



[www.oag-fundacion.org](http://www.oag-fundacion.org)

OAG\_PVA-Gr.8/2017

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

**INFORME ANUAL 2016  
Y RECAPITULACIÓN**



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

**Informe anual 2016 y recapitulación**

Marzo 2017

SANTA CRUZ DE TENERIFE



OAG (2017). *Seguimiento ambiental del puerto de Granadilla en fase de obras. Informe anual 2016 (último)*.- S/C de Tenerife: Observatorio Ambiental Granadilla, pp. 190 [no publicado].



## TABLA DE CONTENIDO

<b>1 INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>5</b>
1.1 Antecedentes .....	5
1.2 Objeto y alcance del presente informe.....	6
1.3 Avances e informes previos .....	6
<b>2 DESARROLLO DE LAS OBRAS Y MEDIDAS CONEXAS .....</b>	<b>8</b>
2.1 Modificaciones del proyecto.....	8
2.2 Situación de las obras .....	9
2.3 Reposición de arenas en la dinámica litoral.....	16
2.4 Medidas compensatorias.....	21
2.4.1 A - Establecimiento de una fundación independiente y permanente. ....	21
2.4.2 B1 - Declaración de un lic para la piña mar ( <i>Atractylis preauxiana</i> ). ....	22
2.4.3 B2 - Declaración de dos nuevos lics para el hábitat 1110. ....	25
2.4.4 B3 - Seguimiento de la tortuga boba.....	26
2.4.5 B4 - Restauración del lic ES7020049 Montaña Roja .....	31
2.5 Trasplante de sebas .....	34
<b>3 EL SEGUIMIENTO AMBIENTAL .....</b>	<b>35</b>
3.1 El Plan de vigilancia ambiental .....	35
3.2 Vigilancia de las obras .....	37
3.2.1 Materiales de acopio externos.....	37
3.2.2 Calidad del material vertido al mar.....	40
3.2.3 Medidas correctoras de la turbidez .....	42
3.2.4 Dragados.....	43
3.2.5 Mitigación de polvo y ruidos .....	44
3.2.6 Vertidos accidentales en la zona de obras.....	45
3.2.7 Estado de la valla perimetral, señalización y suelo exterior .....	45
3.2.8 Estado del balizamiento de la zona de obras en el mar.....	46
3.3 Calidad atmosférica .....	47
3.3.1 Condiciones meteorológicas locales .....	47
3.3.2 Partículas en suspensión (polvo).....	51
3.3.3 Niveles sonoros.....	53
3.4 Medio terrestre .....	56
3.4.1 Yacimientos arqueológicos.....	56
3.4.2 Avifauna .....	59
3.4.3 Vegetación terrestre .....	60
3.4.4 Deposición de polvo sobre la vegetación.....	62
3.5 Dinámica litoral .....	63
3.5.1 Flujo de la corriente .....	63
3.5.2 Nivel medio del mar y oleaje.....	66
3.5.3 Pluma de turbidez .....	67
3.5.4 Tasas de sedimentación marina .....	71
3.5.5 Alteraciones batimétricas.....	73
3.5.6 Basculamiento de las playas .....	77



3.6	Calidad de aguas .....	82
3.6.1	Parámetros oceanográficos .....	82
3.6.2	Concentración de clorofila.....	88
3.6.3	Parámetros químicos y contaminantes orgánicos .....	92
3.6.4	Contaminación microbiológica.....	98
3.6.5	Evaluación general de las aguas .....	99
3.7	Calidad de sedimentos .....	100
3.7.1	Granulometría .....	100
3.7.2	Parámetros químicos.....	102
3.7.3	Metales pesados .....	106
3.7.4	Evaluación general de los sedimentos .....	110
3.8	Biodiversidad marina.....	111
3.8.1	Comunidades supramareales.....	112
3.8.2	Comunidades intermareales.....	114
3.8.3	Comunidades de peces litorales.....	117
3.8.4	Comunidades bentónicas .....	121
3.8.5	Infaua .....	125
3.8.6	Transectos bionómicos .....	130
3.8.7	Cartografía bionómica .....	139
3.8.8	Estado del sebadal.....	144
3.8.9	Contaminación de los organismos marinos .....	163
3.9	Calidad global de la zec Sebadales del sur de Tenerife .....	170
<b>4</b>	<b>RECAPITULACIÓN DEL PERÍODO 2011-2016 .....</b>	<b>172</b>
4.1	La verificación de la exactitud y corrección de la EIA.....	172
4.2	Las medidas compensatorias .....	173
4.3	El desarrollo de las obras del puerto .....	174
4.4	La vigilancia ambiental.....	174
4.5	Conclusiones.....	176
<b>5</b>	<b>ANEXOS .....</b>	<b>178</b>
5.1	Comentarios a las observaciones de la Viceconsejería de Medio Ambiente del Gobierno de Canarias sobre los informes relativos al proyecto de construcción del puerto industrial de Granadilla .....	180
5.2	Evolución del sebadal de Granadilla por sectores (2011-2016) .....	184
5.3	Niveles de marea a la hora de toma de las imágenes de satélite.....	185
5.4	Relación actualizada de las estaciones de muestreo del OAG.....	186
5.5	Planilla de trabajos de seguimiento en fase de obras (V.10) .....	188
5.6	Plano de las estaciones y transectos de muestreo .....	190





# SEGUIMIENTO AMBIENTAL DEL PUERTO DE GRANADILLA EN FASE DE OBRAS

## - Informe anual 2016 y recapitulación -

## 1 INTRODUCCIÓN

### 1.1 Antecedentes

La fundación pública estatal Observatorio Ambiental Granadilla (OAG) fue creada por acuerdo del Consejo de Ministros y tiene como objetivo prioritario, aunque no único, la vigilancia ambiental del nuevo puerto de Granadilla y garantizar la correcta ejecución de las medidas compensatorias y correctoras establecidas por la Comisión Europea en su dictamen favorable sobre dicho proyecto de infraestructura marina.

Esta función la desarrolla el OAG como colaboración para la Autoridad Portuaria de S/C de Tenerife, sin que medie cesión de las competencias administrativas en la materia por parte de dicha entidad, ni de responsabilidades frente a terceros, y todo ello sin perjuicio de la correspondiente tutela ambiental que ejerce el Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente.

En el informe correspondiente a la vigilancia ambiental en fase de obras durante el ejercicio de 2010 se incluyeron los pormenores del proyecto de Granadilla, se explicó la situación de partida (valores de referencia) y se recogió el resultado de la verificación de la exactitud y corrección de la evaluación de impacto ambiental (EIA) realizada.

Desde el principio se adoptó un mecanismo dinámico y ágil de reporte a través de la página web del OAG ([www.oag-fundacion.org](http://www.oag-fundacion.org)), de modo que la información pueda explotarse sobre la marcha y ser conocida por el público en general, tal como es voluntad expresa de la Comisión Europea. A final del ejercicio se elabora un único informe anual, sin perjuicio de que eventualmente se hayan evacuado informes puntuales cuando las circunstancias lo aconsejaron, o de lanzar alertas inmediatas en caso de mediar urgencia. Estos documentos y los informes de la vigilancia ambiental de 2011, 2012, 2013, 2014 y 2015 pueden descargarse como PDF desde la página web del OAG.

Con el presente informe concluye la vigilancia en fase de obras, por lo que además del reporte sobre la vigilancia de 2016, se incluye un capítulo de recapitulación general que abarca todo el periodo de cinco años (2011-2016).

De cara a la fase operativa del puerto (2017-2021), el OAG ha preparado un PVA basado en el redactado por la Autoridad Portuaria en 2005, pero incorporando la experiencia adquirida durante la fase de obras, que ahora se cierra. Dicho plan, que implica una reformulación sustancial del original, se presentó al patronato en Diciembre de 2016, y se está tramitando ante la Autoridad Portuaria de Santa Cruz de Tenerife para su debida aprobación.



## 1.2 Objeto y alcance del presente informe

El presente documento nace de la obligación de dar cuenta de la vigilancia ambiental de las obras y sus efectos en el medio durante 2016, pero concurren en él otros propósitos que amparamos bajo el título elegido: “Seguimiento ambiental del puerto de Granadilla en fase de obras”. Concretamente, se trata de:

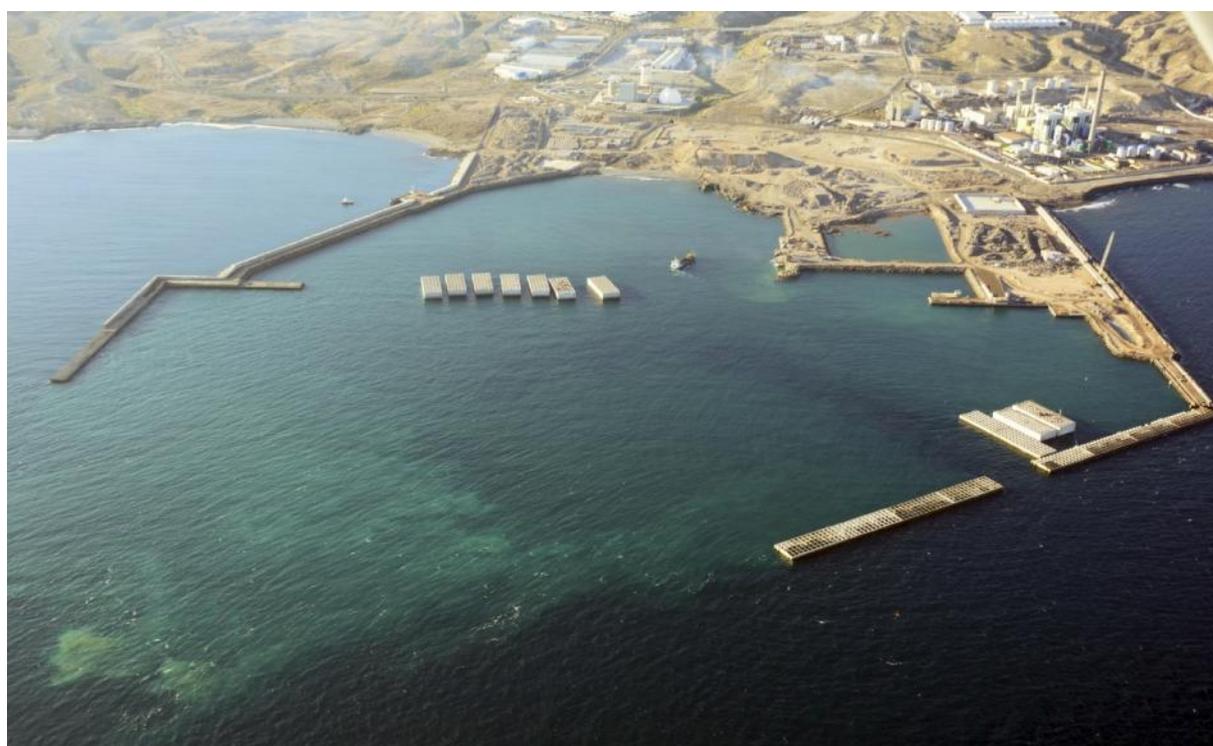
- a) Exponer la situación de las medidas compensatorias y correctoras conexas al puerto de Granadilla.
- b) Resumir las actuaciones y resultados de la vigilancia ambiental en fase de obras durante 2016, de la que se ha venido dando oportuna cuenta a través de la página web del OAG.
- c) Proponer ajustes al plan de vigilancia en función de los resultados obtenidos durante 2016 y en aras a su mayor eficacia, así como introducir el nuevo PVA en fase operativa (2017-2021).
- d) Proponer medidas adicionales para mitigar o corregir el impacto de las obras.

## 1.3 Avances e informes previos

Una parte de la información que ahora se expone ha sido presentada, además de en la web del OAG, en informes puntuales remitidos a la Autoridad Portuaria e instituciones y entidades interesadas, toda vez que recogen recomendaciones que debían ser atendidas sobre la marcha, u obedecen a peticiones de información recibidas. Estos son:

Febrero 2016	Comentarios a las observaciones de la Viceconsejería de Medio Ambiente del Gobierno de Canarias sobre los informes relativos al proyecto de construcción del puerto industrial de Granadilla (Ver Anexo I)
Junio 2016	Extracción de callaos del puerto industrial de Granadilla.
Agosto 2016	Adecuación de las obras del Puerto de Granadilla a los requerimientos del Dictamen de la Comisión Europea de 6/11/2006.
Diciembre 2016	Segunda prueba de vertido de arena para la reposición de su flujo en la costa de Granadilla.

A lo largo del ejercicio no hubo que comunicar mayores incidencias que las relacionadas con la presencia de basuras y escombros en la zec Piña de Mar de Granadilla.



**Figura 1. Panorámica general de la situación de las obras de construcción del nuevo puerto industrial de Granadilla (Foto Canary, 21 Enero 2016)**



## 2 DESARROLLO DE LAS OBRAS Y MEDIDAS CONEXAS

### 2.1 Modificaciones del proyecto

En 2012 se introdujeron algunas modificaciones en el proyecto relacionadas con la galería interior del espaldón y que fueron explicadas en el correspondiente informe anual. A lo largo de 2014 se preparó un segundo modificado que afectaba básicamente a la configuración de los cajones en el dique exterior, pasando de 43,7 m de eslora a 56,5 m, lo que supuso emplear menos cajones para conseguir las mismas dimensiones.

En 2015 se elaboró un tercer modificado con el mismo propósito de atender las necesidades de los distintos servicios (más tuberías en la galería interior del espaldón, etc.), según han ido evolucionando las demandas durante el dilatado tiempo transcurrido en el desarrollo de esta obra. También se cambió la protección de un tramo del dique en talud norte con pedraplén por escollera de 2-4 toneladas y su filtro correspondiente. Este modificado nº 3, aprobado en 2016, altera ligeramente la superficie de ocupación del puerto, pero no afecta sus dimensiones, que siguen siendo las mismas:

Superficie ocupada 800.000 metros cuadrados, 1.000 metros de muelle de ribera y 2.386 metros de dique exterior, de los cuales 707 son perpendiculares a la costa, 664 metros van en una segunda alineación y 883 metros en la tercera, al final de la que irá, en dirección perpendicular, un martillo de 132 metros de longitud.

En 2016 se introdujeron nuevos cambios, que se detallan a continuación:

- a) Adaptación de las instalaciones a las nuevas prescripciones de los concesionarios que operarán en el puerto de Granadilla.
- b) Eliminación de la protección catódica de los cajones.
- c) Ejecución del espaldón del contradique con hormigón *in situ*.
- d) Ejecución del ensanche de explanada entre los P.P.K.K. 0 + 511,8 y 0 + 631,4.
- e) Atado de los pilares de las ventanas antirreflejantes ante la rotura de los pilares de la pared exterior de las celdas antirreflejantes.
- f) Adaptación de la viga cantil del dique vertical y del muelle de ribera a los nuevos tráfico con bolardos de 200 toneladas de tiro nominal.
- g) Suministro y colocación de carriles en rampa *ro-ro*.
- h) Traslado de cargadero al muelle de ribera.
- i) Acondicionamiento del arranque del dique en talud, retrasando el espaldón y acondicionando un viario de incorporación a la glorieta con berma de protección con bloques de 10 toneladas.

Al igual que en los casos anteriores, ninguna de estas modificaciones conlleva riesgos ambientales adicionales o que no hayan sido ya contemplados en su momento.



## 2.2 Situación de las obras

El 22 de noviembre de 2016 se colocó en su sitio en último cajón del martillo de la obra de abrigo, quedando terminado éste en su longitud. Los trabajos continúan con el relleno de cajones y construcción del espaldón,

En la página web del OAG hay una sección en la que se muestra el avance de los trabajos mediante imágenes de satélite con la planta prevista del puerto sobrepuesta. El visor empleado (carrusel) permite examinar la serie histórica, ya sea en forma secuencial, adelante o atrás, como por selección directa de la fecha de interés. La información se actualizaba mensualmente, y desde 2014 se hace bimensualmente por razones presupuestarias sobrevenidas.

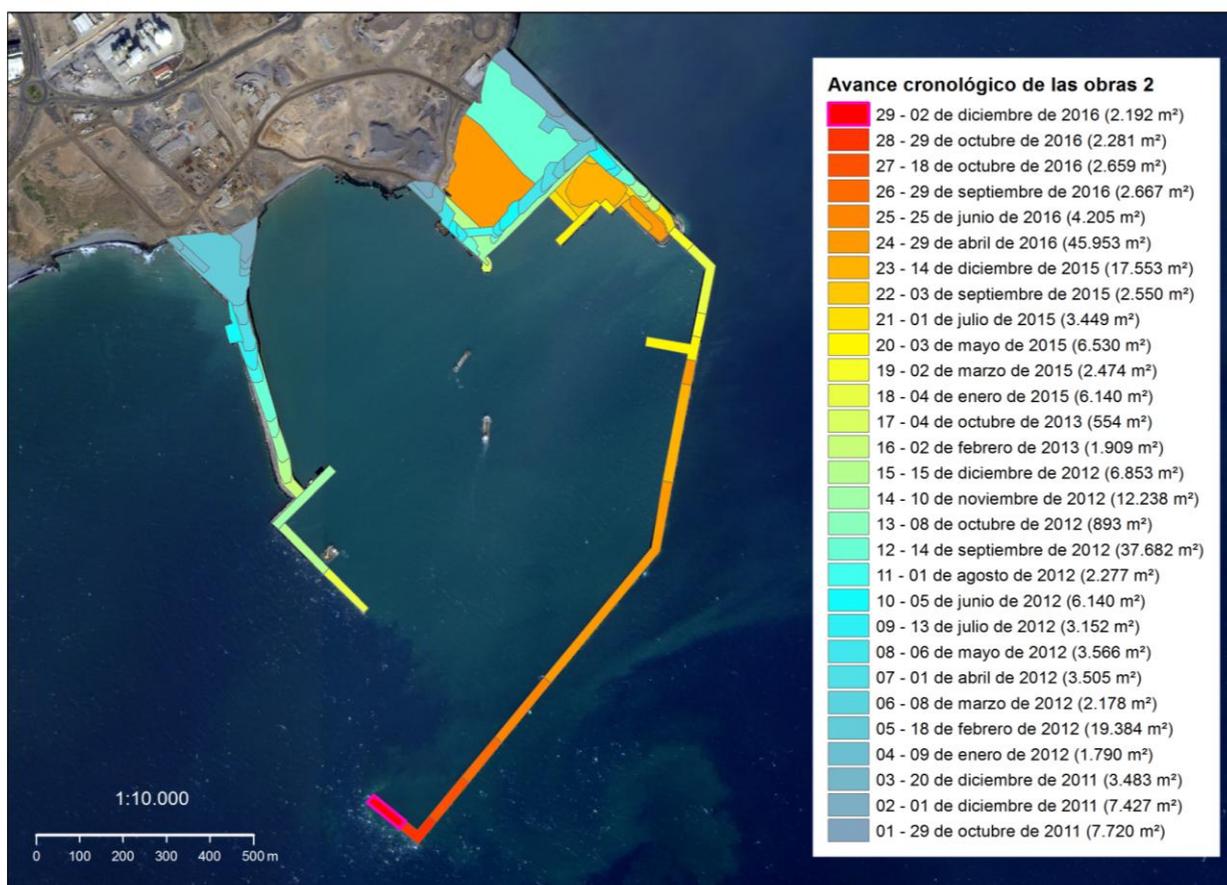


Figura 2. Evolución de las obras de abrigo y contradique en del puerto de Granadilla.

Las imágenes de satélite georreferenciadas –permiten hacer mediciones fiables– se complementan con una colección de fotos selectas de momentos concretos de las obras, accesibles a través de un segundo visor en la web del OAG. En la Figura 2 se representa mediante distintos colores las partes construidas a la fecha en que el satélite toma la imagen, pudiendo seguirse así la progresión de las obras en una imagen de síntesis.



**Figura 3. Situación de las obras de abrigo y contradique en del puerto de Granadilla en diciembre 2016.**

En 2016, ciertas obras complementarias se adelantaron respecto a su programación a fin de acelerar el progreso de la obra.

- a) Relleno de 200.000 m<sup>3</sup> de la “piscina” para despejar la explanada que estaba ocupada por los acopios. Esta necesidad surgió a raíz de que la empresa adjudicataria de dicha parcela quería disponer de ella lo antes posible.
- b) Dragado asociado al muelle de ribera para usar parte del material en el relleno de los cajones. La previsión inicial de 60.000 m<sup>3</sup> se incrementó para obtener 150.000 m<sup>3</sup>, aumentando la sección de dragado de banqueta.
- c) Inicio del viario básico del puerto que implica –tal como exige la DIA– generar un recinto cerrado previo antes de poder relleno con materiales, adelantando así parte de la ejecución de la explanada del puerto.
- a) Ejecución del canal de pluviales para el puerto.

El cargadero del muelle de ribera se ha desmantelado por no ser necesario toda vez que los vertidos de las banquetas han concluido.



**Figura 4. Espaldón de la obra de abrigo (diciembre 2016).**



**Figura 5. Base del arranque de la obra de abrigo (25 enero 2016).**



**Figura 6. Rellenado de los cajones del dique exterior (29 diciembre 2016)**

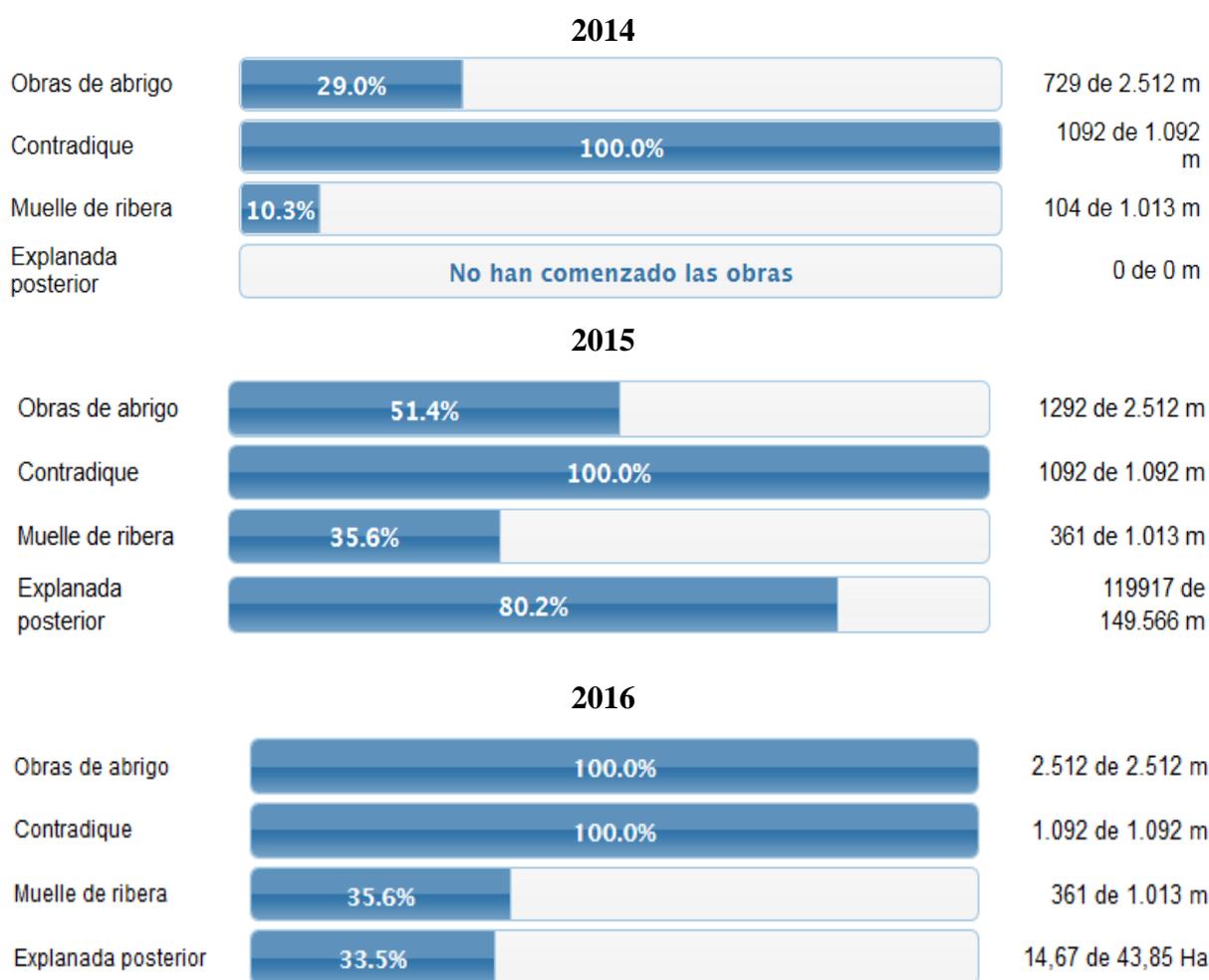


**Figura 7. Movimiento de áridos dentro de la obra (2 septiembre 2016).**



Por su parte, el OAG toma fotos de las obras (ver ejemplos en las páginas previas) y algunas se exponen en la página web. En 2016 se han incorporado al banco de fotos 3.888 imágenes (tomadas en 176 días diferentes), con lo que el total disponible desde 2008 asciende a 23.480 instantáneas (incluidas también las fotos de la vigilancia y actividades conexas).

La web del OAG muestra también un odómetro que señala el avance de las obras expresado en porcentaje realizado sobre el total proyectado, así como los principales hitos acaecidos en relación con los trabajos que afectan al medio marino. Como refleja la Figura 8, las obras de abrigo y el contradique están ya al 100%; en extensión la primera, y en su totalidad el segundo. La medición de la explanada posterior corresponde a la parte que ocupa en el mar y postulada para el presente proyecto (117.000 m<sup>2</sup>). En el futuro, la explanada total será de aproximadamente 440.000 m<sup>2</sup>.



**Figura 8. Porcentaje de obra realizada a final de año en 2014, 2015 y 2016, respectivamente.**

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.



### **Hitos relevantes**

- 22-11-2016 Dique de abrigo: se fondea el último cajón del martillo con lo que el dique exterior de abrigo alcanza su dimensión definitiva.
- 22-10-2016 Dique de abrigo: se colocan en su sitio un cajón ("Belén"). Queda un cajón situado en la zona de profundeo y otro colocado perpendicularmente a la obra de abrigo. Es el primer cajón del martillo de la obra de abrigo.
- 21-10-2016 Dique de abrigo: se colocan dos cajones ("Beatriz" y "Rocío"). Son los últimos del brazo de la obra de abrigo.
- 15-10-2016 Dique de abrigo: se fondea el vigésimo octavo cajón ("Gloria").
- 13-10-2016 Dique de abrigo: se fondea el vigésimo séptimo cajón ("Paula").
- 05-09-2016 Dique de abrigo: se fondea el vigésimo sexto cajón ("Mario Martín").
- 09-08-2016 Dique de abrigo: se fondea el vigésimo quinto cajón ("Patricia" y "Melisa"). Siguen quedando seis cajones profundeados ya que se trasladó uno de los dos que se encontraban en la mota del dique de abrigo.
- 28-05-2016 Dique de abrigo: se fondea el vigésimo cuarto cajón ("Clara"). Fue traído del puerto de Santa Cruz por lo que hay seis cajones profundeados dentro del muelle.
- 27-05-2016 Dique de abrigo: se fondea definitivamente el vigésimo tercer cajón ("Laura"), antes profundeado dentro del muelle.
- 17-05-2016 Se inicia la reubicación de la arena, que se encontraba acopiada provisionalmente, en el depósito de arena construido para su almacenaje.
- 13-05-2016 Dique de abrigo: se ubica en su sitio el vigésimo segundo cajón ("Aynara"). Como ha sido traído del puerto de Santa Cruz, siguen quedando profundeados seis cajones a la vera del muelle de ribera.
- 05-05-2016 Dique de abrigo: hay profundeados seis cajones, al fondearse hoy en su sitio el vigésimo primer cajón ("Cristina").
- 04-05-2016 Dique de abrigo: el vigésimo cajón es fondeado ("Noa"). Sigue habiendo siete cajones profundeados en la zona interna del puerto.
- 23-04-2016 Dique de abrigo: se fondea el décimo noveno cajón ("Sabina"). Sigue habiendo siete cajones profundeados en la zona interna del puerto.
- 22-04-2016 Dique de abrigo: se fondea en su sitio el décimo octavo cajón ("Yerena"). Hay ocho cajones profundeados en la zona interna del puerto.

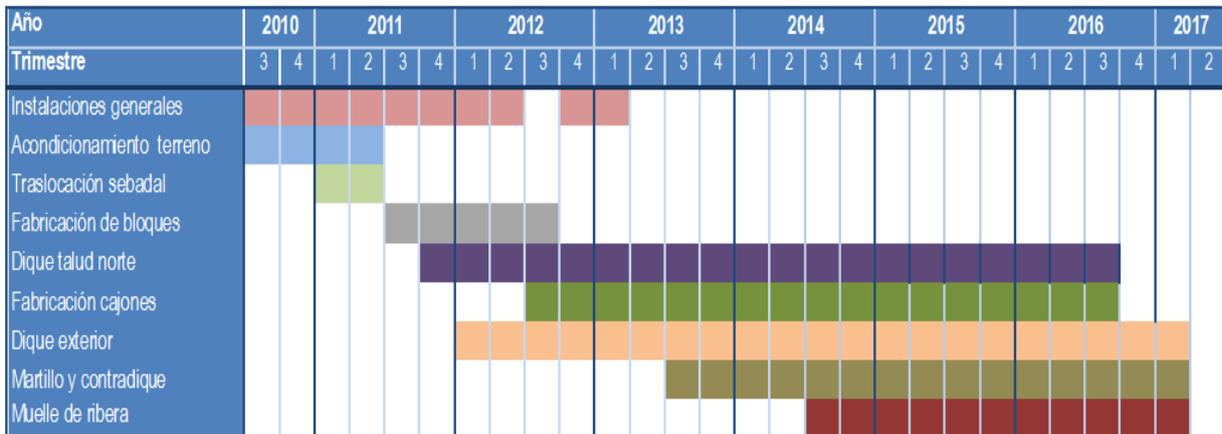
### **Cronograma**

El proyecto del puerto de Granadilla ha sufrido retrasos importantes, incluso después de haberse iniciado las obras. En este último caso, los motivos fueron fundamentalmente la falta de disponibilidad de materiales y la obtención de las oportunas licencias, tema que quedó resuelto a finales de 2014. Consecuentemente, el cronograma original de 2009 se modificó a finales 2013 (Figura 9).

Todos los cajones de la obra de abrigo están colocados en su sitio y el espaldón se construye a buen ritmo. A febrero de 2017 se continúa por la mitad del dique de abrigo con la intención de finalizarlo antes de mayo de 2017. Esto atañe a las obras de abrigo, que incluyen el dique en



talud norte, el dique exterior, el contradique y un tramo asociado del muelle de ribera (unos 350 m) para poder iniciar las operaciones. El resto del muelle de ribera y relleno de la explanada general serán fases a ejecutar posteriormente y, por tanto, no contempladas en el siguiente cronograma.



**Figura 9. Cronograma de las obras de abrigo del puerto de Granadilla**



**Figura 10 Dique exterior visto desde el muelle de ribera (9 diciembre 2016)**



## 2.3 Reposición de arenas en la dinámica litoral

En el informe anual de 2011 se dio cuenta detallada de cómo el planteamiento inicial de esta medida correctora –baipás de arenas– resultaba inadecuado a la luz de los estudios de hidrodinámica litoral repetidos con información local y actualizada.

Los nuevos estudios –realizados por IH Cantabria (2012)– muestran que la dinámica costera en Granadilla obedece a un esquema diferente al de las costas mediterráneas o atlánticas continentales. En la costa de Granadilla domina la corriente de plataforma (playa sumergida) en vez de la de oleaje, y el tamaño de grano y las batimetrías son radicalmente diferentes. Los 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 volumen máximo de sedimentos retenidos es del orden de 2.000 m<sup>3</sup> en vez de 50.000 m<sup>3</sup> para los que se diseñó el baipás, y los sedimentos no se van a acumular al pie del dique norte del puerto, sino que se repartirán en una zona mucho más amplia (23 ha), haciendo prácticamente inviable la succión desde tierra.

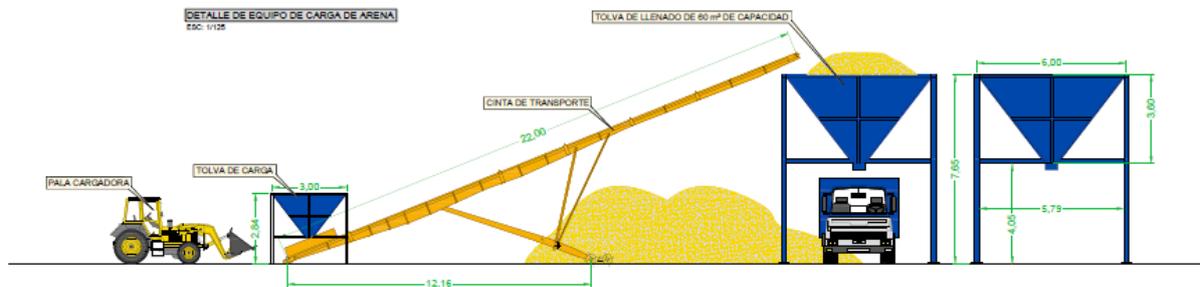
Siguiendo las recomendaciones del OAG, la Autoridad Portuaria optó por una de las soluciones alternativas presentadas y encargó el proyecto "*Instalaciones para reponer el flujo de arena de la dinámica litoral sedimentaria interrumpido por el puerto de Granadilla*", que fue remitido a la Comisión, ya que afecta a una medida correctora pactada. La Comisión lo aceptó en diciembre de 2012.



Figura 11. Ubicación del depósito de arena y punto de vertido de la alternativa adoptada.



La nueva solución consiste en reponer unos 2.000 m<sup>3</sup> anuales mediante descargas puntuales en la costa (ver mapa). Para garantizar la continuidad, se acopiarán unos 20.000 m<sup>3</sup> de arena procedente de los dragados de las obras y de la futura cancha del puerto. A tal fin se ha construido un depósito para acopiar arena, en el que deberán mantenerse siempre almacenados al menos 4.000 m<sup>3</sup>. Dicha obra concluyó en agosto 2014 por un importe de 1.466.480 € (Figura 13). El coste operativo de la nueva solución se estima en unos 50.000 € anuales.



**Figura 12. Detalle del acceso y equipo de carga.**

El 17 de mayo de 2016 se inició el traslado de los 6.000 m<sup>3</sup> de arena acopiados por la Autoridad Portuaria durante 2013 y que seguían depositados en una explanada de la obra y cubiertos con plástico. Desde finales de ese mes, ya se encuentran en su ubicación permanente, el depósito de arena construido para ello (Figura 13) El volumen acopiado es suficiente para cubrir las necesidades operativas de tres años ( $2.000 \text{ m}^3 \times 3 = 6.000 \text{ m}^3$ ).



**Figura 13. Depósito de arena trasladada desde su ubicación inicial (mayo 2016)**



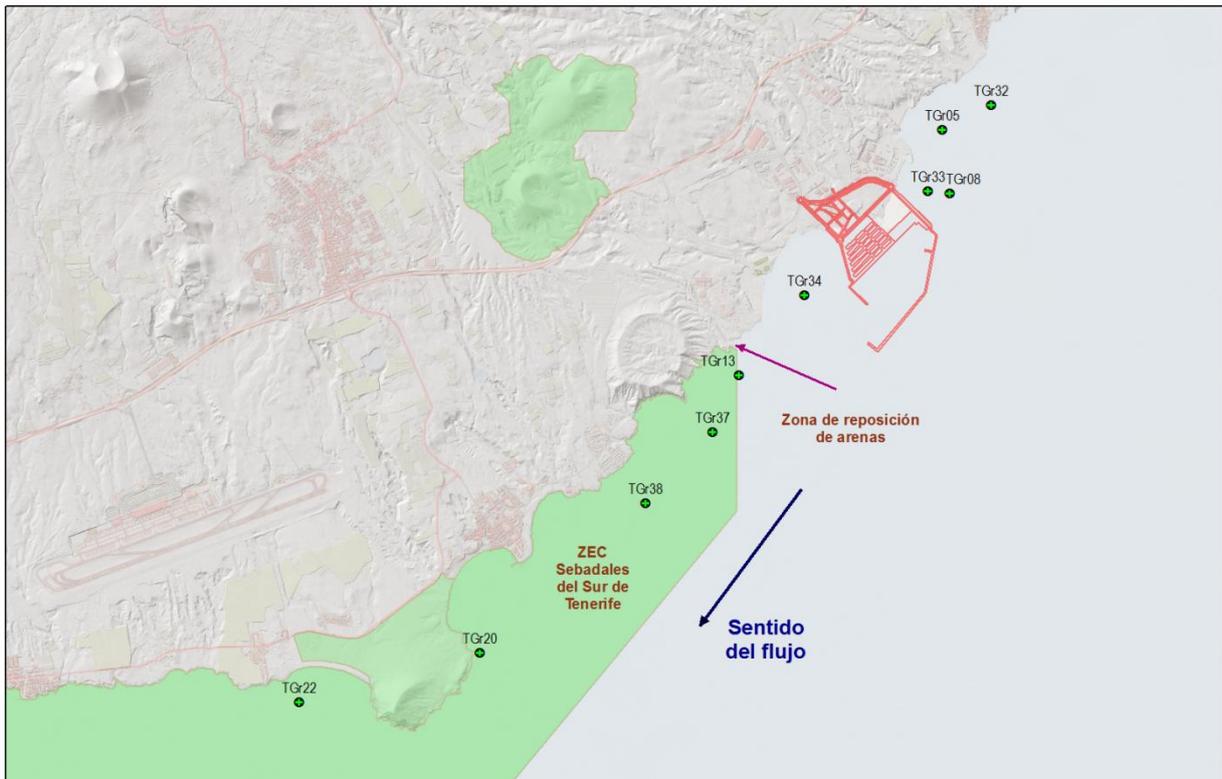
En informes previos ya se explicó que no se consideraba necesario iniciar el aporte de arena mientras no se interrumpiera por completo el flujo litoral y mientras durasen los vertidos de materiales asociados a la obra. Solo en 2012 se procesaron unas 1.700.000 Tm, y durante 2014 se vertieron al mar unas 690.000 Tm. La composición granulométrica de los materiales muestreados refleja *grosso modo* un contenido de arena de entre el 3 y 12 %, lo que viene a representar, respectivamente, del orden de 100.000 y 70.000 m<sup>3</sup> de arena aportados en dichos años. Aunque una parte quede retenida bajo las obras o en su recinto, otra parte –seguramente superior a 2.000 m<sup>3</sup>– se ha incorporado a la dinámica litoral.



**Figura 14. Punto idóneo de vertido (provisional) en la punta del descargadero del trigo**

En 2015 se fondearon cajones del dique exterior a profundidades superiores a los -30 m, lo que implicaría la interrupción del transporte de arenas por la corriente de plataforma, si no fuese porque un tramo entre -15 y -25 m quedó sin cerrar hasta finales de año. Es a partir de enero de 2016 que el flujo litoral de arenas a lo largo del sector de costa de Granadilla se puede considerar definitivamente interrumpido por la obra portuaria.

Para reponer las arenas al flujo litoral se eligió un punto de vertido al final de la playa del Vidrio, en el morro del ITER (Figura 14). En esta zona hay fondos rocosos que indican un transporte importante, coincidente con los modelos hidrodinámicos elaborados por el IH Cantabria. Según dicho modelado, se prevé que allí disminuya el transporte de fondo, pero aún así, al ser la capacidad de transporte muy superior a la disponibilidad de materiales efectivos, se considera más que suficiente para el arrastre de la arena vertida en dirección hacia la zec.



**Figura 15. Ubicación de estacas decimetradas para medir la acumulación o pérdida de arena**

La dirección y sentido del flujo de las aguas a sotavento y zona inmediata de las obras queda definitivamente alterada tras alcanzar el dique de abrigo toda su longitud. En principio, dichas modificaciones no deberían afectar de manera sensible al punto de vertido, pero el circuito de reflujos que se genera con el espigón está próximo a este punto y podría ocurrir que las arenas vertidas, en vez de circular hacia el SE, se desplazasen hacia el NE, acumulándose en la bahía posterior al puerto. Ello aconsejó a realizar algunas pruebas reales una vez terminado el dique exterior.

Las pruebas de vertido directo al mar realizadas en 2013, apuntaron a que el sistema de descarga puntual no es el más conveniente, pues el tiempo necesario para arrastrar la arena supera el plazo entre las descargas<sup>1</sup>, y la duna submarina que se forma iría creciendo y mantendría soterradas a las comunidades vivas que pudieran existir en el fondo.

En diciembre de 2016, una vez fondeado el último cajón del martillo de la obra de abrigo, se procedió a una segunda prueba, vertiéndose 18 m<sup>3</sup> de arena en dos puntos. Con la ayuda de operarios, se vaciaron a marea baja 600 sacos de 25-30 kg en el punto A y 300 en el punto B en un primer día y 390 sacos únicamente en el punto A al segundo día. La dispersión de la arena fue inmediata en el punto A, donde rompen las olas al subir la marea, mientras que en el punto B se forma un pequeño acopio en el fondo de unos 35 cm de altura que tarda, como máximo, un día en dispersarse.

<sup>1</sup> Se trata de unos 125 camiones de arena (de 15 m<sup>3</sup> de capacidad cada uno), que podría ser liberada a razón de un camión cada 3 días, dos camiones cada seis días, o medio camión diario descontando el sábado y domingo



Queda pendiente dilucidar en qué sentido se dispersa la arena arrastrada. Para ello se empleará una decena de boyas de deriva, que vienen equipadas con sistemas GPS que registran su geopotición y permiten luego reconstruir la circulación de las aguas. Dichas boyas serán liberadas en el punto de vertido a intervalos de 30 minutos.



**Figura 16. Punto de vertido A, en marea baja. La arena depositada sobre la roca es retirada por el mar al subir la marea, y no se ven alteradas las comunidades asentadas en las rocas.**

Por otra parte, está previsto instalar un perfilador de corrientes en la estación La Jaquita (TGr18) para poder comparar con los valores alterados de la estación Boya (TGr00) 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. La hidrodinámica resultante tras la conclusión del dique exterior de abrigo se comprobará usando estas mismas boyas o mediante un globo cautivo equipado con una cámara (max. altura 200 m) y el empleo de colorantes razonablemente inocuos (rodamina).



## 2.4 Medidas compensatorias

La situación de las medidas compensatorias exigidas al proyecto de Granadilla no ha experimentado mayores variaciones en relación a lo expuesto en los últimos informes. Al igual que con el resto del Plan de Vigilancia de Granadilla, la información actualizada sobre estas medidas puede obtenerse en la página web del OAG.

### 2.4.1 A - Establecimiento de una fundación independiente y permanente.

Desde su creación en 2008, el OAG viene cumpliendo con los fines para los que fue establecido en completa libertad y sin injerencias de terceras partes en el modo en que desarrolla sus actividades, salvo por el control y las restricciones en materia de personal sobrevenidas a raíz de las medidas de control del gasto público, impuestas a todo el Sector Público desde 2012 (el OAG pertenece al sector público estatal). Después de ocho años de vida, se puede considerar una institución consolidada, aunque se le podría sacar bastante más provecho para la sociedad. En el epígrafe “Fundación /Transparencia” de la página web del OAG se ha puesto a disposición del público toda la información existente sobre el funcionamiento de la Fundación.

**Tabla 1. Organigrama de la Fundación (Diciembre 2016)**

Secciones	Perfil	Situación actual
<b>Dirección (1)</b>	Director	Alto cargo (plantilla)
<b>Secretaría (1)</b>	Secretaria de Dirección	Plantilla
	Contable	Servicio externo de apoyo
<b>Unidad Técnica (1,5)</b>	Biólogo marino	Plantilla
	Técnico ambiental*	Plantilla (compartido)
<b>Unidad logística (1,5)</b>	Coordinador de campañas*	Plantilla (compartido)
	Vigilante ambiental	Contrato específico
<b>Unidad de datos (6)</b>	Curator de datos	Contrato específico
	Operadora de datos	Contrato específico
	Jefe de sistemas	Contrato específico
	Técnico GIS	Contrato específico
	Programadores	Contrato específico (2)

En diciembre de 2014, el Patronato optó por desestimar la iniciativa de cambio de los Estatutos iniciada en 2008 (implicaba la ampliación de alguna de sus actividades y consolidación de su independencia), a la vez que aprobó una reestructuración del organigrama de la fundación ajustada a los compromisos estrictamente vinculados a Granadilla. En este sentido se concretaron dos áreas de actividad “Repositorio de datos marinos” y “Directiva Hábitat” para cubrir estos fines de la fundación incluidos a modo de medida compensatoria de Granadilla. El desarrollo de ambas actividades se puede seguir en la página web del OAG, si bien es bastante limitado en el caso de la Directiva Hábitat, al no haberse interesado ninguna de las Administraciones titulares de las competencias por esta posibilidad de colaboración con el OAG.

En 2015 se modificaron los Estatutos para adoptar “Fundación Observatorio Ambiental Granadilla” como nombre oficial y para incluir al Instituto Español de Oceanografía como patrono.



## 2.4.2 B1 - Declaración de un lic para la piña mar (*Atractylis preauxiana*).

**Dictamen de la Comisión:** *"Declaración de un nuevo lugar de importancia comunitaria para la protección de las poblaciones observadas en la zona del parque industrial de Granadilla. La superficie total de ese nuevo LIC será de 0,93 hectáreas. Además, se propone que esa zona sirva de donante para la restauración de las zonas meridionales en las que han desaparecido esas subpoblaciones (reintroducción de la especie en el LIC «Montaña Roja».)"*

El lic fue declarado en 2008 y confirmado como zec ES7020120 en diciembre de 2009. La medida fue evaluada por el OAG en 2010, y aunque el requisito se centra solo en la declaración del lic con carácter previo al inicio de las obras del puerto de Granadilla, el OAG acometió un seguimiento del estado de la zec y, particularmente, de los ejemplares de piñamar contabilizados. Tras las repetidas incidencias observadas -presencia de basuras, vallas rotas, etc.- en 2012 se realizó una nueva evaluación (OAG\_Inf\_2012.3) y visto que las circunstancias no mejoraban, en 2013 se abordó un estudio general de la situación (OAG\_Inf\_2013.1), repetido en 2014 (OAG\_Inf\_2014.2), con el correspondiente inventario de plantas (43 ejemplares).

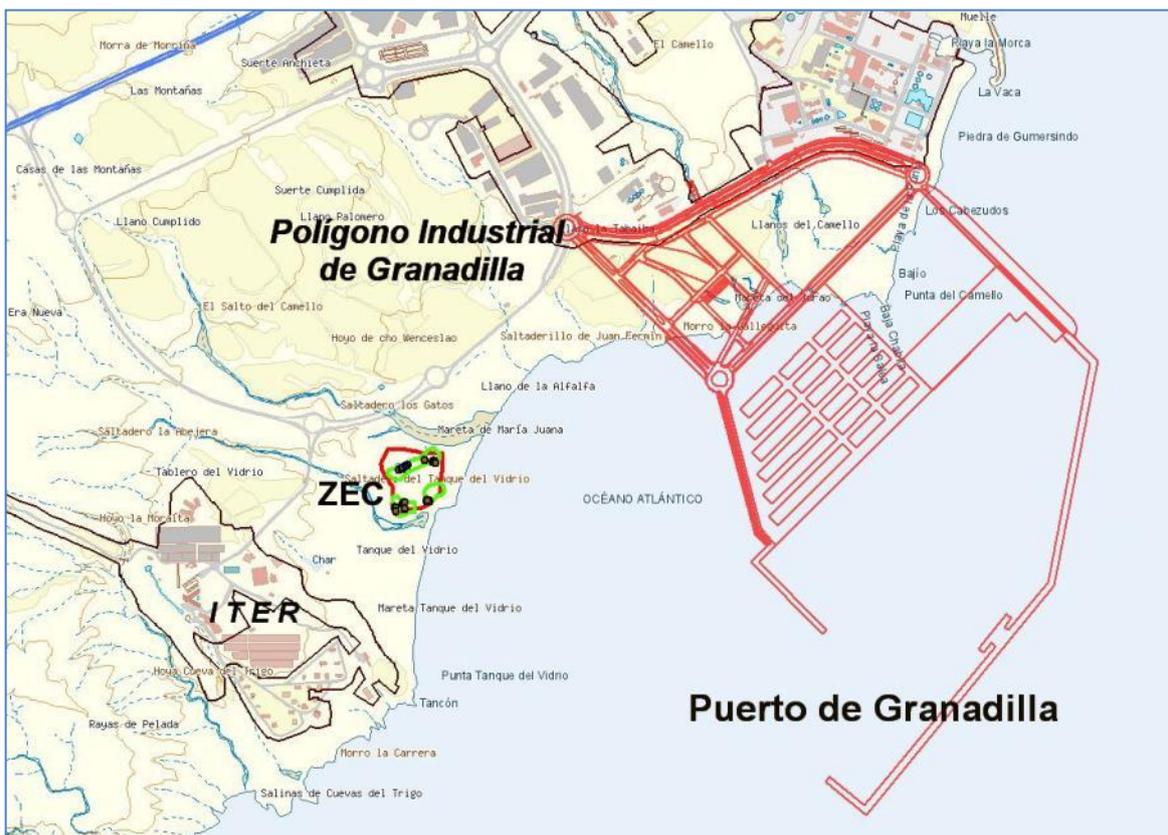


Figura 17. Mapa de ubicación de la zec en relación con el puerto de Granadilla.

En todos estos informes, el OAG ha hecho recomendaciones relativas a la necesidad de mantener en buen estado la zec (ya que se ha creado), a descartarla como donante de planta de piñamar para repoblar en Montaña Roja, y -muy particularmente- a la conveniencia de revisar el estatus de la especie y plantearse si tiene algún sentido mantener esta zec.



La medida compensatoria de declarar un lic para la piñamar es incorporada por La Comisión en su Dictamen de 2006 al considerar que la especie *Atractylis preauxiana* se encontraba en peligro de extinción, pues como tal figura (y sigue) catalogada por la legislación española, y recogida en el Anexo II de la Directiva Hábitat (Directiva 02/43/CEE). Sin embargo, el último censo de la especie en 2010 (62 ejemplares en Granadilla, 1.787 en Tenerife y 175.760 en Gran Canaria) no refleja para nada que la especie esté amenazada de extinción, y que la isla de Gran Canaria ofrece mejores condiciones ecológicas que Tenerife para el desarrollo de esta planta xerófila. Esta información procede de la Viceconsejería de Medio Ambiente<sup>2</sup>, que, pese a conocerla, no procede a revisar su estatus ni atiende las recomendaciones expresadas por el OAG en ese sentido.

**Tabla 2. Censos de piñamar en Canarias (Gesplan, 2010)**

POBLACIÓN	Subpoblación	Localidad	Noviembre 09	Nov/dic 2010
TENERIFE	1	Punta Agache	2	3
	2	La Tosca de Fasnia	80	127
	3	La Hondura	1051	1142
	4	Las Eras	21	39
	5	Tabaibal del Porís	46	93
	6	Abades	36	65
	7	Punta de Abona	125	249
	8	Playa del Vidrio	47	62
	9	Amarilla	2	7
		<b>SUBTOTAL</b>	<b>1.410</b>	<b>1.787</b>
GRAN CANARIA	1	Tufía	120	105
	2	Taliarte	720	849
	3	Arinaga	211.520	171.232
		<b>SUBTOTAL</b>	<b>212.360</b>	<b>172.186</b>
		<b>TOTAL AMBAS IS.</b>	<b>213.770</b>	<b>173.973</b>

En mayo de 2014, la Consejería de Educación, Universidades y Sostenibilidad de Canarias aprobó el *Plan de Gestión de la Zona Especial de Conservación ZEC ES7020129 Piña de Mar de Granadilla (Tenerife)* (BOC 2 de marzo 2014). En dicho documento no se menciona la vinculación del origen de esta zec como medida compensatorio del puerto de Granadilla; tampoco se hace referencia a las recomendaciones del OAG –que solo es citado de paso como informante de presencia de basuras en el área, y la zec se acepta sin más reflexión ni evaluación de su cuestionada aportación a la conservación. Es más, se propone la modificación de sus límites para reunir los tres núcleos ahora aislados e incorporar algunos ejemplares que crecen fuera de ellos, así como iniciar la tramitación para que sea reconocida en el Plan Insular de Ordenación de Tenerife. Huelga decir que todo ello nos sigue pareciendo un sinsentido.

En definitiva, la zec que nos ocupa cuenta con un *Plan de gestión* que corresponde ejecutar al Cabildo Insular de Tenerife, y la especie para la que se declaró, cuenta con un *Plan de recuperación* a cargo de la Dirección General de Conservación de la Naturaleza del Gobierno de

<sup>2</sup> GESPLAN (2011). Desarrollo del Plan de recuperación de la piñamar (*Atractylis preauxiana*). Seguimiento de las subpoblaciones, Diciembre 2010. S/C de Tenerife: Gobierno de Canarias, 57 pp.



Canarias. Empero, a juzgar por el estado de descuido y desatención que ha persistido también a lo largo de 2015 (vallado roto, basuras, circulación de personas, etc.), no parece que ni uno ni otro documento tengan mayor efecto que cumplir con los requerimientos que derivan de la condición de especie de interés comunitaria, que así está registrada *Atractylis preauxiana*, en los anexos de la Directiva Hábitats, aunque el estado de amenaza que se le atribuye en la normativa española no se soportaría tras un análisis técnico objetivo.



**Figura 18. Situación de la zec a finales de 2016. Presencia de basuras y vallas rotas (a-b). Los cerramientos interiores (c-d) se encuentran en mejor estados y algunos siguen siendo funcionales, impidiendo el acceso de los conejos a los pies de piñamar.**

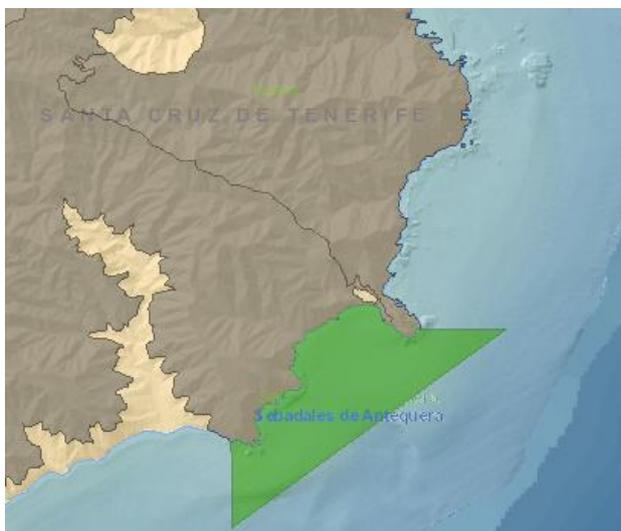
Desde 2014, el OAG desistió de hacer un seguimiento directo del grupito de plantas (recuento de ejemplares, estado vegetativo, etc.), pues además de que existen dos instituciones formalmente responsables de ello, el Gobierno de Canarias y el Cabildo Insular de Tenerife, le sigue pareciendo un dispendio inútil de tiempo, esfuerzos y dinero público. Una vez más volvemos a proponer que se inicie el expediente de revisión del estatus de *Atractylis preauxiana* y que se elimine la ZEC ES7020129 Piña de Mar de Granadilla por no contribuir a los fines de la Directiva Hábitat. Los errores, cuando se constatan, deben corregirse, pero esta recomendación del OAG parece haber caído en saco roto. La Viceconsejería ha expresado en el Patronato la intención de revisar la situación, pero dicha intención se repite en cada reunión, sin resultados.



### 2.4.3 B2 - Declaración de dos nuevos lics para el hábitat 1110.

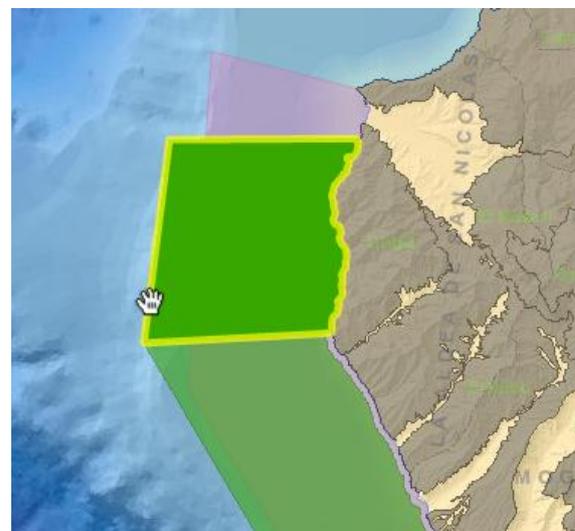
La Orden ARM/2416/2011, de 30 de agosto, por el que se declaran zonas especiales de conservación los lugares de importancia comunitaria marinos de la región biogeográfica macaronésica de la Red Natura 2000 y se aprueban sus correspondientes medidas de conservación, consolida la declaración previa en 2006 y 2009 de los lic Sebadales de Antequera, en Tenerife, y Sebadales de Güí-güí, en Gran Canaria, tanto por parte del Gobierno de Canarias, como del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.

TENERIFE



ES7020128 Sebadales de Antequera

GRAN CANARIA



ES7011005 Sebadales de Güí-Güí

Los planes de gestión para cada una de estas zec vienen especificados en la referida Orden ARM/2416/2011, aunque la entonces Consejería de Educación, Universidades y Sostenibilidad del Gobierno de Canarias, por su parte, también aprobó en 2011 medidas de conservación para las zec de Natura 2000 en Canarias (Orden 5765, de 18 de noviembre). Según el Artículo 4.3 de la Orden ARM/2416/2011 la Dirección General de Desarrollo Rural y Política Forestal es la responsable de la puesta en marcha de la gestión de estas áreas protegidas, en coordinación con las administraciones públicas competentes.

En 2013, las dos zec que nos ocupan quedaron integradas en la Red de Áreas Marinas Protegidas de España – RAMPE (BOE-A-2013-7602). El Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente es el responsable de elaborar el Plan Director de la RAMPE, que es el instrumento básico previsto para la coordinación en la gestión de los espacios marinos protegidos (aún pendiente).

De momento, no tenemos noticias de que estos planes haya tenido ulterior desarrollo, aunque dentro del contexto de la Estrategia Marina elaborada por el MAPAMA se contempla el cartografiado de los hábitats marinos de estas zec, a través de una encomienda al Instituto Español de Oceanografía, quizás para principios de 2017.



## 2.4.4 B3 - Seguimiento de la tortuga boba

El OAG sigue desarrollando el *Plan de seguimiento de la tortuga boba* e informa a través de la web en un apartado propio. La evaluación de los datos obtenidos en los tres últimos ejercicios se abordará conjuntamente para el periodo 2013-2018, y se colgará también en la web, al igual que se hizo con la evaluación del periodo previo 2008-2012 (ver resumen más adelante).

Las campañas de censo relativo correspondientes a 2015 se realizaron en julio (Tenerife), septiembre (Fuerteventura) y enero 2016 (Gran Canaria), con avistamientos de 23, ninguno y 8 ejemplares, respectivamente.

Las campañas de 2016 se realizaron en septiembre (Tenerife), noviembre (Gran Canaria) y diciembre (Fuerteventura), con avistamientos de 4, 2 y 3 tortugas, respectivamente. Empleando la jerga de los pescadores, este año no fue un “año de tortugas”, a diferencia de 2014.

En la Tabla 3 se listan todas las especies (aves, mamíferos, peces) avistadas durante las campañas de los tres últimos ejercicios.

**Tabla 3. Especies avistadas durante las últimas campañas de tortuga boba**  
T = Tenerife, C = Gran Canaria y F = Fuerteventura

Especie	Campaña 2014						Campaña 2015						Campaña 2016					
	Grupos			Ejemplares			Grupos			Ejemplares			Grupos			Ejemplares		
	T	C	F	T	C	F	T	C	F	T	C	F	T	C	F	T	C	F
Alcatraz atlántico		3			3			3			3				2			3
Cachalote			2			2												
Calderón gris			1			1		1			20							
Calderón tropical	16			-			2			>1			1			>1		
Charrán común	1		1	1		1												
Delfín común	1			1				1			10							
Delfín de diente rugoso		2	2		-	-												
Delfín listado															1			>
Delfín moteado	2	2	12	-	-	-	4		5	-	>5		3		1	>3		>
Delfín mular	9			-			1			>2			7	2		>8	28	
Gaviota reidora								1			1		3			7		
Págalo													1			1		
Paiño europeo			1			1	5			5			1			1		
Pardela pichoneta			1			1			2		2							
Rorcual indeterminado	2	1		2	1													
Rorcual tropical	1		9	1		9	2		2	-	2		1	1		2	2	
Tiburón indeterminado	3		2	5		2												
Tiburón martillo	1			1														
<b>Tortuga boba</b>				<b>63</b>	<b>2</b>	<b>6</b>				<b>23</b>	<b>0</b>	<b>8</b>				<b>4</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
Zifio de Blainville									1			3	1			3		
Zifio de Cuvier									3	4								
Zifio indeterminado	1		1	1		1												



## Situación general en el archipiélago

El OAG realizó la primera evaluación del estado de conservación de la tortuga boba en Canarias durante el periodo 2008-2012<sup>3</sup> y, además de publicarlo como un libro y difundirlo ampliamente, se incluyó un resumen de las conclusiones en el informe del PVA de 2013.

Solo recientemente –febrero de 2016– hemos tenido conocimiento de un informe<sup>4</sup> firmado por técnicos del Servicio de Biodiversidad del Gobierno de Canarias, fechado en abril de 2014, en el que se cuestionan las conclusiones la evaluación general hecha por el OAG, alegando fallos de metodología, insuficiencia de datos e interpretaciones exageradas o arbitrarias. Al margen de los errores de lectura evidenciados, profusión de generalidades y cuestiones anecdóticas, lo que sorprende en los planteamientos del Servicio de Biodiversidad es que, negando nuestras conclusiones por insuficiencia de datos, defiendan los postulados contrarios con igual o mayor contundencia sin análisis de datos que los apoyen (ver respuesta del OAG en Anexo 5.1). Debemos entender que los mitos –léase, que los sebadales son fundamentales para la conservación de la tortuga boba– son difíciles de desarticular y no nos queda más que reafirmar, dentro de las limitaciones y cautelas expresadas en nuestro documento, la validez de las conclusiones y recomendaciones a las que llegamos en su día y que aquí volvemos a repetir:

*«Del análisis de la información recopilada y de la obtenida por el OAG durante esta primera etapa del Plan de seguimiento de la tortuga boba en Canarias (2009-2012), derivan las siguientes conclusiones*

- 1. Existe una concentración de tortuga boba alrededor de las islas Canarias, cuyo ámbito se define por la perimetral a 300 km de las costas insulares, habiéndose empleado para su delimitación los desplazamientos de las propias tortugas, que pasan algo más de la mitad de su tiempo en él. Dicho sector canario abarca 583.176 km<sup>2</sup>, y es más extenso que la zona económica exclusiva (ZEE), aunque solo cubre el 85,7% de la misma (456.813 km) debido a la peculiar configuración de esta última.*
- 2. El contingente de tortugas presente en el sector canario es de origen mixto, con una mayoría procedentes de las colonias de cría americanas y una proporción variable de la de Cabo Verde ( $\approx$  7-12%). La práctica totalidad son tortugas juveniles, con tallas que van de 12,8 a 85,2 cm (longitud recta de caparazón), con una media en 36,5 cm y moda de 41 cm. Se estima que las tortugas llegan con un mínimo de un año de edad, y a partir de los 45 cm (aprox. 7,2 años de edad) comienzan a abandonar el sector de modo progresivo.*
- 3. Las tortugas deambulan por todo el sector canario, con un 10% de presencia a profundidades inferiores - 200 m, muy poca en aguas someras (-50 m) y posiblemente también en las zonas más frías. Su distribución no parece depender de lugares específicos, aunque demoran más en aquellas zonas donde las turbulencias de la corriente suelen generar giros, filamentos y afloramientos de aguas profundas ricas en nutrientes, sustentando más*

---

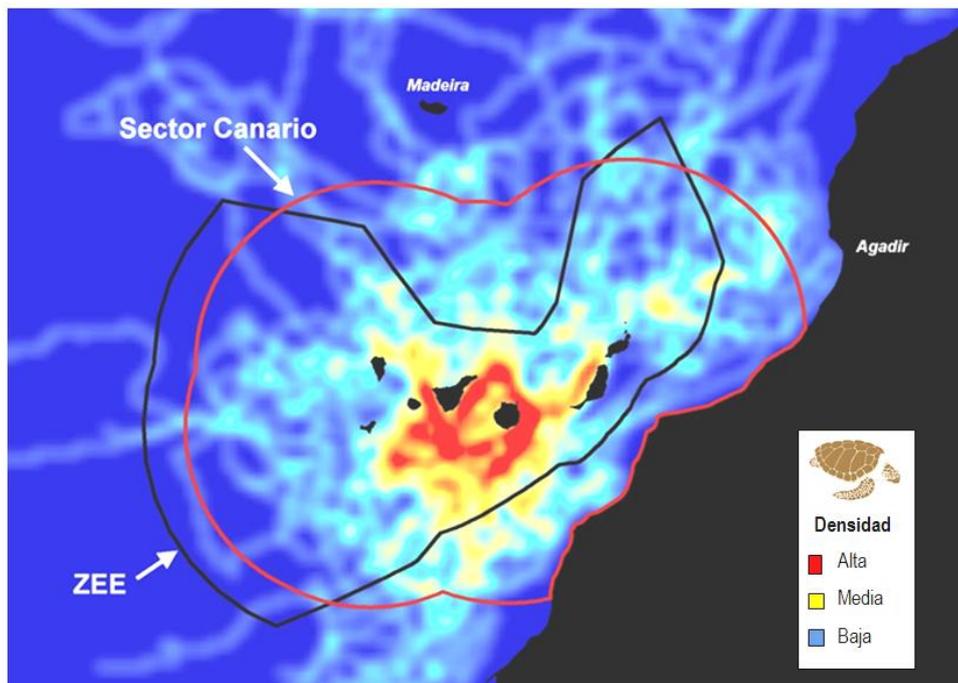
<sup>3</sup> Machado Carrillo, A. & Bermejo, J. A. (2013). Estado de conservación de la tortuga boba (*Caretta caretta*) en las islas Canarias, 2012. Santa Cruz de Tenerife: OAG - Observatorio Ambiental Granadilla. Pp. 154.

<sup>4</sup> Herrera Pérez, R. & Moro Abad, L. “Análisis del informe realizado por el Observatorio Ambiental de Granadilla (OAG\_PSTB 2013.1) sobre el estado de conservación de la tortuga boba (*Caretta caretta*) en las islas Canarias 2012”. Servicio de Biodiversidad del Gobierno de Canarias, 25-abril 2014, 12 páginas.



alimento, que es el principal reclamo para un animal oportunista. Estas zonas menos oligotróficas que el océano abierto pueden situarse alejadas de la costa, como es el caso al SW de las islas centrales, o extenderse a lo largo del veril.

4. En las plataformas insulares de la costa occidental de Fuerteventura y el SW y SE de Gran Canaria las circunstancias oceanográficas favorecen la producción y biomasa planctónicas. Algunas tortugas jóvenes patrullan repetidamente estas zonas neríticas durante meses o incluso años, mostrando un perfil de comportamiento estacionario. La costa occidental y el norte de Fuerteventura destacan como zona de especial preferencia para la tortuga boba.
5. En Canarias, la tortuga boba no vive ni manifiesta interés alguno por los seadales y su presencia en los mismos (0,096% del tiempo) se considera fortuita e irrelevante.
6. La presencia de las tortugas bobas en la red Natura 2000 marina de Canarias no llega al 2% de su tiempo. Salvo por algunas zec concretas (e.g., Cueva de Lobos, en Fuerteventura), estas áreas protegidas –incluida la zec Seadales del Sur de Tenerife–, apenas difieren como hábitat de cualquier otra porción marina de su entorno.



**Figura 19. Análisis Kernel de concentración de transectos de tortuga boba liberadas en Canarias (malla de 10 x 10 km, sin redundancias).**

7. La variación anual de la densidad relativa de tortugas muestra grandes fluctuaciones, como cabía esperar, y dado lo reducido de la serie comparable (trianual) no cabe extraer conclusiones sobre su tendencia. No obstante, se ha combinado toda la información disponible de densidades, telemetría y datos biométricos para obtener una idea –aunque sea muy grosera– de la situación: el contingente medio presente en el sector canario



rondaría las 34.000 tortugas bobas, con entradas anuales de 4.500 ejemplares de procedencia americana, y unas 500 de Cabo Verde.

8. Los principales factores adversos que afectan a las tortugas son los enmallamientos (53%), seguido de la ingestión de anzuelos (10%). La mortalidad anual se ha estimado en un 1,5 % del contingente total.
9. La evaluación del estado de conservación del contingente canario aplicando los criterios de la UICN para poblaciones visitantes en determinadas regiones (Sector Canario, en este caso), arroja una categoría de “**preocupación menor**” (LC).
10. La evaluación del estado de conservación del contingente canario aplicando los criterios desarrollados para especies de interés comunitario al amparo de la Directiva Hábitat, se condujo recurriendo para algunos parámetros al método de criterio de experto. La matriz de evaluación general resultante fue “**desfavorable-inadecuado**”.
11. La consolidación de la red de varamientos y recuperación de ejemplares dañados, las campañas de sensibilización ciudadana sobre la problemática de la especie y el proyecto de establecer una colonia reproductora en Canarias son medidas gubernamentales vinculadas a la Directiva Hábitat, cuya contribución a la conservación de la tortuga boba se ha valorado como alta.

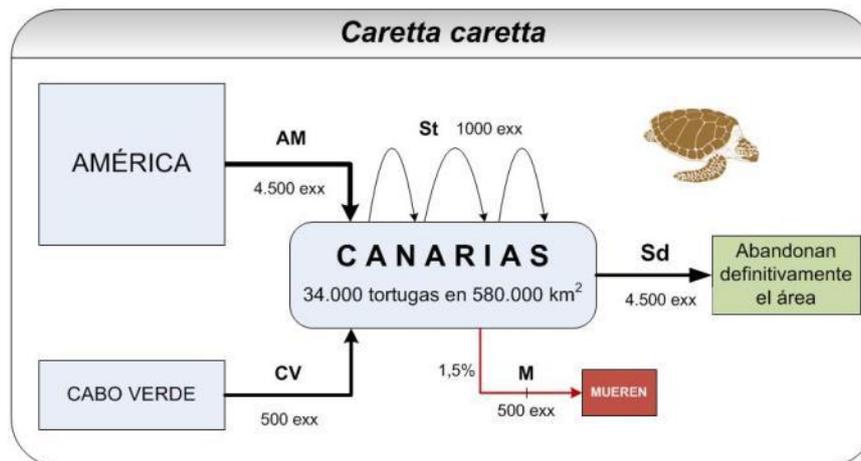


Figura 20. Modelo del sector canario de tortuga boba (periodo 2008-2012)

12. Se descarta que la construcción del nuevo puerto en Granadilla, en el litoral de Tenerife, pueda tener una repercusión negativa sobre la especie de interés comunitario *Caretta caretta*. La declaración de los lic de Antequera, en Tenerife, y de Güí-Güí, en Gran Canaria orientada, en parte, a compensar todo posible efecto del nuevo puerto sobre la tortuga boba, se considera, pues, una medida de conservación superflua e irrelevante en dicho contexto.

#### Recomendaciones

Las medidas de conservación de especies biológicas son muy variadas, acordes con la multiplicidad de casos que se plantean, y son, por lo común, costosas además de requerir buena dosis de esfuerzo y perseverancia humana para aplicarlas y obtener resultados. Por



estos motivos, es crucial acertar en los diagnósticos y centrarse en las medidas que realmente hacen falta.

La tortuga boba tiene problemas de conservación ciertos, pero no es verdad que viva o sea frecuente en los seadales, tal como se viene afirmando. En virtud de este mito se vierten mensajes equívocos para la ciudadanía (e.g., Figura 21) o se toman medidas que ahora se revelan como innecesarias, y cuyos recursos económicos tendrían mejor destino atendiendo problemas que son más relevantes. Instamos, por tanto, a los servicios competentes de las administraciones autonómica, central y comunitaria a revisar aquéllas medidas sustentadas en dicho mito, que eviten propagarlo más, y que actualicen la información en los expedientes y futuras publicaciones.

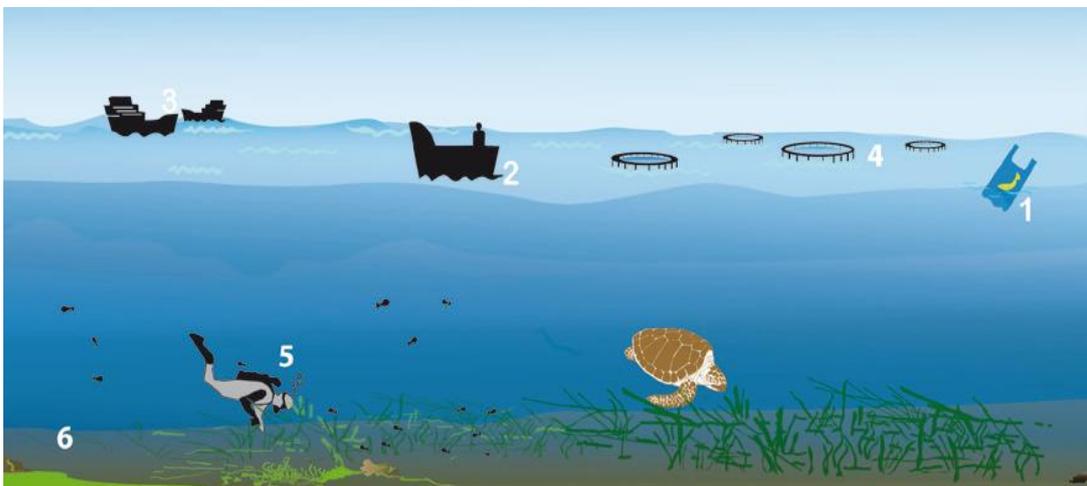


Figura 21. En la Guía de buenas prácticas en las zonas especiales de conservación de ámbito marino de Canarias (MAGRAMA, 2012) se inserta esta ilustración engañosa donde se ve un ejemplar alimentándose de seba. En el texto sobre vulnerabilidad se puede leer: “La degradación de los seadales también afecta a las tortugas, al tratarse de zonas de alimentación y descanso para ellas.”

A juicio del OAG, las medidas que aplicadas en Canarias pueden contribuir más a aliviar la situación general adversa de la especie en el Atlántico Norte son:

1. Controlar el abandono de restos de plástico de origen agrícola, sobre todo en zonas ventosas próximas a la costa o en los cauces de los barrancos.
2. Reforzar la red local de varamientos y tratamiento de ejemplares dañados, y mantener los programas de concienciación ciudadana, insistiendo en el grave perjuicio que a las tortugas carnívoras causan las basuras en la mar (plásticos, rafia, etc.).”
3. Propiciar en los palangres el uso de anzuelos circulares mayores de 51 mm y sin barba. De ser posible, monitorizar las capturas accidentales de tortugas en las pesquerías del atún, pez espada y otros, con presencia de observadores en los barcos palangreros<sup>5</sup>.»

<sup>5</sup> Esta recomendación ya fue presentada en un reporte de la Comisión de Especies Migratorias del Convenio de Bonn (Fretey, 2001).



#### 2.4.5 B4 - Restauración del lic ES7020049 Montaña Roja

Esta medida compensatoria fue verificada y evaluada –la parte ejecutada– por el OAG en 2009, ya que debía iniciarse antes del inicio de las obras. El estado de conservación era favorable y se estimó que la restauración de hábitat de “dunas costeras fijas con vegetación herbácea (código 2130)” fue parcialmente exitosa. La vegetación ha crecido sobre los amontonamientos retenedores, pero se ha producido escasa acumulación de arena (Figura 22). En las últimas inspecciones realizadas (nov. 2016, ene. 2017) no se han apreciado acumulaciones de basura relevantes ni señales de vandalismo que preocupen, a pesar de que esta reserva es bastante popular y recibe muchas visitas a lo largo de todo el año, con un incremento notorio en 2015 y 2016.



**Figura 22. Panorámica de la zona restaurada en la Reserva. Al fondo el poblado de El Médano.**

La vegetación persiste, dependiendo su evolución (acumulación de fitomasa) fundamentalmente de la pluviometría, que en 2013 fue excepcionalmente alta para un ecosistema árido: 225 litros/m<sup>2</sup> frente a 84 litros/m<sup>2</sup> en 2012 o los 72,4 litros/m<sup>2</sup> en 2014. En 2015 se repitieron valores similares (95 l/m<sup>2</sup>) y suficientes, con las lluvias concentradas en octubre, pero tampoco corrieron los barracos como fue el caso en 2013. La situación en 2016 se repite.

El Proyecto de restauración de la Reserva Natural Especial de Montaña Roja fue elaborado por el Cabildo Insular de Tenerife en 2002 y, a raíz del Dictamen de La Comisión, la Autoridad Portuaria lo asumió en 2006 como medida compensatoria por Granadilla. No obstante, en el proyecto reelaborado se dejaron fuera varias medidas (p.ej. infraestructuras de visitas) y otras se realizaron por debajo de su potencial. Quedó una segunda fase pendiente de conseguir los oportunos permisos y llegar a un acuerdo con la propiedad de los terrenos que, en aquella época no estaba por la labor. En 2015, la Autoridad Portuaria mantuvo reuniones de trabajo con el Cabildo Insular de Tenerife y los propietarios, pero sin llegar a soluciones operativas.



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. 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.



**Figura 23. Entrada de arena al sistema dunar a partir de la playa Leocadio Machado.**

En relación la fase II quizás no huelgue repetir las recomendaciones vertidas en el informe del OAG de 2009:

- Ampliar la zona de actuación para nuevos amontonamientos retenedores de arena en el Llano de Rojas (pista del aeropuerto viejo), en el entorno de El Tapado (foco principal de erosión eólica) y el área aledaña al Bocinegro. El Llano de Rojas es una zona potencial de cría del chorlito patinegro (*Charadrius alexandrinus*), cuya nidificación está documentada. El personal de la Reserva debería poner en práctica un sencillo programa de avistamiento y seguimiento de la especie durante las épocas de mayor sensibilidad.
- Abordar los trabajos de forma progresiva y desde el interior (más erosionado) hacia la periferia, donde se incrementa la cobertura vegetal, y dar forma semilunar o semejante a los amontonamientos, siguiendo el patrón sedimentario y orientación observado en el entorno (*ripples*). La altura y el grosor dunar deberían ser mayores, ya que -según se ha podido apreciar- la dinámica eólica dominante tiende a reducir el porte inicial a corto plazo.



- Las abundantes plántulas surgidas tras las lluvias apuntan a que el banco de semillas local funciona, y que son más bien las condiciones edáficas el factor limitante. No parece pues necesario realizar aportes adicionales de semillas.
- Para favorecer la estabilización de las dunas germinales es importante conseguir que la arena se deposite tras obstáculos, que pueden ser tanto plantas como montículos artificiales, pero más abruptos que los realizados en la fase I. Tal vez se podría ensayar con palés de madera enterrados de modo que asomen 30-40 centímetros.



**Figura 24.** Paseo para visitantes al borde del área restaurada.



**Figura 25.** La señalización y paneles informativos de la reserva se mantienen en buen estado (nov. 2016)



**Figura 26.** Grafitis en la caseta del aeródromo (Nov. 2016)



## 2.5 Trasplante de sebas

Una de las condiciones establecidas en la DIA del Proyecto del puerto de Granadilla se centra en la protección de los sebadales. 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 sebadal que pudiera resultar afectada, de acuerdo con las conclusiones del programa de vigilancia ambiental. A tal fin, la Autoridad Portuaria de Santa Cruz de Tenerife tendrá que elaborar un «Proyecto piloto de rehabilitación de sebadales», [...] 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. 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 esta especie, que es oportunista (los clones viven entre 0,2 a 10 años) y no tan longeva como *Possidonia*, ni tan efímera como *Halophila*. Asimismo, el OAG propuso ensayar la siembra con semillas en sebadales 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.

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 sebadales 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 la Bahía de Gando, junto 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.

La experiencia positiva de estos ensayos ha sido recogida por F. Tuya y colaboradores en un artículo reciente (2017); *Artificial seagrass leaves: a ‘shield’ to increase the survivorship of seagrass seedlings transplants*”. Publicado en *Aquatic Botany* 136: 31–34.



