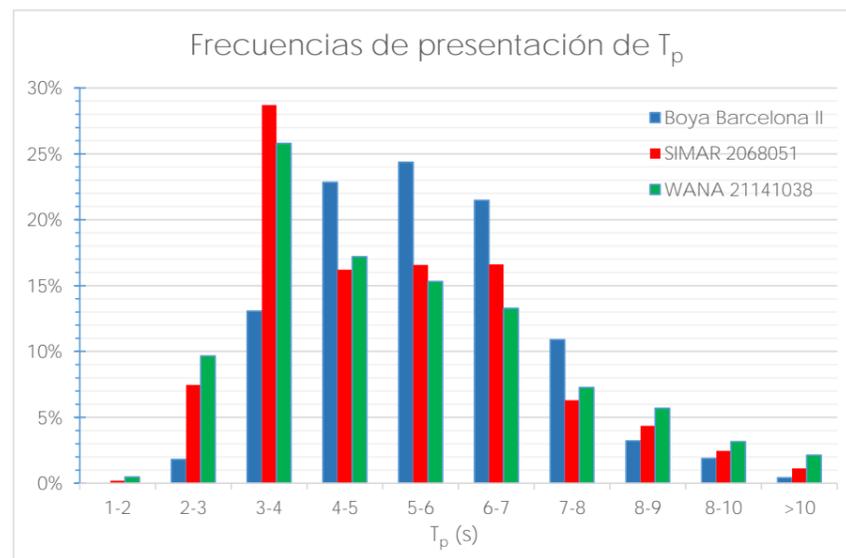


Figura 68.- Frecuencias de presentación de Tp. Izquierda: boya Barcelona II; centro: SIMAR 2062049; derecha: WANA 2105133 (Fuente: elaboración propia)

3.7.2.3 Propagación hasta la costa

Tras la definición de oleaje en aguas profundas o alta mar se ha efectuado la propagación del oleaje hasta profundidades reducidas (zona de actuación), para conocer sus características locales ya que en su proceso de acercamiento a la costa el oleaje modifica su altura de ola y dirección de incidencia. Para ello se recurre a modelos numéricos capaces de incluir los diferentes fenómenos intervinientes, tales como refracción, difracción, asomeramiento, fricción con fondo y rotura de la onda.

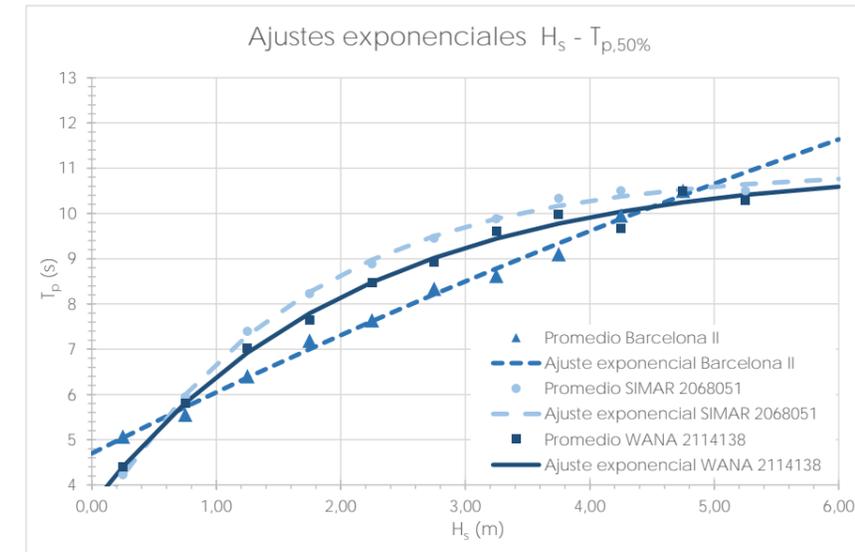


Figura 69.- Funciones de correlación lineal y exponencial Hs – Tp,50% (Fuente: elaboración propia)

Se han obtenido los coeficientes de propagación K_p (es decir relación entre la altura local y la altura en aguas profundas) y las direcciones locales del oleaje en cinco puntos a lo largo de la zona de estudio a una profundidad de -5 metros (ver Figura 70.-).



Figura 70.- Ubicación de los puntos donde se ha calculado K_p y D_{local} . (Fuente: elaboración propia)

En cuanto a los valores de K_p se aprecia que los valores mínimo se obtienen para la dirección E y los máximos para la dirección SE o S según el punto de análisis. Asimismo los valores de K_p son mínimos en las direcciones SE, S y SSW para los valores menores de T_p , mientras que para la dirección E sucede lo contrario (mínimos valores de K_p para los mayores periodos, salvo en el punto D).

Por lo que respecta a las direcciones locales, los oleajes que más cambian su dirección (es decir, que más giran) son los del E, seguidos de los de SSW y los que menos el SE y el S. Asimismo los giros máximos en cada dirección se producen para los valores mayores de T_p .

En la Figura 71.- se muestra la comparación de K_p a lo largo de la costa en los 5 puntos analizados para las diferentes direcciones de incidencia. Puede apreciarse que las diferencias son poco significativas salvo para la dirección E, en la que llega a haber diferencias superiores al 15%, siendo el punto C el que registra valores de K_p superiores.

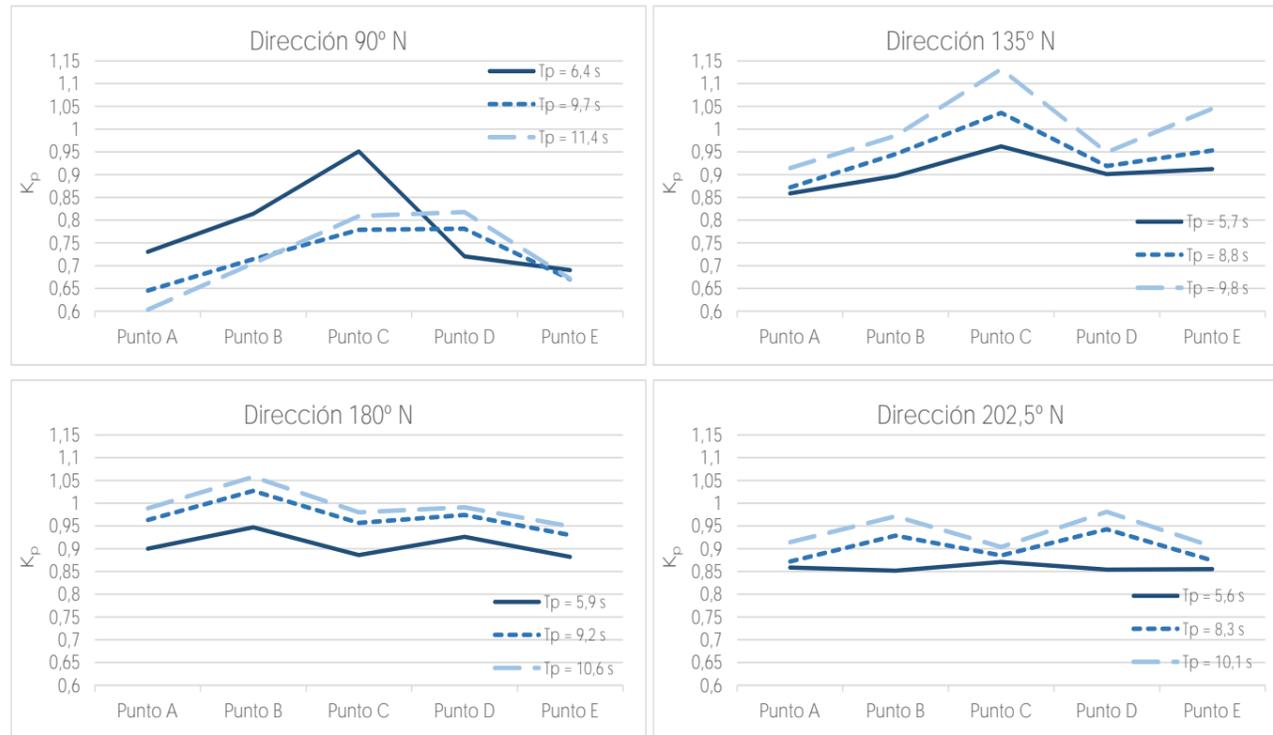


Figura 71.- Comparación de Kp a lo largo de la costa en los 5 puntos analizados. (Fuente: elaboración propia)

3.7.3 CORRIENTES

3.7.3.1 Introducción

Las corrientes son movimientos generalmente no periódicos, de masas de agua de mar. Estos movimientos pueden tener lugar en distintas capas a diferentes profundidades o bien entre ellas. Los agentes generadores de las corrientes marinas son diversos: la acción del viento sobre la superficie del agua, las diferentes densidades de masas líquidas en contacto (especialmente en estuarios y en general en salidas al mar de aguas continentales), las sobreelaciones locales del nivel medio, la influencia de la topografía costera...

Los parámetros principales que definen las características de una corriente son su dirección o rumbo, que indican el lugar hacia donde se dirigen y la deriva o velocidad diaria.

Atendiendo al proceso de generación se pueden clasificar las corrientes en cinco tipos:

- Corrientes generales.
- Corrientes locales inducidas por el viento.
- Corrientes inducidas por el oleaje.
- Corrientes de marea.

- Corrientes inducidas por la desembocadura de aguas continentales.

Desde el punto de vista de la ingeniería de costas y puertos, las corrientes más importantes son las que tienen lugar en la zona próxima a la costa, dado que son las únicas susceptibles de afectar sensiblemente a las playas, bahías, estuarios y a las obras en ellas presentes.

La zona de estudio queda englobada dentro de la circulación general del Mar Catalán. Se asume por gran número de científicos que la circulación de esta área marina junto con el Golfo de León, es de tipo ciclónico. Existe una corriente paralela a la costa continental desde el Norte de Catalunya hasta el Sur de la comunidad Valenciana y parte de Murcia, que proviene de la mar de Ligur. Así mismo existe una corriente hacia el noreste, que transcurre frente a las Baleares (ver Figura 72.-).

Estas corrientes se encuentran asociadas a dos frentes de densidad de carácter eminentemente salino, causados por la menor salinidad tanto de las aguas de la plataforma continental afectadas por las aportaciones de los rios, como de las aguas de influencia atlántica que penetran desde el sur entre las Baleares. Hacia el Golfo de León, al final del invierno, los fuertes vientos de Tramontana, secos y fríos, mueven toda la columna de agua desde la superficie hasta más de 2000 m de profundidad, ascendiendo agua nueva y bien oxigenada. Estos fenómenos oceanográficos generan una masa de agua de determinadas características.

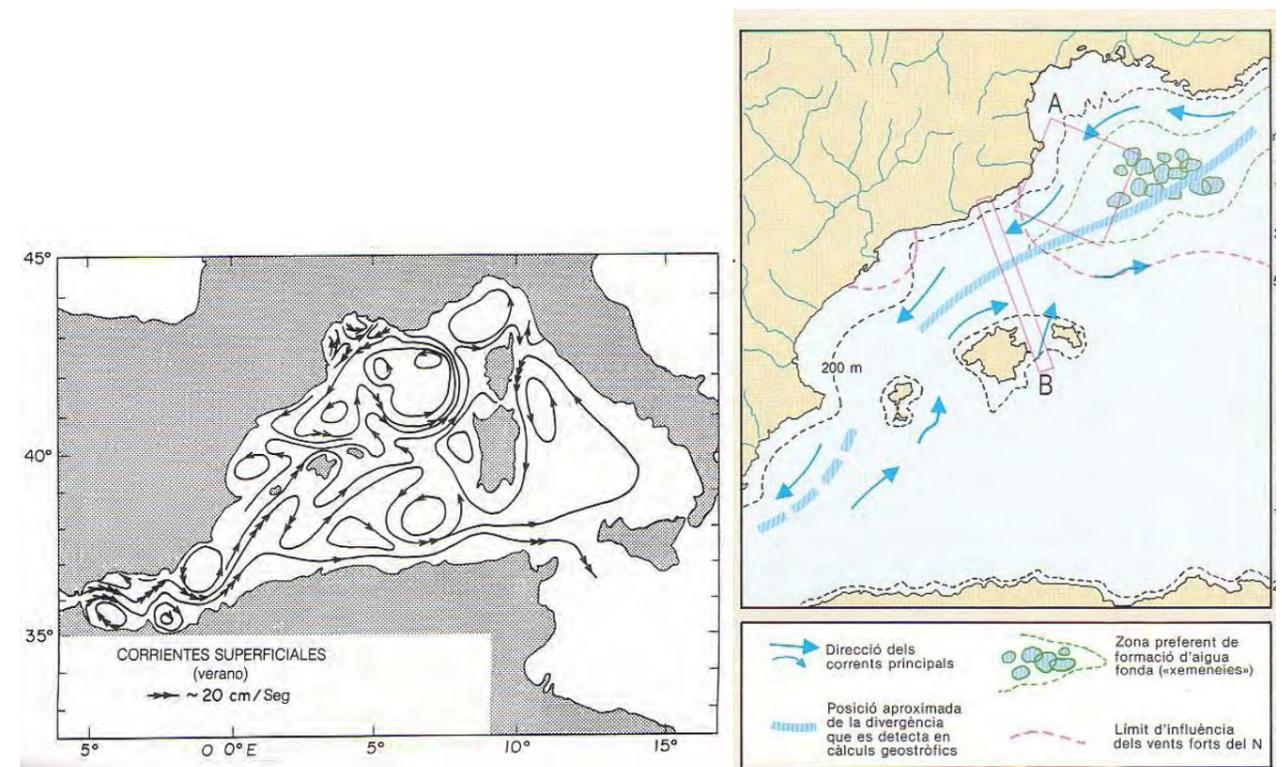


Figura 72.- Esquema de las corrientes superficiales presentes en el Mediterráneo (Fuente: Allain 1960 e Historia natural dels Països Catalans)

Las corrientes generales se producen en profundidades elevadas (superiores a los 50 ó 100 metros) por lo que carecen de importancia en este proyecto.

Por su parte las corrientes inducidas por la desembocadura de aguas continentales y por la marea son poco importantes debido a la ausencia de río en las proximidades y la escasa carrera de marea en el Mediterráneo.

Por tanto, los únicos agentes capaces de producir corrientes importantes en esta zona son las corrientes locales inducidas por el viento y las inducidas por el oleaje. Sin embargo, la intensidad de las primeras es poco notoria en lo relativo a la dinámica litoral ya que se limitan a la parte superior de la columna de agua. En cambio, las producidas por el oleaje son aquí más importantes.

Las corrientes de rotura, afectan de manera importante a la evolución y al estado actual de equilibrio de una playa, en cuanto a su forma en planta y en perfil (especialmente respecto a la primera). La rotura del oleaje genera unas corrientes, fundamentalmente paralelas a la playa aunque también transversales (corrientes de retorno o *'rip currents'*), que están condicionadas por el ángulo con que el oleaje incide en la playa y por los gradientes longitudinales de altura de ola a lo largo de la playa (ver Figura 73.-). Su importancia radica en la alta capacidad que este tipo de corrientes tiene de transportar y movilizar, en dirección paralela a costa, sedimentos que el oleaje ha puesto previamente en suspensión en la zona de rotura (por efecto de la turbulencia). De esta forma, son unos agentes de peso a la hora de modelar la forma de una playa y proporcionarle cierta estabilidad.

3.7.3.2 Sistema de corrientes litorales en la zona de estudio

Se han modelizado las corrientes asociadas al oleaje morfológico (o medio) y al oleaje asociado a 12 h/año (correspondiente a un temporal de carácter anual).

En los cuatro casos modelizados de ola morfológica, se aprecia el siguiente patrón y magnitudes (ver Figura 74.-):

- corriente en sentido E a W a lo largo de todo el frente litoral del orden de 0,04 a 0,05 m/s para oleajes del E, llegando puntualmente a valores máximos de 0,08 m/s.
- para oleajes del SE, se aprecia una corriente en sentido E a W, salvo inversión de sentido local (de W a E) por la parte exterior del primer tramo del dique de Levante del puerto de El Masnou, y de manera más regular (de W a E) a Poniente de dicho puerto. En general, las magnitudes son inferiores a 0,03 m/s, incrementándose a Poniente del puerto de El Masnou hasta 0,05 a 0,06 m/s.
- para los oleajes del S y SSW, se produce una corriente longitudinal por todo el frente litoral de W a E, salvo la existencia de una zona local de divergencia de corrientes producida por la concentración de energía entre los puntos de análisis C y D. Magnitudes inferiores a 0,03 m/s en todo el ámbito para oleajes del S y algo superiores (del orden de 0,05 m/s) para los del SSW.

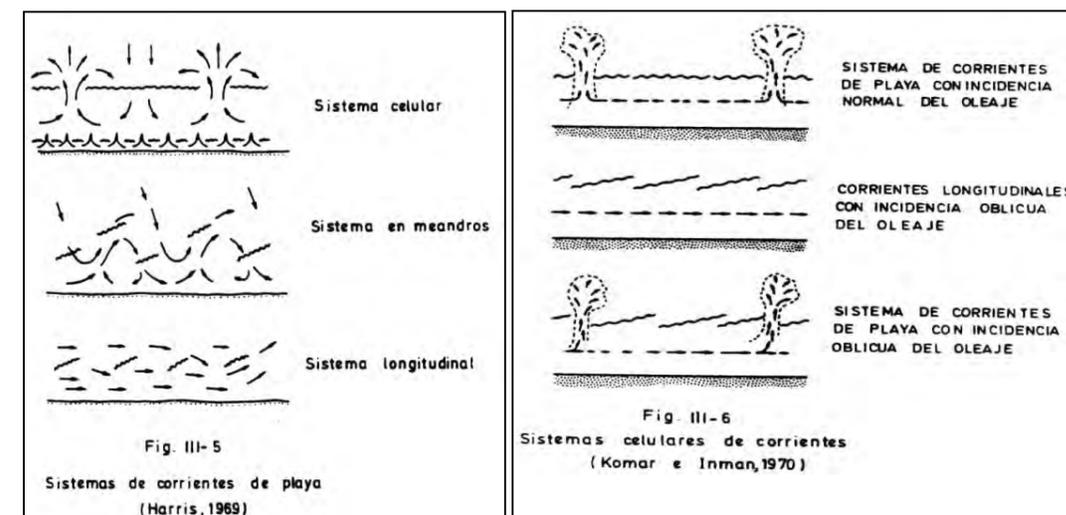
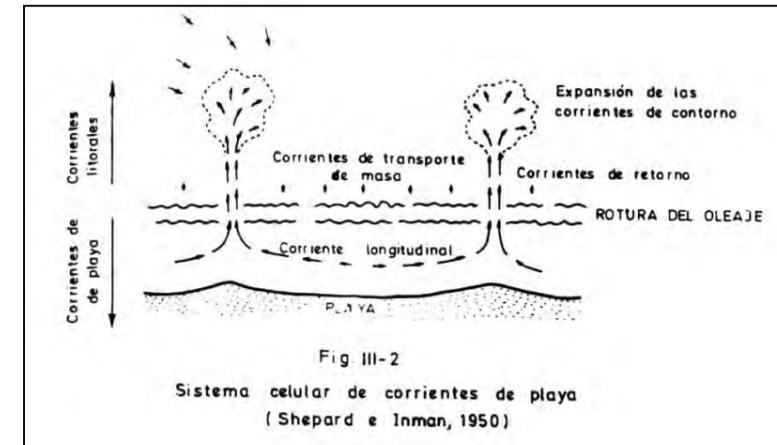


Figura 73.- Gráfica de diferentes sistemas circulatorios en playas (Fuente: Losada, M.A)

En los casos de los oleajes asociados a H_{s12} , el patrón de corrientes cambia considerablemente respecto a las condiciones simuladas de oleaje morfológico tan solo para los oleajes del SE, en los que el sentido de la corriente se invierte a Poniente del puerto de El Masnou (sentido hacia el E) y a Levante del puerto de Premià (sentido hacia el W). En el tramo comprendido entre ambos puertos se mantiene básicamente hacia el Oeste (ver Figura 75.-). Se puede observar también en las figuras como en el caso del S, el incremento en la intensidad energética de la corriente hacia el E "barre" los dos pequeños bucles que se formaban a nivel local en la zona de concentración energética situada entre los puntos de análisis C y D.

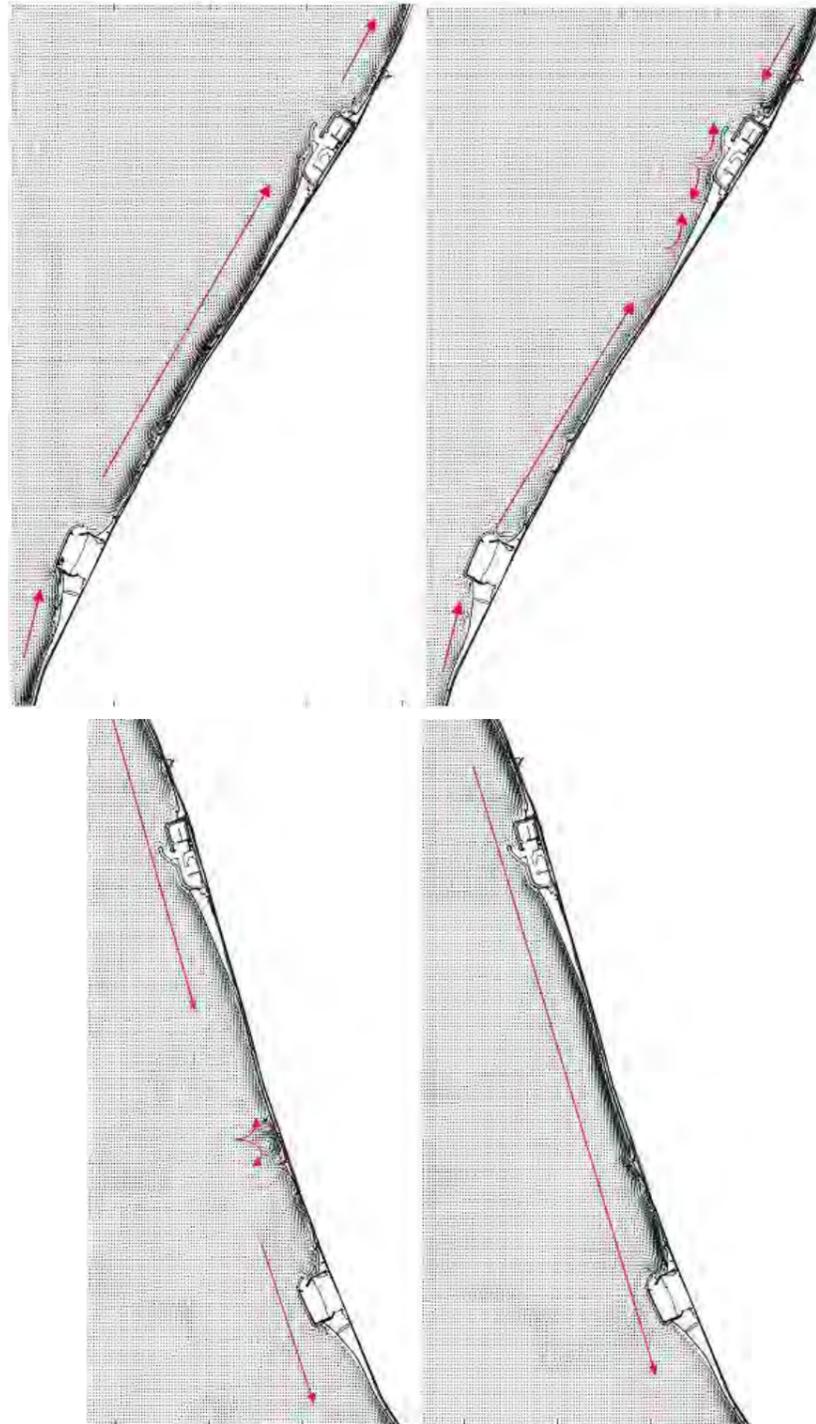


Figura 74.- Detalle gráfico de los vectores de corriente para los casos de altura de ola morfológica del E (superior izquierda), SE (superior derecha), S (inferior izquierda) y SSW (inferior derecha)(Fuente: Elaboración propia)



Figura 75.- Detalle gráfico de los vectores de corriente para los casos de $H_{s,12}$, De izquierda a derecha y de arriba abajo : E, SE, S y SSW. (Fuente: Elaboración propia)

3.8 CALIDAD DEL AGUA

La temperatura está sometida a un ciclo estacional, con una situación invernal de homotermia que afecta a toda la columna vertical de la masa de agua y una situación estival con gradientes en profundidad, además, de otras dos etapas intermedias de transición (primavera y otoño).

La presencia de una homogeneidad casi total de temperaturas en toda la masa de agua describe una situación típicamente invernal, con gradientes de temperatura entre la superficie y el fondo prácticamente iguales, que confirman la homotermia típica de épocas de frías. La presencia de una termoclina indica la existencia de estratificaciones en el seno de la columna de agua; ésta tiene una consecuencia directa sobre los flujos de materia y energía entre las aguas superficiales y las de fondo.

La propagación de la radiación lumínica en el océano se explica por las propiedades fisicoquímicas del agua de mar y por las características físicas de la luz, que a su vez tienen una gran importancia en los procesos biológicos que se suceden en el mar. Los factores fisicoquímicos que influyen sobre las propiedades de la luz son la transparencia (la cantidad de luz que se transmite en el agua del mar), la absorción (el grado de radiación retenida), y la turbidez (reducción de la claridad del agua por la presencia de materia suspendida).

La penetración de la luz se relaciona de forma directa con la transparencia del agua: a mayor transparencia, mayor es la cantidad de energía luminica que penetra y mayor es la profundidad que ésta alcanza. A modo de referencia, se calcula que en aguas claras los cinco primeros metros absorben aproximadamente el 70% de energía luminica incidente, mientras que en aguas turbias puede llegar al 90%. La intensidad límite para poder realizar la fotosíntesis es del 1% de la intensidad luminica de la que se da en superficie, este límite constituiría la profundidad que alcanza la capa fótica.

Los parámetros que determinan la transparencia del agua son las materias en suspensión (MES) y la turbidez.

MES y turbidez están relacionadas: generalmente a mayor MES, mayor turbidez. Pero también depende de la naturaleza física de las partículas en suspensión. Por ejemplo, partículas de arcilla, de forma aplanada, ocupan una mayor superficie y por tanto interceptan mayor cantidad de luz, aumentando la turbidez sin que aumente de forma significativa el peso y por tanto la MES.

El oxígeno disuelto en el agua de mar ocupa una posición central en relación a la mayoría de procesos biológicos, ya que se consume en la respiración aerobia y se produce como consecuencia de la hidrólisis de la molécula de agua durante la fotosíntesis. Los principales factores que condicionan el balance de oxígeno son los siguientes: temperatura, intercambio entre las masas de agua y la atmósfera, mezcla turbulenta de las capas de agua, procesos fotosintéticos (eutrofia), respiración y otros procesos químicos y biológicos, contaminación orgánica.

La cantidad de oxígeno disuelto y la saturación de oxígeno y su distribución en una masa de agua variará en función de la interacción entre estos factores y las alteraciones producidas por factores internos o externos al sistema que modifican el equilibrio dinámico entre dichos factores. Su concentración en una situación determinada, al margen de las variaciones de carácter estacional, **representa siempre un magnífico indicador de la 'salud ecológica del sistema' que puede medirse en términos de concentración de saturación.** Los niveles esperados en las aguas son normales, con valores de saturación de oxígeno próximos al 100%.

Por norma general, las concentraciones de los nutrientes en agua de mar suelen ser muy bajas en toda la columna de agua y ligeramente superiores en los niveles más profundos. No obstante esta situación se invierte a finales de invierno alcanzándose los valores máximos en la capa superficial, esta situación conduce a una mayor biomasa de producción primaria durante la primavera.

El rango de concentraciones habituales encontradas para los nitratos se sitúa entre 0,6-1,2 mg/l, los nitritos se encuentran por debajo de 0,1 mg/l y los fosfatos entre 0,15-0,2 mg/l. Se ha de tener en cuenta además que estos valores están sujetos a pequeñas variaciones debido a la época del año y a los ciclos de producción fitoplanctónica. Los resultados de las muestras analizadas se encuentran por debajo del rango mencionado, a excepción de los nitritos que alcanzaron valores superiores, pero no suponen en ningún caso riesgo de peligro o contaminación alguno. En cuanto al amonio los valores obtenidos entran dentro de la normalidad esperada para la zona, profundidad y época del año.

Por otro lado los ríos aportan al mar gran cantidad de silicatos derivados de la meteorización de las rocas por acción combinada del agua de mar y el CO₂ atmosférico. La concentración de silicatos en el agua de mar en su estrato superficial es generalmente baja mientras que aumenta con la profundidad llegándose a alcanzar valores en torno a 1-5 mg/l. La bibliografía indica que a partir de una concentración de 1 mg/l, la concentración de silicatos deja de ser limitante para el crecimiento de la mayoría de las diatomeas, aunque este valor puede variar en función de la especie estudiada.

Los valores de fluorescencia miden la cantidad de pigmentos fotosintéticos (clorofila) presentes en el agua y por tanto la cantidad de algas presentes en la columna de agua, directamente proporcional con la producción fotosintética. Se espera un rango de valores de 0,5-2 µg/l, propios de aguas litorales son normales para la época del año.

La presencia de metales pesados en el agua marina tiene diferentes orígenes, los principales son los aportes continentales (ríos) tras la lixiviación natural de los minerales, el transporte atmosférico, la difusión desde los sedimentos, la actividad hidrotermal y fuentes antropogénicas. De todas las fuentes enunciadas, la principal y más relevante en un ámbito costero como el estudiado es la antropogénica. La concentración de metales pesados es un indicador de contaminación industrial, puesto que son compuestos muy utilizados en gran cantidad de procesos, así como componentes mayoritarios de subproductos resultado de esos mismos procesos que tienen lugar dentro de las actividades portuarias.

Los principales problemas, en lo que a metales pesados se refiere, es la biomagnificación de estas sustancias a lo largo de la red trófica marina. Esta bioacumulación afecta sobre todo a los niveles superiores y, por lo tanto, altera de forma importante el normal funcionamiento del ecosistema.

No obstante, las condiciones oxidantes del medio marino (que hace que precipiten en forma de carbonatos y sulfatos), la capacidad complejante de los compuestos (sobre todo orgánicos) que existen en disolución y también la posibilidad que tienen estas especies por adsorberse sobre el material particulado inorgánico (principalmente arcillas) hace que su concentración en la columna de agua sea siempre muy baja. En cambio, los metales pesados se acumulan en el sedimento a consecuencia de los procesos de precipitación descritos. De forma general la concentración de metales pesados es superior en los sedimentos que en la columna de agua. Concentraciones elevadas en el medio acuático permiten inferir altas concentraciones en el sedimento.

Es evidente que cualquier obra de dragado implica una resuspensión de materiales finos que implica necesariamente la alteración de la calidad del agua, de manera transitoria y con una intensidad que depende del volumen de finos movilizados. En este caso, la valoración del impacto se realiza teniendo en cuenta los valores de referencia propuestos en otros PVA del litoral de Barcelona (Demarcación de Costas en Cataluña, 2005), como se muestra en la Tabla 17.-

Tabla 17.- Evolución de los parámetros de control en el PVA 2005. (Fuente: Tecnoambiente)

VARIABLE	COMENTARIO	VALORES DE REFERENCIA INVIERNO
Penetración de la luz	Medida a través del disco de Secchi. Está afectada por las condiciones concretas en el momento de la lectura.	> 6 m
Turbidez	Medida nefelométrica de la turbidez del agua. Las alteraciones se producen por unidades de obras que suponen movilización de finos (dragado, vertidos escollera, relleno cajones, etc).	< 5 NTU (superficie)
Materias en suspensión (MES)	Concentración total de material retenido en un filtro de fibra de vidrio y que incluye tanto fracción orgánica como inorgánica. Tiene el mismo comportamiento que la turbidez pero la concentración de MES puede verse sensiblemente afectada por causas ajenas a las obras, como episodios de lluvias intensas.	< 10 mg/l (superficie)
Oxígeno disuelto	Este gas forma parte de los principales procesos del sistema (respiración y fotosíntesis). Su concentración en un momento dado informa del "stress" del sistema debido generalmente a un exceso de materia orgánica aunque se ha demostrado que determinadas causas ajenas a las obras (como "mareas rojas") pueden alterar al balance de oxígeno disuelto.	Valor saturación en superficie: >80% Sin gradientes significativos a lo largo de la columna de agua
Metales pesados	La concentración de estos compuestos en el agua es muy baja y proceden de la liberación a partir de los sedimentos. Sólo en la fase de dragado puede producirse una resuspensión de finos acompañada de un aumento transitorio de la presencia de determinados metales en la columna de agua.	Metales más tóxicos (Cd, Hg) < 1,0 ppb Otros metales (Cu, Pb, Cr) < 10 ppb Metales mayoritarios (Zn, V) < 1,0 ppm

3.9 DINÁMICA LITORAL

3.9.1 FORMAS DE EQUILIBRIO EN PLANTA Y PERFIL

3.9.2 FORMAS DE EQUILIBRIO EN PLANTA Y PERFIL

3.9.2.1 Formas de equilibrio de una playa en planta

3.9.2.1.1 Formulaciones existentes

Las playas encajadas son muy frecuentes en las costas que presentan salientes, como cabos rocosos, diques, espigones, etc. Es comúnmente aceptado que las playas formadas bajo el ataque persistente de un oleaje de fondo tipo *swell* que se difracta en estos salientes (a partir de ahora polos), son las playas más estables generadas por la naturaleza.

En términos de estabilidad estas bahías están en equilibrio dinámico si se produce transporte litoral a lo largo de ellas y en caso contrario se habla de equilibrio estático.

Algunos autores (Silvester, Le Blond, Ho, Rea y Komar, Garau...) estudiaron este fenómeno, llegando a la conclusión que la configuración de equilibrio de este tipo de playas encajadas se reproducía de una forma fiel mediante una espiral logarítmica tangente a un tramo recto paralelo a los frentes del oleaje medio incidente, cuya ecuación es:

$$R = K \cdot e^{\theta \cot \alpha} = K \cdot e^{\theta \tan \phi}$$

siendo:

- K una constante que depende del tramo angular de la espiral
- α el ángulo constante entre la tangente y el radiovector en un punto de la espiral
- θ el ángulo variable en radianes entre el origen y el radiovector de un punto determinado
- ϕ el ángulo complementario de α ($\phi = 90^\circ - \alpha$)

La comprobación experimental (Garau) parecía indicar que para las playas de arena encajadas del Mediterráneo español el ángulo ϕ valía 30° , estando situado el polo de la espiral en el punto de difracción del oleaje.

No obstante, posteriormente se comprobó que esta curva no ajustaba con total precisión ni los puntos más alejados del polo ni los más cercanos, sirviendo exclusivamente en la zona intermedia. De hecho una configuración estable de este tipo de playas presenta en la zona más alejada del polo un tramo prácticamente rectilíneo que es tangente a una espiral logarítmica la cual enlaza a su vez con otro tramo prácticamente circular en las proximidades del polo. En condiciones de equilibrio el tramo rectilíneo es paralelo a las crestas del oleaje medio incidente. Existen formulaciones empíricas que permiten estimar cuál es la forma en planta de playas ubicadas en la zona de sombra de un cabo o elemento de protección. Hsu y Evans (1989) propusieron para la forma en planta de una playa la expresión parabólica:

$$\left(\frac{R}{R_0}\right) = C_0 + C_1\left(\frac{\beta}{\theta}\right) + C_2\left(\frac{\beta}{\theta}\right)^2$$

donde:

- R_0 es la distancia entre el polo y el punto de la línea de costa más alejado del obstáculo en el que no existe influencia del polo (punto de control),
- β es el ángulo entre el frente del oleaje incidente y la línea de control, que une el polo de difracción con el punto de control (ver Figura 76.-),
- θ es el ángulo entre el frente del oleaje y el radio R (ver Figura 76.-),
- C_0 , C_1 y C_2 son unos coeficientes con unos valores universales que dependen de β (ver Figura 77.-).

Uno de los problemas que plantea la formulación de Hsu y Evans es la ausencia de información para localizar el punto de control, es decir, el punto hasta el cual la curva resulta válida y a partir del cual comienza el tramo rectilíneo. González (1995) desarrolló una metodología para el diseño de playas encajadas a partir de la formulación de Hsu y Evans que permitía determinar el valor del ángulo β , es decir, la situación del punto de control. A partir del análisis de playas encajadas de la costa atlántica y mediterránea española obtuvo la siguiente expresión para el valor de β :

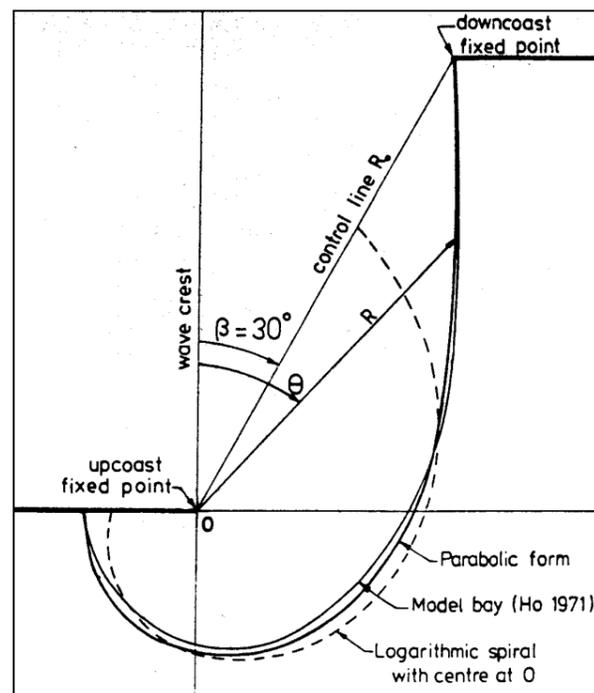


Figura 76.- Definición esquemática de la planta de una bahía en equilibrio (Fuente: Hsu y Evans)

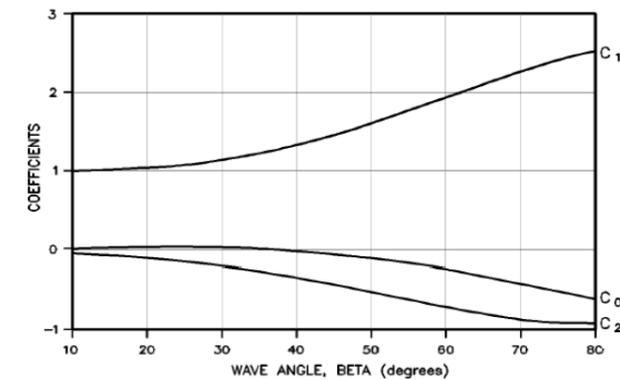


Figura 77.- Valores de los coeficientes C_0 , C_1 y C_2 de la formulación parabólica (Fuente: Hsu y Evans)

$$\beta = 90^\circ - \text{atag} \left(\frac{\sqrt{1,286 + 2,268 \frac{Y}{L}}}{\frac{Y}{L}} \right) \pm 5^\circ$$

donde Y es la distancia entre el polo de difracción y el tramo rectilíneo medido en la dirección perpendicular al oleaje dominante y L es la longitud de onda en el polo calculada con el período significativo T_{s12} , es decir el superado 12 horas al año. En la Figura 78.- se muestra de forma resumida la metodología para obtener la forma en planta de equilibrio.

Esta formulación fue obtenida para playas encajadas no afectadas por desembocaduras. En las playas adyacentes a las desembocaduras la planta de equilibrio se ve modificada por la existencia del bajo exterior, por lo que, además de la difracción que puedan generar las puntas o cabos, se debe tener el efecto que dicho bajo exterior genera en la forma en planta de la playas.

Asimismo la existencia de reflexiones del oleaje en acantilados, espigones, muelles, etc, puede provocar variaciones en la forma en planta de la línea de costa no recogidas por dicha fórmula.

3.9.2.1.2 Resultados obtenidos

La metodología anteriormente explicada va a ser la empleada para estudiar si las playas existentes en la zona de estudio están en equilibrio, para lo cual se ha utilizado el programa PLAYAS desarrollado por MARCIGLOB.

En particular se va a analizar la playa de Bellamar, situada junto entre el Puerto de Premià y un escollero que la separa de la playa de l'Ós, y por tanto con una forma en planta que, en principio, estaría controlada por la difracción del oleaje y el extremo oriental de la playa de Ponent, situado junto al espigón que la separa de la playa de La Descàrrega y con una forma en planta que, en principio, también parece indicar que esté controlada por los procesos de difracción del oleaje.

Cuadro A.II.5. Forma en planta de Equilibrio Estático. Playas encajadas

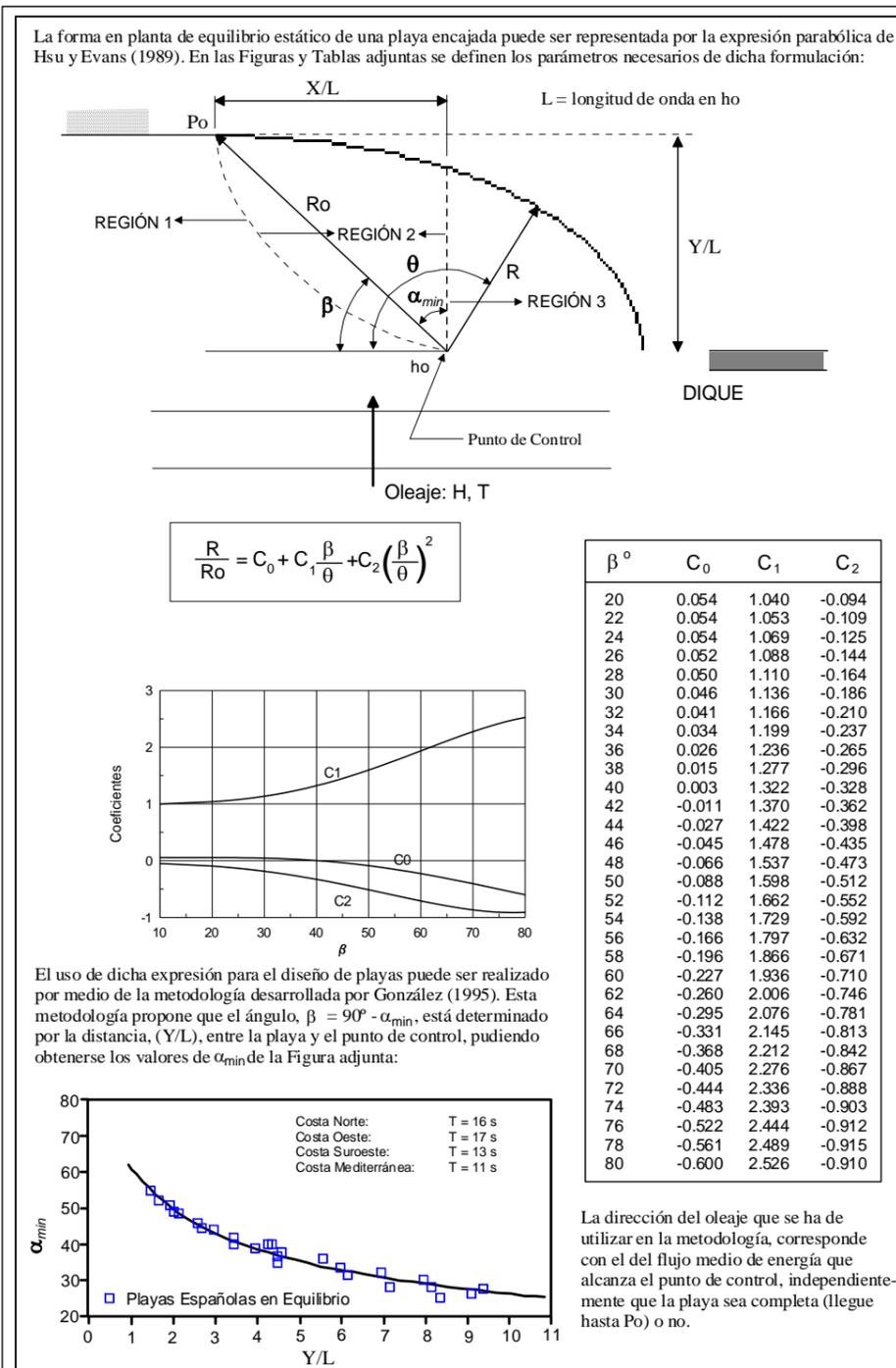


Figura 78.- Forma en planta de equilibrio estático. Playas encajadas no afectadas por desembocaduras (Fuente: GIOC (Universidad de Cantabria))

Los parámetros que se necesitan para poder aplicar dicha formulación son la dirección del oleaje, la distancia entre el polo de difracción y la línea de costa (Y) y la longitud de onda en el polo de difracción (L) para cuyo cálculo se requiere el valor de su profundidad (d) y de $T_{s,12}$.

Definición del polo de difracción

El primer paso consiste en la definición del polo de difracción. En el caso del puerto de Premià no hay duda y el polo es el extremo de su dique, mientras que en el caso del espigón que separa las playas de La Descàrrega y Ponent existen dos opciones; el extremo del tramo emergido y el extremo del tramo sumergido.

Dirección del flujo medio de energía

El siguiente paso es la obtención de la dirección del oleaje representativo. Dado que la forma en planta de una playa no es capaz de responder instantáneamente a los cambios de dirección del oleaje y tiende a ubicarse en una posición en equilibrio con las condiciones medias energéticas del oleaje, la dirección de los frentes que ha de utilizarse en el estudio de la forma en planta es la definida por el flujo medio anual de energía, \vec{F}_p .

$$\vec{F}_p = \frac{\sum_{ij} (\vec{F}_{ij} \times p_{ij})}{\sum_{ij} p_{ij}}$$

donde $\vec{F}_{i,j}$ es el flujo de energía del oleaje asociado al intervalo de altura 'i' del sector direccional 'j' y $p_{i,j}$ es el peso asociado, en este caso su probabilidad o frecuencia de presentación (ver Tablas 3, 5 y 7 del Anejo nº 2).

En el caso que se disponga de la base de datos de oleaje en alta mar, el cálculo se resuelve transformando cada registro de oleaje en alta mar en un registro a pie de playa y calculando el flujo de energía de cada registro, de manera que el flujo medio anual de energía será el promedio de los flujos de energía de todos los registros.

En el caso que no se disponga de la base de datos de oleaje en alta mar el cálculo puede realizarse de manera aproximada a partir de las tablas de encuentro H_{s0} - Dirección local y H_{s0} - T_p de acuerdo a la siguiente metodología

- La tabla de encuentros H_{s0} - T_p es subdividida en tres tablas para tener en cuenta el efecto del período de oleaje: una asociada a $T_{p,10\%}$, otra asociada a $T_{p,50\%}$ y la tercera asociada a $T_{p,90\%}$. La frecuencia de cada caso $H_{s0,ij}$ será $f_{ij} = p_{ij} * p(T_p)$, donde p_{ij} es la probabilidad que aparece en la tabla de encuentros H_{s0} - T_p y $p(T_{p,i})$ la probabilidad asociada al período pico considerado: en el caso de $T_{p,10\%}$ es 30%, en el caso de $T_{p,50\%}$ es 40% y en el caso de $T_{p,90\%}$ es 30%.

- Los valores $H_{s0,ij}$ de cada tabla son propagados hasta la playa. Para ello en primer se obtiene el coeficiente de propagación K_p , que de acuerdo al Anejo nº 2 es función del período de oleaje y la dirección en aguas profundas $K_p = f(T_p, D_0)$, de manera que $H_{slocal,ij} = H_{s0,ij} * K_p(T_{p,i}, D_{0,j})$. En segundo lugar se obtiene la dirección local del oleaje, que de acuerdo al Anejo nº 2 es función del período de oleaje y la dirección en aguas profundas $D_{local} = f(T_p, D_0)$, de manera que $D_{local,ij} = D_{local}(T_{p,i}, D_{0,j})$.
- Posteriormente se calcula el flujo de energía del oleaje local, que es función de $H_{slocal,ij}$ y $D_{local,ij}$.
- Finalmente se efectúa la suma vectorial de los flujos de energía de cada caso ij , de manera que $F_x = \sum F_{x,ij} * p_{ij} * p(T_p)$ y $F_y = \sum F_{y,ij} * p_{ij} * p(T_p)$.
- La dirección del flujo medio de energía del oleaje vendrá dada por $\text{atan}(F_x/F_y)$.

Siguiendo esta metodología se ha calculado la dirección del flujo medio en 5 puntos a lo largo de la costa (ver Figura 79.-), cuyos resultados se muestran en la Figura 80.-.



Fuente de datos	Punto A	Punto B	Punto C	Punto D	Punto E
SIMAR	153,0° N	149,7° N	150,1° N	151,4° N	161,1° N
WANA	150,4° N	146,9° N	148,2° N	150,1° N	157,8° N
Boya Barcelona II	142,1° N	139,3° N	140,1° N	140,8° N	145,0° N

Figura 79.- Puntos en los que se ha calculado la dirección del flujo medio de energía (Fuente: elab. propia)

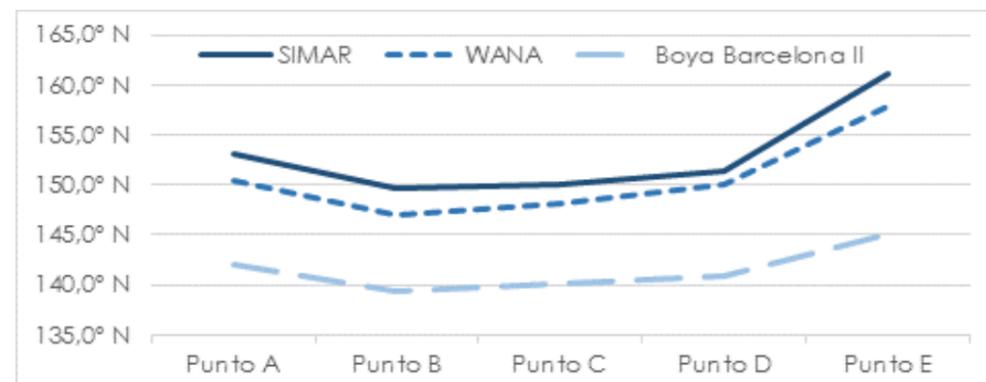


Figura 80.- Resultados de la dirección del flujo medio de energía (Fuente: elaboración propia)

Puede apreciarse que en todos los puntos los resultados obtenidos con los datos SIMAR y WANA son bastante parecidos (con diferencias entre 1° y 5°) y que en el caso de la boya Barcelona II el flujo medio tiene un ángulo menor (más orientado hacia el SE) ya que por su posición la boya infravalora los oleajes de componente SW. Se considera el promedio de los valores obtenidos con los datos SIMAR y

WANA. Por otro lado, independientemente de la base de datos, los puntos centrales (B, C y D) presentan valores muy similares, mientras que en el punto A el ángulo del flujo es mayor, como consecuencia del cambio de alineación de la costa y batimetría causado por la acumulación de área en el dique del puerto de El Masnou y en el punto C el ángulo del flujo es también mayor, pero en este caso como consecuencia de la mayor refracción causada por la presencia del dique del puerto de Premià.

No obstante debe tenerse en cuenta que estos valores han sido obtenidos tras un proceso numérico, por lo que los valores reales pueden diferir en algunos grados, de modo que es recomendable probar varios valores de la dirección media de oleaje alrededor de este valor para conseguir el ajuste óptimo.

Ajustes realizados

La longitud de onda en los polos de difracción resulta ser 76,4 m (en el morro del dique, situado a -6,5 m de profundidad) y 48,7 m (en el extremo del tramo sumergido del espigón, a una profundidad de -2,5 m). Por lo que respecta a los valores de γ y de β , se obtienen gráficamente a partir del mejor ajuste obtenido y de la expresión anterior.

Los mejores ajustes se consiguieron para la dirección del flujo medio obtenido con los datos SIMAR: en el caso de la playa de Bellamar se empleó el calculado en el punto E y en el caso de la playa de La Descàrrega el promedio de los obtenidos en los puntos D y C.

En la Figura 81.- se aprecia el análisis considerando como polo de difracción el extremo del dique del puerto de Premià y un punto próximo al extremo del tramo sumergido del espigón que separa las playas de La Descàrrega y Ponent. Puede apreciarse que en ambos casos el ajuste es muy bueno.

Cabe comentar que cuando el polo se hizo coincidir con el extremo del tramo sumergido el ajuste fue peor, ya que al tratarse de un polo situado en un tramo sumergido la teoría anteriormente explicada no es totalmente válida y la energía que incide por encima del tramo sumergido tiende a poner la playa paralela al flujo medio y por tanto a bascularla en sentido anti-horario.

Se concluye, por tanto, la validez de la formulación de Hsu y Evans para este tramo de costa.

