



www.oag-fundacion.org

OAG_PVA-Gr.3/2012

**SEGUIMIENTO AMBIENTAL DEL
PUERTO DE GRANADILLA
EN FASE DE OBRAS**

INFORME ANUAL 2011

SEGUIMIENTO AMBIENTAL DEL PUERTO DE GRANADILLA EN FASE DE OBRAS

- Informe anual 2011 -

TABLA DE CONTENIDO

1 INTRODUCCIÓN	5
1.1 Antecedentes	5
1.2 Objeto y alcance del presente informe.....	6
1.3 Nuevo estudio de la dinámica litoral	7
1.3.1 La metodología empleada.....	7
1.3.2 Cuantificación de la dinámica sedimentaria local	9
1.3.3 Consecuencias de la construcción del puerto.....	12
2 DESARROLLO DE LAS OBRAS Y MEDIDAS CONEXAS	14
2.1 Modificaciones del proyecto.....	14
2.2 Situación de las obras	20
2.3 Medidas compensatorias.....	22
2.4 Medidas correctoras	23
2.4.1 Anteproyecto de baipás.....	23
2.4.2 Inadecuación del proyecto del baipás	24
2.4.3 Recapitulación sobre objetivos y fines	25
2.4.4 Dimensión y discusión del problema.....	25
2.4.5 Obtención de arena	28
2.4.6 Zona de liberación de la arena	29
2.4.7 Volumen y frecuencia.....	30
2.4.8 Soluciones alternativas	31
2.4.9 Consentimiento de la Comisión Europea.....	33
2.5 Ensayos conexos: trasplante de sebas	34
3 EL SEGUIMIENTO AMBIENTAL	35
3.1 El Plan de vigilancia ambiental	36
3.2 Vigilancia de las obras	37
3.2.1 Materiales de acopio externos.....	37
3.2.2 Calidad del material vertido al mar.....	38
3.2.3 Medidas correctoras de la turbidez	40
3.2.4 Mitigación de polvo y ruidos	41
3.2.5 Vertidos accidentales en la zona de obras.....	42
3.2.6 Estado de la valla perimetral, señalización y suelo exterior	42
3.2.7 Estado del balizamiento de la zona de obras en el mar.....	43
3.3 Calidad atmosférica	44
3.3.1 Condiciones meteorológicas locales	44
3.3.2 Partículas en suspensión (polvo).....	45
3.3.3 Niveles sonoros.....	46
3.4 Medio terrestre	47
3.4.1 Yacimientos arqueológicos.....	47
3.4.2 Avifauna	48
3.4.3 Vegetación terrestre	48
3.4.4 Deposición de polvo sobre la vegetación.....	48



3.5	Dinámica litoral	50
3.5.1	Flujo de la corriente	50
3.5.2	Seguimiento de la pluma de turbidez.....	52
3.5.3	Tasas de sedimentación marina	57
3.6	Calidad de aguas	58
3.6.1	Parámetros oceanográficos	59
3.6.2	Concentración de clorofila.....	59
3.6.3	Parámetros químicos y contaminantes orgánicos	62
3.6.4	Contaminación microbiológica.....	63
3.6.5	Evaluación general de las aguas	64
3.7	Calidad de sedimentos	65
3.7.1	Granulometría.....	65
3.7.2	Parámetros químicos.....	66
3.7.3	Metales pesados	66
3.7.4	Evaluación general de los sedimentos	69
3.8	Biodiversidad marina.....	70
3.8.1	Comunidades supramareales.....	70
3.8.2	Comunidades intermareales.....	71
3.8.3	Comunidades bentónicas	72
3.8.4	Comunidades de peces litorales.....	72
3.8.5	Infauna	74
3.8.6	Perfiles bionómicos.....	75
3.8.7	Cartografía bionómica	80
3.8.8	Estado fisiológico del sebadal.....	80
3.8.9	Nivel de contaminación de los organismos marinos.....	84
3.9	Calidad global de la zec sebadales del Sur de Tenerife.....	85
4	MODIFICACIONES DEL PLAN DE VIGILANCIA	86
4.1	Seguimiento por teledetección.....	86
4.2	Seguimiento de los sebadales	88
4.3	Seguimiento de las comunidades de maerl	89
4.4	Modificaciones metodológicas	89
4.5	Cambios en las estaciones de muestreo	89
5	RECOMENDACIONES DEL OAG	92
6	ANEXOS	95
6.1	Plantilla del seguimiento ambiental del puerto de Granadilla en fase de obras.....	95
6.2	Plano con las estaciones y transectos de muestreo.	95





SEGUIMIENTO AMBIENTAL DEL PUERTO DE GRANADILLA EN FASE DE OBRAS

- Informe anual 2011 -

1 INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

La fundación del sector público estatal Observatorio Ambiental del Puerto de Granadilla –con nombre abreviado «Observatorio Ambiental Granadilla» (OAG)– fue creada por acuerdo del Consejo de Ministros y tiene como objetivo prioritario, aunque no único, la vigilancia ambiental del puerto de Granadilla y garantizar la correcta ejecución de las medidas compensatorias y correctoras establecidas por la Comisión Europea en su dictamen favorable sobre dicho proyecto.

Esta función la desarrolla como colaboración con la Autoridad Portuaria de S/C de Tenerife, sin que medie por parte de ésta cesión alguna de sus competencias administrativas en esta materia ni de responsabilidades frente a terceros, y todo ello sin perjuicio de la correspondiente tutela del Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino.

En el informe correspondiente a la vigilancia ambiental en fase de obras durante el ejercicio de 2010, ya se explicaron los pormenores del proyecto de Granadilla, de la situación de partida (valores de referencia) y de la verificación de la exactitud y corrección de la evaluación de impacto ambiental (EIA) realizada. Estos documentos pueden descargarse de la página web del OAG (www.oag-fundacion.org) y no viene al caso insistir más en sus contenidos.

También en el informe de 2010, se propusieron varias modificaciones del PVA, que fueron posteriormente aprobadas por la Autoridad Portuaria de S/C de Tenerife (6 abril 2011). Una de ellas, estriba en la adopción de un mecanismo más dinámico y ágil de reporte a través de la página web del OAG, de modo que la información pueda explotarse sobre la marcha, y ser conocida por el público en general, tal como es la voluntad expresa de la Comisión Europea.

En relación con los informes escritos, el OAG propuso elaborar un único informe anual de carácter general, así como un resumen crítico al final de la fase de obras, todo ello sin perjuicio de evacuar informes puntuales cuando las circunstancias lo aconsejen, o alertas inmediatas en caso de mediar urgencia. De hecho, además de comunicar algunas incidencias de carácter menor, a lo largo de 2011 se han elaborado algunos informes (accesibles en la web del OAG) que se relacionan en el apartado siguiente.



1.2 Objeto y alcance del presente informe

El presente documento nace de la obligación de dar cuenta de la vigilancia ambiental de las obras y sus efectos en el medio durante 2011, pero concurren en él otros propósitos que amparamos bajo el título elegido: “Seguimiento ambiental del puerto de Granadilla en fase de obras”. Se trata pues, de:

1. Evaluar el alcance ambiental de las modificaciones al proyecto del puerto de Granadilla introducidas por la Autoridad Portuaria.
2. Exponer la situación de las medidas compensatorias y correctoras conexas al puerto de Granadilla, con particular atención al proyecto de baipás.
3. Resumir las actuaciones y resultados de la vigilancia ambiental en fase de obras durante 2011, de la que se ha venido dando oportuna cuenta a través de la página web del OAG.
4. Proponer ajustes al plan de vigilancia en función de los resultados obtenidos durante 2011 y de cara a su mayor eficacia, sobre todo a la luz de nuevas técnicas accesibles (imágenes de satélite) y de los nuevos conocimientos sobre el clima marítimo y dinámica sedimentaria en la costa de Granadilla.
5. Propuestas del OAG para mitigar o corregir el impacto de las obras.

Una parte de la información que ahora se expone ha sido presentada, además de en la web del OAG, en informes puntuales remitidos a la Autoridad Portuaria, toda vez que recogen recomendaciones que debían ser atendidas sobre la marcha.

Inf_2011.1 [Información complementaria sobre la situación del baipás del puerto de Granadilla](#) (Abril 2011)

Inf_2011.2 [Mitigación de la pluma generada por los vertidos en Granadilla](#) (Octubre 2011)

Inf_2011.3 [Trasplante de flora catalogada en la zona de afección del complementario nº 2 del proyecto constructivo de las obras de abrigo](#) (Octubre 2011)

Inf_2011.4 [Informe sobre presuntos daños en la zec Sebadales del sur de Tenerife provocados por el vertido de materiales al mar según se iniciaron las obras de abrigo del puerto de Granadilla \(Proyecto Piloto 275/11/ ENVI\)](#) (Diciembre 2011)

Inf_2012.1 [Propuestas alternativas para restablecer el flujo de arenas en el litoral de Granadilla tras la construcción del puerto](#) (Febrero 2012)

Consideramos también los resultados del nuevo estudio sobre dinámica litoral realizado por el IH Cantabria, cuya entrega demoró hasta enero de 2012. De hecho, hemos esperado a contar con dicho estudio para elaborar el presente informe toda vez que la información que aporta en él es trascendente a la hora de ajustar el esquema de muestreo y, sobre todo, de cara al diseño del trasvase de arenas norte-sur, que motivó su solicitud por parte del OAG. Por ello, añadimos también a este documento las propuestas alternativas que hemos elevado a la Autoridad Portuaria de S/C de Tenerife, aunque estén fechadas en febrero de 2012.



1.3 Nuevo estudio de la dinámica litoral

El propósito del trasvase permanente de arenas norte-sur pactado con La Comisión como parte esencial del proyecto de Granadilla, radica en conseguir que el flujo de las arenas hacia las playas al sur del puerto, la zec y sus sebadales se mantenga en el futuro lo más parecido al natural (dinámica ecológica). El OAG apreció indicios de que el transporte costero inducido por el oleaje pudiera no ser muy relevante y sí el de plataforma debido a la corriente, lo que afectaría a las zonas de acumulación y succión teórica de las arenas. Por ello, y de cara a aumentar la probabilidad de acertar con una buena solución, se propuso a la Autoridad Portuaria que se actualizara el estudio de dinámica litoral aprovechando la información reciente y local acumulada en la última década, así como la significativa mejora de los programas de modelización de última generación.

La Autoridad Portuaria asumió la propuesta hecha por el OAG sin descartar el proyecto de baiopás ya comprometido, que se mantiene suspendido a la espera de conocer los nuevos resultados o validación de los planteamientos iniciales. Con fecha de 28/4/2011 se abre la licitación de la *Asistencia técnica para la redacción de estudio de dinámica litoral para el diseño y proyecto de construcción del by-pass de arena N-S en el puerto de Granadilla*, y el 25/5/2011 se la adjudica el Instituto de Hidráulica Ambiental de la Universidad de Cantabria (IH Cantabria, en los sucesivos), bajo la dirección del Dr. Raúl Medina. El trabajo concluye en enero de 2012 y da respuesta a las cuestiones planteadas inicialmente, y a otras suscitadas con posterioridad (*Addenda*):

- Volumen de arena que en la situación previa y tras la construcción del Puerto entra en la zec Sebadales del Sur de Tenerife.
- Variación del volumen transportado atendiendo a las distintas condiciones estacionales de clima marítimo en la zona.
- Zonas de acumulación de sedimentos tras la construcción del puerto y velocidad con la que se depositan las arenas.

El trabajo elaborado por el IH Cantabria puede ser consultado en la página web del OAG¹, en su versión completa y como resumen. Nos centraremos aquí en exponer los resultados obtenidos, pero no sin antes resaltar que la metodología aplicada es –a juicio del OAG– adecuada a los datos disponibles, y que las hipótesis que se asumen (basadas en situaciones más o menos equivalentes) son necesarias y razonables, y no parecen forzadas en ningún caso.

1.3.1 La metodología empleada

El trabajo ha consistido básicamente en estudiar y modelar el clima marítimo, el régimen de corrientes y el transporte potencial de arenas en la zona de estudio, para luego calcular el transporte real partiendo de la arena realmente disponible en función de los aportes (análisis de sus fuentes) y sus pérdidas. El equipo del Dr. Raúl Medina ha empleado varios modelos anidando sus mallas, partiendo de los de ámbito mundial (malla de 10 x 10 km), pasando por los atlánticos y regionales, para acabar finalmente en Granadilla, donde se trabajó, según el parámetro,

¹ Si lee la versión pdf de este informe, pinche los enlaces [Estudio completo](#) y [Resumen](#); en caso contrario entre en www.oag-fundacion.org y en el menú principal seleccione las pestañas “Documentos y bibliografía”, luego “Estudios y proyectos” y finalmente “Documentos relacionados con Granadilla”.



con resoluciones de 25 m (oleaje próximo a la costa) o 200 m en malla horizontal y 10 capas verticales (corrientes). El periodo de modelización considerado abarca cincuenta o más años (1958 – 2008) con resolución horaria, y es suficientemente amplio. La validación obtenida al cotejar con registros reales tomados *in situ* resulta altamente satisfactoria con ajustes del 98-99% en las situaciones normales y más frecuentes, y algunas discrepancias en los casos extremos: hasta del 3% cuando se producen las mareas vivas, y un 6,25% en la velocidad máxima de la corriente, situación esta última, que se da con una frecuencia de solo el 5%. Los valores que arrojan estos modelos validados son los que sirven luego para calcular el transporte potencial de sedimentos.

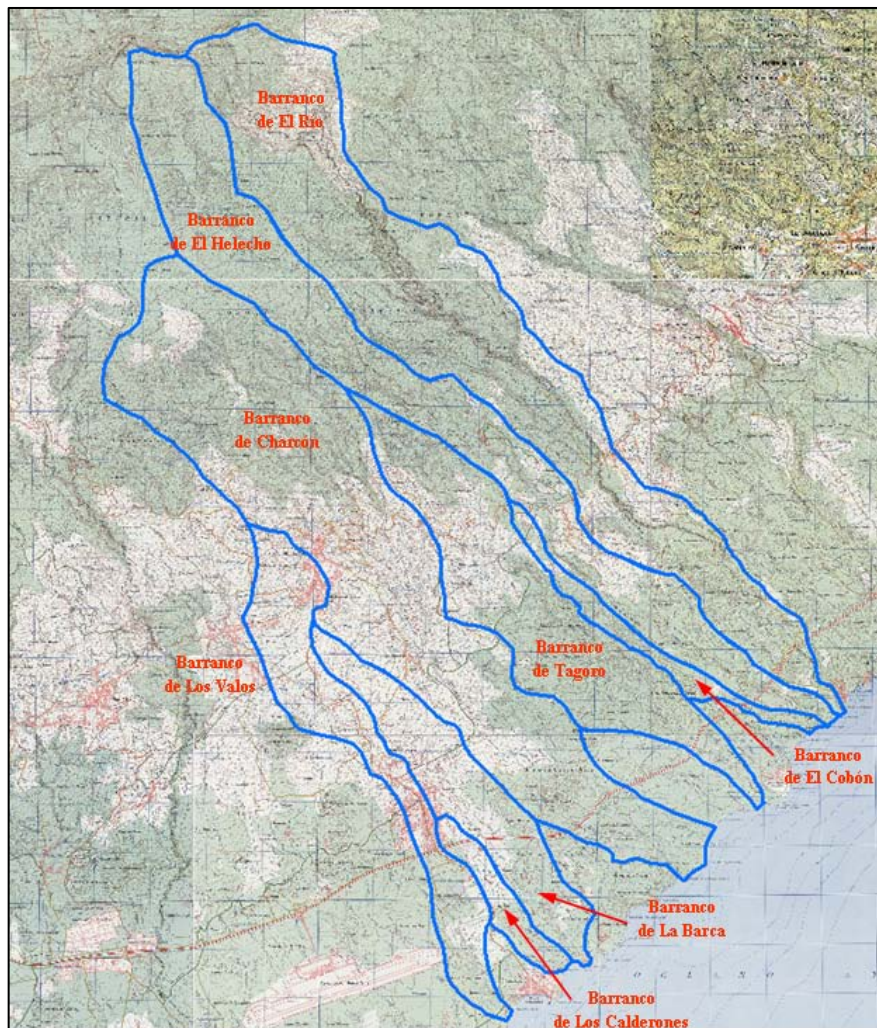


Figura 1. Cuencas de los barrancos que aportan sedimentos en la zona.

Para el cálculo del transporte real se ha tenido que valorar el aporte de materiales al sistema, que en esta costa son de tipo orgánico (bioclastos) y de tipo mineral (material volcánico), originados estos últimos por las descargas de los barrancos (información hidrológica por cuencas facilitada por el Consejo Insular de Aguas y aplicación de la tasa de erosión USLE). En función composición mineralógica hallada, se asume que la fracción de arena comprende solo un 10-30% del volumen total.



Los bioclastos son producidos por las comunidades de mäerl (algas calcáreas) y se asume para *Lithotamnion corallioides* una tasa de fijación media anual de carbonato cálcico de 2000 g/m² (con una desviación +/- 500 g). No existen valores medidos en Canarias, pero esta tasa es bastante plausible según se desprende de la amplia bibliografía consultada por el OAG.

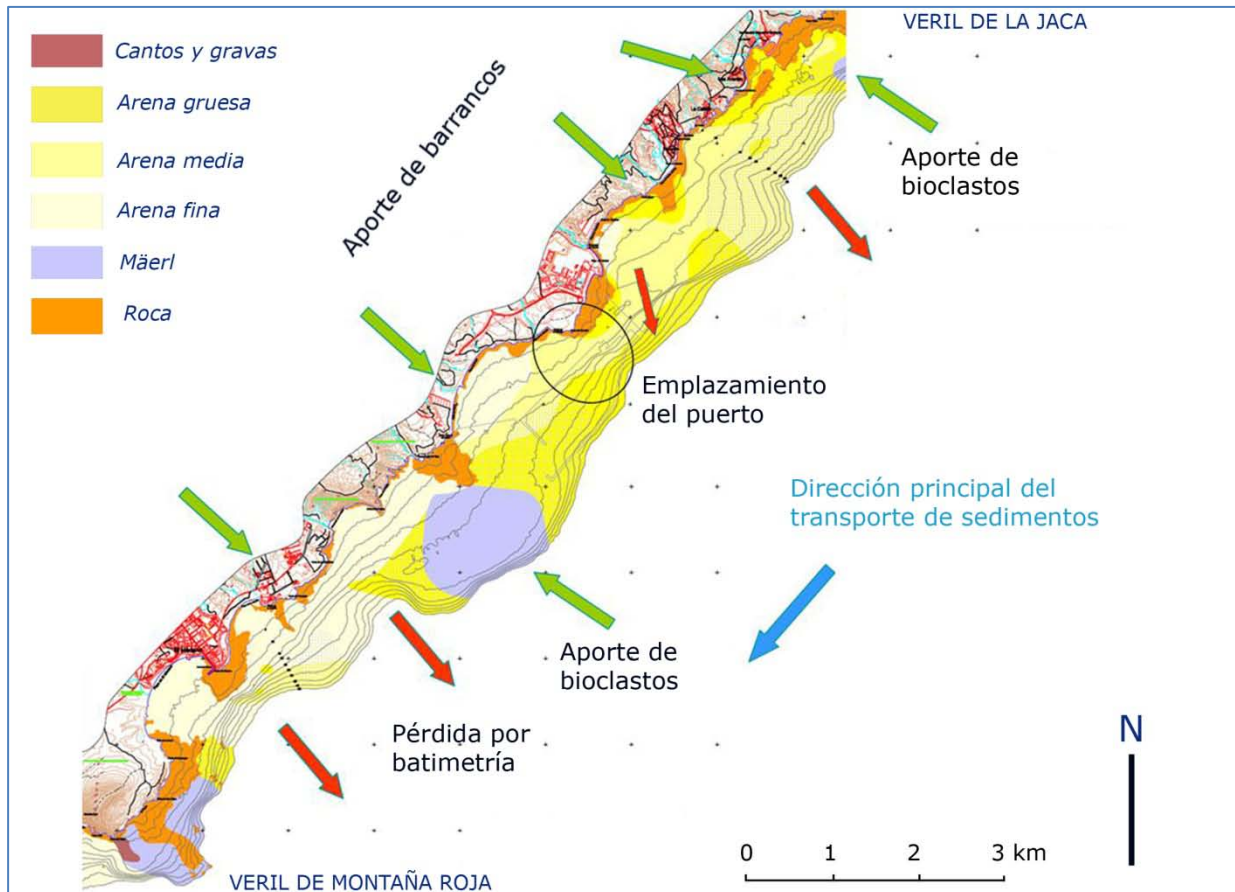


Figura 2. Modelo conceptual sedimentario (IH Cantabria 2012, reelaborado por el OAG)

En el estudio de IH Cantabria se deduce que la zona de mäerl situada próxima al veril de La Jaca –está solo parcialmente cartografiada–, debe ser mayor y se le atribuye una superficie de 2 km², equiparable a la zona próxima a Montaña Pelada.

1.3.2 Cuantificación de la dinámica sedimentaria local

La batimetría en el tramo de costa considerado (unos 23 km) repercute de manera decisiva en la dinámica sedimentaria, pues es bastante discontinua, alternando zonas de planchones con cañones y veriles próximos a la costa. Estos últimos actúan de sumideros para las arenas. El efecto de las olas no se hace sentir por debajo de los 30 m, de modo que superada esta profundidad, las arenas se precipitan al fondo y no participan en el transporte litoral. Tal es así que, en lo que a dinámica sedimentaria respecta, nos hallamos ante una célula prácticamente cerrada que arranca en el veril de La Jaca (Punta de Los Gomeros) al NE y termina en el veril occidental de Montaña Roja, al SW. En sus desplazamientos horizontales, los granos de arena difícilmente pueden superar estas “barreras” (ver Figura 2).



Las corrientes máximas (medias anuales) se alcanzan en ambos extremos del tramo de costa considerado (Montaña Roja y Punta de Abona) y son en torno a 40 cm/s, aunque lo habitual en las zonas intermedias son velocidades entre 15 y 25 cm/s. Las corrientes de marea suben hacia el NE en llenante, y bajan hacia el SW en vaciante, quedando una corriente residual hacia el SW (10-20 cm/s) por influencia de la Corriente de Canarias, que es responsable del transporte neto que se produce en sentido NE > SW.

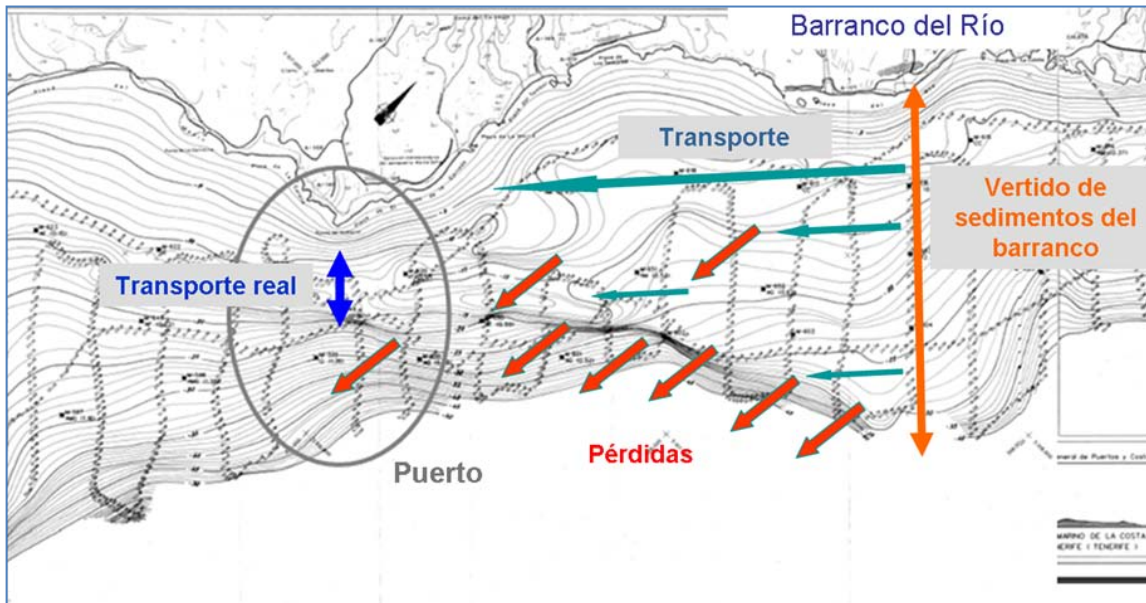


Figura 3. Pérdida de sedimentos aportados por los barrancos (flecha en rojo) y cuello de botella que se forma en la Punta del Camello (doble flecha azul), precisamente donde se construye el nuevo puerto.

Entre 0 y -10 m de profundidad se produce transporte prácticamente todos los días del año; entre -10 y -30 m sólo unos 100 días, y por debajo de esta cota, es nulo. En el ámbito que nos ocupa, la franja de aguas someras no es muy ancha debido a la presencia de fondos con grandes pendientes muy cercanos a tierra firme. Además, los cañones-sumideros se internan hacia la costa, estrechando aún más esta franja. Por ellos se precipita buena parte de la arena generada, que se irá depositando a mayores profundidades sin participar más en la dinámica litoral. La zona donde se está construyendo el puerto, por ejemplo, coincide con uno de estos “cuellos de botella” y, debido a su configuración (Figura 3), solo pasará material hasta -10 m, es decir, por una franja de 300 m de ancho; el resto cae a las profundidades.

El potencial de transporte sedimentario en la zona es alto –mayor en verano que en invierno– y muy superior a la cantidad de arena realmente disponible. Ésta ha sido calculada a partir de los aportes anuales de los barrancos y de la producción del mäerl (bioclastos) para el sector aguas arriba del puerto (hasta el veril de La Jaca), y para el sector aguas abajo, hasta el inicio de la zec (Figura 4).

- Aguas arriba (sector NE): Barrancos = 1.000-3.000 m³/a Mäerl = 1.000-2.000 m³/a
- Aguas abajo (sector SW): Barrancos = 2.500-7.800 m³/a Mäerl = 1.000-2.000 m³/a



Figura 4. Esquema general del flujo de sedimentos.

Ahora bien, una buena parte –estimada en el 60%– de los sedimentos originados aguas arriba de la ubicación del puerto se pierden en los sumideros del barranco del Río, escalón de El Tambor y al atravesar el cuello de botella de la Punta del Camello, quedando sólo 800-2.000 m³/año que seguirán su curso aguas abajo en dirección a la zec. Los aportes generados en el sector SW (3.500-9.800 m³/año) se considera que alcanzan la zec sin mayores pérdidas².

En consecuencia, tendremos un caudal de **4.300 - 11.800 m³** de sedimentos que entran en la zec desde el NE cada año, sin olvidar que se están barajando cifras promediadas y que el régimen hidrológico en el sur de la isla de Tenerife es muy irregular. Pueden pasar hasta dos décadas sin que corran los barrancos, para luego venir la avalancha y descargar todo el material acumulado, que en los primeros momentos será transportado a tasas mucho más altas que la media, hasta agotarse. En nuestra opinión, estamos ante un sistema que opera en parte de manera intermitente (aporte mineral) y, siendo la pluviometría una variable estocástica, resulta difícil de predecir. La última vez que se reactivó el sistema fue en 2005.

² En el caso de Montaña Roja, una fracción de arena parte desde la playa de El Médano y alcanza la playa de La Tejita por tierra. Este transporte eólico de arenas se encuentra prácticamente detenido en la actualidad, aunque pensamos que volverá a reactivarse tras los grandes aguaceros.



1.3.3 Consecuencias de la construcción del puerto

El oleaje aumentará del 5 al 25% a lo largo de 6 km al NE del puerto por efecto de la reflexión de las olas contra su estructura, mientras que al SW se reduce en un 8-40% por el efecto de abrigo, efecto que alcanzará hasta Montaña Pelada. El oleaje medio en la dársena será inferior a 10 cm.

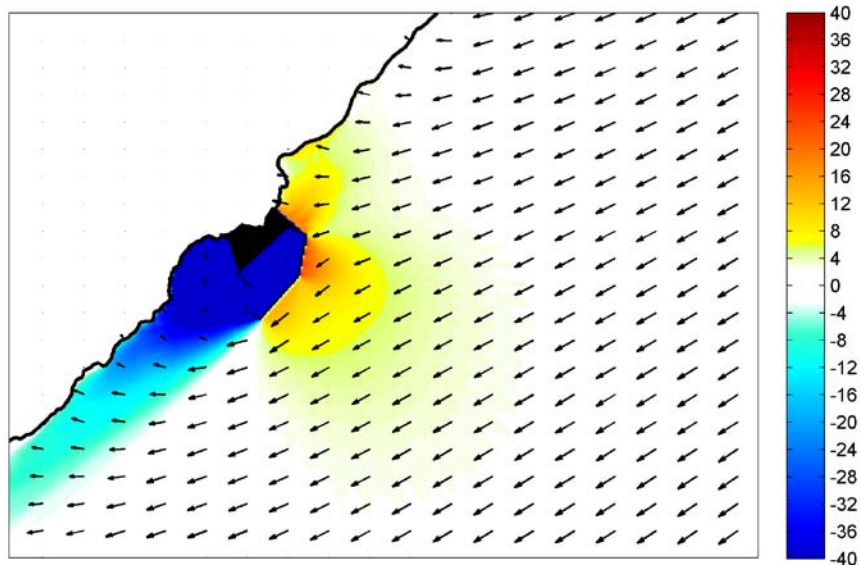


Figura 5. Diferencias en porcentaje en la ola significativa media (H_s) entre la situación con y sin puerto (en rojo, aumenta; en azul disminuye).

Algo parecido ocurrirá con las corrientes, que aumentarán (máximo aumento 1 cm/s) por fuera de las obras de abrigo, y decrecerán –hasta un máximo de 20 cm/s– hacia el SW hasta Montaña Roja, y con menos alcance hacia el NE, hasta el barranco de El Río (Figura 6).

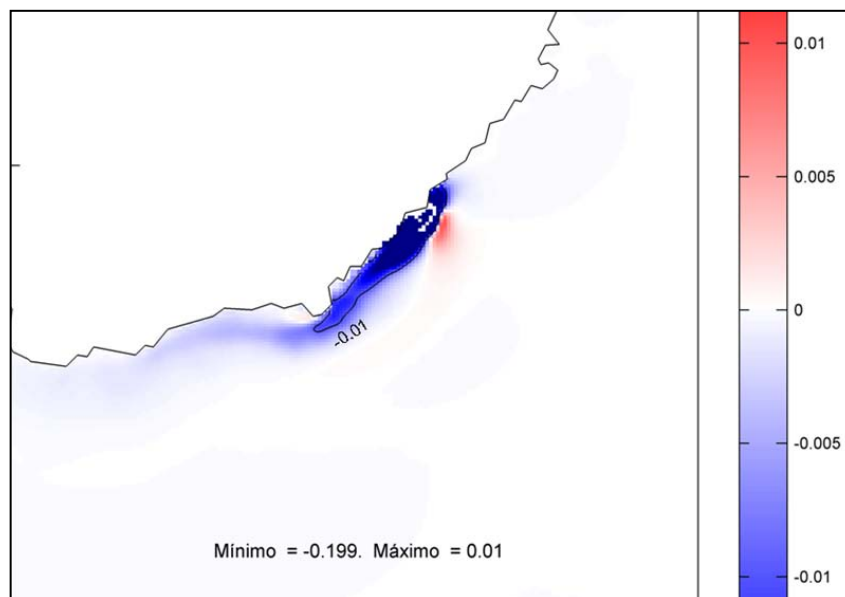


Figura 6. Diferencia “con puerto - sin puerto” entre la media anual de la corriente máxima diaria. La línea de contorno negra marca el límite 0,01 cm/s de fiabilidad del modelo utilizado.



En relación con el transporte sedimentario, la consecuencia más inmediata e importante de la construcción del puerto, es que el sistema actual Tajao – La Tejita quedará dividido en dos células independientes. Los sedimentos que se generan aguas arriba del puerto no rebasarán la barrera impuesta por el puerto y se acumularán en su cara norte a razón de 800-2000 m³/año (ver Figura 7). Más al norte de esta zona de acumulación, la tasa de transporte aumentará hasta máximos de 10⁻⁵ m³/s/m (= 300 m³/año/m), generando una zona de potencial erosión (en rojo)³.

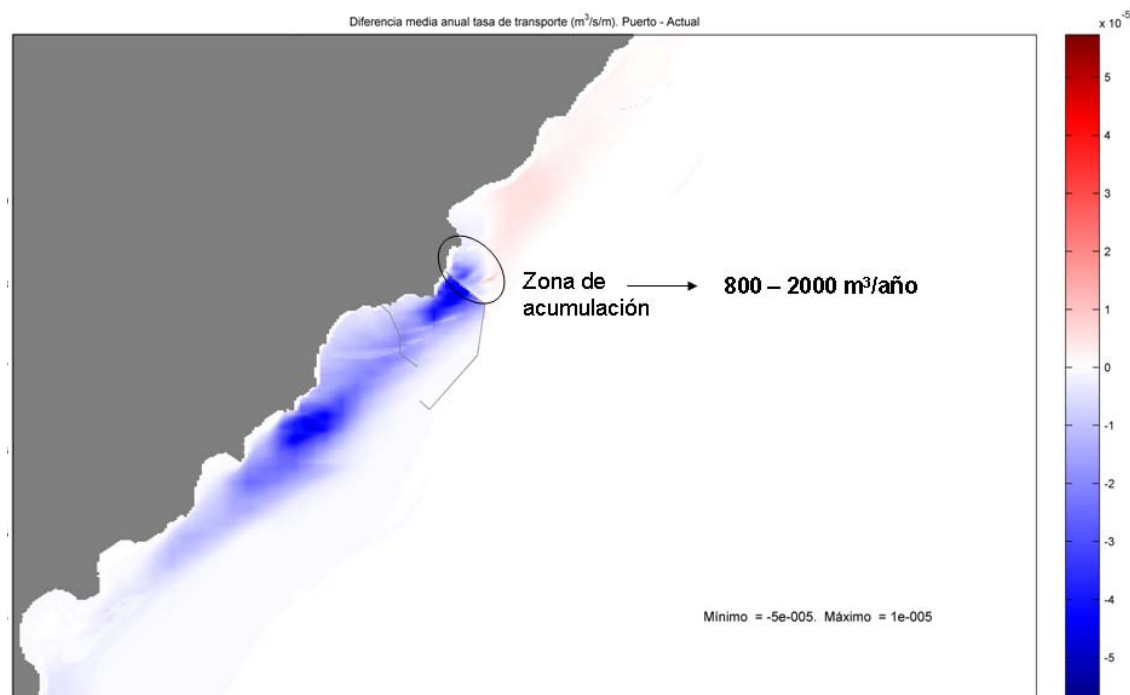


Figura 7. Variación en la media anual de la tasa de transporte media diaria (m³/s/m) tras la construcción del puerto de Granadilla.

La consecuencia de la disminución del oleaje y la corriente aguas abajo del puerto, es que se reducirá el transporte potencial de sedimentos desde máximos de 4- 5x10⁻⁵ m³/s/m (= 1.500 m³/año/m) a máximos de 1-2x10⁻⁵ m³/s/m (valores para arenas finas 0,2 mm). Esta disminución es significativa y genera una amplia área de sedimentación potencial. Sin embargo, la capacidad de transporte potencial sigue siendo aún muy superior a la real, por lo que no habrá merma en el transporte real. El factor determinante es la disponibilidad de arena, no la capacidad de transporte. Aguas abajo del puerto, donde único se acumulará arena debido a la dirección S-N que adopta la corriente (ver Figura 5), es a la sombra del contradique sur, en la playa del Medio; allí se formará una nueva playa.

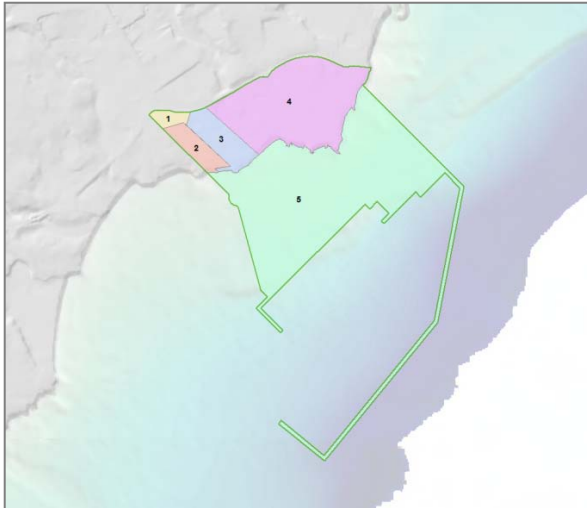
³ Se produce transporte de arena a partir de corrientes de 1 cm/s de velocidad, siempre que el efecto de las olas la levante de su lecho.



2 DESARROLLO DE LAS OBRAS Y MEDIDAS CONEXAS

2.1 Modificaciones del proyecto

El 1 de marzo de 2011, la Autoridad Portuaria de S/C de Tenerife remitió a Puertos del Estado la *Solicitud de modificado del proyecto obras de abrigo del puerto de Granadilla* por considerarse necesaria a la luz de la evolución de la flota de buques ro-ro, un mejor conocimiento del clima marítimo local y ajustes a la normativa más reciente. Dicha solicitud es informada por Puertos del Estado y por la Inspección General de Fomento, y tras una suspensión temporal parcial de las unidades afectadas y ajustes en la propuesta, es informada favorablemente el 1 de julio, y aprobada por el Consejo de Administración de la Autoridad Portuaria de S/C de Tenerife el 7 de octubre. El acta de comprobación de replanteo fue suscrita el 30 de noviembre 2011. Las modificaciones propuestas al proyecto son las que se exponen a continuación.



Proyecto de 2005



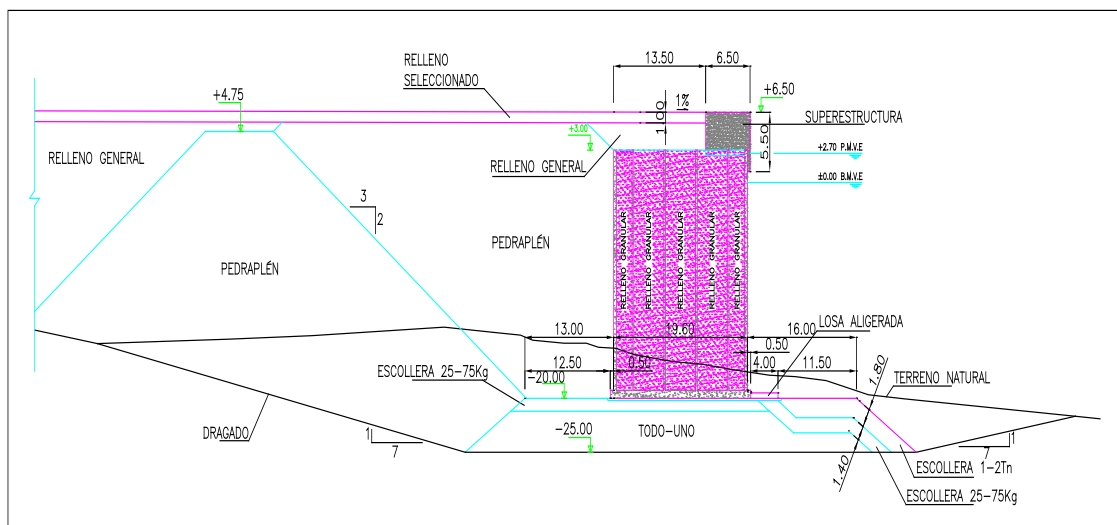
Proyecto modificado 2011

Las modificaciones propuestas al proyecto son las que se exponen a continuación.

- a) Se modifica la ubicación del muelle de mercancía general acercándolo a tierra para formar una alineación única con el muelle de la terminal de contenedores.

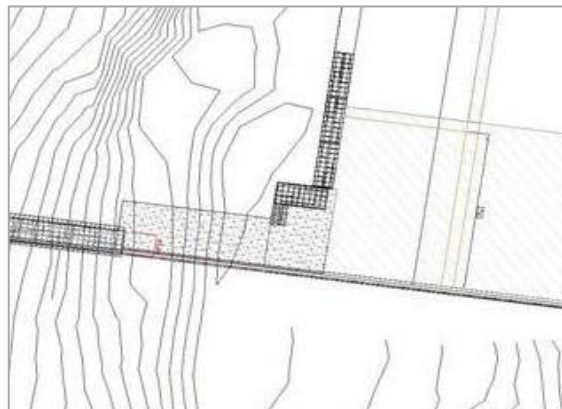


- b) Al modificar la planta del muelle de ribera auxiliar se han de cambiar las secciones tipo inicialmente propuestas; o sea, que cambian la sección de dragado y las dimensiones de los cajones que lo conforman. El muelle de ribera del puerto de Granadilla se proyectó con cajones de 19,70 metros de manga fondeados a -20 m, mientras que ahora, fruto del retranqueo, se emplearán cajones con 16,75 metros de manga fondeados a la cota -16. Así, pues, se reduce la manga y el fuste de los cajones que conformarán la nueva alineación del muelle, a la vez que el material que será necesario dragar será sensiblemente menor: 81.959 m³ en vez de 216.261 m³. Ello supone una reducción del 63% en los dragados, así como el empleo de menor cantidad de material de relleno, lo que se considera ambientalmente positivo, aunque poco relevante para la dinámica ecológica general.



