



www.oag-fundacion.org

PVA 2017-2021

**PLAN DE VIGILANCIA AMBIENTAL
DEL PUERTO DE GRANADILLA
EN FASE OPERATIVA**

– M e m o r i a –

**PLAN DE VIGILANCIA AMBIENTAL
DEL PUERTO DE GRANADILLA
EN FASE OPERATIVA
(2017-2021)**

Diciembre 2016

SANTA CRUZ DE TENERIFE

OAG (2016). *Plan de vigilancia ambiental del puerto de Granadilla en fase de operativa. Memoria.* – S/C de Tenerife: Observatorio Ambiental Granadilla, pp. 65 [no publicado].

© OAG – Diciembre 2016

Memoria OAG_PVA.Gr_8/2016

Santa Cruz de Tenerife, España

TABLA DE CONTENIDO

1	Introducción	5
1.1	Antecedentes	5
1.2	La verificación de la exactitud y corrección de la EIA	5
1.3	El plan de vigilancia ambiental	7
1.4	Cumplimiento de las medidas compensatorias	8
1.5	El desarrollo de las obras del puerto	8
1.6	La vigilancia ambiental en fase de obra	9
2	La vigilancia en fase operativa	11
2.1	El sistema ambiental de Granadilla	11
2.2	Revisión de impactos potenciales	12
2.3	Objetivos del presente plan	13
3	Medidas compensatorias	14
3.1	Medidas cumplimentadas	14
3.2	Restauración de la zec Montaña Roja	14
3.3	Seguimiento de la tortuga boba	15
3.4	Replantación de sebadales	16
3.4.1	Estudios y ensayos previos	16
3.4.2	Situación del sebadal en la zec	17
3.4.3	Factores que gobiernan la dinámica del sebadal	18
3.4.4	La compensación del daño causado	19
3.5	Otras medidas adscritas al Observatorio Ambiental Granadilla	19
3.5.1	Repositorio de datos marinos integrados de Canarias (REDMIC)	20
3.5.2	Apoyo a la Directiva Hábitats	21
4	Medidas correctoras	23
4.1	Trasvase de arenas norte-sur	23
4.1.1	La dinámica litoral de transporte de partículas	23
4.1.2	Alternativas al baipás	25
4.1.3	Actuaciones previas	26
4.1.4	Estudios necesarios	26
4.2	Recuperación de playas	28
4.2.1	Condicionantes originales	28
4.2.2	El nuevo escenario	28
4.3	Aguas residuales del puerto	29
5	Seguimiento ambiental	30
5.0	Actuaciones a discontinuar	30
5.1	Vigilancia de las obras	31
5.1.1	Materiales de acopio externos	31
5.1.2	Rellenos y vertidos accidentales	31
5.1.3	Niveles sonoros y de polvo, y medidas de mitigación	31
5.1.4	Mitigación lumínica	32
5.2	Integración paisajística	32
5.2.1	Adecuación cromática	32
5.2.2	Uso de flora local	32



5.2.3	Uso de bolos y callaos.....	32
5.2.4	Restauración de la zona de obras.....	33
5.3	Operaciones portuarias.....	33
5.3.1	Dragados.....	33
5.3.2	Derrame accidental de hidrocarburos.....	33
5.3.3	Residuos flotantes y basuras.....	34
5.3.4	Control de la prohibición de pesca.....	34
5.4	Geodinámica litoral.....	34
5.4.1	Tránsito de arenas por tierra.....	35
5.4.2	Episodios tormentosos.....	35
5.4.3	Nivel medio del mar y oleaje.....	35
5.4.4	Flujo de la corriente.....	36
5.4.5	Tasa de sedimentación.....	36
5.4.6	Balance sedimentario.....	37
5.4.7	Alteraciones en playas.....	38
5.4.8	Clima marítimo.....	38
5.5	Calidad del medio marino.....	39
5.5.1	Parámetros oceanográficos.....	39
5.5.2	Calidad del agua.....	40
5.5.3	Calidad de los sedimentos.....	41
5.5.4	Evaluación general del medio físico.....	42
5.6	Biodiversidad marina.....	42
5.6.1	Comunidades supramareales.....	43
5.6.2	Comunidades intermareales.....	43
5.6.3	Comunidades de peces litorales.....	44
5.6.4	Comunidades bentónicas.....	45
5.6.5	Infauna.....	46
5.6.6	Perfiles y cartografía bionómica.....	47
5.6.7	Especies exóticas.....	49
5.6.8	Efecto arrecife artificial.....	49
5.6.9	Contaminación en organismos marinos.....	50
5.6.10	Desarrollo del määrl.....	50
5.6.11	Estado fisiológico del sebadal.....	51
5.6.12	Evaluación general de la biodiversidad.....	52
5.6.13	Evaluación del estado de conservación de la Zec ES7020116.....	52
5.7	Remisión de informes y revisión del PVA.....	54
6	Bibliografía	55

ANEXOS

- A Esquema del sistema ambiental del puerto de Granadilla
- B. Relación actualizada de las estaciones de muestreo del OAG
- C. Planilla de trabajos de seguimiento en fase operativa
- D. Plano de los transectos y estaciones de muestreo



- M e m o r i a -

PLAN DE VIGILANCIA AMBIENTAL DEL PUERTO DE GRANADILLA EN FASE OPERATIVA (2017-2021)

1 INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

La fundación 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. Esta función propia, que emana de la voluntad del fundador (la Comisión Europea), la desarrolla como colaboración con la Autoridad Portuaria de S/C de Tenerife, sin que medie por parte de esta entidad cesión alguna de sus competencias administrativas en la vigilancia ambiental ni de responsabilidades frente a terceros, y todo ello sin perjuicio de la correspondiente tutela del Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente.

Tras haber reducido sus dimensiones a casi un cuarto de las originales, el proyecto de puerto industrial en Granadilla, tramitado como dársena del Puerto de Santa Cruz de Tenerife, (figuras 1-2), cuenta con una Declaración de Impacto Ambiental (26-1-2003) favorable y con un Dictamen de la Comisión Europea (2006) que introduce medidas adicionales y compensatorias.

Las obras de abrigo se iniciaron y fueron suspendidas en el mismo mes de febrero de 2009, para ser reanudadas el 13 de julio de 2010, fecha desde la que se ha venido desarrollando con algún que otro contratiempo, para estar prácticamente concluidas a finales de 2016.

La Autoridad Portuaria estima que la recepción de las obras tendrá lugar hacia marzo de 2017, pero el dique externo alcanzará su longitud definitiva hacia septiembre u octubre del presente año (2016). Es a partir de este momento cuando queda perfilado el nuevo esquema de dinámica de las aguas en la costa, punto de inflexión para analizar y monitorizar los impactos asociados. También se prevé que en otoño empezará a usarse la ensenada por parte de algunas embarcaciones. Por todo ello, y a efectos ambientales, el OAG propone fijar el día 1 de enero de 2017 como la fecha de inicio de la vigilancia ambiental en fase operativa. El presente documento plantea el alcance y contenido de dicha vigilancia ambiental

1.2 La verificación de la exactitud y corrección de la EIA

La verificación de la exactitud y corrección de la evaluación de impacto ambiental del puerto de Granadilla fue realizada por el OAG a lo largo de 2010 (OAG_PVA-Gr.1/2010). En él se resume la polémica historia de este proyecto de infraestructura portuaria, único modo de entender la complejidad que su tramitación ambiental ha llevado aparejada, destacándose en todo momento que el informe atañe solo al componente ambiental del mismo, sin entrar en otros aspectos como la necesidad de tal obra o su bondad funcional. A título de resumen:



Figura 1. Concepto original (3 fases) del puerto de Granadilla (1998) sobre el que se basó la EIA



Figura 2. Proyecto final del puerto de Granadilla (2005) objeto de seguimiento ambiental.
En trazo amarillo discontinuo la dimensión de la fase 1 antes de ser recortada



“En el proyecto de una nueva infraestructura portuaria en Granadilla, que ha suscitado tanta polémica, las instituciones legitimadas de la sociedad han otorgado prioridad al interés económico y social sobre el ambiental, y han aceptado el impacto negativo sobre el medio natural como coste ambiental insoslayable del Proyecto, al considerar que no hay otras alternativas, y a pesar de haberlo reducido sensiblemente y de la profusión de medidas correctoras y precautorias arbitradas.

Con el proyecto se comprometen zonas aledañas en un grado asumible, aunque no exento de incertidumbres, y se sacrifica un tramo importante de costa, cuyos valores naturales, aún siendo ciertos, han sido exagerados por diferentes motivos. Como consecuencia de ello, algunas de las medidas acordadas y luego impuestas en compensación por los posibles impactos sobre la red Natura 2000 y especies prioritarias de interés comunitario, parecen excesivas y sobredimensionadas en relación con el proyecto final, aunque tal vez no en razón a la presión ejercida por los detractores del proyecto, cuya oposición no siempre se ha sustentado en la defensa de los valores ambientales.

Salvo por este extravío, a tenor de la verificación realizada, la evaluación del impacto ambiental del puerto de Granadilla fruto de un procedimiento atípico y complejo en extremo, se considera en términos globales «moderadamente exacto y correcto», aunque no óptimo. Dicha evaluación ampara al proyecto final de puerto reducido (enero 2005) y a sus componentes, con la salvedad del subproyecto de baipás, y de otros proyectos conexos no concretados que pudieran surgir (canteras para aporte de materiales, etc.), que habrán de someterse a evaluación de impacto ecológico independiente.”

1.3 El plan de vigilancia ambiental

Según dispone la Declaración de Impacto Ambiental de Granadilla, el plan de vigilancia ambiental (PVA en lo sucesivo) “integrará el correspondiente programa que figura en el punto 7 del Estudio de Impacto Ambiental, y verificará el cumplimiento de las medidas correctoras descritas en el punto 6 del mismo.”

La Autoridad Portuaria de S/C de Tenerife, elaboró un primer *Plan de vigilancia ambiental de las obras de abrigo del puerto de Granadilla* en mayo de 2005. Este PVA contempla una vigilancia en fase previa, fase de obras y fase operativa. La fase previa fue desarrollada por la propia Autoridad Portuaria entre 2005 y 2009, y existe un informe específico sobre la misma (Mora & Hernández, 2007).

En noviembre de 2007, la Autoridad Portuaria revisó el PVA para incorporar los nuevos componentes derivados del Dictamen de La Comisión (noviembre 2006), para ajustar algo el contenido del PVA tras el recorte habido en las dimensiones del puerto, y para rediseñar la intensidad y alcance de algunos controles planificados en función de los resultados obtenidos en la fase previa. El documento revisado lleva por título: *Programa de vigilancia ambiental de las obras incluidas dentro del proyecto del puerto de Granadilla. Version 0.0*, y es el plan que ha venido desarrollando el OAG desde el inicio de las obras hasta el presente (fase de obra).



1.4 Cumplimiento de las medidas compensatorias

Las medidas de garantía y las compensatorias implantadas por el Dictamen de La Comisión fueron verificadas en 2009 por el OAG, particularmente aquéllas que se debían acometer con carácter previo al inicio de las obras. De las restantes, incluidas las que desarrolla el propio OAG, se ha dado respectiva cuenta durante los informes anuales de la vigilancia ambiental en fase de obra. En la web del OAG se puede consultar la situación de estas medidas y descargarse los informes evacuados.

- [Plan de seguimiento de la tortuga boba para evaluar el estado de conservación de la especie en las islas Canarias \(OAG, 2008\)](#)
- [Evaluación de la restauración ecológica del lic Montaña Roja, en Tenerife. \(2009\)](#)
- [Declaración de dos nuevos lic para el hábitat 1110](#)
- [Evaluación de la creación de un lic para *Atractylis preauxiana* en Granadilla. \(2010\)](#)
- [Evaluación del estado de conservación de la zec Piña de mar de Granadilla. \(2012\)](#)
- [Evaluación del estado de conservación de la tortuga boba en Canarias, 2012. \(2013\)](#)

En el PVA en fase operativa solo se ocupará de las medidas compensatorias que persisten, precisan revisión, o adquieren sentido precisamente en esta etapa de cinco años, o incluso después.

1.5 El desarrollo de las obras del puerto

En 2011, la Autoridad Portuaria de S/C de Tenerife tramitó ante Puertos del Estado una modificación 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 fue informada favorablemente 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, fue aprobada por el Consejo de Administración de la Autoridad Portuaria de Santa Cruz de Tenerife. Con posterioridad se han tramitado otros modificados de menor alcance, y en el presente se está considerando algún que otro cambio complementario.

A resultas de estas modificaciones, 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. Tras todas las modificaciones introducidas, el morro del dique exterior queda a 1.500 metros de la zec Sebadales del Sur de Tenerife (con el proyecto original quedaba a 550 m).

La Figura 3 refleja la situación de las obras a mitad de 2016. Nótese que el muelle de ribera no estaba incluido en el proyecto de obras de abrigo y que, a efectos de la vigilancia ambiental, el cierre y relleno de la futura explanada, y remate como muelle de ribera se considera “obra pendiente” que se acometerá durante la fase operativa.

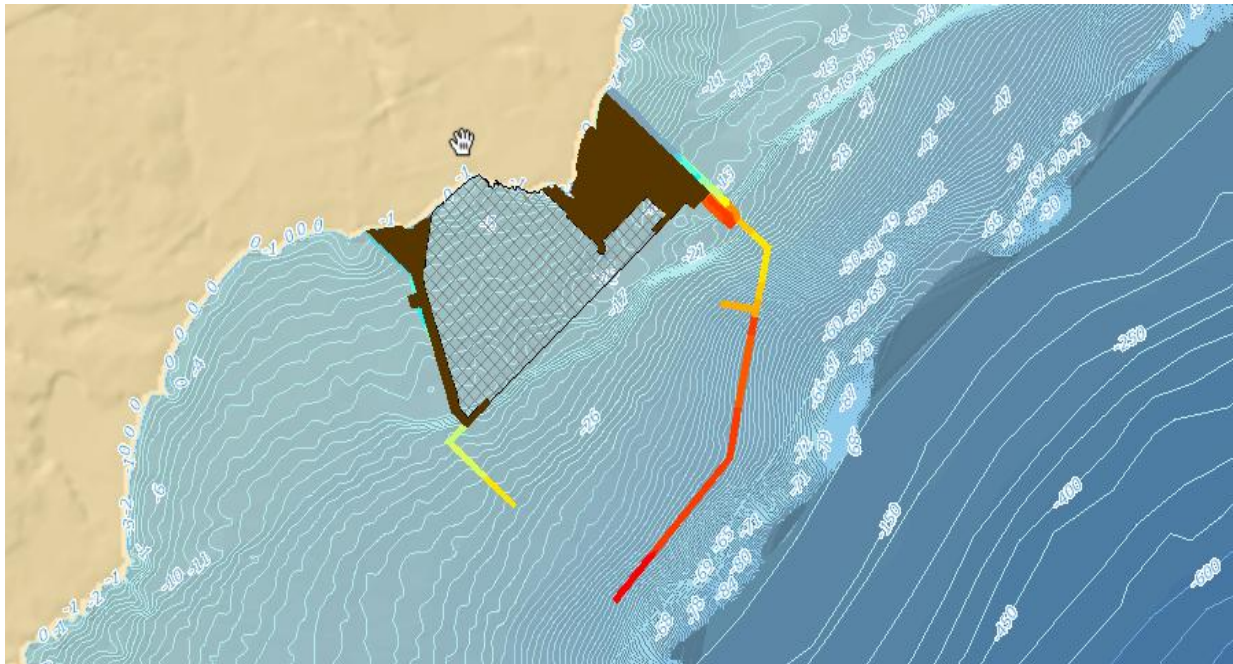


Figura 3. Situación de las obras del puerto en junio de 2016

1.6 La vigilancia ambiental en fase de obra

Se han generado informes anuales de la vigilancia ambiental realizada a lo largo de la fase de obras (desde 2010 a 2015, y 2016 en elaboración), además del reporte en línea que se mantiene a través de la página web del OAG, donde también se ofrece el histórico de datos.

Lo más destacable durante la fase de obras es, posiblemente, la ausencia de sucesos relevantes a destacar, salvo por el impacto ambiental indirecto que se generó en la isla con motivo del acopio de materiales para el puerto. La autorización de la excavación de un sector polígono de Granadilla como principal fuente se demoró hasta julio de 2015, por lo que la demanda de materiales generó impacto disperso en la isla –sobre todo en la vertiente meridional –, ya que al amparo de aprovechar materiales procedentes de excavaciones y obras autorizadas, se generó una amplia picaresca de supuestos abancalamientos y actividades de desbroce con fines agrícolas o urbanos que no eran tales, o se excedían en sus dimensiones. Este desatino llevó tiempo encauzarlo con visitas repetidas a cada localidad, rechazo de las fuentes por parte de la Autoridad Portuaria y actuaciones de los juzgados, en las que mediaron también denuncias hechas por las agrupaciones ecologistas.

En el medio terrestre y en el marino no se han producido impactos imprevistos relevantes, e incluso, algunos de los anticipadas o las presuntas catástrofes ecológicas que alarmaban a la población (desaparición de sebadales y playas, etc.), han tenido menos intensidad o no han ocurrido. Hubo una falsa alarma en relación con los fondos de “mäerl”, que parecía que estaban experimentando una alta mortandad debido al incremento de la turbidez y sedimentación. Finalmente se constató que el problema era metodológico (en las fotos el color del mäerl se ve afectado por la calidad de la luz de los focos e interpretamos como muerto lo que estaba vivo).

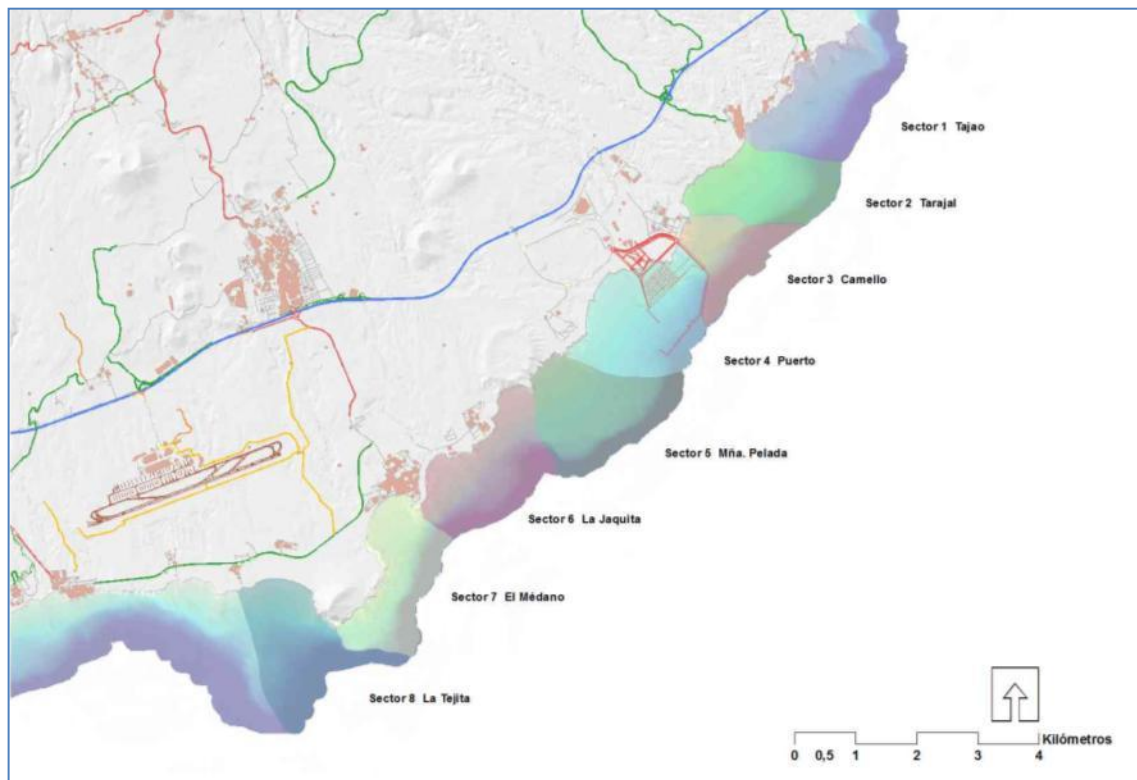


Figura 4. Sectores ambientales de la costa de Granadilla

Dentro del ámbito ecológico de potencial influencia de las obras del puerto (ver Figura 4, desde Tajao a La Tejita), el impacto ambiental negativo (dragados, vertidos, colocación de cajones, rellenos, etc.) se ha limitado al sector 4. La calidad de las aguas y de los sedimentos en el resto de los sectores es buena, y a medida que la intensidad de los vertidos ha disminuido, se aprecian síntomas de recuperación en el propio sector 4, fuera del recinto portuario. Además, el estudio de la hidrodinámica costera realizado por IH Cantabria a petición del OAG, ha permitido conocer mejor el sistema marino local y el transporte de arenas, mejorando las medidas correctoras inicialmente planteadas, según se comentará más adelante.

De momento, no hay fenómenos que preocupen, aunque se está valorando la presencia de ciertos tapetes algales que han aparecido en la bahía exterior del puerto. En las islas orientales se han registrado recientemente casos de mortandad masiva en sebales debido a ‘blooms’ de *Lyngbya majuscula*, si bien la costa de Granadilla aparece libre de ocupación en los estudios predictivos de su posible expansión en el archipiélago (Martín García *et al.* 2014), y tampoco la hemos detectado en los muestreos realizados recientemente.

En resumen, a resultas de las obras realizadas: se ha ocupado y transformado un trozo de costa (el puerto en sí); debido al vertido de materiales han aumentado los sedimentos finos en las zonas aledañas (puede ser reversible, por lavado progresivo); y se ha interrumpido el aporte de arenas desde el norte del puerto hacia al sur, cambiando asimismo la dirección del flujo de la corriente aguas abajo en un tramo. Esto último es definitivo, y la interrupción del flujo de arena se prevé mitigar con una medida correctora.



2 LA VIGILANCIA EN FASE OPERATIVA

2.1 El sistema ambiental de Granadilla

El estudio de impacto ambiental realizado en 1999 se enmarca en una época en que este tipo de estudios estaban iniciándose en nuestro país, y no ha de sorprender su simpleza en ciertos aspectos, o que se eligiesen directamente las matrices de Leopold como método para detectar los impactos (matriz causa-efecto).