3.9.2.2 Análisis del perfil transversal

3.9.2.2.1 Zonificación del perfil de playa. Profundidades activa y de cierre

Para poder analizar el comportamiento transversal de las playas se determina en primer lugar la zonificación de su perfil (es decir, en dirección transversal o perpendicular a la línea de costa). Hallermeier (1978) propuso una zonificación del perfil de la playa en función de la variabilidad del perfil y del tipo del transporte dominante, distinguiéndose:

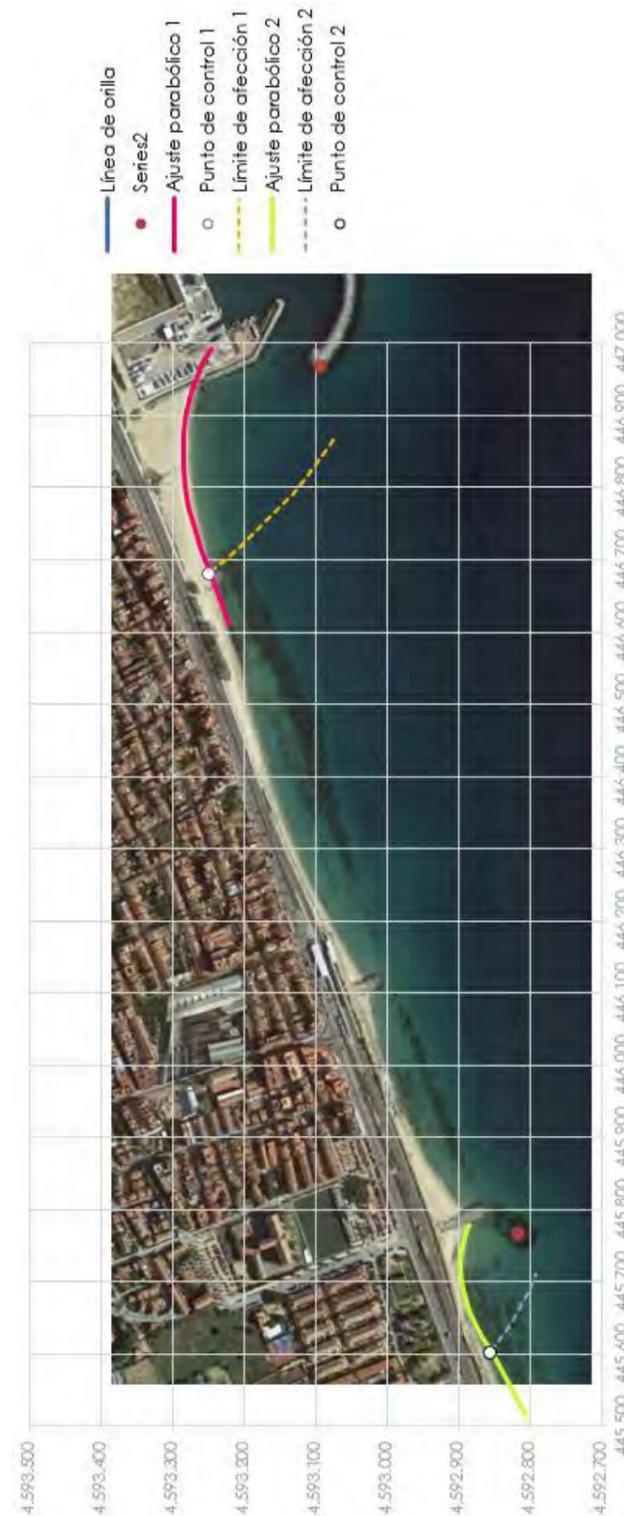


Figura 81.- Ajustes considerando los polos en el extremo del dique del puerto de Premià y en el extremo del tramo sumergido del espigón a poniente de la Playa de la Descàrrega (Fuente: elab. propia)

- Zona litoral: en la que se producen grandes cambios del perfil debido tanto al transporte longitudinal como al transversal.
- Zona de asomeramiento o shoal: en la que existen pequeños cambios no despreciables en el perfil a lo largo del año fundamentalmente debido al transporte transversal.
- Zona exterior u offshore: en la que los cambios del perfil son despreciables.

El límite entre la zona litoral y la de asomeramiento viene dado por la profundidad activa d_i , y el límite entre ésta y la zona exterior por la profundidad de cierre d_c .

En 1978 Hallermeier propuso a partir de los resultados de unos ensayos en laboratorio una expresión para el cálculo de la profundidad activa y en 1980 presentó otra fórmula para la obtención de la profundidad de cierre.

$$d_i = 2,28H_{s12} - 68,5 \frac{H_{s12}^2}{gT_{s12}^2}$$

$$d_c = H_{sm} T_{sm} \sqrt{\frac{g}{5000D}}$$

siendo:

- H_{s12} la altura de ola significativa local superada 12 horas al año,
- T_{s12} el período significativo asociado a H_{s12} ,
- H_{sm} la altura de ola significativa local media anual,
- T_{sm} el período significativo medio anual,
- D el diámetro medio del material situado a una cota $1,50 d_i$.

Birkemeier (1985) utilizando numerosos datos medidos en perfiles de playas obtuvo una expresión modificada para d_i :

$$d_i = 1,75H_{s12} - 57,9 \frac{H_{s12}^2}{gT_{s12}^2}$$

La fórmula que permite la obtención de la profundidad de cierre suele simplificarse por otra más sencilla para la cual no resulta necesario conocer las características del sedimento:

$$d_c = 3,5 \cdot H_{s12}$$

Del estudio de clima marítimo (ver Anejo nº 2) se pueden obtener la altura de ola significativa con probabilidad de ocurrencia de 12 horas/año en aguas profundas así como su período asociado teniendo en cuenta la correlación $H_s - T_p$ correspondiente y suponiendo que $T_s = T_p$. Finalmente a partir de los coeficientes de propagación obtenidos en el Anejo nº 3 pueden calcularse los valores de $H_{s,12}$ locales para cada dirección. En la Tabla 18.- se recogen todos los datos anteriores asociados a las direcciones incidentes sobre la playa, así como las profundidades activa y de cierre obtenidas para cada fuente de datos de oleaje disponible.

Tabla 18.- Profundidades activa y de cierre para diferentes direcciones de oleaje incidentes (Fuente: elab. propia)

Boya Barcelona II

Dirección	H _{s12,0}	T _{p12}	K _r x K _s	H _{s12,local}	d _i = h* (Hallermeier)	d _i = h* (Birkemeier)	d _i
E	4,00 m	9,6 s	0,7801	3,12 m	6,38 m	4,84 m	10,93 m
ESE	2,91 m	8,4 s	0,8422	2,45 m	5,00 m	3,79 m	8,58 m
SE	2,01 m	7,3 s	0,8618	1,73 m	3,56 m	2,71 m	6,07 m
SSE	2,02 m	7,3 s	0,8604	1,74 m	3,57 m	2,71 m	6,08 m
S	1,88 m	7,2 s	0,8113	1,53 m	3,17 m	2,41 m	5,35 m
SSW	2,53 m	8,0 s	0,7548	1,91 m	3,96 m	3,01 m	6,69 m
SW	2,17 m	7,5 s	0,6892	1,50 m	3,14 m	2,39 m	5,24 m
WSW							

SIMAR 2062049

Dirección	H _{s12,0}	T _{p12}	K _r x K _s	H _{s12,local}	d _i = h* (Hallermeier)	d _i = h* (Birkemeier)	d _i (m)
E	3,92 m	10,2 s	0,797	3,12 m	6,46 m	4,91 m	10,94 m
ESE	2,83 m	9,4 s	0,8762	2,48 m	5,16 m	3,92 m	8,67 m
SE	1,83 m	8,1 s	0,8865	1,62 m	3,42 m	2,60 m	5,69 m
SSE	1,87 m	8,1 s	0,8804	1,64 m	3,46 m	2,64 m	5,75 m
S	2,44 m	8,9 s	0,856	2,09 m	4,37 m	3,33 m	7,30 m
SSW	2,67 m	9,2 s	0,7802	2,09 m	4,40 m	3,35 m	7,30 m
SW	2,20 m	8,6 s	0,6691	1,47 m	3,16 m	2,41 m	5,16 m
WSW	2,07 m	8,4 s	0,5881	1,22 m	2,63 m	2,00 m	4,25 m

WANA 2105133

Dirección	H _{s12,0}	T _{p12}	K _r x K _s	H _{s12,local}	d _i = h* (Hallermeier)	d _i = h* (Birkemeier)	d _i (m)
E	3,88 m	9,4 s	0,772	3,00 m	6,13 m	4,65 m	10,49 m
ESE	2,61 m	8,4 s	0,8422	2,20 m	4,53 m	3,44 m	7,69 m
SE	2,00 m	7,6 s	0,8712	1,74 m	3,61 m	2,74 m	6,10 m
SSE	2,03 m	7,7 s	0,8697	1,77 m	3,66 m	2,78 m	6,19 m
S	2,81 m	8,6 s	0,8455	2,38 m	4,89 m	3,71 m	8,33 m
SSW	3,52 m	9,2 s	0,7802	2,75 m	5,64 m	4,28 m	9,63 m
SW	2,88 m	8,6 s	0,6691	1,93 m	4,05 m	3,08 m	6,75 m
WSW	3,06 m	8,8 s	0,5524	1,69 m	3,59 m	2,74 m	5,91 m

A efectos de estabilidad del perfil de playa, conviene quedarse con el mayor de estos valores, que corresponde al oleaje del ESE de los datos SIMAR. Por lo tanto:

$$H_{s12,local} = 2,70 \text{ m}$$

Profundidad activa, d_i¹ = 5,62 m

Profundidad de cierre d_i = 9,45 m

En la aplicación del perfil de equilibrio, es usual adoptar como valor de profundidad de cierre el límite de la zona litoral d_i, denominándola h*, que en este caso se sitúa en los 4,91 metros.

De la información batimétrica (ver Figura 82.-) se deduce que el Puerto de Premià supera la profundidad activa, lo que supone una barrera total capaz de interrumpir todo el transporte longitudinal. En el caso del Puerto de El Masnou, si bien, el levantamiento no ha llegado hasta el extremo de su dique, el levantamiento parece indicar que no alcanza dicha profundidad activa y por tanto no es capaz de interrumpir todo el transporte longitudinal.

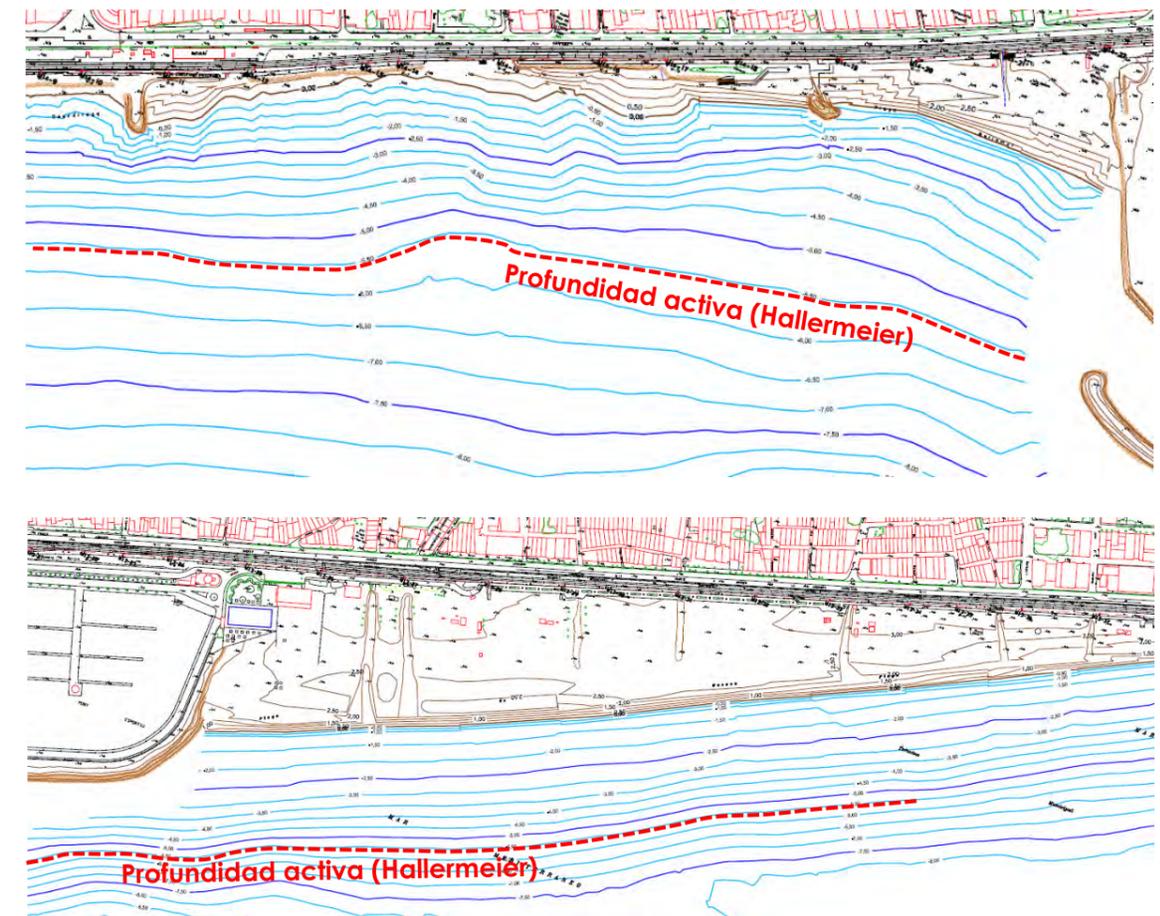


Figura 82.- . Localización de la profundidad activa en la zona de estudio (Fuente: elaboración propia)

¹ Se ha tomado el valor obtenido con la formulación de Hallermeier, ya que, tal como se ve más adelante, en este caso es la que mejor ajusta a la realidad.

3.9.2.2.2 Perfil de equilibrio

Formulaciones existentes

Se define perfil de playa como la variación de la profundidad del agua, d , con la distancia desde la línea de costa, x , en dirección perpendicular a la misma:

$$d = f(x)$$

El concepto de "perfil de equilibrio" ha sido definido por diversos autores. Así la Enciclopedia de Playas y Costas (Schwartz, 1982) lo define como "un perfil batimétrico que se produce por un clima marítimo y con un tipo de sedimento particular". Dean (1991) lo define como "el balance entre fuerzas constructivas y destructivas que ocurre en condiciones de oleaje estacionario para un sedimento particular".

Larson (1991) describe el perfil de equilibrio afirmando que "una playa con un tamaño de grano concreto expuesta a unas condiciones de oleaje constantes desarrollará un perfil que no evoluciona en el tiempo".

Evidentemente un perfil tal como está descrito en el párrafo anterior sólo puede ser obtenido en laboratorio, donde se puede fijar el oleaje incidente. En la naturaleza la variación del nivel del mar y del oleaje es constante y por lo tanto un perfil de equilibrio en sentido estricto no existe nunca. No obstante, dado que las variaciones de los diferentes agentes (oleaje, corrientes y mareas) están en principio acotadas, también lo estará la variabilidad del perfil, pudiéndose admitir en la naturaleza la existencia de una situación modal o perfil de equilibrio que sufre variaciones en función del clima marítimo existente. Más aún, es posible reconocer periodos en los que las condiciones de oleaje pueden considerarse constantes y bajo estas condiciones la playa puede desarrollar un perfil de equilibrio.

Perfil de Dean

Se han realizado numerosos trabajos tanto en laboratorio como en el campo con objeto de analizar y cuantificar el concepto de perfil de equilibrio. Bruun (1954) analizó perfiles de playa de la costa danesa del mar del Norte y de Mission Nay (California) y encontró que la media de los perfiles podía ser ajustada mediante la relación:

$$h = A x^{2/3}$$

Dean (1977) analizó 504 perfiles a lo largo de la costa atlántica de los Estados Unidos desde Long Island hasta Méjico y los ajustó por medio de mínimos cuadrados a la expresión

$$h = A x^n$$

obteniéndose valores $0,1 < n < 1,4$ y $0,025 < A < 6,31$. El error cuadrático fue del 16 % y el valor medio del exponente $n = 0,67$, análogo al de Bruun. Dean rehizo el análisis del ajuste fijando $n = 2/3$ y encontró que la dispersión de los valores de A se reducía considerablemente, estando el 99 % de los

valores en el rango $0,0 < A < 0,3$. Otros autores han obtenido valores diferentes del parámetro n . Así por ejemplo, Wright et al. (1982) propusieron $n = 2/5$, Boon y Green (1989) $n = 1/2$, Vellinga (1984) $n = 0,78$, etc. Existen al menos tres posibles vías de investigación para el desarrollo de una teoría para la determinación del perfil de equilibrio:

- Aproximación cinemática: en la que se intenta determinar el movimiento de las partículas de sedimento (en suspensión o por fondo) mediante la descripción de las fuerzas que actúan sobre ellas.
- Aproximación dinámica: en la que se plantea un balance macroscópico de fuerzas constructivas y destructivas.
- Aproximación empírica: que es puramente descriptiva y representa el intento de ajustar el perfil de playas a las formas más comunes encontradas en la naturaleza, utilizando parámetros determinados mediante ajustes o técnicas de análisis dimensional.

Es posible obtener el perfil potencial $h = A \cdot x^{2/3}$ a través de cualquiera de estos tres tipos de aproximaciones. Moore (1982) revisó los 504 perfiles analizados por Dean incorporando la información sobre el tamaño de sedimento, además de un gran número de ensayos de laboratorio, obteniendo una gráfica en la que el parámetro A era función del tamaño medio de grano, D_{50} .

Dean (1987) transformó los datos de Moore expresando A en función de la velocidad de caída del grano 'w' (expresada en m/s) y encontró la relación:

$$A = 0,51 \cdot w_r^{0,44}$$

Posteriormente Hanson y Kraus (1989) aproximaron dicha curva a las siguientes expresiones en las que D_{50} está expresado en mm:

$A = 0,41 \cdot D_{50}^{0,94}$	si	$D_{50} < 0,4$
$A = 0,23 \cdot D_{50}^{0,32}$	si	$0,4 < D_{50} < 10$
$A = 0,23 \cdot D_{50}^{0,28}$	si	$10 < D_{50} < 40$
$A = 0,46 \cdot D_{50}^{0,11}$	si	$D_{50} > 40$

Kriebel et al. (1991) por medio de argumentos energéticos propuso una relación

$$A = 1,05 \cdot w_r^{2/3}$$

Según el *Shore Protection Manual*, la velocidad de caída del grano "w_r" se puede calcular, de modo aproximado y para arenas con densidad $\rho = 2,65 \text{ t/m}^3$, adoptando las siguientes expresiones:

$w_r \text{ (m/s)} = 1,1 \cdot 10^6 \cdot D \text{ (m)}^2$	$D < 0,1 \text{ mm}$
$w_r \text{ (m/s)} = 273 \cdot D \text{ (m)}^{1,1}$	$0,1 \text{ mm} < D < 1 \text{ mm}$
$w_r \text{ (m/s)} = 4,36 \cdot D \text{ (m)}^{0,5}$	$D > 1 \text{ mm}$

donde D está expresado en metros y w_r en m/s.

Perfil de equilibrio con modelo de disipación en la zona de rotura

En el caso que en la zona de rotura se aplique el modelo de disipación de Dally (1985) se obtiene la siguiente expresión:

$$h = m \cdot x \quad \text{para } h < h_r$$

$$h = A \cdot (x - x_0)^{2/3} \quad \text{para } h > h_r$$

donde

- A es el parámetro de la formulación de Dean,
- h_r es la profundidad de transición entre el tramo lineal y el parabólico, calculada como $h_r = (4 \cdot A^3) / (9 \cdot m^2)$,
- $x_0 = h_r / m - (h_r / A)^{3/2}$,
- m es la pendiente del tramo lineal, pudiéndose emplear para el valor de 'm' la expresión de Kriebel (1991) $m = 0,15 \cdot (w_r \cdot T / H)^{0,5}$, siendo H y T la altura de ola y el período de oleaje respectivamente.

Puede apreciarse que lejos de la línea de orilla este perfil es paralelo al de Dean y que cerca de la línea de orilla el perfil se caracteriza por ser rectilíneo, es decir, por tener un estrán lineal.

Perfil en playas con reflexión

Para perfiles de playas no totalmente disipativas y que por tanto provocan una reflexión parcial del oleaje, González (1995) propuso la expresión

$$x = (h/A)^{3/2} + 9/2 \cdot B \cdot (h/A)^3$$

siendo A y B unos parámetros que pueden ser calculados de acuerdo a las siguientes expresiones obtenidas por Bernabeu et al. (1997):

$$B = 32 \cdot 10^{-4} \cdot \exp[-0,44 \cdot (H/(w_r \cdot T))]$$

$$A = k \cdot w_r^{0,44}$$

$$k = 0,47 + 0,68 \cdot \exp[-0,44 \cdot (H/(w_r \cdot T))]$$

donde H, w_r y T ya se han explicado anteriormente.

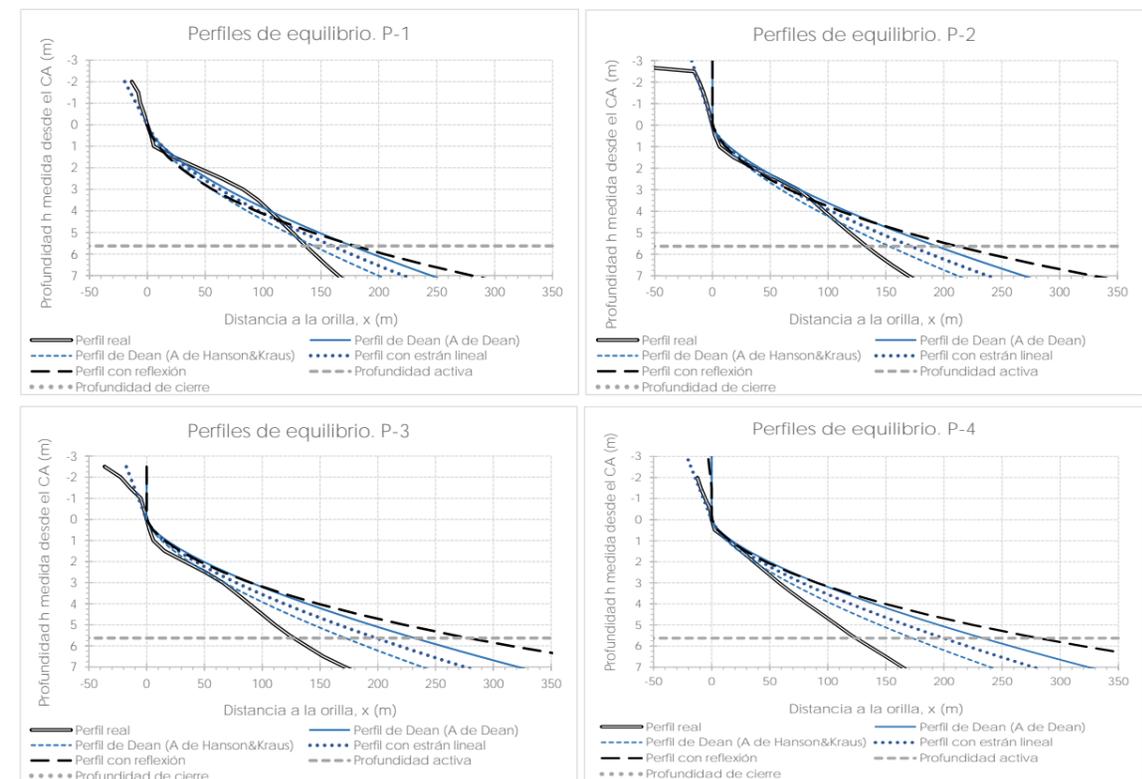
Aplicación de los perfiles de equilibrio a la playa existente

A partir del tamaño medio de grano de los análisis de las muestras granulométricas obtenidas en cada uno de los 9 transeptos, se han calculado diferentes perfiles de equilibrio: Dean (empleando para el cálculo del parámetro A las expresiones de Dean y de Hanson & Kraus), con estrán lineal (es decir, con modelo de disipación en la zona de rotura) y con reflexión. Dichos perfiles teóricos se han comparado

con los perfiles reales en cada uno de dichos transeptos, obtenidos del levantamiento batimétrico. Los resultados obtenidos se presentan en la Figura 83.- .

Puede apreciarse que el ajuste del perfil teórico de Dean con el parámetro A obtenido mediante la expresión de Hanson & Kraus ajusta bastante bien en el caso de los perfiles P-1, P-2, P-8 y P-9 en términos de distancia perpendicular a la costa a la cual se alcanza la profundidad activa (límite de aplicación del perfil), si bien en el caso del perfil P-1 la presencia del dique del puerto de El Masnou provoca una distorsión en forma de concavidad del perfil. En el caso de los perfiles P-3 a P-7 el perfil real tiene una mayor pendiente que el teórico (especialmente en el caso de los 3 primeros). Una posible explicación de esta diferencia es que en las zonas con mayor presencia de arena los perfiles reales y teórico es menor. Mientras que en las zonas más erosionadas la diferencia entre perfiles es mucho mayor, lo que implicaría además de una pérdida de arena en la línea de orilla una mayor "verticalización" del perfil, es decir, una mayor pérdida de arena en profundidades mayores.

De todos modos debe tenerse en cuenta la gran variabilidad de este tramo de costa: de hecho los temporales de principios de 2016, con gran componente de oleaje del SW, provocaron acumulaciones a poniente de los obstáculos (al revés de lo que suele suceder) que fueron contrarrestadas por los oleajes de los meses siguientes, volviendo a una situación más habitual (como se pudo comprobar en el levantamiento topo-batimétrico).



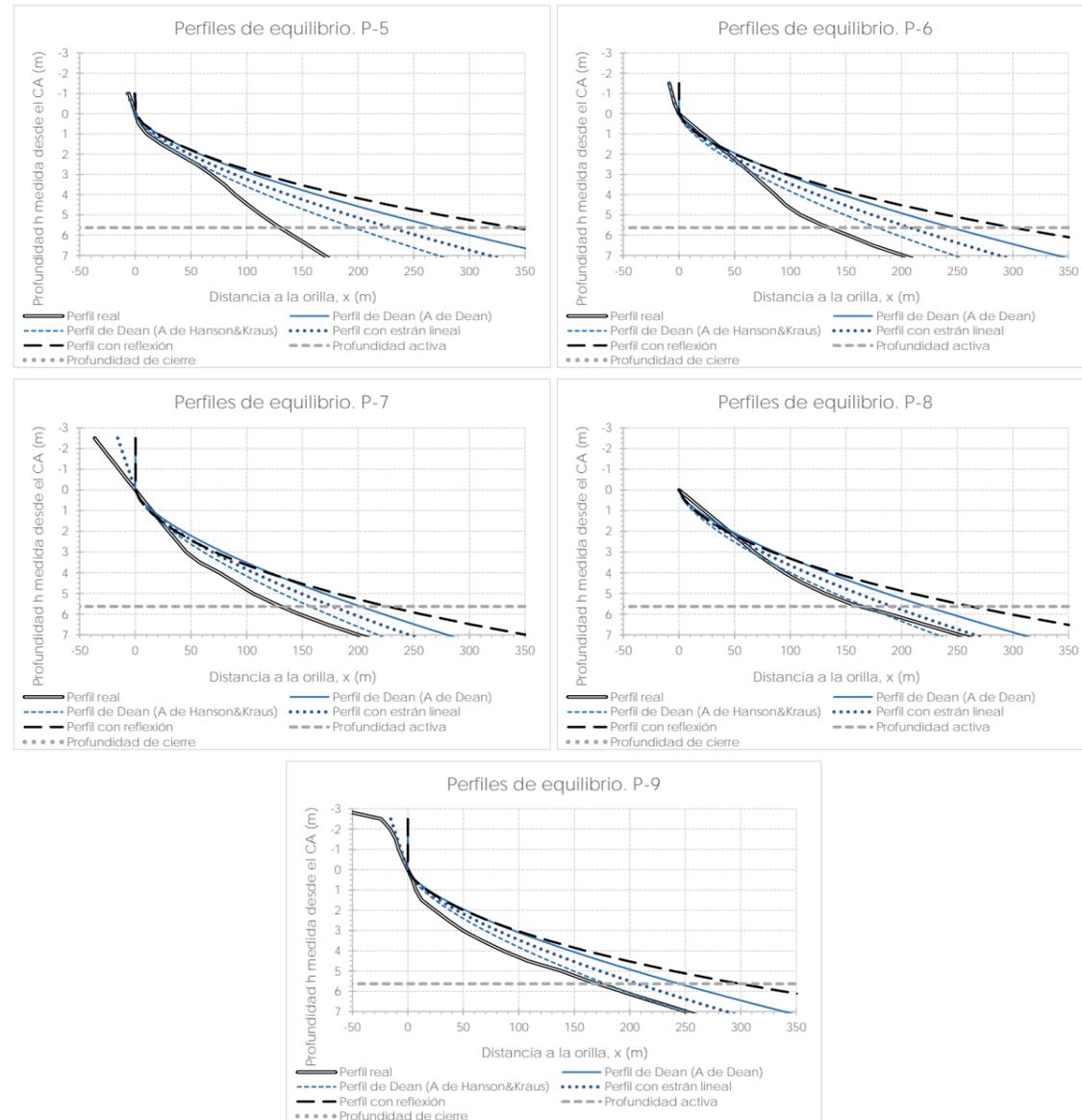


Figura 83.- Perfiles medidos vs perfiles de equilibrio en la zona de estudio (Fuente: elaboración propia)

Esta gran movilización de sedimento en tan poco tiempo no siempre puede realizarse a lo largo de todo el perfil. De hecho la gran variabilidad de sedimento a lo largo del tramo de playa (ver Tabla 16.-) no es proporcional a la variabilidad de la batimetría (como puede comprobarse en la Figura 84.-, en la que se muestra una comparación de los perfiles batimétricos P-1 a P-9, así como el promedio de todos ellos.

Por todo ello también se ha efectuado la comparación entre el perfil batimétrico promedio y el perfil teórico obtenido a partir del tamaño medio de todas las muestras en la zona de estudio, que se muestra en la Figura 85.-. Puede apreciarse que el perfil teórico que mejor se ajusta es el de Dean con el parámetro A obtenido mediante la expresión de Hanson & Kraus, si bien puede comprobarse que este

último presenta una pendiente ligeramente mayor. Por consiguiente considerar dicho perfil teórico en este caso quedaría ligeramente del lado de la seguridad en la cubicación de volúmenes de arena necesarios para la regeneración de playas.

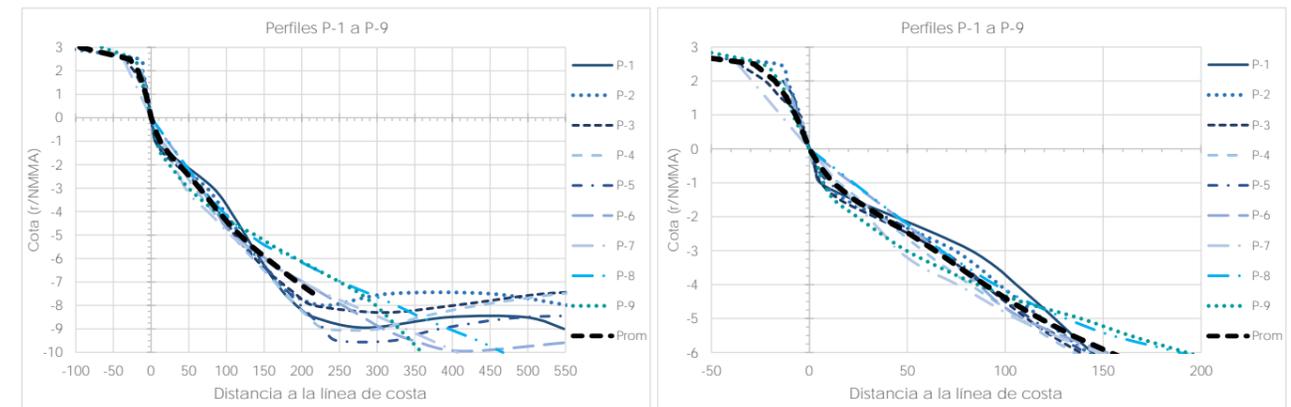


Figura 84.- Comparación de los perfiles batimétricos P-1 a P-9 y de su promedio. (Fuente: elaboración propia)

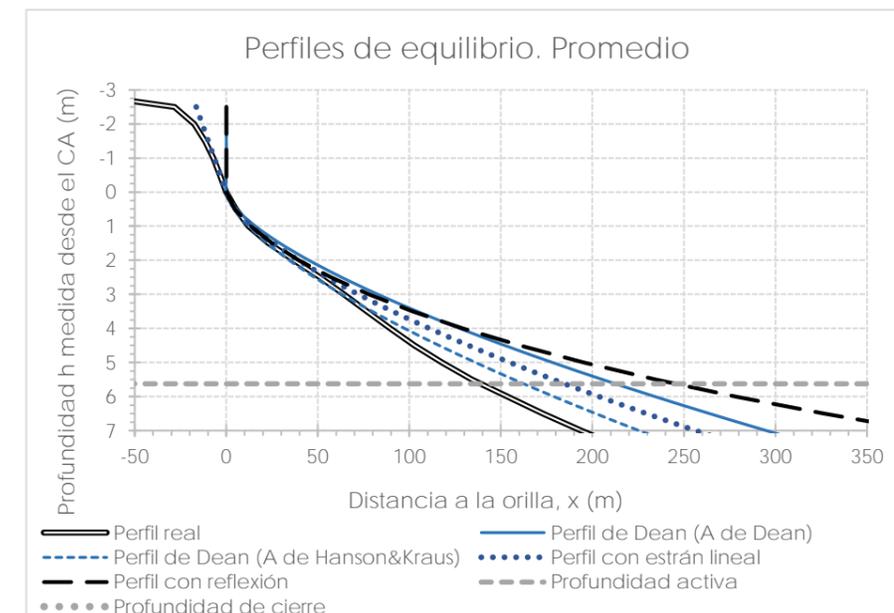


Figura 85.- Perfil promedio vs perfiles de equilibrio en la zona de estudio (Fuente: elaboración propia)

Por lo que respecta a la zona emergida, puede apreciarse que el ajuste del perfil teórico de estrán lineal (es decir, con modelo de disipación en la zona de rotura) ajusta muy bien al perfil real (salvo en el P-7).

Por todo ello en el diseño de las actuaciones se utilizará el perfil con modelo de disipación en la zona de rotura empleando para el cálculo del parámetro A la expresión de Hanson & Kraus.

3.9.3 ESTUDIO DE LA CAPACIDAD DEL TRANSPORTE LITORAL

3.9.3.1 Metodologías para el cálculo de la capacidad de transporte longitudinal de sedimentos

La obtención de la tasa del transporte de sedimentos en dirección longitudinal a la costa como consecuencia de las corrientes inducidas por la rotura del oleaje es fundamental para el correcto conocimiento de la dinámica litoral del tramo de costa que se está considerando en el presente estudio.

Para obtener la capacidad de transporte del oleaje, existen los siguientes procedimientos de cálculo:

- La medida directa, "in situ".
- La cubicación de volúmenes retenidos por obras (diques, espigones) situados en los alrededores.
- La determinación de erosiones y acumulaciones en la línea de costa mediante fotografías aéreas a lo largo del tiempo.
- Ensayos a escala reducida.
- Empleo de formulaciones analíticas.
- Estudio mediante modelos matemáticos.

El primer método, el de medida directa, no se utiliza debido al elevado coste que supone llevarlo a cabo y el excesivo plazo de tiempo que es necesario invertir.

La cubicación de volúmenes retenidos por las obras de defensa es un método de gran utilidad y muy utilizado a pesar de que no siempre es posible aplicarlo debido a la inexistencia de obstáculos naturales suficientemente próximos a la zona de estudio o por no disponer de levantamientos topográficos y batimétricos con suficiente precisión para analizar su evolución temporal.

La cuantificación del transporte sólido a partir de las variaciones producidas en la línea de costa debido a las erosiones y acumulaciones del material de las playas mediante restituciones fotogramétricas de fotografías aéreas es un método que resulta aceptable en muchos casos debido a la simplicidad del proceso y a los resultados bastante aceptables. No obstante el método presenta diversos inconvenientes. Por un lado, las restituciones fotogramétricas se realizan sin tener en cuenta ni los efectos de las mareas astronómica y meteorológica, ni el oleaje, ni la época en la que se realizó la fotografía, por lo tanto, no se tiene en cuenta las diferencias en la línea de orilla debidas al cambio de estación. Por otro lado, dichas restituciones no tienen información acerca del fondo marino ni acerca de las batimétricas, además de introducir los errores propios de la restitución fotogramétrica, que pueden cifrarse en variaciones de la línea de costa de ± 3 m o incluso mucho más.

Los ensayos a escala reducida en piscinas de oleaje presentan el inconveniente de que resultan muy costosos y además se debe tener especial cuidado con el mantenimiento de una correcta similitud de las escalas de ensayo, sin embargo son muy útiles para establecer cálculos en cuanto a estabildades.

El empleo de formulaciones analíticas es probablemente el método más empleado por su sencillez y rápida implementación. Además existen numerosas formulaciones que pueden ser empleadas con objeto de obtener un cierto rango de variabilidad.

El cálculo del transporte de sedimentos mediante modelos matemáticos es una herramienta muy potente y relativamente poco costosa que permite una obtención rápida y fiable de la capacidad teórica de transporte, que de todas formas debe ser calibrada correctamente.

En este proyecto se ha determinado la capacidad de transporte del oleaje la combinación de dos de estos procedimientos: el empleo de formulaciones analíticas y el modelado numérico.

3.9.3.2 Cálculo del transporte longitudinal mediante formulaciones

El transporte longitudinal potencial de sedimentos puede expresarse en términos del volumen total de sedimento transportado, esto es, incluyendo los huecos entre partículas (Q_i) o en términos del peso sumergido de sedimento transportado (I_i), que se relacionan mediante la siguiente expresión:

$$I_i = (\rho_s - \rho) \cdot g \cdot (1 - n) \cdot Q_i \quad [N/s]$$

donde

- ρ_s es la densidad del sedimento (habitualmente 2.650 kg/m^3 , si bien en este caso los resultados de los análisis de las muestras obtenidas 'in situ' indican un valor de 2.630 kg/m^3).
- ρ es la densidad del agua (habitualmente 1.025 kg/m^3)
- n es la porosidad del sedimento (habitualmente $n = 40 \%$, si bien en este caso los resultados de los análisis de las muestras obtenidas 'in situ' indican un valor $n = 41,44 \%$).

Se habla de transporte potencial (o capacidad de transporte), ya que para producirse debe haber suficiente sedimento en el tramo de costa analizado y los eventuales obstáculos existentes en la costa (espigones, diques, cañones submarinos...) no deben poder ralentizar o detener dicho flujo sedimentario.

3.9.3.2.1 Fórmula del CERC

Expresión general

Savage (1962) propuso una ecuación para el cálculo del transporte longitudinal, que posteriormente fue adoptada por el U.S. Army Corp of Engineers en el "Coastal Design Manual" (1966) y que pasó a ser conocida como la fórmula CERC. Posteriormente esta fórmula fue adaptada a los datos de campo disponibles e incluida en las versiones de 1977 y 1984 del "Shore Protection Manual" (SPM).

De acuerdo a esta formulación, el transporte de sedimento (en términos de peso sumergido (I_i) es proporcional a la componente longitudinal del flujo de energía del oleaje (P_l) de acuerdo con la expresión

$$I_l = K \cdot P_l \quad [N/s]$$

De acuerdo con la teoría de Airy, el valor de P_l se define como

$$P_l = E_{br} \cdot C_{g,br} \cdot \text{sen}\theta_{br} \cdot \text{cos}\theta_{br} \quad [N/s]$$

donde

- E_{br} es la energía del oleaje evaluada en la zona de rotura: $E_{br} = \rho \cdot g \cdot H_{br}^2 / 8$,
- θ_{br} es el ángulo entre los frentes de oleaje y la batimetría en la zona de rotura y
- $C_{g,br}$ es la celeridad de grupo en la zona de rotura: $C_{g,br} = (g \cdot d_{br})^{1/2} = (g \cdot H_{br} / \gamma_{br})^{1/2}$

siendo γ_{br} el índice de rotura, es decir, la relación entre la altura de ola² en rotura (H_{br}) y la profundidad en la zona de rotura (d_{br}), es decir, $\gamma_{br} = H_{br} / d_{br}$. De acuerdo a Thornton y Guza (1983) para oleaje irregular definido en términos de altura de ola significativa (H_s) puede considerarse $\gamma_{br} = 0,60$, mientras que si se trabaja con alturas de ola media cuadráticas (H_{rms}) puede tomarse $\gamma_{br} = 0,42$.

De este modo se tiene que

$$I_l = K \cdot P_l = K \cdot E_{br} \cdot C_{g,br} \cdot \text{sen}\theta_{br} \cdot \text{cos}\theta_{br}$$

Asumiendo la hipótesis de aguas poco profundas en la zona de rotura, esta expresión puede reescribirse como

$$I_l = K \cdot \frac{\rho \cdot g^{3/2}}{16 \cdot \gamma_{br}^{1/2}} \cdot H_{br}^{5/2} \cdot \text{sen}(2 \cdot \theta_{br})$$

y por tanto

$$Q_l = K \cdot \frac{\rho \cdot g^{1/2}}{16 \cdot \gamma_{br}^{1/2} \cdot (\rho_s - \rho) \cdot (1-n)} \cdot H_{br}^{5/2} \cdot \text{sen}(2 \cdot \theta_{br}) \quad [m^3/s]$$

que es la expresión mediante la cual se presenta habitualmente la ya conocida como fórmula del CERC.

Cuantificación del coeficiente K

Un parámetro fundamental al calcular el transporte longitudinal es el coeficiente K, pues relaciona de manera proporcional o lineal dicho transporte y la componente longitudinal del flujo de energía del oleaje³. A continuación se presentan diferentes formulaciones existentes para determinar su valor.

² Las alturas de ola que se emplean en esta formulación son o bien la altura de ola significativa (H_s) o bien la altura de ola media cuadrática (H_{rms}).

³ En función que en el cálculo de P_l se emplee H_s o H_{rms} , el valor del coeficiente K variará, pudiéndose distinguir entre K_s (si se utiliza H_s) o K_{rms} (si se emplea H_{rms}).

Valor de K de acuerdo al "Shore Protection Manual"

A partir del análisis de diferentes mediciones in situ, el "Shore Protection Manual" (ver Figura 86.-) estableció un valor $K_s = 0,39$ (en el caso que se utilicen las alturas de ola significantes), que equivaldría a $K_{rms} = 0,92$ (si se emplean las alturas de ola medias cuadráticas).

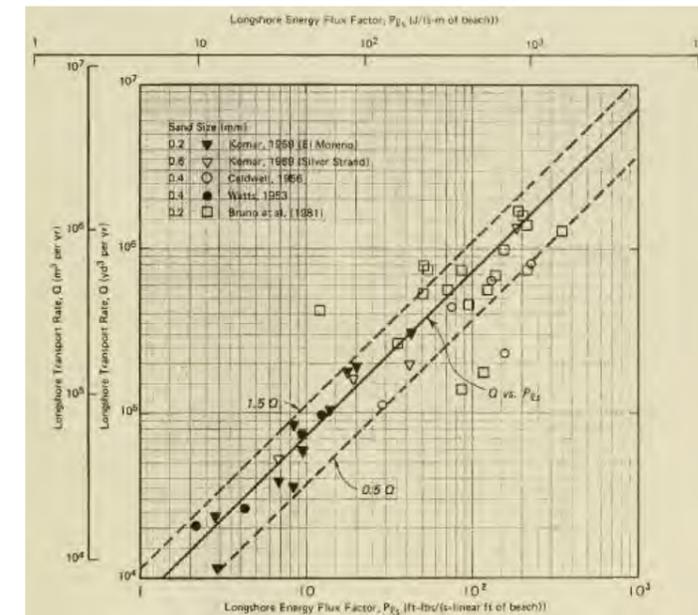


Figura 86.- Relación entre I_l y P_l a partir de datos de campo (Fuente: Shore Protection Manual, 1984)

Variación de K en función del parámetro de Iribarren

Kamphuis y Readshaw (1978) observaron una relación entre el valor de K y el número de Iribarren o surf similarity parameter, definido como

$$\xi_{br} = \tan\beta_{br} / (H_{s,br} / L_0)^{1/2}$$

donde $\tan\beta_{br}$ es la pendiente media entre la línea de orilla y la zona de rotura, $H_{s,br}$ es la altura de ola significativa en rotura y L_0 es la longitud de onda en aguas profundas, definida como $L_0 = g \cdot T^2 / (2 \cdot \pi)$

Según dichos autores se tiene que

$$K_s = 0,70 \cdot \xi_{br}$$

Variación de K en función del tamaño del sedimento

A partir de resultados de campo (ver Figura 87.-), Bailard (1981, 1984) desarrolló un modelo energético en el cual el coeficiente K_{rms} era función del ángulo de oleaje en rotura y de la relación entre la máxima velocidad orbital ($u_{m,br}$) y la velocidad de caída del sedimento (w_f) de acuerdo a la expresión

$$K_{rms} = 0,05 + 2,6 \cdot \text{sen}^2(2 \cdot \theta_{br}) + 0,007 \cdot u_{m,br} / W_f$$

De acuerdo a la teoría de aguas poco profundas puede considerarse que $u_{m,br} = 0,5 \cdot \gamma_{br} \cdot (g \cdot d_{br})^{1/2}$.

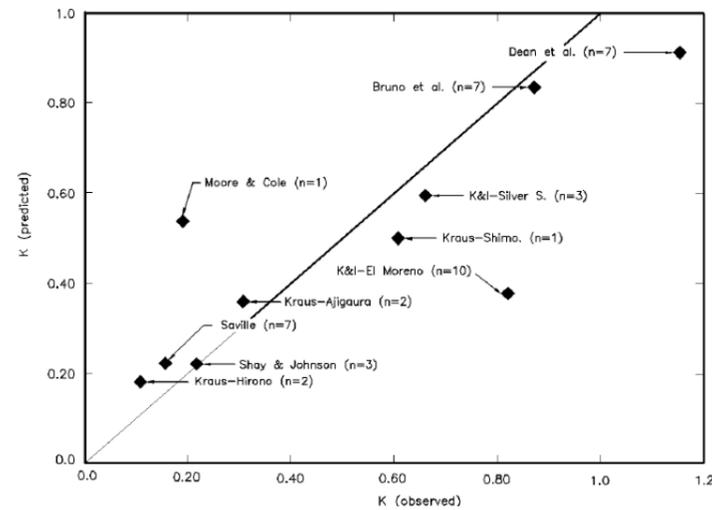


Figura 87.- Calibración del modelo de Baillard para la definición de K_s (Fuente: *Coastal Engineering Manual*, 2002)

Por su parte Del Valle et al. (1993) presentaron una relación empírica entre el valor K_{rms} y el diámetro medio del sedimento (D_{50}) obtenida a partir de datos de Komar (1988) y datos propios del delta del río Adra (con valores entre 0,40 y 1,50 mm), tal como se muestra en la Figura 88.-. Dicha expresión es

$$K_{rms} = 1,4 \cdot \exp(-2,5 \cdot D_{50}) \quad [D_{50} \text{ expresado en mm}]$$

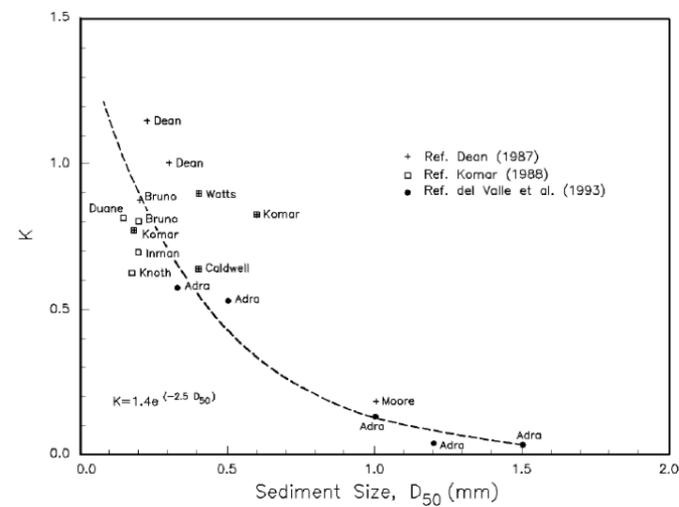


Figura 88.- Calibración del modelo de Del Valle para la definición de K_{rms} (Fuente: *Coastal Engineering Manual*, 2002)

3.9.3.2.2 Fórmula de Kamphuis

Partiendo de una idea similar a la formulación del CERC y basándose en un análisis dimensional y calibraciones con datos de laboratorio y de campo, Kamphuis (1991) propuso la siguiente expresión para el cálculo del transporte longitudinal,

$$Q_l = \frac{0,0013}{(1-n) \cdot (\rho_s - \rho)} \cdot \frac{\rho \cdot H_{s,br}^3}{T_p} \cdot \tan^{0,75} \beta_{cr} \cdot \left(\frac{H_{s,br}}{L_0}\right)^{-1,25} \cdot \left(\frac{H_{s,br}}{D_{50}}\right)^{0,25} \cdot \text{sen}^{0,6}(2 \cdot \theta_{cr}) \quad [m^3/s]$$

donde T_p es el período pico del oleaje y el resto de parámetros los mismos que se emplean en la fórmula del CERC.

Por consiguiente esta expresión tiene en cuenta simultáneamente la pendiente de la playa y el tamaño medio del sedimento, que como se ha visto anteriormente, son dos de los parámetros que influyen en el valor del transporte de sedimentos, por lo que sus resultados deberían ser más realistas que las anteriores fórmulas.

3.9.3.2.3 Fórmula de Van Rijn

A partir de datos de laboratorio, de campo y resultados numéricos, Van Rijn (2001) definió la siguiente expresión para el cálculo del transporte longitudinal

$$Q_l = K_0 \cdot K_{swell} \cdot K_{grain} \cdot K_{slope} \cdot H_{s,br}^{2,5} \cdot V_{eff,L} / [(1-n) \cdot \rho_s] \quad [m^3/s]$$

donde

- $K_0 = 42$
- K_{swell} es el factor de corrección para oleaje swell, definido como $K_{swell} = 1$ para oleaje de viento y $K_{swell} = T_{swell} / T_{ref}$ para oleaje de fondo (con $H_s < 2$ m), siendo $T_{ref} = 6$ s.
- K_{grain} es el factor de corrección del tamaño de sedimento, definido como $K_{grain} = D_{50,ref} / D_{50}$, siendo $D_{50,ref} = 0,20$ mm (para $D_{50} > 2$ mm se debe tomar el valor mínimo $K_{grain,min} = 0,10$).
- K_{slope} es el factor de corrección de la pendiente, definido como $K_{slope} = (\tan \beta / \tan \beta_{ref})^{1/2}$, siendo $\tan \beta_{ref} = 0,01$ y $\tan \beta$ la pendiente media de la playa entre la línea de costa y la isobata $d = -8$ m y con unos valores límites $0,75 \leq K_{slope} \leq 1,25$.
- $V_{eff,L}$ es la velocidad longitudinal efectiva de la corriente en la zona media de surf debida tanto al oleaje como a la marea, definida como $V_{eff,L} = (V_{wave,L2} \pm V_{tide,L2})^{1/2}$. Si ambas componentes tienen la misma dirección el signo es positivo y en caso contrario el signo es negativo, siendo

- $V_{wave,L}$ la componente de la velocidad longitudinal de la corriente inducida por la rotura del oleaje y definida como $V_{wave,L} = 0,3 \cdot (g \cdot H_{s,br})^{1/2} \cdot \text{sen}(2 \cdot \theta_{br})$.
- $V_{tide,L}$ la componente de la velocidad longitudinal de la corriente inducida por la marea y que toma un valor de 0 m/s en caso que no haya marea; 0,1 m/s para micro-mareas; 0,3 m/s para meso-mareas y 0,5 m/s para macro-mareas.

Por consiguiente esta expresión tiene en cuenta simultáneamente la pendiente de la playa y el tamaño medio del sedimento y la existencia de corrientes longitudinales debidas a la marea por lo que sus resultados deberían ser más realistas que las anteriores.

3.9.3.2.4 Implementación de las fórmulas

Todas las fórmulas anteriores han sido empleadas para efectuar el cálculo del transporte potencial o capacidad de transporte longitudinal de sedimentos, para lo cual se ha utilizado el programa matemático LONGTRANS, desarrollado por MARCIGLOB.

Los datos de partida de dicho programa son

- Alineación media de la costa (ζ).
- Límites direccionales del fetch, esto es, el abanico de direcciones de oleaje que pueden llegar a la zona de estudio ($\alpha_{f,max}$ y $\alpha_{f,min}$).
- Características del sedimento (tamaño medio, densidad y porosidad).
- Pendiente media de la playa a lo largo de toda la zona de rotura.
- Velocidad longitudinal neta de la corriente de marea.
- Frecuencias medias de presentación del oleaje en aguas profundas para diferentes sectores direccionales (definidos a través de su dirección media α) e intervalos de H_s .
- Correlación entre H_s y T_p .

Todo ello de acuerdo al criterio de signos mostrado en la Figura 89.- .

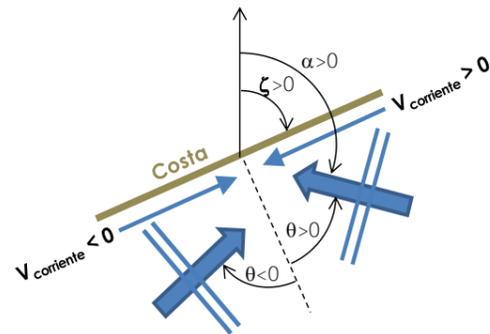


Figura 89.- Criterios de signo del programa LONGTRANS (Fuente: elaboración propia)

El oleaje en alta mar es propagado hacia costa hasta la rotura empleando el programa REFRAC, desarrollado por MARCIGLOB.

3.9.3.2.5 Cálculo de la capacidad de transporte longitudinal

Resultados de estudios anteriores

Se ha podido recopilar los resultados de al menos dos estudios en los que se evaluó la capacidad de transporte litoral cerca de la zona de estudio.

En la "Estrategia para la Sostenibilidad de la Costa. Lote nº 1. Demarcación Hidrográfica de Cataluña" se empleó la fórmula del CERC y se obtuvieron los resultados que se muestran en la Figura 90.- .