Sección tipo muelle de ribera auxiliar (original)

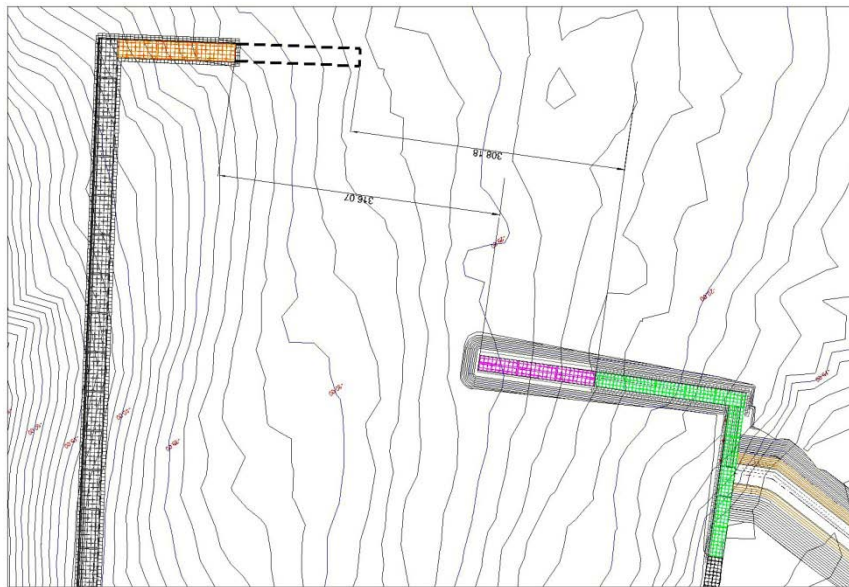
- c) El cambio de la ubicación del muelle de ribera auxiliar, hace necesario trasladar al extremo norte de la alineación el tacón para la rampa ro-ro, de modo que se pueda atender a buques mixtos desde la futura terminal de contenedores. Esta modificación no tiene trascendencia ambiental.



Rampa ro-ro en la nueva alineación aprobada

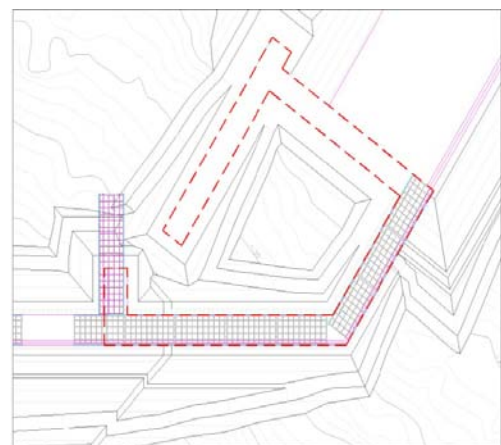


- d) El retranqueo del muelle de ribera auxiliar cambia la configuración en planta del puerto. A los efectos de mejorar su abrigo frente al oleaje proveniente del suroeste, se reubican los cajones que conformaban el martillo del proyecto. Con las modificaciones introducidas se acorta el martillo adjudicado en unos 130 metros y se prolonga el contradique en la misma longitud, manteniendo el ancho mínimo de la bocana del puerto. Este cambio no afecta a la dinámica externa de las aguas e implica el emplear material adicional para la banqueta del contradique (a cotas menores) a cambio de reducirlo en mayor cuantía en el martillo (a cotas mayores), lo cual es ambientalmente positivo.



Modificación del martillo y del contradique

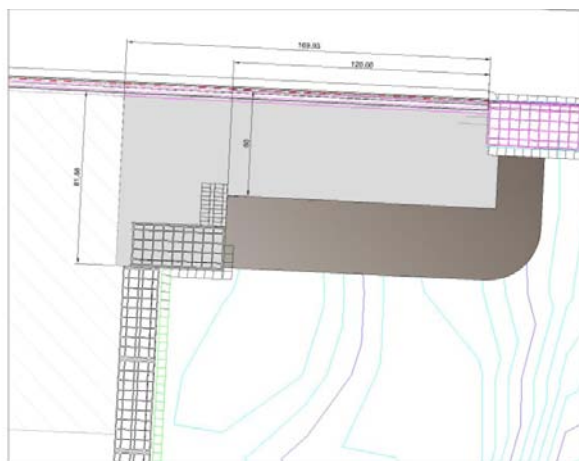
- e) Como consecuencia de las modificaciones expuestas, se hace necesario adaptar la zona donde se fabricarán los cajones. La primera decena de ellos, con los que se conforma el recinto, han de ser fabricados en Santa Cruz (donde el calado no supera los 20 m, limitando el fuste del cajón a 23 metros). Este condicionante, unido a las necesidades de contar con 160 metros de línea de atraque para las instalaciones vinculadas a la operativa del cajonero (aproximadamente), obliga a fabricar en Santa Cruz tres cajones antireflejantes (1º alineación), seis cajones antireflejantes de la segunda alineación y dos cajones del futuro martillo (reflejante) que se fondearán de manera temporal como martillo provisional. Este cambio en la conformación de la zona de cajonera no tiene mayor trascendencia ambiental.



Recinto proyectado (rojo), nuevo diseño (gris)



- f) Para reducir la agitación de las aguas en el interior de la dársena se proyectó disponer material antirreflejante en la parte interna del dique norte. Ahora, con la nueva planta del puerto, lo apropiado es disponer de un talud de escollera en el tramo existente entre el muelle de ribera retranqueado y la primera alineación del dique vertical antirreflejante.

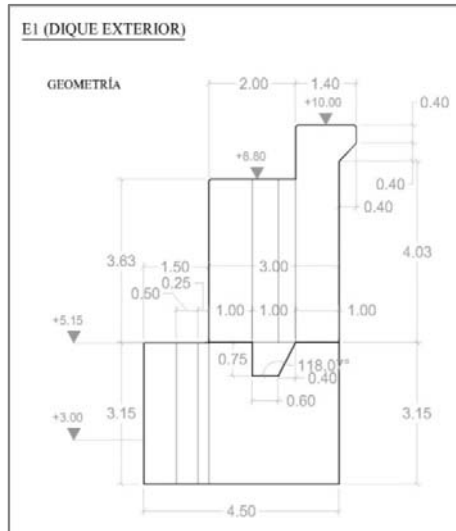


Talud antirreflejante interior 1ª alineación

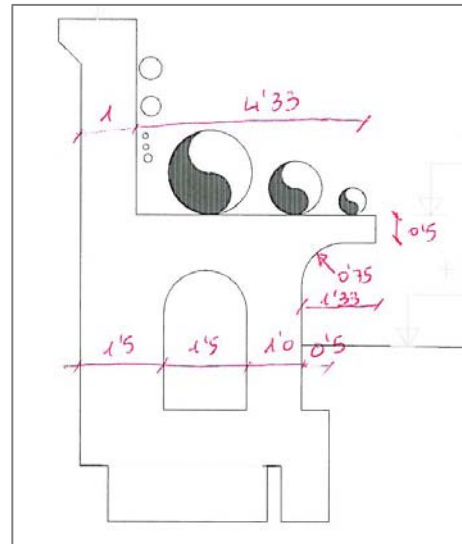
- g) Con la nueva disposición de los cajones en el muelle de ribera, aumentará el ancho de la explanada a ejecutar en el primer tramo de alineación del muelle de ribera. El trasdós del muelle pasa de los 100 metros previstos inicialmente a 150 metros, máximo admisible para no afectar con el derrame al avance del muelle. Este cambio comporta poco aumento en el material empleado (de 383.000 m³ a 392.000 m³) ya que el incremento de relleno se compensó con el sobrante al pasar a profundidades menores.
- h) Los estudios de clima marítimo local recientes reflejan unas alturas de ola y periodos sensiblemente menores que los empleados en 2005 para el cálculo de las distintas secciones de los diques de abrigo. Consecuentemente, se ha adaptado la sección tipo del dique en talud Norte, y los bloques del manto proyectados pasan de 24 toneladas a bloques de 10 toneladas en el tronco, y de 15 toneladas en el morro. Estos ajustes implican menor uso de materiales, lo que resulta ambientalmente positivo.
- i) Las cotas del cantil del muelle y de la explanada asociada se ajustan a los resultados del estudio de agitación en el interior de la dársena con la nueva configuración, y a los datos de caracterización del clima marítimo actualizados. Así, la cota de coronación del cantil en el muelle de ribera pasa de la +6,50 m inicialmente proyectada, a la +5,5 m actual.
- j) La empresa pública Gascan cuenta con una concesión administrativa para instalar una planta de regasificación en el polígono industrial de Granadilla. Para poder recibir el gas por vía marítima es preciso materializar una terminal para buques de GNL. Las tuberías necesarias para la descarga de GNL han de estar al aire según la nueva normativa, por lo que deben discurrir sobre el espaldón (para no interrumpir la opera-



tiva portuaria), y por su trasdós (abrigadas de la acción del mar). Para facilitar su tendido, se ha ensanchado el espaldón, a la vez que se ha dispuesto una galería de servicio para tender tuberías de 12" y 18" solicitadas por la empresa DISA, y las propias conducciones de servicio del puerto. Cambios sin trascendencia ambiental.



Espaldón del proyecto inicial

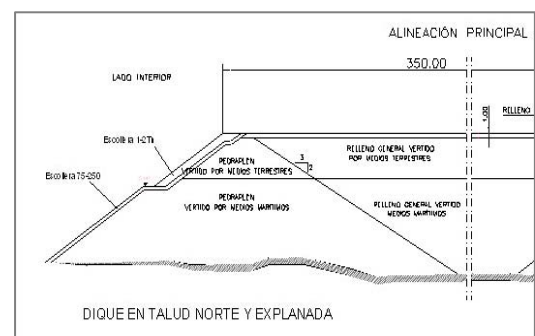


Espaldón modificado

- k) Para gestionar los materiales de cantera, se crea un recinto cerrado con una mota de pedraplén junto a la explanada anexa al dique en talud. El pedraplén sur del cierre de la explanada contará con una escollera de protección frente a los temporales del E al SSW (durante la ejecución de las obras) y al tiempo S- SW (una vez finalizadas las obras de abrigo). Estas obras no tienen repercusiones ambientales adicionales siempre que los vertidos de materiales se efectúen con las cautelas previstas.



Recinto de cierre de la explanada 1



Sección del dique talud interior 1

- l) El Proyecto de obras de abrigo del puerto de Granadilla contempla como principal fuente de suministro de materiales, los procedentes de las explanaciones del Polígono Industrial de Granadilla. La Autoridad Portuaria suscribió un convenio con la sociedad titular del Polígono para aprovechar los materiales según son excavados por el contratista de las obras. Sin embargo, atendiendo a los volúmenes a extraer, persiste un déficit



de material (ya previsto en el pliego de prescripciones técnicas que rigió el concurso). Este déficit habrá de ser cubierto con material basáltico apto para banquetas (todo uno, pedraplén y escolleras) que cumpla con la calidad requerida en el propio pliego de prescripciones técnicas. Ello es correcto siempre que los materiales provengan de excedente de obra o **cantera** autorizada

El puerto ocupará finalmente una superficie de prácticamente 800.000 metros cuadrados y unos 1.000 metros de muelle de ribera, quedando protegido por un dique exterior de 2.386 metros de longitud, de los cuales 707 son perpendiculares a la costa, 664 estarán en una segunda alineación y 883 metros en la tercera, al final de la que se dispondrá, en dirección perpendicular, un martillo de 132 metros de longitud. Con las modificaciones introducidas, el morro del dique exterior no cambia su distancia (1.750 metros) a la zec Sebadales del Sur de Tenerife.



Figura 8. Nueva planta del puerto de Granadilla (2011).

CONCLUSIÓN: Las modificaciones planteadas al proyecto no suponen un cambio sustantivo del mismo como para justificar una nueva evaluación ambiental. Así fue estimado por las autoridades ambientales y el OAG coincide con esta apreciación. Por otra parte, los cambios habidos implican, cuanto más, reducciones cuantitativas en los aportes de materiales y ocupación submarina, lo que desde el punto de vista ambiental resulta positivo, si bien no tiene mayor trascendencia sobre la ecología de la zona, una vez concluidas las obras.



2.2 Situación de las obras

Las obras del puerto de Granadilla siguen su curso normal, tras su reanudación el 12 de julio de 2010. En la página web del OAG hay una sección donde se refleja el estado de los avances a través de una imagen de satélite en la que se marca sobrepuesta la planta del puerto. La información se actualiza mensualmente y el visor empleado (carrusel) permite examinar todas las imágenes previas, en un recorrido histórico.



Esta imagen georreferenciada (permite hacer mediciones) se complementa con una colección de fotos selectas de momentos concretos de las obras, accesibles a través de un segundo visor (Figura 10).

Obras de abrigo	13.1%	330 / 2512 m
Contra dique	24.0%	240 / 1000 m
Muelle de atraque	No han comenzado las obras	0 / 650 m
Explanada posterior	No han comenzado las obras	0 / 0 m

Porcentaje de obra realizada respecto de la proyectada: 9 de enero de 2012.

Se incluye asimismo un odómetro que señala el avance de las obras expresado en porcentaje sobre el total proyectado, así como los principales hitos acaecidos en relación con los trabajos que afectan al medio marino, acompañado de un cuadro resumen de la programación general de las obras.



- El 3 de octubre se inician en el mar las obras del futuro dique de abrigo.
- El 10 de octubre se produce otra manifestación contra el puerto de Granadilla, estimada por Protección Civil en unos 5000 participantes.
- El 9 de noviembre comienzan los vertidos correspondientes al contradique.
- A finales de año, la planta machacadora asociada a las obras ya está montada en el recinto y comenzará a operar en breve.

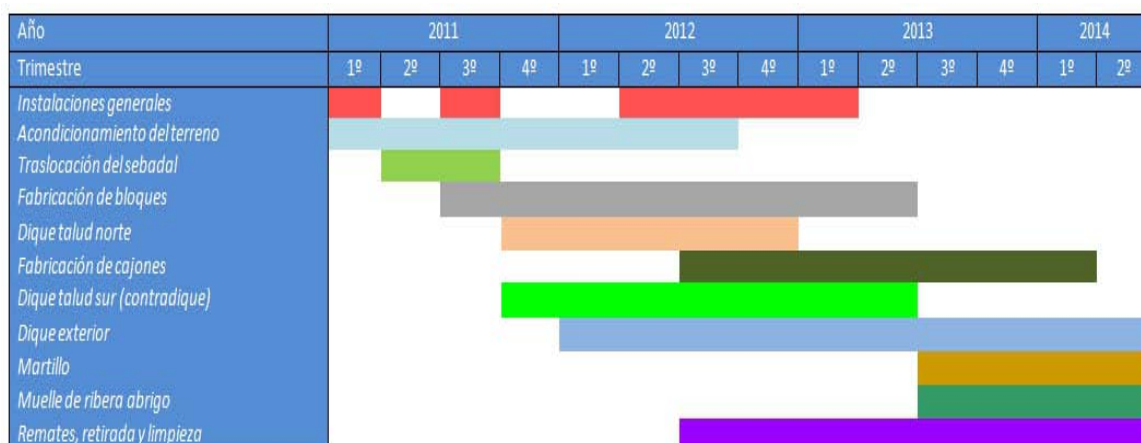


Figura 9. Programación general de las obras del puerto de Granadilla.



Figura 10. Aspecto general de las obras en febrero 2012. Foto cedida por A. Márquez.



2.3 Medidas compensatorias

En relación con las medidas compensatorias exigidas al proyecto de Granadilla, no ha habido mayor variación en relación a lo expuesto en el informe de 2010.

- A - Establecimiento de una fundación independiente y permanente. El OAG sigue activo y cumpliendo con los fines para los que fue establecido. El cambio en los Estatutos promovido para consolidar su independencia se encuentra pendiente de resolución en los Tribunales, al haber planteado el OAG un recurso contencioso administrativo al Protectorado de Fundaciones del Ministerio de Fomento, que se opuso a dichos cambios.

- B1 - Declaración de un lic para la piña mar (*Atractylis preauxiana*). Dicho lic ya fue declarado en 2008, confirmado como zec en diciembre de 2009, y la medida evaluada por el OAG en 2010; empero, esta Fundación hace un seguimiento regular de su situación, alertando a la Viceconsejería de Medio Ambiente del Gobierno de Canarias –que es responsable de su gestión– de cualquier irregularidad que observe. Durante 2011 no se produjo incidencia alguna; sólo recientemente (el 25-1-2012), se ha alertado de la rotura dolosa del vallado. El Gobierno de Canarias sigue desarrollando el *Plan recuperación de la piñamar*, aunque todavía no se ha emitido el informe correspondiente a 2011. Cabe señalar, que en todo el segundo semestre de dicho año no ha llovido en la zona, y que la vegetación se mantiene seca.

- B2 - Declaración de dos nuevos lics para el hábitat 1110. Los lic Sebadales de Antequera, en Tenerife, y Sebadales de Güíguí, en Gran Canaria fueron declarados en 2006, y en 2009 son consolidados como zec, tanto por el Gobierno de Canarias como por el Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, respectivamente. Éste último, publicó en el BOE de 14 de septiembre de 2011 la *Orden ARM/2416/2011, de 30 de agosto, por el que se declaran zonas especiales de conservación los lugares de importancia comunitaria marinos de la región bigeográfica macaronésica de la Red Natura 2000 y se aprueban sus correspondientes medidas de conservación.* En esta disposición se derogan las disposiciones previas, se aclaran los títulos competenciales y se incluyen los respectivos planes de gestión. No hay más novedades.

- B3 - Seguimiento de la tortuga boba.
El OAG sigue desarrollando el *Plan de seguimiento de la tortuga boba*, del que se informa a través de la web en un apartado propio. Durante 2011 se ha recopilado la información pertinente (daños, etc.) y realizado dos de las tres campañas previstas, habiendo quedado la de Gran Canaria pendiente de que las condiciones de la mar permitan acometerla, momento tras el que se evacuará el correspondiente informe anual. Por este motivo, la evaluación conjunta del estado de conservación se ha tenido que posponer para 2012.

- B4 - Restauración del lic ES7020049 Montaña Roja. Dicha medida ya fue verificada y evaluada por el OAG en 2009. El medio restaurado se mantiene en buen estado y evoluciona ecológicamente a ritmo lento, acorde con la escasa pluviometría registrada en 2011. No se han detectado incidencias dignas de mención.



2.4 Medidas correctoras

2.4.1 Anteproyecto de baipás

En 2004, a raíz de las conversaciones habidas con La Comisión, las Autoridades Españolas propusieron realizar un trasvase permanente de arena de norte a sur para mitigar así la interrupción provocada por el nuevo puerto en la dinámica litoral. Esta propuesta planteaba recoger la arena depositada en la parte septentrional de las obras de abrigo mediante un sistema de bombeo y canalización, y trasladarla más allá del extremo meridional del mismo, de modo que pueda seguir su trayectoria normal. Las instalaciones eólicas construidas en la zona del proyecto producirían la electricidad necesaria para alimentar el sistema. El Dictamen de la Comisión Europea (C (2006) 5190 aptdo. V) consideró que el trasvase de arena norte-sur constituye una parte esencial del proyecto portuario. En este sentido, dicha actuación pasa a ser una más de las medidas correctoras del Proyecto.

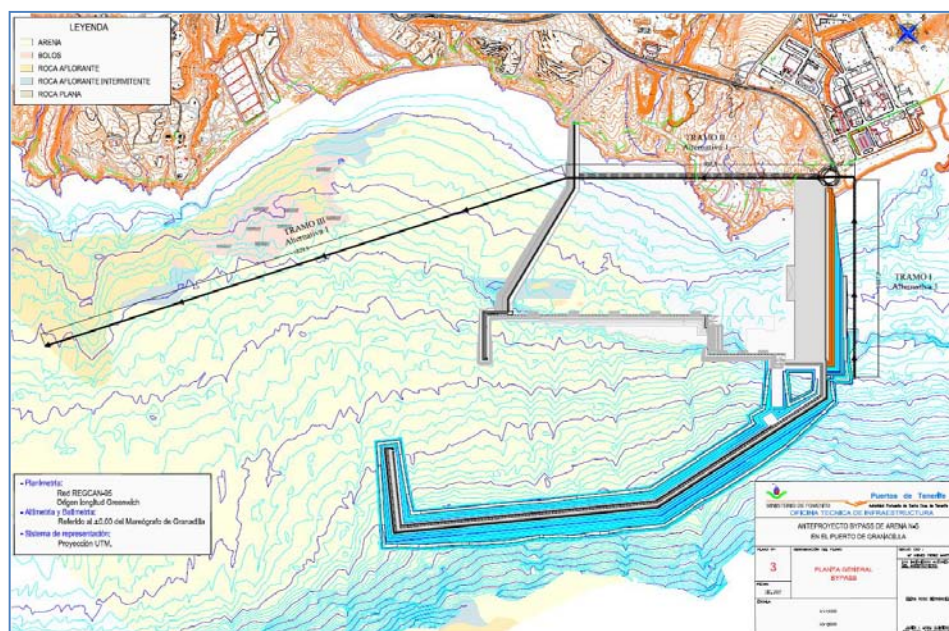


Figura 11. Anteproyecto de baipás (línea en negro) según la Autoridad Portuaria (2007).

La Autoridad Portuaria de S/C de Tenerife elaboró un anteproyecto de baipás (ver Figura 11) que sacó a licitación de concurso y obra el 29-5-2008. El baipás se planteó con seis alternativas respecto de la obra de toma e impulsión, conducción terrestre y la conducción marina, basándose en los estudios de dinámica litoral (Delfts Hydraulics 1999), clima marítimo (Hidtna 2004), el proyecto de instrumentación geotécnica (Iberinsa 2006), y en una propuesta previa elaborada por la consultora Viatrio-Ingenieros, por encargo de la Autoridad Portuaria de S/C de Tenerife.

A la licitación se presentaron cinco empresas, con diferentes propuestas técnicas y mejoras, cuyo presupuesto va de 5.827.735 € la solución más cara, a 3.842.206 € la más barata. El objetivo, según reza el documento: “reincorporar a la dinámica litoral la posible aunque improbable arena que pudiera acumularse al norte del dique en talud norte”. El caudal de bombeo proyectado es de 50.000 m³ de arena al año.



2.4.2 Inadecuación del proyecto del baipás

Dicha licitación fue suspendida temporalmente y así ha permanecido a pesar de la insistencia de varios grupos en que se estaba incumpliendo con una medida correctora del proyecto. Dicha exigencia nos parece demagógica, toda vez que la construcción del baipás no ha de preceder a las obras, sino acometerse en su momento. Además, el OAG expresó en varios informes la necesidad de profundizar más en dicha solución ante la posibilidad de que resultara inoperativa, tal como se ha explicado en el apartado 1.3. *Nuevo estudio de la dinámica litoral.*

La idea de un trasvase de arena norte-sur acordada con la Comisión Europea para resolver el problema de la interrupción del flujo de sedimentos por la construcción del puerto, tiene su lógica, pero la propuesta concreta de construir un baipás por bombeo nace de un planteamiento que ahora se desvela como equivocado. La costa de Granadilla fue asimilada a costas como la mediterránea española, donde el transporte de arenas a lo largo del litoral se debe principalmente a la corriente longitudinal generada por la rotura del oleaje. Los puertos interrumpen esta corriente y la arena se acumula contra ellos aguas arriba (Figura 12). El bombear arena y soltarla aguas abajo tiene sentido en un contexto así. El baipás de Tweed River, en Queensland, es un buen ejemplo (en 2011 trasvasó 518.169 m³ de arena).

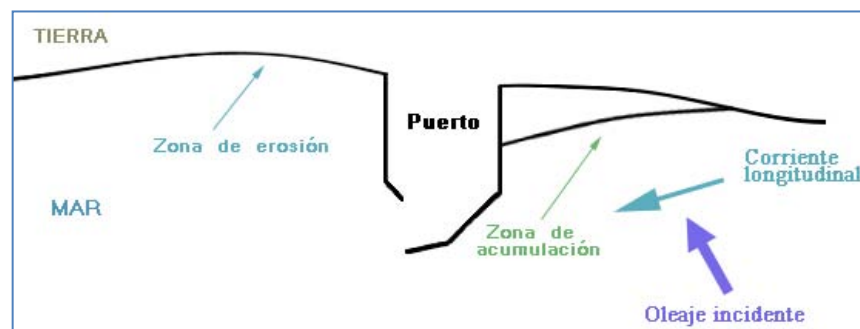


Figura 12. Esquema de una barrera al flujo sedimentario producido por corrientes de rotura de oleaje a lo largo de la costa (IH Cantabria).

Ahora sabemos –con suficiente rigor– que la situación en Granadilla obedece a otro esquema de dinámica costera, no equiparable al de las costas mediterráneas o atlánticas. En la costa de Granadilla domina la corriente de plataforma (playa sumergida) en vez de oleaje, y el tamaño de grano y las batimetrías son radicalmente diferentes. Los nuevos programas de modelización utilizados por IH Cantabria⁴ predicen que tras la construcción del puerto el transporte de fondo se verá incrementado aguas arriba y disminuirá aguas abajo, justo al contrario de lo que se espera que ocurra cuando el transporte es de oleaje. El volumen máximo de sedimentos retenidos es del orden de 2.000 m³ en vez de 50.000 m³ para los que se diseñó el baipás, y los sedimentos no se van a acumular al pie del dique norte del puerto, sino que se repartirán en una zona mucho más amplia (23 ha), haciendo prácticamente inviable su succión desde tierra.

El OAG considera que hay que buscar otras soluciones al problema planteado ya que el proyecto de baipás, según fue concebido, se revela como inútil, y debe ser descartado.

⁴ Además de trabajar con más y mejores datos, y potencia de cálculo, los resultados obtenidos sobre el comportamiento de los sedimentos en la zona concuerdan bastante bien con la evidencia empírica (cartografía bionómica).



2.4.3 Recapitulación sobre objetivos y fines

Antes de abordar las soluciones alternativas al proyecto de baipás, es preciso recapitular sobre el sentido y objetivo del mismo.

La Comisión Europea intervino en el proyecto del nuevo puerto de Granadilla ante la posibilidad de que dos “lugares de importancia comunitaria” (lic) de la red Natura 2000⁵, de la que es custodia, fuesen afectados por las obras. En el Estudio de impacto ambiental hecho en su día, quedó reflejada, entre otros aspectos, la interrupción del flujo de arenas, y aunque no se le atribuyó mayor impacto ecológico, el proyecto original del puerto incorporaba el dragado de las arenas eventualmente acumuladas al pie de su dique norte, para luego ser vertidas al sur del puerto. Este método de trasvase N-S no satisfizo a La Comisión, y por ello acordó con las Autoridades Españolas en que fuese permanente. La solución del baipás⁶, aunque no se menciona expresamente en el texto del Dictamen, fue considerada de dimensiones adecuadas.

Nos consta ahora, y con razonable fiabilidad, que las dimensiones del trasvase no eran adecuadas, como tampoco parece ser la solución técnica desarrollada. De mediar empecinamiento en la construcción del baipás, además de un importante despilfarro económico, no se resolverá el problema, sea cual fuere su dimensión. Por ello, el OAG entiende que la finalidad y objetivo de lo que se pretende ha de prevalecer sobre la forma de la solución adoptada (construir un baipás). Lo sensato es plantear una nueva solución que respete la idea básica de reponer de modo permanente el caudal de arena que interrumpirá el puerto. Lo que se pretende (finalidad) es mantener la integridad ecológica de la zec Sebadales del Sur de Tenerife y de la zec Montaña Roja, que recibe arenas a través de la primera.

2.4.4 Dimensión y discusión del problema

Hemos asumido que el objetivo básico en juego consiste en reponer de modo permanente el caudal de arenas que interrumpirá el puerto, y que la finalidad de esta medida no es otra que mantener la integridad ecológica de las zec –en lo que a dinámica sedimentaria se refiere– situadas aguas abajo de la ubicación del puerto. Huelga recordar que la zec Sebadales del Sur de Tenerife se estableció para proteger el hábitat de interés comunitario nº 1110 “bancos de arena cubiertos permanentemente por agua marina poco profunda”, además de por la especie 1124 *Caretta caretta* (= tortuga boba); la zec Montaña Roja protege el hábitat “dunas costeras fijas con vegetación herbácea (dunas grises) en el lugar”.

Para dar con una solución coherente con el problema, es preciso calibrar la dimensión de éste a la luz de la nueva información disponible. Cabe, pues, analizar lo que ocurre con las arenas dentro de la zec, al menos en el tramo potencialmente afectado por las obras; es decir, desde su límite NE hasta el veril de Montaña Roja (aproximadamente un tercio de toda la zec).

En la Figura 13 se muestra un modelo simple del flujo de arenas en la zec marina que nos ocupa. Hay que advertir, que el esquema se centra en las aguas someras y cuando se habla de

⁵ Los lic Montaña Roja y Sebadales del Sur de Tenerife son ahora “zonas de especial conservación” (zec) de la red Natura 2000, con pleno derecho.

⁶ Sugerida por Nicholas Hanley, funcionario de la Unidad Natura y Biodiversidad (Comisión Europea), haciendo referencia a un baipás proyectado en el puerto de Durban.



pérdidas por batimetría (representadas como salidas), se refiere a las arenas que caen a profundidades mayores a los -30 m y dejan de participar en la dinámica litoral, si bien es verdad que técnicamente pueden no haber abandonado la zec que comprende también algunos sectores de veril y aguas profundas (el 46% de su extensión), en cuyos fondos se acumulan depósitos de arena.

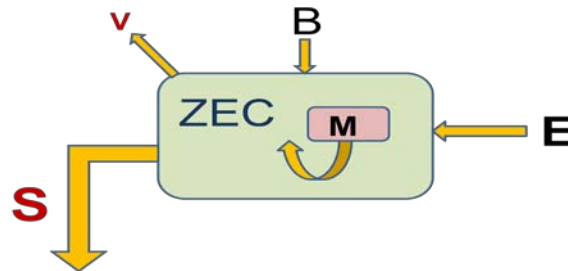


Figura 13. Modelo conceptual del flujo de arenas en la zec Sebadales del Sur de Tenerife

ZEC = Banco de arena existente en la zec en aguas someras (< -30 m)

B = Entrada de sedimentos (minerales) procedentes de los barrancos

E = Entrada de arenas (minerales y bioclastos) desde el noreste

M = Incorporación de arena producida localmente por el mäerl (solo bioclastos)

V = Salida de arena transportada eólicamente hacia Montaña Roja y la playa de La Tejita

S = Pérdidas por batimetría

Sin puerto: $E + B + M = S + V$

La repetidas batimetrías realizadas en la zona no reflejan cambios significativos en los fondos arenosos someros de la zec (rectángulo verde), por lo que se podría postular que el sistema se encuentra en equilibrio dinámico estable, con las entradas balanceadas con las salidas (a estos efectos la arena generada por el mäerl presente en la propia zec cuenta como entrada).

De esta ecuación conocemos $E = 4.300 - 11.800 \text{ m}^3/\text{a}$, $B = 652 - 1.956 \text{ m}^3/\text{a}$, y $M = 400-500 \text{ m}^3/\text{a}$, pero desconocemos el valor medio de V en períodos largos⁷. Por lo pronto, la exportación de arenas del sistema natural es del orden de $5.352 - 14.256 \text{ m}^3/\text{a}$.

Con puerto: $E' + B + M = S' + V$ donde $E' = 0,82 E - D$

Tras la construcción del puerto habrá una merma en E del 18% (800-2.000 m³) que quedan retenidos al norte del puerto, más una cantidad no cuantificada de arena que se depositará (D) al abrigo del dique sur, con carácter temporal, hasta que la nueva playa adquiera su equilibrio. Caben dos hipótesis:

- Sobra arena en el sistema y el porcentaje de reducción en las entrada se compensa con una reducción equivalente en la salida ($E - E' = S - S'$) sin afectar al banco de arenas de la zec, que permanecería invariable (bastante probable): $ZEC' = ZEC$.
- Que exista una tasa de exportación fija, en cuyo caso las salida de arena se mantendría constante a base de alimentarse del banco de arena, menguando éste: $ZEC' = ZEC - (E - E')$.

⁷ En 2008 prácticamente nulo, frenado por la vegetación y los obstáculos, según de la Nuez Pestana, J (2008) *Informe conjunto de las campañas de los años 2005, 2006, 2007 y 2008 sobre el seguimiento del campo de dunas asociado a las playas del Médano y La Tejita*. Autoridad Portuaria S/C de Tenerife, 70 pp.



No sabemos cuál de las dos hipótesis es la válida, si los dos mecanismos coexisten por zonas, o si se alternan en función del período hidrológico. Ya comentamos que los barrancos de la zona no corren todos los años, y cuando lo hacen acarrear el material acumulado (a veces de décadas). Sin embargo, la capacidad de transporte sedimentario en esta costa es tan alta, que los acarrees de las avalanchas son “procesados” prácticamente en un solo año. En esas circunstancias, tampoco sabemos si el banco de arena ZEC aumenta, o si todo el exceso de material aportado va directamente a los sumideros. El sistema sedimentario funciona obviamente a pulsos.

Cabe esperar, al menos, que el transporte Médano – La Tejita (V) se reactive en esas situaciones, sobre todo con la descarga del barranco de Los Balos, ya que el caudal de arenas que llega a la bahía de El Médano desde el noreste se ve muy tamponado por la presencia de dos cuellos de botella, en Punta Brava primero, y luego en la punta del Médano, asociado a sendos cañones – sumideros (Figura 14).

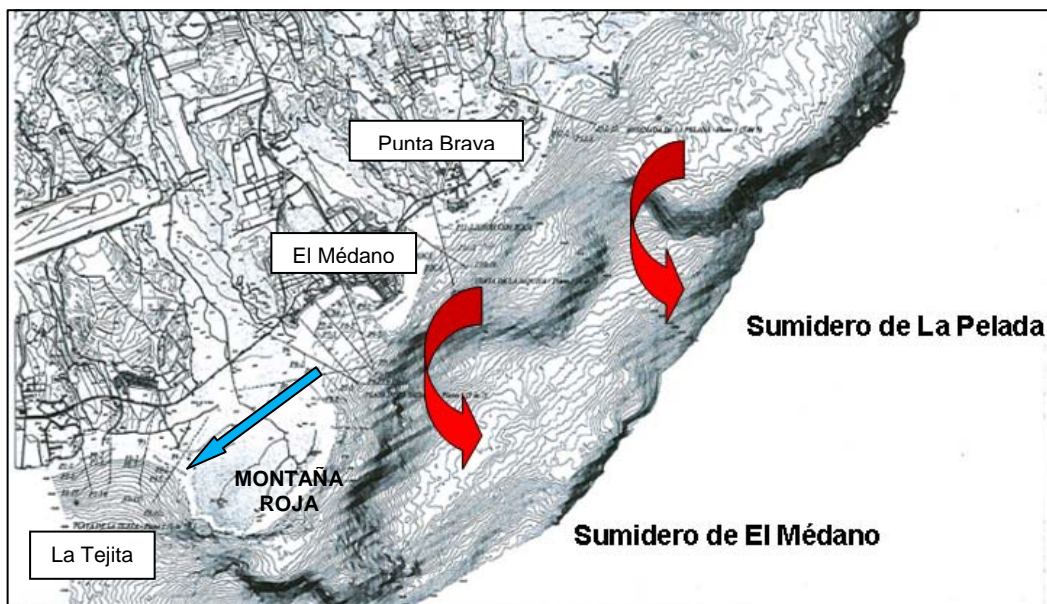


Figura 14. Sumideros (flechas rojas) importantes presentes en el tramo noroccidental de la zec Sebadales del Sur de Tenerife y transporte eólico de arenas (flecha azul).

Por tanto, la situación prevista con puerto, con una reducción anual media de 800-2000 m³ en el caudal de arenas, puede resultar del todo irrelevante o suponer un problema, en todo caso menor. La arena eventualmente erosionada de los fondos se repondría con ocasión de las grandes avenidas (solo la fracción mineral), “reseteando” el sistema, si se nos permite el símil informático.

En resumen, persisten todavía algunas incertidumbres y despejarlas implicaría estudios que requieren mucho tiempo y recursos. No se conoce bien el papel real del máerl en el ecosistema, empezando por su distribución detallada y capacidad local de producir arena. Desconocemos en qué medida ha integrado el ecosistema el rejuvenecimiento periódico provocado por las perturbaciones de las avalanchas de los barrancos, ni el comportamiento sucesional y resiliencia de las comunidades cuya pervivencia depende de la arena.



Ante este panorama, el OAG aboga por aplicar el principio de cautela y mantener el objetivo establecido, ampliando el concepto de trasvase al de reposición de arenas; continuar con el seguimiento tal cual está previsto, y volver a revisar la situación pasado un periodo de cinco o diez años.

Al buscar el modo de reponer el flujo de arena detraído de las entradas a la zec, nos debe guiar el principio general de restaurar la naturalidad⁸ en lo posible. Hay varias cuestiones fundamentales donde cabe aplicarlo: de dónde se saca la arena, dónde y cómo se libera, y a qué dosis.

2.4.5 Obtención de arena

Se han de buscar fuentes de arena con una composición lo más parecida a la detraída del sistema. La opción de recoger la arena efectivamente retenida por el puerto al norte del dique de abrigo sería la óptima, pero esta arena se desparrama por una superficie en torno a 25 hectáreas, dificultando o imposibilitando su acopio. Hay otras opciones:

- a) En una adenda a su estudio sobre la dinámica litoral, el IH Cantabria propone extraer la arena directamente de donde se origina, es decir, del cauce de los barrancos que la aportan, y antes de que llegue al mar; de este modo se evitaría su acumulación, al norte del puerto. Conviene destacar que las granulometrías en esta célula reflejan una fracción mineral bastante mayor (96-97%) que la orgánica (3-4%); esta última aumenta a medida que nos adentramos hacia el SW (10% en El Médano y 28% en La Tejita). Se proponen dos posibles localizaciones en el barranco de El Río, una aguas arriba de la autopista que atraviesa su cauce, y otra en el cauce bajo, en la zona próxima a la playa. El cauce del barranco está parcialmente obstruido, y con esta medida se compensaría en parte dicho impedimento.



Figura 15. Posibles zonas de extracción de arenas en el cauce del barranco de El Río.

⁸ El concepto de naturalidad se emplea aquí como un descriptor de estado (v. Machado, A. 2004. An index of naturalness. *Journal for Nature Conservation*, 12, 95-110.)



- b) Extraer arena de los depósitos del lecho marino. La calidad de este material sería mejor que en el caso previo, pues estaría compuesto por minerales y bioclastos, y libre de eventual material terrígeno. Los sondeos realizados en el ámbito de las obras del puerto revelan depósitos de 10-15 m de espesor o más, y es presumible que estos volúmenes se repitan sobre todo al pie de los escalones y terrazas por debajo de los -30 m a lo largo de la faja costera. Habría que escoger aquellos arenales lo más puro posibles, es decir, con mínimo poblamiento biológico. También servirían de fuente de arena las acumulaciones que se producirán en la playa del Medio, frente al contradique sur, y a escasa profundidad.

El concepto inicial “trasvase N-S” obligaría a extraer los materiales aguas arriba del puerto, descartando los depósitos que existen aguas abajo y a profundidades manejables. Las composiciones mineralógicas a ambos lados no son cualitativamente tan diferentes como para justificar esta restricción. Se trata además de acumulaciones de la arena que circuló por el sistema, y que seguirán recibiendo material (devienen renovables en este sentido). Por ello, el OAG no aprecia necesidad de que el material tenga que provenir de la célula norte y prefiere hablar de “reposición de arenas” abriéndose a ambas posibilidades.

2.4.6 Zona de liberación de la arena

El material recogido ha de ser liberado entre el puerto y la zec, en una zona donde la tasa de transporte potencial futura sea suficiente para distribuirlo aguas abajo, que es lo que se pretende. Una zona adecuada se muestra en la Figura 16, ubicada más o menos frente de la desembocadura del barranco del Charcón, junto al límite noreste de la zec.

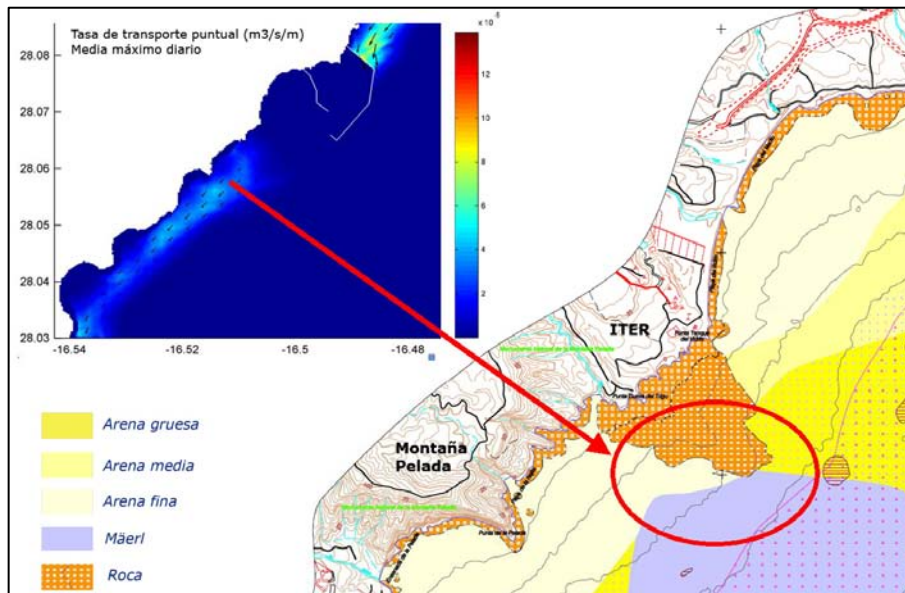


Figura 16. Zona de adecuada para la liberación de arena en la antesala de la zec.

Por otra parte, cuanto más dispersa sea la suelta de arena, tanto mejor. En esa zona se desarrollan sebadales y no se trata de soterrarlos emulando una descarga de barranco, pues una frecuencia antinatural de tales eventualidades resultaría contraproducente. Sería aconsejable probar antes de aceptar como bueno un lugar concreto.



2.4.7 Volumen y frecuencia

Los estudios de dinámica sedimentaria realizados trabajan con medias anuales que pueden ocultar el comportamiento de los fenómenos naturales que miden. Así, la media anual calculada para la producción de arenas organógenas (aprox. 2.000 gr/m²/año) puede aproximarse bastante, con sus lógicas fluctuaciones, a lo producido cada año. Sin embargo, no pasa lo mismo con el aporte de material mineral proveniente de los barrancos. La descarga media anual del barranco del Charcón, por ejemplo, es de 1.500 a 4.000 m³, pero esto no sucede año tras año. En los climas mediterráneos áridos los barrancos pasan largos períodos de cinco, diez o muchos más años sin correr con fuerza (aportes nulos o mínimos), para luego hacerlo con furia. Podemos, pues, enfrentarnos a descargas masivas, a veces puntuales, del orden de 20.000 a 60.000 m³ en el barranco del Charcón, para mantener el ejemplo. Y esto es lo natural, como también lo es la baja frecuencia con que ocurren estos episodios. Siendo así, cabría plantearse extraer materiales de los barrancos del Helecho o del Río (al norte del puerto), depositarlos en el barranco del Charcón o de Tagoro (al sur del puerto), y esperar a que la naturaleza haga su trabajo. Sería una solución parcial, pues el volumen de bioclastos no quedaría resuelto con esta estrategia.