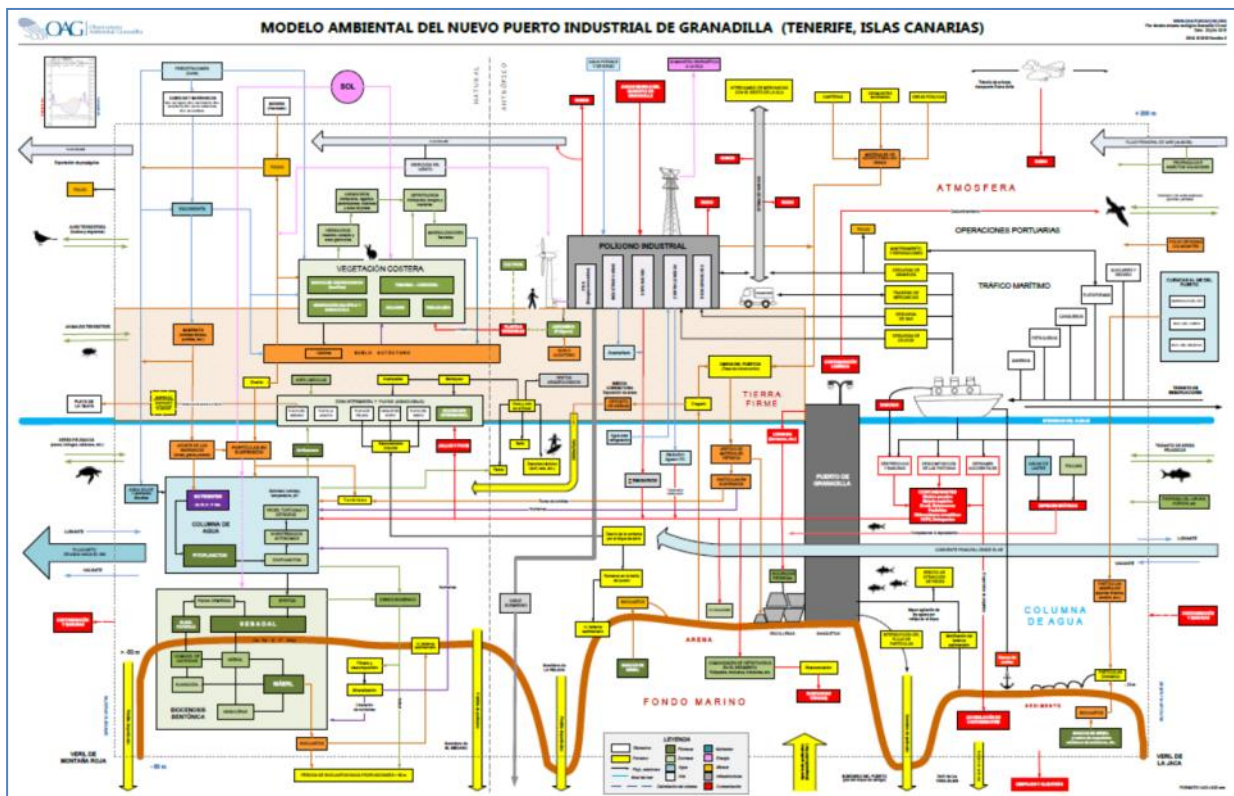


Figura 5. Modelo ambiental del puerto de Granadilla (ver Anexo I en formato A-3)

A fin de revisar los planteamientos del PVA para la fase operativa, se ha abordado un análisis sistémico del puerto y su entorno que refleje las relaciones entre los elementos biofísicos y los antrópicos. Un esquema de flujos de este tipo (Figura 5) constituye una mapa mental y guía de lo que puede acontecer en Granadilla, y facilita localizar puntos críticos y relaciones sinérgicas más complejas, a la vez que ayuda a detectar aquellas consecuencias que no tienen mayor relevancia o sobre las que no cabe tomar medida alguna sino asumirlas. El esquema lógico, a su vez, ha de servir para focalizar y modernizar los nodos más críticos usando herramientas como las redes bayesianas, que sirven para apoyar la toma de decisiones (se tratarán más adelante).

A grandes rasgos, el esquema está dividido horizontalmente en atmósfera, tierra firme, columna de agua y fondo marino. El rectángulo en línea azul discontinua señala los límites del “ecosistema” y la línea gris vertical (discontinua) separa el medio “natural” a la izquierda del medio “antrópico”, a su derecha. Ver Anexo A.



2.2 Revisión de impactos potenciales

El principal impacto ambiental directo del puerto de Granadilla es la pérdida de un tramo de costa por ocupación terrestre y marítima de las nuevas infraestructuras, concluidas en buena parte durante la fase de obra. Queda pendiente finalizar un tramo del muelle de ribera y el relleno de explanada posterior, lo que ocurrirá dentro de la ensenada ya demarcada del puerto. Se trata de un impacto ambiental negativo, permanente e incuestionable, y solo cabe resaltar que al haberse recortado las dimensiones del puerto, la ocupación de la costa ha sido también mucho menor de la prevista en la evaluación ambiental original; concretamente de 700 m reales frente a los 3.100 m pretendidos (Fase I).

Los impactos indirectos transitorios más relevantes han estado vinculados al trasiego de materiales en la zona de obra (generación de polvo) y vertidos (pluma de turbidez e incremento de la sedimentación). Corresponde ahora constatar si las zonas aledañas influenciadas se recuperan, como es previsible, y a qué ritmo. Quedarán, eso sí, como daño permanente, las excavaciones ilegales propiciadas indirectamente por la demanda de materiales para las obras del puerto, salvo que las autoridades ambientales obliguen a los infractores a reponer los terrenos al estado natural original ocurra.

El principal impacto ambiental indirecto y persistente del puerto de Granadilla se genera a partir de la terminación del dique de abrigo exterior, y consiste en la alteración del flujo de la corriente (dirección e intensidad) y en la interrupción del transporte de partículas de NE a SW (pérdida a pie de muelle al precipitarse a profundidades superiores a 50 m). Esta modificación del flujo es permanente y sus consecuencias negativas pueden ser relevantes o no. Carecemos de conocimiento suficiente para prever el comportamiento del sistema a medio y largo plazo. Es previsible que las comunidades biológicas se acomoden a las nuevas circunstancias y puede que sin pérdidas cualitativas; prosperarán aquéllas biocenosis nuevas que se asienten sobre la propia infraestructura, y el balance sedimentario resultante en la realidad es una incógnita, aunque se ha previsto reponer artificialmente 2.000 m³ de arena cada año, que es la pérdida estimada debido la interrupción de las obras de abrigo. Igualmente, habrá que centrarse en la configuración definitiva que adopten las playas y, sobre todo, si llegan a perder arena a niveles que justifique una reposición de las mismas de cara a su uso recreativo.

La nueva hidrodinámica costera precisa pues de un seguimiento específico, con particular atención al balance sedimentario, ya que podría ser necesario reponer más arena, o prescindir de aportes artificiales en caso de que el sistema natural fuese excedentario y no se vean afectadas las comunidades biológicas arenícolas. Los sebadales seguirán reclamando atención prioritaria para conocer su dinámica –natural y como resultado de afecciones antrópicas–, lo mismo que el estado de conservación de la vecina zec Sebadales del Sur de Tenerife, pues una de las medidas correctoras más relevantes de este proyecto está vinculada a la posible pérdida de sebadales y deterioro ambiental de la zec.

En la fase operativa destacan los riesgos asociados al tráfico marítimo, repostaje, reparaciones y trasiego de mercancías. Los impactos derivados de accidentes y vertidos ocasionales de crudos pueden llegar a ser lo aparatoso que uno pueda imaginar, aunque son reversibles a largo plazo. El puerto en sí, como nueva vía de entrada de mercancías a la isla, es un riesgo biológico



global que se asume y que intenta mitigarse mediante los servicios de inspección de aduanas y fitosanitarios. Sin embargo, es particularmente relevante – y se pasó por alto en el PVA original– la introducción de especies exóticas vía aguas de lastre o *fouling* de las embarcaciones. El impacto de una especie introducida invasora, en caso de ser negativo (exclusión o depredación sobre de otras), puede ser permanente e incluso extenderse a zonas muy alejadas de la ubicación del puerto.

Los impactos sobre los usos recreativos de la costa fueron evaluados como severos. Cabe señalar, sin embargo, que con el recorte de la planta del puerto, se ha generado al sur una nueva bahía de unas 68 hectáreas que ofrece un extraordinario refugio para bañistas y embarcaciones de recreo, en caso de que dichos usos sean compatibles con la presencia de un puerto industrial.

2.3 Objetivos del presente plan

El presente plan de vigilancia ambiental incorpora varios objetivos relacionados con la fase operativa del puerto de Granadilla y las medidas conexas arbitradas

1. Concretar el nuevo esquema de flujo de la corriente tras la finalización de las obras de abrigo y verificar los perfiles de las playas principales al inicio de la fase operativa.
2. Programar las actuaciones de vigilancia ambiental del puerto en fase de operativa a lo largo de cinco años, partiendo de la información generada durante la fase de obras, modificando y completando el plan inicial existente allí donde hiciere falta (revisión).
3. Incorporar al seguimiento el control de las obras aún pendientes de realización (muelle de ribera, explanada principal, etc.).
4. Verificar y controlar la aplicación de las medidas compensatorias y de aquéllos elementos que arbitran y, en su caso, la necesidad de acometer dichas medidas.
5. Controlar la calidad de las aguas, sedimentos y biodiversidad, ajustando los métodos analíticos y esquemas de muestreo en función de los resultados que se vayan obteniendo, así como de eventuales contingencias.
6. Apoyar la toma de decisiones (alertas, etc.) ofreciendo un sistema predictivo que permita incorporar la información generada y perfeccionar el modelo a partir de ella.
7. Proponer eventuales medidas correctoras o de contención de impactos negativos.
8. Informar a las autoridades implicadas y a la ciudadanía en general, de la situación ambiental en la costa de Granadilla y de acontecimientos anómalos vinculados a la operativa del nuevo puerto.

Dentro del marco de revisión y adecuación del PVA, se han añadido algunos objetivos concurrentes con la finalidad de toda vigilancia en fase operativa: verificar la realización de las medidas correctoras, constatar y evaluar los impactos previstos, prevenir o detectar nuevos impactos y proponer medidas para mitigarlos/eliminarlos en caso de ser negativos. Asimismo, y por criterios de eficiencia, se han incorporados algunos análisis de aguas y sedimentos adicionales vinculados al control de su calidad según la ROM 5.1-13 y que ha de afrontar la Autoridad Portuaria de S/C de Tenerife en todos los puertos de su competencia, incluido ahora el presente.



3 MEDIDAS COMPENSATORIAS

3.1 Medidas cumplimentadas

El Dictamen de La Comisión en relación al nuevo puerto de Granadilla de 6 de noviembre de 2006 (C (2006) 5190 final) vinculó la aprobación del proyecto al cumplimiento de varias medidas compensatorias. Una de ellas, de carácter previo al inicio de las obras, se da por concluida y otra, que se han venido desarrollando hasta 2015, no parecen justificarse a la luz de la información desvelada:

- a) *Declaración de dos nuevos lugares de importancia comunitaria que albergan bancos de arena cubiertos permanentemente por agua marina, poco profunda (tipo de hábitat 1110): Antequera (isla de Tenerife), superficie total 272,61 ha; y Güi-Güi (isla de Gran Canaria), superficie total 7.219,74 ha.* El Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino declaró en 2009 las zec ES70020128 Seadales de Antequera y ES7011005 Seadales de Güigüí. Medida cumplimentada.
- b) *Declaración de un nuevo lugar de importancia comunitaria para la protección de las poblaciones de Atractylis preauxiana observadas en la zona del parque industrial de Granadilla.* El Reino de España declaró la Zec Piña de mar de Granadilla en 2006 y el OAG ha hecho un seguimiento de la misma durante la fase de obras, a la vez que ha recomendado que se revise con criterios objetivos (p.ej. los de la Ley 4/2010 del Catálogo Canario de Especies Protegidas) el estatus de conservación de dicho endemismo vegetal, cuya calificación como especie amenazada no se justifica a la luz de los inventarios de población existentes en el archipiélago. El OAG no le encuentra sentido alguno ni utilidad a dicha zec y ha insistido repetidamente que deberían iniciarse los trámites para su eliminación.
- c) *Prohibición de fondear buques en la zec ES7020116.* A lo largo de la tramitación ambiental del proyecto de construcción del puerto de Granadilla se puso de manifiesto que el garreo de las anclas de los barcos fondeados en la futura zona II de las aguas de dicho puerto podría tener efectos perjudiciales sobre los seadales, incluidos los que se encuentran dentro de la zec ES7020116 «Seadales del Sur de Tenerife». El 18 de noviembre de 2005 el Ministerio de Fomento dictó la Orden FOM/3777/2005, prohibiendo fondear buques en dicha zec. La prohibición sigue vigente.

3.2 Restauración de la zec Montaña Roja

“Realización del proyecto de restauración en el lic «Montaña Roja» para restablecer un estado de conservación favorable”. En 2009 el OAG evaluó el resultado obtenido con el referido proyecto de restauración, concluyendo que la ejecución de las primeras fases del proyecto cumplió razonablemente bien con los objetivos planteados por el Dictamen de La Comisión. El interior de la ahora zec se encuentra en un estado de conservación ambiental favorable, habiendo acumulado biomasa y adquirido mayor estructura y madurez ecológica en las zonas restauradas, a pesar de que la cantidad de arena que fluye a través del istmo ha disminuido como consecuencia del progresivo desarrollo de la población de El Médano, que hace de pantalla.

Preocupa el incremento de visitantes que está teniendo lugar en esta zec durante los últimos años, amenazando con resultar excesivo (erosión por pisoteo, etc.). Ello otorga urgencia a la

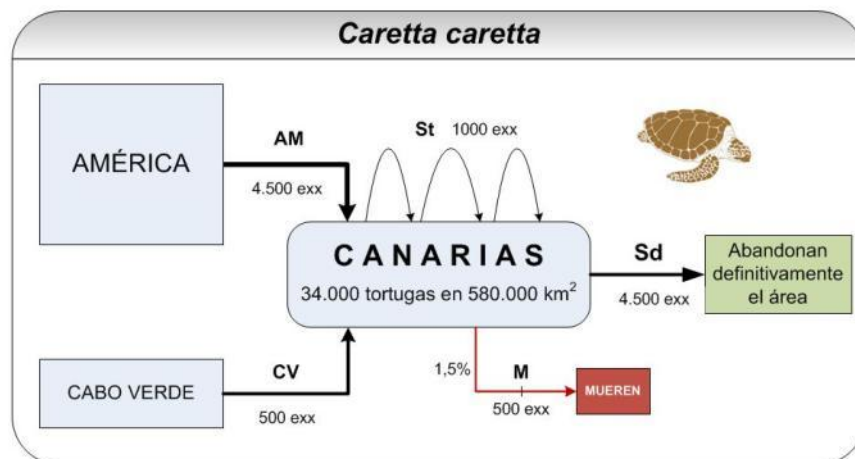


necesidad de abordar la segunda fase del proyecto, centrada en las infraestructuras de uso público, y que quedó pendiente de ejecución por falta de entendimiento con los propietarios privados. La Autoridad Portuaria de S/C de Tenerife, o en su caso, el Cabildo Insular de Tenerife, deberían acometer sin más dilación el proyecto pendiente, o buscar una solución alternativa al mismo (¿nuevo proyecto con los mismos objetivos?) de no poderse superar los impedimentos para su ejecución. El OAG verificará la ejecución del proyecto y adecuación de los resultados al objetivo perseguido.

3.3 Seguimiento de la tortuga boba

“Todo efecto sobre la especie prioritaria Caretta caretta, como consecuencia del impacto sobre el hábitat necesario para su conservación, quedaría compensado con las medidas antes mencionadas [creación de dos nuevos lic]. Además de esas medidas, la fundación elaborará y llevará a cabo un programa de seguimiento para evaluar el estado de conservación de la población de esta especie en las Islas Canarias.”

El OAG preparó en 2008 un Plan de seguimiento de la tortuga boba y lo ha venido desarrollando durante la fase de obras. En 2013 concluyó la primera evaluación del estado de conservación de la especie en Canarias, correspondiente al periodo 2008-2012, con el resultado de “desfavorable-inadecuado” según los criterios vinculados a la Directiva Hábitats, y “preocupación menor”, aplicando los criterios de la UICN. Por otra parte, del estudio específico realizado por el OAG (Machado & Bermejo, 2013) se desprende que la tortuga boba parece no vivir ni manifiesta interés alguno por los sebadales, y su presencia en los mismos (0,096% de su tiempo) se considera fortuita e irrelevante. También se descarta que la construcción del nuevo puerto pueda tener una repercusión negativa sobre su contingente local, y menos sobre la especie.



El seguimiento de una especie de interés comunitario es de interés general y responsabilidad de los Estados miembros. Sin embargo, a la luz de las conclusiones expuestas y una vez desvelado que las alarmas y afirmaciones que motivaron esta medida compensatoria partían de vincular de modo crítico a la tortuga boba con los sebadales –aparentemente un mito bastante extendido–, el OAG cuestiona la legitimidad de seguir realizando el seguimiento de esta especie a cargo del puerto de Granadilla. No obstante, salvo indicación en contra, el OAG continuará con el plan de seguimiento –tres censos relativos anuales (Fuerteventura, Gran Canaria y Tenerife)– y acometerá una nueva evaluación global al finalizar el período 2013-2017.



3.4 Replantación de seabadales

Una de las condiciones establecidas en la DIA del Proyecto del puerto de Granadilla se centra en la protección de los seabadales. El proyecto se realiza fuera de los límites de la zec ES 7020116 «Sebadales 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 seabadal 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 seabadales», [...] que contemplará la replantación de Cymodocea nodosa en previsión a que la LIC pueda verse afectada por la construcción del puerto y la posterior explotación del mismo.*” Se concretan dos zonas como alternativas iniciales de replantación: Teno-Rasca, en Tenerife, y la Costa de Sardina del Norte, en Gran Canaria.

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, además de abordar un análisis crítico de los objetivos perseguidos:

3.4.1 Estudios y ensayos previos

El OAG se cuestionó que, llegado el caso, la medida compensatoria planteada en la DIA tenga utilidad alguna, pero no ha puesto reparos a la realización de los ensayos piloto, pues han servido para conocer mejor la especie y despejar varias incógnitas, aunque no todas. Asimismo, el OAG propuso ensayar la siembra con semillas en seabadales pre-existentes, en vez de trasplantar cepellones, pues si se trata de rescatar “biodiversidad” poco sentido tiene trasplantar cepas que son clónicas.

Los varios ensayos de trasplante desde Granadilla a San Andrés (ver informes previos) e incluso los de siembra, no han dado resultados positivos, abundando en la idea de que son las condiciones marinas la que gobiernan la dinámica de esta comunidad, y que los planteamientos asumidos por la DIA son poco realistas. El coste total de los múltiples estudios previos (viabilidad genética, etc.) ascendía a 1.091.285,68 € a finales de 2014, sin contar los gastos de los ensayos previos de trasplante que los asumió la ute (=unión temporal de empresas) adjudicataria de las obras de abrigo¹ a título de mejora medioambiental de su oferta (Berenguer Ingenieros, 2007).

Por otro lado, y de manera independiente, la Agencia Canaria de Investigación, Innovación y Sociedad de la Información (ACIISI) financió en 2012 el *Proyecto Piloto de recuperación y repoblación de los seabadales canarios (CYMOLAB)*, consistente en ensayar la siembra de sebas –a partir de semillas germinadas– en zonas donde ya existía seba, a distintas distancias y con diferente nivel de protección y apoyo (mediante rafias, con o sin fertilizando, etc.) para ver el efecto de los herbívoros sobre el éxito de su asentamiento y desarrollo. Los ensayos realizados en agosto de 2013 acabaron de modo parecido a desarrollados en Tenerife, en San Andrés: un primer temporal removió el sustrato y eliminó la mayoría de las plántulas, y a los pocos días un segundo temporal acabó con las pocas supervivientes. Sin embargo, los ensayos realizados en

¹ Las empresas participantes son FCC Construcción S.A., Sociedad Anónima Trabajos y Obras (SATO) y Promotora Punta Larga, S.A (PPL).



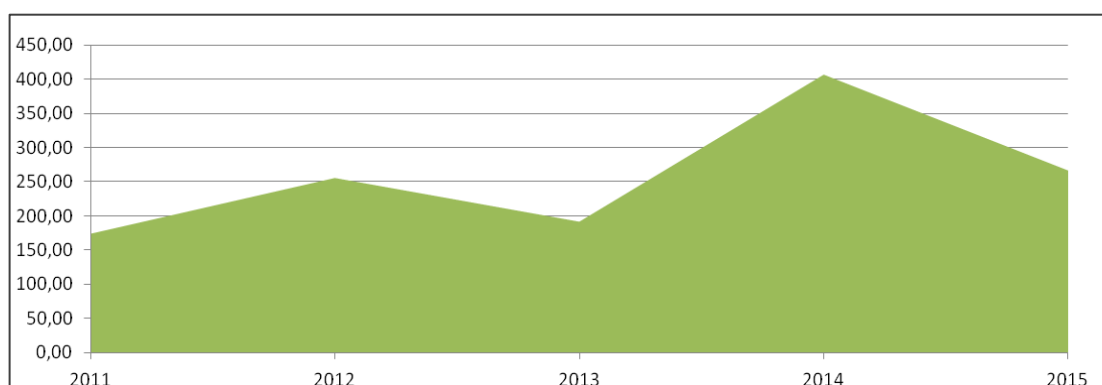
la Bahía de Gando, pegado al sebadal preexistente – reduce el impacto de los herbívoros– tuvieron mejor suerte. Las plántulas protegidas con malla bien anclada, con rafia y a las que no se incorporó fertilizante lograron prosperar e incluso algunas desarrollaron rizomas (Vila de Miguel et al., 2014). En noviembre de 2016, las sebas sembradas se desarrollaban bien.

3.4.2 Situación del sebadal en la zec

Los sebadales de Tenerife se han cuantificado en 1811 ha, extensión que representa un 22,6% del total atribuido a Canarias (*Atlas de las praderas marinas de España*, 2015). La zec Sebadales del Sur de Tenerife alberga 290,29 ha de sebadal, y de ellas, 219,61 ha (75,6%) caen en el ámbito ecológico de influencia del puerto. Tabla 1 se resume el resultado del análisis comparativo de los levantamientos bionómicos realizado por el OAG mediante teledetección (imágenes de satélite WorldViewII). Los datos reflejan el conjunto de sebadal denso y medio, y se muestran para los distintos sectores ambientales de la costa. Esta técnica considera cuadrículas de 2,56 m² (dimensión de pixel) y las mediciones quedan usualmente por debajo de los resultados obtenidos mediante técnicas de transecto que interpolan franjas de 200 o 300 m.

Tabla 1 Evolución de la superficie de sebadal (denso y medio) a lo largo de la costa de Granadilla.
Hectáreas: en rojo (decremento) y en verde (incremento) en relación a la situación “cero” (2011).

Sectores	2011	2012	2013	2014	2015	2016
1 Tajao	0,65	12,89	-	33,96	8,73	
2 Tarajal	2,63	46,17	3,60	67,34	49,38	
3 Camello	2,11	26,27	9,19	41,16	17,62	
4 Puerto	50,94	56,38	74,18	77,33	51,50	
5 Pelada	32,96	21,60	12,48	50,64	12,46	
6 Jaquita	52,09	52,02	57,95	83,45	47,37	
7 Médano	28,60	28,36	24,84	25,53	39,15	
La Tejita	3,53	11,43	8,96	26,79	39,78	



El sebadal directamente destruido por las ocupación de la infraestructura portuaria – 13 has en medición del OAG y 28,54 ha según la cartografía de CIMA (2008), lo que representa el 6,9 - 7,3% del sebadal de Granadilla (desde la punta de Tajao a Montaña Roja) y un 1,5 - 2,5% del sebadal presente en Tenerife.

En la gráfica (valores integrados) que acompaña la Tabla 1 se aprecia la tendencia del conjunto del sebadal, que ha aumentado en relación con la situación inmediatamente previa al inicio de las obras. Hay que considerar como causa posible, el aumento de nutrientes originado por los



aportes de material terrígeno durante las propias obras del puerto, aunque el acusado incremento del año 2014 podría estar más vinculado al fuerte temporal de agua de finales de 2013 que hizo correr profusamente a todos los barrancos de la zona, fenómeno que suele darse una vez cada diez años.

Por otra parte, diversos estudios recientes (Tuya et al. 2014, Fabbri *et al.* 2015, Ruiz *et al.* 2015, etc.) revelan que en Canarias la mitad de los sebadales estudiados han experimentado regresiones considerables en abundancia y vitalidad². Se han postulado diversos factores antrópicos como responsables de dichas regresiones: el vertido de aguas residuales urbanas con deficiente depuración, los vertidos de plantas desalinizadores, los vertidos de la acuicultura y la construcción de infraestructuras portuarias. Pero también se han producido regresiones en sebadales no sujetos a estas presiones, lo que apunta a que hay otros factores en juego, tal vez relacionados con el cambio climático global y la modificación de las condiciones oceanográficas.