Figura 90.- Capacidad de transporte en la zona según el documento "Estrategia para la Sostenibilidad de la Costa" (Fuente: DGSCM)

Por su parte en el "Libre verd de l'estat de la zona costanera a Catalunya" se empleó la fórmula del CERC y de Kamphuis y se obtuvieron los resultados de la Figura 91.- .



Figura 91.- Capacidad de transporte en la zona según el "Libre verd de l'estat de la zona costanera a Catalunya"; izquierda: fórmula de Kamphuis; derecha: fórmula del CERC (Fuente: CIIRC / Generalitat de Catalunya)

En el tramo entre los puertos de El Masnou y Premià se obtienen unos valores de capacidad de transporte longitudinal que van desde los 26.000 a los 50.000 m³/año con dirección NE a SW. Es importante señalar que en todos los casos se aprecia que en el tramo de estudio se produce una reducción de la capacidad de transporte respecto a la de los tramos contiguos (a levante del Puerto

de Premià y a poniente del Puerto de El Masnou) como consecuencia de un cambio en la orientación media de la línea de costa y barimetría,

Además en las zonas situadas a l sombra de ambos puertos el transporte invierte su sentido, pasando de SW a NE como consecuencia de la difracción del oleaje.

Resultados obtenidos específicamente para este estudio

Mediante el programa LONGTRANS (ver apartado 3.9.3.2.4) se ha procedido a calcular el transporte potencial en la zona de estudio. En primer lugar se ha procedido a definir los ángulos límites de incidencia del oleaje, que de acuerdo a la Figura 92.- resultan ser $\alpha_{f,min} = 62,9^\circ N$ y $\alpha_{f,max} = 217,1^\circ N$, valores que vienen condicionados por el delta del Tordera (a levante) y el Puerto de Barcelona (a poniente). No obstante dichos límites son teóricos ya que oleajes en alta mar con direcciones menores a $62,9^\circ N$ o mayores a $217,1^\circ N$ sí pueden incidir en la zona de estudio tras refractarse. Por todo ello como direcciones límites se tomarán las extremas de los sectores direccionales en los que se encuentran dichos límites teóricos, es decir, $56,25^\circ N$ y $236,25^\circ N$ que corresponden a los límites entre los sectores NE y ENE y entre los sectores SW y WSW respectivamente.

En cuanto a la alineación media de la batimetría, ζ , de acuerdo con la Figura 93.- se pueden considerar dos valores según la zona: $72^\circ N$ en los dos tercios de playa más orientales y $65^\circ N$ en el tercio más occidental, que coincide con el tramo del playa apoyada en el dique del Puerto de El Masnou

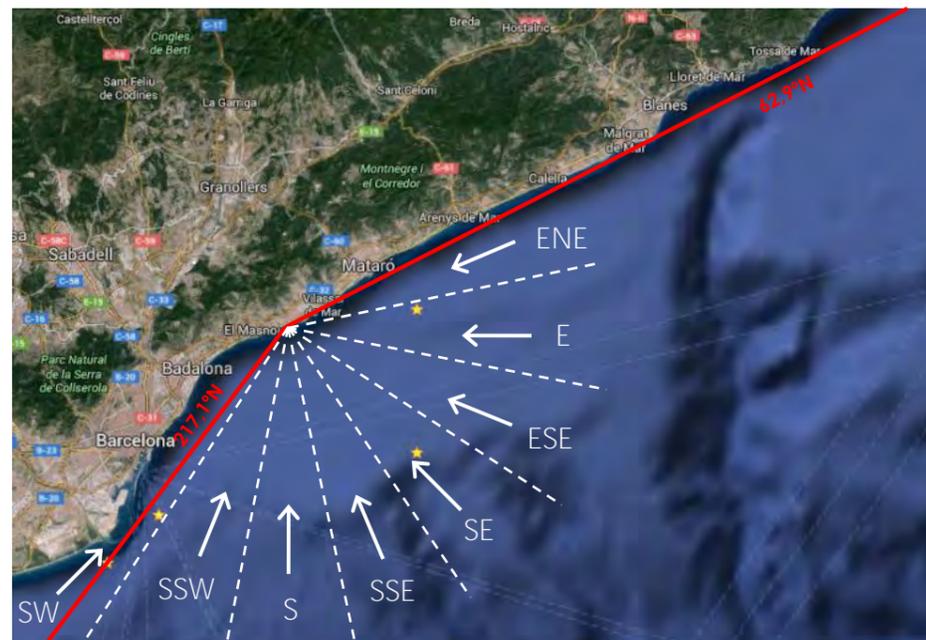


Figura 92.- Límites de incidencia del oleaje en la zona de estudio (Fuente: Elaboración propia)

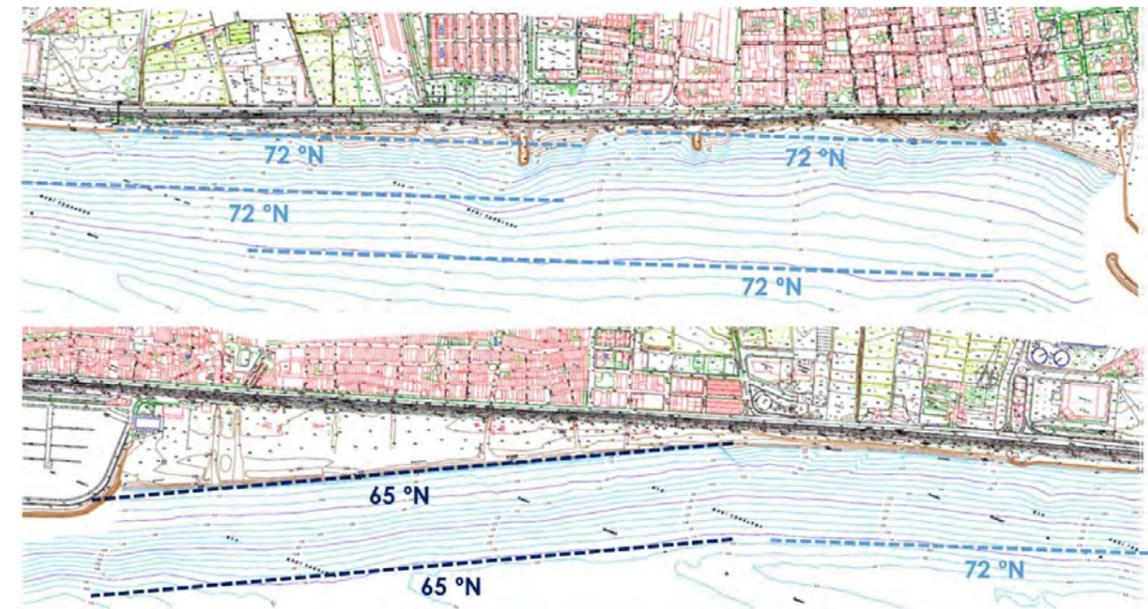


Figura 93.- Alineación media de la batimetría en la zona de estudio (Fuente: Elaboración propia)

Tal como se muestra en la Figura 94.- y Figura 95.- para estas alineaciones de la costa la capacidad de transporte longitudinal neto de sedimentos es de $4.642 \text{ m}^3/\text{año}$ y de $13.749 \text{ m}^3/\text{año}$ respectivamente, mientras que la capacidad de transporte longitudinal bruto de sedimentos –esto es, sin tener en cuenta el sentido del transporte– es de $115.475 \text{ m}^3/\text{año}$ y de $125.529 \text{ m}^3/\text{año}$ (promedio de los resultados de las fórmulas de Van Rijn, Kamphuis y CERC con el coeficiente K obtenido a partir de la expresión de Del Valle, que como se comentó son las más fiables y empleando los datos WANA).

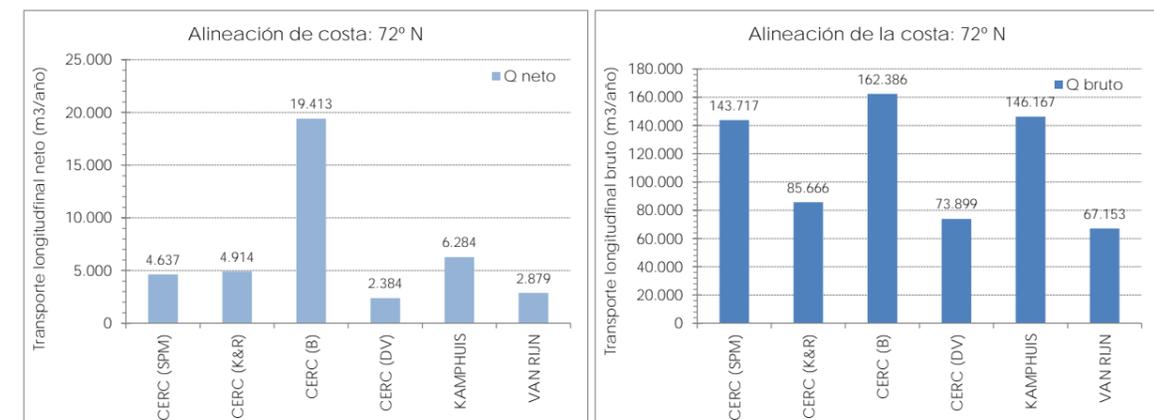


Figura 94.- Capacidad de transporte longitudinal en las playas situadas en los dos tercios de levante de la zona de estudio (Fuente: Elaboración propia)

La existencia de un transporte longitudinal bruto considerable (en el entorno de los $120.000 \text{ m}^3/\text{año}$) significa que existirán importantes movimientos alternativos de la arena hacia levante y hacia poniente en función del oleaje reinante (y que en promedio dan lugar a un total –es decir, el transporte neto–

de NE a SW) que pueden inducir cambios a corto plazo en la configuración en planta, más significativos cuanto menor sea la longitud de la playa.

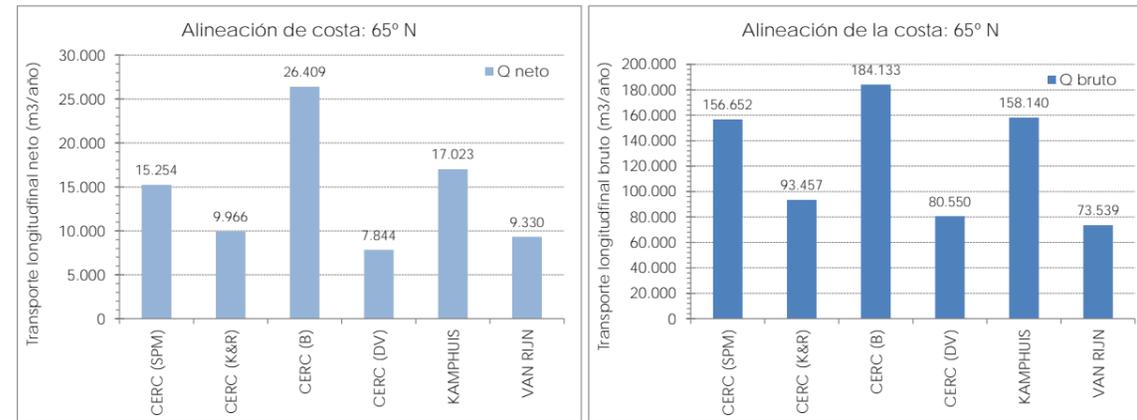


Figura 95.- Capacidad de transporte longitudinal en las playas situadas en el tercio de poniente de la zona de estudio. Base de datos de oleaje: punto WANA 2114128 (Fuente: Elaboración propia)

Así ligeras diferencias en las frecuencias de presentación de los oleajes de levante (E) frente a los de garbí (SW) en comparación a las de las bases de datos SIMAR y WANA se traducirían en valores superiores del transporte longitudinal (NE a SW).

En la Figura 96.- se muestra la comparación de los valores de capacidad de transporte longitudinal obtenidos con las 3 fuentes de datos de oleaje para diferentes alineaciones de la línea de costa.

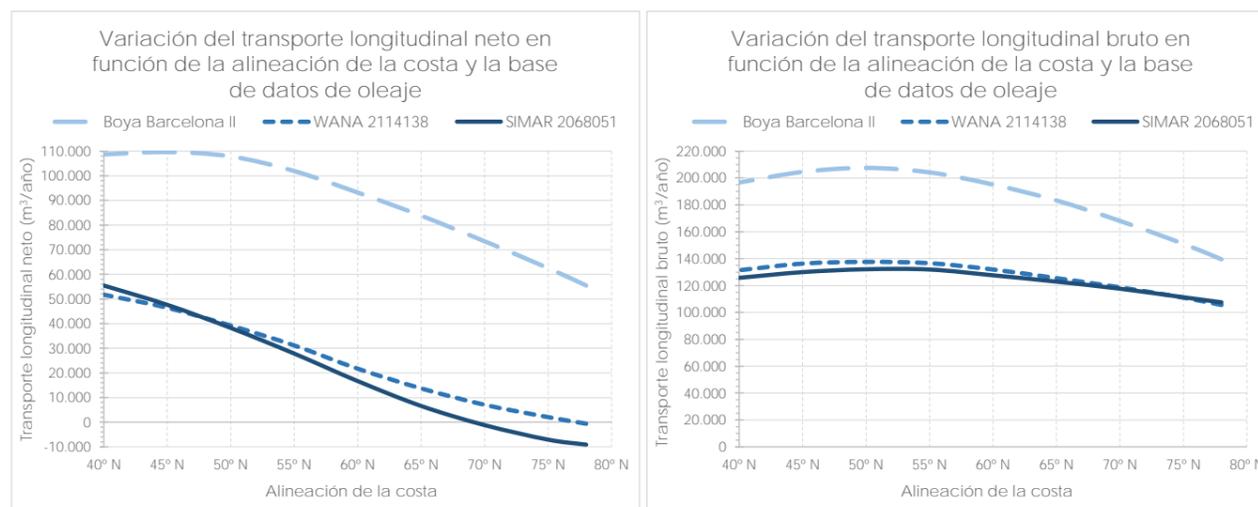


Figura 96.- Comparación de la capacidad de transporte longitudinal en función de los datos de oleaje (Fuente: Elaboración propia)

Puede apreciarse que los resultados con los datos WANA y SIMAR son muy similares, mientras que los valores obtenidos de la boya Barcelona II son mucho mayores (como consecuencia de la infravaloración de los oleajes del SW por estar situada en aguas intermedias).

De todo lo anterior se concluye que un valor razonable de la capacidad de transporte longitudinal neto en los dos tercios de playa más orientales sería de $Q_i = 23.500 \text{ m}^3/\text{año}$ con dirección NE-SW y en el tercio más occidental, (playa apoyada en el dique del Puerto de El Masnou) sería $Q_i = 34.500 \text{ m}^3/\text{año}$ con dirección NE-SW, valores que se han obtenido como promedio de los calculados con las 3 bases de datos y que están en el orden de magnitud de los valores obtenidos en estudios anteriores, como ya se ha comentado.

Pese a todo ello, las limitaciones que en este caso presenta la metodología descrita aconsejan analizar el transporte de sedimentos mediante modelado numérico que da lugar a resultados más realistas, lo cual se efectúa en el siguiente apartado.

3.9.3.3 Cálculo mediante modelado numérico

Dada la complejidad de la morfodinámica en la zona de rompientes, existe una metodología que permite calcular con mayor aproximación el transporte de sedimentos en las zonas costeras. Dicha metodología consiste en la determinación de los patrones de propagación y rotura del oleaje, la obtención de los tensores de radiación, el cálculo de las corrientes de oleaje a partir de dicho tensor y, finalmente, el transporte de sedimentos inducido conjuntamente por oleaje y corrientes.

Todo ello se ha realizado en el sistema playero de estudio, mediante el programa Sistema de Modelado Costero (SMC); desarrollado por el Grupo de Ingeniería Oceanográfica y de Costas (G.I.O.C.) de la Universidad de Cantabria, para la antigua Dirección General de Costas del Ministerio de Medio Ambiente.

3.9.3.3.1 Conceptos previos sobre el modelo utilizado

La utilización de un modelo numérico es un procedimiento muy útil para el cálculo del transporte sedimentario, ya que es una herramienta muy potente y relativamente poco costosa que permite obtener la capacidad teórica de transporte de forma rápida y fiable. De todas maneras estos modelos deben ser siempre validados y calibrados correctamente para obtener resultados satisfactorios. Actualmente en la ingeniería marítima los modelos numéricos son recientes y están en periodo de perfeccionamiento, entre ellos los modelos acerca de la dinámica sedimentaria son los que se encuentran en menor desarrollo.

La modelización del transporte sedimentario se ha realizado con el módulo EROS (modelo bidimensional y horizontal de evolución morfológica de una playa). El programa EROS forma parte del Modelo integral de evolución MORfológica de una PLAYa debida a la acción del oleaje y a las corrientes de rotura (MOPLA), el cual, a su vez se engloba en el modelo de análisis a corto plazo de playas del programa SMC. El concepto "corto plazo" debe entenderse como la escala temporal de

validez del modelo (horas – días). Es decir, estos modelos son útiles para simular el comportamiento de una playa sometida a la acción de un determinado estado de mar.

El modelo EROS es un modelo numérico que resuelve las ecuaciones del flujo de sedimentos dentro de la zona de rompientes, así como los cambios en la batimetría asociados a las variaciones espaciales del transporte de sedimentos. Este modelo requiere como datos de entrada los siguientes:

- Campo del oleaje (calculados con el módulo OLUCA, también perteneciente al MOPLA)..
- Campo de corrientes inducidas por la rotura del oleaje (calculado con el modelo COPLA, también perteneciente al MOPLA).
- Datos de características del sedimento de la playa.

Los campos del oleaje y de corrientes se presentan en el Anejo nº 3 del Proyecto, en el que se ha efectuado la propagación de diferentes casos de oleaje espectral, con las direcciones características de la zona (E, ESE, S y SSW) y con unas alturas de ola correspondientes al oleaje morfológico (aquel que tiene la misma energía que todas las olas de un determinado sector direccional) y al excedido 12 h/año (y cuyos valores de H_s y T_p se muestran en el Anejo nº 2). El tamaño de sedimento introducido en el modelo es el que se corresponde con el tamaño medio (D_{50}) de las arenas existentes en el sistema susceptibles de ser incorporadas al transporte litoral, que en este caso son del orden de 0,19 mm (ver apartado).

Con el modelo se obtienen resultados sobre el vector transporte de sedimentos en todo el dominio de cálculo, que permite cuantificar magnitudes y sentido del transporte. Para ello se ha aplicado el modelo de Soulsby-Van Rijn (1997), que es una expresión analítica experimental que aproxima de manera bastante aproximada a la formulación para ola-corriente de van Rijn, evaluando tanto el transporte por fondo como por suspensión sobre fondo horizontal (se considera el efecto de la pendiente por fondo en el inicio del transporte). Se ha tomado para los cálculos una viscosidad de remolino de $8 \text{ m}^2/\text{s}$. Para la aplicación del modelo, las ecuaciones se resuelven mediante un método de diferencias finitas sobre una malla rectangular.

3.9.3.3.2 Resultados del modelo numérico

Los resultados gráficos del modelo numérico referente al transporte potencial de los 8 escenarios de oleaje analizados se incluyen en el Apéndice 1 del Anejo nº 4 de los proyectos.

De su análisis se desprende lo siguiente:

- Los oleajes del E y SE producen un transporte longitudinal de sedimentos de NE a SW y los oleajes del SS y SSW un transporte longitudinal de sedimentos de SW a NE.
- Los oleajes que provocan un mayor transporte son el E y el SSW.
- Los patrones por direcciones son muy parecidos para el oleaje morfológico y para el oleaje excedido 12 h/año si bien en este último caso el transporte es obviamente mucho mayor.

- En general los patrones solamente indican transporte longitudinal, salvo en algún punto en que se detecta transporte transversal (perpendicular a la costa) debido a la presencia de alguna obra (espigón, dique de puerto) que interrumpe y desvía la corriente longitudinal.

En la Figura 97.- se muestran sendos ejemplos que ilustran lo anterior.

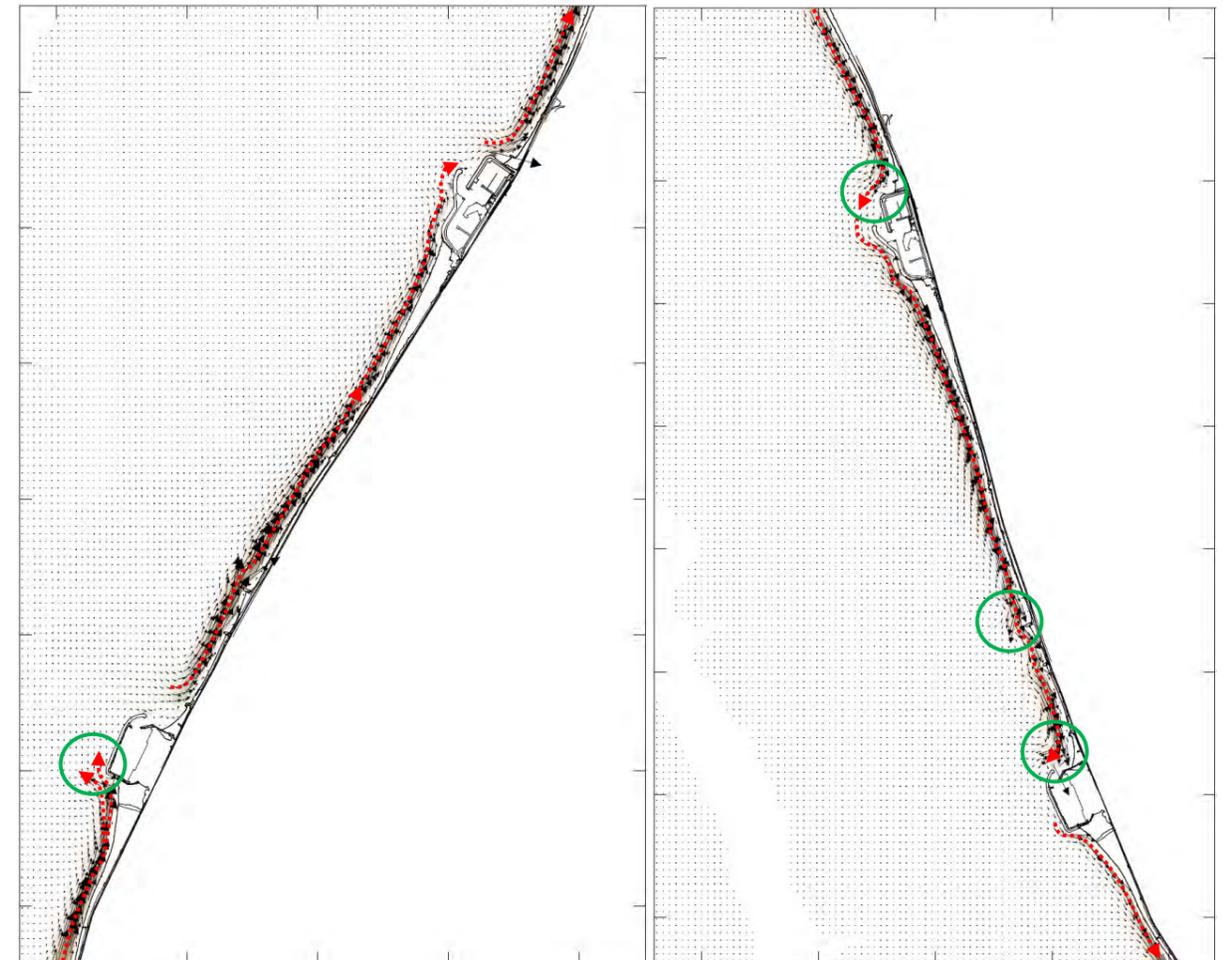


Figura 97.- Patrones de transporte de los oleaje H_{s12} del E (izquierda) y SSW (derecha). Los círculos verdes indican zonas donde se detecta transporte transversal (Fuente: elaboración propia)

Se ha realizado la integración espacial del campo de transporte de sedimentos (que presenta unidades de $\text{m}^3/\text{h}/\text{m}$) a lo largo de tres perfiles transversales situado en el centro de la mitad oriental (Perfil I), en el centro de la mitad occidental de la zona de estudio (Perfil II) y a la altura del Puerto de El Masnou (Perfil III) con objeto de poder calcular el transporte. Cada uno de los valores obtenidos para los 8 escenarios de oleaje analizados ha sido ponderados por su frecuencia anual de presentación (en términos de h/año). Los resultados obtenidos son los siguientes:

Tabla 19.- Resultados del transporte de sedimentos obtenido con el programa EROS (Fuente: elaboración propia)

Oleaje	Transporte neto		
	Perfil I	Perfil II	Perfil III
Morfológico	16.000 m ³ /año (NE-SW)	21.000 m ³ /año (NE-SW)	0 m ³ /año
Excedido 12 h/año (H _{s12})	6.000 m ³ /año (NE-SW)	8.000 m ³ /año (NE-SW)	2.000 m ³ /año (NE-SW)

De los oleajes analizados, el que proviene de la dirección SSW es el que tiene una capacidad potencial mayor de transporte seguido del oleaje del E. Es evidente que para situaciones de temporal (que podríamos identificar con la H_{s12} calculada), las tasas de transporte se incrementan notablemente, aunque obviamente de manera menos prolongada en el tiempo.

No obstante debe tenerse en cuenta que este tipo de modelos de "corto plazo" son muy dependientes de la batimetría empleada en la modelación, de manera que cambios significativos en la misma pueden suponer diferencias considerables en los resultados. Por todo ello su extrapolación para efectuar valoración a medio/largo plazo (por ejemplo, en la determinación del transporte medio anual) debe realizarse con cierta cautela.

3.9.3.4 Comentarios respecto al transporte de sedimentos

3.9.3.4.1 Transporte longitudinal

El cálculo teórico del transporte longitudinal a partir de formulaciones (CERC, Kamphuis, Van Rijn...) tiene unas limitaciones importantes y se trata de un transporte siempre potencial sin tener en consideración las condiciones locales tanto de la batimetría como de la línea de costa. Por otro lado el modelo numérico resuelve las ecuaciones del flujo de sedimentos dentro de la zona de rompientes, así como los cambios en la batimetría asociados a las variaciones espaciales del transporte de sedimentos. De todos modos ha podido comprobarse que en este caso ambos métodos describen bien la situación del transporte en la zona de manera cualitativa ya que arrojan resultados similares. Así tanto con el programa LONGTRANS como con el EROS se obtiene que la dirección asociada a un mayor transporte es el SSW seguida del E, tal como se aprecia en la Figura 98.-

Por todo ello y teniendo en cuenta todas las consideraciones realizadas se considerará que el transporte longitudinal neto de sedimentos estará entre los Q_l = 25.000 m³/año con dirección NE a SW (en la mitad oriental) y los Q_l = 30.000 m³/año con dirección NE a SW (en la mitad occidental). A la altura del puerto de El Masnou se produce un transporte longitudinal Q_l = 2.000 m³/año con dirección NE a SW, que supone una pérdida neta de arena de la playa existente entre ambos puertos.

En cuanto al alcance espacial de este transporte longitudinal, en la Figura 99.- se compara el campo vectorial de transporte obtenido con los oleajes asociados a H_{s12} y la profundidad activa (es decir, aquella a partir de la cual el transporte longitudinal deja de ser significativo y en cuyo cálculo se emplea H_{s12}, tal como se vio en el apartado 3.9.2.2.1).

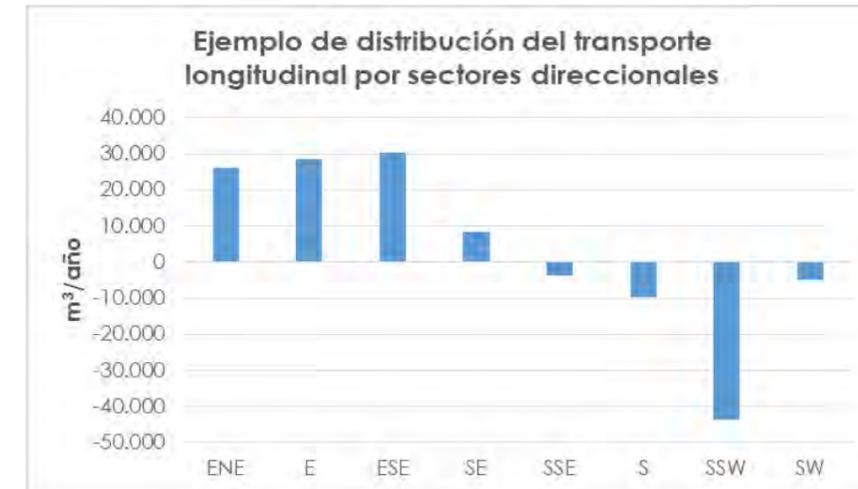


Figura 98.- Ejemplo de variación del transporte longitudinal (fórmula de Van Rijn) en función de la dirección de incidencia del oleaje. Valores positivos: NE-SW; valores negativos: SW-NE (Fuente: elab. propia)

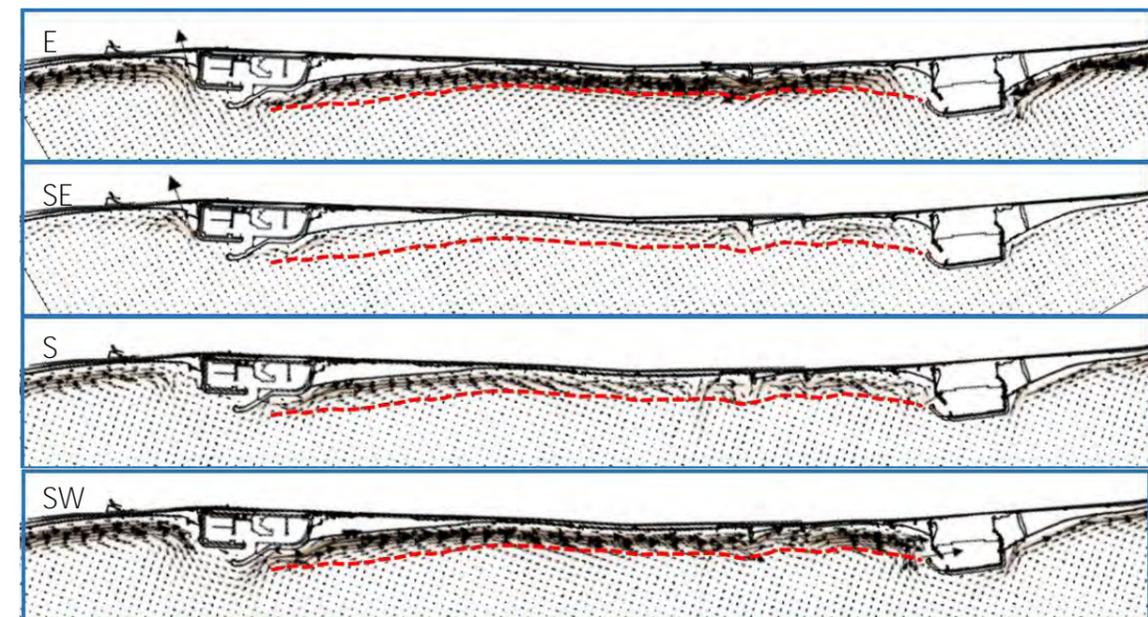


Figura 99.- Comparación de la profundidad activa (línea roja discontinua) con el patrón de transporte de sedimentos asociado al oleaje con una excedencia de 12 h/año (Fuente: elaboración propia)

Puede comprobarse que en general los vectores de transporte se encuentran mayoritariamente dentro de la zona denominada 'litoral' (definida entre la línea de costa y la profundidad activa), salvo en el morro del dique del Puerto de El Masnou para los oleaje del E y del SSW (que son los más energéticos, es decir, con mayor altura de ola).

3.9.3.4.2 Transporte transversal

Al tratarse de un modelo integral, EROS debería permitir obtener no solamente el transporte longitudinal sino también el transversal. No obstante en este caso los patrones muestran un transporte prácticamente longitudinal, sin apreciarse un patrón de transporte longitudinal playa seca y estrán y acumulación en la barra sumergida).

3.9.4 BALANCE SEDIMENTARIO Y EVOLUCIÓN DE LA LÍNEA DE COSTA

3.9.4.1 Balance sedimentario

Para efectuar el balance sedimentario de la playa objeto de estudio, se han considerado los siguientes límites:

Longitudinalmente	A levante: puerto de Premià A poniente: puerto de El Masnou
Transversalmente	Por el lado tierra: línea de FFCC + escollera de protección Por el lado mar: isóbata correspondiente a la profundidad de cierre (-9,45 m)

Desde el punto de vista del transporte longitudinal se produce una movilización de la arena a lo largo de la playa con dirección NE-SW o SW-NE en función del oleaje incidente. En promedio la dirección neta es en dirección NE-SW, lo que provoca una acumulación de arena de la playa apoyada en el Puerto de El Masnou, si bien éste no es capaz de retener toda la arena, de manera que en promedio se pierden 2.000 m³/año hacia poniente.

Desde el punto de vista del transporte transversal, durante los temporales más energéticos parte de la arena de la playa seca/orilla es transportada a grandes profundidades (más allá de la zona litoral, limitada por la profundidad activa e incluso de la zona de asomeramiento, limitada por la profundidad de cierre) y ya no puede ser recuperada por la dinámica transversal. Durante los temporales hibernales más habituales y no tan energéticos la arena de la playa seca/orilla es transportada a profundidades menores de la activa (y por tanto dentro de la zona litoral) pero es arrastrada por las corrientes longitudinales ya que no existe ningún obstáculo que lo impida. En la mitad más oriental de la playa esta arena no puede ser reemplazada (puesto que en esta zona no existe ninguna fuente de sedimento tras la construcción del puerto de Premià), de modo que se produce un déficit de arena para ser transportada hacia playa durante la primavera y verano; por consiguiente una parte importante de la arena se pierde del sistema morfológico de las playas más situadas a levante, de manera que acaban teniendo una componente neta regresiva. En el caso de la playa más oriental esto no sucede ya que sí recibe sedimento procedente precisamente de las playas más orientales, por lo que su recuperación tras los temporales hibernales puede ser mejor. Todo ello se refleja en la siguiente figura.



Figura 100.- Esquema del balance sedimentario de la zona de estudio. (Fuente: elaboración propia)

3.9.4.2 Evolución de la línea de costa

3.9.4.2.1 Evolución histórica

Consideraciones generales

El tramo litoral en el cual se incluye la zona en estudio pertenece a la unidad fisiográfica limitada por los puertos de Arenys y de Barcelona y que en el pasado perteneció a una unidad fisiográfica mayor que se extendía desde Blanes hasta el macizo del Garraf.

El litoral entre el límite norte del macizo del Garraf y el puerto de Blanes es el borde costero de una faja aluvial de anchura variable formada por la degradación del sistema orográfico de los Catalánides. La red drenante del tramo fue la responsable de aquella formación.

El macizo del Garraf constituye el extremo meridional de la antigua unidad fisiográfica. En él la costa es acantilada a excepción de la playa de Sitges y algunas pequeñas calas. Los fondos son arenosos y de suave pendiente en la playa sumergida a lo largo de toda la costa del Garraf.

Al norte del litoral anterior, desde punta Ginesta hasta Badalona, los ríos Llobregat y Besòs crearon un abombamiento del borde costero muy pronunciado. A partir de Badalona y hasta Blanes la línea de orilla se presenta relativamente rectilínea con algunos cambios de orientación y algunos salientes provocados por los cauces que desembocan. Entre El Masnou y Mataró (incluido en el sub-tramo anterior) el borde costero es ligeramente convexo. Al norte de Blanes desaparece la llanura aluvial entrando directamente en contacto la cordillera litoral catalana y el mar, produciéndose una costa muy abrupta tanto en su fachada emergida como en los fondos próximos a los acantilados.

La composición mineralógica de las fracciones ligera y pesada de estas playas son un reflejo de la geología de la zona prelitoral, representando la fracción ligera casi todo el material y estando constituida por la sílice procedente de la degradación del granito, componente fundamental de la cordillera litoral.

El tamaño medio del grano es cada vez mayor a medida que nos desplazamos hacia el norte. En la playa sumergida la arena se presenta continuamente en todo el tramo, si bien la anchura de la franja y la profundidad que alcanza es variable. La batimetría no presenta irregularidades destacables excepto en una zona al SW de Mataró.

En los planos parcelarios levantados por el Instituto Hidrográfico de la Marina a finales del siglo XIX la costa entre Blanes y punta Ginesta presentaba una playa continua a excepción de algún afloramiento rocoso de poca importancia. Esta playa fue alimentada en su mayor parte por las aportaciones sólidas de los ríos Tordera, Besós y Llobregat y en menor cantidad por las rieras que desembocan en esta franja litoral, como, por ejemplo, las rieras de Santa Susana, de Sant Pol, de Arenys, de Argentona...

La situación actual es bien diferente ya que se han construido numerosas obras marítimas de todo tipo que han tenido un papel muy importante en la evolución del litoral, rompiendo el equilibrio natural de estas playas al introducir modificaciones que impedían el movimiento natural de las arenas. Los elementos que en mayor medida alteraron negativamente este equilibrio fueron los puertos de Barcelona y de Arenys de Mar que subdividieron la unidad fisiográfica en tres tramos claramente diferenciados, estando la zona de estudio ubicada en el tramo central entre dichos puertos. En las últimas décadas nuevas infraestructuras portuarias y de defensa han magnificado aún más el problema.

Efectivamente, haciendo un cálculo de la profundidad activa, d^* , (profundidad a partir de la cual el movimiento de arena deja de ser significativo, tal como se ha comentado), se puede observar que la profundidad a la que llega el extremo del dique de Arenys está en el entorno de este valor, por lo que puede considerarse que dicho puerto está actuando como una barrera prácticamente total al transporte de sedimentos⁴. Ello comporta una acumulación de arena a levante del puerto y una erosión a poniente del mismo, al ser NE-SW la dirección predominante del movimiento de arenas. Al hecho de que el Puerto de Arenys actúe como una barrera casi total, hay que añadir:

- La construcción y en algunos casos posterior ampliación de las infraestructuras costeras y portuarias: puertos de El Balís, Mataró, Premià de Mar y El Masnou, cuyo impacto sobre la dinámica litoral resulta ser de gran importancia al establecer nuevas barreras totales al paso de la corriente sedimentaria NE-SW.
- La construcción en el siglo XIX de la línea ferroviaria de la costa y posteriormente de sus obras de defensa costera que se realizó sobre el trasdós natural de la playa eliminando totalmente la posibilidad de que dicha arena se incorporase a la dinámica litoral en caso de temporales (transporte transversal o de perfil).
- La pérdida de eficacia de la fuente principal de sedimentos, el río Tordera, debido a la acción humana por necesidades de agua y de áridos, urbanización del suelo, repoblación forestal, etc.

⁴ En el estudio "Segunda campaña de seguimiento de la evolución de las playas del Maresme. Tramo de Arenys de Mar a Port Balís (Barcelona)", que fue dirigido por el autor del presente proyecto, se efectuó un completo análisis mediante comparación de batimetrías, trazadores y modelado numérico y pudo comprobarse que el Puerto de Arenys no es una barrera total, y que deja pasar un transporte longitudinal (en dirección NE a SW) en el entorno de los 5.000 m³/año

(esto mismo es aplicable a las numerosas ramblas existentes en la zona y que en la actualidad apenas aportan sedimentos durante las crecidas debido a su fuerte urbanización). Por otra parte, dada la estructura rocosa del litoral al límite norte de esta unidad fisiográfica, no parece que a través de él se pueda incorporar material sedimentario a la unidad en cantidades significativas.

A la altura de Arenys, como se ha dicho, la construcción del puerto en la década de los años 30, supuso el establecimiento de una barrera casi total a la corriente sólida litoral. Las arenas que aportaba el río Tordera y que eran arrastradas por la acción de los diferentes agentes dinámicos hacia el sur-oeste quedaron atrapadas en la playa descansando en su dique de levante. Esta actuación impidió la alimentación de las playas situadas aguas abajo, produciéndose erosiones considerables.

La costa al sur del puerto, hacia Caldes d'Estrac y Sant Vicenç de Montalt, fue duramente castigada: las playas casi desaparecieron, de manera que la costa se presentaba sin arena y ocupada por escolleras longitudinales y espigones construidos en la década de los 50 con la intención de frenar la erosión. Sólo una pequeña playa situada al este del puerto de Arenys no desapareció ya que como consecuencia de la difracción del oleaje en el dique de abrigo se producían unas corrientes locales en sentido SW-NE que ocasionaron la acumulación de arena a poniente de contradique.

La causa de esta erosión generalizada es clara: la corriente longitudinal que se genera como consecuencia del clima de oleaje predominante en la unidad fisiográfica, saturaba su capacidad de transporte con la arena existente. Es decir, las playas aguas abajo del Puerto de Arenys pasaron a ser la nueva fuente de sedimentos, a costa de sufrir severas erosiones.

El puerto de El Balís es otro importante obstáculo en el movimiento de arena por la notable profundidad en que llega su dique de levante. Las medidas que se adoptaron para combatir la regresión de las playas situadas al sur de este puerto fueron las escolleras longitudinales. Estos métodos de defensa tuvieron que prolongarse aguas abajo a medida que progresaba la erosión (Sant Andreu de Llavaneres, Mataró, Cabrera de Mar...).

Un efecto parecido al del puerto de El Balís, fue el provocado por los puertos de Premià y el de El Masnou y posteriormente por el puerto de Mataró. Se han producido acumulaciones del sedimento en las playas del NE de los diques y erosiones aguas abajo de los puertos, pero los efectos han sido más reducidos y difíciles de delimitar por ser el resultado de superposiciones de causas.

A partir de la playa de Badalona comienza a hacerse notable el efecto de retención que provoca el dique del puerto de Barcelona, de modo que las playas más meridionales (Badalona, Sant Adrià, Barcelona) han ido sufriendo un proceso de acreción y por tanto aumentando paulatinamente sus superficies secas si bien localmente se han producido oscilaciones sin una tendencia definida como consecuencia del uso que tuvieron en el pasado, especialmente frente a la ciudad de Barcelona, en la que fueron utilizadas como vertederos de escombros. El esquema del funcionamiento de la dinámica litoral en esta unidad fisiográfica se puede apreciar en la Figura 101.- .

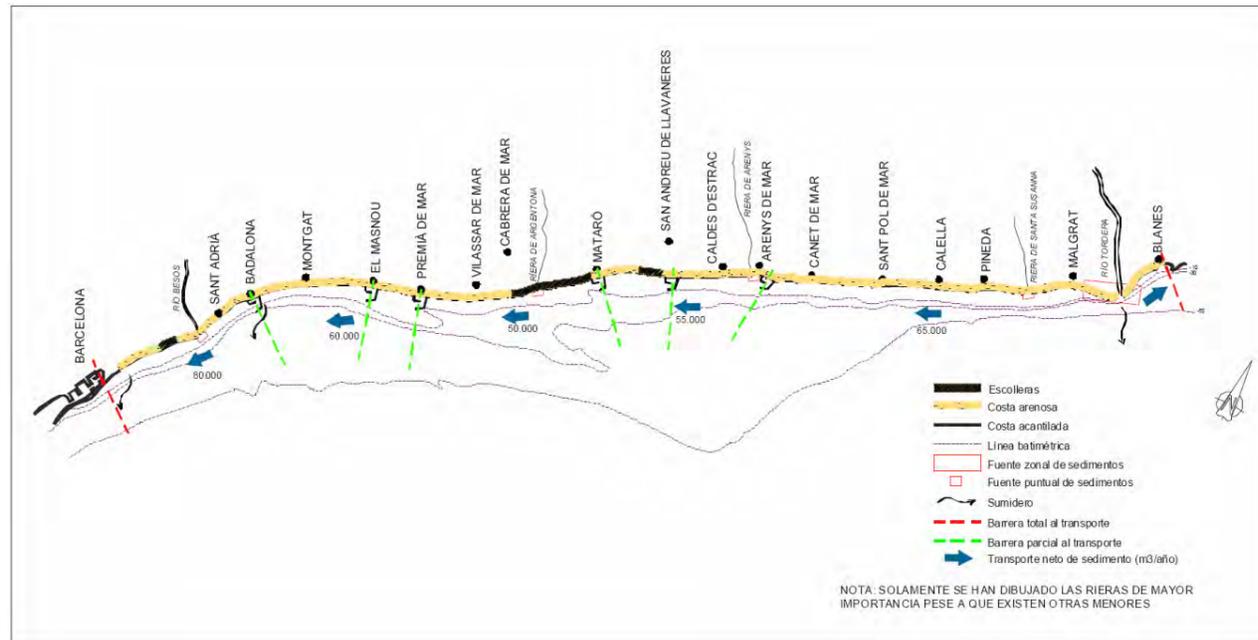


Figura 101.- Esquema del funcionamiento de la dinámica litoral en esta unidad fisiográfica (Fuente: CEPYC)

En la década de los 80 se llevaron a cabo actuaciones en el litoral del Maresme con el objetivo de recuperar el aspecto original de sus deterioradas playas. Este es el caso de las regeneraciones de la playa de Malgrat (eliminando parcialmente las obras de escollera) y del tramo El Masnou – Premià de Mar. De esta manera se consiguió no tan solo defender de la erosión estos tramos del litoral sino también darles un aspecto estéticamente más agradable minimizando el máximo posible la cantidad de escollera utilizada.

La última de estas grandes actuaciones consistió en la regeneración del tramo Puerto de Arenys - Puerto Balis (realizada entre 1992 y 1993), con la creación de una nueva playa con un ancho variable de la zona seca entre los 70 y los 110 metros y el desmantelamiento parcial de los espigones construidos en los años 50.

Posteriormente ya no se han efectuado grandes actuaciones en esta zona (con excepción de la realizada en 2005 en la que se vertió 1 millón de m³ de arena entre los municipios de Cabrera, Vilassar y Premià, de los cuales, 400.000 m³ a poniente del puerto de Premià), salvo aquellas puntuales recargas de arena necesarias para solucionar problemas locales de erosión, los cuales han seguido produciéndose como consecuencia del funcionamiento de la dinámica litoral comentado.

La siguiente tabla muestra las aportaciones de arena realizadas en la zona de estudio.

Tabla 20.- Aportaciones de arena realizadas en la zona de estudio. (Fuente: Demarcación de Costas en Cataluña)

Título	Año	Término Municipal	Volumen (m ³)	Procedencia
Regeneración de las playas del Maresme. Tramo Montgat-Premià	1986	Montgat-Masnou-Premià de Mar	2.228.888	Banco frente a Premià
Reposición de arenas. Playas Maresme (Premià de Mar) y Marbella	1988	Barcelona-Premià de Mar	904.517	Banco frente a Premià
Regeneración periódica del Maresme. Premià de Mar	1993	Premià de Mar	640.452	Banco frente a Premià
Recargas puntuales de arena Premià de Mar, Vilassar de Mar y Cabrera de Mar	2005	Premià de Mar, Vilassar de Mar y Cabrera de Mar	1.095.155 (1)	Banco frente a Premià
Mantenimiento y Conservación de la costa de Barcelona (2007-2009)	2009	Premià de Mar	80.959	Entorno Port Premià
Obras de emergencia en Premià de Mar	2010	Premià de Mar	33.406	Banco frente a Premià

(1) De este volumen, 397.890 m³ fueron vertidos a poniente del Puerto de Premià entre el 23-12-15 y el 01-01-16

Por otro lado se dispone de la siguiente información acerca de los trasvases de arena realizados por el concesionario del Puerto de Premià en los últimos años y que consistieron en la excavación de arena acumulada a levante y su vertido a poniente, en la playa de Pla de l'Ós.

Tabla 21.- Trasvases de arena realizados en el Puerto de Premià. (Fuente: Demarcación de Costas en Cataluña)

Año	Volumen (m ³)	Zona de excavación	Zona de vertido
2012	60.000	Playa apoyada en el dique	Playa de Pla de l'Ós
2013	30.000	Playa apoyada en el dique	Playa de Pla de l'Ós
2014	3.200	Playa apoyada en el dique	Playa de Pla de l'Ós
2015	5.351	Bocana	Playa de Pla de l'Ós

Evolución de la línea de costa

El Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX) dispone para toda la costa mediterránea española de una serie de restituciones fotogramétricas de la línea de costa obtenidas de fotografías aéreas de diferentes años (06/1947, 06/1957, 06/1965, 07/1973, 11/1977 y 06/1983 y 02/1995).

En la Figura 102.- se muestran dichas líneas de costa en el tramo entre los puertos de El Masnou y Premià. Puede apreciarse como a partir de 1965 (línea verde) se va notando el efecto del Puerto de El Masnou (inicialmente con sólo un espigón en las líneas de 1965 y 1973 -línea negra-, y ya posteriormente con la construcción del actual dique de levante) que supuso unas acumulaciones de sedimento y que la línea de orilla fuese avanzando de modo más o menos continuo hasta 1984 (línea roja).

En el resto de tramo hasta el puerto de Premià apenas se aprecia una progresiva erosión de la playa desde las líneas de 1947 (línea magenta) y 1957 (línea azul) hasta las más recientes (1984).



Figura 102.- Evolución histórica de la línea de costa entre 1947 y 1995 (Fuente: CEDEX)

La construcción del puerto de Premià (inicialmente un embarcadero de menores dimensiones) supuso un efecto similar al de El Masnou: acumulaciones y adelantamiento de la línea de orilla desde 1977 (línea cian) hasta 1995 (línea marrón). Puede apreciarse el gran avance de la línea de orilla entre 1983 y 1995 (línea marrón) debido a la gran aportación de arena realizada en la década de los 80.

Por su parte la Generalitat de Catalunya dispone de información cartográfica de las líneas de costa de los años 1995, 2000 y 2004. En la Figura 103.- (extraída del *Llibre Verd*) se presentan dichas líneas, en las que puede apreciarse una erosión generalizada desde 1995 en todo el tramo, si bien menores conforme nos acercamos al Puerto de El Masnou.

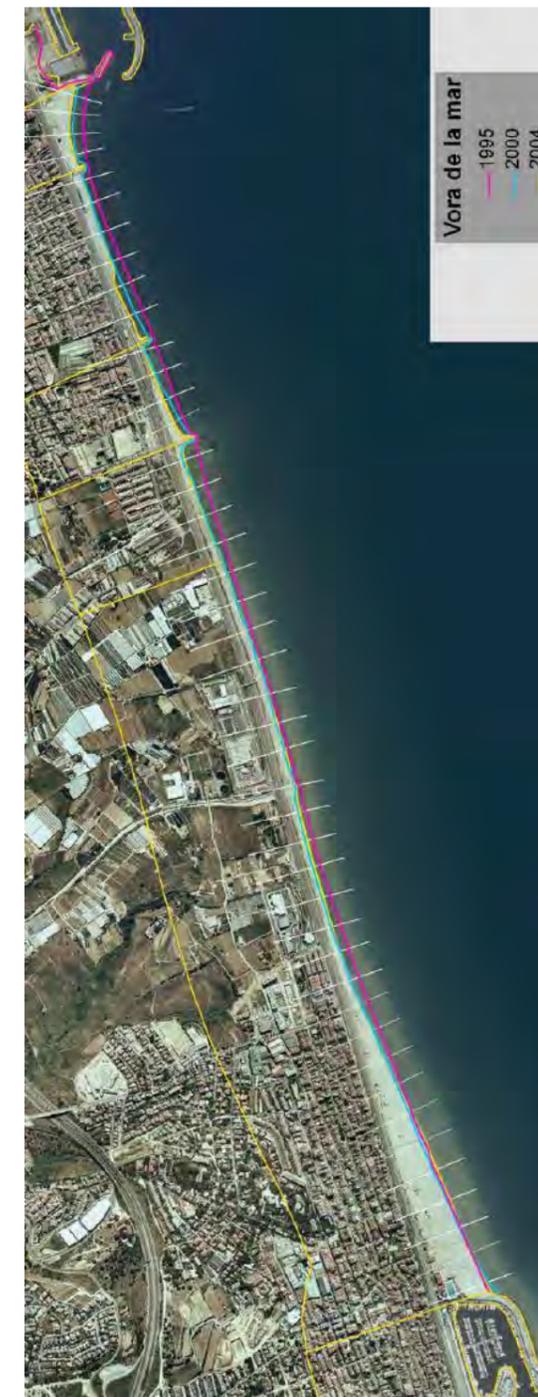


Figura 103.- Evolución histórica de la línea de costa entre 1995 y 2004 (Fuente: CIIRC / Generalitat de Catalunya)

De dicho comportamiento se infiere una clara tasa erosiva en lo que respecta a la evolución de la línea de costa en este período, tal como se muestra en la Figura 104.-, en la que solamente los 2 perfiles más occidentales muestran una evolución positiva (acreción).



Figura 104.- Tasas de evolución histórica de la línea de costa en m/año (Fuente: CIIRC / Generalitat de Catalunya)

Cuantitativamente se tiene que en la mitad oriental (playas de Bellamar, Pla de l'Ós, La Descàrrega y Ponent) la tasa media es un retroceso de la línea de costa superior a los 5 m/año, y en la mitad occidental (playa de Ocata) la tasa media es un retroceso entre 2 y 5 m/año.

Esta pérdida generalizada de sedimento en todo el tramo costero (pese al efecto barrera casi total del Puerto de El Masnou) no es consecuencia del transporte longitudinal, ya que éste a lo sumo provocaría una redistribución del material y solamente puede ser explicado mediante el transporte transversal, que se caracteriza por una movilización de la arena hacia zonas sumergidas más o menos profundas (en muchas ocasiones generando una barra) durante el ataque de los temporales de invierno, provocando el consiguiente retroceso de la línea de costa; posteriormente durante primavera y verano parte de esa arena es de nuevo transportada hacia la playa seca lo que permite recuperar parcialmente la posición de la línea de costa.