Las dosis son importantes en ecología, sobre todo porque de ella depende la resiliencia de los ecosistemas. El que nos ocupa, está adaptado a rejuvenecerse cada tantos años. Provocar un rejuvenecimiento repetido prematuramente impediría a las comunidades alcanzar su madurez y se perdería biodiversidad. Por ello, y dado el escaso volumen de material que se baraja, el OAG aconseja adoptar el caudal máximo calculado de 2000 m³/año, con la tranquilidad de que, si dicho volumen fuera excesivo, el sistema se encargará de exportar el excedente sin mayor perturbación física. Todo depende del modo en que se suministre dicho material: de la dosis.

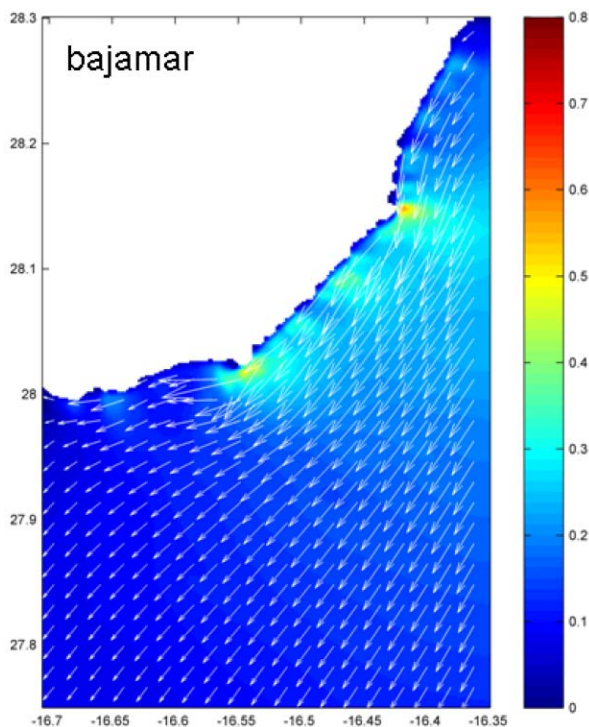


Figura 17. Marea viva del 18/9/2001(velocidad en m/s).

Así tendremos varias opciones:

Ritmo diario	5,5 m ³	½ camión*
“ semanal	38,5 m ³	3 ½ camiones
“ quincenal	83 m ³	7 ½ camiones
“ mensual	116,7 m ³	11 camiones

Por encima de estos valores sería necesario repartir las arenas por una superficie muy extensa para no soterrar la biota bentónica. Cuanto más nos aproximemos al ritmo diario mejor. Además, la dispersión es también un factor clave para lograr los objetivos pretendidos, de modo que si se liberan las arenas en la mayor superficie practicable y durante la bajamar o vaciante, se obtendrán mejores resultados. La Comisión reclamó la condición de permanente para el trasvase proyectado; término que ha de interpretarse en clave ecológica. Las frecuencias arriba señaladas conllevan suficiente permanencia para este sistema.

* Se han considerado camiones de 11 m³



2.4.8 Soluciones alternativas

Descartado el proyecto de baipás existente, en este apartado se esbozan dos propuestas alternativas, con sus variantes, siguiendo los criterios recién comentados, sin pretender que sean las únicas plausibles y siendo muy conscientes de que los aspectos técnicos operativos y económicos escapan a las capacidades de esta Fundación, por lo que no se desarrollan más. Nuestro propósito no es otro que suscitar el interés de la Autoridad Portuaria para que considere alguna de las alternativas o combinarlas del modo que sea más funcional, a la vez que asumible por parte de La Comisión. Estas propuestas han sido recogidas por el OAG en un informe independiente presentado el 8 de febrero de 2012 y expuesto el mismo día en la página web de la Fundación, para conocimiento de la ciudadanía interesada.



Figura 18. Ubicación del nuevo puerto en la costa de Granadilla (Tenerife) y de las áreas protegidas de la red Natura 2000 consideradas en la presente propuesta

Alternativa cero

En el presente caso, y aunque el OAG aboga por abordar la reposición de arenas siguiendo el principio de cautela, no se puede descartar la primera hipótesis expuesta en la sección 2.4.4 (no hay pérdida neta en el banco de arena en aguas someras) y considerar la alternativa cero (no hacer nada) como una opción pragmática. Construido el puerto, el seguimiento de la acumulación o pérdidas de arenas mediante estacado y batimetría detallada permitiría discernir si la hipótesis asumida era atinada o no, e iniciar entonces la reposición de arenas una vez verificada la necesidad. El escaso volumen de materiales implicados permite reaccionar a tiempo sin riesgo grave para la integridad ecológica de la zec.



Alternativa I - Traslase Norte-Sur

La idea básica en esta alternativa consiste en recoger directamente el material en los cauces de los barrancos donde se origina, antes de que llegue al mar. Para mantener los volúmenes estipulados sería preciso proceder a su selección (por criba u otro procedimiento) previa a su traslado. Sugerimos que sea en el barranco de El Río por ser el de mayor cuenca y contar con varias obstrucciones parciales en su cauce.

Variante A

El material se traslada al barranco del Charcón para verterlo en lugares de su cauce de modo tal que no produzca obstrucción, pero quedando expuesto para ser arrastrado por las aguas. Se trasladará cada año un volumen de 1.200 m³, aunque el barranco no haya corrido. Esta opción implica hacer un estudio detallado de la cuenca baja accesible del barranco para valorar cuánto material extra (años sin correr) se puede acumular sin comprometer la capacidad de arrastre del barranco. Con ocasión de los aguaceros, la propia naturaleza se encarga de dispersar las arenas frente a la zec, sin mayor intervención humana.

Variante B

El material se traslada en camiones para ser vertidos directamente en la playa del Tanque del Vidrio, que es de cayados, y donde el oleaje y corriente se encargarán de dispersarlo. El ritmo en este caso debe ser alto, a razón de un camión cada dos días o reducirlo (p.ej. dos camiones cada cuatro días) solo después de comprobar que las arenas efectivamente se dispersan. Los camiones pueden verter directamente en la playa a marea baja o adentrarse unos metros mediante un pequeño pontón.

Variante C

El material se traslada a la zona portuaria para su acopio o carga directa en un gánguil pequeño. El vertido se ha de realizar a lo largo de una superficie amplia (Figura 16) sin entrar en aguas con profundidades superiores a los 30 m, y hacerlo de modo lento mientras se navega, favoreciendo así la dispersión y evitando que caigan masas de arena que puedan sepultar las comunidades bentónicas. Un lugar interesante para estas tareas es el cauce submarino del barranco del Charcón. El ritmo de vertido puede ser semanal o concentrar los trabajos en 2-3 días a la quincena, en función de la capacidad del gánguil.

Esta alternativa tiene la ventaja de minimizar la injerencia humana en el medio marino al no extraer arenas de él, a la vez que mitiga el problema de obstrucción parcial que padece el barranco del Río en la actualidad (viarios, excavaciones, etc.) y ahorra las labores de limpieza de cauces que posiblemente hubiera que acometer en algún momento. Tiene el inconveniente de no reponer material biogénico, cuyo volumen es aparentemente escaso en esta célula (3-4%) según las granulometrías analizadas, pero que se ha estimado por lo alto en el estudio de IH Cantabria, por seguridad. Una nueva cartografía de los campos de máerl al norte del puerto sería de gran ayuda, lo mismo que obtener valores reales de productividad local.



Alternativa II – Traslocación de arenas

La arena se extrae de los depósitos existentes en el fondo marino, empezando por los que se encuentran en la zona de obras del puerto, rescatándolos antes de que sean sepultados, y así crear una reserva de arena de cara al futuro. Luego se buscarán arenas lo más desiertas posible tanto en sectores aguas arriba como aguas abajo del puerto (es indistinto), a cotas por debajo de -30 m y siempre fuera de la zec. Una fuente ideal sería la playa de El Medio, convertida en bahía frente al contradique, dado que es una zona de depósito y tendrá cierta capacidad de renovación. La escasa profundidad en esta zona facilitaría mucho la extracción, y su juventud favorecería el contar con un poblamiento biológico escaso. Habrá que colocar estacas decimetradas para conocer el volumen real de acumulación de arena. Eventualmente también se podrían aprovechar aquellos materiales que provengan de operaciones de dragado vinculadas al funcionamiento portuario, tras comprobar que están libres de contaminación.

La draga de succión parece el sistema más apropiado para esta tarea. Dado el reducido volumen de arena en juego, se extraerá material suficiente para rentabilizar su trabajo o aprovechar las disponibilidades de estas embarcaciones. Ello implica seguramente el disponer una parcela en la zona portuaria destinada en exclusiva al acopio de arena. Se sugiere que tenga una capacidad mínima para 10.000 m³ y mantener una reserva de arena suficiente para funcionar dos años.

Variante A Para el vertido se emplea un gánguil pequeño provisto de bomba de proyección, operando con la periodicidad adecuada a su propia capacidad de carga y con frecuencias siempre inferiores al mes. La arena se proyecta mediante chorro en abanico sobre la superficie del mar en la antesala de la zec.

Variante B Consiste en construir una planta de bombeo vinculada directamente a la parcela de acopio, de modo que pueda bombear caudales de arena pequeños hasta la zona de expulsión en la propia playa o con emisario submarino; se instalarán difusores o propulsores de chorro para favorecer la dispersión, según convenga. Las bombas se pueden programar para que actúen con ocasión de la bajamar, y al ritmo que se revele como más adecuado según dicte la experiencia. Requerirá de ensayos previos antes de fijar la posición, y estudiar el impacto de la construcción de las canalizaciones y dispersores. Si se consigue diseñar el sistema de modo que pueda ser trasladado sin grandes complicaciones, mejor aún.

Con la primera variante se obtiene más capacidad de distribuir la arena, y con la segunda se consigue una gestión más flexible de la estrategia de reposición de arena, a costa de mayor impacto por obras.

2.4.9 Consentimiento de la Comisión Europea

Además de las pertinentes autorizaciones que se requieran en España, el OAG considera que la solución que se busque ha de ser comunicada a la Comisión Europea para su aprobación, pues, aunque se respeten los fines y objetivos perseguidos –que es lo esencial–, ello supone una modificación de lo expuesto y pactado en el momento en que La Comisión conformó su opinión y evacuó el Dictamen (favorable).



2.5 Ensayos conexos: trasplante de sebas

La DIA del Proyecto del puerto de Granadilla incluye entre sus condicionantes el número 2, centrado en la protección de los seadales. El proyecto se realiza fuera de los límites de la Zona especial de conservación ES7020116 «Seadales del Sur de Tenerife» y, aunque la propia DIA no prevé efectos negativos sobre la misma, introduce una medida compensatoria de cara al riesgo potencial de afección. Esta medida consistiría en la replantación de una superficie equivalente al doble de la superficie de sebadal que pudiera resultar afectada, de acuerdo con las conclusiones del programa de vigilancia ambiental. A tal fin, la Autoridad Portuaria de Santa Cruz de Tenerife tendrá que elaborar un «Proyecto piloto de rehabilitación de seadales», que contemplará la replantación de *Cymodocea nodosa* en previsión a que la zec pueda verse afectada por la construcción del puerto y la posterior explotación del mismo.

En un informe específico de julio de 2010 y en su informe general sobre la vigilancia ambiental de Granadilla en 2010, el OAG trató sobre esta medida con bastante detalle y, además de abordar un análisis crítico de los objetivos perseguidos, propuso ensayar la siembra en vez del trasplante de cepellones (con menor probabilidad de prosperar y menos diverso genéticamente). El proyecto de trasplante –junto con el de resiembra– fue autorizado por la Viceconsejería de Medio Ambiente en marzo de 2011. Los trabajos de campo se contrataron con la empresa consultora ECOS - Estudios Ambientales y Oceanografía S. L, cuyo informe final⁹ se presentó en septiembre de 2011.



Cepellones plantados (foto ECOS)



Después del temporal (foto ECOS)



Semillas de seba (foto ECOS)

Resumiendo: Se plantaron 7 filas con 9 parches de cepellones (1.745), y se colocaron 100 mallas cada una con 10 semillas (1000 semillas). Sin embargo, al poco de concluir estos trabajos, el 29 de agosto hubo un temporal del noreste con oleaje de fuerza 4 a 5 (e intervalos de fuerza 6) que arrasó los campos de resiembra y afectó también a la pradera natural, dejando al descubierto gran número de rizomas. Los cepellones plantados se perdieron en su práctica totalidad (96% ; quedaron sólo 70), mientras que de los 100 parches de semillas escaparon 63, y se contabilizaron al menos 3 plántulas germinadas. La empresa ECOS ha propuesto hacer un plan de seguimiento para evaluar la supervivencia, y la Autoridad Portuaria ha solicitado prórroga del permiso para proceder a plantar 600 semillas más. El OAG considera que en primavera de 2012 se podrá tener una mejor visión de los resultados.

⁹ Ruíz, M. (coord.). Traslocación de seadales (*Cymodocea nodosa*) contemplado en el proyecto constructivo de las obras de abrigo del puerto de Granadilla en consonancia con la Etapa 3.- Replantación de área receptora viable del Proyecto de rehabilitación de seadales y en el Proyecto de siembra de semillas /frutos procedentes del sebadal directamente sepultado por las obras de abrigo del puerto de Granadilla a la ZEC ES7020120 Seadales de San Andrés. Informe Final. S/C Tenerife: ECOS, Estudios Ambientales y Oceanografía S.L., Sept. 2011, 50 pp.



3 EL SEGUIMIENTO AMBIENTAL

Para informar sobre el seguimiento ambiental, se adopta aquí la misma estructura con la que se expone en la página web del OAG, por mera coherencia de comunicación. Dicha estructura difiere de la original que presenta el PVA, pero estimamos que los epígrafes elegidos resultan más asequibles a la ciudadanía, sin detrimento de su rigor y contenido. Obviamente, las posibilidades que ofrecen las nuevas tecnologías web superan con mucho la capacidad expositiva sobre papel. Por ello, aquí se ha de resumir la información y escoger lo más representativo. A título de anexo y en un CD aparte, se incluyen las tablas de datos y resultados analíticos, quedando a disposición de la Autoridad Portuaria¹⁰.



Figura 19. El ámbito marino de influencia ambiental del puerto de Granadilla, dividido en sectores.

¹⁰ Dichos datos también serán accesible en el futuro a través de REDMIC (Repositorio de datos marinos integrados de Canarias) una vez el OAG obtenga financiación para desarrollar este importante servicio.



3.1 El Plan de vigilancia ambiental

El OAG dispone de una estación ecológica emplazada en el ámbito de las obras del puerto, desde donde desarrolla sus actividades de seguimiento. La estación está equipada con material básico de laboratorio y sirve de centro de operaciones a los equipos de muestreo (material de buceo, trampas, instrumental científico, etc.). Además, el OAG cuenta con una embarcación construida y equipada ex-profeso para facilitar las tareas de vigilancia y seguimiento en la mar. El "Avatar", que así se llama el barco, tiene 8,45 m de eslora y 3 m de manga, su casco es de polietileno, cuenta con propulsión jet y fue construido en los astilleros ELIMAT de A Coruña.

Desde octubre de 2010 se encuentra fondeada frente a la costa de Granadilla y aguas arriba de la zec Sebadales del Sur de Granadilla, una boya oceanográfica-metereológica equipada con equipo automatizado que transmite de modo continuo información sobre las condiciones físico-químicas de las aguas, así como del clima marítimo (ver datos de la boya en directo). También se han instalado tres captadores de partículas de bajo volumen para monitorizar la calidad del aire.



Estación ecológica del OAG en Granadilla



El Avatar



Boya meteorológica-oceanográfica del OAG



Captador de partículas



3.2 Vigilancia de las obras

La correcta ejecución de las obras en su aspecto ambiental implica la verificación y control de diversas actividades según contempla el PVA. Varios de estos controles solo tienen sentido en fase avanzada o próxima a la finalización de la fase de obra. Tal es el caso de las medidas de mitigación lumínica, integración paisajística (con uso de flora local y empleo de callaos, etc.), o la restauración de la propia zona de obras una vez concluidas éstas.

Los apartados que siguen reflejan la vigilancia de las obras en su fase actual, expresados los resultados de manera sucinta.

3.2.1 Materiales de acopio externos

La DIA establece que los materiales de préstamo necesarios para la construcción de las infraestructuras portuarias, así como para el relleno de explanadas (exceptuando los materiales procedentes de las operaciones de dragado) se obtendrán de movimientos de tierra o canteras debidamente autorizados. Los tipos de material contemplados son: relleno general, todouno, pedraplén y escollera.

TABLA RESUMEN DE LOS MATERIALES EMPLEADOS EN LAS OBRAS DE ABRIGO

Año 2011	ene-feb	mar-abr	may-jun	jul-ago	sep-oct	nov-dic
Dique	Escollera, pedraplén	Escollera	Escollera	Escollera, pedraplén, todouno y relleno general	Escollera, pedraplén y relleno general	Escollera, pedraplén y relleno general
Cantidad	43.250 t	570 t	8.700 t	25.000 t	1.000 t	14.400 t
Contradique	-	-	-	-	-	Escollera y pedraplén
Cantidad	-	-	-	-	-	54.500 t
Origen	Acopios previos en Alcalá Dársena del Este*	Acopios previos en Alcalá Dársena del Este*	Acopios Alcalá Dársena del Este*	Hospital del Sur, Alcalá, Dársena del Este* Desaladora de Granadilla	Desaladora de Granadilla	Hospital del Sur, Desaladora de Granadilla, Bco. del Agua, Las Chafiras, Chayofa, Vilaflor, Desmonte La Tejita
Autorización	Verificada	Verificada	Verificada	Verificada	Verificada	Verificada

Comentarios:

En 2010 se incorporaron unas 42.300 t de escollera traídas desde la zona de acopios emplazada en Alcalá / Playa San Juan y unas 24.350 t de pedraplén y escollera procedentes de un acopio preexistente en la Dársena del Este. También se aprovecharon los materiales obtenidos de las excavaciones y preparación de los terrenos que ocupa el propio puerto.

Hasta julio de 2011 la escollera y el pedraplén para las obras de abrigo se siguen trayendo de los acopios de Alcalá y de la Dársena del Este; sin embargo, el todouno se obtiene del solar que ocupará Gascan, en el recinto de la zona portuaria.



3.2.2 Calidad del material vertido al mar

El impacto ambiental de la turbidez que la obra genera en las aguas circundantes está directamente relacionado con la calidad de los materiales y modo en que se construyen las obras de abrigo y el relleno de las explanadas. Los materiales pueden ser correctos si cumplen con la normativa constructiva¹¹, pero aún así generar cambios ecológicos. Es aquí donde se puede ir más allá de lo prescrito y reducir, que no evitar, el impacto ambiental ya asumido por la Declaración de Impacto, bien siendo más exigente con la calidad del material, como adoptando modos operativos menos impactantes, siempre que sean viables (p.ej. vertidos de relleno una vez cerrado el recinto).

Semana	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52
Inadecuado									X		X		
Mejorable	X	X	X	X		X	X	X		X		X	X
Adecuado					X								

Varios días a la semana, el OAG toma fotos de una muestra de los camiones y material que transportan (y momento de la descarga), tanto en las obras del dique como contradique. Estas fotos sirven para hacer una evaluación general de la “calidad” del material, al margen de los análisis granulométricos prescritos que realiza la Autoridad Portuaria. En la página web se incluye un “indicador” muy simple sobre su adecuación, posible mejora o inadecuación desde el punto de vista ambiental. Según el caso, también se aportan comentarios:

- Semana 41 Se sugiere escoger materiales con menos contenido en tierra o proceder a una separación, empleando los más limpios para formar el pedraplén, y los demás para allanar las zonas de tránsito.
- Semana 43 Se propone que se retiren mediante pala mecánica los sedimentos acumulados en la playa (durante la bajamar y cuando adquieran espesor suficiente) para evitar su posible resuspensión por el oleaje del sur o suroeste.
- Semana 46 Se inicia la retirada de los sedimentos acumulados a sotavento del dique para evitar su posible resuspensión por el oleaje del sur o suroeste. Dichos sedimentos son acopiados cerca de la orilla para su futuro uso como material de relleno.
- Semana 47 Se han vertido materiales en el dique solamente un día (material correcto), debido a las condiciones climatológicas. El contradique está menos expuesto al oleaje y se ha trabajado regularmente; el material vertido es mejorable.
- Semana 48 En las obras del contradique se está vertiendo una proporción de finos y terrígenos ambientalmente inadecuada y quizás mayor que la prescrita en el pliego de condiciones técnicas vigente. Se recomienda hacer una verificación granulométrica.
- Semana 50 Se recomienda esmerar la selección de materiales a verter en el contradique.
- Semana 51 El OAG ha emitido un informe sobre el presunto daño causado a la zec por los vertidos al mar, en respuesta a la solicitud de información recibida de la Comisión Europea (Proyecto Piloto 2742/11/ENVI). En dicho informe se explican las circunstancias y ausencia del daño alegado, al parecer, por un grupo ecologista.

¹¹ Según la vigente normativa de obras portuarias, las características que deban reunir los materiales serán las que vengan determinadas en el Pliego de condiciones técnicas del proyecto autorizado.



El proyecto original del nuevo puerto industrial de Granadilla (1998), evaluado ambientalmente, determina que los materiales a emplear en la formación del núcleo de los diques en talud es todouno de cantera, mientras que en el proyecto de 2005, que es el autorizado, el material cambia a pedraplén, que es más restrictivo en cuanto a contenido en finos.

El pedraplén se asimila a las características de una escollera de 1-25 kg, que según el pliego de prescripciones técnicas admite un máximo de 25% en peso de partículas de menos de 1kg, y el contenido de elementos inferiores a 50 mm será inferior a 1% en peso. El todouno se mantiene para la formación de la banqueta del dique vertical (con cajones), pero aún no se ha llegado a esta fase.



Vertidos en las obras del dique norte
11 de noviembre 2011



Vertidos en las obras del contradique
26 de noviembre 2011

Los ensayos granulométricos realizados por la Dirección de obra¹² sobre la fracción de material inferior a 10 cm, reflejan un contenido en finos¹³ que varía entre 0,3 y 1,1% (en peso), salvo una muestra que superó el 8,2% y la partida fue rechazada. En este aspecto, el material cumple con la ROM (Recomendaciones para obras marítimas) que plantea un límite del 5% de finos (arcillas y limos), y queda por comprobar que el contenido de elementos inferiores a 50 mm sea inferior al 1% en peso.

Con fecha de 16 de diciembre, la Dirección de obra de Granadilla emitió un informe relativo a las características del pedraplén empleado en el que, entre otros considerandos, se exponen los datos arriba reseñados y concluyen que desde un punto de vista geotécnico, y para las infraestructuras que se construyen, el material empleado es adecuado. Los pliegos de prescripciones técnicas de los proyectos prevén expresamente que el Director de las obras podrá modificar la curva granulométrica de los pedraplenes, atendiendo entre otras circunstancias a las características del material y proceso de ejecución. Esta resolución es válida.

¹² Estos ensayos se realizan de manera regular tomando muestras para cada 40.000 m³ de material empleado.

¹³ Definidos como aquella fracción que pasa por el tamiz 200 (inferior 0,08 UNE).



3.2.3 Medidas correctoras de la turbidez

El PVA de Granadilla plantea tres medidas correctoras para reducir la turbidez que afectan a fases de la obra todavía no iniciadas:

- a. Durante el vertido del material que conformará la banquetta que servirá de base a los cajones flotantes, se instalarán barreras flotantes de decantación cuya disposición en la obra será establecida por la Dirección de la misma.
- b. Antes de comenzar los rellenos se realizará un cerramiento perimetral previo de pedraplén. La ataguía de pedraplén se elevará hasta la cota de +5. Para su construcción se utilizará material de tamaño comprendido entre 1-20 kg (pedraplén). Una vez construido el cerramiento perimetral, se procederá al vertido de material hasta completar todo el volumen de la cubeta.
- c. En ningún caso se permitirá la utilización como material de relleno del muelle de ribera, residuos tales como chatarras, ruedas, bidones, restos vegetales, etc.

A raíz de los informes puntuales emitidos por el OAG, la Autoridad Portuaria ha extremado la inspección para que las empresas adjudicatarias se esmeren seleccionando los materiales de vertido (ha rechazado un número considerable de camiones), y ha ordenado la retirada de los sedimentos acumulados junto a la playa en evitación de que sean resuspendidos por el oleaje del SW. Actualmente se están ensayando técnicas de recogida del material (pala con rejilla) que permitan eliminar parte de los finos. El OAG considera estas medidas voluntarias como positivas, así como cualquiera otra que contribuya a reducir la turbidez.



Figura 20. Barrera usada para mitigar la turbidez

NOTA BENE: Cabe reseñar que el día 24 de enero 2012 se colocó frente al dique norte una barrera de las previstas en el Proyecto. La fuerte corriente de la zona mantiene sus faldones casi en superficie, restándole funcionalidad casi por completo. Este modelo, diseñado para mitigar la contaminación, no parece apto para situaciones de mar abierto y se revela como inútil de contener la turbidez.



3.2.4 Mitigación de polvo y ruidos

Para mitigar el polvo en suspensión generado por las obras, el PVA plantea el riego de las superficies por las cuales se desplaza la maquinaria y en las zonas en las cuales se acopian los materiales. Asimismo, los camiones deberán circular con lona protectora para evitar la generación de polvo por rozamiento con el aire. En relación con el ruido, la obra deberá procurar que no exista maquinaria funcionando innecesariamente, ni que sus motores o silenciosos presenten defectos que provoquen más ruido del necesario.

Año 2011	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC								
Riego de pistas	-	-	-	-	-	R	R	R	R	B	B	B	R	B	M	M	R	M	M	R
Camiones con toldo	-	-	-	-	-	M	M	M	M	M	M	M	M	R	M	M	R	M	M	M
Ruido extra	-	-	-	-	-	R	R	B	R	R	B	B	B	R	B	B	B	B	B	B

La verificación de estas medidas de mitigación se realiza con frecuencia quincenal, y su evaluación se expresa sintéticamente como B = bien, R = regular y M = mal.



Figura 21. Polvo generado durante la carga de materiales (14 de octubre 2011)

Comentario: Una alta proporción de camiones no suele circular con toldo dentro del recinto de las obras, circunstancia que ha sido advertida a la Autoridad Portuaria y a las contratatas. Con todo, el polvo se genera más en los momentos de carga o descarga, y sobre todo por el trabajo de las palas. El viento, generalmente fuerte en esta zona, no contribuye a mejorar la situación. Además, el riego en las diferentes zonas ha sido ocasional en los viarios, pero insuficiente en las zonas de acopio, como consecuencia el ambiente se carga más de polvo, circunstancia que, por otro lado, no es infrecuente en las obras realizadas en la zona.



3.2.5 Vertidos accidentales en la zona de obras

Según las medidas establecidas en el Proyecto, los cambios de aceite de la maquinaria, de hacerse dentro del ámbito de las obras, deben realizarse en un lugar acondicionado. Llegado el caso, los aceites usados serán retirados en recipientes estancos por un gestor autorizado. Los símbolos empleados en el cuadro de evaluación de actividades son: B = bien, R = regular, M = mal, 0 - no procede

Vertidos 2011	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
	Severos											
Menores												
Ninguno						X	X	X	X	X	X	X
Aceites	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Cambios						0	0	0	0	0	0	0
Retirada						0	0	0	0	0	0	0

La ute (unión temporal de empresas) que se ocupa de las obras del dique exterior viene realizando los cambios de aceite de su parque móvil fuera del recinto de obras.

3.2.6 Estado de la valla perimetral, señalización y suelo exterior

El correcto estado de la valla perimetral y señalización de las obras no sólo es un requisito de la normativa de seguridad en este tipo de obras, sino que impide o dificulta la entrada no deseada de personas o animales a su recinto. Igualmente, se hace un seguimiento de lo que ocurre en el suelo exterior contiguo a las obras, por si alguna actividad en dicho entorno pudiera tener incidencias ambientales negativas sobre la zona. En la tabla adjunta se indica el número de incidencias relevantes detectadas, que, eventualmente, serán comentadas al pie. La revisión se hace quincenalmente.

2011	ENE		FEB		MAR		ABR		MAY		JUN		JUL		AGO		SEP		OCT		NOV		DIC	
Vallado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Señalización	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Suelo externo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0



Durante el primer semestre de 2011 se realizaron obras (excavación) junto al vallado occidental, correspondientes a trabajos de canalización del polígono industrial autorizados; concluyeron en agosto.

La rotura que se apreció en la valla externa en septiembre fue comunicada a la Autoridad Portuaria y reparada convenientemente.

A finales de año la valla perimetral, en la zona próxima al contra-dique (extremo meridional), fue ampliada unos 5 metros siguiendo la línea de costa hacia el sur.

Figura 22. Señalizaciones colocadas en la playa



3.2.7 Estado del balizamiento de la zona de obras en el mar

Para seguridad del tráfico marítimo, el límite de las obras marítimas ha de señalizarse con balizamiento de seguridad homologado. El OAG ha verificado la instalación de dos de las cuatro balizas (límite Este), los días 9 de noviembre y 24 de octubre de 2011 y, según dispone el PVA, se ocupa cada semana de comprobar su buen estado y funcionamiento.

Semana	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52
Ausentes	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Deterioradas													
Correctas	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

Semana 48: Las dos balizas colocadas se encuentran desplazadas de su ubicación teórica 150 y 90 m respectivamente, sin embargo, no se aprecia en este desajuste peligro para la navegación o inconveniente ambiental alguno.

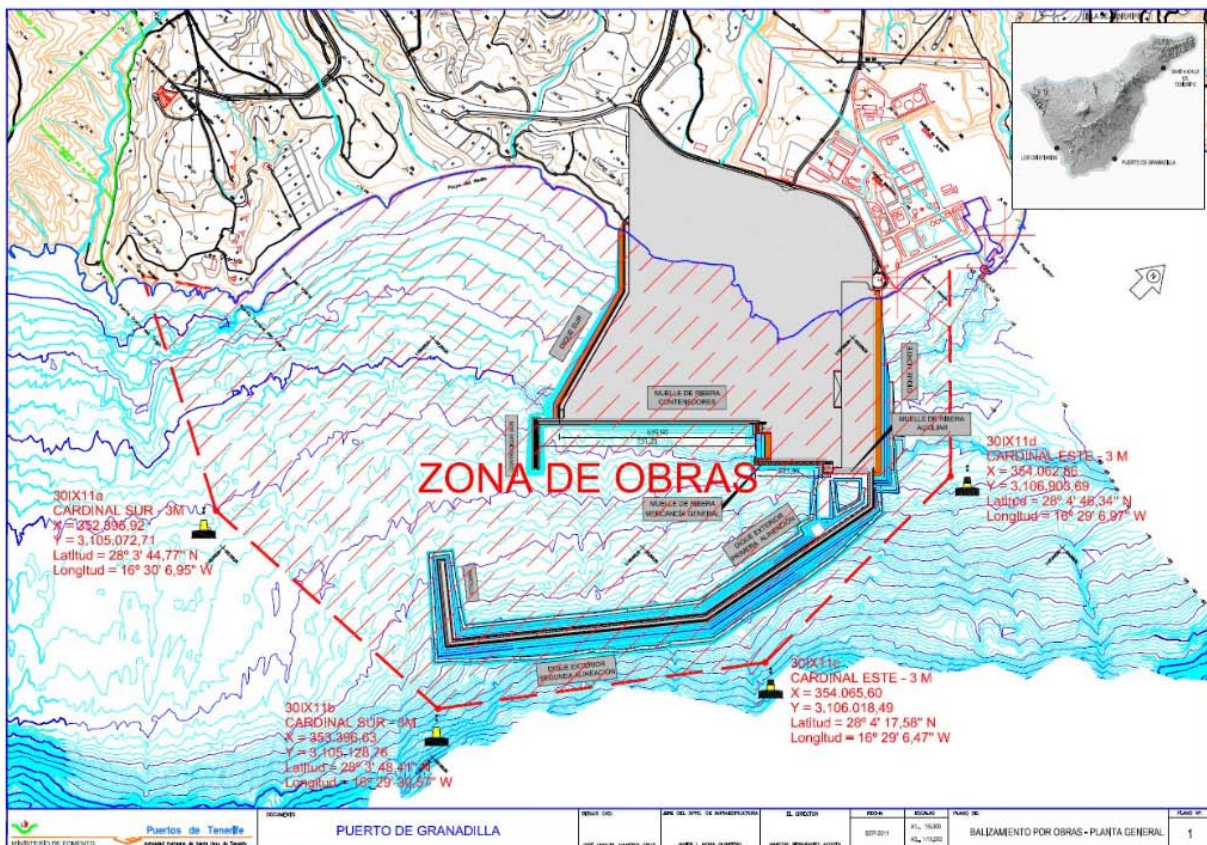


Figura 23. Planta general del balizamiento por obras

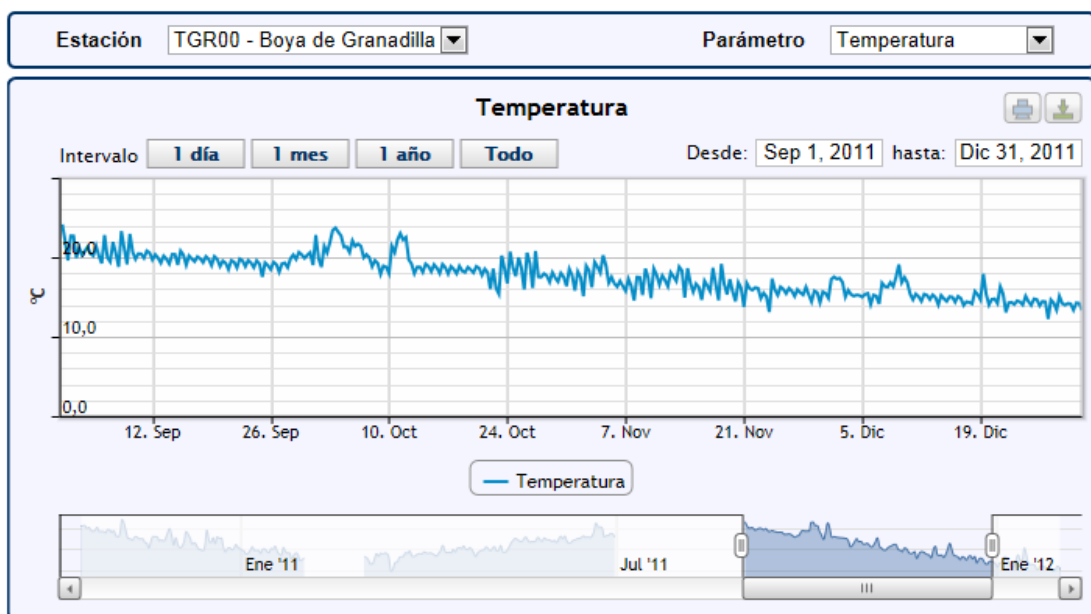
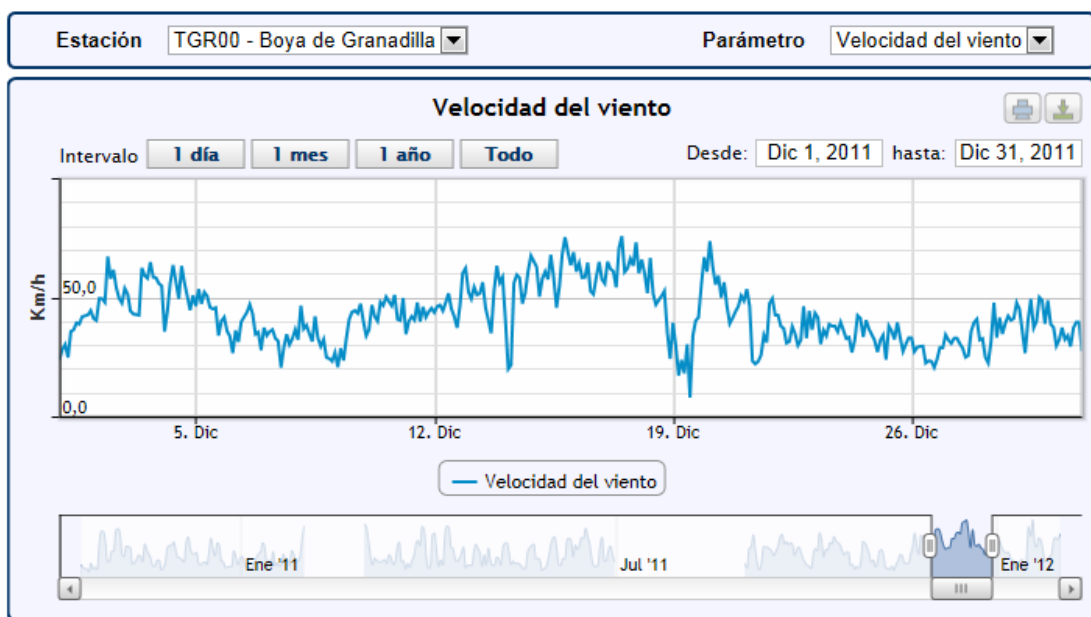
Quedan dos balizas pendientes de colocar, lo que se hará a medida que las obras avancen. Estas (30IX11a y 30IX11b) complementarán las ya colocadas.



3.3 Calidad atmosférica

3.3.1 Condiciones meteorológicas locales

Las condiciones meteorológicas son objeto de seguimiento para conocer las circunstancias ambientales, su evolución natural y, sobre todo, las variaciones fenológicas que pudieran afectar no solo a los otros parámetros objeto de seguimiento, sino a la propia operatividad del puerto o al desarrollo de situaciones especiales de emergencia (derrames, etc.). El OAG cuenta con una estación meteorológica instalada en la boya oceanográfica, a 420 m de la costa, frente a la parcela del ITER junto a Montaña Pelada, y a partir de enero de 2012 contará con otra, ubicada en su estación ecológica de Granadilla (pendiente de suministro eléctrico permanente).



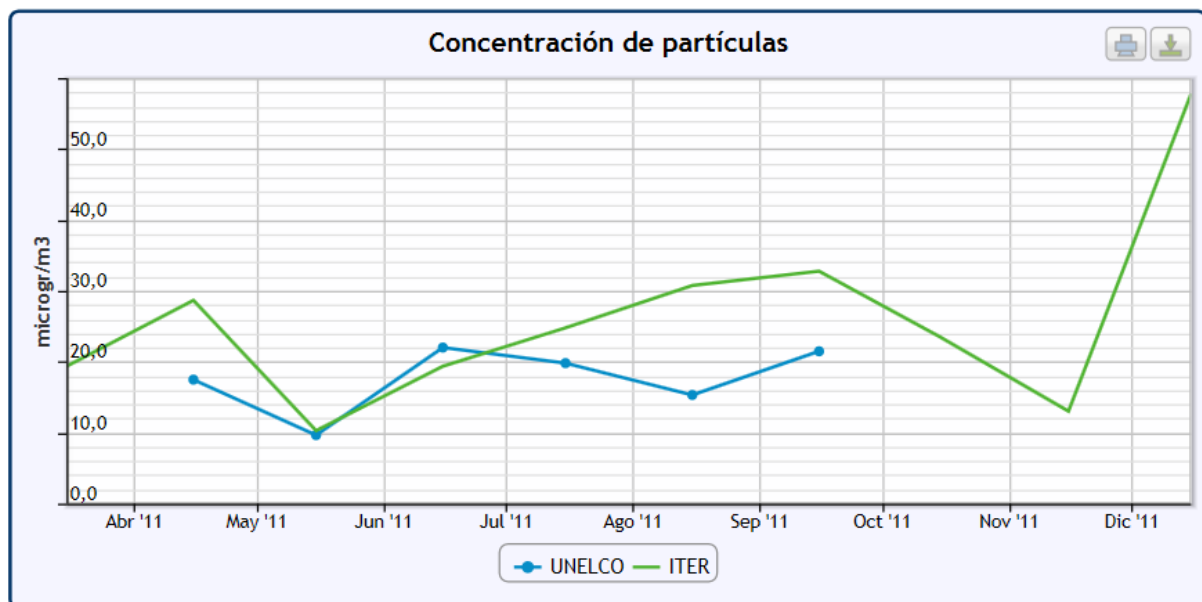


La información se ofrece en la página web del OAG mediante un sistema de doble gráfica que permite elegir la estación y el parámetro de interés, modificando a voluntad el periodo de análisis. Este sistema se ha adoptado para facilitar la comparación entre estaciones o parámetros. De momento, los datos presentados son diferidos (pendiente de enlace directo), aunque en el caso de la boya oceanográfica, se pueden consultar directamente en su módulo, a tiempo real.

3.3.2 Partículas en suspensión (polvo)

El OAG emplea captadores de bajo volumen automáticos y secuenciales LVS16 con cabezal PM10 (de hasta 16 filtros con 47 mm de Ø de haz), ajustados a la normativa europea de captadores de bajo volumen (ICEN-14907). A efectos del seguimiento de la inmisión de partículas, interesa no superar el límite de $150\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ de concentración de partículas, si bien los valores registrados en fase previa a las obras (2008) lo superan con creces, debiendo atribuirse este hecho a los frecuentes vientos fuertes que levantan polvaredas en la zona de Granadilla, así como a irrupciones de polvo africano con ocasión de vientos del Este (harmatán).