3.4.3 Factores que gobiernan la dinámica del sebadal

En los últimos años se ha avanzado mucho sobre el conocimiento de los sebadales, y se cuenta además con la experiencia acumulada de los diversos ensayos de replantación practicados. Todo apunta a que los sebadales se desarrollan allí donde las condiciones ambientales le son propicias, pero su dinámica es bastante alta, con gran capacidad de colonizar y resiliencia hacia los cambios bruscos (se pierde la seba en superficie, pero las semillas o los rizomas se mantienen vivos a la espera). La ecología y estrategia de vida de *Cymodocea nodosa* no son equiparables a las de *Posidonia oceánica*, que forma comunidades muy estables y longevas. O dicho de otra manera: intentar plantar un sebadal en un lugar donde no existe –al estilo de la jardinería–, tiene pocas probabilidades de éxito, ya que si las circunstancias ambientales le fueran favorables, ya se habría desarrollado allí de modo natural.

Parece conveniente conocer mejor los factores que determinan la dinámica del sebadal de cara a tomar medidas de gestión, sean de protección o de restauración. A tal fin, la información recogida por el OAG durante la fase de obras, tanto sobre el estado fisiológico de las sebas, como del medio oceanográfico, ofrecen una buena oportunidad para afrontar un análisis de correlación canónica. Por ello, en el plan de seguimiento en fase operativa se mantienen los mismos parámetros y estaciones para completar las series, a la vez que se propone que se complete la información con datos de la intensidad y dirección de corriente en todas las estaciones. Estos datos solo están disponibles para las estaciones TGr-13 y TGr-14 situadas junto a la boya equipada con correntímetro.

Para suplir dicha deficiencia, se propone recurrir al programa de modelización de la hidrodinámica local elaborado por IH Cantabria, suministrarle los datos reales registrados en los últimos años, y modelar la situación de la corriente en cada una de las nueve estaciones de se-

² A iniciativa del grupo ecologista Ben-Magec, y basado en esta información, el 8 de agosto de 2016 se incluyó *Cymodocea nodosa* en el Catálogo Nacional de Especies Amenazadas como especie vulnerable. La Autoridad Portuaria tuvo que solicitar autorización para proseguir con los vertidos y dragados en zonas con presencia de seba, al amparo de lo dispuesto en el artículo 61.1c de la Ley 42/2007 de Patrimonio Natural y Biodiversidad, modificada por la Ley 33/2015. Sin embargo, no se optó por incluir a los sebadales en la lista de hábitats en peligro de desaparición (artículos 25-26) que –a nuestro juicio– hubiera sido el instrumento adecuado al caso.



guimiento del sebadal. Dicho estudio podrá iniciarse en 2017 para el periodo previo, y volver a repetirse cuando concluya el seguimiento en fase operativa.

El estudio de los factores que gobiernan la dinámica del sebadal se gestionará de manera individualizada en paralelo al programa de seguimiento (§5.6.11), y vinculado a la medida correctora que nos ocupa, sustituyendo a la realización de más ensayos y pruebas de replantación.

3.4.4 La compensación del daño causado

La presente medida tiene por objeto compensar el daño causado a los sebadales de la zec Sebadales del Sur de Tenerife e imputable al puerto de Granadilla, según concluya el programa de seguimiento ambiental. De momento, no se ha apreciado daño reconocible en los sebadales de la zec. Por ello es necesario continuar con el seguimiento de su estado en fase operativa y comprender mejor su ecología a efectos de eventualmente tener que:

- a) Determinar la superficie de sebadal afectada negativamente por las obras.
- b) Valorar si la afección es irreversible o si se estima que el propio sebadal se puede recuperar por sí mismo en un tiempo ecológico razonable.
- c) Localizar zonas aptas ecológicamente, preferentemente en el ámbito de la propia zec, donde un reforzamiento de población (aporte de semillas) o plantación según la estrategia aplicada por CYMOLAB, tenga probabilidades de prosperar.
- d) Descartada, en su caso, la auto-recuperación, proponer un plan de replantación que ofrezca posibilidades de compensar el daño causado de modo realista.

3.5 Otras medidas adscritas al Observatorio Ambiental Granadilla

El Dictamen de la Comisión determina que *“para garantizar que el puerto de Granadilla se construya y gestione de manera respetuosa con el medio ambiente, se establecerá una fundación independiente y permanente antes de que comiencen las obras”*. El OAG es la respuesta a esta medida de garantías, y desde su creación en 2008 la Fundación se ha venido ocupando de la vigilancia ambiental de las obras puerto y del cumplimiento de las medidas compensatorias. Obviamente, el titular de la vigilancia ambiental y responsable administrativo es la Autoridad Portuaria de S/C de Tenerife, y el OAG ejecuta dicha vigilancia con carácter de encomienda.

Por otra parte, los fines fundacionales incluidos en los Estatutos del OAG y pactados entre el Reino de España y La Comisión, recogen otros objetivos conexos que han de interpretarse como medidas compensatorias adicionales vehiculizadas a través de esta fundación. Dichos objetivos están relacionados con las políticas comunitarias (Directiva Hábitats) y son los que dan sentido a la permanencia del OAG una vez superado el período de vigilancia ambiental de diez años –fase de obras y fase operativa– así como a la obligación que recae sobre el puerto de Granadilla (art. 3 de los Estatutos) de financiar el funcionamiento de la fundación a modo de compensación ambiental duradera (sin perjuicio de que pueda recibir fondos de otras fuentes).

El OAG cuenta con dos líneas de actuación centradas en dichos objetivos, y considera que es a raíz de que el puerto comience a generar recursos en fase operativa, cuando han de acometerse



de manera plena. El desarrollo de estas actuaciones no forma parte de la vigilancia ambiental, pero sí el verificar que se realizan, como cualquier otra medidas compensatoria.

3.5.1 Repositorio de datos marinos integrados de Canarias (REDMIC)

Colaborar en el establecimiento de un banco de datos de todas las especies y hábitats marinos de la Región Macaronésica, con especial atención a la especies de los Anexos II, IV y V de la Directiva Hábitat europea y de las especies que definen los hábitats naturales del Anexo I de la misma Directiva. Una parte fundamental de dicho Banco de datos será la plasmación geográfica de la distribución de las especies y los hábitats, de forma que pueda constituirse, además, en un Sistema de Información Geográfica que aglutine el estado del conocimiento más actual y permita un registro temporal de la dinámica de estos hábitats y especies.

Este fin era concurrente con los objetivos del proyecto Biota iniciado por el Gobierno de Canarias en 1997 de cara a nutrir el Banco de Datos de Biodiversidad de Canarias (ver artículo 1 de la [Ley 4/2010](#)) por lo que en 2009 se inició una colaboración entre ambas instituciones (pendiente de formalizar) orientada a que el OAG se ocupase del desarrollo de la componente marina. Los Presupuestos Generales de la Comunidad Autónoma de 2009 y 2010 contemplaron una subvención nominada para el OAG destinada a desarrollar Biota Mar, y que sirvió para sentar las infraestructuras informáticas necesarias, recopilar la bibliografía sobre fauna y flora marina de Canarias, y elaborar el primer elenco de las especies citadas en esta región. Esta subvención quedó interrumpida por la crisis económica, aunque el OAG ha continuado trabajando en dicho fin con fondos propios.

La Directiva Marco 2008/56/CE sobre la Estrategia Marina europea introdujo el enfoque ecosistémico en la gestión marina, y así lo recoge la Ley 41/2010 de protección del medio marino. Consecuentemente, el OAG ha reformulado la idea de un banco de datos de biodiversidad hacia el concepto de un repositorio de datos marinos integrados (REDMIC) incorporando la información del medio físico, de las infraestructuras y de cuanto dato puede generarse en el mar, como requisito del enfoque ecosistema pretendido. Además, este es el modo de facilitar y potenciar los análisis de cualquier dato marino, ahorrando recursos económicos y tiempo en homogeneizarlos. Los datos pasan control de calidad, y una vez incorporados a REDMIC, quedan listos para ser usados cuantas veces se desee, sin menoscabo de la interoperabilidad con otros repositorios que adopten los estándares europeos.

Este nuevo concepto de repositorio integral³ basado en las últimas tecnologías web –y parece que es factible – podría servir para establecer en un futuro un catastro/servicio público de datos marinos, en apoyo de los principios promulgados por la Directiva INSPIRE, y que tanta falta hace que se extiendan: los datos obtenidos con dinero público deben ponerse a disposición de todas las personas. Por eso REDMIC adquiere un carácter innovador como proyecto piloto I+D extrapolable a otras regiones marinas, y se nos antoja como la mejor compensación ambiental que podría ofrecer el puerto de Granadilla a la comunidad científica y usuarios del mar.

³ Hasta el presente ha primado el uso de un GIS para reunir los datos por grupos separados, lo que comporta limitaciones operativas en la gestión de grandes cantidades de datos, y más, si son muy diversos.



3.5.2 Apoyo a la Directiva Hábitats

Varios objetivos de la Fundación OAG están encaminados a apoyar el desarrollo de la Directiva Hábitat en el ámbito marino de Canarias. Unos son de carácter técnico, otros de control y transparencia, y también los hay de evaluación, incluida la emisión de alarmas y generación de propuestas de acción. Por ejemplo:

- *Establecer una red de criterios para proteger los lugares de importancia comunitarios de impactos perjudiciales y proponer la monitorización adecuada.*
- *Monitorizar los indicadores (seguimiento) y las medidas de gestión tomadas en los Lugares de Interés Comunitario o Zonas de Especial Conservación de la Red Natura 2000 o sobre una especie o hábitat. En particular evaluar si las medidas de gestión adoptadas están funcionando oportunamente, si los objetivos de conservación están siendo alcanzados y, el estado general de conservación de especies y hábitat.*
- *Analizar las tendencias en el estado de conservación de las especies y hábitats de la Directiva de Hábitats.*
- *Detectar amenazas para la conservación.*
- *Proponer medidas de gestión.*

El OAG ha abierto un área de actividad vinculada con estos objetivos, y ofrecido su colaboración a las autoridades titulares de las competencias administrativas en dicho ámbito: el MAPAMA y el Gobierno de Canarias, que a su vez son patronos de la Fundación. El tema de las competencias en el medio marino, sobre todo las territoriales, no ha estado exento de polémica en el pasado, pero tras Ley 41/2010 de protección del medio marino, quedan claramente asociadas la Administración Central del Estado.

Es deseable que con el inicio de la fase operativa del Puerto, la Dirección General de Protección del Mar y la Costa y su órgano científico, el Instituto Español de Oceanografía, hagan uso de las posibilidades de que ofrece el OAG, no solo a través del repositorio de datos –que puede alimentarse descentralizadamente–, sino como órgano colaborador para realizar labores de monitorización en el marco de los objetivos arriba reseñados. A tal fin, el OAG ha remitido sendos borradores de convenios de colaboración, y debería explorar asimismo las opciones que pudieran interesar a la Viceconsejería de Medio Ambiente del Gobierno de Canarias, además del volcado de datos corológicos de REDMIC al Banco de datos de Biodiversidad de Canarias.

Unas de las particularidades del OAG es su “*modus operandi*” de carácter colaborativo, tal como se expresa en la finalidad de la fundación recogida en el artículo 2 de su Estatutos: “*Es objeto de la Fundación colaborar con los departamentos e instituciones de la Comunidad Autónoma de Canarias y de otros archipiélagos macaronésicos así como con las instituciones de la Administración del Estado, con competencia en la conservación del medio marino, y con las entidades de carácter científico o conservacionista vinculadas al medio marino.*”

Igualmente, se sugiere explorar las posibilidades de ampliar los objetivos fundacionales para habilitar al OAG a colaborar en materias conexas derivadas de la Directiva Marco sobre la Estrategia Marina europea, que en el momento de crearse la Fundación no estaba aprobada, pero que recoge la necesidad de establecer observatorios marinos y realizar programas de monitorización de medio marino y calidad, en plena sintonía con la existencia del OAG.



Figura 6. Panorámica general de la situación de las obras de construcción del nuevo puerto industrial de Granadilla (Foto Canary, 21 Enero 2016)



Figura 7. Colocación de los cajones del martillo del dique exterior del puerto de Granadilla (Foto Autoridad Portuaria, octubre 2016)



4 MEDIDAS CORRECTORAS

4.1 Traspase de arenas norte-sur

Uno de los problemas ambientales detectados con la construcción del puerto de Granadilla es la interrupción del flujo de arenas a lo largo de la costa de Granadilla en el sentido norte-sur, que afectaría no solo a las comunidades biológicas, sino también a las playas situadas al sur del puerto. En 2004 y a sugerencia de La Comisión Europea, las Autoridades Españolas asumieron realizar un trasvase permanente de arena de norte a sur para mitigar el impacto del nuevo puerto en la dinámica litoral. Esta propuesta, conocida como "del baipás", planteaba recoger la arena que se depositaría en la parte septentrional de las obras de abrigo mediante un sistema de bombeo y canalización, para trasladarla y liberarla más allá del extremo meridional del mismo para que la arena siga su trayectoria normal. Las instalaciones eólicas a construir en la zona del puerto producirían la electricidad necesaria para alimentar las bombas. Consecuentemente, en el Dictamen de la Comisión Europea (C (2006) 5190 Apto. V) el trasvase de arena norte-sur se considera que "*constituye una parte esencial del proyecto portuario*".

4.1.1 La dinámica litoral de transporte de partículas

Durante la fase operativa, y ante la incertidumbre derivada del pobre conocimiento sobre la dinámica de partículas en la costa (estimada entre 0 y 50.000 m³ anuales), el OAG propició que se realizara un nuevo estudio de la dinámica litoral partiendo de la nueva información local registrada en la última década.

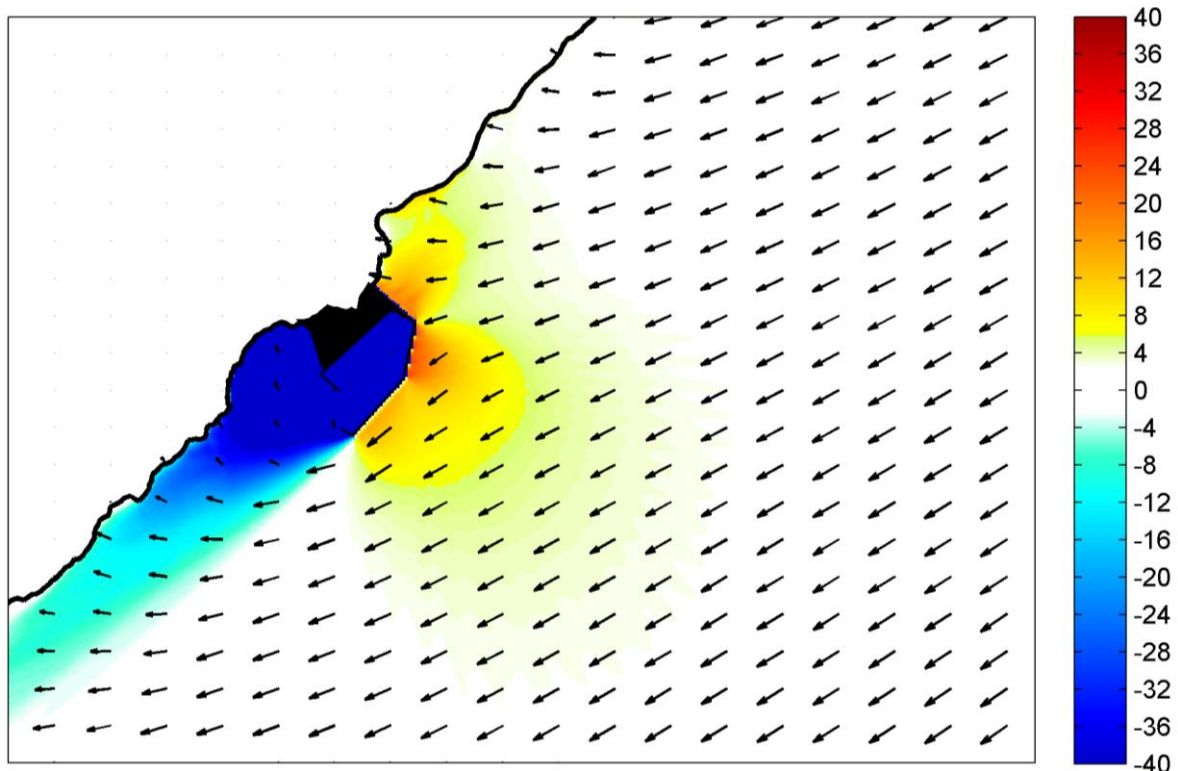


Figura 8. Diferencias en porcentaje en la ola significativa media (H_s) entre la situación con y sin puerto: en rojo, aumenta; en azul disminuye. (IH Cantabria, 2012)



Los estudios realizados por IH Cantabria (2012) reflejan que la situación en Granadilla obedece a un 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 Cantabria 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 oleaje aumentará del 5-25% 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 (Figura 8).

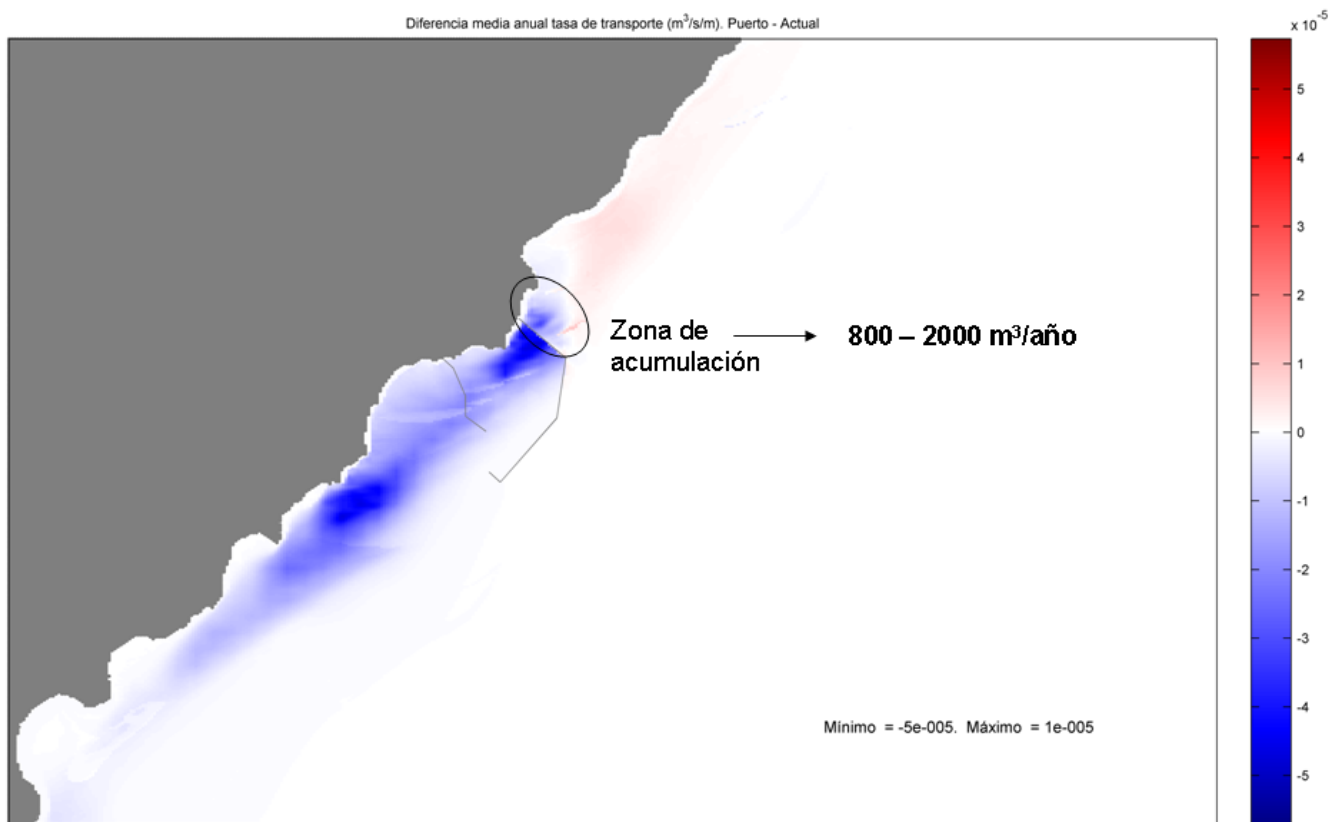


Figura 9. Variación en la media anual de la tasa de transporte media diaria ($m^3/s/m$) tras la construcción del puerto de Granadilla. (IH Cantabria, 2012).

El volumen máximo de sedimentos retenidos al norte del puerto es del orden de 800 a 2.000 m^3 en vez de 0 a 50.000 m^3 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 y la solución del baipás propuesto (diseñado además para 50.000 m^3). Ver Figura 9.

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 $4-5 \times 10^{-5} m^3/s/m$ (= 1.500



$\text{m}^3/\text{año}/\text{m}$) a máximos de $1-2 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}/\text{m}$ (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 previsiblemente determinante es la disponibilidad de arena, no la capacidad de transporte. Aguas abajo del puerto, donde único se acumulará arena es a la sombra del contradique sur, en la playa del Medio.

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 noreste, hasta el barranco de El Río.

4.1.2 Alternativas al baipás

Aceptado por La Comisión el descartar el planteamiento del baipás y el proyecto elaborado por la Autoridad Portuaria, el OAG presentó algunas alternativas para solucionar el problema (OAG Inf_2012.1). Tres de ellas se mantienen en vigencia, si bien están sujetas a conocer el resultado real de la interrupción de partículas y cambio de la dirección de la corriente.

A. Alternativa cero

Una de las hipótesis barajada postula que el sistema de Granadilla a sotavento del puerto sea excedentario en la formación de arena (particularmente por la acción del maelr), en cuyo caso la merma en el aporte de arenas desde el norte podría ser compensada por la producción de arena in situ y el banco de arena en la zec se mantendría balanceado tras reducirse la exportación (pérdidas) hacia aguas más profundas. De ser así, no haría falta reponer arenas.

B. Traslocación de arenas con reposición desde la costa

Consiste en reponer unos 2.000 m^3 anuales mediante descargas puntuales en la costa. Para garantizar la continuidad ecológica requerida, se acopian en tierra unos 20.000 m^3 de arena lo más limpia posible, bien procedente de los dragados durante las obras, de la futura cancha del puerto, de las futuras acumulaciones que puedan generarse (p.ej. en la Playa de El Medio) o de los depósitos existentes en el fondo marino a cotas por debajo de -30 m (siempre fuera de la zec). El depósito deberá contar siempre con un mínimo de 4.000 m^3 de arena a modo de garantía.

El aporte de 2000 m^3 anuales corresponde a unos 125 camiones de arena (de 15 m^3 de capacidad cada uno), y para hacerlo a una tasa ecológica asumible por el medio la arena podría ser liberada a razón de un camión cada 3 días, dos camiones cada seis días, o medio camión diario, en función de la capacidad de arrastre efectivo que se mida. El punto de vertido debe estar lo suficientemente alejado del puerto para no caer en el área de sombra de las obras de abrigo; contar con fácil acceso desde tierra y, de ser posible, estar ubicado próximo pero fuera de la propia zec. En principio, se ha propuesto la punta del Embarcadero de la Cueva del Trigo (Figura 10) como el punto de fácil acceso más alejado y potencialmente funcional.

C. Traslocación de arenas con reposición desde el mar

En el caso de que no se tenga acceso a un punto de costa con suficiente arrastre en sentido NW-SW, la reposición de arena habrá que hacerse directamente en el mar, y de tal modo que se disperse lo más posible desde un principio. Se puede emplear un gánguil que la libere a medida



que navega o una embarcación provista de bomba de proyección, operando con la periodicidad adecuada a su propia capacidad de carga y con frecuencias siempre inferiores al mes. Idóneamente, la arena se debería proyectar mediante chorro en abanico sobre la superficie del mar en la “antesala” de la zec (frente a Montaña Pelada). Una alternativa (C’) al empleo de embarcaciones consistiría en instalar un sistema de bombeo desde tierra y un emisario terminado en difusor, que permita inyectar caudales de arena pequeños. 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. Esta variante C’ es técnicamente más compleja y seguramente más cara.

4.1.3 Actuaciones previas

Las alternativas expuestas, salvo la opción cero, requieren de ensayos previos y de conocer bien la dinámica local una vez terminadas las obras de abrigo, ya que la elección del punto de vertido es crítico de cara a la finalidad perseguida.