## 3 EL SEGUIMIENTO AMBIENTAL

### 3.1 El Plan de vigilancia ambiental

El proyecto del Puerto de Granadilla cuenta con un plan de vigilancia ambiental (PVA) elaborado por la Autoridad Portuaria de S/C de Tenerife. En su última versión de 2007, incorpora las recomendaciones del Estudio de Impacto Ambiental y otros términos surgidos a lo largo de la tramitación del Proyecto (p.ej. vigilancia de las medidas compensatorias pactadas con la Comisión Europea). También replantea algunos parámetros y puntos de muestreo a la luz de los resultados obtenidos por la propia Autoridad Portuaria durante su desarrollo en la fase previa a las obras.

El OAG asumió la ejecución del PVA a partir de la fase de obras, que se inició en julio de 2010. En sus respectivos informes anuales (2010 – 2014), y tal como prevé el propio plan, se introdujeron cambios, añadidos y supresiones para adaptarlo mejor a su finalidad y hacerlo más operativo y eficiente. Estos ajustes y modificaciones requieren la aprobación de la Autoridad Portuaria como responsable sustantivo de la vigilancia, y se seguirán produciendo a medida que se vaya acumulando experiencia o surjan aspectos imprevistos.

Las oficinas centrales del OAG están ubicadas en el Edificio Puerto-Ciudad, en Santa Cruz de Tenerife, y para desarrollar eficientemente el plan de vigilancia ambiental cuenta con un laboratorio auxiliar y depósito de materiales en el dique del muelle sur santacruzero, y con varias instalaciones y equipo en el entorno de las obras del puerto de Granadilla:

- Una estación ecológica que comprende un laboratorio básico, equipo de buceo, trampas, instrumental científico, taller, etc. y que funciona como centro de operaciones.
- El *Avatar*, una embarcación construida y equipada ex-profeso para facilitar las tareas de vigilancia y seguimiento en la mar. Tiene 8,45 m de eslora y 3 m de manga,
- Un globo cautivo de 8 m de longitud, equipado con cámara.
- Diez boyas de deriva Minidrifter (MDm) para el estudio de corrientes superficiales.
- Una boya oceanográfica-meteorológica con equipo automatizado que transmite de modo continuo información sobre las condiciones físico-químicas de las aguas, así como del clima marítimo. Se fondeó en octubre de 2010 frente a la costa de Granadilla y aguas arriba de la zec Seadales del Sur de Granadilla.
- Tres captadores de partículas de bajo volumen para monitorizar la calidad del aire. Se encuentran emplazados al norte, dentro y al sur de la zona de obras, siguiendo la dirección del viento dominante.
- Una estación meteorológica terrestre ubicada junto a la estación del OAG en Granadilla.

El OAG adquiere cada año imágenes del satélite WorldView 2 ó 3 que le permiten hacer un seguimiento detallado de los avances de las obras, de parámetros oceanográficos como la turbidez o la concentración de clorofila, estudiar las corrientes, analizar modificaciones en la línea costera y elaborar mapas de los hábitats de los fondos someros. Las 6 imágenes adquiridas abarcan desde la desembocadura del barranco del Río hasta la punta de La Rasca.

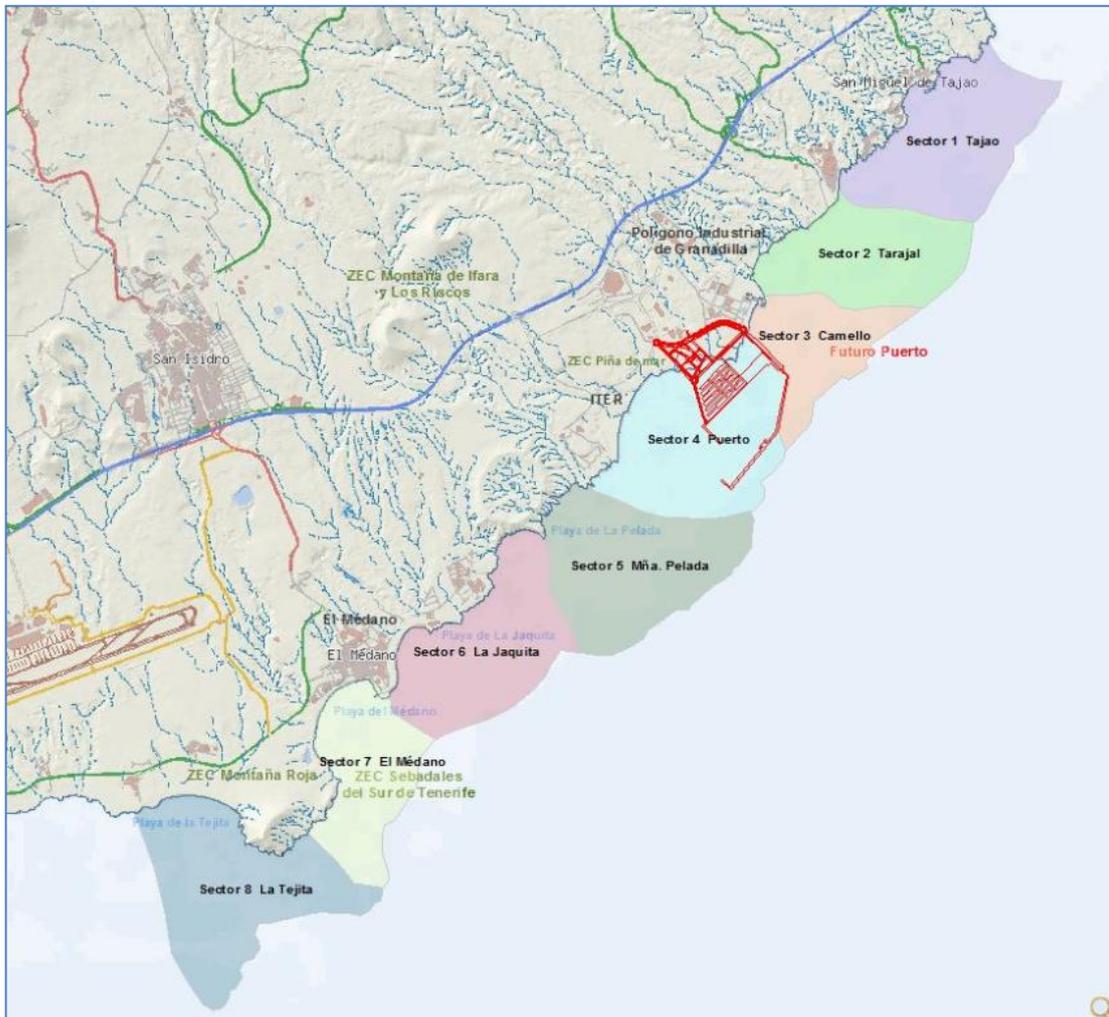


Figura 27. Sectorización ambiental del ámbito marino del puerto de Granadilla objeto de vigilancia.

Una modificación relevante introducida por el OAG en el PVA original fue el delimitar la celda ecológica de Granadilla o ámbito de influencia del puerto, dividiendo luego este tramo de costa en sectores ambientales diferenciados básicamente por la configuración de los fondos, exposición a las corrientes, e insumos materiales desde el medio terrestre (ver Figura 27).

Otra modificación fundamental consistió en adoptar un mecanismo de reporte –originalmente planteado en papel– empleando las nuevas tecnologías, concretamente Internet. El OAG informa abiertamente y sobre la marcha de los resultados de la vigilancia ambiental de Granadilla a través de su página web. En papel solo se elabora un informe general anual con un CD donde se incluyen todas las tablas y resultados analíticos obtenidos. Ambos se entregan a la Autoridad Portuaria y al Gobierno de Canarias, sin perjuicio de que los datos queden también registrados en el *Repositorio de datos marinos integrados de Canarias* ([www.redmic.es](http://www.redmic.es)).

Este año de 2016 termina la vigilancia en fase de obras. Para la fase operativa (2017-2021) se reelaborará un nuevo plan de vigilancia a partir del original de 2005, de la experiencia acumulada y de la información obtenida durante los últimos cinco años.



## 3.2 Vigilancia de las obras

Según contempla el PVA, la ejecución de las obras conlleva una verificación y control de su adecuación ambiental. Algunos de estos controles solo tienen sentido en fase avanzada de explotación o próxima a la finalización de las obras, como es el caso de las medidas de mitigación lumínica, integración paisajística, o la restauración de la propia zona de obras una vez concluidas éstas. Se exponen aquí solo los resultados de la vigilancia de aquellos aspectos que se están ejecutando en la actualidad.

### 3.2.1 Materiales de acopio externos

La DIA establece que los materiales de préstamo necesarios para la construcción de las infraestructuras portuarias, así como para el relleno de explanadas –exceptuando los materiales procedentes de las operaciones de dragado, 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.

El material requerido para el conjunto de las obras del puerto ronda los 11,5 millones de metros cúbicos (de ellos medio millón proviene de dragados), considerablemente menos que los 26 millones iniciales, lo cual es lógico tras la reducción de las dimensiones del proyecto a menos de su mitad. Esta necesidad de materiales de préstamo se ha ido perfilando en la redacción de los modificados del proyecto de obras de abrigo (Puertos de Tenerife, 2011) y del contradique (Puertos de Tenerife, 2012), si bien los nombres de las diferentes partidas no son equiparables con los previamente empleados.

Los volúmenes resultantes aproximados según los datos obtenidos<sup>6</sup> y expuestos en el informe de vigilancia de 2012, se mantienen iguales y son los siguientes:

Obras de abrigo	6.200.000 m <sup>3</sup>
Contradique	800.000 m <sup>3</sup>
Muelle de ribera y explanada	4.500.000 m <sup>3</sup>
<hr/> Total	<hr/> 11.500.000 m <sup>3</sup>

La fuente principal de material de préstamo planteada en el Proyecto de 2005 devino inviable al descartarse la iniciativa de ampliación del aeropuerto Reina Sofía. No obstante, en la DIA se concreta que según el estudio geológico-geotécnico para el movimiento de tierras que se incluye en el proyecto inicial (SENER, 1998), el área ocupada por el Polígono Industrial de Granadilla ofrece los volúmenes y calidad adecuada para la extracción de los materiales de relleno y escolleras necesarios para la construcción del nuevo puerto. Esta opción solo devino practicable en 2015, tras haberse culminado el largo proceso de autorización del proyecto básico de urbanización de su sector SP1.01, que incluyó una evaluación ambiental específica. Ver zona de extracción en la Figura 28.

---

<sup>6</sup> Para la transformación de volumen (metros cúbicos) a peso (toneladas) se ha usado la ratio media de 1,8, que emplea Puertos del Estado.



**Figura 28.** Ubicación del sector SP1-01 del polígono industrial de Granadilla, fuente de materiales para el puerto (las zonas en color naranja quedan excluidas de los desmontes)

A falta de una fuente principal y suficiente, las obras han recibido materiales de un sinfín de fuentes menores y el OAG ha venido comprobando, a lo largo de los años anteriores, que provenían de movimientos de tierra o canteras autorizados. La picaresca generada alrededor de esta demanda incontrolada provocó situaciones de ilegalidad y un impacto ambiental negativo y disperso, a todas luces reclamando un control adecuado.

En el informe del OAG Inf\_2012.5 *Materiales de préstamo empleados en el puerto de Granadilla*, y en los sucesivos informes anuales se ha venido reportando caso por caso. Las verificaciones se realizaban cada dos meses, y la oportuna evaluación se mostraba en la página web del OAG. Este mecanismo ha servido para que los propietarios enmendasen la situación, la Autoridad Portuaria dejase de aceptar materiales de estas fuentes, o para que las autoridades competentes actuasen en caso se apreciar infracciones, como así ha ocurrido en varios casos.

En julio de 2015, comenzaron a llegar los materiales procedentes de la excavación del Polígono de Granadilla y la Autoridad Portuaria canceló los aportes de las demás fuentes, por lo que durante 2016 no ha habido ningún punto de préstamo de materiales externos distinto al Polígono.

Es por ello, que en los anexos no se incluyen las fichas sobre las fuentes de materiales, como se venía haciendo en los informes previos.



**Figura 29.** Zona de extracciones en el polígono industrial de Granadilla vista desde el WNW.

Los aportes se centraron en el material extraído del Polígono Industrial de Granadilla, con un total de 5.848.949 Tm o 3.249.418 m<sup>3</sup> según el desglose que sigue:

**Tabla 4.** El material aportado por el Polígono Industrial de Granadilla en 2015 y 2016

Tipo de material por origen	2015		2016	
	m <sup>3</sup>	Tm	m <sup>3</sup>	Tm
Desbroce	261.043	469.877	27.038	48.668
Rascado	499.253	898.655	501.301	902.342
Picado (para escollera)	53.599	96.478	134.677	242.418
Voladura	736.432	1.325.578	1.008.644	1.815.559
Voladura sobre excavación	9.270	16.685	0	0
Pistas	18.161	32.689	0	0
<b>Total</b>	<b>1.577.758</b>	<b>2.839.962</b>	<b>1.671.660</b>	<b>3.008.987</b>

Esta fuente, que es colindante con la zona de obras del puerto, está autorizada y cuenta con su expediente ambiental favorable (que demoró bastante). Es la propia Autoridad Portuaria la que ha acometido el proyecto de adecuación de este sector del Polígono por su interés en los materiales sobrantes. Nada que objetar.



### 3.2.2 Calidad del material vertido al mar

El impacto ambiental de la turbidez que la obra genera en las aguas circundantes está directamente relacionado con la calidad de los materiales y el modo en que se construyen las obras de abrigo y el relleno de las explanadas, además de por las condiciones del clima marítimo que influyen en su dispersión. Los materiales empleados pueden cumplir con la normativa constructiva, pero aún así generar turbidez considerable. Es aquí donde se ha procurado reducir el impacto ecológico siendo más exigente con la calidad de los materiales, o adoptando modos operativos menos impactantes (lavado de material, rellenos una vez cerrado el recinto, etc.).

Tabla 5. Materiales vertidos en el dique vertical (periodo 2013 - 2016)

Tipo de material	2011-2013	2011-2014	2015	2016
Enrase grava 70/100 hasta la -20	-	3.389,85	29.267,64	33.483,46
Relleno de arena en cajones (2014) y pedraplén (2015-6)	-	17.398,84	218.649,81	245.553,35
Todo-uno en núcleo de banquetas apoyo cajones.vertido.	311.673,93	679.381,26	1.903.337,66	96.672,29
Escollera de 25 a 75 Kg. vertida con medios marítimos	1.981,08	23.132,18	23.243,27	94.025,37
Escollera de > 75 Kg. vertida con medios marítimos	2.252,35	17.232,78	91.431,31	246.113,11
Total	<b>315.907,36</b>	<b>740.534,91</b>	<b>1.455.929,69</b>	<b>689.060,82</b>

El principal problema es la presencia de material muy fino mezclado con el grueso, y que luego genera la turbidez. Su cantidad no es fácil de reducir, máxime teniendo en cuenta que en muchos casos el porcentaje presente cumple con la normativa. En Tabla 5 además de los datos de 2016, se incluyen los de los años previos (corregidos los de 2014).



Figura 30. Control visual de la calidad del material sobre el gánguil (25 enero 2016) y verificación de que se produce el lavado con aspersores.



En la semana 45 de 2016 (7 al 13 de noviembre) cesaron los vertidos. Hasta esa fecha el OAG ha ejercido una vigilancia continua y la Autoridad Portuaria controla la adecuación de los materiales, pero no se ha rechazado ningún camión en este año dada la buena calidad de los materiales. Los últimos vertidos con gánguil se realizaron en la semana 31 (1 al 7 de agosto), y de ésta a la 45 se utilizó una retroexcavadora para depositar los materiales. El material de escollera era acopiado en la base del cargadero y se llenaba el gánguil con retroexcavadora, no vertiendo desde camiones o *dumpers* (Figura 31). Luego, una vez sobre la ubicación idónea para el vertido puntual, también se usaba la retroexcavadora para verter el material.



Figura 31. Colocación del material mediante retroexcavadora en tierra y en el mar (agosto 2016).

Las fotos sirven para ponderar la calidad “ambiental” del material, al margen de los análisis granulométricos prescritos que realiza la Autoridad Portuaria. En la página web del OAG se ofrecen los resultados de la evaluación, que es simple: material inadecuado, mejorable o adecuado, a fin de que sirvan de guía para los responsables de su control.

Tabla 6. Calificación semanal del material vertido durante 2016

<b>Semana</b>	51	52	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Inadecuado											X		X	X	X						
Mejorable	X		X	X	X	X	X	X	X	X		X				X	X	X	X	X	X
Adecuado																					
<b>Semana</b>	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
Inadecuado																					
Mejorable	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X											
Adecuado																					

De manera regular, el OAG toma fotos de una muestra de los camiones, material que transportan y momento de la descarga, tanto en las obras del dique exterior como en los diversos rellenos que se están produciendo en esta fase de obra.



También se anotan en la web las principales circunstancias observadas. Por ejemplo:

- Semana 45 (2016): los vertidos han cesado por completo.
- Semanas 31 a 44 (2016): no están habiendo vertidos, solamente se está enrasando en zonas concretas mediante gánguil y retroexcavadora embarcada.
- Semanas 31 y 32 (2016): con la mejora de las condiciones del mar se reanudan los vertidos en la zona de la obra de abrigo.
- Semana 30 (2016): las malas condiciones del mar han impedido los vertidos.
- Semana 25 a 29 (2016): se continúa vertiendo en la obra de abrigo.
- Semana 14 a 24 (2016): la calidad de los materiales, en lo que se refiere a proporción de finos, ha mejorado. Se continúa usando el nuevo cargadero. Se insiste en los riegos.
- Semanas 12 y 13 (2016): exceptuando los materiales basálticos adecuados que vierte el gánguil Sato Galicia, los materiales tienen una proporción de finos muy alta.
- Semana 9 (2016): no se está regando convenientemente en el cargadero del gánguil.
- Semanas 1 a 8 (2016): se continúa vertiendo en la obra de abrigo.

### 3.2.3 Medidas correctoras de la turbidez

Para reducir la turbidez del agua, el PVA de Granadilla plantea las tres medidas correctoras que se relacionan, con los oportunos comentarios:

1. *Durante el vertido del material que conformará la banquetta que servirá de base a los cajones flotantes, se instalarán barreras flotantes de decantación cuya disposición en la obra será establecida por la Dirección de la misma.*

La inutilidad de las barreras anticontaminación para contener la turbidez quedó demostrada tras los primeros ensayos al comienzo de las obras. La alternativa aplicada ha consistido en escoger buen material y en lavarlo mientras se carga en los gánguiles. Los sedimentos que percolan quedan concentrados alrededor de la zona de carga, reduciendo su deposición y presencia constante en zonas más alejadas, y de paso mitigando también la generación de polvo durante la descarga de los camiones. Ello no impide que los temporales fuertes resuspendan los sedimentos y entren en la dinámica general de las aguas, aunque el impacto es más puntual en el tiempo y se dispersa hacia zonas más alejadas de la costa. El seguimiento del OAG se centra en comprobar la observancia de esta medida, sin que en 2016 se haya apreciado ninguna irregularidad relevante.

2. *Antes de comenzar los rellenos se realizará un cerramiento perimetral previo de pedraplén. La ataguía de pedraplén se elevará hasta la cota de +5. Para su construcción se utilizará material de tamaño comprendido entre 1-20 kg (pedraplén). Una vez construido el cerramiento perimetral, se procederá al vertido de material hasta completar todo el volumen de la cubeta.*

En 2012 se cerraron con corrección dos recintos que acabarán por formar parte de de la futura explanada del puerto (ver Figura 3): uno al comienzo del contradique y otro con un dique paralelo al dique norte. Durante 2016 se pretendía abordar el cierre de esta amplia “piscina” pero la presencia de *Cymodocea nodosa* –recién incluida en el Catálogo Nacional de Especies Amenazadas– requiere, en principio, de autorización especial para trabajar allí.



**Figura 32. Lavado de materiales sobre el gánguil en el momento de su descarga (Febrero 2016).**

3. *En ningún caso se permitirá la utilización como material de relleno del muelle de ribera, residuos tales como chatarras, ruedas, bidones, restos vegetales, etc.*

El OAG no ha registrado ninguna contravención de esta norma.

### **3.2.4 Dragados**

La destrucción del sebadal local ocasionada durante los dragados es una de las consecuencias negativas asumidas de la construcción del nuevo puerto de Granadilla. El dragado de los fondos ocupados por el contradique se inició en marzo de 2012 y se prolongó durante 2013. El dragado genera turbidez local y el desenraizamiento de las sebas que allí crecen. Sus restos pueden quedar flotando a la deriva, alcanzar las playas y acumularse formando los conocidos arribazones. Durante 2013 no se observaron acumulaciones relevantes más allá de algunas plantas flotando, asociadas a episodios de temporales.

Los dragados vinculados a la preparación de la banquetta del muelle de ribera son importantes, arrancaron en 2014 y han continuado en 2015 y 2016, aunque sus efectos se limitan bastante al producirse en el recinto del futuro puerto.

Tras incluirse en agosto de 2016 la seba (*Cymodocea nodosa*) en el Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial, el OAG procedió a hacer una inspección de los fondos del recinto portuario, comprobándose que ha desaparecido en las zonas dragadas, y que quedan algunos pies aparentemente re-depositados, además de algunas plantas sueltas en zonas destinadas a relleno. En general, la presencia de una capa muy gruesa de fangos ha cambiado las condiciones de habitabilidad por completo (alta presencia de erizo irregular y gusanos de fuego). Los dragados se detuvieron a la espera de obtener del MAPAMA la debida autorización, si es aplicación al caso, ya que el recinto portuario bien podría no considerarse ya un hábitat natural. Dicha autorización se recibió a comienzos de 2017.



### 3.2.5 Mitigación de polvo y ruidos

Para mitigar el polvo en suspensión generado por las obras, el PVA plantea el riego de las superficies por las cuales se desplaza la maquinaria y en las zonas en las cuales se acopian los materiales. Asimismo, los camiones deberán circular con lona protectora para evitar la generación de polvo por rozamiento con el aire. En relación con el ruido, la obra deberá procurar que no exista maquinaria funcionando innecesariamente, ni que sus motores o silenciosos presenten defectos que provoquen más ruido del necesario. La verificación de estas medidas de mitigación se realiza con frecuencia quincenal, y su evaluación se expresa sintéticamente como B = bien, R = regular y M = mal.

**Tabla 7. Evaluación quincenal de los riegos anti-polvo y presencia de ruido extra**

Año 2016	ENE		FEB		MAR		ABR		MAY		JUN		JUL		AGO		SEP		OCT		NOV		DIC	
Riego de pistas	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
Refuerzo riego	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	B	B	B	B	B	B	B	B
Ruido extra	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B

A lo largo de 2016 no se han producido incidencias destacables en relación con el ruido, y en lo que respecta a los riegos anti-polvo, la situación ha sido parecida a la de otros años. Las pistas han sido regadas frecuentemente y este hecho, unido al paso de camiones de gran tonelaje (*dumpers*) ha hecho que las vías queden totalmente compactadas por lo que ya no generan tanto polvo aunque haya mucho viento. Los problemas de polvo los generó la planta de clasificación de escollera (Figura 33) entre las semanas 15 a 36. A partir de la semana 37 deja de usarse y cesan las polvaredas. En la semana 43 es desmantelada.



**Figura 33. Planta de clasificación de escollera (Abril 2016).**



### 3.2.6 Vertidos accidentales en la zona de obras

Dentro del recinto de las obras, los cambios de aceite de la maquinaria deben realizarse en un lugar acondicionado. Si es el caso, un gestor autorizado deberá retirar los aceites usados en recipientes estancos. La ute (unión temporal de empresas) que se ocupa de las obras del dique exterior viene haciendo los cambios de aceite de su parque móvil fuera del recinto de obras.

**Tabla 8. Evaluación mensual los vertidos accidentales en la zona de obras durante el año 2016**

B = bien, R = regular, M = mal, 0 - no procede

Vertidos 2016	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Severos												
Menores												
Ninguno	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Aceites	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Cambios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Retirada	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Durante 2016 no se han registrado vertidos accidentales en la zona de obras ni periferia inmediata. Las pequeñas manchitas o gotas de aceite que eventualmente se producen donde aparcan los vehículos se consideran irrelevantes.

### 3.2.7 Estado de la valla perimetral, señalización y suelo exterior

El correcto estado de la valla perimetral y de la señalización de las obras no sólo es un requisito de la normativa de seguridad en este tipo de obras, sino que impide o dificulta la entrada no deseada de personas o animales a su recinto. El OAG revisa su estado dos veces al mes además de hacer un seguimiento de lo que ocurre en el suelo exterior contiguo a las obras, por si alguna actividad en dicho entorno pudiera tener repercusiones ambientales negativas sobre la zona. En la tabla adjunta colgada en la web del OAG se indica el número de incidencias relevantes detectadas, que, eventualmente, son comentadas al pie.

**Tabla 9. Evaluación del estado del vallado, señalización y suelo externo durante 2015 - 2016**

2016	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Vallado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Señalización	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zona externa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2015	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Vallado	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Señalización	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Zon. Externa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Las únicas anotaciones hechas en 2015 refieren a una rotura de la valla exterior (semana 10) y a señales caídas o rotas en dos puntos. La ute reparó estos desperfectos y sustituyó las señales tan pronto como se les comunicó su mal estado.

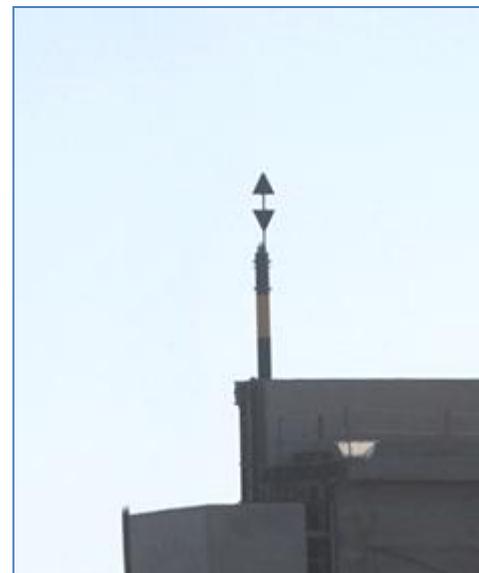
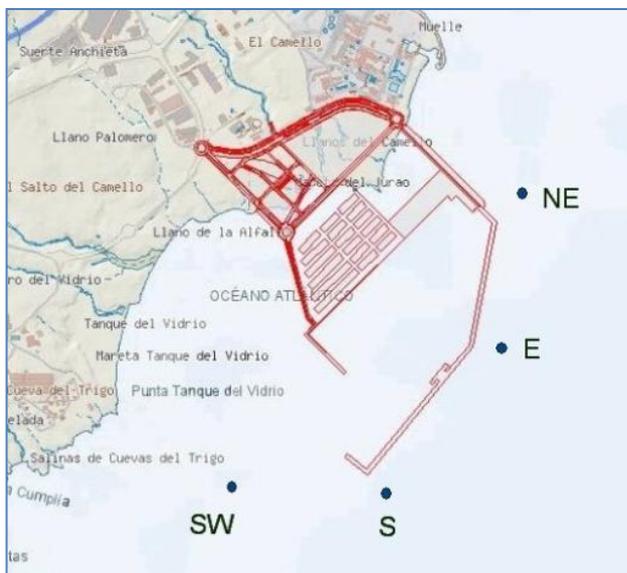


### 3.2.8 Estado del balizamiento de la zona de obras en el mar

El límite de las obras marítimas se señala con cuatro balizas de seguridad homologadas. El OAG hace un seguimiento semanal del buen estado y funcionamiento de estas balizas.

**Tabla 10. Verificación del estado de las balizas en 2016**

<b>Semana</b>	51	52	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Ausente	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Deteriorado																					
Correcto	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
<b>Semana</b>	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
Ausente	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
Deteriorado																					
Correcto	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4
<b>Semana</b>	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	01	02	03	04	05	06	07	08
Ausente	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1								
Deteriorado																					
Correcto	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3								



**Figura 34. Ubicación de las balizas que delimitan la zona de obras. Derecha. Marca en el espaldón NE.**

El domingo 8 de mayo el OAG advierte a la Autoridad Portuaria que la boya cardinal sur 30IX11a tiene suelta y cae la luz de posición; se repara al día siguiente. El 12 de julio se desprende de su fondeo la boya cardinal sur 30IX11b; es rescatada antes de alcanzar la orilla y se la remolca hasta el puerto para su reparación. En agosto vuelve a colocarse en su lugar.

En diciembre se sustituye la boya cardinal NE por su correspondiente marca en el espaldón.



### 3.3 Calidad atmosférica

#### 3.3.1 Condiciones meteorológicas locales

Las condiciones meteorológicas son objeto de seguimiento para conocer las circunstancias ambientales, su evolución natural y, sobre todo, las variaciones fenológicas que pudieran afectar no solo a los otros parámetros objeto de seguimiento, sino a la propia operatividad del puerto o al desarrollo de situaciones especiales de emergencia (derrames, etc.).

El OAG cuenta con una estación meteorológica instalada en la boya oceanográfica, a 420 m de la costa, frente a la parcela del ITER al pie de Montaña Pelada, y otra en tierra ubicada en su estación ecológica en el recinto de las obras del puerto. En 2016, el sensor de humedad relativa dio problemas entre el 21 de julio y el 31 de diciembre, aunque los datos fuera de rango se eliminaron durante el proceso de control de calidad. La boya oceanográfica también dio problemas entre el 31 de enero y el 20 de abril de 2016 y entre el 5 y el 31 de diciembre de 2016.

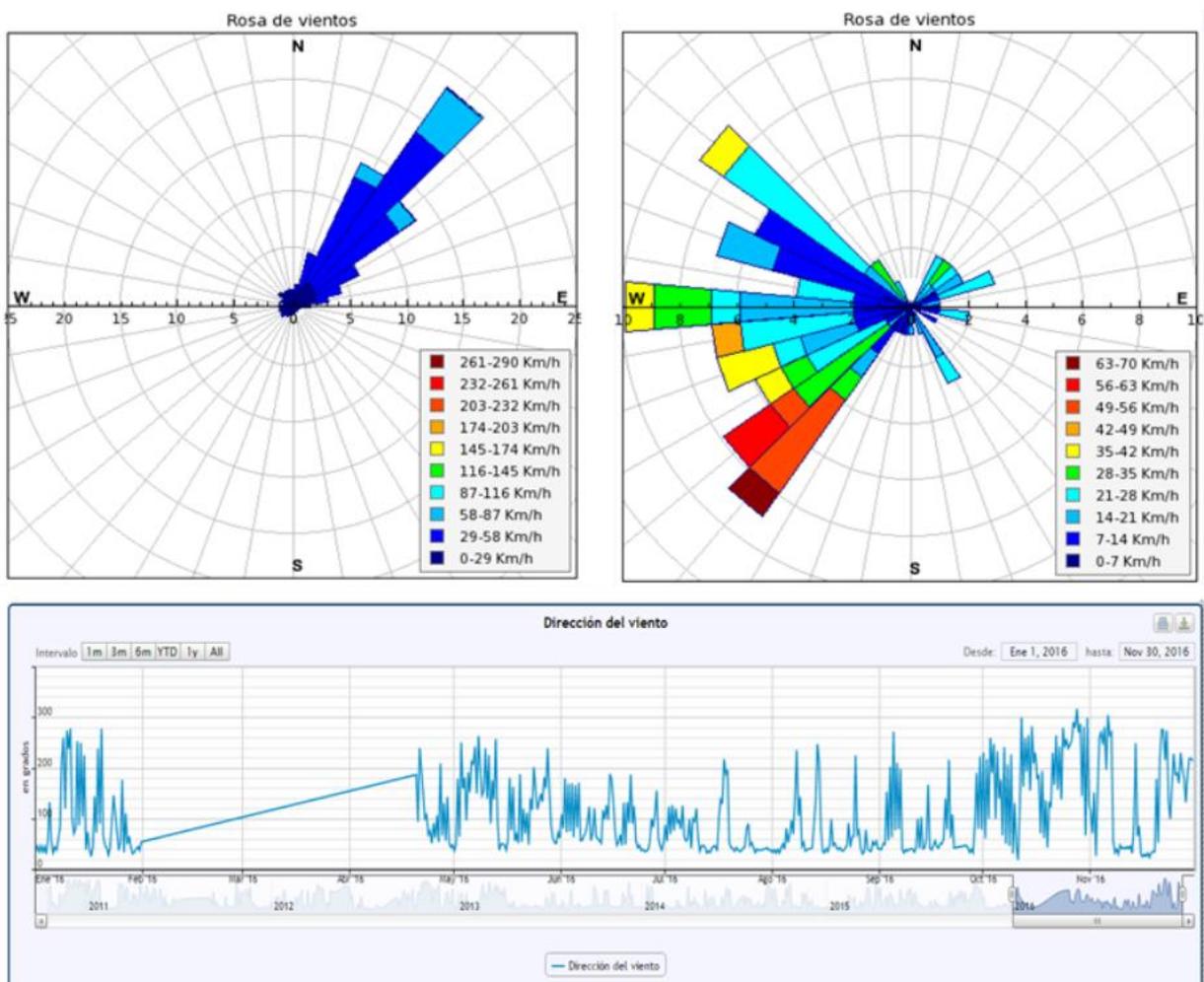


Figura 35. Rosa de vientos: Izda, segundo semestre de 2016 mostrando el patrón regular de los vientos alisios. Dcha, día de temporal el 24 de octubre de 2016. Abajo: variación de la dirección del viento a lo largo del año 2016 (Estación de la boya)



**Figura 36. Registro anual de las condiciones atmosféricas (velocidad del viento, temperatura y humedad relativa) en la estación de la boya de Granadilla (2016)**



Figura 37. Velocidad del viento, pluviometría y humedad relativa en la estación del OAG en tierra (2016).



La información meteorológica se ofrece en la página web del OAG mediante un sistema de doble gráfica que permite elegir la estación y el parámetro de interés, modificando a voluntad el periodo de análisis. Este sistema facilita la comparación entre estaciones o parámetros.

Dada la importancia del viento tanto ecológicamente como a efectos de navegación, y contando ya con series de tres años en la estación de tierra y en la boya, el OAG realizó en 2015 un estudio pormenorizado de su comportamiento durante tres años, que se puede descargar de la página web bajo el título: *Análisis del viento en el puerto de Granadilla (Tenerife) 2012-2014*. Al finalizar 2016, el OAG ha repetido el análisis utilizando en este caso los datos de los años 2015 y 2016, a fin de comprobar si se han producido cambios importantes en los valores de la velocidad o de la dirección.

Durante 2015-2016 se aprecian los mismos patrones detectados en el trienio anteriores. La velocidad del viento en tierra sigue siendo menor que en el mar, no llegando a superar en ningún caso los 50 km/h (máximo de 48.81 km/h). En el mar, la velocidad del viento es más fuerte en unos 20 km/h y se superan los 50 km/h en varias ocasiones, pero quedando por debajo del 25% del tiempo analizado (21% en 2016).

En 2016, los vientos fuertes se concentraron en los meses de verano.

**Tabla 11. Precipitaciones diarias en el año 2016  
(litros por metro cuadrado)**

2016	Granadilla OAG	2016	Granadilla OAG
19 Feb.	0,2	6 Nov.	4,6
20 Feb.	3,6	8 Nov.	0,2
21 Feb.	0,6	15 Dic.	0,4
31 Mar.	3	23 Dic.	4,2
19 Abr.	0,6	25 Dic.	4,4
10 May.	0,2		
13 May.	18,8		
26 May.	0,4		
27 May.	1		
25 Oct.	0,4		
26 Oct	6,2		
27 Oct	21		
		<b>Total anual</b>	<b>69,8</b>

Las precipitaciones habidas en la zona durante 2016 alcanzaron los 69,8 l/m<sup>2</sup>, un poco menos que en el año precedente (87,6 l/m<sup>2</sup>). Durante este año las lluvias se han producido en los meses habituales para el archipiélago.



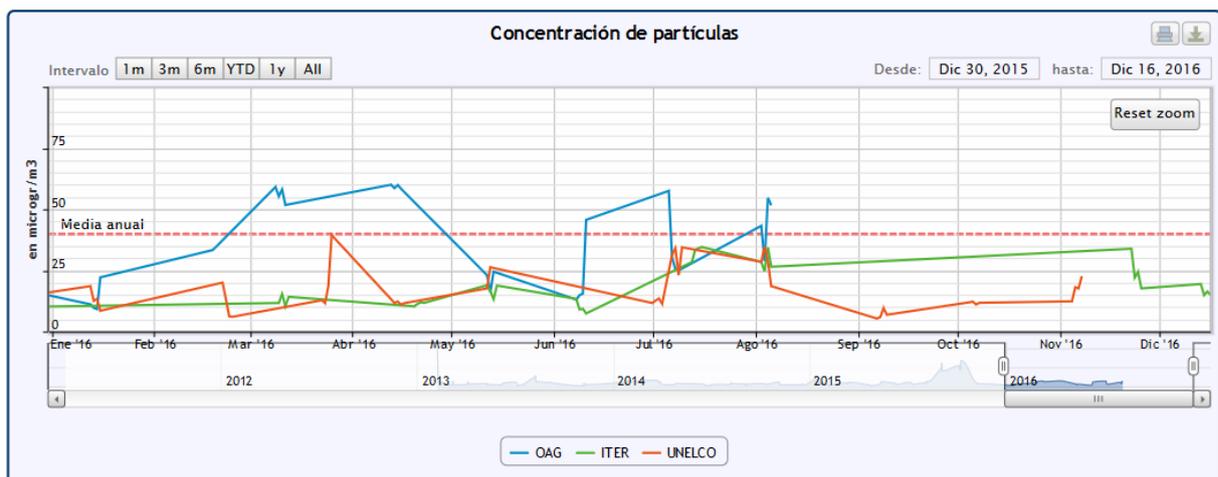
### 3.3.2 Partículas en suspensión (polvo)

Los niveles naturales de polvo en la zona costera de Granadilla son altos de por sí, debiendo atribuirse este hecho a los vientos que levantan polvaredas, así como a irrupciones de polvo africano arrastrado por el viento (harmatán), que en 2016 fueron bastante frecuentes. Por otra parte, las obras del puerto son una fuente importante de generación de polvo dado el continuo trasiego, carga y descarga de materiales, además de por la presencia de una planta machacadora en su seno. Según el Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire (Anexo I-C), la inmisión de partículas PM10 no debe superar el límite de 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  de concentración en 24 horas en más de 35 ocasiones al año, ni una media anual de 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

**Tabla 12. Datos provisionales de episodios de calima ocurridos durante 2016 (Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental, MAPAMA)**

ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1-3 7-9 13-16 18-20 23-31	1-3 5-8 20-21 23-25	2-3 15-18			23-25	1-3 7-13 18-22 25-28	2-6 8-11 14-21 26-31		3-7 17-21 27-31	1-3 10 15-19	1-2 8-14 22-31

El PVA original contemplaba un seguimiento de las partículas en suspensión en la zona de obras con una intensidad que se consideró excesiva para la ubicación y circunstancias, y ya fue reformulada en las revisiones previas. El OAG emplea captadores de bajo volumen automáticos y secuenciales LVS16 con cabezal PM10 (de hasta 16 filtros con 47 mm de  $\varnothing$  de haz), ajustados a la normativa europea de captadores de bajo volumen (ICEN-14907). Los captadores están instalados en la parcela de UNELCO (al norte de la zona de obras para la estimación de niveles basales), en la parcela del OAG (en plena zona de obras) y en la parcela del ITER (al sur de la zona de obras), siguiendo la dirección NE-SW normal de los alisios (Figura 39).



**Figura 38. Medidas del polvo PM10 durante de 2016. La línea roja marca la media desde 2011 a 2016**

La periodicidad de las mediciones consiste en cuatro muestreos mensuales de 24 horas de duración, distribuidos dentro de la misma semana (no necesariamente correlativos). El valor diario (media de los cuatro días) se presenta para cada mes en la gráfica adjunta.



- En la estación “Unelco” usada como testigo de referencia, y en la estación “Iter”, no se ha superado el límite de 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en 2016. desde el inicio de las mediciones –salvo en situaciones de calima intensa,
- Según la normativa vigente, el tope de 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  no debe superarse más de 35 días al año. Dado que muestreamos una media entre las tres estaciones de 35,6 días en 2016, nuestro límite serían 3,4 días, y esto se ha superado en 8 días en la estación “OAG”.
- Los mayores valores en la estación “OAG” fueron de 57,52  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , bastante inferiores a los obtenidos en 2015. Esta estación esta emplazada a 70 m lineales de la machacadora por lo que los registros que hace corresponden más a valores de emisión que de inmisión.

**Tabla 13. Resumen de las mediciones de polvo en los seis últimos años**

Año 2011	Captador “Unelco”		Captador “Iter”
Nº de medidas	30		62
Periodo	Abril - Septiembre		Marzo - Diciembre
Medidas > 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0		3
Media anual ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	17,63		24,36
Año 2012	Captador “Unelco”		Captador “Iter”
Nº de medidas	27		53
Periodo	Mayo, Julio-Diciembre		Enero - Diciembre
Medidas >50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0		4
Media anual ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	13,43		32,37
Año 2013	Captador “Unelco”	Captador “Oag”	Captador “Iter”
Nº de medidas	49	40	47
Periodo	Enero - Diciembre	Febrero – Noviembre	Enero – Diciembre
Medidas >50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2	6	3
Media anual ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	25,70	49,30	33,69
Año 2014	Captador “Unelco”	Captador “Oag”	Captador “Iter”
Nº de medidas	44	41	48
Periodo	Febrero - Diciembre	Marzo - Diciembre	Enero - Diciembre
Medidas >50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	4	2	3
Media anual ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	25,72	25,13	24,02
Año 2015	Captador “Unelco”	Captador “Oag”	Captador “Iter”
Nº de medidas	48	48	35
Periodo	Enero-Diciembre	Enero-Diciembre	Enero-Octubre
Medidas > 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	1	15	5
Media anual ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	17.23	60.10	26.37
Año 2016	Captador “Unelco”	Captador “Oag”	Captador “Iter”
Nº de medidas	42+4dic*	29	32
Periodo	Enero-Diciembre	Enero-Septiembre	Enero-Diciembre
Medidas > 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0+dic	11	0
Media anual ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	16,69	36,24	19,14

\*=A fecha de cierre del presente informe no se habían recibido los datos de los 4 filtros de Diciembre por la existencia de una avería en la alimentación del captador. No se prevén grandes cambios



### 3.3.3 Niveles sonoros

El PVA original estipulaba la medición de los niveles sonoros un día cada mes (durante tres minutos), además de tres campañas al año de 15 días de duración, frecuencia pensada quizás para zonas urbanas habitadas, y que no parecía tener mucho sentido en una zona industrial y de obras. A la vista de los resultados obtenidos dicho esquema se modificó por una medición quincenal de un minuto en las tres estaciones definidas (se presentan en gráficas separadas).



Figura 39. Estaciones de medición de partículas en suspensión (GrAT) y de ruido (Er)

El OAG emplea un sonómetro Cesva SC160 (tipo2) homologado. Los parámetros a medir y los valores de referencia obtenidos del informe de la fase previa del programa de vigilancia ambiental (2007 y 2008) son:

Abreviatura	Concepto	Nivel diurno 2007	Nivel Diurno 2008
NS med	Nivel medio de sonido integrado	57,3 dB	65,00 dB
NS máx	Máximo nivel de presión sonora	61,65 dB	71,51 dB
NS mín	Mínimo nivel de presión sonora	54,65 dB	57,15 dB
NS pico	Máximo nivel de pico de presión sonora	88,4 dB	89,50 dB

También se descartaron las mediciones del nivel sonoro nocturno por ser horario en el que no se trabaja en las obras. Por otro lado, y a falta de estipulaciones específicas para polígonos industriales, se ha tomado la «Ordenanza municipal sobre protección del medio ambiente urbano contra la emisión de ruidos y vibraciones» del Ayuntamiento de Granadilla (BOP 26, 20 de febrero de 2006) como referente. Dicha norma establece niveles máximos de presión sonora (NS máx) aceptables entre las 8:00 y 22:00 horas:



- Será de 65 db en instalaciones industriales (línea roja horizontal en la gráfica).
- Para obras y construcciones no podrá ser superior a 80 db a 1,5 m de los equipos empleados (martillos neumáticos, excavadoras y compresores).
- Cuando el ruido de fondo ambiental este comprendido entre 5 y 10 db más de los máximos indicados, el foco no podrá incrementar el ruido de fondo en más de 2 db.

Según se comprobó en los informes previos, las obras del puerto de Granadilla suponen un aumento efectivo sobre los niveles de ruido en el polígono industrial de Granadilla, independientemente de que el periodo de medida sea diario o quincenal. Las mediciones quincenales en 2015 han arrojado niveles altos de ruido similares en las tres estaciones, casi siempre por encima de los valores de referencia, lo mismo que en años anteriores.

El máximo nivel de presión sonora en un minuto ha superado de promedio el 98,99% de las veces el nivel basal de 73,51 db medido en 2008. Los niveles diarios superan el 100% (ER1), el 96,97% (ER2) y el 100% (ER4) de las veces el límite establecido por la ordenanza municipal para instalaciones industriales en el medio urbano, y en un promedio de 97,47% de las veces si tenemos en cuenta que se trata de una obra, aunque las mediciones se realicen a más de 1,5 m de la maquinaria.

**Tabla 14. Veces que se supera el máximo nivel de presión sonora (1 minuto /quincena) en 2016**

2016 NS máx	Total de medidas	Superan 65 db	Proporción	Superan 73,51 db	Proporción	Superan 80 db	Proporción
ER1 – Rotonda	66	66	100%	66	100%	65	98,48%
ER2 – Casetas	66	66	100%	64	96,97%	64	96,97%
ER4 - Polígono	66	66	100%	66	100%	64	96,97%
Promedio 1minuto	66	66	100%	65,33	98,99%	64,33	97,47%
2015 NS máx	Total de medidas	Superan 65 db	Proporción	Superan 73,51 db	Proporción	Superan 80 db	Proporción
ER1 – Rotonda	72	71	98,61	62	86,11	55	76,39
ER2 – Casetas	72	72	100	65	90,28	60	83,33
ER4 - Polígono	72	71	98,61	64	88,89	60	83,33
Promedio 1minuto	72	71,33	99,07	63,67	88,43	50,33	73,9

La ordenanza municipal referida tiene por finalidad velar por la calidad sonora del medio urbano y protegerla de los ruidos de cualquier actividad, establecimiento u obra en el término municipal de Granadilla de Abona. Las obras del nuevo puerto no se ubican en el medio urbano, sino en un polígono industrial muy alejado de cualquier centro poblado. No queda claro, pues, si son de aplicación los límites establecidos para obras (80 db a 1,5 m de la maquinaria) ni cómo medirla en un perímetro tan amplio en el que la maquinaria se desplaza constantemente. De ahí que el OAG considere todo el puerto como una unidad y haga las mediciones en la vía del polígono perimetral a la obra, por la que circula la maquinaria pesada asociada al puerto, la vinculada con las industrias circundantes y a la que también llega el ruido producido por los aviones del cercano aeropuerto Reina Sofía.



Como es de esperar, el ruido se ha incrementado en comparación con la situación previa a las obras, pero sin mayor trascendencia ecológica para las comunidades biológicas de la periferia.



**Figura 40. Medición del ruido diario en 2016 (1 minuto cada quincena) en las tres estaciones ER.**

El efecto del ruido producido sobre la salud de las personas en el recinto de las obras es objeto de atención por parte del plan de seguridad y salud, y las mediciones registradas y expuestas en la página web del OAG pueden servir de ayuda a tal fin. El principal foco de ruido son los vehículos pesados cargados de materiales, y más allá de comprobar que los motores y escapes funcionen bien, su tránsito no cabe reducirlo.



## 3.4 Medio terrestre

### 3.4.1 Yacimientos arqueológicos

El plan de seguimiento se centra en la vigilancia de cinco yacimientos externos a la zona de obras del puerto de Granadilla, aunque cercanos al mismo. Cada trimestre y desde agosto de 2010 se viene evaluando su estado general (sin alterar/ algo alterado/ alterado/ dañado/ destruido), con el siguiente resultado:

Yacimiento	TA422	TA764	TA765	TA767	TA768
Tipo	Conchero	Petroglifo	Conchero	Comp. ergológico	Conchero
Ubicación	Bco. del Charcón	Bco. del Charcón	Cueva del Trigo	Bco. del Charcón	Bco. del Charcón
Ene. 2011	Sin alterar	Sin alterar	Alterado	Sin alterar	Alterado
Mar. 2011	Sin alterar	Sin alterar	Alterado	Sin alterar	Alterado
Jun. 2011	Sin alterar	Sin alterar	Alterado	Sin alterar	Alterado
Nov. 2011	Sin alterar	Sin alterar	Alterado	Sin alterar	Alterado
Ene. 2012	Sin alterar	Sin alterar	Alterado	Algo alterado	Alterado
Abr. 2012	Algo alterado	Sin alterar	Alterado	Algo alterado	Alterado
Jul. 2012	Algo alterado	Sin alterar	Alterado	Algo alterado	Alterado
Oct. 2012	Algo alterado	Sin alterar	Alterado	Algo alterado	Alterado
Ene. 2013	Algo alterado	Sin alterar	Alterado	Algo alterado	Alterado
Abr. 2013	Algo alterado	Sin alterar	Alterado	Algo alterado	Alterado
Jul. 2013	Algo alterado	Sin alterar	Alterado	Algo alterado	Alterado
Oct. 2013	Algo alterado	Sin alterar	Alterado	Algo alterado	Alterado
Ene 2014	Algo alterado	Sin alterar	Algo alterado	Algo alterado	Alterado
Abr. 2014	Algo alterado	Sin alterar	Algo alterado	Algo alterado	Alterado
Jul. 2014	Algo alterado	Sin alterar	Algo alterado	Algo alterado	Alterado
Oct. 2014	Alterado	Sin alterar	Algo alterado	Algo alterado	Alterado
Ene. 2015	Alterado	Sin alterar	Alterado	Algo alterado	Alterado
Abr. 2015	Alterado	Sin alterar	Alterado	Algo alterado	Alterado
Jul. 2015	Alterado	Sin alterar	Alterado	Algo alterado	Alterado
Oct. 2015	Alterado	Sin alterar	Alterado	Algo alterado	Alterado
Ene. 2016	Alterado	Sin alterar	Alterado	Algo alterado	Alterado
Abr. 2016	Alterado	Sin alterar	Alterado	Algo alterado	Alterado
Jul. 2016	Alterado	Sin alterar	Alterado	Algo alterado	Alterado
Oct. 2016	Alterado	Sin alterar	Alterado	Algo alterado	Alterado

En 2016 ha continuado la progresiva alteración de los concheros, sobre todo debido al trasiego de personas que transitan por la zona o la usan incluso para acampar. Es muy probable que no asocien la presencia de unos pocos restos de lapas esparcidos por el suelo con yacimientos arqueológicos, y, dado su escaso valor, no parece tener mucho sentido seguir con el seguimiento de estos yacimientos de cara a la vigilancia en fase operativa.



**Figura 41.** Estación TA422: Conchero del barranco del Charcón en octubre de 2014 (izquierda) y en octubre de 2016 (derecha). Han desaparecido algunos restos orgánicos.



**Figura 42.** Estación TA765: Conchero de la Cueva del Trigo en octubre 2014 (izquierda) y en julio de 2016 (derecha). Los restos de conchas han sido removidos.



**Figura 43.** Estación TA768: Conchero del barranco de El Charcón en enero de 2014 (izquierda) y octubre de 2016 (derecha). Esta zona es usada por campistas y está muy transitada; las piedras se ruedan con frecuencia y también se aprecian señales de acampadas.



**Figura 44.** Estación TA767: Complejo ergonómico del Charcón. Ubicación relativa de elementos en octubre de 2013 (izquierda) y abril de 2016 (derecha).



**Figura 45.** Estación TA764. Petroglífo del barranco de El Charcón inalterado en noviembre de 2016. Todos los yacimientos arqueológicos se encuentran fuera del recinto portuario, estando todos alterados menos el TA764 Barranco de El Charcón , que debería ser retirado y guardado en el Museo Arqueológico, como se hizo con los yacimientos que quedaron dentro del puerto.



### 3.4.2 Avifauna

El PVA establece la necesidad de controlar y disminuir el impacto negativo que puedan ocasionar los movimientos de tierra necesarios para la construcción del puerto a la avifauna nidificante, principalmente a especies con algún grado de protección. Por ello, y pese a que en 2010 los terrenos fueron desbrozados y ya no reúnen las condiciones para albergar fauna ornítica nidificante, el OAG ha continuado con las labores de seguimiento.

Las obras son dinámicas y generan un constante cambio en el entorno, donde hoy hay acopios de más de 20 m de alto, al mes siguiente puede no haber nada y a la inversa, no es viable fijar estaciones de observación de aves que sirvan para todas las fases del desarrollo de la obra, por ello, en cada visita se buscan zonas altas, desde la que se domine la mayor extensión de terreno posible. Habitualmente con 6 ó 7 estaciones se cubre toda la extensión del puerto.

En cada estación, se escruta el terreno circundante durante un 15-20 minutos, usando unos prismáticos cuando es necesario. Se buscan nidos o cualquier indicio de presencia de aves, anotando la especie o especies a las que pertenecen y qué tipo de actividad realizan.

**Tabla 15. Especies de aves presentes en el recinto de las obras en el periodo 2014-2016.**

Especie	2014					2015					2016				
	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Caminero	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gaviota patiamarilla	500/d	16/v	46	88	45	>500d	40/v	40/v	32/v	56/v	56/d	55/d	24/v	44/v	21/v
Alpista	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Zarapito trinador	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Charrán patinegro	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Paloma común	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Perdiz	5/v	-	-	-	-	-	2/v	5/v	-	2/v	-	2v	5v	-	-
Alcaudón real	1/a,d	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total ejemplares	506	16	48	86	45	>500	42	45	32	58	>500	42	45	32	21

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

Desde el inicio de las obras, la gaviota patiamarilla (*Larus cachinans*) y el caminero (*Anthus bertheloti*) han sido las especies más comunes en la zona terrestre del puerto. Este último ha ido disminuyendo su presencia progresivamente y en los últimos años no se le ha visto dentro de la zona de obras, donde difícilmente puede encontrar insectos o condiciones para nidificar. La abundancia de gaviotas aumentó notablemente en 2012 (> 250 ejemplares) y después a más de medio millar de ejemplares. Esta abundancia se debe a que las nuevas estructuras construidas ofrecen un buen abrigo frente al viento y excelentes condiciones para descansar.

En 2016 no se han avistado otras especies salvo las perdices (*Alectoris barabara*) que, en general, abundan en la zona externa a las obras. Allí las condiciones ambientales son más naturales y hay que presumir que están nidificando.

De cara a la vigilancia en fase operativa, no parece tener muchos sentido seguir con estos inventarios, y sí iniciar el seguimiento de aves marinas deslumbradas por las luminarias.



### 3.4.3 Vegetación terrestre

El PVA plantea el seguimiento de la vegetación terrestre en parcelas de 100 m<sup>2</sup>, dos situadas a 80 m (Parcela C) y 860 m (Parcela B), respectivamente, al SW de las obras, y una más alejada, a 1,9 km, en Montaña Pelada, que actúa de parcela testigo (A). La parcela B se ubica en Tanque del Vidrio dentro de la zec de la Piñamar y es objeto de un seguimiento independiente; además, su vegetación no es equiparable a la representativa de la zona presente en la parcela testigo, y por ello se descartó a efectos de su análisis comparado.

Para calcular la diversidad y detectar variaciones, se registra en cada parcela el número de ejemplares de las especies vegetales presente, pero solo las perennes. En el primer inventario (2010) figuraban muchas herbáceas anuales (p.ej. *Aizoon canariense*, *Anagallis arvensis*, *Beta patellaris*, *Plantago afra*, etc.) cuyo número fluctúa en función de las lluvias y no de eventuales cambios estructurales en la biocenosis. Se han descartado del conteo.



**Figura 46. Aspecto de la parcela C, testigo de vegetación, próxima al puerto (junio 2016)**

En marzo y julio de 2012 y en marzo de 2014 se actualizaron los muestreos de control de las parcelas A y C (ver Informe anual 2012 y 2014) y el 1 de junio de 2016 se repitieron los inventarios para este año, ya que el seguimiento es bienal.

La tabla 17 adjunta muestra los resultados. (2010-2016). En ella se señalan con un asterisco y negrilla aquéllas especies que son indicadores de estabilidad en la comunidad, y cuya desaparición implicaría un cambio significativo en la composición florística.



**Tabla 16. Inventario de control de las parcelas de vegetación (2010-2016).**

PARCELA	A - Montaña Pelada				C - Playa del Medio			
	Jul. 2010	Jul. 2012	Mar. 2014	Sep. 2016	Feb. 2010	Mar. 2012	Mar. 2014	Sep. 2016
<i>Argyranthemum frutescens</i>	4	3	1					
<i>Aristida adscensionis</i>					11	11	8	
<i>Atalanthus</i> sp. ( <i>pinnatus</i> ?)	4	2						
<i>Atriplex glauca</i>					5	11	18	
<i>Cenchrus ciliaris</i>	15	3	200	>100	21			
<i>Ceropegia fusca</i> *	10	4	4	4	3	4	4	4
<b><i>Euphorbia balsamifera</i>*</b>	17	20	18	18	37	32	33	32
<b><i>Euphorbia canariensis</i>*</b>	3	3	3	3				
<i>Euphorbia regis-jubae</i>	25	20	23	24				
<b><i>Frankenia laevis</i>*</b>					1		25	25
<i>Gymnocarpos salsoloides</i>		46			5			
<i>Helianthemum canariense</i>	1	7						
<i>Hyparrhenia hirta</i>	300	444	500	>300	17	9	5	>200
<i>Ifloga spicata</i>	3	120						
<i>Launaea arborescens</i>	2	2			1			
<i>Lotus sessilifolius</i>	14	7	7	9	2			
<i>Micromeria hyssopifolia</i>	37	11		2	55	60	64	60
<b><i>Monanthes pallens</i>*</b>	2	2		3				
<i>Notholaena</i> sp.		2						
<i>Periploca laevigata</i>	13	1						
<b><i>Plocama pendula</i>*</b>	19	10	11	10	1	2	2	2
<i>Polycarpaea divaricata</i>					2			
<i>Schizogyne sericea</i>	45	3	37	26	3	34	44	45
<i>Scilla haemorrhoidalis</i>	100	14	110		2		3	
<i>Senecio kleinia</i>			35	15	1		1	6
<b>Total ejemplares</b>	<b>621</b>	<b>727</b>	<b>949</b>	<b>214</b>	<b>770</b>	<b>163</b>	<b>207</b>	<b>347</b>
<b>Total especies</b>	<b>18</b>	<b>21</b>	<b>12</b>	<b>10</b>	<b>16</b>	<b>8</b>	<b>11</b>	<b>7</b>
<b>Cobertura general</b>	<b>65%</b>	<b>42%</b>	<b>60%</b>	<b>75%</b>	<b>60%</b>	<b>40%</b>	<b>60%</b>	<b>57%</b>
<b>Índice de Margalef k en <math>S=N^k</math></b>	<b>0,45</b>	<b>0,46</b>	<b>0,37</b>	<b>0,44</b>	<b>0,54</b>	<b>0,41</b>	<b>0,45</b>	<b>0,33</b>

La vegetación de la parcela testigo A se mantiene básicamente con las mismas especies, a falta de las magarzas (*Argyranthemum*), que venían disminuyendo, y los balillos (*Atalanthus*), que pueden haber pasado desapercibidos al encontrarse en fase seca de resistencia (sin lluvias previas), lo que es casi seguro para la almorranera (*Scilla*) que resiste en forma de bulbos.

En la parcela de control C ocurre algo parecido, y faltan *Scilla*, *Atriplex* y *Aristida*, posiblemente por las mismas razones. También se aprecia un aumento llamativo en el número de individuos de cerrillo (*Hyparrhenia*), una gramínea perenne que puede haber sido favorecida por los aportes de nitrógeno vía polvo; de ahí la disminución del índice de diversidad.



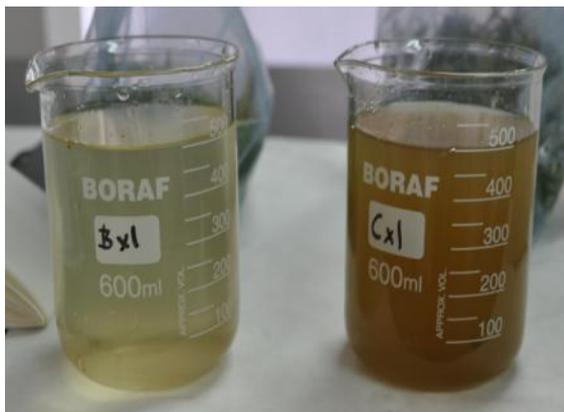
### 3.4.4 Deposición de polvo sobre la vegetación

Para hacer un seguimiento del nivel de deposición de polvo sobre la vegetación, el PVA ha seleccionado el balo (*Plocama pendula*) como especie indicadora, escogiendo para su muestreo los ejemplares de una parcela situada a 180 m (Playa de La Caleta) de la zona de obras y otra a 700 m de distancia (Playa del Medio). La frecuencia de muestreo es anual, debiendo realizarse antes de las lluvias otoñales. La metodología aplicada se explicó en el informe anual de 2011.

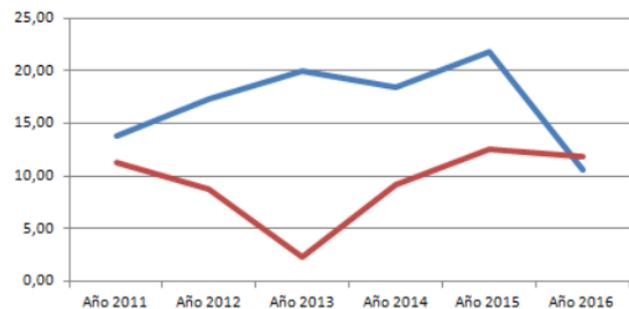
**Tabla 17. Polvo depositado sobre la vegetación de las parcelas**  
(peso en mg por kg de hoja de balo, ver explicación en el texto).

Año	2012	2013	2014	2015	2016
Fecha de muestreo	19 Oct.	9 Sept.	17 Sep.	2 Oct.	20 Sep.
Polvo en Playa de La Caleta	17,32	19,95	18,45	21,75	10,65
Polvo en Playa del Medio	8,77	2,4	9,25	12,50	11,90
Color de lavado Playa de La Caleta	4	4	4	4	3
Color de lavado Playa del Medio	2	2	3	4	3

El valor mostrado en la tabla se corresponde con el peso del polvo (mg) depositado sobre un kilo de hojas de balo (extrapolado a partir de 20 gramos de hojas de diez ejemplares de balo, tomados a un metro del suelo). El color del lavado de las hojas (en 550 ml de agua) se expresa con la siguiente escala: 1 = transparente, 2 = agua turbia, 3 = marrón traslúcido, 4 = marrón opaco con visión de sombras al trasluz, y 5 = marrón opaco sin visión de sombras al trasluz.



**Figura 47. Muestras del lavado de las hojas de balo, con índice 2 (izda.) e índice 4 (dcha.).**



**Azul:** playa de La Caleta. **Rojo:** playa del Medio

**Figura 48. Polvo depositado sobre la vegetación en las parcelas: periodo 2011-2016 (explicación en el texto).**

Los valores de deposición de polvo e índices obtenidos en 2016 parecen haber vuelto a los valores de referencia tomadas en el año 2011, lo que se correlaciona con la disminución del polvo generado en las obras.



### 3.5 Dinámica 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 modelo 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*<sup>7</sup>.

La vigilancia ambiental en marcha consiste en seguir recogiendo información sobre los parámetros básicos (intensidad y dirección de la corriente) y de la dinámica sedimentaria (turbidez, sedimentación, etc.) a fin de verificar las consecuencias de la construcción del nuevo puerto, que interrumpe el flujo libre de la corriente y altera la dinámica sedimentaria local.

#### 3.5.1 Flujo de la corriente

Las corrientes máximas (medias anuales) se alcanzan en ambos extremos del tramo de 23 km de costa considerado (de Montaña Roja hasta la Punta de Abona) y son en torno a 40 cm/s, aunque lo habitual en las zonas intermedias son velocidades entre 15-25 cm/s. Las corrientes de marea suben hacia el NE en llenante, y bajan hacia el SW en vaciante, quedando una corriente residual hacia el SW por influencia de la Corriente de Canarias, que es responsable del transporte neto de partículas que se produce en sentido NE > SW. Dicho flujo de partículas ha quedado interrumpido a finales de 2015 al alcanzar el dique de abrigo las cotas de -40 m.

En la página web del OAG se muestran los datos de la corriente obtenidos en la boya oceano-gráfica-meteorológica instalada frente a Montaña Pelada y próxima al límite norte de la zec Sebadales del Sur de Tenerife. Los datos de 2016 llegan hasta julio, ya que a partir de este mes hubo problemas técnicos con el correntímetro. El fallo quedó solucionado el día 24 de noviembre pero el día 30 se volvió a perder la comunicación con la boya.



Figura 49. Patrón diario (21-5-2016) de la velocidad de la corriente en la boya de Granadilla.

Las series de velocidad de la corriente de 2016 no son demasiado representativas del año, debido a los problemas de transmisión ya comentados en el párrafo anterior.

<sup>7</sup> 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](http://www.oag-fundacion.org/content/pdf/doc3/ihc2012_resumen_dinamica.pdf).

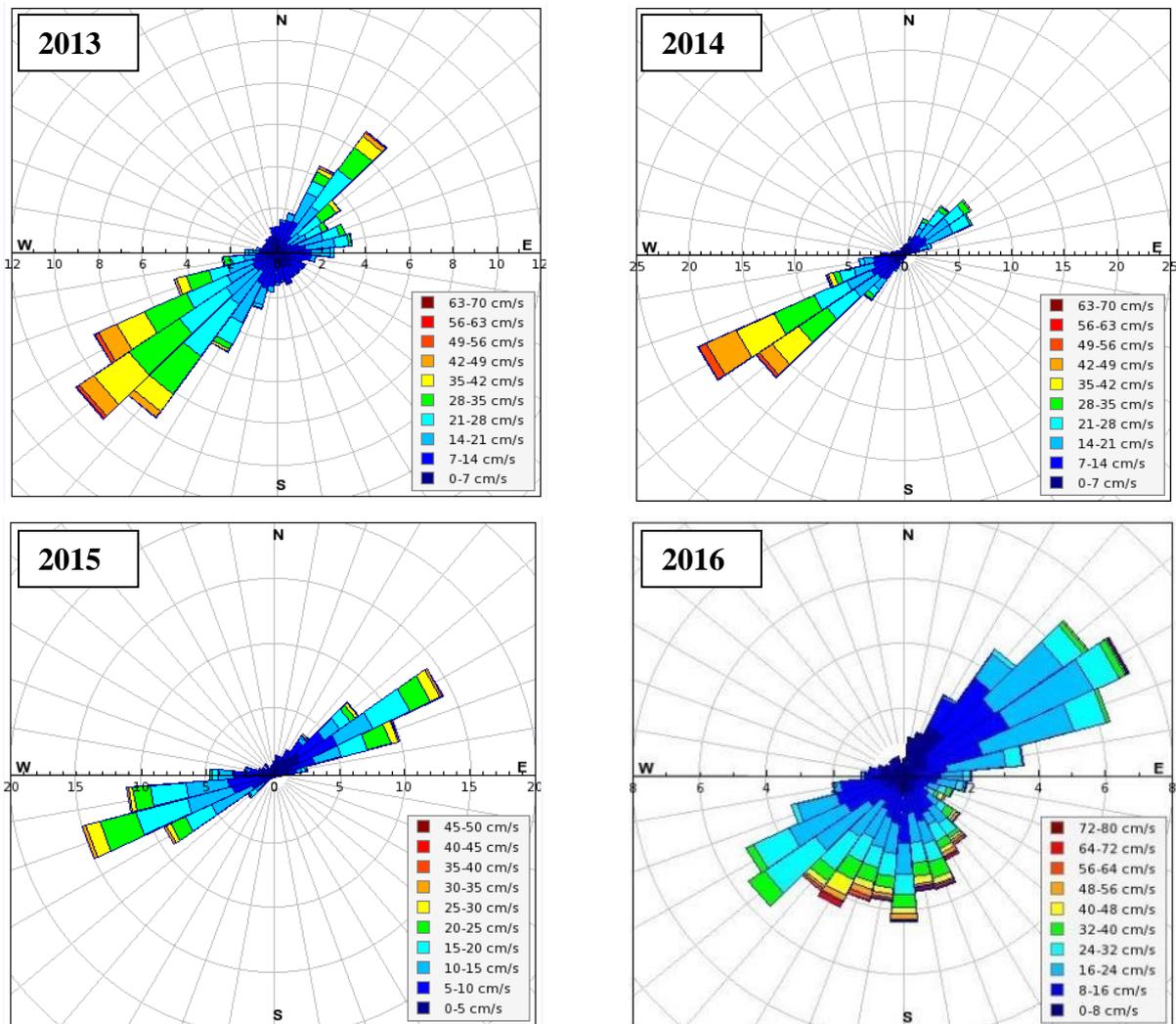


Figura 50. Rosa anual de corrientes en la boya de Granadilla.

La rosa de corrientes anual de 2014 (Figura 50) muestra un ligero basculamiento de la vaciante hacia el oeste respecto de la dirección dominante en 2012 y 2013, pero 2014 no fue un año normal en tanto que, en varias ocasiones, el ritmo diario llenante/vaciante quedó anulado por la dominante del NE, resultando su frecuencia anual del 66,7% frente al 33,4% del cuadrante SW (Tabla 18).

En 2015 se confirma y pronuncia más el basculamiento de la dirección de la corriente en la estación de la boya, con mayor participación de la componente E (10,46% de frecuencia) en fase llenante, y es aún más acusado en la componente W de la fase vaciante (48% de frecuencia), que pasa a ser la dominante. Este cambio de rumbo es atribuible a las obras de abrigo ya construidas.

En 2016 se continúa observando el mismo basculamiento hacia el sur, aunque no queda tan definido debido a la falta de datos durante la mitad del año. La velocidad media anual ponderada de la corriente en llenante fue 16,38 cm/s, y en vaciante de 20,31 cm/s, con picos máximos en llenante de 64,75 cm/s hacia el NE y en vaciante de 71,82 cm/s hacia el SW (Tabla 18).



**Tabla 18. Media de la velocidad de la corriente según cuadrante y la residual ponderada, medida en la boya de Granadilla en 2015 (tabla inferior) y 2016 (tabla superior).**

Dirección		Cuadrante	Frecuencia	Velocidad media	Media 2016
Llenante	N	337,5° a 22,5°	3,40%	5,79 cm/s	16,38 cm/s 49,7%
	NE	22,5° a 67,5°	21,67%	14,90 cm/s	
	E	67,5° a 112,5°	12,87%	16,85 cm/s	
	SE	112,5° a 157,5°	11,71%	21,69 cm/s	
Vaciante	S	157,5° a 202,5°	19,45%	22,71 cm/s	20,31 cm/s 50,3%
	SW	202,5° a 247,5°	21,97%	22,78 cm/s	
	W	247,5° a 292,5°	6,74%	10,15 cm/s	
	NW	292,5° a 337,5°	2,19%	5,44 cm/s	
Dirección		Cuadrante	Frecuencia	Velocidad media	Media 2015
Llenante	N	337,5° a 22,5°	4,89%	3,03 cm/s	10,18 cm/s 48,2%
	NE	22,5° a 67,5°	32,33%	11,25 cm/s	
	E	67,5° a 112,5°	10,46%	10,80 cm/s	
	SE	112,5° a 157,5°	0,72%	1,77 cm/s	
Vaciante	S	157,5° a 202,5°	0,67%	1,65 cm/s	12,39 cm/s 51,8%
	SW	202,5° a 247,5°	15,67%	14,23 cm/s	
	W	247,5° a 292,5°	31,50%	12,84 cm/s	
	NW	292,5° a 337,5°	3,76%	2,85 cm/s	

La evolución anual de la corriente residual absoluta –es decir, la resultante después de conjugar todas las direcciones, su frecuencia e intensidad– es de 7,81 cm/s, y proyectada sobre el eje NE-SW que es el paralelo a la costa, resulta de 6,84 cm/s; bastante intensa en este punto, de manera que no comprometería el transporte de las arenas que se pretenden verter para su reposición a la dinámica litoral.

**Tabla 19. Evolución de la corriente residual en la boya de Granadilla**

Año	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Velocidad de la corriente en cm/s	3,37	2,08	5,72	11,03	1,89	7,81
Rumbo de la corriente	328,1	233,93	225	240,94	286,56	196,05
Velocidad cm/s con rumbo 270°	2,52	2,05	5,72	10,60	0,90	6,84
Desplazamiento diario hacia el SW (m)	2.169	1.771	4.942	9.530	778	5.909

Hay que tener en cuenta, que durante 2016 la boya ha dado muchos problemas, de manera que los resultados de este año no son demasiado concluyentes, pues los datos no abarcan más de medio año. De cara al futuro, el OAG está procurando desligar el funcionamiento de la boya de la empresa suministradora.



### 3.5.2 Nivel medio del mar y oleaje

La información sobre oleaje y mareas en Granadilla la venían registrando Puertos del Estado y la Autoridad Portuaria de S/C de Tenerife, respectivamente, y así ha sido hasta 2013.

- La boya de oleaje fue robada mientras se encontraba en tierra para labores de mantenimiento, y según nos informa Puertos del Estado no hay intención de reponerla.
- El mareógrafo de Granadilla dejó de funcionar en marzo de 2013 y la Autoridad Portuaria de S/C de Tenerife ya tiene preparado el proyecto de instrumentación del nuevo puerto, en el que se contempla su reposición por otro igual, de presión. No vemos razón para demorar más su instalación e instamos a que se acometa cuanto antes.



**Figura 51. Arriba: nivel del mar en Granadilla desde el 1-1-2012 al 26-3-2013 (Puertos del Estado). Abajo: altura de ola significativa y número de olas (febrero - junio 2016 (UTE Granadilla)).**

Para dar una idea aproximada de la situación, en la Figura 51 incluimos los registros del nivel del mar en 2012 (con una interrupción prolongada en el 2º semestre) e invierno de 2013 y los datos de altura de ola significativa (0,30 - 1,56 m) y número de olas por hora (280-480, media = 381) obtenidos en la boya que la UTE de Granadilla ha instalado en la zona de obras, aunque solo disponen de registros de febrero a junio de 2016.



En la figura que sigue se muestra la dirección de las olas tras rebotar en el dique de abrigo, en un día normal de oleaje del NE. La incidencia oblicua (aprox. 45°) sobre el morro del ITER, garantiza, en principio, que se forma corriente de oleaje hacia el SW.

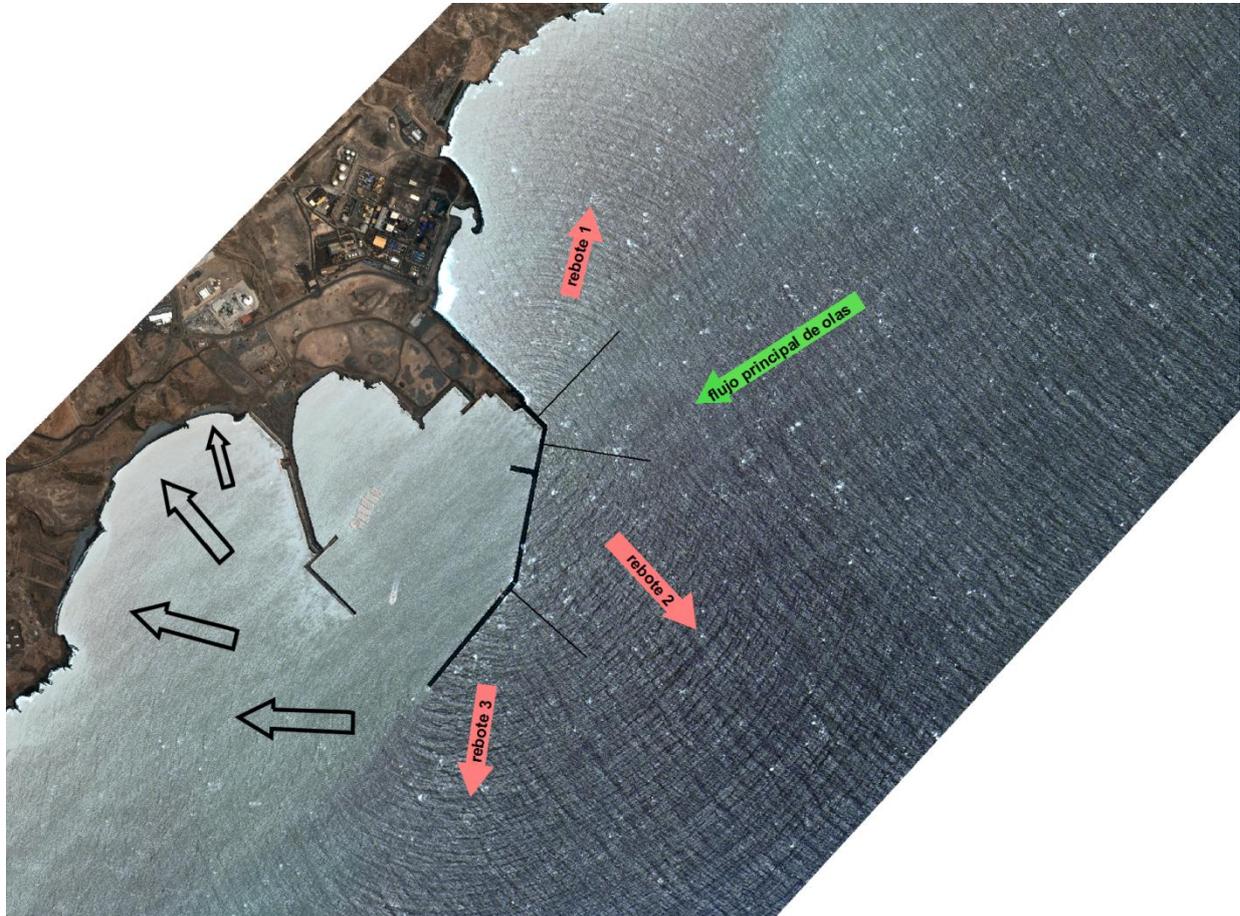


Figura 52. Reflexión de de las olas en las obras de abrigo

### 3.5.3 Pluma de turbidez

El vertido de materiales al mar y los trabajos de dragado durante la construcción de las obras portuarias generan turbidez adicional y relativamente persistente en las aguas de la zona, lo que supone uno de los factores de cambio del medio marino durante la fase de obras. El aporte de partículas y nutrientes a un ritmo mayor del natural, modifica las condiciones de transparencia de las aguas (reducción de la luz), su composición química, así como el grosor y características de los sedimentos, lo que repercute a la larga en la composición y dinámica de las comunidades biológicas de las zonas afectadas. Interesa, pues, conocer el comportamiento y alcance de la pluma para predecir potenciales cambios o asociarlos a ella una vez detectados.

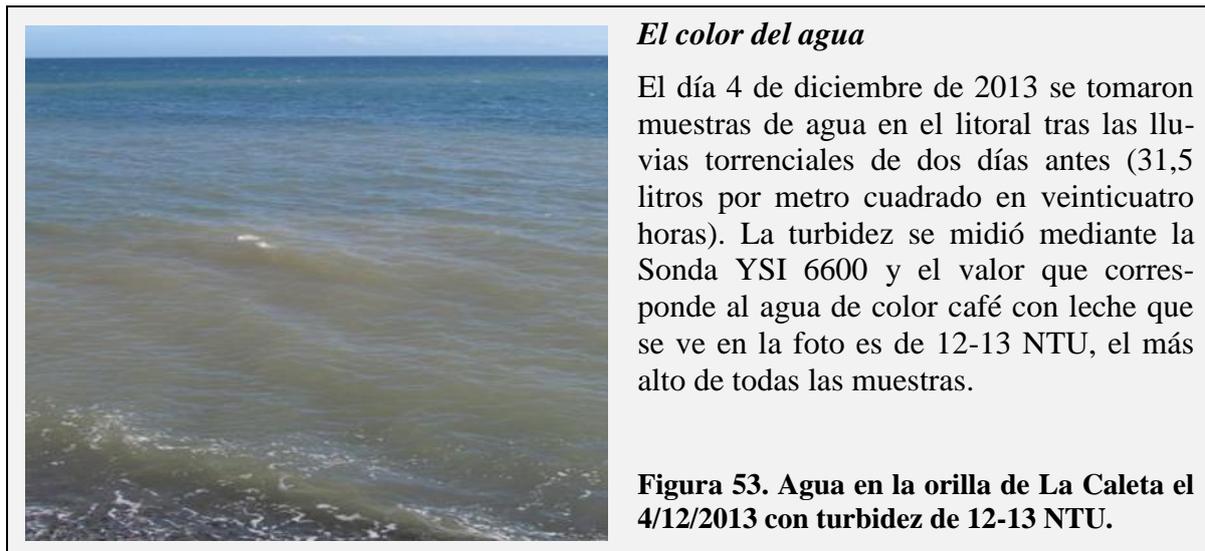
En la reformulación del PVA de Granadilla, el OAG otorgó importancia a la dispersión de la materia en suspensión y los niveles de turbidez que se alcanzan, planteando su seguimiento de varias maneras:



- a) Medición cada 30 o 60 minutos a tres profundidades en la boya de Granadilla
- b) Muestreo mensual con sonda multiparamétrica en trece estaciones fijas a distintas profundidades (dependiendo de la estación a -1,-5,-10,-15,-20,-25m).
- c) Analítica trimestral de aguas en once estaciones fijas; en cuatro de ellas se mide la materia en suspensión a dos profundidades.
- d) Decantación de partículas en trampas de sedimentos (cuatro veces al año), en nueve estaciones.
- e) Seguimiento y valoración de la concentración de partículas por teledetección.