Los captadores están instalados en la parcela de UNELCO (al norte de la zona de obras), en la parcela del OAG (en plena zona de obras) y en la parcela del ITER (al sur de la zona de obras), siguiendo la dirección NE-SW normal de los alisios. La periodicidad de las mediciones consiste en tres muestreos mensuales de 24 horas de duración, distribuidos dentro de la misma semana (no necesariamente correlativos). El valor diario (media de los tres días) se presenta para cada mes en la gráfica adjunta

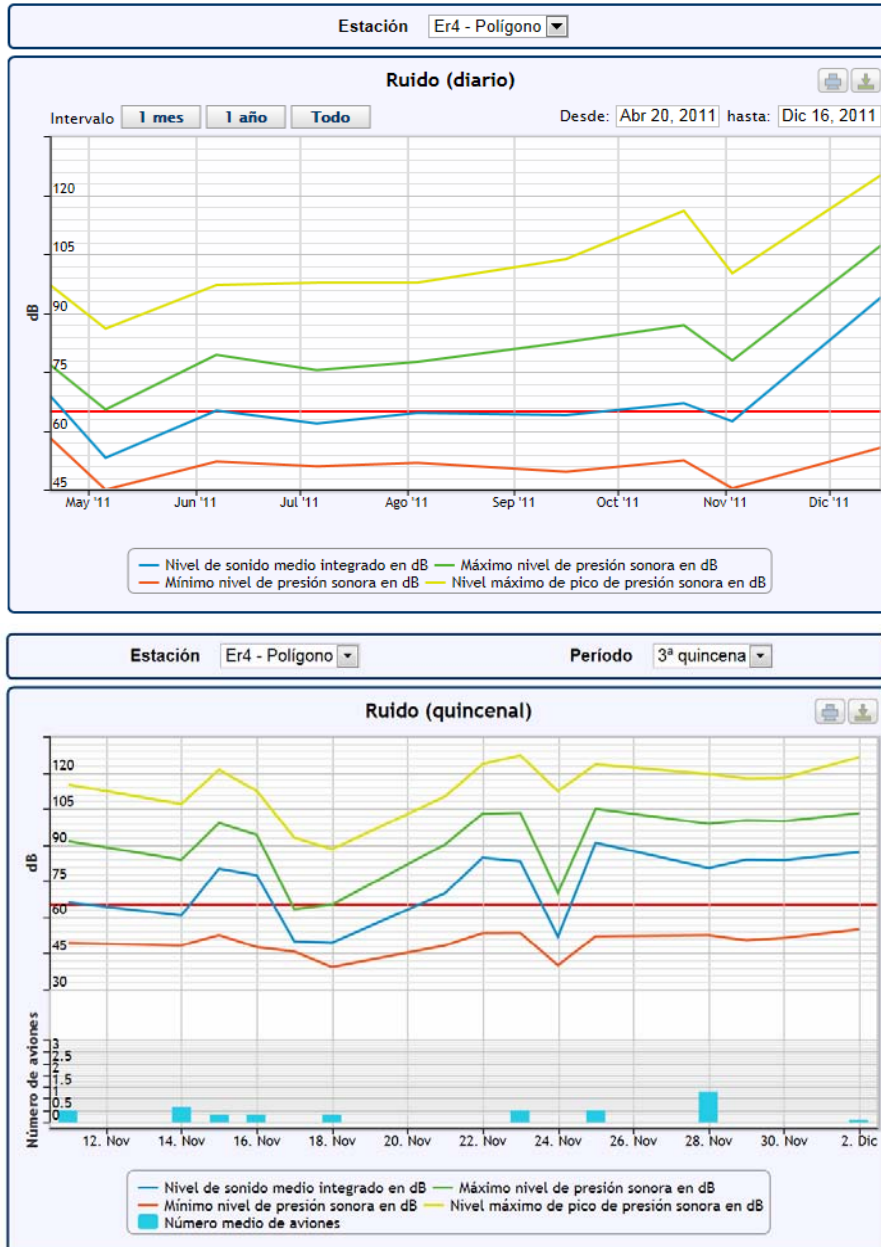


Los valores registrados por la estación del ITER son normales para la zona, aunque ya se aprecia la presencia del polvo generado por el movimiento de materiales. La estación OAG está pendiente de recibir suministro eléctrico continuado, y la instalada en la parcela de la empresa generadora de electricidad UNELCO /ENDESA dejó de recibirlo en octubre por causa de una avería. Y sigue así, por paradójica que resulte la situación.



3.3.3 Niveles sonoros

El PVA estipula la medición de los niveles sonoros cada mes, además de tres campañas al año de 15 días de duración (se presentan en gráficas separadas). A tal fin, el OAG emplea un sonómetro Cesva SC160 (tipo2) homologado.



Los valores obtenidos durante la campaña de referencia en 2008, realizada antes del inicio de las obras, resultaron ser superiores a los de 2007, acorde con la situación de progresivo desarrollo del polígono industrial adyacente. Los registros superan los límites urbanos establecidos por la Ordenanza Municipal del Ayuntamiento de Granadilla para niveles diurnos (NS máx 65 db entre 8:00-22:00 horas = horizontal roja en la gráfica). La medición del nivel sonoro nocturno se ha descartado de momento, por ser horario en el que, de momento, no se trabaja en las obras.



3.4 Medio terrestre

3.4.1 Yacimientos arqueológicos

Según el *Proyecto de actuación arqueológica en el ámbito del proyecto: Nuevo puerto en el litoral del Polígono Industrial de Granadilla. Fase I* (Solitec, 2005), los únicos yacimientos identificados que se verían afectados directamente por las obras del puerto (tras su reducción en dimensiones) son los reconocidos con código TA28, paradero pastoril (UTM 28R 353021 3106919, 5 m) y TA29, fondo de cabaña (UTM 28R 352964 3106886, 5 m), localizados ambos en la Punta del Camello. Estos yacimientos fueron excavados sistemáticamente con metodología arqueológica en mayo de 2005, por lo que actualmente carecen de valor y quedaron excluidos del programa de vigilancia.

En el informe anual de la vigilancia ambiental correspondiente al año 2010 (OAG, 2011) se denomina TA442 al punto TA764 y TA764 al punto TA422. Consultado el *Proyecto de actuación arqueológica* original, se ha constatado el error, que aquí se enmienda.



El seguimiento se centra ahora en cinco yacimientos externos pero próximos a la zona de obras, y se realiza una vez cada trimestre, empleándose el método de foto fija y recuento de elementos extraños y signos de presencia humana o actos de vandalismo. En el cuadro que se ofrece en la web del OAG, se resume la evaluación del estado general del yacimiento como: sin alterar / algo alterado / alterado / dañado / destruido.

Yacimiento	TA422	TA764	TA765	TA767	TA768
Tipo	Conchero	Petroglifo	Conchero	Comp. ergológico	Conchero
Ubicación	Bco. del Charcón	Bco. del Charcón	Cueva del Trigo	Bco. del Charcón	Bco. del Charcón
Ago. 2010	Sin alterar	Sin alterar	Sin alterar	Sin alterar	Sin alterar
Nov. 2010	Sin alterar	Sin alterar	Algo alterado	Sin alterar	Algo alterado
Ene. 2011	Sin alterar	Sin alterar	Alterado	Sin alterar	Alterado
Mar. 2011	Sin alterar	Sin alterar	Alterado	Sin alterar	Alterado
Jun. 2011	Sin alterar	Sin alterar	Alterado	Sin alterar	Alterado
Nov. 2011	Sin alterar	Sin alterar	Alterado	Sin alterar	Alterado
Ene. 2012	Sin alterar	Sin alterar	Alterado	Algo alterado	Alterado

Comentario (Noviembre 2011): El yacimiento TA765 fue afectado por los últimos temporales, y tanto en éste como en el TA768 hay indicios de tránsito de personas, basura y señales de haber acampado gente en la zona. En los demás yacimientos no se observan elementos extraños, basura ni síntomas de haber sido afectados por las obras ni por actos de vandalismo.

Comentario (Enero 2012): El yacimiento TA767 parece haber sido ligeramente alterado por la escorrentía superficial.



3.4.2 Avifauna

El PVA plantea como objetivo el controlar y disminuir el impacto negativo que puedan ocasionar los movimientos de tierra a la avifauna nidificante. Las labores de desbroce de los terrenos fueron realizadas en 2010 antes de la época de nidificación. Finalizados estos trabajos, los terrenos no reúnen ya condiciones para albergar fauna ornítica, tanto por la alteración radical de su hábitat como por el permanente trasiego de maquinaria y personas. No obstante, el OAG realiza inspecciones mensuales de agosto a diciembre, registrando el número de aves presentes en la zona (recorrido en una mañana) y su actividad.

Especie	2011	Sep	Oct	Nov	Dic
Caminero		8/a	1/a	7/a	-
Gaviota patiamarilla		19/va	63/va	19 v/a	11v/a
Alpisa		-	-	-	-
Zarapito trinador		1/a	-	-	-
Charrán patinegro		-	-	-	1a
Total ejemplares		28	64	26	12

00 = n° ejemplares / v = en desplazamiento , a = buscando alimento
c = cortejo, n = nidificando, d = descansando

3.4.3 Vegetación terrestre

El PVA plantea el seguimiento de la vegetación en dos parcelas próximas, situadas a 80 m (Parcela C) y 860 m (Parcela B) al SW de las obras, y una más alejada (1,9 km), en Montaña Pelada, que actúa de parcela testigo (A). Las parcelas tienen 10 m de lado y cada dos años se registra el número de ejemplares de cada especie vegetal presente, a efectos de calcular la diversidad (solo especies leñosas) y ver su variación en el tiempo. También se ha incluido la parcela (B) de Tanque del Vidrio (70 m²), objeto de seguimiento vinculado a la medida compensatoria relacionada con la piñamar (*Atractylis preauxiana*). El último inventario se realizó en julio de 2010 (expuesto en la página web), por lo que el próximo corresponde a 2012. No hay datos nuevos que ofrecer en 2011.

3.4.4 Deposición de polvo sobre la vegetación

Las mediciones de polvo realizadas por los captadores instalados por el OAG en las obras aportan información sobre los niveles de partículas sólidas en el aire, y asociados a estas partículas pueden haber compuestos tales como metales pesados, óxidos de nitrógeno o dióxido de azufre, con efectos adversos sobre los seres vivos. Está documentado que determinadas plantas muestran respuestas características a los contaminantes atmosféricos frecuentes¹⁴. Sin embargo, no se han encontrado estudios previos que señalen los efectos de estos contaminantes sobre el balo (*Plocama pendula*), planta endémica de Canarias escogida por el PVA como indicadora, por ser una de las pocas que conserva las hojas en cantidad suficiente en la época previa a las lluvias.

¹⁴ Guderian (1985). *Air pollution by photochemical oxidants*. Springer-Verlag, Berlin, Alemania, 346 pp.



Se seguirán monitorizando los niveles de deposición de polvo en el balo y, únicamente en el caso observarse signos de estrés fisiológico, se realizarán análisis de concentración de metales pesados, hidrocarburos y otros contaminantes habituales, ya que en el momento actual no existe un flujo de vehículos en las obras suficiente como para auspiciar un aumento de los mismos, cosa que sería más probable cuando el puerto esté en funcionamiento.

En el presente informe se concreta el método a emplear y se propone una escala cualitativa de coloración para el agua de lavado de las hojas, en un volumen conocido.

Parámetro	Deposición de polvo sobre vegetación	
Localización	Parcela C: Playa de las Caletas UTM: 28 R 352437 3106750 Zona elevada y expuesta Distancia a obra 180 m	Parcela B: Playa del Medio UTM: 28 R 352050 3106418 Barranco en cara norte Distancia a obra 700 m
Fecha	6 de octubre 2011	6 de octubre de 2011
Metodología	<p>En cada parcela, entre julio y septiembre se cortan 20 gramos de hojas de 10 ejemplares de <i>Plocama pendula</i> tomadas a más de 1 m del suelo. El material es llevado al laboratorio y pesado en fresco. Posteriormente cada muestra se lava en un vaso de precipitados con 550 ml de agua destilada y se evalúa el color de la muestra en base a la siguiente escala:</p> <p style="text-align: center;">1 = transparente 2 = agua turbia 3 = marrón translúcido 4 = marrón opaco con visión de sombras al trasluz 5 = marrón opaco sin visión de sombras al trasluz</p> <p>El volumen de agua es filtrado una sola vez con un pliego de papel de filtro doblado y previamente secado en estufa (24 horas a 60°C) y prepesado. El filtro es secado en estufa (24 horas a 60 °C), enfriado en una campana de desecación y finalmente pesado para obtener la cantidad de polvo depositado por cada 20 gr de hojas.</p>	
Color del agua	4	3
Polvo	0,2705605 gr / 20 gr de hojas	0,225145 gr / 20 gr de hojas
Observaciones	Piedras del suelo cubiertas de polvo. Vegetación semicubierta. Hojas cortas.	Piedras del suelo cubiertas de polvo. Vegetación semicubierta. Hojas algo más alargadas.

Es imposible comparar nuestros datos con la valoración aportada por el ICIAC¹⁵ en 2007: niveles de deposición bajos. Hemos reducido la distancia de las parcelas a las obras, y la parcela C muestra un 17% más de polvo que la B, lo cual hace pensar que reciben polvo de las obras. Nada extraño y, de momento, no se aprecian en las plantas señales de estrés por este motivo.

¹⁵ ICIAC. 2007. Plan de vigilancia del puerto industrial de Granadilla. Seguimiento de la deposición de partículas (parámetros macroscópicos). ICIAC, Tenerife, Canarias, 6 pp



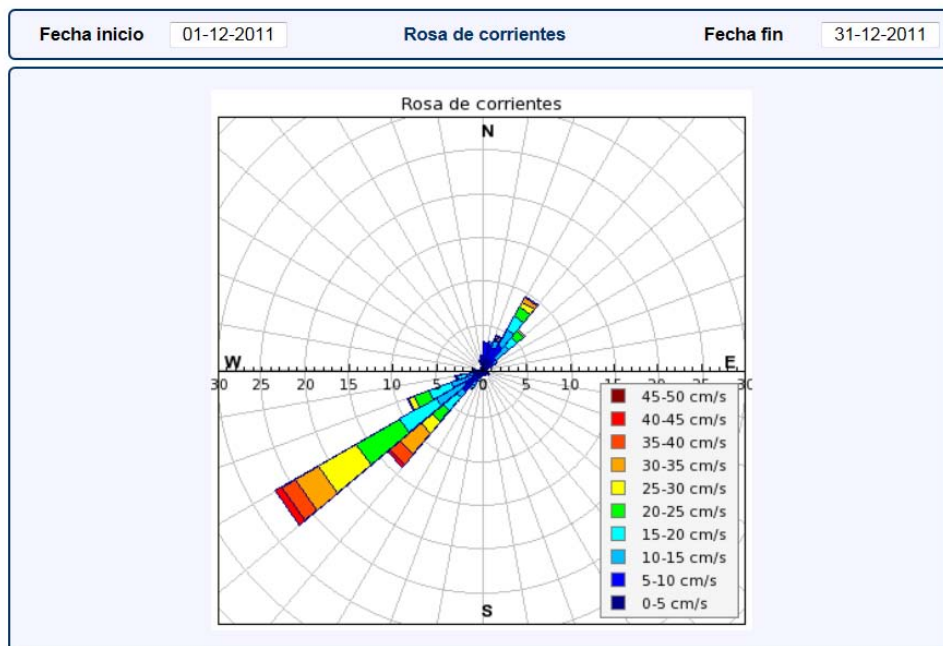
3.5 Dinámica litoral

A raíz del estudio realizado por Instituto de Hidráulica Ambiental "IH Cantabria" (ver apartado 1.3) el conocimiento sobre la dinámica litoral y sedimentaria en el ámbito de Granadilla es mucho más detallado y riguroso que el existente cuando se elaboró el PVA. La nueva información permite ajustar algunos aspectos de los muestreos, mejorar las medidas correctoras planteadas (baipás) o arbitrar otras que mitiguen el impacto en la dinámica sedimentaria. Dicho estudio puede ser consultado en la página web del OAG (descarga de 27Mb).

Los apartados que siguen atienden a la dinámica litoral con relevancia en la presente fase de la obra. Otros aspectos objeto de seguimiento ambiental, como las zonas de acumulación de las arenas y el basculamiento de las playas, recibirán la pertinente atención en fase más avanzada del Proyecto.

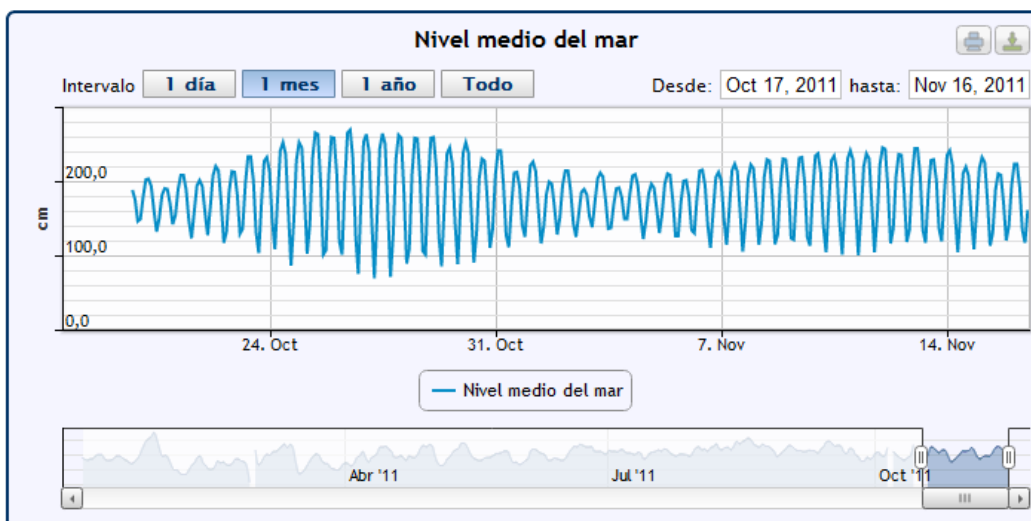
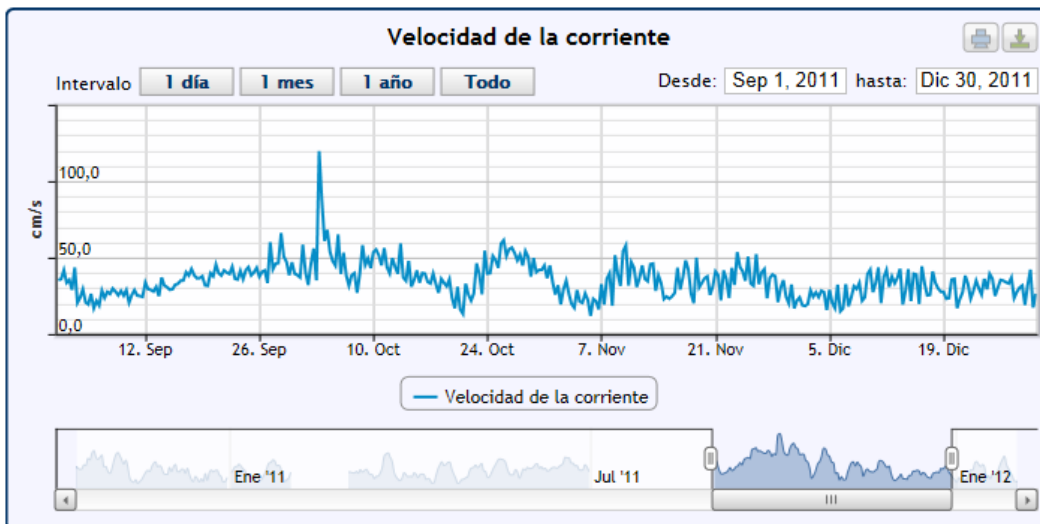
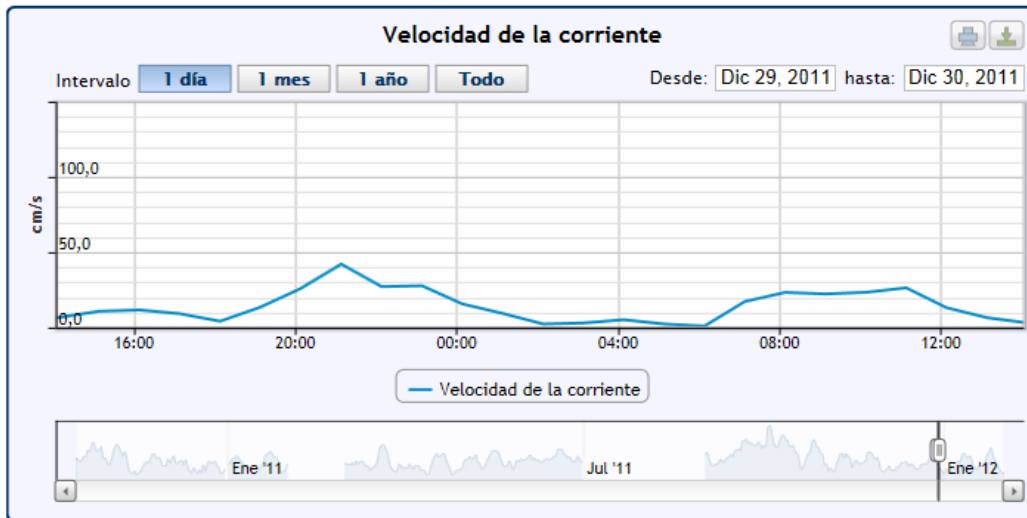
3.5.1 Flujo de la corriente

Los datos que muestran las gráficas adjuntas de la boya oceanográfica-meteorológica del OAG instalada frente a Montaña Pelada, próxima al límite norte de la zec Sebadales del Sur de Tenerife. Como en los casos anteriores, el usuario de la web puede escoger los periodos de análisis a voluntad. Los datos obtenidos se guardan en REDMIC, y han servido, entre otras cosas, para calibrar los modelos predictivos usados por IH Cantabria en su estudio.



La rosa de corrientes indica la dirección hacia la que va la corriente

En las gráficas que siguen se muestra la evolución de la velocidad de la corriente en un día y en cuatro meses, así como su continuo cambio de dirección según las mareas. La información sobre mareas así como sobre el oleaje es registrada por Puertos del Estado, y la página web del OAG ofrece los oportunos vínculos para que puedan ser consultadas. En estos momentos, el mareógrafo de Granadilla está inactivo por mantenimiento, mientras que la boya de oleaje fue robada después de traerse a tierra para realizarle dichas labores.





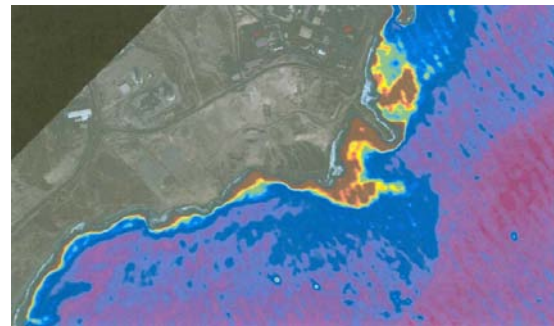
3.5.2 Seguimiento de la pluma de turbidez

La turbidez generada por los materiales vertidos al mar y eventuales dragados durante la construcción de las obras portuarias (y luego, por lavado ulterior) es uno de los principales factores de alteración del medio marino, debido sobre todo a su prolongada persistencia. El continuo aporte de partículas y nutrientes provocará cambios en las condiciones de transparencia de las aguas (reducción de la luz), su composición química, y en el grosor y características de los sedimentos; en definitiva, en la composición y dinámica de las comunidades biológicas de las zonas afectadas. Interesa, pues, conocer el comportamiento y alcance de la pluma para predecir potenciales cambios o asociarlos a ella una vez registrados.

Según se recoge en el PVA de Granadilla, actualizado en 2010, el OAG estudia la dispersión y efecto de la turbidez de varias maneras: mediante trampas de sedimentos (cuatro veces al año), analítica trimestral de aguas en estaciones fijas, muestreo mensual de las condiciones oceanográficas en dichas estaciones, y muestreo cada hora (en tiempo real) con los equipos instalados en una boya emplazada justo delante de la zec Sebadales del Sur de Tenerife.



Septiembre 2011 (sin obras)



Octubre 2011 (con obras)

Figura 24. Imagen provisional comparativa de la concentración de clorofila en la zona del puerto. El color rojo intenso indica mayor concentración (análisis preliminares facilitados por el GPIT).

A estas medidas se ha añadido el seguimiento mediante la interpretación de imágenes del satélite Worldview-2, por resultar más eficaz que los vuelos en avioneta inicialmente propuestos. Dichas imágenes se toman con periodicidad mensual y el OAG colabora con el Grupo de Procesado de Imágenes y Teledetección de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria en la elaboración de algoritmos específicos para interpretar la clorofila y turbidez en las aguas costeras de Granadilla. Estos algoritmos no estarán disponibles hasta marzo de 2012, pero los análisis preliminares permiten reconocer –aunque no cuantificar– la distribución de la turbidez, así como el incremento en la producción de las aguas (aumento de la clorofila).

Todavía es demasiado prematuro para constatar los efectos de la pluma de turbidez¹⁶, más allá del lógico aumento de la producción primaria (el fitoplancton responde muy rápido al insumo de nutrientes) e incremento de la tasa de sedimentación (pendiente de medir), que decrecerá con la distancia a las obras. Los efectos sobre las comunidades bentónicas no directamente sepultadas por las obras, no se han registrado aún, ni pueden anticiparse, pudiendo ser muy variados (fertilización, eutrofización, depresión vegetativa, etc.).

¹⁶ Los nefelómetros con que están equipadas las sondas multiparamétricas registran como turbidez tanto las partículas sólidas en suspensión como al propio plancton, o coloides presentes (que los hay).



Figura 25. Imagen tomada por el satélite Worldview-2 el 1 de diciembre de 2011 en la que se aprecia la pluma de turbidez generada por las obras. La pluma cambia con las corrientes de marea y, en principio, debería mostrar un avance neto hacia el SW siguiendo la dirección de la corriente de Canarias imperante. No obstante, se aprecian flujos y reflujos que pueden estar vinculados a la irrupción de las obras de abrigo del puerto, y cuya evolución requiere tiempo de estudio.

Estación: boya de Granadilla

Con la boya de Granadilla, situada próxima al límite norte de la zec Sebadales del Sur de Tenerife (ver mapa de ubicación en los anexos), se obtiene una serie temporal horaria de medida de la turbidez. El turbidímetro de la boya emplea un nefelómetro y expresa la turbidez en NTU. Al margen del aspecto estético, la calidad de agua se considera excelente si no aumenta más de 5 NTU, buena si no aumenta más de 10 NTU (estándares norteamericanos). Es por encima de valores de 50-100 NTU cuando cabría esperar efectos sobre la biota, si se prolonga el fenómeno. El valor de referencia para aguas limpias en Granadilla es de 0,8-1,9 NTU.



En las gráficas que siguen se muestra la turbidez registrada por la boya del OAG desde el 1 de octubre al 15 de diciembre. Los sensores del turbidímetro fueron limpiados y ajustados el 19 de octubre, con bastante retraso sobre lo planificado, debido al mal estado de la mar y a problemas de mantenimiento. La serie del 1 al 19 de octubre hay que descartarla (sensor o mangueras sucias) y considerar como datos válidos los tomados a partir del día 20. Se han eliminado, eso sí, los valores puntuales anómalos que se originan por fallos en la transmisión o por la presencia ocasional de algún objeto sólido (p.ej. zooplancton) arrastrado por la bomba de succión.

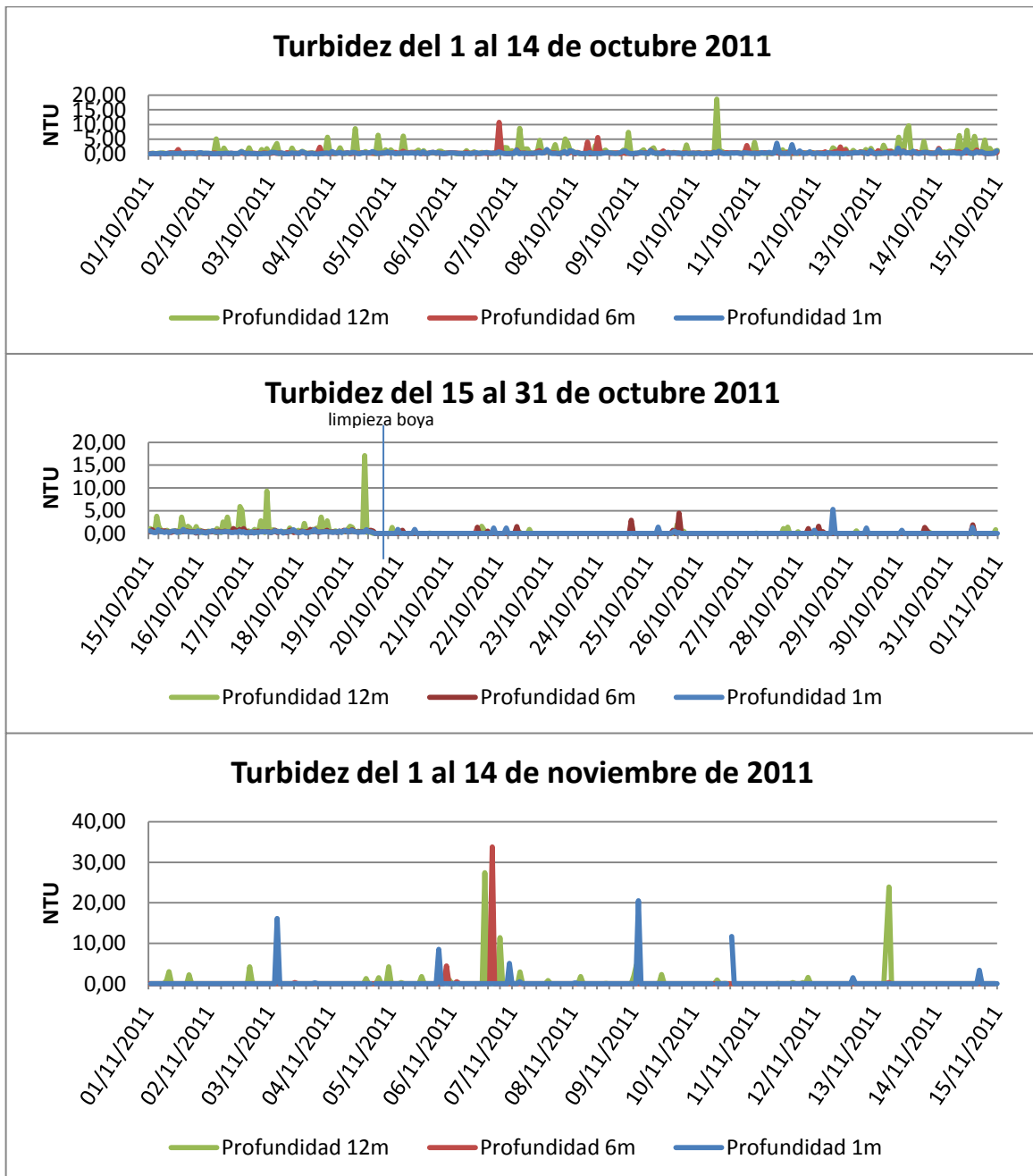


Figura 26. Evolución de la turbidez en la boya de Granadilla (1/10 al 14/11/2011).



En el modelo de boya que emplea el OAG los sensores se encuentran en el cuerpo superior de la boya, en seco, y una bomba se encarga de subir muestras de agua tomadas aproximadamente a -1 m, -6 m y -12 m de profundidad (cambia con las mareas y oleaje), mediante mangueras.

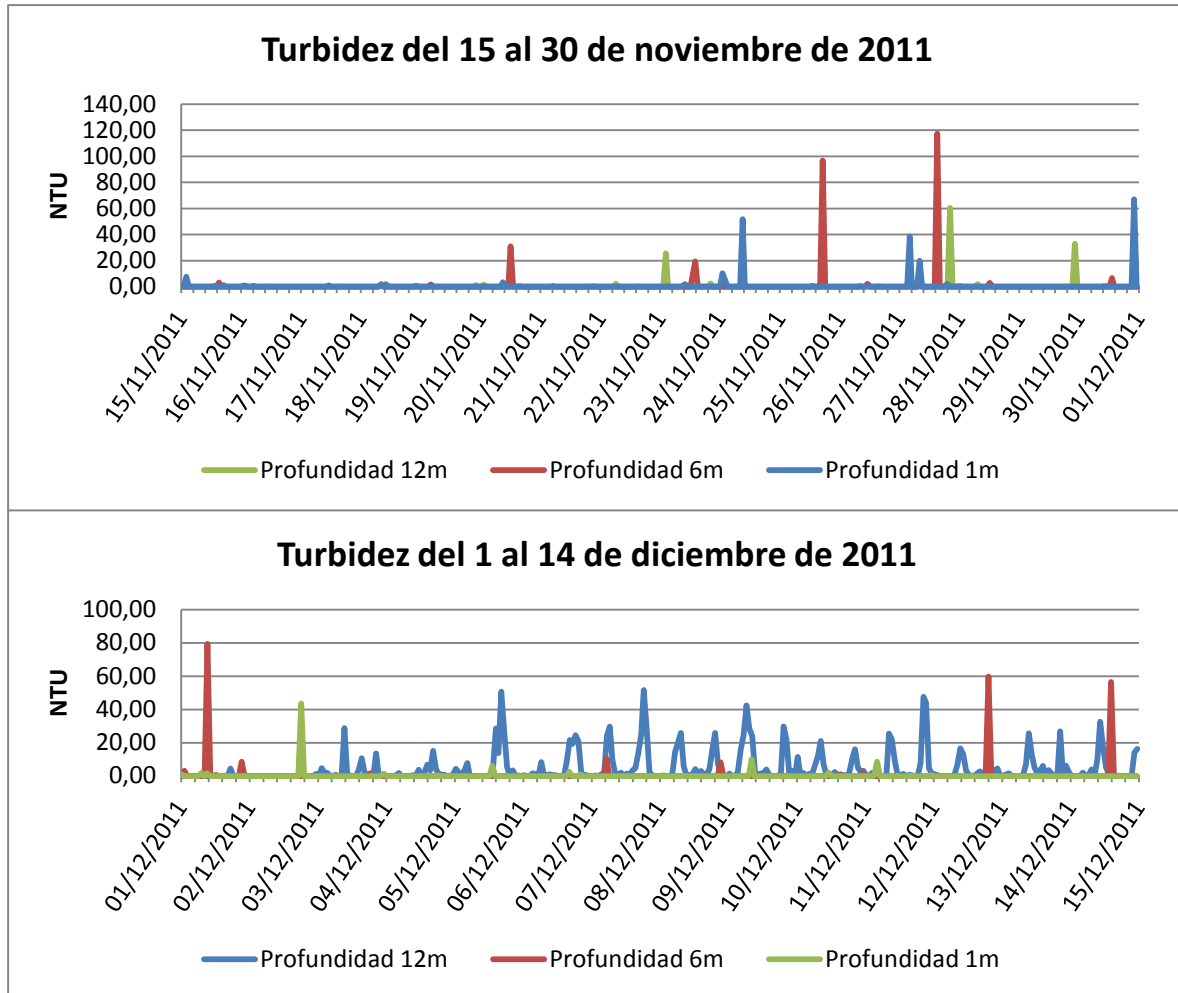


Figura 27. Evolución de la turbidez en la boya de Granadilla (15/11 al 14/12/2011)

El registro irregular con picos alternos, que se aprecia a -12 m a partir del 18 de diciembre, es anómalo y se repite igualmente en otros parámetros (salinidad, oxígeno disuelto, etc.). Ello se debe al desprendimiento de la manguera de succión de la cadena del tren de anclaje donde va sujeta, quedando suelta y alcanzando el fondo en momentos de marea baja (succiona arena). Las condiciones del mar demoraron su arreglo. A partir de 2012, el OAG se va a ocupar directamente del mantenimiento de la boya, atendido hasta ahora por la empresa suministradora con sede en Galicia.

En general, los niveles de turbidez registrados son bajos, propios de aguas limpias o apenas turbias (< 2 NTU) y esta condición se prolonga a lo largo de todo noviembre hasta diciembre. Si la pluma de turbidez llegara a alcanzar la boya de lleno, los registros deberían marcar valores sobre los 15-25 NTU (turbidez media) o muy por encima (turbidez alta), de manera cons-



tante. Es en la última semana de noviembre y en diciembre cuando comienzan a percibirse picos de turbidez probablemente asociados a las obras (hay otras causas plausibles), pero nada que sea continuo ni preocupante. Estos registros ocurren en fecha muy posterior al inicio de los vertidos (3 de octubre) o a cuando fue planteada la denuncia ante La Comisión¹⁷, que motivó un informe del OAG negando los presuntos daños a la zec Sebadales del Sur de Tenerife debidos a las obras (ver apartado 3.2.3).

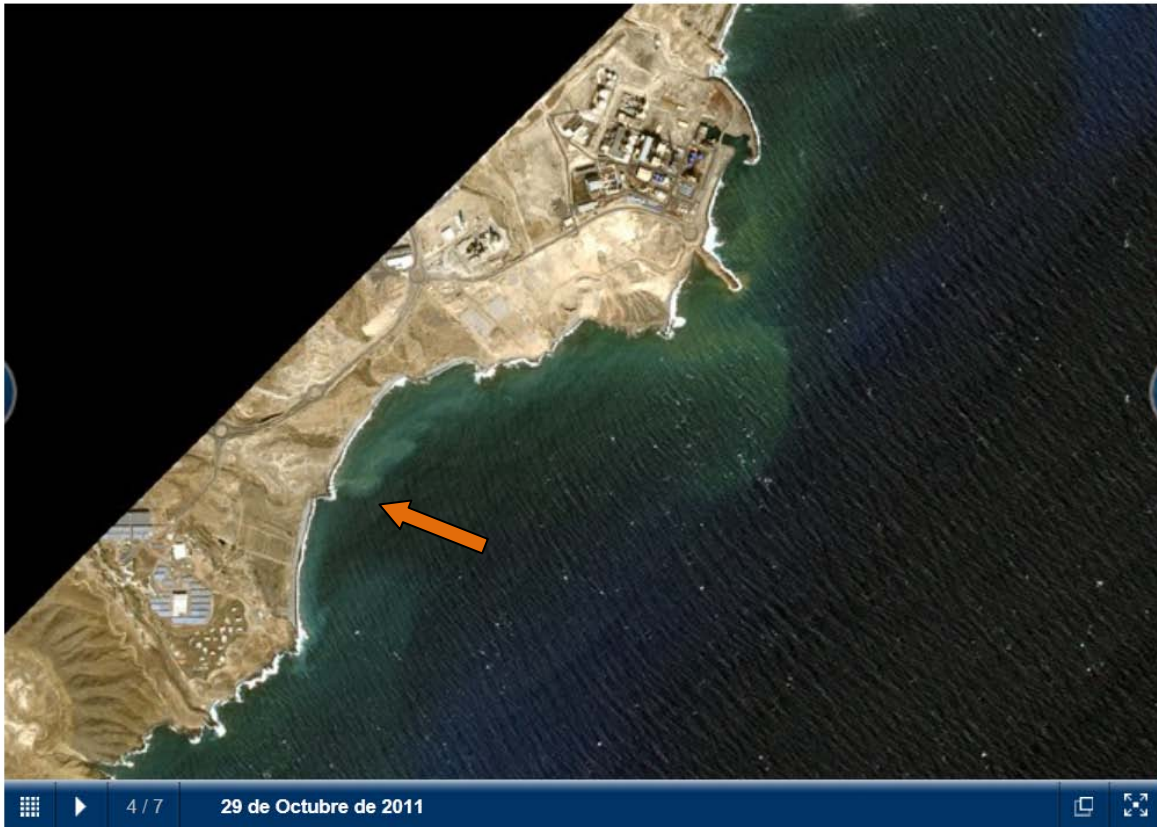


Figura 28. Presencia de turbidez ajena a las obras, generada en el extremo de la playa del Medio

Mapa de turbidez

Una vez se obtengan los algoritmos en los que trabaja el Grupo de Procesado de Imágenes y Teledetección de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria se podrán interpretar las imágenes de satélite y generar cartografías mensuales cuantificadas de la turbidez y clorofila. En diciembre de 2011 y comienzos de 2012, se han recogido muestras de agua el mismo día que el satélite toma las imágenes, para analizar ambos parámetros y poder calibrar los algoritmos con valores reales. También se han hecho mediciones radiométricas de precisión *in situ*, en colaboración con el Departamento de Física de la Universidad de La Laguna. Los mapas mensuales serán expuestos en la página web del OAG de modo regular.

¹⁷ Tal vez los denunciantes interpretaron mal la imagen de satélite colgada en la web del OAG (ver Figura 25), atribuyendo los fondos claros (arenales, confitales y blanquiales) que en este tipo de imagen se pueden apreciar bien a pesar de la profundidad, como si fueran todos ellos manchas de turbidez generada por las obras.



3.5.3 Tasas de sedimentación marina

Para medir la tasa de sedimentación, se han dispuesto captadores de sedimentos en nueve estaciones a lo largo de la costa de Granadilla (ver mapa de ubicación en el Anexo). Durante la fase previa (2007-2009) se realizaron algunas mediciones no muy fiables, cuyos valores van de 1,75 a 35,38 gr²/m² /día. A efectos del seguimiento es preferible tomar los primeros datos registrados por el OAG justo antes del comienzo de las obras en el mar.