No obstante, el balance neto de este proceso generalmente es negativo por un doble motivo: i) durante los temporales más energéticos parte de la arena es transportada a grandes profundidades y ya no puede ser recuperada por la dinámica transversal y ii) la arena que durante los temporales hibernales es transportada a profundidades menores de la activa es arrastrada por las corrientes longitudinales ya que no existe ningún obstáculo que lo impida y esta arena no puede ser reemplazada (puesto que en esta zona no existe ninguna fuente de sedimento tras la construcción del puerto de Premià), de modo que se produce un déficit de arena para ser transportada hacia playa durante la primavera y verano. Por consiguiente una parte importante de la arena se pierde del sistema morfológico, de manera que las playas acaban teniendo una componente neta regresiva. Este efecto es especialmente notorio en las playas más orientales ya que las más occidentales sí reciben sedimento por lo que su recuperación puede ser mejor.

A partir de fotografías aéreas de *Google Earth* se ha analizado la evolución en el período 2004-2016 (ver Figura 105.- y Figura 106.-). Si bien en este caso la digitalización de la línea de orilla no es una fotorrestitución y presenta más error que en los casos anteriores, sí es útil para ver las tendencias cualitativas. Así puede apreciarse un importante avance de la línea de costa en todo el tramo analizado entre junio de 2004 y diciembre 2006 (consecuencia de la gran aportación de arena realizada en diciembre de 2005), si bien a partir de esta fecha se produce un comportamiento diferenciado:

- En el extremo oriental (playas de Bellamar, Pla de l'Ós, La Descàrrega y Ponent) la línea de costa retrocedió rápidamente: un año después (noviembre de 2007) la anchura de playa se había reducido a la mitad en las playas de Pla de l'Ós y La Descàrrega y siguió retrocediendo en 2008. A partir de esta fecha el comportamiento fue más errático, registrándose tanto avances como retrocesos.
- En el extremo occidental (playa apoyada en el dique del Puerto de El Masnou) siguió avanzando de manera más o menos continua hasta 2012, año a partir del cual la línea de costa comenzó a retroceder.

Es importante señalar que en este caso no se aprecia un comportamiento erosivo generalizado en la línea de costa como el de la Figura 104.-, sino que (al menos hasta 2012) la playa apoyada en el dique de El Masnou siguió avanzando como consecuencia del transporte longitudinal neto (que como ya se dijo tiene dirección NW a SE).

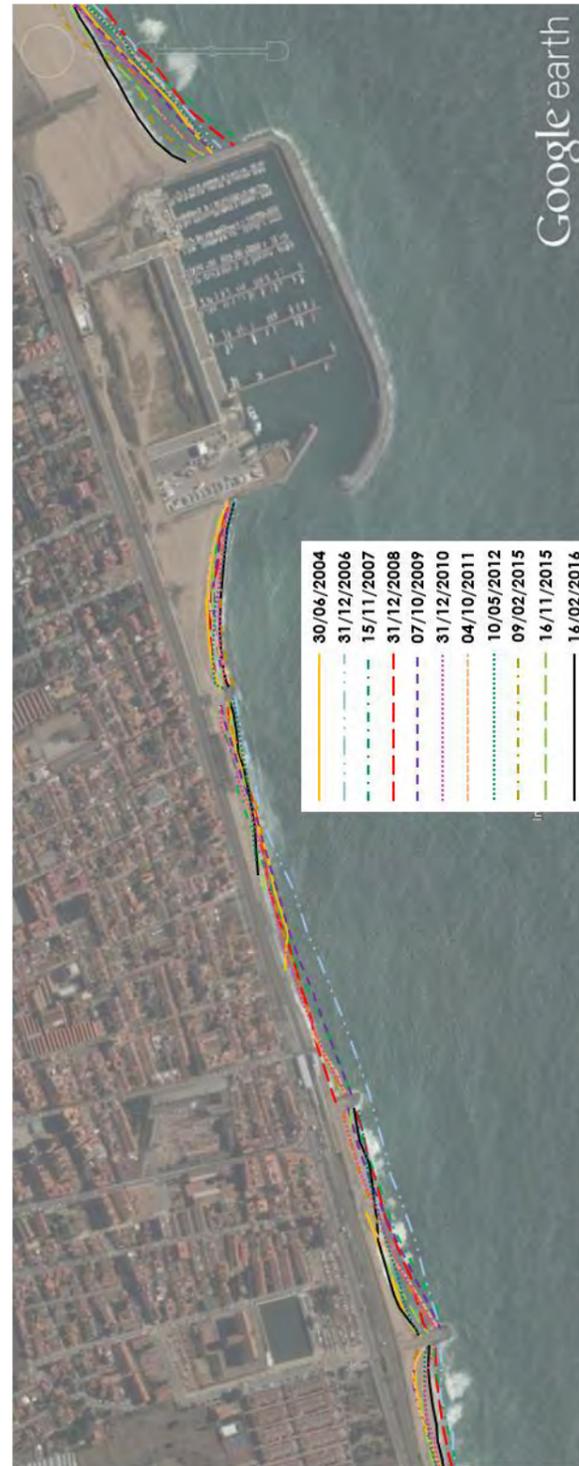


Figura 105.- Evolución histórica de la línea de costa entre 2004 y 2016 (Fuente: Elaboración propia a partir de fotos de Google Earth)

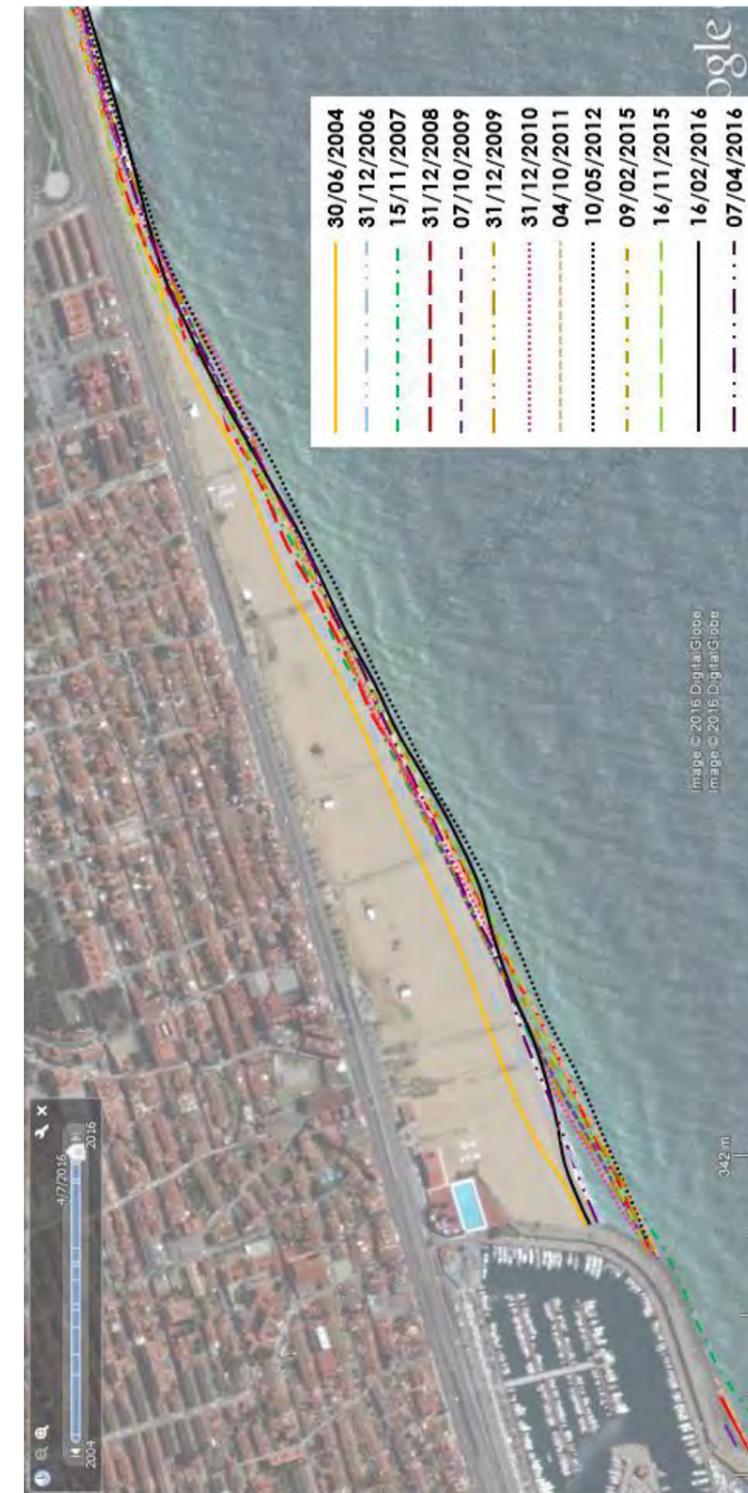


Figura 106.- Evolución histórica de la línea de costa entre 2004 y 2016 (Fuente: Elaboración propia a partir de fotos de Google Earth)

3.9.4.2.2 Evolución futura

De acuerdo con el apartado anterior, la evolución futura de las playas analizadas será probablemente la siguiente:

- Por lo que respecta a su comportamiento longitudinal, se seguirá produciendo un transporte neto de NW a SE de manera que en general la arena quedará acumulada en la playa apoyada en el Puerto de El Masnou (si bien existe una posición máxima de la línea de costa a partir de la cual la playa no puede avanzar más ya que el dique del puerto deja de tener efecto barrera –y que estará próxima a la de mayo de 2012 de la Figura 106.- . En los espigones existentes a poniente de las playas de Pla de l'Ós y La Descàrrega se seguirá acumulando arena (especialmente en este último caso) si bien las cantidades serán pequeñas ya que existe poca disponibilidad de material sedimentario, si bien de un modo global las playas de Pla de l'Ós, La Descàrrega y Ponent tendrán un comportamiento neto deficitario. En cualquier caso ante episodios de oleaje del SW estas tres playas bascularán temporalmente de manera que la arena se acumulará en el extremo de poniente de las playas. La playa de Bellamar al estar encajada entre el Puerto de Premià y el espigón que la separa de la playa de Pla de l'Ós tendrá un comportamiento en planta mucho más estable que el resto.
- En cuanto al comportamiento transversal, si bien el modelado numérico no ha detectado su existencia, los temporales hibernales movilizarán el sedimento del estrán de la playa hacia la berma sumergida y los oleajes de primavera y verano tenderán a transportar de nuevo esa arena hacia la playa seca, si bien una parte de sedimento habrá sido transportada por las corrientes longitudinales fuera del ámbito de las playas, por lo que no podrá reincorporarse a la dinámica transversal y volver a la playa seca o al estrán, y la fracción de sedimento movilizado hasta mayores profundidades por los temporales más intensos tampoco podrá ser movilizada por la dinámica transversal y se quedará en esas profundidades mayores, de modo que el balance neto en la zona será de pérdida de arena, que se traducirá en una regresión de la línea de costa y disminución de la superficie de playa seca.

3.10 COMUNIDADES NATURALES

3.10.1 COMUNIDADES PLANCTÓNICAS

El fitoplancton está compuesto por las especies de algas microscópicas y constituye la puerta de entrada de energía solar en el ecosistema pelágico, además de ser la base de su mantenimiento por la constante transferencia de energía hacia otros niveles tróficos (bentos, por ejemplo). En relación a la producción, que también será comentada en este capítulo, los factores que la limitan suelen ser los elementos nutritivos y la luz. En cuanto a la composición específica, en total hay identificadas del orden de unas 500 especies pertenecientes a los grupos Flagelados, Dinoflagelados, Diatomeas, Silicoflagelados, Cianofíceas y Cocolitoforales.

Los parámetros definidores del fitoplancton (biomasa y producción) presentan variabilidad anuales relacionadas con la disponibilidad de nutrientes. En invierno existe una fase de descanso, con valores

bajos de producción que da paso en primavera a la época más productiva. En verano desciende el número de células, la clorofila y la producción hasta entrar en invierno, con un segundo máximo relativo.

Finalmente, y en relación al ciclo anual, éste responde a las características estacionales ya comentadas para la calidad del agua. En otoño, en un momento dado, se produce la rotura de la termoclina, el agua se mezcla verticalmente y debido fundamentalmente al aporte de nutrientes (nitratos y fosfatos) tiene lugar una proliferación de diatomeas. Hacia el mes de enero se produce una interrupción en el aumento de fitoplancton.

La principal proliferación de fitoplancton en el ciclo anual tiene lugar entre mediados de febrero y mediados de marzo y, en general, aparece relacionada con la presencia de un afloramiento propiciado, según parece, por la acción del viento y la intercalación de aguas frías en profundidad. Al avanzar la estación, tiene lugar una discontinuidad hidrográfica y el plancton se hace súbitamente muy pobre. En los meses de abril y mayo la composición florística mayoritaria corresponde a las Diatomeas y a continuación la estratificación estival, marcada por intensos gradientes y un empobrecimiento casi absoluto en nutrientes de las aguas superficiales, con predominio en este caso de Dinoflagelados.

El zooplancton tiene a su cargo, como primer nivel de consumidores el concentrar la materia y la energía producidas por el fitoplancton que, debido a sus reducidas dimensiones y a su dispersión en el medio, requeriría un consumo de energía desproporcionado a su valor nutritivo si tuviese que ser explotado por los peces directamente. El grupo más abundante es el de los Copépodos. Desde el punto de vista del funcionamiento de la red trófica, herbívoros y omnívoros componen entre el 70 y 95% de los grupos, en función de la época del año.

3.10.2 COMUNIDADES BENTÓNICAS

La cartografía bionómica se ha obtenido haciendo uso de las diferentes metodologías aplicadas, que en resumen, ha consistido en la integración de 4 fuentes principales de información: los resultados de la prospección de sónar de barrido lateral, el registro videográfico, el muestreo directo sobre los poblamientos bentónicos, y la consulta de otras cartografías procedentes de fuentes bibliográficas de la zona.

Para establecer la nomenclatura de los hábitats marinos, se ha seguido la clasificación jerárquica del "Inventario Español de Hábitats y Especies marinos (IEHEM)". El Inventario se constituye como el instrumento para recoger la distribución, abundancia, estado de conservación y la utilización de patrimonio natural, con especial atención a los elementos que precisen medidas específicas de conservación o hayan sido declarados de interés comunitario.

Tal y como prevé la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad, el Inventario Español de Hábitats y Especies Marinos forma parte de otro global denominado Inventario Español del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad, regulado a través del Real Decreto 556/2011, de 20 de abril, para el desarrollo del Inventario español del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad.

De esta manera se han identificado los siguientes 5 hábitats:

Hábitats del Piso Supralitoral sedimentario (0102):

Arenas medias supralitorales (01020104)

Hábitats del Piso Medioltoral sedimentario (0202):

Arenas finas y medias mediolitorales (02020208)

Hábitats del Piso Infralitoral y circalitoral sedimentario (0304):

Arenas medias y finas infralitorales de zonas batidas (03040219)

Arenas finas infralitorales bien calibradas (03040220)

Hábitats de Praderas de fanerógamas (0305):

Praderas mediterráneas de *Cymodocea nodosa* de zonas abiertas, profundas, sobre arenas (030509)

En la Tabla 22.- se enumeran los hábitats marinos identificados y el rango batimétrico del área de estudio en el que se localizan.

Tabla 22.- Inventario español de hábitats marinos (Fuente: Tecnoambiente)

Inventario Español de hábitats marinos		
Código Hábitat	Descripción	Rango batimétrico
PISO SUPRALITORAL SEDIMENTARIO (0102)		
01020104	Arenas medias supralitorales.	>+0,5 m
PISO MEDIOLTORAL SEDIMENTARIO (0202)		
02020208	Arenas finas y medias mediolitorales.	+0,5 / +0 m
PISOS INFRALITORAL Y CIRCALITORAL SEDIMENTARIOS (0304)		
03040219	Arenas medias y finas infralitorales de zonas batidas	+0 / -5 m
03040220	Arenas finas infralitorales bien calibradas	-5 / -18m
PRADERAS DE FANERÓGAMAS (0305)		
030509	Praderas mediterráneas de <i>Cymodocea nodosa</i> de zonas abiertas, profundas, sobre arenas	-6 / -9 m
Fuente: Guía interpretativa del Inventario Español de Hábitats Marinos http://www.magrama.gob.es/es/costas/temas/proteccion-medio-marino/GUIA_INTERP_HABITATS_WEB_tcm7-270736.pdf		

3.10.3 HÁBITATS SEDIMENTARIOS SUPRALITORALES (0102) Y MEDIOLTORALES (0202)

En la parte superior de las playas barridas por las mareas o por la influencia de las olas, y de las llanuras sedimentaria se encuentran depósitos sedimentarios, que dependiendo de su granulometría pueden variar desde fangos, en las zonas más resguardadas, como estuarios y medios lagunares, a arenas,

gravas y guijarros, en las zonas más abiertas. Se trata de uno de los ambientes de mayor uso recreativo. Desde el punto de vista biológico se caracteriza por la casi total ausencia de especies de la fauna y flora, debido a la inestabilidad de los sedimentos y las condiciones adversas de insolación y desecación. Sólo los restos vegetales arrojados a la playa, que aportan materia orgánica y humedad, permiten la presencia de especies detritívoras y, más raramente carroñeras. En la zona de estudio se encuentran las denominadas "arenas medias supralitorales" (01020104).

Ya en la parte más baja de las playas, batida por las olas, aumenta el número de especies, principalmente poliquetos, anfipodos y algunos bivalvos. En la zona de estudio se encuentran las denominadas "Arenas finas y medias mediolitorales" (02020208).

3.10.4 HÁBITATS DE ARENAS Y ARENAS FANGOSAS INFRALITORALES (030402)

En general, las arenas superficiales sometidas a la acción del oleaje, aparecen en un primer nivel batimétrico –franja de los 3 ó 4 primeros metros de profundidad–, constituyendo las denominadas "arenas medias y finas infralitorales de zonas batidas" (03040219). En este tipo de fondos no existen macrófitos y las especies dominantes suelen ser principalmente moluscos bivalvos de las familias *Veneridae*, *Donacidae* y *Tellinidae*.

Por debajo de estos fondos de arenas finas superficiales, donde el oleaje deja de tener un efecto directo, aparecen unas arenas muy homogéneas de origen terrígeno poco enfangadas; en el Mediterráneo, son las denominadas "arenas finas infralitorales bien calibradas" (03040220). Ocupan grandes extensiones, a una profundidad de entre 5 y 20 m. La fauna de este tipo de fondos está constituida mayoritariamente por moluscos (bivalvos y gastrópodos), crustáceos, equinodermos y peces, con ausencia de algas y escasez de organismos suspensívoros.

Este hábitat se encuentra representado en todo el ámbito de estudio.

3.10.5 HÁBITAT DE PRADERAS MEDITERRÁNEAS DE CYMODOCEA NODOSA DE ZONAS ABIERTAS, PROFUNDAS, SOBRE ARENAS (030509)

Esta fanerógama, de un tamaño notablemente inferior al de *Posidonia oceanica*, presenta un desarrollo marcadamente estacional, cuyo crecimiento se produce entre mayo y octubre, siendo muy acusado en los meses de verano. Durante el invierno puede llegar a perder la totalidad de las hojas, persistiendo sólo los rizomas. *Cymodocea nodosa* es, después de *Posidonia O*, la segunda fanerógama marina en importancia en el Mediterráneo, por su envergadura y por la extensión que ocupan sus praderas. Es un hábitat incluido en 2011 en el 'Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial' y que por tanto debe ser protegido. Se trata de una planta típicamente colonizadora o pionera, con una amplia tolerancia ambiental. Crece desde las aguas superficiales hasta unos 30 m de profundidad. Se encuentra muy diseminada y ocupa generalmente pequeñas extensiones, casi siempre sobre sustratos arenosos o arenoso-fangosos y, más raramente, rocosos. Esta especie fanerógama rizomatosa, además de estabilizar el sustrato con su sistema radicular, sirve como soporte para una gran cantidad de algas filamentosas e invertebrados, que se instalan sobre sus hojas, y como

lugar de desarrollo de una gran cantidad de alevines y juveniles de peces propios de los fondos rocosos, que encuentran aquí un ambiente propicio, con abundancia de alimento y sin los depredadores de las zonas rocosas, por lo que tiene gran valor ambiental

En la mitad oriental de la zona de estudio se ha detectado la presencia de esta fanerógama en algunas zonas muy puntuales de entre las cotas de -6 y -9 m de profundidad y entre la -11 y la -12,5. Aparece como manchas muy dispersas y con una cobertura muy poco densa, tal como se ha podido comprobar en la Figura 40.- y plano A1.4.3, en los que está representada por las zonas de color verde.

3.11 ESPACIOS NATURALES PROTEGIDOS

En el entorno de la zona del proyecto se localizan los siguientes espacios naturales protegidos:

- LIC Costes del Maresme (ES5110017). Se trata de un espacio marino con una superficie de 2906,36 Ha situado en la costa del Maresme frente a Mataró (ver Figura 107.-), que presenta un elevado interés de conservación ya que alberga una importante pradera de *Posidonia Oceanica*, fanerógama que genera los ecosistemas más importantes del Mediterráneo. Muchas especies encuentran los nutrientes necesarios para su supervivencia así como el hábitat adecuado entre los brotes de posidonia y sus rizomas, que llegan a constituir un enorme entramado recubierto de sedimentos donde se alojan multitud de individuos. Los hábitats de interés comunitario (Anejo II de la Directiva 92/43 de Hábitats) presentes en el espacio son el 1120. Algares de posidonia y el 1170. Fondos marinos rocosos y concreciones biogénicas sublitorales. La única especie de interés comunitario (Anejo II de la Directiva 92/43 de Hábitats) de presencia probable en el espacio es la 1.224 *Caretta caretta*.



Figura 107.- Ubicación del LIC Costes del Maresme (ES5110017) (Fuente: Generalitat de Catalunya)

- LIC Serres del litoral septentrional (ES510011). Se trata de un conjunto fisiográfico complejo con una superficie de 19.463,2 Ha integrado por varias unidades, de las cuales la más cercana a la zona de proyecto es La Conreria - Serra de Sant Mateu - muntanyes de Cèllec (ver Figura 108.-), con predominio de materiales graníticos y esquistosos. Se trata de un espacio característico del país del encinar litoral donde tienen gran importancia las pinedas litorales del pino piñonero; su fauna es la característica de los ambientes mediterráneos, sólo con algunas penetraciones extra-mediterráneas en los enclaves más húmedos.

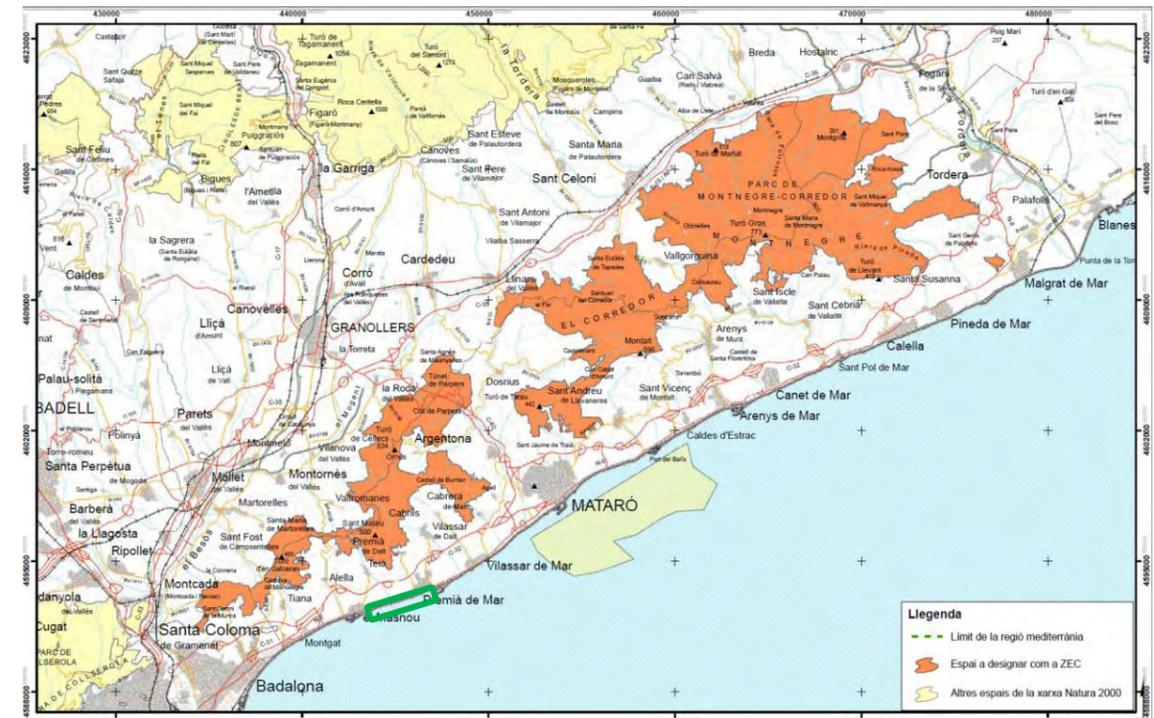


Figura 108.- Ubicación del LIC Serres del litoral septentrional (ES510011) (Fuente: Generalitat de Catalunya)

3.12 ACTIVIDAD PESQUERA

Los puertos pesqueros más próximos a la zona de proyecto son los de Badalona (situado a unos 10 km al sur) y el de Arenys (a unos 21 km al norte).

En la Tabla 23.- y Tabla 24.- se muestran las capturas a lo largo de 2016 comercializadas en las lonjas de ambos puertos. Puede comprobarse que el volumen de capturas en el puerto de Arenys es muchísimo mayor que en el de Badalona.

La zona de proyecto se sitúa en las denominadas aguas interiores, en las cuales la competencia sobre pesca corresponden a la Generalitat de Catalunya.

Tabla 23.- Capturas en la Lonja de Arenys durante 2016 (Fuente: Generalitat de Catalunya)

Especie	Captura (kg)	Especie	Captura (kg)
Agulla prima	1	Llisses nep	3.587
Alatxa	6.453	Llobarro	164
Aranya blanca	2.997	Llorito	733
Aranya de cap negre	3.620	Lluç	31.331
Bacora	274	Lluerna rossa	3.643
Bàcoreta	1.393	Mabre	663
Besuc	14.567	Maire	8.621
Besuc de la piga	143	Melva	350
Bis	69.175	Mero	81
Boga	1.886	Moixina	412
Bonitol	52.267	Moll de fang	30.319
Bròtola de fang	14.384	Moll de roca	18.528
Bròtola de roca	50	Morena	396
Bruixes	4.723	Morruda	608
Cabrot	187	Negret	85
Calamar	14.942	Oblada	341
Calamarcets	88	Orada	11.483
Canana	10.233	Pagell	27.110
Càntera	2.438	Pagre	1.744
Capellà	6.224	Palaia	1.367
Cap-roig	2.135	Palometa blanca	249
Cargol de punxes	4	Palomida	287
Castanyola	5	Peix de plata	131
Cirvia	2.524	Penegal	4.144
Claus	10.436	Pessic	231
Congre	5.437	Pop blanc	14.866
Corball de roca	233	Pop mesquer	10
Cranc de sopa	2.311	Pop roquer	17.359
Déntol	2.885	Rajades nep	17.119
Diversos cartilaginosos	24	Rap	18.847
Diversos osteictis	383	Rap vermell	2.379
Donzella	2	Rata	6.161
Dot	15	Rèmol empetxinat	95
Emperador	11.458	Rom	587
Escamarlà	9.626	Sabre	36
Escolà	15	Salpa	11.409
Escòrpores /captinyós/ rufins	1.264	Sardina	640.810
Espardenya	90	Sarg	4.628
Esparrall	308	Sarg imperial	335
Espet	2.752	Seitó	885.988
Galera	27	Sepions	2.491
Gall	895	Serrans nep	1.210
Gamba blanca	14.603	Sípia	17.735
Gamba panxuda	374	Sonso	49.169
Gamba rosada	44.428	Sorell fumat	2
Gambetes	3.397	Sorells	38.767
Gat	2.487	Tacó	2.405
Llagosta	222	Tallahams	624
Llagostí	217	Tonyina	17.100
Llamàntol	133	Variada	12.735
Llampuga	423	Verat	859
Llavió	268	Veta	4.388
Llenguado	2.334	Xinxà	6
Llenguado nassut	186	Xucles/gerrets	364
Llenguado portugués	42	Xúia	10
		TOTAL GENERAL	2.243.089

Tabla 24.- Capturas en la Lonja de Badalona durante 2016 (Fuente: Generalitat de Catalunya)

Especie	Captura (kg)	Especie	Captura (kg)
Aranya blanca	12	Lluç	1.973
Besuc	29	Lluerna rossa	49
Besuc de la piga	435	Mabre	114
Bis	55	Melva	75
Bonitol	594	Mero	25
Bròtola de fang	47	Moll de fang	701
Calamar	4	Orada	214
Canana Vera	8	Pagell	616
Capellà	52	Palaia	657
Castanyola	5	Peluda pigallada	73
Cirvia	35	Pop blanc	2
Congre	95	Pop roquer	161
Corball fosc	14	Rajades nep	225
Diversos osteictis	977	Raps nep	2.319
Escòrpora allargada	162	Rata	305
Gall	16	Rèmol empetxinat	46
Garota	1	Sarg	88
Llagosta	37	Sípia	696
Llagostí	26	Sonso	170
Llamàntol	22	Sorells	259
Llenguado	340	Tallahams	5
Llobarro	20	Verat	195
		TOTAL GENERAL	11.955

3.13 ELEMENTOS ANTRÓPICO SUBMARINOS

El listado de elementos antrópicos detectado en la zona de actuación se muestra en el Apéndice 1 del Anejo 1 de los Proyectos.

Destaca la presencia de una serie de emisarios submarinos que han sido tenidos en cuenta en la definición final de la excavación de la actuación nº 2.

3.14 PATRIMONIO CULTURAL

No se han detectado elementos a tener en consideración en este capítulo.

3.15 PAISAJE

Según el Convenio Europeo del Paisaje, paisaje es "cualquier parte del territorio tal como la percibe la población, cuyo carácter sea el resultado de la acción y la interacción de factores naturales y/o humanos". Entre las medidas específicas de dicho Convenio (incluidas en su capítulo 6) figura "calificar los paisajes así definidos, teniendo en cuenta los valores particulares que les atribuyen las Partes y la población interesadas".

De acuerdo con el "Catálogo del paisaje de la Región Metropolitana de Barcelona" editado por el Observatori del Paisatge de la Generalitat de Catalunya en la unidad de paisaje denominada "Baix Maresme" se detectan diferentes elementos de paisaje, como se muestra en la Figura 109.-



<p>VALORS SOCIALS</p> <ul style="list-style-type: none"> GR - 83: Camí del Nord o del Canigó GR 102 Montnegre-Riells GR 113 Mataró-Montnegre GR - 92: Sender del Mediterrani Portbou-Uldecona Meridià Verd Rutes amb cotxe Platja Sistema d'espais lliures Equipaments d'educació ambiental Conjunts d'hortets amb valor social i paisatgic Fires i Mercats representatius <p>VALORS HISTÒRICS</p> <ul style="list-style-type: none"> nucli antic Clutats balneari Jardins Singulars privats BCIN: castells, torres... BCIN: masies, masos... BCIN: cases, palaus, Institucions... Camins Reials i Camí Real Via Augusta 	<p>VALORS ESTÈTICS</p> <ul style="list-style-type: none"> Referents visuals (grau d'exposició visual alt) Penya-segats Transformació estacional de forma i color (boscós) Castell Muralles Plantació de pollancre Bosc de ribera Vinya Fruïlers de secà Arbres monumentals Cultius d'horta en estructura llinal de valls Nuclis estructurats pel sistema de rieres Conreus aïllats en matriu forestal Conreus herbacis vora mar <p>VALORS PRODUCTIUS</p> <ul style="list-style-type: none"> Voluntats Reconeguts (DO, IDG) Altres productes de qualitat Agricultura rural marges de pedra seca vinculada al ús productiu Canals, recs i sèquies Principals ports esportius Principals ports generals Rutes Modernistes
--	--

En el entorno de la zona de actuación destacan las siguientes:

- Playa (catalogada como “Valor social”)
- Sistema de espacios libres (catalogada como “Valor social”)
- Puertos (catalogada como “Valor productivo”)
- Mar (catalogada como “Valor estético”)

En dicho documento como objetivo de calidad paisajística se incluye “una fachada marítima y unos asentamientos interiores que mantengan la identidad paisajística, ordenados, que mantengan sus valores y los valores de los espacios circundantes, y con unos accesos a los núcleos de calidad”.

En cuanto a las propuestas de criterios y acciones dirigidas prioritariamente a la ordenación se incluye “velar por la correcta ordenación de los frentes marítimos, para adaptarlos a las especificidades geomorfológicas, de patrimonio y de edificación del lugar. Se consideran zonas prioritarias de actuación las franjas costeras con continuos urbanos del Masnou - Premià de Mar - Vilassar de Mar - Mataró y entre Caldes d’Estrac y las urbanizaciones del municipio de Sant Andreu de Llavaneres”.

En cualquier caso conviene destacar que las zonas de actuación se encuentran fuertemente antropizadas, tal como puede apreciarse en las Figura 110.- y Figura 111.-, pues al estar dentro de los núcleos urbanos de El Masnou y Premià de Mar, están rodeadas por edificios y el paseo marítimo, además de la línea de ferrocarril Barcelona – Francia y la carretera nacional N-II. Asimismo desde la playa se aprecian obras de escollera: espigones junto al puerto de Premià, escollera longitudinal a lo largo de la playa en varios tramos y los diques de los Puertos de Premià y Masnou (ver Figura 112.-).

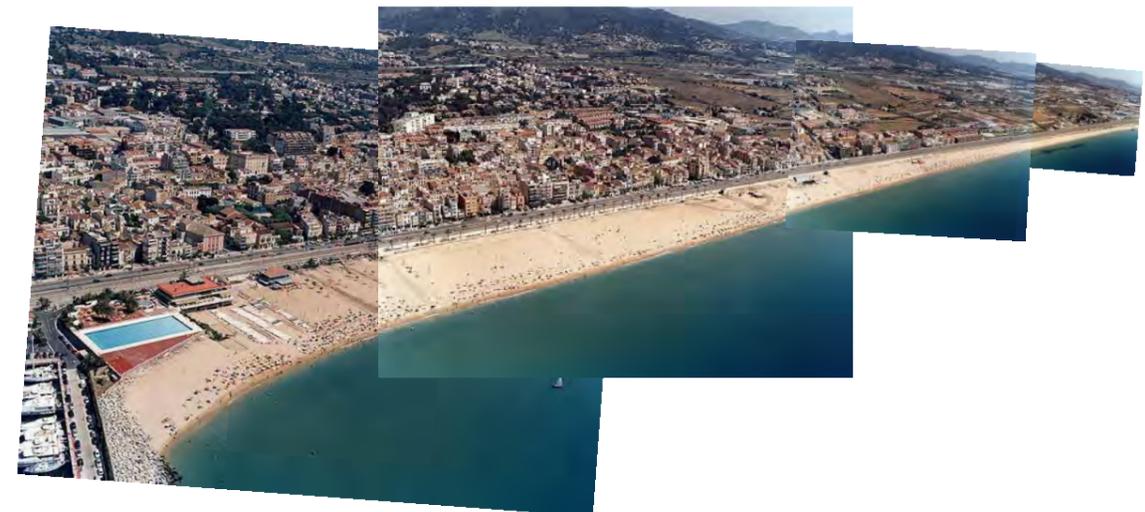


Figura 110.- Fotografías del entorno de las zonas de actuación en El Masnou (Fuente: MAPAMA)

Figura 109.- Elementos de paisaje en el entorno de la obra (Fuente: Observatori del Paisatge)

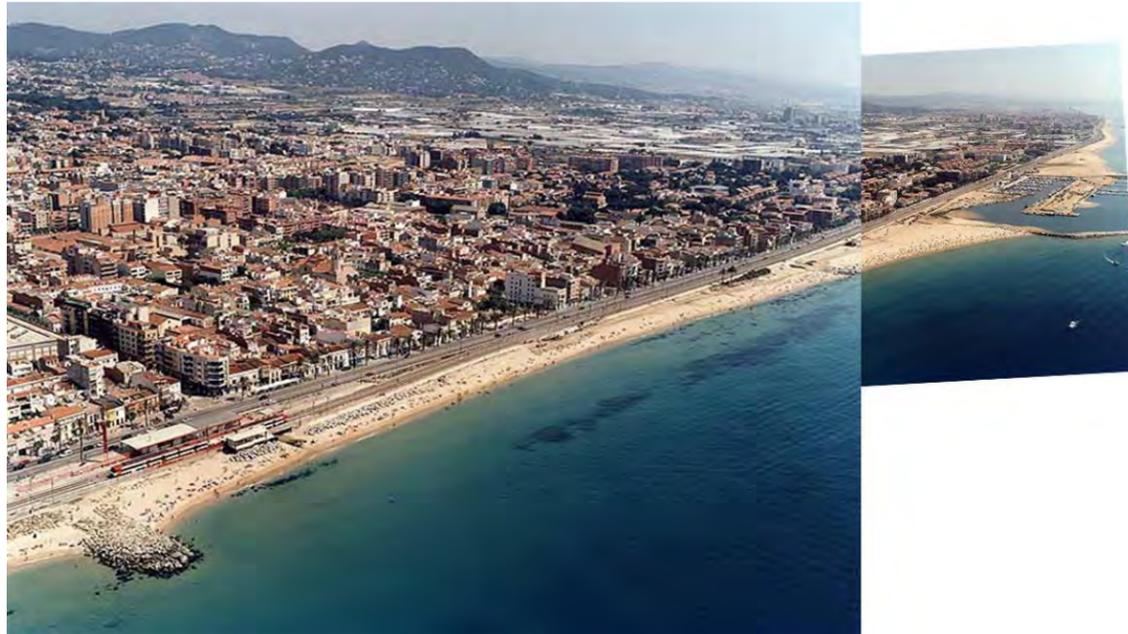


Figura 111.- Fotografías del entorno de las zonas de actuación en Premià de Mar (Fuente: MAPAMA)



Figura 112.- Arriba: Extremo occidental de la playa del Pla de l'Ós en Premià de Mar –junto al primer espigón–. Abajo: Parte occidental de la playa de Ocata, apoyada en el dique del puerto deportivo de El Masnou (Fuente: elaboración propia)

3.16 INTERACCIONES ECOLÓGICAS CLAVES

Una vez conocidas las características de la obra objeto de proyecto, así como las del medio en el que pretende ser desarrollada, se está en condiciones de definir las interacciones ecológicas clave, tal como se solicita en el Anexo VI de la Ley 21/2013.

Por interacciones ecológicas clave, se entiende la serie de procesos naturales importantes que pueden verse significativamente interferidos por alguna acción o componente del proyecto considerado y que por tanto relaciona los elementos generadores de impacto (la obra) y los elementos receptores de impacto (el medio físico y socioeconómico) a través de los mecanismos generadores de impacto.

3.16.1 ELEMENTOS GENERADORES DE IMPACTO

Los elementos generadores de impacto están directamente implicados con las distintas operaciones básicas incluidas en la obra. En particular se han identificado los siguientes.

Durante la fase de construcción

- Extracción de materiales (escollera). Durante la extracción de la escollera de las canteras la maquinaria empleada producirá ruidos y la emisión de contaminantes atmosféricos.
- Dragado de la arena. Durante las operaciones de dragado de la arena la maquinaria empleada (draga de succión para la actuación 1 y de cortador para la actuación 2) producirá ruidos y la emisión de contaminantes atmosféricos. Asimismo debe tenerse presente que durante estas operaciones se producirá el vertido al agua de finos presentes en la arena como consecuencia de las operaciones de "over-flow" de la cántara. Esto comportará un incremento de la turbidez del agua que puede afectar a las especies más próximas e incluso podría implicar una modificación de la calidad química del agua, si bien esto último se considera poco probable.
- Transporte de materiales (escollera / arena). Durante el transporte por carretera de la escollera desde la cantera hasta la obra (en camión) y de la arena de aportación (en el caso de la draga de succión en la cántara de la propia draga y en el caso de la draga de cortador a través de la tubería de bombeo) la maquinaria empleada producirá ruidos y la emisión de contaminantes atmosféricos
- Vertido/colocación de los materiales en el agua (arena / escollera). Durante las operaciones de vertido y colocación de escollera en los espigones y de vertido y extensión de arena en la playa, la maquinaria empleada producirá ruidos y la emisión de contaminantes atmosféricos. Asimismo debe tenerse presente que durante estas operaciones se producirá el vertido al agua de los finos presentes en la arena y en las escolleras (no obstante, debe tenerse en cuenta que en promedio la arena que se propone emplear para la creación de la nueva playa –y que en volumen es el material mayoritario en la obra– tiene un porcentaje de finos reducido (inferior al 1,2% en el caso de la arena del yacimiento submarino e inferior al 0,8 % en el caso de la mitad occidental de la playa de Ocata), entendiéndose por finos aquellas partículas con un tamaño inferior a 0,063 mm). Esto comportará un incremento de la turbidez del agua que puede afectar a las especies más

próximas e incluso podría implicar una modificación de la calidad química del agua, si bien esto último se considera poco probable.

- Vertido accidental de hidrocarburos. Durante las operaciones descritas anteriormente se puede llegar a producir el vertido accidental de aceites, lubricantes... tanto en medio terrestre como marino, si bien se le debe conceder una baja probabilidad de ocurrencia.

Durante la fase de explotación

- Presencia de nuevos espigones. La presencia de los nuevos espigones una vez que su construcción haya sido finalizada supondrá por un lado un efecto barrera al transporte sedimentario (con la consiguiente alteración de la dinámica marina y el balance de sedimentos), la modificación de la batimetría y la ocupación de espacios habitados por comunidades marinas, lo que supone una alteración de sus condiciones actuales (por un lado aterramiento de las comunidades bentónicas presentes debido a la deposición de los materiales, pero por otro creación de una obra similar a un arrecife que permitirá el desarrollo de otro tipo de especies). Finalmente supone una alteración del actual paisaje costero, caracterizado por una artificialización. No obstante es una obra en las que se han minimizado lo máximo posible las cotas de coronación, sin superar en ningún caso la actual cota de la berma de la playa. Además, como ya se ha comentado, en las proximidades de la zona ya existen este tipo de estructuras.
- Ampliación de la superficie de playa seca (relleno de arena). La ampliación de la superficie de playa seca una vez que su construcción haya sido finalizada supondrán por un lado la modificación de la batimetría y la ocupación de espacios habitados por comunidades marinas, lo que supone una alteración de sus condiciones actuales (aterramiento de las comunidades bentónicas presentes debido a la deposición de los materiales). Asimismo supone una alteración del actual paisaje costero. Finalmente la creación de la nueva playa permitirá un mayor desarrollo de las actividades recreativas y de ocio.

3.16.2 ELEMENTOS RECEPTORES DE IMPACTO

Por lo que respecta a los elementos receptores de impacto, están formados por los distintos componentes del medio que pueden resultar afectados directa o indirectamente por la obra. En particular se han identificado los siguientes, que han sido agrupados en aquellos pertenecientes al medio abiótico, al medio biótico y al medio antrópico (que incluye el perceptual –paisaje- y el socio-económico).

Medio abiótico

- Fondo marino
- Aire
- Agua

Medio biótico

- Comunidades naturales
- Espacios Naturales Protegidos

Medio antrópico

- Paisaje
- Actividades socio- económicas

3.16.3 MECANISMOS DE GENERACIÓN DEL IMPACTO

La interacción entre elementos generadores y receptores de impacto se produce a través de una serie de mecanismos, lineales en unos casos y complejos en otros, que en el caso de una obra como la analizada presenta un ámbito espacial de influencia reducido, limitado además en el tiempo. A continuación, se identifican los principales mecanismos a través de los cuales se producen los diferentes impactos detectados.

3.16.3.1 Sobre el medio abiótico

El medio físico-químico constituye el soporte del conjunto de sistemas, por lo que los mecanismos de actuación sobre él trascienden a los componentes bióticos que mantienen una relación de equilibrio con la calidad del medio. Por ejemplo, toda modificación significativa y persistente en la transparencia del agua o en su calidad química (concentración de nutrientes, oxígeno disuelto, etc.) implica una alteración en la estructura de las comunidades naturales, con un grado de sensibilidad diferente; así, las comunidades bentónicas, por su dependencia del sustrato y la falta de capacidad de huida, son las más influenciadas por las alteraciones del sistema como se describe más adelante.

Los mecanismos generadores de impacto sobre este medio que se han detectado son los siguientes (en letra cursiva se ha señalado la componente del medio abiótico sobre la que actúan):

- 1.- Afección a la dinámica litoral como consecuencia de la creación de barreras al transporte litoral [*fondo marino*].
- 2.- Modificación de la batimetría y naturaleza del sustrato como consecuencia del vertido de materiales sobre los actuales fondos y que en el caso de los espigones además es de naturaleza diferente, al tratarse de roca en lugar de la arena actualmente existente [*fondo marino*].
- 3.- Alteración de la calidad atmosférica y acústica de ida a la emisión de ruidos y contaminantes por parte de la maquinaria empleada en la obra [*aire*].
- 4.- Incremento de la turbidez en la columna de agua como consecuencia de la puesta en suspensión de la fracción fina de los materiales durante la fase de obras [*agua*].
- 5.- Alteración de la calidad química del agua como consecuencia de la puesta en suspensión de la fracción fina de los materiales con la eventual movilización de nutrientes y sustancias contaminantes contenidas en los materiales, así como por el vertido accidental de hidrocarburos, todo ello durante la fase de obras [*agua*].

3.16.3.2 Sobre el medio biótico

La complejidad de las comunidades bentónicas las convierte en indicadoras de los cambios en el sistema ya que su inmovilidad las hace muy dependientes de las condiciones del entorno y de las

modificaciones que los vertidos y eventuales dragados puedan introducir (esto justifica su estudio preferente frente a otros comportamientos del medio biótico).

Los mecanismos generadores de impacto sobre este medio que se han detectado son los siguientes (entre paréntesis se ha señalado la componente del medio biótico sobre la que actúan):

- 6.- Afección a las comunidades naturales terrestres florísticas o faunísticas, debido a la eventual destrucción o perturbación generada en la zona de extracción de la escollera [comunidades naturales].
- 7.- Afección a las comunidades bentónicas, por un lado debido al dragado de la arena a emplear en la regeneración y a la ocupación directa del fondo marino por el material de escollera para la construcción de los espigones y por la arena aportada para la creación la nueva playa y por otro lado como consecuencia de la modificación de las condiciones en el agua (turbulencia y calidad química, incluyendo el vertido accidental de hidrocarburos) durante la ejecución de las obras y que en este caso afectaría también temporalmente a comunidades ubicadas fuera de la zonas ocupadas directamente por las obras. Además una vez finalizadas las obras la tipología de obra de los espigones (tipo arrecife) podría favorecer el desarrollo de especies bentónicas [comunidades naturales].
- 8.- Afección a las comunidades planctónicas y neríticas, consistente en la modificación de las comunidades de fitoplancton a causa del cambio en las condiciones físicas (turbidez) o químicas (nutrientes e hidrocarburos vertidos accidentalmente) del medio durante la ejecución de la obras. Por otro lado una vez finalizadas las obras la tipología de obra de los espigones (tipo arrecife) podría favorecer el desarrollo de especies neríticas [comunidades naturales].
- 9.- Afección a hábitats protegidos (*Cymodocea Nodosa*) fuera de los Espacios Naturales Protegidos, como consecuencia de la puesta en suspensión de finos durante la ejecución de la obra y que eventualmente podrían llegar a las zonas ocupadas por estas especies [comunidades naturales].
10. Afección a especies protegidas (tortuga boba y *Posidonia Oceanica*) en los Espacios Naturales Protegidos. A pesar que la tortuga boba (*Caretta caretta*) no suele prodigarse en la zona litoral (además de que, tal como se ha comentado en el apartado 3.11, no es segura su presencia en este Espacio Natural), eventualmente podría producirse su afección indirecta como consecuencia de la modificación en las condiciones físicas (turbidez) o químicas (nutrientes) del medio durante la ejecución de la obras, que también eventualmente podría afectar a las praderas de *Posidonia O.* si bien su probabilidad es baja [Espacios Naturales Protegidos].
- 11.- Afección al resto de especies de los Espacios Naturales, como consecuencia de la puesta en suspensión de finos y al vertido accidental de hidrocarburos durante la ejecución de la obra [Espacios Naturales Protegidos].

3.16.3.3 Sobre el medio antrópico

El borde litoral representa un medio con condiciones especialmente favorables para el desarrollo de la actividad humana en sus múltiples facetas. En consecuencia, se produce una convergencia de usos

sobre el medio que tratan de aprovechar los recursos ofrecidos. La simultaneidad espacial y temporal de los diversos usos suele generar conflictos en razón del grado de compatibilidad entre unos y otros.

Los mecanismos generadores de impacto sobre este medio que se han detectado son los siguientes (entre paréntesis se ha señalado la componente del medio antrópico sobre la que actúan):

- 12.- Alteración del paisaje, como consecuencia de la construcción de nuevos espigones (si bien son de baja cota de coronación), y la ampliación de la superficie de playa seca; también se incluye a la afección en la zona de la cantera donde se obtendrá la escollera [paisaje].
- 13.- Alteración de recursos pesqueros como consecuencia de la puesta en suspensión de la fracción fina de los materiales con la eventual movilización de nutrientes y sustancias contaminantes contenidas en los materiales, así como por el vertido accidental de hidrocarburos, todo ello durante la fase de obras [actividades socio-económicas].
- 14.- Alteración de actividades recreativas y de ocio. La ampliación de la superficie de playa seca incrementará el uso del litoral y las actividades recreativas y de ocio en esta zona turística [actividades socio-económicas].

3.16.4 MATRIZ CAUSA / EFECTO

Todo lo anterior puede ser resumido en la matriz causa / efecto que se muestra en la Tabla 25.- y que relaciona elementos generadores (presentados en color gris), elementos receptores (en color amarillo) e impactos generados (en color celeste).

3.17 ESTUDIO COMPARATIVO DE LA SITUACIÓN AMBIENTAL ACTUAL Y LA SITUACIÓN AMBIENTAL TRAS LA ACTUACIÓN

Finalmente, y tal como se indica en el Anexo VI de la Ley 21/2013 se ha efectuado un estudio comparativo de la situación ambiental actual y de la situación ambiental tras la actuación para cada una de las alternativas consideradas en el estudio de soluciones (ver apartado 2.2).

En particular se han considerado los siguientes componentes ambientales:

- Aire
- Agua
- Geología
- Dinámica Litoral. Grado de efectividad técnica de la solución
- Comunidades naturales
- Paisaje
- Socio-económica

Tabla 25.- Matriz causa / efecto del proyecto (Fuente: elaboración propia)

ELEMENTOS RECEPTORES DE IMPACTO		ELEMENTOS GENERADORES DE IMPACTO							IMPACTOS GENERADOS	
		Fase de Construcción					Fase de Explotación			
		Extracción de materiales (escollera)	Dragado del fondo marino	Transporte de materiales (escollera / arena)	Vertido de los materiales en el agua (escollera / arena)	Vertido accidental de hidrocarburos	Presencia del nuevo espigón	Ampliación de la superficie de playa seca		
MEDIO ABIÓTICO	Fondo marino		x				x		1.- Afección a la dinámica litoral	
	Aire	x	x	x	x			x	x	2.- Modificación de la batimetría y naturaleza del sustrato
	Agua		x		x					3.- Alteración de la calidad atmosférica y acústica
MEDIO BIÓTICO	Comunidades naturales		x		x	x	x	x		4.- Incremento de la turbidez en la columna de agua
			x		x	x	x			5.- Alteración de la calidad química del agua
			x		x					6.- Afección a las comunidades naturales terrestres
	Espacios Naturales Protegidos		x		x	x				7.- Afección a las comunidades bentónicas
MEDIO ANTRÓPICO	Paisaje						x	x		8.- Afección a las comunidades planctónicas y neríticas
	Actividades socio-económicas		x		x	x				9.- Afección a hábitats protegidos: Cymodocea Nodosa
			x	x	x			x		10.- Afección a especies protegidas: tortuga boba y Posidonia O.
										11.- Afección al resto de especies de los Espacios Naturales Protegidos
										12.- Alteración del paisaje
										13.- Alteración de recursos pesqueros
										14.- Alteración de actividades recreativas y de ocio

En la Tabla 26.- se muestra en forma de cuadro la situación ambiental para estas componentes en la situación actual y tras la ejecución de cada una de las diferentes alternativas estudiadas. Puede apreciarse que la situación ambiental es muy similar para todas ellas ya que la diferencia entre dichas propuestas no es muy elevada.