- En octubre de 2013 se realizó una primera prueba de vertido puntual de 45 m³ de arena frente al ITER (28°3’46,341’’N 16°30’29,686’’W) y se estudió el ritmo de arrastre con comprobación directa del comportamiento de la corriente (se situó un correntímetro a 100 m al sur). La tasa media de remoción de la arena fue de 1,7 cm/día, con máximos de 3,4 y mínimos de 0,7 cm/día) en función de las variaciones en la velocidad de la corriente, cuya residual con orientación SW fluctuó bastante según los ciclos de marea, con una media de 6,3 cm/s, que duplica la media de 2,61 cm/s conocida de la zona (ver OAG Rep_2013.1). Se estima que en circunstancias normales la corriente no parece ser capaz de movilizar toda la arena vertida (tres camiones = 45 m³) de forma puntual, ni que el medio sea capaz de recuperarse tan rápidamente de la alteración provocada. Esta experiencia apunta a que debería verterse menos arena y de una forma más deslocalizada, tal vez con un cañón o un sistema de dispersión alternativo.
- El depósito se construyó en 2014 y cuenta ya con 6.000 m² de arena.
- Está previsto realizar una segunda prueba vertiendo directamente a pie de risco en la costa, con la intención de que la corriente de oleaje arrastre la arena hasta que entre en el ámbito de la corriente de plataforma.

4.1.4 Estudios necesarios

La rosa de corrientes de 2015 elaborada con los datos del correntímetro fijo de la boya de Granadilla refleja un basculamiento en la dirección de la corriente como consecuencia de las obras de abrigo, aun sin haber sido terminadas. Además, la resultante de la corriente (balance pleamar/bajamar) con dirección hacia el N o NE ha aumentado su frecuencia en 2016, lo que señala igualmente que el efecto de las obras de abrigo se hace sentir en Montaña Pelada. Todo apunta a que la zona prevista para la reposición de arenas en el morro del ITER (Cargadero del Montón de Trigo) va a quedar en la zona de sombra y si la arena se libera ahí, no seguirá su camino hacia el SE.

Antes de descartar la alternativa B y, en cualquier caso, a fin de precisar a partir de qué distancia del dique de abrigo se puede liberar arena con garantías de que fluya hacia el interior de la zec, y no en el sentido contrario, es necesario conocer el comportamiento de los flujos en plea-



mar y bajamar con precisión. Para ello se estudiará el esquema nuevo de la corriente con al menos uno de los siguientes métodos (o los dos, combinadamente):

- Liberación de boyas de deriva (una decena) desde el extremo del dique de abrigo, y a lo largo de transectos perpendiculares a la costa (próximos y dentro de la zec), para rastrear su desplazamiento. Se repetirá en llenante y vaciante, cuantas veces haga falta hasta obtener el esquema de flujos.
- Liberación de colorante inocuo al mar (Rodamina) y seguimiento de su dispersión con video desde la vertical, empleando un zepelín cautivo. Habrá que cubrir una marea diaria completa.

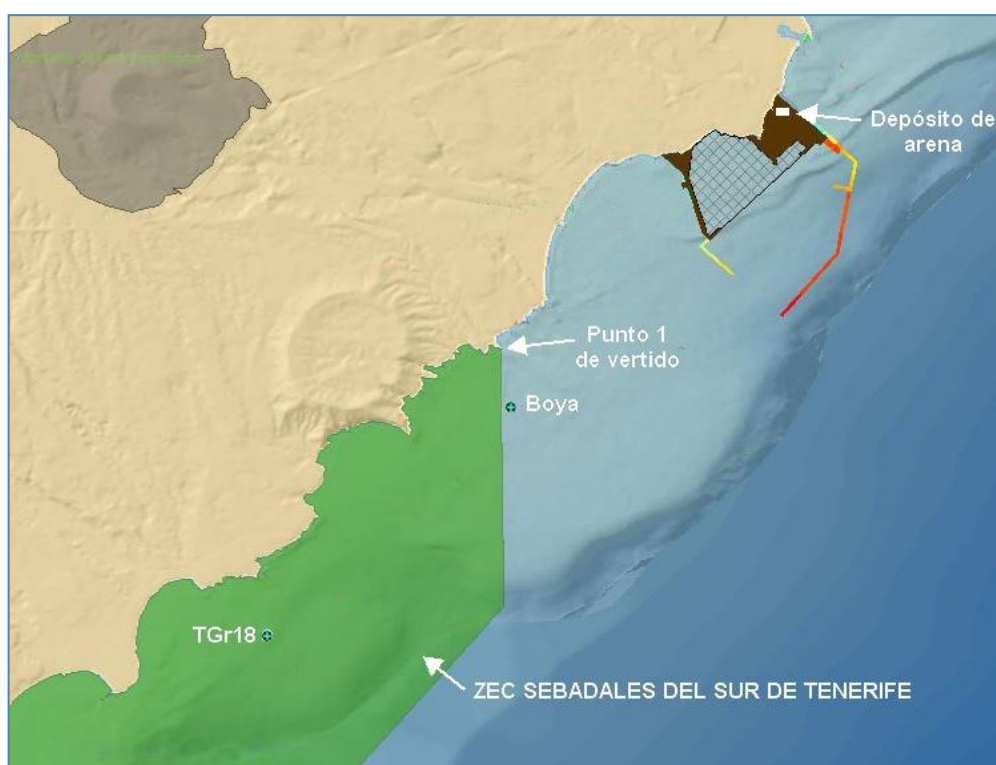


Figura 10. Ubicación del depósito de arena y opción 1 de punto de vertido de la alternativa B. TGr 18, estación donde instalar un perfilador de corrientes

Además, se instalará un perfilador de corrientes en la estación La Jaquita (TGr18) para poder comparar con los valores alterados de la estación Boya (TGr0) como mínimo durante un mes, e idóneamente, a lo largo de un año para poder captar las situaciones atípicas que se producen con cambios en el clima marítimo ordinario (temporales del sur, etc.).

El aceleramiento de la corriente a lo largo del dique exterior también se medirá empleando un perfilador de corrientes a situar en un punto estratégico, salvo que se pueda colocar un correntímetro fijo operable desde el propio dique.



En el caso de que se opte por la alternativa C y se emplee un gánguil para dispersar la arena mientras navega, se empleará un mecanismo que garantice un flujo pautado y que no se pueda producir un vaciado repentino. Evaluar zonas de descarga pasada la punta de La Pelada.

4.2 Recuperación de playas

El estudio inicial de dinámica litoral realizado con motivo de la evaluación ambiental predecía, como consecuencia de la construcción del puerto y en el curso de 4 a 6 años, un basculamiento en la playa de La Jaquita, con pérdida de arena en la mitad sur (retroceso máximo de 15-20 m) y aumento de anchura en la mitad norte (15-20 m), y lo mismo en la playa de El Médano: 10-15 m y 15-20 m, respectivamente. El proyecto contempla la propuesta de recuperación⁴ de la anchura de playa –y así lo recoge la DIA– con el aporte de arena a cargo de la Autoridad Portuaria, supeditada a que se constaten las predicciones durante la vigilancia ambiental.

4.2.1 Condicionantes originales

El límite máximo de retroceso medio de la línea de playa se fija en 5 m, superado el cual se procedería a reponer el volumen de arena perdido. El estudio asume que las playas de La Jaquita y de El Médano actúan como sistemas relativamente cerrados a la pérdida de sedimentos, por lo que para alcanzar las nuevas condiciones de equilibrios en dichas playas y mantener la anchura de la playa originaria, se deberán aportar:

- 100.000 m³ en el sur de la playa de La Jaquita
- 160.000 m³ en el sur de la playa de El Médano

Estos volúmenes han recalcularse comparando los nuevos perfiles de playa con los realizados durante los 2-3 años previos a las obras, y teniendo en cuenta el impacto de los temporales, pudiendo ampliarse o restringirse dichas cantidades, o el propio límite máximo pre-establecido. El aporte de arena deberá ser del tipo más parecido posible al existente, con lo que el área fuente potencial habrá que buscarlo en el propio litoral, preferiblemente en el área que va a ser ocupada por el puerto y su dársena. En cuanto a su granulometría, deberá estar comprendida entre arena media $D_{50} = 0,25-0,50$ mm y arena fina $D_{50} = 0,126-0,25$ mm.

4.2.2 El nuevo escenario

Hay que tener en cuenta que en el proyecto original objeto de la evaluación ambiental, las obras de abrigo avanzaban 1.200 m más hacia el sur, hasta la altura de Montaña Pelada, y que las playas de La Caleta, del Medio y de Punta del Vidrio eran ocupadas por la explanada portuaria. Actualmente, estas playas siguen abiertas al mar y han experimentado ya un basculamiento importante y muy superior a los 5 m, al estar mucho más próximas a las obras de abrigo. Mientras tanto, en las playas de La Pelada, La Jaquita y El Médano no se ha registrado basculamiento alguno durante el seguimiento en fase de obras, al menos hasta 2016.

⁴ Nuez Pestana, J. de la, 2000. *Propuesta de plan de seguimiento para la restauración de la línea de costa de las playas de La Jaquita y El Médano después de la construcción del puerto de Granadilla*. Autoridad Portuaria de Santa Cruz de Tenerife (Santa Cruz de Tenerife) 2000/05, pp. 21, 7+2 planos.



En una revisión como la presente, cabe plantearse si la medida correctora propuesta para La Jaquita y El Médano debería extenderse igualmente a las playas de La Caleta, El Medio y Punta del Vidrio. El OAG considera que no por los siguientes motivos:

- (a) La medida correctora se justifica y obedece más al impacto negativo sobre la calidad ambiental de la playa –léase pérdida uso recreativo–, que por su impacto ecológico, que es previsiblemente irrelevante (reubicación de elementos). Las playas en cuestión no son de baño ni tienen una población residente en la trasplaya, por lo que su interés social no es equiparable al de La Jaquita y El Médano.
- (b) Se trata de playas de cayados y tiene poco sentido reponer la anchura de playa con arena, máxime cuanto que es muy posible que con la nueva situación hidrodinámica pudieran terminar tapizadas parcialmente con arena de aporte natural (p. ej. playa del Medio).
- (c) En la evaluación ambiental se asume que estas playas iban a ser sepultadas, pero la DIA, que sí tiene en consideración las circunstancias del puerto, podría haberlas incorporado en la medida compensatoria, y no lo hace.

Consecuentemente, la medida compensatoria se limitará las playas de La Jaquita y del Médano, a expensas de que se constate un retroceso de la playa superior a los 5 m, sin perjuicio de que la probabilidad de basculamiento de dichas playas haya disminuido considerablemente tras el retranqueo del puerto. Corresponde al OAG arbitrar el correspondiente seguimiento durante la fase operativa (epígrafe 5.4.7) y determinar los parámetros reales, si bien, llegado el caso, la decisión final de suministrar arena a las playa y en qué momento y circunstancias es remitida en la propuesta referida, a los organismos implicados en la construcción del puerto y en el impacto que eventualmente produzca: la Demarcación de Costas de Canarias, la Viceconsejería de Medio Ambiente del Gobierno de Canarias, el Cabildo de Tenerife, el Ayuntamiento de Granadilla y la Autoridad Portuaria de Santa Cruz de Tenerife.

4.3 Aguas residuales del puerto

Según el EIA, “la puesta en marcha del puerto deberá sincronizarse con el funcionamiento de la estación depuradora de aguas residuales que se pretende instalar en la zona del Polígono Industrial, con el propósito de que todas las aguas residuales generadas en el puerto sean canalizadas hacia dicha estación, o lo que es lo mismo, que pasen a formar parte de la red de saneamiento.”

Esta medida correctora podrá implementarse una vez exista dicha infraestructura. De momento, el «*Proyecto de depuración de aguas residuales emisario submarino del Polígono Industrial de Granadilla*» sigue su trámite desde que fue presentado ante el Gobierno de Canarias hace cinco años, a falta de obtener la autorización para el vertido –hubo que cambiar el trazado del emisario–, y de que se le convalide la declaración de impacto ambiental ya expedida, que se basaba en el emisario con el trazado original. Hasta la fecha solo se cuenta con la parcela destinada a albergar la estación depuradora, y la conducción que se ha instalado hasta la franja de servidumbre de la costa. También se ha coordinado con la Autoridad portuaria el llevar dicho tubo en paralelo a los canales de desvío de aguas pluviales del puerto.



5 SEGUIMIENTO AMBIENTAL

Al abordarse el presente plan de seguimiento ambiental como revisión conjunta del plan elaborado por la Autoridad Portuaria (2007) para esta fase operativa, y de lo ejecutado por OAG durante la fase de obra, habrá actividades que se mantienen y eventualmente se modifican, otras que son nuevas, y otras que no tiene sentido continuar con ellas. Además:

- a) Se adopta en lo posible la estructura del PVA elaborada por el OAG para no modificar mucho el sistema de reporte dinámico e informe anual implantado.
- b) El plan en fase operativa arranca el 1 de enero de 2017 y concluye el 31 de diciembre de 2021, reservando parte del segundo semestre de 2021 para las labores de análisis, evaluación, síntesis y reporte final, si se quiere presentar en el último ejercicio.

5.0 Actuaciones a discontinuar

Se relacionan las actuaciones que carecen de sentido en la fase operativa, por lo que causan baja en el plan de vigilancia:

- a) Presencia de aves nidificantes en la zona de obras. El área que queda por rematar no reúne condiciones para la nidificación de aves.
- b) Seguimiento del estado de la valla perimetral, señalización y suelo exterior. Dicha valla será retirada una vez finalizada las obras y sustituida por la de protección y seguridad del área portuaria.
- c) Comunidades vegetales terrestres en el ámbito de actuación y suelo exterior. No se han registrado cambios atribuibles al puerto durante la fase de obras, por lo que la probabilidad de que se produzcan en fase operativa es mínima.
- d) Deposición de partículas. Por las mismas razones expuestas en el punto anterior.
- e) Medidas correctoras para la turbidez. No se producirán ya vertidos de materiales en zonas expuestas a mar abierto, por lo que no hará falta disponer de barreras flotantes para contenerla, o seguir lavando los materiales durante la carga de los gánguiles.
- f) Seguimiento del estado del balizamiento de la zona de obras en el mar. Dicho balizamiento se retira una vez concluidas las obras de abrigo y la señales pasen a estar sobre el dique.
- g) Yacimientos arqueológicos: se encuentran fuera del recinto portuario y todos, salvo uno, han sido alterados por los usuarios de la costa. De tener valor el que resta (petroglifo de la estación TA764, Bco. del Charcón), debería ser retirado y guardado en el Museo Arqueológico, como se hizo con los yacimientos que quedaron dentro del puerto.
- h) Seguimiento de la pluma de terrígenos. Ya no se está vertiendo material terrígeno directamente al mar abierto, y los vertidos que quedan por hacer se realizarán dentro de la dársena portuaria, una vez protegida el área por una ataguía.
- i) El PVA original contempla un control de la arena acumulada al pie del dique norte y de su dragado y traslado al sur del puerto. Esta medida se descartó porque en esa zona no se ha acumulado arena ni se prevé que lo haga en el futuro.



5.1 Vigilancia de las obras

En la fase operativa no estaba previsto continuar con el seguimiento de obra constructiva por suponerse concluidas, pero queda por finalizar el muelle de ribera y la explanada posterior, cuya vigilancia se mantendrán en los mismos términos que en la fase de obra. Se incluyen, asimismo, en este epígrafe aquellas actuaciones vinculadas a la urbanización de la zona portuaria en el medio terrestre. En el Anexo 2 se incluye la planilla resumen de todo el seguimiento.

5.1.1 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, si los hubiera– se obtendrán de movimientos de tierra o canteras debidamente autorizados. La apertura de nuevas canteras, si ello fuera preciso, para la obtención de materiales de construcción, se llevará a cabo contando con los permisos y autorizaciones determinados por los órganos del Gobierno de Canarias competentes en la materia. Se presume que los materiales que restan por incorporarse a las obras del puerto procederán en su mayoría de la excavación del colindante Polígono Industrial de Granadilla. El OAG seguirá con las mismas verificaciones que durante la fase de obra.

5.1.2 Rellenos y vertidos accidentales

Antes de acometer el relleno de la explanada del muelle de ribera, deberá cerrarse dicho recinto a fin de que la turbidez que se genera quede contenida en él. Desde el punto de vista ambiental, dicho cierre podrá sustentarse sobre todo-uno, pues la zona se encuentra al abrigo del dique exterior y ya no precisa de una berma de escollera.

- a) Durante el vertido de material para el relleno de la futura explanada, donde persisten ejemplares de seba, se verificará que existe la prescriptiva autorización del MAPAMA por tratarse de una especie catalogada.
- b) Durante el relleno de la cubeta de la futura explanada se controlará que no se emplea como material de relleno residuos tales como chatarras, ruedas, bidones, o restos vegetales.
- c) La vigilancia de vertidos accidentales se mantiene mientras duren las obras con trasiego de vehículos pesados.

5.1.3 Niveles sonoros y de polvo, y medidas de mitigación

Mientras duren las obras de relleno se mantendrá igual control que en la fase de obra, empleando los mismos protocolos, reduciendo la frecuencia de los niveles sonoros de quincenal a mensual:

Concepto	Estaciones	Frecuencia
Niveles de polvo en suspensión	GrAt-1, GrAT-2, GrAt-3,	Mensual
Niveles sonoros	ER3, ER2, ER1	Mensual
Mitigación del polvo	Zona de obras	Quincenal
Mitigación del ruido	Zona de obras y vías acceso	Quincenal



5.1.4 Mitigación lumínica

Muchas aves marinas regresan a tierra durante la noche y pueden verse deslumbradas por las luces del recinto portuario. A tal fin, se informará al personal portuario el modo de proceder en caso de encontrar un ave deslumbrada (p.ej. pardela), y mientras dure la instalación de las luminarias, se verificará quincenalmente el cumplimiento de las disposiciones de la DIA al respecto:

- a) Deben estar construidas de modo que toda la luz emitida se proyecte por debajo del plano horizontal tangente al punto más bajo de luminaria.
- b) Deben instalarse sin ninguna inclinación.
- c) En el alumbrado del viario las únicas lámparas permitidas serán las de vapor de sodio a baja presión.
- d) No deben utilizarse lámparas de vapor de mercurio, de vapor de color corregido ni de halogenuros metálicos.
- e) Las instalaciones del alumbrado del vial dispondrán, bien de dispositivos para controlar el flujo luminoso o bien de doble lámpara por luminaria, que permitan reducir el flujo luminoso un tercio de lo normal a partir de las doce de la noche, sin detrimento de la uniformidad. Esta reducción no será aplicable cuando la iluminación normal sea inferior a los niveles establecidos para la seguridad vial.

5.2 Integración paisajística

Con el fin de crear un entorno de calidad estética y ambiental, se verificará trimestralmente en el ámbito del recinto portuario de Granadilla que se cumple con lo estipulado a través de la DIA, así como las incidencias y casos de inobservancia.

5.2.1 Adecuación cromática

En las fachadas de las naves se empleará preferentemente colores de las gamas dominantes en el entorno natural (amarillos, ocre, tierras, etc.), y se procurará evitar el uso de materiales que no reflejen excesivamente la luz natural. En general, se busca no generar contrastes cromáticos disonantes con el entorno paisajístico.

5.2.2 Uso de flora local

Las especies de flora nativa que se recogieron al comienzo de los trabajos de desbroce de la zona portuaria, fueron llevadas al vivero del Cabildo Insular de Santa Cruz de Tenerife, ubicado en el Municipio de Fasnia. Luego, las plantas que sobrevivieron al trasplante (aprox. la mitad) han sido empleadas en jardinería en diversos puntos de la isla hasta agotarse. Ello no obsta para que se procure emplear flora autóctona en las zonas verdes y los viarios del puerto, que podría proceder, por ejemplo, de los desmontes del vecino polígono industrial.

5.2.3 Uso de bolos y callaos.

- a) Verificar que los callaos de la playa de La Caleta son retirados antes de que comience el relleno de esta zona como parte de la futura explanada del muelle de ribera.



- b) El empleo de los bolos y callaos acopiados o por retirar se emplearán en labores de integración paisajística: por ejemplo, en rotondas o terraplenes. Verificar destinos
- c) El sobrante de bolos y callaos deberá destinarse a un uso que ponga en valor el recurso estético y geológico, bien empleándolo en restauración o mejora de playas homólogas, o en labores de integración paisajística costera, evitando en todo caso su enterramiento o machaqueo. Se verificará el destino y su uso.

5.2.4 Restauración de la zona de obras

Las áreas ocupadas por las instalaciones de obra deberán ser desmanteladas una vez finalicen las obras y el terreno devuelto a su estado inicial. Esta medida corresponde a la fase de obra, pero como éstas se han prolongado solapándose con la fase operativa, se verificará el cumplimiento de la medida mensualmente durante el desmantelamiento, con especial atención a la presencia de objetos o equipamiento abandonado.

5.3 Operaciones portuarias

5.3.1 Dragados

La arena del fondo que pueda restar por ser dragada en el propio recinto portuario, deberá destinarse preferentemente a su acopio para el programa de reposición del flujo costero (ver epígrafe 4.1), o para el relleno de cajones u otros usos en el ámbito del puerto. De realizarse estos dragados u otros vinculados al puerto, en zonas donde hubiera algún ejemplar de seba, se verificará igualmente que existe la prescriptiva autorización del MAPAMA.

5.3.2 Derrame accidental de hidrocarburos

Durante las operaciones de abastecimiento de combustible a los buques que recalen por el puerto, se pueden producir vertidos accidentales de lubricantes o combustibles. El puerto debe contar con el Plan interior marítimo (PIM) que concreta las medidas preventivas y de actuación frente a estas eventualidades, y determina el equipo material y recursos humanos que han de estar en condiciones de actuar de inmediato. Corresponderá al OAG:

- a) Comprobar los términos de dicho plan desde al inicio de la explotación del puerto, pudiendo aportar sugerencias
- b) Verificar cada trimestre el buen estado de los medios materiales asignados a estas emergencias: disponibilidad de agentes químicos, de productos absorbentes, de las barreras anticontaminantes en perfecto estado operativo (para el cierre de la bocana, por ejemplo) y el buen funcionamiento de las bombas de extracción.
- c) Si los derrames salen de la dársena portuaria o se producen por accidente fuera de ella, el OAG hará un seguimiento de la evolución del derrame y una evaluación de sus consecuencias ecológicas, pudiendo aportar sugerencias para mitigar su impacto.
- d) Verificar que los residuos eventualmente recogidos después de un derrame, son trasladados a la refinería de CEPSA de Santa Cruz de Tenerife, u otra empresa que esté autorizada para la recepción y tratamiento de este tipo de residuos.



5.3.3 Residuos flotantes y basuras

Las aguas de la dársena portuaria han de mantenerse limpias y libres de residuos y basuras como plásticos, botellas, maderas, ruedas, cabos, etc. (no peligrosos). El puerto contará con una embarcación diseñada para poder acceder a todos los rincones de la dársena y acondicionada para retirar la basura flotante, realizando inspecciones cada día. Por su parte, el OAG:

- a) Comprobará semanalmente y de modo no regular, la eventual presencia de residuos flotantes y las labores de inspección y limpieza.
- b) Verificará que los residuos sólidos son debidamente tratados por gestor autorizado.
- c) Asimismo se realizará un inventario trimestral de basuras en la colindante playa del Medio siguiendo los protocolos OSPAR.

5.3.4 Control de la prohibición de pesca.

La DIA ha valorado como impacto ambiental positivo del puerto el llamado “efecto arrecife artificial”, que refleja el desarrollo de nuevas biocenosis sobre el sustrato rígido que suponen las escolleras y muros del puerto. Estas biocenosis pueden verse alteradas por la proliferación de erizos, con riesgo de desarrollarse como un blanquizal, por lo que se ha determinado la prohibición de pesca para evitar la captura de especies depredadoras de erizos. También es conocido el incremento de especies pelágicas que se produce alrededor de las infraestructuras portuarias.