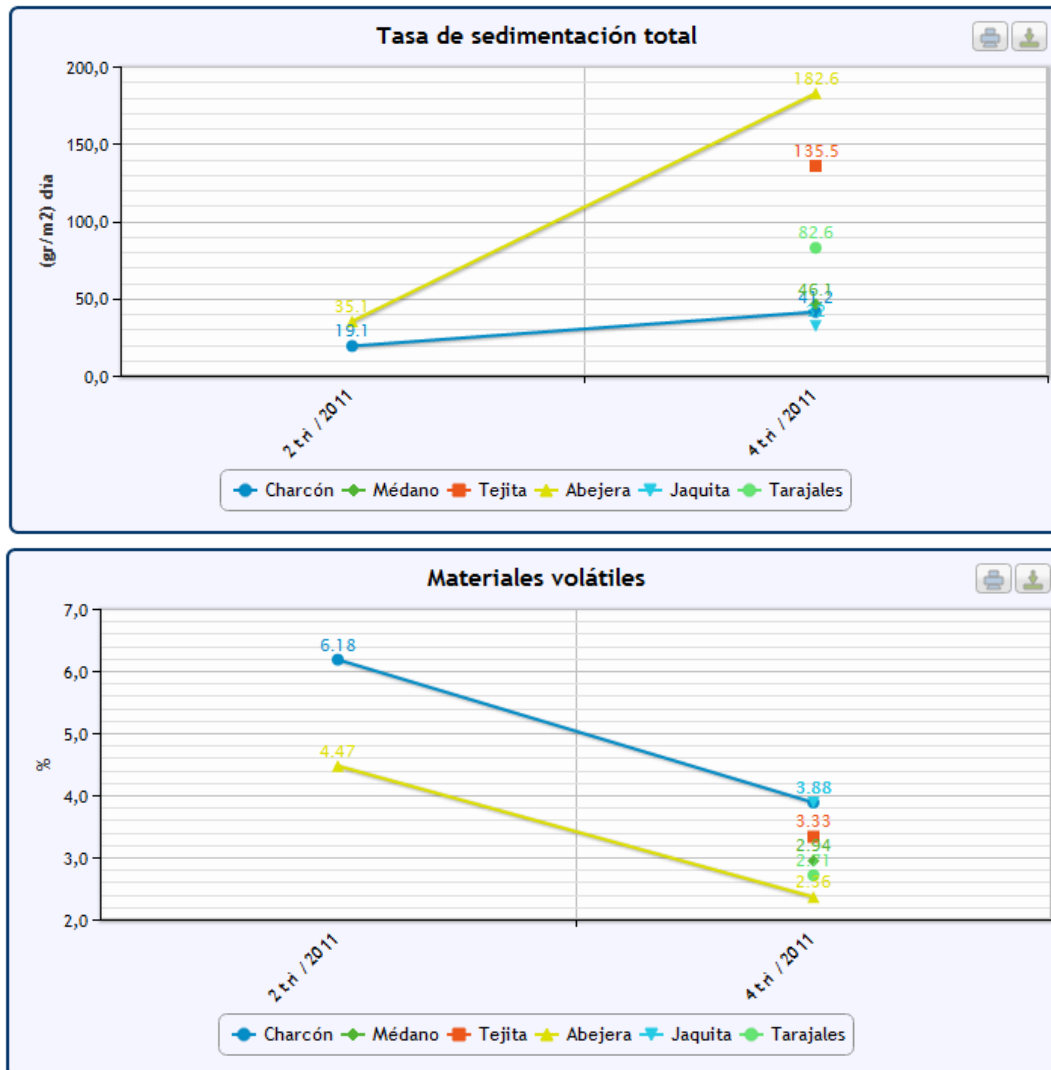


Figura 29. Tasa de sedimentación total y de materiales volátiles (porción orgánica).

La frecuencia de recogida de las muestras es trimestral. La localización de los captadores está resultando dificultosa, a pesar de estar referenciados con GPS. El OAG estudia un modo de aumentar la probabilidad de encontrar las trampas, aunque tampoco se puede descartar que hayan sido objeto de vandalismo o desplazamiento fortuito por embarcaciones de recreo o pesca. Tal es el caso de tres estaciones que ya fueron repuestas. La serie de datos es muy corta para extraer conclusiones, aunque la estación Abejera al SW de las obras, ha quintuplicado su tasa de sedimentación (y reducido el porcentaje de volátiles), lo cual era previsible.



3.6 Calidad de aguas

Un objetivo usual en todo plan de vigilancia de obras en el medio marino es el seguimiento de la calidad de las aguas para conocer en qué medida se ve afectada, y constatar su ulterior evolución. El término de calidad refiere en el caso de Granadilla tanto a las condiciones ecológicas (con la naturaleza en mente) como a las ambientales (con el bienestar humano como objetivo). En el primer sentido, revisten especial importancia las aguas que discurren por efecto de la corriente hacia la zec Sebadales del Sur de Tenerife, situado a 1,7 km hacia el sur.

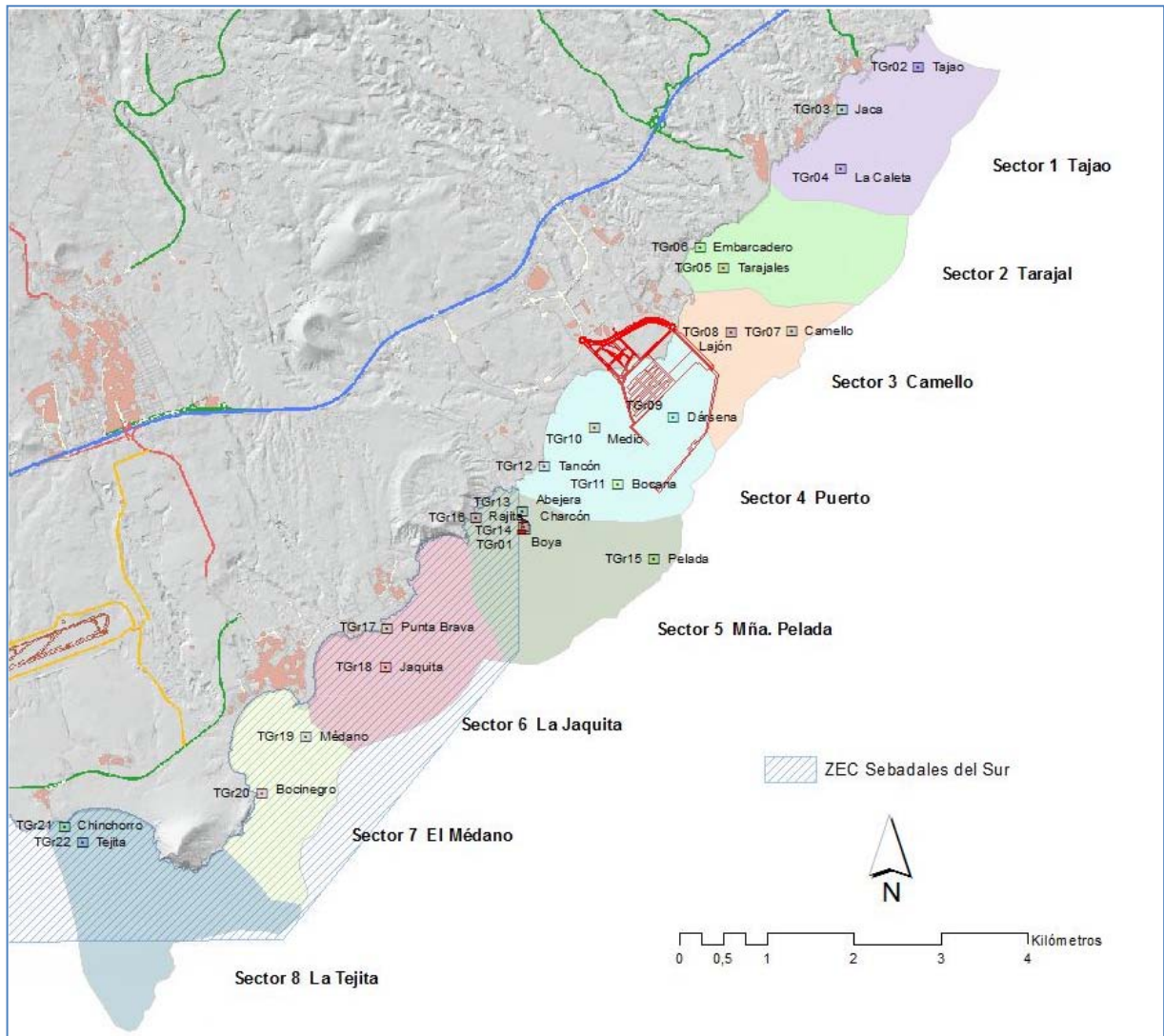


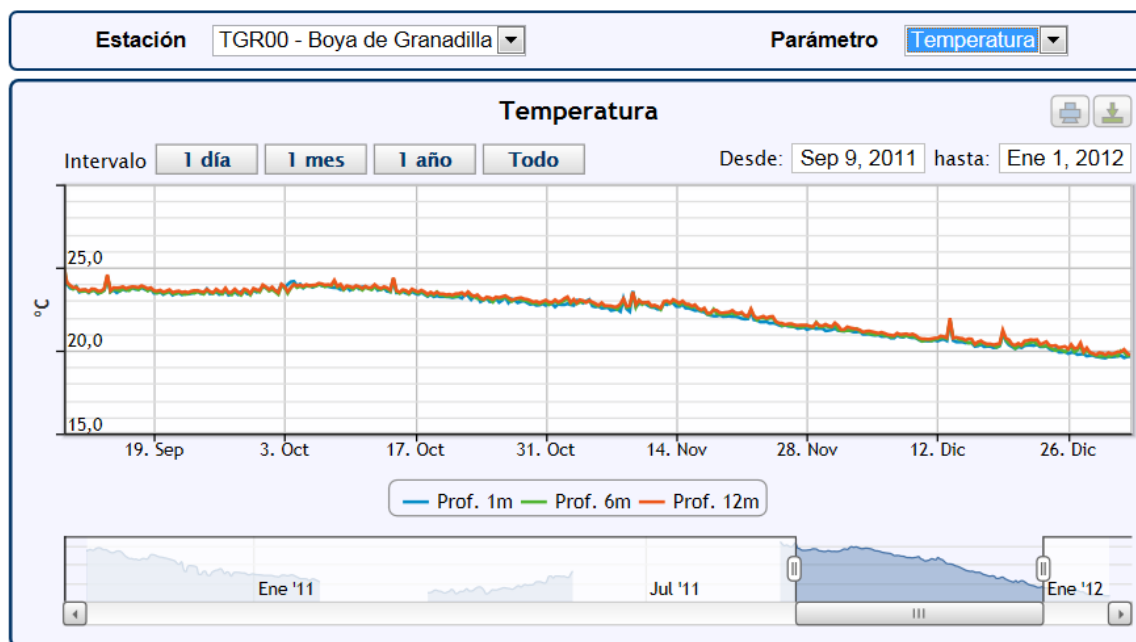
Figura 30. Ubicación de las estaciones de muestreo de aguas y boya oceanográfica del OAG.

El OAG ha sectorizado la costa de Granadilla en una extensión de 13 km, estableciendo estaciones de muestreo en cada sector, además de contar de forma permanente con los datos horarios que emite la boya oceanográfica equipada con instrumentos analíticos, situada justo junto al límite NE de la zec objeto de especial atención. Los datos oceanográficos se miden cada mes con sonda multiparamétrica, la analítica química se realiza con carácter trimestral, y la de contaminación microbiológica una vez al año.



3.6.1 Parámetros oceanográficos

El volumen de datos que se genera es importante. En la página web del OAG se han dispuesto visores pareados que permiten seleccionar la estación y el parámetro, y así comparar la evolución en el tiempo (también definible). En un CD anexo a este informe, se incluyen las tablas con los valores obtenidos en 2011, así como copia de las analíticas recibidas de los laboratorios. Mostramos aquí algunos ejemplos (datos del último trimestre).

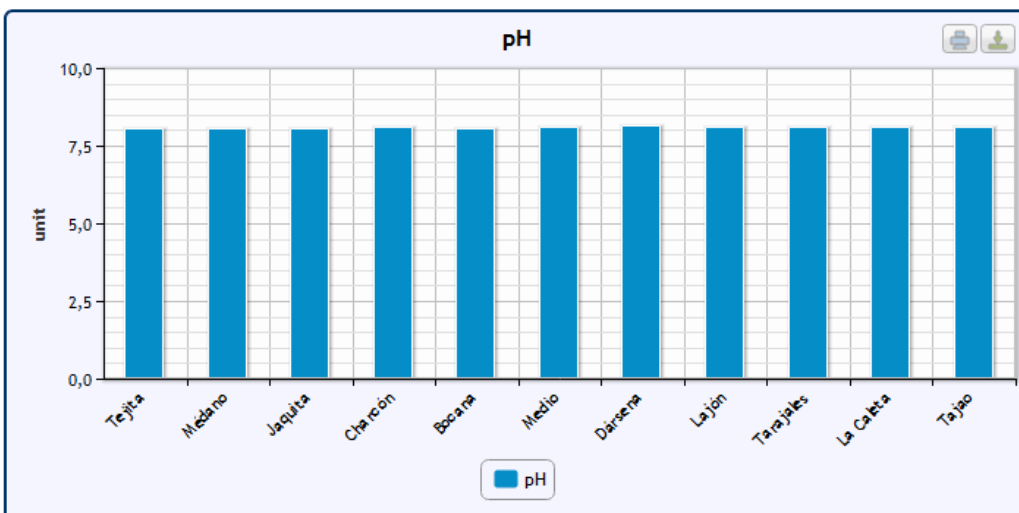
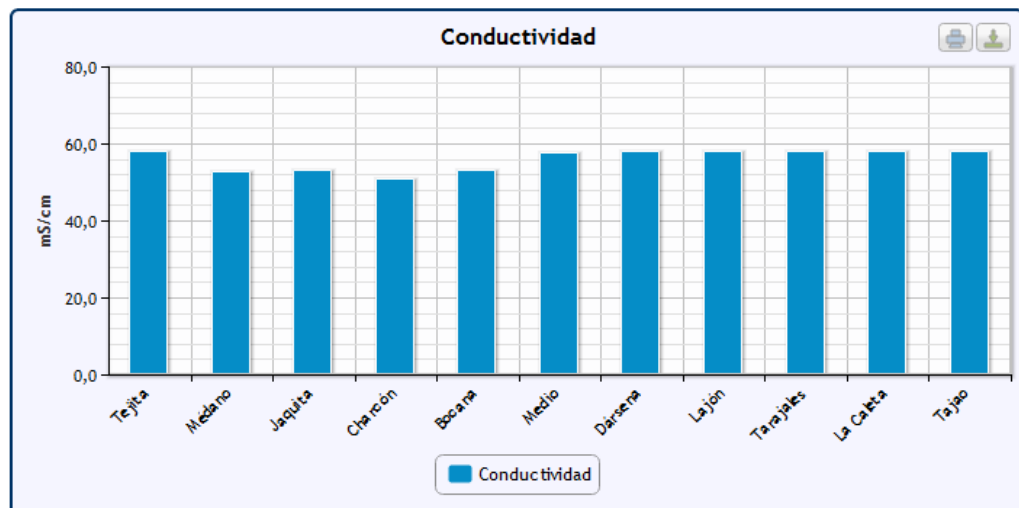
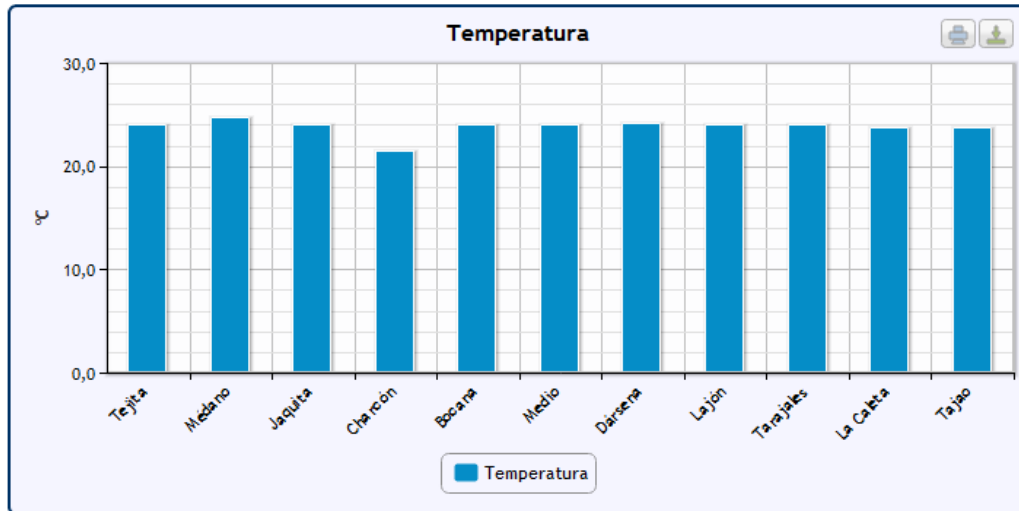


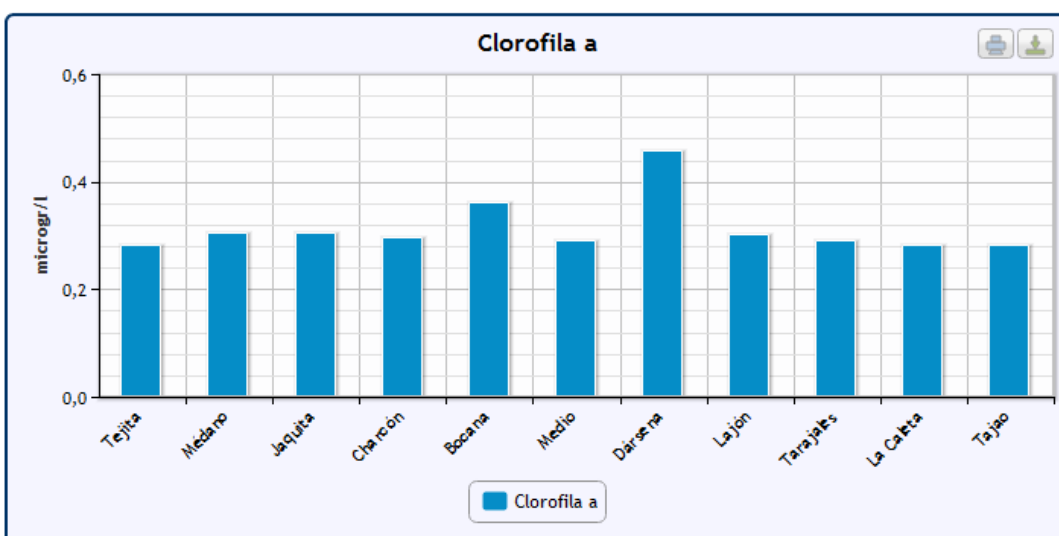
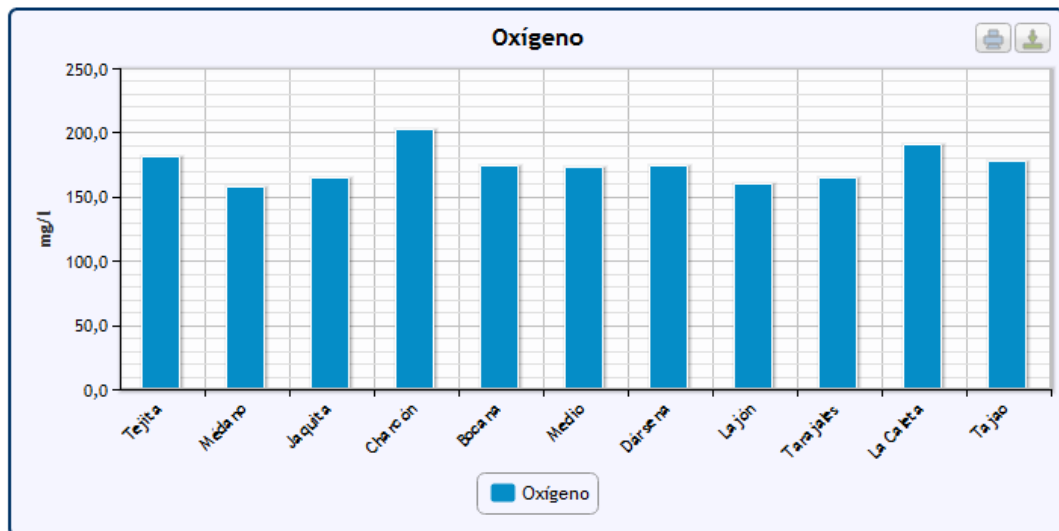
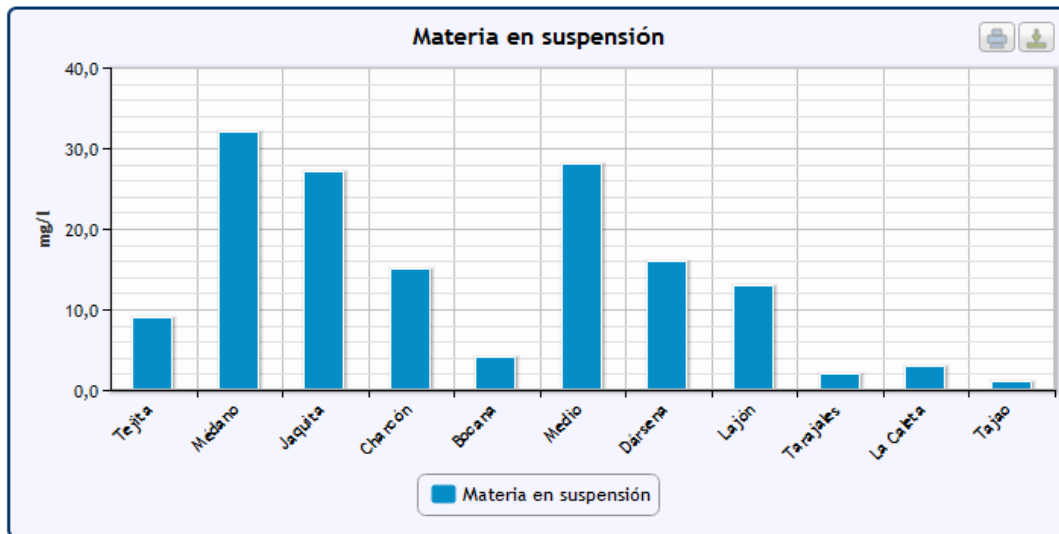
Las últimas temperaturas registradas durante la vigilancia en fase previa reflejaron una elevación anómala de la temperatura otoñal-invernal en el año 2010, que parece repetirse en 2011 (¿cambio climático?). El resto de los parámetros oceanográficos no muestra variaciones fuera de lo normal.

3.6.2 Concentración de clorofila

La concentración de clorofila en las aguas es un indicador de la producción biológica de las algas, bacterias y otros organismos fotosintéticos, de la que, en definitiva, depende toda la vida marina. En Canarias, la concentración de clorofila en aguas abiertas es baja, del orden de 0,1-0,2 mg/m³, que es lo normal en estas latitudes del Atlántico, y solo en la proximidad de la costa, debido a los aportes terrígenos, o en zonas de afloramiento de aguas frías profundas ricas en nutrientes, se eleva esta concentración. También se producen explosiones temporales de plancton cuando el mar se fertiliza con el polvo acarreado por las incursiones de aire sahariano.

El vertido de materiales al mar con ocasión de las obras de abrigo del puerto, conlleva un aumento de los nutrientes que se ve reflejado en un incremento de la concentración de clorofila, y ello es objeto de seguimiento por parte del OAG. Los mapas de concentración de clorofila en la costa de Granadilla se presentarán con regularidad mensual a partir de marzo o abril, una vez se disponga de los algoritmos calibrados para la interpretación de las imágenes de satélite (ver ensayos provisionales en la Figura 24). La presencia de plancton también afecta a la turbidez.

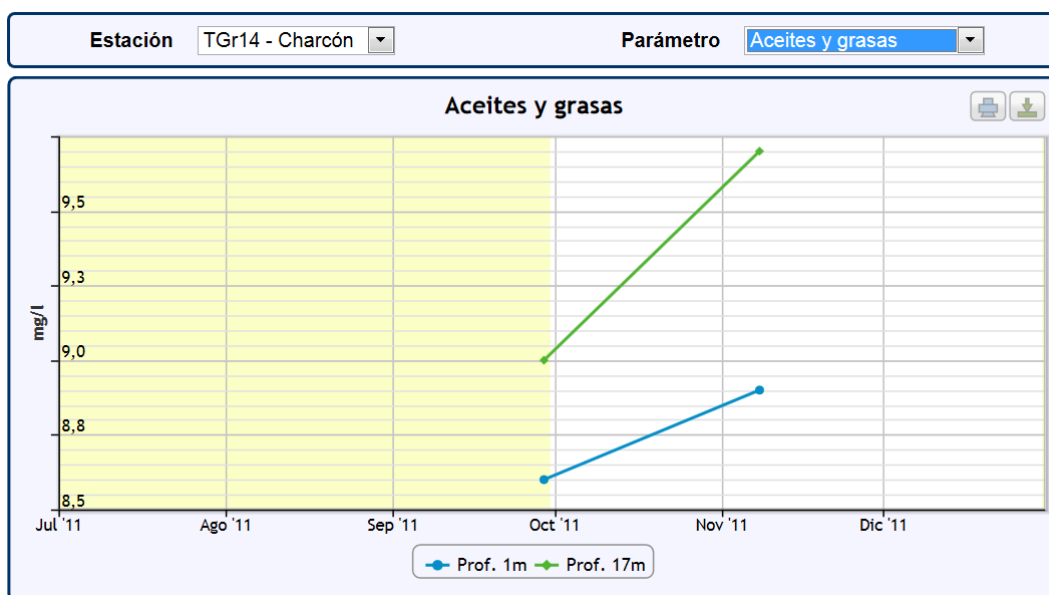
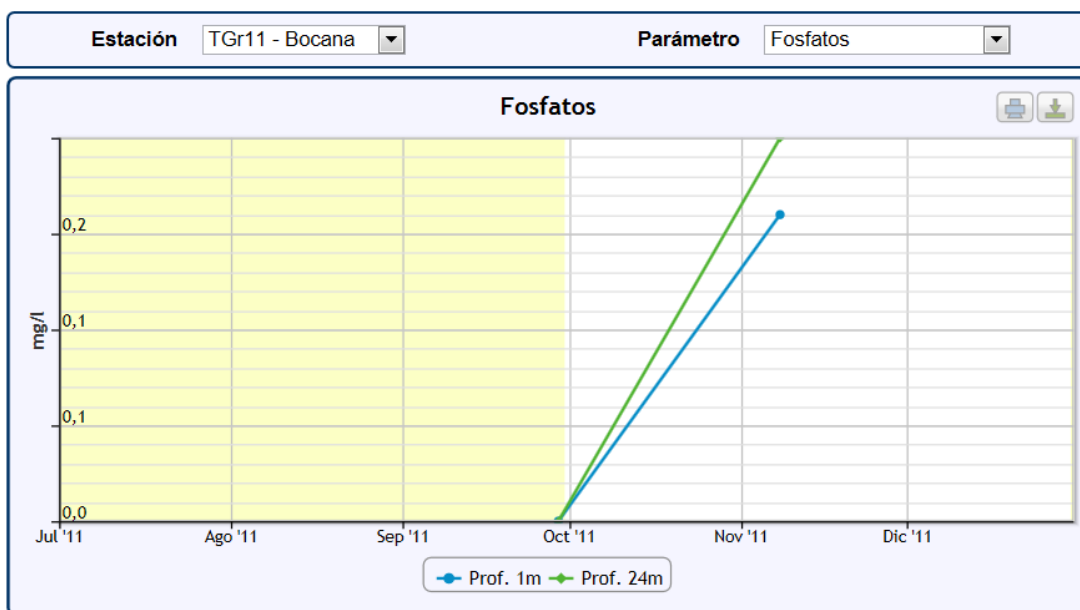






3.6.3 Parámetros químicos y contaminantes orgánicos

Las aguas en Granadilla son oligotróficas y los niveles de referencia de contaminación química y microbiológica son muy bajos o nulos, reflejando una composición normal de aguas en estado de conservación favorable, en Canarias. Al no haberse detectado concentraciones preocupantes, se ha descartado continuar con el análisis de metales pesados en agua, haciendo su seguimiento en los sedimentos, que es donde se acumulan, de haberlos. En caso de detectarse contaminación se reanuda el análisis en agua. Los límites superior e inferior que aparecen en algunas gráficas en relación con parámetros determinados son de carácter orientador y se han tomado de la Dirección General de Aguas (2006). *Condiciones de referencia: límites entre clases de calidad para las masas de aguas costeras. Directiva marco del agua. Comunidad Autónoma de Canarias.*



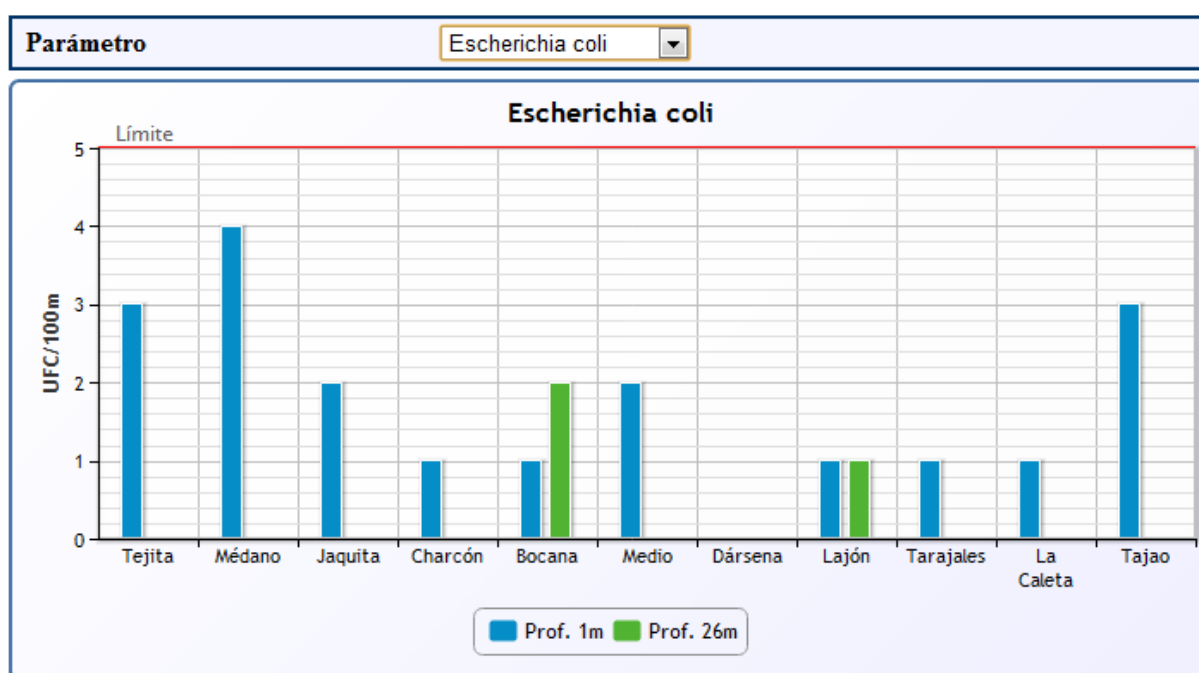


El incremento observado en algunos nutrientes es lógica consecuencia de los vertidos realizados, ya que una parte del material empleado contiene proporciones variables de tierra edáfica. Este es el caso, sobre todo, del material procedente de la excavación de la propia zona portuaria que, además del escaso suelo cobertor (aridisoles), incorpora las capas de suelo fósil que hay en profundidad, y que pueden ser varias. De hecho, se está produciendo una fertilización de las aguas con estos aportes. Tal como se comentó en el epígrafe anterior, este es el origen del aumento en clorofila, reflejando una proliferación del plancton cuyo factor ecológico limitante suele ser la escasez de hierro o fósforo en el agua.

Sería útil conocer qué efectos tienen las escorrentías de los barrancos o los aportes de polvo, tanto desde tierra como con las irrupciones de polvo sahariano. Es probable que a lo largo del periodo de seguimiento de las obras se produzcan tales circunstancias y puedan ser evaluadas en aguas libres del efecto de las obras.

3.6.4 Contaminación microbiológica

De cara a la salud humana, y para prevenir enfermedades gastrointestinales, suele hacerse un seguimiento de la concentración de enterobacilos en las aguas de baño. Si bien las aguas portuarias no son de baño, existen zonas en el ámbito de las obras que sí lo son y por ello el PVA de Granadilla incluye la monitorización de colibacilos totales y fecales.



En este sentido, no deberían superarse concentraciones de 185 UFC/100 ml de enterococos o 500 UFC/100 ml de *Escherichia coli* (Directiva 2006/7/CE). En aguas marinas libres y no contaminadas lo normal es la ausencia de enterobacilos o concentraciones inferiores a 35 UFC/100 ml. De momento, no se han detectado enterococos ni se han superado estos límites para *Escherichia*.



3.6.5 Evaluación general de las aguas

Al final de cada semestre el OAG procede a hacer una valoración general del estado de conservación de las aguas según los sectores establecidos, generando mapas sintéticos que se pueden consultar en la página web en un visor de carrusel (secuencia histórica). Las categorías empleadas¹⁸ obedecen a criterios de estado y dinámica ecológicos.

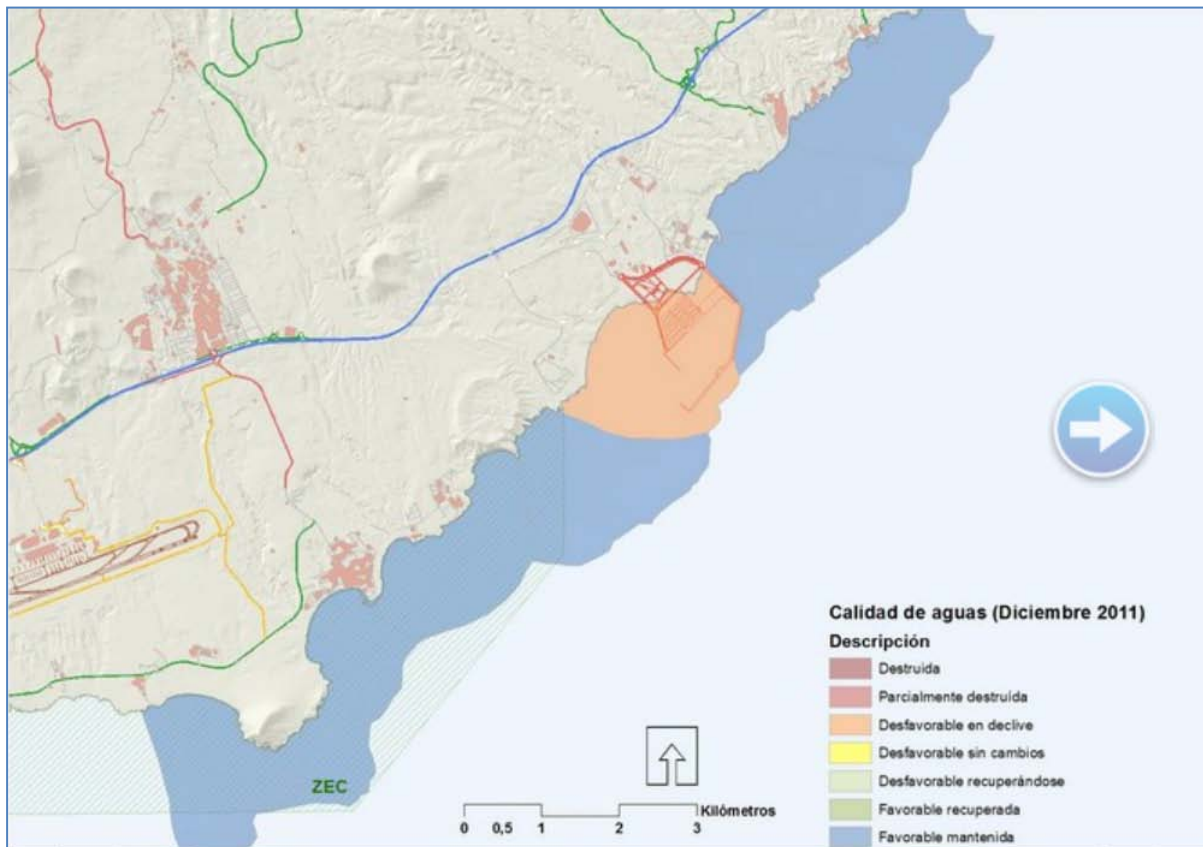


Figura 31. Mapa de calidad de aguas, a diciembre de 2011.

Sector	1 Tajao	2 Tarajal	3 Camello	4 Puerto	5 Pelada	6 La Jaquita	7 El Médanc	8 La Tejita
30-jun-2011	6	6	6	6	6	6	6	6
31-dic-2011	6	6	6	2	6	6	6	6
Código	Color	Descripción						
6		Favorable mantenida						
5		Favorable recuperada						
4		Desfavorable recuperándose						
3		Desfavorable sin cambios						
2		Desfavorable en declive						
1		Parcialmente destruida						
0		Destruida						

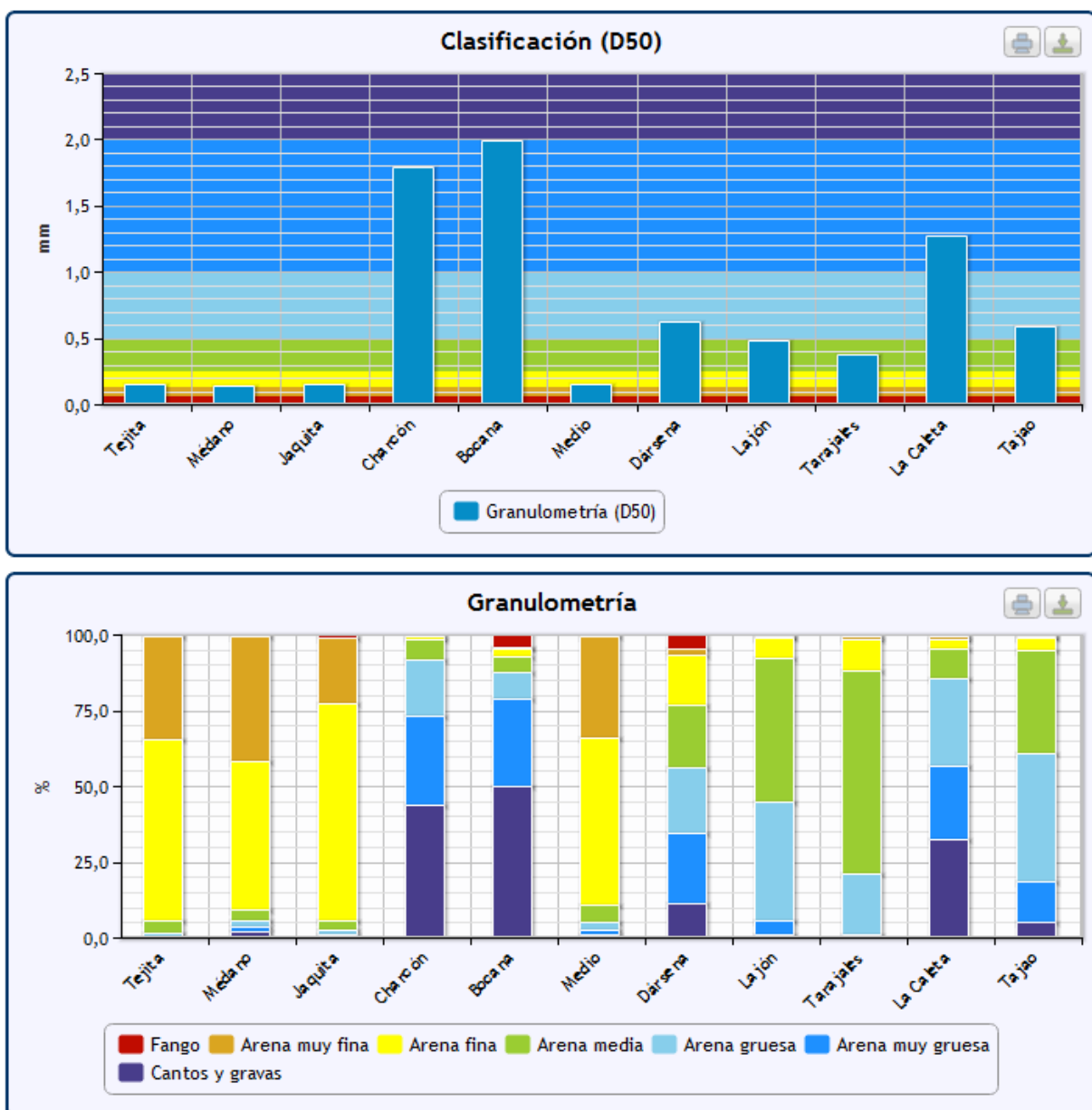
¹⁸ Davies, J., Baxter, J., Bradley, M., Connor, D., Khan, J., Murray, E., Sanderson, W., Turnbull, C. & Vincent, M. (2001). *Marine monitoring handbook March 2001*. Peterborough: Joint Nature Conservation Committee.



3.7 Calidad de sedimentos

Además de monitorizar la tasa de sedimentación en los distintos sectores de la costa de Granadilla (ver dinámica litoral, apartado 3.5.3), el plan de vigilancia plantea un seguimiento de la composición granulométrica y química de los sedimentos, y de la eventual presencia de contaminantes, todo ello de cara a conocer su evolución natural y en qué medida se ven afectados por las obras del puerto. El OAG muestrea trimestralmente en las mismas once estaciones que se emplean para la monitorización de la calidad de aguas, de modo que se pueda obtener una visión más integrada de lo que sucede en el medio. La analítica de contaminación microbiológica, prevista con carácter anual, se ha descartado de la presente fase de vigilancia.