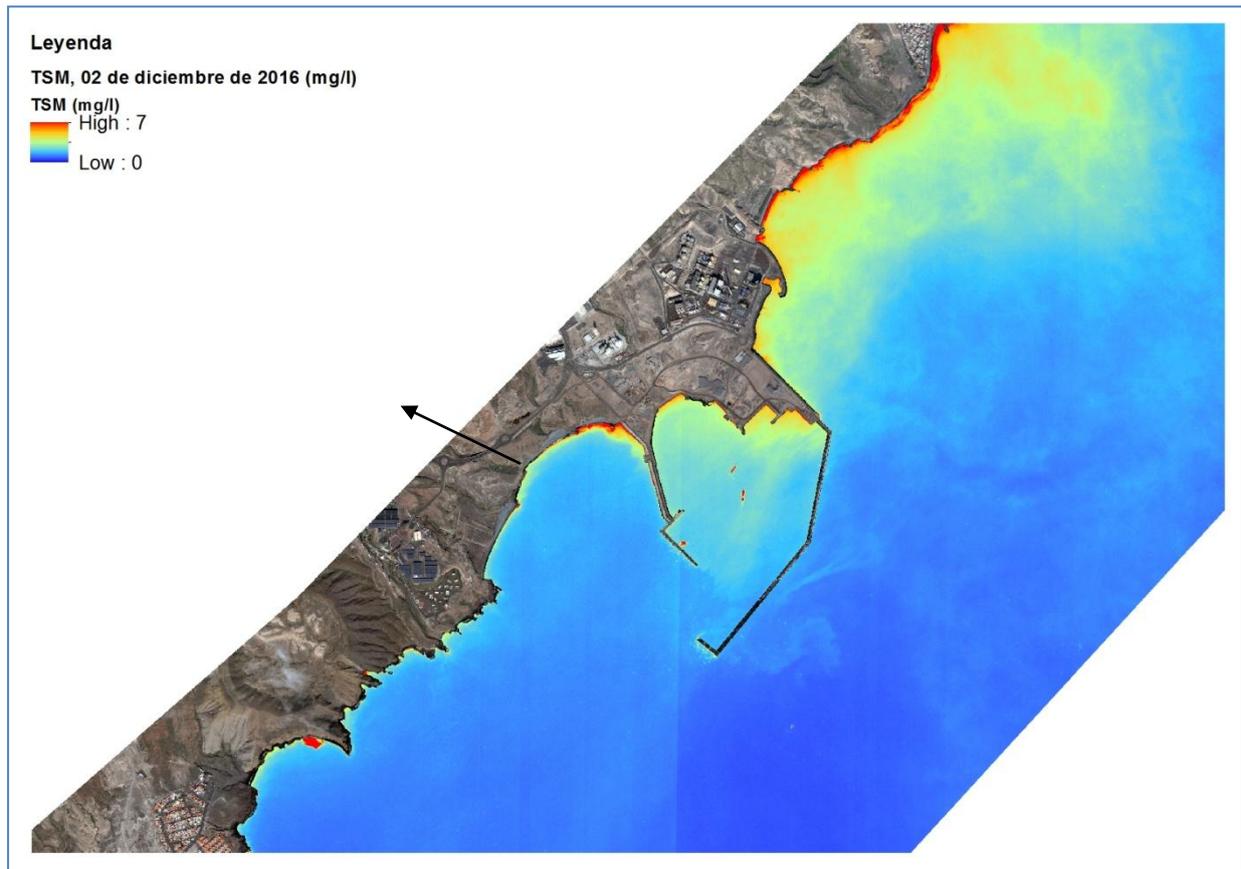
En este se trata del seguimiento de la turbidez por teledetección; los demás puntos (a – d) se verán en sus respectivos apartados.

Como se explicará en el epígrafe sobre parámetros oceanográficos (3.6.1) los aportes terrígenos por las lluvias o las obras otorga al agua color café o chocolate (turbidez de arcilla), que es muy aparatoso, sobre todo si se observa desde la distancia. La turbidez por plancton es de color verdoso, y no se ha registrado en la zona.



El OAG dispone de los algoritmos necesarios para interpretar las partículas sólidas en suspensión (TSM *Total suspended matter*) a partir de las imágenes del satélite WorldView2/3. El algoritmo, basado en el Tassan<sup>8</sup>, se aplica después de hacer las oportunas correcciones radiométricas y atmosféricas calculadas para la ubicación de Granadilla y eliminar el efecto del oleaje (*deglinting*). Salvo por exceso de reverberación en superficie (*glinting*), los resultados que se obtienen son suficientemente buenos y robustos, y son los que se han empleado en la monitorización hasta la fecha.

<sup>8</sup> TASSAN, S. Evaluation of the potential of the Thematic Mapper for marine application. International Journal of Remote Sensing, Vol. 8 , Iss. 10,1987



**Figura 54. Turbidez el día 2 de diciembre 2016 (7 mg/l = 52,5 NTU)**

El mapa de elaborado con la imagen del 2/12/2016, día con mar de sur, muestra la turbidez concentrada al norte del puerto. Por otra parte, los valores altos (rojo = 7 mg/l = 52,5 NTU) se concentran alrededor de la propia orilla, donde rompe la ola con más violencia, levanta el fango depositado y favorece su dispersión. En la página web del OAG hay un carrusel de imágenes con todos los mapas.

Los valores de turbidez obtenidos por telemetría son coherentes con los que se miden con otros métodos (análisis o sonda multiparamétrica) en estaciones fijas, aunque en este apartado lo que interesa en particular es el modo en que se dispersa la pluma.

#### *El modelo de dispersión*

El análisis de las secuencias de fotos, ordenadas no por fechas, sino por el momento de la marea, ha permitido esbozar un modelo del comportamiento de la pluma de terrígenos en función de la dinámica local de las aguas; modelo que ya fue expuesto en el informe anual de 2012 y que volvemos a repetir en cada informe, por su interés (ver cuadro de texto):

Si se considera la velocidad media de la corriente en la costa de Granadilla (datos de la boya del OAG), la longitud inicial de una pluma podría alcanzar teóricamente hasta 4 km, pero dicha velocidad no es la misma a medida que uno se aproxima a la costa. Las plumas medidas en las imágenes de satélite rondan los 800 m - 1.500 m de longitud máxima apreciable. La velocidad residual (5,31 cm/s de media) es la que, una vez compensado la vaciante de bajamar con la

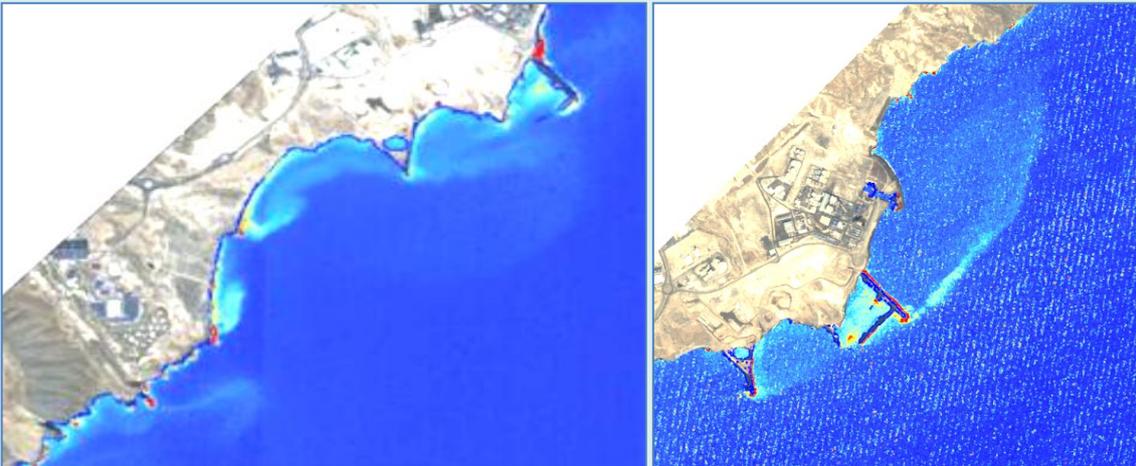


llenante de pleamar, genera un desplazamiento neto hacia el SW que puede llegar a 4,5 km en un día. De este modo las partículas finas vertidas en la obra pueden alcanzar el mismo día la boya de Granadilla (situada a 1,8 km al SW) y la zec Sebadales del Sur de Granadilla, aunque el grado de dispersión es, por lo general, muy grande y no compromete críticamente la calidad del agua al estar por debajo de los 50 NTU de turbidez (= 6,5 mg/l de partículas en suspensión).

### **Modelo de dispersión de los terrígenos en la costa de Granadilla, Tenerife**

La porción más fina de los vertidos terrígenos se mantienen en el seno del agua por mucho tiempo, mientras que las partículas más gruesas acaban depositándose sobre el lecho marino en función de su peso, tanto más lejos del punto de vertido cuanto menor es su peso.

Las olas inciden con un ángulo sobre la costa y generan una corriente de oleaje hacia el SW a lo largo de la misma orilla, cuya intensidad depende la fuerza y ángulo del oleaje. La rotura de las olas resuspende continuamente los materiales y la corriente los desplaza formando una banda tangente a las playas y ensenadas hasta que llegan a la siguiente punta o saliente, donde son proyectados hacia afuera y entran en el ámbito de las corrientes de marea. Estas últimas, a diferencia de las primeras, cambian de sentido cuatro veces cada día, de modo que en pleamar, se pueden observar las plumas rectilíneas dirigidas hacia el NE, y en bajamar dirigidas hacia el SW, a la vez que van abriéndose y dispersándose más o menos en función de la intensidad de la corriente y del empuje hacia el Este ocasionado por el terral.



Al cambiar de nuevo la marea, la punta de la pluma gira formando una “S” característica, a medida que se abre hacia fuera y se va diluyendo cada vez más, para dirigirse en sentido contrario. Con el próximo cambio de sentido, la dispersión es tal que ya apenas se reconoce la pluma.

Además del dique de abrigo y contradique del puerto (si se vierte en ellos), los salientes costeros donde se originan plumas de turbidez aguas abajo de las obras son la Punta del Medio, Punta Tanque del Vidrio, Punta Cueva del Trigo, Punta de Pelada, Punta de la Batata, etcétera; y, aguas arriba, con notoria menor intensidad, la Punta Negra, Risco Alto, etcétera.

El transporte progresivo de los sedimentos a lo largo de las playas sumergidas puede llegar hasta la ensenada del Médano siguiendo el sentido NE-SW de la corriente residual. Obviamente, las mayores turbideces (“mar de chocolate”) se producen con ocasión de los temporales de lluvia que hacen correr a los barrancos y aportan muchos terrígenos, además de resuspender los sedimentos depositados en la costa, máxime si coinciden con mar brava.



### 3.5.4 Tasas de sedimentación marina

Para conocer la tasa de sedimentación, se han dispuesto captadores de sedimentos en nueve estaciones a lo largo de la costa de Granadilla (ver ubicación en la Figura 58, que se revisan según campañas cada 50-90 días. Las tasas de sedimentación mineral se expresan en gramos por metro cuadrado y día, sin incluir la fracción de volátiles (ver más adelante). Como valor de referencia se toma la media de las tasas registradas por el OAG antes del comienzo de las obras en el mar (4/10/2011):  $69,6 \text{ gr/m}^2/\text{día}$ , aunque su variación es amplia ( $12,4 - 178,2 \text{ gr/m}^2/\text{día}$ ).

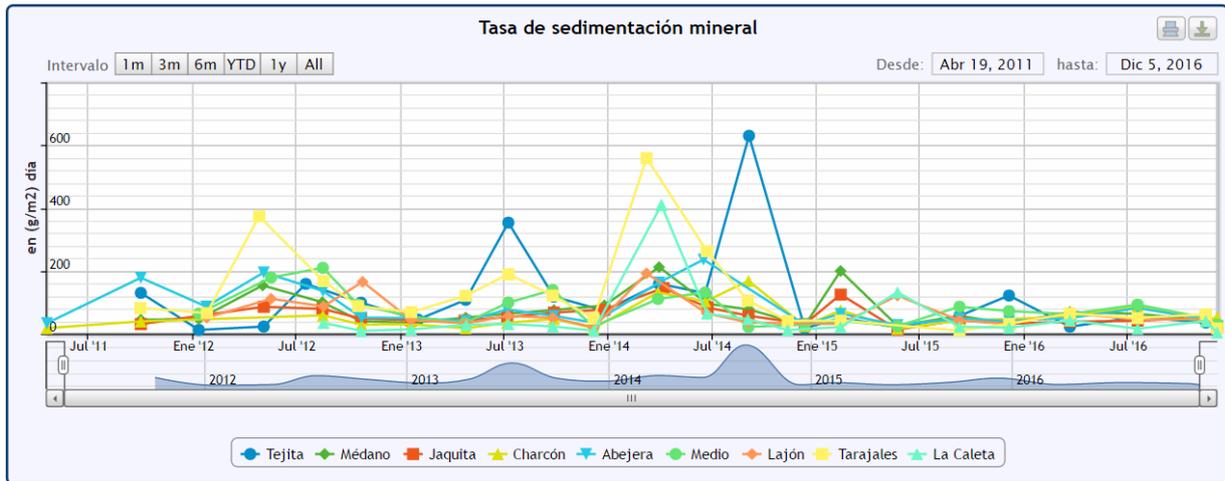
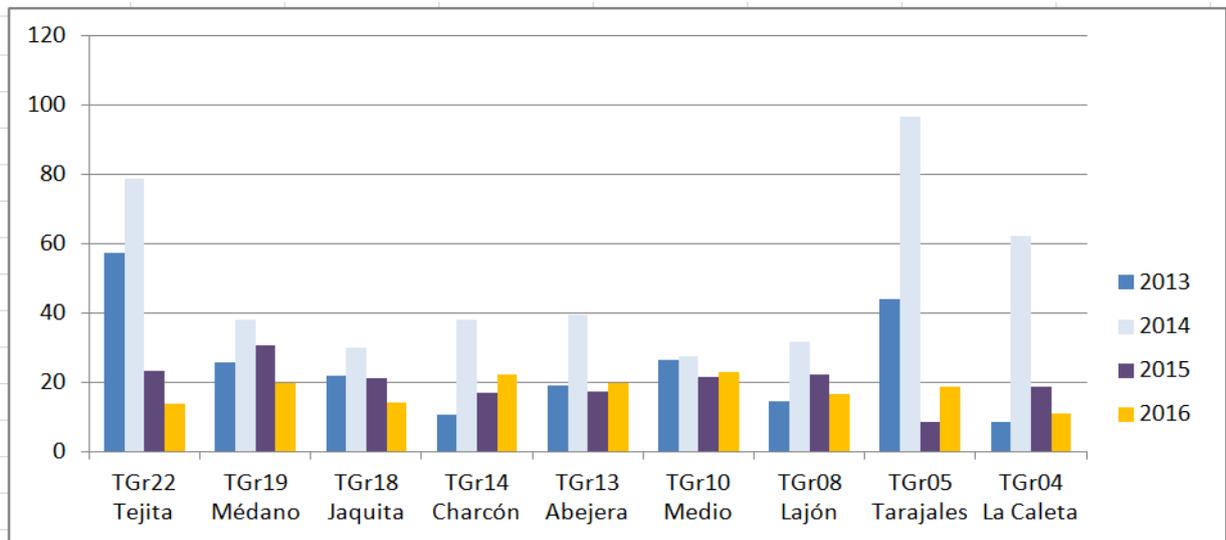


Figura 55. Evolución temporal de la tasa de sedimentación mineral en la costa de Granadilla (2011-2015)

- En general, la tasa de sedimentación del 2016 se ha reducido respecto a los años previos aunque en menor medida respecto al 2015.
- Durante los tres primeros trimestres del año 2016, el valor de la tasa de sedimentación media se ha mantenido uniforme en todas las estaciones ( $52,1 \text{ gr/m}^2/\text{día}$  en el 1º,  $59,3 \text{ gr/m}^2/\text{día}$  en el 2º y  $46,1 \text{ gr/m}^2/\text{día}$  en el 3º). Es en el último trimestre del año donde se observa un descenso de la tasa llegando a un valor de  $21,4 \text{ gr/m}^2/\text{día}$ .
- Cabe destacar que en ninguno de los muestreos realizados en el año se ha superado el valor de  $100 \text{ gr/m}^2/\text{día}$ . Esta tendencia se venía observando desde el tercer trimestre de 2015.
- El valor promedio anual de tasa de sedimentación en 2016, entre todas las estaciones, es de  $48,3 \text{ gr/m}^2/\text{día}$ , algo menor que el obtenido en 2015 ( $54,9 \text{ gr/m}^2/\text{día}$ ). El valor medio máximo se registró en la estación TGr10\_Medio ( $63 \text{ gr/m}^2/\text{día}$ ) y el menor en la TGr04\_La Caleta ( $30 \text{ gr/m}^2/\text{día}$ ). Los datos obtenidos están bastante más centrados respecto a la media que en años anteriores.

Las fluctuaciones de las tasas de sedimentación no se correlacionan con episodios de aportes terrígenos (aunque estos tengan su influencia). Debemos postular que los materiales más finos, resuspendidos por los mares de fondo potentes, pueden alcanzar la boca del captador. Las estaciones de La Tejita y el Médano, por ejemplo, tienen una mayor proporción de componente organógeno en sus arenas, y las tasas de sedimentación eran más altas antes de las obras. También podría tener influencia el mayor tráfico de embarcaciones en estas localidades.



Figura??. Variación espacial de la sedimentación anual (kg /m<sup>2</sup>) de material mineral en la costa de Granadilla a lo largo del periodo de 2013 a 2016.

La proporción de materiales volátiles en las muestras suele ser bastante constante y fluctúa entre 3 y 5%. Durante los tres primeros trimestres se observa dicha tendencia pero en el último trimestre (Dic 2016) se observa un aumento generalizado de materiales volátiles (promedio de 7,3 %). Este aumento es especialmente radical en las estaciones: TGr04 (La Caleta) donde pasa del 4,1% al 12,9%; en la TGr05 (Tarajales) pasa de 3,4% al 8%, y en la TGr22 (Tejita) pasa del 4,6% al 9,3%. Estos porcentajes, únicamente se han visto superados por una medición realizada en enero de 2012 en la estación TGR05 (Tarajales) que llegó a 14,71%.

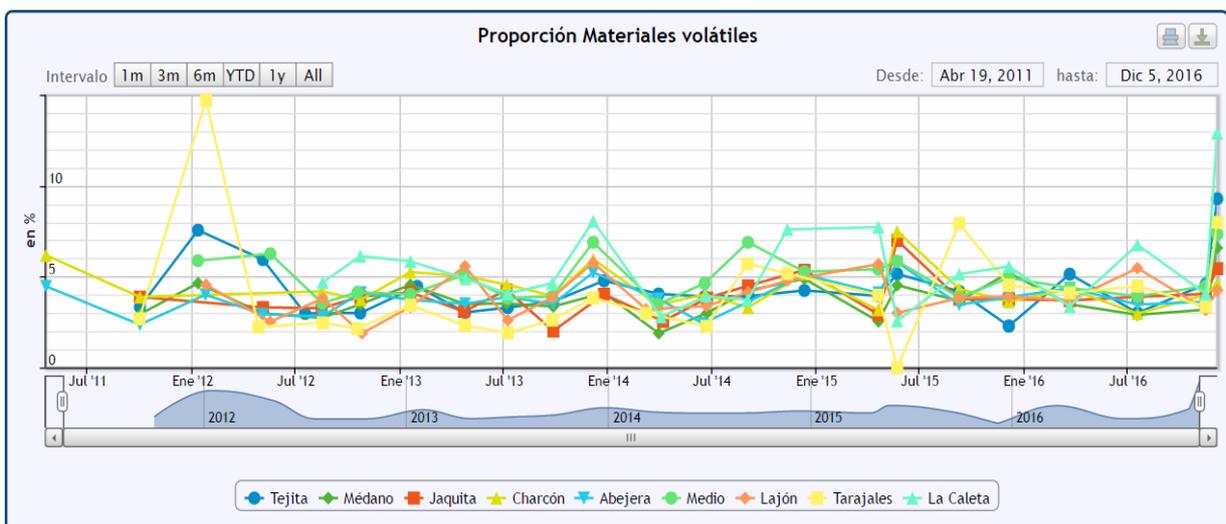


Figura 56. Evolución del contenido en materiales volátiles en el sedimento capturado (2013-2016)

De momento, no se encuentra explicación a este fenómeno más allá de la fluctuación invernal (disminuye) – estival (aumenta) que parece ser la tónica a lo largo de los años estudiados, pero nunca con un incremento tan acusado y generalizado (¿bloom?).

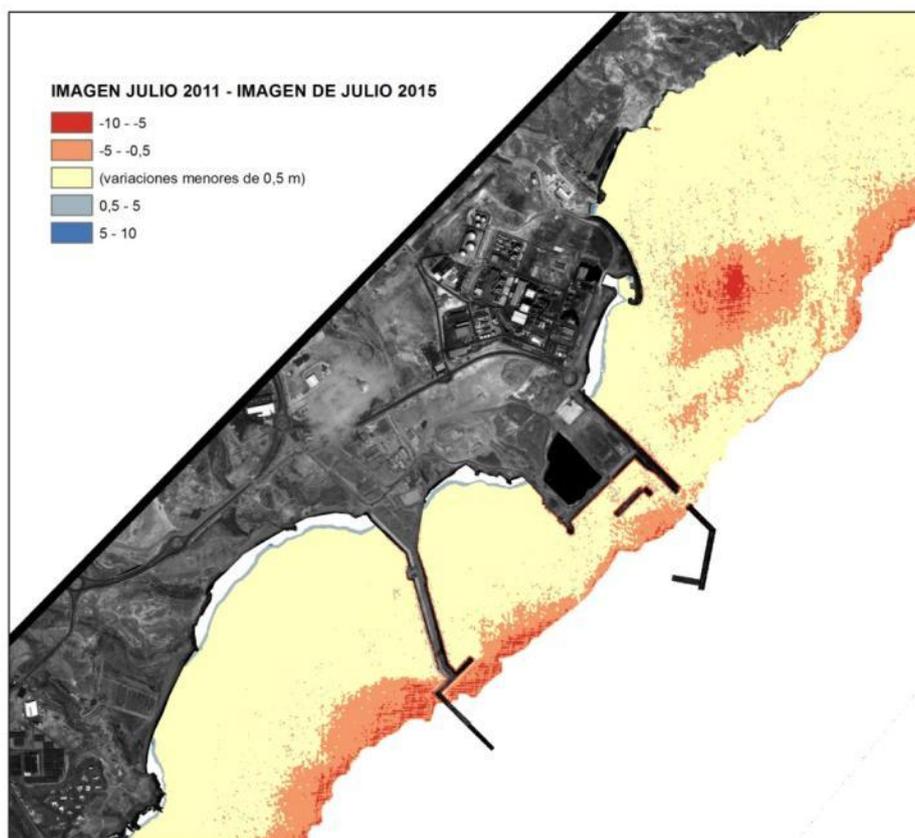


### 3.5.5 Alteraciones batimétricas

Según los estudios de dinámica litoral realizados por el IH Cantabria (2011) se prevé que la construcción del puerto altere los flujos en dicha zona, surgiendo 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 realiza de dos maneras: por telemetría y con estacas.

#### *Telemetría*

El GPIT preparó un algoritmo específico para interpretar la batimetría a partir de imágenes del satélite WorldView2. La precisión que ofrece este método es limitada (aprox.  $>2$  m) y no abarca más allá de los 20-25 m de profundidad. Su empleo requiere que las imágenes sean tomadas en condiciones óptimas, sin nubosidad ni demasiada reverberación. A pesar de su escala gruesa y limitada, la telemetría permite analizar la situación a lo largo de toda la costa, contando con medidas in situ para calibrar y extrapolar la información a toda el área de estudio.



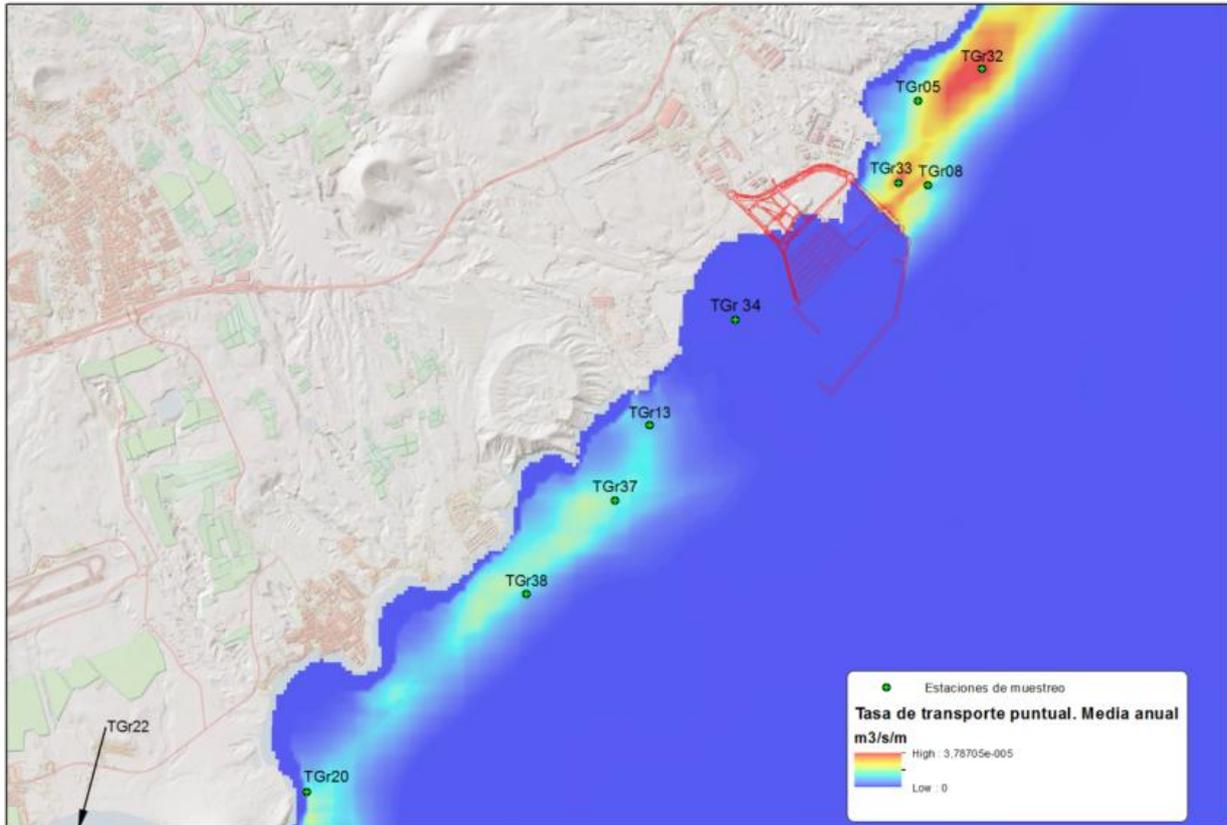
**Figura 57. Diferencias batimétricas ( $> -2$  m) entre 2011 y 2015.**

El análisis comparado de los fondos entre 2011 y 2015 reflejó pérdidas en el sector previo al puerto, tal como predecían los modelos (mayor agitación del oleaje). Sin embargo, no se apreciaban acumulaciones importantes en la zona al sur, frente a montaña Pelada (dique de abrigo entonces a medio construir). Las otras pérdidas detectadas corresponden al talud, donde la dinámica es más viva que en las zonas aplaceradas. Lamentablemente, las imágenes tomadas en 2016 no ofrecen calidad suficiente para su análisis (mucho oleaje, turbidez o reverberación).



### Estacado

Se han fijado diez estaciones (Figura 58) para el seguimiento de la acumulación o pérdida de arena mediante estacas decimetradas. Cada estación consta de cinco estacas dispuestas en línea y separadas 25 m. Las estacas fueron colocadas durante 2012 y 2013, aunque hubo que rodar algunas y renovar otras. También se comprobó que el modelo inicial hecho con hierro y marcas cada 10 cm dura poco en el mar y hubo que sustituir todas las estacas por un modelo nuevo con marcas cada 5 cm y construido con acero inoxidable (Figura 66).



**Figura 58. Estaciones con estacas graduadas para el seguimiento de variaciones del fondo. Mapa base mostrando las acumulaciones (azul) y pérdidas de sedimento (rojo) previstas según la diferencia media anual de la tasa de transporte ( $m^3/s/m$ ) Estudio del IH Cantabria (2011).**

El análisis de los primeros datos obtenidos mostró que en la mayoría de las estaciones no existe un comportamiento uniforme a lo largo de la línea de estacas (125 m). Las estacas más próximas a la costa (0-2) reflejan erosión, mientras que en las más alejadas hay acumulación. Se trata de pequeñas cantidades (máx. 10 cm) que atribuimos a una simple reubicación de la arena provocada por la onda de la ola (formación de *ripple-marks*). Destacan las estaciones junto a Bocinegro (TGr20) y Tarajales (TGr5), donde ocurre al revés. La primera arranca a 12 m de profundidad y la segunda, justo al norte del puerto frente a la playa de Los Tarajales, que, como se verá en el apartado siguiente, ha avanzado su frente de playa por acumulación de materiales presuntamente tras los temporales de diciembre de 2013. A los efectos del análisis general del balance sedimentario utilizamos el promedio de las cinco lecturas por estación.



En mayo de 2015 se instalaron las estacas de dos estaciones en presuntas zonas de acumulación, que aún estaban pendientes: una frente a la Punta de Montaña Pelada (TGr37 Ensanchada), y otra frente al promontorio previo al pueblo de El Médano (TGr38 Barca).

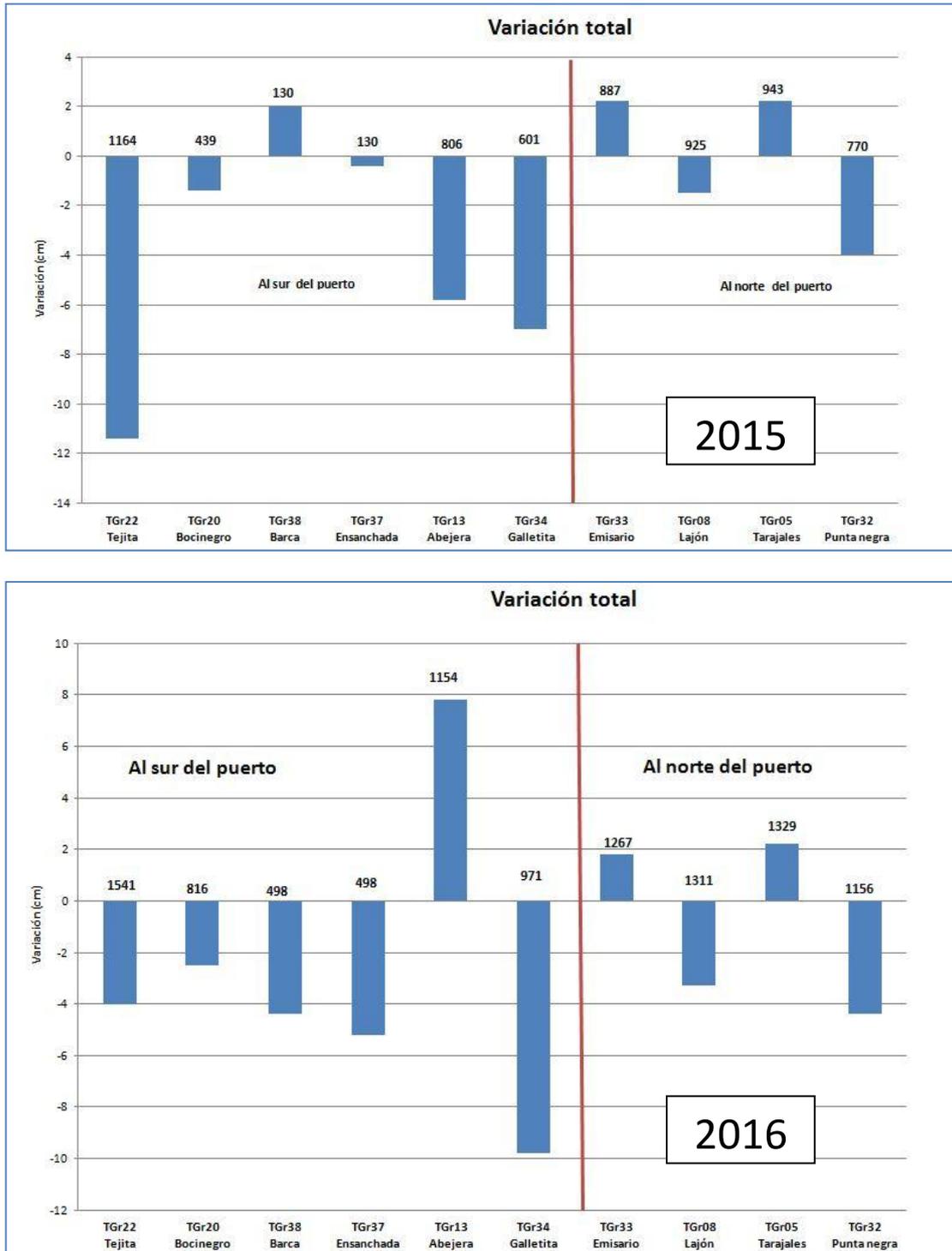


Figura 59. Balance neto en cm (variación medida total) de la dinámica sedimentaria por estación en 2015 (arriba) y en 2016 (abajo). Se indica el número de días que han estado activas. Línea roja = el puerto.



En la Figura 59 se muestra en centímetros el balance neto (media entre todas las estacas de una estación) de las variaciones del nivel del suelo para cada estación, con expresión en días del periodo en que han estado activas desde la fecha de instalación. Este último valor, pues, no es el mismo para todas las estaciones, lo que impide una comparación general. Tampoco es aconsejable extrapolar los periodos temporales ya que las condiciones de la dinámica sedimentaria se van modificando a medida que avanzan las obras de abrigo.

Las variaciones registradas son de pocos centímetros (< 10 cm) y no se aprecia un patrón definido, salvo al norte del puerto, donde se mantienen en 2016 el mismo esquema de 2015. Por el contrario, al sur del puerto, algunas estaciones cambian de signo, y pierden arena en vez de acumularla, salvo por Abejera (TGr13) que es la única que sigue las predicciones, aunque en 2014 también había cambiado. No obstante, estas variaciones no tienen mayor relevancia ya que los valores entre un periodo y otro no superan la diferencia que existe entre las varias estacas de la misma estación, como se puede apreciar

en la Figura 60. La amplitud de la variabilidad local fue de 20 cm en 2014 y de 10 cm en 2018, lo que indica que la TGr13 hay bastante movilidad sedimentaria en los fondos.

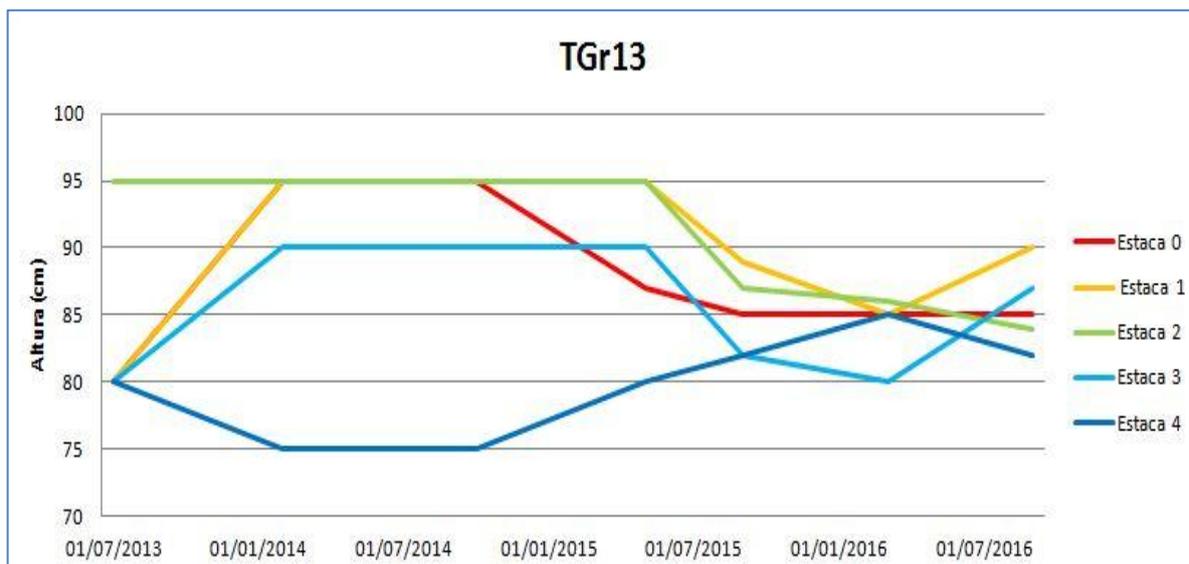


Figura 60. Estación 13 (Abejera). Variación de la altura de arena en la serie de estacas, de la 0 (más próxima a tierra) a la 4 (más alejada).



### 3.5.6 Basculamiento de las playas

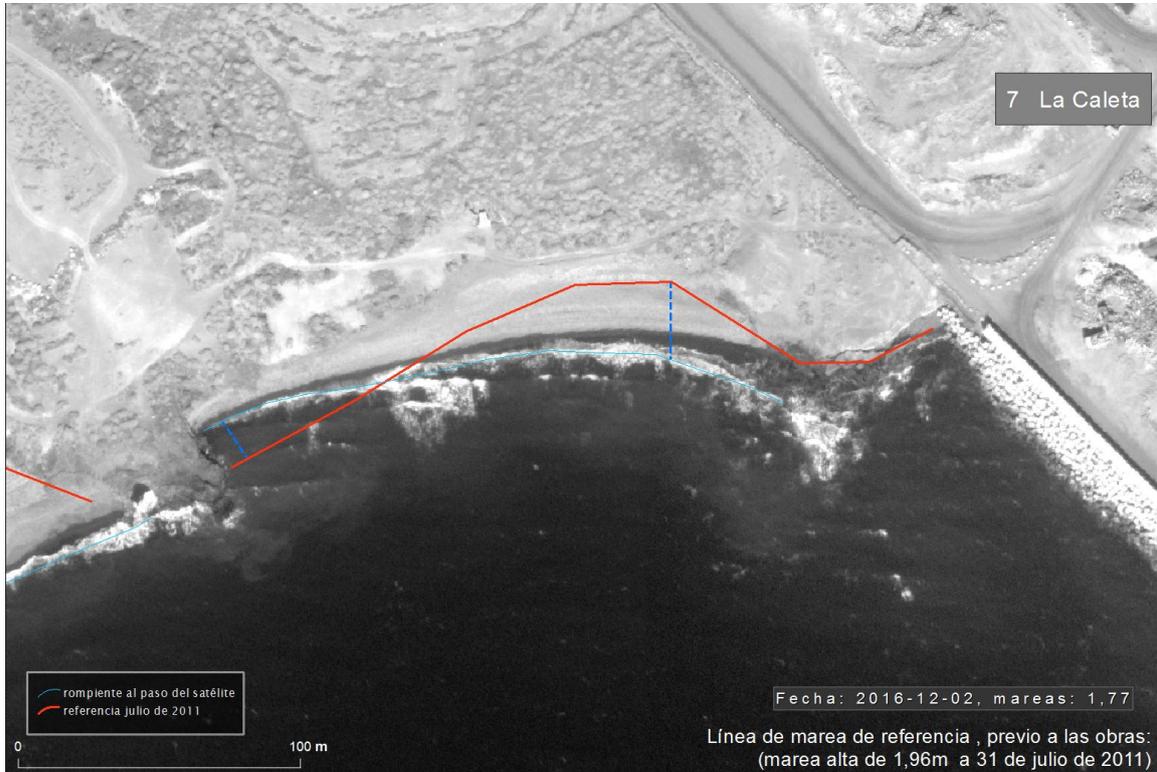
El PVA de Granadilla presta especial atención al seguimiento del cambio de línea de las playas a sotavento del futuro puerto, ya que se prevé su basculamiento, aunque ello no tenga mayor relevancia ecológica. El OAG analiza desde julio de 2011 (antes de las obras) y con periodicidad ahora bimensual el canal pancromático (resolución de 50 cm) de las imágenes de satélite WorldView2. La línea de playa de la imagen de referencia (31 de julio 2011) se representa sobre las fotos en color rojo, y corresponde a una marea de +1,96 m.

Para analizar el basculamiento de la línea de playa hay que tener en consideración el efecto de la marea. En el Anexo 5.2 se incluyen los datos que corresponden al momento en que fueron tomadas las imágenes por el satélite. Al comparar, por ejemplo, imágenes de la playa de Los Tarajales tomadas con un desnivel de 0,9 m a marea baja (8-3-2014) y marea alta (15-3-2014) se aprecia un retroceso de las aguas en la playa de 17 m perpendiculares a su eje. Estos desplazamientos naturales los expresamos en valor absoluto por metro de desnivel de marea a medido a mitad de playa. Obviamente, para hacer cualquier medición comparada es necesario contar con imágenes en las que la marea alta sea igual o lo más próxima a 1,96 m, que es la que había cuando se estableció el punto referencia (línea de costa dibujada en rojo). Para el presente informe se escogieron las imágenes del 1 de julio de 2015, con una marea de +1,99 m.

**Tabla 20. Retranqueo de la línea de playa por metro de desnivel de marea y su desplazamiento neto en los extremos sur y norte registrados el 2/2/2013, el 22/9/2014, el 1/7/2015 y el 1/8/2016**

Nombre de la playa	Variación por metro de marea	Extremo Sur (metros)				Extremo Norte (metros)			
		2013	2014	2015	2016	2013	2014	2015	2016
Los Tarajales	18,9 m	+5	+3	+11	-4,56	+1	+0	8	-4,56
La Caleta	7,9 m	-20	-13	-16	-18,73	+11	+17	+20	+17,7
El Medio	7,3 m	-11	-17	-21	-14,0	+23	+44	+52	+49,53
Punta del Vidrio	7,3 m	-15	-36	-54	-63,42	+20	+51	+57	+53,72
La Pelada	29,3 m	+9	+13	+24	15,1	+9	+13	+24	+6,5
La Jaquita	87,73 m	+11	+17	-22	±	+11	+25	+20	±
El Médano	33,3 m	+7	+12	±	±	+2	+6	±	±
La Tejita	18,1 m	-16	+28	-12	±	+4	-7	+23	±

Se produce basculamiento cuando los desplazamientos en los extremos de las playas son de signo contrario; es decir, un retranqueo en el extremo sur y un avance en el extremo norte. El basculamiento empieza a ser notable cuando su valor supera al desplazamiento medio por metro de marea, ya que cada playa tiene su peculiar pendiente y dinámica. La Pelada es una playa demasiado estrecha (50 m) para que pueda bascular, y los basculamientos de las playas más al sur, desde La Jaquita hasta La Tejita, son atribuibles a las fluctuaciones normales impuestas por el clima marítimo, a veces diarias y a veces con sesgo estacional (algunos datos de 2014 se revisaron y han corregido). Las tres playas (en rojo en la Tabla 20) que han basculado con intensidad son las previstas y se encuentran al sur a continuación de las obras de abrigo: La Caleta (Figura 61 abajo), El Medio y Punta del Vidrio (Figura 62).



**Figura 61. Situación de las playas de los Tarajales (arriba) y La Caleta (abajo) a 1 agosto 2016**



Figura 62. Situación de las playas del Medio (arriba) y Tanque del Vidrio (abajo) a 1 agosto 2016



**Figura 63. Situación de las playas de La Pelada (arriba) y la Jaquita (abajo) a 1 de agosto 2016.**

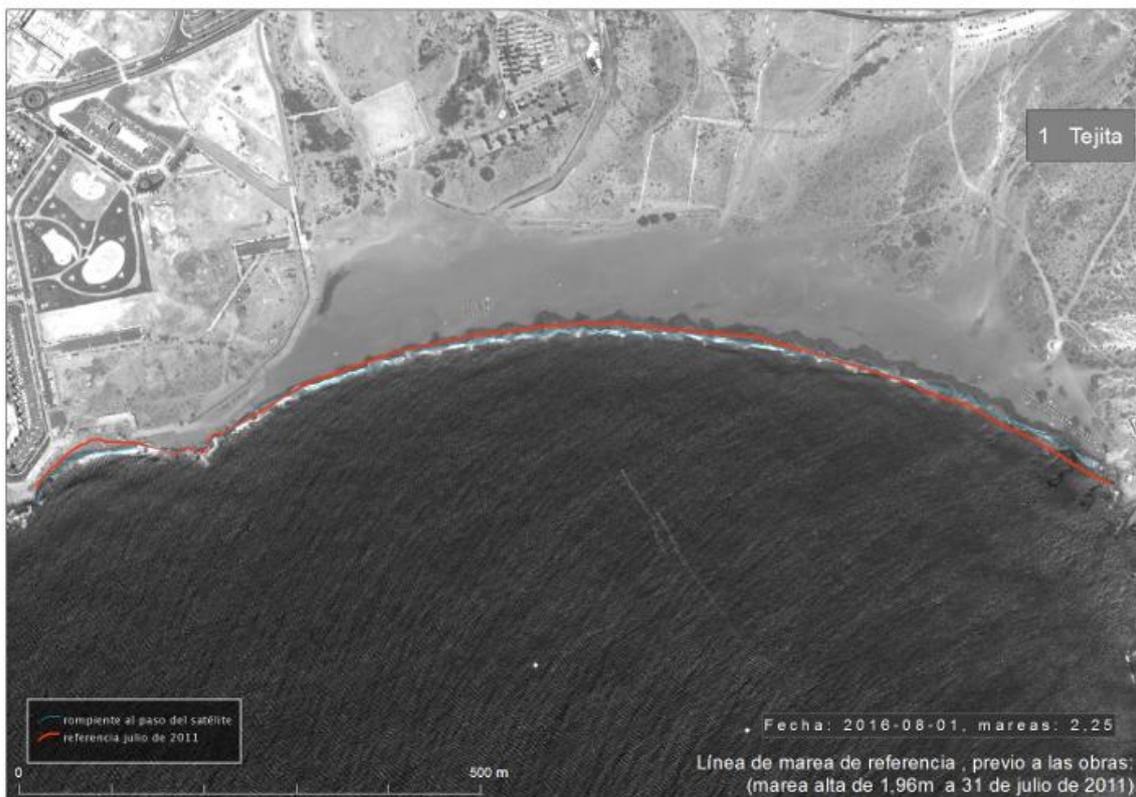
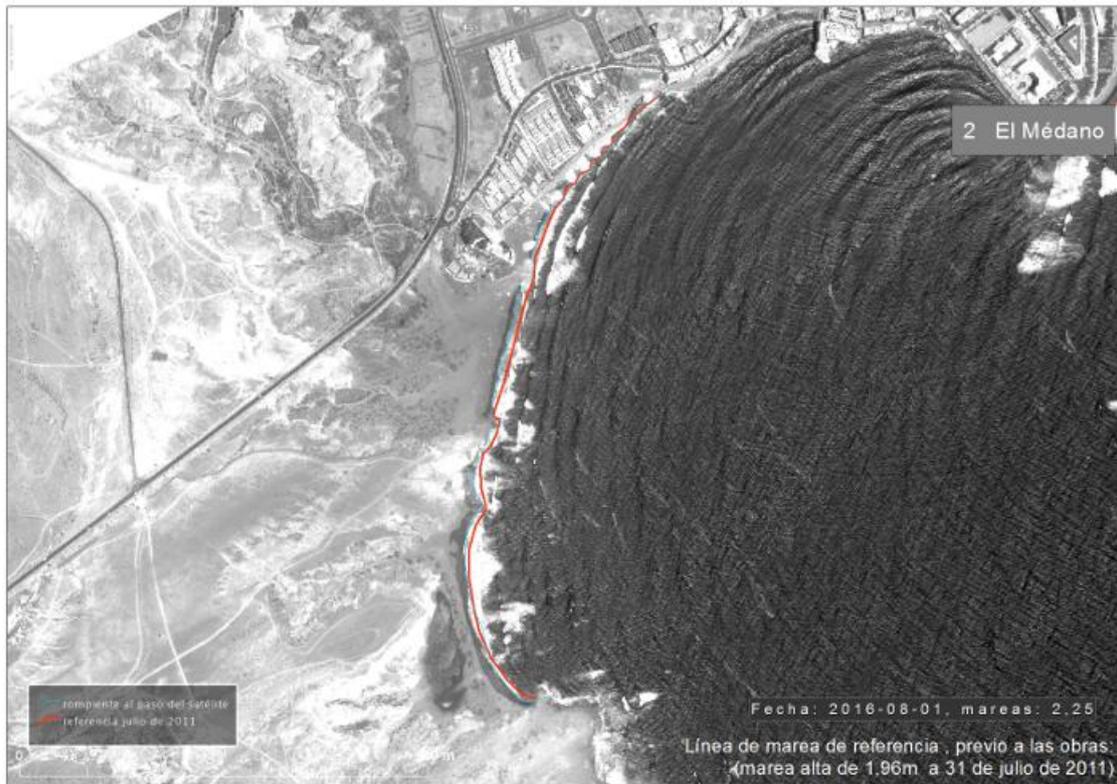
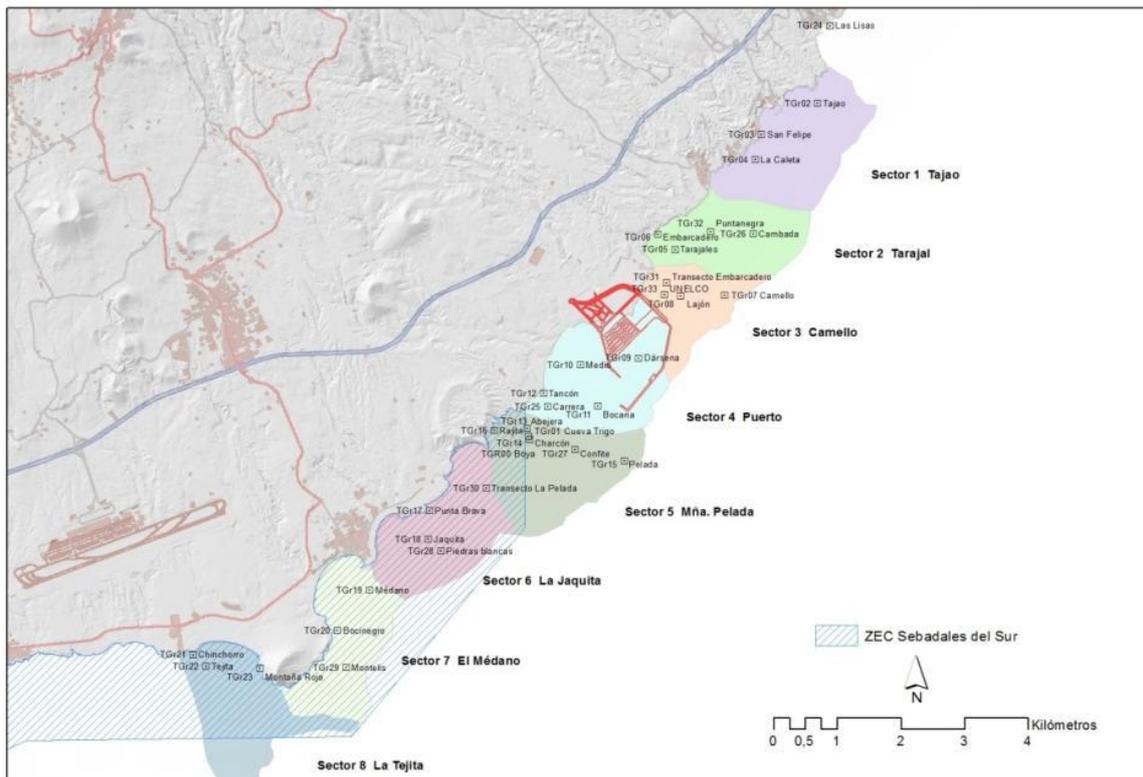


Figura 64. Situación de las playas de El Médano y La Tejita el 1 de agosto 2016



### 3.6 Calidad de aguas

Un objetivo usual en todo plan de vigilancia de obras en el medio marino es el seguimiento de la calidad de las aguas para conocer en qué medida se ve afectada, y constatar su ulterior evolución. El término de calidad refiere en el caso de Granadilla tanto a las condiciones ecológicas (con la naturaleza en mente) como a las ambientales (con el bienestar humano como objetivo). En el primer sentido, revisten especial importancia las aguas que discurren por efecto de la corriente hacia la zec Sebadales del Sur de Tenerife, situado a 1,8 km hacia el sur.



**Figura 65. Sectores y estaciones de muestreo de aguas y boya oceanográfica del OAG.**

El OAG ha sectorizado la costa de Granadilla en una extensión de 13 km, estableciendo estaciones de muestreo en cada sector. Los datos oceanográficos se miden cada mes con sonda multiparamétrica; la analítica química se realiza con carácter trimestral, y la de contaminación microbiológica una vez al año. Además, en la boya situada en TGR00 se registra de modo continuo la turbidez (NTU) y temperatura. En este año 2016 y debido a problemas técnicos no se han podido recoger datos en los siguientes periodos: del 12/02/16 al 20/04/16, del 09/08/16 al 23/11/16, y del 05/12/16 al 31/12/16.

#### 3.6.1 Parámetros oceanográficos

La página web del OAG dispone de visores pareados que permiten seleccionar la estación y el parámetro, y así comparar su evolución en el tiempo (también definible). En un CD anexo a este informe, se incluyen las tablas con los valores obtenidos en 2016, así como copia de las analíticas recibidas de los laboratorios. Comentamos aquí lo más destacado.



En las tablas que siguen se resumen las campañas realizadas en 2015 y 2016 y los valores oceanográficos medidos (máxima, mínima y media) comparados con los de la situación previa a las obras.

**Tabla 21. Campañas de muestreo**

<b>Campañas 2015</b>	<b>Número campañas</b>	<b>Número estaciones</b>	<b>Número muestras</b>	<b>Número Parámetros</b>	<b>Datos aprox.</b>
Muestreo de aguas	4	11	180	11	1.980
Muestreo de sedimentos	3	11	33	18	594
Sonda multiparamétrica	8	13x <5 prof.	376	7	2.632
Captadores de sedimentos	4	9	70	3	210
<b>Campañas 2016</b>	<b>Número campañas</b>	<b>Número estaciones</b>	<b>Número muestras</b>	<b>Número Parámetros</b>	<b>Datos aprox.</b>
Muestreo de aguas	4	11	180	11	1.980
Muestreo de sedimentos	3	11	33	18	594
Sonda multiparamétrica	8	13x <5 prof.	550	10	5500
Captadores de sedimentos	4	9	72	3	216

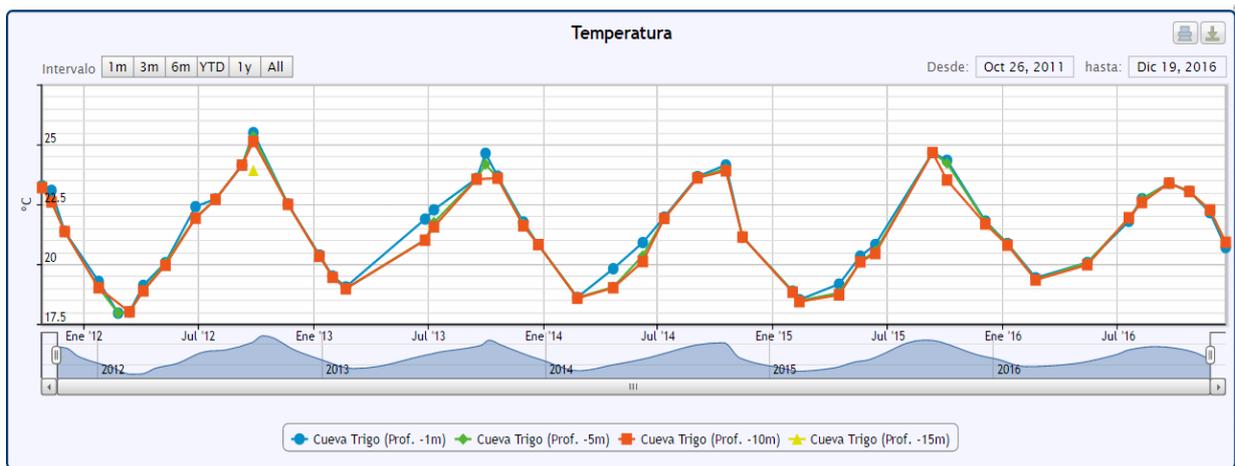
**Tabla 22. Valores oceanográficos**

<b>Años 2015</b>	<b>Instrumento</b>	<b>Unidades</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Media</b>	<b>Previo obra</b>
Temperatura	Sonda	°C	18,36	25,13	20,90	18,61 - 24,65
Salinidad m 6-12	Sonda	psu	36,78	39,45*	39,16*	36,53 - 37,34
pH	Sonda	ud. pH	8,12	8,40	8,20	8,09 - 8,34
Saturación O <sub>2</sub>	Sonda	%	97,24	104,64	101,91	-
Turbidez	Laboratorio	NTU	0	3,16	0,56	0 - 16,50
<b>Año 2016</b>	<b>Instrumento</b>	<b>Unidades</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Media</b>	<b>Previo obra</b>
Temperatura	Sonda	°C	19,17	23,50	21,37	18,61 - 24,65
Salinidad	Sonda	psu	36,02	38,25	37,21	36,53 - 37,34
pH	Sonda	ud. pH	7,95	8,47	8,17	8,09 - 8,34
Saturación O <sub>2</sub>	Sonda	%	96,4	104,6	101,26	-
Turbidez	Laboratorio	NTU	0	7,37	0,57	0 - 16,50
Turbidez	Sonda	NTU	0	5,4	0,38	0 - 16,50
Turbidez	Boya (1m)	NTU	0	70,3	1,46	0 - 16,50
Turbidez	Boya (6m)	NTU	0	82,96	1,44	0 - 16,50
Turbidez	Boya (12m)	NTU	0	84,59	1,43	0 - 16,50

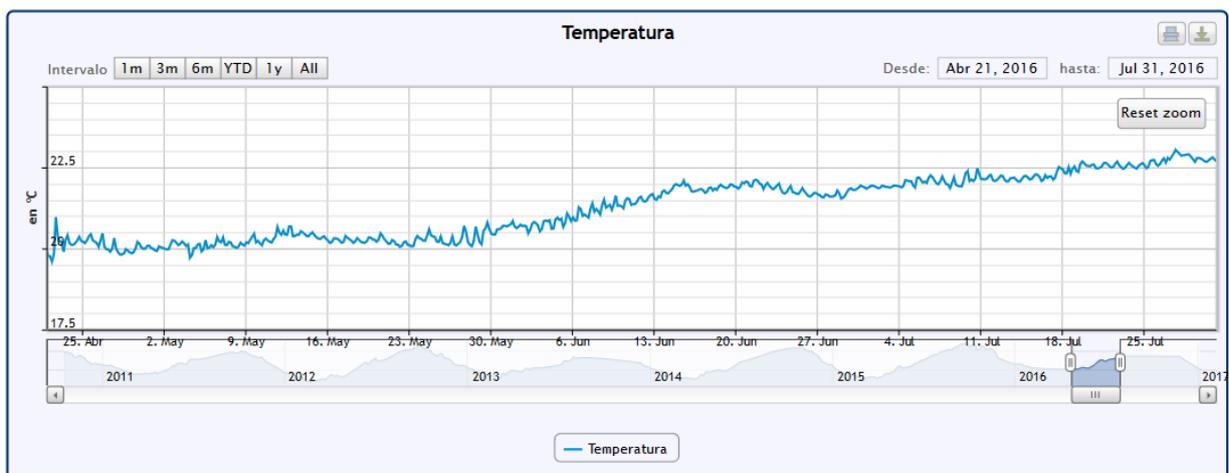
(\*) Los datos de salinidad registrados en 2015 son demasiado elevados para aguas en Canarias, y se atribuyeron a un fallo en el sensor de la sonda multiparamétrica Ysis 6600, que fue cambiada en junio por otra modelo Hydrolab HL4.



**Temperatura:** En nuestras latitudes, el “verano oceanográfico” se suele desplazar 2-3 meses con respecto al atmosférico. Las temperaturas máximas se alcanzan hacia finales de septiembre – inicio de octubre, y las mínimas en la segunda quincena de febrero. Este patrón se mantiene igual en todas las estaciones y los registros son muy homogéneos, con la única excepción de eventuales registros de la pluma de agua caldeada (+2°C) descargada por el emisario de Unelco, próximo a nuestra estación Lajón.



**Figura 66. Evolución de la temperatura del agua en Cueva del Trigo (con sonda) 2011-2016.**



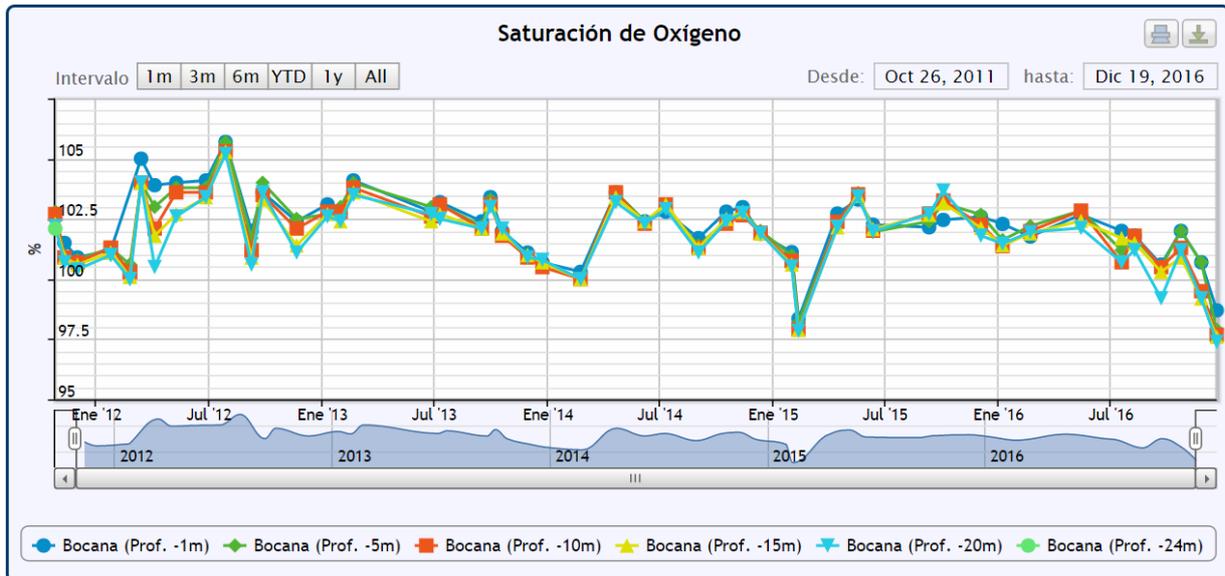
**Figura 67. Temperatura del agua medida en la boya (TGr00) desde el 21 abril al 31 de julio 2016.**

La temperatura media del agua en 2016 fue de 21.37 °C, frente a 20.9°C en 2015; 21,55 °C en 2014, y 21.5°C en 2013.

La temperatura máxima en 2016 fue de 23,50 °C y, al igual que ocurrió en 2015, se registró en septiembre en la estación TGr08 (Lajón), zona potencialmente afectada por el mencionado emisario de refrigeración de la Central de Unelco. Con todo, este valor es inferior a las temperaturas máximas de los años anteriores. Por el contrario, la mínima de 19,17°C registrada en marzo de 2016 en la TGr08, es superior a la de los años previos, mostrando así una reducción del 16% en la amplitud térmica: 4,33°C en 2016 frente 6,77°C en 2015.

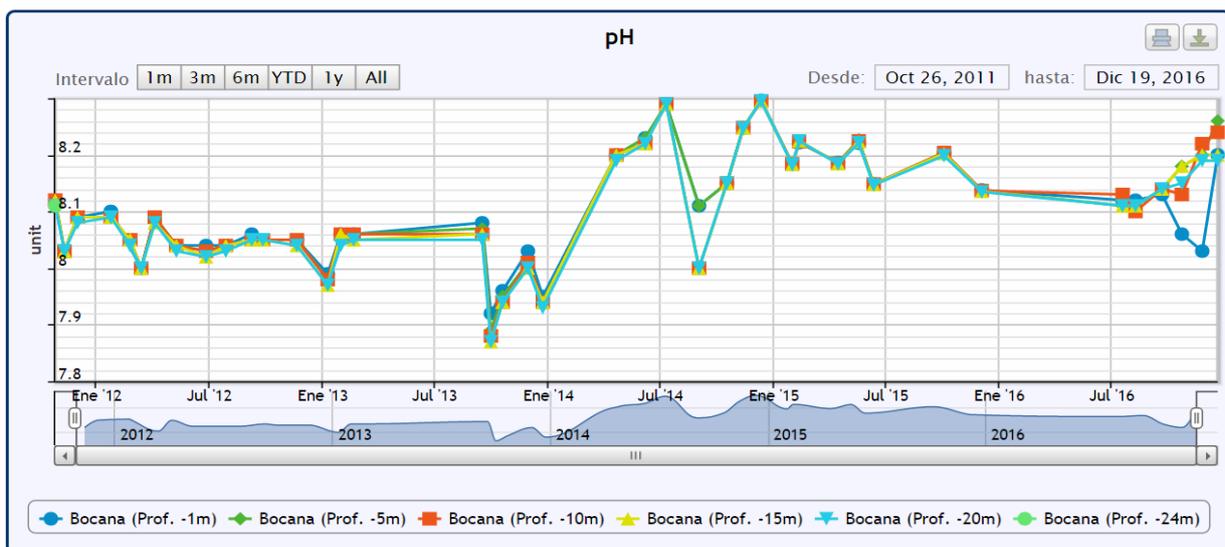


Concentración de oxígeno: Los niveles de saturación de oxígeno fluctúan estacionalmente entre 97 y 105%, dentro de la ventana de óptimo vital para los organismos acuícolas (80-125%), con lo que el potencial redox se mantiene alto (>200 mv). Ello corresponde a aguas bien oxigenadas, con concentraciones en el rango de 4-7 ppm. Las concentraciones más bajas se dan en enero-febrero en correlación con las temperaturas más bajas. En ninguna estación se han detectado posibles situaciones de anoxia.



**Figura 68. Registro de la concentración de oxígeno en la estación de La Bocana (TGr11) a seis profundidades, durante dos años (2012-2016).**

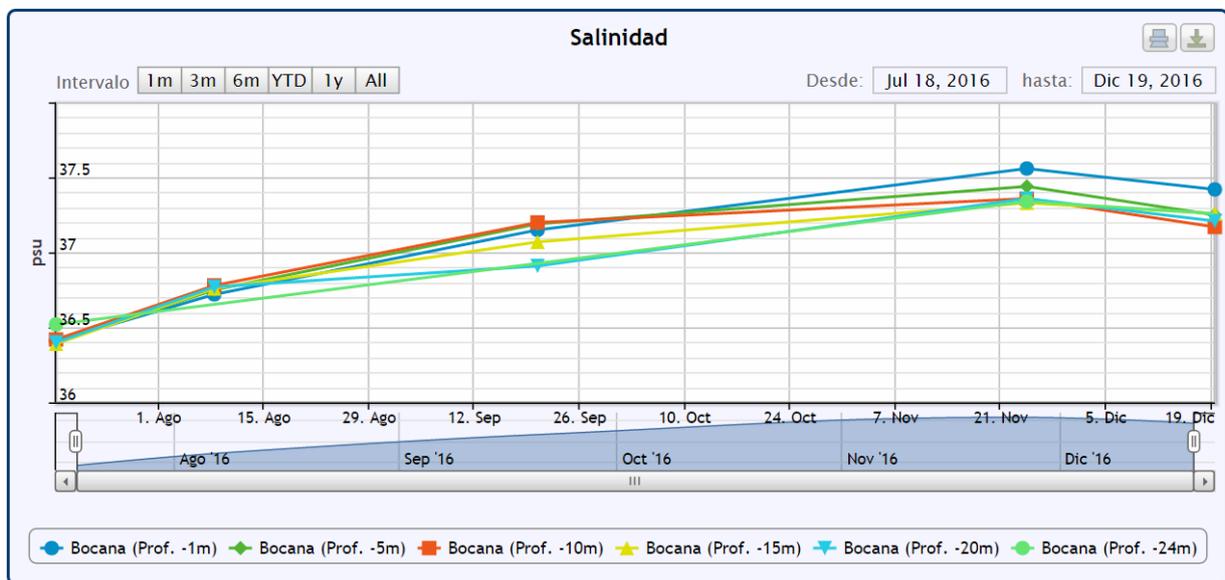
pH: El valor de pH en el agua oceánica es ligeramente alcalino (7,5-8,4) y disminuye si la temperatura aumenta, aproximándose a la acidez. El pH también varía en función de la salinidad, de la profundidad y de la actividad de los organismos vivos. La media del pH en 2016 fue de 8,17, valores similares a los recogidos en años anteriores (2014-8,21 y 2015-8,20).



**Figura 69. Registro del pH en La Bocana (TGr11) a seis profundidades (2012-2016)**



**Salinidad:** La salinidad del agua en los océanos varía entre 33 y 37 psu (media mundial = 35 psu), o a su equivalente de 45,5 y 50,4 mS/cm (media 38 mS/cm) expresado en conductividad a 20°C. Hasta mayo de 2014 el OAG venía midiendo la salinidad como conductividad en la boya oceanográfica, además de con la sonda multiparamétrica. Dada la uniformidad en los registros se descartó reponer los sensores de la boya que aguantaron hasta finales de 2014. También se observó en 2015 que los valores registrados con la sonda multiparamétrica son muy superiores a los que cabría esperar, denotando que también estos sensores habían agotado su vida útil. Se optó por sustituir los sensores por otros nuevos, más resistentes y luego, a mediados de 2016 se adquirió una nueva sonda Hydrolab HL4 que ofrece más fiabilidad y precisión. Se debe tener en cuenta que alguno de los datos obtenidos antes de junio de 2016 no son valores fiables, debido a errores del sensor.



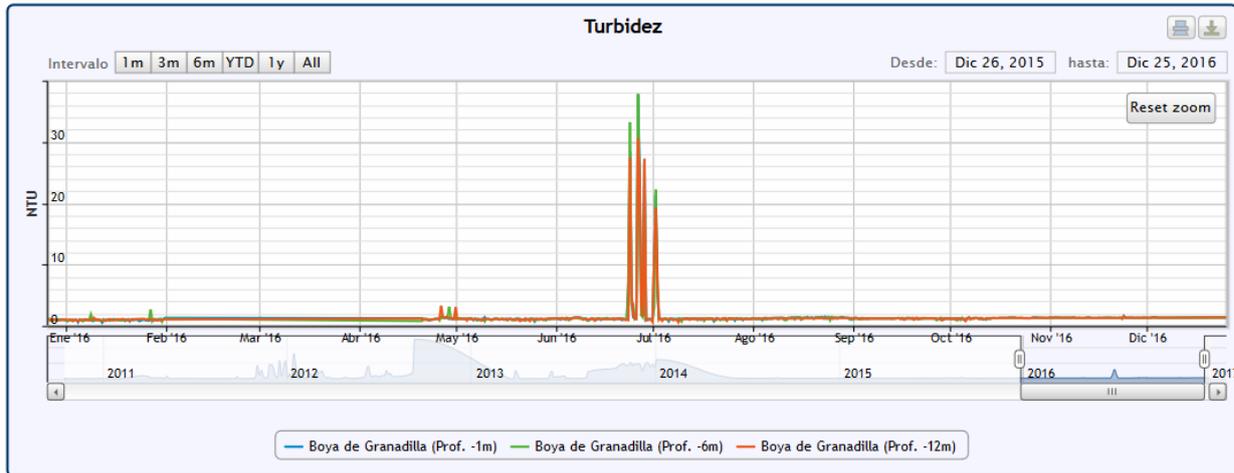
**Figura 70. Registro de la salinidad con sonda en la Bocana, desde julio a diciembre de 2016.**

Las cifras de salinidad fiables obtenidas son normales para aguas superficiales en Canarias (entre 36 y 37 psu), lo mismo que el patrón que se ha venido repitiendo en todas las estaciones (incluso con las cifras excedidas): un ligero aumento en invierno y una caída equivalente en verano. En esta lado del Atlántico el valor desciende en verano porque es la época en la que los vientos alisios son más constantes, generan afloramiento de aguas frías menos salinas y se produce un gradiente de temperatura y salinidad este-oeste.

**Turbidez:** El valor de referencia de turbidez para aguas limpias en Granadilla es de 0,8-1,9 NTU y que, al margen del aspecto estético, la calidad de agua se considera excelente si no aumenta más de 5 NTU, buena si no aumenta más de 10 NTU (estándares norteamericanos). Es por encima de valores de 50-100 NTU cuando cabría esperar efectos sobre la biota y solo en caso de prolongarse el fenómeno que la genera. Agua con 1,5-3,0 NTU se ve poco turbia, y entre 6,0 y 14,0 turbia, de color marrón a cierta distancia.

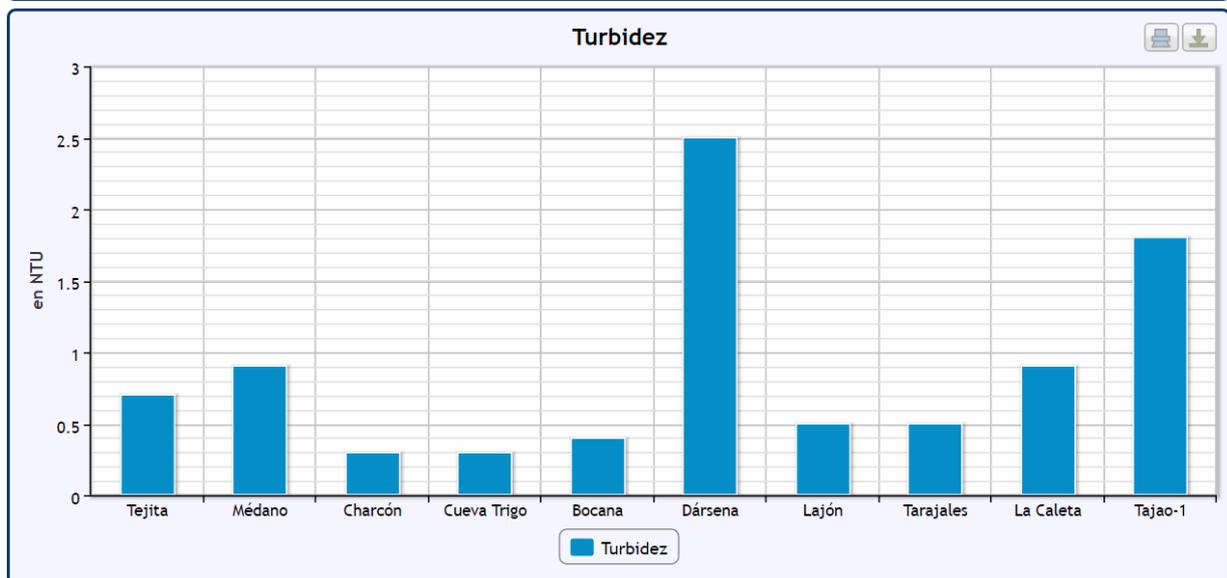


Las mediciones con la sonda multiparamétrica se hacen normalmente con mar favorable para la navegación (escaso oleaje). La nueva sonda no hace falta calibrarlas cada vez antes de usarla, sino cuando se detectan desajustes o cada 180 días. Sus mediciones se pueden considerar más fiables que las de la boya. En 2014 se realizaron pruebas contrastadas en la estación Abejera (próxima a la boya), y finalmente se decidió reponer el nefelómetro de la boya con un *Seapoint Turbidity Meter* (0-1600 NTU) específico para agua marina y más resistente.

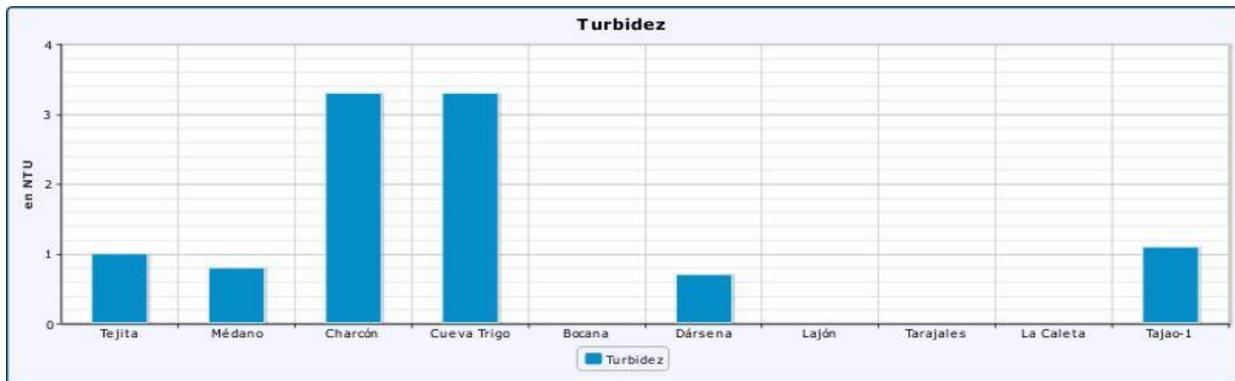


**Figura 71. Turbidez (NTU) medida en la boya de Granadilla en 2016 (tres profundidades).**

La turbidez medida en la boya de Granadilla se han mantenido por debajo de 4 NTU (medias de 1,45 NTU), salvo por los picos de 70,3 NTU (-1 m), 82,96 NTU (-6 m) y 84,59 NTU (-12 m) registrados en la semana 25 y 26, coincidentes con periodos de vertido de material y dragado en las inmediaciones.



**Figura 72. Turbidez (NTU) medida en agosto de 2016 con sonda multiparamétrica lo largo de la costa de Granadilla. La estación Bocana es donde operan los gánguiles.**



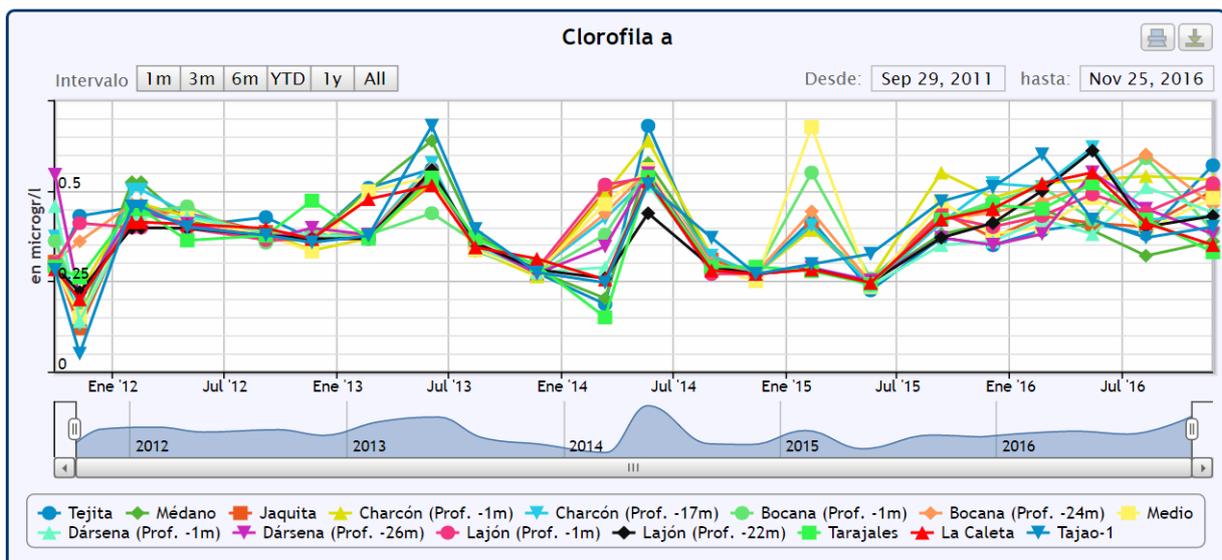
**Figura 73. Turbidez (NTU) en diciembre de 2016 con sonda multiparamétrica lo largo de la costa.**

La misma tónica reflejan los datos mensuales de la sonda multiparamétrica (medias  $<0,38$  NTU), con un valor pico de 5.4 NTU en las inmediaciones de la boya (Tgr00) a -13 m, que probablemente sea debido a que la sonda tocara fondo.