- a) Se verificará que la Autoridad Portuaria dicta la prohibición de pescar con caña en el puerto y sus escolleras, antes o tan pronto como el puerto entre en fase de explotación.
- b) Se vigilará con frecuencia semanal la presencia de eventuales pescadores.

5.4 Geodinámica litoral

El esquema general de la dinámica litoral y sedimentaria de la costa de Granadilla se conoce actualmente con mayor rigor y precisión gracias al modelo⁵ desarrollado por el Instituto de Hidráulica Ambiental "IH Cantabria" en 2011 partiendo de datos medidos *in situ* por el OAG y demás información actualizada hasta 2010 y recopilada *ex-profeso*. Durante la fase de obras se ha venido recogiendo información sobre los parámetros básicos (intensidad y dirección de la corriente) y de la dinámica sedimentaria (turbidez, sedimentación, etc.), pero es ahora, una vez concluido el dique exterior, cuando se conformará el nuevo esquema de la dinámica litoral. Es el momento de conocer si el modelo predictivo acertó con la realidad resultante. La modificación de la dinámica litoral es la consecuencia más importante del nuevo puerto, al margen de que su relevancia sea mayor o menor según la capacidad de resiliencia del sistema ecológico costero, y de los intereses de la sociedad.

Interesa saber si las alteraciones consisten en una simple reubicación y o desplazamiento de los elementos preexistentes, si surgen elementos nuevos, o si se produce alguna pérdida cualitativa no recuperable.

⁵ En la página web del OAG se puede consultar el estudio realizado (27 Mb) o su resumen, que ya fue expuesto en el informe anual de 2011. http://www.oag-fundacion.org/content/pdf/doc3/ihc2012_resumen_dinamica.pdf.



5.4.1 Tránsito de arenas por tierra

El PVA original otorgó bastante atención a la posibilidad de que la playa de La Tejita y el campo de dunas de la zona se vieran mermados por una disminución del flujo de arenas procedentes por vía eólica desde la playa del Médano, como consecuencia de las obras del nuevo puerto. Las campañas de seguimiento del campo de dunas realizadas en fase previa (2005-2008) concluyeron que dicho campo está detenido debido a la vegetación y obstáculos existentes, y al efecto pantalla de las edificaciones de El Médano, considerando exigua la cantidad de arena transportable. Por ello no se ha hecho un seguimiento durante la fase de obras.

No obstante, durante las inspecciones de los trabajos de restauración ecológica de Montaña Roja, el OAG ha apreciado acumulaciones de arena detrás de algunos arbustos y piedras. Es posible que se trate de cantidades irrelevantes, pero parece oportuno constatar si persiste el transporte, y en qué cuantía, al menos durante un periodo de dos años.

- a) Comparar la situación del campo de dunas al comienzo de las obras (2011), al finalizar las obras (2016) y durante dos años más (2017-2018), empleando las imágenes del satélite WorldView. En caso de que se aprecie dinámica, se justificaría continuar durante tres años más.
- b) Estimar el transporte de arena con trampas acumuladoras, al menos en tres puntos: próxima a la fuente de arena (playa Leocadio Machado), en mitad de la zona de tránsito (junto al aeródromo) y próxima a la zona receptora (playa de la Tejita). Dichas trampas irán enterradas, captarán la arena hasta no menos de 20 cm de altura, y tendrán capacidad para acumular unos 20 Kg de arena (aprox. 7,8 litros). El ritmo de recogida de la arena capturada se fijará en función de los primeros resultados obtenidos.

5.4.2 Episodios tormentosos

Los temporales de agua son escasos en esta vertiente de la isla, pero cuando ocurren, son cruciales para la ecología general, incluida la marina, porque es cuando se incorporan al sistema costero grandes masas de material sólido –y nutrientes, basuras, contaminantes, etc.– desde la costa. Estos fenómenos han de quedar registrados para poder interpretar bien los datos generados por el seguimiento. El OAG mantiene una estación meteorológica en la zona, equipada con pluviómetro. También se han de registrar las ocasiones en que corran los barrancos, con una evaluación general del 1 al 5 (máximo).

5.4.3 Nivel medio del mar y oleaje

Se procurará recabar de Puertos del Estado y de la Autoridad Portuaria de S/C de Tenerife información sobre el oleaje y las mareas en Granadilla. En caso de que no se repongan pronto la boya de oleaje y el mareógrafo que antes existían en la zona, el presente plan debería abordar al menos el registro del oleaje. Esta información es necesaria la hora de correlacionar cambios en otros parámetros ambientales

Interesa a este PVA, al igual que al del Polígono Industrial de Granadilla, el obtener imágenes del alcance de los aportes –distribución de la pluma de turbidez– justo en la zona del puerto donde descargan los barrancos locales. A tal fin, y tan pronto como las condiciones climáticas lo permitan, se obtendrán imágenes de detalle usando el dirigible.



5.4.4 Flujo de la corriente

El estudio del nuevo esquema de las corrientes costeras tras la finalización de las obras de abrigo se abordará:

- a) Midiendo de forma continuada la velocidad y dirección de la corriente en la boya oceanográfica del OAG frente a Montaña Pelada, tal como se ha venido haciendo en la fase de obra. Adicionalmente, se instalará un perfilador de corrientes en la estación TGr_18 La Jaquita, a fin de ver las variaciones respecto del correntímetro anterior, y durante el período que sea necesario hasta obtener resultados. Dicho perfilador de corrientes se usará también para estudiar el comportamiento de las corrientes en la bocana del puerto (mínimo un mes).
- b) El uso de colorantes inocuos (rodamina) vertidos al agua y seguimiento de su dispersión desde un globo cautivo equipado con una cámara. Se elegirán los momentos de marea oportunos (bajamar y pleamar) y el punto de vertido debería ser por fuera del extremo sur del dique de abrigo exterior. Si el método funciona, se puede repetir en otros puntos estratégicos (frente al ITER, etc.).
- c) El uso de boyas de deriva con geolocalizadores, que permiten luego reconstruir sus trayectorias. Estas boyas –unas diez– son recuperables y sirven para analizar la dispersión y comportamiento de los flujos en varios ensayos y diferentes lugares (p.ej. punto de vertido de reposición de arena, simulación de un derrame, etc.).
- d) La modelización de la hidrodinámica local utilizando el programa elaborado por IH Cantabria actualizado con los datos reales registrados en los últimos años, al menos para las nueve estaciones de seguimiento del sebadal (ver epígrafe 3.4.3). Dicho estudio deberá abarcar el período objeto del análisis canónico, ofreciendo datos anuales. Un primer análisis se puede realizar en 2017 (fase de obras), y luego repetirse cuatro años más tarde (fase operativa).

El objeto de estos registros es llegar a plasmar sobre un plano el recorrido de la corriente en los diferentes momentos de marea, y si fuera posible, según las diferentes condiciones climáticas (al menos, las de tiempo sur).

5.4.5 Tasa de sedimentación

Para conocer la tasa de sedimentación, se han dispuesto captadores de sedimentos en nueve estaciones a lo largo de la costa de Granadilla. Las tasas de sedimentación mineral se expresarán en gramos por metro cuadrado y día, sin incluir la fracción de volátiles (ver más adelante). Este seguimiento se hará durante cuatro 4,5 años en fase operativa ya que no sabemos cuánto tiempo llevará al sistema adoptar su nuevo balance sedimentario.

- Estaciones TGr.04, 05, 08, 10, 13, 14, 18, 19 y 22
- Periodicidad Trimestral (aproximadamente)
- Composición Mineral / fracción orgánica volátiles

Como valor de referencia se tomará la media de las tasas registradas por el OAG antes del comienzo de las obras en el mar (4/10/2011): 69,6 gr/m²/día, aunque su variación es amplia (25,7 – 178,2 gr/m²/día).



5.4.6 Balance sedimentario

Según los estudios de dinámica litoral realizados por el IH Cantabria (2011) se prevé que la tras la construcción del puerto, surgirá zonas de acumulación de sedimento al mermar la velocidad de la corriente, y otras donde se perderán por acelerarse ésta. El seguimiento de estos efectos se venido realizando de dos maneras: por telemetría y con estacas

Se han fijado nueve estaciones para el seguimiento de la acumulación o pérdida de arena mediante estacas decimetradas. En el mapa que sigue se muestra su ubicación sobre el modelo de predicción elaborado por IH Cantabria (2010).

- Estaciones: TGr 05, 08, 13, 20, 22, 32, 33, 34, 37 y 38.
- Periodicidad: Semestral (aproximadamente)

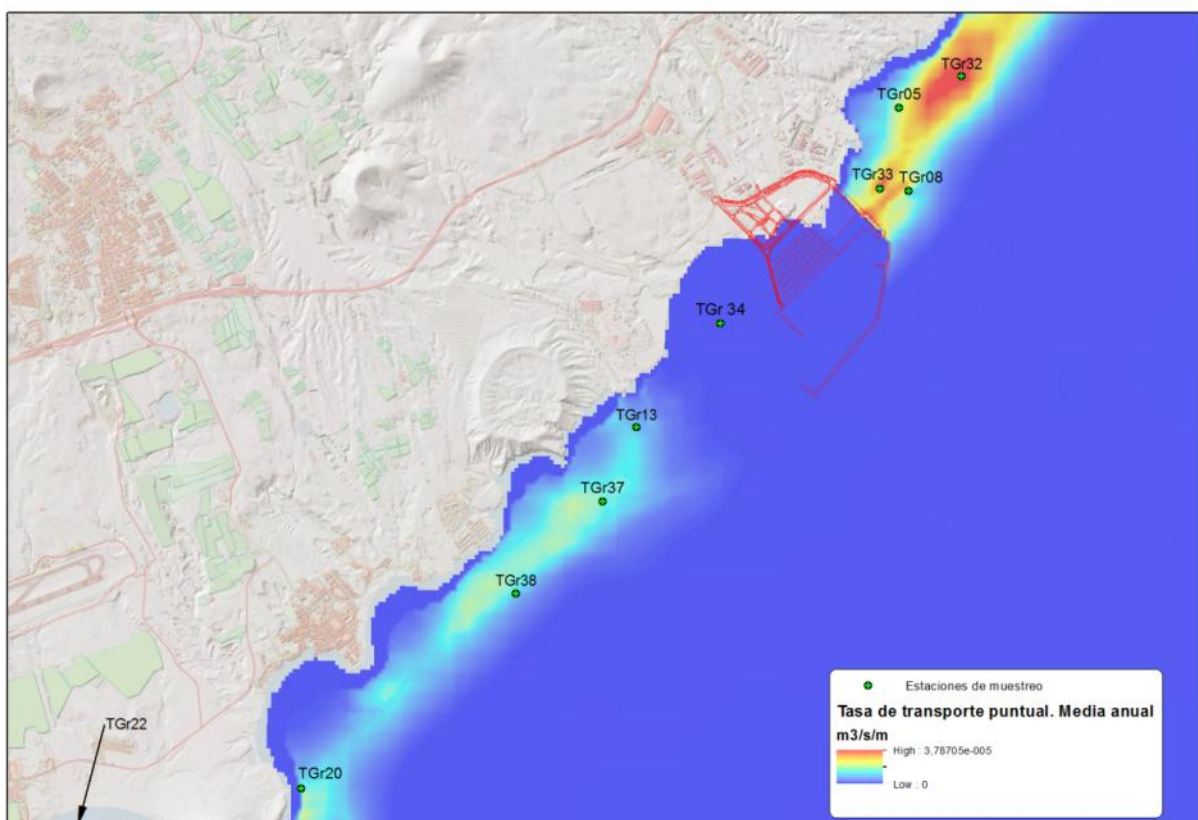


Figura 11. Estaciones con estacas graduadas para el seguimiento de variaciones del fondo. Acumulaciones (azul) y pérdidas de sedimento (rojo) previstas según la diferencia media anual de la tasa de transporte ($m^3/s/m$) (IH Cantabria, 2011).

Las batimetrías obtenidas por telemetría son muy generales y dan una precisión bastante burda (± 2 m), pudiéndose descartar. No obstante, y ya que se dispone de las imágenes de satélite, se hará un análisis comparativo de la situación previa a las obras (2011), al inicio de la fase operativa (2017) y al finalizar el presente seguimiento (2022). Este análisis debería reflejar, al menos a grandes rasgos, el esquema general del balance sedimentario y si coincide o no con el reflejado en el mapa de predicción.



5.4.7 Alteraciones en playas

El análisis de ortofotos de WorldView con resolución de 40 cm o menor, permite detectar basculamientos y otras variaciones en las playas de manera sencilla y rápida, al margen del levantamiento de los correspondientes perfiles según el esquema planteado por el PVA original para tres playas. Durante la fase de obras se ha realizado un seguimiento del basculamiento en siete playas al sur del puerto, y una al norte. La realización de los perfiles y batimetrías fueron pospuestos a la fase de explotación, una vez concretado el nuevo esquema hidrodinámico de la costa.

- *Basculamiento:* Playas de Los Tarajales, La Caleta, El Medio, Punta del Vidrio, La Pelada, La Jaquita, El Médano y La Tejita. Se registrará la variación por metro de marea, y el avance o retroceso en metros en ambos extremos de la playa, referidos al trazado de referencia (2011). La imagen a emplear debe de corresponder a una situación de marea lo más parecida posible a la de referencia, es decir +1,96 m. (31 de julio 2011), y mejor cuanto más se aproxime un año transcurrido
- *Perfiles transversales y batimetría.* En la fase previa se realizaron perfiles transversales y levantamientos batimétricos de las playas de La Pelada, La Jaquita, El Médano y La Tejita, por su particular interés social. A partir de 2017 se repetirán dichos trabajos en dos campañas anuales (enero-marzo y julio-septiembre), y cuando se dé un temporal del S-SE importante. Se aplicarán las mismas técnicas –batimetrías con sonda multihaz, perfiles con ecosonda monohaz– para permitir la comparación.
- *Análisis granulométrico.* En el supuesto de proceder a la reposición de arenas, previamente se realizarán análisis –en cada perfil y a nivel de la bajamar– de la composición granulométrica, el D50 y la fracción mineral /organógena, a efectos de caracterizar los materiales de reposición lo mejor posible.

El basculamiento de las playas –ya constatado a medida que avanzaban las obras de abrigo– no tiene mayor relevancia ecológica, pero sí puede afectar al uso recreativo de playas como la de La Jaquita o la del Médano, sobre todo si llega a perderse una cantidad de arena importante con la nueva situación. El objeto del seguimiento en estos casos es determinar si la playa pierde más de 5 metros, lo que obligaría a considerar la medida correctora §4.2.

Por el contrario, si después de tres años de seguimiento no se percibe ningún cambio sustancial en las playas de La Pelada, La Jaquita, El Médano o La Tejita, se puede considerar que las playas se encuentran en estado de equilibrio y podrá descartarse el seguimiento.

5.4.8 Clima marítimo

A efectos de poder interpretar varios de los fenómenos ecológicos marinos objeto de seguimiento en el contexto de las condiciones atmosféricas generales, el OAG mantendrá activas la estación meteorológica de tierra (en la zona portuaria) y la instalada en la boya oceanográfica:

- *Parámetros:* dirección y velocidad del viento, temperatura, presión atmosférica y humedad relativa. La pluviometría solo en la estación de tierra.



5.5 Calidad del medio marino

El OAG ha sectorizado con criterios ambientales la costa de Granadilla en una extensión de 13 km, estableciendo estaciones de muestreo en cada sector. Durante el seguimiento de la calidad de las aguas en fase de obras no se hayan apreciado grandes diferencias de uno a otro, salvo en el 4º, correspondiente al puerto. Para la fase operativa, el PVA original reduce la frecuencia de la analítica a dos veces al año, en vez de cuatro, y plantea continuar con ella durante solo dos años. No obstante, para la presente fase se mantendrá el seguimiento durante cuatro años y medio, ya que los parámetros a obtener son necesarios para el análisis de los factores que condicionan el desarrollo de los sebaales (ver epígrafe 3.4.3). El número de estaciones se reduce de once a nueve, una por cada sector más una dentro de la dársena portuaria.

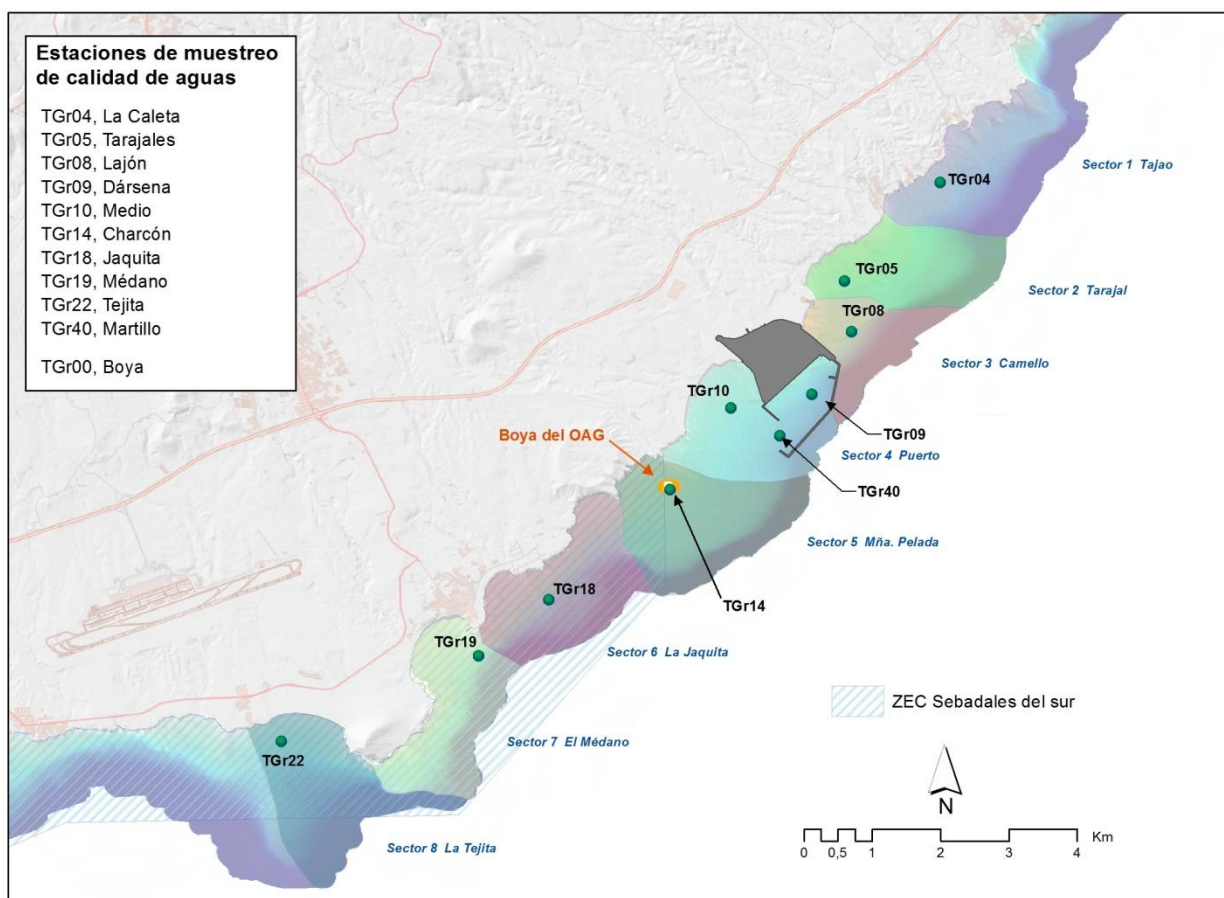


Figura 12. Sectores y estaciones de muestreo de aguas y sedimentos.

5.5.1 Parámetros oceanográficos

Los datos oceanográficos básicos se seguirán midiendo con sonda multiparamétrica y periodicidad mensual. En la boya del OAG (TGR00), situada junto al límite noreste de la zec Sebaales del Sur de Tenerife, se continuarán registrando cada hora la temperatura y la turbidez, dado que los datos se transmiten en tiempo cuasi-real y permiten detectar eventos anormales que pudieran afectar a dicha zec. Los parámetros se acompañan de los valores de referencia.



- Estaciones TGr04, 05, 08, 09, 10, 14, 18, 19, 22 y 40.
- Profundidad Continua, con registros 5 metros
- Periodicidad: Mensual
- Temperatura 18,61 – 24,65°C
- Salinidad 36,53 – 37,34 PSU
- pH 8,09 – 8,34
- Saturación de oxígeno 97 – 105% (óptimo 80 – 125%)
- Turbidez < 16,5 NTU (objetivo <5 NTU) y horaria en TGr00 Boya

5.5.2 Calidad del agua

Se pretenden detectar posibles cambios atribuibles a la actividad portuaria o como consecuencia tardía de las obras de construcción, además de aquellos requeridos por la ROM 5.1. La periodicidad y estaciones ([®] = ROM) cambian según el caso, o según los resultados que se vayan obteniendo (p.ej. contaminación biológica en el área del puerto). Los protocolos analíticos serán los mismos. Los valores de referencia se indican junto a cada parámetro (año 2010).

Parámetros químicos y contaminantes orgánicos

- Estaciones TGr 04[®], 05, 08[®], 09[®], 10, 14[®], 18, 19, 22 y 40[®].
- Profundidad 1 m y a 10 y 5 m del fondo las estaciones[®]
- Periodicidad Semestral /trimestral[®]
- Nitritos y nitratos < 10 y <100 µg/l (3 profundidades en)[®]
- Fosfatos 27,2 – 90 µg/l (3 profundidades en)[®]
- Amonio < 10 µg/l (3 profundidades en)[®]
- Concentración de clorofila a⁶ 1,5 – 4,3 µg/l
- Carbono orgánico total 0,3 – 3,2 mg/l
- Materia en suspensión⁷ 6,33 – 16,33 mg C/l
- Aceites y grasas 1,10 – 3,79 mg/l
- Detergentes < 50 µg/l
- Hidrocarburos totales 10 – 870 µg/l (ideal < 10 µg/l)
- Aromáticos tributilestaño, tolueno Estaciones[®]
- Metales pesados (As, Cr, Cu, Zn) Estaciones[®]

Contaminantes biológicos

- Estaciones TGr09 y TGr10 (ampliable si hay valores altos)
- Periodicidad Mensual 2 años, semestral luego
- *Escherichia coli* 1 UFC/100 ml (objetivo < 35 UFC/100 ml)
- Enterococos fecales 1 UFC/100 ml (objetivo < 35 UFC/100 ml)

Los análisis de hidrocarburos aromáticos y metales pesados se realizan solo en las estaciones ROM y a tres profundidades (al igual que los nutrientes). De encontrarse valores homogéneos en las muestras intermedias, se podrán reducir a dos (superficie y fondo). En las demás estaciones sólo se justifican estos parámetros en caso de constatar suficiente presencia en sedimento.

⁶ Las imágenes de satélite permiten elaborar mapas de la distribución de la clorofila a lo largo de toda la costa, complementando la información obtenida por vía analítica sin coste económico adicional

⁷ Este parámetro es oceanográfico pero se incluye aquí por coherencia en el muestreo y análisis.



5.5.3 Calidad de los sedimentos

El seguimiento de la calidad de los sedimentos se hará en las mismas estaciones escogidas para la calidad de las aguas, aunque con una frecuencia inferior dada su dinámica más lenta. Se analizarán los mismos parámetros y con iguales protocolos que en la fase de obras, con el añadido de algún metal pesado de interés para un puerto en fase de explotación (marcado con *) y de los hidrocarburos aromáticos ([®]). Los valores de referencia se indican junto a cada parámetro.