Tabla 26.- Comparación de la situación ambiental actual y tras las alternativas de actuación (Fuente: elaboración propia)

Componente analizada	Situación actual	Alternativa 1		Alternativa 2		Alternativa 3	
		A	B	A	B	A	B
Aire	Calidad buena.	Calidad buena una vez finalizada la obra. Durante su ejecución se producirá la emisión de ruido y polvo (efecto temporal).		Calidad buena una vez finalizada la obra. Durante su ejecución se producirá la emisión de ruido y polvo (efecto temporal).		Calidad buena una vez finalizada la obra. Durante su ejecución se producirá la emisión de ruido y polvo (efecto temporal).	
Agua	Calidad excelente.	Calidad excelente una vez finalizada la obra. Durante su ejecución se producirán un incremento de la turbulencia debido a puesta en suspensión de los finos que contienen la escollera y arena		Calidad excelente una vez finalizada la obra. Durante su ejecución se producirán un incremento de la turbulencia debido a puesta en suspensión de los finos que contienen la escollera y arena		Calidad excelente una vez finalizada la obra. Durante su ejecución se producirán un incremento de la turbulencia debido a puesta en suspensión de los finos que contienen la escollera y arena	
Geología	Fondos formados por arenas gruesas.	Fondos formados por arenas gruesas en la zona de la nueva playa y fondos rocosos en la zona de los espigones.		Fondos formados por arenas gruesas en la zona de la nueva playa y fondos rocosos en la zona de los espigones.		Fondos formados por arenas gruesas en la zona de la nueva playa y fondos rocosos en la zona de los espigones.	
Dinámica Litoral. Grado de efectividad técnica de la solución	Transporte potencial de sedimentos de 23.500 m ³ /año en dirección NE-SW.	El espigón supone una barrera al transporte litoral que permitirá la estabilización de la arena vertida. No obstante la longitud de playa es muy larga y podría sufrir ciertos basculamientos temporales Efectividad : media - alta		El espigón transversal supone una barrera al transporte litoral que permitirá la estabilización de la arena vertida. El espigón exento reduce la posibilidad de basculamientos de la playa. Efectividad : alta		El espigón transversal más occidental supone una barrera al transporte litoral que permitirá la estabilización de la arena vertida. El espigón transversal más oriental reduce la posibilidad de basculamientos de la playa. Efectividad: alta	
Comunidades naturales	Especies de escaso interés ecológico salvo la presencia de Cymodocea Nodosa en pequeñas manchas muy dispersas.	Destrucción de las comunidades bentónicas por aterramiento/ aplastamiento. La Cymodocea N. se ve afectada por aumento de la turbulencia y decantación de los finos puestos en suspensión en la mayor parte de su superficie y sólo por ocupación directa en las manchas más orientales. En la zona de playa las comunidades podrán recuperarse a medio plazo.		Destrucción de las comunidades bentónicas por aterramiento/ aplastamiento. La Cymodocea N. se ve afectada por aumento de la turbulencia y decantación de los finos puestos en suspensión en la mayor parte de su superficie y sólo por ocupación directa en las manchas más orientales. En la zona de playa las comunidades podrán recuperarse a medio plazo.		Destrucción de las comunidades bentónicas por aterramiento/ aplastamiento. La Cymodocea N. se ve afectada por aumento de la turbulencia y decantación de los finos puestos en suspensión en la mayor parte de su superficie y sólo por ocupación directa en las manchas más orientales. En la zona de playa las comunidades podrán recuperarse a medio plazo.	
Paisaje	Paisaje actual muy antropizado	Integración paisajística : media	Integración paisajística : media/alta (se mantiene la zona ajardinada)	Integración paisajística : media	Integración paisajística : media/alta (se mantiene la zona ajardinada)	Integración paisajística : media	Integración paisajística : media/alta (se mantiene la zona ajardinada)
Socio-económica	Tramo litoral muy utilizado al ser urbano.	Se mejoran las condiciones de uso al aumentar la superficie de playa seca		Se mejoran las condiciones de uso al aumentar la superficie de playa seca		Se mejoran las condiciones de uso al aumentar la superficie de playa seca	

4. DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS

En el análisis se discuten tanto los efectos negativos a que podría dar lugar la realización de los proyectos, como sus efectos positivos (fundamentalmente aunque no exclusivamente en el ámbito económico y en una mejor protección de los bienes) pues el objetivo del estudio es la valoración de la resultante de la globalidad de la obra sino, tanto de aquellos elementos que implican una perturbación (negativa) al medio como de los favorables.

La valoración de los impactos se ha realizado en base a la técnica de las matrices en la que intervienen los elementos de la obra definidos en el Proyecto (ver apartado 2) y las condiciones del medio descritas en el inventario ambiental (ver apartado 3) y se ha efectuado en relación a la situación preoperacional (la actual), ya que el análisis del impacto de un proyecto implica siempre establecer cuánta perturbación añade sobre la situación de partida. Para llevar a cabo esta comparación, las técnicas disponibles y sus limitaciones son las indicadas en el siguiente cuadro.

Tabla 27.- Técnicas empleadas en la valoración de impactos y limitaciones (Fuente: elaboración propia)

METODOLOGÍA	LIMITACIONES
Comparación entre estados: a) calidad del medio en situación preoperacional y b) calidad del medio una vez finalizada la obra. La intensidad del impacto se deduciría del valor absoluto de la diferencia: $\Delta \text{ impacto} = [b - a]$. Puesto que cada variable parte de un valor preoperacional distinto, es preferible medir el impacto a través de la expresión: $\Delta \text{ impacto} = [b - a]/a$	Los parámetros definidores de la calidad del agua presentan variaciones estacionales e interanuales de carácter natural de modo que la comparación entre estados queda enmascarada por una parte de "ruido de fondo" natural. Es muy difícil cuantificar este factor a menos de que se disponga de una serie prolongada de varios años de observaciones que son difícilmente compatibles con la ejecución de una obra concreta de dragado.
Comparación de los resultados con valores de referencia o estándares de calidad recogidos en la legislación. De este modo el impacto quedaría determinado por el hecho de que se superen o no los umbrales establecidos; además, cuánta mayor fuese la diferencia mayor sería también la intensidad del impacto.	No todas las variables implicadas en la obra disponen de regulación normativa. En este caso las normativas aplicables son las indicadas en el apartado 1.3.

El proyecto en cuestión implica por un lado el dragado de arena marina en dos áreas diferentes (al SW del puerto del Premià y en la mitad occidental de la playa de Ocata) y su vertido en sendas zonas muy próximas, así como el vertido de escollera para la creación de varios espigones. Por tanto, los impactos se ejercen sobre dos áreas distintas y de características ecológicas diferentes: medio continental (zona de obtención de escolleras) y medio marino (zonas de dragado y zonas de deposición de la arena y de la escollera); además, hay que tener en cuenta el transporte de escollera desde un punto a otro que también genera a su vez impactos adicionales. Es por tanto un análisis complejo al intervenir ámbitos con unos ciclos ecológicos fundamentalmente diferentes.

4.1 DESCRIPCIÓN Y VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS ASOCIADOS A LA OBRA

4.1.1 DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS

Como se explicó en el apartado 2.3 los elementos más significativos de la obra son:

Actuación 1. Estabilización de las playas de Premià de Mar a poniente de su puerto

- Recarga de las playas de Bellamar y de l'Ós con arena marina extraída de la zona situada al sur del Puerto de Premià de Mar y vertida a través de una tubería flotante.
- Construcción de dos espigones
 - El espigón 1 o de Poniente cuya misión es efectuar el apoyo lateral de la arena vertida ya que en esta zona el transporte litoral tiene dirección de NE a SW.
 - El espigón exento situado aproximadamente en medio de la zona de actuación y cuya finalidad es crear un hemitómbolo en la playa e incrementar su estabilidad en planta.
- Obras auxiliares que permitan el acceso de la maquinaria terrestre a la playa.

Actuación 2. Retroalimentación de las playas de El Masnou a levante de su puerto

- Dragado del extremo occidental de la playa de Ocata y vertido en su extremo oriental.
- Obras auxiliares que permitan el acceso de la maquinaria terrestre a la playa.

Actuación 3. Construcción de un dique de apoyo en la playa de Ocata de El Masnou

- Construcción del espigón o dique de apoyo de la playa de Ocata
- Obras auxiliares que permitan el acceso de la maquinaria terrestre a la playa.

Dada las dimensiones medias de la obra, supone la movilización de mediciones relativamente importantes de arena marina y de escollera de procedencia terrestre, lo que provoca alteraciones ambientales en principio medias, tanto en la zona de procedencia como en la de destino junto con los impactos asociados al transporte. Los impactos esperados presentan las siguientes características:

- Son principalmente de carácter temporal (sólo en fase de ejecución de la obra) aunque también los hay de persistentes (todos los relacionados con la ocupación del espacio por los materiales).
- Son en gran parte recuperables ya que los materiales aportados (arena marina vertida muy similar a la arena nativa y en el caso de escolleras, azoicos al inicio al ser de procedencia continental) acabarán siendo colonizados por poblaciones bentónicas de características totalmente semejantes a las actuales.
- Son de carácter local, en un espacio relativamente reducido y en un contexto de fondos de naturaleza semejante que ocupan una gran parte del litoral.
- Ninguno de los elementos de artificialización (espigones de baja cota de coronación) suponen un nuevo elemento en el paisaje de la zona.
- Se afecta directamente por ocupación a la comunidad de mayor valor ecológico del área (*Cymodocea Nodosa*) si bien se trata de matas de muy poca densidad (ver Figura 50.-) y la superficie ocupada es muy pequeña (369 m² en el caso de la actuación 1).
- Finalmente, no se trata de la formación de una playa en un emplazamiento nuevo sino recuperar las condiciones pasadas, perdidas a causa de la regresión.

La definición de los impactos, con los elementos más importantes que han de posibilitar su valoración, se ha resuelto a base de la preparación de una serie de fichas, una para cada uno de los impactos

detectados (y que se han listado en el apartado 3.16.3) que con mayor o menor probabilidad se producirán en las zonas afectadas a consecuencia de la obra. Dichas fichas, que se presentan en el apartado 4.1.3, facilitan la discusión y un acceso más sencillo a la información manejada. Cada ficha contiene los elementos que se citan a continuación y la evaluación de impacto contempla en conjunto las actuaciones, tanto la obtención como la aportación de los materiales:

- Descripción del impacto
- Ámbito espacial de expresión
- Criterios de valoración
- Caracterización
- Intensidad del impacto
- Tipificación
- Medidas preventivas (o moderadoras), reductoras (o correctoras) y compensatorias
- Sinergia con otros impactos

4.1.2 VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS

Pese a que en las fichas se ha incluido la valoración de los impactos, a continuación, se procede a la justificación de dicha valoración teniendo en cuenta una serie de criterios determinantes para la asignación de una magnitud en relación a una misma acción. En este caso, los criterios son distintos para cada medio afectado, de acuerdo con la siguiente tabla:

Tabla 28.- Criterios de valoración del impacto (Fuente: elaboración propia)

CRITERIOS DE VALORACIÓN DEL IMPACTO		
MEDIO ABIÓTICO	MEDIO BIÓTICO	MEDIO ANTRÓPICO
Calidad materiales	Valor ecológico	Calendario
Volumen materiales	Grado conservación	Valor recurso afectado
Calidad medio receptor	Singularidad	Grado utilización
Tiempo duración obras	Proximidad	Tiempo duración obras
Grado persistencia	Capacidad recuperación	Capacidad restitución
Capacidad sinergia	Tiempo duración obras	Proximidad zonas cultivo
Extensión territorial	Eficacia medidas correctoras	Proximidad playas
Eficacia medidas correctoras		Eficacia medidas correctoras

Para la caracterización de los impactos se ha utilizado la siguiente terminología:

Por su carácter:	positivo	/	negativo
Por su tipo:	directo	/	indirecto
Por su duración:	permanente	/	temporal
Por su acumulación:	simple	/	acumulativo / sinérgico
Por su temporalidad:	a corto plazo	/	a medio plazo / a largo plazo
Por su reversibilidad:	reversible	/	irreversible
Por su recuperación:	recuperable a corto plazo	/	recuperab. a medio plazo / irrecuperable
Por su magnitud:	notable	/	moderado / mínimo
Por su periodicidad:	periódico	/	de aparición irregular

Por su continuidad: continuo / discontinuo

Para la evaluación final se ha atendido a los siguientes criterios:

- Impacto crítico (R): impacto de alta magnitud en recursos de alto valor sin posible recuperación (irreversibles) y cuya presencia determina por exclusión la inviabilidad del proyecto.
- Impacto severo (S): impactos de alta magnitud sobre recursos de alto valor con posibilidad de recuperación a medio plazo, o bien sobre recursos de valor medio sin posibilidad de recuperación. También incluye los impactos de media magnitud sobre recursos de alto valor irreversibles.
- Impacto moderado (M): impactos de magnitud alta sobre recursos de alto valor alto de recuperación inmediata o bien sobre recursos de valor medio cuando son reversibles a medio plazo o bien sobre recursos de valor bajo cuando son irreversibles. También incluye los impactos de magnitud media sobre recursos de alto valor alto de recuperables a medio plazo o bien sobre recursos de valor medio cuando son irreversibles. Asimismo incluye los impactos de magnitud baja sobre recursos de alto valor alto cuando son irreversibles.
- Impacto compatible (C): impactos de magnitud alta sobre recursos de un valor medio con posibilidad de recuperación inmediata o bien sobre recursos de bajo valor con recuperación a medio plazo. También se incluyen los impactos de magnitud media sobre recursos de alto valor alto de recuperación inmediata o bien sobre recursos de valor medio cuando son reversibles a medio plazo o bien sobre recursos de valor bajo cuando son irreversibles (es decir, sin posibilidad de ser recuperados). Asimismo incluye los impactos de magnitud baja sobre recursos de alto valor alto de recuperables a medio plazo o bien sobre recursos de valor medio cuando son irreversibles.
- Sin impacto (N): en el resto de los casos.

Todo ello se resume en la siguiente tabla, que incluye un criterio de colores: rojo = impacto crítico (R), naranja = severo (S), amarillo = moderado (M), verde claro = compatible (C) y verde intenso = sin impacto (N).

Tabla 29.- Tipos de impacto considerados (Fuente: elaboración propia)

Magnitud del impacto	Recuperación	Valor del recurso		
		Alto	Medio	Bajo
Alta	Irreversible	R	S	M
	A medio plazo	S	M	C
	Inmediata	M	C	N
Media	Irreversible	S	M	C
	A medio plazo	M	C	N
	Inmediata	C	N	N
Baja	Irreversible	M	C	N
	A medio plazo	C	N	N
	Inmediata	N	N	N

4.1.3 FICHAS DE LOS IMPACTOS

4.1.3.1 Impactos sobre el medio abiótico

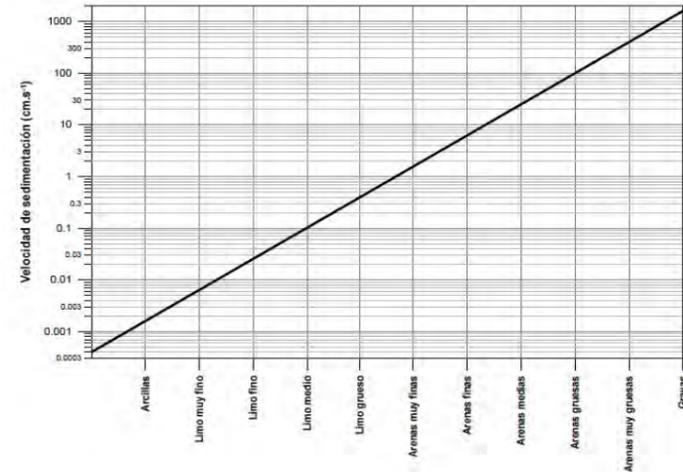
IMPACTO 1: AFECCIÓN DE LA DINÁMICA LITORAL
<p>1. DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO</p> <p>En la parte oriental del tramo de costa entre los puertos deportivos de El Masnou y Premià se aprecia una pérdida paulatina de superficie de playa seca por falta de aportes de arroyos próximos. Se ha analizado las causas de la regresión y se definen una serie de actuaciones para la regeneración y la estabilización de la playa.</p> <p>El objetivo que se persigue con la actuación 1 es una recarga de arena que permita incrementar la anchura de la playa, recuperando perfiles pasados; el objetivo de la actuación 2 es redistribuir la arena acumulada en el dique del Puerto de El Masnou y el objetivo de la actuación 3 el control del crecimiento de esta playa y evitar la pérdida de arena hacia poniente. No obstante, todo ello supone una modificación de la dinámica litoral de la zona que es objeto de análisis en esta ficha.</p>
<p>2. ÁMBITO ESPACIAL DE EXPRESIÓN</p> <p><u>Zona de actuación:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Actuación 1: en este caso el grado de modificación dependerá fundamentalmente de la presencia de espigones (prolongación del espigón existente con forma en "L" y nuevo espigón exento), cuya función es precisamente la de modificar la dinámica litoral para evitar las regresiones y estabilizar las playas de Bellamar y del Pla de l'Ós. Actuación 2: la redistribución de arenas provocará un ligero cambio en el patrón de corrientes, si bien de un modo natural la arena vertida en el extremo NE será transportada hacia el SW, tendiendo a recuperar el estado actual. Actuación 3: la construcción de un espigón tiene por objeto detener la corriente litoral y evitar la pérdida de arena hacia la bocana del Puerto de El Masnou. <p><u>Zona de extracción de arenas:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Actuación 1: La fuente de procedencia de la arena es la zona situada al SW del Puerto de Premià, ya empleada en otras actuaciones de la DGSCyM. Actuación 2: La fuente de procedencia de la arena para recrecer el extremo NE de la playa de Ocata es la arena acumulada en su extremo SW, junto al dique del Puerto de El Masnou. <p>Actuación 3: no implica aportación de arenas.</p>
<p>3. CRITERIOS DE VALORACIÓN</p> <p>En la valoración de este impacto se ha tenido en cuenta el conjunto de datos que forman parte del Anejo de Dinámica Litoral del Proyecto (e incluido en el apartado 3.9 de este Documento Ambiental) referidos a:</p> <ul style="list-style-type: none"> La dinámica marina actual. El estado morfodinámico (modal) de la playa actual (tipo de rotura, seguridad del baño). La regresión en una parte de la playa que provoca el transporte de materiales en desequilibrio hacia otras zonas. El volumen aportado de materiales. La anchura de la nueva playa. La nueva línea de playa, sensiblemente paralela a la actual. Las medidas moderadoras previstas a nivel de Proyecto.
<p>4. CARACTERIZACIÓN</p> <p>Afecta directamente al medio abiótico.</p> <p>Es de carácter permanente, irreversible e irrecuperable (salvo la actuación 2).</p> <p>Además es simple, periódico y discontinuo.</p> <p><u>Impactos positivos:</u> el principal impacto positivo se relaciona que con la modificación de la dinámica, ya que se evitarán los fenómenos de regresión que no sólo afectan al uso lúdico y recreativo de la playa sino que atentan a la conservación de los bienes públicos. Por otro lado, la pérdida de materiales puede provocar su acumulación en otros puntos, afectando a las comunidades presentes.</p>
<p>5. INTENSIDAD DEL IMPACTO</p> <p>Se trata de un impacto de intensidad media tanto en la zona de aportación como en las zonas de extracción por los volúmenes implicados.</p>
<p>6. MEDIDAS PREVENTIVAS, REDUCTORAS Y COMPENSATORIAS</p> <p>Todas las medidas preventivas, reductoras y compensatorias han sido incorporadas a nivel de Proyecto, con un diseño de espigones y de planta que minimice las mediciones de materiales, suficientes para cumplir los objetivos planteados.</p>
<p>7. TIPIFICACIÓN</p> <p>Con anterioridad a la introducción de medidas preventivas, reductoras y compensatorias:</p> <p>IMPACTO MODERADO: es un impacto de magnitud media en un recurso de valor medio, que resulta irreversible (salvo en la actuación 2).</p> <p>Con posterioridad a la introducción de medidas preventivas, reductoras y compensatorias:</p> <p>IMPACTO MODERADO: ninguna de las medidas reduce el valor del recurso, la magnitud de impacto o su</p>

irreversibilidad.
8. SINERGIA CON OTROS IMPACTOS
Calidad física y química del agua Actividades recreativas y de ocio Comunidades bentónicas (evita la acumulación de los materiales perdidos en la regresión)

IMPACTO 2: MODIFICACIÓN BATIMÉTRICA Y DE LA NATURALEZA DEL SUSTRATO
1. DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO
El Proyecto supone la aportación de materiales a la playa, con la cubrición de los actuales, así como la excavación de arena en el extremo SW de la playa de Ocata, todo ello hasta el límite previsto en los planos, lo que modificará la batimetría preoperacional de la zona. Por otro lado, la colocación de escollera sobre fondos blandos para la construcción de los espigones, implicará que en estos puntos se produzca, junto con la alteración de la batimetría, una modificación radical y permanente de la calidad de los sedimentos superficiales.
2. ÁMBITO ESPACIAL DE EXPRESIÓN
<u>Zona de aportación de arenas:</u> modificación de la batimetría, hasta la zona indicada en los planos con materiales de características prácticamente idénticas a los que quedarán cubiertos por la aportación. El mayor cambio corresponderá a la zona ocupada por los espigones. <u>Zona de extracción de arenas:</u> la arena marina para la actuación 1 será extraída de una zona con profundidad elevada (por debajo de los -10 m), en los que el movimiento de arenas es menor). Por lo que respecta a la excavación/dragado de arena en el extremo SW de la playa de Ocata (actuación 2) se efectuará en la zona activa del perfil de playa, por lo que se recuperará de un modo natural teniendo en cuenta que en la zona el transporte litoral medio tiene dirección NE a SW.
3. CRITERIOS DE VALORACIÓN
En la valoración del impacto se ha tenido en cuenta: <ul style="list-style-type: none"> • El volumen total de materiales implicados en la obra (arenas + escollera). • La calidad química de los materiales. • Concentración muy baja de finos en la arena a movilizar (<1,1% en la zona marina y <0,8% en la zona excavada junto al dique del Puerto de El Masnou). • La alteración de la naturaleza del sustrato por la introducción de nuevos fondos duros (escollera). • Superficie sobre la que se piensa obtener el volumen necesario de materiales de cantera. • La eficacia de las medidas preventivas introducidas a nivel de Proyecto, en el que se ha optimizado los volúmenes de materiales.
4. CARACTERIZACIÓN
Afecta directamente al medio abiótico, pero indirectamente también al biótico. Es de carácter permanente en la zona de aportación y temporal en la zona de dragado. Es un impacto irreversible si bien presenta un cierto grado de recuperación a medio/largo plazo ya que las nuevas capas aflorantes de sedimento tenderán a adquirir con el tiempo y a largo plazo la calidad de los materiales adyacentes recuperando con ello las condiciones iniciales. Además es sinérgico, periódico y continuo. <u>Impactos positivos:</u> la introducción de nuevos fondos duros (escollera) permitirá la instalación de comunidades más productivas y más estructuradas, parecidas a la de los roquedales. En consecuencia, se incrementará la diversidad ecológica del área.
5. INTENSIDAD DEL IMPACTO
La intensidad del impacto ha de considerarse como media, ya que las alteraciones de carácter irreversible se producen en fondos de escaso valor (si bien la presencia de pequeñas manchas de Cymodocea Nodosa muy dispersas en la zona de la actuación 1 –y que se analizan en el impacto 9– aconseja considerar los fondos de valor medio a efectos de catalogación del valor del recurso) y afectan a una superficie media. La regeneración supone la recuperación de un estado pasado en la playa, por lo que si la comparación obvia la situación actual, es evidente que el impacto ha de ser poco intenso.
6. MEDIDAS PREVENTIVAS, REDUCTORAS Y COMPENSATORIAS
La principal medida preventiva se ha introducido a nivel de Proyecto en el que se ha optimizado y minimizado las mediciones de arena y escollera y la superficie a ocupar.
7. TIPIFICACIÓN
Con anterioridad a la introducción de medidas correctoras IMPACTO MODERADO: se trata de un impacto de magnitud media sobre recursos de valor medio que resulta irreversible. Con posterioridad a la introducción de medidas correctoras IMPACTO MODERADO: ninguna de las medidas reduce el valor del recurso, la magnitud de impacto o su irreversibilidad.
8. SINERGIA CON OTROS IMPACTOS
Comunidades bentónicas Calidad química y física del agua

IMPACTO 3: ALTERACIÓN DE LA CALIDAD ATMOSFÉRICA Y ACÚSTICA
1. DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO
La calidad atmosférica y acústica en la fase de obras, quedará modificada a consecuencia del incremento de la contaminación atmosférica y ruidos por las emisiones de los vehículos y maquinarias terrestres utilizada en la obra para: <ul style="list-style-type: none"> • Obtención de arena marina para la recarga de las playas y de escollera de cantera. • Excavación de la arena de la playa seca apoyada en el dique del Puerto del Masnou (playa de Ocata) y posterior vertido en la mitad oriental de la misma playa. • Transporte de los materiales (mediante draga en el caso de la arena marina, tubería en el caso de la arena excavada en la playa seca apoyada en el dique del Puerto del Masnou y mediante camión en el caso de la escollera). • Extensión de la arena en la playa. • Colocación de la escollera. • Demoliciones de los espigones existentes.
2. ÁMBITO ESPACIAL DE EXPRESIÓN
Los impactos se producen en tres ámbitos diferentes y con intensidad desigual para los receptores: <u>Zonas de extracción:</u> emisiones procedentes de la extracción y carga de los materiales; se dan en un punto alejado de los núcleos residenciales, tanto en el caso de las escolleras (cantera) como de la arena (fondo marino). Solamente en el caso de la actuación 2 la extracción de arena se produce en la proximidad de los núcleos residenciales; su intensidad dependerá del tipo de maquinaria empleada. <u>Zona de accesos:</u> a través de las vías que utilice el transporte terrestre de escollera hasta llegar a la zona de obras; en este caso se da una interacción clara con la población residencial. <u>Zona de regeneración:</u> de manera continua durante las obras. Se producen en la proximidad de los núcleos residenciales. Su intensidad depende del tipo de maquinaria utilizada.
3. CRITERIOS DE VALORACIÓN
En la valoración de este impacto se ha tenido en cuenta: <ul style="list-style-type: none"> • El tipo de operaciones que se llevarán durante la obra. • El contenido de materiales pulverulentos (finos) en los materiales de cantera. • El volumen total de materiales de cantera para la construcción de los espigones. • Las condiciones atmosféricas del entorno en cuanto a frecuencia, intensidad y dirección de los vientos. • La distancia a los núcleos de población. • El tipo de vehículos y de maquinaria industrial utilizada. • La intensidad del tráfico en el entorno de la playa y zonas adyacentes del núcleo urbano. • Las vías de acceso y la intensidad urbanística de las zonas afectadas directa o indirectamente. • La frecuencia de paso de camiones. • Horarios de actividad. • Calendario de obras. • La duración de la obra. • El estado de las vías de acceso. • La eficacia de las medidas propuestas para la reducción de los impactos.
4. CARACTERIZACIÓN
Afecta directamente al medio abiótico e indirectamente (por alteración de la calidad del aire y al bienestar de la población) al medio antrópico. Se produce durante toda la fase de obras y en todos los ámbitos espaciales identificados. Así pues, puede considerarse un impacto de tipo temporal y de carácter reversible y recuperable. Además es sinérgico, periódico y continuo. <u>Impactos positivos:</u> no se identifican.
5. INTENSIDAD DEL IMPACTO
Se trata de un impacto con una intensidad alta. En todo caso, se deberán adoptar una serie de medidas correctoras para controlar la influencia de este impacto, tal como se definen en el apartado correspondiente y que permitirán reducir la magnitud hasta media.
6. MEDIDAS PREVENTIVAS, REDUCTORAS Y COMPENSATORIAS
Puesto que la intensidad de este impacto es directamente proporcional al volumen de materiales a utilizar en la obra, la principal medida reductora del impacto está incluida en el Proyecto, en el que se ha optimizado el volumen de arenas y escollera. Se identifican además las siguientes medidas preventivas y reductoras: <ul style="list-style-type: none"> • Evitar la producción de polvo durante el transporte con camión y manipulación de los materiales mediante la utilización de lonas u otro tipo de protecciones, principalmente en las proximidades del núcleo de población. • Evitar la manipulación de materiales en días de viento intenso o desfavorable. • Adoptar las medidas para controlar la emisión de gases por los vehículos y maquinarias: filtros, revisiones, etc. • Elegir vías de acceso y regular tanto el horario como la frecuencia máxima de paso de los camiones destinados al transporte de materiales. • Procurar un mantenimiento adecuado de las vías de acceso para evitar ruidos y vibraciones, principalmente en las proximidades del núcleo de población. • Programa de riegos y barrido de las vías de acceso. • Reducir en lo posible los acopios de materiales en la obra.

<ul style="list-style-type: none"> • Foso para el lavado de las ruedas de los camiones. • Reducir en lo posible el plazo de ejecución. • Realizar las operaciones de mayor impacto fuera de la temporada de baños.
7. TIPIFICACIÓN
Con anterioridad a la introducción de medidas correctoras IMPACTO COMPATIBLE: es un impacto de magnitud alta sobre recursos de valor medio con posibilidad de recuperación inmediata. Con posterioridad a la introducción de medidas correctoras NULO / SIN IMPACTO: las medidas reductoras (control y reducción de emisiones de gases y polvo...) reducen la magnitud del impacto a media
8. SINERGIA CON OTROS IMPACTOS
Espacios Naturales
Actividades recreativas y de ocio

IMPACTO 4: INCREMENTO DE LA TURBIDEZ EN LA COLUMNA DE AGUA
1. DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO
Los finos vertidos al medio marino y sometidos a una decantación por gravedad, producen un incremento en la concentración de materiales en suspensión y como consecuencia, los siguientes efectos potenciales teóricos: a) una menor penetración de la energía luminosa en la masa de agua que puede afectar a las poblaciones de vegetales dispuestas sobre el fondo, b) un efecto estético negativo a causa del incremento de la turbidez , c) una movilización de contaminantes (incluidos los bacterianos) asociados a la fracción fina y que pueden incorporarse a la red trófica (fenómenos de bioacumulación), d) alteración de los organismos filtradores situados en áreas próximas a consecuencia de la colmatación de los órganos filtradores.
2. ÁMBITO ESPACIAL DE EXPRESIÓN
<u>Zona de aportación de material:</u> la profundidad de vertido de la arena (valores máximos de -8 m) condiciona los tiempos de dispersión que pueden considerarse medios. <u>Zona de extracción de arena marina (dragado):</u> en la mitad occidental de la playa de Ocata la profundidad máxima es de -5,5 m y en el yacimiento marino al SW del puerto de Premià, las profundidades son mayores, entre los -11 y -18 m
3. CRITERIOS DE VALORACIÓN
Los criterios de valoración que se han tenido en cuenta han sido: <ul style="list-style-type: none"> • La pequeña proporción de finos de la arena marina a movilizar (<1,1% en la zona marina y <0,8% en la zona excavada junto al dique del Puerto del Masnou) • La hidrodinámica de la zona. • La dispersión de los materiales y la distancia máxima de transporte de la pluma (ver cálculos más abajo) • El grado de estratificación por densidades de la columna de agua. • El volumen de materiales descargados en cada ciclo. • El total de materiales aportados diariamente. • La velocidad de sedimentación en función del diámetro medio de los materiales y el estado de agregación entre las partículas. • La profundidad de la zona. • La calidad del medio en situación preoperacional (en relación a la transparencia del agua y a la concentración de materias en suspensión. • La época de ejecución de las obras, en relación a la heterogeneidad vertical de la columna. • La eficacia de las medidas reductoras propuestas.
Estimación de la longitud de la pluma de dispersión Para el cálculo de la velocidad de sedimentación se ha aplicado la expresión de Stokes:
$V_s = (\sigma - \rho)g\phi^2 / (18\eta)$
donde V_s es la velocidad de sedimentación (m/s), σ la densidad de la partículas (kg/m ³), ρ la densidad del agua (kg/m ³) y ϕ el tamaño medio de las partículas. Su aplicación a las variables ambientales de la zona de estudio, se obtiene una relación cuadrática entre la velocidad de sedimentación y el tamaño de la partícula, según indica la siguiente gráfica:


Evidentemente, cuando más grande sea la partícula, mayor es la velocidad de sedimentación. Nos centraremos en la consideración de los finos por dos razones:

- Es la fracción que más tarda en sedimentar y, en consecuencia, la que puede ser transportada más lejos. Al elaborar el modelo con la fracción fina, nos situamos en la banda de la seguridad.
- Los finos serán los materiales que previsiblemente pueden ponerse en suspensión durante el vertido del material (arena y escollera)

DISTANCIA DE TRANSPORTE

Asumiendo un fondo uniforme y la velocidad de la corriente promediada en la vertical constante, en el tiempo se puede estimar la longitud (L) de la pluma de dispersión como:

$$L = h \cdot tg\alpha$$

donde h es la profundidad media a lo largo de la zona de deposición y α es el ángulo que forma con la vertical la velocidad total a la que están sometidas las partículas (que es la suma vectorial de la velocidad de la corriente V_c y de la velocidad de sedimentación), de modo que la fórmula pasa a ser:

$$L = h \cdot \frac{V_c}{V_s} = h \cdot \frac{V_c}{9,79 \cdot 10^{-7} \Phi^2} \approx 10^6 \frac{hV_c}{\Phi^2}$$

siendo Φ el diámetro de la partícula en μm . De acuerdo al apartado 3.7.3.2, la velocidad de la corriente en la zona tiene en el peor de los casos un valor de 0,05 m/s.

Por consiguiente, a partir de la distancia L de un determinado punto a la zona de obras y de la profundidad h en dicho punto puede determinarse el diámetro a partir del cual de las partículas pueden sedimentar en ese punto (diámetros mayores habrán sedimentado antes). En las siguientes tablas se muestran para qué diámetros de partícula pueden llegar las plumas de dispersión generadas en las zonas de vertido y de dragado hasta los puntos más significativos:

Zona central de *Cymodocea Nodosa* (h = -8 m)

Origen de la pluma	Distancia L (m)	Diámetro partícula (μm)
Vertido Actuación 1	1.100	19
Vertido Actuación 2	1.300	18
Dragado Actuación 1	1.200	18
Dragado Actuación 2	2.200	13

Zona SE de *Cymodocea Nodosa* (h = -11,5 m)

Origen de la pluma	Distancia L (m)	Diámetro partícula (μm)
Vertido Actuación 1	1.200	22
Vertido Actuación 2	1.900	17

Inicio del LIC "Costes del Maresme" (h = -15 m)

Origen de la pluma	Distancia L (m)	Diámetro partícula (μm)
Vertido Actuación 1	7.900	10
Vertido Actuación 2	8.600	9

Puede apreciarse que en general la fracción de finos que puede llegar a las zonas de *Cymodocea N.* está por debajo de los 20 μm , lo que representa una fracción muy baja de todo el material vertido.

4. CARACTERIZACIÓN

Afecta directamente al medio abiótico e indirectamente (por limitación en la disponibilidad de energía) al medio biótico.

Se produce exclusivamente durante la fase de obras, que tiene las siguientes duraciones:

- Actuación 1: 5,5 meses para la construcción de los espigones y 1 mes para el dragado y vertido de arena.
- Actuación 2: 3 semanas para el dragado y vertido de arena
- Actuación 3: 2 meses para la construcción del espigón.

y cesa en el momento que finalizan las aportaciones de material. Es, por tanto, un impacto de tipo temporal y de carácter reversible y recuperable.

Además es acumulativo, sinérgico, periódico y continuo.

Impactos positivos: no se identifican.

5. INTENSIDAD DEL IMPACTO

De acuerdo al escaso porcentaje de finos puestos en suspensión y a los resultados obtenidos con modelos de dispersión

en proyectos similares y la comparación entre las concentraciones esperadas y las actuales, cabría concluir que la intensidad del impacto es moderada en las inmediaciones de la obra (franja de unos centenares de metros).

No obstante, el hecho de que en el pasado se hayan realizado operaciones de idéntica naturaleza de la que se analiza en este estudio, con materiales de características muy parecidas, sin que se haya descrito ninguna perturbación ecológica persistente relacionada con el efecto de los finos sobre el ecosistema demuestra que el impacto que cabe esperar es, en todo caso, de intensidad baja a moderada. Por otro lado, la regresión producida en la playa supone que un volumen de materiales sedimentarios se haya desplazado por encima de las comunidades bentónicas sin que ello haya producido una perturbación significativa en el medio como lo demuestra la cartografía de las comunidades en situación preoperacional.

No obstante y pese a todo lo anterior se considerará finalmente una intensidad media.

En todo caso, se deberán adoptar una serie de medidas correctoras que permitirán reducir la magnitud hasta baja.

6. MEDIDAS PREVENTIVAS, REDUCTORAS Y COMPENSATORIAS

Es evidente que la intensidad del impacto está directamente relacionada con el volumen de finos que se aporten al sistema que a la vez es un porcentaje del volumen total de materiales utilizados en la obra. Por tanto, el hecho que en el Proyecto se hayan desarrollado alternativas que minimizan el volumen de materiales requeridos (347.000 m³ de arena marina y 53.500 m³ de escollera en la actuación 1, 391.000 m³ de arena trasvasada en la actuación 2 y 20.200 m³ de escollera en la actuación 3) y que la arena a emplear tenga muy poco porcentaje de finos (<1,1%) es muy positivo para moderar el impacto residual. Además, se identifican las siguientes medidas preventivas y reductoras:

- Al ser un impacto de carácter transitorio, la intensidad se relaciona directamente con la duración de la obra. Debe procurarse, por tanto, utilizar medios de capacidad suficiente para que se reduzca el plazo de ejecución.
- Se usarán de barreras que eviten la dispersión de finos en la zona de aportación en la playa y en la zona de extracción de arena.
- Se recomienda que las obras tengan lugar preferentemente en otoño e invierno, fase con menor interferencia sobre las variables ambientales. No obstante, no se considera una condición determinante en función de la evaluación de impacto.
- Se suspenderá la aportación de materiales a la playa en condiciones de agitación del mar que incremento significativamente la distancia de transporte de la pluma. Se considera que las operaciones debieran suspenderse a partir de alturas de ola significante >1,5 m.

7. TIPIFICACIÓN

Con anterioridad a la introducción de medidas correctoras

IMPACTO MODERADO: es un impacto de magnitud media sobre recursos o valores de alta importancia con posibilidad de recuperación a medio plazo.

Con posterioridad a la introducción de medidas correctoras

IMPACTO COMPATIBLE: las medidas introducidas (barreras anti-turbidez) reducen la magnitud del impacto a baja

8. SINERGIA CON OTROS IMPACTOS

Comunidades naturales

Espacios Naturales Protegidos

Calidad química del agua

IMPACTO 5: ALTERACIÓN DE LA CALIDAD QUÍMICA DEL AGUA
1. DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO
Alteraciones químicas de la calidad del agua relacionadas con la incorporación de finos durante la operación de dragado de arenas y de aportación de arenas y escollera: <ul style="list-style-type: none"> Incremento en la concentración de materia orgánica en el agua por su liberación desde la fracción fina de los sedimentos, a la que se encuentra asociada. Disminución de la concentración de oxígeno en el agua por oxidación de la materia orgánica que se encuentra en condiciones de reducción. Incremento en la concentración de nutrientes por mineralización de la materia orgánica pudiendo dar lugar a procesos de eutrofización y de proliferación de especies planctónicas oportunistas y no deseables. Otras alteraciones debidas a operaciones complementarias: <ul style="list-style-type: none"> Contaminación de las aguas por vertidos accidentales de aceites e hidrocarburos de la maquinaria utilizada en la playa. Resuspensión de materiales durante la colocación de la escollera y vertido de arena.
2. ÁMBITO ESPACIAL DE EXPRESIÓN
<u>Zona de regeneración:</u> la alteración de la calidad química del agua se producirá exclusivamente en las zonas de aportación de arena y de construcción de espigones. <u>Zona de extracción de arena marina:</u> la alteración de la calidad química del agua se producirá exclusivamente en la zona de dragado y en la zona de excavación de la mitad SW de la playa de Ocata.
3. CRITERIOS DE VALORACIÓN
En la valoración de este impacto se ha tenido en cuenta: <ul style="list-style-type: none"> El grado de contaminación de los materiales aportados. El porcentaje de materiales finos que pueden incorporarse a la columna de agua. El volumen total de materiales implicados en la obra, tanto arenas como escolleras. El grado de dilución esperado como consecuencia de la dinámica marina. Las condiciones de óxido reducción positivas en el medio. La calidad preoperacional del agua. Presenta en este caso una calidad que se corresponde a los valores propios de las aguas litorales mediterráneas sin ninguna alteración respecto a los valores de referencia. El tipo de maquinaria simplificada en las obras. Las medidas correctoras planteadas para evitar los cambios en la calidad física del agua.
4. CARACTERIZACIÓN
Afecta directamente al medio abiótico e indirectamente (por incremento de contaminantes, materia orgánica y microorganismos, disminución en la disponibilidad de oxígeno, y alteración en general de la calidad del agua) al medio biótico y socio-económico. Se produce exclusivamente durante la fase de obras. Es, por tanto, un impacto de tipo temporal y de carácter reversible y recuperable. Además es acumulativo, sinérgico, irregular y continuo. <u>Impactos positivos:</u> no se identifican
5. INTENSIDAD DEL IMPACTO
Baja ya que el riesgo de que se trate de materiales contaminados es prácticamente nulo. Por tanto, si los materiales no están contaminados, la resuspensión de finos no puede afectar a la calidad química del agua. Existe la posibilidad de generación de este impacto en la resuspensión de finos que pueda asociarse con la colocación de escollera, que evidentemente es muy limitada. Existe también un riesgo asociado a situaciones accidentales de vertidos de aceites e hidrocarburos la maquinaria. En todo caso, se deberán adoptar una serie de medidas correctoras que permitirán reducir la magnitud hasta baja.
6. MEDIDAS PREVENTIVAS, REDUCTORAS Y COMPENSATORIAS
Todas las medidas ya identificadas en el caso del impacto sobre la calidad física de las aguas y tendentes a minimizar la dispersión de los finos ya que ésta es la principal vía de incorporación de contaminantes en el medio marino. En cuanto al vertido de contaminantes diversos y aguas residuales durante las obras, se hace necesario minimizar los riesgos estableciendo una red de control de calidad, durante y después de la actuación, con especial interés en evitar vertidos accidentales.
7. TIPIFICACIÓN
Con anterioridad a la introducción de medidas reductoras IMPACTO COMPATIBLE: es un impacto de magnitud baja sobre un recurso de alto valor (la calidad del agua) con una recuperación a medio plazo. Con posterioridad a la introducción de medidas reductoras IMPACTO COMPATIBLE: ninguna de las medidas reduce el valor del recurso, la magnitud de impacto o su irreversibilidad.
8. SINERGIA CON OTROS IMPACTOS
Naturaleza del sustrato Comunidades naturales Espacios Naturales Protegidos Recursos pesqueros Actividades recreativas y de ocio

4.1.3.2 Sobre el medio biótico

IMPACTO 6: AFECCIÓN A LAS COMUNIDADES NATURALES TERRESTRES
1. DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO
En la zona de obtención del material terrestre (escollera) se puede producir la desaparición de las comunidades vegetales. No obstante, el volumen de material requerido no es importante (73.600 m ³ en el conjunto de las 3 actuaciones).
2. ÁMBITO ESPACIAL DE EXPRESIÓN
De acuerdo con lo expuesto en el apartado anterior, la expresión espacial del impacto se concreta en la <u>zona de obtención de materiales (canteras)</u> .
3. CRITERIOS DE VALORACIÓN
La valoración del impacto sobre las comunidades naturales se ha realizado teniendo en cuenta los siguientes criterios: <ul style="list-style-type: none"> Las mediciones totales de materiales (73.600 m³ de escollera) que determinan la zona de cantera afectada. La baja complejidad de las comunidades naturales que habitualmente se encuentran en las zonas de canteras que se emplearán. Las medidas moderadoras y correctoras que debieron ser incorporadas en el Proyecto de legalización de la cantera que finalmente sea utilizada.
4. CARACTERIZACIÓN
Afecta directamente al medio biótico. Se produce exclusivamente durante la fase de obras. Es, por tanto, un impacto de tipo temporal y de carácter irreversible pero la recuperación de las comunidades naturales dependerá del programa de restauración de la cantera finalmente empleada. Además es simple, periódico y discontinuo. <u>Impactos positivos:</u> no se identifican
5. INTENSIDAD DEL IMPACTO
Es un impacto de intensidad baja.
6. MEDIDAS PREVENTIVAS, REDUCTORAS Y COMPENSATORIAS
Las incluidas en el proyecto de legalización de la cantera que finalmente se emplee.
7. TIPIFICACIÓN
Con anterioridad a la introducción de medidas reductoras: NULO / SIN IMPACTO: se trata de un impacto de baja magnitud sobre recursos de valor medio con posibilidad de recuperación a medio/largo plazo. Con posterioridad a la introducción de medidas reductoras, NULO / SIN IMPACTO: las medidas no modifican ninguna de las características del impacto.
8. SINERGIA CON OTROS IMPACTOS
No hay

IMPACTO 7: AFECCIÓN A LAS COMUNIDADES BENTÓNICAS
<p>1. DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO</p> <p>El impacto es diferente en cada zona de actuación.</p> <p><u>Zona de extracción de arena marina (dragado)</u>: se producirá la destrucción de los individuos existentes en la arena que sea dragada.</p> <p><u>Zona de regeneración (vertido de arena y escollera)</u>: colmatación de las comunidades bentónicas actuales con materiales azoicos de procedencia marina de una granulometría muy similar (caso de la arena) y de materiales azoicos de procedencia terrestre (caso de las escolleras). En las parcelas ocupadas por la construcción de los espigones, las comunidades no tendrán capacidad de recuperación ya que la zona quedará cubierta por materiales duros que serán colonizados por comunidades de características totalmente diferentes.</p> <p><u>Zonas próximas a la obra (tanto dragado como vertido)</u>: podrá producirse una colmatación de las comunidades superficiales a causa de la dispersión de finos, en una amplitud determinada por la pluma de dispersión, si bien ésta será bastante limitada.</p>
<p>2. ÁMBITO ESPACIAL DE EXPRESIÓN</p> <p>De acuerdo con lo expuesto en el apartado anterior, la expresión espacial del impacto se concreta en:</p> <p><u>Zona de extracción de arena marina (dragado)</u></p> <p><u>Zona de vertido de material y área de influencia de la pluma de dispersión</u></p>
<p>3. CRITERIOS DE VALORACIÓN</p> <p>La valoración del impacto sobre las comunidades bentónicas se ha realizado teniendo en cuenta los siguientes criterios:</p> <ul style="list-style-type: none"> Las superficies afectadas en las diferentes zonas de actuación (un máximo de 104,3 Ha, sumando las zonas de aportación y las de dragado). Las mediciones totales de materiales (347.000 m³ de arena marina y 53.500 m³ de escollera en la actuación 1, 391.000 m³ de arena trasvasada en la actuación 2 y 20.200 m³ de escollera en la actuación 3) que determinan, en último término, la superficie y el espesor medio de la capa en la zona de regeneración. El porcentaje de finos de la arena (<1,1% en el caso del yacimiento submarino y < 0,8% en la arena dragada en la mitad occidental de la playa de Ocata). La superficie ocupada por los espigones (reducida: 3,3 Ha). La baja complejidad e importancia de las comunidades que colonizan las zonas de actuación en la situación preoperacional (a excepción de la <i>Cymodocea Nodosa</i>, que se analiza específicamente en el Impacto 9). La capacidad de recuperación de las poblaciones bentónicas de sustrato blando sin cobertura vegetal, que es muy elevada: en un plazo máximo de un año las nuevas capas aflorantes de aportación quedarán colonizadas por comunidades de características muy parecidas a las iniciales. La modificación esperada en la calidad física y química del agua a través de la suspensión de los materiales finos. Las medidas moderadoras y correctoras incorporadas en el Proyecto.
<p>4. CARACTERIZACIÓN</p> <p>Afecta directamente al medio biótico.</p> <p>Es de carácter permanente e irreversible, si bien en la zona de excavación y de aportación de arenas, el impacto es recuperable a medio/largo plazo pero en las parcelas ocupadas por los espigones es irrecuperable. Además es acumulativo, periódico y continuo.</p> <p><u>Impactos positivos</u>: los espigones serán paulatinamente colonizados por comunidades de sustrato duro, de mayor complejidad y productividad que los de carácter blando. Por otro lado, puesto que las obras de defensa son de carácter biogénico (contienen oquedades e irregularidades) son favorecedoras de incrementar la producción biológica (por ejemplo, los peces encuentran refugio para la freza).</p>
<p>5. INTENSIDAD DEL IMPACTO</p> <p>Pese a que afecta únicamente a comunidades de sustrato blando, con una elevada capacidad de recuperación (excepto en las áreas ocupadas por los espigones), se considera que es un impacto de intensidad alta, teniendo en cuenta la superficie afectada.</p>
<p>6. MEDIDAS PREVENTIVAS, REDUCTORAS Y COMPENSATORIAS</p> <p>El Proyecto: contiene medidas preventivas del impacto:</p> <ul style="list-style-type: none"> Diseño de obras de defensa de carácter biogénico. Optimización del diseño reduciendo el volumen de escollera y arena. <p>Se proponen además las siguientes medidas adicionales, encaminadas a evitar la dispersión y transporte de los materiales finos, que ayudan a mitigar el impacto sobre las comunidades bentónicas.</p> <ul style="list-style-type: none"> Todas las medidas ya identificadas en el caso de los impactos sobre la calidad física y química del agua. La restauración de la cantera de obtención de escollera, lo que puede considerarse como una medida compensatoria de la biomasa perdida.
<p>7. TIPIFICACIÓN</p> <p>Con anterioridad a la introducción de medidas reductoras:</p> <p>IMPACTO MODERADO: es un impacto de alta magnitud sobre recursos de baja importancia en general de carácter irreversible (aunque no se ha tenido en cuenta en la valoración el hecho que en la zona de aportación</p>

<p>de arena existe la posibilidad de recuperación a medio/largo plazo).</p> <p>Con posterioridad a la introducción de medidas reductoras,</p> <p>IMPACTO MODERADO: el diseño reducido de la actuación con espigones de carácter biogénico (que permiten la posibilidad de recuperación a medio plazo) en parte de la zona afectada podrían permitir la consideración de una reducción de la magnitud del impacto a media, lo que permitiría calificar el impacto como COMPATIBLE; no obstante se prefiere mantener la magnitud del impacto como alta y por tanto su carácter MODERADO.</p>
<p>8. SINERGIAS CON OTROS IMPACTOS</p> <p>Calidad del agua</p> <p>Calidad de los sedimentos</p> <p>Recursos pesqueros</p> <p>Espacios Naturales Protegidos</p>

IMPACTO 8: AFECCIÓN A LAS COMUNIDADES PLANCTÓNICAS Y NERITICAS
<p>1. DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO</p> <p>Las comunidades planctónicas (constituidas por organismos de pequeño tamaño que flotan en el agua) y neríticas (constituidas por los organismos nadadores cerca de la costa, principalmente peces) viven inmersas en el medio marino por lo que son las primeras directamente afectadas por las alteraciones que sufra la calidad del agua en sus diferentes aspectos.</p> <p>Las alteraciones en estas comunidades se deben, por tanto, a cualquier efecto que provoque una alteración de la calidad física del agua –por la dispersión de finos-, o en su calidad química –por el vertido de contaminantes-, como los ya discutidos sus respectivos apartados.</p> <p>Este impacto es independiente del origen de los materiales utilizados aunque como ya se ha comentado, las escolleras estarán exentas de contaminación.</p>
<p>2. ÁMBITO ESPACIAL DE EXPRESIÓN</p> <p><u>Zona de regeneración (vertido)</u> <u>Zona de extracción de arenas (dragado)</u></p>
<p>3. CRITERIOS DE VALORACIÓN</p> <p>La valoración del impacto sobre las comunidades planctónicas y neríticas se ha realizado teniendo en cuenta los siguientes criterios:</p> <ul style="list-style-type: none"> Las características de las comunidades en su situación actual. La proporción de finos en los sedimentos (<1,1% en el caso del yacimiento submarino y < 0,8% en la arena dragada en la mitad occidental de la playa de Ocata) y, con ella, la capacidad de alteración de la calidad del agua. La no contaminación de los materiales utilizados en la obra. La época de realización de las operaciones marítimas.
<p>4. CARACTERIZACIÓN</p> <p>Afecta indirectamente al medio biótico (a través de la modificación de la turbidez y calidad química del agua). Tiene lugar durante el dragado y la aportación de materiales a la playa, por lo que es de tipo temporal y de carácter reversible y recuperable.</p> <p>Además es acumulativo, sinérgico, periódico y continuo.</p> <p><u>Impactos positivos:</u> el nuevo espigón actuará como arrecife que podrá ser poblado por comunidades bentónicas que podrían permitir un mayor desarrollo de ciertas especies neríticas</p>
<p>5. INTENSIDAD DEL IMPACTO</p> <p>Es un impacto de media intensidad ya que las poblaciones afectadas presentan un grado bajo de complejidad y madurez.</p> <p>Por otro lado, dada la movilidad de las comunidades neríticas, durante la fase de afectación más intensa éstas pueden migrar a otras áreas para encontrar condiciones más favorables.</p> <p>En cuanto a las planctónicas, existe una alta posibilidad de recuperación para estas poblaciones debido a su elevada capacidad de adaptación y aportación.</p> <p>En todo caso, se deberán adoptar una serie de medidas correctoras que permitirán reducir la magnitud hasta baja.</p>
<p>6. MEDIDAS PREVENTIVAS, REDUCTORAS Y COMPENSATORIAS</p> <p>Todas las medidas ya descritas en los apartados correspondientes, encaminadas a evitar el empeoramiento de la calidad de las aguas en sus diferentes aspectos.</p>
<p>7. TIPIFICACIÓN</p> <p>Con anterioridad a la introducción de medidas reductoras IMPACTO COMPATIBLE: se trata de un impacto de magnitud media sobre recursos de valor medio (no se han detectado especies con un elevado interés ecológico) con posibilidad de recuperación a medio plazo.</p> <p>Con posterioridad a la introducción de medidas reductoras NULO / SIN IMPACTO: las medidas implantadas (uso de barreras anti-polución y materiales exentos de contaminación) permiten reducir la magnitud a baja.</p>
<p>8. SINERGIA CON OTROS IMPACTOS</p> <p>Calidad del agua Calidad de los recursos pesqueros Espacios Naturales Protegidos</p>