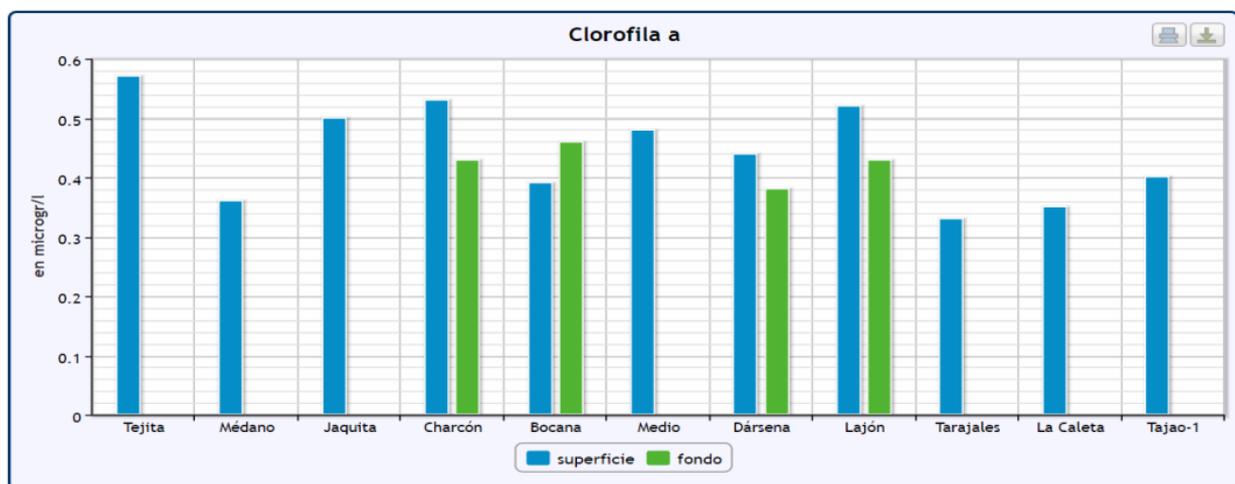
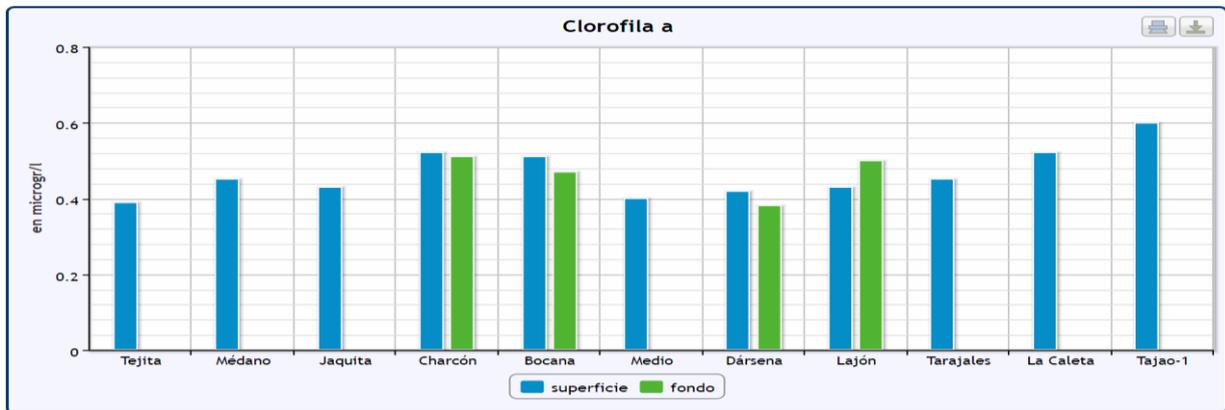
La turbidez medida en el laboratorio a partir de muestras de aguas son: mínima de 0 NTU, máximo de 7,37 NTU (en TGr 11-Bocana y a -1 m de profundidad) y media de 0,64 NTU. La estación Bocana es donde operan los gánguiles. En general, las aguas son claras.

### 3.6.2 Concentración de clorofila

La concentración de clorofila en las aguas es un indicador de la producción biológica de las algas, bacterias y otros organismos fotosintéticos, de la que, en definitiva, depende toda la vida marina. En Canarias, la concentración de clorofila en aguas abiertas es baja, del orden de 0,1-0,2  $\text{mg}/\text{m}^3$ , y es lo normal para aguas oligotróficas en estas latitudes del Atlántico. Solo en la proximidad de la costa y debido a los aportes terrígenos, o en zonas de afloramiento de aguas frías profundas ricas en nutrientes, se eleva esta concentración (0,3-0,4  $\text{mg}/\text{m}^3$ ).



**Figura 74. Evolución de la concentración de clorofila a entre 2011 y 2106 en todas las estaciones.**



**Figura 75. Evolución de la concentración de clorofila a lo largo de la costa de Granadilla en el primer (arriba) y último (abajo) trimestre de 2016**

El vertido de materiales al mar con ocasión de las obras del puerto conlleva un aumento de los nutrientes que propicia una proliferación de fitoplancton y el consiguiente incremento de la concentración de clorofila. No obstante, el patrón que existía en el 2015 de valores de clorofila mayores en estaciones aguas abajo del puerto, no se aprecia tan marcadamente en 2016.

**Tabla 23. Evolución de la concentración de clorofila a en la costa de Granadilla**

Clorofila a µg/l	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Valor máximo	0,54	0,54	0,68	0,68	0,68	0,62
Valor mínimo	0,06	0,05	0,26	0,15	0,22	0,32
Media	0,28	0,35	0,40	0,37	0,37	0,46

El valor medio de clorofila más alto se ha alcanzado este ejercicio de 2016, lo que refleja quizá la acumulación general de nutrientes en la zona. Estos valores proceden de laboratorio, pues la medición de la clorofila con la sonda multiparamétrica manual o en la boya se descartó por imprecisa (difícil calibración y desajuste frecuente de los sensores).

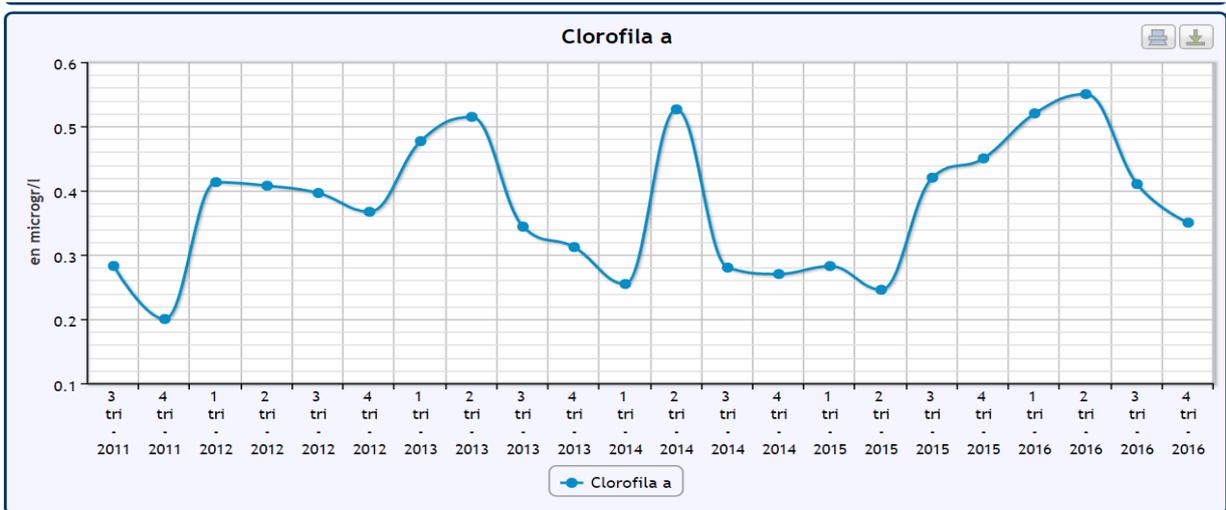
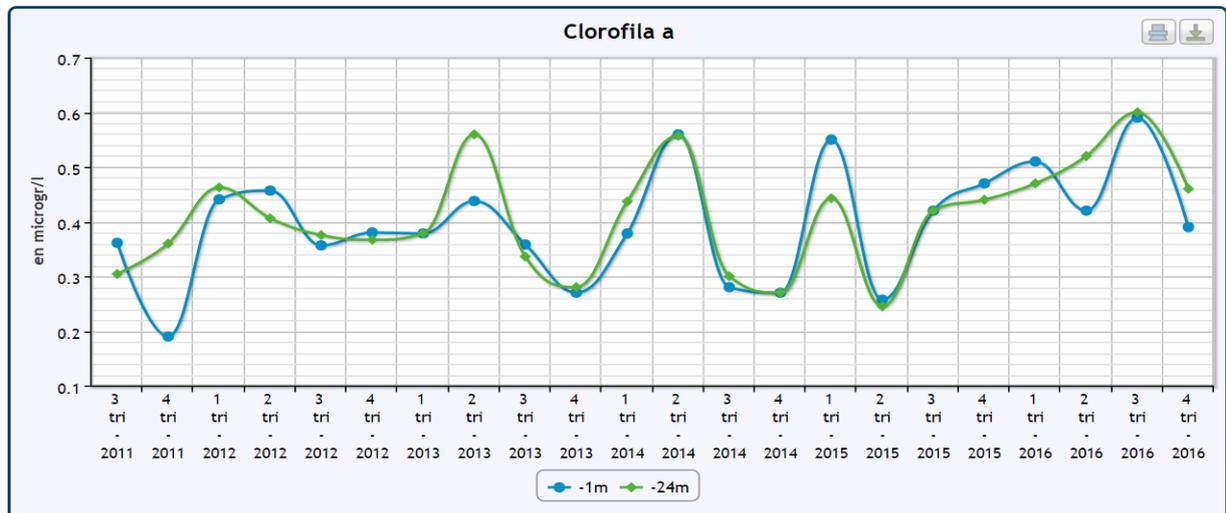
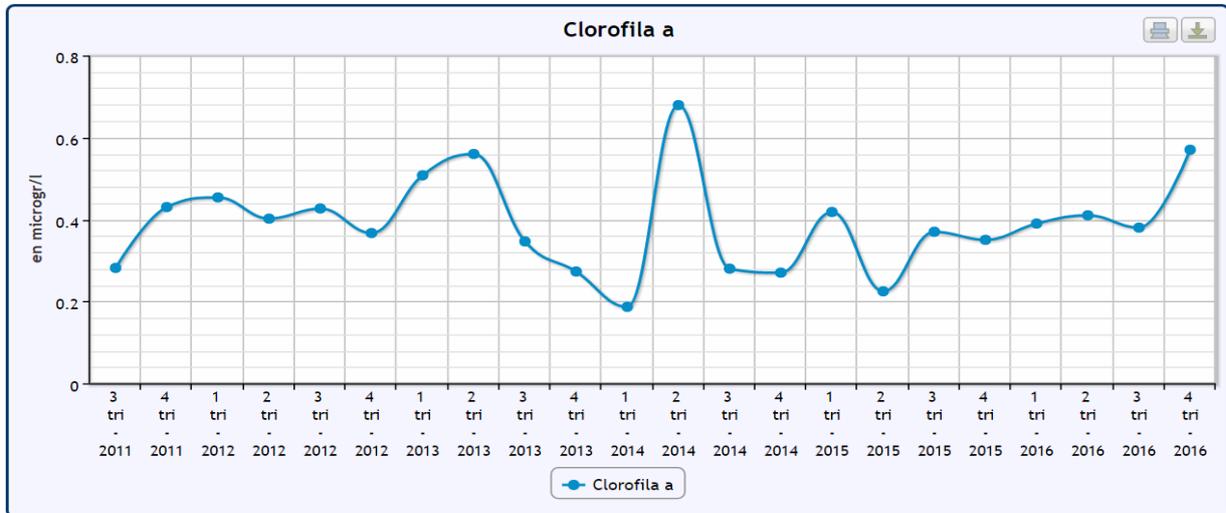
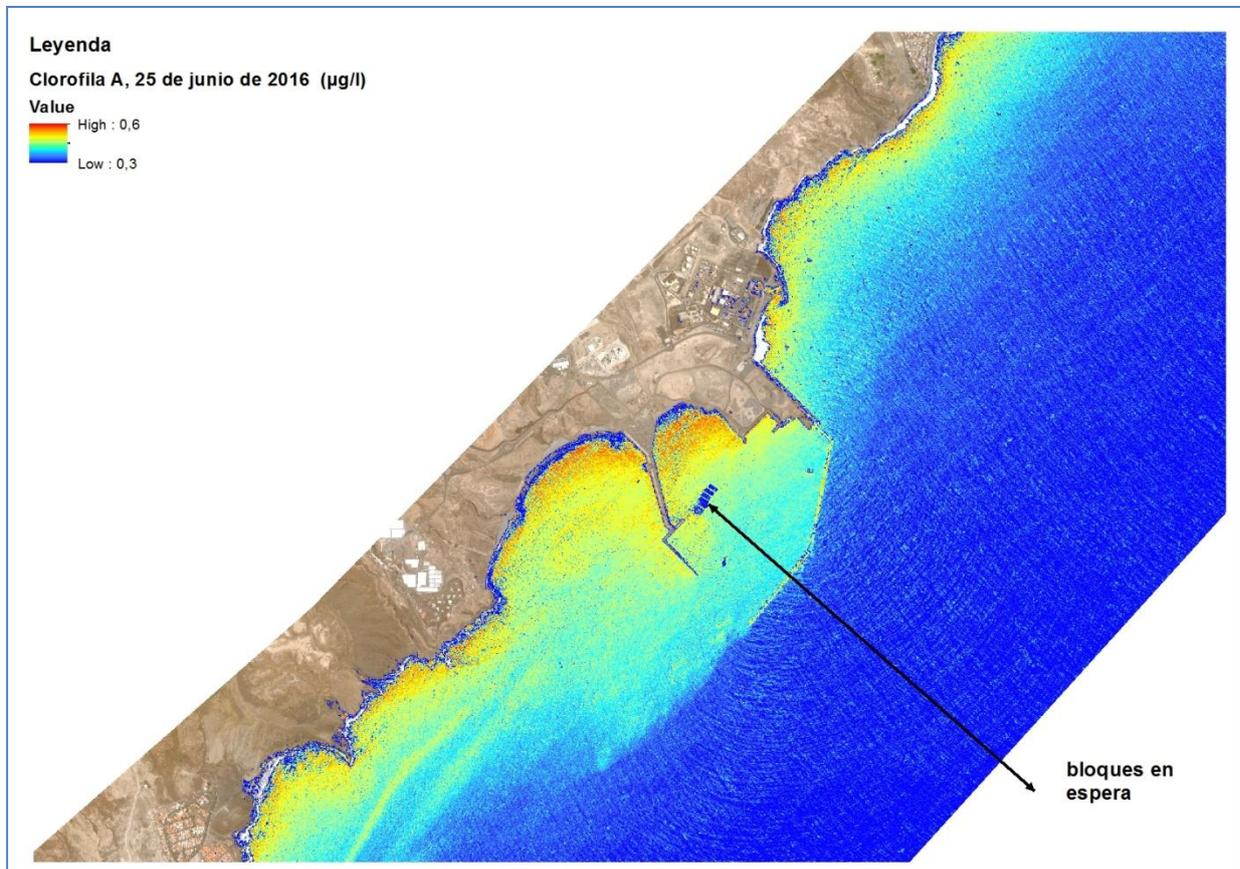


Figura 76. Evolución 2011-2016 de la clorofila a en la estación Tejita (arriba), Bocana (medio) y La Caleta. Equivalencia 1 µg/l = 1 mg/m<sup>3</sup> de clorofila a.



En la Figura 76 que refleja la evolución de la concentración de clorofila desde 2011 a 2016 en tres estaciones, donde se aprecian bien los repuntes primaverales (segundo trimestre). Así ocurre en general en seis de las once estaciones monitorizadas: TGr14 Charcón, TGr10 Medio, TGr09 Dársena, TGr08 Lajón, TGr05 Tarajales y TGr04 La Caleta.



**Figura 77. Distribución primaveral de la concentración de clorofila (25 junio 2016)**

La concentración de clorofila se sigue también por telemetría, junto con la de la CDOM (*chromophoric dissolved organic matter*) o “sustancia amarilla”. Los mapas se elaboran del mismo modo que los de la turbidez, aplicando algoritmos específicos calibrados para la interpretación de las imágenes de satélite WorldView2-3. Los patrones de distribución que muestran las imágenes son prácticamente los mismos en ambos casos. Solo cuando la concentración CDOM es realmente alta, además de cambiar el color del agua, puede absorber la radiación solar en detrimento del fitoplancton o de la vegetación acuícola, pero en la costa de Granadilla no hay fuentes importantes de taninos. Los registros de CDOM detectados son bajos y obedecen a la presencia de pigmentos fotosintéticos, comportándose como los de la clorofila o la TSM (*Total suspended matter*). Los mapas de CDOM no se incluyen en la página web del OAG salvo que coincidan con episodios relevantes (grandes riadas, etc.).

La imagen tomada en junio de 2016 refleja una situación primaveral de alta concentración de clorofila, coincidente con la distribución de la turbidez (que implica nutrientes), siendo máxima en zonas remansadas como en la dársena del puerto o en la ensenada inmediata al SW.



### 3.6.3 Parámetros químicos y contaminantes orgánicos

El seguimiento de los parámetros químicos habituales y de los contaminantes orgánicos se hace mediante análisis trimestrales de muestras de agua en las diferentes estaciones. El análisis de metales pesados en agua quedó descartado en la primera reformulación del PVA, haciéndose su seguimiento en los sedimentos, que es donde se acumulan en caso de haberlos. De detectarse contaminación se reanudaría la analítica en agua, pero ese no ha sido el caso.

Según las analíticas de referencia (2005) las aguas en Granadilla son oligotróficas, con escasa presencia de nutrientes, bajos o nulos niveles de contaminación química y microbiológica, reflejando una composición normal en aguas en estado de conservación favorable.

Nitritos, nitratos y fosfatos. De estos tres parámetros únicamente se ha detectado algo presencia de nitratos en dos estaciones en agosto: TGr04 (La Caleta) con 0,31 mg/l y TGr09 (Dársena) con 0,20 mg/l. En el resto de estaciones dichos contaminantes quedan por debajo del nivel de detección (0,01 mg/l). La persistente ausencia de fosfato en las analíticas –no se muestra gráfica– cabría explicarla su rápido aprovechamiento por parte del fitoplancton.

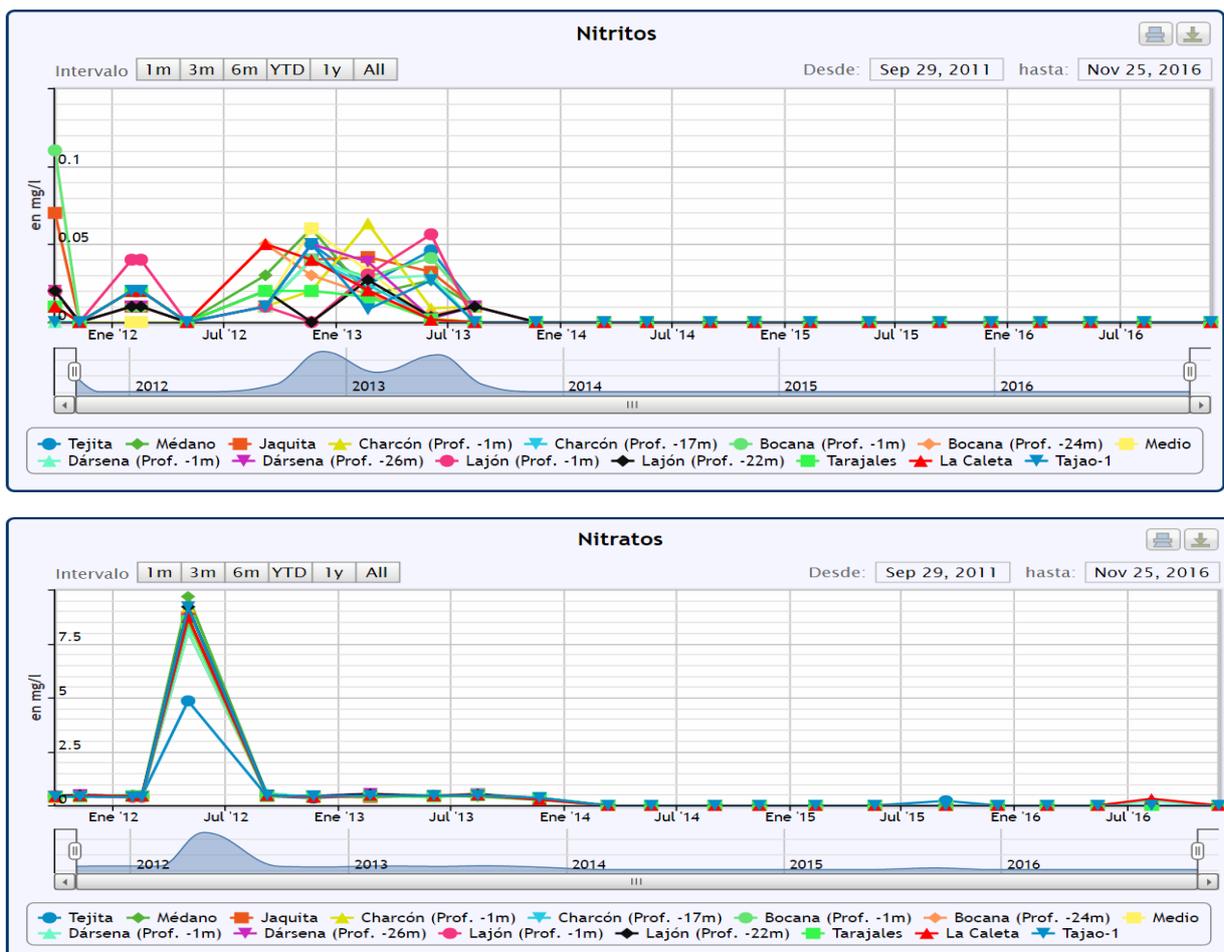
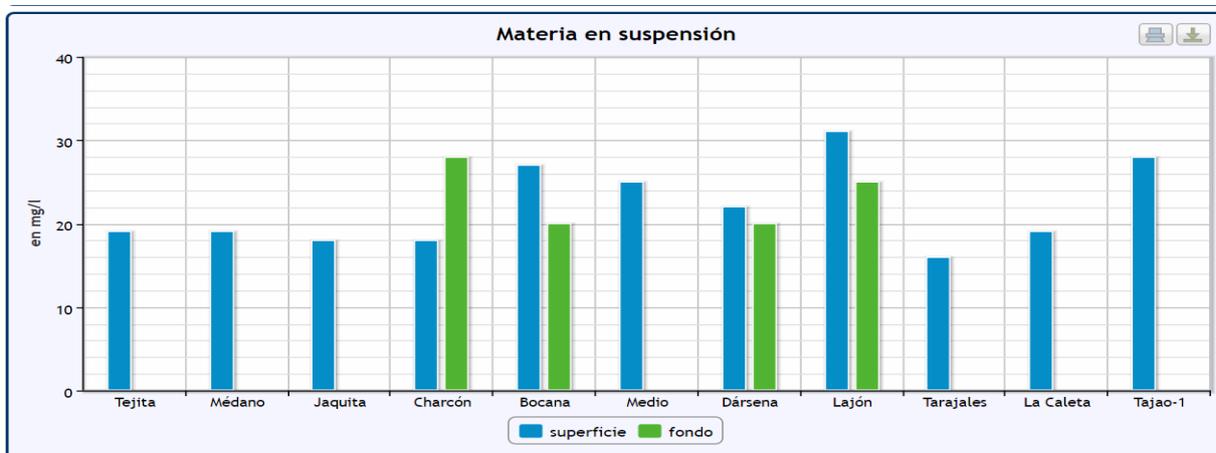
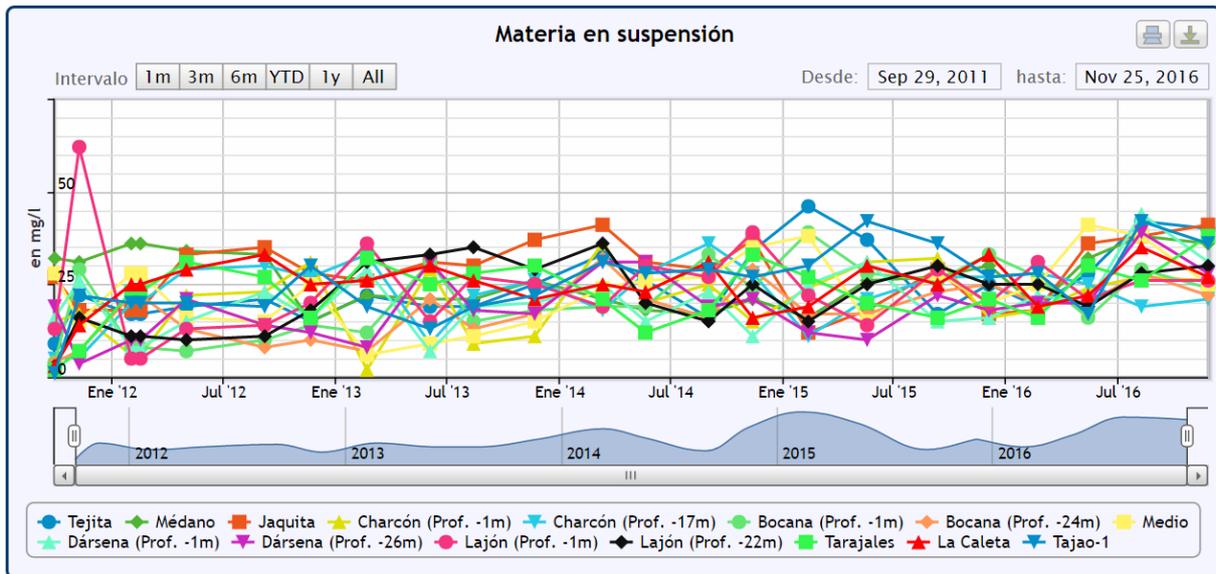


Figura 78. Concentraciones de nitritos y nitratos en las estaciones a lo largo de la costa de Granadilla y desde 2011 hasta 2016, inclusive.



La materia en suspensión en 2016 presenta valores que van desde 16 mg/l a picos de 44 mg/l, bastante en línea con las concentraciones adoptadas como referencia (11-39 mg/l). Tal y como se ha visto en años anteriores, existe bastante variación según las estaciones. La media de materia en suspensión parece ir en aumento: 19,66 mg/l en 2011; 23,4 mg/l en 2014 y 24,22 mg/l en 2015, 27,60 mg/l en 2016.



**Figura 79. Concentraciones de materia en suspensión. Arriba: evolución temporal 2012-2016 según las estaciones. Abajo: distribución espacial del 1<sup>er</sup> trimestre de 2016.**

Amonio. Este compuesto se ha mantenido ausente (< 0,001 mg/l) en prácticamente todos los muestreos, lo cual es un buen indicador de que no se han generado zonas de anoxia ni contaminación amoniacal. Como excepciones puntuales en todo el histórico de datos cabe destacar: dos en el 2013 (en “Tejita” y “Jaquita”), una en 2014 en “Lajón” y dos en 2015 (“Bocana” y “Charcón”). Así mismo, en Mayo del 2016 se obtuvieron valores de 0,37 mg/l para la TGr05 (Tarjales) y de 0,12 para la TGr22 (Tejita). No se trata de concentraciones que preocupen, salvo que persistan o aumenten.

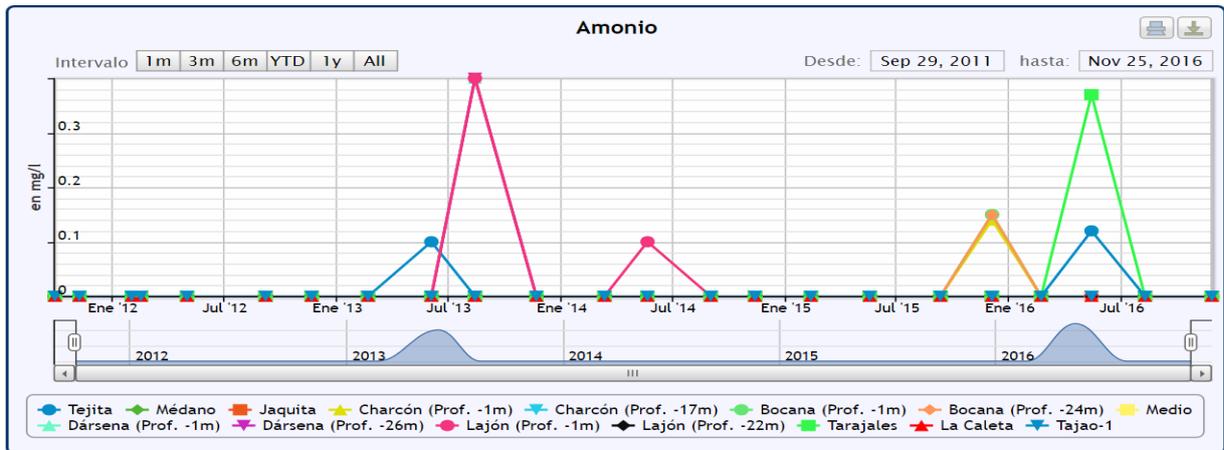


Figura 80. Concentraciones de amonio a lo largo de la costa de Granadilla (2012 -2016).

Carbono orgánico total: sus concentraciones se mantienen en 2016 por debajo de 1-2 mg/l en todas las estaciones, y se aprecia un descenso generalizado respecto de la situación de años anteriores. No parece haber una pauta definida y sus bajos niveles indican ausencia de contaminación por aguas residuales u otra fuente de materia orgánica.

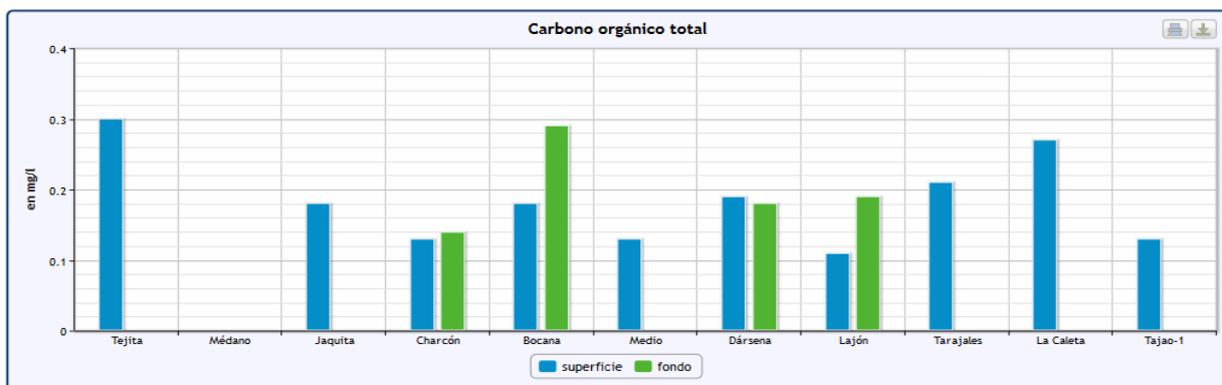
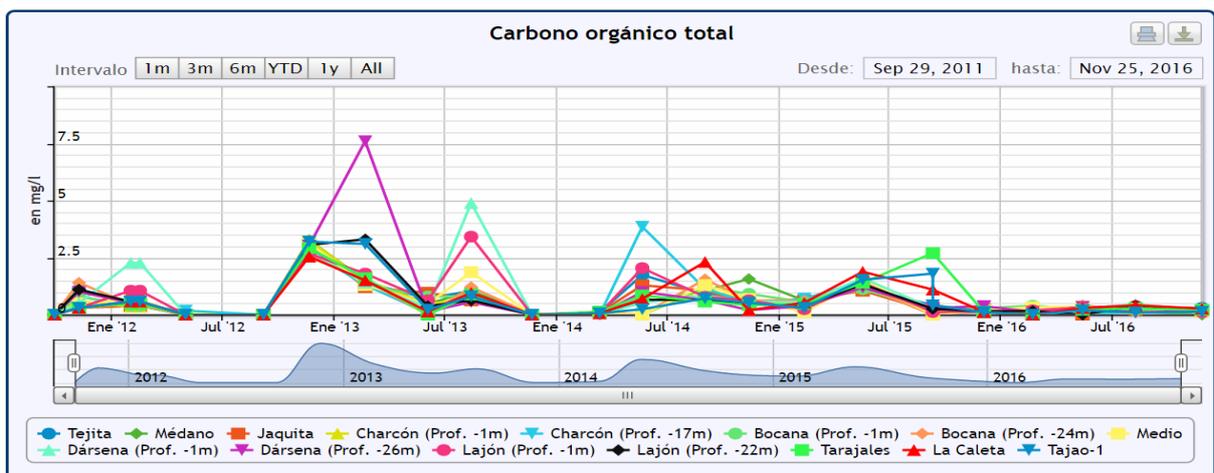
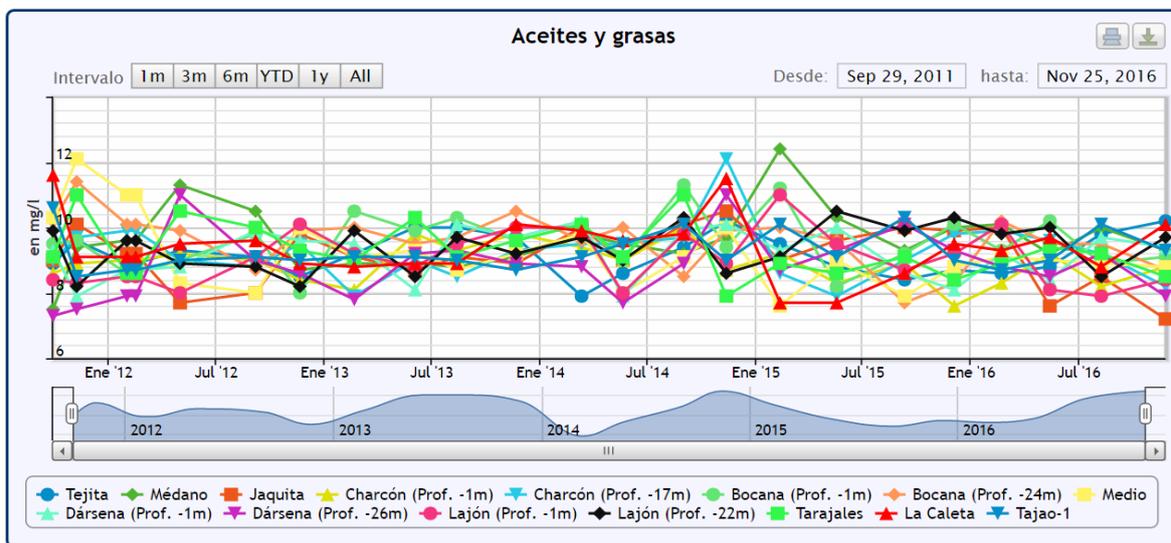


Figura 81. Carbono orgánico total en 2016. Arriba: evolución temporal 2011-2016. Abajo: distribución del 4º trimestre a lo largo de la costa de Granadilla.

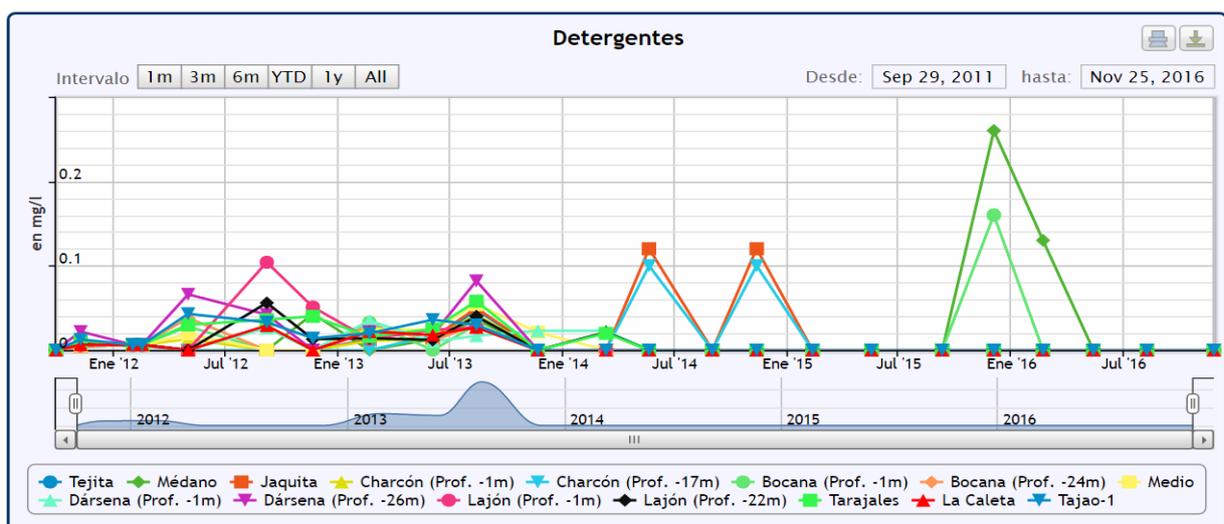


**Aceites y grasas:** Debido a un error en laboratorio a la hora de aplicar un factor de dilución, los datos del último trimestre de 2015 publicados en el informe de dicho ejercicio eran incorrectos, lo mismo que la mención a un descenso en la presencia de aceites y grasas. Los valores correctos para dicho trimestre y los de 2016 se mantienen constantes y en la misma tónica que los años previos, y a lo sumo, con valores pico algo más bajos (10,20 mg/l en cuatro estaciones).



**Figura 82. Concentraciones de aceites y grasas a lo largo de la costa de Granadilla (2011-2016).**

**Detergentes.** En 2016 no se han detectado detergentes o sus concentraciones medias caen por debajo de 0,051 mg/l (valor de referencia), salvo un pico en febrero de 0,13 mg/l en la estación Médano que ya destacó a finales de 2015. Se desconoce el origen de estos detergentes. Actualmente, el emisario de El Médano no está funcionando y dicho núcleo poblacional vierte por el emisario de Montaña Pelada. En el segundo semestre no se detectaron más.



**Figura 83. Concentraciones de detergentes a lo largo de la costa de Granadilla (2011-2016).**



**Hidrocarburos totales.** El valor máximo de referencia de hidrocarburos totales (2005) es de 870  $\mu\text{g/l}$ . Dicho máximo no se ha alcanzado en ninguna estación durante el periodo de obras, incluido el presente ejercicio (2012-2016), con registros inferiores a  $< 100 \mu\text{l}$ . Además, en 2015 y 2016 se ha consolidado una disminución importante de las concentraciones de de hidrocarburos en toda la costa de Granadilla, con valores medios inferiores a  $0,29 \mu\text{g/l}$  (máx.  $0,47 \mu\text{g/l}$ ). Aunque las concentraciones en años previos (2012, 2013 y 2014) nunca llegaron a ser preocupantes, lo cierto es que ahora las aguas en la zona son más limpias. Las presuntas fuentes de hidrocarburos se reparten a lo largo de la costa SE de Tenerife, con el puerto y de Santa Cruz y la refinería, como las más importantes.

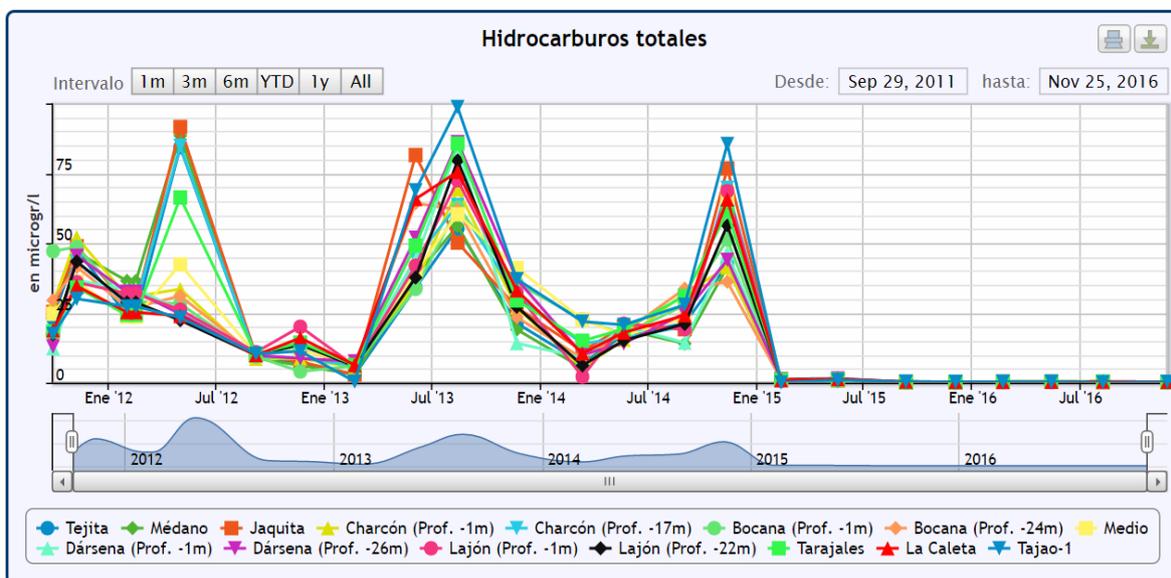


Figura 84. Evolución de hidrocarburos totales 2011-2016 en la costa de Granadilla.

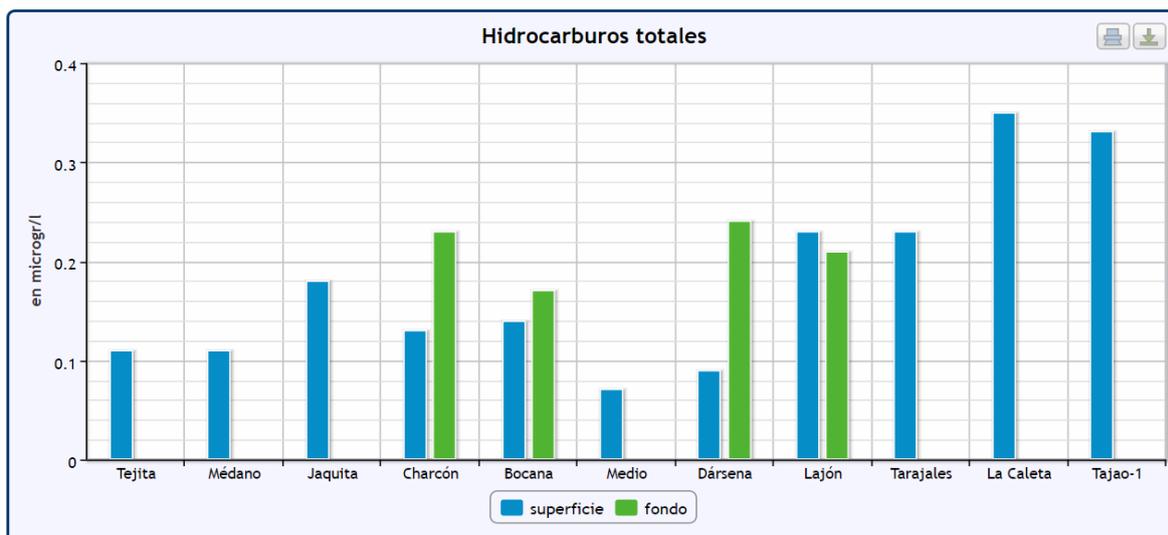


Figura 85. Distribución espacial de la concentración de hidrocarburos totales en el 4º trimestre a lo largo de la costa de Granadilla.



Estación TGr11 “Bocana”. En las gráficas que siguen se muestra la evolución temporal de todos los parámetros en la estación situada en la futura bocana del puerto, y que sirve de resumen general, ya que los patrones observados en las demás estaciones han sido más o menos los mismos.



**Figura 86. Evolución anual en 2016 de los parámetros químicos y los contaminantes en la estación TGr11 “Bocana”, junto a la zona de construcción del puerto.**



### 3.6.4 Contaminación microbiológica

De cara a la salud humana y para prevenir enfermedades gastrointestinales, suele hacerse un seguimiento de la concentración de enterobacilos en las aguas de baño. Si bien las aguas portuarias no son de baño, existen zonas en el ámbito de las obras que sí lo son y por ello el PVA de Granadilla incluye la monitorización anual de colibacilos totales y fecales. El muestreo de 2016 se realizó el 20 de septiembre, únicamente en superficie

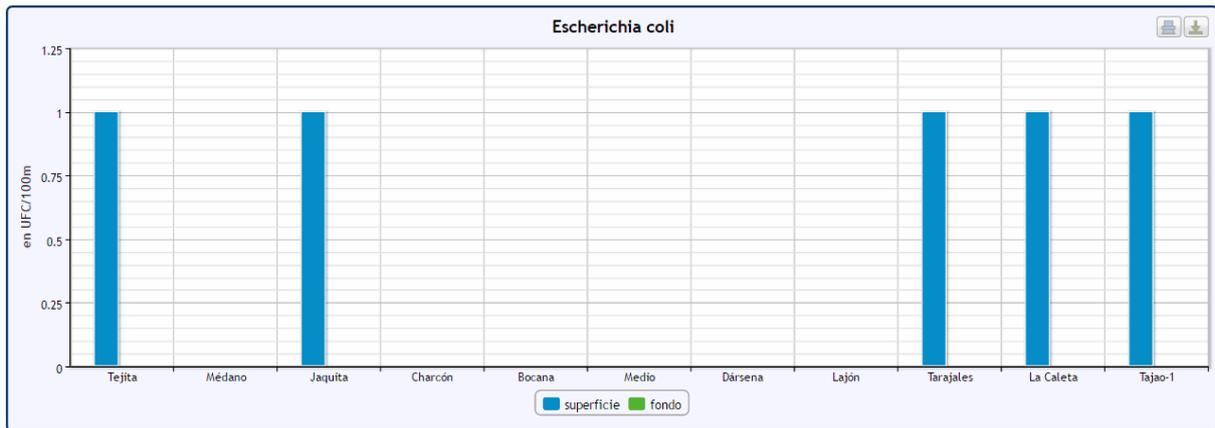


Figura 87. Concentraciones de *Escherichia coli* en 2016 a lo largo de la costa de Granadilla

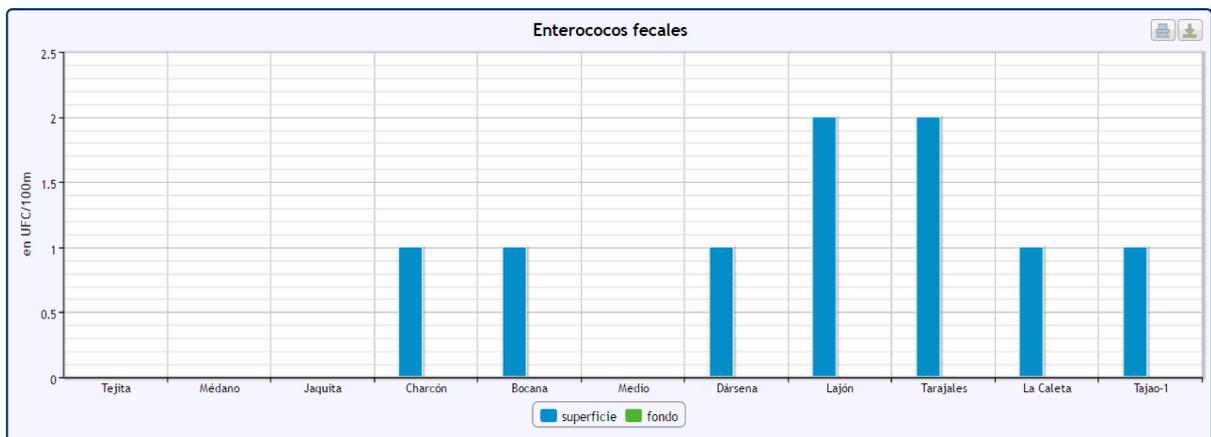


Figura 88. Concentraciones de *Enterococos fecales* en 2016 a lo largo de la costa de Granadilla

En aguas marinas libres y no contaminadas lo normal es la ausencia de enterobacilos, o concentraciones inferiores a 35 UFC/100. A efectos prácticos, no deberían registrarse concentraciones de enterococos superiores a 185 UFC/100 ml ni de *Escherichia coli* superiores a 500 UFC/100 ml (Directiva 2006/7/CE).

De momento, en la costa de Granadilla no se han superado dichos valores en ninguna estación y los registros máximos de 1 UFC/100 ml para *Escherichia coli* se producen en la zona de La Tejita y La Jaquita, donde hay población humana, y el máximo fue 2 UFC/100 ml.

A diferencia de los años anteriores y como dato anecdótico, este año 2016 se han obtenido valores de 0 UFC/100 ml para ambos microorganismos.



### 3.6.5 Evaluación general de las aguas

Al final de cada ejercicio (antes semestre) el OAG hace una valoración general del estado de conservación de las aguas según los sectores establecidos, generando mapas sintéticos que se pueden consultar en la página web en un visor de carrusel (secuencia histórica).

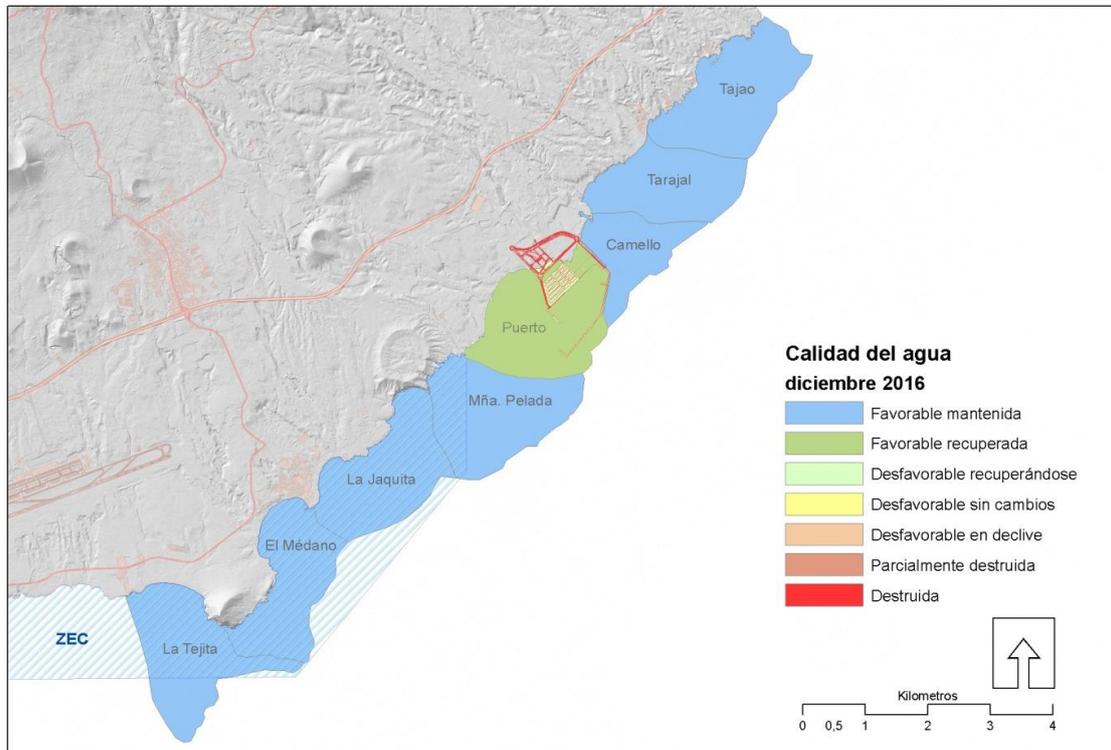


Figura 89. Mapa de calidad de aguas, a diciembre de 2016

El sistema de categorías elegido<sup>9</sup> se emplea en gestión de aguas y obedece a criterios combinados de estado, origen, dinámica ecológica y extensión. Al comienzo de las obras en el mar, con grandes aportes de materiales, la clasificación fue “desfavorable en declive”; durante 2012 y 2013 se evaluó como “desfavorable sin cambios”, situación que se prolonga durante el primer semestre de 2014, pero ya en el segundo semestre y atendiendo a las condiciones de las aguas, se cambió a la categoría de “desfavorable recuperándose”. En diciembre de 2015 se consideraba “favorable recuperada”, y así repite en 2016.

Cabe aclarar que la categoría 6 de “favorable mantenida” que se asigna a todos los demás sectores, no implica que no hayan existido cambios en los valores (que los ha habido), sino que dichos cambios no comprometen la condición de favorable. Así por ejemplo, en los sectores al SW del puerto se ha elevado la producción biológica (incremento en clorofila) y la calidad de las aguas sigue siendo buena = favorable. El epíteto de mantenida hace referencia a que ese era su estado y que no se ha llegado a él por recuperación de una situación desfavorable.

<sup>9</sup> Davies, J., Baxter, J., Bradley, M., Connor, D., Khan, J., Murray, E., Sanderson, W., Turnbull, C. & Vincent, M. (2001). *Marine monitoring handbook March 2001*. Peterborough: Joint Nature Conservation Committee.



### 3.7 Calidad de sedimentos

Además de monitorizar la tasa de sedimentación en los distintos sectores de la costa de Granadilla (ver apartado 3.5.4), el plan de vigilancia plantea un seguimiento de la composición granulométrica y química de los sedimentos, así como de la eventual presencia de contaminantes, con la excepción de los microbiológicos que fueron descartados en esta fase de obras. El muestreo es cuatrimestral y se hace en las mismas once estaciones que se emplean para la calidad de aguas.

#### 3.7.1 Granulometría

La Figura 90 muestra para 2011 (referencia) y 2016 la clasificación las estaciones de muestreo por la granulometría dominante (valor D50 es el diámetro de las partículas que correspondería al 50% en una gráfica de frecuencias acumuladas). Los valores por mayores de 0,5 mm se han reducido con el aporte de lodos por las obras, y salvo en Charcón y alguna de las estaciones situadas al norte Salvo, no se dan ya. No obstante, y salvo en la Tejita y Médano, las fluctuaciones de la granulometría en casi todas las estaciones son notables.

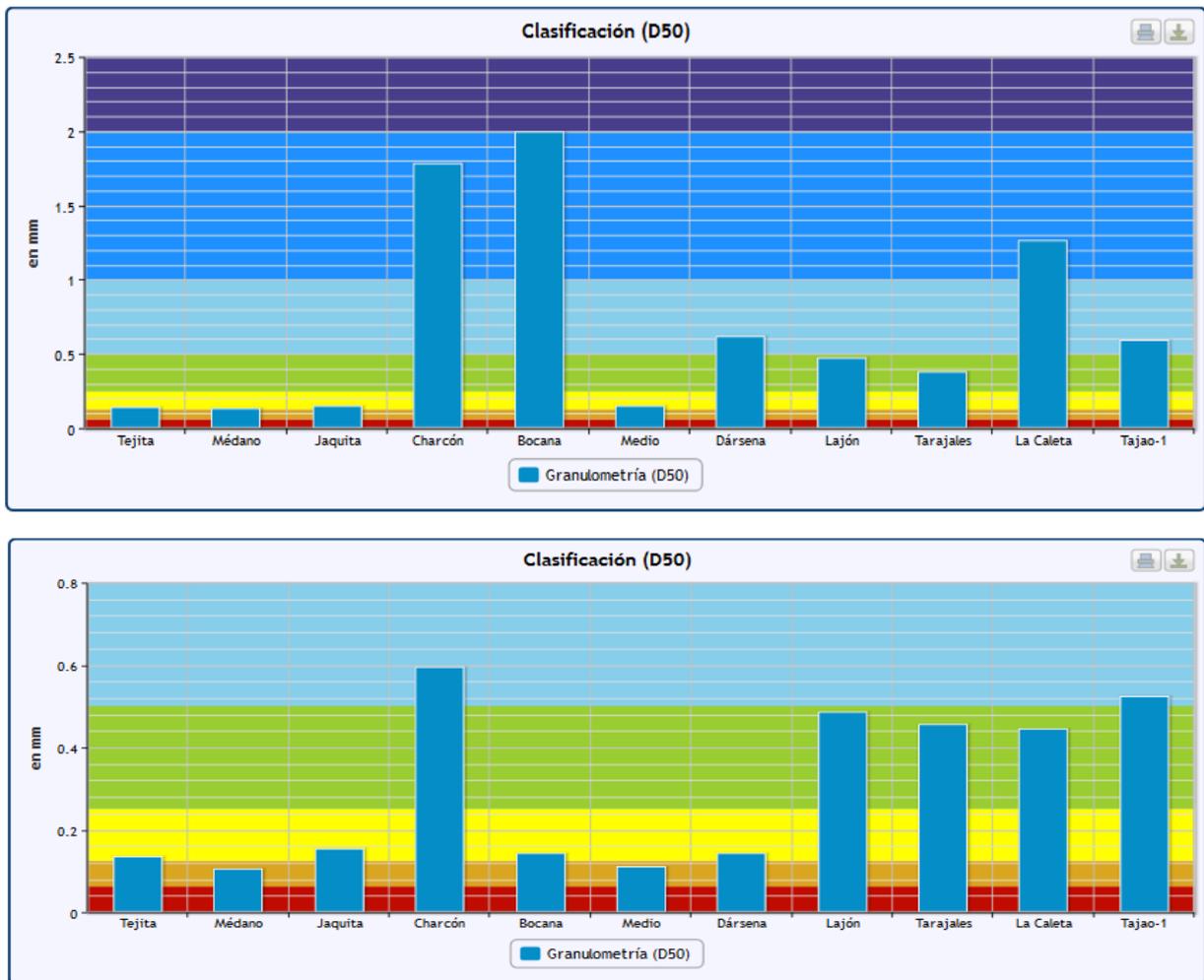
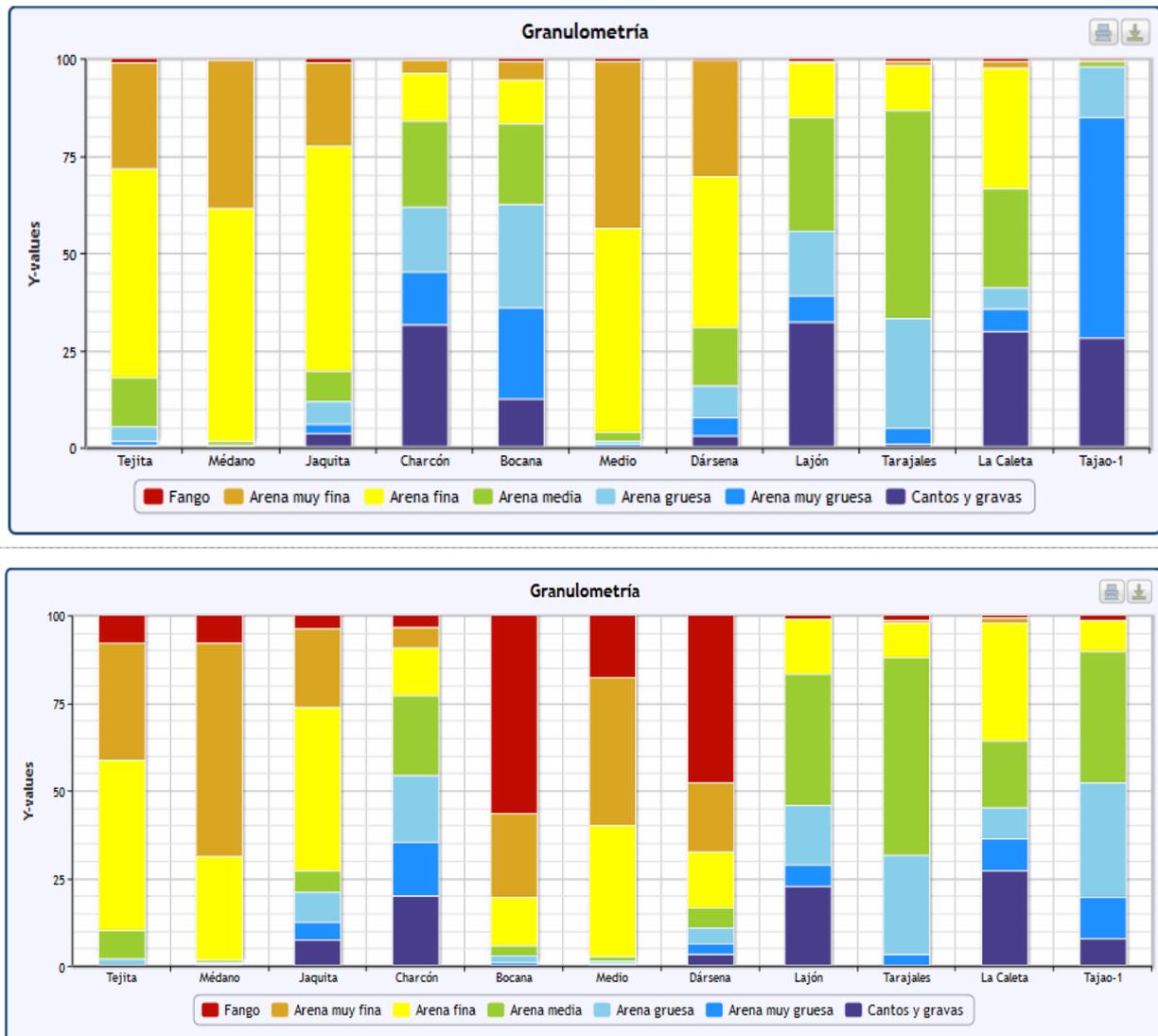


Figura 90. Clasificación D50 de los sedimentos en el 3er cuatrimestre 2011 (arriba) y 2016 (abajo).



**Figura 91. Composición granulométrica de 100 gr de sedimentos a lo largo de la costa de Granadilla de SW a NE. Primer (arriba) y tercer (abajo) cuatrimestre de 2016**

En la Figura 91 se muestra la composición granulométrica de 100 gramos de sedimentos en el primer y tercer cuatrimestre de 2016. Hasta principios de 2104, los perfiles reflejaban bien un claro gradiente de mayor fracción mineral gruesa en el norte, donde descargan los grandes barrancos, y arena más fina y con mayor proporción orgánica hacia el sur, según se van incorporando los aportes generados por el mäerl. Aunque persiste algo de esta tendencia, en las estaciones inmediatas al puerto, Dársena, Medio y Bocana, se constatan claramente los efectos de los vertidos y, últimamente, de los dragados, que remueven la arena fina y fangos acumulados en los fondos. Estos últimos adquieren que adquieren una proporción considerable dentro de la dársena, al quedar las aguas resguardadas e limitar su dispersión. Los fondos se transforman en fangales. Aún así, una parte de los fangos se dispersan a distancia y aparecen incluso en La Tejita. Será interesante ver cómo cambian estos perfiles en los años venideros, una vez interrumpido el tránsito de arena con la presencia del puerto.



### 3.7.2 Parámetros químicos

Además de nutrientes y materia orgánica, la analítica química ordinaria de los sedimentos contempla la presencia de hidrocarburos, grasas y aceites, como principales contaminantes. En la revisión del PVA, además de cambiar la frecuencia de muestreo, se descartó el seguimiento de compuestos organofosforados de uso común en pesticidas, por ser el agrícola un uso no vinculado a las obras objeto de vigilancia o a la actividad portuaria. En el plan de vigilancia a elaborar para la fase operativa del puerto (2017-2021) se plantean algunos parámetros adicionales.

**Tabla 24. Resumen del análisis de sedimentos de la costa de Granadilla: 2015-2016**

Sedimentos	unidades	Mínimo	Media	Máximo	Referencia
<b>Componentes y nutrientes</b>	<b>2016</b>	<b>2016</b>	<b>2016</b>	<b>2016</b>	<b>2016</b>
Partículas D <sub>50</sub>	mm	0,13	0,36	1,62	0,16 - 0,57
Materia orgánica	%	0,69	0,89	1,05	0,16 - 0,57
Carbono orgánico total	g/kg	4,0	5,19	6,09	-
Fosfatos	mg/kg	0,38	4,40	<b>24,90</b>	0,38 - 0,86
Nitrógeno total (Kjendal)	mg/kg	6	125,39	<b>395</b>	<1,5
<b>Componentes y nutrientes</b>	<b>2015</b>	<b>2015</b>	<b>2015</b>	<b>2015</b>	<b>2015</b>
Partículas D <sub>50</sub>	mm	0,14	0,50	<b>3,59</b>	0,16 - 0,57
Materia orgánica	%	0,58	0,86	<b>1,30</b>	0,16 - 0,57
Carbono orgánico total	g/kg	3,36	4,97	<b>7,54</b>	-
Fosfatos	mg/kg	0	1,87	<b>15,20</b>	0,38 - 0,86
Nitrógeno total (Kjendal)	mg/kg	13	131,36	<b>309</b>	<1,5
<b>Contaminantes</b>	<b>2016</b>	<b>2016</b>	<b>2016</b>	<b>2016</b>	<b>2016</b>
PAH'S	µg/kg	0	0	0	-
TBT	µg/kg	0	0	0	<0,01
DBT	µg/kg	0	0	0	<0,01
MBT	µg/kg	0	0	0	<0,01
HCT (hidrocarburos)	mg/kg	0,37	0,81	1,55	<1
<b>Contaminantes</b>	<b>2015</b>	<b>2015</b>	<b>2015</b>	<b>2015</b>	<b>2015</b>
PAH'S	µg/kg	0	0	0	-
TBT	µg/kg	0	0	0	<0,01
DBT	µg/kg	0	0	0	<0,01
MBT	µg/kg	0	0	0	<0,01
HCT (hidrocarburos)	mg/kg	0,23	0,90	<b>1,73</b>	<1

En 2012, tras el inicio en 2011 de los vertidos de materiales al mar, varios parámetros de los sedimentos (materia orgánica, carbono orgánico, fosfatos) incrementaron sus concentraciones respecto de los valores de referencia, lo cual es bastante lógico ya que la fracción fina de los vertidos es transportada y acaba sedimentando en el fondo.



Esta tendencia se prolongó en 2013 y 2014 aunque algo menos intensa progresivamente –pero siempre por encima de los valores de referencia– lo que atribuimos al menor contenido de finos en los vertidos. Luego, las riadas de diciembre de 2013 aportaron material sedimentario en cantidad importante y con su propia composición, cambiando la tendencia previa, que ya en 2015 parece volver a instalarse, con ligeras bajas en 2016, salvo por los fosfatos y el nitrógeno.

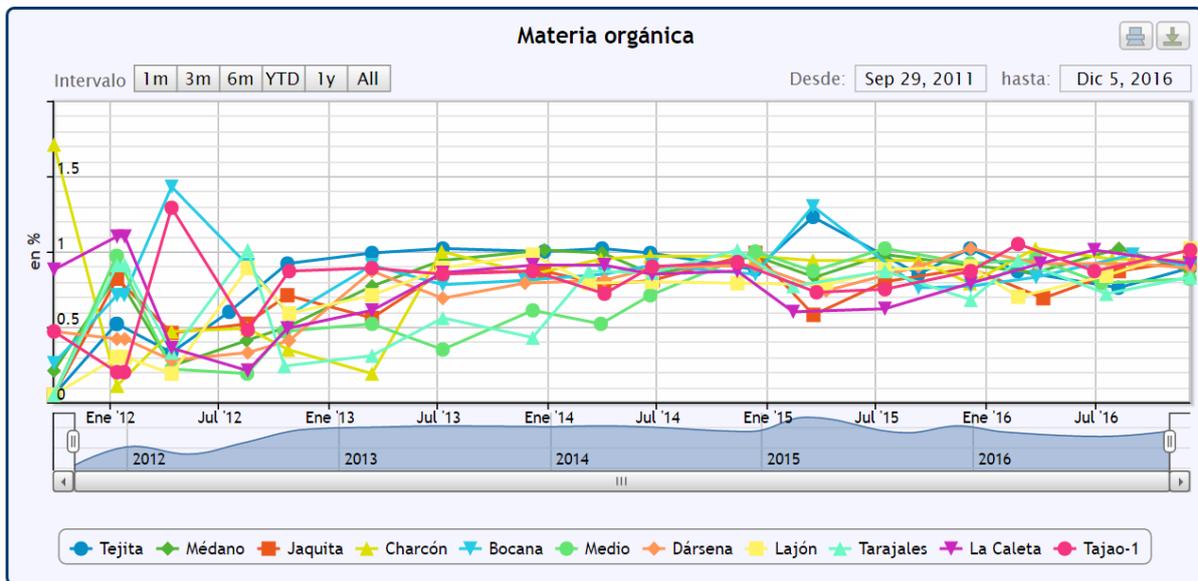


Figura 92. Variación temporal (2011-2016) de la materia orgánica en sedimentos, en la costa de Granadilla.

En 2016 los valores medios de materia orgánica y carbono orgánico total (no se muestra) son similares a los obtenidos en 2015 (0,89% y 5,19 g/kg frente a 0,86% y 4,87 g/kg, respectivamente). Siguen siendo bajos, por debajo del 1%

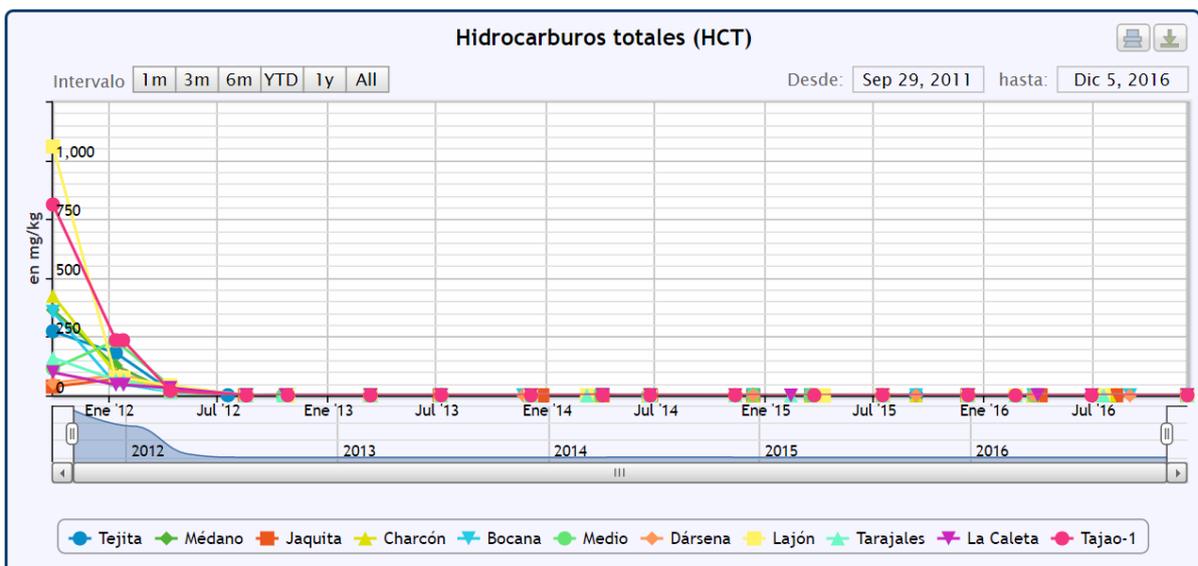


Figura 93. Variación temporal (2011-2016) de los hidrocarburos totales en sedimentos a lo largo de la costa de Granadilla.



El nitrógeno total continúa con la tendencia descendente en sus valores promedios: 125,39 mg/kg en 2016 frente a 131,36 mg/kg en 2015 y 171,7 mg/kg en 2014. Con los valores máximos no ocurre lo mismo (395 mg/kg en 2016 frente a 309 mg/kg en 2015), aunque queden bastante por debajo del obtenido en 2014 (1.299,2 mg/kg) en la misma estación, Bocana. Esta estación se encuentra en las inmediaciones de los vertidos de material del puerto. Hay otro máximo de 270 mg/kg registrado en el tercer cuatrimestre en la estación La Caleta (TGr04) situada al norte del puerto.

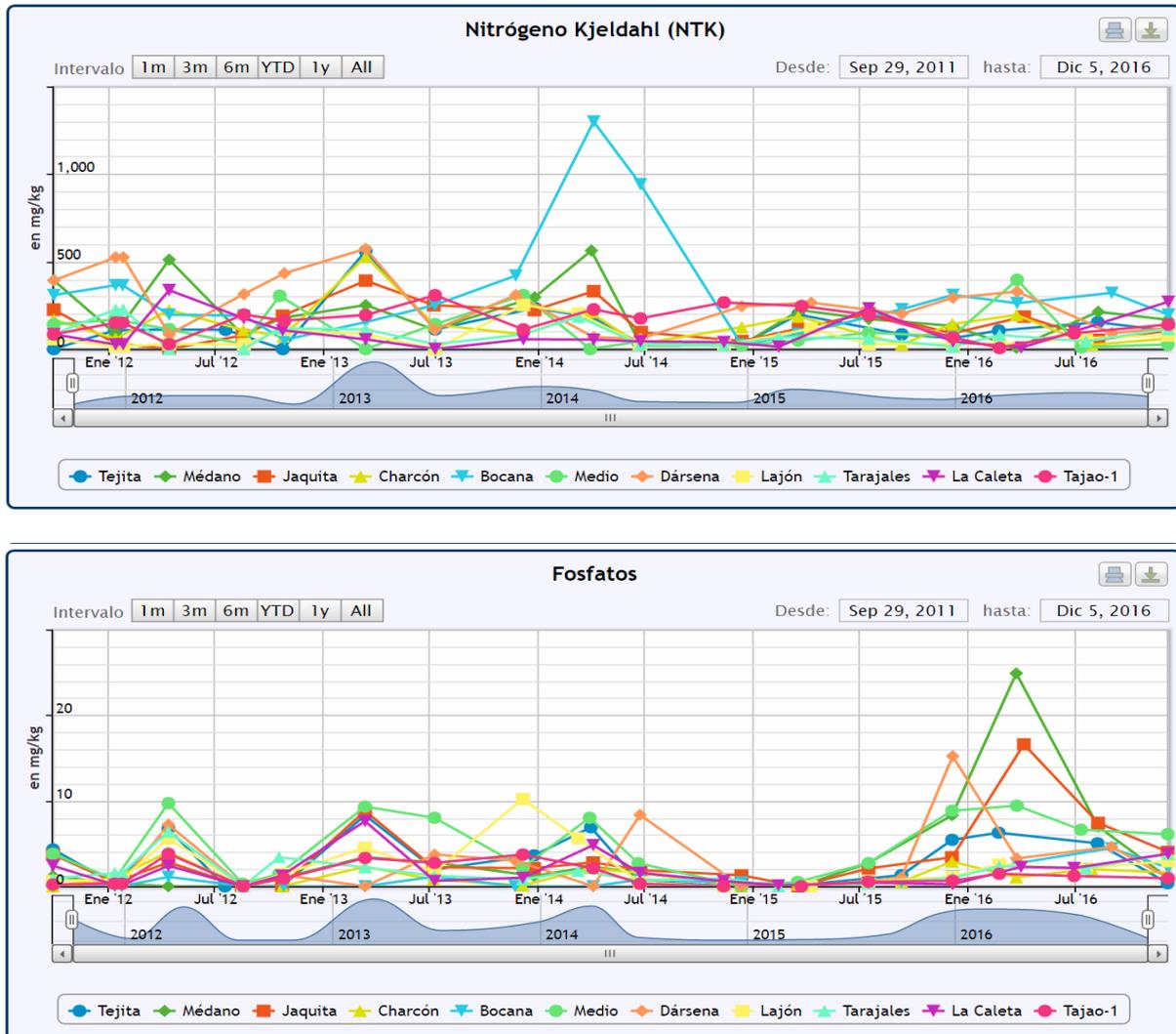
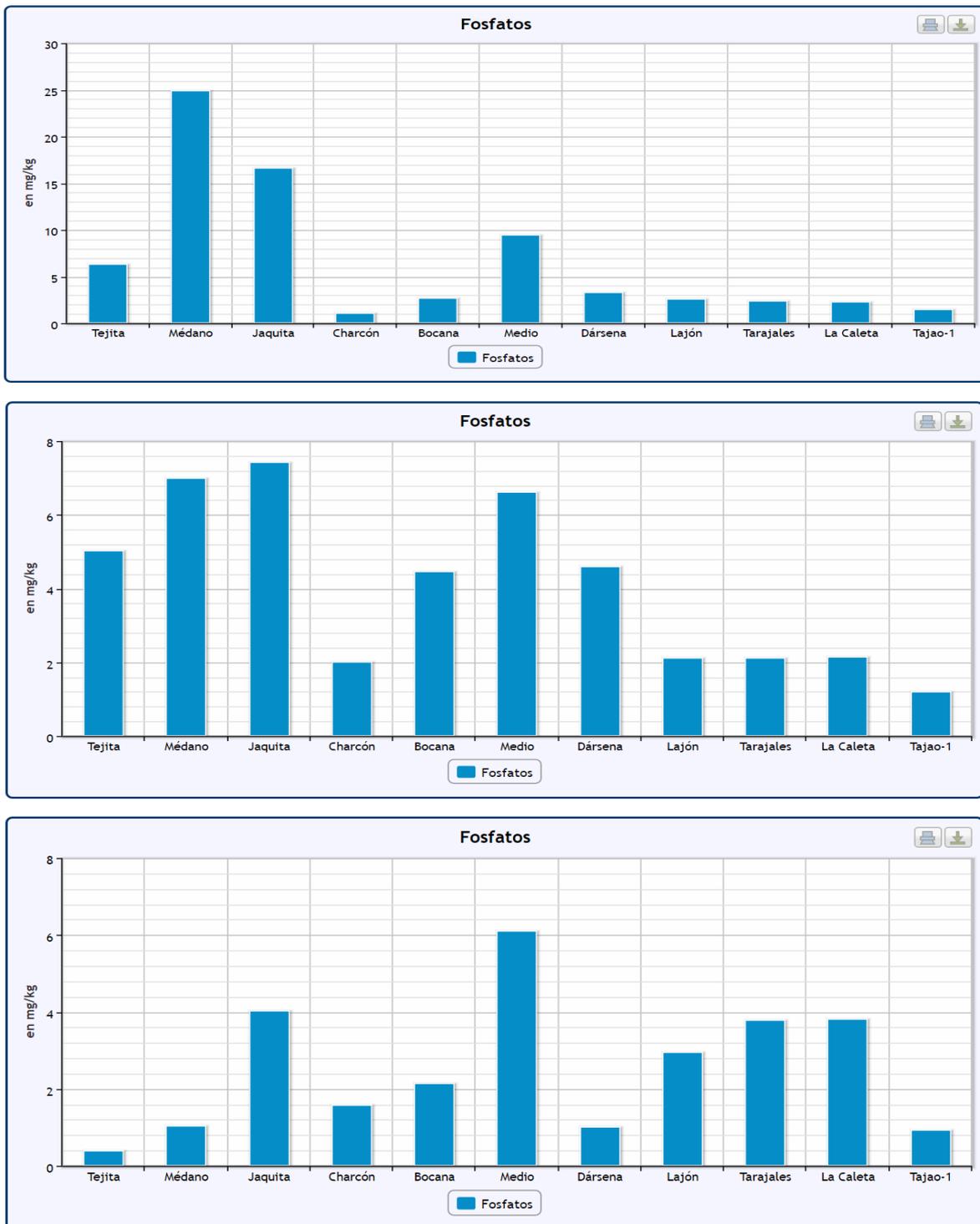


Figura 94. Variación temporal (2011-2016) del nitrógeno total y fosfatos en sedimentos Granadilla.