Granulometría

- Estaciones TGr 04[®], 05, 08[®], 09[®], 10, 14[®], 18, 19, 22 y 40[®].
- Periodicidad Semestral
- Granulometría dominante 0,16 – 0,57 mm (criterio D₅₀)
- Composición de partículas % clasificación de partículas
- Origen Fracción organógena / mineral

Parámetros químicos

- Estaciones TGr 04[®], 05, 08[®], 09[®], 10, 14[®], 18, 19, 22 y 40[®].
- Periodicidad Semestral
- Materia orgánica 0,16 – 0,57 %
- Carbono orgánico total 3,02 – 5,92 g/kg
- Fosfatos 0,38 – 0,36 mg/kg
- Nitrógeno total (Kjendal) < 1,5 mg/kg

Contaminantes orgánicos y metales pesados

- Estaciones TGr 04, 09, 10 y 18.
- Periodicidad Semestral
- PAH's < 0,01 µg/kg
- TBT < 0,01 µg/kg
- DBT < 0,01 µg/kg
- MBT < 0,01 µg/kg
- HCT (hidrocarburos) < 1 µg/kg
- Arsénico 0,43 – 4,20 mg/kg
- Cadmio 0,01 – 0,42 mg/kg
- Cinc 21,9 – 33,4 mg/kg
- Cobalto* sin valor de referencia
- Cobre 2,70 – 9,14 mg/kg
- Cromo 2,55 – 26,6 mg/kg
- Estaño* sin valor de referencia
- Mercurio 0,02 – 0,41 mg/kg
- Níquel 8,92 – 57,6 mg/kg
- Plomo 3,66 – 5,00 mg/kg
- Vanadio* sin valor de referencia

Los metales pesados añadidos (*) participan en las pinturas, pueden proceder de limpieza de calderas, y del empleo de combustibles fósiles.



5.5.4 Evaluación general del medio físico

Al final de cada año se realizará una evaluación general del estado de conservación de la columna de agua y de los sedimentos, con discusión de resultados y mapas sintéticos que se presentarán en secuencia histórica en la página web del OAG. La evaluación según los criterios de la ROM corresponde a la Autoridad Portuaria, a quien se facilitará todos los datos pertinentes.

Categoría de estado de conservación	
	Favorable mantenida
	Favorable recuperada
	Desfavorable recuperándose
	Desfavorable sin cambios
	Desfavorable en declive
	Parcialmente destruida
	Destruida

El sistema de clasificación del estado de conservación del medio físico adoptado⁸ se emplea en gestión de aguas y combina criterios de estado, origen, dinámica ecológica y extensión. Cabe aclarar, por ejemplo, que la categoría de *favorable mantenida* no implica que no hayan existido cambios en los valores, sino que dichas cambios no comprometen la condición de *favorable*. El epíteto *mantenida* hace referencia a que ese era su estado y que no se ha llegado a él por recuperación de una situación desfavorable.

En la evaluación química de la calidad de los sedimentos se sigue el principio de mantenimiento del estado actual (NAS). Ello implica que la concentración de los contaminantes no debe aumentar de forma significativa en el tiempo. Se considera significativo el incremento del valor medio anual de la concentración de la sustancia cuando es superior al 50% del valor obtenido en la campaña de establecimiento de valores de referencia

5.6 Biodiversidad marina

El seguimiento del estado de conservación de las comunidades marinas en la zona de influencia del puerto de Granadilla se ha centrado 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 a la contaminación en los seres marinos. También se ha procurado cartografiar las comunidades del fondo hasta los 50 m (aprox.) de profundidad, haciendo uso de las imágenes de satélite complementadas con algunos transectos bionómicos.

En la fase de explotación del puerto desaparecen algunas presiones importantes (p.j. vertidos de materiales al agua) pero surgen nuevos riesgos. Interesa particularmente ver la eventual recuperación de sectores alterados durante las obras (p.ej. infauna en el sector Puerto), constatar el efecto arrecife artificial de las nuevas infraestructuras, y aunque el PVA original no lo contempla, conocer la capacidad de recuperación del *mäerl* y procurar detectar la aparición de nuevas especies importadas con el tránsito marítimo vía *fouling* o en las aguas de lastre. Este último riesgo es posiblemente el más relevante desde el punto de vista ecológico, porque de asentarse una especie exótica, su efecto sería persistente y podría ser pernicioso (aunque no necesariamente). Otros riesgos, como los derivados de derrames y mareas negras, si bien son muy aparatosos y tremendamente perjudiciales al principio, son de efecto temporal, y el medio y las comunidades se recuperan transcurridos varios años.

⁸ 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.

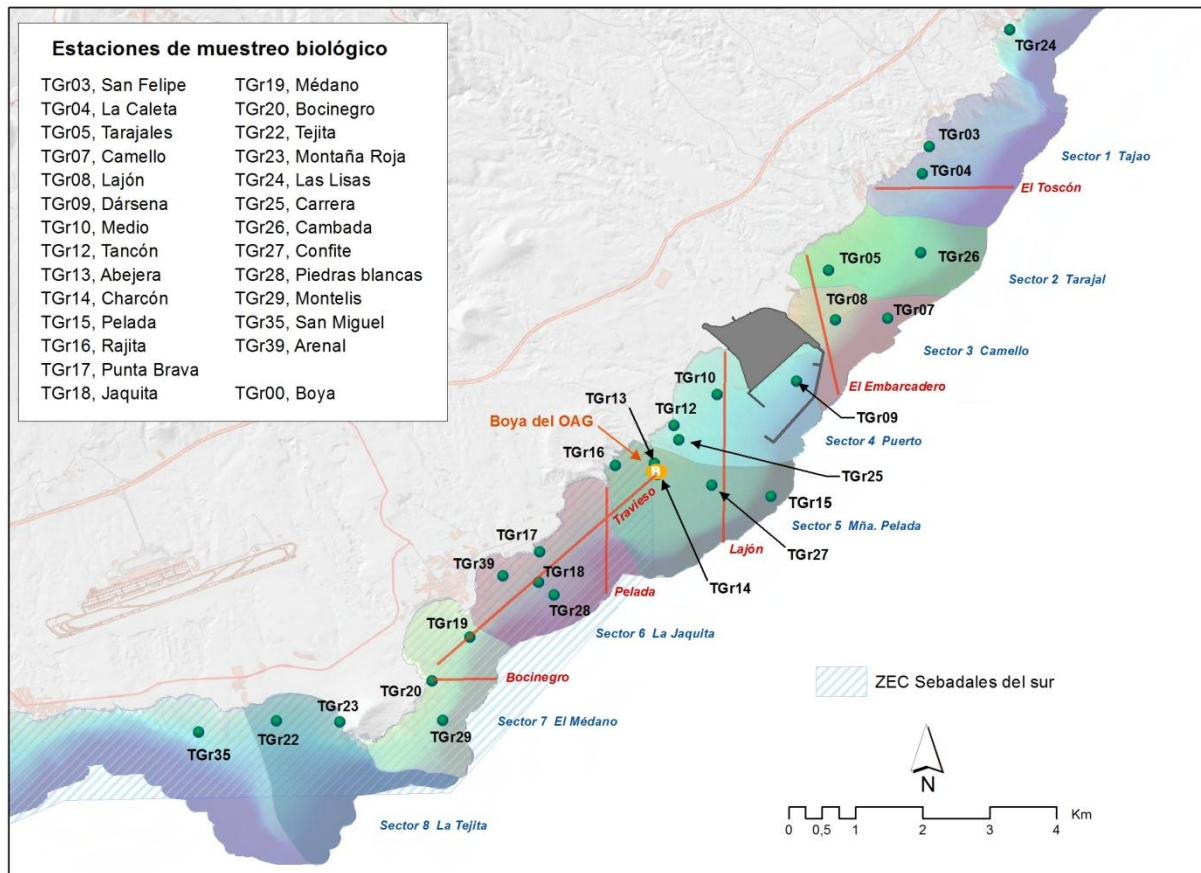


Figura 13. Estaciones de muestreo biológico y transectos bionómicos.

5.6.1 Comunidades supramareales

El seguimiento de las comunidades supramareales se realiza en cinco estaciones en una localización fija (cuadrículas de 50x50 divididas 100 veces) registrando la cobertura de tálalos (*Chthamalus stellatus*) y el porcentaje de ejemplares vivos/muertos.

- Estaciones TGr03, TGr12, TGr16, TGr17 y TGr20.
- Periodicidad Semestral
- Parámetros Cobertura de tálalos y % vivos/muertos

5.6.2 Comunidades intermareales

En las mismas cinco estaciones costeras 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. El estado inicial corresponde a una situación natural presuntamente estable. También se anotará la especie dominante, por si se produjera una sustitución de la misma

- Estaciones TGr03, TGr12, TGr16, TGr17 y TGr20.
- Periodicidad Semestral
- Parámetros Cobertura algal y especie dominante



5.6.3 Comunidades de peces litorales

Se continuará monitorizando los peces como grupo representativo idóneo para detectar cambios en la biodiversidad local. En el caso de las especies bentónicas y demersales el muestreo se realiza en tres estaciones fijas contando desde el fondo todas las especies presentes en una columna de agua de unos 5,6 m de radio (100 m^2) durante dos minutos (con replicas). El conteo de las especies pelágicas se hace a 20 m sobre un fondo de 50 m durante dos minutos; 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. Dentro de la dársena portuaria se realizará un recorrido en V con el *rov* grabando con la cámara de video. Se empieza desde el martillo del dique exterior, hasta el fondo de la dársena y vuelta para terminar en el martillo del contradique. La diversidad de especies se expresa con el índice simplificado de Margalef ($S=N^k$).

Tabla 2. Lista de referencia de peces conocidos de aguas de Granadilla

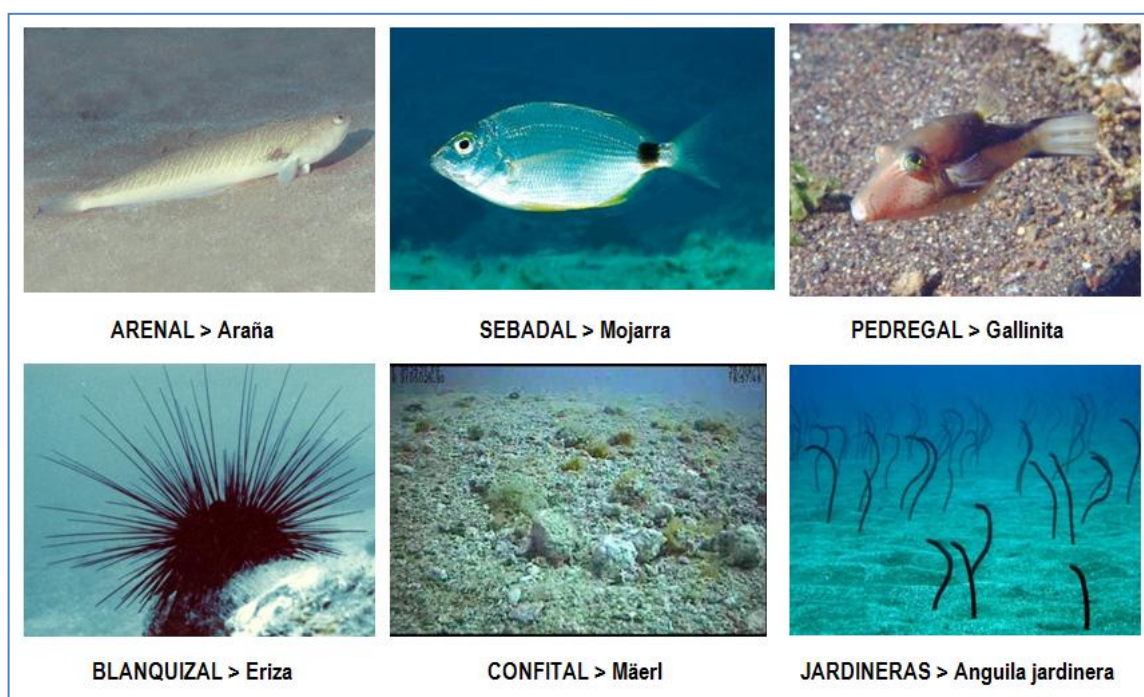
Nombre científico	Nombre común	Nombre científico	Nombre común
<i>Abedufduf luridus</i>	fula negra	<i>Oblada melanura</i>	galana
<i>Acanthocybium solandri</i>	peto	<i>Ophioblennius atlanticus</i>	barriguda mora
<i>Aluterus scriptus</i>	gallo azul	<i>Pagellus acarne</i>	besuguito
<i>Apogon imberbis</i>	alfonsoño	<i>Pagrus auriga</i>	sama
<i>Atherina presbyter</i>	guelde	<i>Pagrus pagrus</i>	breca
<i>Aulostomus strigosus</i>	pejetrompeta	<i>Parapristipoma octolineatum</i>	burrito listado
<i>Balistes capriscus</i>	gallo	<i>Pomatomus saltatrix</i>	pejerrey
<i>Belone belone gracilis</i>	aguja	<i>Pseudocaranx dentex</i>	jurel
<i>Boops boops</i>	boga	<i>Sardina pilchardus</i>	sardina
<i>Bothus podas</i>	tapaculos	<i>Sarpa salpa</i>	salema
<i>Canthigaster capistrata</i>	gallinita	<i>Scorpaena canariensis</i>	rascacio canario
<i>Centrolabrus trutta</i>	romero	<i>Seriola dumerili</i>	medregal
<i>Chilomycterus reticulatus</i>	tamboril espinoso	<i>Serranus cabrilla</i>	cabrilla reina
<i>Chromis limbata</i>	fula blanca	<i>Serranus atricauda</i>	cabrilla
<i>Coris julis</i>	doncella	<i>Sparus aurata</i>	dorada
<i>Dasyatis pastinaca</i>	chucho amarillo	<i>Sparisoma cretense</i>	vieja
<i>Diplodus annularis</i>	mojarra	<i>Sphoeroides marmoratus</i>	tamboril de hondura
<i>Diplodus cervinus</i>	sargo breado	<i>Sphyraena viridensis</i>	bicuda
<i>Diplodus puntazzo</i>	sargo picudo	<i>Spondylisoma cantharus</i>	chopa
<i>Diplodus sargus</i>	sargo	<i>Stephanolepis hispidus</i>	gallo
<i>Diplodus vulgaris</i>	seifia	<i>Synodus saurus</i>	lagarto de arena
<i>Gnatholepis thompsoni</i>	caboso	<i>Synodus synodus</i>	lagarto de roca
<i>Gymnothorax angusticauda</i>	morena negra	<i>Taeniura grabata</i>	chucho negro
<i>Heteroconger longissimus</i>	anguila jardinera	<i>Thalassoma pavo</i>	pejeverde
<i>Heteropriacanthus cruentatus</i>	catalufa	<i>Trachinotus ovatus</i>	palometa
<i>Lithognathus mormyrus</i>	herrera	<i>Trachinus draco</i>	araña costera
<i>Mullus surmuletus</i>	salmonete	<i>Tripterygion delaisi</i>	caboso moro
<i>Mycteroperca fusca</i>	abade	<i>Umbrina canariensis</i>	verrugato
<i>Myliobatis aquila</i>	pejerratón	<i>Xyrichtys novacula</i>	peje peine



- Periodicidad Semestral
- Estaciones demersales TGr05 Tarajales, TGr10 Medio y TGr18 Jaquita
- Estaciones pelágicas TGr07 Camello y TGr15 Pelada
- Inventario (recorrido *rov*) Dársena portuaria (bimensual los dos primeros años)

5.6.4 Comunidades bentónicas

Durante la fase de obras se monitorizó la evolución de las diferentes comunidades bentónicas haciendo un seguimiento de una especie representativa por cada biotopo, cuya presencia continuada es indicadora de un buen estado de conservación. En la fase de explotación se concentrará este seguimiento en los sectores que cubren la zec Sebadales del Sur de Tenerife. Se descartan Chinchorro (TGr21) y Las Lisas (TGr24) por innecesarias, mientras que se crea una nueva estación para el hábitat de arenal (TGr39)⁹. Las especies indicadoras elegidas son:



Periodicidad semestral

- Mäerl (rosa en 50×50 cm) TGr25, TGr26, TGr27 y TGr28
- Erizo (conteo en banda 25×4 m) ×2 TGr25
- Peces (conteo en banda 25×4 m) ×2 TGr39, TGr18 y TGr25
- Anguila jardinera (video) Transecto Lajón

Los cinco puntos de seguimiento del mäerl coinciden con los puntos donde se estudia su capacidad de recuperación y de producir arena (ver más abajo), por lo que dos estaciones caen fuera de la zec.

⁹ TGr39, de nombre 'Arenal', en las coordenadas: X 349.663 -Y 313375, ó 16°31'46,5"W - 28°2'50"N



5.6.5 Infauna

Para seguir los cambios en la infauna, se seleccionó a los gusanos poliquetos como el grupo indicador idóneo: fáciles de coleccionar, abundantes, muy variados, identificables, etc. Antes del inicio de las obras, las especies depredadoras dominaban en los sedimentos (85%). Obviamente, durante la fase de obra el fondo recibió un incremento importante de sedimentos, sobre todo el sector Puerto, y así quedó rápidamente reflejada en la composición de poliquetos, con predominio de detritívoros frente a los filtradores y depredadores. Las estaciones más alejadas siguieron su curso natural y se descartan de la fase operativa.

Se mantendrá la misma metodología, pero se monitorizarán solo las áreas que puedan mantenerse alteradas (p.ej. dársena) y aquéllas donde se espera su recuperación, más una de control. Esto reduce el número de estaciones de doce a la mitad.

- Periodicidad Semestral
- Estaciones TGr05, TGr08, TGr09, TGr10, TGr14 y TGr18
- Parámetro Composición trófica de los poliquetos

Tabla 3. Especies de poliquetos encontradas en Granadilla (tamiz 0,5 mm) y su régimen trófico.

Especie	Régimen	Especie	Régimen
<i>Aonides oxycephala</i>	Predador	<i>Orbinia latreillii</i>	Detritívoro
<i>Aponuphis bilineata</i>	Predador	<i>Pelogenia arenosa</i>	Predador
<i>Aricidea assimilis</i>	Detritívoro	<i>Levinsenia canariensis</i>	Detritívoro
<i>Armandia cirrhosa</i>	Detritívoro	<i>Phyllodoce mucosa</i>	Predador
<i>Capitella minima</i>	Detritívoro	<i>Phyllodoce</i> sp.	Predador
<i>Paradialychone filicaudata</i>	Filtrador	<i>Pisione guanche</i>	Predador
<i>Cirriformia tentaculata</i>	Filtrador	<i>Poecilochaetus serpens</i>	Detritívoro
<i>Cirrophorus perdidensis</i>	Detritívoro	<i>Polyopthalmus pictus</i>	Detritívoro
<i>Dasychone brachychona</i>	Filtrador	<i>Prionospio steenstrupi</i>	Detritívoro
<i>Demonax brachychona</i>	Filtrador	<i>Psamathe fusca</i>	Predador
<i>Desdemona</i> sp.	Filtrador	<i>Pelogenia arenosa</i>	Predador
<i>Exogone breviantennata</i>	Detritívoro	<i>Questa caudicirra</i>	Detritívoro
<i>Eunice vittata</i>	Predador	<i>Sabellidae</i> sp.1	Filtrador
<i>Grania</i> sp.	Detritívoro	<i>Schroederella laubieri</i>	Detritívoro
<i>Glycera celtica</i>	Predador	<i>Scoloplos (Leodamas)</i> sp.	Detritívoro
<i>Harmothoe</i> sp.	Predador	<i>Scoloplos armiger</i>	Detritívoro
<i>Lanice conchilega</i>	Filtrador	<i>Sigalion squamosus</i>	Predador
<i>Lumbrinerides acuta</i>	Predador	<i>Spio filicornis</i>	Predador
<i>Lumbrineris cingulata</i>	Predador	<i>Spio</i> sp.	Predador
<i>Lumbrineris latreilli</i>	Predador	<i>Streptosyllis bidentata</i>	Detritívoro
<i>Maldanidae</i> sp.1	Detritívoro	<i>Streptosyllis</i> sp.	Detritívoro
<i>Lysidice unicornis</i>	Predador	<i>Syllis</i> sp.	Predador
<i>Nereis</i> sp.	Predador		



5.6.6 Perfiles y cartografía bionómica

Los cinco transectos fijos dispuestos estratégicamente (Figura 13) cubren ampliamente las comunidades objeto de seguimiento y los eventuales cambios que se produzcan, a la vez que permiten calibrar la interpretación bionómica de las imágenes de satélite con las que se genera el mapa bionómico de toda la zona. No obstante, y dado el interés en centrar la atención sobre el sebadal de la zec, se añadirá un nuevo transecto (“Travieso”) paralelo a la costa, que irá en línea recta desde la estación TGr14 hasta la TGr19, y prolongándose hasta la costa frente a Bo-cinegro (TGr20). Su recorrido es de 4,27 km.

Perfiles bionómicos

Los transectos se repiten en invierno (abril) y en verano (octubre) arrastrando una cámara de vídeo desde la embarcación del OAG. Las imágenes se interpretan 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. El propósito es poder expresar visualmente o en percentiles la evolución de cada hábitat (crecimiento, reducción, sustitución, etc.).

Tabla 4. Hábitats bentónicos tipificados para la interpretación de las imágenes de video

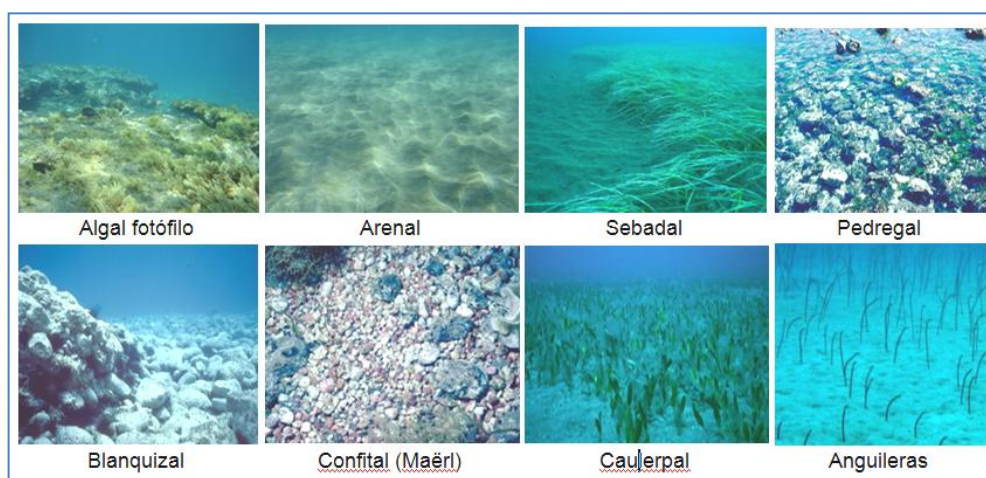
Sigla	Comentario
AL	Algal fotófilo. El algal y el blanquizal pueden coexistir sobre sustrato rocoso, y se prioriza por dominio visual en la imagen.
BL	Blanquizal. Zona despoblada debido a la sobreabundancia de erizos. La inclusión del pedregal como otra unidad bionómica no es posible al no poderse observar el contenido bajo las piedras.
AR	Arenal. Sustrato granular con predominio de contenido mineral.
SV	Sebadal vestigial. Se ven brotes dispersos sin aparentemente estar conectados entre sí. Se desarrolla sobre arena o sobre maërl (se clasificaría como MM-SV)
SL	Sebadal laxo: Son las praderas más frecuentes, cuya diferencia e identificación está condicionada por el campo de visión, su extensión a lo largo del transecto, y el sustrato (arena /maërl = MM-SL).
SM	Sebadal medio: Puede coexistir con maërl, y se prioriza la especie dominante en la imagen.
SD	Sebadal denso: Su presencia suele ser limitada y es difícil de diferenciar del sebadal medio según la altura de los haces y el ángulo de visión.
MA	Maërl: Se presenta con diferente granulometría, de escasos cm de diámetro (confites), y de varios cm en general de conformación redonda (rodolitos). Ambos pueden estar vivos (color rosa o blanco), o muertos (siempre de color blanco mate).
MM	Maërl mixto: Aquí el maërl actúa como sustrato o hábitat de otras especies, vegetales o animales, que sobresalen y caracterizan el paisaje bentónico. - SV/ SL (Sebadal vestigial o laxo de escasa presencia) - HD (<i>Halophila decipiens</i>) - CP (el alga verde <i>Caulerpa prolifera</i>) - BV (el sabélido <i>Bispira viola</i>) - OC (presuntos montículos del equiúrido <i>Ochetostoma</i>) - SG (el erizo <i>Sphaerechinus granularis</i>) - AJ (la anguila jardinera <i>Heteroconger longissimus</i>)



Transectos

- Periodicidad Semestral
- Ubicación Toscón, Embarcadero, Lajón, Pelada, Bocinegro y Transverso.