3.7.1 Granulometría

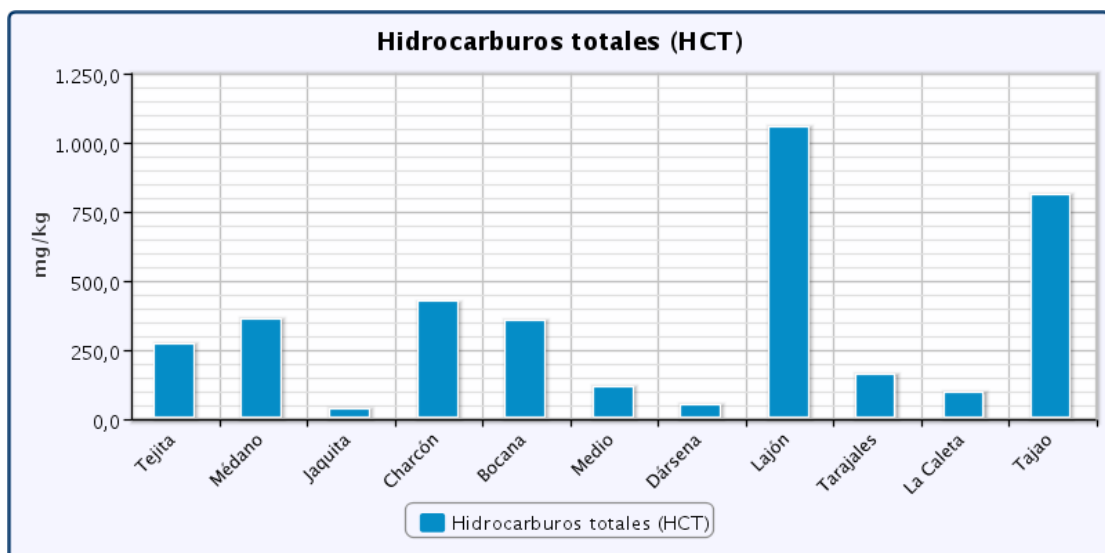
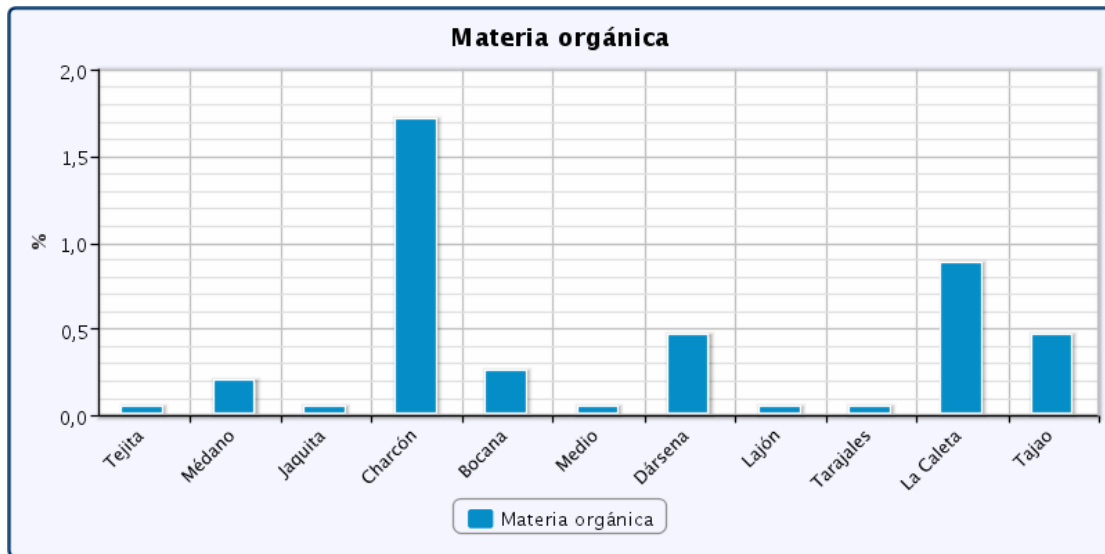


Datos del tercer trimestre de 2011



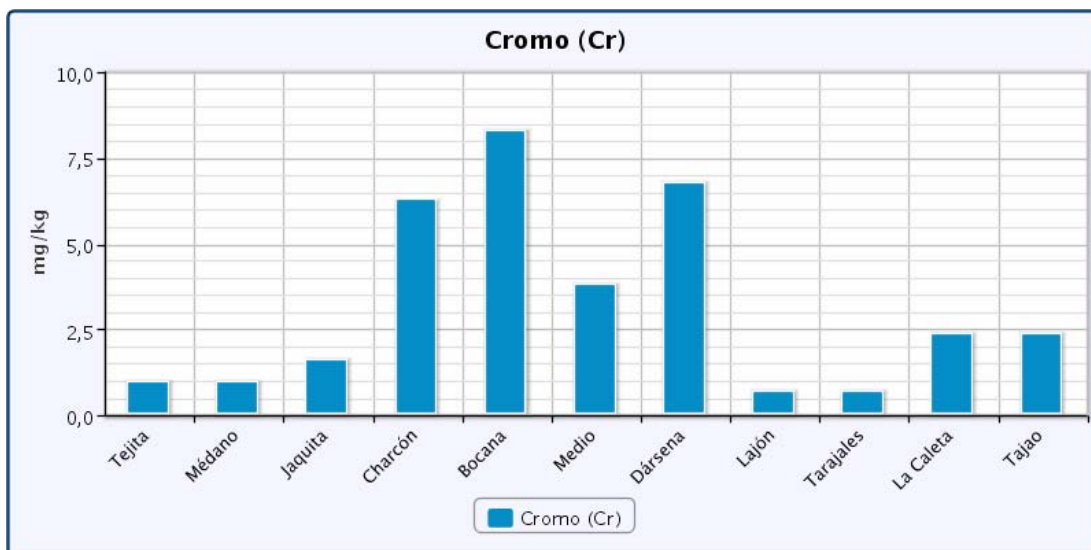
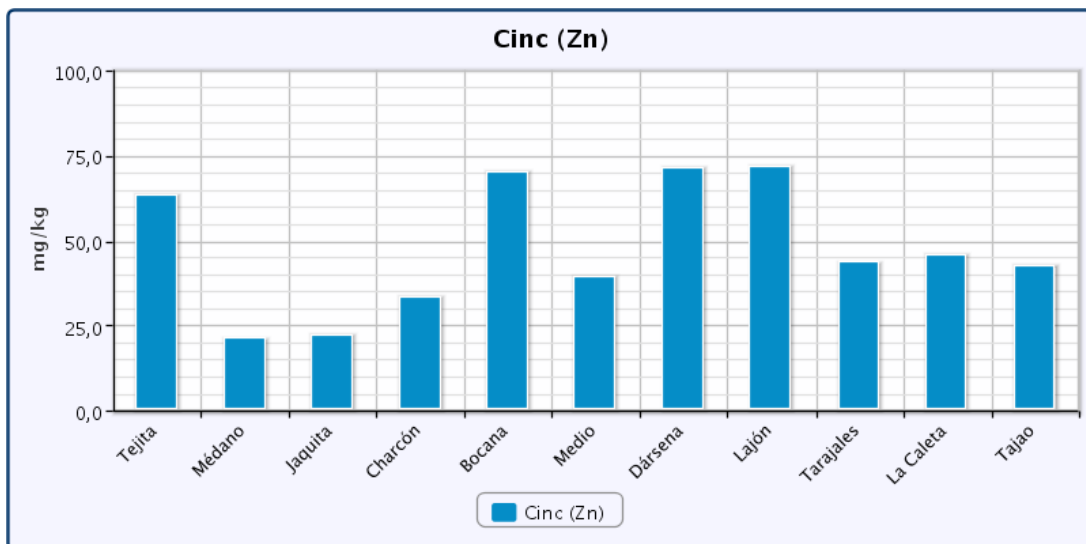
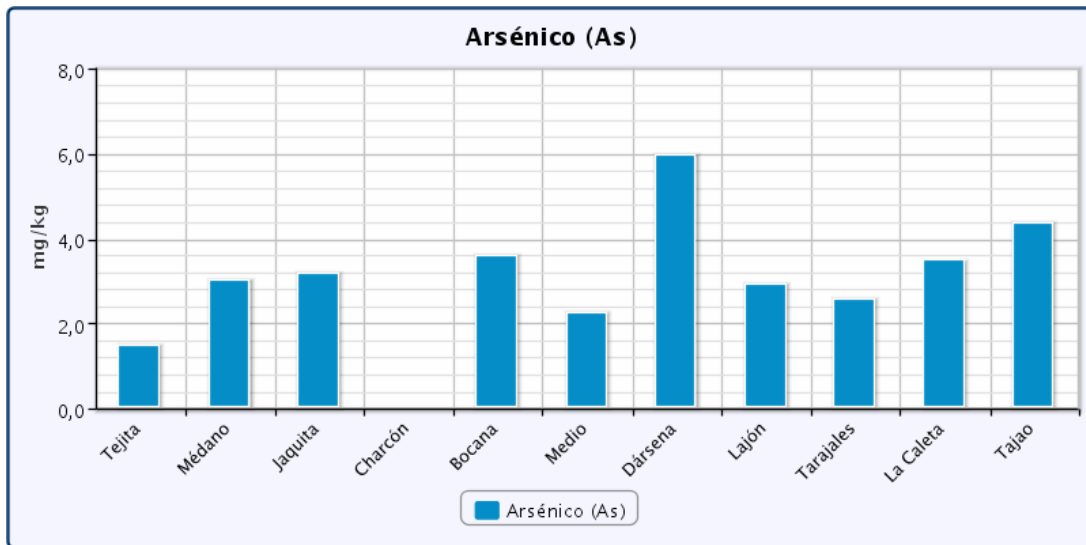
3.7.2 Parámetros químicos

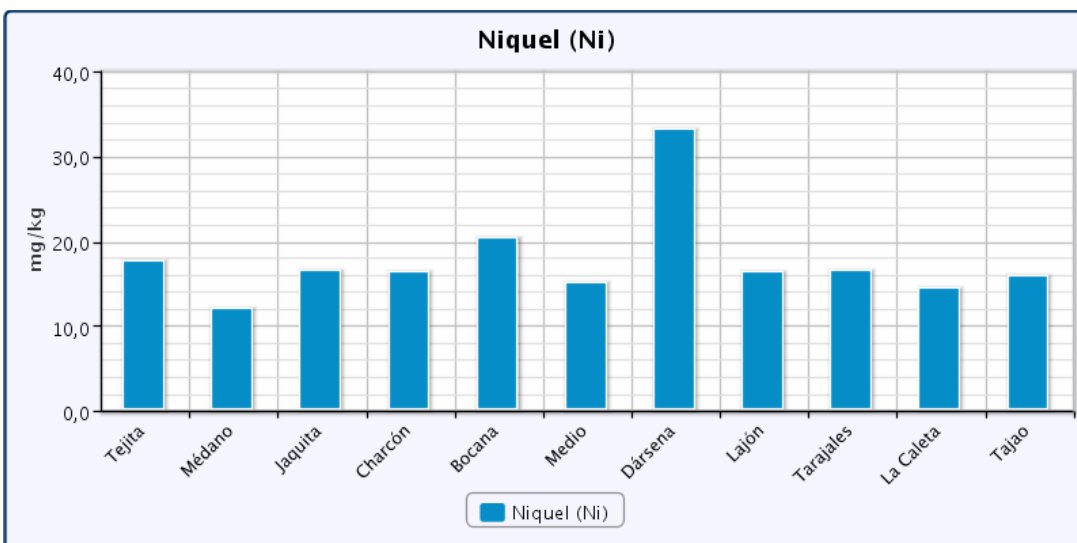
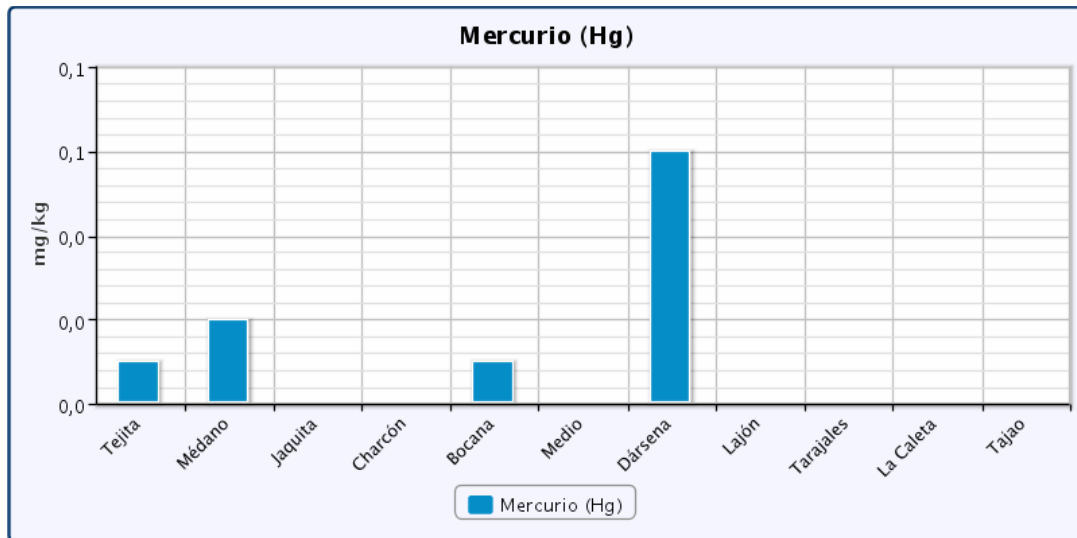
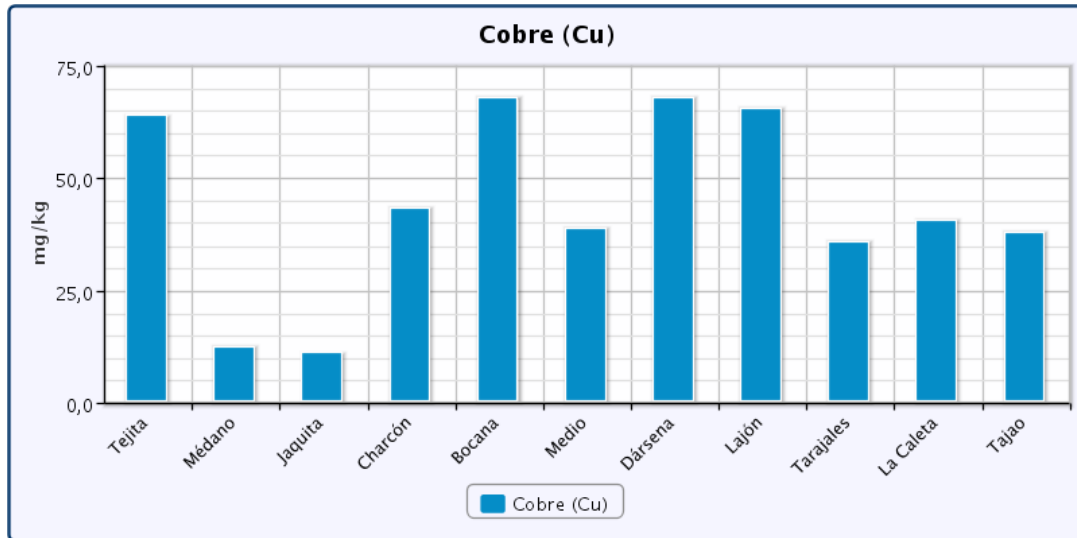
La analítica química ordinaria de los sedimentos contempla además de nutrientes y materia orgánica, la presencia de hidrocarburos, grasas y aceites, como principales contaminantes. Se ha descartado el seguimiento de compuestos organofosforados de uso común en pesticidas, por tratarse el agrícola de un uso no vinculado a las obras objeto de vigilancia, o a la actividad portuaria. El alto valor de materia orgánica detectado en el Charcón proviene de un emisario próximo. También se ha registrado presencia residual de hidrocarburos, pero poco significativa.

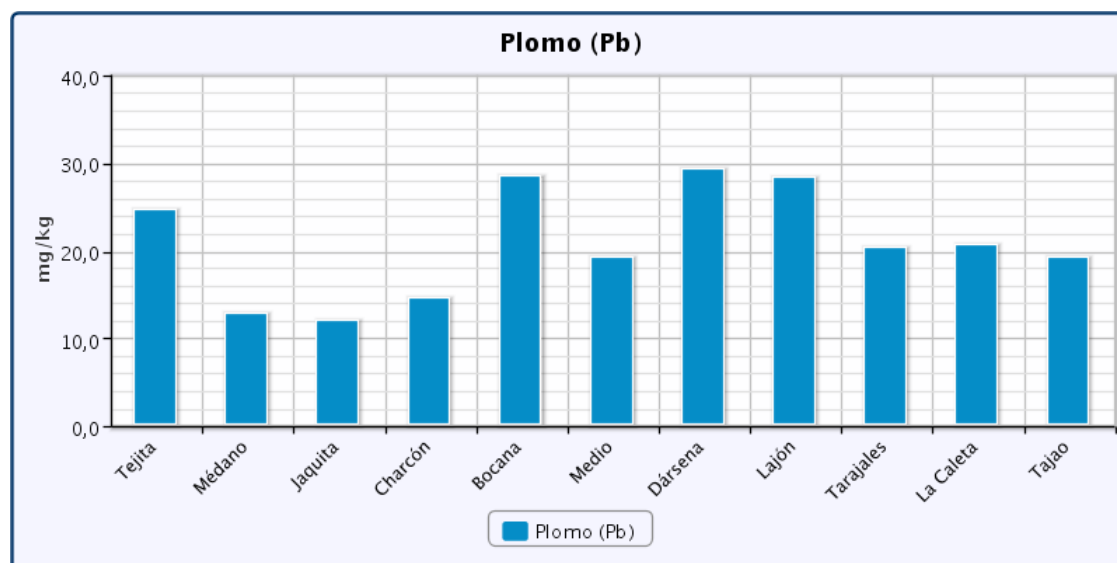


3.7.3 Metales pesados

Los metales pesados disueltos precipitan en un medio básico (pH 8,3-8,4) por lo que su seguimiento en las aguas se ha descartado, centrándose en los sedimentos que es donde se acumulan los metales. La frecuencia de muestreo se ha aumentado a 4 veces al año. Se muestran aquí los valores del tercer trimestre ya que aún se están procesando los del cuarto trimestre.







3.7.4 Evaluación general de los sedimentos

Los valores de los parámetros químicos (no se han representado todos) caen dentro de lo normal para sedimentos en la zona, y es de esperar que los cambios se produzcan más adelante, a medida que avanzan las obras.

En relación con los metales pesados, se trata de valores bajos y se aprecian mayores concentraciones cerca de las poblaciones (El Médano) o donde se realizan operaciones de descarga de hidrocarburos (La Tejita), así como en la proximidad de las obras (Bocana y Dársena) cuya analítica muestra niveles de mercurio, níquel, cromo y arsénico superiores a los de las demás estaciones, circunstancia que, **dada las fechas, no puede** estar asociada a los vertidos de materiales para la construcción de las obras de abrigo. No obstante, se trata de niveles bajos y no hay motivo de alarma. También habrá que analizar la composición del vertido (ajeno a la obra) localizado en el extremo de la playa del Medio, ya que desconocemos desde cuándo viene funcionando y si es el origen de la presencia de algunos de los metales pesados registrados. Cabe destacar que no se ha detectado presencia de cadmio en El Médano y Cuevas del Trigo, metal que estaba presente en 2007.

En la evaluación química de la calidad de los sedimentos se sigue el principio de mantenimiento del estado actual (*Standstill Principle*), según el cual la concentración de los contaminantes no debe aumentar de forma significativa (NAS) en el tiempo. Según la ROM 5.1 se considera significativo cuando el incremento del valor medio anual de la concentración de la sustancia es superior al 50% del valor obtenido en la campaña de establecimiento de valores de referencia.

A falta de la analítica del último trimestre, el mapa de evaluación general elaborado para la calidad de agua (Figura 31) es equivalente y aplicable a la calidad de los sedimentos.



3.8 Biodiversidad marina

El seguimiento de la biodiversidad marina en la zona de influencia del puerto de Granadilla se centra en las comunidades intermareales (de charcos), las bentónicas (de fondo) y las pelágicas (mar libre), además de prestar especial atención al estado de salud del sebadal y la contaminación de los seres marinos. En todos los casos el seguimiento es de carácter semestral.

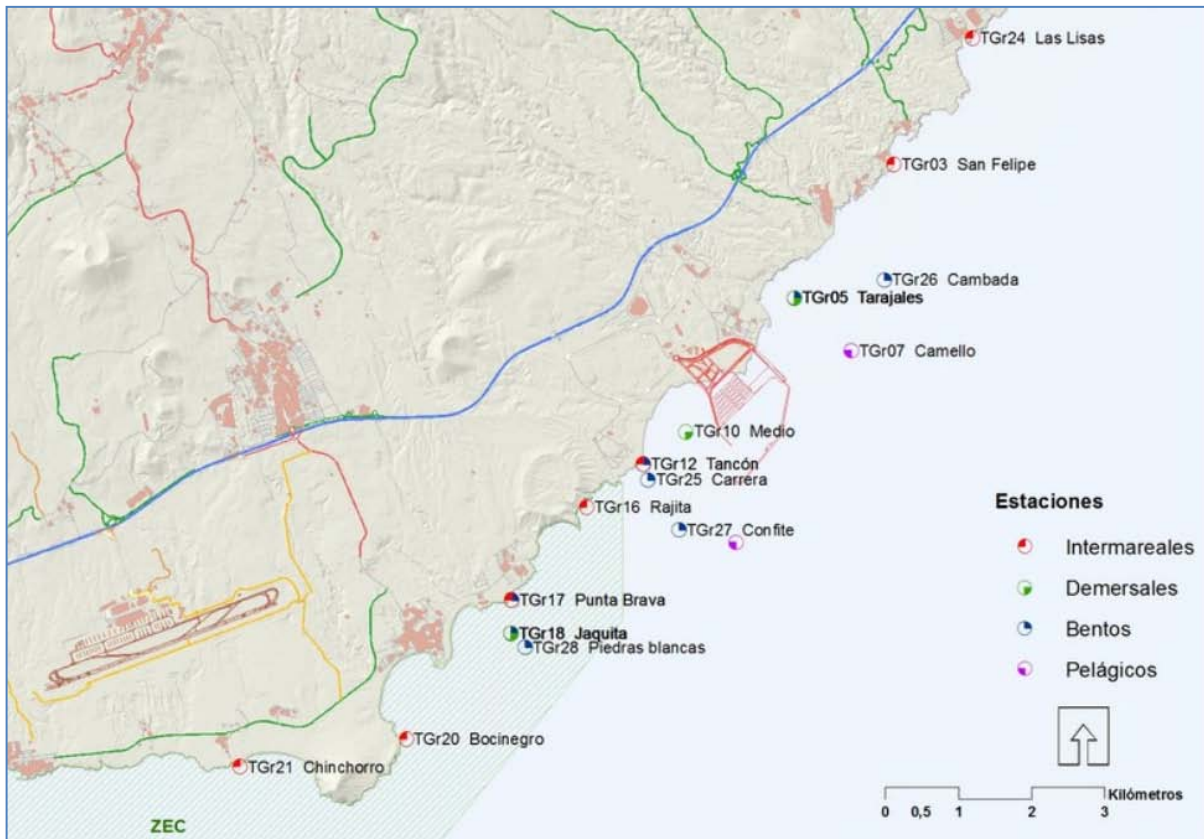
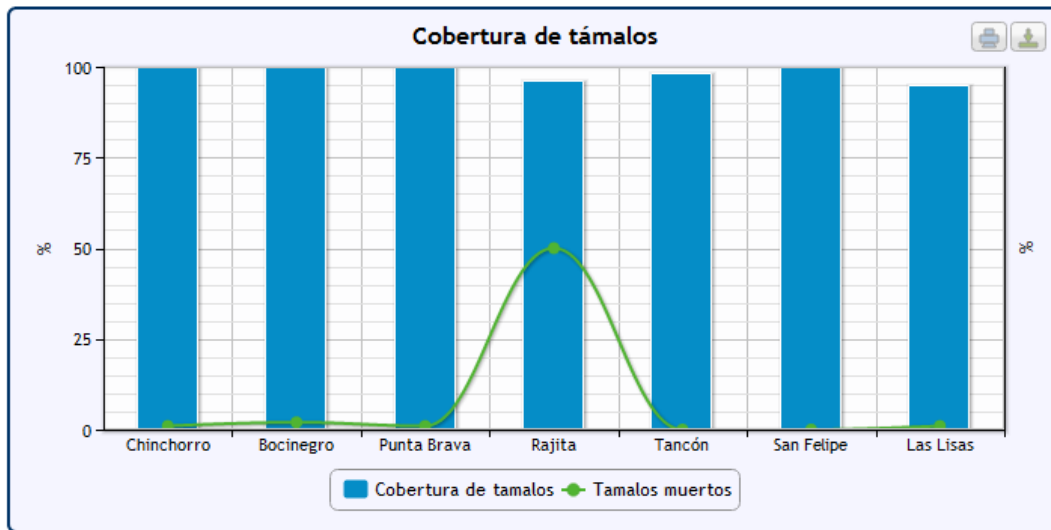


Figura 32. Estaciones de muestreo intermareales, demersales, bentónicas y pelágicas.

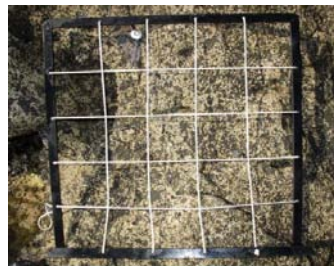
Dada su extensión, la información relativa a la biodiversidad marina se presenta en la página web en dos secciones: (I) dedicada al seguimiento de las especies indicadores del estado de la comunidades supra e intermareales, demersales y pelágicas, y (II) donde se refleja la bionomía de los fondos y sus variaciones, con un apartado especial dedicado al estado de desarrollo de los sebadales (estado de “salud”). La idea de futuro es poder cartografiar con regularidad mensual las comunidades bentónicas (o, al menos, algunas en concreto) en toda la zona de influencia del puerto, aprovechando las imágenes de satélite WorldView-2.

3.8.1 Comunidades supramareales

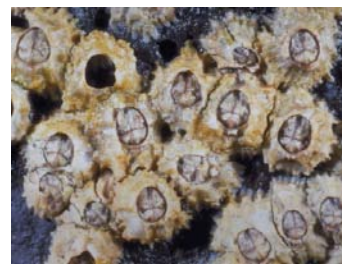
El seguimiento de las comunidades supramareales se realiza en siete estaciones escogidas a lo largo del litoral de Granadilla (ver Figura 32, estaciones rojas), considerando la cobertura de támalos (*Chthamalus stellatus*) en una localización fija y el porcentaje de ejemplares vivos/muertos. Las unidades de muestreo son cuadrículas de 50 x 50 cm divididas 100 veces. El sector 3 "Camello" se ha descartado por no reunir condiciones para este tipo de muestreo.



Estación de muestreo



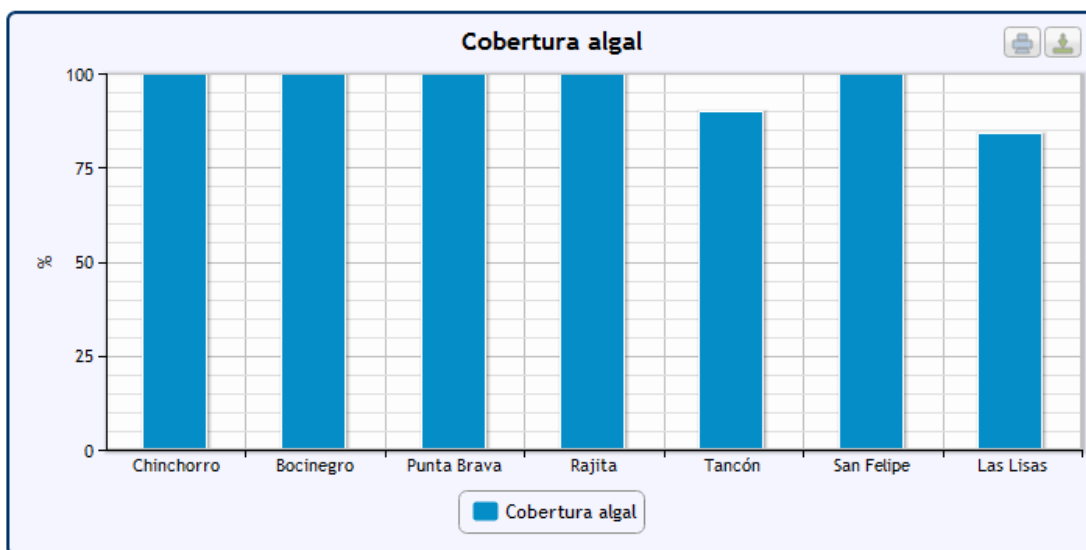
Muestreo de tálamos



Tálamos vivos y uno muerto

3.8.2 Comunidades intermareales

En las mismas siete estaciones se han escogido charcos en los que se mide la cobertura algal total, empleando igualmente una cuadrícula de 50 x 50 cm. La posición de la cuadrícula es fija para poder comparar y detectar si hay variaciones en el tiempo. El estado inicial corresponde a una situación natural presuntamente estable. Aunque aquí no se refleja, también se anota la especie dominante, por si se produjera una sustitución de la misma.





3.8.3 Comunidades bentónicas

Además de realizar transectos que cubren los diferentes tipos de comunidades bentónicas presentes en la zona (ver epígrafe 3.8.6) se ha elegido una especie por comunidad cuya presencia continuada es indicadora de un buen estado de conservación. Tratándose de peces, el muestreo consiste en recorrer un tramo de 25 m de largo y contar los ejemplares de la especie elegida observados en una banda de 4 metros de ancho. Las anguilas jardineras, dada la profundidad a la que viven, se cuentan a partir de los transectos de video registrados, y lo mismo se hace con los erizos en el blanquizal. El confite (algas calcáreas; mäerl) se controla mediante fotografía en 4 muestras de 50 x 50 cm, en las que se estudia la proporción de ejemplares vivos y muertos. Las especies indicadoras elegidas son las siguientes:



ARENAL > Araña



SEBADAL > Mojarra



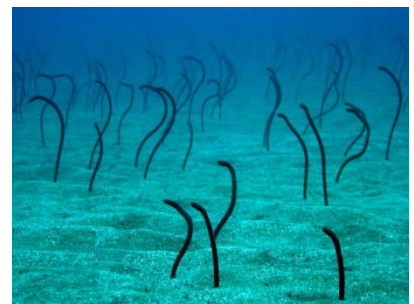
PEDREGAL > Gallinita



BLANQUIZAL > Eriza



CONFITAL > Mäerl



JARDINERAS > Anguila jardinera

El método expuesto para hacer este seguimiento se aplicará en la próxima campaña (abril de 2012) y sustituye al planteado en el PVA y usado en la primera campaña, por no haber dado resultados útiles. Las correspondientes gráficas se mostrarán en la web una vez se disponga de datos, y dada la importancia ecológica que se ha de atribuir al mäerl (generador de bioclastos), se hará un seguimiento específico de su vitalidad en las cuatro estaciones seleccionadas.

3.8.4 Comunidades de peces litorales

Se han escogido los peces como grupo idóneo para monitorizar cambios significativos en la biodiversidad local. En el caso de especies bentónicas y demersales el muestreo se realiza en tres estaciones de punto fijo, contando desde el fondo todas las especies presentes en una columna de agua de unos 5,6 m de radio durante dos minutos (con replicas). El conteo de las especies pelágicas (estaciones TGr07 y TGr15) se hace a 20 metros durante dos minutos (2 replicas), se repite una vez, y luego se baja hasta el fondo y se sube hasta la superficie. El área a considerar en estas observaciones es de 5,6 metros de radio. La diversidad de especies en la tabla adjunta se expresa con el índice de Margalef.



CAMPAÑA DEL 2º SEMESTRE DE 2011: PECES DEMERSALES (AMARILLO) Y PELÁGICOS (AZUL)

Especie	Nombre científico	TGr05 Tarajales	TGr10 Medio	TGr18 Jaquita	TGr7 Camello	TGr15 Pelada
Anguila jardinera	<i>Heteroconger longissimus</i>					
Araña costera	<i>Trachinus draco</i>					
Barriguda mora	<i>Ophioblennius atlanticus</i>					
Besuguito	<i>Pagellus acarne</i>	0	0	16	0	0
Boga	<i>Boops boops</i>	0	>750	0	0	0
Cabrilla reina	<i>Serranus cabrilla</i>					
Chopa	<i>Spondyliosoma cantharus</i>					
Chucho amarillo	<i>Dasyatis pastinaca</i>					
Doncella	<i>Coris julis</i>					
Fula blanca	<i>Chromis limbatus</i>					
Fula negra	<i>Abudefduf luridus</i>					
Gallinita	<i>Canthigaster capistratus</i>					
Gallo	<i>Balistes carolinensis</i>					
Gallo azul	<i>Aluretes scriptus</i>	0	0	0	0	4
Mojarra	<i>Diplodus annularis</i>					
Pejepeine	<i>Xyrichtys novacula</i>					
Pejeverde	<i>Thalassoma pavo</i>					
Rascacio canario	<i>Scorpaena canariensis</i>					
Pejerratón	<i>Myliobatis aquila</i>					
Salema	<i>Sarpa salpa</i>					
Salmonete	<i>Mullus surmuletus</i>					
Sargo	<i>Diplodus sargus</i>					
Seifía	<i>Diplodus vulgaris</i>					
Tamboril de hondura	<i>Sphoeroides marmoratus</i>	1	0	7		
Tamboril espinoso	<i>Chilomycterus atringa</i>					
Tapaculo	<i>Bothus podas</i>					
Pejetrompeta	<i>Aulonostomus strigosus</i>					
Vieja	<i>Sparisoma cretense</i>	0	0	2	0	0
Total ejemplares		1	>750	25	0	4
Índice de Margalef		0	0	0,34	0	0

Los muestreos están orientados a registrar variaciones a lo largo del tiempo. Ello no es obstáculo para que se tome nota durante otras labores de campo (cambio de trampas de sedimentos, transectos, etc.) de cualquier especie o circunstancia que resulte novedosa para la fauna conocida de la zona (listada en la tabla adjunta). De hecho, en 2011 se ha observado un incremento considerable en el número de pejetrompetas y la presencia del gallo azul –hasta ahora no registrada– y del tamboril espinoso (consumidor de erizos), prácticamente desaparecido de la isla en los últimos 30 años. Atribuimos estos cambios al incremento de la temperatura de las aguas.



3.8.5 Infauna

El OAG ha seleccionado los gusanos poliquetos que habitan en los sedimentos como grupo indicador de las condiciones generales que configuran las biocenosis de la infauna. Para ello se pasan 2 kg de sedimento de cada estación por un tamiz de 0,5 mm de luz de malla y los ejemplares que quedan retenidos se determinan hasta el nivel de especie, siempre que es posible. Posteriormente las especies se agrupan en función de su papel trófico en la biocenosis (depredador, filtrador, etc.). Los cambios en los sedimentos (más fango, etc.) habrán de reflejarse en la composición relativa de los grupos tróficos reconocidos.

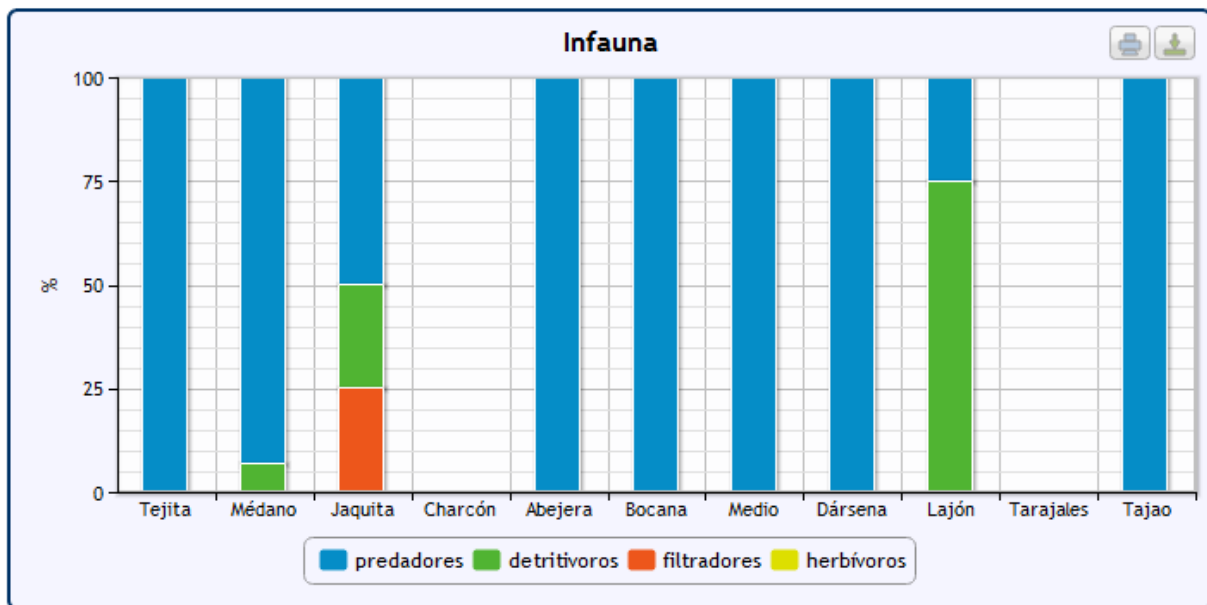


Figura 33. Proporciones de los distintos grupos tróficos de poliquetos expresados en percentiles para cada estación

Al no contarse con información previa, los valores obtenidos en esta primera campaña deberán adoptarse como de referencia de cara a su seguimiento futuro. Las muestras se tomaron el día 30 de septiembre y el 1 de octubre, justo antes de la fecha de inicio de las obras en el mar (3-10-2011), por lo que los esquemas de las taxocenosis obtenidos se pueden adoptar como referencia. Las muestras de las estaciones Abejera y Tarajales no contenían poliquetos).

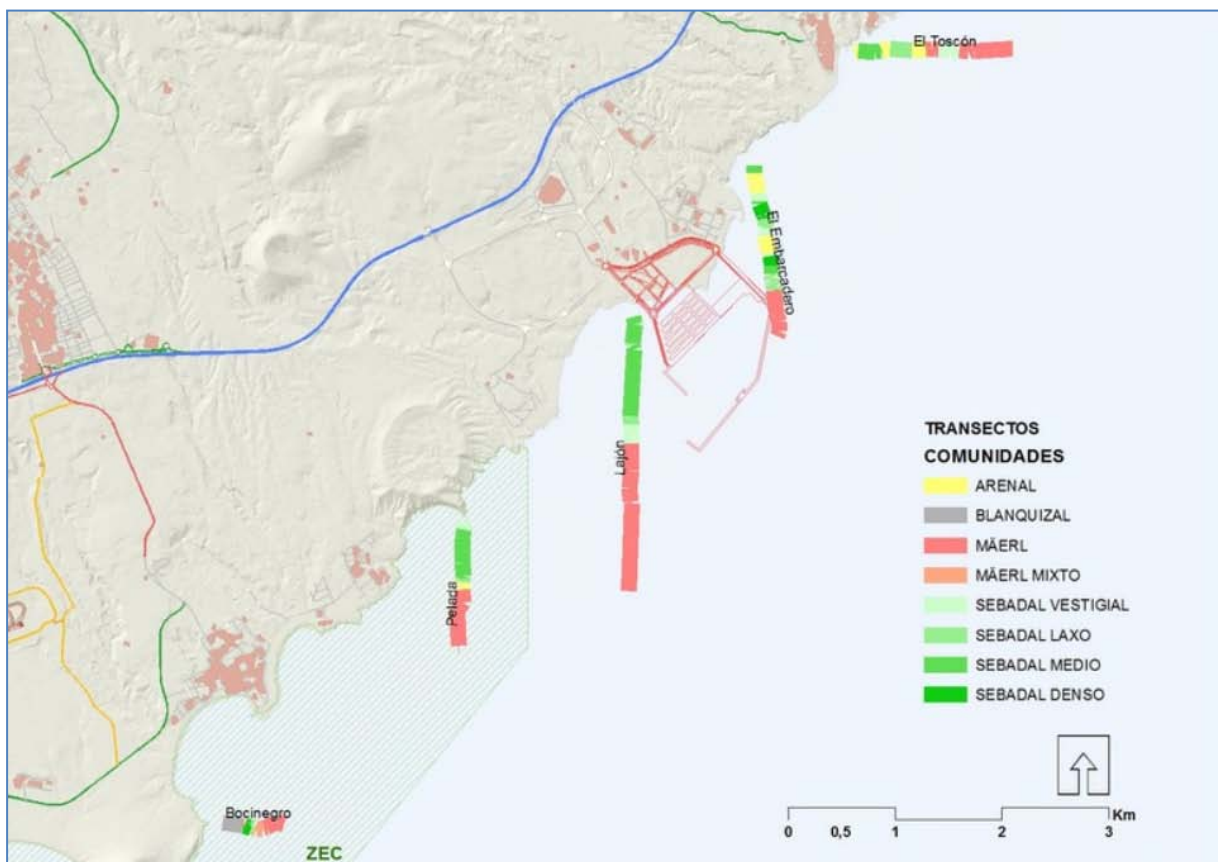
LAS ESPECIES DE POLIQUETOS ENCONTRADAS (TAMIZ 0,5 MM) Y SU RÉGIMEN TRÓFICO

Especie	Régimen	Especie	Régimen
<i>Grania</i> sp.	Detritívoro	<i>Nematonereis unicornis</i>	Predador
<i>Aponuphis bilineata</i>	Predador	<i>Phyllodoce</i> sp.	Predador
<i>Aricidea assimilis</i>	Detritívoro	<i>Poecilochaetous serpens</i>	Detritívoro
<i>Demonax brachychona</i>	Filtrador	<i>Pelogenia arenosa</i>	Predador
<i>Glycera dayi</i>	Predador	<i>Scoloplos armiger</i>	Detritívoro
<i>Lumbrineris cingulata</i>	Predador	<i>Syllis</i> sp	Predador
<i>Maldánido</i> sp.	Detritívoro		



3.8.6 Perfiles bionómicos

Los cinco transectos fijos ubicados estratégicamente cubren ampliamente las comunidades objeto de seguimiento y las eventuales variaciones que en ellas se produzcan. Se levantan perfiles bionómicos dos veces al año, uno en invierno y otro en verano, para lo que se emplea una cámara de video arrastrada. Ello ofrece datos objetivos para decidir si procede hacer más transectos, a la vez que permitirá calibrar la interpretación de las imágenes satélite de cara a cartografiar toda la zona, como se explicará más adelante. Los "hábitat" o comunidades bentónicas tipificados a efectos de la vigilancia ambiental, son los que se muestran en la tabla que sigue a las gráficas, debiendo quedar claro que las transiciones entre unos y otros pueden ser suaves y ofrecer todo tipo de combinaciones. Las especies se acomodan allí donde las circunstancias se lo permiten, al margen de las etiquetas que queramos poner al resultado final.