Fosfatos: Sus valores promedio tienden a aumentar respecto a años anteriores (4,40 mg/kg frente a 1,87 mg/kg en 2015 y 1,83 mg/kg en 2014). Los picos de 24,9 y 16,58 mg/kg obtenidos en las estaciones Médano (TGr19) y Jaquita (TGr18), respectivamente, son los máximos registrados desde el inicio del seguimiento. Ambas estaciones están situadas próximas al emisarios de Montaña Pelada que descarga las aguas negras de toda la zona, al no funcionar el emisario del Médano. También la estación Medio (TGr10), en las inmediaciones del puerto, ofrece valores superiores a la media en los tres cuatrimestres.



**Figura 95. Variación del contenido de fosfatos a lo largo de la costa de Granadilla en el primer (arriba), segundo (medio) y tercer cuatrimestre (abajo) de 2016**

En 2016, siguen sin detectarse restos de contaminantes orgánicos derivados del bromo y cloro (PAH,s, TBT, DBT y MBT).



### 3.7.3 Metales pesados

Los metales pesados disueltos precipitan en un medio básico (pH 8,3-8,4) por lo que su seguimiento se ha descartado en agua y centrado en los sedimentos, que es donde se acumulan. La frecuencia de muestreo es ahora de tres veces al año. En la Tabla 21 se comparan los valores medios, máximas y mínimas de las concentraciones obtenidas, con los de referencia (tercer cuatrimestre de 2011), señalándose en verde los que han disminuido (todos) y en rojo, los que han aumentado (ninguno). No se tiene valor de referencia de arsénico en sedimentos; se anota el obtenido en agua.

**Tabla 25. Resumen de metales pesados en sedimentos de la costa de Granadilla, 2013-2016**

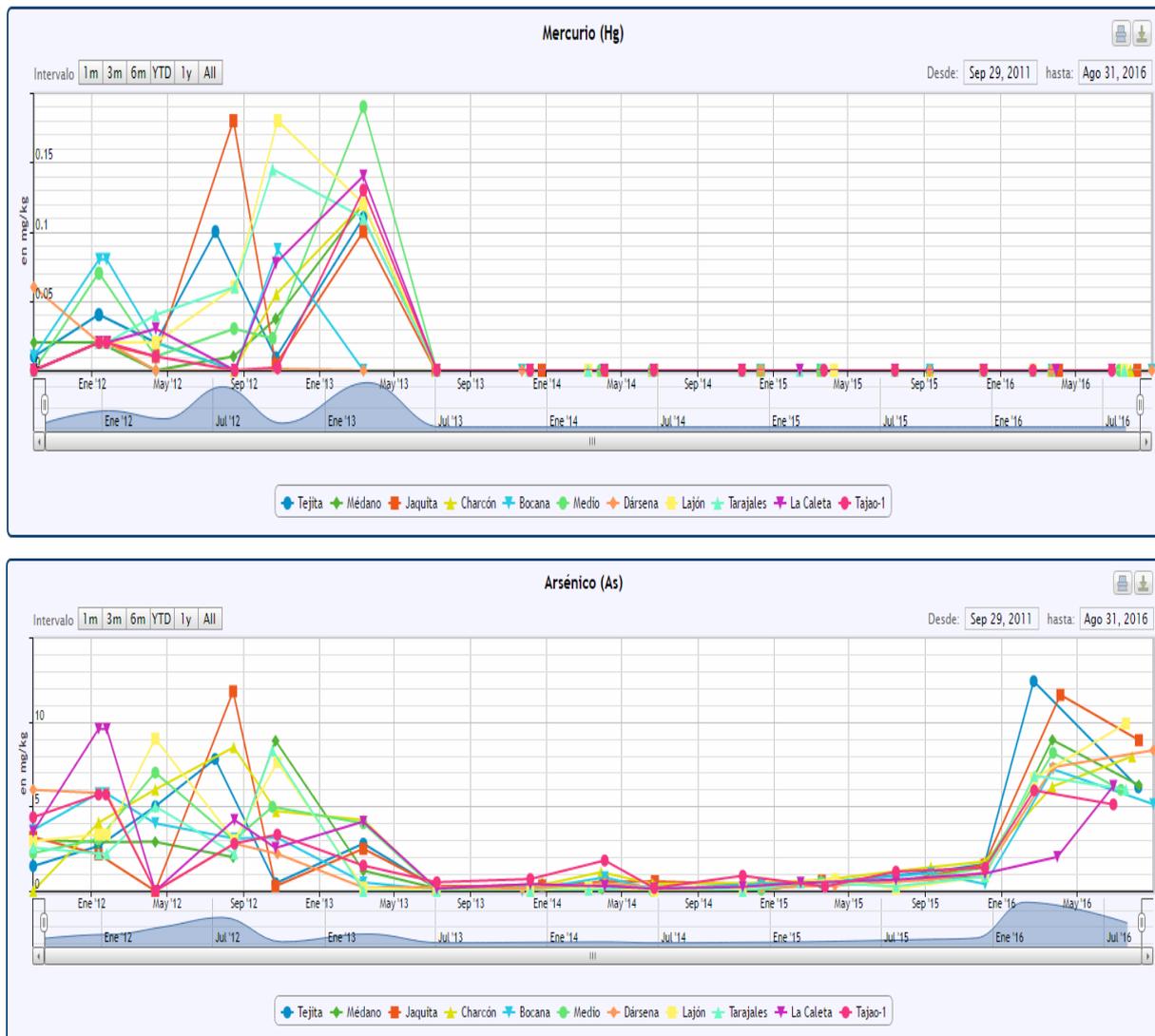
<b>Metales pesados - 2014</b>	<b>unidades</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Media</b>	<b>Máximo</b>	<b>Referencia</b>
Zinc	mg/kg	0,1	<b>1</b>	<b>1,8</b>	21,90 - 33,4
Cadmio	mg/kg	0	<b>0</b>	<b>0</b>	0,01 - 0,42
Plomo	mg/kg	0	<b>0,1</b>	<b>0,32</b>	3,66 - 5,00
Cobre	mg/kg	0,01	<b>0,14</b>	<b>0,32</b>	2,70 - 9,14
Níquel	mg/kg	0	<b>0,26</b>	<b>0,87</b>	8,92 - 57,6
Cromo	mg/kg	0,04	<b>0,17</b>	<b>0,48</b>	2,55 - 26,6
Mercurio	mg/kg	0	<b>0</b>	<b>0</b>	0,02 - 0,41
Arsénico	mg/kg	0	<b>0,35</b>	<b>1,8</b>	[12,5 – 17,5]*
<b>Metales pesados - 2015</b>	<b>unidades</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Media</b>	<b>Máximo</b>	<b>Referencia</b>
Zinc	mg/kg	0	<b>1,69</b>	<b>4,72</b>	21,90 - 33,4
Cadmio	mg/kg	0	<b>0</b>	<b>0</b>	0,01 - 0,42
Plomo	mg/kg	0,03	<b>0,20</b>	<b>0,70</b>	3,66 - 5,00
Cobre	mg/kg	0	<b>0,14</b>	<b>0,39</b>	2,70 - 9,14
Níquel	mg/kg	0	<b>1,26</b>	<b>3,79</b>	8,92 - 57,6
Cromo	mg/kg	0,08	<b>0,30</b>	<b>0,79</b>	2,55 - 26,6
Mercurio	mg/kg	0	<b>0</b>	<b>0</b>	0,02 - 0,41
Arsénico	mg/kg	0,13	<b>0,8</b>	<b>1,74</b>	[12,5 – 17,5]*
<b>Metales pesados - 2016</b>	<b>unidades</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Media</b>	<b>Máximo</b>	<b>Referencia</b>
Zinc	mg/kg	2,85	<b>12,97</b>	<b>21,70</b>	21,90 - 33,4
Cadmio	mg/kg	0	<b>0</b>	<b>0</b>	0,01 - 0,42
Plomo	mg/kg	0	<b>0,78</b>	<b>1,84</b>	3,66 - 5,00
Cobre	mg/kg	0,27	<b>2,17</b>	<b>4,17</b>	2,70 - 9,14
Níquel	mg/kg	1,40	<b>11,04</b>	<b>22,40</b>	8,92 - 57,6
Cromo	mg/kg	1,22	<b>4,23</b>	<b>7,95</b>	2,55 - 26,6
Mercurio	mg/kg	0	<b>0</b>	<b>0</b>	0,02 - 0,41
Arsénico	mg/kg	2,01	<b>7,26</b>	<b>12,40</b>	[12,5 – 17,5]*



**Figura 96. Concentración de zinc, cadmio y plomo en sedimentos de la costa de Granadilla**



**Figura 97. Concentración de cobre, níquel y cromo en sedimentos de la costa de Granadilla**



**Figura 98. Concentración de mercurio y arsénico en sedimentos de la costa de Granadilla.**

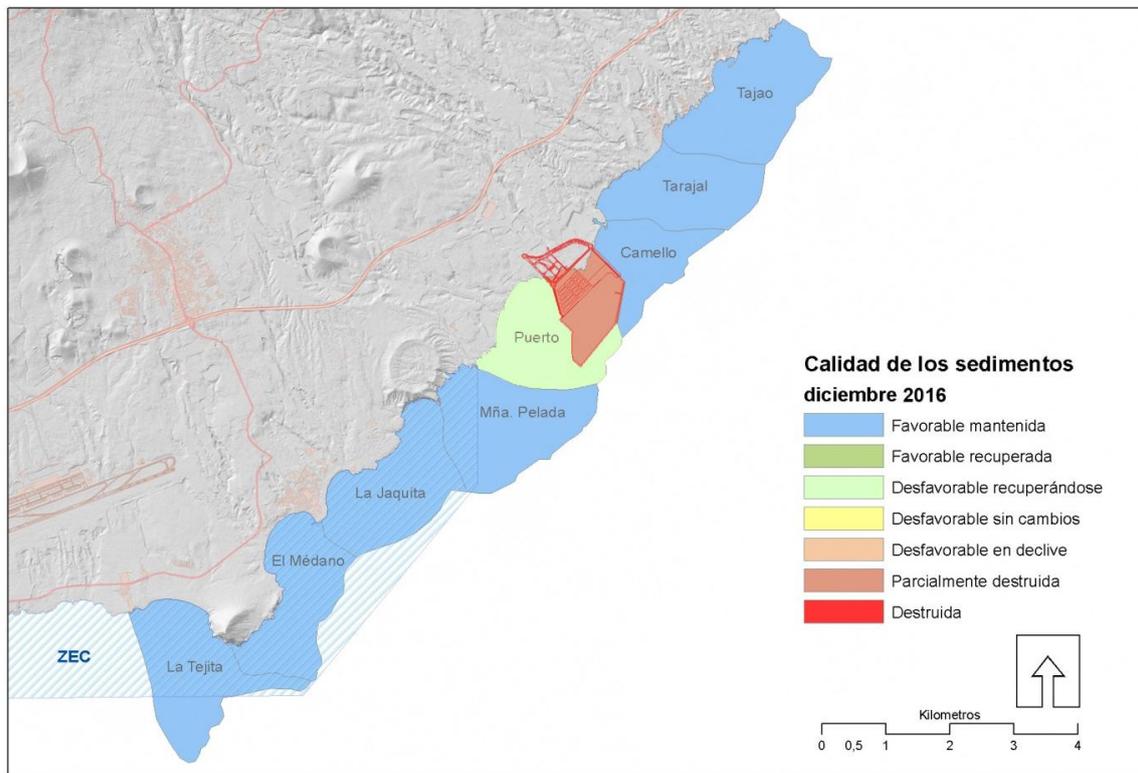
En 2016 se ha registrado un aumento notable la presencia de todos los metales pesados, menos el mercurio y el cadmio, que permanecen ausentes. A pesar de este aumento drástico respecto de 2014 y 2015, no se han superado los valores de referencia en ningún caso. Se desconocen los motivos de este incremento, y el OAG vigilará si persiste su presencia o aumenta.

En informes previos atribuimos la reducción masiva de los metales pesados, sobre todo en las estaciones más próximas a la zona industrial de Granadilla, al posible efecto beneficioso de la vigilancia sobre presuntos vertidos clandestinos, aunque esta hipótesis pierde credibilidad a la luz de los datos registrados en 2016. Estos metales pueden provenir de pinturas y su fabricación, pero también de carpinterías metálicas y otras fuentes. El hecho de que el incremento afecte a todas las estaciones, descarta que se trate de una fuente local, como el polígono industrial de Granadilla o la estación de UNELCO, y sugiere un origen más al norte de la celda de Granadilla; quizás la capital Santa Cruz o la propia refinera.



### 3.7.4 Evaluación general de los sedimentos

Los valores de los parámetros químicos analizados caen dentro de lo normal para sedimentos en la zona. Los aumentos en concentración registrados en años previos se atribuyen a los nutrientes minerales (nitrógeno, fósforo) incorporados por los vertidos de material durante la construcción del puerto, lo mismo que los incrementos ocasionales en materia orgánica (p.ej. Dársena) cuando los vertidos contenían suelo vegetal. En 2016 se aprecia unos valores medios de componentes y nutrientes de los sedimentos similares al 2015, salvo los metales pesados que en su mayoría aumentan, aunque sin rebasar los valores de referencia. La presencia de carbono orgánico en las zonas próximas a poblaciones (p.ej. Tajao, El Charcón, Jaquita) tiene su origen presumiblemente en aguas residuales urbanas, pero no alcanzan valores que puedan tener efectos preocupantes más allá de favorecer a las especies nitrófilas. El mar acaba por digerirlos.



**Figura 99. Mapa de calidad de sedimentos a 31 de diciembre de 2016.**

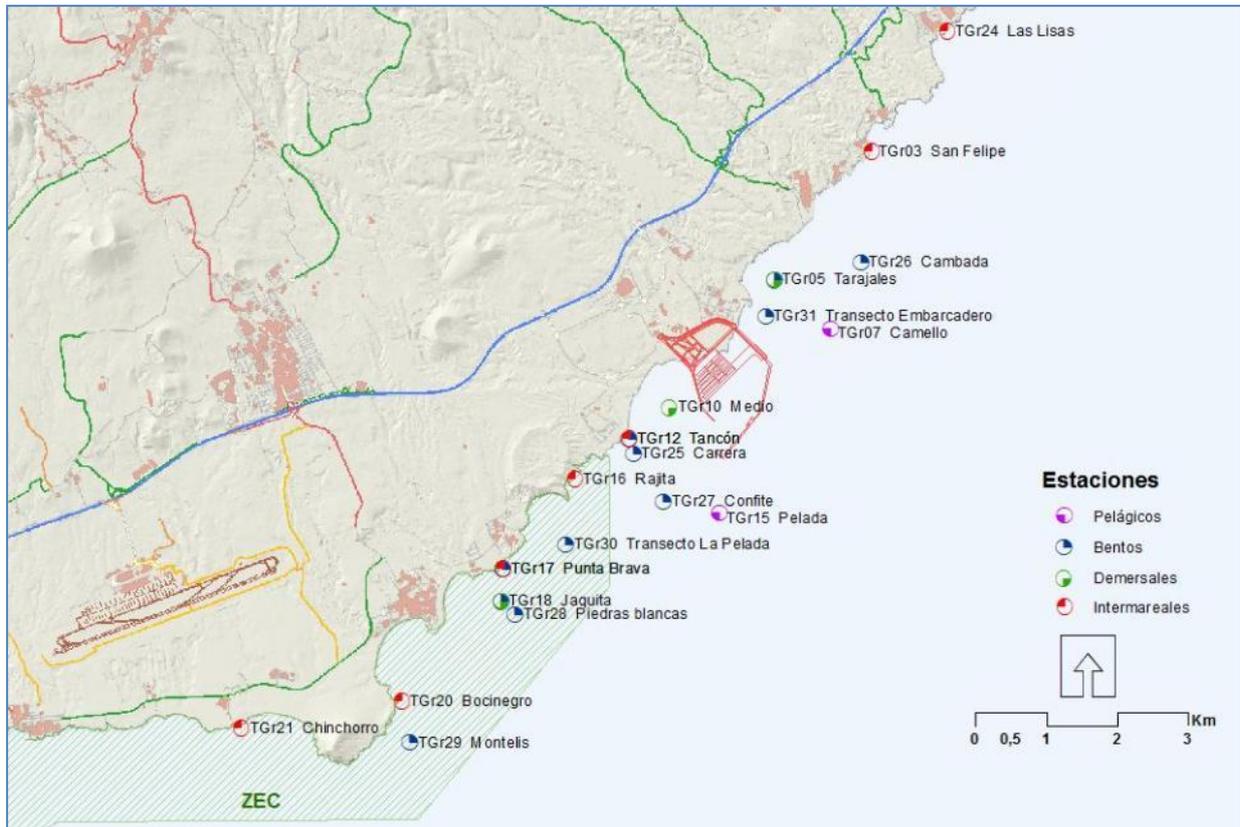
En la evaluación química de la calidad de los sedimentos se sigue el principio de mantenimiento del estado actual (NAS), que implica que el incremento del valor medio anual de la concentración de la sustancias no es significativo, es decir, superior al 50% del valor obtenido en la campaña de establecimiento de valores de referencia

La evaluación de 2016 es básicamente la misma que en 2015, aunque en el sector “Puerto” se ha segregado la dársena portuaria, ya construida. Los sedimentos en su interior han sido dragados en buena parte y presentan en general un fuerte recubrimiento de fangos, situación que no es equiparable a la que reina en el exterior, donde los fondos reciben ahora mucho menos deposición de finos y van recuperando sus características iniciales.



### 3.8 Biodiversidad marina

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



**Figura 100. Estaciones de muestreo intermareales, demersales, bentónicas y pelágicas.**

Dada la amplitud y extensión de esta sección, la información relativa a la biodiversidad marina se presenta en la página web del OAG en tres apartados:

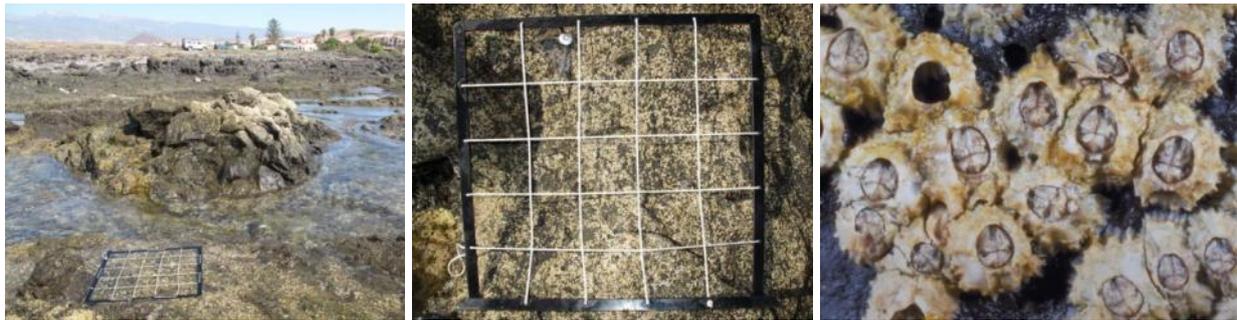
- I. El primero, dedicado al seguimiento de las especies indicadores del estado de la comunidades biológicas supra e intermareales, demersales /bentónicas y pelágicas.
- II. El segundo, donde se refleja la bionomía de los fondos y sus variaciones
- III. Dedicado especialmente al estado de desarrollo de los sebadales (estado de “salud”).

Además de los transectos bionómicos que se vienen realizando de forma regular (dos al año), el OAG genera cartografía bentónica a partir de las imágenes de satélite WorldView2, solo que sin una regularidad garantizada. La bondad del análisis depende mucho del estado de la mar en el momento de tomar la imagen. Por ello se escogen las mejores imágenes de entre todas las obtenidas, o se adquiere alguna imagen suelta adicional en caso de que la haya.



### 3.8.1 Comunidades supramareales

El seguimiento de las comunidades supramareales se realiza en siete estaciones escogidas a lo largo del litoral de Granadilla (ver mapa, estaciones rojas), considerando la cobertura de tálamos (*Chthamalus stellatus*) en una localización fija y el porcentaje de ejemplares vivos/muertos. Las unidades de muestreo son cuadrículas de 50 x 50 cm subdivididas en 25 partes, y siempre las mismas para valorar su evolución (están marcadas).



Estación de muestreo

Muestreo de tálamos

Tálamos vivos y dos muertos

En las gráficas que se cuelgan en la web, se muestra la cobertura de tálamos de cada estación en porcentaje (barra) y el porcentaje aproximado de ejemplares muertos (línea). Éste había aumentado en el último semestre de 2013 en dos estaciones de la zec Sebadales del Sur de Tenerife (La Rajita y Punta Brava), en su extremo norte. Sin embargo, en la estación de Tancón, aún más próxima a la zona de obras, no ocurría lo mismo.

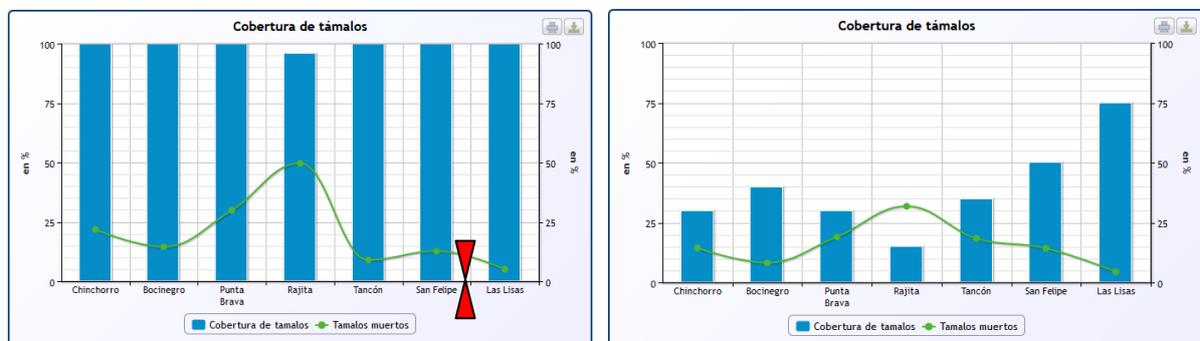
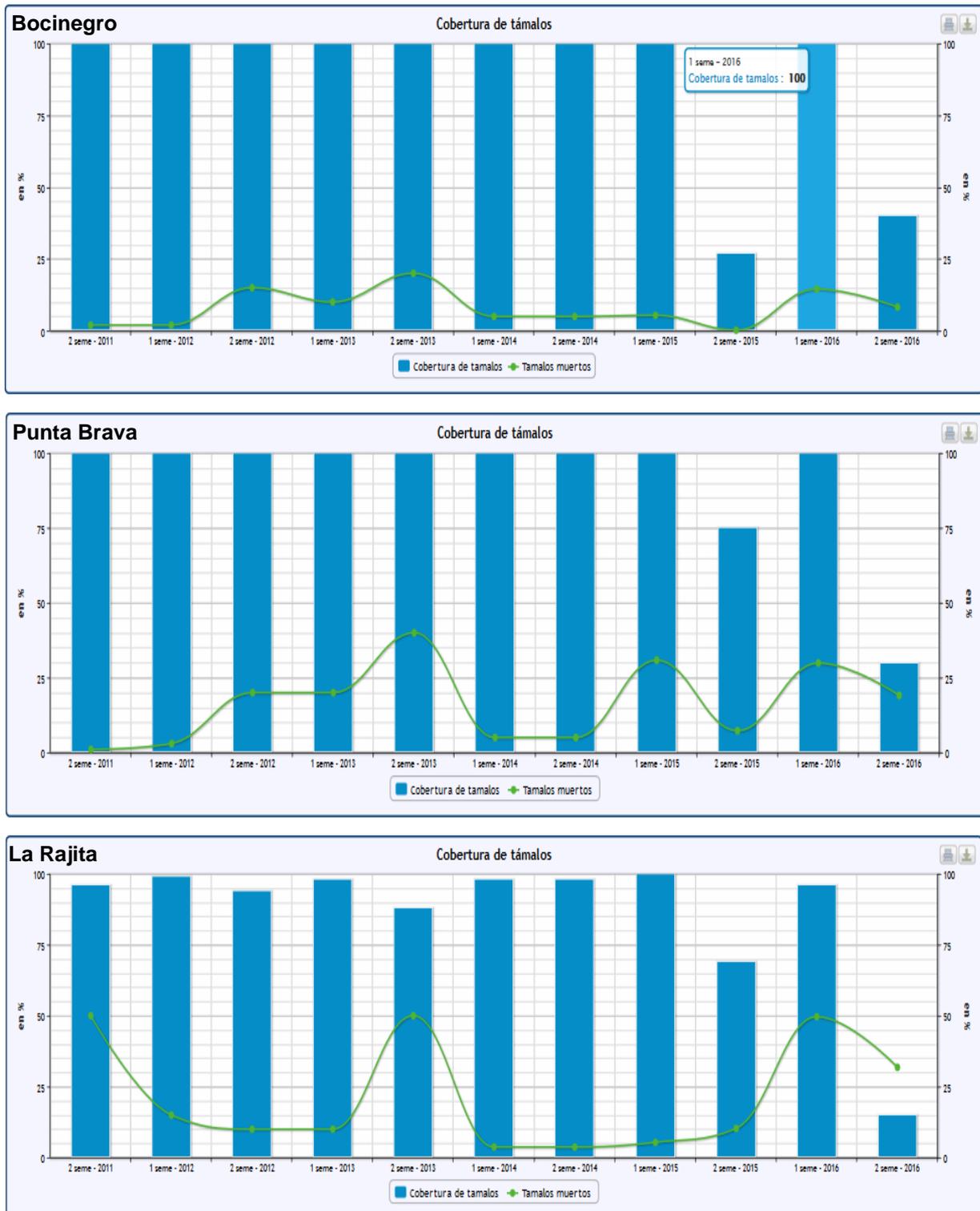


Figura 101. Cobertura y mortandad de tálamos a lo largo de la costa de Granadilla en 2016; 1º semestre (izda) en marzo-abril y 2º (dcha) semestre, en octubre. La posición del nuevo puerto marcada en rojo

En 2016 se aprecia mejor la peculiar dinámica poblacional asociada a la reproducción de estas especies<sup>10</sup>, que son univoltinas en la franja que se estudia. En verano mueren los adultos porque no aguantan tanto tiempo sumergido durante las prolongadas mareas altas; en otoño (septiembre-enero) se desarrollan y asientan las larvas en los espacios liberados, recuperando la cobertura total hacia primavera. No se aprecia influencia atribuible a las obras del puerto.

<sup>10</sup> Shkedy, Y, Safriel, U.N. & Keasar, T. 1995. Life history of *Balanus amphitrite* and *Chthamalus stellatus* recruited to settlement panels in the Mediterranean coast of Israel. Israel Journal of Zoology: 41:147-161.



**Figura 102. Evolución 2011-2016 de la cobertura y mortandad de tálamos en la estación TGr20 Bocinegro (arriba), TGr17 Punta Brava (medio) y TGr16 La Rajita (abajo)**



### 3.8.2 Comunidades intermareales

El seguimiento de las comunidades intermareales se realiza en los mismos charcos que se han escogido en las siete estaciones establecidas. En ellos se mide la cobertura algal total empleando igualmente una cuadrícula de 50 x 50 cm. La posición de la cuadrícula es fija para poder comparar y detectar si hay variaciones en el tiempo. Aunque aquí no quede reflejado, también se anota la especie dominante por si se produjera una sustitución de la misma debido a influencias antrópicas.

El estado inicial de referencia, fijado en noviembre de 2011 al poco de iniciarse las obras, corresponde a una situación natural presuntamente normal, con coberturas algales del 100%, salvo las estaciones Tancón (90%) y Las Lisas (84%), la más alejada hacia el norte.

Los inventarios de 2016 se realizaron en marzo y abril (1er semestre) y en octubre (2º semestre). Se adjuntan gráficas de evolución temporal (

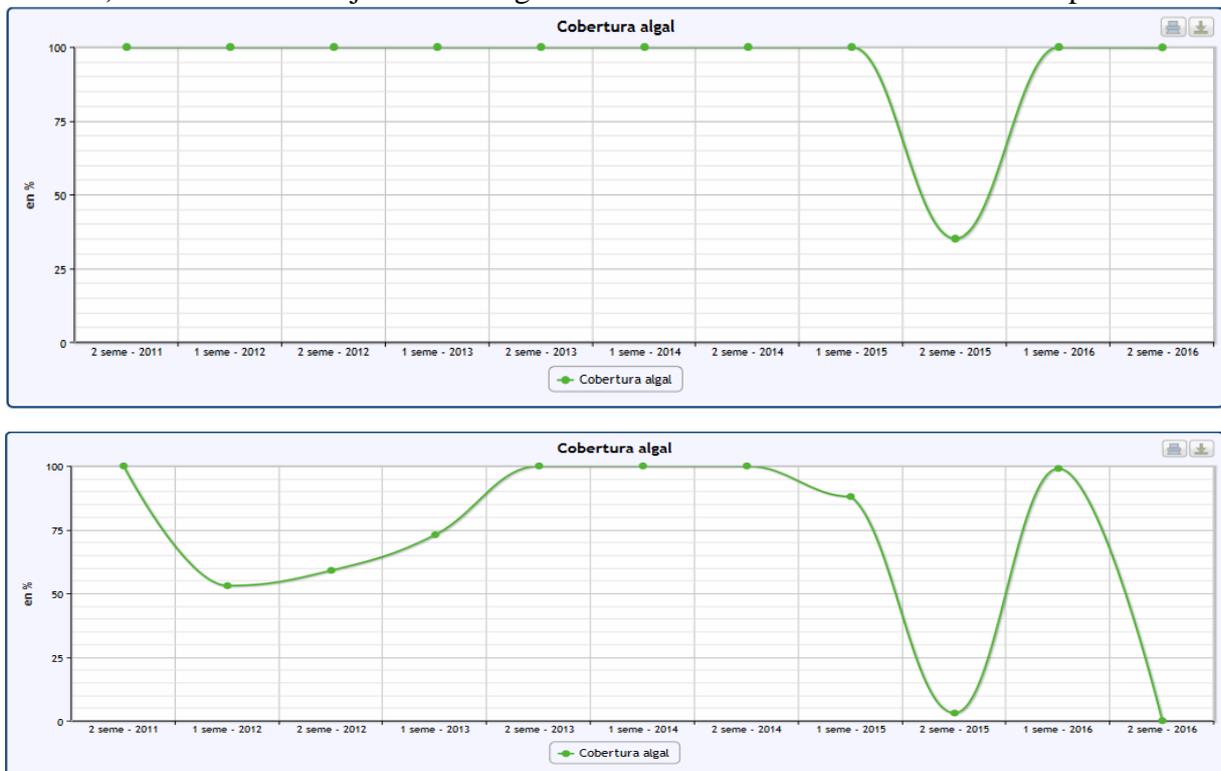


Figura 103) y espacial (Figura 104).

- La diferencia en la cobertura algal entre el primer semestre del 2016 y el referente (segundo semestre de 2011) para todas las estaciones es mínima, salvo la TGr03 San Felipe.
- En el segundo semestre de 2016 existen diferencias claras en las estaciones: TGr24 Las Lisas, TGr03 San Felipe, TGr12 Tancón y TGr21 Chinchorro.
- La estación TGr24, con un 34% de cobertura, muestra una recuperación con respecto al segundo semestre de 2015, en donde la cobertura sólo era de un 23%. En San Felipe se aprecia una ligera recuperación en cobertura con respecto al primer semestre, aunque continúa muy por debajo de los valores de referencia.



- En la estación TGr12 Tancón, en el tramo de costa del ITER, la cobertura algal se redujo mucho (al 25%) en el segundo semestre de 2012, luego se recuperó bastante en la primavera de 2013 para decaer un poco y volver a recuperar (primer semestre) y caer (segundo semestre) en 2014. En el 2015 y 2016 vuelve a tener el mismo comportamiento que en 2014 presentando un pico en el primer semestre y un descenso hasta el 14% y 34% respectivamente, en el segundo semestre.

La estación TGr21 Chinchorro, en el extremo occidental de la playa de La Tejita, está muy expuesta a los temporales y queda cubierta de arena o con la roca madre al descubierto, según el periodo, y así lo reflejan los registros: aprox. 50% en 2011 y 2012, del 100% a finales de 2013 y 2014, 3% a finales de 2015, y 0% a finales de 2016. En el primer semestre de 2016 mantenía el 99% de la cobertura, al quedar descubierta de arena y volver a ofrecer una superficie de colonización. Esta estación parece seguir un proceso cíclico, quedando cubierta por arena y sin cobertura algal en el segundo semestre y al descubierto y con algas en el primer semestre

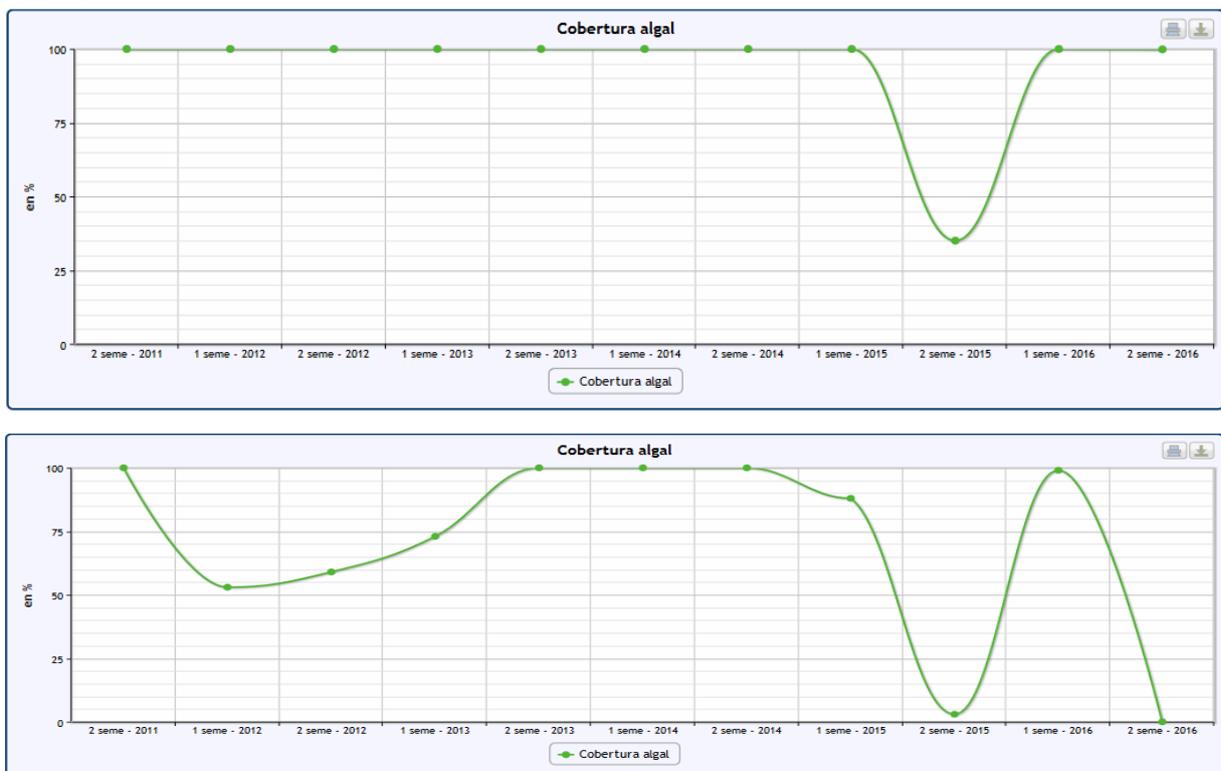
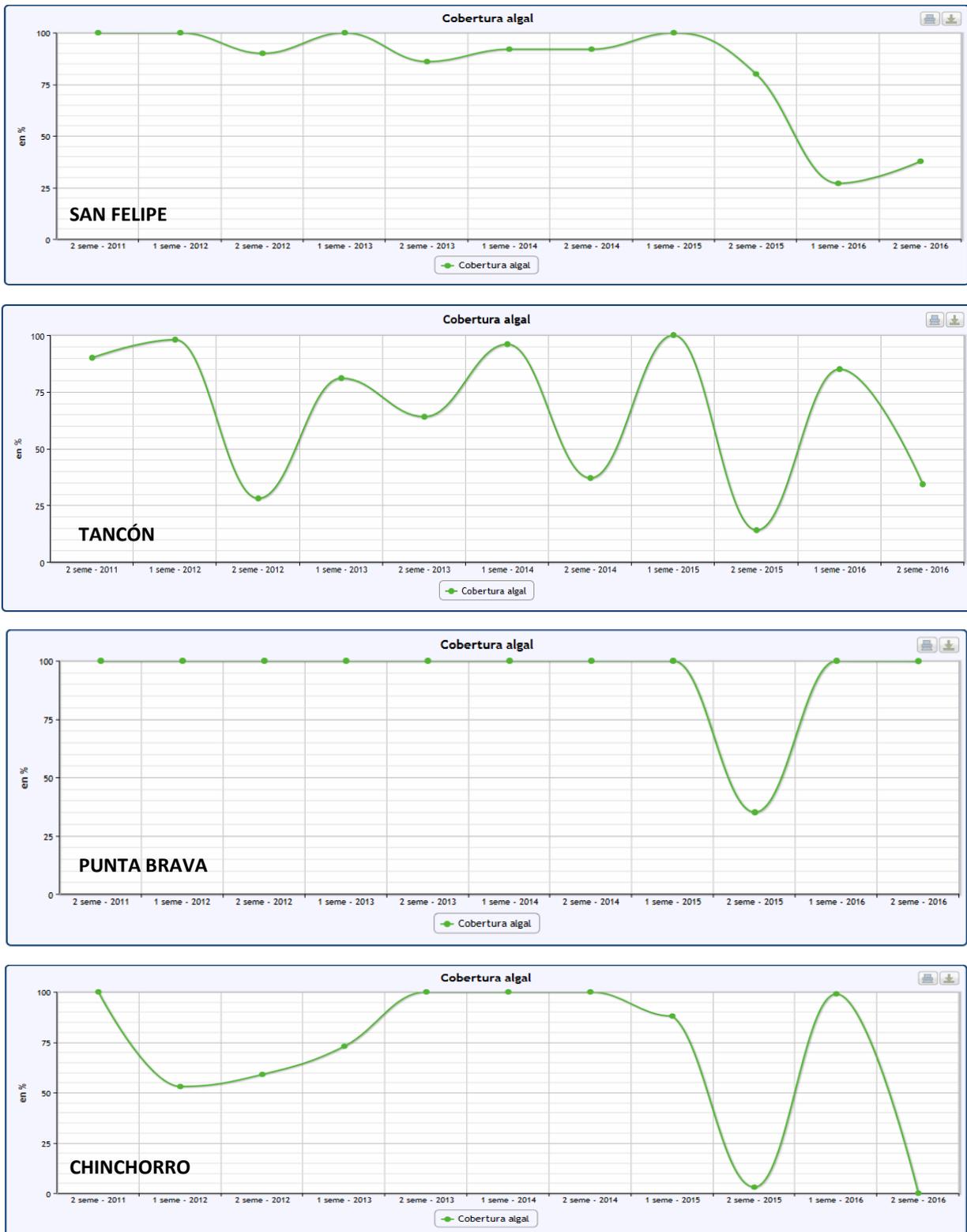
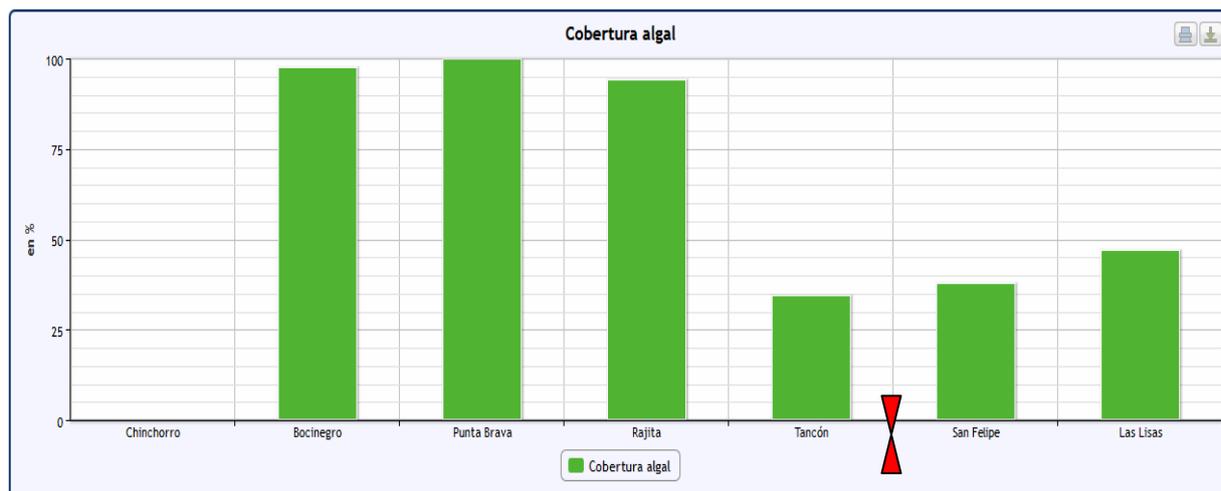
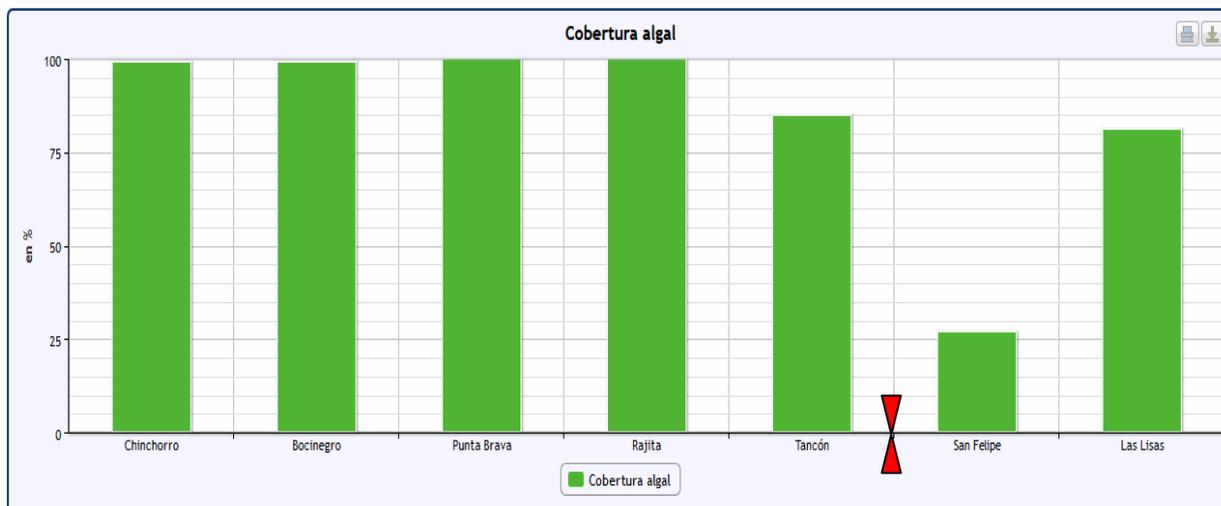
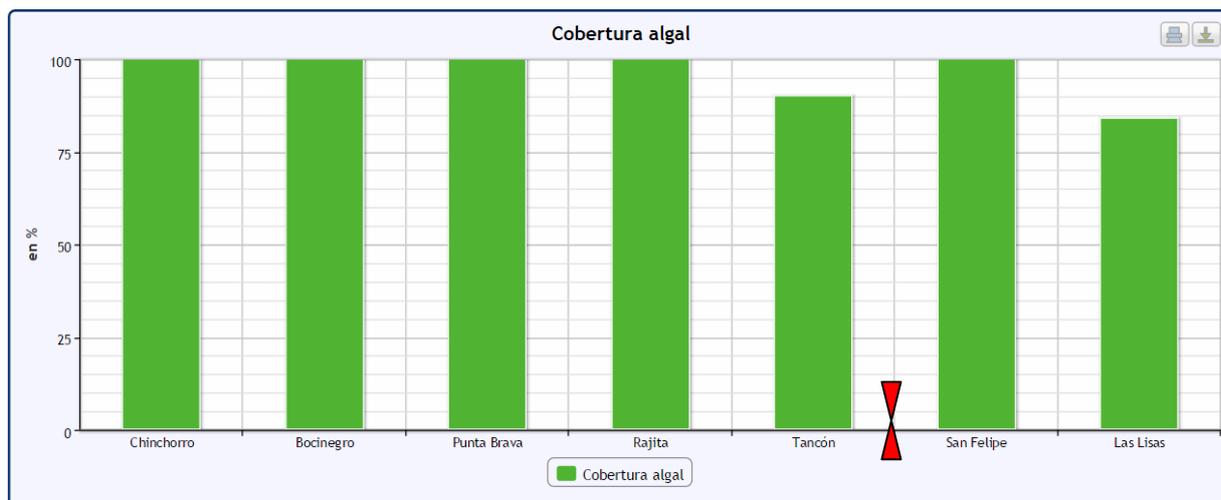


Figura 103).

Las fluctuaciones que se aprecian en Tancón, por ejemplo, parecen reflejar un ciclo fenológico anual gobernado por la luz, la temperatura y la dinámica marina. Ello afectaría, en principio, a todas las estaciones, pero no se manifiesta de forma homogénea. Las dos estaciones al norte del Puerto (San Felipe y Las Lisas) han perdido cobertura algal respecto al estado de referencia (ambos semestres) y ello podría ser efecto de una mayor agitación de las aguas al norte del puerto (efecto rebote sobre el dique norte).



**Figura 103. Evolución 2011-2016 cobertura algal en la estaciones (de arriba abajo): TGr03 San Felipe, TGr12 Tancón, TGr17 Punta Brava y TGr21 Chinchorro.**



**Figura 104. Cobertura algal en charcos de la costa de Granadilla. Arriba: 2º semestre 2011 (referencia). Medio: 1º semestre 2016. Abajo 2º semestre 2016. La posición del puerto en rojo.**



### 3.8.3 Comunidades de peces litorales

Debido a su tamaño y facilidad de detección, se han escogido los peces como grupo idóneo para monitorizar a largo plazo los eventuales cambios significativos en la biodiversidad local. En el caso de las especies bentónicas y demersales el muestreo se realiza en tres estaciones fijas (TGr05, TGr10 y TGr18, columnas azules), contando desde el fondo todas las especies presentes en una columna de agua de unos 5,6 m de radio (100 m<sup>2</sup>) durante dos minutos (con replicas). El conteo de las especies pelágicas (estaciones TGr07 y TGr15, columnas rosadas) 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. La diversidad de especies se expresa con el índice de Margalef, según la fórmula  $S = N^k$ , donde  $k = \ln S / \ln N$ , siendo S el número de especie y N el número de individuos.

**Tabla 26. Campaña de referencia de peces litorales en la costa de Granadilla (2º semestre 2011)**

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



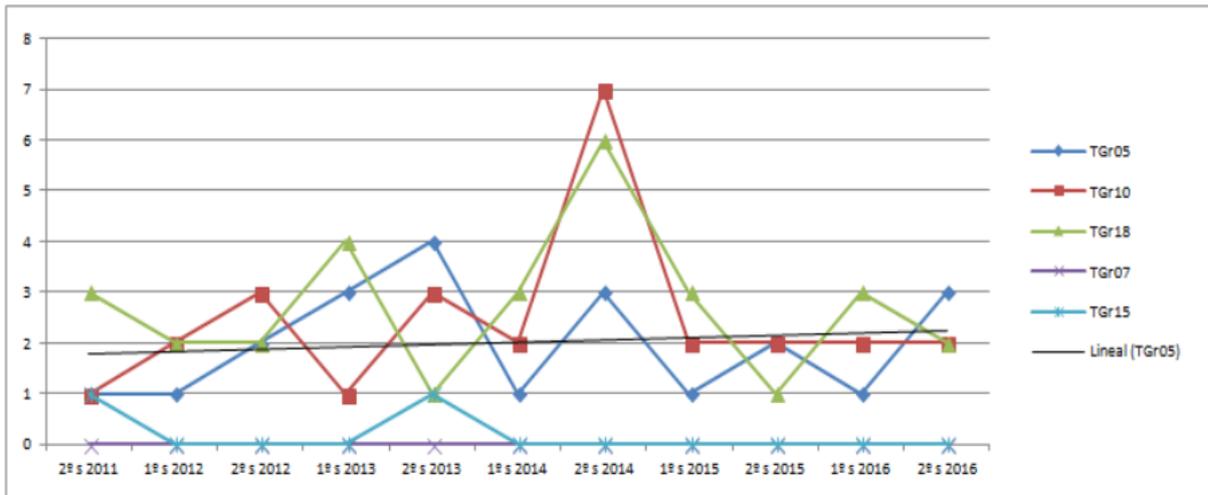
**Tabla 27. Campaña de peces litorales en la costa de Granadilla (1º semestre 2016).**

Especie	Nombre científico	TGr05 Tarajales	TGr10 Medio	TGr18 Jaquita	TGr7 Camello	TGr15 Pelada
Aguja	<i>Belone belone gracilis</i>					
Anguila jardinera	<i>Heteroconger longissimus</i>					
Araña costera	<i>Trachinus draco</i>					
Barriguda mora	<i>Ophioblennius atlanticus</i>					
Besuguito	<i>Pagellus acarne</i>					
Boga	<i>Boops boops</i>		10	40		
Bicuda	<i>Sphyaena viridensis</i>					
Breca	<i>Pagrus pagrus (juvenil)</i>					
Cabrilla	<i>Serranus atricauda</i>					
Chopa	<i>Spondyliosoma cantharus</i>			50		
Chucho amarillo	<i>Dasyatis pastinaca</i>					
Chucho negro	<i>Teniura grabata</i>					
Doncella	<i>Coris julis</i>					
Dorada	<i>Sparus aurata</i>					
Fula blanca	<i>Chromis limbatus</i>					
Fula negra	<i>Abudefduf luridus</i>					
Gallinita	<i>Canthigaster capistratus</i>					
Gallo	<i>Balistes carolinensis</i>					
Gallo azul	<i>Aluterus scriptus</i>					
Guelde	<i>Atherina presbyter</i>					
Herrera (juveniles)	<i>Lithognathus momyrus</i>					
Jurel	<i>Pseudocaranx dentex</i>					
Medregal	<i>Seriola dumerili</i>					
Mojarra	<i>Diplodus annularis</i>					
Palometa	<i>Trachinotes ovatus</i>					
Pejepeine	<i>Xyrichtys novacula</i>					
Pejerey	<i>Pomatomus saltator</i>					
Pejeverde	<i>Thalassoma pavo</i>					
Peto	<i>Acanthocybium soladri</i>					
Rascacio canario	<i>Scorpaena canariensis</i>					
Pejerratón	<i>Myliobatis aquila</i>					
Pejetrompeta	<i>Aulonostomus strigosus</i>					
Sama (juveniles)	<i>Pagrus auriga</i>					
Sardina	<i>Sardina pilchardus</i>					
Salema	<i>Sarpa salpa</i>					
Salmonete	<i>Mullus surmuletus</i>					
Sargo	<i>Diplodus sargus</i>					
Seifía	<i>Diplodus vulgaris</i>					
Tamboril de hondura	<i>Sphoeroides marmoratus</i>	1	3	2		
Tamboril espinoso	<i>Chilomycterus atringa</i>					
Tapaculo	<i>Bothus podas</i>					
Verrugato (juveniles)	<i>Umbrina canariensis</i>					
Vieja	<i>Sparisoma cretense</i>					
Total ejemplares		1	13	92		
Índice de Margalef		1	0,27	0.24		

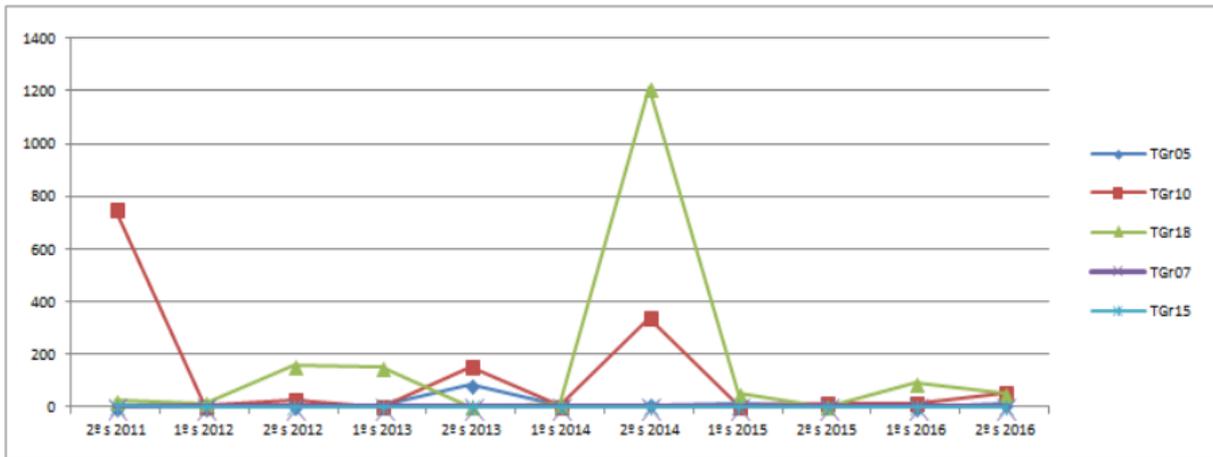


**Tabla 28. Campaña de peces litorales en la costa de Granadilla (2º semestre 2016).**

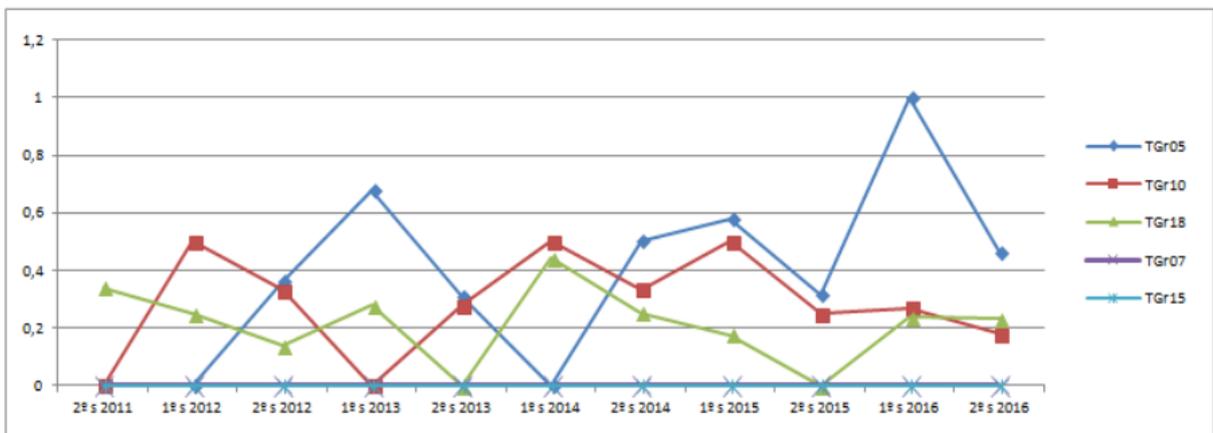
Especie	Nombre científico	TGr05 Tarajales	TGr10 Medio	TGr18 Jaquita	TGr7 Camello	TGr15 Pelada
Anguila jardinera	<i>Heteroconger longissimus</i>					
Barriguda mora	<i>Ophioblennius atlanticus</i>					
Besuguito	<i>Pagellus acarne</i>					
Breca	<i>Pagrus pagrus (juvenil)</i>					
Cabrilla	<i>Serranus atricauda</i>					
Chopa	<i>Spondylisoma cantharus</i>					
Chucho amarillo	<i>Dasyatis pastinaca</i>					
Chucho negro	<i>Teniura grabata</i>					
Doncella	<i>Coris julis</i>					
Dorada	<i>Sparus aurata</i>					
Fula blanca	<i>Chromis limbatus</i>					
Fula negra	<i>Abudefduf luridus</i>					
Gallinita	<i>Canthigaster capistratus</i>					
Gallo	<i>Balistes carolinensis</i>					
Herrera (juveniles)	<i>Lithognathus mormyrus</i>					
Mojarra	<i>Diplodus annularis</i>					
Pejepeine	<i>Xyrichtys novacula</i>	6				
Pejeverde	<i>Thalassoma pavo</i>					
Rascacio canario	<i>Scorpaena canariensis</i>					
Pejerratón	<i>Myliobatis aquila</i>					
Pejetrompeta	<i>Aulonostomus strigosus</i>					
Sama (juveniles)	<i>Pagrus auriga</i>					
Salema	<i>Sarpa salpa</i>					
Salmonete	<i>Mullus surmuletus</i>					
Sargo	<i>Diplodus sargus</i>					
Seifía	<i>Diplodus vulgaris</i>					
Tamboril de hondura	<i>Sphoeroides marmoratus</i>	2	2	1		
Tamboril espinoso	<i>Chilomycterus atringa</i>					
Tapaculo	<i>Bothus podas</i>	3				
Verrugato (juveniles)	<i>Umbrina canariensis</i>					
Vieja	<i>Sparisoma cretense</i>		50	50		
Bicuda	<i>Sphyaena viridensis</i>					
Aguja	<i>Belone belone gracilis</i>					
Araña costera	<i>Trachinus draco</i>					
Medregal	<i>Seriola dumerili</i>					
Guelde	<i>Atherina presbyter</i>					
Pejerey	<i>Pomatomus saltator</i>					
Peto	<i>Acanthocybium soladri</i>					
Jurel	<i>Pseudocaranx dentex</i>					
Boga	<i>Boops boops</i>					
Sardina	<i>Sardina pilchardus</i>					
Gallo azul	<i>Aluterus scriptus</i>					
Total ejemplares		3	2	2		
Índice de Margalef		0,46	0,18	0,23		



**Figura 105. Evolución de la diversidad de peces litorales en la costa de Granadilla: Número de especies.**



**Figura 106. Evolución de la diversidad de peces litorales en la costa de Granadilla: Número de ejemplares.**



**Figura 107. Evolución de la diversidad de peces litorales en la costa de Granadilla: índice de Margalef. TGr05, TGr10 y TGr18 son demersales; TGr07 y TGr15 son pelágicas.**

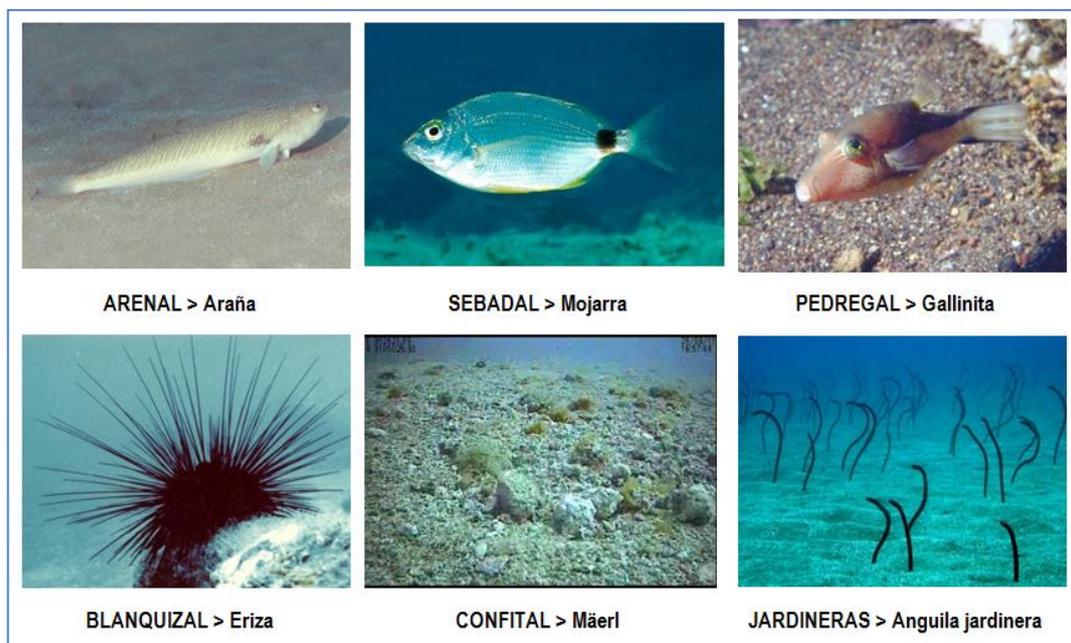


La diversidad (índice de Margalef) de peces demersales en las estaciones escogidas varía sensiblemente de año en año: en 2013 fue de 0,25 para subir en 2014 a 0,31 y 0,36, según el semestre. En el año 2015 su valor fue 0,42 en el primer semestre y 0,19 en el segundo. Dichos índices son media de los índices obtenidos para cada uno de las 3 estaciones. Habría que aumentar mucho la frecuencia de muestreo para estabilizar la varianza, sobre todo en las estaciones pelágicas, en las cuales la probabilidad de avistamiento es mucho más baja. Solo así, la evolución del número de especies por estación y su abundancia, podrían adquirir significado estadístico como para correlacionar con alguno de los otros parámetros que se registran.

De momento, se mantienen los avistamientos como algo más cualitativo y orientador de cara a detectar la posible aparición de especies no registradas hasta ahora en la zona, o la desaparición de aquéllas que son más fieles y frecuentes. Este seguimiento debería intensificarse en la fase operativa de la vigilancia ambiental

### 3.8.4 Comunidades bentónicas

Para monitorizar la evolución de las diferentes comunidades bentónicas presentes en Granadilla se ha elegido una especie representativa por cada biotopo, cuya presencia continuada es indicadora de un buen estado de conservación.



**Figura 108. Especies indicadoras de las comunidades bentónicas**

Salvo por el mäerl (ver más adelante), el muestreo consiste en hacer un transecto de 25 m de largo y contar los ejemplares de la especie elegida observados en una banda de 4 metros de ancho ( $100 \text{ m}^2$ ). Las anguilas jardineras, dada la profundidad a la que viven, se cuentan a partir de los transectos de video. Este método sustituye al planteado en el PVA, que no dio resultados útiles en la primera campaña. En la Figura 108 se muestran las especies indicadoras elegidas.



El resumen de los resultados obtenidos en 2016 se muestra en la tabla que sigue:

**Tabla 29. Muestreo de especies indicadoras de los principales hábitats en la costa de Granadilla en 2015.**

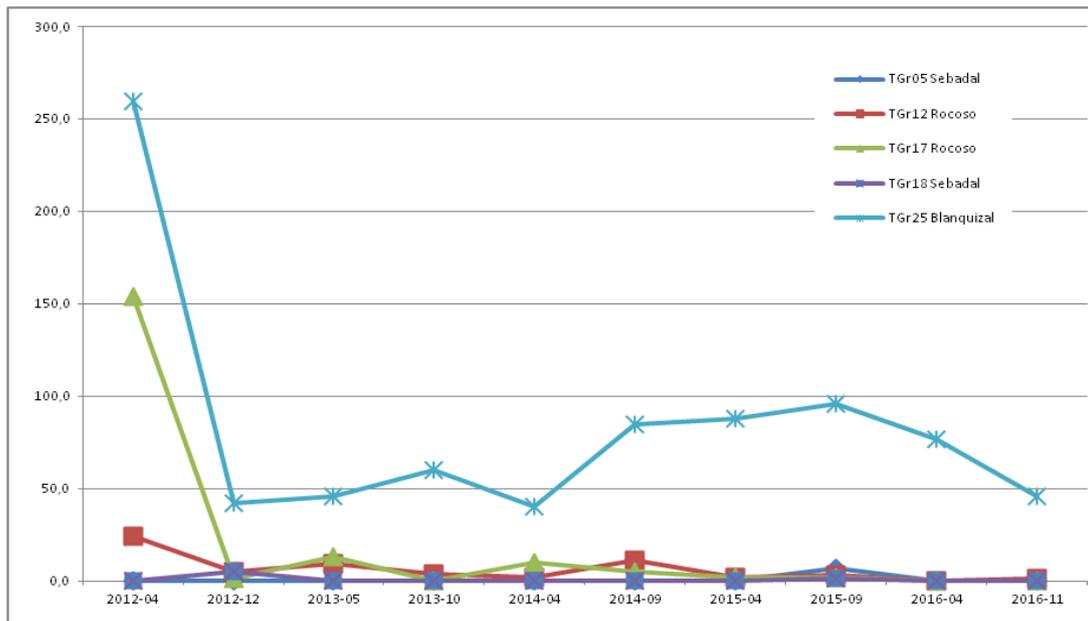
1ª Campaña Abril 2016	Hábitat	TGr 05	TGr 12	TGr 17	TGr 18	TGr 25	TGr 26	TGr 27	TGr 28	TGr 29	Transectos		
											TGr 30	TGr 31	
Araña costera <i>Trachinus draco</i>	Arenal											1	
Mojarra <i>Diplodus annularis</i>	Sebadal												
Eriza <i>Diadema africanum</i>	Blanquiza I					77							
Gallinita <i>Canthigaster capistratus</i>	Pedregal / rocoso												
Maërl (% vivo) <i>Lithotamnion</i> spp.	Maërl						100%	90%	5%	100%			
Anguila jardinera <i>Heteroconger longissim.</i>	Anguilera												160

2ª Campaña Noviembre 2016	Hábitat	TGr 05	TGr 12	TGr 17	TGr 18	TGr 25	TGr 26	TGr 27	TGr 28	TGr 29	Transectos		
											TGr 30	TGr 31	
Araña costera <i>Trachinus draco</i>	Arenal											1	
Mojarra <i>Diplodus annularis</i>	Sebadal												
Eriza <i>Diadema africanum</i>	Blanquiza I					46							
Gallinita <i>Canthigaster capistratus</i>	Pedregal / rocoso		1										
Maërl (% vivo) <i>Lithotamnion</i> spp.	Maërl						99%	100%	25%	100%			
Anguila jardinera <i>Heteroconger longissim.</i>	Anguilera												126

La secuencia de datos desde 2011 hasta el presente apunta a que los vertidos de materiales tuvieron un mayor efecto sobre las comunidades de peces al comienzo de las obras, disminuyendo las especies indicadoras, con la excepción de la anguila jardinera, que aumentó su densidad en 2013 y aún más en 2014, posiblemente favorecida por los propios sedimentos.

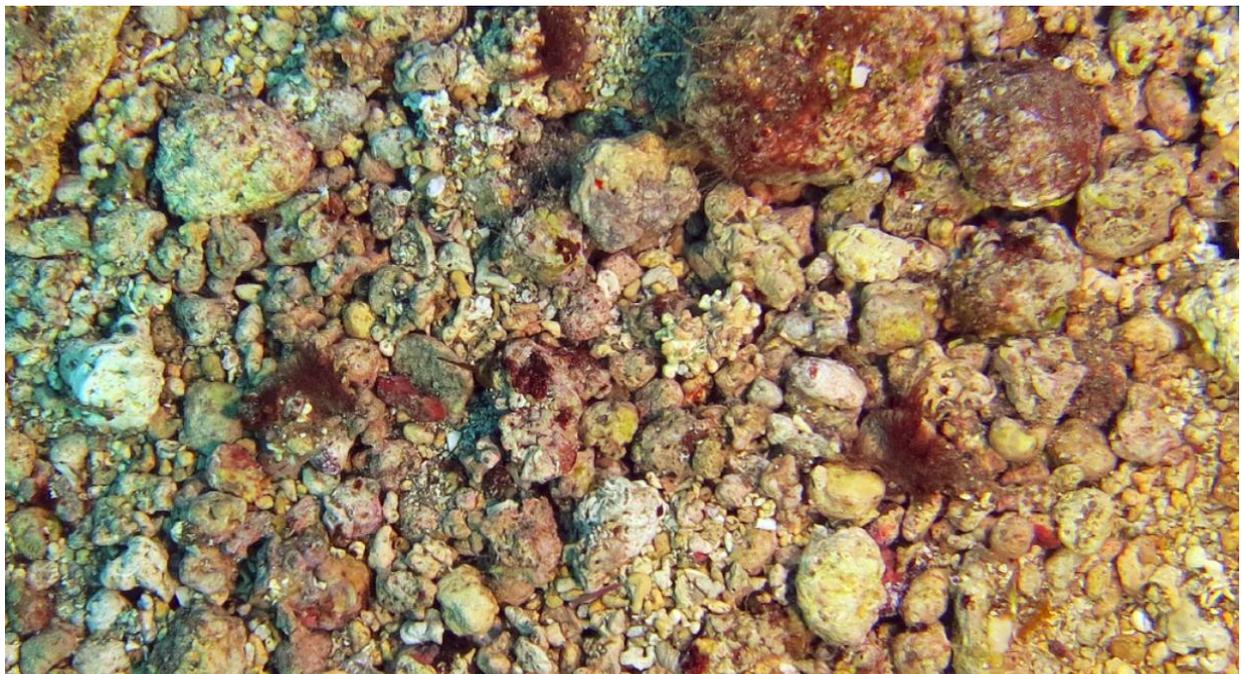
En 2015 se observó en las estaciones con sebadal (TGr05 y TGr18) una mayor presencia de mojarra que en años anteriores (hasta 7 ejemplares en TGr05). Esta especie, aunque presente, no muestra una distribución regular, además de ser algo huidiza ante la presencia humana. Posiblemente sea esta la explicación de su ausencia en los inventarios de 2016, ya que las condiciones del sebadal se mantienen excelentes.

Tal vez, a medida que se ha reducido la cantidad de material vertido (todouno, etc.) o ha mejorado su calidad, el efecto negativo sobre las comunidades que pudiera provocar la turbidez resulte ser menor, pero parece más bien tratarse de fluctuaciones generales de las biocenosis marinas no relacionadas con las obras, y cuya dinámica desconocemos. Queda por ver, una vez concluidas las obras de abrigo, si se produce el “efecto arrecife” (atracción de peces) que se ha anticipado como impacto positivo de esta infraestructura, solo que dicho efecto quedaría limitado al sector del puerto.



**Figura 109.** Evolución de las comunidades bentónicas en 7 estaciones de la costa de Granadilla (2012-2016).

Además, inicialmente consideramos al maërl de color rojo o rosado como vivo, y al blanco como muerto. Ahora sabemos que también hay especies de algas componentes del maërl que son blancas cuando están vivas. Por ello, no se puede estimar el porcentaje de maërl muerto basándonos en el color blanco que se aprecia en la foto, aunque el blanco del alga viva sea más satinado y el de la muerta más opaco (matices difíciles de apreciar en una foto). Lo que sí se puede evaluar es la proporción de maërl rojo o rosado, trátase de la especie que se trate.



**Figura 110.** Detalle de maërl: el de color rojo o rosado está vivo, y el blanco, presuntamente muerto.



## Mäerl

El control del mäerl se ha venido realizando en cuatro estaciones (TGr26, TGr27, TGr28 y TGr29), a lo largo de la costa tomando imágenes del fondo en cuadrículas de 50×50 cm con cámara con cable. El equipo empleado al principio resultó inapropiado (calidad de la luz) e indujo a cometer ciertos errores a la hora de interpretar los colores del mäerl en las imágenes. El 2015 se incorporaron dos focos de luz día (>5.600 °K) para evitar este problema, y en el segundo semestre de 2016 las fotos se tomaron directamente mediante buceadores, aprovechando que, de cara a la vigilancia en fase operativa, se han colocado en las mismas estaciones plataformas de poliuretano de 1 m<sup>2</sup> para poder cuantificar el desarrollo del mäerl (fijación de carbonato) y su capacidad de generar arena. Estos datos en aguas hasta 25 m de profundidad son de particular interés, pues dicha arena organógena es la que se incorpora al transporte general a lo largo de la costa. La que se genera a mayor profundidad, allí se queda.

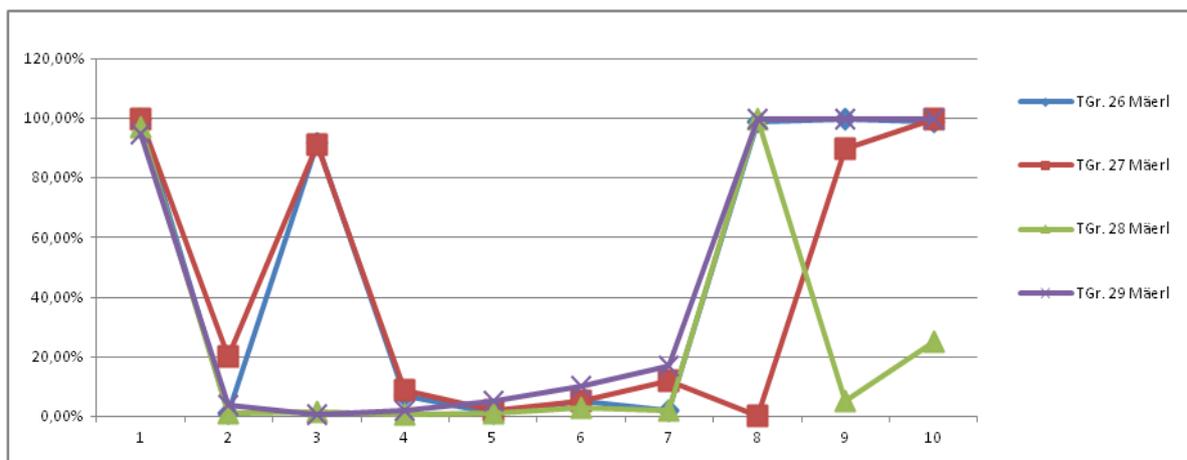
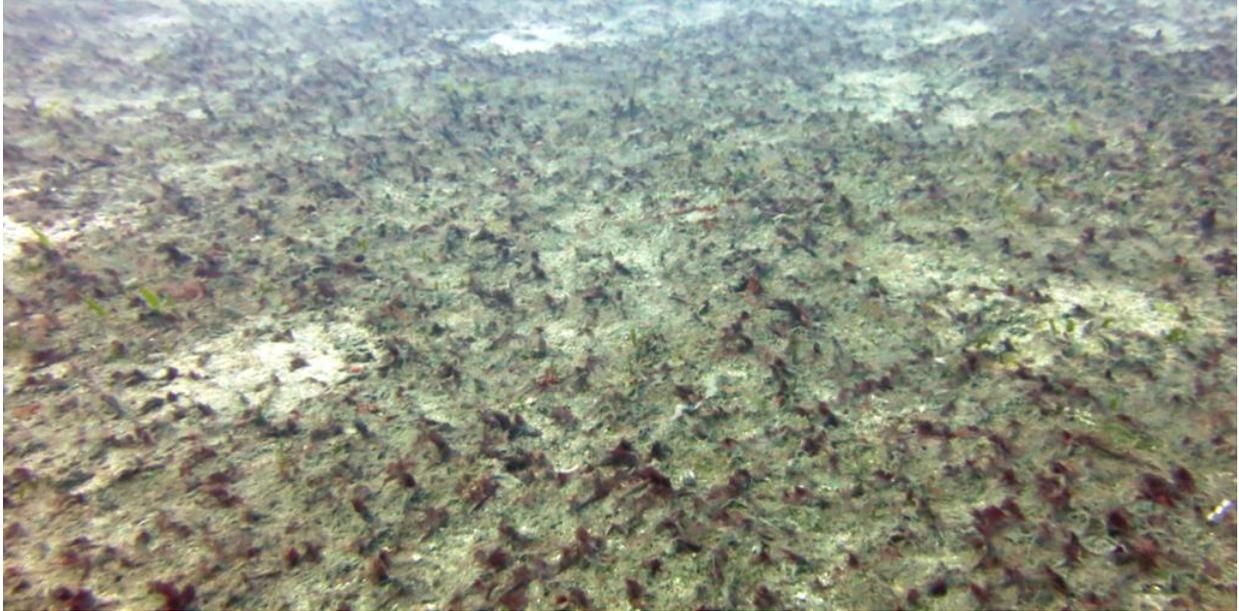


Figura 111. Evolución del mäerl en cuatro estaciones de la costa de Granadilla.

Según la bibliografía consultada<sup>11</sup>, las algas coralináceas (género *Lithothamnion* y otros) que conforman el mäerl son particularmente sensibles a la deposición de sedimentos sobre ellas, sobre todo si se trata de fangos de composición ácida. El resultado suele ser letal, y dada la extensión del mäerl en la costa de Granadilla, su eventual disminución repercutiría en toda la zona por su relevancia como fuente de bioclastos (arena organógena).

Los últimos datos obtenidos en 2016 indican una regresión del mäerl en la estación TGr28 y un mantenimiento en las restantes estaciones TGr26, TGr27 y TGr29. Dicha regresión en Piedras Blancas (TGr28) podría estar relacionado con el emisario submarino que se encuentra a 400 m. En varias de las inmersiones en la zona se observaron síntomas de eutrofización, además de gran cantidad de papel higiénico. En el fondo se ha formado un tapiz algal que sirve de sustrato para otras algas e incluso para *Halophila decipiens*. En algunas zonas, esta última llega a tapar por completo el mäerl, “afisxiándolo” (le quita la luz).

<sup>11</sup> Wilson, S., Blake, C., Berges, J. A. & Maggs, C. A., 2004. Environmental tolerances of free-living coralline algae (mäerl): implications for European marine conservation. *Biological conservation* 120: 279-289.



**Figura 112.** Tapiz algal y *Halophila decipiens* en la estación TGr28. El mäerl está debajo.

### **3.8.5 Infauna**

Los cambios en el sustrato marino al recibir nuevos sedimentos provenientes de las obras (proporción de fango, materia orgánica, arena, etc.) habrán de verse reflejados en la composición relativa de los grupos tróficos que conforman la infauna. Dentro de los variados grupos animales que la componen, el OAG seleccionó a los gusanos poliquetos como el grupo idóneo (fáciles de colectar, abundantes, muy variados, identificables, etc.) indicador de las condiciones generales que configuran la infauna o biocenosis del sustrato.



Se toman muestra de 2 Kg de sedimento en cada una de las once estaciones prefijadas y se pasan por un tamiz de 0,5 mm de luz de malla. Los ejemplares que quedan retenidos se determinan hasta el nivel de especie, siempre que sea posible. Posteriormente, las especies se agrupan en función de su papel trófico en la biocenosis (depredador, filtrador, etc.) partiendo del régimen de alimentación conocido para la cincuentena de especies que se han inventariado en la zona (datos tomados de Martín et al. (2000)<sup>12</sup>, Riera, R. (2004)<sup>13</sup> y mismo autor (comunicación personal 2011-2014)), aunque han aparecido algunas más. Ver tabla adjunta:

**Tabla 30. Especies de poliquetos encontradas (tamiz 0,5 mm) en Granadilla 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>Periqueta canariensis</i>	Detritívoro
<i>Armandia cirrhosa</i>	Detritívoro	<i>Phyllodoce mucosa</i>	Predador
<i>Cauleriella bioculata</i>	Filtrador	<i>Phyllodoce</i> sp.	Predador
<i>Capitomastus minimus</i>	Detritívoro	<i>Pisione guanche</i>	Predador
<i>Chone filicauda</i>	Filtrador	<i>Poecilochaetous serpens</i>	Detritívoro
<i>Cirriformia tentaculata</i>	Filtrador	<i>Polyophtalmus pictus</i>	Detritívoro
<i>Cirrophorus perdidoensis</i>	Detritívoro	<i>Prionospio steenstrupii</i>	Detritívoro
<i>Demonax brachychona</i>	Filtrador	<i>Psamathe fusca</i>	Predador
<i>Desdemonia</i> sp.	Filtrador	<i>Psammolyce 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>Saccocimus papillocercus</i>	Detritívoro
<i>Glycera dayi</i>	Predador	<i>Schoeredella laubieri</i>	Detritívoro
<i>Harmothoe</i> sp.	Predador	<i>Scolaricia typica</i>	Detritívoro
<i>Lanice conchilega</i>	Filtrador	<i>Scoloplos (Leodamas)</i> sp.	Detritívoro
<i>Lumbinerides acuta</i>	Predador	<i>Scoloplos armiger</i>	Detritívoro
<i>Lumbrineris cingulata</i>	Predador	<i>Sigalion squamatum</i>	Predador
<i>Lumbrineris latreillii</i>	Predador	<i>Spio filicornis</i>	Predador
<i>Maldanidae</i> sp.1	Detritívoro	<i>Spio</i> sp.	Predador
<i>Neantes rubicunda</i>	Predador	<i>Streptosyllis bidentata</i>	Detritívoro
<i>Nematoneis unicornis</i>	Predador	<i>Streptosyllis campoyi</i>	Detritívoro
<i>Nereis</i> sp.	Predador	<i>Streptosyllis</i> sp.	Detritívoro
<i>Onuphis eremita</i>	Predador	<i>Syllis</i> sp.	Predador

<sup>12</sup> Martín, D., Pinedo, S. & Sardá, R. (2000). Distribution patterns and trophic structure of soft-bottom polychaete assemblages in a North-Western Mediterranean shallow-water bay. *Phleia* 53 (1): 1-17.