IMPACTO 9: AFECCIÓN A HÁBITATS PROTEGIDOS (CYMODOCEA NODOSA) FUERA DE ESPACIOS PROTEGIDOS
<p>1. DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO</p> <p>En el entorno de la obra pero fuera del Espacio Natural Protegido denominado "Costes del Maresme" (LIC con código ES5110017), destaca la presencia de 'manchas dispersas de la fanerógama <i>Cymodocea Nodosa</i>, hábitat incluido en 2011 en el 'Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial' y que por tanto debe ser protegido. En este caso se sitúa en zonas muy puntuales de entre las cotas de -6 y -9 m de profundidad y entre la -11 y la -12,5. Aparece como manchas muy dispersas y con una cobertura muy poco densa, tal como se muestra en la Figura 40.- y plano A1.4.3, en los que está representada en color verde.</p> <p>El impacto consiste en:</p> <ul style="list-style-type: none"> Ocupación directa de una superficie de 600 m² por la arena vertida en la actuación 1 (ver plano EIA-1). Una eventual colmatación de las comunidades no ocupadas directamente, a causa de la dispersión de finos, en una amplitud determinada por la pluma de dispersión, que en cualquier caso será moderada teniendo en cuenta el escaso porcentaje de finos de los materiales empleados (<1,1 % en el caso de la arena dragada al SW del puerto y <0,8% en la arena dragada en la mitad occidental de la playa de Ocata). Además la <i>Cymodocea Nodosa</i> es sólo afectada gravemente en caso de ser enterrada y tiene gran tolerancia a los incrementos de turbidez del agua. De acuerdo a los cálculos realizados (ver Impacto 4) a la zona de mayor densidad de <i>Cymodocea</i> (y por tanto de mayor riqueza) situada en la parte central del área de estudio en una profundidad de -8 m podrían llegar las partículas finas puestas en suspensión durante las operaciones de dragado y vertido con un tamaño menor a 19 µm y a la zona de <i>Cymodocea</i> situada en el extremo SE del área de estudio en una profundidad de -11,5 m podrían llegar las partículas finas puestas en suspensión durante las operaciones de dragado con un tamaño menor a 22 µm
<p>2. ÁMBITO ESPACIAL DE EXPRESIÓN</p> <p><u>Zonas con presencia de <i>Cymodocea Nodosa</i>.</u></p>
<p>3. CRITERIOS DE VALORACIÓN</p> <p>La valoración del impacto se ha realizado teniendo en cuenta los siguientes criterios:</p> <ul style="list-style-type: none"> Superficie afectada: zonas ocupadas directamente (600 m²) y áreas hasta la cual pudiera llegar la pluma de dispersión del dragado y del vertido. Las mediciones totales de materiales (738.000 m³ de arena de origen marino y 73.600 m³ de escollera) El bajo porcentaje de finos (<1,1 % en el caso de la arena dragada al SW del puerto y <0,8% en la arena dragada en la mitad occidental de la playa de Ocata) que supone un volumen total de finos de 347.000 x 1,1% + 391.000 x 0,8 % = 6.900 m³). El tamaño de materiales finos que realmente pueden alcanzar las zonas de <i>Cymodocea</i> N (en el entorno del 20 µm), lo que supone una fracción menor de todo el volumen de finos (estimado en 6.900 m³, como se ha dicho). La modificación esperada en la calidad física y química del agua por la suspensión de los materiales finos. El hecho que la actuación haya sido diseñada de manera que las praderas de esta especie no sean afectadas directamente por la obra (salvo las 3 manchas más orientales con superficie total de sólo 300 m²) y únicamente de un modo indirecto a través de la dispersión de los finos. El hecho que la <i>Cymodocea</i> es sólo afectada gravemente en caso de ser enterrada y tiene gran tolerancia a los incrementos de turbidez del agua. Las medidas moderadoras y correctoras incorporadas en el Proyecto. La no contaminación de los materiales utilizados en la obra. El calendario de obras (época y duración) y en especial la época de realización de las operaciones marítimas.
<p>4. CARACTERIZACIÓN</p> <p>Afecta al medio biótico directamente (en las zonas de ocupación directa) e indirectamente (a través de la colmatación por finos puestas en suspensión).</p> <p>Tiene lugar durante el dragado y la aportación de materiales a la playa, por lo que es de tipo temporal. En el caso de la <i>Cymodocea</i> afectada indirectamente es de carácter reversible y recuperable, pues en cualquier caso el grado de colmatación será escaso y en el caso de la <i>Cymodocea</i> afectada directamente por ocupación es de carácter irreversible e irrecuperable.</p> <p>Además es acumulativo, sinérgico, periódico y continuo.</p> <p><u>Impactos positivos:</u> no se identifican</p>
<p>5. INTENSIDAD DEL IMPACTO</p> <p>Es un impacto de intensidad media o moderada ya que la superficie de <i>Cymodocea</i> afectada directamente es tan sólo de 600 m² y el resto es afectado indirectamente, a través de la dispersión de finos y el volumen total de material puesto en suspensión no es importante (unos 6.900 m³ en el caso de la arena) y además están repartidos en un área de actuación de 583.000 m² en el caso del dragado y de 426.000 m² en el caso de la aportación)</p> <p>En todo caso, se deberán adoptar una serie de medidas correctoras que permitirán reducir la magnitud hasta baja.</p>
<p>6. TIPIFICACIÓN</p> <p>En la zona de ocupación directa:</p> <p>Con anterioridad a la introducción de medidas reductoras IMPACTO SEVERO: se trata de un impacto de magnitud moderada sobre recursos de valor alto sin posibilidad de recuperación.</p> <p>Con posterioridad a la introducción de medidas reductoras</p>

<p>IMPACTO SEVERO: ninguna de las medidas reduce el valor del recurso, la magnitud de impacto o su irreversibilidad.</p> <p>En la zona de ocupación indirecta:</p> <p>Con anterioridad a la introducción de medidas reductoras</p> <p>IMPACTO MODERADO: se trata de un impacto de magnitud moderada sobre recursos de valor alto con posibilidad de recuperación a medio plazo.</p> <p>Con posterioridad a la introducción de medidas reductoras</p> <p>IMPACTO COMPATIBLE: las medidas (barreras anti-contaminación) reducen la magnitud del impacto a baja.</p> <p>En la matriz de impacto se tendrá en cuenta como impacto principal el asociado a la zona de ocupación directa por ser el más grave (SEVERO) y como impacto secundario el asociado a la zona de ocupación indirecta (MODERADO antes de las medidas).</p>
<p>7. MEDIDAS PREVENTIVAS, REDUCTORAS Y COMPENSATORIAS</p> <p>Se incluyen todas las medidas, ya descritas en los apartados correspondientes, encaminadas a evitar el empeoramiento de la calidad de las aguas en sus diferentes aspectos y a reducir el impacto sobre las comunidades naturales de la zona de actuación (impactos 4, 5 y 7).</p>
<p>8. SINERGIA CON OTROS IMPACTOS</p> <p>Calidad del agua Calidad de los recursos pesqueros Comunidades naturales</p>

IMPACTO 10: AFECCIÓN A ESPECIES PROTEGIDAS DENTRO DE LOS ESPACIOS NATURALES PROTEGIDOS (TORTUGA BOBA Y POSIDONIA OCEANICA)
<p>1. DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO</p> <p>De los espacios naturales protegidos próximos a las obras, se considera que el único susceptible de ser afectado de un modo significativo por su proximidad a la zona de actuación es el denominado Espacio "Costes del Maresme" (LIC con código ES5110017). El LIC "Serres del litoral septentrional" (ES510011) es exclusivamente terrestre por lo que su afección es totalmente menor (como mucho el causado por los camiones que transporten la escollera a ejecutar por medios terrestres en el caso que se emplee la cantera de 'Pedra Blava' y cuyo efecto ya tuvo que ser tenido en cuenta cuando se legalizó la cantera, de manera que es muy poco probable la afección a especies protegidas).</p> <p>El Espacio "Costes del Maresme" (LIC con código ES5110017) está caracterizado principalmente por la presencia de la fanerógama marina 1120* <i>Posidonia Oceanica</i> (hábitat protegido) así como por la posible presencia de la especie mamífera de interés comunitario tortuga boba (1224* <i>Caretta caretta</i>).</p> <p>La tortuga boba es una especie de tipo oceánica, por lo que difícilmente se encuentran en zonas litorales y por tanto en la zona susceptible de ser afectada por las obras. Aun así se analizará su eventual afección en esta ficha. Asimismo se analizará la posible afección a la otra especie protegida más importante del LIC, la <i>Posidonia oceanica</i>.</p> <p>El impacto podría consistir en</p> <ul style="list-style-type: none"> • una reducción de la calidad física (por incremento de la turbulencia) y química (por vertido de posibles contaminantes incluidos en el material de aportación y por el derrame accidental de hidrocarburos) que eventualmente podría llegar a afectar a ejemplares de dichas especies que durante las obras estuviesen en el ámbito de influencia (como se ha dicho, poco probable en el caso de tortuga boba). En cualquier caso los diámetros del material sedimentario que por dispersión pueden llegar al límite occidental del Espacio Natural Protegido ES5110017 son tan solo de 10 µm, lo cual representa una fracción del todo insignificante. • una eventual colmatación las comunidades de <i>Posidonia O.</i> a causa de la dispersión de finos, en una amplitud determinada por la pluma de dispersión, que en cualquier caso no será importancia dado: i) el volumen de finos (< 63 µm) puesto en suspensión y ii) la distancia entre el límite de la <i>Posidonia O.</i> y las zonas de obras de manera que solamente podrán sedimentar partículas con diámetro inferior a 10 µm, que supone una fracción muy menor del sedimento.
<p>2. ÁMBITO ESPACIAL DE EXPRESIÓN</p> <p>Área occidental del Espacio Natural Protegido ES5110017 (situado a unos 8 km de la zona de actuación).</p>
<p>3. CRITERIOS DE VALORACIÓN</p> <p>La valoración del impacto se ha realizado teniendo en cuenta los siguientes criterios:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Superficie afectada. • Las mediciones totales de materiales vertidos al mar (6.900 m³ de finos inferiores a 63 µm). • El porcentaje del material fino susceptible de llegar al Espacio natural (la fracción <10 µm). • La modificación esperada en la calidad física y química del agua a través de la suspensión de los materiales finos. • Las medidas moderadoras y correctoras incorporadas en el Proyecto. • La no contaminación de los materiales utilizados en la obra. • El calendario de obras (época y duración) y en especial la época de realización de las operaciones marítimas.
<p>4. CARACTERIZACIÓN</p> <p>Afecta indirectamente al medio biótico (a través de la modificación de la turbidez y calidad química del agua para todas las especies y a través de la colmatación por finos puestos en suspensión en el caso de la <i>Posidonia O.</i>).</p> <p>Tiene lugar durante el dragado y la aportación de materiales a la playa y por lo tanto es de tipo temporal y carácter reversible y recuperable, pues en cualquier caso el grado de colmatación será escaso.</p> <p>Además es acumulativo, sinérgico, periódico y continuo.</p> <p>Impactos positivos: no se identifican</p>
<p>5. INTENSIDAD DEL IMPACTO</p> <ul style="list-style-type: none"> • En el caso de la afección a la tortuga boba es un impacto de intensidad baja o mínima pues se trata de una afección improbable y en caso de presencia en la zona antes del inicio de la obra, ambas especies, dada su movilidad, pueden migrar a otras áreas para encontrar condiciones más favorables. • En el caso de la afección a la <i>Posidonia O.</i> es un impacto también de intensidad baja ya que se trata de una afección indirecta a través de la dispersión de finos, y del volumen de finos (< 63 µm) puestos en suspensión (6.900 m³), la fracción puede alcanzar las praderas inferior es la inferior a 10 µm que representa un porcentaje muy menor.
<p>6. MEDIDAS PREVENTIVAS, REDUCTORAS Y COMPENSATORIAS</p> <p>Se incluyen todas las medidas, ya descritas en los apartados correspondientes, encaminadas a evitar el empeoramiento de la calidad de las aguas en sus diferentes aspectos y a reducir el impacto sobre las comunidades naturales de la zona de actuación (impactos 4, 5 y 7).</p> <p>Adicionalmente se incluyen las siguientes medidas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Paralización de las obras en caso de avistamiento de ejemplares de algún ejemplar de tortuga boba en el

entorno de la obra.
7. TIPIFICACIÓN
Con anterioridad a la introducción de medidas reductoras IMPACTO COMPATIBLE: Impacto de magnitud baja sobre recursos de valor alto con posibilidad de recuperación a medio plazo.
Con posterioridad a la introducción de medidas reductoras IMPACTO COMPATIBLE: ninguna de las medidas reduce el valor del recurso, la magnitud de impacto o su irreversibilidad.
8. SINERGIA CON OTROS IMPACTOS
Calidad del agua Calidad de los recursos pesqueros Comunidades naturales

IMPACTO 11: AFECCIÓN AL RESTO DE ESPECIES DE LOS ESPACIOS NATURALES PROTEGIDOS
1. DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO
<ul style="list-style-type: none"> Por lo que respecta al Espacio Natural "Costes del Maresme" (LIC con código ES5110017) la afección a sus especies más importantes (tortuga bobo y Posidonia O.) ya fue analizada en el Impacto 10 por lo que en la presente ficha se analizarán el resto de comunidades (bentónicas y neríticas fundamentalmente) en la zona hasta donde alcance la pluma de dispersión de los finos incluidos en la escollera y arena vertida y dragada. El impacto podrá consistir en una eventual colmatación de las comunidades bentónicas a causa de la dispersión de finos, en una amplitud determinada por la pluma de dispersión, que en cualquier caso no será importancia dado el poco porcentaje de finos de los materiales empleados que realmente pueden llegar a dicho Espacio Natural (los inferiores a 10 µm). Por otro lado, tal como ya se ha dicho, las comunidades planctónicas y neríticas viven inmersas en el medio marino por lo que son las primeras directamente afectadas por las alteraciones que sufra la calidad del agua, tanto física –por la dispersión de finos– como química –por el vertido de contaminantes–, si bien los materiales utilizados estarán exentos de contaminación. Por lo que respecta al Espacio Natural "Serres del litoral septentrional" (LIC con código ES5110011), que es 100% terrestre, la afección se producirá exclusivamente por el transporte terrestre de la escollera desde la cantera Pedra Plava (caso que ésta sea la utilizada) hasta la zona de obra, ya que el resto de canteras de la zona se encuentran fuera de los límites de dicho espacio. El impacto consistirá en la afección a la calidad del aire por generación de ruido y polvo que indirectamente afectarán a las especies presentes en el Espacio Natural. Debe comentarse que la zona afectada será tan sólo unos pocos centenares de metros de la carretera BV-5106.
2. ÁMBITO ESPACIAL DE EXPRESIÓN
Franja del LIC ES5110017 hasta la cual pudiera llegar la pluma de dispersión y franja contigua a la carretera BV-5106.
3. CRITERIOS DE VALORACIÓN
La valoración del impacto se ha realizado teniendo en cuenta los siguientes criterios: <ul style="list-style-type: none"> Superficie afectada: en el caso del Espacio Natural "Costes del Maresme" la zona más occidental hasta la cual pudiera llegar la pluma de dispersión) y en el caso del Espacio Natural "Serres del Litoral Central" la zona contigua a la carretera BV-5106 en unos pocos centenares de metros. Las mediciones totales de materiales finos vertidos y/o dragados al mar (6.900 m³ de finos inferiores a 63 µm) y la fracción que realmente puede llegar al Espacio Natural (la fracción inferior a 10 µm). Las mediciones de la escollera transportada por camión (73.600 m³). La modificación esperada en la calidad física y química del agua a través de la suspensión de los materiales finos. Las medidas moderadoras y correctoras incorporadas en el Proyecto. La no contaminación de los materiales utilizados en la obra. El calendario de obras (época y duración) y en especial la época de realización de las operaciones marítimas.
4. CARACTERIZACIÓN
En el caso del Espacio Natural "Costes del Maresme" afecta indirectamente al medio biótico (a través de la colmatación por finos puestos en suspensión). En el Espacio Natural "Serres del Litoral septentrional" afecta directamente al medio abiótico (calidad del aire, lo cual ya fue analizado en el Impacto 3) e indirectamente al medio biótico. En ambos se produce durante la aportación de materiales a la playa y por lo tanto es de tipo temporal y de carácter reversible y recuperable. Además es acumulativo, periódico y continuo. Impactos positivos: no se identifican
5. INTENSIDAD DEL IMPACTO
<ul style="list-style-type: none"> En el caso del Espacio Natural "Costes del Maresme" es un impacto de intensidad baja ya que sólo afecta a las especies bentónicas indirectamente, a través de la dispersión de finos (además dichas especies afectadas tienen un interés ambiental menor pues las de mayor importancia ya han sido analizadas en el impacto 10). Por otro lado las comunidades neríticas, dada su movilidad, durante la fase de afectación más intensa pueden migrar a otras áreas para encontrar condiciones más favorables. En cuanto a las planctónicas, existe una alta posibilidad de recuperación para estas poblaciones debido a su elevada capacidad de adaptación y regeneración. En el caso del Espacio Natural "Serres del Litoral Central" es un impacto de intensidad media o moderada dado el importante número de viajes de camión que provocarán la contaminación acústica (debe tenerse en cuenta que el impacto directo en la calidad del aire ya fue analizado en la ficha 3 y por tanto no es objeto de este impacto). En todo caso, se deberán adoptar una serie de medidas correctoras que permitirán reducir la magnitud hasta baja
6. MEDIDAS PREVENTIVAS, REDUCTORAS Y COMPENSATORIAS
Se incluyen todas las medidas, ya descritas en los apartados correspondientes, encaminadas a evitar el empeoramiento de la calidad de las aguas en sus diferentes aspectos y a reducir el impacto sobre las comunidades naturales de la zona de actuación (impactos 3, 4, 5 y 7).

<p>7. TIPIFICACIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> En el caso del Espacio Natural "Costes del Maresme": <ul style="list-style-type: none"> Con anterioridad a la introducción de medidas reductoras NULO / SIN IMPACTO: es un impacto de magnitud baja sobre recursos de valor medio con posibilidad de recuperación a medio plazo. Con posterioridad a la introducción de medidas reductoras NULO / SIN IMPACTO: ninguna de las medidas reduce el valor del recurso, la magnitud de impacto o su irreversibilidad. En el caso del Espacio Natural "Serres del Litoral septentrional": <ul style="list-style-type: none"> Con anterioridad a la introducción de medidas reductoras NULO / SIN IMPACTO: es un impacto de magnitud media sobre recursos de valor medio con posibilidad de recuperación inmediata. Con posterioridad a la introducción de medidas reductoras NULO / SIN IMPACTO: ninguna de las medidas reduce el valor del recurso, la magnitud de impacto o su irreversibilidad.
<p>8. SINERGIA CON OTROS IMPACTOS</p> <p>Calidad del agua Calidad de los recursos pesqueros Comunidades naturales</p>

4.1.3.3 Sobre el medio antrópico

IMPACTO 12: ALTERACIÓN DEL PAISAJE
<p>1. DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO</p> <p>La valoración de este impacto, que trata de medir la intensidad de los cambios producidos en relación a la situación preoperacional, implica elementos significativos de subjetividad. Los impactos sobre este vector ambiental se producen a partir del mismo momento del inicio de las obras, con la ocupación de la zona de obras, la introducción de nuevos elementos de artificialización (espigón, si bien es sumergido) y la modificación de la anchura de la playa. Como consecuencia, el territorio (que es la resultante histórica de la introducción de diversos elementos artificiales) se transformará ya desde el inicio.</p> <p>Por otro lado, en la zona de obtención de la escollera (cantera) también se producirá un impacto paisajístico significativo a consecuencia de la modificación de la topografía.</p>
<p>2. ÁMBITO ESPACIAL DE EXPRESIÓN</p> <p>Zona de extracción de materiales: la retirada de la escollera de cantera implicará necesariamente un cambio en la morfología actual de esta zona, si bien los volúmenes implicados son pequeños.</p> <p>Zona de regeneración: alteración del aspecto actual de la línea de playa aunque en la actuación 2 supone recuperar un estado del pasado y en la actuación 1 se substituye el actual escollero longitudinal que protege la línea de FFCC por una nueva playa. Se introducen además elementos nuevos de artificialización (espigones); no obstante su presencia se ve mitigada ya que han sido diseñados con una cota de coronación baja con objeto de reducir el impacto visual: el espigón exento de la actuación 1 corona a la cota +1,50, el espigón en "L" de la actuación 1 a la cota +2,50 en su arranque (misma cota que la berma de la playa) y a la cota +1,50 en su tramo final (además de un tramo sumergido) y el espigón de la actuación 3 corona a la cota +1,50, por debajo de la berma de playa (+2,50) y muy por debajo de la cota del dique del puerto de El Masnou (+6,20).</p>
<p>3. CRITERIOS DE VALORACIÓN</p> <p>En la valoración de este impacto se ha tenido en cuenta:</p> <ul style="list-style-type: none"> La riqueza de elementos actuales en el paisaje (diversidad). La presencia de elementos sobresalientes (singularidad). La importancia de los elementos naturales en el conjunto (grado de naturalidad). La complejidad topográfica de los nuevos elementos. La riqueza de colores y su valor disruptor. La importancia de la componente antrópica en el nuevo elemento. El fondo escénico. La situación de las nuevas estructuras con respecto a las ya existentes. La amplitud de la cuenca visual, es decir el conjunto de puntos desde los que se podrán observar las nuevas estructuras (sumergidas). La incidencia visual: tipo, configuración y altura de las nuevas estructuras (sumergidas). Longitud de las nuevas infraestructuras (espigones). Número de obras de defensa emergidas (ninguna). El color de la arena y su granulometría (muy similar a la nativa). La eficacia de las medidas moderadoras y correctoras propuestas.
<p>4. CARACTERIZACIÓN</p> <p>Afecta directamente al medio abiótico</p> <p>Es de carácter permanente, aunque se manifestará de manera paulatina a lo largo de las obras. Es, por tanto, un impacto irreversible pero recuperable a medio/largo plazo pues se integrará paulatinamente en la situación actual.</p> <p>Además es simple, periódico y continuo.</p> <p>Impactos positivos: la zona de actuación pasa de tener un aspecto erosionado, con escasa arena, al de una playa amplia con arena suficiente.</p>
<p>5. INTENSIDAD DEL IMPACTO</p> <p>Se trata de un impacto de intensidad media ya que las nuevas infraestructuras (espigones) son de baja cota de coronación, por lo que la alteración será pequeña en un paisaje ya de por sí modificado. Lo mismo sucede en el caso de la amplitud de la nueva playa, que implica recuperar una situación del pasado.</p>
<p>6. MEDIDAS PREVENTIVAS, REDUCTORAS Y COMPENSATORIAS</p> <p>Las principales medidas reductoras del impacto han sido introducidas a nivel de Proyecto:</p> <ul style="list-style-type: none"> Diseño de la actuación con dimensiones reducidas. Diseño de obras de defensa con una cota de coronación baja. <p>Se proponen otras medidas adicionales dirigidas a procurar una mejor integración de la obra en el entorno. Incluye:</p> <ul style="list-style-type: none"> Uso de arena del mismo color a la existente actualmente en la playa a regenerar. Limpieza de la obra. Obtención de los materiales en una cantera autorizada de modo que disponga de plan de restauración que permita corregir las alteraciones producidas por la obra
<p>7. TIPIFICACIÓN</p> <p>Con anterioridad a la introducción de medidas reductoras (en este caso ya se tiene en cuenta la medida</p>

principal, que es el diseño de la actuación, con unas dimensiones menores, espigones de baja cota de coronación y arena del mismo aspecto que la nativa, pues todo ello es intrínseco al análisis de este impacto y se ha tenido en cuenta en la valoración de su intensidad o magnitud): Con anterioridad a la introducción de medidas reductoras IMPACTO MODERADO. Impacto de magnitud media sobre recursos de un valor alto con posibilidad de recuperación a medio plazo. Con posterioridad a la introducción de medidas reductoras IMPACTO MODERADO: las medidas no reducen ni la intensidad del impacto, ni el valor del recurso ni su velocidad de recuperación.
8. SINERGIA CON OTROS IMPACTOS
Medio antrópico

IMPACTO 13: ALTERACIÓN DE LOS RECURSOS PESQUEROS
1. DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO Los recursos pesqueros de interés económico forman parte de las comunidades naturales y, por tanto, los impactos que reciben son asimilables a los descritos en el apartado anterior: los bivalvos de interés comercial pueden situarse en el ámbito de las comunidades bentónicas y la pesca en el ámbito de las comunidades neríticas. La biología de estos organismos y la internalización del impacto es indiferente del aprovechamiento por parte del hombre. Por tanto, se identifican dos grupos principales de acciones negativas: <ul style="list-style-type: none"> • Afectación indirecta de la calidad de los recursos a través de la movilización de finos y alteración de la calidad física y química del agua. • Destrucción directa de recursos ya que la zona de aportación de materiales resultará modificada por la obra, con alteración de los fondos
2. ÁMBITO ESPACIAL DE EXPRESIÓN <u>Zona de regeneración:</u> se relacionan con la modificación de la calidad del agua, la alteración de la naturaleza del sustrato y la cubrición de los materiales actuales por los aportados durante el proceso de regeneración. <u>Zona de extracción de arena:</u> mismos comentarios que en la zona de regeneración.
3. CRITERIOS DE VALORACIÓN En la valoración del impacto sobre los recursos renovables explotados en la zona se ha tenido en cuenta: <ul style="list-style-type: none"> • La localización de los caladeros y arrecifes artificiales en relación a los ámbitos de la obra. • La calidad, el estado de conservación y el valor comercial de los caladeros. • La inexistencia en la zona de zonas de producción y protección o mejora de moluscos. • La profundidad de calado de los artes (superior a 5 metros). • La intensidad de los cambios previstos en la calidad del agua y de los sedimentos que repercuten en último término en la disponibilidad de recursos tróficos. • El volumen de materiales de aportación (738.000 m³ de arena de origen marino y 73.600 m³ de escollera). • La calidad de los materiales, en especial el bajo porcentaje de finos (<1,1 % en el caso de la arena dragada al SW del puerto y <0,8% en la arena dragada en la mitad occidental de la playa de Ocata) que supone un volumen total de finos de 347.000 x 1,1% + 391.000 x 0,8 % = 6.900 m³). • La época de realización de la obra en relación a la época de freza ya que las puestas de algunas especies son enterradas en las arenas. • La superficie y naturaleza de los fondos afectados. • Eficacia de las medidas reductoras propuestas.
4. CARACTERIZACIÓN Afecta indirectamente al medio biótico y antrópico, ya que se debe a la confluencia de otros impactos (incremento de turbidez, modificación de la calidad del agua...). Es de carácter temporal, reversible y recuperable, ya que los posibles recursos susceptibles de desaparecer son muy escasos ya que los ejemplares de mayor valor económico para los pescadores se sitúan alejados de las zonas de actuación. Además es acumulativo, periódico y continuo. <u>Impactos positivos:</u> puesto que el proyecto contempla la construcción de diversos espigones, al ser estos de carácter biogenético, añadirán complejidad al medio y ofrecerán refugio a determinadas especies de peces. Todo ello puede potenciar la productividad de la zona.
5. INTENSIDAD DEL IMPACTO Se trata de un impacto de baja intensidad, que se justifica por la escasez de los recursos existentes en las zonas de producción de impacto directo y las medidas adoptadas para impedir los impactos de carácter indirecto.
6. MEDIDAS PREVENTIVAS, REDUCTORAS Y COMPENSATORIAS Las medidas reductoras más eficaces han sido introducidas a nivel de Proyecto: minimización de los volúmenes de arena y escollera, por lo que se reduce sensiblemente la intensidad de los impactos sobre el medio marino y, con ello, sobre los recursos pesqueros. Además son eficaces todas las medidas, ya descritas, encaminadas a evitar la dispersión y transporte de los materiales finos, tanto por sus efectos físicos como químicos. Como medidas específicas se proponen las siguientes: <ul style="list-style-type: none"> • Realizar las obras preferiblemente en la época con menor interacción con la explotación de los recursos (preferentemente fuera de los meses de primavera y verano) • Reducción del plazo de ejecución mediante el uso de medios potentes ya que se trata de un impacto de carácter temporal • Dar aviso a las Cofradías de Pescadores que tienen su actividad en la zona a fin de que procedan a retirar los artes con anterioridad al inicio de las obras.
7. TIPIFICACIÓN Con anterioridad a la introducción de medidas reductoras IMPACTO COMPATIBLE: es un impacto de magnitud baja sobre recursos de valor alto con posibilidad de recuperación a medio plazo. Con posterioridad a la introducción de medidas reductoras IMPACTO COMPATIBLE: las medidas correctoras no reducen ni el valor del recurso ni su tiempo de recuperación.

<p>8. SINERGIA CON OTROS IMPACTOS</p> <p>Calidad del agua Comunidades bentónicas Comunidades planctónicas y neríticas Espacios Naturales Protegidos Actividades recreativas y de ocio</p>
--

<p align="center">IMPACTO 14: ALTERACIÓN DE LAS ACTIVIDADES RECREATIVAS Y DE OCIO</p>
<p>1. DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO</p> <p>La zona de actuación se enmarca dentro de una importante área turística, sobre todo durante los meses estivales, donde se llevan a cabo numerosas actividades recreacionales relacionadas con el ámbito marino, por lo que la conservación de las condiciones más favorables de éste debe representar uno de los objetivos prioritarios a la hora de emprender cualquier tipo de actuación en el entorno. Por otro lado, el desarrollo de estas actividades contribuye positivamente al progreso económico de la comarca.</p> <p>El impacto se relaciona con el deterioro de las cualidades estéticas y de disfrute en las playas cercanas y en el medio marino más próximo debido a la alteración de la calidad del agua, de la calidad de las playas, de la calidad del aire y del paisaje así como la ocupación de la zona de aportación de arenas.</p>
<p>2. ÁMBITO ESPACIAL DE EXPRESIÓN</p> <p><u>Zona de regeneración:</u> la aportación de arena y la construcción de los espigones se realiza en la propia playa, a través de una maquinaria que puede resultar molesta a los usuarios por lo que existe una evidente interacción de carácter negativo.</p>
<p>3. CRITERIOS DE VALORACIÓN</p> <p>En la valoración de este impacto se ha tenido en cuenta:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La calidad de las playas. • El estado actual de las condiciones estéticas y de disfrute de las playas. • El grado actual de conservación de la zona y el efecto disuasorio sobre el uso de este tramo de litoral. • El volumen de población que disfruta de estas condiciones en las diferentes épocas del año. • El tipo de actividades que se llevan a cabo en la zona potencialmente afectada. • Todos los anteriores impactos que pueden afectar a la calidad del agua, en sus diferentes aspectos, a la calidad de las playas, a la calidad del aire y al paisaje. • El calendario de obras (época y duración), ya que para producir un impacto sobre la población humana y sus actividades se requiere no sólo la modificación de las condiciones de disfrute sino la presencia de usuarios. • La localización de los lugares recreativos y de ocio más demandados con respecto a la obra.
<p>4. CARACTERIZACIÓN</p> <p><u>Impacto negativo</u> Afecta directamente al medio socioeconómico o antrópico. Se produce exclusivamente durante la fase de obras por lo que es un impacto de carácter temporal, reversible y recuperable. Además es acumulativo, periódico y continuo.</p> <p><u>Impactos positivos</u> La zona está sometida actualmente a una pérdida paulatina de la playa, por la falta de aportes de los arroyos próximos. Por tanto la actuación supone una mejora evidente de este tramo del litoral y afecta directamente al medio socioeconómico o antrópico. Tiene lugar durante toda su fase de explotación y por tanto el impacto tiene carácter permanente irreversible e irrecuperable (salvo desmantelamiento de la obra). Además es simple, periódico y continuo</p>
<p>5. INTENSIDAD DEL IMPACTO</p> <p><u>Impacto negativo:</u> Se ha considerado baja la intensidad de los impactos que pueden afectar directamente o indirectamente a este factor ambiental. <u>Impacto positivo:</u> se ha considerado una intensidad media o moderada.</p>
<p>6. MEDIDAS PREVENTIVAS, REDUCTORAS Y COMPENSATORIAS</p> <p>Todas las medidas ya identificadas tendentes a minimizar los impactos sobre la calidad del agua, en sus diferentes aspectos, sobre la calidad de las playas, sobre la calidad del aire y sobre el paisaje. El elemento más importante en este caso es situar las obras fuera de la temporada de baños.</p>
<p>7. TIPIFICACIÓN</p> <p>Con anterioridad a la introducción de medidas correctoras Impacto negativo: SIN IMPACTO: es un impacto de baja magnitud sobre recursos de un valor medio con posibilidad de recuperación a medio plazo. Impacto positivo: MODERADO: es un impacto de magnitud media sobre recursos de un valor medio con carácter irreversible <u>Por consiguiente se considera solamente el impacto positivo, con carácter moderado.</u></p> <p>Con posterioridad a la introducción de medidas correctoras. Impacto positivo: MODERADO: las medidas no modifican las características del impacto.</p>
<p>8. SINERGIA CON OTROS IMPACTOS</p> <p>Calidad del agua en sus diferentes aspectos Calidad de las playas Calidad del aire Paisaje</p>

Por tanto, con anterioridad a la implantación de las medidas reductoras, se identifican finalmente un total de CATORCE (14) impactos ambientales (principales) que presentan las características mostradas en la Tabla 31.- en la que se indica el nº de impactos de cada clase y su % respecto al nº total de impactos.

Tabla 31.- Número de impactos por tipología (Fuente: elaboración propia)

EN FUNCIÓN DEL MEDIO AFECTADO

	NÚMERO IMPACTOS	PORCENTAJE S/TOTAL
Abiótico	5	36%
Biótico	6	43%
Antrópico	3	21%

EN FUNCIÓN DE SU TEMPORALIDAD

	NÚMERO IMPACTOS	PORCENTAJE S/TOTAL
Permanente	6	43%
Temporal	8	57%

EN FUNCIÓN DE LA CAPACIDAD DE RECUPERACIÓN

	NÚMERO IMPACTOS	PORCENTAJE S/TOTAL
Irrecuperable	4	29%
Recuperable	10	71%

EN FUNCIÓN DEL PERIODO DE MANIFESTACIÓN

	NÚMERO IMPACTOS	PORCENTAJE S/TOTAL
Corto plazo	9	64%
Medio plazo	4	29%
Largo plazo	1	7%

EN FUNCIÓN DEL TIPO DE IMPACTO

	NÚMERO IMPACTOS	PORCENTAJE S/TOTAL
Nulo	2	14%
Compatible	5	36%
Moderado	6	43%
Severo	1	7%
Crítico	0	0%

En consecuencia, el "impacto típico" asociado a la actuación puede tipificarse del siguiente modo:

- se produce sobre las condiciones bióticas del medio,
- es de carácter temporal,
- presenta además una capacidad de recuperación,
- se manifiesta principalmente a corto plazo,
- es de carácter moderado y no existen impactos de carácter crítico,
- afectan al medio marino y puntualmente al medio continental (zona obtención de escollera).

5. CUANTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS REPERCUSIONES DEL PROYECTO EN LA RED NATURA 2000

El análisis específico de las repercusiones del proyecto sobre la Red Natura 2000 se ha efectuado en el apartado anterior a través de los impactos nº 10 y 11.

6. MEDIDAS PREVENTIVAS, REDUCTORAS Y COMPENSATORIAS DE IMPACTO

En cada una de las fichas confeccionadas para la descripción de los impactos (ver apartado 4.1.3), se han identificado las medidas que aminorarían las repercusiones medioambientales de las diferentes actuaciones que están implicadas en el desarrollo de la obra. El conjunto de estas medidas se recoge en la Tabla 32.- y a continuación se incluye una breve descripción de las mismas, referidas tanto a las zonas de extracción como a la de aportación, así como otras medidas de carácter general.

6.1 EN LA OBTENCIÓN DE LOS MATERIALES (ÁRIDOS Y ESCOLLERA) Y TRANSPORTE HASTA LA ZONA DE APORTACIÓN

6.1.1 MEDIDAS PREVENTIVAS O MODERADORAS

Las medidas moderadoras de los impactos de carácter negativo quedan integradas en el propio proyecto y actúan desde el momento inicial. De este modo, puede lograrse que algunos impactos no lleguen a producirse o bien lo hagan con una intensidad menor. Se desprenden, fundamentalmente, de su aplicación a obras de naturaleza parecida a la que aquí se analiza.

Uso de medios poco impactantes

El proyecto deberá contemplar el uso de maquinaria moderna que cumpla los requerimientos para evitar la contaminación.

Planificación de un calendario adecuado de obras

Es recomendable, como medida moderadora de carácter general, situar la realización de la obra fuera de la época de verano ya que de este modo se logra una mitigación significativa en la intensidad del impacto debido a la disminución de la población usuaria.

Reducción del plazo de ejecución

La elección de la alternativa que implica una menor necesidad de materiales de cantera implica una reducción significativa de los impactos en la zona de obtención de los materiales. Deberán utilizarse medios de gran capacidad para reducir también el plazo de ejecución.

Medidas moderadoras relacionadas con el transporte de los áridos de origen continental

Tiene por finalidad la determinación de rutas de acceso, horario de paso y frecuencia máxima horaria de vehículos que evite la generación de molestias a la población residente cercana.

Uso productivo de los materiales de escollera

Los materiales de cantera procedentes de excavaciones serán utilizados para la construcción de nuevos espigones con lo que se reducirá las necesidades de materiales de préstamo.

Tabla 32.- Identificación de las medidas reductoras del impacto (Fuente: elaboración propia)

Medio afectado	Medidas preventivas y reductoras del impacto
1. Medio abiótico:afección a la dinámica litoral	Todas las medidas preventivas y reductoras han sido incorporadas a nivel de Proyecto, con un diseño de espigones y de planta que minimice las mediciones de materiales, suficientes para cumplir los objetivos planteados.
2. Medio abiótico: modificación batimétrica y de la naturaleza del sustrato	La principal medida preventiva se ha introducido a nivel de Proyecto en el que se ha optimizado y minimizado las mediciones de arena y escollera y la superficie a ocupar, a la vez está previsto el aprovechamiento de la escollera procedente de las demoliciones.
3. Medio abiótico: alteración de la calidad atmosférica y acústica	Puesto que la intensidad de este impacto es directamente proporcional al volumen de materiales a utilizar en la obra, la principal medida reductora del impacto está incluida en el Proyecto, en el que se ha optimizado el volumen de arenas y escollera. Se identifican además las siguientes medidas preventivas y reductoras: <ul style="list-style-type: none"> • Evitar la producción de polvo durante el transporte con camión y manipulación de los materiales mediante la utilización de lonas u otro tipo de protecciones, principalmente en las proximidades del núcleo de población. • Evitar la manipulación de materiales en días de viento intenso o desfavorable. • Adoptar las medidas para controlar la emisión de gases por los vehículos y maquinarias: filtros, revisiones, etc. • Elegir vías de acceso y regular tanto el horario como la frecuencia máxima de paso de los camiones destinados al transporte de materiales. • Procurar un mantenimiento adecuado de las vías de acceso para evitar ruidos y vibraciones, principalmente en las proximidades del núcleo de población. • Programa de riegos y barrido de las vías de acceso. • Reducir en lo posible los acopios de materiales en la obra. • Foso para el lavado de las ruedas de los camiones. • Reutilización de la escollera procedente de las demoliciones de los espigones actuales. • Reducir en lo posible el plazo de ejecución. • Realizar las operaciones de mayor impacto fuera de la temporada de baños.
4. Medio abiótico: incremento de la turbidez en la columna de agua	El hecho que en el Proyecto se haya optimizado el volumen de materiales a emplear ((347.000 m ³ de arena marina y 53.500 m ³ de escollera en la actuación 1, 391.000 m ³ de arena trasvasada en la actuación 2 y 20.200 m ³ de escollera en la actuación 3) y que éstos tenga muy poco porcentaje de finos (<1,1% en el caso del yacimiento submarino y < 0,8% en la arena dragada en la mitad occidental de la playa de Ocata) es muy positivo para moderar el impacto residual. Además, se identifican las siguientes medidas preventivas y reductoras: <ul style="list-style-type: none"> • Al ser un impacto de carácter transitorio, la intensidad se relaciona directamente con la duración de la obra. Debe procurarse, por tanto, utilizar medios de capacidad suficiente para que se reduzca el plazo de ejecución. • Se usarán de barreras que eviten la dispersión de finos en la zona de aportación en la playa y en la zona de extracción de arenas. • Se recomienda que las obras tengan lugar preferentemente en otoño e invierno, fase con menor interferencia sobre las variables ambientales. No obstante, no se considera una condición determinante en función de la evaluación de impacto. • Se suspenderá la aportación de materiales a la playa en condiciones de agitación del mar que incremento significativamente la distancia de transporte de la pluma. Se considera que las operaciones debieran suspenderse a partir de alturas de ola significativa >1,5 m.
5. Medio abiótico: alteración de la calidad química del agua	Todas las medidas ya identificadas en el caso del impacto sobre la calidad física de las aguas y tendentes a minimizar la dispersión de los finos ya que ésta es la principal vía de incorporación de contaminantes en el medio marino. En cuanto al vertido de contaminantes diversos y aguas residuales durante las obras, se hace necesario minimizar los riesgos estableciendo una red de control de calidad, durante y después de la actuación, con especial interés en evitar vertidos accidentales.

6. Medio biótico: afección a las comunidades naturales terrestres	El Proyecto: contiene medidas preventivas del impacto: <ul style="list-style-type: none"> • Optimización del diseño reduciendo el volumen de escollera. Se proponen además las siguientes medidas adicionales: <ul style="list-style-type: none"> • La restauración de la cantera de obtención de escollera, lo que puede considerarse como una medida compensatoria de la biomasa perdida.
7. Medio biótico: afección a las comunidades bentónicas	El Proyecto: contiene medidas preventivas del impacto: <ul style="list-style-type: none"> • Diseño de obras de defensa de carácter biogénico. • Optimización del diseño reduciendo el volumen de escollera y arena. Se proponen además las siguientes medidas adicionales, encaminadas a evitar la dispersión y transporte de los materiales finos, que ayudan a mitigar el impacto sobre las comunidades bentónicas. <ul style="list-style-type: none"> • Todas las medidas ya identificadas en el caso de los impactos sobre la calidad física y química del agua.
8. Medio biótico: afección a las comunidades planctónicas y neríticas	Todas las medidas, ya descritas en los apartados correspondientes, encaminadas a evitar el empeoramiento de la calidad de las aguas en sus diferentes aspectos y a reducir el impacto sobre las comunidades naturales de la zona de actuación (impactos 4, 5 y 7).
9. Medio biótico: afección a hábitats protegidos (<i>Cymodocea Nodosa</i>)	Todas las medidas, ya descritas en los apartados correspondientes, encaminadas a evitar el empeoramiento de la calidad de las aguas en sus diferentes aspectos y a reducir el impacto sobre las comunidades naturales de la zona de actuación (impactos 4, 5 y 7).
10. Medio biótico: afección a especies protegidas (tortuga boba, <i>Posidonia O.</i>) dentro de los Espacios Naturales	Todas las medidas, ya descritas en los apartados correspondientes, encaminadas a evitar el empeoramiento de la calidad de las aguas en sus diferentes aspectos y a reducir el impacto sobre las comunidades naturales de la zona de actuación (impactos 4, 5 y 7).
11. Medio biótico: afección al resto de especies dentro de los Espacios Naturales Protegidos	Todas las medidas, ya descritas en los apartados correspondientes, encaminadas a evitar el empeoramiento de la calidad de las aguas en sus diferentes aspectos y a reducir el impacto sobre las comunidades naturales de la zona de actuación (impactos 4, 5 y 7).
12. Medio antrópico: alteración del paisaje costero	Las principales medidas reductoras del impacto han sido introducidas a nivel de Proyecto: <ul style="list-style-type: none"> • Diseño de la actuación con dimensiones reducidas. • Diseño de obras de defensa con baja cota de coronación. • Se proponen otras medidas adicionales dirigidas a procurar una mejor integración de la obra en el entorno. Incluye: <ul style="list-style-type: none"> • Uso de arena del mismo color a la existente actualmente en la playa a regenerar. • Limpieza de la obra. • Obtención de los materiales en una cantera autorizada de modo que disponga de plan de restauración que permita corregir las alteraciones producidas por la obra
13. Medio antrópico: alteración de recursos pesqueros	Las medidas reductoras más eficaces han sido introducidas a nivel de Proyecto: minimización de los volúmenes de arena y escollera, por lo que se reduce sensiblemente la intensidad de los impactos sobre el medio marino y, con ello, sobre los recursos pesqueros. Además son eficaces todas las medidas, ya descritas, encaminadas a evitar la dispersión y transporte de los materiales finos, tanto por sus efectos físicos como químicos. Como medidas específicas se proponen las siguientes: <ul style="list-style-type: none"> • Realizar las obras preferiblemente en la época con menor interacción con la explotación de los recursos. • Reducción del plazo de ejecución mediante el uso de medios potentes ya que se trata de un impacto de carácter temporal • Dar aviso a las Cofradías de Pescadores que tienen su actividad en la zona a fin de que procedan a retirar los artes con anterioridad al inicio de las obras.

14. Medio antrópico: alteración de las actividades recreativas y de ocio	Todas las medidas ya identificadas tendentes a minimizar los impactos sobre la calidad del agua, en sus diferentes aspectos, sobre la calidad de las playas, sobre la calidad del aire y sobre el paisaje. El elemento más importante en este caso es situar las obras fuera de la temporada de baños.
--	--

6.1.2 MEDIDAS REDUCTORAS O CORRECTORAS

El objeto de las medidas correctoras es disminuir el impacto residual que la obra genera en el entorno: su coste económico deberá incorporarse al proyecto. En este caso las principales medidas correctoras se relacionan con la reducción de la dispersión de los finos y con el transporte de los materiales desde la cantera hasta la zona de regeneración. Se indican las principales:

- Uso de barreras que eviten la dispersión de finos en la zona de extracción de la arena marina.
- Uso de camiones provistos de lona para el transporte de áridos de origen continental.
- Riego frecuente de los viales de acceso.
- Barrido de los viales en caso que se considere necesario.
- Mantenimiento adecuado de las vías de circulación de los transportes.

6.1.3 MEDIDAS COMPENSATORIAS

Las escolleras necesarias para la obra deberán obtenerse de una cantera legalizada, que disponga de un plan de restauración del medio. En consecuencia, las comunidades vegetales que puedan quedar destruidas a consecuencia de la extracción de los materiales necesarios para la obra, deberá compensarse a través de la replantación de especies autóctonas de acuerdo con el programa aprobado.

6.2 EN LA ZONA DE APORTACIÓN

La mayoría de las medidas propuestas mantienen un paralelismo con las descritas en el ámbito de explotación del yacimiento, por lo que se identifican de forma resumida.

6.2.1 MEDIDAS PREVENTIVAS O MODERADORAS

- Uso de medios poco impactantes: flota de camiones y parque de maquinaria que cumpla con los límites de emisión.
- Para evitar los impactos sobre la calidad del agua deben reducirse los productos residuales de obra, evitar cualquier vertido contaminante al medio marino, etc.
- Los materiales presentarán unas características granulométricas próximas a los de la zona de recepción.
- Evitar la manipulación de materiales en días con condiciones meteorológicas desfavorables (tanto atmosféricas como marinas).
- Elegir un calendario adecuado de obras (preferentemente fuera de verano).
- Procurar una decantación de los materiales antes del vertido en el medio acuático.

- Anunciar el inicio de las obras para retirar los artes de pesca instalados en las zonas próximas a las obras.

6.2.2 MEDIDAS REDUCTORAS O CORRECTORAS

- Uso de barreras que eviten la dispersión de finos en la zona de obras (vertido de escollera y de arena).

6.3 OTRAS MEDIDAS GENERALES

6.3.1 MEDIDAS PREVENTIVAS O MODERADORAS

Las medidas moderadoras han sido incorporadas a nivel de Proyecto, que ha desarrollado la solución que desde un punto de vista ambiental menor impacto introduce en la calidad del medio; no suponen en principio ningún coste específico. Se plantean como consecuencia del análisis llevado a cabo a partir del inventario ambiental a fin de introducir las menos alteraciones posibles. Se consideran como más importantes:

- La elección de una solución constructiva que reduce las mediciones tanto en escollera como en arenas a fin de moderar la artificialización.
- Diseño de los espigones de baja cota de coronación para limitar la artificialización del medio.
- Evitar la sobrealimentación innecesaria de las playas.
- Determinación de perfil y planta adecuados para la consecución de los objetivos.
- Color de arena semejante al actual, siempre que ello sea posible en función de los materiales disponibles.

6.3.2 MEDIDAS REDUCTORAS O CORRECTORAS

Las medidas correctoras son actuaciones que se aplican durante las obras a fin de reducir el impacto residual; el general llevan un coste asociado que debe ser asumido por la empresa Constructora a fin de garantizar los objetivos de sostenibilidad planteados en el estudio.

- Control de la calidad de los materiales a fin de comprobar que se ajusta a lo previsto, lo que implicará unos gastos analíticos
- Desarrollar un programa de vigilancia ambiental de la obra que procure también el control del hallazgo de restos arqueológicos.

6.3.3 MEDIDAS COMPENSATORIAS

Estas medidas no disminuyen la magnitud del impacto provocado pero aminoran su efecto en la globalidad del sistema al compensar la incidencia negativa de una actuación con otra acción que puede provocar un beneficio en el entorno. En este caso no se considera necesario la introducción de medidas compensatorias de carácter general.

6.4 MATRIZ DE IMPACTOS RESIDUALES

La aplicación de las medidas preventivas, reductoras y compensatorias tienen como resultado que el impacto residual sea de menor intensidad que el resultante inicialmente de la actuación. Los cambios producidos se recogen en la Tabla 33.-, que muestra la reducción en la intensidad de los impactos y que da lugar a la matriz de impactos residual (ver Tabla 34.-).

Tabla 33.- Reducción de la intensidad de los impactos (Fuente: elaboración propia)

	ANTES DE LAS MEDIDAS	DESPUÉS DE LAS MEDIDAS
Nulo	2	4
Compatibles	5	4
Moderados	6	5
Severos	1	1
Críticos	0	0

Si se asigna un valor 0 a los impactos nulos (N = 0), 1 a los impactos compatibles (C = 1), 2 a los moderados (M = 2) y 4 a los severos (S = 4), se obtiene el siguiente resultado:

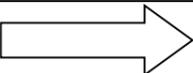
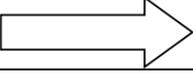
- Antes aplicación medidas reductoras: $\Sigma(2N+5C+6M+1S) = 2 \times 0 + 5 \times 1 + 6 \times 2 + 1 \times 4 = 21$
- Después aplicación medidas reductoras: $\Sigma(4N+4C+4M+1S) = 4 \times 0 + 4 \times 1 + 4 \times 2 + 1 \times 4 = 16$

En consecuencia, la aplicación de las medidas reductoras del impacto tiene como consecuencia en relación a los impactos residuales:

- Se reduce el número de impactos no nulos: de 12 a 10
- Se mantiene el impactos de carácter severo (1)
- Disminuyen los impactos de carácter moderado (de 6 a 5).
- De acuerdo con la valoración aplicada, el impacto residual puede estimarse en un $16 / 21 = 76\%$ del impacto inicial, con lo que la eficacia de las medidas es evidente

Puesto que ninguno de los impactos residuales, una vez implementadas las medidas moderadoras y correctoras, presenta la condición de crítico y solamente hay un severo, se considera que las obras definidas en el Proyecto es viable desde el punto de vista ambiental a condición de que se atiendan todas las recomendaciones definidas en el estudio, referidas sobre todo a la alternativa escogida para el Proyecto y a la procedencia de los materiales.

Tabla 34.- Matriz de impacto residual como aplicación de las medidas propuestas (Fuente: elaboración propia)

Medio afectado / Impacto	Evaluación antes Medidas correctoras	Efecto medidas moderadoras/correctoras	Evaluación después Medidas correctoras
1. Medio abiótico: afección de la dinámica litoral	MODERADO	≈	MODERADO
2. Medio abiótico: modificación batimétrica y naturaleza del sustrato	MODERADO	≈	MODERADO
3. Medio abiótico: alteración de la calidad atmosférica y acústica	COMPATIBLE		NULO / SIN IMPACTO
4. Medio abiótico: incremento de la turbidez en la columna de agua	MODERADO		COMPATIBLE
5. Medio abiótico: alteración de la calidad química del agua	COMPATIBLE	≈	COMPATIBLE
6. Medio biótico: afección de las comunidades naturales terrestres	NULO / SIN IMPACTO	≈	NULO / SIN IMPACTO
7. Medio biótico: afección a las comunidades bentónicas	MODERADO	≈	MODERADO
8. Medio biótico: afección a las comunidades planctónicas y neríticas	COMPATIBLE		NULO / SIN IMPACTO
9. Medio biótico: afección a hábitats protegidos: <i>Cymodocea Nodosa</i>	SEVERO	≈	SEVERO
10. Medio biótico: afección a especies protegidas tortuga boba, delfín mular y <i>Posidonia Oceanica</i>	COMPATIBLE	≈	COMPATIBLE
11. Medio biótico: afección al resto de especies de los Espacios Naturales	NULO / SIN IMPACTO	≈	NULO / SIN IMPACTO
12. Medio antrópico: alteración del paisaje	MODERADO	≈	MODERADO
13. Medio antrópico: alteración de recursos pesqueros	COMPATIBLE	≈	COMPATIBLE
14. Medio antrópico: alteración de las actividades recreativas y de ocio	MODERADO	≈	MODERADO

7. PROGRAMA DE VIGILANCIA Y SEGUIMIENTO AMBIENTAL

7.1 OBJETO DEL PROGRAMA DE VIGILANCIA Y SEGUIMIENTO AMBIENTAL

El Programa de Vigilancia y Seguimiento Ambiental (PVA) por objeto dar cumplimiento a una serie de determinantes de control que derivan:

- Del presente Estudio de Impacto Ambiental.
- De los nuevos condicionados que pueda determinar, en su momento, la Declaración de Impacto Ambiental.