Los perfiles bionómicos fueron realizados en septiembre de 2011 empleando una cámara arrastrada desde el Avatar (embarcación del OAG). Las imágenes se interpretan¹⁹ posteriormente, clasificándose las comunidades vivas y los fondos por separado, para luego agregarlos según el esquema de hábitat adoptado. Se navega siguiendo el perfil preestablecido, desde tierra a mar adentro, hasta alcanzar profundidades de -50 m. La intención es poder expresar en percentiles la evolución de cada hábitat en el tiempo (crecimiento, reducción, sustitución, etc.). Además, los vídeos conservan una valiosísima información sobre las especies presentes.

¹⁹ Estos trabajos y los correspondientes al estado fisiológico de los sebaales los realiza D. Tomás Cruz Simó, biólogo marino que colabora con el OAG.



En el área muestreada, los fondos son, por lo general, blandos o granulares, no duros o rocosos, ni con pedregales significativos. La naturaleza del sustrato comienza por ser de mineral volcánico puro (granulometría media) para ir adquiriendo con la profundidad (> -15 m) naturaleza calcárea por los bioclastos, con aumento notable de la granulometría debido a elementos biológicos vivos de color rosa (confites) o muertos blanquecinos (rodolitos de varios cm de diámetro, a partir de los -20 m) .

Se han elaborado unas fichas resumen para cada transecto (de sur a norte), empleándose la siguiente simbología:

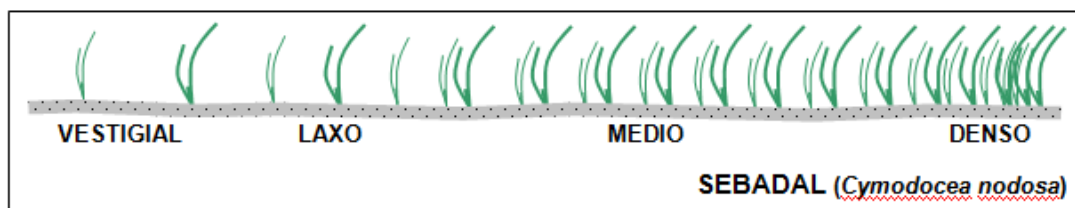
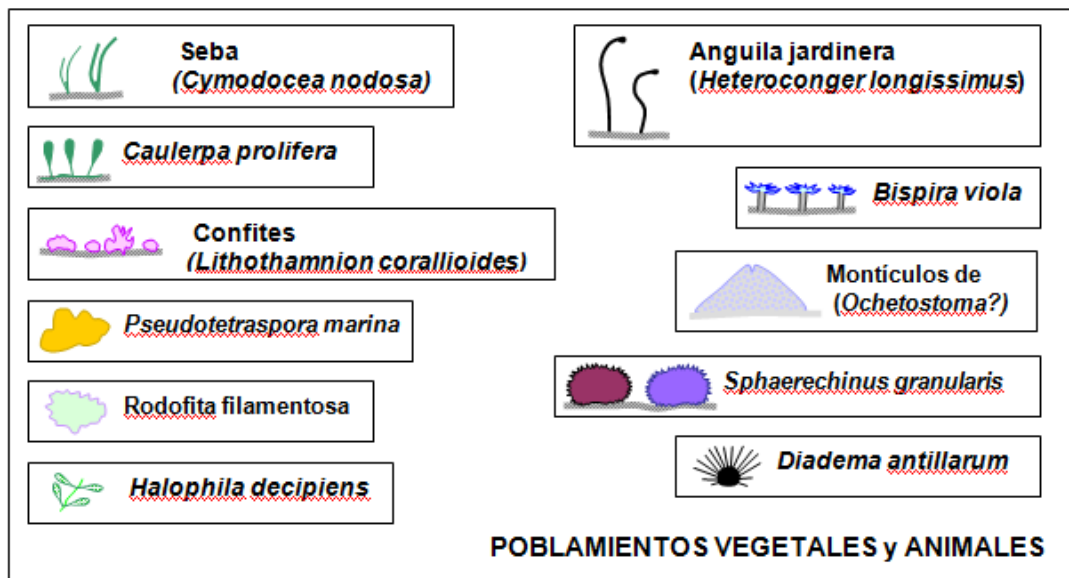
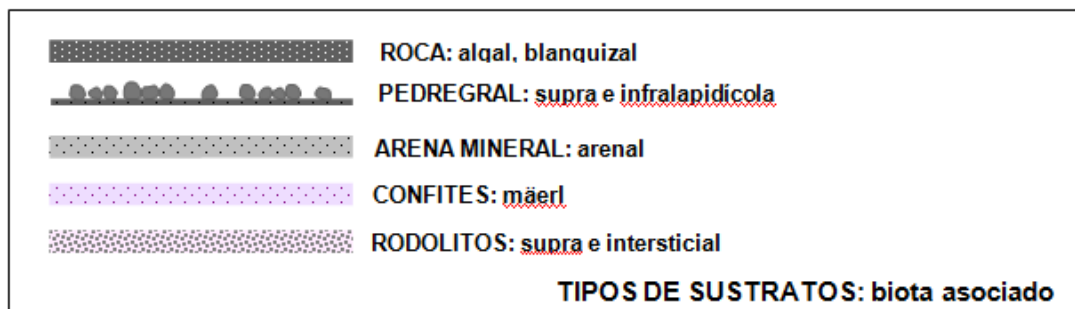
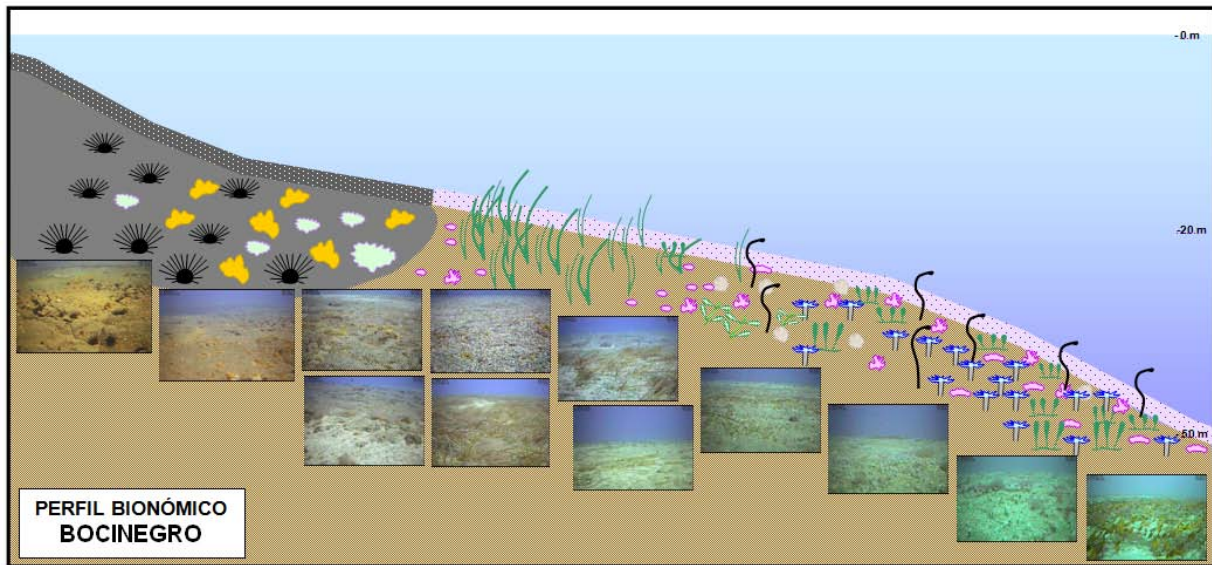
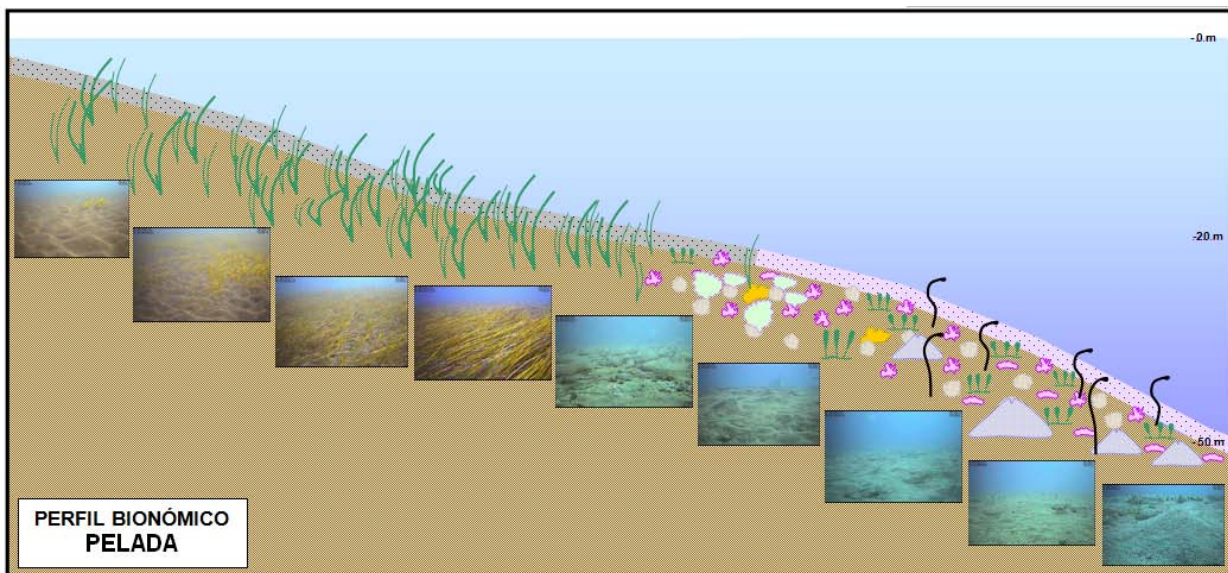


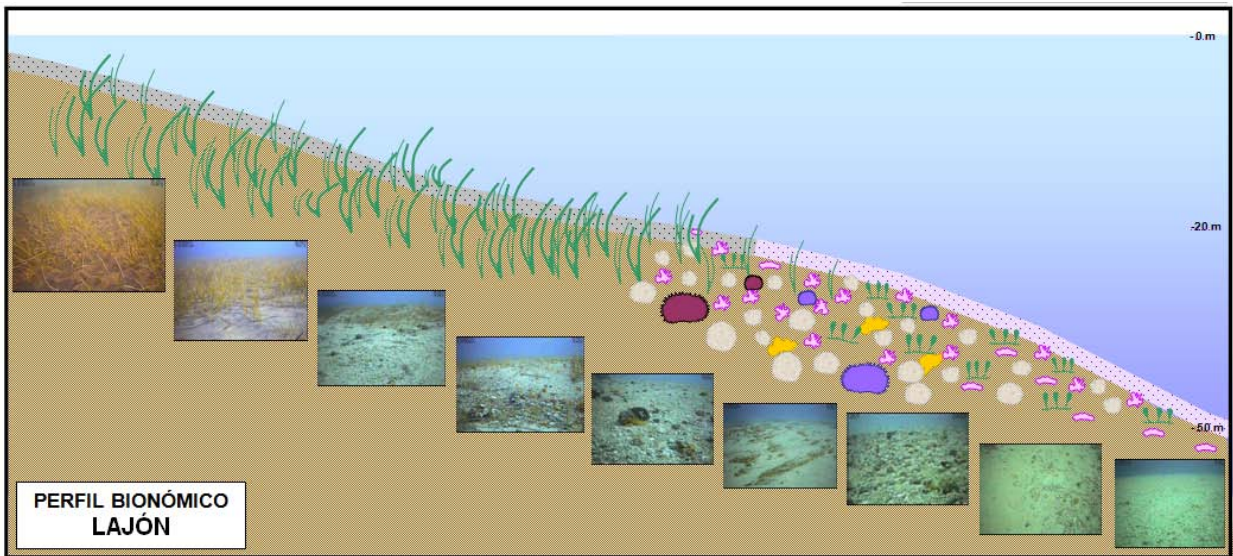
Figura 34. Símbolos empleado en las fichas bionómicas.



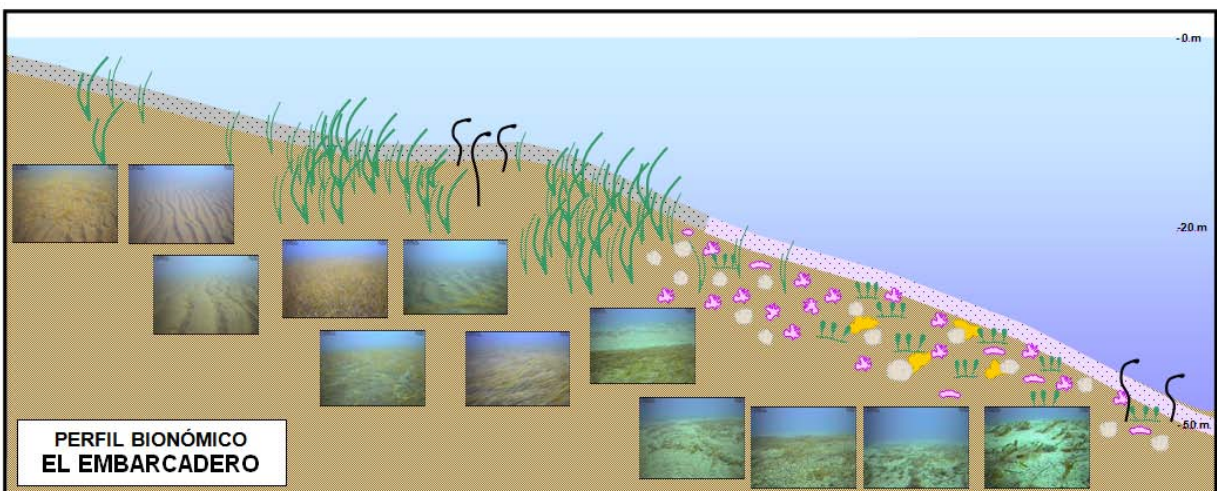
Recorrido a partir de unos 8 m de profundidad, plataforma rocosa uniforme de blanquizar con escasas anfractuosidades hasta -16 m, donde comienzan los depósitos calcáreos en vaguadas. A -17 m confites en plataforma y a -18 m sebadal medio uniforme. En sustrato arenoso con escaso contenido calcáreo, a -21 m aparecen claros, a -23 m el sebadal es laxo en confites, a -24 m anguilas jardineras, a -25 m *Halophila*, y a -30 m *Bispira* y *Caulerpa*. Esta composición se mantiene hasta el final a -50 m, con un aumento notable de *Caulerpa*. Destaca la disminución del contenido calcáreo en relación a los transectos orientales, y sobre todo la extensión del poblamiento de *Bispira viola*.



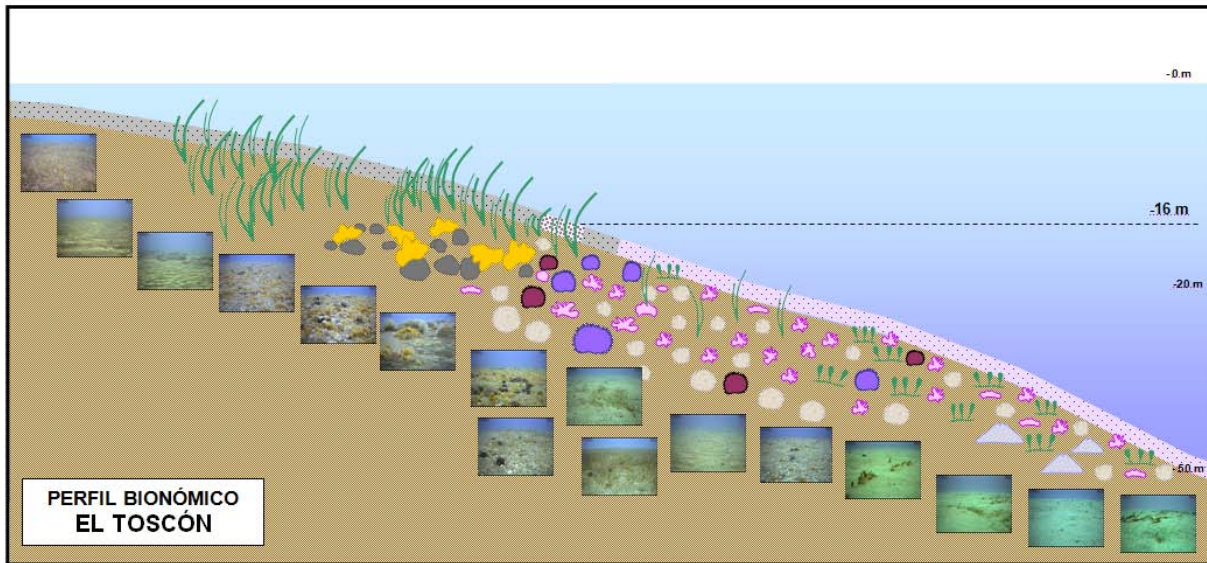
Recorrido a partir de unos 6 m de profundidad, arenal con sebadal vestigial a -7 m, medio con áreas laxas y algunos claros ondulados a partir de -8 m. A -15 m aumentan los claros, a -16 m aumenta la frondosidad de sebas para disminuir a -22 m donde baja la densidad, siendo vestigial a -23 m, con algunas *Caulerpa*. A -25 m se inicia un fondo calcáreo con confites, rodolitos, una rodofita filamentosa abundante y ocasionalmente *Pseudotetrastora spp.*. A partir de -30 m, el sustrato suele ser de confites pequeños, con *Caulerpa* y anguilas jardineras, así como montículos, que aumentan al llegar a -50 m.



Recorrido a partir de unos 6 m de profundidad, con sebadal medio con áreas laxas y algunos claros ondulados hasta unos -20 m, donde comienzan los confites de escaso tamaño entre los manchones. A unos -22 m las sebas son laxas con presencia de rodolitos y aparecen *Sphaerechinus*. A continuación, a -23 m son vestigiales, con algunas *Caulerpa* y *Pseudotetraspora*, sobre sustrato calcáreo con grandes ondulaciones y abundantes rodolitos, sobre todo entre -24 m y -30 m. Por debajo, el fondo se empobrece, siendo de confites de pequeño tamaño. A unos -50 m aparecen algunos manchones de *Caulerpa*.



Recorrido a partir de unos 8 m de profundidad, con arenal limpio al principio y un pequeño manchón de sebadal laxo inmediato, destacando las amplias ondulaciones. Hacia los -10 m aparecen brotes vestigiales, a -12 m sebadal laxo, y a los -13 m una pradera homogénea de densidad media, a veces alta. Aparecen claros a -16 m y la densidad disminuye a media con áreas laxas y progresivamente amplios arenales con ondulaciones a -17m. En este tramo el fondo se eleva, apareciendo algunas anguilas jardineras entre el sebadal muy laxo, más bien vestigial. Prosigue la elevación a lo largo de un extenso arenal con amplias ondulaciones y anguilas jardineras hasta unos -12 m, a partir de donde se extiende una pradera de densidad media, a veces densa que llega hasta -14 m con escasos claros. La densidad disminuye o aumenta alternativamente a -16 m, y hacia -22 m aparecen los confites y el sebadal va siendo sustituido por *Caulerpa*. A partir de unos -30 m el fondo de confites con *Caulerpa* y algunos rodolitos con *Pseudotetraspora* es uniforme, apareciendo anguilas jardineras al final, hacia los -50 m.



Recorrido a partir de unos 8 m de profundidad, con arenal limpio al principio y sebadal de densidad media inmediato, cuya densidad va disminuyendo progresivamente, con áreas de densidad laxa, y claros de amplitud variable que aumentan por debajo de 10 m de profundidad. A los -15 m aparecen depósitos calcáreos sobre la arena y algunos afloramientos rocosos, y a -16 m rodolitos de gran tamaño con *Pseudotetraspora* y *Sphaerechinus*. A los -22 m destaca un manchón de sebadal laxo en rodolitos con algunos erizos que va siendo sustituido por confites y pequeños rodolitos con *Caulerpa* hacia los -26 m. Por debajo el fondo es homogéneo, apareciendo en las cotas más profundas (-45-50 m) montículos supuestamente producidos por *Ochetostoma* sp.

Los transectos están debidamente georreferenciados lo que permite medir exactamente cada tramo perteneciente a un hábitat concreto. También se usarán para calibrar los algoritmos de bionomía de las imágenes de satélite WorldView-2.

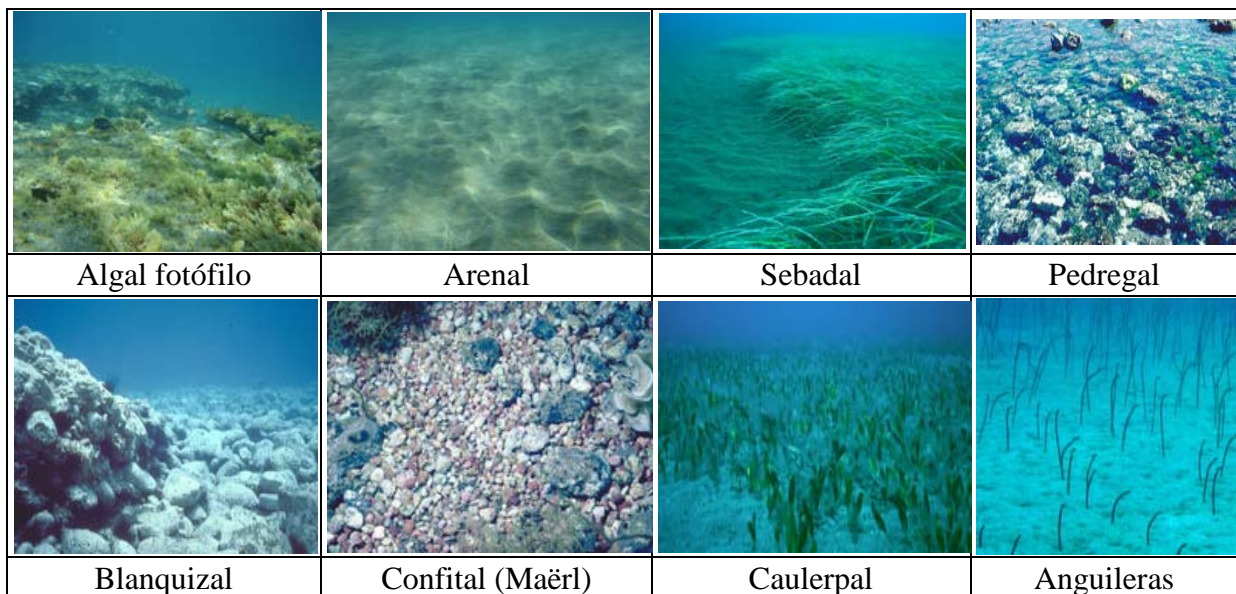


Figura 35. Imágenes de ejemplo de los distintos hábitat tipificados.



3.8.7 Cartografía bionómica

Según se ha comentado anteriormente, el OAG colabora con la Universidad de Las Palmas para obtener algoritmos de corrección de las imágenes del satélite WorldView-2, que permitirán luego poder asociar con relativa fiabilidad las huellas espectrales con las observaciones directas del fondo marino. Este satélite dispone de sensores especiales (azul mar y amarillo) que resultan prometedores. Los estudios y el establecimiento de las correspondientes correlaciones llevan su tiempo, pero, una vez obtenidas las claves de interpretación, se podrán levantar cartografías bionómicas generales –o al menos para algunas comunidades– tanto históricas (desde julio de 2011) como mensualmente, según se vayan descargando las imágenes de WorldView-2. Además de los seabadales, el OAG tiene particular interés en cartografiar la evolución de las comunidades de máerl, por ser más sensibles al recubrimiento por sedimentos y por el papel que juegan en la formación de arena orgánica.

3.8.8 Estado fisiológico del seabadal

El seabadal es una comunidad biológica que se desarrolla sobre arenas en aguas someras y en la que domina la seba (*Cymodocea nodosa*), una planta submarina epifitada por varias especies sésiles (briozoos, algas calcáreas, etc.), además de servir de alimento y dar cobijo a otros muchos seres marinos. Se han establecido nueve estaciones de muestreo para hacer un seguimiento del estado de desarrollo ("salud") de los seabadales y conocer sus variaciones naturales y aquellas que puedan ser atribuibles a las obras del puerto de Granadilla. Los valores correspondientes al muestreo estival de 2011 (ver páginas siguientes) se establecen como referencia.

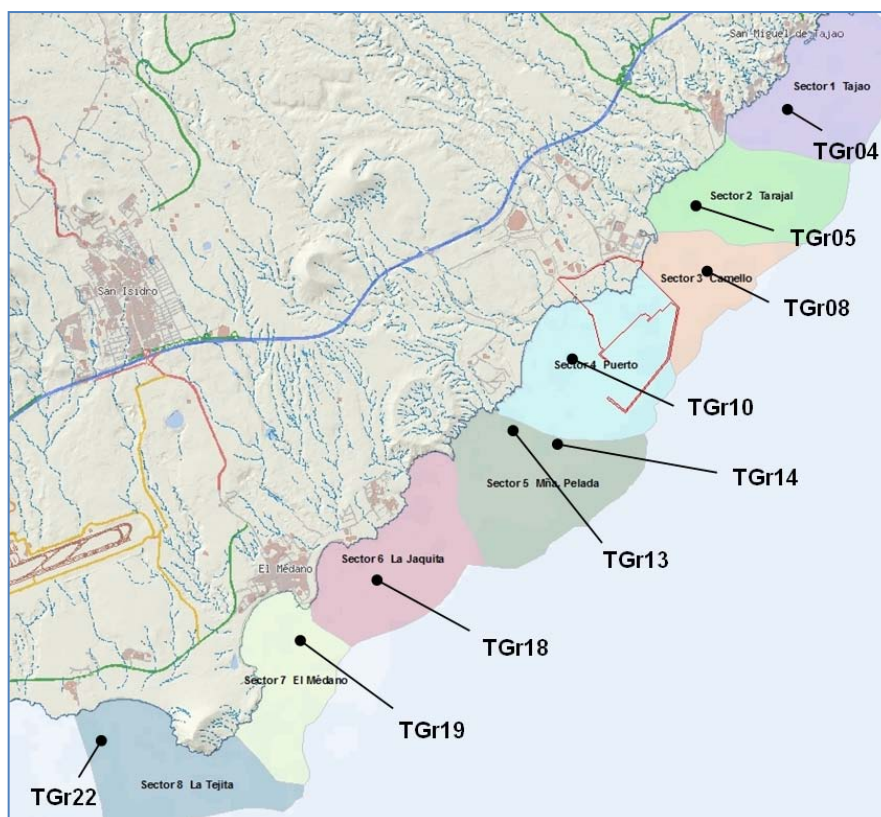
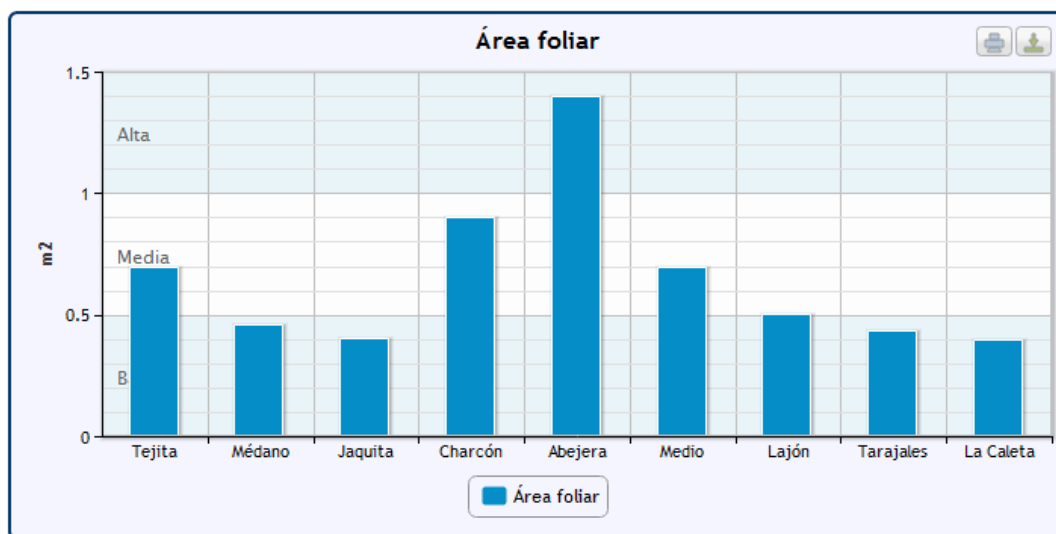
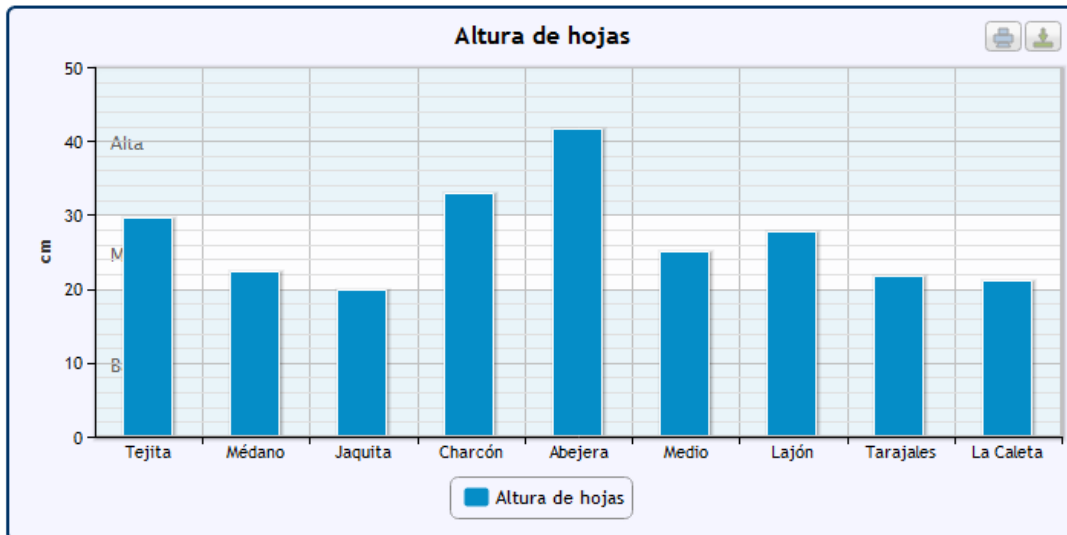
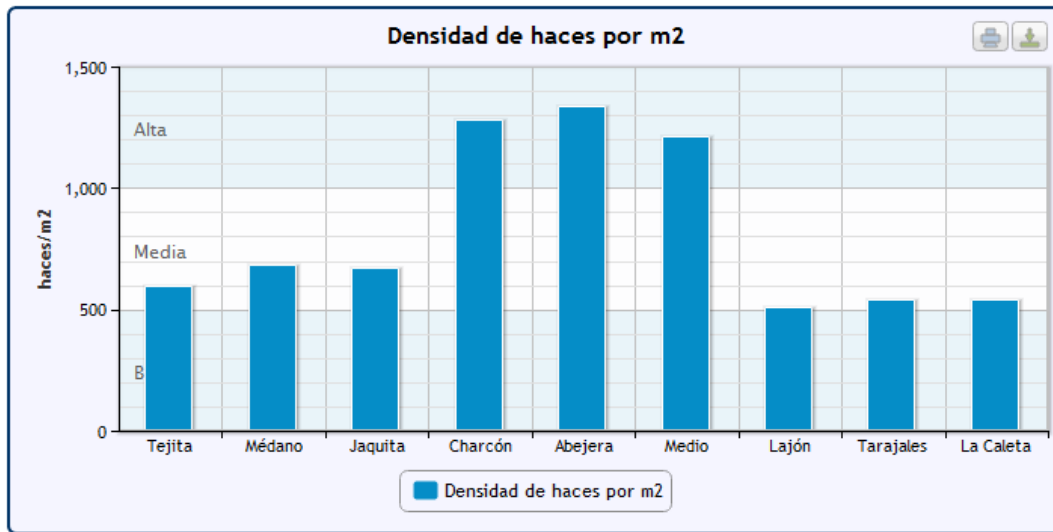
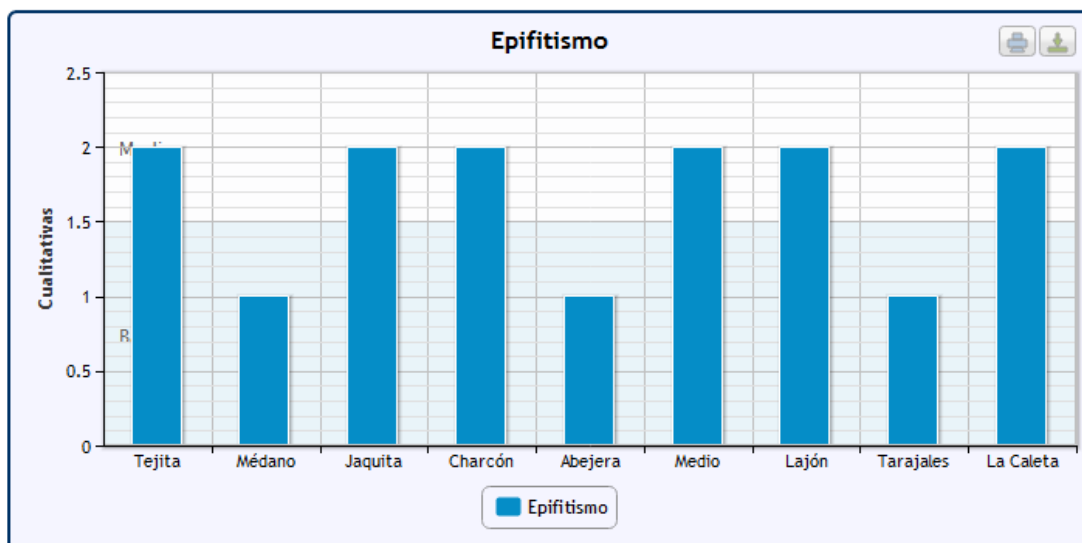
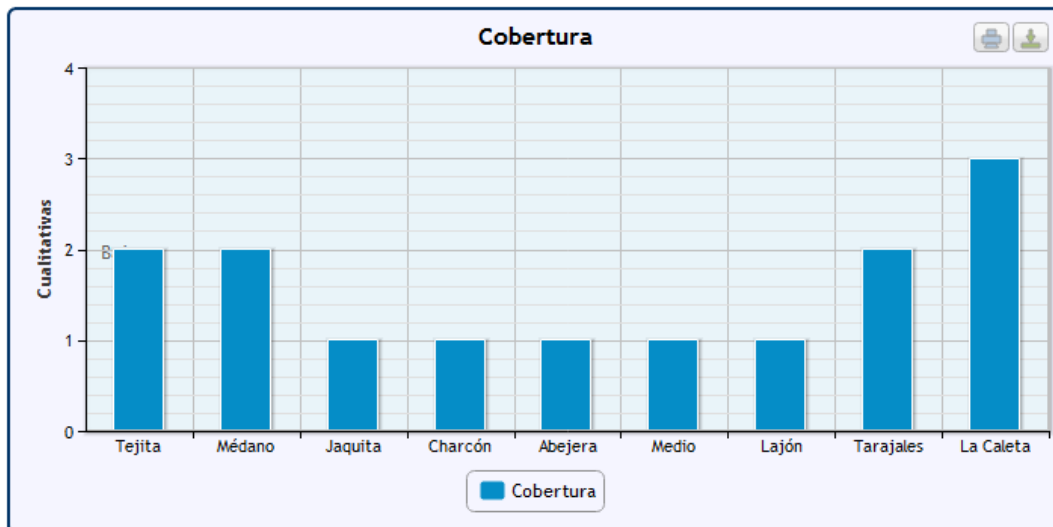
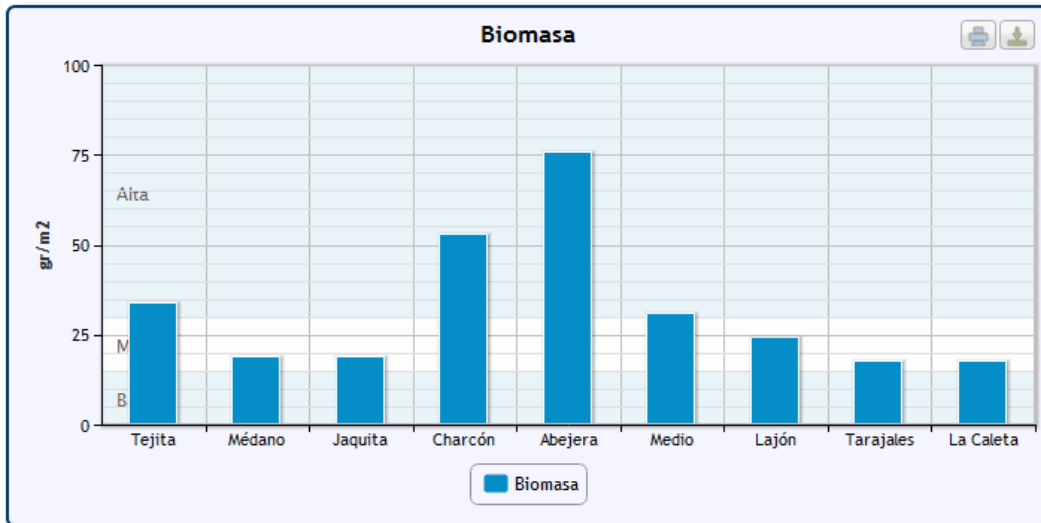
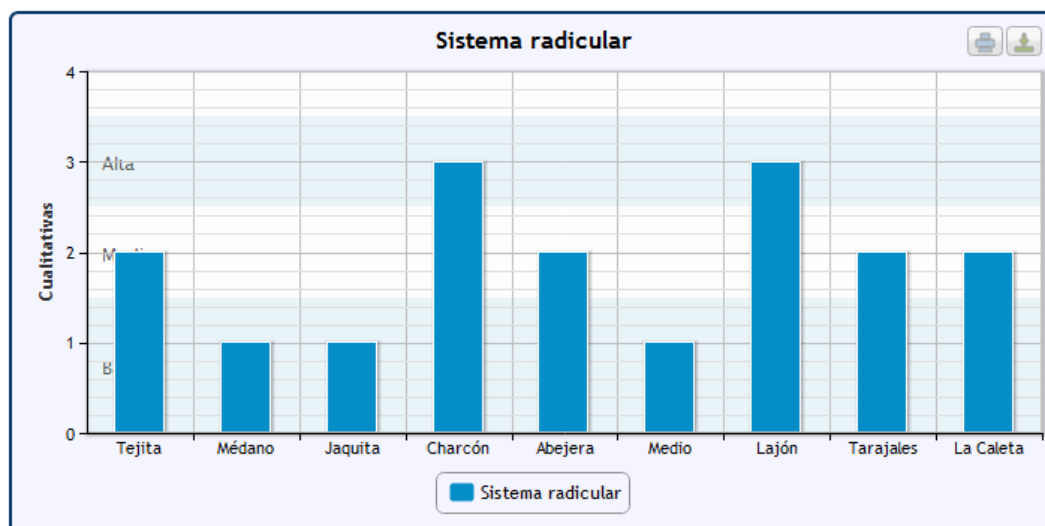
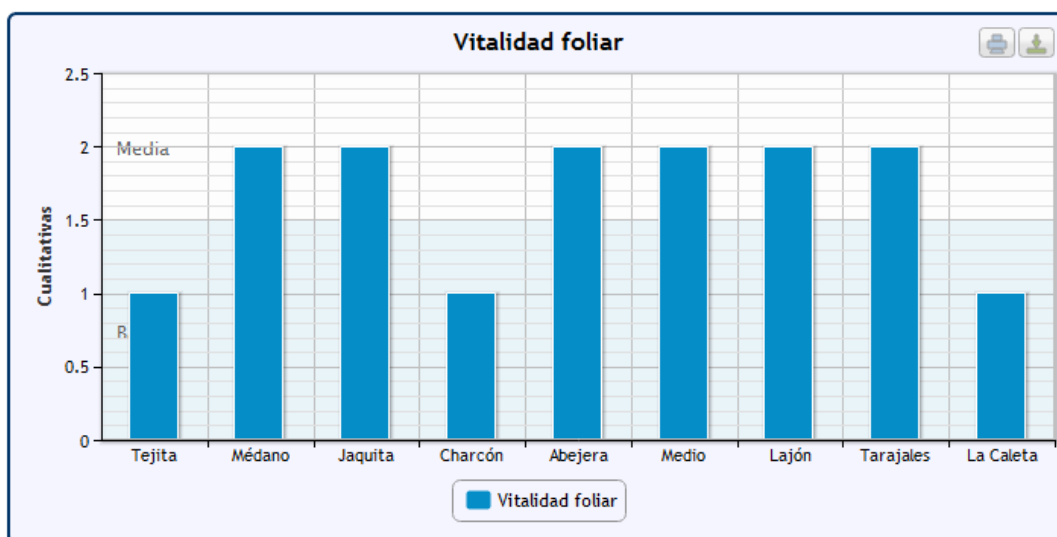


Figura 36. Estaciones de seguimiento del estado fisiológico de las sebas.







Legenda

PARÁMETROS	ALTA	MEDIA	BAJA
Densidad de haces	> 1.000 haces/m ²	500-1.000 haces/m ²	< 500 haces/m ²
Densidad de hojas	> 3.000 hojas/m ²	1.500-3.000 hojas/m ²	< 1.500 hojas/m ²
Altura de hojas	>30 cm	20-30 cm	< 20 cm
Área foliar	> 1,0 m ² /m ²	1,0-0,5 m ² /m ²	< 0,5 m ² /m ²
Cobertura	>75%	25-75%	
Biomasa	>30 gr peso seco/m ²	15-30 gr peso seco/m ²	< 15 gr peso seco/m ²
INDICADORES	ALTA	MEDIA	BAJA
Epifitismo	< 50% verde	75-50 % verde	> 75 % verde
Vitalidad foliar	100% verde	75-50 % verde	< 50 % verde
Sedimentación - erosión	Peciolo cubierto	Peciolo emergente	Raíces - rizomas descubiertos



3.8.9 Nivel de contaminación de los organismos marinos

El PVA plantea un seguimiento de la eventual contaminación de los organismos marinos por hidrocarburos y metales pesados. A tal fin, en la Fase Previa se eligió el erizo *Paracentrotus lividus* como especie testigo objeto de seguimiento, y los valores obtenidos en la campaña realizada por el CIS (2005) se tomaron como referencia (Informe 2010 del OAG). No se registró presencia de cadmio y los valores de plomo y demás metales eran muy bajos, prácticamente despreciables en términos de toxicidad. Los erizos acumulan metales pesados en sus tejidos y caparazón, en proporciones muy variables.