<sup>13</sup> Riera, R. 2004. *Comunidad meiofaunal de las playas de Los Abrigos del Porís y de Los Cristianos en la isla de Tenerife. Estructura y dinámica de sus comunidades*. Tesis doctoral, Universidad de La Laguna, 486 pp.

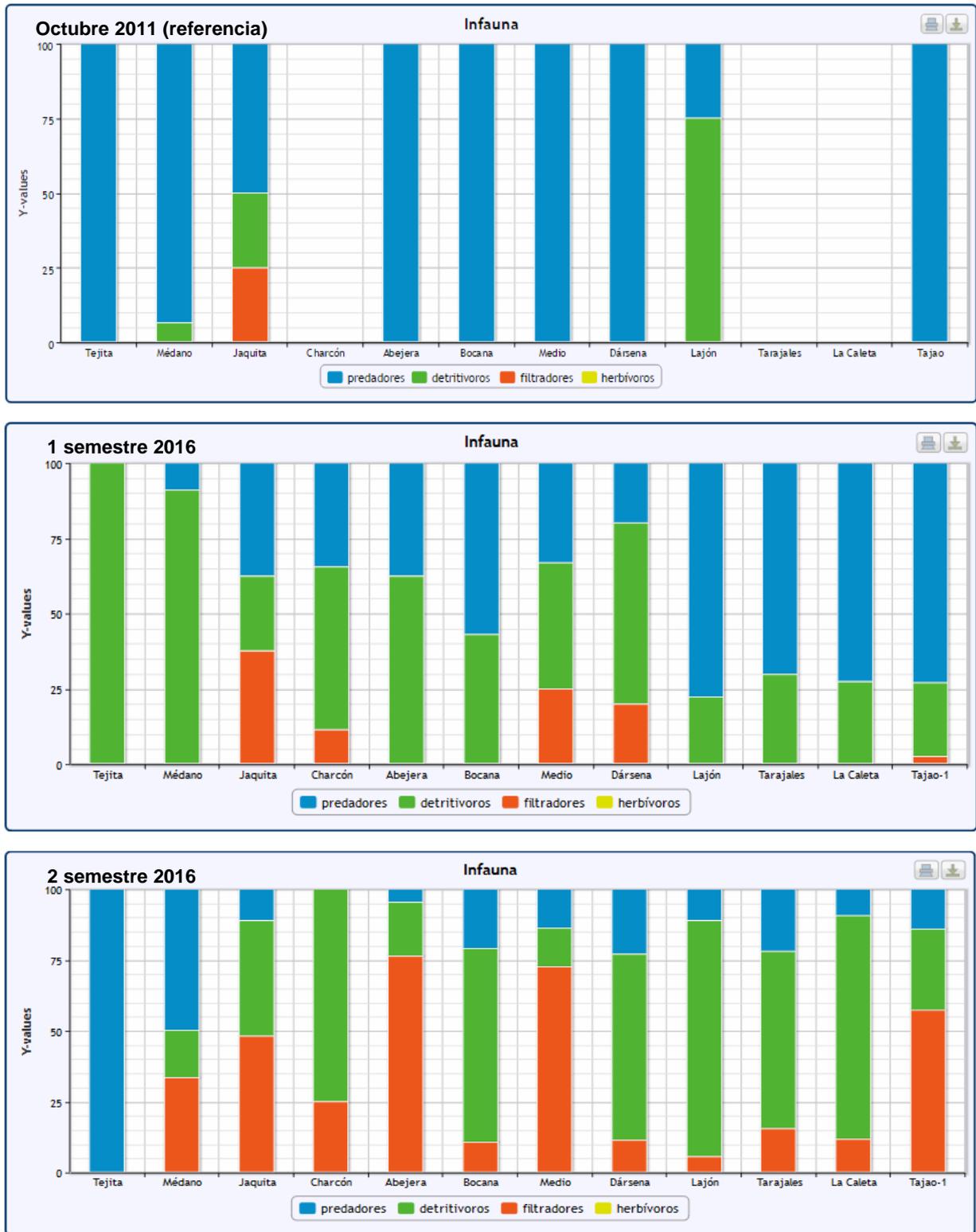


Figura 113. Perfiles tróficos de la infauna (poliquetos) en estaciones a lo largo de la costa de Granadilla. Referencia 2011 (arriba), 1<sup>er</sup> semestre 2016 (medio) y 2<sup>o</sup> semestre 2016 (abajo).



**Tabla 31. Muestreo de poliquetos en sedimentos (tamiz 0,5 mm) de la costa de Granadilla.**

2º sem. 2011	TGr22	TGr19	TGr18	TGr14	TGr13	TGr11	TGr10	TGr09	TGr08	TGr05	TGr04	TGr02	Media
Predadores (%)	100	93	50	0	100	100	100	100	25	0	-	100	85,3
Detritívoros (%)	0	7	25	0	0	0	0	0	75	0	-	0	11,9
Filtradores (%)	0	0	25	0	0	0	0	0	0	0	-	0	2,8
Total = 43 exx.	7	15	4	0	1	5	5	1	4	0	-	1	
Índice Margalef	0,36	0,51	0,79	-	0	0,4	0,68	0	1	-	-	0	0,41
1 sem. 2016	TGr22	TGr19	TGr18	TGr14	TGr13	TGr11	TGr10	TGr09	TGr08	TGr05	TGr04	TGr02	Media
Predadores (%)	0	9	38	35	38	57	33	20	78	70	73	73	50,92
Detritívoros (%)	100	91	25	54	63	43	42	60	22	30	27	24	44,04
Filtradores (%)	0	0	38	12	0	0	25	20	0	0	0	3	5,05
Herbívoros (%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
Total= 218 exx.	14	11	8	26	24	14	12	5	18	27	22	37	18,17
Índice Margalef	0,42	0,46	0,94	0,67	0,78	0,79	0,84	0,86	0,76	0,67	0,74	0,69	0,72
2º sem. 2016	TGr22	TGr19	TGr18	TGr14	TGr13	TGr11	TGr10	TGr09	TGr08	TGr05	TGr04	TGr02	Media
Predadores (%)	100	50	40	0	5	91	18	77	94	61	86	22	65,35
Detritívoros (%)	0	50	57	100	95	5	82	17	6	39	14	78	32,39
Filtradores (%)	0	0	3	0	0	3	0	7	0	0	0	0	2,25
Herbívoros (%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
Total= 355 ejemplares	4	12	30	3	21	92	22	60	16	28	44	23	29,58
Índice Margalef	0,79	0,56	0,71	1,00	0,59	0,55	0,58	0,63	0,65	0,66	0,63	0,66	0,67

En las gráficas y tablas que anteceden se muestra la composición de las biocenosis en cada estación según las dos campañas semestrales de 2016 (abril y octubre), precedidas por la del último semestre de 2011 (muestreos del 30/9/2011 y 3/10/2011) que se ha de tomar como referencia de la situación previa al inicio de los vertidos en la obra (4/10/2011).

Antes del inicio de las obras, las especies depredadoras dominaban en los sedimentos (85% al promediar todas las estaciones); luego han ido reduciéndose (37%) a la vez que aumentaban las detritívoras y las filtradoras, alcanzando en la segunda mitad de 2013 un 32% y 6 %, respectivamente. En las filtradoras es atribuible al aumento del plancton, y en las detritívoras, por contar con mayor aporte de materiales finos (lodos) y restos del propio plancton.

En 2014 se apreciaron cambios importantes a lo largo de todo el tramo de costa estudiado. Estos cambios fueron posiblemente consecuencia de las avenidas de los barrancos a finales de 2013, y la subsiguiente deposición masiva de sedimentos. Los detritívoros superaban el triple de su representación de referencia, destacando además un repunte de los filtradores en el segundo trimestre. Los predadores, por su parte, seguían menos presencia que en la referencia (aprox. 50% frente al 80%).

En 2015 hubo algún cambio. En el 1º semestre la estación Tajao y en el 2º semestre Lajón y Medio vuelven a presentar la misma composición que tenían en 2011 (recuperación de depredadores). En el resto de la estaciones seguían dominando los detritívoros.



En 2016 el número de ejemplares existentes en la muestra aumenta considerablemente respecto a años anteriores (en 2016- 218 ejemplares en el primer semestre y 355 en el segundo, frente a los 24 del primer semestre de 2015 y 134 del segundo). Se continúa con la misma tendencia de mayoría de ejemplares predadores seguido de los detritívoros y en menor medida de filtradores.



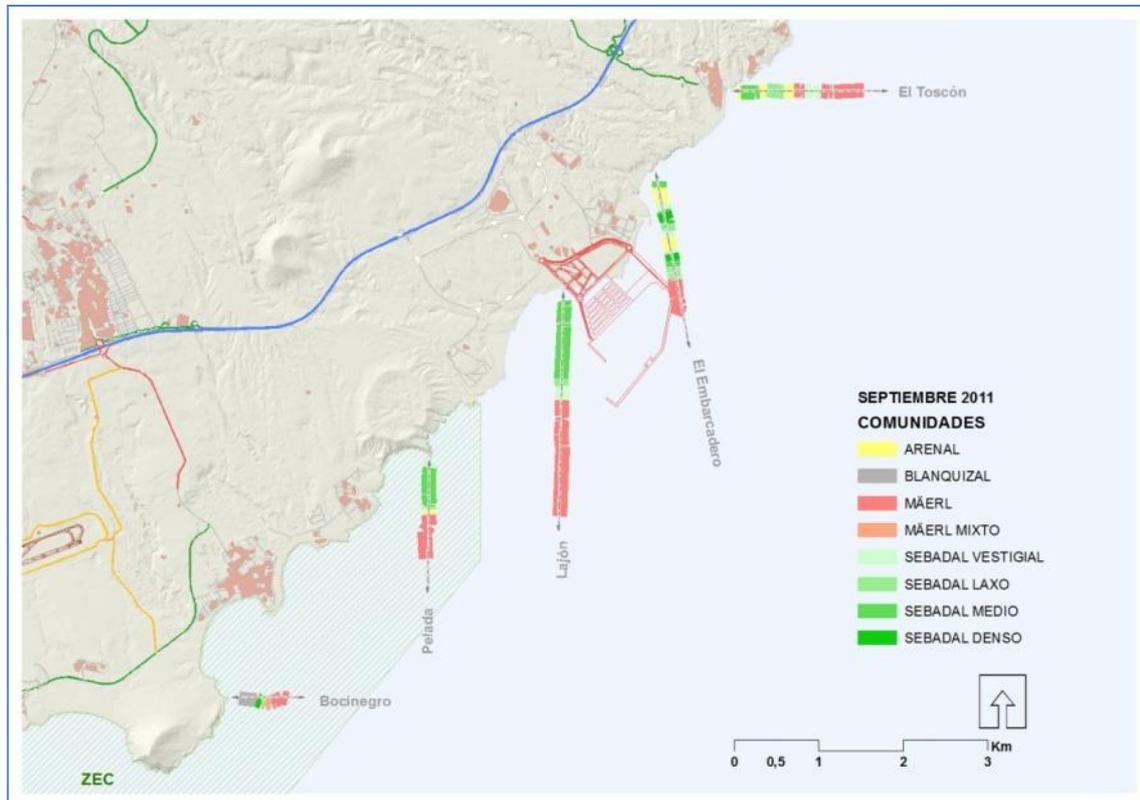
**Figura 114. Evolución de los perfiles tróficos de la infauna (poliquetos) en el periodo 2011-2016: al norte del puerto (arriba = Tajao), en el puerto (puerto = Dársena) y al sur del puerto (abajo = Medio)**

El repunte de los filtradores en 2016 puede ser consecuencia del incremento del plancton al contar con más nutrientes. Este presunto impacto de la fertilización generada con las obras del puerto donde se nota más es en la estación más alejada aguas arriba, en Tajao (Figura 114, arriba). Las diversidades medias de 0,72 – 0,67 (índice de Margalef) del 1<sup>er</sup> y 2<sup>o</sup> semestres, respectivamente, superan el valor de referencia, señalando que persiste el efecto de las obras.



### 3.8.6 Transectos bionómicos

Los cinco transectos fijos dispuestos estratégicamente cubren ampliamente las comunidades objeto de seguimiento y los eventuales cambios que se produzcan. Ello ofrece datos objetivos para decidir si procede hacer más transectos, a la vez que permite calibrar la interpretación de las imágenes de satélite.



**Figura 115. Transectos con su espectro bionómicos. Situación de referencia (septiembre 2011). El nombre deriva del topónimo del punto de la costa desde donde arrancan. De Norte a Sur son: El Toscón, El Embarcadero, Lajón, Pelada y Bocinegro**

Se emplea una cámara de vídeo Sony montada en un patín que es arrastrado desde el Avatar. El programa “Mirafondos” –desarrollado por el OAG (I. Lorenzo) a tal fin– graba las imágenes con posicionamiento real. El patín lleva dos cámaras auxiliares GoPro: una graba video y la otra saca fotos cada tres segundos. 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 en percentiles la evolución de cada hábitat (crecimiento, reducción, sustitución, etc.). Además, los vídeos conservan una valiosa información sobre las especies presentes.

Los transectos están programados para ser realizados en marzo (fenología invernal) y en septiembre (fenología estival). En 2016 se realizaron los transectos de invierno en abril y, las malas condiciones meteorológicas y demás trabajos no permitieron realizar la campaña estival, salvo por el transecto Bocinegro.



Los "hábitat" o comunidades bentónicas tipificadas a efectos de la vigilancia ambiental, son los que se muestran en el cuadro adjunto. Las transiciones entre unos y otros pueden ser suaves y ofrecer todo tipo de combinaciones. Las especies se acomodan allí donde las circunstancias se lo permiten, al margen de las etiquetas que queramos poner al resultado final. Además, no siempre es fácil seguir el transecto teórico con precisión debido a las condiciones del mar (corrientes, mareas, etc.), por lo que se debe asumir un error de +/- 25 metros.

Sigla	Comentario
<b>AL</b>	<b>Algal:</b> Esta unidad y el blanquizal pueden coexistir sobre sustrato rocoso, y se prioriza por dominio visual en la imagen.
<b>BL</b>	<b>Blanquizal</b> La inclusión del pedregal como otra unidad bionómica no es posible al no poderse observar el contenido infralapidícola.
<b>AR</b>	<b>Arenal:</b> Sustrato granular con predominio de contenido mineral.
<b>SV</b>	<b>Sebadal vestigial:</b> Brotes dispersos sin estar conectados aparentemente.
<b>SL</b>	<b>Sebadal laxo:</b> Son las densidades de las praderas más frecuentes, cuya diferencia e identificación está condicionada por la extensión a lo largo del transecto y del campo de visión.
<b>SM</b>	<b>Sebadal medio:</b> En ocasiones puede estar en maërl, y se prioriza la especie dominante en la imagen.
<b>SD</b>	<b>Sebadal denso:</b> Su presencia suele ser restringida y difícil de diferenciar del sebadal medio según la altura de la pradera y el ángulo de visión.
<b>MA</b>	<b>Maërl:</b> Se presenta con varios niveles de granulometría, de escasos cm de diámetro, denominados confites, y de varios cm en general de conformación redonda, denominados rodolitos. Ambos pueden estar vivos, de ligero color rosa, o muertos, de color blanco. En este apartado no se consideran otras especies de carácter vestigial.
<b>MM</b>	<b>Maërl mixto:</b> Aquí el maërl actúa como sustrato o hábitat de otras especies, vegetales y animales, de las que se pueden determinar en imagen unas siete especies: - <b>SV/SL</b> (Sebadal vestigial o laxo de escasa presencia) - <b>HD</b> ( <i>Halophila decipiens</i> ) - <b>CP</b> (el alga verde <i>Caulerpa prolifera</i> ) - <b>BV</b> (el sabélido <i>Bispira viola</i> ) - <b>OC</b> (presuntos montículos del equiúrido <i>Ochetostoma</i> ) - <b>SG</b> (el erizo <i>Sphaerechinus granularis</i> ) - <b>AJ</b> (la anguila jardinera <i>Heteroconger longissimus</i> )

En los transectos de costa estudiados 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).

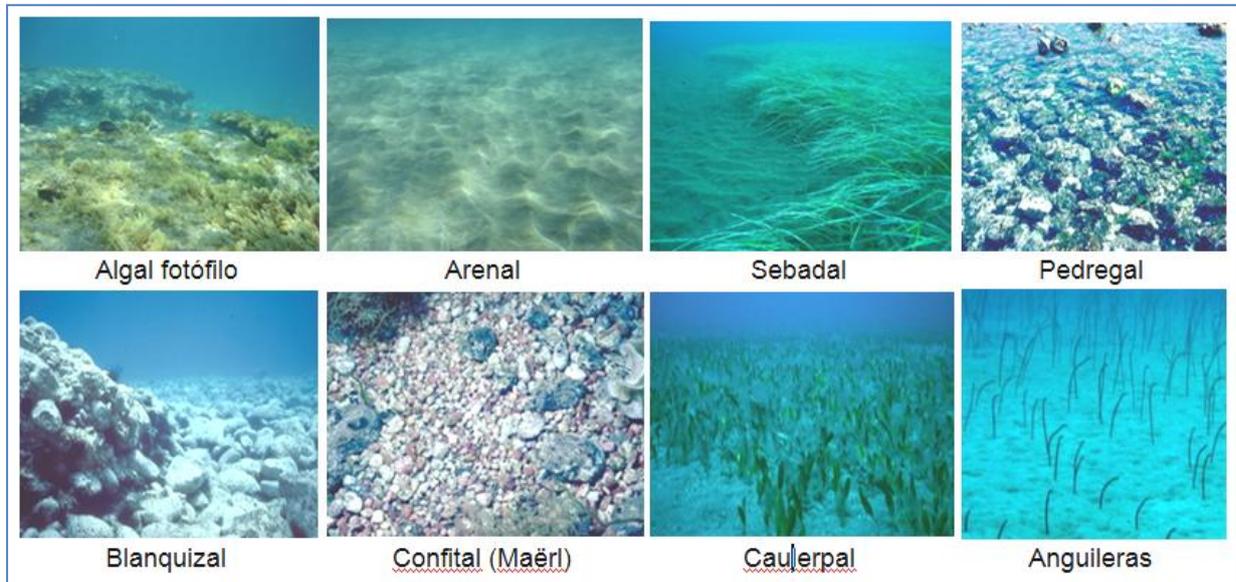


Figura 116. Imágenes de ejemplo de los distintos hábitat tipificados.

A continuación se incluyen los dos diagramas resumen elaborados para cada transecto (invernal y estival), con su longitud planificada (la real suele variar un poco) y los comentarios más destacados al pie. La simbología empleada en los diagramas es la siguiente:

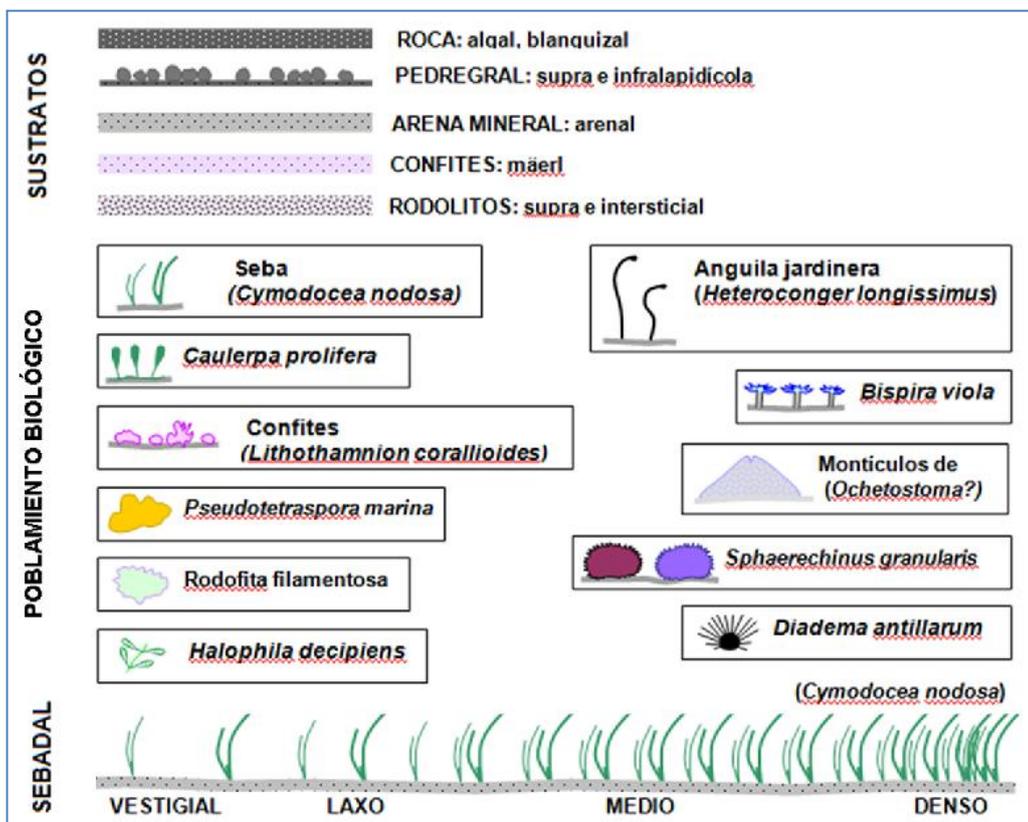


Figura 117. Simbología empleada en los diagramas bionómicos que siguen.



TRANSECTO TOSCÓN (1.835 m, rumbo 90°)

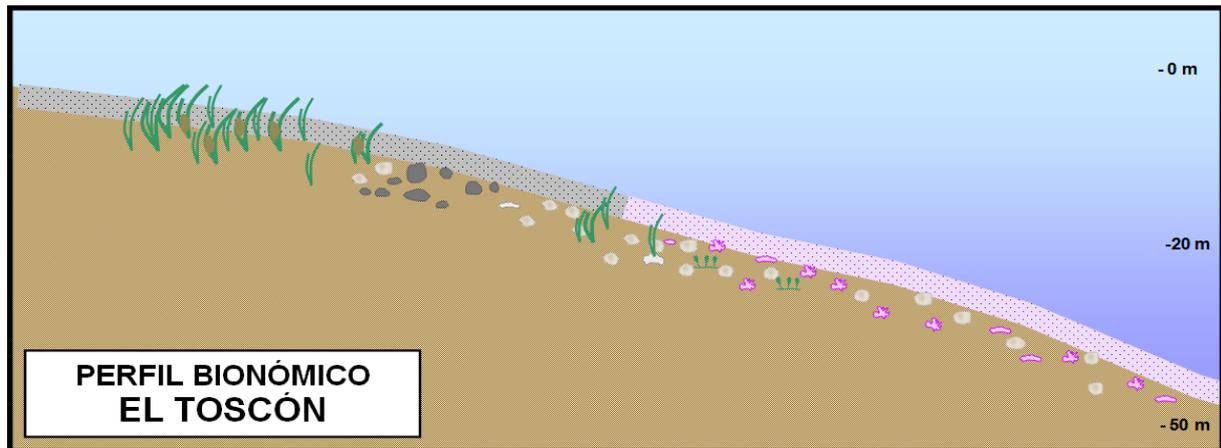


Figura 118. Transecto Toscón en 2016. Perfil bionómico invernal

Se mantiene el mismo esquema invernal que en 2015. Los fondos someros se desarrolla arenales y sebadales extensos de densidad laxa o media. A unos -11 m la seba pasa a ser vestigial con rocas y piedras dispersas y a -14 m el sustrato es maerl con ondulaciones en la zona menos profunda y posteriormente aparece con seba vestigial (-17 m) y *Caulerpa prolifera* (-20 m) en discretos manchones. Por debajo de -30 m el sustrato es maerl con rodolitos

TRANSECTO EMBARCADERO (2.125 m, rumbo 169°)

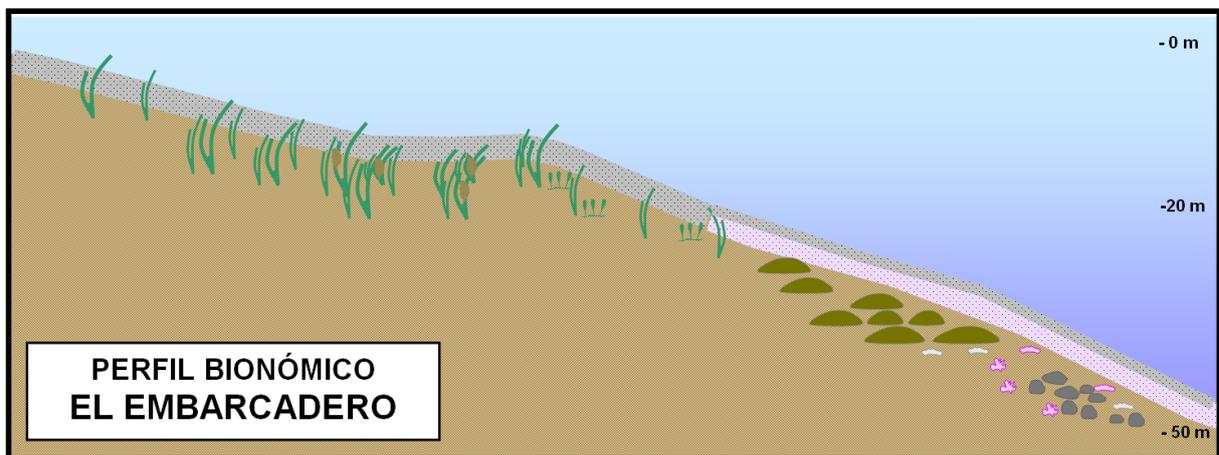


Figura 119. Transecto Embarcadero en 2016. Perfil bionómico invernal

El perfil invernal muestra la existencia de arenales con amplias ondulaciones y vestigios de sebas. Entre 11-12 m de profundidad se observa un sebadal de densidad media de amplia extensión. A -16 m el fondo es un arenal con manchones de sebadal laxo. A partir de los -20m aparecen algunos manchones discretos de *Caulerpa prolifera*, con sebadal vestigial en sustrato calcáreo. A -25 m, en fondos de maerl fino mezclado con arena aparecen los mismos montículos detectados en el transecto Bocinegro con ejemplares de *Caulerpa* aislados, que aumentan en densidad y cobertura con la profundidad. Por debajo de -30 m el fondo es maerl con pedregales aglomerados o dispersos. No se aprecian cambios respecto de 2015.



TRANSECTO LAJÓN (2.850 m, rumbo 180°)

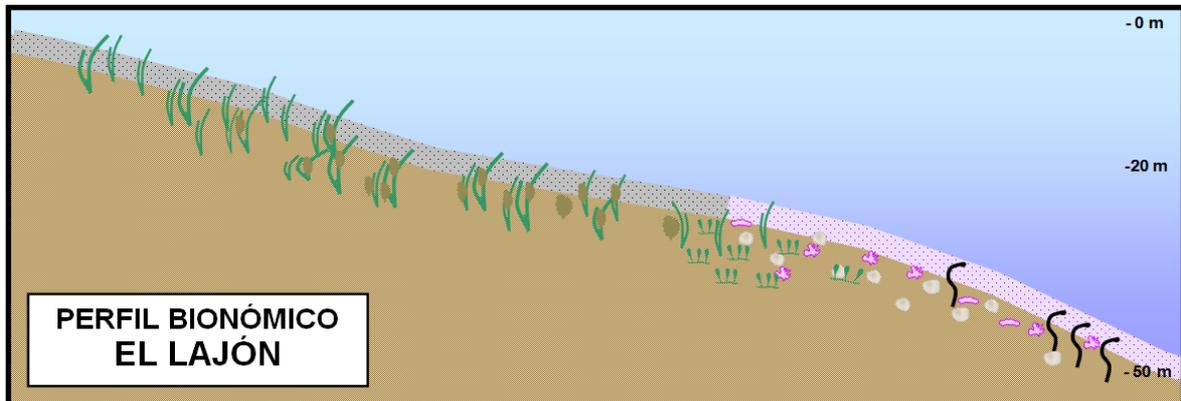


Figura 120. Transecto Lajón en 2015. Perfil bionómico invernal.

Los fondos someros son arenales y sebadales de diversa densidad, generalmente laxos, con epífitos y formando manchones. A partir de los -17 m aparece *Caulerpa*, en un principio intercalada con sebas (sebadal vestigial) y posteriormente, hasta los -24 m, formando una comunidad mono-específica de densidad variable, sobre fondo de arena. Desde los -15m hasta los -24m se observa una película de algas, aparentemente verdes, sobre arena. A partir de los -22 m va disminuyendo la presencia de *Caulerpa* pasando gradualmente a un fondo de máerl de grano fino con algunos rodolitos mayores. Al llegar a la cota -40m aparecen anguilas jardineras sobre el fondo de máerl. El esquema es el mismo que en 2015.

TRANSECTO PELADA (1.590 m, rumbo 180°)

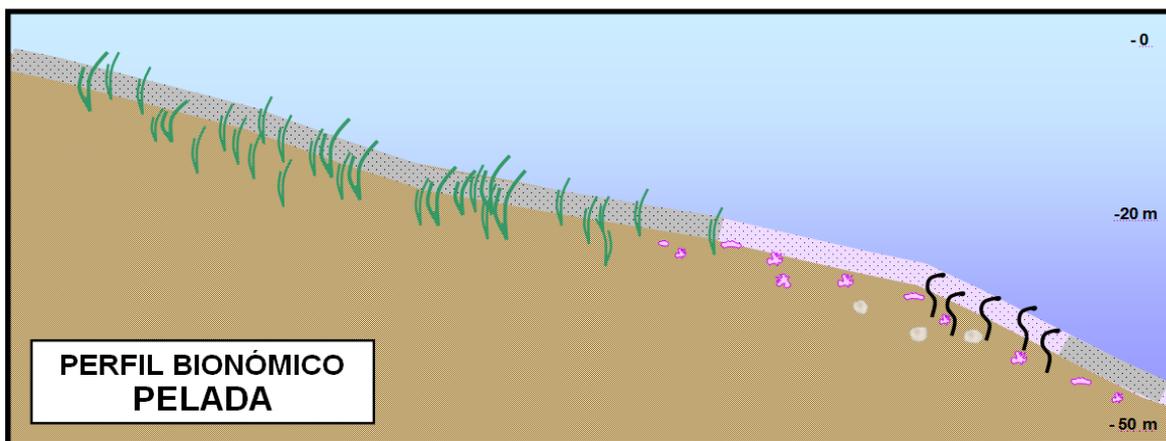


Figura 121. Transecto Pelada en 2016. Perfil bionómico invernal.

El transecto de invierno, muestra arenales con manchones de sebadal laxo hasta unos -20 m. Se observan bastantes claros y amplios canales con los bordes erosionados, en “escalón”. Por debajo baja la densidad de seba y aparece el sustrato calcáreo. Después de esta profundidad se observa primordialmente arenal. A los -25 m comienza a aparecer las anguilas hasta los -30 m donde aparece puntualmente como sustrato un tapiz algal (aparentemente de algas pardas). Posteriormente, hasta -50 m el sustrato es arena con máerl de granulometría fina. Sin cambios.



TRANSECTO BOCINEGRO (860 m, rumbo 90°)

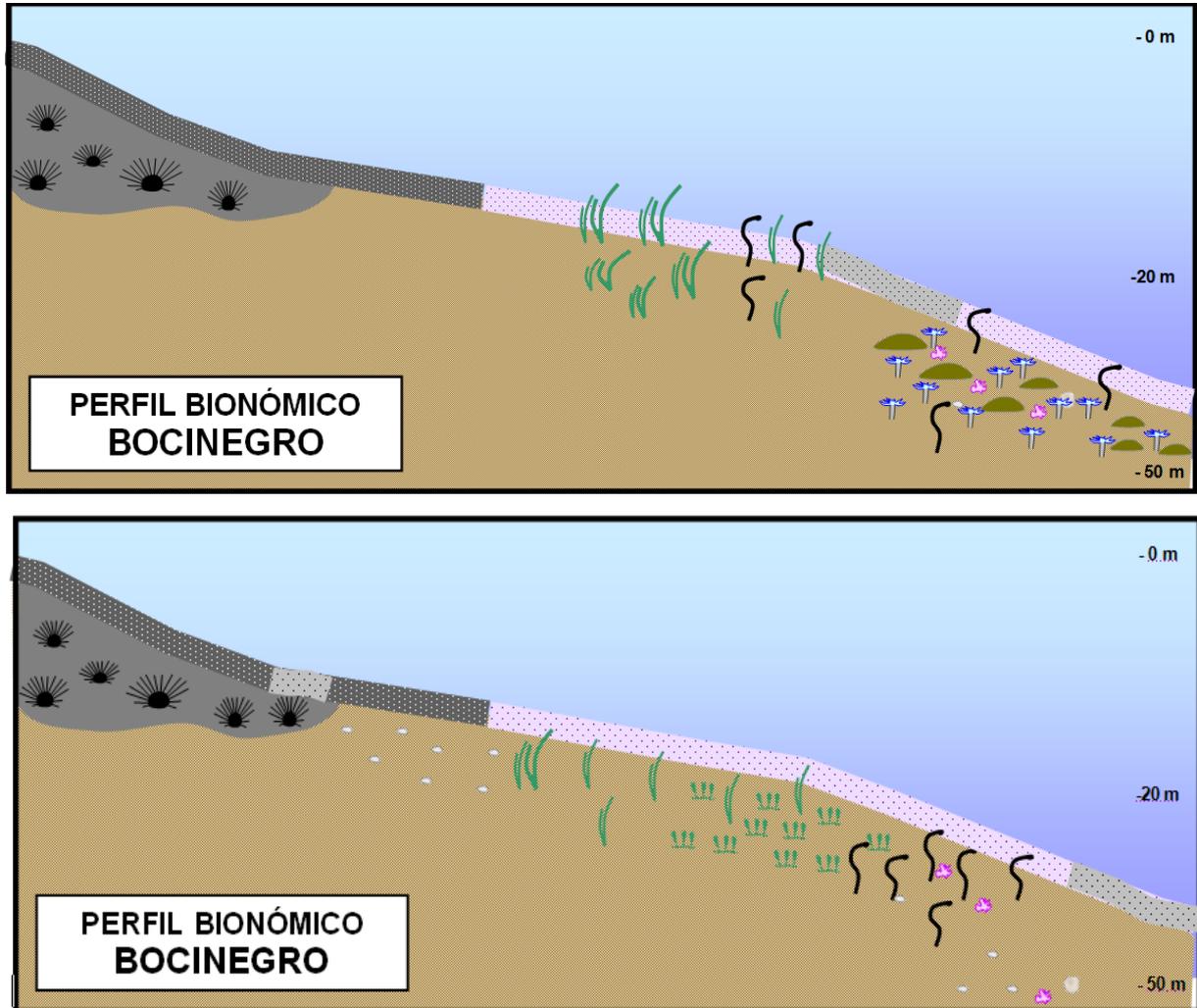


Figura 122. Transecto Bocinegro en 2016. Perfil bionómico invernal (arriba) y estival (abajo)

En abril (invierno), hasta unos 15 m de profundidad se desarrolla un extenso blanquizal con baja densidad de *Diadema* al principio. Después, a medida que se profundiza, van apareciendo algas sobre sustrato de maërl. A partir de los -17 m, había en 2015 depósitos de arena con manchones de sebadal laxo y posteriormente con anguilas jardineras que ahora ocupa maërl. A -25 m hay algunas algas y escasa presencia de *Bispira viola* que luego abunda más según se descende, mezclada con anguilas sobre fondo de arena (-27 m), y después sobre maërl. El sebadal que existía a unos 250-300 m de la costa no aparece en el transecto (¿desvío?).

El perfil estival se tuvo que realizar en noviembre debido a las malas condiciones meteorológicas en los meses anteriores. En este transecto vuelve aparecer el sebadal mencionado, pero con muy baja densidad. Tampoco se localizó el tramo de arenal que sucedía al blanquizal en los dos ejercicios previos, ocupado ahora por maërl mixto fino, con arena. Hay anguilas a medida que gana profundidad y aparece *Caulerpa* que no había en 2015.



### Espectros bionómicos

Los espectros bionómicos apilados son un modo de mostrar la evolución temporal de las comunidades que forman el fondo marino. Su comparación grosera es lo importante ya que, aunque se procura corregir las desviaciones del transecto en la medida de lo posible, no siempre se consigue del todo. Algunos cambios observados pueden, pues, deberse a desplazamientos de la cámara de vídeo arrastrada, y no a variaciones reales en las comunidades. En general todos los espectros muestran la misma composición bionómica, con alguna que otra variación.

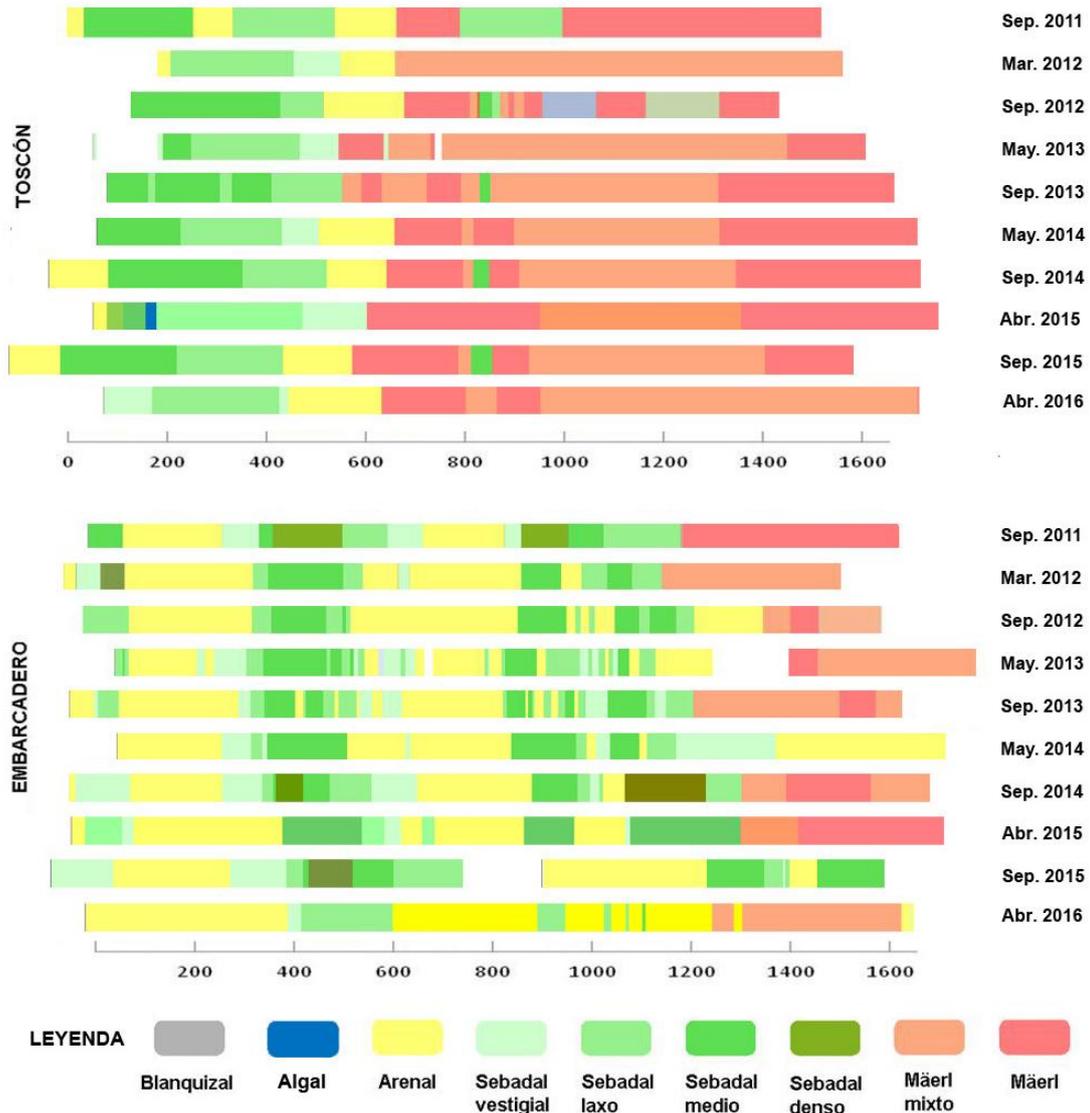


Figura 123. Espectros bionómicos de los transectos realizados al norte del puerto de Granadilla (2011-2016)

Al norte del puerto, en Tuscón, desaparecieron los arenales durante 2013 y reaparecen en 2014; y el tramo de sebadal que se forma a unos 800 m de la costa aparece y desaparece según la estación. En Embarcadero, la dinámica de los fondos parece ser mayor, y falta saber (no hay datos estivales) si el sebadal a 900-1110 m ha sido reemplazado del todo por arenales y maerl.



Figura 124. Espectros bionómicos dl transecto Lajón y Pelada al sur de Granadilla (2011-2016)

En los transectos Lajón y Pelada se aprecia una baja densidad de haces en el sebadal y presencia de claros y canales con bordes erosionados que es consustancial con este periodo, pero en 2016 la reducción parece ser más intensa que en los años anteriores. En Lajón ha surgido un arenal a unos 105 m de la costa. Habrá que esperar al verano de 2017 a ver si se restablece el sebadal.

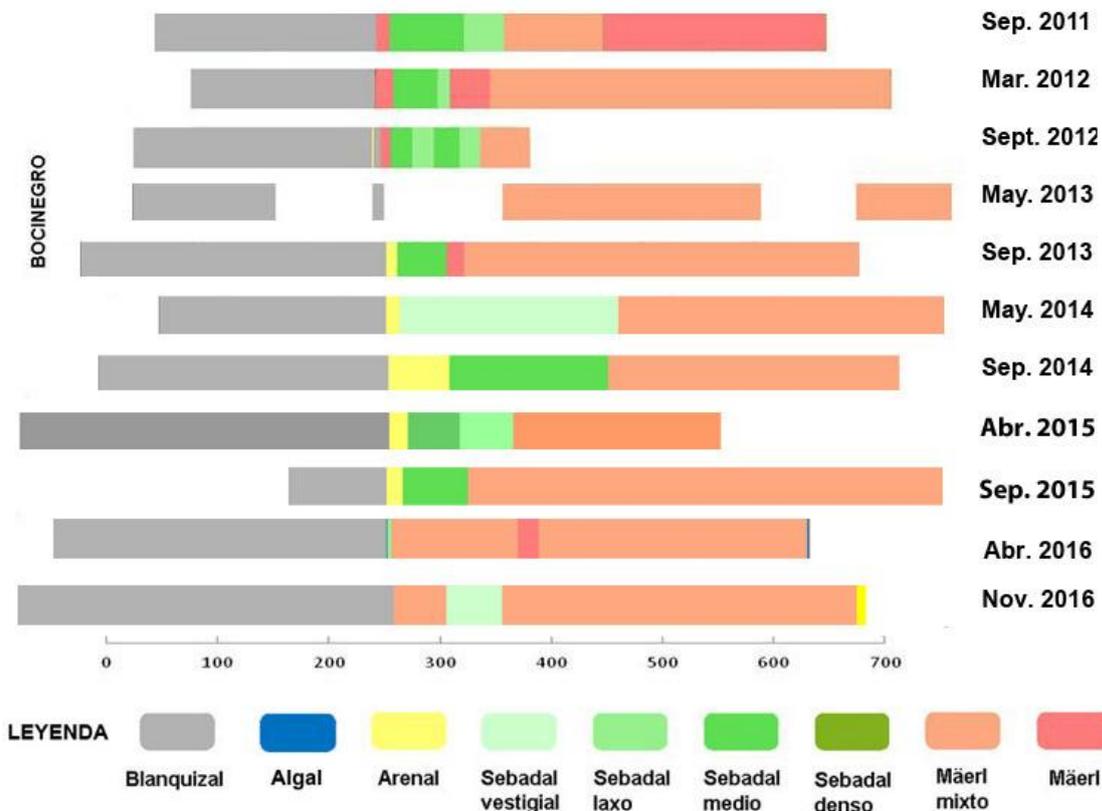


Figura 125. Espectros bionómicos del transecto Bocinegro, el más alejado al sur del del puerto de Granadilla (2011-2016)

El sebadal que aparecía en Bocinegro una vez rebasado el blanquizal, no se encontró en el invierno de 2016, aunque vuelve a aparecer de forma vestigial en verano. La presencia de *Caulerpa* puede indicar un cambio de condiciones ecológicas (mayor temperatura, p.ej.) y podría acabar por transformarse en un caulerpal.

En años previos, en los transectos de El Embarcadero y Bocinegro y a gran profundidad (> 33 m) se ha detectado la presencia de afloramientos rocosos recubiertos de algas pardas y rojas, que pudieran implicar un descarnamiento de los fondos por pérdida o reubicación de las arenas. La dinámica en Bocinegro es notoria, y se aprecia sobre todo en el primer tramo con fondos rocosos, donde persisten zonas con algas rojas o verdes, pero siempre con dominio de erizos, por lo que se sigue registrando como blanquizal.

Salvo por la recuperación de algún sebadal concreto, después del temporal de diciembre de 2013, que implicó una perturbación importante en todo el sistema, se observó una reducción generalizada de la densidad de las comunidades tipificadas y la desaparición de algunas especies en determinados transectos,. El efecto perturbador de este episodio natural, cuya frecuencia se estima sobre los diez años, parece haber sido superado por la resiliencia del medio.



### 3.8.7 Cartografía bionómica

La cartografía bionómica se ha elaborado empleando algoritmos específicos desarrollados para las imágenes del satélite WorldView2 por el GPIT de la Universidad de Las Palmas. Los satélites WorldView2 y WorldView3 disponen de sensores especiales (azul mar y amarillo), aún así las condiciones de la superficie de las aguas han de ser excepcionalmente buenas (p.ej., superficie sin destellos, ángulo > 85°, marea baja, etc.) para obtener resultados aceptables.

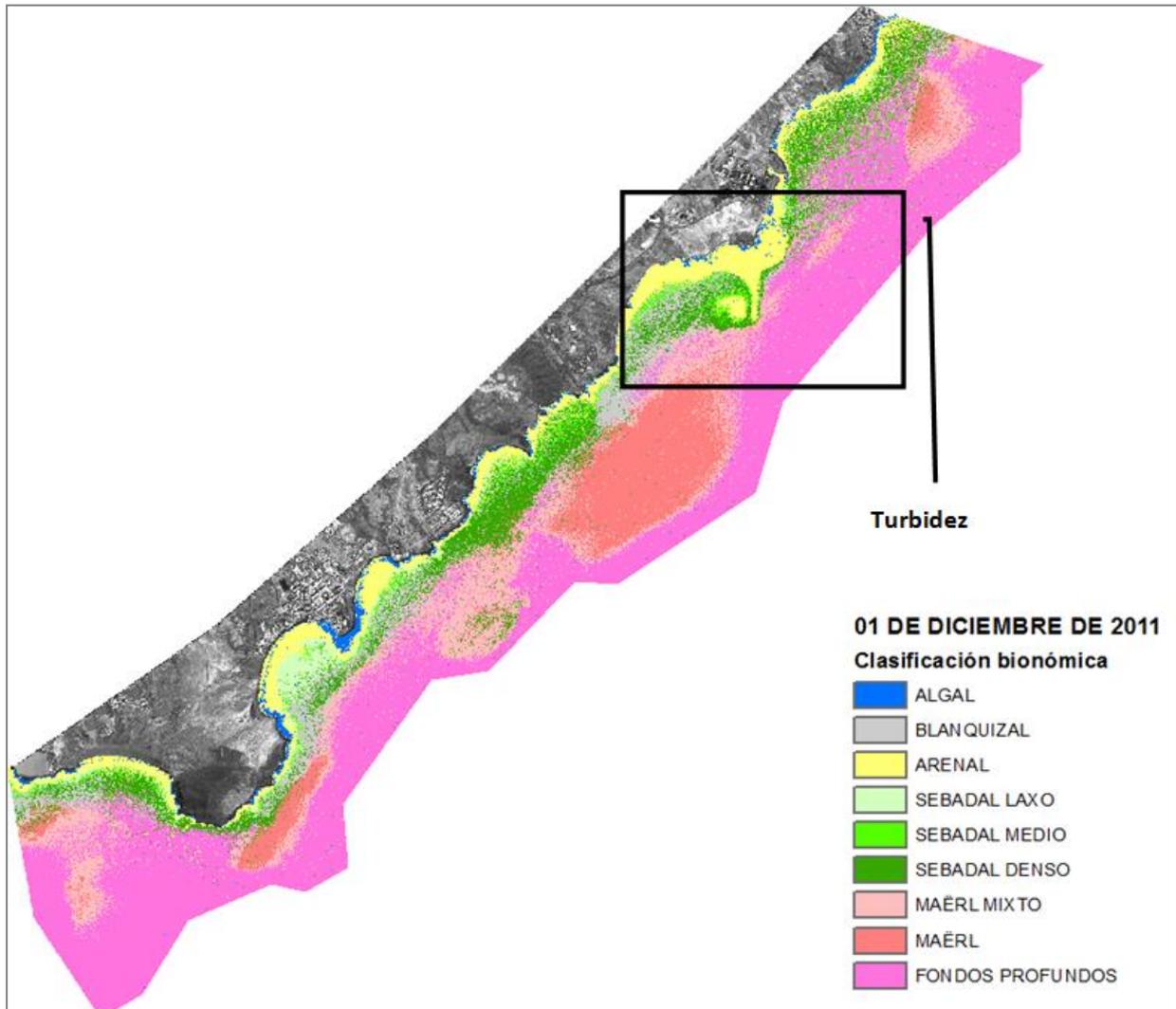


Figura 126. Mapa bionómico correspondiente al 1 de diciembre de 2011 (Fuente OAG).

Como situación de referencia se emplea el reelaborado con la imagen del 1 de diciembre de 2011 (Figura 126) empleando el mismo algoritmo que se aplicó a imagen la obtenida el 4 de octubre de 2013, que fue excepcionalmente buena, salvo por una pequeña zona con presencia de nubes que afecta a la zona de estudio y se señala en un recuadro en la Figura 127. En el mapa de 2011 se ha señalado una zona –precisamente alrededor del puerto– con información parcialmente comprometida, en este caso, por la presencia de turbidez.



Cuando las imágenes son de buena calidad (ángulo óptimo de incidencia de la luz solar, ausencia de rizaduras en la superficie del agua, escasa turbidez, etc.) permiten discriminar entre sebadal laxo, medio y denso, lo mismo que entre el maërl (puro) y maërl mixto.

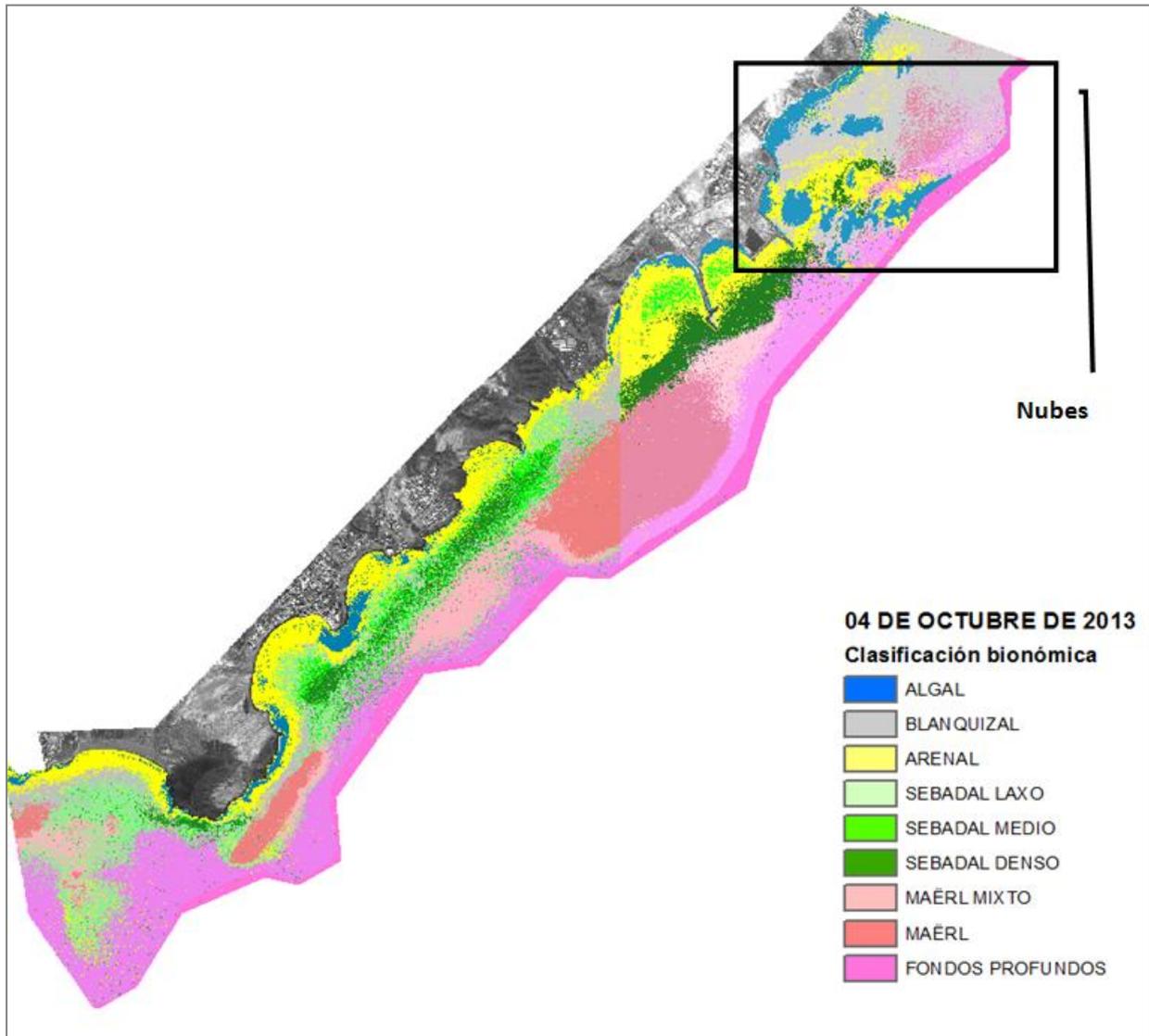


Figura 127. Mapa bionómico correspondiente al 4 de octubre de 2013 (Fuente OAG).

En 2013, las zonas no afectadas por las nubes o la turbidez mostraban algunos cambios en la densidad del sebadal: por ejemplo, menos denso en la zona de La Tejita, y más denso en el tramo de Montaña Pelada o el Médano. El algal fotófilo también parecía haberse desarrollado más ese año, descartando la sección al norte del puerto, afectada por nubes. En el maërl se apreciaron mayores cambios.

Esta apreciación es coherente con el estudio detallado del sebadal recogido en el informe final de 2013, que reflejaba un aumento de densidad y longitud de hoja en varias zonas, fenómeno que se atribuyó a la presunta fertilización derivada de los vertidos de las obras del puerto.

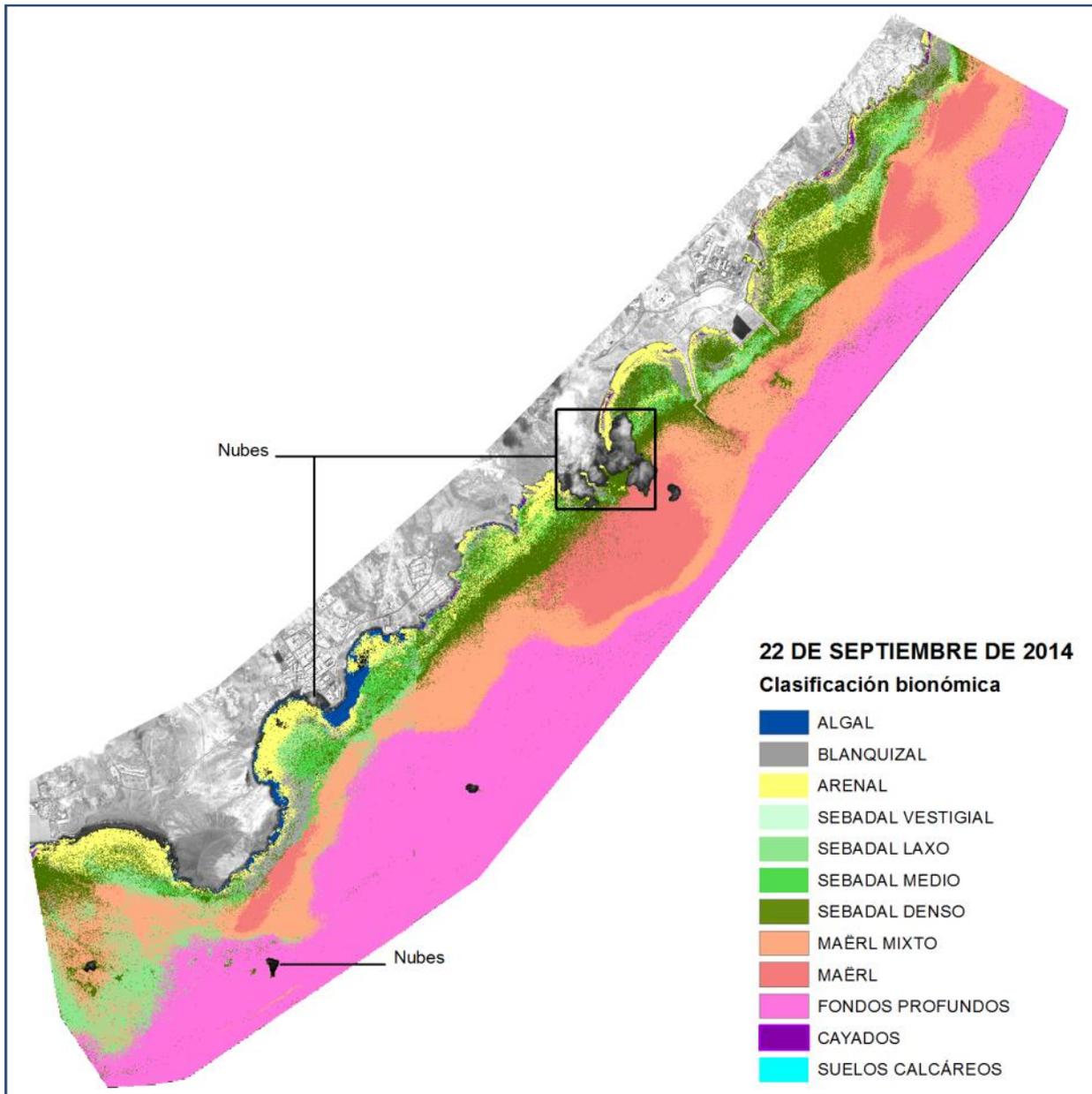


Figura 128. Mapa bionómico correspondiente al 22 de septiembre de 2014 (Fuente OAG).

La imagen de 2014 seleccionada tiene la zona al norte del puerto despejada (en 2013 afectada por nubes) y las nubes solo molestan en el extremo occidental de la Playa del Vidrio y parte del morro del ITER. Se ha añadido una clase para los restos de erizos y conchas que se acumulan en las ondulaciones del arenal (“suelos calcáreos”), muy puntual y visible a mayor aumento.

El análisis de la imagen de 2014 reflejó el mismo esquema general de distribución y zonificación de las comunidades. Se aprecia mayor distribución del sebadal denso y laxo, salvo por fuera del puerto, donde disminuye considerablemente. Los blanquizaes aparecen más reducidos y probablemente son consecuencia de un análisis más preciso, no que en 2013 fueran realmente más extensos (difíciles de separar de zonas con sedimento reciente, turbidez, etc.).

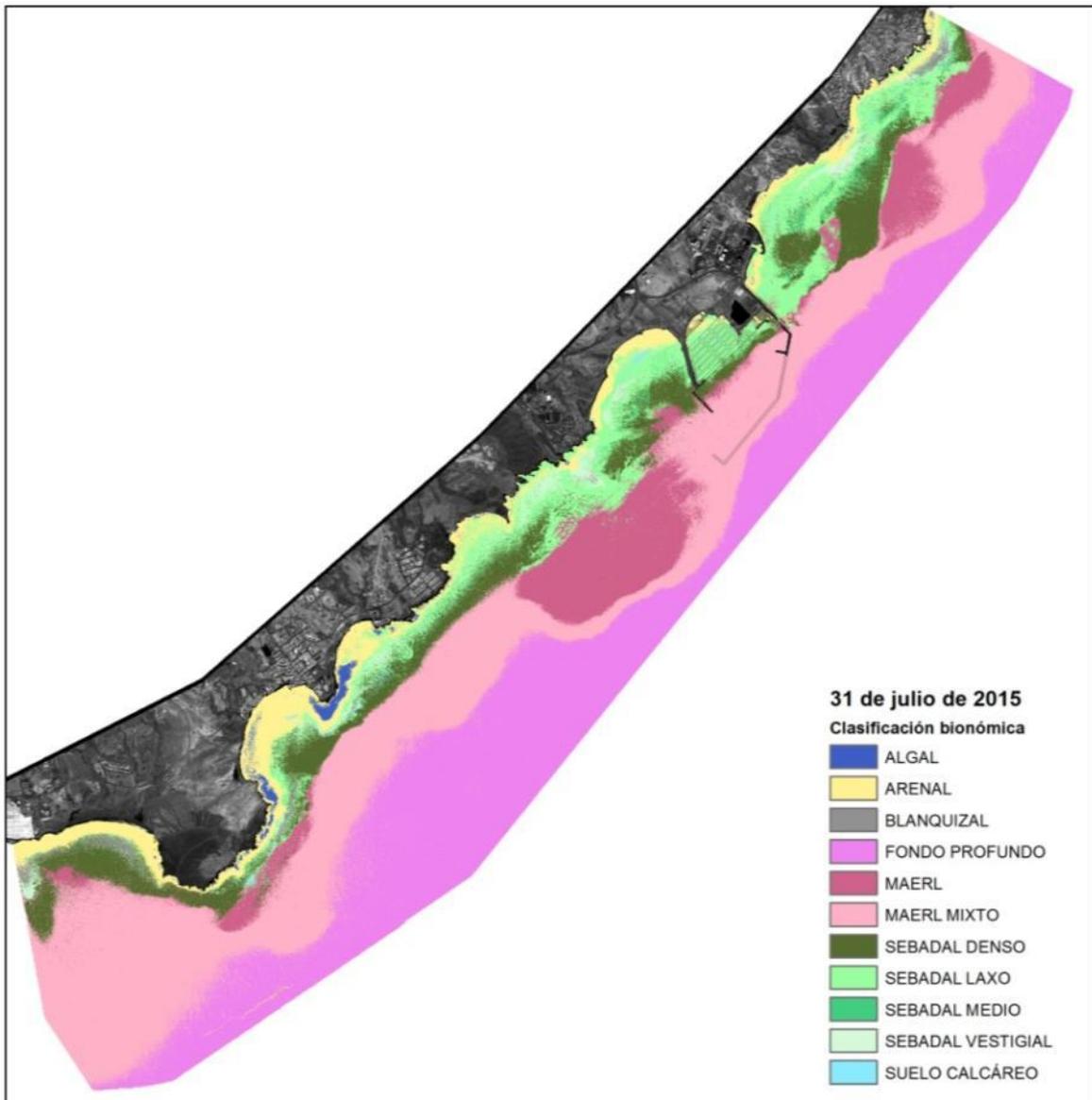


Figura 129. Mapa bionómico correspondiente al 31 de julio de 2015 (Fuente OAG).

La imagen de 2015 se ha tratado con criterios más restrictivos para reforzar las separaciones entre clases, por lo que las diferencias que se aprecian respecto de la imagen de 2014 obedecen en buena parte a esta simplificación (afecta sobre todo a las zonas de transición). No obstante, en 2015 se aprecia que el sebadal del interior de la dársena del puerto ha reducido su desarrollo, mientras que los externos se distribuyen más uniformemente (menos zonas de arena) a cambio de pasar de densidad alta a media, o media a laxa. El esquema general se mantiene.

En 2016, se realizó una inspección del bentos en lugares concretos para ayudar en la interpretación de la imagen de satélite, ya que hubo que desechar los índices digitales del bentos al verse afectados por la presencia de humo en la atmósfera, mucho limo en el agua, y perturbaciones por oleaje superficial. Finalmente se efectuó el análisis con la técnica iterativa previa a



2015 (hasta 25 repeticiones del análisis) hasta conseguir un resultado razonablemente coherente con los diferentes muestreos. No obstante, los resultados obtenidos al norte del puerto, donde el 2 de diciembre se extendió una amplia nube de humos generada por la central de UNELCO, parece haber afectado a la interpretación del seabed (le roba intensidad), y es muy posible que la merma en densidad registrada, que llega hasta Tajao, sea en parte engañosa.

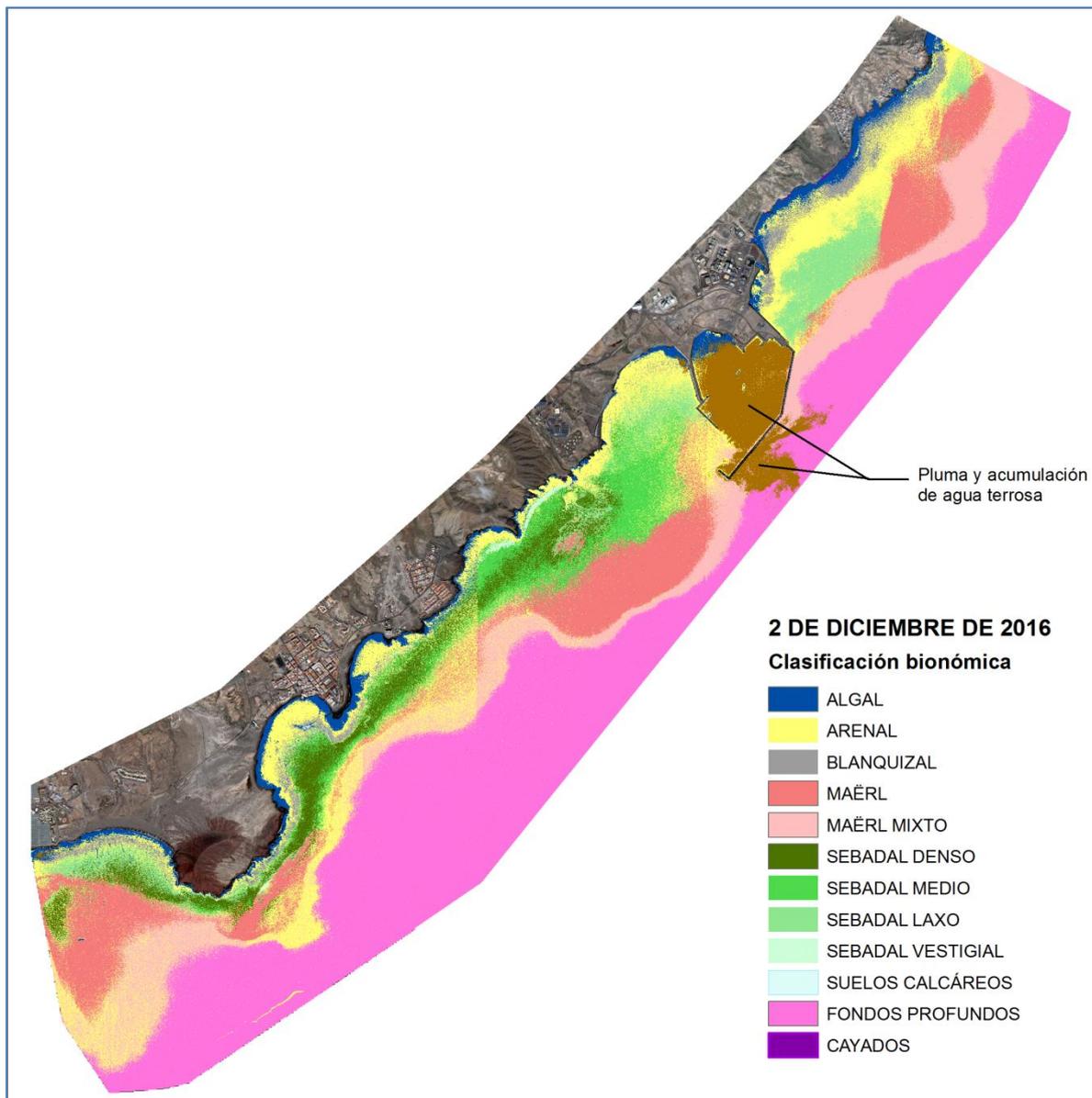


Figura 130. Mapa bionómico correspondiente al 2 de diciembre de 2016 (Fuente OAG).

La turbidez impide ver el estado del seabed dentro del recinto del puerto. Por ello, se realizaron varios transectos con cámara arrastrada y se confirma su práctica total desaparición debido a los dragados y deposición de limos. Quedan unos pocos pies suelos o reasentados tras su desenraizado, con escaso futuro tras haber sido radicalmente alterado su hábitat.



### 3.8.8 Estado 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 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.

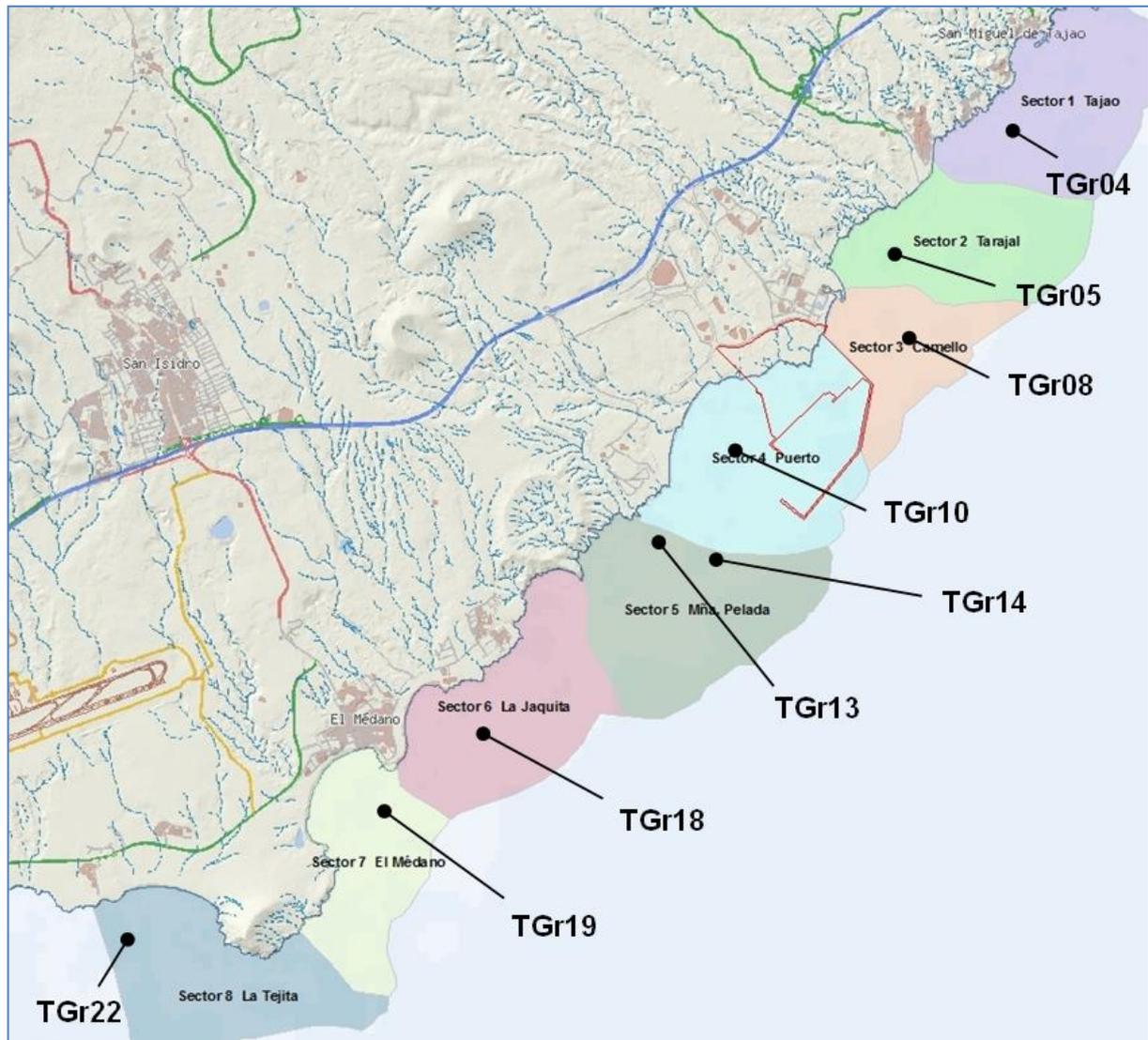


Figura 131. Estaciones de seguimiento del estado fisiológico de las sebas.

Para hacer un seguimiento del estado de desarrollo o "salud" de los sebadales y conocer sus variaciones naturales y aquellas atribuibles a las obras del puerto de Granadilla, se ha establecido una estación de muestreo en cada sector ambiental, a excepción del sector 5 "Mña. Pelada" donde se han ubicado dos estaciones (TGr13 y TGr14), junto al límite oriental de la zec Sebadales del Sur de Tenerife. Tres estaciones (TGr18, TGr19, TGr22) caen dentro de esta área protegida.



El biólogo marino Tomás Cruz ha desarrollado para el OAG una metodología específica para el seguimiento del estado de salud de los seabadales, aplicada ya en una primera campaña previa al inicio de las obras (septiembre 2011). Dicha metodología se explicó con detalle en el informe anual de 2012. En principio, se deben realizar dos campañas de muestreo para que coincida con la fase invernal y estival de la comunidad. Las campañas de 2016 tuvieron lugar en los meses de marzo-abril y de septiembre, respectivamente.

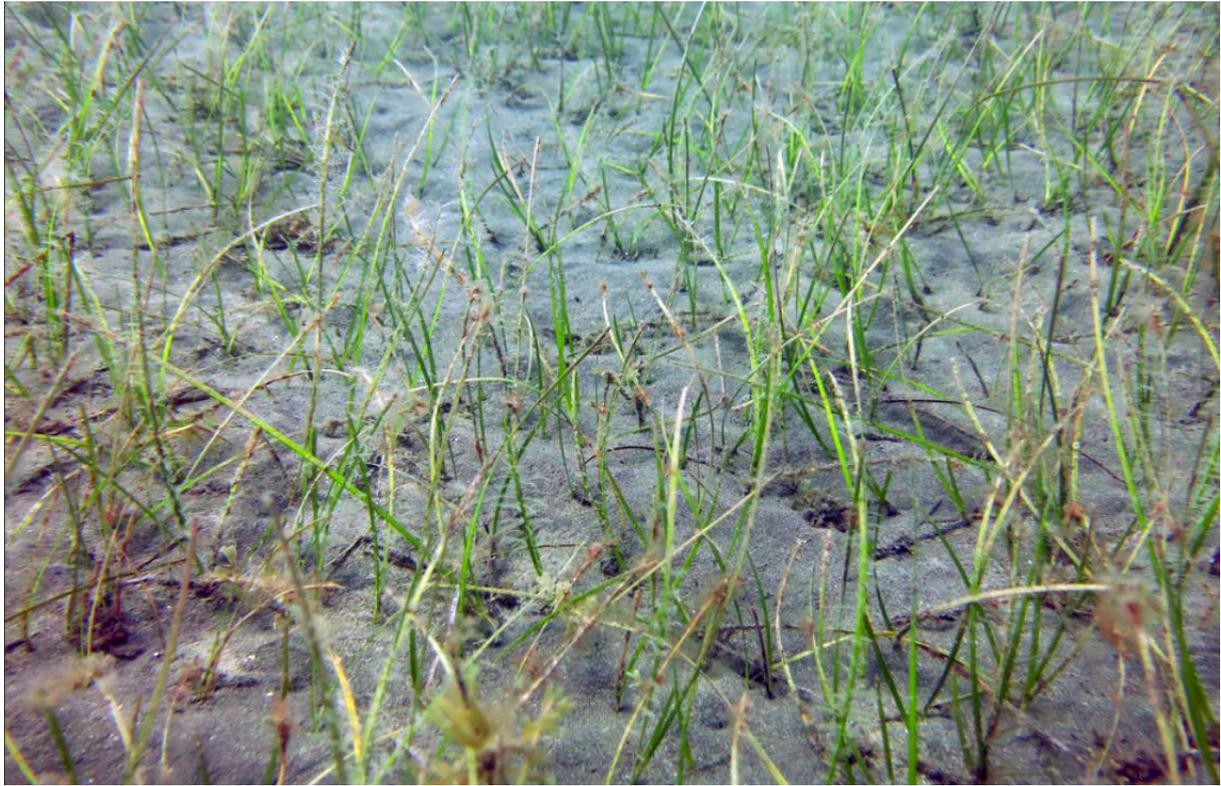
En cada estación se siguen estudiando los diversos parámetros evaluados en tres categorías de desarrollo: alto, medio y bajo, empleando las siguientes equivalencias y unidades:

**Tabla 32. Tipificación de los parámetros descriptivos del seabadal**

PARÁMETROS	ALTA	MEDIA	BAJA
Densidad de haces	> 1.000 haces/m <sup>2</sup>	500-1.000 haces/m <sup>2</sup>	< 500 haces/m <sup>2</sup>
Densidad de hojas	> 3.000 hojas/m <sup>2</sup>	1.500-3.000 hojas/m <sup>2</sup>	< 1.500 hojas/m <sup>2</sup>
Altura de hojas	>30 cm	20-30 cm	< 20 cm
Altura de los peciolos	>7 cm	3-7 cm	<3 cm
Área foliar	> 0,75 m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>	0,75-0,25 m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>	< 0,25 m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>
Cobertura	<b>3</b> (>75%)	<b>2</b> (25-75%)	<b>1</b> (<25%)
Biomasa	>30 gr peso seco/m <sup>2</sup>	15-30 gr peso seco/m <sup>2</sup>	< 15 gr peso seco/m <sup>2</sup>
INDICADORES	ALTA	MEDIA	BAJA
Epifitismo	<b>3</b> (<50% verde)	<b>2</b> (75-50% verde)	<b>1</b> (>75% verde)
Vitalidad foliar	<b>3</b> (>75% verde)	<b>2</b> (75-50% verde)	<b>1</b> (<50% verde)
Desarrollo radicular	<b>3</b> (>50% de cobertura)	<b>2</b> (50-25% de cobertura)	<b>1</b> (<25% cobertura)
Balance sedimentario del peciolo	<b>1</b> Positivo (sedimentac.) Peciolo cubierto	<b>0</b> Neutro Peciolo descubierto	<b>-1</b> Negativo (erosión) Raíces descubiertas

Al ser la seba una fanerógama, sus hojas carecen de las protecciones propias de las algas y son colonizadas por seres epífitos a medida que crecen, sobre todo en la época invernal-primaveral. Los epífitos detraen luz a la planta, de modo que se produce una pugna entre su colonización y desarrollo, y la hoja que crece rápido para caer y renovarse. Pero es precisamente, esta capacidad de ofrecer sustrato sólido a seres y larvas sésiles, lo que confiere un papel ecológico clave a la seba. Las formas que más impactan a la seba son las algas costrosas, principalmente las coralíneas, y en menor medida las de porte erecto y/o arborescente, como microalgas de todos los grupos y los hidroideos.

Las hojas de seba crecen ininterrumpidamente durante un mes lunar y después se desprenden, por lo general totalmente necrosadas. Sin embargo, a medida que alcanzan su máxima longitud y por diversos motivos, su capacidad productiva puede ir perdiéndose a partir del ápice. Siendo así, cabe utilizar la relación entre la porción de hoja verde productiva y la muerta para reflejar la vitalidad foliar. Desde el muestreo de referencia de 2011 se ha registrado un incremento generalizado de la vitalidad foliar o, al menos, se ha mantenido por encima del 75% de la superficie de la hoja. El aumento de la vitalidad pudiera obedecer a una mayor fertilización o ser una respuesta fisiológica a la disminución de la radiación solar (por turbidez), que obliga a la planta a tener mayor superficie fotosintética para mantener el mismo nivel de metabolismo.



**Figura 132. Sebadal laxo sobre arena en TGr19 Tarajales (17-3-2016).**



**Figura 133. Sebadal denso frente a la playa de La Jaquita (Estación TGr18), 8-8-2016.**



La estabilidad local del sustrato condiciona el sistema radicular de la seba. En zonas estables, sin erosión ni sedimentación apreciables, la pradera presenta un desarrollo notable de rizomas horizontales con numerosas raíces a escasos centímetros de la superficie (lo que significa un alto valor del parámetro), mientras que en zonas erosionadas los rizomas quedan descubiertos y se pierden al quedar expuestos a la agitación (el valor baja), como suele ocurrir en los bordes de los claros. En zonas sedimentarias de reciente formación por aportes pluviales o vertidos, los rizomas permanecen enterrados y la planta se ve obligada a alargar su peciolo. En estos casos el sistema radicular superficial tampoco sería apreciable en primera instancia, ya que la planta no tiene tiempo para desarrollarlo (el parámetro también bajaría de valor). Por tanto, las disminuciones del “sistema radicular” suponen un indicador indirecto de la ocurrencia de episodios abruptos de sedimentación o erosión.