El PVA tiene por objeto principal cuidar del correcto cumplimiento de lo que determinan el conjunto de documentos ambientales que son de aplicación. Todo ello queda concretado en los siguientes objetivos:

- Constituir un elemento de garantía para el cumplimiento de las condiciones incluidas en los antecedentes de referencia.
- Definir todos aquellos elementos adicionales que contribuyan a minimizar los impactos.
- Establecer procedimientos de medida, muestreo y análisis que permitan la caracterización ambiental y seguimiento de la zona de influencia del proyecto, tanto en estado preoperacional (medidas de estado cero), como durante el proceso de implantación y las obras a fin de comprobar que la calidad del sistema (vectores físicos, químicos y bionómicos) no experimentan alteraciones significativas en su calidad.
- Medir el grado de ajuste entre los impactos que supuestamente producirá la actuación según el análisis prospectivo realizado en el estudio de impacto con los efectos que realmente se producirán en el medio.
- Elaborar los documentos de carácter ambiental para el seguimiento de la obra.
- Finalmente, el programa de vigilancia ambiental posibilitará reacciones oportunas frente a impactos inesperados que puedan surgir durante las obras, sobre todo en variables de difícil predicción.

7.2 MARCO LEGAL

El marco legal al que se referencia el Programa de Vigilancia está constituido por un conjunto de normativas (comunitarias, estatales, autonómicas y municipales) referidas a vectores que pueden resultar alterados por las obras (ver Tabla 1.-).

7.3 ÁMBITO TERRITORIAL DEL PROGRAMA

El Programa de Vigilancia Ambiental abarcará tres ámbitos de control:

- Zona de playa (construcción de espigones, dragado de arenas y vertido de arenas).

- Zona de extracción de la escollera (canteras).
- Vías de acceso para el transporte de la escollera.

En cada uno de estos ámbitos, se definirá una extensión territorial (terrestre y marina) suficiente que permita la valoración de la totalidad de los impactos (tanto de carácter directo como indirecto).

7.4 ALCANCE DE LOS TRABAJOS

El alcance del Programa de Vigilancia y Seguimiento Ambiental que se incluye en este apartado ha de considerarse como indicativo y responde únicamente al contenido del Documento Ambiental. Es probable que durante el trámite administrativo se añadan nuevos condicionados, aunque el programa ha sido redactado de acuerdo con nuestra experiencia en estudios de parecidas características. En su desarrollo se utilizarán las metodologías y procedimientos que son habituales en este tipo de actuaciones. Para una definición práctica de los mismos, se consideran dos fases:

- Fase previa: con anterioridad al inicio de las obras, se corresponde con la organización de la asistencia y la implantación
- Fase de obras.
- Fase operacional (tras la finalización de las obras).

7.4.1 FASE PREVIA: CON ANTERIORIDAD AL INICIO DE LAS OBRAS

Con anterioridad al inicio de las obras se realizarán una serie de trabajos y medidas preoperacionales con el siguiente alcance:

Constitución del equipo de trabajo, nombramiento de la Dirección Ambiental y coordinación con la Dirección de Obra. El equipo estará formado por un Director Ambiental con dedicación parcial y un inspector ambiental permanente a pie de obra.

Revisión del sistema de gestión ambiental por parte de los adjudicatarios de la obra. Incorporación de las mejoras que se consideren necesarias. Aprobación final.

Revisión del Proyecto Constructivo a fin de comprobar que se incluyen todas las medidas correctoras definidas a nivel de estudio de impacto ambiental, incluida la programación de las obras en los meses de menor interferencia con el uso del litoral.

Revisión del marco normativo ambiental (comunitario, estatal, autonómico y municipal) que es de aplicación a la obra.

Planificación metodológica del funcionamiento de la asistencia técnica.

Realización de una campaña preoperacional de muestreo y medidas de diferentes vectores ambientales con la finalidad de definir el 'Estado Cero' del medio antes de las obras y definir los valores de referencia para el seguimiento ambiental. En la Tabla 35.- a Tabla 37.- se incluye el alcance del estudio de 'Estado Cero'.

Propuesta de valores de referencia para los diferentes vectores ambientales implicados en la obra.

En función de los resultados de la campaña preoperacional, se definirán unos valores de referencia que en algunos ámbitos serán los legislativos (calidad atmosférica y ruidos, por ejemplo) mientras que en otros en los que no hay regulación (calidad química del agua) se definirán a partir de toda los antecedentes disponibles y la información contenida en el estudio de impacto ambiental.

Con carácter general, el valor de las diferentes variables controladas durante el programa de vigilancia no podrán superar en más de un 80% de las situaciones el umbral definido en los valores de referencia. Si esto ocurre, deberán definirse unas medidas correctoras adicionales.

Tabla 35.- Alcance de los trabajos para la caracterización del estado preoperacional del medio de la actuación 1
(Fuente: elaboración propia)

VECTOR	ESTACIONES	VARIABLES
CALIDAD QUÍMICA DEL AGUA DE MAR	Zona de aportación: 1 estación Zona de dragado: 1 estación	Perfiles de temperatura Materias en suspensión Oxígeno disuelto y materia orgánica (COT y DBO ₅) Concentración de nutrientes para Detectar posibles situaciones de eutrofización Clorofila Metales pesados
TURBIDEZ	Zona de aportación: 6 estaciones distribuidas en 2 transectos Zona de dragado: 6 estaciones distribuidas en 2 transectos	Perfiles de turbidez en toda la columna Disco de Secchi
CALIDAD DE LOS SEDIMENTOS	Zona de aportación: 4 estaciones Zona de dragado: 6 estaciones	Granulometría Potencial redox Contenido en materia orgánica Carbono y nitrógeno totales Indicadores de contaminación fecal Metales pesados
CONTAMINACIÓN ACÚSTICA	Canteras: 1 estación Vías de acceso: 3 estaciones Zona de aportación: 3 estaciones	Nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A (LAeq) Nivel máximo (LAMáx) Nivel mínimo (LAMín) Niveles percentiles
CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA	Canteras: 1 estación Zona de aportación: 1 estación	Determinación de partículas en Suspensión (20 muestras) Determinación de partículas sedimentables (1 muestra)
COMUNIDADES BENTÓNICAS	Zona de aportación: 2 estaciones Zona de dragado: 2 estaciones	Composición específica Abundancia Riqueza específica Diversidad específica Presencia especies indicadoras Presencia próxima de comunidades de fanerógamas Límites de distribución de las praderas Grado de enterramiento de los haces de fanerógamas

Tabla 36.- Alcance de los trabajos para la caracterización del estado preoperacional del medio de la actuación 2
(Fuente: elaboración propia)

VECTOR	ESTACIONES	VARIABLES
CALIDAD QUÍMICA DEL AGUA DE MAR	Zona de aportación: 1 estación Zona de dragado: 1 estación	Perfiles de temperatura Materias en suspensión Oxígeno disuelto y materia orgánica (COT y DBO ₅) Concentración de nutrientes para Detectar posibles situaciones de eutrofización Clorofila Metales pesados
TURBIDEZ	Zona de aportación: 6 estaciones distribuidas en 2 transectos Zona de dragado/ excavación: 6 estaciones distribuidas en 2 transectos	Perfiles de turbidez en toda la columna Disco de Secchi
CALIDAD DE LOS SEDIMENTOS	Zona de aportación: 4 estaciones Zona de dragado/ excavación: 6 estaciones	Granulometría Potencial redox Contenido en materia orgánica Carbono y nitrógeno totales Indicadores de contaminación fecal Metales pesados
CONTAMINACIÓN ACÚSTICA	Zona de aportación: 3 estaciones Zona de excavación: 3 estaciones	Nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A (LAeq) Nivel máximo (LAMáx) Nivel mínimo (LAMín) Niveles percentiles
CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA	Zona de aportación: 1 estación Zona de excavación: 1 estación	Determinación de partículas en Suspensión (20 muestras) Determinación de partículas sedimentables (1 muestra)
COMUNIDADES BENTÓNICAS	Zona de aportación: 2 estaciones Zona de dragado/ excavación: 2 estaciones	Composición específica Abundancia Riqueza específica Diversidad específica Presencia especies indicadoras Presencia próxima de comunidades de fanerógamas Límites de distribución de las praderas Grado de enterramiento de los haces de fanerógamas

La campaña de definición del estado preoperacional debe realizarse con anterioridad al inicio de las obras y a ser posible se realizará simultáneamente con otras actuaciones relacionadas con la obra (fundamentalmente la realización de una batimetría de contraste).

Instalación oficina a pie de obra

Planificación metodológica del funcionamiento de la asistencia técnica

El contenido de esta tarea abarcará como mínimo los siguientes ámbitos:

Tabla 37.- Alcance de los trabajos para la caracterización del estado preoperacional del medio de la actuación 3
(Fuente: elaboración propia)

VECTOR	ESTACIONES	VARIABLES
CALIDAD QUÍMICA DEL AGUA DE MAR	Zona de obras: 1 estación	Perfiles de temperatura Materias en suspensión Oxígeno disuelto y materia orgánica (COT y DBO ₅) Concentración de nutrientes para Detectar posibles situaciones de eutrofización Clorofila Metales pesados
TURBIDEZ	Zona de obras: 1 estación	Perfiles de turbidez en toda la columna Disco de Secchi
CONTAMINACIÓN ACÚSTICA	Canteras: 1 estación Vías de acceso: 3 estaciones Zona de obras: 1 estación	Nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A (LAeq) Nivel máximo (LAMáx) Nivel mínimo (LAMín) Niveles percentiles
CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA	Canteras: 1 estación Zona de obras: 1 estación	Determinación de partículas en Suspensión (20 muestras) Determinación de partículas sedimentables (1 muestra)
COMUNIDADES BENTÓNICAS	Zona de obras: 1 estación	Composición específica Abundancia Riqueza específica Diversidad específica Presencia especies indicadoras Presencia próxima de comunidades de fanerógamas Límites de distribución de las praderas Grado de enterramiento de los haces de fanerógamas

- Planificación de la asistencia, con la elaboración de un cronograma detallado a partir del Programa de Obra que incluye una parada en el periodo de primavera-verano.
- Elaboración de un cuadro resumen de las operaciones de vigilancia y sistemas de control, con la programación de todas las acciones., incluidas las que deban desarrollarse durante el periodo de parada.
- Definición de las variables a considerar en el marco del PVA. Los principales parámetros genéricos a tener en cuenta son los siguientes: calidad del agua de mar, calidad de los fondos marinos (sedimentología y hábitats), comunidades bentónicas, calidad atmosférica, ambiente acústico y recursos pesqueros.
- Definición de la situación y características de las estaciones de control.
- Definición de los procedimientos de muestreo y medida así como los protocolos analíticos.
- Trabajos de coordinación con la Dirección de la Obra.
- Control de aplicación de todas las medidas reductoras del impacto

- Determinación de la periodicidad de las reuniones e informes de seguimiento y procedimientos de edición para el conocimiento de todos los organismos implicados. Contenido del libro de incidencias ambientales.

Los informes mensuales tendrán el siguiente índice orientativo:

1. Presentación del informe
2. Gestión de los excedentes de materiales
3. Accesos y ocupaciones temporales
4. Gestión de los préstamos
5. Gestión de los residuos de obra
6. Tratamiento y vertido de efluentes
7. Gestión de las tierras vegetales
8. Evolución calidad parámetros ambientales
9. Seguimiento hábitats
10. Otros aspectos ambientales
11. Reportaje fotográfico

ANEJOS

Resultados analíticos

Listado medidas físicas

PLANOS

Todo ello enfocado a disponer de información clara y concisa que permita la evaluación del:

- Estado de la obra en el período objeto del informe. Descripción de las acciones con repercusiones ambientales.
- Estado de la aplicación de las medidas correctoras.
- Eficacia de las medidas correctoras.
- Incidencias ambientales. Decisiones tomadas ante la aparición de impactos no previstos.
- Por último, se determinarán los circuitos de circulación de la información especialmente frente a situaciones de no conformidad. Se definirán asimismo los mecanismos de toma de decisiones, a través en todo caso de la Dirección de Obra, incluidas las no conformidades.

Análisis de la idoneidad de los accesos provisionales a la obra a fin de minimizar el impacto sobre el medio atmosférico y la población residencial cercana

- Se controlarán periódicamente los niveles de emisión de toda la maquinaria utilizada según lo establecido en la Directiva 92/97/CEE.
- Se limitará el número máximo de camiones que pueden circular por las vías de acceso a la zona de obras a fin de no superar el umbral de valores de referencia propuestos.
- Se estudiarán las vías de acceso a la obra y los horarios de trabajo, con el objetivo de minimizar el impacto sobre la población, favoreciendo los medios marítimos para el transporte del material de obra.

- Se definirán los programas de riego y barrido de viales en función de los niveles de contaminación atmosférica

Comprobación de que los pescadores de la zona han retirado los artes (nasas y trasmallos) de la zona de obras

7.4.2 FASE DE OBRAS

En las canteras

Comprobación de que las canteras para la obtención de préstamos están legalizadas de acuerdo con la normativa que es de aplicación. Revisión de los planes de restauración

Comprobación de que la calidad de los materiales destinados a la obra y de que el porcentaje de finos es inferior al 5 %

En las vías de acceso

Adaptación del programa de controles y medidas a las condiciones concretas del programa de obras del contratista

Análisis de la idoneidad de los accesos a la obra a fin de minimizar el impacto sobre el medio atmosférico y la población humana

Supervisión de las vías de acceso de la obra, horarios previstos para el paso de camiones, número máximo de unidades por hora

Control de la aplicación de todas las medidas protectoras tendentes a la reducción de los impactos (camiones con caja cubierta con lona, riego frecuente viales, barrido de viales en caso de necesidad, fosa de lavado de ruedas, utilización de maquinaria de alta capacidad, cumplimiento de los límites de emisión de ruidos y contaminantes atmosféricos, etc).

Medida semanal del nivel de ruidos en las mismas estaciones que en el estudio preoperacional. Las medidas se realizarán en dos franjas horarias, de las que sólo una coincidirá con los horarios de trabajo de la obra

En las zonas de aportación y de dragado

En ambas zonas se llevarán a cabo una serie de controles y comprobaciones.

Balizamiento de la zona de aportación y de dragado mediante boyas con el fin de que en todo momento sea posible comprobar si las operaciones se llevan a cabo en su totalidad en la zona recomendada.

Comprobación de los perfiles batimétricos de la zona de aportación y de dragado de la cartografía biónómica a fin de certificar que la zona de está completamente libre de cualquier impedimento de tipo ambiental.

Control de que la descarga de los materiales se realiza de forma apropiada, procurando la sedimentación de los finos con anterioridad a su empuje hasta el agua

Control de que el dragado y descarga de los materiales se realiza con la presencia de barreras anticontaminantes de acuerdo a lo indicado en el proyecto

Control continuado en la zona de dragado y de aportación de toda una serie de variables ambientales que pueden verse afectadas por la operación.

- Referencia de la zona de descarga.
- Control de la pluma de dispersión de finos durante las maniobras de dragado y de vertido/aportación de materiales a la playa (persistencia y dirección).
- Seguimiento de la evolución de la calidad del agua de acuerdo con el programa de muestreo mostrado en la Tabla 41.- a Tabla 43.- .

Control topo-batimétrico continuo de la zona de dragado y de vertido a fin de conocer su evolución: grado de uniformidad en el material depositado y reducción de los calados a medida que avance el vertido de materiales.

Control de la posible aparición de restos arqueológicos o del patrimonio histórico, comunicando inmediatamente el hallazgo a las autoridades competentes.

Control de la deposición de correcta de los excedentes de tierras y de los materiales no aptos. Cumplimiento de las condiciones para la gestión de tierras

Control de que la empresa adjudicataria de las obras no realiza mantenimientos de maquinaria en la parcela y que, en cualquier caso, dispone de los elementos necesarios para evitar que las averías produzcan contaminación en el medio.

Control de la gestión de los residuos líquidos y sólidos realizados durante las obras. Control de la ubicación y usos de almacenes

Control permanente de la calidad de las variables del medio terrestre que pueden resultar afectadas en esta fase de las obras

El programa de muestreo dará continuidad a las medidas preoperacionales, con el alcance que figura en la Tabla 38.- a Tabla 40.- :

Tabla 38.- Programa de muestreo para el seguimiento de la calidad del medio terrestre de la actuación 1 (Fuente: elaboración propia)

Contaminación acústica	Vías de acceso: 3 estaciones Zona de aportación: 3 estaciones	Nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A (LAeq) Nivel máximo (LAMáx) Nivel mínimo (LAMín) Niveles percentiles
Contaminación atmosférica	Zona de aportación: 1 estación	Determinación de partículas en Suspensión (1 muestra/semanal) Determinación de partículas sedimentables (1 muestra/mensual)

Tabla 39.- Programa de muestreo para el seguimiento de la calidad del medio terrestre de la actuación 2 (Fuente: elaboración propia)

Contaminación acústica	Zona de aportación: 3 estaciones Zona de excavación: 3 estaciones	Nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A (LAeq) Nivel máximo (LAMáx) Nivel mínimo (LAMín) Niveles percentiles
Contaminación atmosférica	Zona de aportación: 1 estación Zona de excavación: 1 estación	Determinación de partículas en Suspensión (1 muestra/semanal) Determinación de partículas sedimentables (1 muestra/mensual)

Tabla 40.- Programa de muestreo para el seguimiento de la calidad del medio terrestre de la actuación 3 (Fuente: elaboración propia)

Contaminación acústica	Vías de acceso: 3 estaciones Zona de obras: 1 estación	Nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A (LAeq) Nivel máximo (LAMáx) Nivel mínimo (LAMín) Niveles percentiles
Contaminación atmosférica	Zona de obras: 1 estación	Determinación de partículas en Suspensión (1 muestra/semanal) Determinación de partículas sedimentables (1 muestra/mensual)

Control permanente de la calidad de las variables del medio marino que pueden resultar afectadas en esta fase de las obras

El programa de muestreo tendrá el alcance indicado en la Tabla 41.- a Tabla 45.- .

Calidad del agua

Tabla 41.- Programa de muestreo para el seguimiento de la calidad del agua de la actuación 1 (Fuente: elaboración propia)

Estaciones	Tres: <ul style="list-style-type: none"> • 1 en la zona de dragado. • 1 en la zona de descarga. • 1 de contraste fuera de la zona de influencia.
Número niveles	Tres (superficie, medio y fondo)
Frecuencia de muestreo	Turbidez: diaria (sólo superficie) Completo de agua: semanal
Parámetros a analizar	<ul style="list-style-type: none"> • perfiles de temperatura y salinidad • penetración de la luz (disco de Secchi) • turbidez • materias en suspensión • DBO5 • oxígeno disuelto y porcentaje de saturación • tres metales pesados (los de mayor concentración relativa/más tóxicos)

Tabla 42.- Programa de muestreo para el seguimiento de la calidad del agua de la actuación 2 (Fuente: elaboración propia)

Estaciones	Tres: <ul style="list-style-type: none"> • 1 en la zona de excavación/dragado. • 1 en la zona de descarga. • 1 de contraste fuera de la zona de influencia.
Número niveles	Tres (superficie, medio y fondo)
Frecuencia de muestreo	Turbidez: diaria (sólo superficie) Completo de agua: semanal
Parámetros a analizar	<ul style="list-style-type: none"> • perfiles de temperatura y salinidad • penetración de la luz (disco de Secchi) • turbidez • materias en suspensión • DBO5 • oxígeno disuelto y porcentaje de saturación • tres metales pesados (los de mayor concentración relativa/más tóxicos)

Tabla 43.- Programa de muestreo para el seguimiento de la calidad del agua de la actuación 3 (Fuente: elaboración propia)

Estaciones	Dos: <ul style="list-style-type: none"> • 1 en la zona de obras. • 1 de contraste fuera de la zona de influencia.
Número niveles	Tres (superficie, medio y fondo)
Frecuencia de muestreo	Turbidez: diaria (sólo superficie) Completo de agua: semanal
Parámetros a analizar	<ul style="list-style-type: none"> • perfiles de temperatura y salinidad • penetración de la luz (disco de Secchi) • turbidez • materias en suspensión • DBO5 • oxígeno disuelto y porcentaje de saturación • tres metales pesados (los de mayor concentración relativa/más tóxicos)

Calidad de los sedimentos

Tabla 44.- Programa de muestreo para el seguimiento de la calidad del sedimento de la actuación 1 (Fuente: elaboración propia)

Estaciones	Dos: <ul style="list-style-type: none"> • en la zona de dragado.
Frecuencia de muestreo	Quincenal
Parámetros a analizar	Granulometría Potencial redox Contenido en materia orgánica Carbono y nitrógeno totales Indicadores de contaminación fecal Metales pesados

Tabla 45.- Programa de muestreo para el seguimiento de la calidad del sedimento de la actuación 2 (Fuente: elaboración propia)

Estaciones	Dos: <ul style="list-style-type: none"> • en la zona de dragado.
Frecuencia de muestreo	Quincenal
Parámetros a analizar	Granulometría Potencial redox Contenido en materia orgánica Carbono y nitrógeno totales Indicadores de contaminación fecal Metales pesados

Control de eventuales aterramientos en la zona de *Cymodocea Nodosa* y de *Posidonia Oceanica*

Mensualmente se efectuará una grabación de la zona junto a la obra en la que se ha detectado presencia de *Cymodocea Nodosa*, y la zona con *Posidonia Oceanica* dentro del Espacio Natural "Costes del Garraf" con objeto de apreciar eventuales aterramientos pese a las medidas mitigadoras incorporadas (barreras anticontaminación).

7.4.3 FASE OPERACIONAL (TRAS LA FINALIZACIÓN DE LAS OBRAS)

En la zona de aportación

Durante los 2 años siguientes a la ejecución de las obras se llevarán a cabo una serie de controles y comprobaciones con periodicidad anual.

Control continuado en las zonas de aportación de toda una serie de variables ambientales que pueden verse afectadas por la operación.

- Seguimiento de la evolución de la calidad del agua de acuerdo con el programa de muestreo mostrado en la Tabla 41.- a Tabla 43.- .

Control topográfico-batimétrico de las zonas de vertido a fin de conocer su evolución temporal y comportamiento respecto al teórico previsto en proyecto.

7.5 PRESUPUESTO

El presupuesto ha sido estimado a partir de un plazo de ejecución de las obras de 7 meses para la actuación 1, 3 meses para la actuación 2 y 3 meses para la actuación 3. Durante este tiempo, el programa de vigilancia ambiental, según lo descrito, constará de:

- Participación de personal: un director ambiental (con dedicación del 20%), un técnico que supervise todos los días que la ejecución de las obras se realiza conforme a lo establecido en el PVA (con dedicación del 50%) y personal técnico de apoyo para realizar los trabajos de campo.
- Analíticas y trabajos de campo (incluyendo tanto las previas a la obra, las que deben realizarse durante las obras y las de la fase operacional).

- Edición de informes mensuales

En la Tabla 46.- a Tabla 48.- se incluyen las cantidades detalladas para cada una de las partidas que componen el Programa de Vigilancia Ambiental:

Tabla 46.- Presupuesto del Programa de Vigilancia Ambiental de la actuación 1 (Fuente: elaboración propia)

CONCEPTO		MEDICIÓN	PRECIO UNITARIO (€)	IMPORTE (€)
Mes	Director ambiental, titulado superior con más de 10 años de experiencia y dedicación al 20% y emisión de informes	8	1.000	8.000
Mes	Técnico a pie de obra, titulado superior, con al menos 5 años de experiencia en la vigilancia ambiental. Dedicación al 50 % con visitas todos los días a la obra..	8	1.700	13.600
Ud	Muestreos y analíticas en fases pre-constructiva, constructiva y operacional	1	34.000	34.000
Ud	Levantamientos y comprobaciones topográfico-batimétricas en fase operacional	2	2.500	5.000
SUMA				60.600

Tabla 47.- Presupuesto del Programa de Vigilancia Ambiental de la actuación 2 (Fuente: elaboración propia)

CONCEPTO		MEDICIÓN	PRECIO UNITARIO (€)	IMPORTE (€)
Mes	Director ambiental, titulado superior con más de 10 años de experiencia y dedicación al 20% y emisión de informes	2	1.000	2.000
Mes	Técnico a pie de obra, titulado superior, con al menos 5 años de experiencia en la vigilancia ambiental. Dedicación al 50 % con visitas todos los días a la obra..	1	1.700	1.700
Ud	Muestreos y analíticas en fases pre-constructiva, constructiva y operacional	1	34.000	34.000
Ud	Levantamientos y comprobaciones topográfico-batimétricas en fase operacional	2	2.500	5.000
SUMA				42.700

Tabla 48.- Presupuesto del Programa de Vigilancia Ambiental de la actuación 3 (Fuente: elaboración propia)

CONCEPTO		MEDICIÓN	PRECIO UNITARIO (€)	IMPORTE (€)
Mes	Director ambiental, titulado superior con más de 10 años de experiencia y dedicación al 20% y emisión de informes	2	1.000	2.000
Mes	Técnico a pie de obra, titulado superior, con al menos 5 años de experiencia en la vigilancia ambiental. Dedicación al 50 % con visitas todos los días a la obra..	1	1.700	1.700
Ud	Muestreos y analíticas en fases pre-constructiva, constructiva y operacional	1	19.000	19.000
SUMA				22.700

De acuerdo con las unidades detalladas, asciende el presente Presupuesto de Ejecución Material del Programa de Vigilancia Ambiental a las siguientes cantidades:

- Actuación 1: SESENTA MIL SEISCIENTOS EUROS (60.600 €)
- Actuación 2: CUARENTA Y DOS MIL SETECIENTOS EUROS (42.700 €)
- Actuación 3: VEINTIDÓS MIL SETECIENTOS EUROS (22.700 €)

8. DOCUMENTO DE SÍNTESIS

8.1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

8.1.1 OBJETO DEL PROYECTO

El objeto de este proyecto es la definición de las 3 actuaciones definidas en el "Proyecto de actuaciones en el Maresme; TT.MM. de El Masnou – Premià de Mar (Barcelona)", que afectan al tramo entre los puertos de Premià y del Masnou, el cual viene sufriendo continuo proceso de erosión por pérdida de arena.

Cada una de las actuaciones, cuya ubicación se muestra en la Figura 113.-, se ha desarrollado en sendos proyectos:

- Actuación 1. Estabilización de las playas de Premià de Mar a poniente de su puerto.
- Actuación 2. Retroalimentación de las playas de El Masnou a levante de su puerto.
- Actuación 3. Construcción de un dique de apoyo en la playa de Ocata de El Masnou.



Figura 113.- Ubicación de las actuaciones objeto de análisis (Fuente: elaboración propia)

8.1.2 DESCRIPCIÓN DE LAS ACTUACIONES INCLUIDAS EN EL PROYECTO

8.1.3 ACTUACIÓN 1

Consiste en la estabilización del tramo de playa situado a poniente del Puerto de Premià mediante la creación de una nueva playa con espigones. Los elementos más significativos de la actuación propuesta son:

- Recarga de las playas de Bellamar y de l'Ós con arena marina extraída de la zona situada al sur del Puerto de Premià de Mar y vertida a través de una tubería flotante.

- Construcción de dos espigones
 - El espigón 1 o de Poniente cuya misión es efectuar el apoyo lateral de la arena vertida ya que en esta zona el transporte litoral tiene dirección de NE a SW.
 - El espigón exento situado aproximadamente en medio de la zona de actuación y cuya finalidad es crear un hemitómbolo en la playa e incrementar su estabilidad en planta.
- Obras auxiliares que permitan el acceso de la maquinaria terrestre a la playa.

La Figura 114.- y el plano nº EIA.2.1 muestran la planta general de las obras.

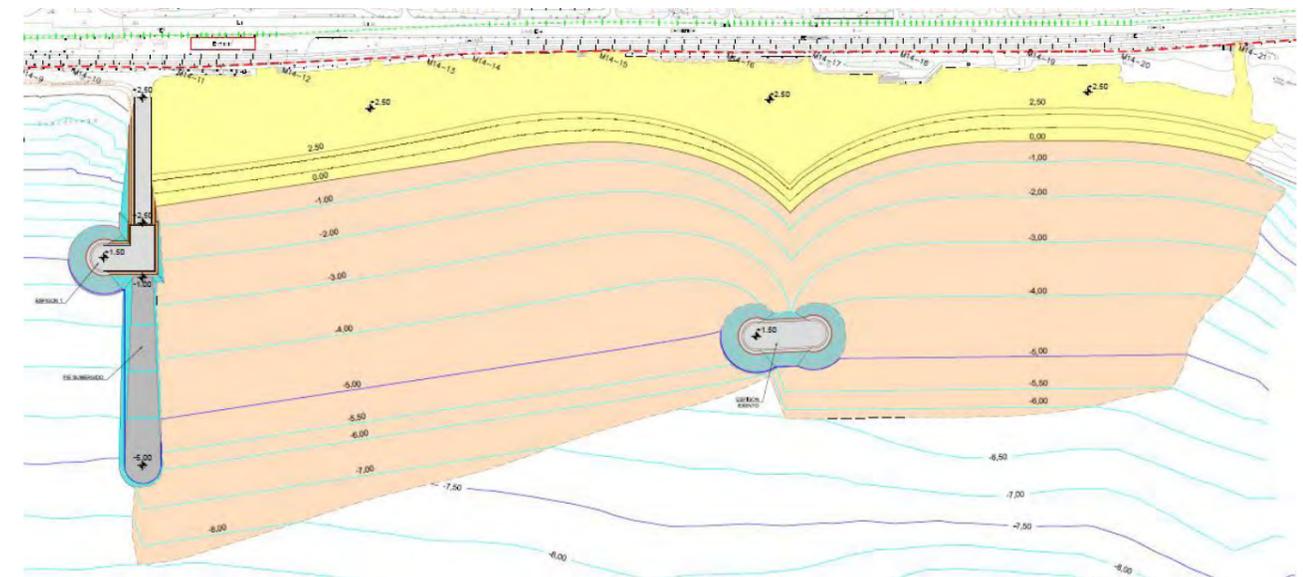


Figura 114.- Planta de las obras de la actuación 1 (Fuente: elaboración propia)

La descripción de las obras se presenta en los siguientes apartados.

8.1.3.1 Aportación de arena marina para regeneración de las playas

Las playas de Bellamar y de l'Ós serán regenerada mediante arena de origen marino con un tamaño medio equivalente $D_{50} = 0,471$ mm, obtenida mediante una draga de succión en las proximidades de la obra (al sur del Puerto de Premià).

La sección tipo de la aportación de arena ha sido obtenida a partir del perfil teórico de equilibrio con estrán lineal coronado a la cota +2,50, tal como se explica en los anejos de cálculo del proyecto y se muestra en la Figura 115.- y en el plano EIA.2.2.

Debe remarcar que, por lo tanto, esta sección tipo es teórica, pues corresponde a la futura de equilibrio, y ha sido empleada fundamentalmente para determinar el volumen de arena realmente necesario para crear una playa de las características de diseño (en cuanto a la posición de la futura nueva línea de orilla +0,0 y el tipo de arena a emplear para su formación). Por consiguiente, tras el vertido y posterior extensión de la arena el perfil de la playa tendrá una mayor pendiente que la dibujada en los planos lo que significará una mayor superficie seca inicial, a corto plazo y por tanto

una línea +0 avanzada respecto a la dibujada en los planos. Pero con el paso del tiempo y la acción del oleaje el perfil de playa tenderá a adoptar la forma del perfil de equilibrio de la Figura 23.-, y por lo tanto a incrementar su pendiente, de manera que parte de la arena de la playa seca será transportada hasta zonas más profundas y la línea +0 irá retrocediendo hacia su posición de equilibrio mostrada en los planos. Eso se explica de un modo esquemático en la Figura 116.-

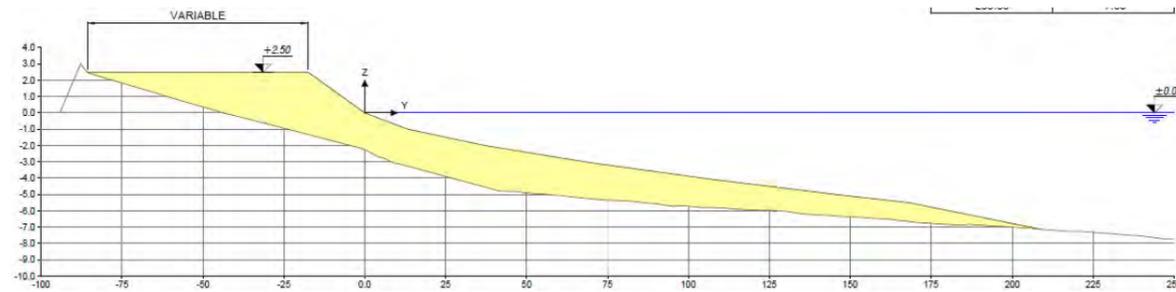


Figura 115.- Sección tipo de la aportación de arena de la actuación 1 correspondiente al perfil de equilibrio (Fuente: elaboración propia)

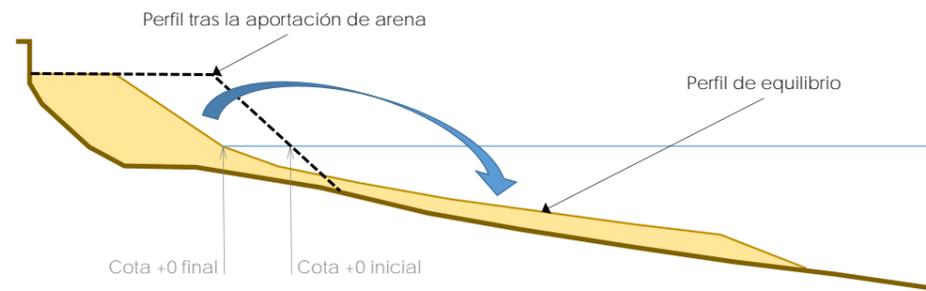


Figura 116.- Diferencias entre el perfil de playa tras la regeneración y el de equilibrio al cual tenderá la playa a corto/medio plazo (Fuente: elaboración propia)

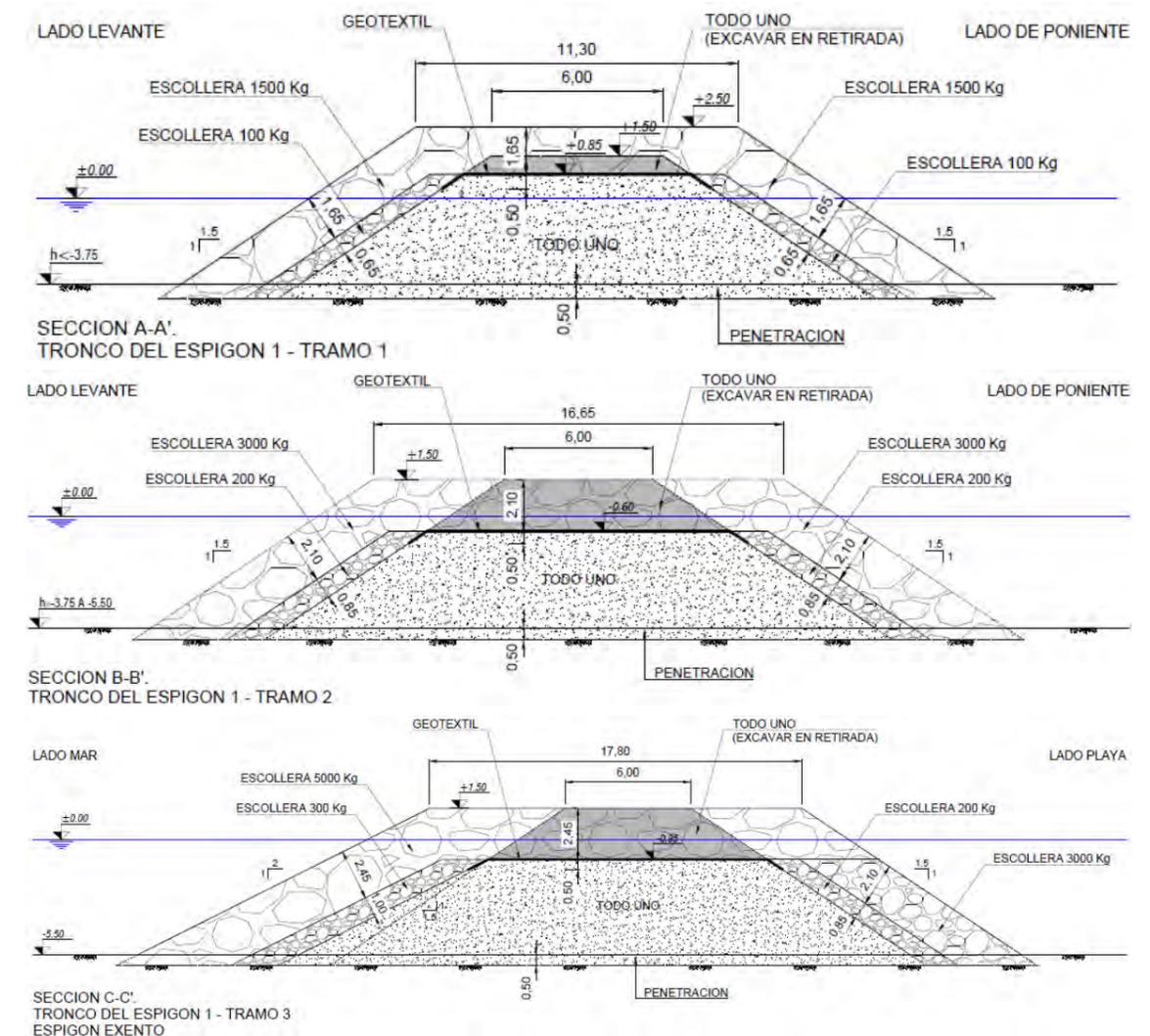
El volumen total de aportación se ha obtenido a partir de las cubicaciones mediante dicho perfil de equilibrio y de la aplicación del factor de sobrellenado R_A y resulta ser de 346.932,53 m³. Como se ha dicho, la arena será obtenida mediante una draga de succión, transportada en su cántara y vertida mediante bombeo a través de una tubería flotante. Finalmente se procederá a la extensión de la playa mediante una pala.

8.1.3.2 Espigones

8.1.3.2.1 Espigón 1 o de poniente

Con objeto de garantizar que la arena vertida tenga un soporte lateral por el extremo de poniente (de manera que se evite la pérdida de sedimento como consecuencia de las corrientes litorales longitudinales con dirección NE a SW)) se prevé la construcción de un espigón de escollera con forma de 'L' en planta. El espigón es una prolongación del actualmente existente y que separa las playas de L'Ós y de La Descàrrega y arranca con una cota de coronación +2,50 m C.A. (la misma que la berma

de la playa)) y posteriormente su cota se disminuye hasta la +1,50 m C.A., a la cual transcurre el resto de la primera alineación, así como la segunda alineación (paralela a la costa) y cuyo pie discurre aproximadamente por la actual isóbata -5,50 m espigón. Asimismo como continuación de la primera alineación se dispone un tramo sumergido (que arranca a la cota -1,00 m CA y finaliza a la -5,00 m CA) que mantiene un resguardo vertical de al menos 1 metro respecto al perfil de la playa una vez regenerada. Las diferentes secciones tipo del espigón, que se muestran en la Figura 117.- y en el plano EIA.2.3 se describen a continuación.



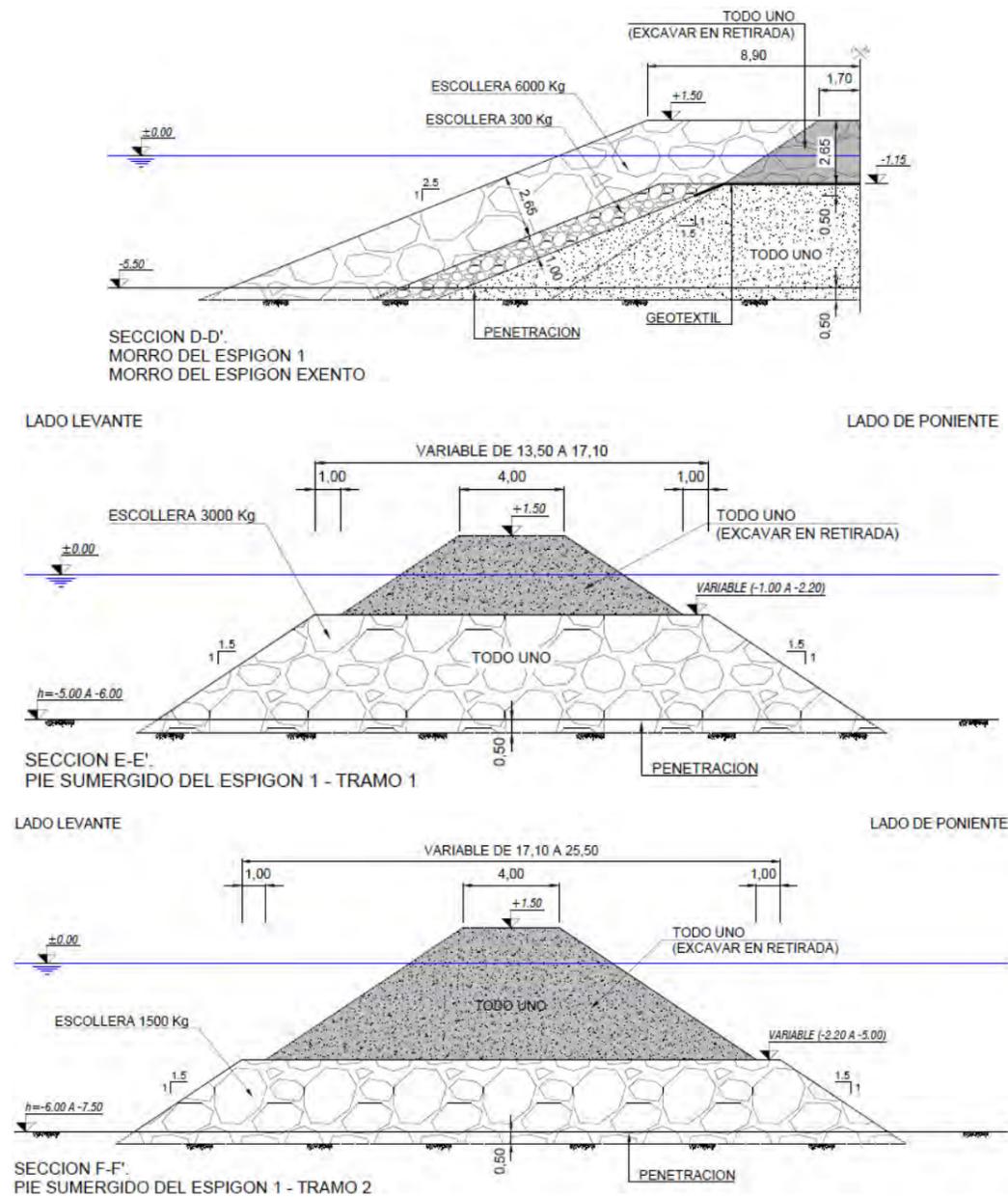


Figura 117.- Secciones tipo del espigón 1 o de poniente de la actuación 1(Fuente: elaboración propia)

- Sección tipo A-A: corresponde al primer tramo de la primera alineación y alcanza una profundidad de -3,75 m C.A. Consiste en una sección trapezoidal formada por un núcleo de todo con una anchura de coronación de 6,00 m a la cota +1,50 m y taludes 1V:1,5H, protegidos por un filtro formada por una doble capa de cantos de escollera con una masa media de 100 kg y un manto exterior formada por una doble capa de cantos de escollera con una masa media de 1.500 kg y que corona a la cota +2,50 m CA (con una anchura de 11,30 m). En la coronación la transición entre el núcleo y el manto exterior se soluciona mediante una capa de geotextil y el

todo uno por encima de la cota +0,85 m CA debe ser excavado en retirada antes de la colocación del manto exterior.

- Sección tipo B-B: corresponde al segundo tramo de la primera alineación y alcanza una profundidad de -5,50 m C.A. En este caso el núcleo de todo con una anchura de coronación de 6,00 m a la cota +1,50 m y taludes 1V:1,5H está protegido por un filtro formada por una doble capa de cantos de escollera con una masa media de 200 kg y un manto exterior formada por una doble capa de cantos de escollera con una masa media de 3.000 kg y que corona a la cota +1,50 m CA (con una anchura de 16,65 m). En la coronación la transición entre el núcleo y el manto exterior se soluciona mediante una capa de geotextil y el todo uno por encima de la cota -0,60 m CA debe ser excavado en retirada antes de la colocación del manto exterior.
- Sección tipo C-C: corresponde al tronco de la segunda alineación y alcanza una profundidad de -5,50 m C.A. En este caso el núcleo de todo con una anchura de coronación de 6,00 m a la cota +1,50 m tiene unos taludes 1V:2H por el lado mar y 1V:1,5H por el lado tierra. Está protegido por un filtro formada por una doble capa de cantos de escollera con una masa media de 300 kg (talud lado mar) y de 200 kg (talud lado tierra) y un manto exterior formada por una doble capa de cantos de escollera con una masa media de 5.000 kg (talud lado mar y coronación a la cota +1,50 m CA, con una anchura de 17,80 m) y de 3.000 kg (talud lado tierra). En la coronación la transición entre el núcleo y el manto exterior se soluciona mediante una capa de geotextil y el todo uno por encima de la cota -0,95 m CA debe ser excavado en retirada antes de la colocación del manto exterior.
- Sección tipo D-D: se trata de una sección de revolución que corresponde al morro del espigón (segunda alineación) y alcanza una profundidad de -5,50 m C.A. En este caso el núcleo de todo con una anchura de coronación de 6,00 m a la cota +1,50 m tiene un talud 1V:2,5H y está protegido por un filtro formada por una doble capa de cantos de escollera con una masa media de 300 kg y un manto exterior formada por una doble capa de cantos de escollera con una masa media de 6.000 kg y que corona a la cota +1,50 m CA (con una anchura de 8,90 m). En la coronación la transición entre el núcleo y el manto exterior se soluciona mediante una capa de geotextil y el todo uno por encima de la cota -0,95 m CA debe ser excavado en retirada antes de la colocación del manto exterior.
- Sección tipo E-E: corresponde al primer tramo del pie sumergido y alcanza una profundidad de -6,00 m C.A. Consiste en una sección trapezoidal formada por cantos de escollera con una masa media de 3.000 kg con una anchura de coronación variable entre 13,50 y 17,10 m a una cota variable entre la -1,00 y la -2,20 m CA y taludes 1V:1,5. Para su ejecución por medios terrestres y permitir el acceso de la maquinaria hasta el final del pie sumergido resulta necesario construir encima de la sección un camino de acceso formado por todo con una anchura de coronación de 4,00 m a la cota +1,50 m y taludes 1V:1,5H. Este camino de todo uno debe ser excavado en retirada.
- Sección tipo F-F: corresponde al tramo final del pie sumergido y alcanza una profundidad de -7,50 m C.A. Consiste en una sección trapezoidal formada por cantos de escollera con una masa media de 1.500 kg con una anchura de coronación variable entre 17,10 y 25,50 m a una cota variable entre la -2,20 y la -5,00 m CA y taludes 1V:1,5. Para su ejecución por medios terrestres y permitir el acceso de la maquinaria hasta el final del pie sumergido resulta necesario construir

encima de la sección el camino de acceso de las mismas características que en la sección E-E y que debe ser excavado en retirada una vez finalizado el vertido de la escollera de 1.000 kg.

8.1.3.2.2 Espigón exento

Con objeto de crear un hemitómbolo en la playa e incrementar su estabilidad en planta se incluye un espigón exento con una longitud de 65 m (medidos a la cota +0,00 m CA) y que corona a la cota 1,50 m CA.

Las diferentes secciones tipo del espigón, que se muestran en la Figura 118.- y en el plano EIA.2.3 se describen a continuación.

- Sección tipo C-C: corresponde al tronco del espigón y es exactamente igual a la sección C-C del espigón 1 descrita en el apartado 2.3.1.2.1.
- Sección tipo D-D: corresponde a los morros del espigón y es exactamente igual a la sección D-D del espigón 1 descrita en el apartado 2.3.1.2.1.
- Sección G-G: corresponde al camino de acceso provisional necesario para que la maquinaria pueda acceder al espigón exento. Consiste en una sección trapezoidal formada por un núcleo de todo con una anchura de coronación de 4,00 m a la cota +1,50 m y taludes 1V:1,5H.

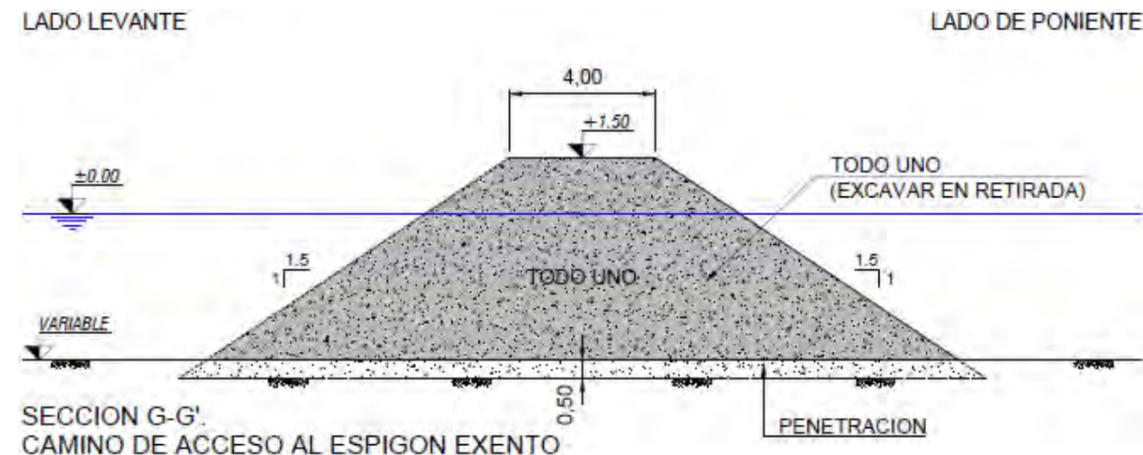


Figura 118.- Secciones tipo del espigón exento de la actuación 1. Las secciones C-C y D-D se muestran en la Figura 117.- (Fuente: elaboración propia)

8.1.3.3 Obras auxiliares: adecuación de accesos

Para permitir el acceso de la maquinaria terrestre a la playa desde el paseo se deberá construir un camino para su tránsito a base de arena tipo sablón (conocida localmente como "sauló"). La anchura del camino será de 7 m y transcurrirá por la parte trasera de la playa. Una vez finalizadas las obras el "sauló" será excavado y repartido por la playa.

8.1.4 ACTUACIÓN 2

Consiste en un trasvase de arena, retirándola del extremo occidental de la playa de Ocata, donde la existencia del dique del Puerto de El Masnou provoca una acumulación que ha dado lugar a una anchura de playa excesiva y depositándola en el extremo oriental de dicha playa donde la actualidad apenas hay playa seca. Los elementos más significativos de la actuación propuesta son:

- Dragado del extremo occidental de la playa de Ocata y vertido en su extremo oriental.
- Obras auxiliares que permitan el acceso de la maquinaria terrestre a la playa.

La Figura 119.- y el plano EIA.3.1. muestran la planta general de las obras.

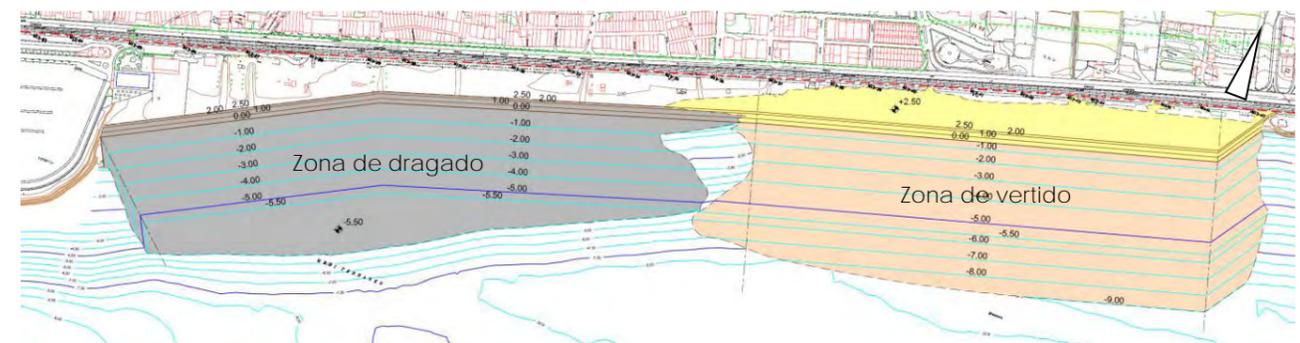


Figura 119.- Planta de las obras de la actuación 2 (Fuente: elaboración propia)

La descripción de las obras se presenta en los siguientes apartados.