CONTAMINANTES ENCONTRADOS EN GÓNADAS DE *DIADEMA* EXPRESADOS EN MG/KG

MUESTRA	HT	PAHs	Zn	Cd	Pb	Cu	Ni	Cr	Hg	HLL
Las Lisas	5,76	0,00	11,40	0,16	6,24	0,00	3,00	258,00	5,70	13,78
San Felipe	2,63	0,00	45,12	0,07	8,76	0,00	5,16	142,00	6,10	10,04
Tancón	3,66	0,00	17,88	0,13	4,56	0,00	3,84	163,00	10,50	13,25
Rajita	1,47	0,00	21,84	0,00	6,12	0,00	4,08	252,00	1,20	17,36
Punta Brava	7,94	0,00	8,52	0,00	4,20	0,00	1,92	158,00	7,40	11,78
Bocinegro	3,92	0,00	6,24	0,00	5,04	0,00	3,84	168,00	4,60	7,76
Montaña Roja	5,49	0,00	5,04	0,00	7,32	0,00	4,80	121,00	6,10	9,41

Los valores indicados como 0,00 significa que están por debajo del límite de detección (0,01 mg/kg)

En un primer intento, el OAG tuvo dificultades para encontrar y reunir material de *Paracentrotus* suficiente para acometer las analíticas prescritas (hidrocarburos y siete metales pesados). Se requieren al menos 25 gr de peso húmedo de gónadas. *Paracentrotus* no estaba presente en todas las estaciones, y las gónadas de 7 ejemplares (pequeños) sumaron en total solo 5,5 gr. El Plan de vigilancia ambiental de la Central Térmica de Granadilla (Unelco)²⁰, que se viene realizando en la misma zona, trabaja con otra especie de erizo, *Diadema cf. antillarum*, que es más grande, mucho más abundante y fácil de detectar. Además, el OAG comprobó que con solo tres ejemplares de *Diadema* se pueden obtener 40 gr de gónadas (18+14+8 gr). Consecuentemente, se procedió a cambiar de especie, modificar algunas estaciones para asegurar la presencia de erizos y adoptar nuevos valores de referencia. Se propone usar las medias de las medidas tomadas por el SEMALL en cinco estaciones, antes del inicio de las obras (2010), y adoptar las medias del OAG para el cadmio y los hidrocarburos lineales, parámetros que no analiza el SEMALL:

SEMALL	HT	PAHs	Zn	Cd	Pb	Cu	Ni	Cr	Hg	HCL
Media mg/kg	4,44	1,39	158,8	0,03	3,01	7,06	9,98	5,88	0,09	11,9

En relación con los datos del SEMALL, los resultados de nuestra primera analítica (noviembre /diciembre 2011) reflejan valores altos de mercurio, plomo y sobre todo de cromo (en todas las estaciones), y valores de zinc, níquel y cobre mucho más bajos. A falta de futuras analíticas, todo parece indicar que hay una fuente de cromo que está afectando a toda la costa.

²⁰ SEMALL (2011). Informe: Características químicas de los efluentes líquidos y del medio marino receptor. Servicio de Medio Ambiente de la Universidad de La Laguna, 152 pp.



3.9 Calidad global de la zec sebadales del Sur de Tenerife

El último levantamiento bionómico de la zec Sebadales del sur de Tenerife data de 2008, fecha anterior al inicio de las obras, y que se toma como punto de referencia, además de las analíticas de aguas que existen y se recogen en el informe del OAG sobre la vigilancia ambiental en 2010. El estado de conservación de la zec no fue determinado entonces, pero sería el atribuible a condiciones de naturalidad alta, con perturbaciones menores: **favorable mantenido**.



En el momento de redactar este documento se cuenta con información suficiente como para evaluar la calidad global de la zec a finales de 2011, tres meses después de iniciadas las obras. Hay que advertir que la zec ES7020116 se extiende hacia el Sur hasta más allá de Las Galletas, y el Plan de vigilancia ambiental de Granadilla abarca solo el ámbito de influencia potencial de las obras del puerto según su última configuración, habiendo

quedado fijado su límite sur en la playa de La Tejita. Esta sección meridional de la zec, objeto de vigilancia ambiental (ver foto), supone solo un tercio de toda el área protegida. Nos referimos, pues, a esta sección.

La mayoría de los valores analíticos registrados no reflejan variaciones significativas respecto de lo previamente conocido o son atribuibles a la variabilidad normal del medio marino, con una excepción. Se ha registrado un aumento en la presencia de metales pesados (cromo), que parece afectar a toda la costa y cuyo origen será objeto de estudio. Asimismo, se ha detectado un presunto vertido en la playa del Medio, próximo a la zec, que es ajeno a las obras del puerto. Las estaciones próximas a dicho vertido registran incrementos en algunos parámetros, indicando cierto nivel de contaminación (p.ej. materia orgánica). Se procederá a estudiar la procedencia, contenido y situación de dichos vertidos para calibrar sus efectos y, según sea el caso, propiciar su regulación o cierre.

La presencia de algunos flecos de turbidez o aumento de la productividad de las aguas (más fitoplancton) no implica, de momento, cambio sensible en la dinámica del entorno. Por otra parte, ya se comentó que la aparición de una especie de carácter tropical, el gallo azul (*Aluterus scriptus*), que no se conocía en la zona, es reflejo de la colonización generalizada que se está produciendo en las islas (empezando por el El Hierro) a raíz del aumento de las temperaturas de las aguas.

Con estas salvedades y a falta de otra evidencia, se puede concretar el estado de conservación del sector de la zec que nos ocupa, como **favorable mantenido**.



4 MODIFICACIONES DEL PLAN DE VIGILANCIA

El PVA de Granadilla está concebido como un instrumento dinámico que se ajusta y replantea a medida que avanza, aprovechando la experiencia obtenida y atendiendo a nuevos elementos que requieren atención. Ya en el informe de 2010, el OAG propuso varias modificaciones metodológicas y en la distribución espacial, temporal y parámetros de muestreo, que fue posteriormente aprobada por la Autoridad Portuaria (titular de la competencia de la vigilancia), al no haber manifestado reparo alguno la Dirección General de Evaluación y Calidad Ambiental.

Procede ahora solicitar la aprobación de algunos cambios adicionales concebidos a lo largo de 2011, varios de los cuales ya se han implementado por necesidad del seguimiento, pero que, en todo caso, necesitan de aprobación formal.

4.1 Seguimiento por teledetección

El seguimiento de la pluma de turbidez, según la propuesta de 2010, fue planteado mediante fotografía aérea tomada desde una avioneta al descartarse la imagen de los satélites conocidos por ser excesivamente costosa (cubren una superficie enorme). Afortunadamente, ha surgido un nuevo satélite, el WorldView-2, que además de presentar sensores específicos pensados para trabajar en el mar (*coastal blue* y *yellow*), comercializa imágenes –con alta resolución– de sectores concretos de tamaño razonable, sin tener que adquirir grandes extensiones



Figura 37. Satélite WorldView-2 de Digital Globe

Worldview-2 pertenece a la compañía americana DigitalGlobe y es el primer satélite comercial de muy alta resolución espacial provisto de 8 bandas multiespectrales. Se lanzó el 8 de octubre de 2009 a bordo de un cohete Delta 7920. Se ubicó en una órbita polar heliosíncrona que se encuentra a una altitud de 770 km, proporcionando, en el nadir, un ancho de exploración de 16,4 km y una resolución espacial de 46 cm para el canal pancromático y de 1,85 m para el multiespectral. Las imágenes se suministran comercialmente con resoluciones de 0,5 y 2 m respectivamente. Su periodo orbital es de aproximadamente 100 minutos y el tiempo promedio de revisita es de 1,1 días. El OAG ha contratado con la empresa INDRA (representante de Digital Globe en España) la adquisición de una imagen compuesta de la zona de Granadilla (57 km²) cada mes, con un coste de 2.080 €(sin IGIC). La imagen se toma en una ventana de 15 días, atendiendo a la ausencia de nubes.



Además de las cuatro bandas multiespectrales tradicionales en el azul, verde, rojo e infrarrojo cercano, WorldView-2 incluye cuatro bandas adicionales: una centrada en longitudes de onda más corta que el azul, aproximadamente en 427 nm; una banda amarilla, a 608 nm; una banda en el borde del rojo, centrada estratégicamente en, aproximadamente, 724 nm al ser el inicio de la parte de alta reflectividad de la respuesta de la vegetación, y una adicional en el infrarrojo cercano, pero a mayor longitud de onda, centrada aproximadamente en 949 nm, que es sensible al vapor de agua atmosférico.

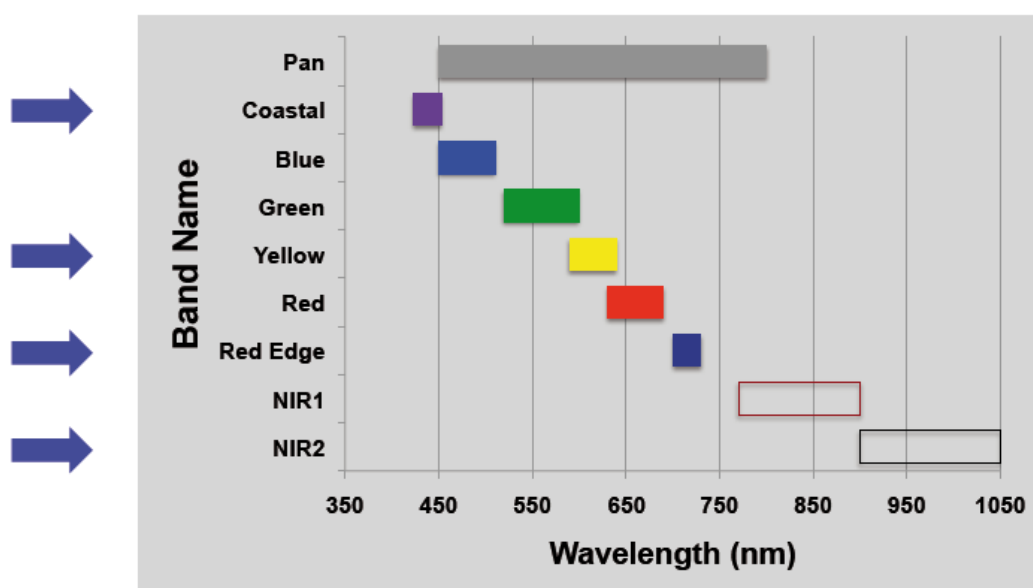


Figura 38. Bandas espectrales de WorldView-2 (flecha azul, las exclusivas)

Según ya se ha comentado en este informe, el OAG colabora con el Grupo de Procesado de Imágenes y Teledetección de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria en la elaboración de algoritmos específicos para la corrección atmosférica local, e interpretar la clorofila y la turbidez en las aguas costeras de Granadilla. Una vez obtenidos los algoritmos, y con la intención de avanzar más en explotar las posibilidades de estas imágenes, el OAG aspira a poder abarcar los siguientes aspectos, con carácter mensual, en toda el área de influencia de las obras del puerto de Granadilla:

- Medir el avance de las obras y contar elementos que participan en ellas.
- Cartografiar la turbidez y cuantificar su intensidad.
- Cartografiar y cuantificar el contenido de clorofila en agua.
- Cartografiar las comunidades del fondo marino hasta una profundidad por determinar.
- Detectar vertidos y otras incidencias macroscópicas en el ámbito del seguimiento.
- Levantar batimetrías someras y monitorizar el previsible basculamiento de las playas y de la acumulación de arenas.

Con este nuevo enfoque, se abren mucho las posibilidades de hacer un seguimiento más, extenso, intenso e inmediato.



4.2 Seguimiento de los sebadales

La seba, como especie estructurante de las praderas que se forman sobre arenales someros, es un excelente indicador del estado general de estas comunidades. Por ello, además de monitorizar sus cambios espaciales, es conveniente vigilar su estado de “salud”, para anticipar posibles cambios o determinar las causas de éstos. Se ha desarrollado una metodología apropiada para este seguimiento, aplicada ya en una primera campaña para que sirviera de punto de referencia. Tendría carácter semestral (invierno y primavera) y abarca nueve estaciones, cubriendo todos los sectores objeto de vigilancia (ver apartado 3.8.8 *Estado fisiológico del sebadal*). El protocolo de trabajo detallado viene explicado en el informe de T. Cruz Simó, que se incluye en el CD anexo.



Cada muestra se fotografía en bandeja una vez limpia y eliminada la fracción oculta (rizomas, raíces), así como los brotes estirados con peciolos en la tabla de medición. Una vez descalcificadas con ácido, se dejan secar al natural varios días y en estufa de 24 a 48 horas, etcétera. Estos protocolos se explican en el informe de T. Cruz (2011).

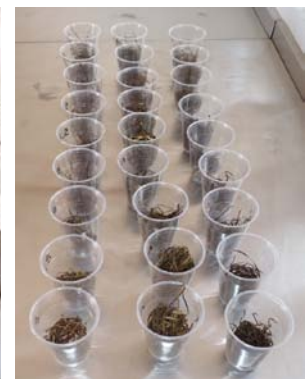
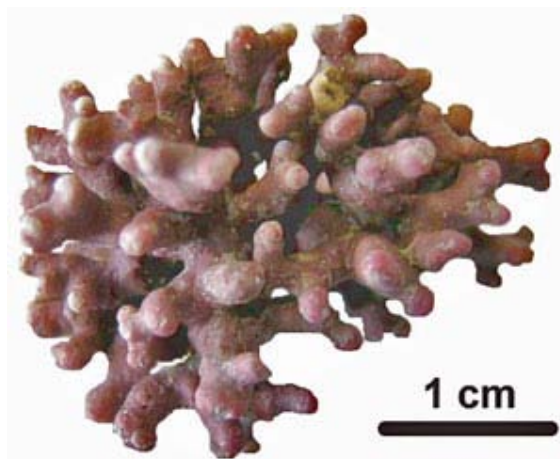


Figura 39. Trabajos con sebas en el laboratorio del OAG en Granadilla.



4.3 Seguimiento de las comunidades de mäerl

En la costa de Granadilla existen importantes comunidades de mäerl a las que, hasta ahora, se les ha dado poca importancia, quizás por centrarse la atención excesivamente sobre los seabadales. Estas algas coraloides (*Lithothamnion*, etc.), además de la biodiversidad asociada, tienen esqueletos calcáreos que, una vez muerta el alga, persisten como rodolitos y, por rozamiento, forman arena. Este es, con gran probabilidad, el origen del componente orgánico (bioclastos) que se apreciaba en los estudios granulométricos realizados en la costa de Granadilla con ocasión de la redacción y evaluación ambiental del puerto, y que entonces no supo concretarse.



Según se deduce de la bibliografía consultada, estas algas son bastante sensibles a la deposición de sedimentos (y más si contienen materia orgánica). Posiblemente sea la comunidad más expuesta a cambios, dado el insumo de finos en el ecosistema a raíz de los vertidos de las obras.

Hemos introducido cuatro estaciones específicas para el seguimiento del mäerl (proporción vivo/muerto) y, si se consiguen calibrar bien las imágenes de Worldview-2, se pretende cartografiar su distribución en todo el ámbito de trabajo. En la sección de recomendaciones también se

proponen dos estudios sobre el mäerl (confites y anises) que ayudarán sobremanera a concretar más la dinámica sedimentaria en la zona.

4.4 Modificaciones metodológicas

En algunos apartados de este informe se ha dado cuenta de cambios en los métodos aplicados para el seguimiento de determinados parámetros, tras revelarse como inoperativos los que se habían planteado. Esto afecta concretamente a:

- § 3.4.4. Método de estudio de la deposición de polvo sobre la vegetación
- § 3.8.3. Método de conteo de las especies indicadoras de las comunidades bentónicas.
- § 3.8.9. Método de estudio de la contaminación de los organismos (cambio de especie).

4.5 Cambios en las estaciones de muestreo

De forma análoga, se han tenido que modificar algunas estaciones de muestreo y añadir otras complementarias:

- Algunas estaciones de comunidades intermareales y de muestreo de erizos han tenido que ser cambiadas por otras o desplazadas (respetando su código y nombre).
- Las estaciones de conteo de peces demersales se reducen a tres.
- Las estaciones de fauna bentónica se aumentan de cinco a once (4 mäerl, 1 blanquizal).

En la página siguiente se listan todas las estaciones del PVA y como anexo a este documento se incluye un plan actualizado del programa de seguimiento ambiental y un mapa con la localización de todas las estaciones.



RELACIÓN DE ESTACIONES DE MUESTREO DEL OAG

Código	Denominación	Latitud	Longitud	Destino
TGr00	Boya Granadilla	28° 3' 40,230" N	16° 30' 32,076" O	Estación meteorológica, sonda, correntímetro
TGr01	Cueva Trigo	28° 3' 40,230" N	16° 30' 32,076" O	Sonda
TGr02	Tajao	28° 6' 33,499" N	16° 27' 48,000" O	Trampa, sonda, Q-agua, micro, Q-sedim, infauna
TGr03	San Felipe	28° 6' 17,200" N	16° 28' 20,183" O	Com interm, erizo
TGr04	La Caleta	28° 5' 55,008" N	16° 28' 20,274" O	Sonda, Q-agua, micro, Q-sedim, seba
TGr05	Tarajales	28° 5' 17,482" N	16° 29' 9,075" O	Trampa, sonda, Q-agua, micro, Q-sedim, com bent, infauna, com demers, seba
TGr06	Embarcadero	28° 5' 25,009" N	16° 29' 19,144" O	Erizo
TGr07	Camello	28° 4' 54,236" N	16° 28' 40,278" O	Com pelag
TGr08	Lajón	28° 4' 53,592" N	16° 29' 5,641" O	Trampa, sonda, Q-agua, micro, Q-sedim, infauna, seba
TGr09	Dársena	28° 4' 21,402" N	16° 29' 29,298" O	Sonda, Q-agua, micro, Q-sedim, infauna
TGr10	Medio	28° 4' 17,543" N	16° 30' 2,731" O	Trampa, sonda, Q-agua, micro, Q-sedim, infauna, com demers, seba
TGr11	Bocana	28° 3' 56,404" N	16° 29' 52,329" O	Sonda, Q-agua, micro, Q-sedim, infauna
TGr12	Tancón	28° 4' 2,651" N	16° 30' 23,804" O	Com interm, com bent, erizo
TGr13	Abejera	28° 3' 45,529" N	16° 30' 32,604" O	Trampa, sonda, infauna, seba
TGr14	Charcón	28° 3' 38,779" N	16° 30' 31,596" O	Trampa, sonda, Q-agua, micro, Q-sedim, infauna, seba
TGr15	Pelada	28° 3' 28,328" N	16° 29' 36,898" O	Com pelag
TGr16	Rajita	28° 3' 43,178" N	16° 30' 51,924" O	Com interm, erizo
TGr17	Punta Brava	28° 3' 1,452" N	16° 31' 28,737" O	Com interm, com bent, erizo
TGr18	Jaquita	28° 2' 46,776" N	16° 31' 29,094" O	Trampa, sonda, Q-agua, micro, Q-sedim, com bent, infauna, com demers, seba
TGr19	Médano	28° 2' 20,285" N	16° 32' 2,451" O	Trampa, sonda, Q-agua, micro, Q-sedim, infauna, seba
TGr20	Bocinegro	28° 1' 59,115" N	16° 32' 20,702" O	Com interm, erizo
TGr21	Chinchorro	28° 1' 45,826" N	16° 33' 43,673" O	Com interm
TGr22	Tejita	28° 1' 39,817" N	16° 33' 36,018" O	Trampa, sonda, Q-agua, micro, Q-sedim, infauna, seba
TGr23	Montaña Roja	28° 1' 39,322" N	16° 33' 5,143" O	Erizo
TGr24	Las Lisas	28° 7' 13,672" N	16° 27' 41,475" O	Com interm, erizo
TGr25	Carrera	28° 3' 55,692" N	16° 30' 21,391" O	Com bent
TGr26	Cambada	28° 5' 26,020" N	16° 28' 24,344" O	Com bent
TGr27	Confite	28° 3' 33,664" N	16° 30' 5,378" O	Com bent



TGr28	Piedras blancas	28° 2' 40,630" N	16° 31' 21,775" O	Com bent
TGr29	Montelis	28° 1' 40,199" N	16° 32' 15,539" O	Com bent
TGr30	TranPelada	28° 3' 13,331" N	16° 30' 56,108" O	Com bent
TGr31	TranEmbarcadero	28° 5' 0,406" N	16° 29' 13,713" O	Com bent
TA768	Barranco del Charcón	28° 4' 22,297" N	16° 30' 24,913" O	Plan arqueológico
TA767	Barranco del Charcón	28° 4' 25,191" N	16° 30' 24,697" O	Plan arqueológico
TA422	Barranco del Charcón	28° 4' 23,204" N	16° 30' 28,112" O	Plan arqueológico
TA764	Barranco del Charcón	28° 4' 22,812" N	16° 30' 28,290" O	Plan arqueológico
TA765	Cuevas del Trigo	28° 4' 0,809" N	16° 30' 31,792" O	Plan arqueológico
Parcela A	Montaña Pelada	28° 4' 12,455" N	16° 31' 2,908" O	Estudios de vegetación terrestre
Parcela C	Playa del Medio	28° 4' 41,999" N	16° 30' 6,028" O	Estudios de vegetación terrestre
Parcela C (Balo)	Playa de Las Caletas	28° 4' 40,694" N	16° 30' 6,450" O	Polvo sobre Plocama pendula
Parcela B (Balo)	Playa del Medio	28° 4' 29,754" N	16° 30' 20,474" O	Polvo sobre Plocama pendula
GrAt_1	UNELCO	28° 5' 18,314" N	16° 29' 37,187" O	Captador de polvo
GrAt_2	ITER	28° 4' 9,124" N	16° 30' 29,125" O	Captador de polvo
GrAt_3	Casetas	28° 4' 49,009" N	16° 30' 0,851" O	Captador de polvo
Er4	Polígono	28° 4' 42,416" N	16° 30' 12,445" O	Medidas de ruido
Er2	Casetas	28° 4' 49,946" N	16° 29' 58,336" O	Medidas de ruido
Er1	Rotonda	28° 4' 55,707" N	16° 29' 30,537" O	Medidas de ruido

Abreviaturas:

Trampa	Captador de sedimentos
Q-agua	Análisis químico de aguas
Q-sedim	Análisis químico de sedimentos
Sonda	Sonda multiparamétrica
Micro	Análisis microbiológico
Erizo	Muestras de <i>Diadema antillarum</i>
Seba	Muestras de <i>Cymodocea nodosa</i>
Infauna	Muestra de sedimento para extracción de poliquetos
Com inter	Comunidades intermareales
Com bent	Comunidades bentónicas
Com demer	Comunidades demersales
Com pelag	Comunidades pelágicas



5 RECOMENDACIONES DEL OAG

Hasta el presente no se han producido alarmas o cambios significativos en ámbito de seguimiento más allá del sector “Puerto” donde se realizan las obras en el medio marino. Con motivo del presente informe, el OAG quiere dejar constancia de algunas recomendaciones o consideraciones ya hechas a la Autoridad Portuaria y añadir otras, de cara a mitigar el impacto de las obras o conocer mejor el medio.

- En el estudio de IH Cantabria se deduce que la zona de mäerl situada próxima al veril de La Jaca debe ser mayor de la cartografiada (parcialmente) y se le atribuye una superficie de 2 km², equiparable a la zona próxima a Montaña Pelada. Sería conveniente realizar un levantamiento bionómico en dicha zona para conocer su extensión real.
- Dada la importancia del mäerl como generador de arenas en la zona, se propone que se realice un estudio para obtener valores de producción local.
- Para mitigar el efecto de finos (incluidos los terrígenos) en el mar, se recomienda descartar la colocación de barreras anticontaminación (inútiles) y optar por reducir en tierra la porción de finos en los materiales antes de ser vertidos. Para ello se propone usar palas con cucharas taladradas de modo que escurra la porción fina (que se puede utilizar en los rellenos una vez aislada la cubeta del mar). Igualmente, se recomienda estudiar la posibilidad de prescindir de la primera capa de material fino que se coloca en la caja de los camiones para evitar que se dañen cuando se cargue material más grueso; habría que estudiar el coste de reponer las cajas de los volquetes si se dañan en exceso.
- Igualmente, se recomienda estudiar el impacto económico que implicaría el verter material al mar solo en situaciones de pleamar o llenante, ya que los estudios de predicción de dispersión de partículas, reflejan que es en estas situaciones cuando más se dispersan y alejan de la zec Sebadales del Sur de Tenerife. Llegado el caso de constatarse daños en la zec, podría plantearse la necesidad de adoptar una medida restrictiva de este tipo y es conveniente conocer su coste.
- Se recomienda abandonar la solución de baipás planteada para el trasvase de arenas norte-sur y considerar, conjuntamente con la Comisión Europea, alguna de las alternativas propuestas. De entre ellas, al OAG le parece la más interesante, el verter arenas directamente en la playa, lo que implicaría aprovechar desde ahora los materiales que se obtengan de los dragados previstos en la zona y acopiarlos en tierra para su ulterior liberación. Además, se deberían hacer algunas pruebas de vertido en puntos concretos para conocer el tiempo necesario para el arrastre y su dirección, sobre todo, cuando el dique de abrigo alcance su máxima longitud (se generan contracorrientes que pueden desplazar las arenas hacia el puerto y no hacia la zec).

Santa Cruz de Tenerife, 29 de febrero de 2011

El Director del OAG



EL EQUIPO DE TRABAJO:

Dr Antonio Machado Carrillo
Ecólogo

Dr Manuel Caballer Gutiérrez
Biólogo marino

Javier Díaz Guerra
Licenciado en Ciencias Ambientales

Juan Antonio Bermejo
Experto GIS

Ignacio Lorenzo García
Ingeniero informático

Tomás Cruz Simó
Consultor en Biología Marina

Alejandro Domínguez González
Vigilante ambiental

A fecha de 16/3/2012 se han corregido algunas erratas apreciadas en el informe, que no afectan al contenido del mismo.

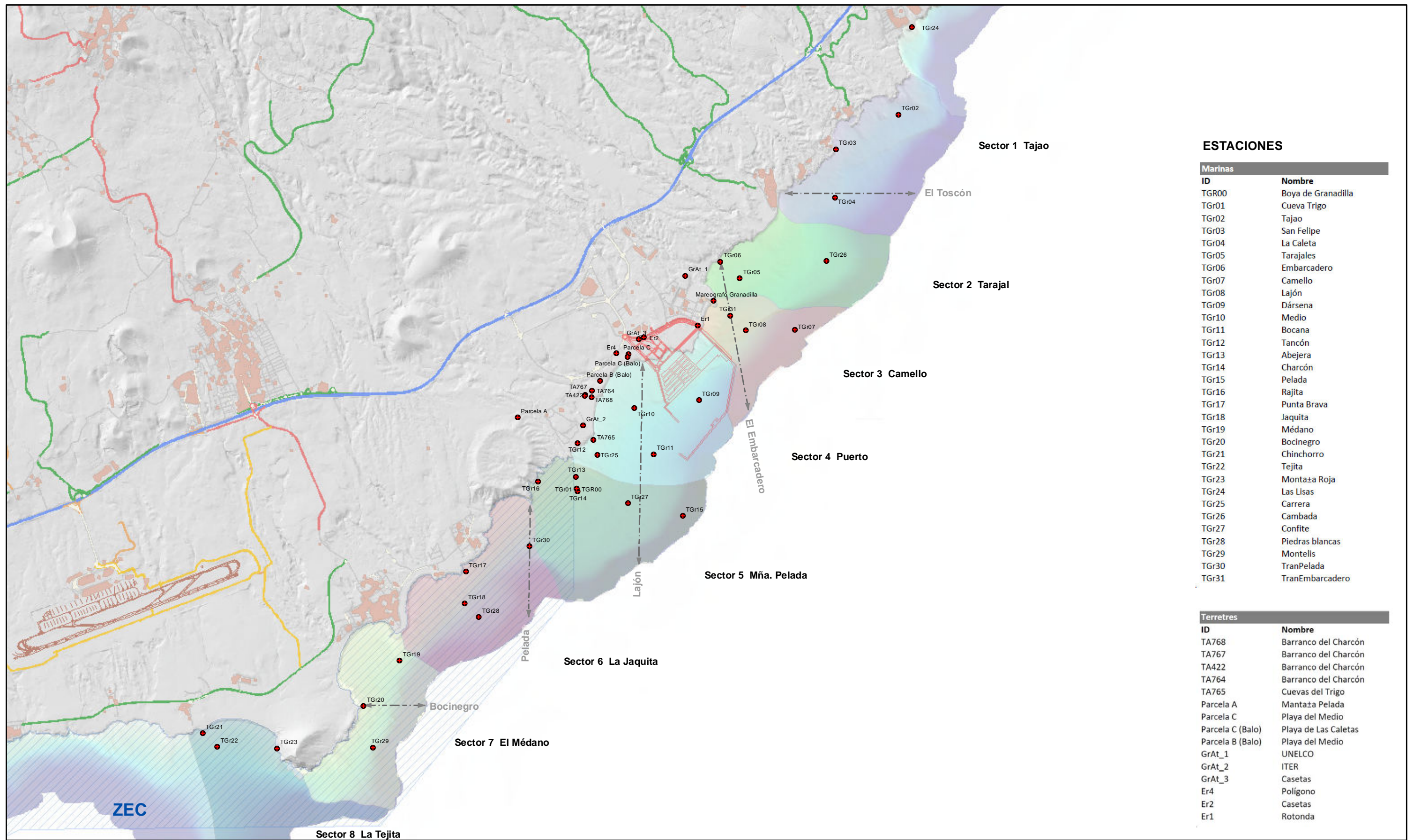




6 ANEXOS

6.1 Plantilla del seguimiento ambiental del puerto de Granadilla en fase de obras

6.2 Plano con las estaciones y transectos de muestreo.



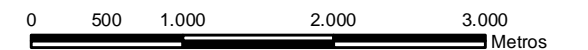
ESTACIONES

Marinas	
ID	Nombre
TGR00	Boya de Granadilla
TGr01	Cueva Trigo
TGr02	Tajao
TGr03	San Felipe
TGr04	La Caleta
TGr05	Tarajales
TGr06	Embarcadero
TGr07	Camello
TGr08	Lajón
TGr09	Dársena
TGr10	Medio
TGr11	Bocana
TGr12	Tancón
TGr13	Abejera
TGr14	Charcón
TGr15	Pelada
TGr16	Rajita
TGr17	Punta Brava
TGr18	Jaquita
TGr19	Médano
TGr20	Bocinegro
TGr21	Chinchorro
TGr22	Tejita
TGr23	Montaña Roja
TGr24	Las Lisas
TGr25	Carrera
TGr26	Cambada
TGr27	Confite
TGr28	Piedras blancas
TGr29	Montelis
TGr30	TranPelada
TGr31	TranEmbarcadero

Terretres	
ID	Nombre
TA768	Barranco del Charcón
TA767	Barranco del Charcón
TA422	Barranco del Charcón
TA764	Barranco del Charcón
TA765	Cuevas del Trigo
Parcela A	Mantaza Pelada
Parcela C	Playa del Medio
Parcela C (Balo)	Playa de Las Caletas
Parcela B (Balo)	Playa del Medio
GrAt_1	UNELCO
GrAt_2	ITER
GrAt_3	Casetas
Er4	Poligono
Er2	Casetas
Er1	Rotonda

SRS: UTM 28N WGS84 (EPSG:32628)

1:50.000



FUNDACIÓN OBSERVATORIO
AMBIENTAL GRANADILLA
CIF G38951836
Edificio Puerto-Ciudad, Oficina 1B
38001 Santa Cruz de Tenerife
Islas Canarias - España
Tel.: +34 922 298 700 Fax: +34 922 298 704
fo@oag-fundacion.org - www.oag-fundacion.org

- Estaciones de muestreo
- ←- - -> Transectos
- Puerto de Granadilla
- ▨ ZEC Sebadales del Sur



Nº Mapa
1

PVA GRANADILLA

Estaciones y transectos de muestreo

Autor: Centro de datos

Fecha: **Febrero 2012**

SEGUIMIENTO AMBIENTAL DEL PUERTO DE GRANADILLA EN FASE DE OBRAS – V 5

PARÁMETRO	OBJETO DE SEGUIMIENTO	LOCALIZACIÓN	EJECUCIÓN	FRECUENCIA	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	PROTOCOLO METODOLÓGICO	COD.F.
1. PATRIMONIO	1.1 YACIMIENTOS ARQUEOLÓGICOS	Yacimientos TA442, TA764, TA765, TA767 y TA768	OAG	Trimestral	1			1			1			1			1.1 Registro fotogramétrico	A1
2. VEGETACIÓN TERRESTRE	2.1 COMUNIDADES VEGETALES	Parcela testigo A: Montaña. Pelada	OAG	Bienal							1						2.1 Inventario vegetal (abundancias y coberturas) – inicio 2012	B1
		Parcela testigo B: Playa del Medio	OAG	Bienal		1											2.2 Inventario vegetal (abundancias y coberturas) – inicio 2011	B2
	2.2 DEPOSICIÓN DE PARTÍCULAS	Parcela C-balo y Parcela B-balo (a doble distancia)	OAG	Anual									1				2.3 Evaluación sobre hojas de balo antes de lluvia otoñal	B3
3. CALIDAD ATMOSFÉRICA	3.1 POLVO EN SUSPENSIÓN	Estaciones GrAt-1, GrAt-2, GrAt-3	OAG	Mensual	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3.1 Un muestreo de cinco días por tres captadores en la misma semana	C1
	3.2 NIVEL SONORO	Estaciones ER4, ER2, ER1	OAG	Mensual	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3.2a Sonómetro (3 x 1 min/día) y registro de número de aviones	C2
		Estaciones ER4, ER2, ER1	OAG	Cuatrimestral			15				15				15		3.2b Sonómetro (6 x 5 min/día entre 11-13 h) y nº de aviones	C3
	3.3 MITIGACIÓN DEL POLVO	Zona de obras	OAG	Quincenal	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3.3 Verificación de parque móvil y obras	C4
	3.4 MITIGACIÓN DEL RUIDO	Zona de obras y vías de acceso	OAG	Semanal	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3.4 Verificación de parque móvil y maquinaria	C4
3.5 MITIGACIÓN LUMÍNICA	Zona de obras y vías de acceso	OAG	Quincenal	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3.5 Verificación durante de instalación de luminarias	C4	
4. OCUPACIÓN DEL SUELO Y OBRAS	4.1 MATERIALES EXTERNOS	Zona de obras y lugar de procedencia	OAG	Bimestral		1		1		1		1		1		1	4.1 Comprobación materiales y visita a canteras durante acopio	D1
	4.2 SUELO EXTERIOR	Perímetro de la obra y suelo rústico próximo	OAG	Quincenal	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	4.2 Inspección visual de alteraciones	D2
	4.3 TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	Zonas de obras (especialmente área de servicios)	OAG	Mensual	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4.3 Inspección de puntos de generación	D3
	4.4 MITIGACIÓN DE VERTIDOS ACCIDENTALES	Zona de obras	OAG	Mensual	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4.4 Verificación medidas preventivas	D3
	4.5 USO DE BOLOS Y CALLAOS	Playa La Caleta y zonas de acopio y reutilización	OAG	Mensual	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4.5 Verificación de actuaciones mientras duren	D4
	4.6 INTEGRACIÓN PAISAJÍSTICA	Ámbito terrestre de la obra	OAG	Mensual	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4.6 Control de medidas	D4
	4.7 RESTAURACIÓN ZONA DE OBRAS	Áreas ocupadas por las instalaciones de obra	OAG	Mensual	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4.7 Control de medidas durante y después de desmantelamiento	D5
	4.8 USO DE FLORA LOCAL	Zonas verdes del ámbito portuario y viario del polígono de Granadilla	OAG	Trimestral	1			1			1					1	4.8 Verificación visual parterres y jardines	D4
	4.9 BALIZAMIENTO MARÍTIMO	Ámbito marino de la obra	OAG	Semanal	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4.9 Verificación de estado	D6
5. GEODINÁMICA MARINA	5.1 TASAS DE SEDIMENTACIÓN MARINA	Estaciones TGr.02, 05, 08, 10, 13, 14, 18, 19 y 22	OAG	Trimestral	1			1			1			1			5.1 Captadores de sedimentos y granulometría	E1
	5.2 ZONAS DE ACUMULACIÓN DE ARENAS	Playas de El Medio, Cueva Honda y La Jaquita, pie dique norte y bocana	OAG	Semestral			1						1				5.2 Control de estacas decimetradas	E2
	5.3 ALTERACIONES EN PLAYAS	Playas de La Pelada, La Jaquita, El Médano, y La Tejita	OAG	Semestral					1							1	5.3 Análisis comparado de ortofotos secuenciales	---
6. CALIDAD DEL MEDIO MARINO	6.1 CONDICIONES OCEANOGRÁFICAS	Estaciones TGr.00 (boya), TGr.01, 02, 04, 05, 08, 09, 10, 11, 13, 14, 18, 19 y 22	OAG	Mensual	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	6.1a Sonda multiparamétrica a plomo (y boya)	F1
		Transectos paralelos o perpendiculares a la costa según conveniencia	OAG	Mensual	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	6.1b Sonda multiparamétrica arrastrada	F2
	6.2 CALIDAD QUÍMICA DEL AGUA	Estaciones TGr.02, 04, 05, 08, 09, 10, 11, 14, 18, 19 y 22	OAG + Lab.	Trimestral		1			1			1			1		6.2 Muestreo 2 profundidades y analítica laboratorio	F3
	6.3 CONTAMINACIÓN MICROBIOLÓGICA	Estaciones TGr.02, 04, 05, 08, 09, 10, 11, 14, 18, 19 y 22	OAG + Lab.	Anual								1					6.3 Muestre a 1 m y análisis de enterobacilos	F4
	6.4 CALIDAD DEL SEDIMENTO	Estaciones TGr.02, 04, 05, 08, 09, 10, 11, 14, 18, 19 y 22	OAG + Lab.	Trimestral	1			1			1			1			6.4 Muestreo mediante draga, granulometría y analítica química	F5
	6.5 PLUMA DE TURBIDEZ	Costa de Granadilla afectada	OAG	Mensual	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	6.5 Imagen de satélite	F6
	6.6 PREVENCIÓN (Y MITIGACIÓN) DE LA TURBIDEZ	Zonas de relleno en obras en el medio marino	OAG	Mensual o más	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	6.6 Verificación secuencia obras y calidad de relleno	F6
6.7 RESIDUOS Y VERTIDOS AL MEDIO MARINO	Ámbito marino de las obras	OAG	Semanal	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	6.7 Verificación medidas preventivas y reparadoras	F7	
7. BIODIVERSIDAD	7.1 AVIFAUNA	Ámbito terrestre de las obras	OAG	Mensual								1	1	1	1	1	7.1 Control visual de aves criando (evitar movimiento tierras)	G1
	7.2 COMUNIDADES INTERMAREALES	Estaciones TGr.03, 12, 16, 17, 20, 21 y 24	OAG	Semestral				1						1			7.2 Cuantificación presencia de especies indicadoras	G2
	7.3 COMUNIDADES BENTÓNICAS	Estaciones TGr.05, 12, 17, 18, 25, 26, 27, 28, 29, 30 y 31	OAG	Semestral				1						1			7.3a Cuantificación especies indicadoras y conteo peces	G3
		Transectos El Toscón, El Embarcadero, Lajón, Pelada y Bocinegro	OAG	Semestral			1						1				7.3b Grabación con vídeo arrastrado y análisis imagen	G4
	7.4 INFAUNA	Estaciones TGr.02, 05, 08, 09, 10, 11, 13, 14, 18, 19 y 22	OAG + Lab.	Semestral				1						1			7.4 Análisis composición comunidad de poliquetos	G5 y G6
	7.5 COMUNIDADES PELÁGICAS	Estaciones TGr.07 y 15	OAG	Semestral			1						1				7.5 Conteo de peces en tiempos pautado (buceador)	G7
	7.6 CONTAMINACIÓN ANIMALES MARINOS	Estaciones TGr.03, 06, 12, 16, 17, 20, 23 y 24	OAG + Lab.	Semestral				1					1				7.6 Análisis del contenido de hidrocarburos y metales en erizos	G9
	7.7 COMUNIDADES DEMERSALES	Estaciones TGr.05, 10, 18	OAG	Semestral				1						1			7.7 Conteo de peces en tiempos pautado (buceador)	G8
7.8 ESTADO DEL SEBADAL	Estaciones TGr.02, 05, 08, 10, 13, 14, 18, 19 y 22	OAG + TC	Semestral				1						1			7.8 Estudio del estado fisiológico y de desarrollo del sebadal	---	
8. MEDIDAS ESPECIALES	8.1 POBLACIÓN PIÑAMAR	Zec Piñamar de Granadilla	OAG /CabTfe	Anual					1								8.1 Inventario de ejemplares y estado fisiológico	H1
	8.2 TRASVASE DE ARENA	Ámbito marino de la obra	OAG	Condicionada													8.2 Verificación de actuaciones según proyecto	---
	8.3 CALIDAD ZEC "SEBADALES DEL SUR"	Zec/ Lic Sebadales del Sur de Tenerife	OAG	Condicionada													8.3 Bionomia comparativa (levantamiento completo)	---
	8.4 REHABILITACIÓN DE SEBADAL	Zec Sebadales de San Andrés	OAG	Semestral			1						1				8.4 Comprobación resultados de las plantaciones y siembras	---