Por otra parte, cuando aumenta el nivel del sustrato por sedimentación, la seba reacciona alargando su peciolo para evitar el enterramiento. Cuando el peciolo está enterrado aproximadamente hasta la mitad, hay un balance sedimentario neutro; cuando aflora totalmente o incluso quedan al descubierto los rizomas, es negativo (hay erosión); y cuando está enterrado y solamente afloran las hojas, es porque ha habido un aporte sedimentario reciente con el consiguiente aumento de nivel del sustrato.

Del análisis de los datos obtenidos durante las campañas realizadas, el OAG ha concluido que en seis meses la seba reacciona sin problemas a un enterramiento de 5-10 cm, pero que si éste supera los 15 cm es incapaz y se produce un colapso<sup>14</sup>

**Tabla 33. Estado de referencia de sebadal en la costa de Granadilla, fase estival (noviembre 2011)**

Estación	Densidad de haces	Densidad de hojas	Altura de hojas	Área foliar	Biomasa	Cobertura	Epifitismo	Vitalidad foliar	Sistema radicular	Sedimentación
TGr. 4	539	1312	21,1	0,397	17,54	3	2	1	2	1
TGr. 5	536	1264	21,6	0,433	17,748	2	1	2	2	0
TGr. 8	509	1125	27,6	0,502	24,121	1	2	2	3	-1
TGr. 10	1213	2586	24,9	0,697	30,901	1	2	2	1	0
TGr. 13	1338	2842	41,6	1,399	75,728	1	1	2	2	0
TGr. 14	1280	2800	32,8	0,9	52,858	1	2	1	3	-1
TGr. 18	669	1482	19,9	0,404	18,688	1	2	2	1	0
TGr. 19	680	1525	22,3	0,456	18,858	2	1	2	1	0
TGr. 22	592	1233	29,6	0,694	33,674	2	2	1	2	0

Los promedios de los parámetros registrados en cada semestre reflejan el estado de mejor o peor salud de los sebadales y se muestran en las tablas que siguen.

<sup>14</sup> Espinosa Gutiérrez, J. M., Machado Carrillo, A., Díaz Guerra, J., Cruz simó, T. & Bermejo, J. A., 2014. Growth response of the seagrass *Cymodosea nodosa* to in situ real burial and erosion. Pp. 488 in: ISMS (ed.). *Book of Abstracts submitted to the IV Congress of Marine Sciences*. Las Palmas de Gran Canaria, Universidad de las Palmas de Gran Canaria,



En la Tabla 33 se han incluido los datos del 2º semestre de 2011 que son los de referencia, y en la Tabla 34 se muestran los datos 2016, resaltándose en color verde los parámetros del periodo estival, que han aumentado respecto de su referente, y en color rojo, los que han disminuido.

**Tabla 34. Parámetros descriptivos de las estaciones de sebadal en la costa de Granadilla, en 2016. Los colores verde (aumento) y rosa (disminuye) reflejan cambios respecto a septiembre de 2011.**

Marzo 2016	Densidad de haces	Densidad de hojas	Altura hojas	Área foliar	Biomasa	Cobertura	Epifitismo	Vitalidad foliar	Sistema radicular	Balance sedimentario
TGr. 4	384	651	12,62	0,222	7,73	1	1	3	1	1
TGr. 5	197,33	437,33	10,41	0,27	5,11	1	1	3	1	1
TGr. 8	208	341,33	10,51	0,53	4,56	1	1	3	1	1
TGr. 10	448	880	12,52	0,27	16,52	1	2	3	3	1
TGr. 13	928	1.514,67	19,64	0,65	56,19	2	2	3	1	1
TGr. 14	485,33	938,67	8,87	0,26	12,11	1	1	3	2	1
TGr. 18	570,67	810,67	10,73	0,16	18,03	1	2	3	3	1
TGr. 19	581,33	1.024	14,35	0,38	32,79	1	2	3	3	1
TGr. 22	512	917,33	18,43	0,64	35,14	1	1	3	1	1
Septiembre 2016	Densidad de haces	Densidad de hojas	Altura hojas	Área foliar	Biomasa	Cobertura	Epifitismo	Vitalidad foliar	Sistema radicular	Balance sedimentario
TGr. 4	592	1.626,67	19,3	0,66	41,16	2	2	2	2	1
TGr. 5	378,67	1.040	25,38	0,98	43,77	1	1	3	1	1
TGr. 8	864	2.378,67	17,97	0,76	70,12	2	2	2	3	1
TGr. 10	613,33	1.333,33	28,16	1,26	44,50	2	1	3	1	1
TGr. 13	1.082	2.378,67	14,02	0,44	59,67	2	2	2	2	1
TGr. 14	906,67	2.090,67	21,58	0,91	107,08	2	2	2	1	1
TGr. 18	688	1.765,33	20,54	0,71	45,46	2	1	3	2	1
TGr. 19	1.269,33	2,293,33	33,45	1,61	133,79	2	2	2	3	1
TGr. 22	810,67	1.541,33	24,96	1,02	60,96	2	1	3	2	1

Comparando la fase invernal de 2016 con la de 2015, se aprecia una disminución generalizada de la densidad de haces, de hojas, altura de hojas y longitud del peciolo, salvo en las estaciones TGr04, TGr18 y TGr19. Sin embargo, el área y la biomasa foliar aumenta en todas menos en la TGr04. El epifitismo disminuye en las estaciones TGr04, TGr05, TGr08, TGr14 y TGr22, manteniéndose en el resto. La vitalidad foliar ha aumentado en todas las estaciones salvo en la TGr04, en la que ha disminuido; y en la TGr13 y TGr14, en las que mantiene los valores del año pasado. El sistema radicular también se mantiene como en el año anterior, salvo para las estaciones TGr08, TGr13 y TGr22, en las que disminuye. Por último, el balance sedimentario se mantiene igual para las estaciones TGr04, TGr05, TGr08 y TGr13, aumentando en el resto.



En el período estival de 2016 respecto de 2015 se aprecia una disminución en las densidades de haces y de hojas en las estaciones TGr14 y TGr18; se mantiene en la TGr10 y TGr13, y aumenta en el resto. La altura de las hojas y de los peciolos aumentó en la TGr04 y TGr05 y el área y la biomasa foliar aumentaron en todas menos en la TGr13 y TGr22. El epifistimo disminuye en las estaciones TGr04, TGr13, TGr18, TGr14 y TGr22, y se mantiene en el resto. La vitalidad foliar aumentó en la TGr18 y en la TGr22, y en el resto sigue igual que en el año anterior. La altura de los peciolos aumenta en todas las estaciones al sur del puerto, mientras que la altura de las hojas sólo crece en la TGr08, disminuye en la TGr04, TGr10 y TGr22; y se mantiene en el resto.

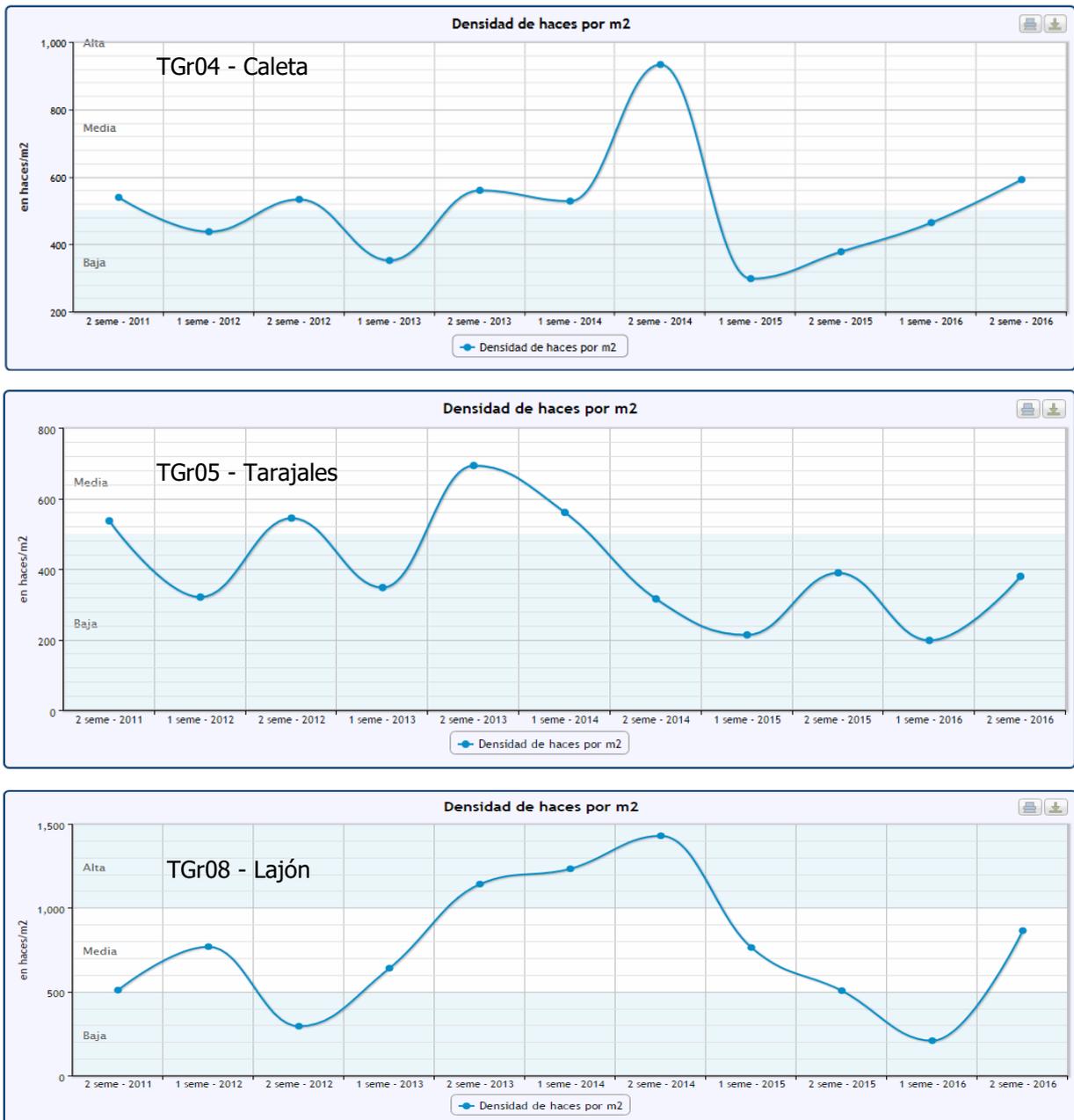
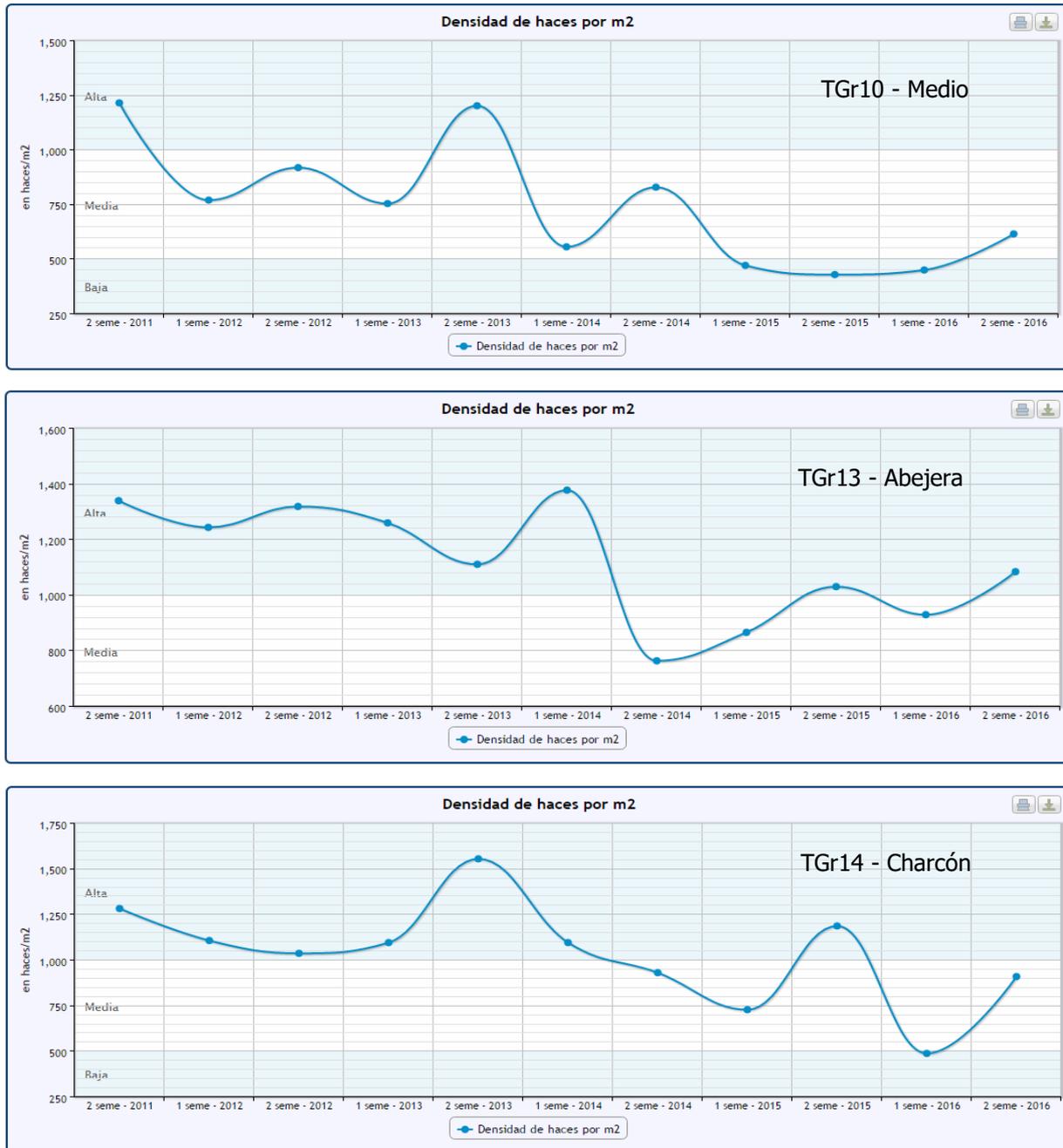


Figura 134. Evolución de la densidad de haces por m<sup>2</sup> en las estaciones al norte del Puerto



La Figura 134 muestra la evolución temporal del principal parámetro indicador, la densidad de haces por m<sup>2</sup>, para las estaciones del norte. La estación TGr05 parece haberse estabilizado en los años 2015 y 2016. Las otras dos estaciones aún no manifiestan esta estabilización.



**Figura 135. Evolución de la densidad de haces por m<sup>2</sup> en las estaciones próximas al sur del puerto**

Las dos estaciones más próximas y al sur del puerto (Figura 135) parecen mostrar un patrón de estabilidad, aunque por debajo de los valores de referencia. La TGr10 lo hace a valores muy bajos sin apenas diferencia entre la fase invernal y la estival, lo que puede estar asociado al tapete algal que se ha formado por pobre renovación de agua.



### Tapete algal en TGr10 (Medio)

En la estación TGr10 se observa un tapete algal grueso de unos 5-10 cm de espesor que cubre todo el sustrato de arena. El Banco Español de Algas estudió las muestras enviadas por el OAG y determinó 17 especies de macroalgas. *Derbesia tenuissima* en fase esporofítica resultó ser la más dominante. Esta especie es típica de zonas con una tasa de renovación de agua muy baja, como es el caso de la estación TGr10, en la zona que ahora queda al resguardo del contradique y con una fuerte estratificación térmica vertical. No se encontró *Lyngbya majuscula*, posibilidad que preocupaba al OAG, toda vez que en los últimos años esta especie ha invadido y desplazado a la seba en las islas orientales.



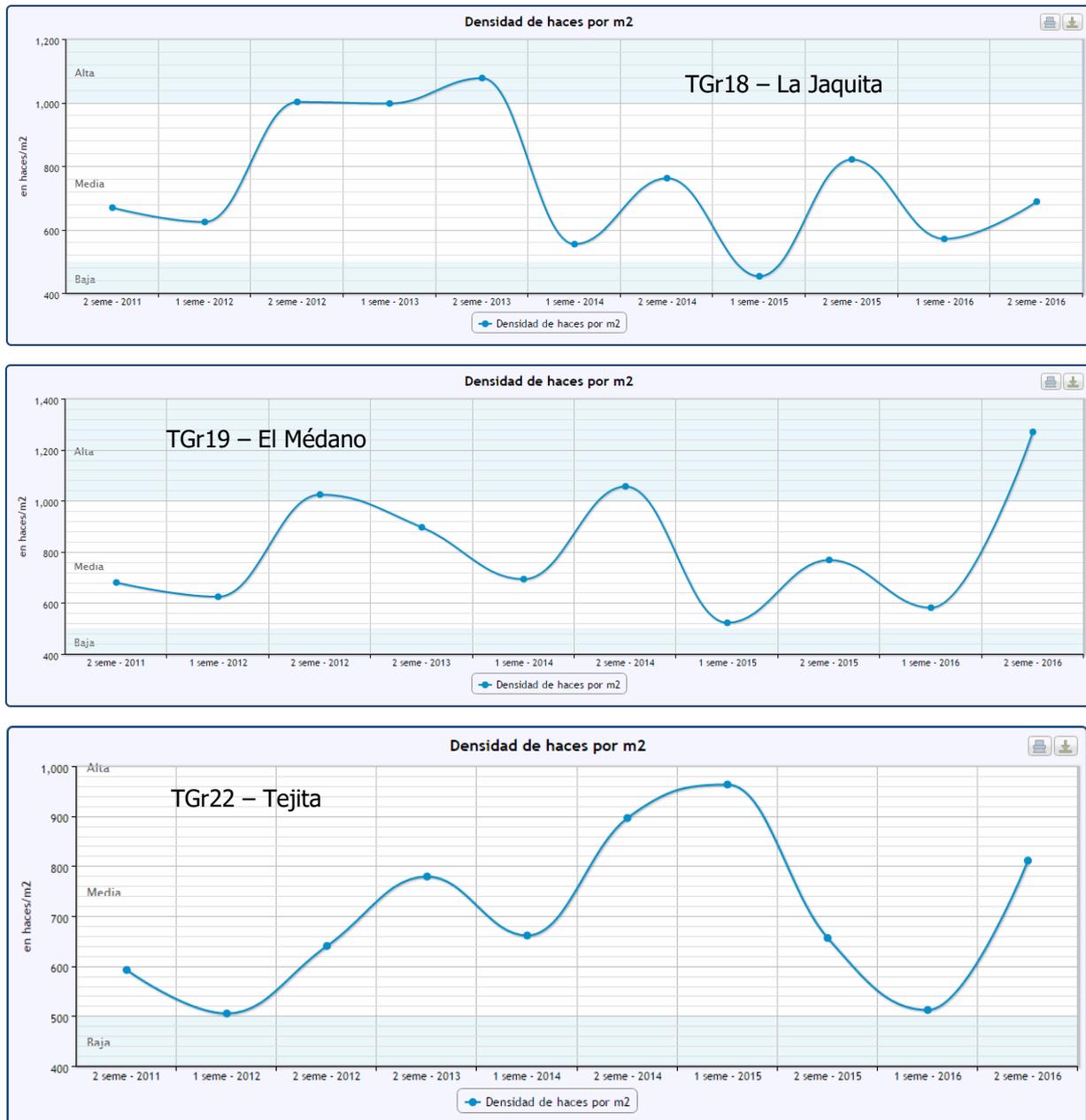
Tapiz algal TGr10 “Medio” (13 marzo 2016)



Detalle del tapiz algal (13 marzo 2016)

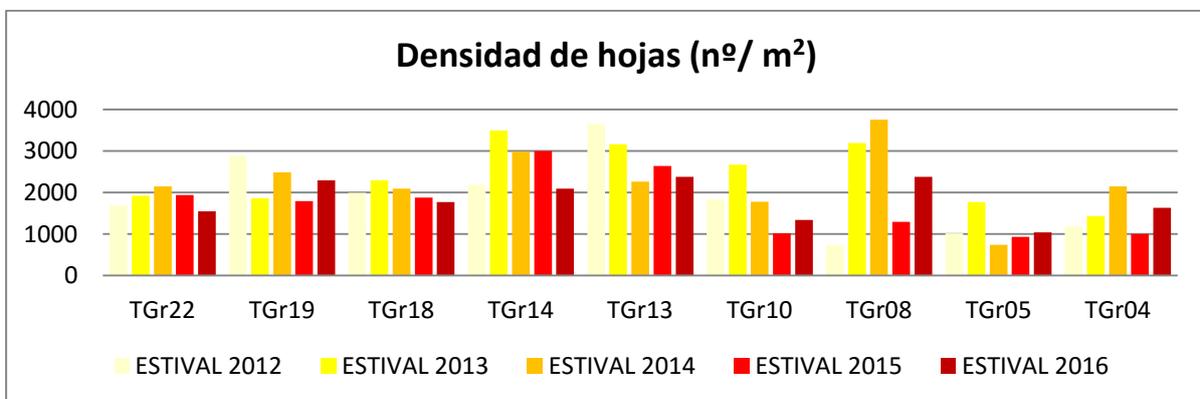
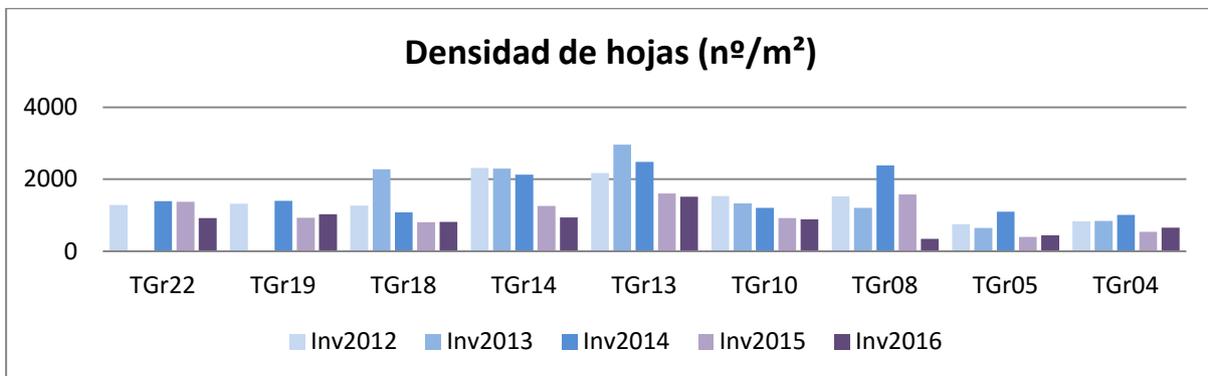
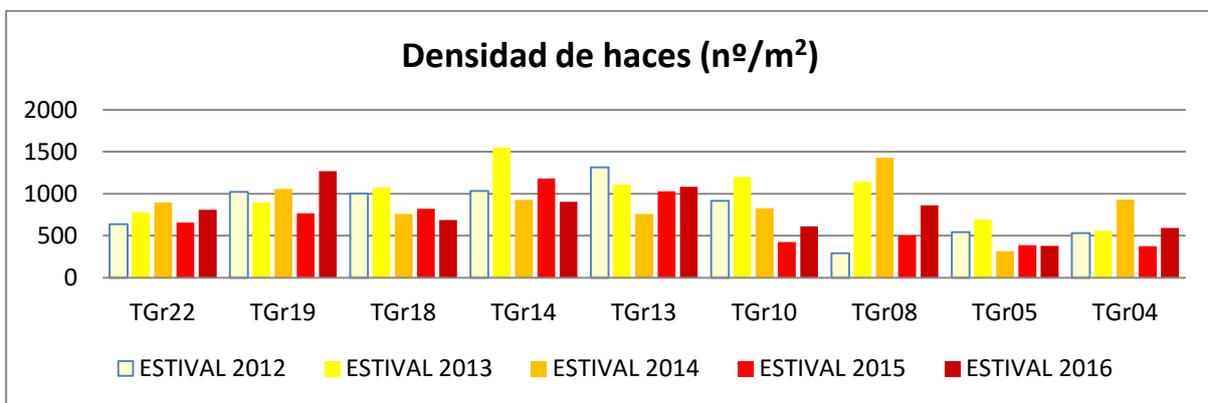
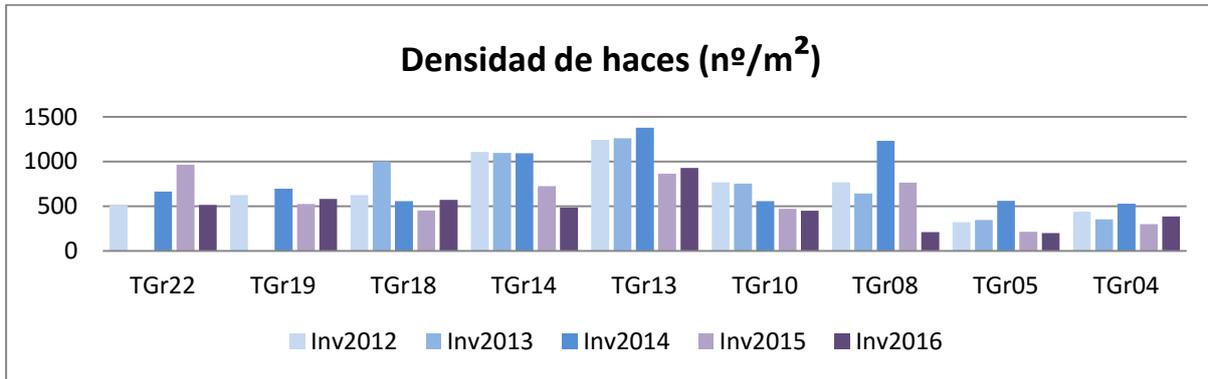


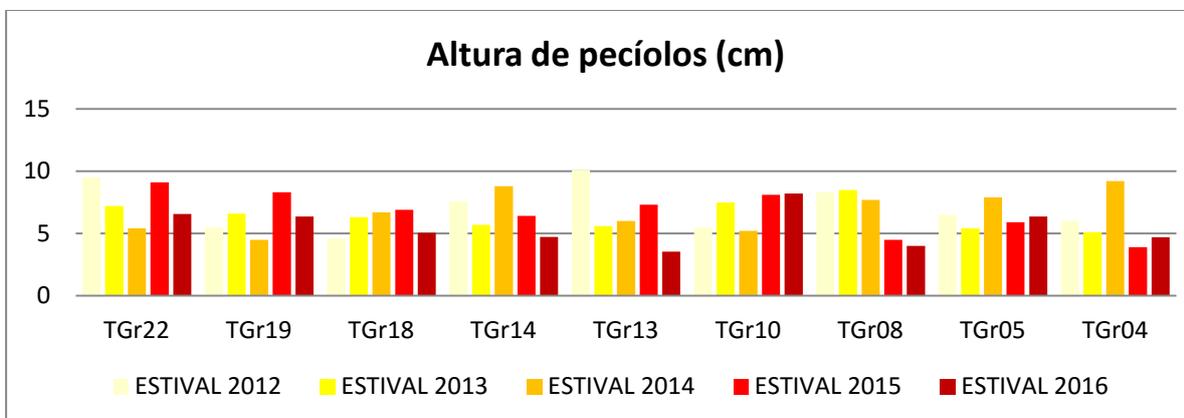
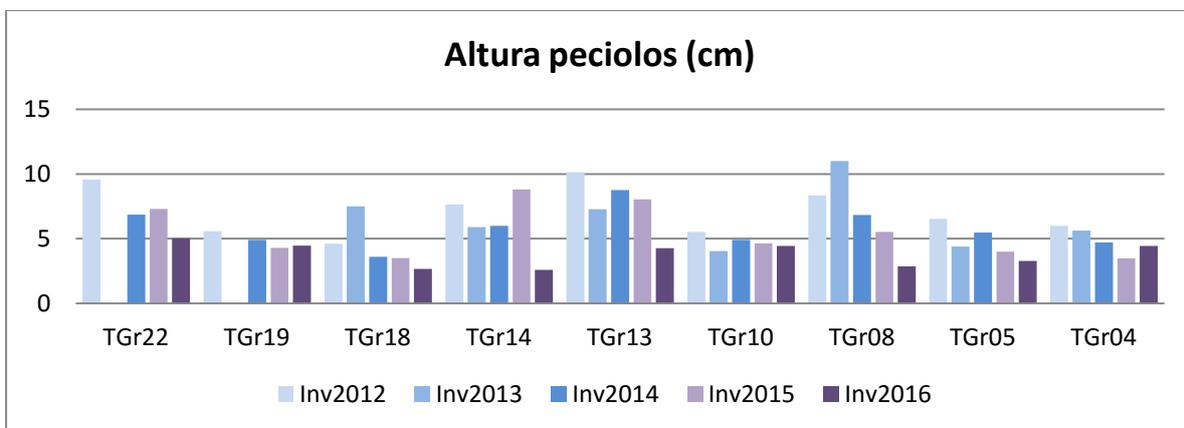
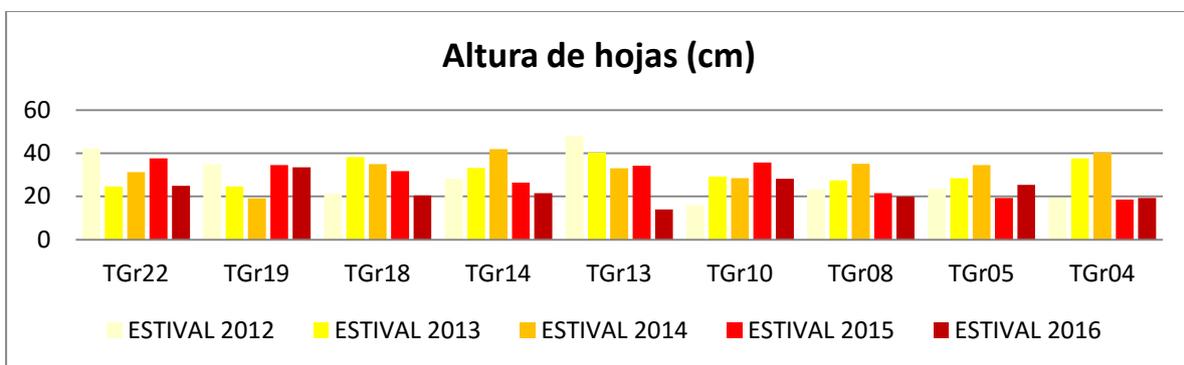
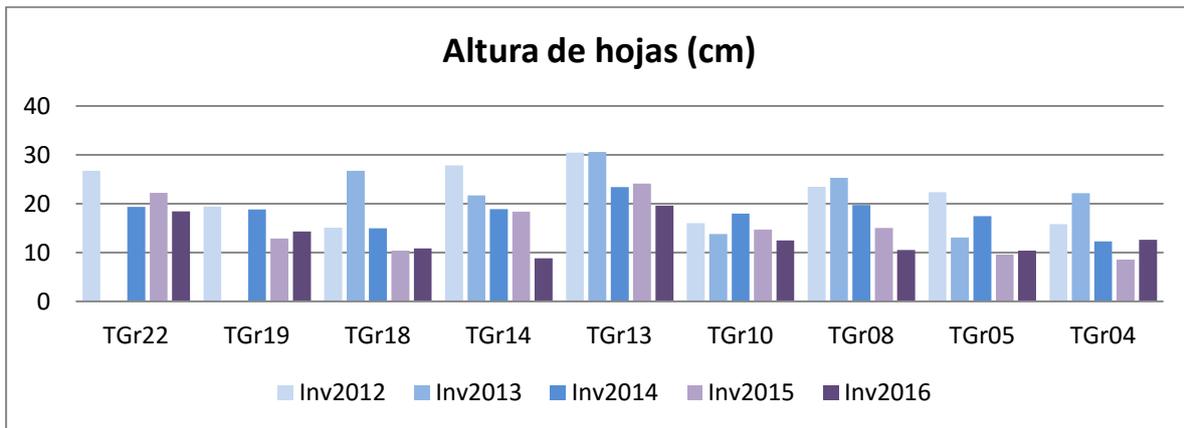
Las tres últimas estaciones, las más alejadas del puerto, muestran patrones típicos de abundancia estacional; aunque la TGr22 La Tejita, vuelve a presentar, una vez más un comportamiento diferenciado del resto de las estaciones al norte de Montaña Roja. Ello abunda en la idea de que La Tejita forma parte de otra celda ecológica, aunque en este estudio se mantiene reunida con las propias del ámbito del puerto de Granadilla, porque recibe arena de éste a través del campo dunar de Montaña Roja que hace de pasillo.

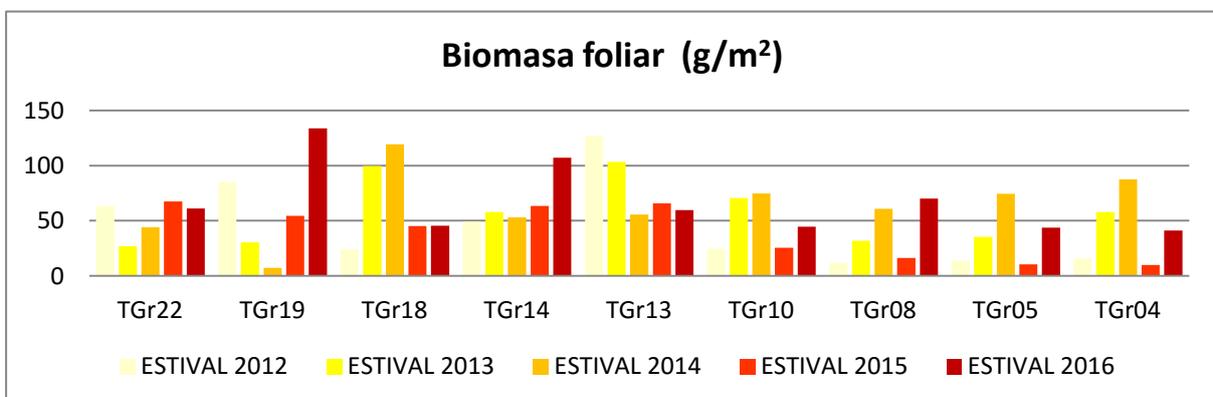
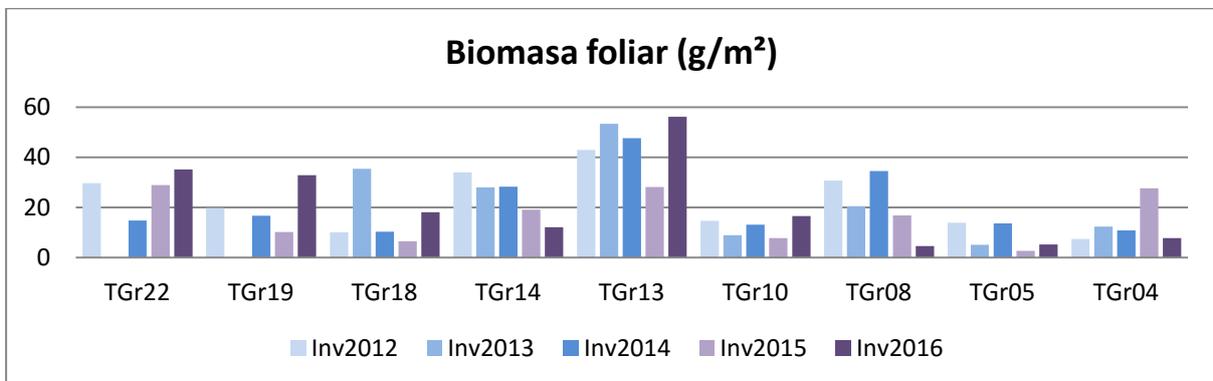
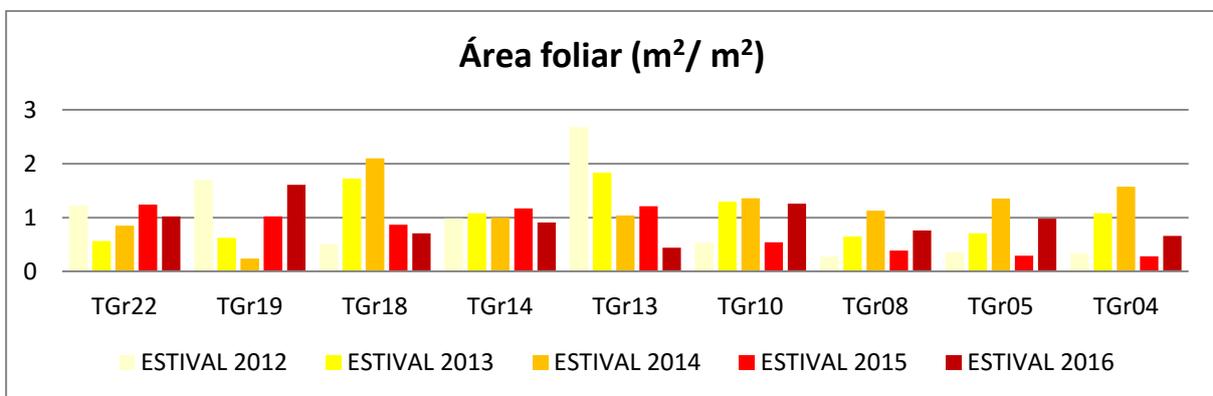
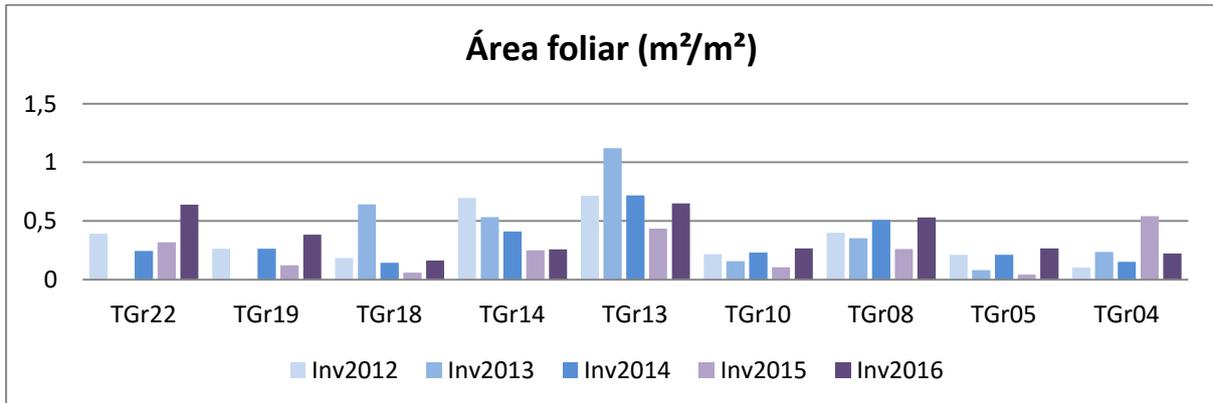


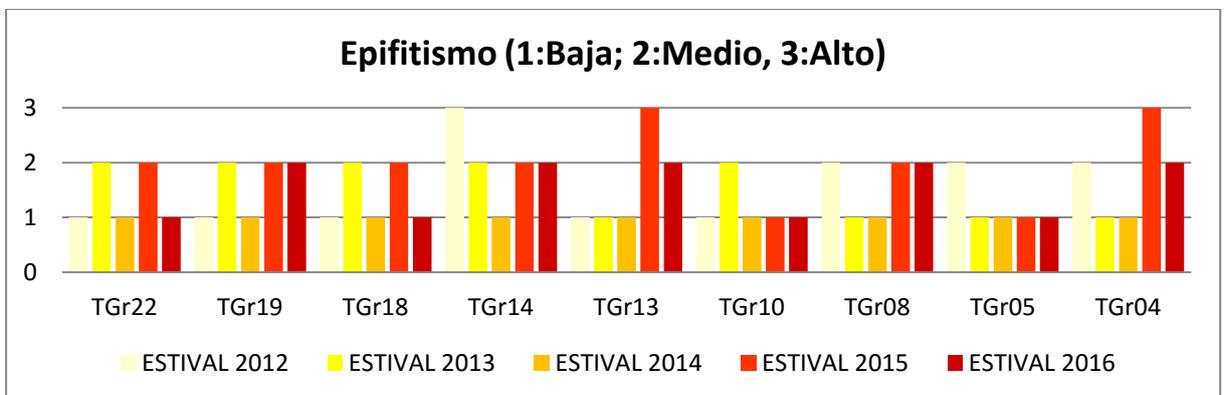
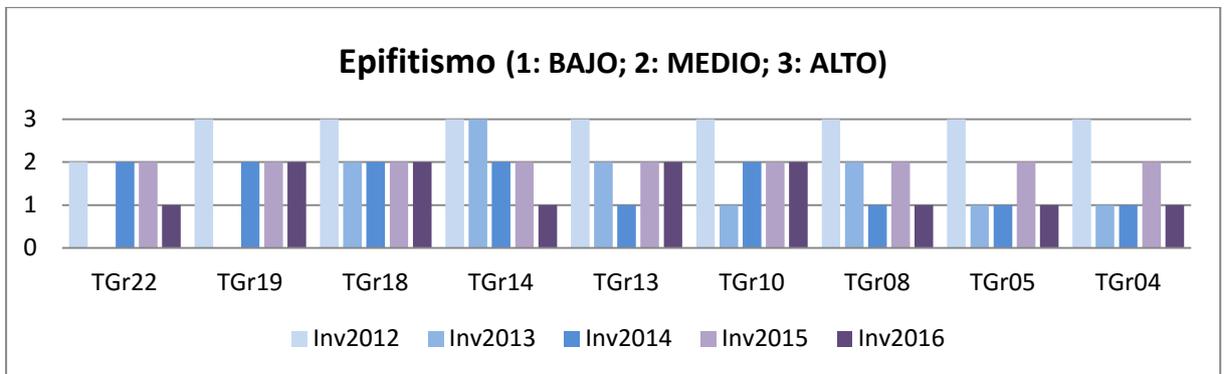
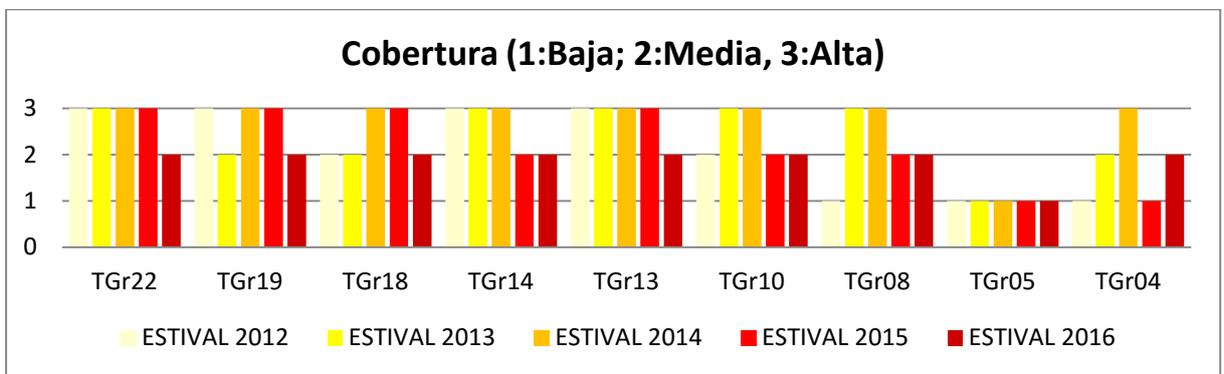
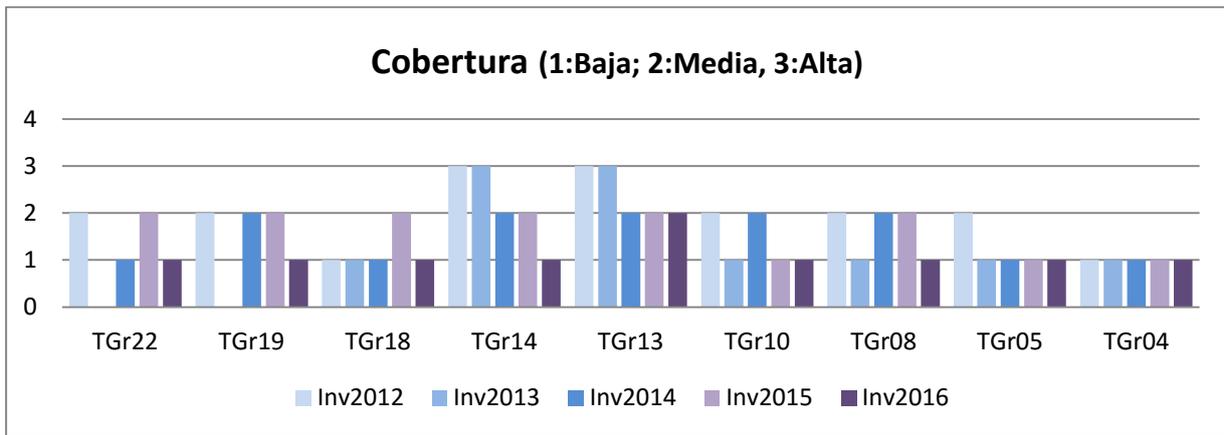
**Figura 136. Evolución de la densidad de haces por m<sup>2</sup> en las estaciones al sur, alejadas del puerto**

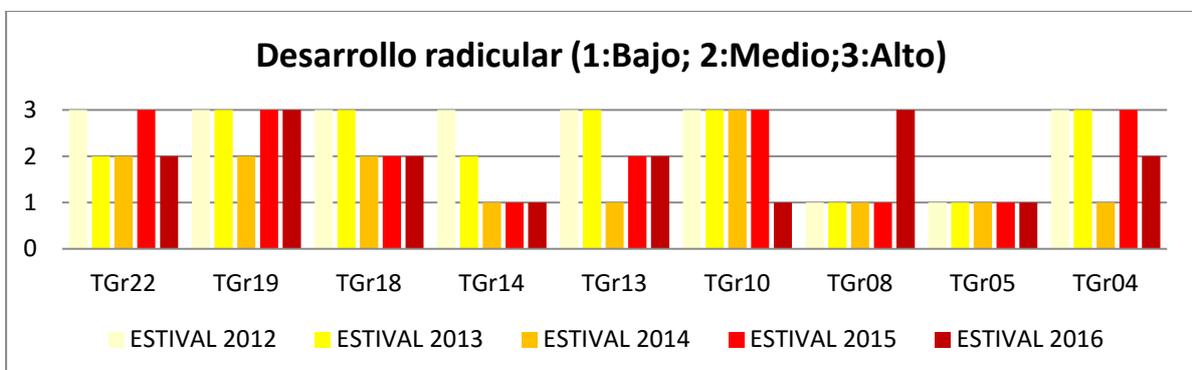
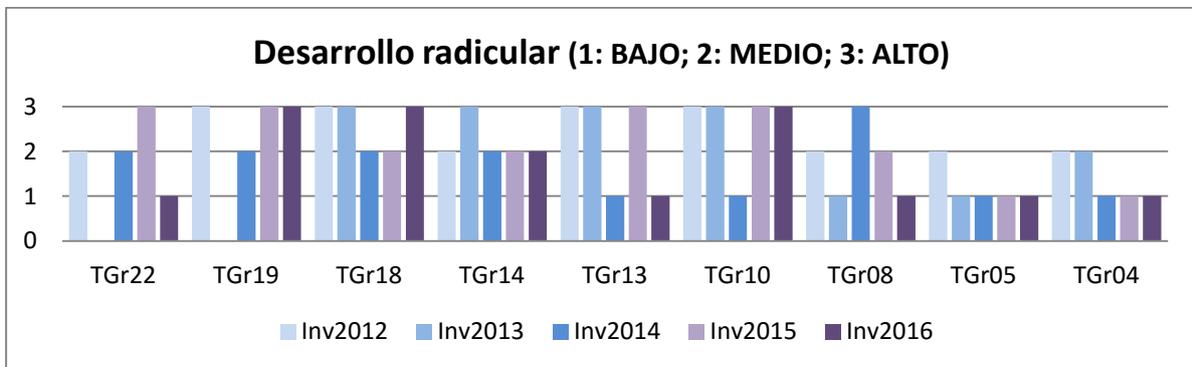
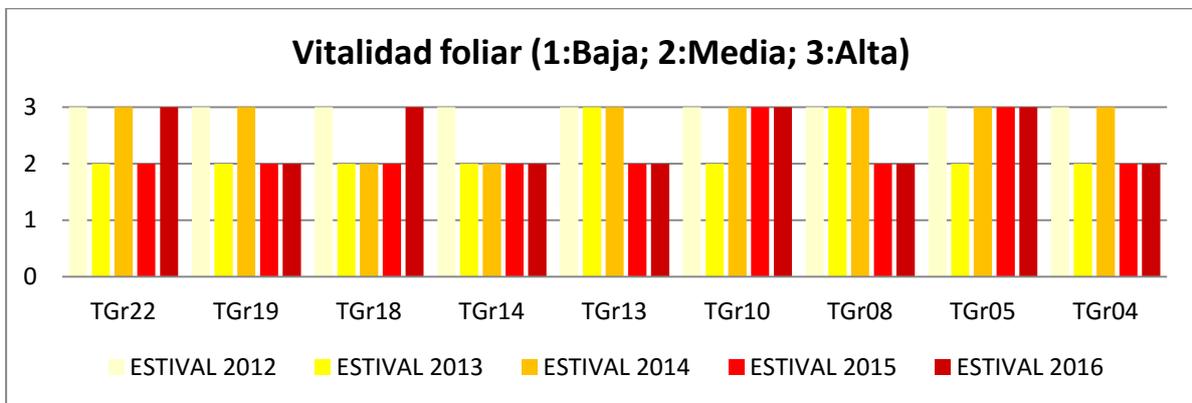
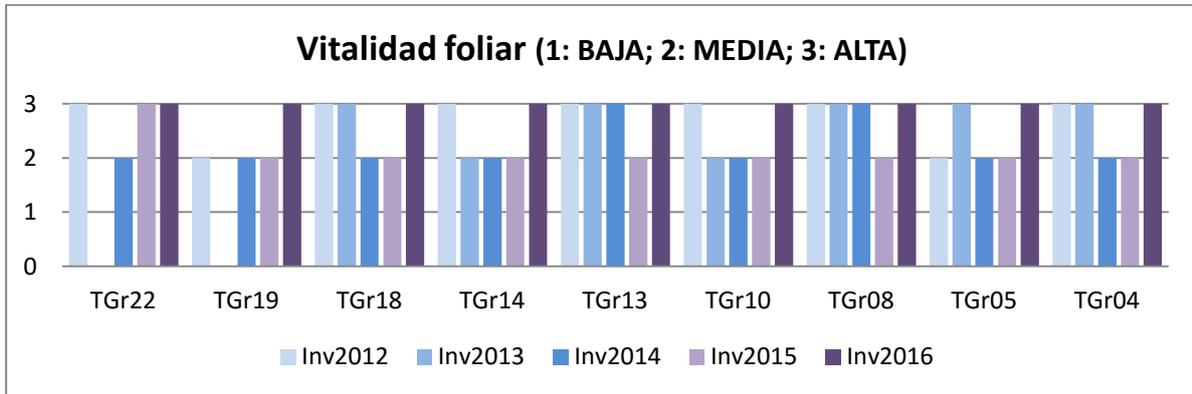
En las páginas que siguen se exponen los resultados de 2013 a 2016 de modo gráfico para apreciar mejor la evolución de cada uno de los 6 parámetros y 4 indicadores considerados.

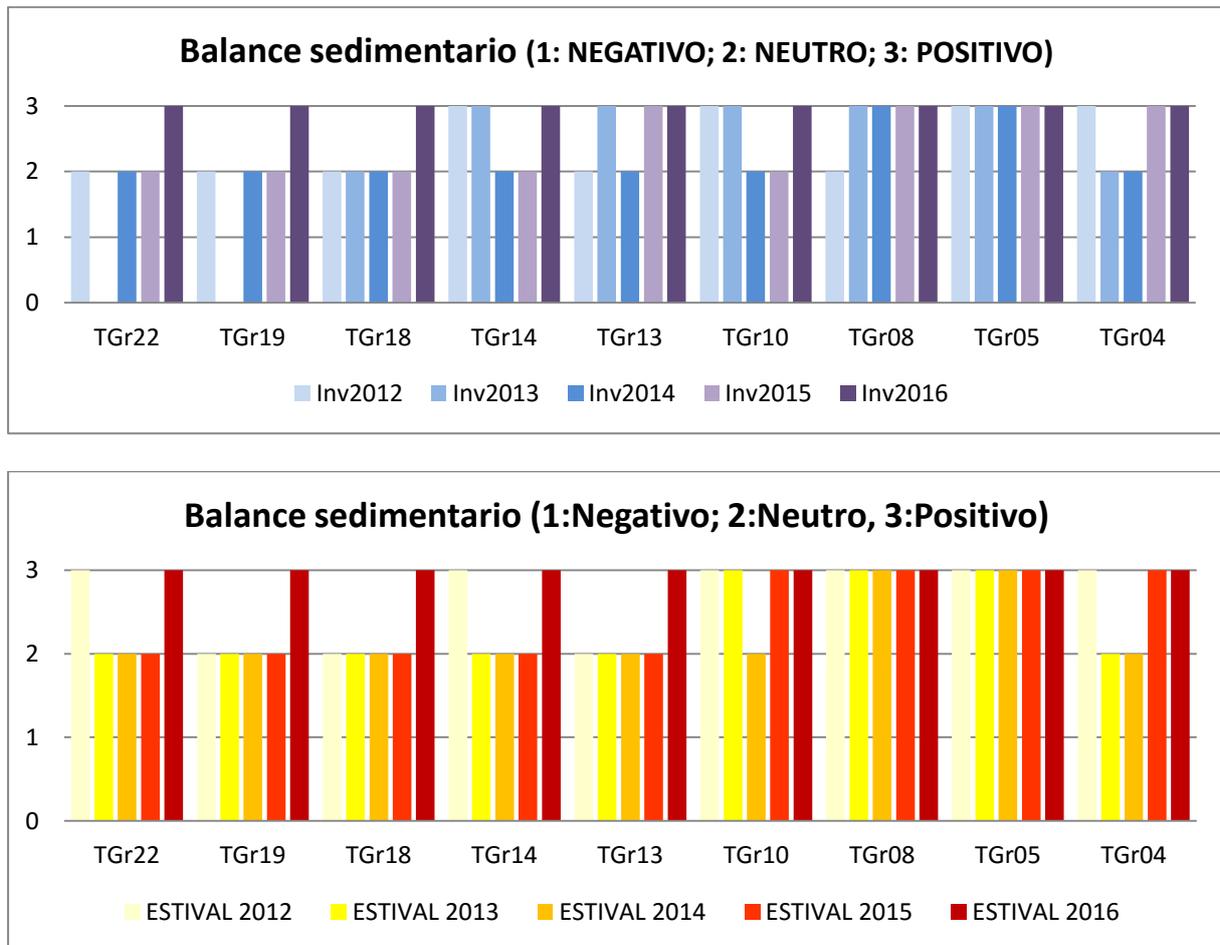












**Figura 137. Gráficos individuales de parámetros e indicadores del estado de desarrollo de las sebas en nueve estaciones a lo largo de la costa de Granadilla (período 2013-2016).**

Al comparar los datos estivales respecto de los invernales se constata que la densidad de haces aumenta en verano, como es habitual con casi todos los parámetros de estudio. No obstante, en valores netos y respecto de años previos, la densidad de haces y densidad de hojas disminuye en las estaciones TGr05, TGr10, TGr13 y TGr14, mientras que aumenta en el resto. Las tres últimas son próximas al puerto y ya en 2015 apuntaban a estar reaccionando al incremento de sedimentación y turbidez en las aguas a base de reducir la densidad de haces y hojas, mientras crecía la altura de éstas, su área foliar y su biomasa.

Esta hipótesis se ha investigado en 2016, analizando separadamente la biomasa foliar (que es la que se venía monitorizando en los años previos) de la biomasa subterránea, formada por el rizoma y las raíces. En la Tabla 35 se muestran los resultados obtenidos para cada caso, la biomasa total y la relación entre ambas (índice A/B), que es relevante, y varía entre 0,105-1,930 en invierno y 0,488-5,570 en verano. Las cifras en verde indican que los valores estivales han superado a los invernales; en negro, que son más o menos iguales, y en rojo, que son inferiores.



**Tabla 35. Biomasa de la campaña de 2016 en gramos de peso seco/m<sup>2</sup> A.- Biomasa epigea (foliar); B.- Biomasa hipogea (biomasa de raíces + rizomas); C.- Biomasa de rizomas; D.- Biomasa de raíces; E.- Biomasa total; A/B.- Relación biomasa epigea/ hipogea.**

Estaciones		A	C	D	B	E	A/B
Fase invernal	TGr04	7,726	21,856	10,514	32,370	40,095	0,239
	TGr05	5,115	28,101	3,762	31,863	36,978	0,161
	TGr08	4,562	37,162	6,365	43,527	48,089	0,105
	TGr10	16,521	15,955	10,370	26,325	42,846	0,628
	TGr13	56,194	26,099	7,726	33,826	90,020	<b>1,661</b>
	TGr14	12,117	42,192	38,233	80,426	92,543	0,151
	TGr18	18,033	75,436	87,074	162,509	180,542	0,111
	TGr19	32,798	73,659	209,586	283,245	316,043	0,115
TGr22	35,137	11,831	6,369	18,201	53,338	<b>1,930</b>	
Estaciones		A	C	D	B	E	A/B
Fase estival	TGr04	41,1637	40,7947	43,6069	84,402	125,5653	0,488
	TGr05	43,7707	29,04	21,1787	50,219	93,9894	0,872
	TGr08	70,1211	58,6837	57,6768	116,361	186,4816	0,603
	TGr10	44,5024	15,1317	17,9184	33,050	77,5525	1,347
	TGr13	59,6677	34,1109	22,7152	56,826	116,4938	1,050
	TGr14	107,0752	40,7909	13,0251	53,816	160,8912	1,989
	TGr18	45,4613	35,6107	18,3627	53,973	99,4347	0,842
	TGr19	133,7889	45,5664	94,8987	140,465	274,2540	0,952
TGr22	60,96	7,7653	3,1787	10,944	71,904	5,570	

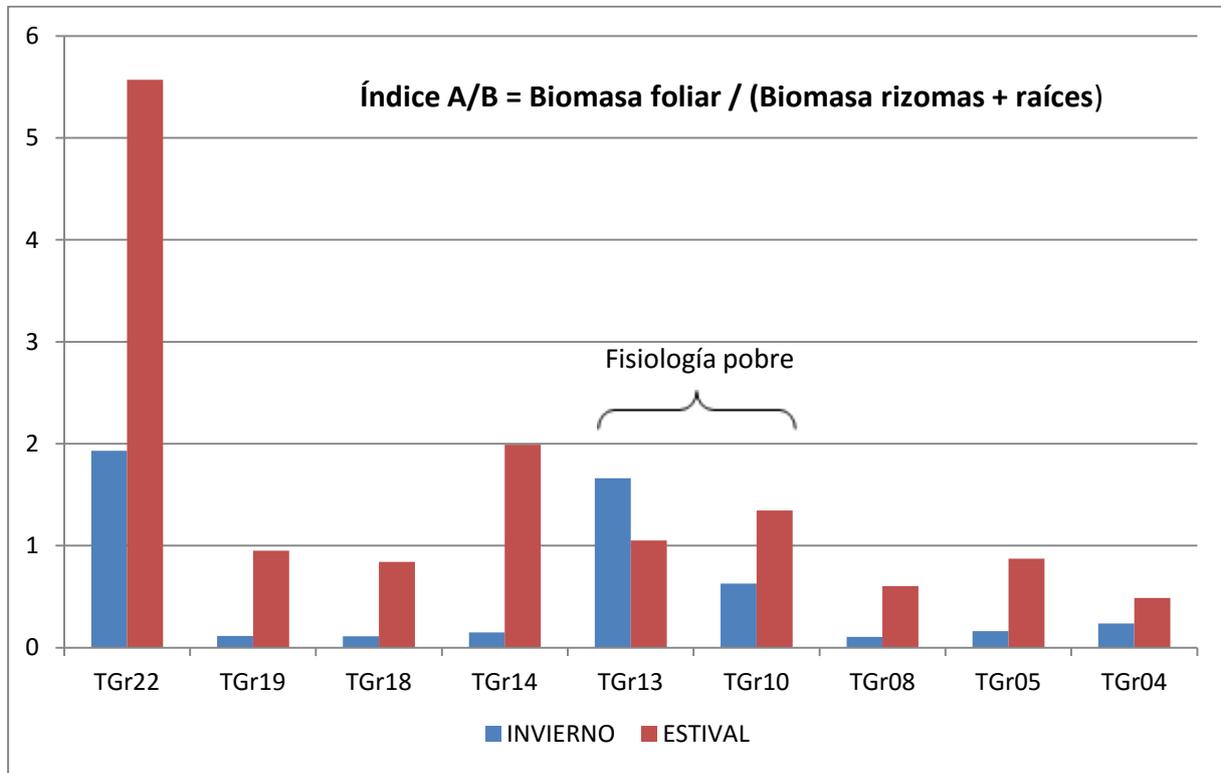
Comparando los valores entre las estaciones, se observan dos situaciones:

- En las estaciones al norte y alrededor del puerto, la biomasa foliar (cantidad de haces y hojas por metro cuadrado) es más abundante en la época estival que a la época invernal, lo mismo ocurre con la biomasa subterránea (rizomas y raíces). Este patrón se refleja en la biomasa total (E).
- En cuatro estaciones al sur del puerto, incluidas las más alejadas (TGr14, TGr18, TGr19 y TGr22) la biomasa foliar es mayor en verano que en invierno, pero ocurre al contrario con la biomasa subterránea, que es mayor en la fase invernal que en la estival.

Aunque el estudio emprendido deberá continuar, este comportamiento sugiere que los seba-dales en buen estado fisiológico presentan siempre una biomasa foliar mayor en verano que en invierno, al aprovechar la mayor disponibilidad de la luz sin que medien otros factores limitantes, mientras que su biomasa subterránea será mayor en invierno que en verano, justo al revés,



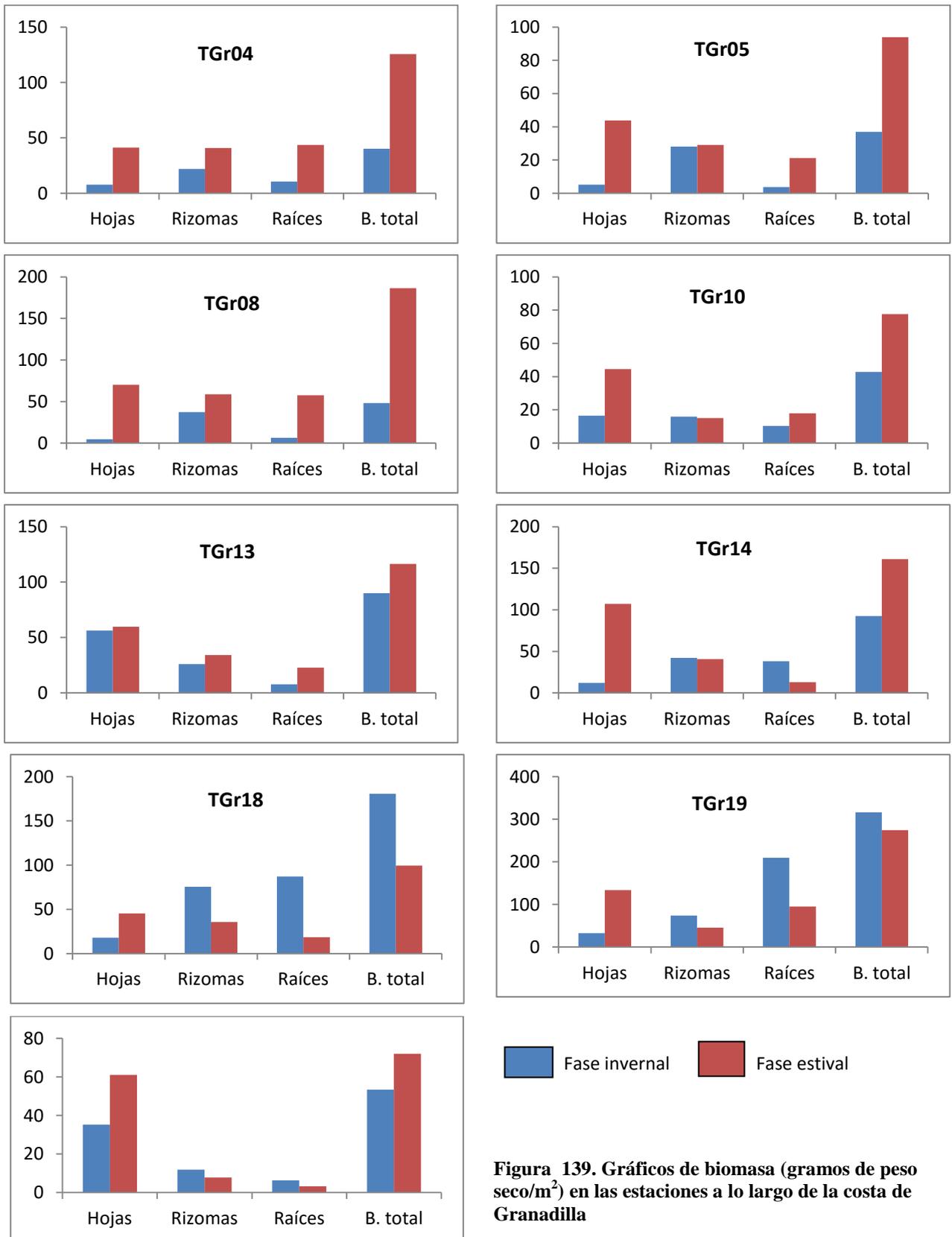
ya que gran parte de las hojas se pierden. Cuando existe mayor biomasa de raíces y rizoma en verano que en el invierno, se interpreta como una estrategia de la planta para superar condiciones adversas, acumulando sus reservas para mantenerse a la espera de que las condiciones ambientales vuelvan a ser favorables, y pueda invertir en desarrollar su estructura fotosintética.



**Figura 138. Relación de masa epigea/hipogea (A/B) de seba según las estaciones a lo largo de la costa de Granadilla (invierno y verano de 2016)**

A efectos prácticos, cuanto menor sea la diferencia entre el índice A/B de invierno y el de verano, (Figura 138) menor será el estado del sebadal y presentará una distribución de tallas de hojas uniforme, con varianza estabilizada; mientras que si los índices A/B de invierno y verano se aproximan en sus valores, el sebadal está alejado de su óptimo y eventualmente sometido a estrés y en retroceso; se observarán más clases de tallas de hojas pequeñas y disminución de las tallas más grandes.

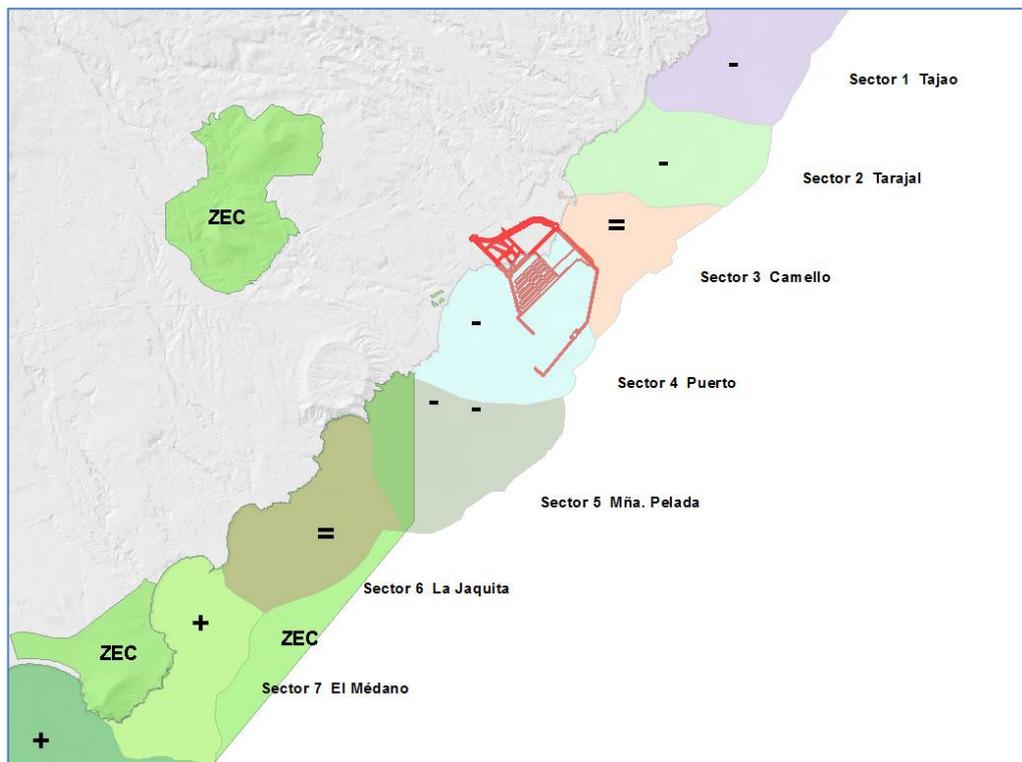
Queda por esclarecer en estos comportamientos el papel que pueda tener el sexo de las plantas o la fase sucesional en la que se encuentre comunidad. Recuérdese que al formarse algunas praderas a partir de un individuo, todos sus clones pertenecerían a su mismo sexo. Por otro lado, las perturbaciones de los fondos que provocan los temporales implican presuntamente un rejuvenecimiento de la comunidad biológica que tendrá que reemprender su camino hacia la madurez. Esto repetido rejuvenecimiento generaría un mosaico de manchones de sebadal en distinta fase sucesional, que concuerda bastante con lo que se viene observando. De momento, lo apuntado no pasa de ser hipótesis cuyos estudios se abordarán durante el plan de vigilancia en fase operativa.





### ***Evaluación general***

El mapa adjunto muestra la valoración general de la situación de los seabadales en relación con la situación de referencia. En 2012 los sectores 3 y 4 habían disminuido, y en 2103 eran donde el seabadal se desarrolló más, pero también había desarrollo notable en los sectores 4 y 5, inmediatamente al sur del puerto. En 2014 estos dos sectores caían por debajo de los valores de referencia de 2011, pudiendo tratarse de un efecto pasajero del impacto recibido en el temporal de finales de 2013 o de algo más persistente atribuible a las obras. En 2015, al norte y sur del puerto, las estaciones reflejaban un aumento en densidad y todo indicaba que el sistema se había recuperado del temporal de diciembre de 2013. No cabe duda que los sectores 4 y 5 son los que han recibido más materiales (zona de carga de gánguiles y de vertidos) y, consecuentemente, donde el aporte de sedimentos y la turbidez han sido mayores.



**Figura 140. Valoración general de los seabadales de 2016 en relación al año 2015**

En 2016, sólo las estaciones al sur del puerto y la TGr08 al norte de éste, parecen mantenerse o tener un incremento en la mayor parte de los parámetros indicativos de calidad del seabadal. En las estaciones del sector del puerto éstos continúan disminuyendo, pero también en las estaciones de más alejadas al norte, la TGr04 y la TGr05. De hecho, los datos de los parámetros de la estación TGr04 en 2016 no son del todo comparables con la serie de datos previa, puesto que la seba ha desaparecido a 15 m de profundidad, encontrándose ahora a partir de los -22 m. Las estaciones del sector del puerto parecen haber superado la fase de incremento por los aportes de nutrientes de los vertidos y riada de 2013, estabilizándose por debajo de los valores de referencia muchas de ellas. Ver la evolución por sectores entre 2011 y 2016 en el Anexo 5.2



### 3.8.9 Contaminación de los organismos marinos

El PVA plantea un seguimiento de la contaminación de los organismos marinos por hidrocarburos y metales pesados. A tal fin, en la fase previa a las obras se eligió el erizo *Paracentrotus lividus* como especie testigo objeto de seguimiento, y los valores obtenidos en la campaña realizada por el CIS (2005) se tomaron como referencia (ver Informe 2010 del OAG). No se registró presencia de cadmio, y los valores de plomo y demás metales eran muy bajos, prácticamente despreciables en términos de toxicidad.



*Paracentrotus lividus*



*Diadema africanum*

Al principio, el OAG tuvo dificultades para encontrar y reunir material de *P. lividus* suficiente para acometer las analíticas prescritas (hidrocarburos y siete metales pesados). Los erizos acumulan metales pesados en sus tejidos y caparazón, en proporciones muy variables. Se requieren al menos 25 g de peso húmedo de gónadas y, además, *P. lividus* no estaba presente en todas las estaciones. El plan de vigilancia ambiental de la Central Térmica de Granadilla (UNELCO) trabaja con otra especie de erizo, *Diadema africanum*, que es más grande, mucho más abundante y fácil de detectar. Consecuentemente, en el informe de 2011 ya se propuso un cambio de especie de cara al seguimiento de la contaminación de los organismos marinos.

Como valores de referencia se han tomado los promedios obtenidos por el OAG entre el 28 de noviembre y el 12 de diciembre de 2011 (primera fila en la Tabla 36), muy poco tiempo después del inicio de las obras como para que éstas hayan podido tener influencia en la presencia de contaminantes acumulados en las gónadas de erizo. Entendemos que estos valores reflejan mejor una situación normal y menos contaminada de las aguas, que aquéllos otros disponibles de análisis previos realizados en la zona (Hernández *et al.* 2009<sup>15</sup>, SEMALL<sup>16</sup>). Los valores se expresan en microgramos ( $10^{-6}$  gr) por kilo, o en miligramos ( $10^{-3}$  gr) por kilo. Los valores indicados como 0,00 están por debajo del límite de detección (0,01  $\mu\text{g}/\text{kg}$ ).

---

<sup>15</sup> Hernández *et al.* 2009. Accumulation of toxic metals (Pb and Cd) in the sea urchin *Diadema* aff. *antillarum* (Philippi, 1845), in an oceanic Island (Tenerife, Canary Islands). *Environmental Toxicology* (DOI 10.1002/tox.20487). [La especie referida ha sido descrita recientemente como *Diadema africanum* Rodríguez *et al.* 2013]

<sup>16</sup> SEMALL (2011). Control de vertidos del medio receptor - Características químicas de los efluentes líquidos y del medio marino receptor (Granadilla, Tenerife). La Laguna, Tenerife: Servicio de Medio Ambiente de la Universidad de La Laguna. Informe I-QA-481/10 - C. T. de Granadilla., 147 pp.



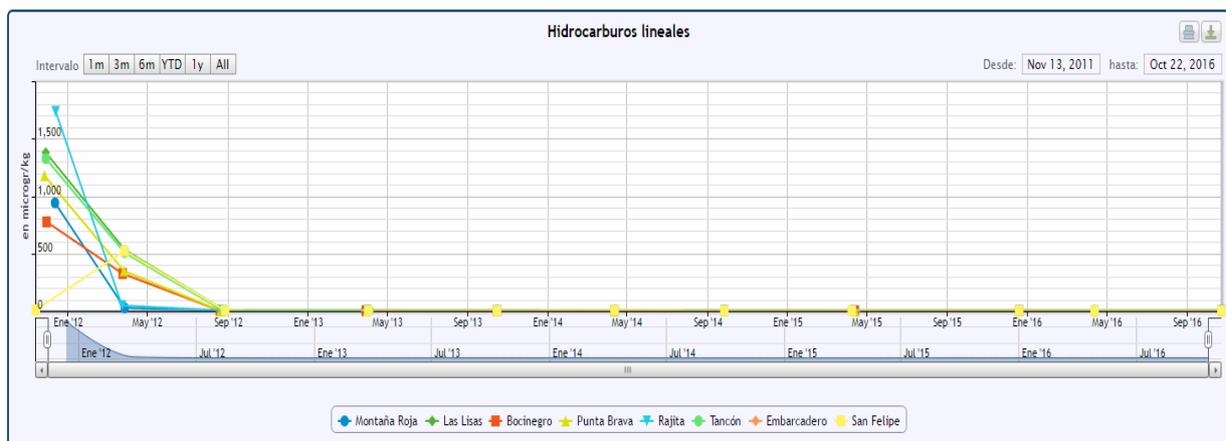
**Tabla 36. Contaminación en gónadas de *Diadema africanum* en la costa de Granadilla, año 2016**  
(Dato en verde = baja, dato en rojo = sube, respecto del valor registrado en 2015)

MUESTRA	HT	PAHs	HLL	Zn	Cd	Pb	Cu	Ni	Cr	Hg	
Unidades	mg/kg	μgr/kg	μgr/kg	μgr/kg	μgr/kg	μgr/kg	μgr/kg	μgr/kg	μgr/kg	μgr/kg	
<b>Referencia (2011)</b>	<b>4,41</b>	<b>0</b>	<b>11,91</b>	<b>16,57</b>	<b>0,05</b>	<b>6,03</b>	<b>0</b>	<b>3,8</b>	<b>180,3</b>	<b>5,94</b>	
<b>PRIMER SEMESTRE</b>	Las Lisas	---	0,00	1,56	74,50	0,72	1,99	0,97	0,00	0,63	0,00
	San Felipe	---	0,00	3,16	97,50	1,53	2,46	1,04	0,00	0,59	0,00
	Tancón	---	0,00	2,34	29,10	0,56	1,64	0,98	2,65	1,43	0,00
	Rajita	---	0,00	2,91	32,20	0,60	1,73	0,67	0,39	0,51	0,00
	Punta Brava	---	0,00	1,86	29,40	0,72	2,90	1,02	0,00	0,47	0,00
	Bocinegro	---	0,00	1,36	79,30	2,02	1,72	1,22	0,15	0,72	0,00
	Montaña Roja	---	0,00	2,65	46,30	1,77	2,00	0,88	0,61	0,62	0,00
	<b>Promedio</b>	---	<b>0,00</b>	<b>2,34</b>	<b>62,54</b>	<b>1,30</b>	<b>1,99</b>	<b>0,97</b>	<b>0,48</b>	<b>0,68</b>	<b>0,00</b>
<b>SEGUNDO SEMESTRE</b>	Las Lisas	---	0,00	2,97	96,50	1,01	1,13	0,89	0,00	0,58	0,00
	San Felipe	---	0,00	1,60	87,10	0,86	2,39	1,27	0,00	0,64	0,00
	Tancón	---	0,00	2,26	34,70	0,69	1,77	1,00	0,93	0,96	0,00
	Rajita	---	0,00	1,59	39,20	0,67	1,80	0,98	0,00	0,60	0,00
	Punta Brava	---	0,00	1,18	41,50	0,71	2,15	1,13	0,00	0,77	0,00
	Bocinegro	---	0,00	2,45	64,30	1,10	2,08	1,24	0,12	0,92	0,00
	Montaña Roja	---	0,00	2,80	50,70	0,97	1,54	1,03	0,41	0,65	0,00
	<b>Promedio</b>	---	<b>0,00</b>	<b>2,05</b>	<b>61,79</b>	<b>0,84</b>	<b>1,80</b>	<b>3,20</b>	<b>1,10</b>	<b>0,18</b>	<b>0,43</b>

0,57

### Hidrocarburos

Desde 2012, solo se analizan los hidrocarburos lineales y aromáticos mediante cromatografía de gases con detector de masas, método selectivo que permite identificar potenciales sustancias contaminantes.



**Figura 141. Hidrocarburos lineales contaminantes en gónadas de *Diadema africanum* colectados a lo largo de la costa de Granadilla (2011-2016). Datos en μgr/kg**



Los hidrocarburos aromáticos (PAHs) no están presentes en los análisis o caen por debajo del límite de detección, y los hidrocarburos lineales (HLL) que mostraban cierta presencia en 2011 y primera mitad de 2012, se han reducido hasta casi desaparecer en los análisis posteriores y en todas las estaciones Figura 141. Cabe concluir que la fuente que los generaba ha cesado.