8.1.4.1 Dragado y posterior vertido de arena marina para regeneración de las playas

La mitad oriental de la playa de Ocata será regenerada mediante arena de origen marino con un tamaño medio equivalente $D_{50} = 0,675$ mm, obtenida mediante una draga con cortador en la mitad oriental de dicha playa. La planta del dragado y aportación se muestra en la Figura 119.-

La orientación de la mitad oriental de la zona de dragado se ha tomado igual a 63° N ya que es la perpendicular al flujo medio del oleaje en esa zona que resulta ser 153° N (tal como se puede comprobar en el Estudio de Dinámica Litoral) y en esa zona el transporte de arenas se reduce drásticamente como consecuencia de la presencia del dique del puerto, por lo que la playa tiende a ponerse perpendicular a dicho flujo medio. En la mitad occidental de la zona de dragado se ha tomado como orientación el valor 73° N, sensiblemente paralela al límite interior de la playa (escollera y línea de ferrocarril). La posición de la futura línea +0,0 m CA ha sido determinada de manera que en los puntos críticos se mantenga la anchura mínima de 60 m.

En el caso de la zona de vertido, la futura línea +0,0 m CA también ha sido determinada de manera que en los puntos críticos se mantenga la anchura mínima de 60 m.

La sección tipo de la aportación de arena ha sido obtenida a partir del perfil teórico de equilibrio con estrán lineal coronado a la cota +2,50, tal como se explica en el Anejo de dimensionamiento del proyecto y se muestra en la Figura 120.- y en el plano EIA.3.3.

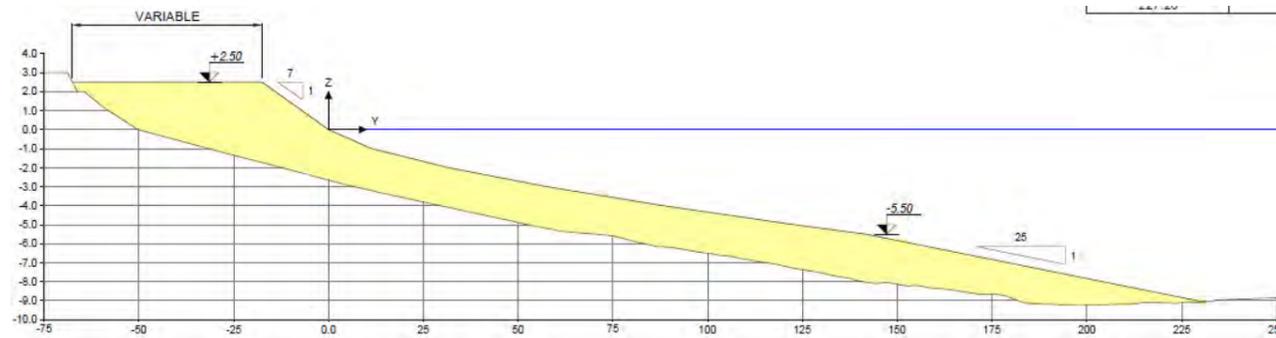


Figura 120.- Sección tipo de la aportación de arena de la actuación 2 correspondiente al perfil de equilibrio (Fuente: elaboración propia)

Debe remarcarse que, por lo tanto, esta sección tipo es teórica, pues corresponde a una situación futura de equilibrio, y ha sido empleada fundamentalmente para determinar el volumen de arena realmente necesario para crear una playa de las características de diseño (en cuanto a la posición de la futura nueva línea de orilla +0,0 y el tipo de arena a emplear para su formación). Por consiguiente, tras el vertido y posterior extensión de la arena el perfil de la playa tendrá una mayor pendiente que la dibujada en los planos lo que significará una mayor superficie seca inicial, a corto plazo y por tanto una línea +0 avanzada respecto a la dibujada en los planos. Pero con el paso del tiempo y la acción del oleaje el perfil de playa tenderá a adoptar la forma del perfil de equilibrio de la Figura 28.-, y por lo tanto a incrementar su pendiente, de manera que parte de la arena de la playa seca será transportada hasta zonas más profundas y la línea +0 irá retrocediendo hacia su posición de equilibrio mostrada en los planos. Eso se explica de un modo esquemático en la Figura 116.-

Por lo que respecta al perfil de excavación, consiste en dos pendientes (una con valor 1V:7H en la parte emergida por encima de la cota +0 y otra con valor 1V:25H por debajo de la cota +0) hasta alcanzar la profundidad -5,50 m CA a partir de la cual es dragado se mantiene horizontal a dicha cota (ver Figura 121.- y plano EIA.3.2). Dichas pendientes son aproximadamente las pendientes medias de la playa en el tramo donde se va a efectuar el dragado, de manera que la actuación consistiría en el desplazamiento hacia atrás del actual perfil de playa.

El volumen total de dragado y posterior vertido se ha obtenido a partir de las cubicaciones mediante dicho perfil y resulta ser de 391.258 m³.

La arena será obtenida mediante una draga de succión con cortador, que bombeará la arena a través de una tubería. Finalmente se procederá a la extensión de la playa mediante una pala.

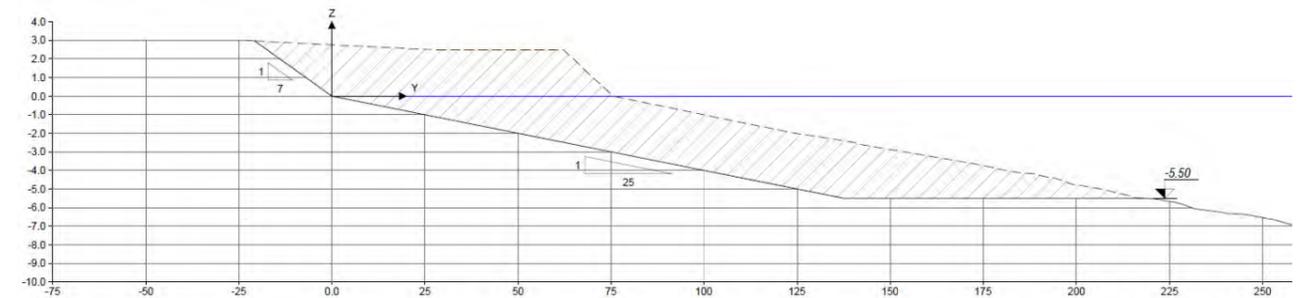


Figura 121.- Sección tipo del dragado de arena de la actuación 2 (Fuente: elaboración propia)

8.1.4.2 Obras auxiliares: adecuación de accesos

El acceso de la maquinaria terrestre a la playa (palas cargadoras o buldóceres y tractores) se efectuará desde el actual vial de acceso al puerto del Masnou. En principio no se prevé la necesidad de adecuación de accesos. No obstante a nivel presupuestario se ha incluido una partida para la reposición de los pavimentos que eventualmente fuesen afectados por dicha maquinaria.

8.1.5 ACTUACIÓN 3

Consiste en la construcción de un espigón que arranca en el actual dique del Puerto de El Masnou y cuya función es controlar el crecimiento de la playa de Ocata, que se apoya en dicho dique. Los elementos más significativos de la actuación propuesta son:

- Construcción del espigón o dique de apoyo de la playa de Ocata
- Obras auxiliares que permitan el acceso de la maquinaria terrestre a la playa.

La Figura 122.- y el plano EIA.4.1 muestran la planta general de las obras.

La descripción de las obras se presenta en los siguientes apartados.

8.1.5.1 Espigón

Con objeto de retener la arena que empujada por la corriente litoral (que en esta zona tiene una dirección media NE – SW) se prevé la construcción de un espigón de escollera de una única alineación con una cota de coronación +1,50 m C.A. (con objeto de reducir el impacto visual) que alcanza una profundidad de -5,50 m C.A. en su extremo final o morro.

Las diferentes secciones tipo del espigón, que se muestran en la Figura 123.- y en plano EIA.4.2 se describen a continuación.

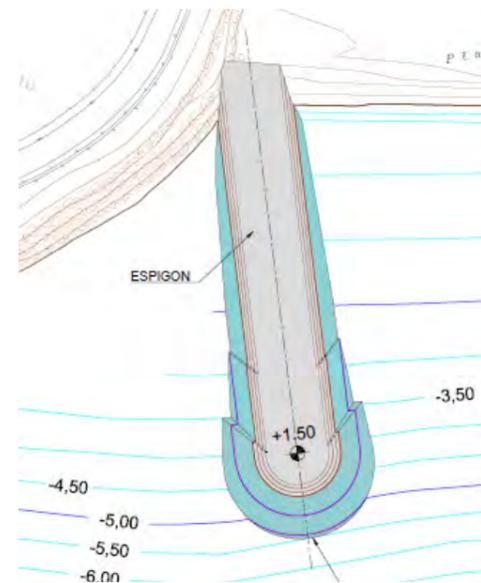


Figura 122.- Planta de las obras de la actuación 3 (Fuente: elaboración propia)

- Sección tipo A-A: corresponde al primer tramo de la primera alineación y alcanza una profundidad de -3 m C.A. Consiste en una sección trapezoidal formada por un núcleo de todo con una anchura de coronación de 6,00 m a la cota +1,50 m y taludes finales 1V:2H, protegidos por un filtro formada por una doble capa de cantos de escollera con una masa media de 300 kg y un manto exterior formada por una doble capa de cantos de escollera con una masa media de 4.500 kg y que corona a la cota +1,50 m CA (con una anchura de 18,80 m). En la coronación la transición entre el núcleo y el manto exterior se soluciona mediante una capa de geotextil y el todo uno por encima de la cota +0,90 m CA debe ser excavado en retirada antes de la colocación del manto exterior.
- Sección tipo B-B: corresponde al segundo tramo de la primera alineación y alcanza una profundidad de -4 m C.A. En este caso el núcleo de todo con una anchura de coronación de 6,00 m a la cota +1,50 m y taludes finales 1V:2H está protegido por un filtro formada por una doble capa de cantos de escollera con una masa media de 300 kg y un manto exterior formada por una doble capa de cantos de escollera con una masa media de 6.000 kg y que corona a la cota +1,50 m CA (con una anchura de 19,80 m). En la coronación la transición entre el núcleo y el manto exterior se soluciona mediante una capa de geotextil y el todo uno por encima de la cota -1,15 m CA debe ser excavado en retirada antes de la colocación del manto exterior.
- Sección tipo C-C: corresponde al tramo final y alcanza una profundidad de -5,50 m C.A. En este caso el núcleo de todo con una anchura de coronación de 6,00 m a la cota +1,50 m tiene unos taludes finales 1V:2,5H. Está protegido por un filtro formada por una doble capa de cantos de escollera con una masa media de 300 kg y un manto exterior formada por una doble capa de cantos de escollera con una masa media de 6.000 kg y que corona a la cota +1,50 m CA (con una anchura de 20,35 m). En la coronación la transición entre el núcleo y el manto exterior se soluciona mediante una capa de geotextil y el todo uno por encima de la cota -1,15 m CA debe ser excavado en retirada antes de la colocación del manto exterior.

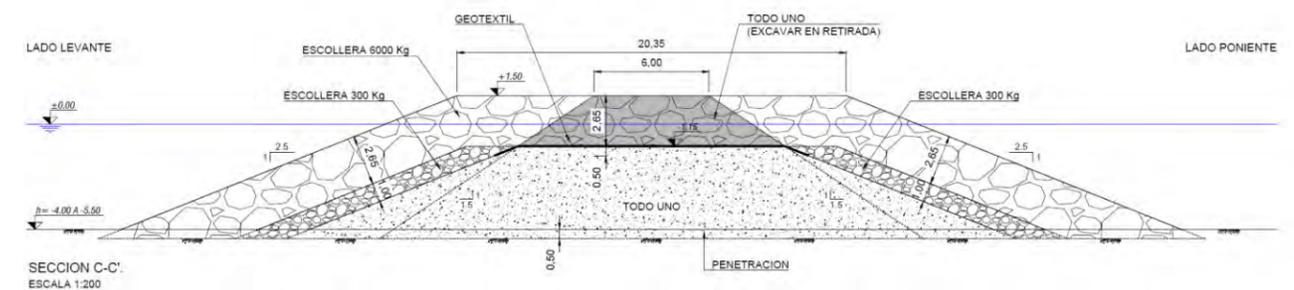
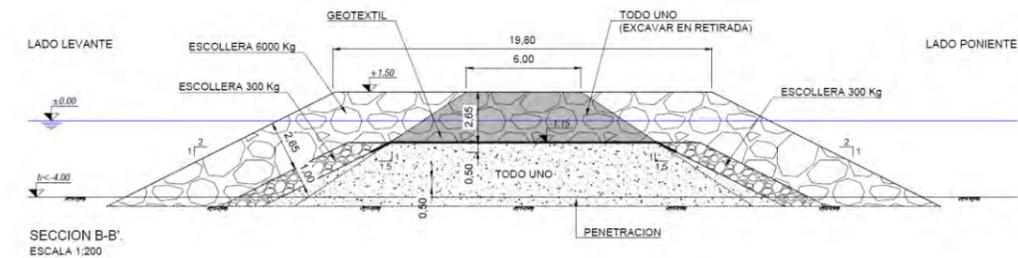
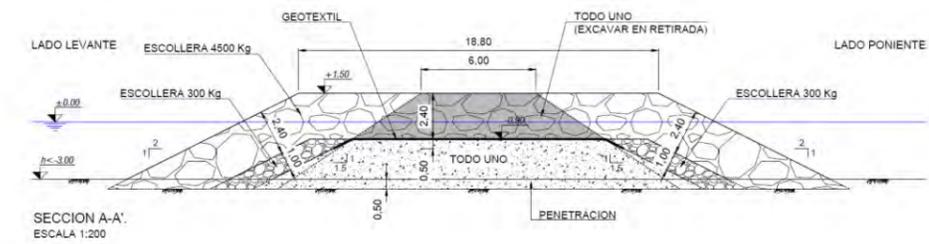


Figura 123.- Secciones tipo del espigón o de poniente (Fuente: elaboración propia)

8.1.5.2 Obras auxiliares: adecuación de accesos

Para permitir el acceso de la maquinaria terrestre a la playa desde el paseo se deberá construir un camino para su tránsito a base de arena tipo sablón (conocida localmente como "sauló"). La anchura del camino será de 3,5 m y transcurrirá por la parte trasera de la playa y junto al dique del puerto.

Una vez finalizadas las obras el "sauló" será excavado y repartido por la playa.

8.2 INVENTARIO AMBIENTAL

Se ha realizado un exhaustivo inventario ambiental de la zona de proyecto (que se incluye en el apartado 3 de este documento) y en el que se han analizado, entre otras, las diferentes variables ambientales susceptibles de ser afectadas por el proyecto y que se listan a continuación:

- METEOROLOGÍA
- CALIDAD DEL AIRE
- TOPOGRAFÍA Y BATIMETRÍA

- OCEANOGRAFÍA: MAREA, OLEAJE, VIENTO Y CORRIENTES
- CALIDAD DEL AGUA
- DINÁMICA LITORAL
- ESTUDIO DE BIONOMÍA Y BIOCENOSIS EXISTENTES. COMUNIDADES NATURALES
- ESPACIOS NATURALES PROTEGIDOS
- ACTIVIDAD PESQUERA
- ELEMENTOS ANTRÓPICOS SUBMARINOS
- PATRIMONIO HISTÓRICO Y CULTURAL
- PAISAJE

Asimismo se han analizado las interacciones ecológicas claves del proyecto y se ha efectuado el estudio comparativo de la situación ambiental actual y tras la actuación, para cada una de las alternativas consideradas.

8.3 PRINCIPALES IMPACTOS GENERADOS

A partir del análisis de la interacción entre elementos generadores y los elementos receptores de impacto, que se produce a través de una serie de mecanismos, lineales en unos casos y complejos en otros, se han identificado los principales mecanismos a través de los cuales se producen los diferentes impactos detectados y que a continuación se describen de una manera discriminada en función del medio sobre el que actúan (abiótico, biótico y antrópico –que incluye el perceptual–).

8.3.1 SOBRE EL MEDIO ABIÓTICO

El medio físico-químico constituye el soporte del conjunto de sistemas, por lo que los mecanismos de actuación sobre él trascienden a los componentes bióticos que mantienen una relación de equilibrio con la calidad del medio. Por ejemplo, toda modificación significativa y persistente en la transparencia del agua o en su calidad química (concentración de nutrientes, oxígeno disuelto, etc.) implica una alteración en la estructura de las comunidades naturales, con un grado de sensibilidad diferente; así, las comunidades bentónicas, por su dependencia del sustrato y la falta de capacidad de huida, son las más influenciadas por las alteraciones del sistema como se describe más adelante. Los mecanismos generadores de impacto sobre este medio que se han detectado son los siguientes (entre paréntesis se ha señalado la componente del medio abiótico sobre la que actúan):

- 1.- Afección a la dinámica litoral como consecuencia de la creación de barreras al transporte litoral [*fondo marino*].
- 2.- Modificación de la batimetría y naturaleza del sustrato como consecuencia del vertido de materiales sobre los actuales fondos y que en el caso del espigón además es de naturaleza diferente, al tratarse de roca en lugar de la arena actualmente existente [*fondo marino*].
- 3.- Alteración de la calidad atmosférica y acústica de ida a la emisión de ruidos y contaminantes por parte de la maquinaria empleada en la obra [*aire*].

- 4.- Incremento de la turbidez en la columna de agua como consecuencia de la puesta en suspensión de la fracción fina de los materiales durante la fase de obras [*agua*].
- 5.- Alteración de la calidad química del agua como consecuencia de la puesta en suspensión de la fracción fina de los materiales con la eventual movilización de nutrientes y sustancias contaminantes contenidas en los materiales, así como por el vertido accidental de hidrocarburos, todo ello durante la fase de obras [*agua*].

8.3.2 SOBRE EL MEDIO BIÓTICO

La complejidad de las comunidades bentónicas las convierte en indicadoras de los cambios en el sistema ya que su inmovilidad las hace muy dependientes de las condiciones del entorno y de las modificaciones que los vertidos y eventuales dragados puedan introducir (esto justifica su estudio preferente frente a otros comportamientos del medio biótico). Los mecanismos generadores de impacto sobre este medio que se han detectado son los siguientes (entre paréntesis se ha señalado la componente del medio biótico sobre la que actúan):

- 6.- Afección a las comunidades naturales terrestres florísticas o faunísticas, debido a la eventual destrucción o perturbación generada en la zona de extracción de la escollera [*comunidades naturales*].
- 7.- Afección a las comunidades bentónicas, por un lado debido al dragado de la arena a emplear en la regeneración y a la ocupación directa del fondo marino por el material de escollera para la construcción de los espigones y por la arena aportada para la creación la nueva playa y por otro lado como consecuencia de la modificación de las condiciones en el agua (turbulencia y calidad química, incluyendo el vertido accidental de hidrocarburos) durante la ejecución de las obras y que en este caso afectaría también temporalmente a comunidades ubicadas fuera de las zonas ocupadas directamente por las obras. Además una vez finalizadas las obras la tipología de obra del espigón (tipo arrecife) podría favorecer el desarrollo de especies bentónicas [*comunidades naturales*].
- 8.- Afección a las comunidades planctónicas y neríticas, consistente en la modificación de las comunidades de fitoplancton a causa del cambio en las condiciones físicas (turbidez) o químicas (nutrientes e hidrocarburos vertidos accidentalmente) del medio durante la ejecución de las obras. Por otro lado una vez finalizadas las obras la tipología de obra del espigón (tipo arrecife) podría favorecer el desarrollo de especies neríticas [*comunidades naturales*].
- 9.- Afección a hábitats protegidos (*Cymodocea Nodosa*) fuera de los Espacios Naturales Protegidos, como consecuencia de la puesta en suspensión de finos durante la ejecución de la obra y que eventualmente podrían llegar a las zonas ocupadas por estas especies [*comunidades naturales*].
- 10.- Afección a especies protegidas (tortuga boba y *Posidonia Oceanica*) en los Espacios Naturales Protegidos. A pesar que la distancia entre estas especies y la zona de actuación, eventualmente podría producirse su afección indirecta como consecuencia de la modificación en las condiciones físicas (turbidez) o químicas (nutrientes) del medio durante la ejecución de las obras, si bien su probabilidad es baja [*Espacios Naturales Protegidos*].

8.4 MEDIDAS PREVENTIVAS, CORRECTORAS Y COMPENSATORIAS

A continuación se incluye una breve descripción de las mismas, referidas tanto a las zonas de extracción como a la de aportación, así como otras medidas de carácter general.

8.4.1 EN LA ZONA DE OBTENCIÓN DE LOS MATERIALES (ÁRIDOS Y ESCOLLERA) Y TRANSPORTE HASTA LA ZONA DE APORTACIÓN

8.4.1.1 Medidas preventivas o moderadoras

Las medidas moderadoras de los impactos de carácter negativo quedan integradas en el propio proyecto y actúan desde el momento inicial. De este modo, puede lograrse que algunos impactos no lleguen a producirse o bien lo hagan con una intensidad menor. Se desprenden, fundamentalmente, de su aplicación a obras de naturaleza parecida a la que aquí se analiza.

Uso de medios poco impactantes

El proyecto deberá contemplar el uso de maquinaria moderna que cumpla los requerimientos para evitar la contaminación.

Planificación de un calendario adecuado de obras

Es recomendable, como medida moderadora de carácter general, situar la realización de la obra fuera de la época de verano ya que de este modo se logra una mitigación significativa en la intensidad del impacto debido a la disminución de la población usuaria.

Reducción del plazo de ejecución

La elección de la alternativa que implica una menor necesidad de materiales de cantera implica una reducción significativa de los impactos en la zona de obtención de los materiales. Deberán utilizarse medios de gran capacidad para reducir también el plazo de ejecución.

Medidas moderadoras relacionadas con el transporte de los áridos de origen continental

Tiene por finalidad la determinación de rutas de acceso, horario de paso y frecuencia máxima horaria de vehículos que evite la generación de molestias a la población residente cercana.

8.4.1.2 Medidas correctoras o reductoras

El objeto de las medidas correctoras es disminuir el impacto residual que la obra genera en el entorno: su coste económico deberá incorporarse al proyecto. En este caso las principales medidas correctoras se relacionan con la reducción de la dispersión de los finos y con el transporte de los materiales desde la cantera hasta la zona de regeneración. Se indican las principales:

- Uso de barreras que eviten la dispersión de finos en la zona de extracción de la arena marina.
- Uso de camiones provistos de lona para el transporte de áridos de origen continental.

- Riego frecuente de los viales de acceso.
- Barrido de los viales en caso que se considere necesario.
- Mantenimiento adecuado de las vías de circulación de los transportes.

8.4.1.3 Medidas compensatorias

Las escolleras necesarias para la obra deberán obtenerse de una cantera legalizada, que disponga de un plan de restauración del medio. En consecuencia, las comunidades vegetales que puedan quedar destruidas a consecuencia de la extracción de los materiales necesarios para la obra, deberá compensarse a través de la replantación de especies autóctonas de acuerdo con el programa aprobado.

8.4.2 EN LA ZONA DE APORTACIÓN

La mayoría de las medidas propuestas mantienen un paralelismo con las descritas en el ámbito de explotación del yacimiento, por lo que algunas de ellas se identifican de forma resumida.

8.4.2.1 Medidas preventivas o moderadoras

Como se ha comentado, las medidas preventivas o moderadoras de los impactos de carácter negativo quedan integradas en el propio proyecto y actúan desde el momento inicial.

- Uso de medios poco impactantes: flota de camiones y parque de maquinaria que cumpla con los límites de emisión.
- Para evitar los impactos sobre la calidad del agua deben reducirse los productos residuales de obra, evitar cualquier vertido contaminante al medio marino, etc.
- Los materiales presentarán unas características granulométricas próximas a los de la zona de recepción.
- Evitar la manipulación de materiales en días con condiciones meteorológicas desfavorables (tanto atmosféricas como marinas).
- Elegir un calendario adecuado de obras (preferentemente fuera de verano).
- Procurar una decantación de los materiales antes del vertido en el medio acuático.
- Anunciar el inicio de las obras para retirar los artes de pesca instalados en las zonas próximas a las obras.

8.4.2.2 Medidas correctoras o reductoras

Como ya se ha comentado, el objeto de las medidas correctoras o reductoras es disminuir el impacto residual que la obra genera en el entorno y su coste económico deberá incorporarse al proyecto. En este caso las medidas correctoras se relacionan con la reducción de la dispersión de los finos.

- Uso de barreras que eviten la dispersión de finos en la zona de obras (vertido de escollera y de arena).

8.4.2.3 Medidas compensatorias

No se prevén medidas compensatorias en la zona de aportación de arena y escollera.

8.4.3 OTRAS MEDIDAS GENERALES

8.4.3.1 Medidas preventivas o moderadoras

Las medidas moderadoras han sido incorporadas a nivel de Proyecto, que ha desarrollado la solución que desde un punto de vista ambiental menor impacto introduce en la calidad del medio; no suponen en principio ningún coste específico. Se plantean como consecuencia del análisis llevado a cabo a partir del inventario ambiental a fin de introducir las menos alteraciones posibles. Se consideran como más importantes:

- La elección de una solución constructiva que reduce las mediciones tanto en escollera como en arenas a fin de moderar la artificialización.
- Diseño de los espigones de baja cota de coronación para limitar la artificialización del medio.
- Evitar la sobrealimentación innecesaria de la playa.
- Determinación de perfil y planta adecuados para la consecución de los objetivos.
- Color de arena semejante al actual, siempre que ello sea posible en función de los materiales disponibles.

8.4.3.2 Medidas correctoras o reductoras

Las medidas correctoras son actuaciones que se aplican durante las obras a fin de reducir el impacto residual; el general llevan un coste asociado que debe ser asumido por la empresa Constructora a fin de garantizar los objetivos de sostenibilidad planteados en el estudio.

- Control de la calidad de los materiales a fin de comprobar que se ajusta a lo previsto, lo que implicará unos gastos analíticos
- Desarrollar un programa de vigilancia ambiental de la obra que procure también el control del hallazgo de restos arqueológicos.

8.4.3.3 Medidas compensatorias

Estas medidas no disminuyen la magnitud del impacto provocado pero aminoran su efecto en la globalidad del sistema al compensar la incidencia negativa de una actuación con otra acción que puede provocar un beneficio en el entorno. En este caso no se considera necesario la introducción de medidas compensatorias de carácter general.

8.4.4 MATRIZ DE IMPACTOS RESIDUALES

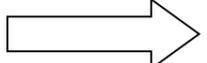
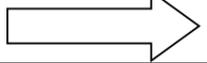
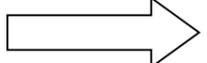
La aplicación de las medidas reductoras del impacto (tanto moderadoras como correctoras) tienen como resultado que el impacto residual sea de menor intensidad que el resultante inicialmente de la

actuación. Los cambios producidos se recogen en la Tabla 50.-, que muestra la reducción en la intensidad de los impactos y que da lugar a la matriz de impactos residual mostrada en la Tabla 51.-

Tabla 50.- Reducción de la intensidad de los impactos (Fuente: elaboración propia)

	ANTES DE LAS MEDIDAS	DESPUÉS DE LAS MEDIDAS
Nulo	2	4
Compatibles	5	4
Moderados	6	5
Severos	1	1
Críticos	0	0

Tabla 51.- Matriz de impacto residual como aplicación de las medidas correctoras propuestas (Fuente: elaboración propia)

Medio afectado / Impacto	Evaluación antes Medidas correctoras	Efecto medidas moderadoras/correctoras	Evaluación después Medidas correctoras
1. Medio abiótico: afección de la dinámica litoral	MODERADO	≈	MODERADO
2. Medio abiótico: modificación batimétrica y naturaleza del sustrato	MODERADO	≈	MODERADO
3. Medio abiótico: alteración de la calidad atmosférica y acústica	COMPATIBLE		NULO / SIN IMPACTO
4. Medio abiótico: incremento de la turbidez en la columna de agua	MODERADO		COMPATIBLE
5. Medio abiótico: alteración de la calidad química del agua	COMPATIBLE	≈	COMPATIBLE
6. Medio biótico: afección de las comunidades naturales terrestres	NULO / SIN IMPACTO	≈	NULO / SIN IMPACTO
7. Medio biótico: afección a las comunidades bentónicas	MODERADO	≈	MODERADO
8. Medio biótico: afección a las comunidades planctónicas y neríticas	COMPATIBLE		NULO / SIN IMPACTO
9. Medio biótico: afección a hábitats protegidos: <i>Cymodocea Nodosa</i>	SEVERO	≈	SEVERO
10. Medio biótico: afección a especies protegidas tortuga boba, delfín mular y <i>Posidonia Oceanica</i>	COMPATIBLE	≈	COMPATIBLE
11. Medio biótico: afección al resto de especies de los Espacios Naturales	NULO / SIN IMPACTO	≈	NULO / SIN IMPACTO
12. Medio antrópico: alteración del paisaje	MODERADO	≈	MODERADO
13. Medio antrópico: alteración de recursos pesqueros	COMPATIBLE	≈	COMPATIBLE
14. Medio antrópico: alteración de las actividades recreativas y de ocio	MODERADO	≈	MODERADO

Si se asigna un valor 0 a los impactos nulos ($N = 0$), 1 a los impactos compatibles ($C = 1$), 2 a los moderados ($M = 2$) y 4 a los severos ($S = 4$), se obtiene el siguiente resultado:

- Antes aplicación medidas reductoras: $\Sigma(2N+5C+6M+1S) = 2 \times 0 + 5 \times 1 + 6 \times 2 + 1 \times 4 = 21$
- Después aplicación medidas reductoras: $\Sigma(4N+4C+4M+1S) = 4 \times 0 + 4 \times 1 + 4 \times 2 + 1 \times 4 = 16$

En consecuencia, la aplicación de las medidas reductoras del impacto tiene como consecuencia en relación a los impactos residuales:

- Se reduce el número de impactos no nulos: de 12 a 10
- Se mantiene el número de impactos de carácter severo (1)
- Disminuyen los impactos de carácter moderado (de 6 a 5).
- De acuerdo con la valoración aplicada, el impacto residual puede estimarse en un $16 / 21 = 76\%$ del impacto inicial, con lo que la eficacia de las medidas es evidente

Puesto que ninguno de los impactos residuales, una vez implementadas las medidas moderadoras y correctoras, presenta la condición de crítico y solamente hay un severo, se considera que las obras definidas en el Proyecto es viable desde el punto de vista ambiental a condición de que se atiendan todas las recomendaciones definidas en el estudio, referidas sobre todo a la alternativa escogida para el Proyecto y a la procedencia de los materiales.

8.5 PROGRAMA DE VIGILANCIA Y SEGUIMIENTO AMBIENTAL

En el apartado 7 de este documento se detalla el Programa de Vigilancia y Seguimiento Ambiental (PVA), que abarcará tres ámbitos de control:

- Zona de playa (dragado y vertido de arenas y vertido de escollera para la construcción de los espigones).
- Zona de extracción de la escollera (canteras).
- Vías de acceso para el transporte de la escollera.

El alcance del Programa de Vigilancia Ambiental que se incluye en dicho apartado ha de considerarse como indicativo y responde únicamente al contenido del Estudio de Impacto Ambiental. Es probable que durante el trámite administrativo se añadan nuevos condicionados, aunque el programa ha sido redactado de acuerdo con nuestra experiencia en estudios de parecidas características. Para una definición práctica de los mismos, se han considerado tres fases:

- Fase previa: con anterioridad al inicio de las obras, se corresponde con la organización de la asistencia y la implantación
- Fase de obras.
- Fase operacional (tras la finalización de las obras).

A continuación se resume su contenido.

En la FASE PREVIA se han considerado las siguientes medidas:

- Constitución del equipo de trabajo, nombramiento de la Dirección Ambiental y coordinación con la Dirección de Obra. El equipo estará formado por un Director Ambiental con dedicación parcial y un inspector ambiental permanente a pie de obra.
- Revisión del sistema de gestión ambiental por parte de los adjudicatarios de la obra. Incorporación de las mejoras que se consideren necesarias. Aprobación final.
- Revisión del Proyecto Constructivo a fin de comprobar que se incluyen todas las medidas correctoras definidas a nivel de estudio de impacto ambiental, incluida la programación de las obras en los meses de menor interferencia con el uso del litoral.
- Revisión del marco normativo ambiental (comunitario, estatal, autonómico y municipal) que es de aplicación a la obra.
- Planificación metodológica del funcionamiento de la asistencia técnica.
- Realización de una campaña preoperacional de muestreo y medidas de diferentes vectores ambientales con la finalidad de definir el 'Estado Cero' del medio antes de las obras y definir los valores de referencia para el seguimiento ambiental.
- Propuesta de valores de referencia para los diferentes vectores ambientales implicados en la obra.
- Instalación oficina a pie de obra
- Planificación metodológica del funcionamiento de la asistencia técnica
- Análisis de la idoneidad de los accesos provisionales a la obra a fin de minimizar el impacto sobre el medio atmosférico y la población residencial cercana
- Comprobación de que los pescadores de la zona han retirado los artes (nasas y trasmallos) de la zona de obras

En la FASE DE OBRAS se han considerado las siguientes medidas:

- En las canteras / zona de obtención de la arena
 - Comprobación de que las canteras para la obtención de escolleras están legalizadas de acuerdo con la normativa que es de aplicación. Revisión de los planes de restauración
 - Comprobación de que la calidad de los materiales destinados a la obra y de que el porcentaje de finos en la escollera es en promedio inferior al 5%.
- En las vías de acceso
 - Adaptación del programa de controles y medidas a las condiciones concretas del programa de obras del contratista
 - Análisis de la idoneidad de los accesos a la obra a fin de minimizar el impacto sobre el medio atmosférico y la población humana
 - Supervisión de las vías de acceso de la obra, horarios previstos para el paso de camiones, número máximo de unidades por hora
 - Control de la aplicación de todas las medidas protectoras tendentes a la reducción de los impactos (camiones con caja cubierta con lona, riego frecuente viales, barrido de viales en

caso de necesidad, fosa de lavado de ruedas, utilización de maquinaria de alta capacidad, cumplimiento de los límites de emisión de ruidos y contaminantes atmosféricos, etc).

- Medida quincenal del nivel de ruidos en las mismas estaciones que en el estudio preoperacional. Las medidas se realizarán en dos franjas horarias, de las que sólo una coincidirá con los horarios de trabajo de la obra
- En la zona de aportación y dragado
 - Balizamiento de la zona de aportación mediante boyas con el fin de que en todo momento sea posible comprobar si las operaciones se llevan a cabo en su totalidad en la zona recomendada.
 - Comprobación de los perfiles batimétricos de la zona de aportación de la cartografía bionómica a fin de certificar que la zona de está completamente libre de cualquier impedimento de tipo ambiental.
 - Control de que la descarga de los materiales se realiza de forma apropiada, procurando la sedimentación de los finos con anterioridad a su empuje hasta el agua
 - Control de que la descarga de los materiales se realiza con la presencia de barreras anticontaminantes de acuerdo a lo indicado en el proyecto
 - Control continuado en la zona de aportación de toda una serie de variables ambientales que pueden verse afectadas por la operación.
 - Control topográfico-batimétrico continuo de la zona de vertido a fin de conocer su evolución: grado de uniformidad en el material depositado y reducción de los calados a medida que avance el vertido de materiales.
 - Control de la posible aparición de restos arqueológicos o del patrimonio histórico, comunicando inmediatamente el hallazgo a las autoridades competentes.
 - Control de la deposición de correcta de los excedentes de tierras y de los materiales no aptos. Cumplimiento de las condiciones para la gestión de tierras
 - Control de que la empresa adjudicataria de las obras no realiza mantenimientos de maquinaria en la parcela y que, en cualquier caso, dispone de los elementos necesarios para evitar que las averías produzcan contaminación en el medio.
 - Control de la gestión de los residuos líquidos y sólidos realizados durante las obras. Control de la ubicación y usos de almacenes
 - Control permanente de la calidad de las variables del medio terrestre que pueden resultar afectadas en esta fase de las obras. El programa de muestreo dará continuidad a las medidas preoperacionales, con el alcance indicado en la [Error! No se encuentra el origen de la referencia.
 - Control permanente de la calidad de las variables del medio marino que pueden resultar afectadas en esta fase de las obras.
 - Control de eventuales aterramientos en la zona de *Cymodocea Nodosa* y de *Posidonia Oceanica*.

En la FASE OPERACIONAL se han considerado las siguientes medidas a realizar en la zona de aportación durante los 2 años siguientes a la ejecución de las obras y con periodicidad anual.

- Control continuado en la zona de aportación de toda una serie de variables ambientales que pueden verse afectadas por la operación. Seguimiento de la evolución de la calidad del agua.
- Control topográfico-batimétrico de la zona de vertido a fin de conocer su evolución temporal y comportamiento respecto al teórico previsto en proyecto.

El presupuesto ha sido estimado a partir de un plazo de ejecución de las obras de 7 meses para la actuación 1, 3 meses para la actuación 2 y 3 meses para la actuación 3. Durante este tiempo, el programa de vigilancia ambiental, según lo descrito, constará de:

- Participación de personal: un director ambiental (con dedicación del 20%), un técnico que supervise todos los días que la ejecución de las obras se realiza conforme a lo establecido en el PVA (con dedicación del 50%) y personal técnico de apoyo para realizar los trabajos de campo.
- Analíticas y trabajos de campo (incluyendo tanto las previas a la obra, las que deben realizarse durante las obras y las de la fase operacional).
- Edición de informes mensuales.

En la Tabla 52.- a Tabla 54.- se incluyen las cantidades detalladas para cada una de las partidas que componen el Programa de Vigilancia Ambiental.

De acuerdo con las unidades detalladas, asciende el presente Presupuesto de Ejecución Material del Programa de Vigilancia Ambiental a las siguientes cantidades:

- Actuación 1: SESENTA MIL SEISCIENTOS EUROS (60.600 €)
- Actuación 2: CUARENTA Y DOS MIL SETECIENTOS EUROS (42.700 €)
- Actuación 3: VEINTIDÓS MIL SETECIENTOS EUROS (22.700 €)

Tabla 52.- Presupuesto del Programa de Vigilancia Ambiental de la actuación 1 (Fuente: elaboración propia)

CONCEPTO		MEDICIÓN	PRECIO UNITARIO (€)	IMPORTE (€)
Mes	Director ambiental, titulado superior con más de 10 años de experiencia y dedicación al 20% y emisión de informes	8	1.000	8.000
Mes	Técnico a pie de obra, titulado superior, con al menos 5 años de experiencia en la vigilancia ambiental. Dedicación al 50 % con visitas todos los días a la obra..	8	1.700	13.600
Ud	Muestreos y analíticas en fases pre-constructiva, constructiva y operacional	1	34.000	34.000
Ud	Levantamientos y comprobaciones topográfico-batimétricas en fase operacional	2	2.500	5.000
SUMA				60.600

Tabla 53.- Presupuesto del Programa de Vigilancia Ambiental de la actuación 1 (Fuente: elaboración propia)

CONCEPTO		MEDICIÓN	PRECIO UNITARIO (€)	IMPORTE (€)
Mes	Director ambiental, titulado superior con más de 10 años de experiencia y dedicación al 20% y emisión de informes	2	1.000	2.000
Mes	Técnico a pie de obra, titulado superior, con al menos 5 años de experiencia en la vigilancia ambiental. Dedicación al 50 % con visitas todos los días a la obra..	1	1.700	1.700
Ud	Muestreos y analíticas en fases pre-constructiva, constructiva y operacional	1	34.000	34.000
Ud	Levantamientos y comprobaciones topográfico-batimétricas en fase operacional	2	2.500	5.000
SUMA				42.700

Tabla 54.- Presupuesto del Programa de Vigilancia Ambiental de la actuación 1 (Fuente: elaboración propia)

CONCEPTO		MEDICIÓN	PRECIO UNITARIO (€)	IMPORTE (€)
Mes	Director ambiental, titulado superior con más de 10 años de experiencia y dedicación al 20% y emisión de informes	2	1.000	2.000
Mes	Técnico a pie de obra, titulado superior, con al menos 5 años de experiencia en la vigilancia ambiental. Dedicación al 50 % con visitas todos los días a la obra..	1	1.700	1.700
Ud	Muestreos y analíticas en fases pre-constructiva, constructiva y operacional	1	19.000	19.000
SUMA				22.700

Barcelona, febrero de 2018

El Director del Proyecto

El Autor del Proyecto

Ana María Castañeda Fraile

F. Javier Escartin Garcia

Dra. Ingeniera de Caminos, Canales y Puertos

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

Jefa del Servicio de Proyectos y Obras

Colegiado nº 11.275

Demarcación de Costas en Cataluña

APÉNDICE 1. PLANOS

420000

440000

460000

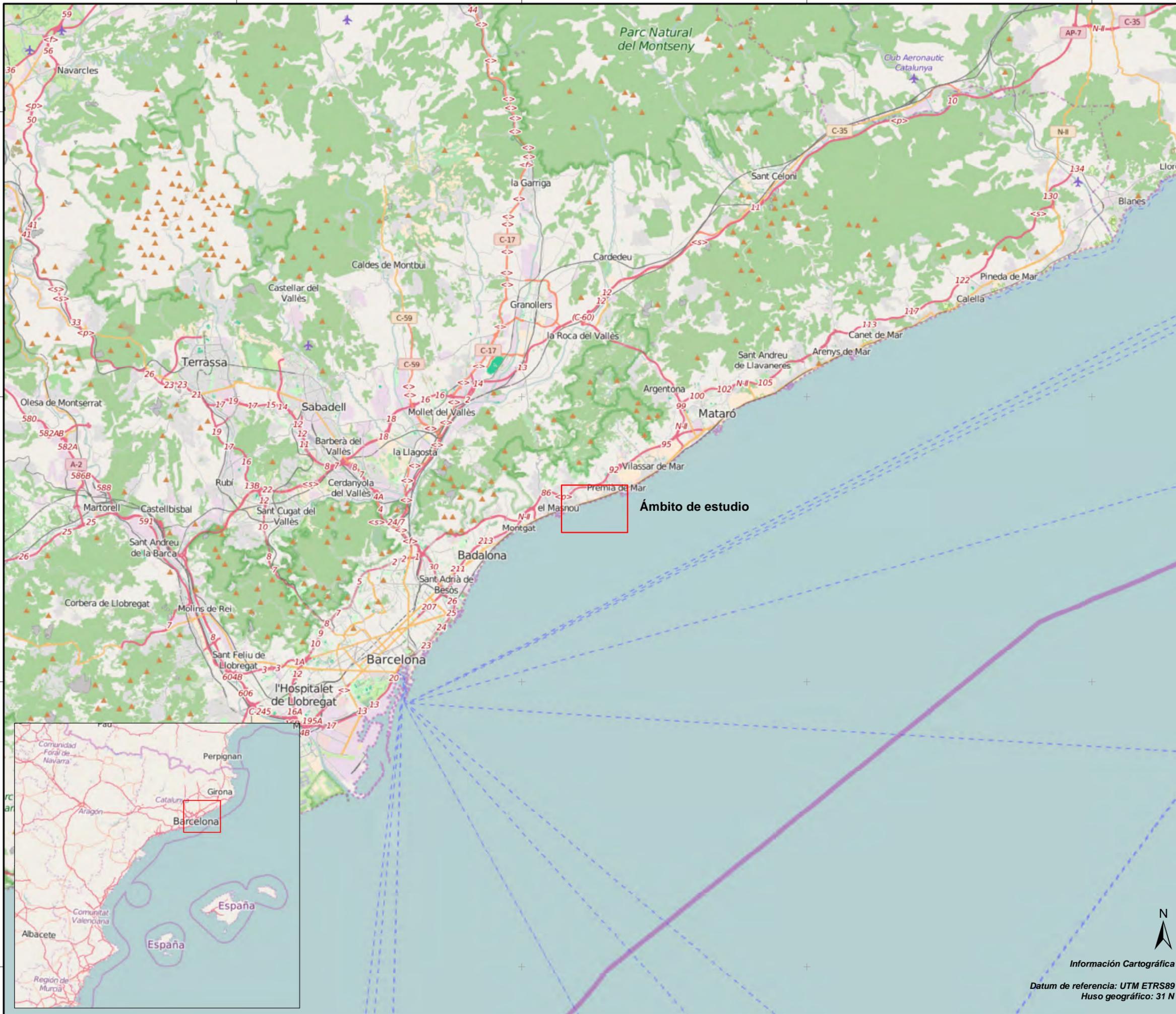
480000

4620000

4600000

4580000

4560000



TÍTULO DEL PROYECTO

PROYECTO DE ACTUACIONES EN EL MARESME; T.M. DE EL MASNOU PREMIÀ DE MAR (BARCELONA)

CLIENTE



MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE
SECRETARÍA DE ESTADO DE MEDIO AMBIENTE
Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar
Demarcación de Costas en Cataluña

TÍTULO DEL PLANO

SITUACIÓN DEL ESTUDIO

Nº PLANO	ESCALA
A1.1	DIN A3 1:250,000
FECHA	0 1.25 2.5 5 Kilómetros
JUNIO 2016	

MAPA SITUACIÓN

LEYENDA

Ámbito de estudio





N

Información Cartográfica

Datum de referencia: UTM ETRS89
Huso geográfico: 31 N

443000

444000

445000

446000

447000

4594000

4593000

4592000

4591000

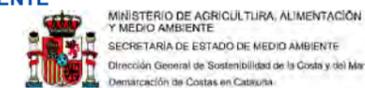
4590000



TÍTULO DEL PROYECTO

PROYECTO DE ACTUACIONES EN EL MARESME; T.M. DE EL MASNOU PREMIÀ DE MAR (BARCELONA)

CLIENTE



TÍTULO DEL PLANO

ÁMBITO DE ESTUDIO

Nº PLANO

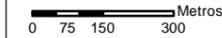
A1.2

ESCALA

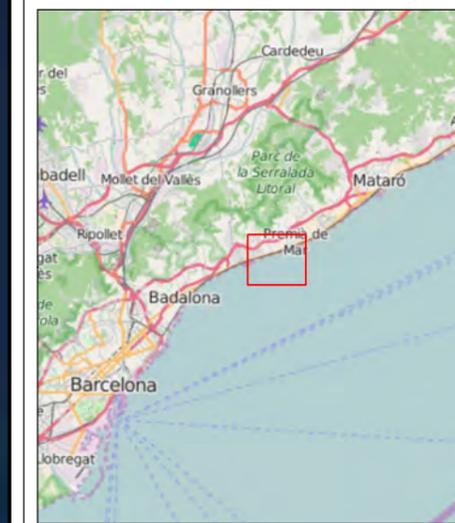
DIN A3 1:15,000

FECHA

JUNIO 2016



MAPA SITUACIÓN



LEYENDA

- Zona de dragado
- Zona de estudio



Información Cartográfica

Datum de referencia: UTM ETRS89
Huso geográfico: 31 N



443000

444000

445000

446000

447000

4594000

4593000

4592000

4591000

4590000



TÍTULO DEL PROYECTO

PROYECTO DE ACTUACIONES EN EL MAREMJE; T.M. DE EL MASNOU PREMIÀ DE MAR (BARCELONA)

CLIENTE



TÍTULO DEL PLANO

TOPO-BATIMETRÍA GENERAL

Nº PLANO

A1.3.1

ESCALA

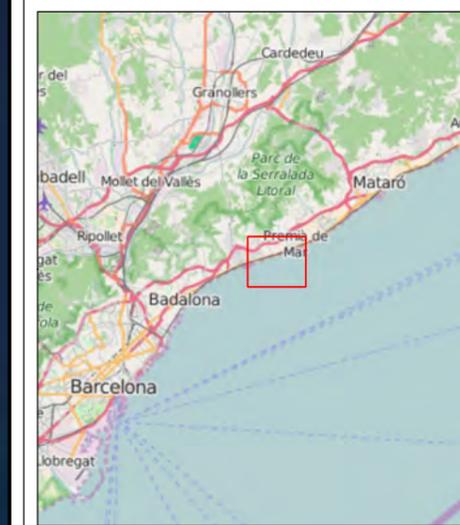
DIN A3 1:15,000

FECHA

JUNIO 2016



MAPA SITUACIÓN



LEYENDA

Topografía:

— Isóbatas (0.5 m)

— Isóbatas (1 m)

— Línea de costa (cota 0)

Batimetría:

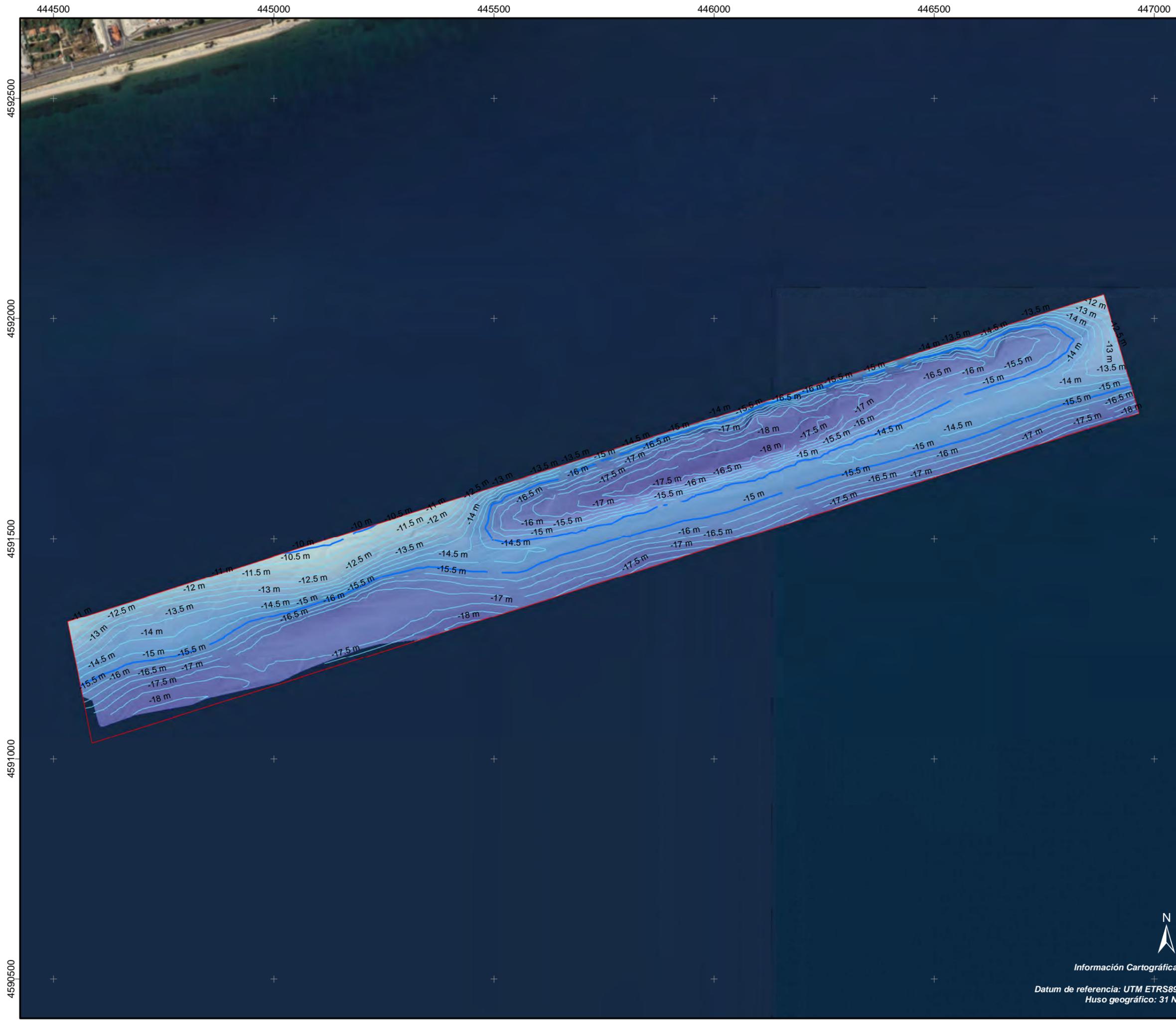
— Isóbatas (1 m)

— Isóbatas (5 m)

Información Cartográfica

Datum de referencia: UTM ETRS89
Huso geográfico: 31 N



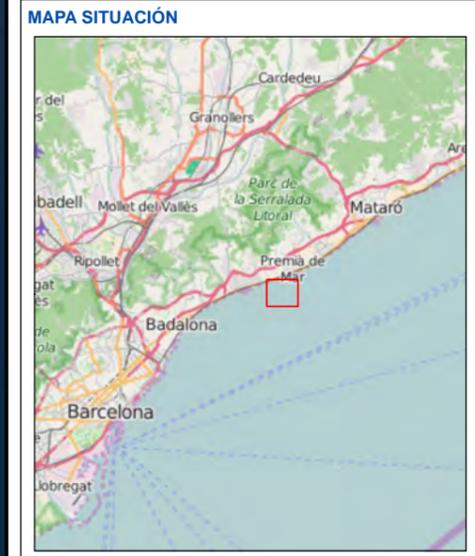


TÍTULO DEL PROYECTO
PROYECTO DE ACTUACIONES EN EL MARESME; T.M. DE EL MASNOU PREMIÀ DE MAR (BARCELONA)

CLIENTE
 MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE
 SECRETARÍA DE ESTADO DE MEDIO AMBIENTE
 Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar
 Demarcación de Costas en Cataluña

TÍTULO DEL PLANO
 BATIMETRÍA EN LA ZONA DE DRAGADO

Nº PLANO A1.3.2	ESCALA DIN A3 1:8,000
FECHA JUNIO 2016	0 50 100 200 Metros



LEYENDA

- Zona de dragado
- Batimetría:**
- Isóbatas (1 m)
- Isóbatas (5 m)



Información Cartográfica
 Datum de referencia: UTM ETRS89
 Huso geográfico: 31 N