En los transectos objeto de seguimiento los fondos son, por lo general, blandos o granulares, no 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. A partir de los -20 m suele aumentar la granulometría notablemente debido a la presencia de elementos biológicos vivos de color rosa (anises) o blancos (confites y rodilitos, de varios cm de diámetro).



Se seguirán elaborando los perfiles bionómicos, pudiendo prescindirse de los diagramas que se venían haciendo, aunque se mantendrán los comentarios comparativos.

Mapa bionómico

El cartografiado de las comunidades biológicas de los fondos costeros se viene realizando por teledetección, interpretando las imágenes del Satélite WorldView II/III con algoritmos expresamente diseñados para esta costa y tipo de imagen. En los últimos años de la fase de obras se contaba con 6 imágenes sacadas de modo regular, dependiendo que fueran útiles para la interpretación bionómica, de que hubieran sido tomadas con condiciones climáticas adecuadas (sin calima, poca brisa, mar poco agitado, etc.); unas veces coincidían y otras no. La frecuencia bimestral de toma (mensuales, al principio) se justificaba para hacer un seguimiento en corto de los avances de la obra y de la dispersión de la pluma de terrígenos. En la fase operativa ya no se justifica mantener una frecuencia alta, y es preferible encargar dos imágenes (invernal y estival) cuando las condiciones climáticas se prevean óptimas. El coste de estas imágenes ‘de encargo’ es superior a las regulares, pero la probabilidad de que devengan útiles lo justifica.

- Periodicidad Semestral
- Extensión Toda la costa (al menos desde Tajao hasta La Tejita)
- Condiciones Ángulo satélite > 85°, superficie sin destellos, sin nubes, sin calima (espesor óptico < 0,15), y a marea baja (Douglas y Beaufort 1).



5.6.7 Especies exóticas

La detección de especies exóticas recién introducidas en un ambiente marino no es algo sencillo, salvo cuando se trata de animales o plantas muy conspicuos y de rápida expansión, e incluso así, ocurre a menudo tarde de cara a poder intervenir. Ello no es excusa para estar alerta y procurar buscar formas de contención o erradicación de cualquier especie introducida potencialmente invasora y perniciosa. Las medidas a adoptar son imprevisibles, dependen de la especie y circunstancias en cuestión, y habrá que desarrollarlas caso por caso. También hay que valorar con cautela, si se trata de una invasión de mano del hombre y sus actividades (transporte pasivo) o de especies que van expandiendo su área de distribución con el calentamiento de las aguas como consecuencia del cambio climático (1-2°C en la costa de Granadilla).

Durante el seguimiento de las comunidades intermareales, de peces litorales y especies bentónicas, pueden detectarse nuevos inquilinos en la costa, pero no es suficiente. Se considera necesario hacer periódicamente muestreos horizontales del meroplancton y repasar de vez en cuando el *fouling* de las embarcaciones que arriban al puerto, o de aquellas que fondeen por fuera si llegara a establecerse un área para ello.

Plancton

- Periodicidad Semestral
- Estaciones TGr05, TGr08, TGr09, TGr10, TGr14 y TGr18
- Parámetro Grupos principales y especies desconocidas.

Fouling

- Periodicidad Trimestral
- Estaciones Dársena: 2-3 barcos atracados o fondeados (si es el caso)
- Parámetro Especies (macroscópicas) desconocidas en aguas de la zona.

Para el muestreo del holo y meroplancton se empleará una red WP2 triple (luz de malla 50, 100 y 200 μ), en arrastre horizontal durante 15-20 minutos a 1-2 nudos de navegación. Para la inspección del *fouling* se empleará un *rov* autónomo equipado con cámara de vídeo¹⁰. El análisis de las imágenes se hará posteriormente en laboratorio, pudiendo darse situaciones en que haya que tomar muestras de ejemplares para confirmar una identificación.

5.6.8 Efecto arrecife artificial

El EIA considera el efecto arrecife como un impacto positivo de la nueva infraestructura. Se espera el desarrollo de nuevas comunidades vinculadas al sustrato sólido de las escolleras y muros del puerto. Se constatará la evolución de estas comunidades mediante transectos de vídeo realizados con un *rov* autónomo, debiendo fijarse tras las primeras pruebas, el método más apropiado (p.ej. longitud de transecto) para reflejar dichos cambios.

- Periodicidad Semestral.
- Estaciones Tramos fijos en dique exterior, dique norte y contradique sur.
- Parámetro Conteo de especies principales por tramo.

¹⁰ El OAG ha adquirido un OpenROV TRIDENT de última generación.



5.6.9 Contaminación en organismos marinos

El PVA plantea un seguimiento de la contaminación de los organismos marinos por hidrocarburos y metales pesados. Desde 2011 el OAG adoptó la especie de erizo *Diadema africanum* como la más útil de cara a reflejar la bioacumulación de contaminantes en tejidos de seres vivos. Como valores de referencia se tomaron los promedios obtenidos por el OAG en 2011. El método analítico será el mismo empleado en la fase de obra, y se mantienen todas las estaciones por la relevancia de la información que aportan a la hora de interpretar lo que sucede con la contaminación a lo largo de esta costa. Los valores se expresan en microgramos (10^{-6} gr) por kilo, o en miligramos (10^{-3} gr) por kilo de gónada. El límite de detección es de 0,01 $\mu\text{gr}/\text{kg}$.

• Periodicidad	Semestral
• Estaciones	TGr24, TGr03, TGr12, TGr16, TGr17 y TGr20 y TGr23
• Hidrocarburos totales	4,41 mg/kg
• PHAs	0 $\mu\text{gr}/\text{kg}$
• Hidrocarburos lineales	11,91 $\mu\text{gr}/\text{kg}$
• Cinc	16,57 $\mu\text{gr}/\text{kg}$
• Cadmio	0,05 $\mu\text{gr}/\text{kg}$
• Plomo	6,03 $\mu\text{gr}/\text{kg}$
• Cobre	0 $\mu\text{gr}/\text{kg}$
• Níquel	3,8 $\mu\text{gr}/\text{kg}$
• Cromo	180,3 $\mu\text{gr}/\text{kg}$
• Mercurio	5,94 $\mu\text{gr}/\text{kg}$

5.6.10 Desarrollo del määrl

Las comunidades de algas calcáreas nodulares o incrustantes –conocidas como määrl o confites– juegan un papel crucial en la formación de rodolitos y arena organógena. En la costa de Granadilla ocupan una extensión muy grande y poco valorada en la EIA y PVA originales, y el origen del componente organógeno –creciente de NE a SW – que aparecía las arenas locales no se supo precisar. Para poder entender bien el ecosistema costero de Granadilla, es necesario determinar la cantidad de mineral (carbonato cálcico) que es capaz de producir el määrl por metro cuadrado y año, así como su capacidad de recuperación en caso de muerte. Los resultados obtenidos permitirían cuantificar la arena que se genera en los fondos de Granadilla y que no procede de los aportes minerales de los barrancos. Para los cálculos de la dinámica de partículas hechos por IH Cantabria, se emplearon valores procedentes de otras regiones (sur de Francia) por carecer de información fehaciente de Canarias. Conocer las tasas reales de aporte podría modificar la cantidad de arena que se ha estimado que hay que reponer (ver epígrafe 4.1) para restituir la que se pierde con la interrupción de su flujo tras la construcción del puerto.

Se colocarán en el fondo unos armazones provistos de 4 placas de poliuretano de 50×50 cm, que quedarán levantadas del suelo y expuestas por ambas caras para poder analizar las especies que se fijan en presencia de luz, y las que pueblan el lado oscuro.

• Estaciones	TGr26, TGr27, TGr28, TGr29 y TGr35
• Periodicidad	Mensual - trimestral (en función de resultados)



5.6.11 Estado fisiológico del sebadal

El sebadal es una comunidad biológica que se desarrolla sobre arenas en aguas someras, estructurada y dominada por la seba (*Cymodocea nodosa*), una planta fanerógama submarina que forma rizomas –emite haces clónicos– y suele brindar soporte a varias especies sésiles (briozoos, algas calcáreas, etc.) además de servir de alimento y dar cobijo a otros muchos seres marinos. Al desarrollarse en medio de arenales de aspecto desértico, suele verse como un ‘oasis’ submarino.

Dada la relevancia ecológica de la especie, la susceptibilidad de ser afectada por las obras del puerto, y sobre todo, por las implicaciones que una afección importante atribuible al puerto tendría en forma de medida compensatoria (ver epígrafe 3.4), durante la fase de obra se ha hecho un seguimiento especial de esta especie y su estado de desarrollo, sin perjuicio de que la información recogida permitirá analizar los factores ambientales que gobiernan su dinámica, o al menos eso es lo que se espera poder obtener a partir de la larga serie de datos ambientales y de la propia seba generados durante el PVA de Granadilla. Se continuará con la misma metodología y protocolos de trabajo, previa autorización del MAPAMA, para poder estudiar y extraer muestras de seba.

Periodicidad	Semestral		
Estaciones	TGr04, 05, 08, 10, 13, 14, 18, 19 y 22		
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
Altura de los peciolo	>7 cm	3-7 cm	<3 cm
Área foliar	> 0,75 m ² /m ²	0,75-0,25 m ² /m ²	< 0,25 m ² /m ²
Cobertura	3 (>75%)	2 (25-75%)	1 (<25%)
Biomasa aérea	>30 gr peso seco/m ²	15-30 gr peso seco/m ²	< 15 gr peso seco/m ²
Biomasa rizomática	A determinar	A determinar	A determinar
Biomasa radicular	A determinar	A determinar	A determinar
Metales pesados	>25 µgr/kg	5-25 µgr/kg	<5 µgr/kg
Herbivorismo	A determinar	A determinar	A determinar
Indicadores	alta	media	baja
Epifitismo	3 (<50% verde)	2 (75-50% verde)	1 (>75% verde)
Vitalidad foliar	3 (>75% verde)	2 (75-50% verde)	1 (<50% verde)
Desarrollo radicular	3 (>50% de cobertura)	2 (50-25% de cobertura)	1 (<25% cobertura)
Balance sedimentario del peciolo	1 Positivo (sedimentac.) Peciolo cubierto	0 Neutro Peciolo descubierto	-1 Negativo (erosión) Raíces descubiertas
Otros macrófitos	< 500 exx/m ²	100-500 exx/m ² /	< 100 exx/m ²
Comunidad íctica	A determinar	A determinar	A determinar



El estudio de los factores que gobiernan la dinámica del sebadal se gestionará en paralelo al programa de seguimiento, y vinculado a la medida correctora que lo justifica. Además de considerarse en el reporte del seguimiento ambiental, se presentará independientemente como una monografía coherente, conteniendo la información pertinente, puesta en contexto, explicación de métodos, resultados, discusión y conclusiones, propios de un estudio científico.

La extensión y área de ocupación del sebadal –con precisión de cuadrículas de 2,56 m²– se obtiene de los mapas bionómicos – época estival e invernal– elaborados con las imágenes del satélite WorldView III (ver epígrafe 5.6.6).

5.6.12 Evaluación general de la biodiversidad

Al final de cada año se realizará una evaluación general del estado de conservación de la biodiversidad en los sectores objeto de seguimiento, generando un mapa sintético equivalente al de de aguas o de sedimentos. Dicha evaluación empleará la misma metodología e irá acompañada de una interpretación y discusión de los resultados, pudiendo derivar del análisis conjunto o individual de estos tres elementos –agua, sedimentos y biodiversidad– las recomendaciones que se estimen oportunas para mitigar eventuales efectos adversos. Dichas recomendaciones o propuestas, de haberlas, irán en sección aparte.

5.6.13 Evaluación del estado de conservación de la Zec ES7020116

El estado de conservación de la zec Sebadales del Sur de Tenerife, es objeto prioritario de seguimiento ya que intervención de la Comisión Europea en el proyecto de nuevo puerto de Granadilla se fundamenta, en buena parte, en las afecciones que sobre esta zec puedan derivar de la construcción y posterior explotación del puerto.



Figura 14. Sector oriental de la Zec Sebadales del Sur de Tenerife objeto de evaluación.



El último levantamiento bionómico manual¹¹ de la zec, junto con las analíticas de aguas y sedimentos, previos al inicio de la obras, han permitido al OAG establecer el estado de conservación de referencia de la zec como **favorable mantenido**, igual que durante toda la fase de obra, caracterizado por condiciones de naturalidad alta, con perturbaciones menores.

La información generada durante el seguimiento ambiental del puerto fase operativa permite hacer una evaluación de sus componentes y de su estado de conservación conjunto, en lo que concierne al ámbito de estudio (sector de costa potencialmente influenciado por el puerto), que viene a representar solo un tercio de toda el área protegida (Figura 14). Por otra parte, las imágenes de satélite adquiridas por el OAG abarcan hasta la Punta de Rasca, en el extremo sur de la isla, y comprenden por tanto toda la extensión de la zec, por si en cualquier momento hubiera que valorar si cambios detectados en la bionomía bentónica del área objeto de seguimiento, se han producido también en el resto de la zec.

La vinculación de cambios negativos relevantes que se registren en la zec atribuibles a la operativa del puerto o como consecuencia de su construcción (alteración de las corrientes, etc.) es un tema a resolver en esta sección.

La rehabilitación del sebadal

Una medida compensatoria que depende de los resultados de esta evaluación, es la rehabilitación del sebadal afectado dentro de la zec, tal como dispone la DIA, y según se derive de las consideraciones vertidas en el epígrafe 3.4. Dicha medida, de sustanciarse, requerirá un proyecto por sí misma, con posterior seguimiento de sus resultados. Según el año en que se inicien los trabajos de rehabilitación, el seguimiento de esta medida podría prolongarse más allá de la presente fase operativa, que concluye en 2022.



Figura 15. Aspecto de la página web del OAG con información sobre el PVA de Granadilla

¹¹ Desde una embarcación se arrastra una cámara de video siguiendo transectos paralelos y perpendiculares a la costa, separados entre sí una distancia que rondó en este caso, los 200 m (CIMA, 2008).



5.7 Remisión de informes y revisión del PVA

Se mantendrá el mismo esquema de reporte en vivo que se adoptó para la fase de obra, y que consiste básicamente en ir mostrando en la página web del OAG (www.oag-fundacion.org) los resultados según se vayan obteniendo, así como cualquier comentario o eventual alerta. A través de la web se podrá acceder al histórico de datos para conocer la evolución de los diferentes parámetros. También permitirá el acceso a cualquier documento generado por el OAG, y su descarga en formato PDF.

Sin perjuicio de la remisión de informes puntuales o notas de alerta que pudieran suscitarse a lo largo del año, el OAG elaborará un único **informe anual** sintético de la vigilancia correspondiente a cada ejercicio. En este documento se incluirá de manera destacada las modificaciones que propuestas para el propio plan, y cualquier recomendación relacionada con la operativa del puerto, dirigida a la propia Autoridad Portuaria de Santa Cruz de Tenerife, o a otras administraciones públicas, incluida la Comisión Europea.

-- o 0 o --

Santa Cruz de Tenerife, 2 de diciembre de 2016

El Director del OAG

Fdo. Dr. Antonio Machado Carrillo

-- o 0 o --

Equipo redactor

Dr. Antonio Machado Carrillo
Ecólogo

Dr. José María Espinosa Gutiérrez
Biólogo marino y Técnico en Ciencias
Ambientales

Víctor Barrios Padilla
Biólogo marino

José Andrés Sevilla Hernández
Experto GIS



6 BIBLIOGRAFÍA

- Berenguer Ingenieros**, 2007. *Proyecto constructivo de obras de abrigo del puerto de Granadilla. Anejo 19. Mejoras ambientales*. Unión temporal de empresas FCC, SATO & PPL (Santa Cruz de Tenerife) 2007/09, pp. 40.
- CIMA** (2008). *Estudio bionómico del lugar de interés comunitario (LIC) Sebadales del Sur de Tenerife*. La Laguna: Centro de Investigaciones Medioambientales del Atlántico, 2008/08, pp. 17. No publicado.
- Davies, J. et al.** (2001). *Marine monitoring handbook March 2001*. Peterborough: Joint Nature Conservation Committee.
- Elso, M., Ruiz de la Rosa, M., & Manent Sintes, P** (2008). *Asistencia técnica para el estudio de plantación de sebadales. Informe julio - septiembre 2008*. ICCM - Instituto Canario de Ciencias Marinas, 13 pp. Promotor: Autoridad Portuaria de S/C de Tenerife.
- Fabbri, F. et al.** (2015). Trends of the seagrass *Cymodocea nodosa* (Magnoliophyta) in the Canary Islands: population changes in the last two decades. *Scientia Marina* 79 (1): 7-13.
- Garomé Canarias** (1999). *Estudio de impacto ambiental. Proyecto de construcción del Puerto de Granadilla*. Santa Cruz de Tenerife: Garomé Canarias S.L., 238 pp. No publicado.
- González Henríquez, N.** (2004). *Proyecto piloto de evaluación de metodologías para la re-plantación de sebadales en el sureste de Tenerife (islas Canarias)*. ICCM - Instituto Canario de Ciencias Marinas (15+1 plano pp.)
- Hernández Acosta, M. Mora Quintero, J. & González, I.** (2007). *Proyecto piloto rehabilitación de sebadales*. Autoridad Portuaria de S/C de Tenerife, 90 pp. No publicado.
- López López, R. J., & Landrau Potier, E.** (2002). *Texto refundido del Es.I.A.: Proyecto de construcción del nuevo puerto de Granadilla*. pp. 208). Santa María del Mar (Tenerife): Hydra Consultores S. L., 208 pp. No publicado.
- Machado Carrillo, A.** (2010). *Verificación de la exactitud y corrección de la evaluación de impacto ambiental del puerto de Granadilla, Tenerife*. Santa Cruz de Tenerife: OAG - Observatorio Ambiental Granadilla. 107 pp.
- Machado Carrillo, A. & Pareja, E. J.** (2009). *Evaluación de la restauración ecológica del LIC Montaña Roja, en Tenerife*. Observatorio Ambiental Granadilla (Santa Cruz de Tenerife) pp. 48. No publicado.
- Machado Carrillo, A. & Pareja, E. J.** (2010). *Evaluación de la creación de un lic para *Atractylis preauxiana* en Granadilla. Medida compensatoria del puerto de Granadilla*. OAG - Observatorio Ambiental Granadilla (Santa Cruz de Tenerife), pp. 19. No publicado.
- Manent Sintes, P.** (2008). *Asistencia técnica para el estudio de plantación de sebadales: Análisis genético sobre la viabilidad del sebadal de Granadilla como pradera donante y posibles sebadales receptores en Canarias*. ICCM - Instituto Canario de Ciencias Marinas, 25 pp.
- Martín García, L., et al.** (2014). Predicting the potential habitat of the harmful cyanobacteria *Lyngbya majuscula* in the Canary Islands (Spain). *Harmful Algae* 34: 76-86.



- Mora Quintero, J. & Roso Hernández, E.** (2008). *Traslocación de seadales (Cymodocea nodosa) contemplado en el proyecto constructivo del de obras de abrigo del puerto de Granadilla*. Autoridad Portuaria de S/C de Tenerife, 14 pp, anexos y planos.
- Mora Quintero, J. & Roso Hernández, E.** (2010). *Proyecto de siembra de semillas/frutos procedentes del sebadal directamente sepultado por las obras de abrigo del puerto de Granadilla al lic ES7020120 Sebadal de San Andrés*. Memoria. (14 pp.) Autoridad Portuaria de S/C de Tenerife (S/C de Tenerife).
- Mora Quintero, J. & Roso Hernández, E.** (2010). *Traslocación de seadales (Cymodocea nodosa) contemplado en el proyecto constructivo del de obras de abrigo del Puerto de Granadilla en consonancia con la Etapa 3 - Replantación de área piloto receptora viable del "Proyecto piloto de rehabilitación de seadales"*. Memoria. (13 pp.) Autoridad Portuaria de S/C de Tenerife (S/C de Tenerife).
- Nuez Pestana, J. de la** (2000). *Propuesta de plan de seguimiento para la restauración de la línea de costa de las playas de La Jaquita y El Médano después de la construcción del puerto de Granadilla*. GR-296 2/2. Autoridad Portuaria de Santa Cruz de Tenerife (Santa Cruz de Tenerife) 2000/05, pp. 21, 7+2 planos.
- OAG** (2011). *Informe anual 2010. Seguimiento ambiental del puerto de Granadilla en fase de obras*. S/C de Tenerife: Observatorio Ambiental Granadilla. pp. 119. No publicado.
- OAG** (2012). *Informe anual 2011. Seguimiento ambiental del puerto de Granadilla en fase de obras*. S/C de Tenerife: Observatorio Ambiental Granadilla. pp. 99. No publicado.
- OAG** (2013). *Informe anual 2012. Seguimiento ambiental del puerto de Granadilla en fase de obras*. S/C de Tenerife: Observatorio Ambiental Granadilla. pp. 151. No publicado.
- OAG** (2014). *Informe anual 2013. Vigilancia ambiental del puerto de Granadilla en fase de obras*. S/C de Tenerife: Observatorio Ambiental Granadilla. pp. 218. No publicado.
- OAG** (2012). *Informe anual 2011. Seguimiento ambiental del puerto de Granadilla en fase de obras*. S/C de Tenerife: Observatorio Ambiental Granadilla. pp. 99. No publicado.
- OAG** (2015). *Informe anual 2014. Seguimiento ambiental del puerto de Granadilla en fase de obras*. S/C de Tenerife: Observatorio Ambiental Granadilla. pp. 202. No publicado.
- OAG** (2016). *Informe anual 2015. Seguimiento ambiental del puerto de Granadilla en fase de obras*. S/C de Tenerife: Observatorio Ambiental Granadilla. pp. 207. No publicado.
- Ruiz de la Rosa, M. et al.** (2006). Preliminary results of experimental evaluation about different methods of transplanting *Cymodocea nodosa* in the Canary Islands. *Biología Marina Mediterranea*, 13(4), 267-271.
- Ruiz, J. M., et al.** (2015). Atlas de las praderas marinas de España. Mijas (Málaga), España: Instituto de Ecología Litoral (1º ed.). Pp. 687.
- SENER** (1998). *Nuevo puerto en el litoral del polígono industrial de Granadilla, 1ª fase. Proyecto constructivo. Memoria*. S/C de Tenerife: Ingeniería y Sistemas SA & Autoridad Portuaria de Santa Cruz de Tenerife.
- Tuya Cortés, F. et al.** (2014). Decadal changes in the structure of *Cymodocea nodosa* seagrass meadows: natural vs human influences. *Estuarine Coastal and Shelf Science* 137: 41-49



- Vila de Miguel, F., Ribeiro Leite, L. M. & Bergasa López, Ó., 2014.** *CYMOLAB. Informe final.* in: *Trasplantes Cymodocea nodosa.* Playa de las Canteras y Bahía de Gando. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (Las Palmas de Gran Canaria) pp. 42. No publicado
- Zarranz, M. E., et al. (2010).** Restoration of *Cymodocea nodosa* seagrass meadows through seed propagation: germination *in vitro*, seedling culture and field transplants. *Botanica Marina*, 53: 173-181.