### **Metales pesados**

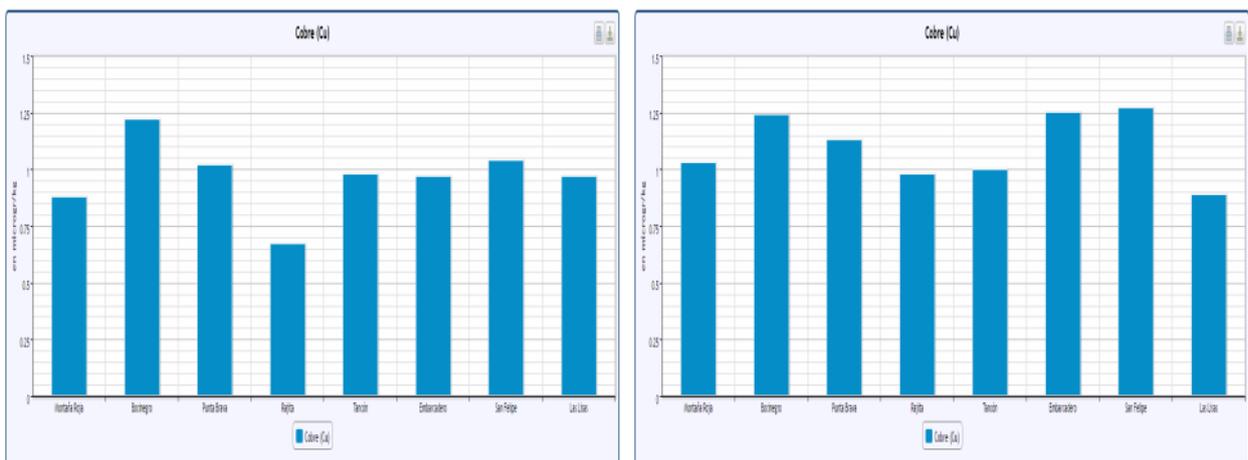
En el informe anual de 2012, al comparar los valores promediados para la contaminación por metales pesados en las siete estaciones, se puso de manifiesto un descenso neto en las concentraciones de zinc, plomo, cromo, mercurio e hidrocarburos lineales, con un ligero aumento en las de cobre, respecto de los valores de referencia (2011).

En 2013, las concentraciones de plomo, níquel, cromo y mercurio se mantienen reducidas, pero se aprecia un repunte importante en las de zinc y cadmio a lo largo del año alcanzando valores altos en San Felipe y Montaña Roja, o en San Felipe y Bocinegro, respectivamente.

En 2014 ocurrió algo similar: el cromo y el mercurio siguen bajos; el cobre y el níquel se mantienen alrededor o próximos a los 2  $\mu\text{gr}/\text{kg}$ , y el zinc y el plomo repuntan un poco. Destacó el cadmio con un alza generalizada entre 2-4  $\mu\text{gr}/\text{kg}$  en el segundo semestre. Estos tres metales: **cobre, cadmio y zinc** superaron los valores de referencia y, dada su distribución a lo largo de la costa, no se descartó que su origen estuviese mucho más al norte.

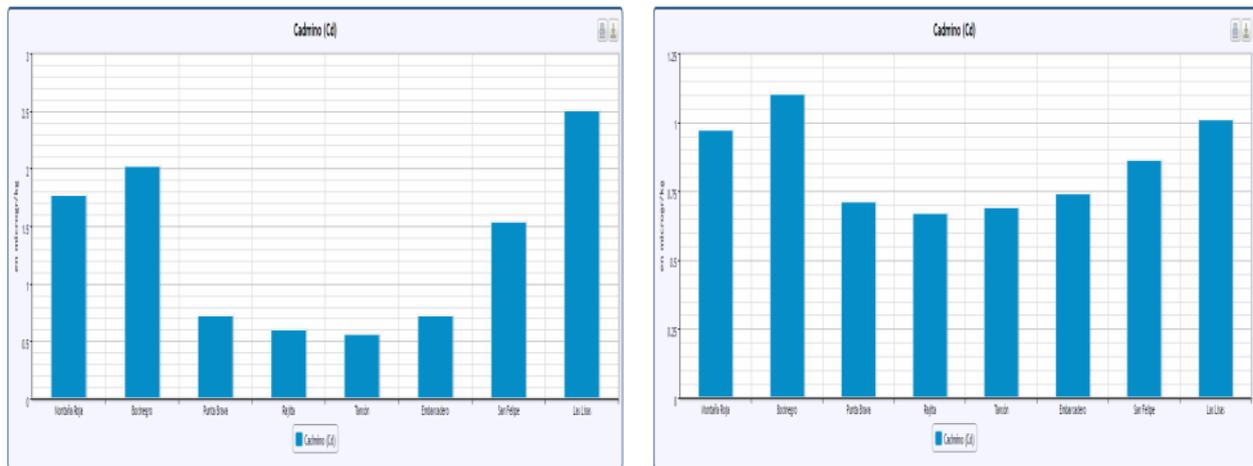
En 2015 se detectó un aumento  $> 2 \mu\text{gr}/\text{kg}$  en el primer semestre de 2015 es general en todas las estaciones (máx., en Montaña Roja) y pudiera estar relacionado con el aumento del tráfico en este tramo de costa, o simplemente provenir de más al norte. De momento no preocupa, pues empieza a tener efectos sobre los organismos cuando supera los 18,7  $\mu\text{gr}/\text{kg}$  en sedimento.

En 2016 las concentraciones de metales se mantienen prácticamente iguales que en 2015 e incluso disminuyen, en todas las estaciones.



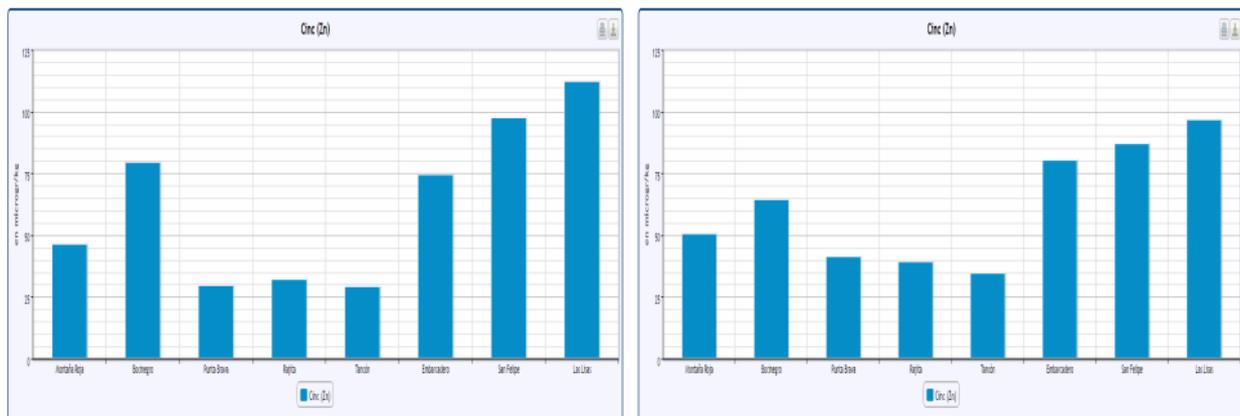
**Figura 142. Concentración de cobre en gónadas de *Diadema africanum* a lo largo de la costa de Granadilla. Izquierda: primer semestre de 2016. Derecha: segundo semestre 2016**

El cobre procede de derrames de combustibles fósiles directamente al mar o a través de la atmósfera cuando se incineran, y de ahí a los sedimentos marinos.



**Figura 143. Concentración de cadmio en gónadas de *Diadema africanum* a lo largo de la costa de Granadilla. Izquierda: primer semestre de 2016. Derecha: segundo semestre 2016**

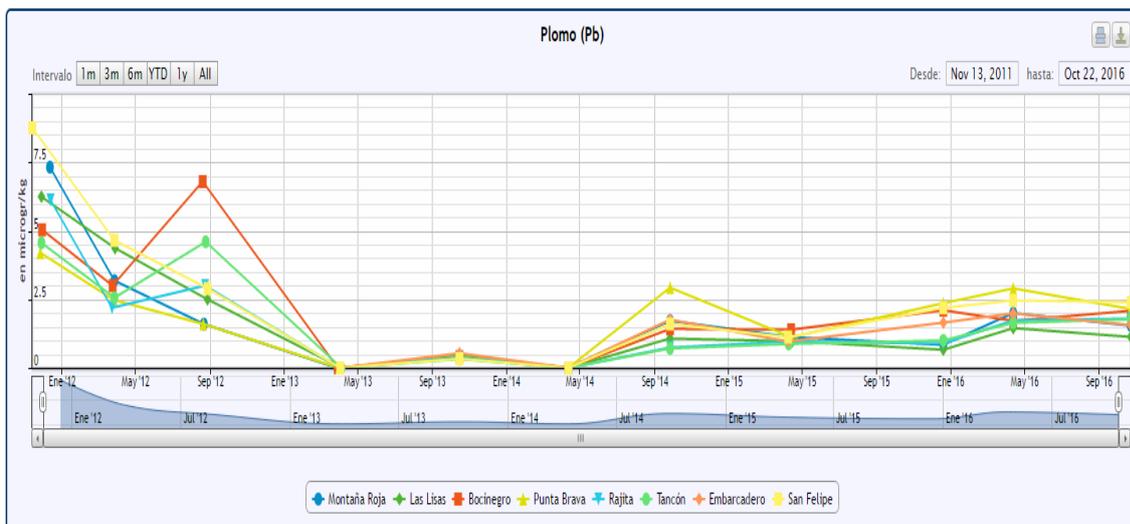
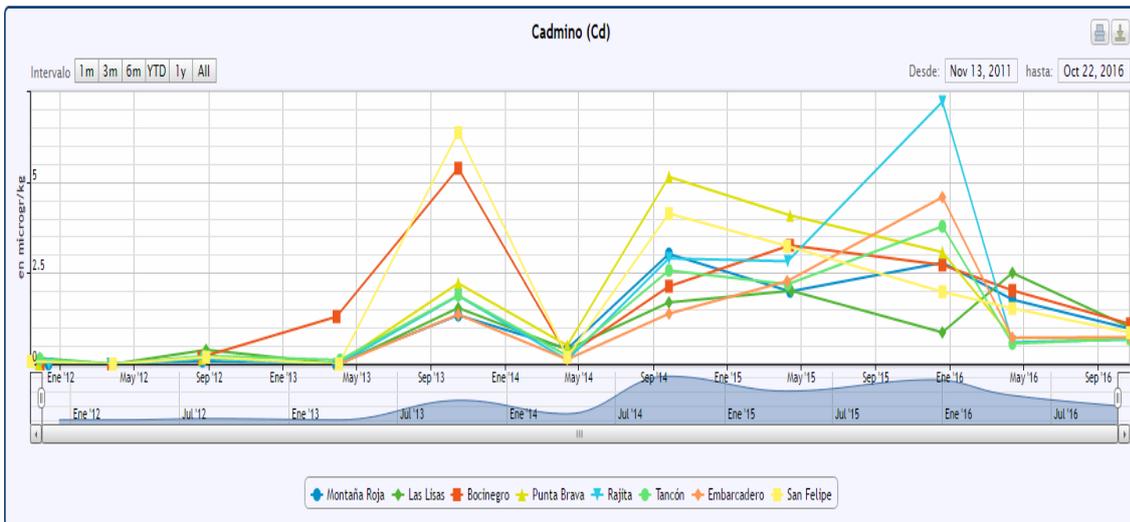
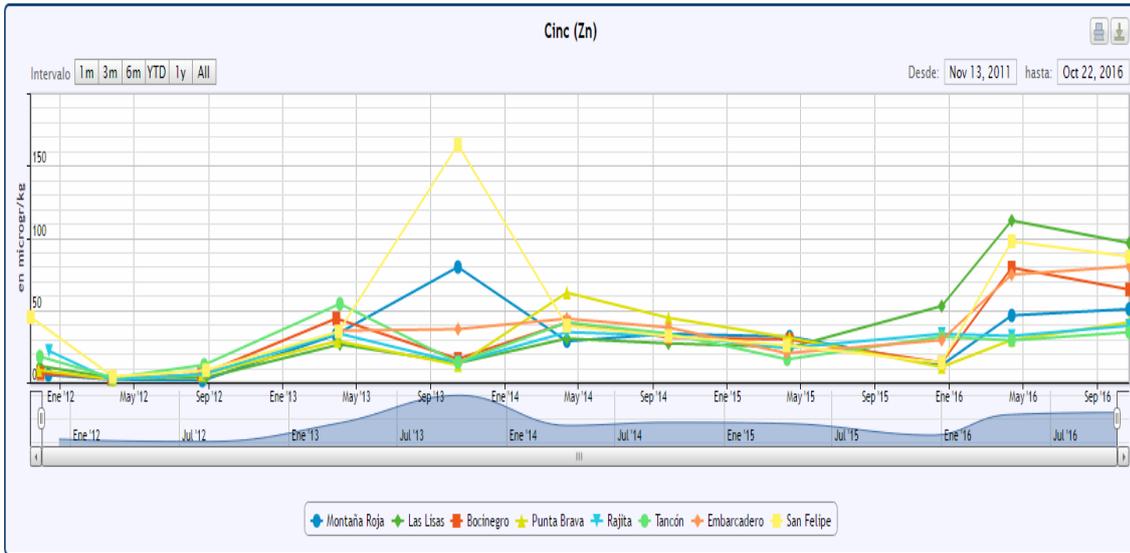
El cadmio es un metal tóxico que proviene de las aguas negras de centros poblados, zonas industriales o del lixiviado de fertilizantes. Es fuertemente absorbido por la materia orgánica el suelo y se acumula en los organismos, como ocurre con los erizos analizados. Su presencia es atribuible a las poblaciones existentes en la costa.

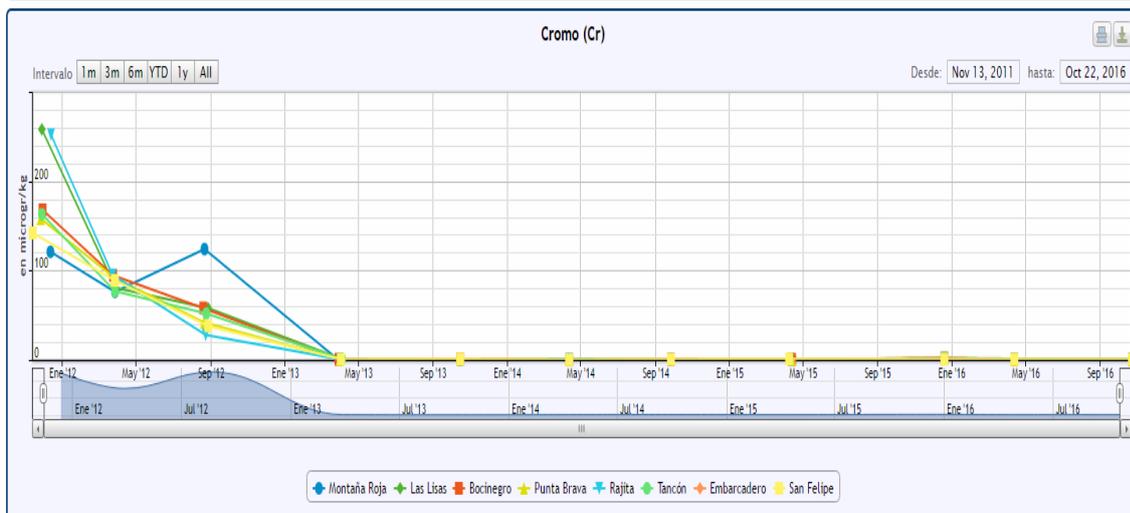
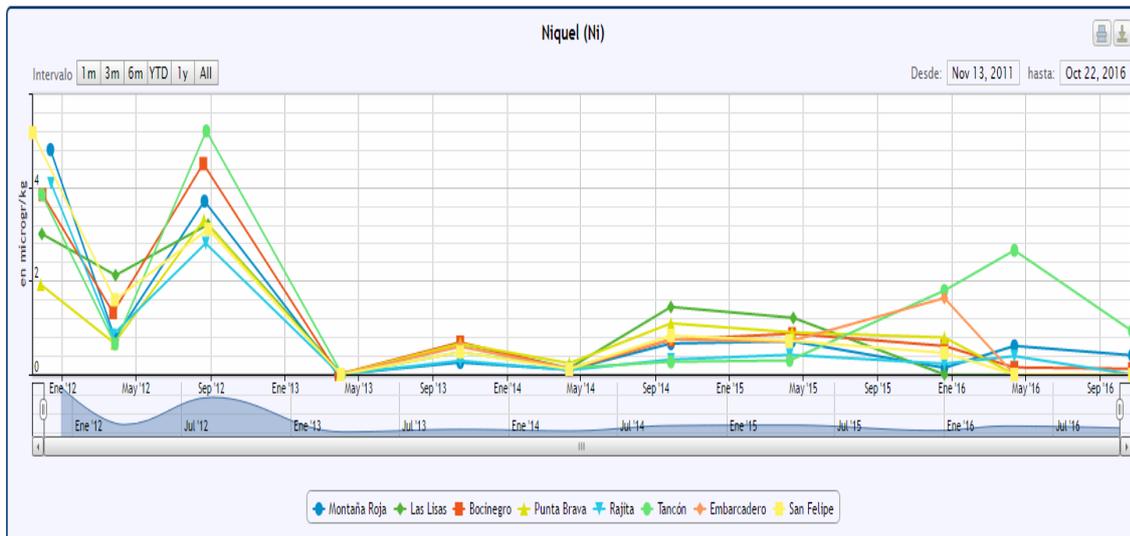
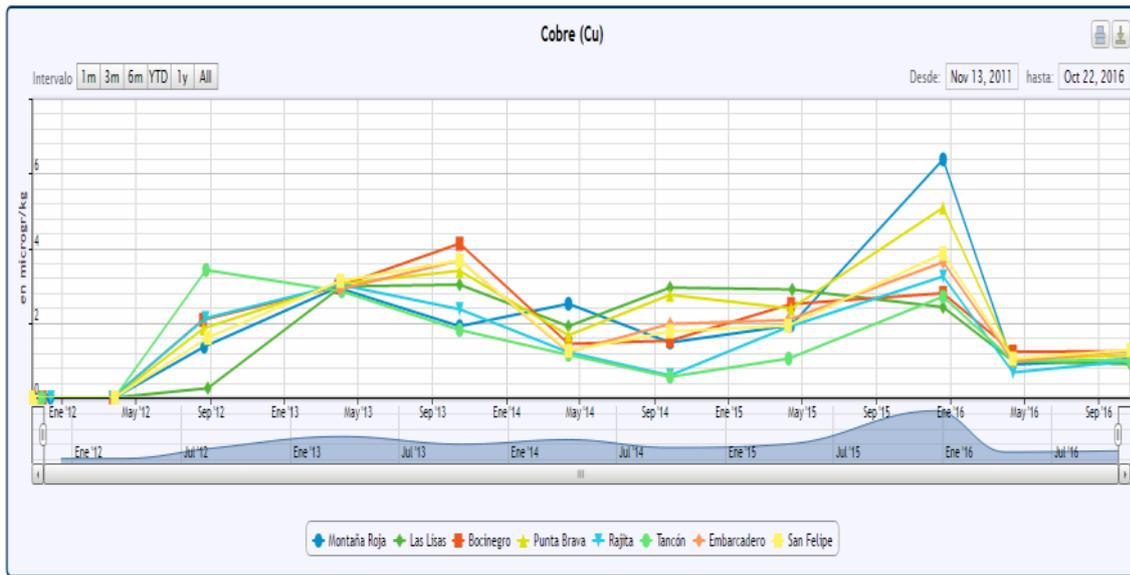


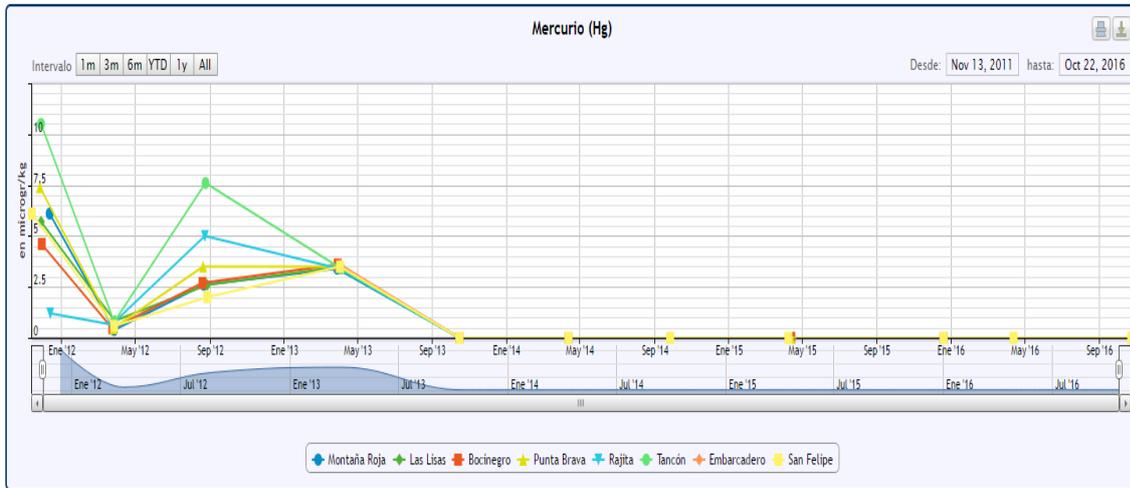
**Figura 144. Concentración de zinc (Zn) en gónadas de *Diadema africanum* a lo largo de la costa de Granadilla. Izquierda: primer semestre de 2016. Derecha: segundo semestre 2016**

Lo mismo cabe decir del zinc y hay que estar atentos a su bioacumulación, por si superan niveles que justificasen hacer un seguimiento de sus concentraciones en la columna de agua. De momento no hay razones para ello y los valores cuadran con los conocidos en las costas de nuestras islas y no comprometen la supervivencia de los seres marinos.

En las gráficas que siguen se muestra la evolución temporal de todos los metales, apreciándose en algunos casos indicios de una posible estacionalidad.

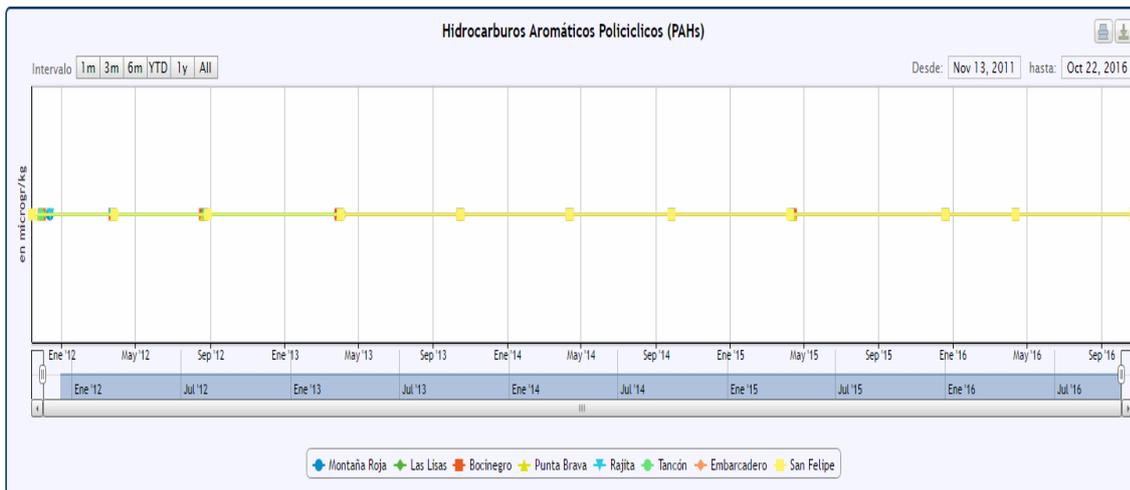






**Figura 145. Evolución de la concentración de metales pesados en gónadas de *Diadema africanum* en la costa de Granadilla (2011-2016). Esta figura abarca varias páginas.**

Las concentraciones de los metales que están presentes bajan en el primer semestre del año y luego suben, pauta que posiblemente esté relacionada con el ciclo gonadal de *Diadema*, aunque en Gran Canaria<sup>17</sup> se ha obtenido para la misma especie un pico máximo del índice gonadosomático en los meses de abril-mayo, y el mínimo en septiembre-octubre; es decir, que las gónadas estarían llenas al máximo en el momento en el que se tomaron las muestras del primer semestre y vacías en el segundo. La serie de datos disponible sigue siendo demasiado corta para poder dilucidar si hay estacionalidad y si tiene relación con el ciclo de la especie.



**Figura 146. Ausencia de hidrocarburos aromáticos policíclicos en gónadas de *Diadema africanum* en la costa de Granadilla (2011-2016).**

<sup>17</sup> Garrido Sanahua, M.J. (2003). *Contribución al conocimiento de Diadema antillarum Philippi, 1845, en Canarias*. Tesis doctoral, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, 120.



### 3.9 Calidad global de la zec Sebadales del sur de Tenerife

El estado de conservación de la zec Sebadales del sur de Tenerife antes del inicio de las obras no fue determinado, pero como referencia se cuenta con el levantamiento bionómico de 2008 y las analíticas de aguas que recoge el OAG en su informe de 2010. Los datos reflejan condiciones de naturalidad alta, con perturbaciones menores asumibles por la resiliencia del medio: Su estado de conservación correspondería a: **favorable mantenido**.



Figura 147. Extremo NO de la zec Sebadales del Sur de Tenerife (en verde)

La zec ES7020116 Sebadales del Sur de Tenerife se extiende hacia el sur hasta más allá de Las Galletas, y el PVA del puerto de Granadilla abarca solo el ámbito de influencia potencial de las obras según su última configuración, cuyo límite sur quedó fijado en la playa de La Tejita.

Esta sección meridional de la zec, objeto de vigilancia ambiental, supone solo un tercio de toda el área protegida. Las evaluaciones que realiza el OAG se refieren exclusivamente a dicha sección:



- Año 2011 **Favorable mantenido:** Tres meses después de iniciadas las obras en 2011, la mayoría de los valores analíticos de aguas y sedimentos no reflejaban variaciones significativas respecto de lo previamente conocido o eran atribuibles a la variabilidad normal del medio marino, con algunas que otra excepción respecto a metales pesados (presencia de cromo a lo largo de todo el tramo de costa). De manera global se considera que la zec se encontraba en estado.
- Año 2012 **Favorable mantenido:** La zec experimentó cambios en algunos de los parámetros monitorizados, tanto positivos como negativos, que se atribuyeron en parte a las obras, particularmente los registrados la zona más próxima al nuevo puerto (extremo oriental). Dichos cambios no implicaron consecuencias ecológicas relevantes.
- Año 2013 **Favorable mantenido:** A finales de este año el panorama cambió mucho respecto al perfilado en 2012. Hubo una ligera reducción en el desarrollo de la seba en relación con el aumento generalizado del año anterior, quizás debido a la menor fertilización que implica la reducción de material vertido al mar (aprox. 1/3). La presencia de cobre, cadmio y algo de mercurio en las gónadas de erizo se incrementó, pero en proporciones irrelevantes. Los cambios observados en las comunidades bentónicas caían dentro de las variaciones propias de la dinámica del sistema.
- Año 2014 **Favorable mantenido:** A pesar de arrancar el año con los efectos del temporal de diciembre de 2013, la situación no cambió mucho respecto de las condiciones de la columna de agua y las comunidades bentónicas, que recuperaron la “normalidad” bastante rápido. Los registros de turbidez fueron más bajos y los seabadales en general aumentaron algo más su densidad. Sin embargo, destacó la caída de su densidad en las estaciones situadas justo al norte de la zec, si poderse atribuir a causa conocida. El mapa bionómico realizado fue previo a los últimos cambios comentados y reflejaba la tendencia contraria: un desarrollo generalizado del seabadal.
- Año 2015 **Favorable mantenido:** No se registraron cambios significativos en la columna de agua, sedimentos o comunidades bénticas. Los seabadales mantienen sus densidades en todo el sector, con alguna variación en el extremo sur, en la Tejita, donde la dinámica natural de los fondos arenosos es mucho más intensa, y en el extremo norte de la zec, donde el desarrollo del seabadal es espléndido, pues recibe los nutrientes disueltos que aportan las obras sin sufrir un exceso de sedimentación adicional como ocurre con los seabadales más próximos al puerto.
- Año 2016 **Favorable mantenido:** Los parámetros analizados se mantienen dentro de la normalidad, con un ligero aumento de fosfatos atribuible a un emisario que vierte dentro de la zec, y un incremento no preocupante de algunos metales pesados, que vuelven a aparecer a lo largo de toda la costa de Granadilla, pero sin superar los valores de referencia. Los seabadales al norte de la zec han perdido densidad, como en 2014, y también dentro de la zec, aunque no tanto, a pesar de que allí la vitalidad de las plantas es buena. En La Jaquita y El Médano no se habían registrados valores tan bajos desde 2011. Habrá que ver si esta reducción marca tendencia o no.



## 4 RECAPITULACIÓN DEL PERÍODO 2011-2016

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, cuenta con una Declaración de Impacto Ambiental (26-1-2003) favorable y con un Dictamen de la Comisión Europea (C (2006) 5190) 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, año en el que se considera que finaliza la vigilancia en fase de obras. A partir del 1 de enero de 2017 comenzará la vigilancia en fase operativa.

Según dispone la Declaración de Impacto Ambiental de Granadilla, el plan de vigilancia ambiental (PVA) “integrará el correspondiente programa que figura en el punto 7 del Estudio de Impacto Ambiental (EIA), y verificará el cumplimiento de las medidas correctoras descritas en el punto 6 del mismo.” Así se ha hecho, además de verificar la exactitud y corrección de la EIA, tal como exige la normativa española.

### 4.1 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:

“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 independientemente.”

## 4.2 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, cabe destacar las siguientes conclusiones.

- a) La fundación independiente que se reclamaba como medida de garantía y compensatoria es el propio OAG, fundación creada a perpetuidad en 2008, y que viene cumpliendo con sus fines de manera independiente, sin injerencias de terceras partes en el modo en que desarrolla la vigilancia del puerto y demás actividades conexas.
- b) Los nuevos lic para el hábitat 1100 reclamados como medida compensatoria previa fueron creados en 2006 y 2009, y finalmente incorporados como zec a la Red Natura 2000, en 2011. Ya cuentan con sus correspondientes planes de gestión.
- c) La prohibición de fondear buques en la zec ES7020116 Sebadales del sur de Granadilla se estableció en 2005 y se mantiene vigente.
- d) Las obras del puerto no afectan al estado de conservación de la tortuga boba y esta especie no está vinculada a los sebadales como se ha venido afirmando. El OAG considera que continuar con el plan de seguimiento de la especie arbitrado como medida compensatoria no está justificado.
- e) La población de *Aractylis preauxiana* de Granadilla es marginal y residual, y la zec creada para ella no aporta nada a la conservación de la especie, cuya catalogación como especie amenazada no se corresponde con la información disponible de la especie en Canarias. Su catalogación debería ser revisada y la zec anulada.
- f) La restauración ecológica del entonces lic Montaña Roja fue evaluada por el OAG en 2009 con resultado positivo, quedando pendiente, por falta de entendimiento con los propietarios privados, la segunda fase del proyecto, centrada en las infraestructuras de uso público. Dicha fase sigue sin acometerse y urge ante el éxito de visitas que está teniendo esta área protegida, y que siguen en aumento.

De las medidas compensatorias impuestas al puerto de Granadilla, solo la última (f) se considera parcialmente incompleta, aunque la restauración ecológica ha quedado resuelta.



### 4.3 El desarrollo de las obras del puerto

En 2011, la Autoridad Portuaria de S/C de Tenerife tramitó 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. Con posterioridad se han tramitado otros modificados de menor alcance. En ningún caso se detectaron aspectos con incidencia ambiental relevante o distinta a la ya evaluada.

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. El morro del dique exterior ha quedado a 1.500 metros de la zec Sebadales del Sur de Tenerife (a 550 m en el proyecto original).

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 "el baipás", planteaba bombear la arena que se acumularía al pie del dique norte a través de un canal para liberarla al sur del puerto y que así siguiera su trayectoria normal. Consecuentemente, en el Dictamen de la Comisión Europea de 2006 el trasvase de arena norte-sur se consideró "*una parte esencial del proyecto portuario*"

El OAG propició la repetición del estudio de la dinámica litoral y transporte de partículas usando datos recientes obtenidos en Granadilla y programas de modelización mejorados (IH Cantabria, 2002), confirmando la impresión de que la propuesta del baipás era inoperante, y convenciendo a la Autoridad Portuaria y a la Comisión Europea de además de inútil, supondría un importante despilfarro de recursos públicos. La cantidad de arena a reponer anualmente quedó concretada en 2.000 m<sup>2</sup>, despejando la incertidumbre previa que la situaba entre 0 y 50.000 m<sup>2</sup>. Se optó por una solución de reposición de arenas acorde a los nuevos cálculos, y cuyo punto de descarga está en proceso de ser precisado ahora que han concluido las obras de abrigo y se ha configurado la dinámica definitiva de las corrientes en la costa. Durante el período de obras no ha habido necesidad de reponer arenas, toda vez que los vertidos de materiales al mar han suplido y con creces los aportes necesarios.

### 4.4 La vigilancia ambiental

El OAG ha realizado el seguimiento ambiental del puerto de Granadilla en fase de obra desde su comienzo a finales de 2011 hasta diciembre de 2016 con completa normalidad y siguiendo el Plan de vigilancia elaborado por la Autoridad Portuaria en 2005. Los resultados de la vigilancia, sugerencias y eventuales alertas se han difundido sobre la marcha a través de la página web del OAG, y a final de ejercicio se elabora un único informe anual por escrito. En estos informes se incorporan las modificaciones y adaptaciones que, a la vista de los resultados o nuevas circunstancias, se van incorporando al plan de cara a mejorar su eficacia.

Lo más destacado de la vigilancia ambiental en fase de obra, es que hay poco que destacar. Un único impacto negativo, indirecto y no anticipado se produjo de modo disperso en la vertiente meridional de la isla, en tierra firme, con motivo del acopio de materiales para el puerto. La autorización de la excavación de un sector del Polígono Industrial de Granadilla como principal fuente se demoró hasta julio de 2015, por lo que hasta entonces existió una demanda abierta a cualquier fuente capaz de aportar materiales procedentes de excavaciones y obras autorizadas. Al amparo de esta demanda se generó una amplia picaresca de supuestos abanalamientos y

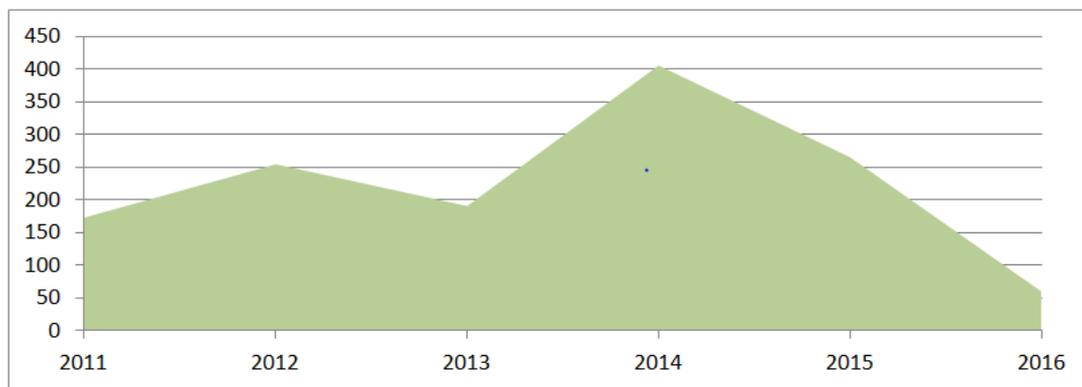


actividades de desbroce con fines agrícolas o urbanos que no eran tales o se excedían en sus dimensiones. Este desatino llevó tiempo encauzarlo con visitas repetidas a cada localidad, rechazo de las fuentes por parte de la Autoridad Portuaria y actuaciones de los juzgados, en las que mediaron también denuncias hechas por las agrupaciones ecologistas.

En el medio terrestre no ha habido más sobresaltos, y la Autoridad Portuaria introdujo, a sugerencia del OAG, algunas mejoras en la gestión de materiales para mitigar el polvo y la generación de plumas de turbidez (e.g. lavado de material al cargar el gánguil).

Dentro del ámbito ecológico marino de potencial influencia de las obras del puerto el impacto ambiental negativo e irreversible (dragados, vertidos, colocación de cajones, rellenos, etc.) se ha limitado al sector 4, donde se asienta la infraestructura portuaria. En el resto de los sectores no se han producido impactos 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. Las playas de La Caleta, El Medio y Punta del Vidrio han basculado tal como se había previsto, y sin mayor trascendencia. Las biocenosis bénticas, que reflejaron la incidencia de una mayor sedimentación allí donde llegaba la pluma de turbidez, van recuperando su composición original desde que cesaron los vertidos, reflejo de la capacidad de resiliencia del propio ecosistema.

El sebadal directamente destruido por la ocupación de la infraestructura portuaria – 13 ha en medición del OAG y 28,54 ha según la cartografía de CIMA (2008)– 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, que a su vez supone el 22,6% del total atribuido a Canarias.



**Figura 148. Evolución de la extensión (ha) del sebadal denso y medio en la costa de Granadilla**

En Figura 148 (valores integrados, ver Apéndice 5.2) se aprecia bien la tendencia del conjunto del sebadal de Granadilla, expresada por la extensión en hectáreas de sebadal denso y medio. Se registró un primer aumento en 2012 debida posiblemente al incremento en nutrientes originado por los aportes de material terrígeno durante las obras del puerto, mientras que el máximo alcanzado en 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. La posterior pérdida de densidad o extensión a valores en 2016 incluso por debajo de los de referencia, y sobre todo en las estaciones al norte del puerto, no deja de ser llamativa y algo preocupante. No se le encuentra explicación y posiblemente no esté siquiera relacionada con el puerto.



La mitad de los seadales estudiados recientemente en Canarias (Tuya et al. 2014, Fabbri *et al.* 2015, Ruiz *et al.* 2015, etc.) han experimentado regresiones considerables en abundancia y vitalidad. 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 seadales no sujetos a estas presiones, lo que sugiere que hay otros factores en juego, tal vez relacionados con el cambio climático global y la modificación de las condiciones oceanográficas.

## 4.5 Conclusiones

A resultas de la construcción del puerto se ha ocupado y transformado un tramo de 1.2 km de costa, y se ha sacrificado un 7% del sebadal de Granadilla. Las canteras y extracciones ilegales, impulsadas por la demanda inicial de materiales para el puerto, han sido contenidas, pero su impacto puntual y disperso, es decir, las múltiples excavaciones, quedan en el terreno pendiente de que sean restauradas a su condición original. Mientras duraron los vertidos de materiales al mar, en las zonas aledañas aumentaron los sedimentos finos, cuyos efectos revertirán debido al lavado progresivo. El dique de abrigo exterior del puerto ha interrumpido definitivamente el flujo de arenas desde el norte del puerto hacia al sur, modificando ligeramente dirección de la corriente en un tramo aguas abajo. Esto último no tiene mayor trascendencia ni tiene remedio, mientras que el efecto de la arena que se pierde se prevé mitigar con una medida correctora.

La disminución generalizada de la densidad del sebadal y su posible regresión en todos los sectores, particularmente en los situados al norte del puerto, apuntan a fenómenos generales que pueden estar incidiendo sobre esta comunidad biológica, como parece que ocurre también en otras islas. El caso requiere ser estudiado en más profundidad para desvelar los factores ecológicos que realmente gobiernan la dinámica del sebadal.

De momento, la zec Seadales del Sur de Tenerife no se ha visto afectada por las obras del puerto, salvo por una presunta mayor fertilización que provocó un incremento en el desarrollo de las sebas. Esta zec alberga 290,29 ha de sebadal, y de ellas, 219,61 ha (75,6%) caen en el ámbito ecológico de influencia del puerto. Su estado de conservación se considera 'favorable mantenido'. Por otro lado, la tortuga boba (*Caretta caretta*) y la piña de mar (*Atractylis preauxiana*) no se han visto afectadas por las obras del puerto.

La vigilancia ambiental del puerto se prolongará cinco años más, ya en fase operativa.

Santa Cruz de Tenerife, 15 de marzo de 2017

El Director del OAG

Dr. Antonio Machado Carrillo



**EL EQUIPO DE TRABAJO:**

**Dr. Antonio Machado Carrillo**  
Ecólogo

**Dr. José María Espinosa Gutiérrez**  
Biólogo marino

**Víctor Barrios Padilla**  
Biólogo marino

**Marta González Carballo**  
Curator de datos (bióloga)

**Ignacio Lorenzo García**  
Ingeniero informático

**José Andrés Sevilla Hernández**  
Técnico GIS

**Alejandro Domínguez González**  
Vigilante ambiental

y

**Manuel Carrillo Pérez**  
Colaborador en el programa de la tortuga boba





## **5 ANEXOS**





## 5.1 Comentarios a las observaciones de la Viceconsejería de Medio Ambiente del Gobierno de Canarias sobre los informes relativos al proyecto de construcción del puerto industrial de Granadilla

*[Texto del escrito OAG\_PVA Gr\_1.2016 de 11 de Febrero 2016 dirigido al Sr. Presidente de la autoridad Portuaria de Santa Cruz de Tenerife, Avenida Francisco La Roche 49, 38001 Santa Cruz de Tenerife]*

---

Hemos recibido de esa Autoridad Portuaria (10-2-2016) un email con las “*Observaciones sobre informes relativos al proyecto de construcción del puerto industrial de Granadilla*” (15-1-2016) que remitió la Viceconsejería de Medio Ambiente del Gobierno de Canarias a la Dirección General de Asuntos Económicos con la Unión Europea, y que la Secretaría de Estado para la Unión Europea trasladó a las entidades interesadas (28-1-2016), entre ellas al Ministerio de Fomento, por si considerasen oportuno formular observaciones.

Por si les fuera de utilidad a la hora de elaborar alguna eventual observación, nos gustaría hacerles llegar los siguientes comentarios que nacen a raíz de lo leído:

### ***Informe de la Viceconsejería***

En la página 4 (punto 4) se dice que esta fundación se constituyó el 1 de junio de 2007, que es cuando recibe la aprobación previa del Consejo de Ministros. Su constitución legal fue el 11 de abril de 2008.

A continuación se dice que su fundador material fue el Gobierno de Canarias, y no se menciona a la Autoridad Portuaria de Santa Cruz de Tenerife que fue también co-fundador y contribuyó además con la participación mayoritaria (70%), por lo que el OAG pertenece al sector fundacional estatal y no al de la Comunidad Autónoma de Canarias. Y tal vez sea oportuno destacar también que, a finales de 2015, se modificaron nuestros estatutos, se incorporó el Instituto Español de Oceanografía como un patrono más, y cambió la denominación de la fundación pasando a adoptar su nombre abreviado: *Fundación Observatorio Ambiental Granadilla*, con acrónimo OAG.

En la misma página, en el epígrafe relacionado con la medida Bi, relacionada con la piñamar (*Atractylis preauxiana*) se concreta que la gestión del área (zec) para ella creada en Granadilla corresponde al Cabildo Insular de Tenerife, pero no se comenta que la Comunidad Autónoma sigue siendo responsable del plan de recuperación de la especie por estar catalogada “en peligro de extinción” y presente en más de una isla. No vemos que en relación con este asunto se mencione por ningún sitio la reiterada recomendación que hace el OAG en sus informes anuales de que se evalúe con criterios objetivos el estado de conservación de la piñamar, ya que, según los inventarios elaborados por la propia Viceconsejería, la especie está fuera de peligro. También instamos a las instituciones responsables a que consideren la conveniencia de eliminar dicha zec, pues a efectos de los objetivos de la Directiva 2000 resulta inútil, pero mientras siga vigente debería evitarse el estado de total abandono y deterioro en que se encuentra en la actualidad.



### ***Tortuga boba***

Se anexa un dilatado informe sobre la evaluación del estado de conservación de *Caretta caretta* en Canarias realizada por el OAG (publicado como libro en 2013). La Viceconsejería parece cuestionarse todas las conclusiones de dicho informe, así como varios de los aspectos metodológicos empleados. Sería demasiado prolijo entrar aquí en detalles, pero cabe destacar, por ejemplo:

- Las tortugas marcadas con teletransmisores nadan y eligen sus sitios libremente y ofrecen mejor información que los avistamientos ocasionales. Por eso los usamos (14.608 posicionamientos objetivos, descontados los puntos de suelta).
- La Viceconsejería no da mucho crédito al estudio de la telemetría porque, a su juicio, infravalora la presencia de tortugas de talla grande. Según el análisis de tallas de un contingente de 1447 ejemplares, el 20% (287) superan los 50 cm. De las 40 tortugas marcadas, 10 lo hacen (el 25%). La muestra la consideramos bastante representativa, aunque de estar mal representada alguna clase de tallas serían las menores porque a estos ejemplares pequeños no se les puede poner un transmisor.
- En los cálculos de la estima de contingentes no usamos los tiempos de buceo obtenidos por el LIFE B4-3200 (por escasos), tal como nos atribuyen. Diseñamos y empleamos un método original basado en los datos telemétricos. El método se explica en detalle en nuestro informe.
- Las conclusiones del proyecto LIFE (2002) no las pudimos usar porque, aunque se mencionan en el índice de la Memoria, no aparecen en su texto. Utilizamos los datos brutos de telemetría (10 tortugas) y los analizamos con el conjunto de los demás datos reunidos. Lo que se comenta en la Memoria sobre el modelo de utilización espacial de los lics resulta bastante especulativo, y más tras un análisis riguroso de sus propios datos.
- La Viceconsejería no menciona el posterior informe que realizó el propio director y coordinador del proyecto LIFE (López Jurado, L.F. 2004 *Importancia de los lics de Canarias para la vida de las tortugas marinas*), cuyas conclusiones, que aquí sí se reflejan, las empleamos como hipótesis de trabajo resultando verificadas (no desdican a las obtenidas por nosotros).
- En la evaluación final del estado de conservación del contingente canario de tortuga boba empleamos dos métodos: uno siguiendo los criterios de la UICN y otro los de la Directiva Hábitat. Con el primero se obtuvo un estatus de “preocupación menor (LC)” y con el segundo “desfavorable-inadecuada”. No se oculta ninguno de los dos. La Viceconsejería solo menciona y rechaza el primero.
- Etcétera...

En materia de conservación se trabaja con la mejor información disponible (no la ideal) y la actuación del OAG se centró en reunir y generar bastante información, lo más objetiva posible, y dentro del ámbito de las aguas canarias. Nuestras conclusiones se basan en los resultados obtenidos analizando datos –que no son tan escasos como se da a entender–, no tienen mayor fortaleza ni alcance que el que de ellos nace, y así nos expresamos en todo momento. Son conclusiones de cara a la toma de decisiones y evitamos ser ambiguos. No se trata de conclusiones científicas estadísticas, ni lo pretenden ser.



Lo que sí debe sorprender es cómo antes –y aún ahora, por lo que se ve–, se le da más crédito a otras afirmaciones igual de contundentes pero contrarias, sin que se sepa ni expongan en qué datos se basan, descontando lo anecdótico.

### ***La tortuga verde***

En el anexo recién comentado se menciona en reiteradas ocasiones a la tortuga verde y su ausencia en los estudios del OAG. Esta especie es igualmente de interés comunitario y está presente en Canarias. La Comisión no la incluyó en las medidas compensatorias, y la encomienda de hacer un plan de seguimiento recibida por el OAG atañe solo a la tortuga boba. El que suscribe promovió un cambio en los Estatutos del OAG que habilitaría a la fundación para colaborar en estudios de otras especies, pero dicha iniciativa decayó al no recibir el apoyo de las dos universidades de Canarias –que no quieren que el OAG actúe fuera de Granadilla–, ni de la Viceconsejería de Medio Ambiente, por considerar esta última que invadíamos sus competencias.

### ***Trasvase de arenas***

Se anexa también al escrito de la Viceconsejería el informe semestral técnico de su Servicio de Biodiversidad en relación a la construcción del puerto de Granadilla, fechado el 2 de octubre de 2015, en el que se comentan y recogen extensamente lo planteado por el OAG en relación al modo en que se ha de acometer el trasvase de arenas. Concluyen que, de ser necesaria la reposición de arenas, deberían evitarse los vertidos en la orilla ya que sería en la zona de mareas donde se desarrolla la mayor biodiversidad. Además, los puntos propuestos por el OAG para realizar los ensayos (Punta Brava o Cargadero de la Cueva del Trigo) deben ser descartados por encontrarse cerca una cueva marina, que es hábitat natural 8330 tipificado en la Directiva Hábitat. Como este asunto atañe a la Autoridad Portuaria, nos gustaría aclarar:

- Los puntos de vertido propuestos por el OAG son de los pocos potencialmente viables y previos a la ZEC Sebadales del Sur de Tenerife donde la corriente puede seguir su curso NE-SW para reponer el flujo de arena que se ha interrumpido con la construcción del dique de abrigo del puerto. Los fondos allí son rocosos y están bastante pelados por la propia corriente que se acelera en esta zona. No parece que se trate de una zona de la mayor biodiversidad, como se afirma.
- Las cuevas marinas sumergidas y semisumergidas constituyen un hábitat natural incluido en el Anexo I la Directiva Hábitat y tipificado con el código 8330. Dicha Anexo recoge los tipos de hábitats naturales de interés comunitario para cuya conservación es necesario designar zonas especiales de conservación. Según parece, la cueva que el Servicio de Biodiversidad descubrió en 2011 ya se encuentra dentro de una zec, concretamente la de los Sebadales del Sur de Tenerife, con lo que el requisito comunitario queda satisfecho aunque se desconociera su existencia cuando se creó. No entendemos en qué se fundamenta la conclusión de que ha de ser descartado el vertido de arena. Fundamento jurídico no lo hay y tampoco apreciamos en principio riesgo de que las arenas –que reponen el flujo natural– vayan a penetrar y depositarse en el interior de la cueva y dañar a la fauna esciáfila que la puebla.
- El OAG desconocía la existencia de dicha cueva y estamos dispuestos a estudiarla para evaluar la situación por si hubiera algún riesgo real a tener en cuenta. Sería de gran ayuda que los Servicios de Biodiversidad colaborasen facilitando información relevante según la obtienen. Casualmente, el 29 de junio de 2015 esta fundación solicitó el inventario de cuevas submarinas a la Viceconsejería, recibiendo una respuesta ambigua el 29 de septiembre, pero ningún documento, por lo que el 26 de octubre se volvió a renovar la



solicitud con la demanda de que especificaran aquéllas que consideraban de carácter confidencial frente a terceros, que parece ser la pega esgrimida, aunque no estamos seguros. Seguimos esperando la respuesta.

Dicho lo anterior, esta Dirección mantiene lo expresado en sus informes en tanto no disponga de nuevos datos locales cuyo análisis le lleven a otras conclusiones, y no ve razón objetiva para cambiar sus recomendaciones.

También ha llegado a nuestro poder copia del informe elaborado por la Dirección General de Claridad y Evaluación Ambiental y Medio Natural del MAGRAMA, en el que toman nota de las observaciones recogidas en el informe de la Viceconsejería pero no se pronuncian por considerar las discrepancias en un plano de discusión científica, proponiendo que el informe se someta a la consideración del Patronato del OAG ya que la Viceconsejería ostenta la presidencia y en su composición están presente las universidades canarias y el Instituto Español de Oceanografía. El Patronato no es el órgano científico de esta Fundación, pero igual se logra de este modo que la información empiece a circular entre instituciones que, en principio, deberían colaborar en interés de los fines fundacionales del OAG y del bien público que representan.

Sin otro particular, aprovecha la ocasión, Sr. Melchior, para enviarle un saludo muy cordial

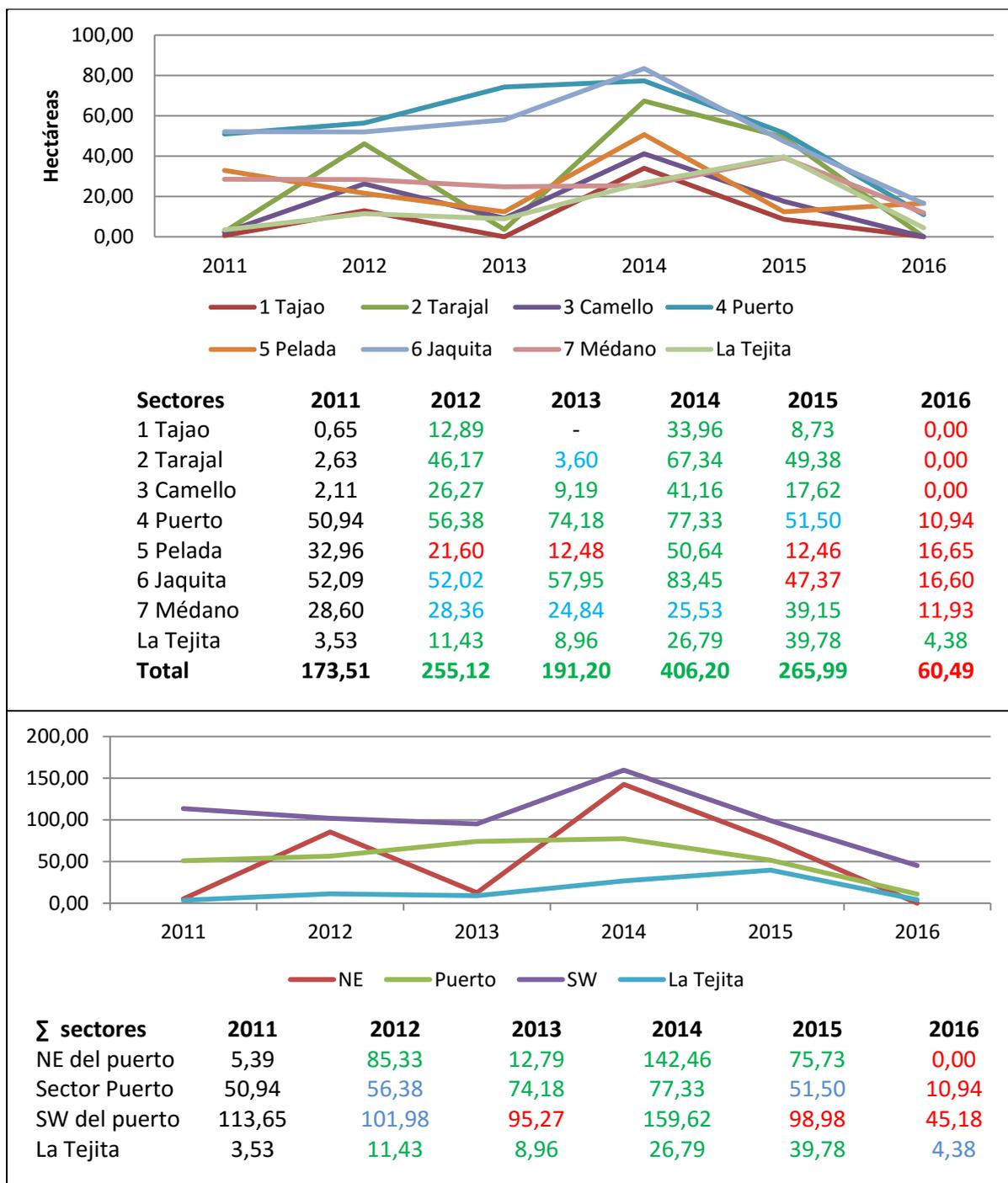
Atentamente

Dr. Antonio Machado Carrillo  
Director del OAG



## 5.2 Evolución del sebadal de Granadilla por sectores (2011-2016)

Extensión de sebadal denso (> 1000 haces/m<sup>2</sup>) y medio (400-1000 haces/m<sup>2</sup>) medido en hectáreas por agregación de cuadrículas de 2,56 m<sup>2</sup> (tamaño del pixel) a partir de imágenes del satélite Worldview2; el sebadal laxo y vestigial no se ha contabilizado. Valores superiores al año de referencia (2011) en color verde; inferiores en rojo, y similares en azul. Fuente OAG.





### 5.3 Niveles de marea a la hora de toma de las imágenes de satélite

	Fecha	Hora	Mareas web (m)	Mareógrafo Granadilla	Mareas	Corriente boya V (cm/s) D (°)
1	18/09/2011	12:28 am	1,02	147 ^	Subiendo	V:30 D:36 ↗
2	29/10/2011	12:23 am	1,51	186 ^	Subiendo	V:37 D:20 ↗
3	01/12/2011	12:11 am	0,98		Baja - subiendo	V:24 D:233 ↙
4	20/12/2011	12:13 am	2,02		Bajando	V:36 D:232 ↙
5	09/01/2012	12:14 am	0,96		Subiendo	V:20 D:35 ↗
6	18/02/2012	12:05 am	1,02	191 v	Bajando	V:03 D:334 ↖
7	08/03/2012	12:06 am	1,07	226 ^	Subiendo	V:08,5 D:28,4 ↙
8	01/04/2012	12:22 am	1,16	158 v	Bajando	V:03,8 D:143,4 ↘
9	06/05/2012	12:33 am	1,32	267 ^	Alta - subiendo	
10	05/06/2012	12:28 am	1,49	259 ^	Alta - subiendo	V:37,4 D:40,33 ↗
11	13/07/2012	12:28 am	1,71	179 v	Bajando	
12	01/08/2012	12:27 am	1,88			
13	14/07/2012	12:05 am	2,05		Alta - sube	V:33,70 D:57,8 ↗
14	08/10/2012	12:20 am	2,16		Baja - sube	V:44,70 D:23,39 ↗
15	10/11/2012	12:03 am	2,26		Subiendo	V: 07,40 D:13,0 ↗
16	15/12/2012	12:13 am	2,32		Subiendo	V:40,50 D:43,25 ↗
17	02/02/2013	12:07 am	0,87	0,87	Subiendo	V:34,87 D:39,29 ↗
19	25/03/2013	12:27 am	2,21	2,21	Subiendo	V:18,33 D:57,93 ↗
20	09/06/2013	12:27 am	1,81	1,81	Bajando	Sin datos - ↗
21	25/07/2013	12:32 am	1,26	1,26	Subiendo	V:09,75 D:44,3 ↗
22	04/10/2013	12:18 am	2,19	2,19	Subiendo	
23	03/12/2013	12:09 am	2,44	2,44	Bajando	V:41,28 D:37,76 ↗
24	0/03/2014	12:10 pm	1,02		Bajando	V:33,50 D:237,5 ↙
25	16/03/2014	12,16 pm	2,2		Alta	V:6,63 D:60,34 ↗
26	01/05/2014	12:21 pm	1,42		Subiendo	V:9,26 D:11,75 ↗
27	22/06/2014	12:03 pm	1,86		Bajando	↙
28	03/07/2014	11:57 am	0,87		Subiendo	↗
29	22/09/2014	12:10 pm	2,15		Alta	-
30	04/01/2015	11:47 am	2,01		Alta, subiendo	V:23,69 D:49,42 ↗
31	02/03/2015	12:00 pm	2,00		Alta, bajando	V:1,69 D:323,34 ↖
32	03/05/2015	11:44 am	1,82		Subiendo	V: 23,94 D: 62,87 ↗
33	01/07/2015	11:53 am	2,02		Subiendo	V: 14,61 D: 56,33 ↗
34	31/07/2015	11:51 am	1,93		Subiendo	V: 22,96 D: 65,89 ↗
35	01/09/2015	12:09 pm	0,98		Subiendo	V: 27,9 D: 65,91 ↗
36	14/12/2015	11:37 am	1,18		Subiendo	V: 4,2 D: 19,4 ↗
37	04/01/2015	11:47 am	2,01		Alta, subiendo	V:23,69 D:49,42 ↗
38	02/03/2015	12:00 pm	2,00		Alta, bajando	V:1,69 D:323,34 ↖
39	2016/04/29	12:12 pm	0,92		Baja, subiendo	V: 18,32 D: 229,12 ↙
40	25/06/2016	12:13 pm	0,73		Baja, subiendo	V: 13,02 D: 197,15 ↙
41	01/08/2016	12:14 pm	2,15		Alta, bajando	
42	01/11/2016	12:05 pm	2,04		Alta, subiendo	
43	02/12/2016	12:06 pm	1,77		Subiendo	V: 14,18 D: 74,79 ↗

\* Mareógrafo de Puertos del Estado; método de presión. \*\* Mareógrafo del Instituto Geológico y Minero; método de radar inverso.



## 5.4 Relación actualizada de las estaciones de muestreo del OAG

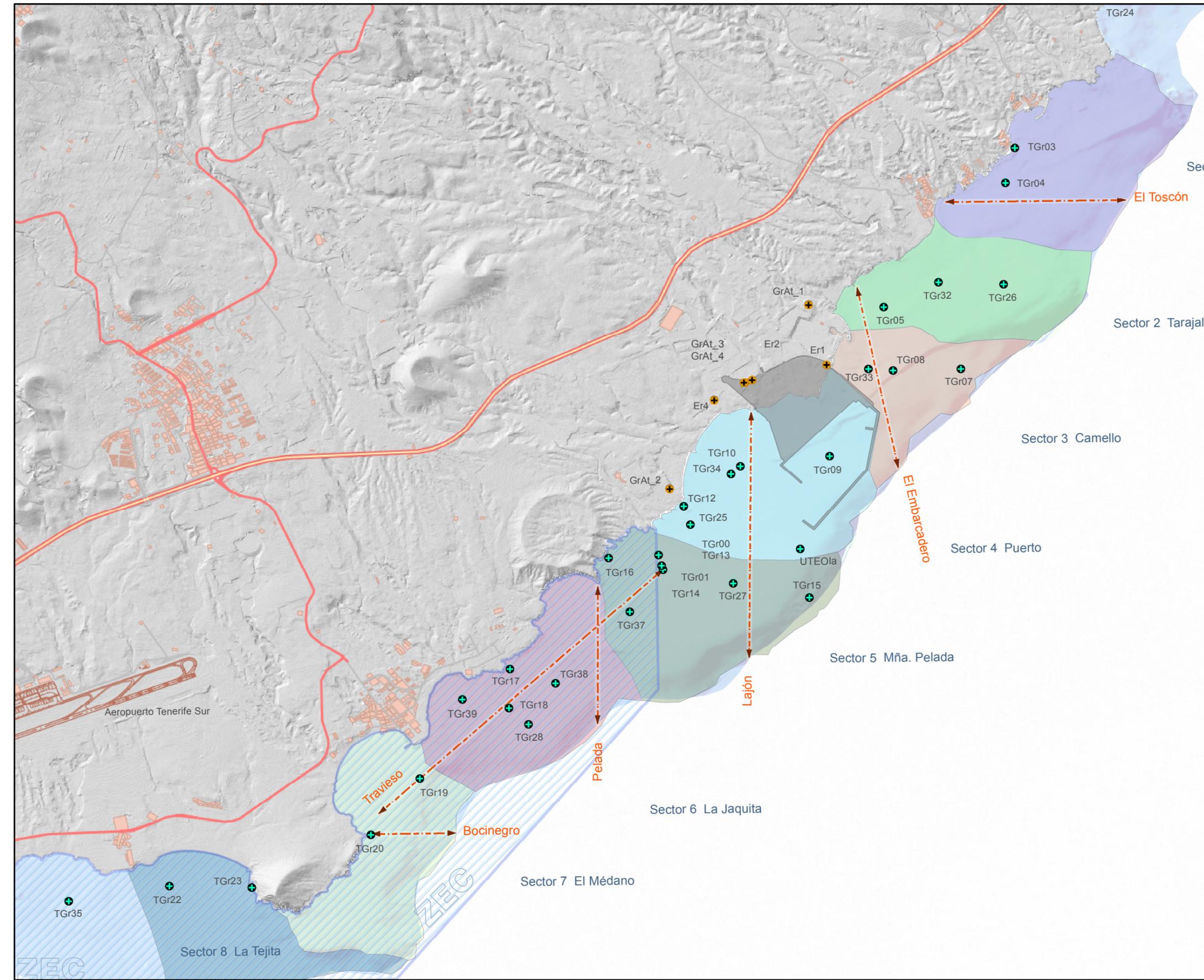
Código	Denominación	Latitud	Longitud	Destino
TGR00	Boya Granadilla	28° 3' 40,230" N	16° 30' 32,076" O	Meteorología, sonda y correntímetro
TGr01	Cueva Trigo	28° 3' 40,230" N	16° 30' 32,076" O	Sonda
TGr02	Tajao I	28° 6' 33,499" N	16° 27' 48,000" O	Sonda, aguas, micro, sedimentos e infauna
TGr03	San Felipe	28° 6' 17,200" N	16° 28' 20,183" O	Comunidad intermareal y erizo
TGr04	La Caleta	28° 6' 4,154" N	16° 28' 23,653" O	Trampa, sonda, agua, sedimentos, seba y microbiología
TGr05	Tarajales	28° 5' 17,482" N	16° 29' 9,075" O	Trampa, sonda, agua, sedimentos, bentos, infauna, demersal, seba, microbiología y estacado
TGr06	Embarcadero	28° 5' 5,14"N	16° 29' 22,65" O	Erizo
TGr07	Camello	28° 4' 54,236" N	16° 28' 40,278" O	Comunidad pelágica
TGr08	Lajón	28° 4' 53,592" N	16° 29' 5,641" O	Trampa, sonda, agua, microbiología, sedimentos, infauna, seba y estacado
TGr09	Dársena	28° 4' 21,402" N	16° 29' 29,298" O	Sonda, agua, micro, sedimentos e infauna
TGr10	Medio	28° 4' 17,543" N	16° 30' 2,731" O	Trampa, sonda, agua, microbiología, sedimentos, infauna, demersal, seba, estacado
TGr11	Bocana	28° 3' 56,404" N	16° 29' 52,329" O	Sonda, agua, micro, sedimentos e infauna
TGr12	Tancón	28° 4' 2,651" N	16° 30' 23,804" O	Com intermareal, bentos y erizo
TGr13	Abejera	28° 3' 45,529" N	16° 30' 32,604" O	Trampa, sonda, infauna, seba y estacado
TGr14	Charcón	28° 3' 38,779" N	16° 30' 31,596" O	Trampa, sonda, agua, microbiología, sedimentos, infauna y seba
TGr15	Pelada	28° 3' 28,328" N	16° 29' 36,898" O	Comunidad pelágica
TGr16	Rajita	28° 3' 43,178" N	16° 30' 51,924" O	Comunidad intermareal y erizo
TGr17	Punta Brava	28° 3' 1,452" N	16° 31' 28,737" O	Comunidad intermareal, bentos y erizo
TGr18	Jaquita	28° 2' 46,776" N	16° 31' 29,094" O	Trampa, sonda, agua, microbiología, sedimentos, bentos, infauna, demersal y seba
TGr19	Médano	28° 2' 20,285" N	16° 32' 2,451" O	Trampa, sonda, agua, microbiología, sedimentos, infauna y seba
TGr20	Bocinegro	28° 1' 59,115" N	16° 32' 20,702" O	Comunidad intermareal, erizo y estacado
TGr21	Chinchorro	28° 1' 45,826" N	16° 33' 43,673" O	Comunidad intermareal
TGr22	Tejita	28° 1' 39,817" N	16° 33' 36,018" O	Trampa, sonda, agua, microbiología, sedimentos, infauna, seba y estacado
TGr23	Montaña Roja	28° 1' 39,322" N	16° 33' 5,143" O	Erizo
TGr24	Las Lisas	28° 7' 13,672" N	16° 27' 41,475" O	Comunidad intermareal y erizo



<b>TGr25</b>	Carrera	28° 3' 55,692" N	16° 30' 21,391" O	Bentos
<b>TGr26</b>	Cambada	28° 5' 26,020" N	16° 28' 24,344" O	Bentos
<b>TGr27</b>	Confite	28° 3' 33,664" N	16° 30' 5,378" O	Bentos y maërl
<b>TGr28</b>	Piedras blancas	28° 2' 40,630" N	16° 31' 21,775" O	Bentos
<b>TGr29</b>	Montelís	28° 1' 40,199" N	16° 32' 15,539" W	Bentos y maërl
<b>TGr30</b>	Trans-Pelada	28° 3' 13,331" N	16° 30' 56,108" O	Bentos
<b>TGr31</b>	Trans-Embarcadero	28° 5' 0,406" N	16° 29' 13,713" O	Bentos
<b>TGr32</b>	Punta Negra	28°5'26,765" N	16°29'48,683" O	Estacado
<b>TGr33</b>	Emisario	28°4'54,178" N	16°29'14,816" O	Estacado
<b>TGr34</b>	Galletita	28° 3' 31,9'' N	16° 30' 58,8'' W	Estacado
<b>TGr35</b>	San Miguel	28° 1' 34,320" N	16° 34' 13,579" W	Maërl
<b>TGr36</b>	Tajao-II	28° 6' 28,197" N	16° 27' 40,199" W	Maërl
<b>TGr37</b>	Ensanchada	28° 3' 22,926" N	16° 30' 43,919" W	Estacado
<b>TGr38</b>	Barca	28° 2' 56,076" N	16° 31' 11,765" W	Estacado
<b>MEDIO TERRESTRE</b>				
<b>TA768</b>	Bco. del Charcón	28° 4' 22,297" N	16° 30' 24,913" O	Plan arqueológico
<b>TA767</b>	Bco. del Charcón	28° 4' 25,191" N	16° 30' 24,697" O	Plan arqueológico
<b>TA422</b>	Bco. del Charcón	28° 4' 23,204" N	16° 30' 28,112" O	Plan arqueológico
<b>TA764</b>	Bco. del Charcón	28° 4' 22,812" N	16° 30' 28,290" O	Plan arqueológico
<b>TA765</b>	Cuevas del Trigo	28° 4' 0,809" N	16° 30' 31,792" O	Plan arqueológico
<b>Parcela A</b>	Montaña Pelada	28° 4' 12,455" N	16° 31' 2,908" O	Estudios de vegetación terrestre
<b>Parcela C</b>	Playa del Medio	28° 4' 41,999" N	16° 30' 6,028" O	Estudios de vegetación terrestre
<b>Parcela C</b>	Playa Las Caletas	28° 4' 40,694" N	16° 30' 6,450" O	Polvo sobre <i>Plocama pendula</i>
<b>Parcela B</b>	Playa del Medio	28° 4' 29,754" N	16° 30' 20,474" O	Polvo sobre <i>Plocama pendula</i>
<b>GrAt_1</b>	Unelco	28° 5' 18,314" N	16° 29' 37,187" O	Captador de polvo
<b>GrAt_2</b>	Iter	28° 4' 9,124" N	16° 30' 29,125" O	Captador de polvo
<b>GrAt_3</b>	Casetas	28° 4' 49,009" N	16° 30' 0,851" O	Captador de polvo
<b>Er4</b>	Polígono	28° 4' 42,416" N	16° 30' 12,445" O	Medidas de ruido
<b>Er2</b>	Casetas	28° 4' 49,946" N	16° 29' 58,336" O	Medidas de ruido
<b>Er1</b>	Rotonda	28° 4' 55,707" N	16° 29' 30,537" O	Medidas de ruido

SEGUIMIENTO AMBIENTAL DEL PUERTO DE GRANADILLA EN FASE DE OBRAS – V 12\_2016

PARÁMETRO	OBJETO DE SEGUIMIENTO	LOCALIZACIÓN	EJECUCIÓN	FRECUENCIA	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	PROTOCOLO METODOLÓGICO	COD.F.
1. PATRIMONIO	1.1 YACIMIENTOS ARQUEOLÓGICOS	Yacimientos TA442, TA764, TA765, TA767 y TA768	OAG	Trimestral	1			1			1			1			1.1 Registro fotogramétrico	A1
2. VEGETACIÓN TERRESTRE	2.1 COMUNIDADES VEGETALES	Parcela testigo A: Montaña. Pelada	OAG	Bienal		1											2.1 Inventario vegetal (abundancias y coberturas) ->2012	B1
		Parcela testigo C: Playa del Medio	OAG	Bienal		1												2.2 Inventario vegetal (abundancias y coberturas) >2011
	2.2 DEPOSICIÓN DE PARTÍCULAS	Parcela C-balo y Parcela B-balo (a doble distancia)	OAG	Anual									1				2.3 Evaluación sobre hojas de balo antes de lluvia otoñal	B3
3. CALIDAD ATMOSFÉRICA	3.1 POLVO EN SUSPENSIÓN	Estaciones GrAt-1, GrAt-2, GrAt-3	OAG	Mensual	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3.1 Muestreo 5 días por 3 captadores en la misma semana	C1
	3.2 NIVEL SONORO	Estaciones ER4, ER2, ER1	OAG	Quincenal	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	3.2 Sonómetro (3 x 1 min/día) y número de aviones	C2
	3.3 MITIGACIÓN DEL POLVO	Zona de obras	OAG	Quincenal	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3.3 Verificación de parque móvil y obras	C4
	3.4 MITIGACIÓN DEL RUIDO	Zona de obras y vías de acceso	OAG	Semanal	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3.4 Verificación de parque móvil y maquinaria	C4
	3.5 MITIGACIÓN LUMÍNICA	Zona de obras y vías de acceso	OAG	Quincenal	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3.5 Verificación durante de instalación de luminarias	C4
4. OCUPACIÓN DEL SUELO Y OBRAS	4.2 SUELO EXTERIOR	Perímetro de la obra y suelo rústico próximo	OAG	Quincenal	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	4.2 Inspección visual de alteraciones	D2
	4.3 TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	Zonas de obras (especialmente área de servicios)	OAG	Mensual	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4.3 Inspección de puntos de generación	D3
	4.4 MITIGACIÓN VERTIDOS ACCIDENTALES	Zona de obras	OAG	Mensual	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4.4 Verificación medidas preventivas	D3
	4.5 USO DE BOLOS Y CALLAOS	Playa La Caleta y zonas de acopio y reutilización	OAG	Mensual	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4.5 Verificación de actuaciones mientras duren	D4
	4.6 INTEGRACIÓN PAISAJÍSTICA	Ámbito terrestre de la obra	OAG	Mensual	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4.6 Control de medidas	D4
	4.7 RESTAURACIÓN ZONA DE OBRAS	Áreas ocupadas por las instalaciones de obra	OAG	Mensual	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4.7 Control de medidas durante y después de dismantelar	D5
	4.8 USO DE FLORA LOCAL	Zonas verdes del ámbito portuario Viario del polígono de industrial de Granadilla	OAG	Trimestral	1			1			1					1	4.8 Verificación visual parterres y jardines	D4
4.9 BALIZAMIENTO MARÍTIMO	Ámbito marino de la obra	OAG	Semanal	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4.9 Verificación de estado	D6	
5. GEODINÁMICA MARINA	5.1 TASAS DE SEDIMENTACIÓN MARINA	Estaciones TGr.04, 05, 08, 10, 13, 14, 18, 19 y 22	OAG	Trimestral			1			1			1			1	5.1 Captadores de sedimentos y granulometría	E1
	5.2 ZONAS DE ACUMULACIÓN DE ARENAS	Estaciones TGr 05, 08, 10, 13, 20, 22, 32, 33, 34, 37 y 38	OAG	Semestral			1						1				5.2 Control de estacas decimetradas	E2
	5.3 ALTERACIONES EN PLAYAS	Playas de La Pelada, La Jaquita, El Médano y La Tejiña	OAG	Semestral					1							1	5.3 Análisis comparado de ortofotos secuenciales	---
6. CALIDAD DEL MEDIO MARINO	6.1 CONDICIONES OCEANOGRÁFICAS	Estaciones TGr.00 (boya) y TGr.01, 02, 04, 05, 08, 09, 10, 11, 13, 14, 18, 19 y 22	OAG	Mensual	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	6.1a Sonda multiparamétrica a plomo	F1
	6.2 CALIDAD QUÍMICA DEL AGUA	Estaciones TGr.,02, 04, 05, 08, 09, 10, 11,14, 18, 19 y 22	OAG + Lab.	Trimestral		1			1			1			1		6.2 Muestreo 2 profundidades y analítica laboratorio	F3
	6.3 CONTAMINACIÓN MICROBIOLÓGICA	Estaciones TGr.02, 04, 05, 08, 09, 10, 11, 14, 18, 19 y 22	OAG + Lab.	Anual								1					6.3 Muestra a 1 m y análisis de enterobacilos	F3
	6.4 CALIDAD DEL SEDIMENTO	Estaciones TGr.02, 04, 05, 08, 09, 10, 11, 14, 18, 19 y 22	OAG + Lab.	Cuatrimestral			1				1				1		6.4 Muestreo con draga , granulometría y analítica química	F5
	6.5 PLUMA DE TURBIDEZ	Costa de Granadilla afectada	OAG	Mensual	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	6.5 Imagen de satélite	F6
	6.6 PREVENCIÓN (Y MITIGACIÓN) DE LA TURBIDEZ	Zonas de relleno en obras en el medio marino	OAG	Mensual o más	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	6.6 Verificación secuencia obras y calidad de relleno	F6
	6.7 RESIDUOS Y VERTIDOS AL MEDIO MARINO	Ámbito marino de las obras	OAG	Semanal	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	6.7 Verificación medidas preventivas y reparadoras	F7
7. BIODIVERSIDAD	7.1 AVIFAUNA	Ámbito terrestre de las obras	OAG	Mensual								1	1	1	1	1	7.1 Control visual de aves criando (evitar movimiento tierras)	G1
	7.2 COMUNIDADES INTERMAREALES	Estaciones TGr.03, 12, 16, 17, 20, 21 y 24	OAG	Semestral				1						1			7.2 Cuantificación presencia de especies indicadoras	G2
	7.3 COMUNIDADES BENTÓNICAS	Estaciones TGr.05, 12, 17, 18, 25, 30 y 31	OAG	Semestral				1						1			7.3a Cuantificación especies indicadoras y conteo peces	G3
		Transectos : El Toscón, El Embarcadero, Lajón, Pelada y Bocinegro	OAG	Semestral			1							1			7.3b Grabación con video arrastrado y análisis imagen	G4
	7.4 INFAUNA	Estaciones TGr.2, 04,05, 08, 09, 10, 11, 13, 14, 18, 19 y 22	OAG + Lab.	Semestral				1						1			7.4 Análisis composición comunidad de poliquetos	G5 y G6
	7.5 COMUNIDADES PELÁGICAS	Estaciones TGr.07 y 15	OAG	Semestral			1						1				7.5 Conteo de peces en tiempos pautado (buceador)	G7
	7.6 CONTAMINACIÓN ANIMALES MARINOS	Estaciones TGr.03, 06, 12, 16, 17, 20, 23 y 24	OAG + Lab.	Semestral				1					1				7.6 Análisis de hidrocarburos y metales en erizos	G9
	7.7 COMUNIDADES DEMERSALES	Estaciones TGr.05, 10, 18	OAG	Semestral				1						1			7.7 Conteo de peces en tiempos pautado (buceador)	G8
	7.8 ESTADO DEL SEBADAL	Estaciones TGr.04, 05, 08, 10, 13, 14, 18, 19 y 22	OAG + TC	Semestral			1						1				7.8 Estudio del estado fisiológico y de desarrollo del sebadal	---
	7.9 Mäerl	Estaciones TGr. 27, 29, 35 y 36	OAG	Semestral				1						1			7.9 Análisis componente vivo en mäerl	G-10
7,10 COMUNIDADES PLANCTÓNICAS	Transectos Norte, Puerto, ZEC	OAG	Trimestral		1			1				1			1	7,10 Análisis de composición del meroplancton	---	
8. MEDIDAS ESPECIALES	8.2 TRASVASE DE ARENA	Ámbito marino de la obra	OAG	Condicionada													8.2 Verificación de actuaciones según proyecto	---
	8.3 CALIDAD ZEC "SEBADALES DEL SUR"	Zec/ Lic Sebadales del Sur de Tenerife	OAG	Condicionada													8.3 Bionomía comparativa (levantamiento completo)	---
	8.4 REHABILITACIÓN DE SEBADAL	Zec Sebadales de San Andrés	OAG + ECOS	Condicionada													8.4 Comprobación resultados de las plantaciones y siembras	---



**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**

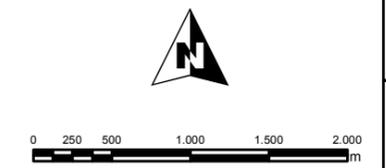
CÓDIGO	DENOMINACIÓN	FONDO (m)
TGr00	Boya de Granadilla	-13,3
TGr03	San Felipe	-2,19
TGr04	La Caleta	-10,32
TGr05	Tarajales	-12,17
TGr07	Camello	-51,5
TGr08	Lajón	-13
TGr09	Dársena	-26,3
TGr10	Medio	-13,53
TGr12	Tancón	-2,3
TGr13	Abejera	-11,09
TGr14	Charcón	-13,99
TGr15	Pelada	-58,05
TGr16	Rajita	-3,18
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
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 vídeo arrastrado    ZEC  
+ estación terrestre    Puerto de Granadilla



**PVA GRANADILLA**  
*Estaciones y transectos de muestreo*

Nº Mapa ANEXO D	<b>Centro de datos</b> 30 - noviembre - 2016
--------------------	---