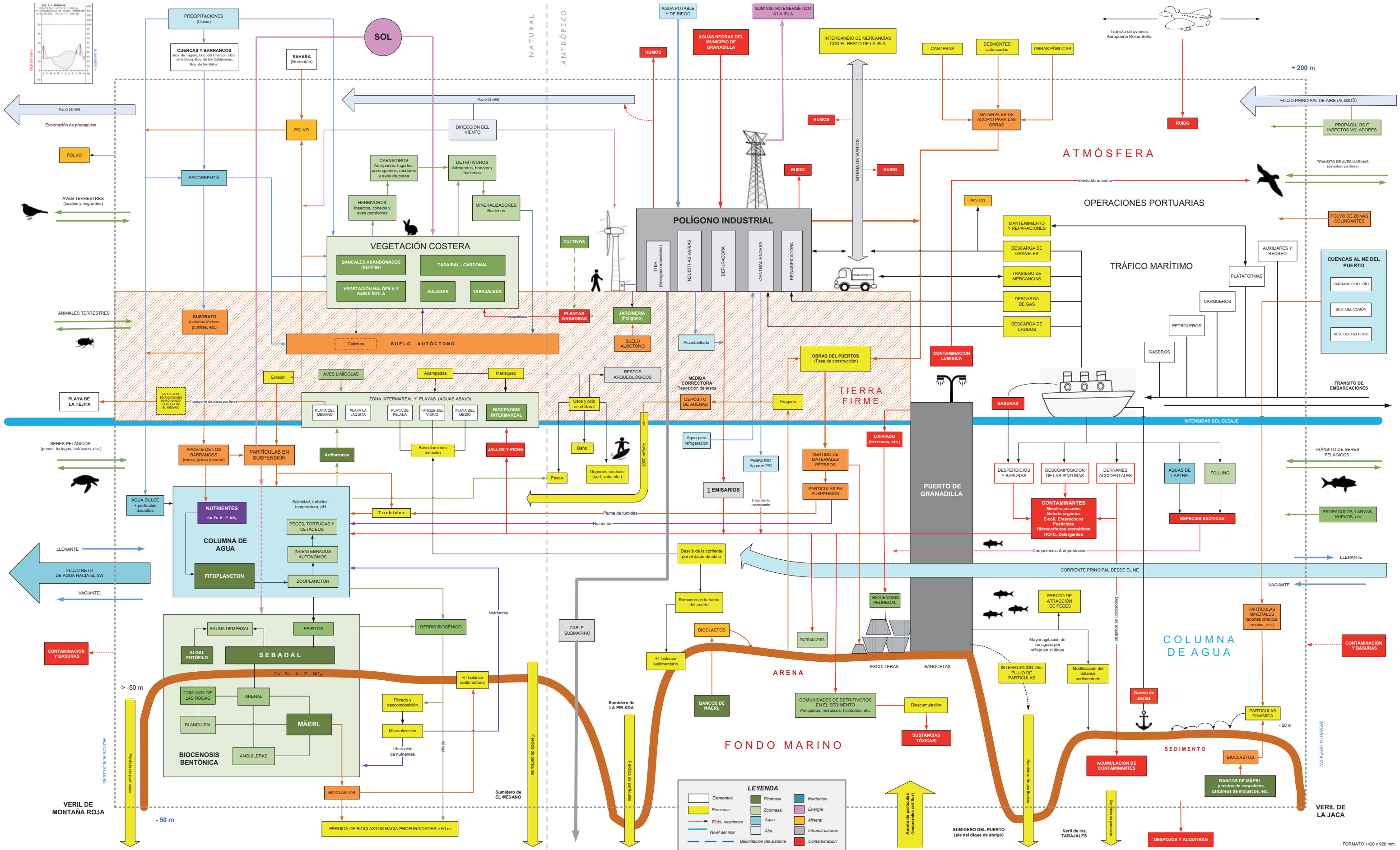




ANEXOS

- A. Esquema del sistema ambiental del puerto de Granadilla
- B. Relación actualizada de las estaciones de muestreo del OAG
- C. Planilla de trabajos de seguimiento en fase operativa
- D. Plano de los transectos y estaciones de muestreo







ANEXO B. Relación actualizada de las estaciones de muestreo del OAG

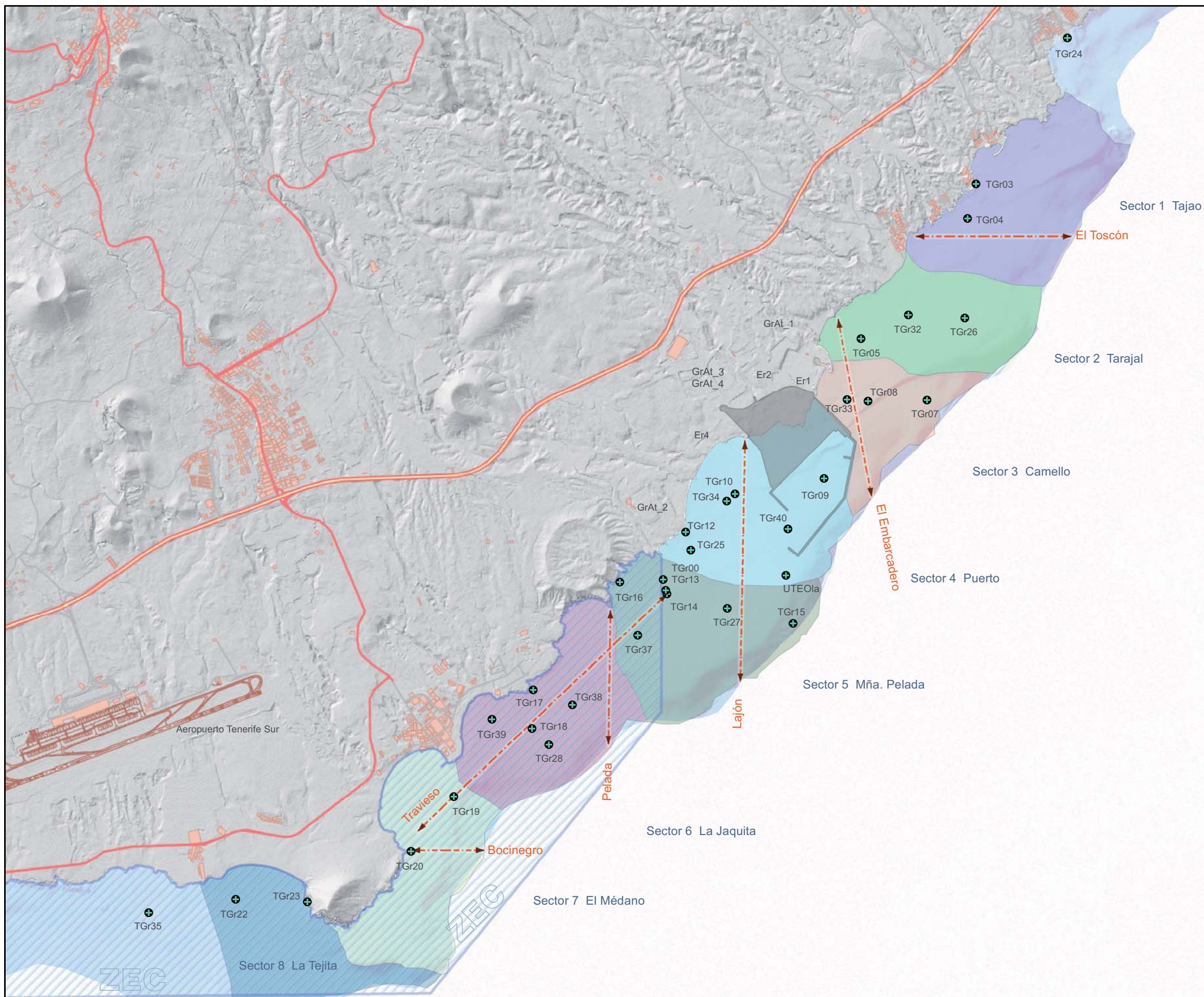
Código	Denominación	Latitud	Longitud	Destino
TGR00	Boya Granadilla	28°03'40,230"N	16°30'32,076"W	Meteorología y correntímetro
TGR03	San Felipe	28°06'17,200"N	16°28'20,183"W	Comunidad supra e intermareal, y erizo
TGR04	La Caleta	28° 06'04,154"N	16°28'23,653"W	Trampa, sonda, agua, sedimentos, seba
TGR05	Tarajales	28°05'17,482"N	16° 29'09,075"W	Trampa, sonda, agua, sedimentos, bentos, infauna, demersal, seba, plancton y estacado
TGR07	Camello	28°04'54,236"N	16°28'40,278"W	Comunidad pelágica
TGR08	Lajón	28°04'53,592"N	16°29'05,641"W	Trampa, sonda, agua, sedimentos, infauna, seba, plancton y estacado
TGR09	Dársena	28°04'21,402"N	16°29'29,298"W	Sonda, agua, micro, sedimentos, plancton e infauna
TGR10	Medio	28°04'17,543"N	16°30'02,731"W	Trampa, sonda, agua, microbiología, sedimentos, infauna, demersal, seba, plancton
TGR12	Tancón	28°04'02,651"N	16°30'23,804"W	Com. supra e intermareal, bentos y erizo
TGR13	Abejera	28°03'45,529"N	16°30'32,604"W	Trampa, sonda, infauna, seba y estacado
TGR14	Charcón	28°03'38,779"N	16°30'31,596"W	Trampa, sonda, agua, microbiología, sedimentos, infauna y seba
TGR15	Pelada	28°03'28,328"N	16°29'36,898"W	Comunidad pelágica
TGR16	Rajita	28°03'43,178"N	16°30'51,924"W	Comunidad supra e intermareal, y erizo
TGR17	Punta Brava	28°03'01,452"N	16°31'28,737"W	Comunidad supra e intermareal, bentos y erizo
TGR18	Jaquita	28°02'46,776"N	16°31'29,094"W	Trampa, sonda, agua, sedimentos, bentos, infauna, demersal, plancton y seba
TGR19	Médano	28°02'20,285"N	16°32'02,451"W	Trampa, sonda, agua, sedimentos y seba
TGR20	Bocinegro	28°01'59,115"N	16°32'20,702"W	Comunidad supra e intermareal, erizo y estacado
TGR22	Tejita	28°01'39,817"N	16°33'36,018"W	Trampa, sonda, agua, sedimentos, infauna, seba y estacado
TGR23	Montaña Roja	28°01'39,322"N	16°33'05,143"W	Erizo
TGR24	Las Lisas	28°07'13,672"N	16°27'41,475"W	Erizo
TGR25	Carrera	28°03'55,692"N	16°30'21,391"W	Bentos
TGR26	Cambada	28°05'26,020"N	16°28'24,344"W	Mäerl y desarrollo del mäerl
TGR27	Confite	28°03'33,664"N	16°30'05,378"W	Mäerl y desarrollo del mäerl
TGR28	Piedras blancas	28°02'40,630"N	16°31'21,775"W	Mäerl y desarrollo del mäerl
TGR29	Montelís	28°01'40,199"N	16°30'06,200' W	Mäerl y desarrollo del mäerl



TGr32	Punta Negra	28°05'26,765"N	16°29'48,683" W	Estacado
TGr33	Emisario	28°04'54,178' N	16°29'14,816" W	Estacado
TGr34	Galletita	28°04'04,700' N	16°30'06,200" W	Estacado
TGr35	San Miguel	28°01'34,320"N	16°34'13,579" W	Maërl
TGr37	Ensanchada	28°03'22,926"N	16°30'43,919" W	Estacado
TGr38	Barca	28°02'56,076"N	16°31'11,765" W	Estacado
TGr39	Arenal	28°02'50,000"N	16° 31'46,500" W	Bentos
TGr40	Martillo	28°04'04,354"N	16°29'39,672" W	Sonda, agua, sedimentos
MEDIO TERRESTRE				
GrAt_1	Unelco	28°05'18,314"N	16° 29' 37,187" W	Captador de polvo
GrAt_2	Iter	28°04'09,124"N	16° 30' 29,125" W	Captador de polvo
GrAt_3	Casetas	28°04'49,009"N	16° 30' 0,851" W	Captador de polvo
GrAt_4	Meteo OAG	28°04'48,982"N	°16°30'1,337"W	Estación meteorológica
Er4	Polígono	28°04'42,416"N	16° 30' 12,445" W	Medidas de ruido
Er2	Casetas	28°04'49,946"N	16° 29' 58,336" W	Medidas de ruido
Er1	Rotonda	28°04'55,707"N	16° 29' 30,537" W	Medidas de ruido

SEGUIMIENTO AMBIENTAL DEL PUERTO DE GRANADILLA EN FASE OPERATIVA – V.14/2017

PARÁMETRO	OBJETO DE SEGUIMIENTO	LOCALIZACIÓN	EJECUCIÓN	FRECUENCIA	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	PROTOCOLO METODOLÓGICO	COD.F.
1. VIGILANCIA DE LAS OBRAS (temporal)	1.1 MATERIALES ACOPIO EXTERNOS	Puntos de acceso a la zona portuaria	OAG	Ocasional													1.1 Inspección visual y fotografía	A1
	1.2 RELLENOS Y VERTIDOS AL MAR	Zona de carga de gánguiles y descarga de camiones	OAG	Ocasional													1.2 Inspección visual y fotografía	A2
	1.3 VERTIDOS ACCIDENTALES	Viaríos de la zona portuaria y zona del parque móvil	OAG	Semanal	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1.3 Verificación de parque móvil y maquinaria	A3
	1.4 POLVO EN SUSPENSIÓN	Estaciones GrAt-1, GrAt-2, GrAt-3	OAG	Mensual	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1.4 Muestreo 5 días por 3 captadores	A4
	1.5 NIVEL SONOROS	Estaciones ER4, ER2, ER1	OAG	Mensual	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1.5 Sonómetro (3 x 1 min/día) y número de aviones	A5
	1.6 MITIGACIÓN DEL POLVO	Zona de obras y vías de acceso	OAG	Quincenal	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1.6 Verificación de parque móvil y obras	A6
	1.7 MITIGACIÓN DEL RUIDO	Zona de obras y vías de acceso	OAG	Quincenal	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1.7 Verificación de parque móvil y maquinaria	A6
	1.8 MITIGACIÓN LUMÍNICA	Todo el recinto portuario	OAG	Ocasional	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1.8 Verificación durante de instalación de luminarias	A6
2. INTEGRACIÓN PAISAJÍSTICA	2.1 ADECUACIÓN CROMÁTICA	Ámbito terrestre del puerto	OAG	Trimestral	1			1			1			1			2.1 Inspección visual de alteraciones	B1
	2.2 USO DE FLORA LOCAL	Zonas verdes del ámbito portuario Viarío del polígono de industrial de Granadilla	OAG	Trimestral	1			1			1			1			2.2 Verificación visual parterres y jardines	B1
	2.3 USO DE BOLOS Y CALLAOS	Playa La Caleta y zonas de acopio y reutilización	OAG	Trimestral	1			1			1			1			2.3 Verificación de actuaciones mientras duren	B1
	2.4 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	2.4 Control de medidas durante y después de desmantelar	B2
3. OPERACIONES PORTUARIAS	3.1 DRAGADOS	Ámbito marítimo del puerto	OAG	Ocasional													3.1 Verificación permisos / inspección de fondos	C1
	3.2 DERRAMES ACCIDENTALES	Bocana del puerto y almacenes	OAG	Trimestral	1			1			1			1			3.2 Verificación de quipos y Plan de Emergencia	C2
	3.3 LIMPIEZA DÁRSENA PORTUARIA	Dársena portuaria	OAG	Semanal	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3.3a Verificación labores de inspección y recogida 3.3b Presencia de basuras y tipología, Destino residuos retirados	C3
	3.4 INVENTARIO BASURA PLAYA ANEJA	Playa del Medio	OAG	Trimestral	1			1			1			1			3.4 Protocolo OSPAR	C4
	3.5 CONTROL PROHIBICIÓN PESCA	Recinto portuario y obras de abrigo	OAG	Semanal	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3.5 Coteo y ubicación de pescadores	C3
4. GEODINÁMICA LITORAL	4.0 CLIMA MARÍTIMO	TGr00 (boya) y estación de tierra	OAG	Continuo	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	4.0 Registro estaciones meteorológicas (boya y terrestre)	-
	4.1 EVOLUCIÓN CAMPO DE DUNAS	Franja entre El Médano y La Tejita	OAG	Semestral				1						1			4.1 Interpretación imagen Worldview	-
	4.2 TRANSPORTE EÓLICO DE ARENAS	Franja entre El Médano y La Tejita	OAG	Provisional	1			1			1			1			4.2 Trampas de arena en tres puntos	D2
	4.3 EPISODIOS TORMENTOSOS	Tramos de costa entre el puerto y Montaña Pelada	OAG	Ocasional													4.3 Imagen tomada desde zepelín	-
	4.4 OLEAJE Y NIVEL DEL MAR	Boya de Puertos del Estado, y mareógrafo local	Aut. :Port.	Continuo	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	4.4 Registros instrumentales	-
	4.5 FLUJO DE LA CORRIENTE	TGr 00 (boya) y TGr 18 (perfilador) / Boyas deriva (ocas.)	OAG	Continuo	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	4.5 Registros correntímetro y boyas de deriva	-
	4.6 TASAS DE SEDIMENTACIÓN	Estaciones TGr.04, 05, 08, 10, 13, 14, 18, 19 y 22	OAG	Trimestral				1			1			1		1	4.6 Captadores de sedimentos y granulometría	D6
	4.7 BALANCE SEDIMENTARIO	Estaciones TGr 05, 08, 13, 20, 22, 32, 33, 34, 37 y 38	OAG	Semestral				1						1			4.7 Control de estacas decimétradas	D7
	4.8 BASCULAMIENTO DE PLAYAS	Tarajales, La Caleta, El Medio, Punta del Vidrio, La Pelada, La Jaquita, El Médano y La Tejita	OAG	Anual											1		4.8 Análisis comparado de ortofotos	---
	4.9 PERFILES Y BATIMETRÍAS DE PLAYAS	El Medio, La Pelada, La Jaquita, El Médano y La Tejita	Empresa	Semestral				1						1			4.9 Sonda multihaz	-
4.10 GRANULOMETRÍA	El Medio, La Pelada, La Jaquita, El Médano y La Tejita	OAG + Lab.	Semestral				1						1			4.10 Análisis de laboratorio	D10	
6. CALIDAD DEL MEDIO MARINO (subrayado = ROM)	5.1 CONDICIONES OCEANOGRÁFICAS	Estaciones TGr <u>04, 05, 08, 09, 10, 14, 18, 19, 22 y 40</u>	OAG	Mensual	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	6.1a Sonda multiparamétrica a plomo	E1
	5.2 CALIDAD QUÍMICA DEL AGUA	Estaciones TGr <u>04, 05, 08, 09, 10, 14, 18, 19, 22 y 40</u>	OAG + Lab.	Trimestral								1			1		6.2 Muestreo 2 profundidades (3 ROM), y analítica laboratorio	E2
	5.3 CONTAMINACIÓN MICROBIOLÓGICA	Estaciones TGr 09 y 10	OAG + Lab.	Mensual	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	6.3 Muestre a 1 m y análisis de enterobacilos	E3
	5.4 CALIDAD DEL SEDIMENTO	Estaciones TGr <u>04, 05, 08, 09, 10, 14, 18, 19, 22 y 40</u>	OAG + Lab.	Cuatrimestral				1							1		6.4 Muestreo con draga , granulometría y analítica química	E5
7. BIODIVERSIDAD	6.1 COMUNIDADES SUPRAMEREALES	Estaciones TGr 03, 12, 16, 17 y 20	OAG	Semestral				1						1			7.1 Proporción de Chtamalus vivos y muertos	F1
	6.2 COMUNIDADES INTERMAREALES	Estaciones TGr 03, 12, 16, 17 y 20	OAG	Semestral				1						1			7.2 Cobertura algal y especies dominante	F2
	6.3 COMUNIDADES PECES LITORALES	Demersales: TGr 05,10 y 18 Pelágicos: TGr.07 y15 Interior de la dársena portuaria	OAG	Semestral Bimestral	1		1		1				1		1		7.3 a Coteo de peces en tiempos pautado (buceador) 7.3b Recorrido con el ROV en el interior del puerto	F3a F3b
	6.4 COMUNIDADES BENTÓNICAS	Estaciones TGr.25, 26, 27, 28 y 35 (mäerl) TGr 25 (erizo) TGr 18, 25 y 39 (peces) + transecto Pelada (anguila)	OAG	Semestral				1						1			7.4 Cuantificación especies indicadoras y conteo peces	F3
	6.5 INFAUNA	Estaciones TGr.05, 08, 09, 10, 14 y 18	OAG + Lab.	Semestral				1						1			7.5 Análisis composición comunidad de poliquetos	F5a F5b
	6.6 PERFILES BIONÓMICOS	Toscón, Embarcadero, Lajón, Pelada, Bocinegro, Travieso	OAG	Semestral				1						1			7.6 Grabación de vídeo arrastrado ye interpretación hábitats	F6
	6.7a ESPECIES EXÓTICAS (PLANCTON)	Entre TGr 05-08, 09-10 y 14-18 (meromesozooplanton)	OAG	Semestral				1						1			7.7a Arrastres horizontales (15-20 min, veloc 1,2 nudos) con WP2	F7a
	6.7b ESPECIES EXÓTICAS (FOULING)	Dársena portuaria y zona de fondeo	OAG	Trimestral				1			1			1		1	7.7b Inspección casos con ROV	F7b
	6.8. EFECTO ARRECIFE ARTIFICIAL	Dársena portuaria (dique externo, fondo y contradique)	OAG + Lab.	Semestral				1						1			7.8 Coteo de peces con ROV en tramos pautados	F8
	6.9 CONTAMINACIÓN ANIMALES MARINOS	Estaciones TGr 03, 16, 17, 20, 23 y 24	OAG + Lab	Semestral				1						1			7.9 Análisis de hidrocarburos y metales en erizos	F9
	6.10 DESARROLLO DEL MÁERL	Estaciones TGr. 26, 27, 28, 29 y 35	OAG	A determinar				1							1		7.10 Ocupación de plataforma estándar por mäerl	F10
6.11 ESTADO DEL SEBADAL	Estaciones TGr.04, 05, 08, 10, 13, 14, 18, 19 y 22	OAG	Semestral				1						1			7.11 Estudio del estado fisiológico y de desarrollo del sebadal	F11	



ESTACIONES TERRESTRES

CÓDIGO	DENOMINACIÓN
Er1	Rotonda
Er2	Casetas
Er4	Polígono
GrAt_1	UNELCO
GrAt_2	ITER
GrAt_3	OAG
GrAt_4	METEO OAG

ESTACIONES MARINAS

CÓDIGO	DENOMINACIÓN	FONDO (m)
TGr00	Boya de Granadilla	-13,3
TGr03	San Felipe	-2,19
TGr04	La Caleta	-10,32
TGr05	Tarajales	-12,17
TGr07	Camello	-51,5
TGr08	Lajón	-13
TGr09	Dársena	-26,3
TGr10	Medio	-13,53
TGr12	Tancón	-2,3
TGr13	Abejera	-11,09
TGr14	Charcón	-13,99
TGr15	Pelada	-58,05
TGr16	Rajita	-3,18
TGr17	Punta Brava	-3,4
TGr18	Jaquita	-17,69
TGr19	Médano	-12,18
TGr20	Bocinegro	-2,63
TGr22	Tejita	-11,69
TGr23	Montaña Roja	-1,01
TGr24	Las Lisas	-1
TGr25	Carrera	-11,66
TGr26	Cambada	-24,86
TGr27	Confite	-22
TGr28	Piedras blancas	-29,99
TGr32	Puntanegra	-14
TGr33	UNELCO	-11,93
TGr34	Galletita	-13,54
TGr35	San Miguel	-15,44
TGr37	Ensanchada	-18,02
TGr38	Barca	-28,18
TGr39	Arenal	-3
TGr40	Martillo	-28,15
UTEOla	Boya UTE	28,98

Proyección UTM huso 28 extendido elipsoide WGS84. Coordenadas geográficas elipsoide WGS84 ITRS93

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
info@oag-fundacion.org · www.oag-fundacion.org

estación marina
 transecto de video en arrastre
 ZEC

estación terrestre
 Puerto de Granadilla

PVA GRANADILLA
Estaciones y transectos de muestreo

Nº Mapa ANEXO D	Centro de datos 23 - enero - 2017
--------------------	--------------------------------------