

www.oag-fundacion.org

OAG_PVA-Gr.4/2021

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

INFORME ANUAL 2020

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

Informe anual 2020

Octubre 2021

SANTA CRUZ DE TENERIFE



OAG (2021). *Seguimiento ambiental del puerto de Granadilla en fase operativa. Informe anual 2020.*- S/C de Tenerife: Observatorio Ambiental Granadilla, pp. 216 [no publicado].



TABLA DE CONTENIDO

| | |
|--|-----------|
| INFORME ANUAL 2020 | 1 |
| 1 INTRODUCCIÓN | 4 |
| 1.1 Antecedentes | 4 |
| 1.2 Objeto y alcance del presente informe..... | 5 |
| 1.3 Avances e informes previos | 6 |
| 2 DESARROLLO DEL PROYECTO Y MEDIDAS CONEXAS | 7 |
| 2.1 Modificaciones y situación de las obras | 7 |
| 2.2 Reposición de arenas en la dinámica litoral..... | 9 |
| 2.3 Medidas compensatorias..... | 12 |
| 2.3.1 A- Establecimiento de una fundación independiente y permanente. | 12 |
| 2.3.2 B1 - Declaración de un LIC para la piña mar | 12 |
| 2.3.3 B2 - Declaración de dos nuevos LIC para el hábitat 1110..... | 13 |
| 2.3.4 B3 - Seguimiento de la tortuga boba..... | 13 |
| 2.3.5 B4 - Restauración del LIC ES7020049 Montaña Roja | 15 |
| 2.4 Trasplante de seba..... | 16 |
| 3 EL SEGUIMIENTO AMBIENTAL | 17 |
| 3.1 Condiciones meteorológicas locales | 17 |
| 3.2 Vigilancia de las obras | 17 |
| 3.2.1 Materiales de acopio externos..... | 17 |
| 3.2.2 Rellenos de las explanadas portuarias..... | 18 |
| 3.2.3 Partículas en suspensión (polvo)..... | 20 |
| 3.2.4 Niveles sonoros..... | 22 |
| 3.2.5 Mitigación lumínica..... | 26 |
| 3.2.6 Dragados | 27 |
| 3.2.7 Derrame accidental de hidrocarburos | 28 |
| 3.2.8 Residuos flotantes y basuras | 28 |
| 3.2.9 Control de la prohibición de la pesca..... | 30 |
| 3.2.10 Señales y balizas | 31 |
| 3.3 Integración paisajística | 32 |
| 3.3.1 Adecuación cromática..... | 32 |
| 3.3.2 Uso de flora local..... | 32 |
| 3.3.3 Uso de bolos y callaos | 33 |
| 3.3.4 Restauración de la zona de obras | 33 |
| 3.4 Geodinámica litoral..... | 33 |
| 3.4.1 Tránsito de arenas por tierra | 34 |
| 3.4.2 Episodios tormentosos | 35 |
| 3.4.3 Nivel medio del mar y oleaje | 35 |
| 3.4.4 Flujo de la corriente | 36 |
| 3.4.5 Tasa de sedimentación | 46 |
| 3.4.6 Balance sedimentario..... | 48 |
| 3.4.7 Alteraciones batimétricas..... | 55 |
| 3.4.8 Basculamiento de las playas | 57 |

| | |
|---|------------|
| 3.4.9 Batimetría y perfil de las playas | 67 |
| 3.5 Calidad del medio marino | 79 |
| 3.5.1 Parámetros oceanográficos | 80 |
| 3.5.2 Calidad del agua..... | 90 |
| 3.5.3 Contaminación microbiológica..... | 99 |
| 3.5.4 Calidad de los sedimentos..... | 101 |
| 3.5.5 Evaluación general del medio físico | 122 |
| 3.6 Biodiversidad marina..... | 124 |
| 3.6.1 Comunidades supramareales..... | 126 |
| 3.6.2 Comunidades intermareales | 129 |
| 3.6.3 Comunidades de peces litorales..... | 134 |
| 3.6.4 Comunidades bentónicas | 137 |
| 3.6.5 Infauna | 139 |
| 3.6.6 Perfiles y cartografía bionómica | 145 |
| 3.6.7 Mapa bionómico | 162 |
| 3.6.8 Especies exóticas | 172 |
| 3.6.9 Efecto arrecife artificial | 177 |
| 3.6.10 Contaminación en organismos marinos | 177 |
| 3.6.11 Desarrollo del <i>maërl</i> | 188 |
| 3.6.12 Estado del sebadal..... | 188 |
| 3.6.13 Evaluación general del sebadal..... | 200 |
| 3.6.14 Evaluación general de la biodiversidad | 202 |
| 3.6.15 Evaluación del estado de conservación de la ZEC ES7020116..... | 203 |
| 4 RECOMENDACIONES | 207 |
| 5 ANEXOS | 215 |





SEGUIMIENTO AMBIENTAL DEL PUERTO DE GRANADILLA EN FASE OPERATIVA

Informe anual 2020

1 INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

La Fundación del Sector Público Estatal Observatorio Ambiental Granadilla (OAG) fue creada por acuerdo del Consejo de Ministros y tiene como objetivo prioritario la vigilancia ambiental del puerto industrial de Granadilla. Esta función propia, que emana de la voluntad del fundador (la Comisión Europea), para garantizar que el puerto de Granadilla se construya y gestione de manera respetuosa con el medio ambiente, 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 Transportes, Movilidad y Agenda Urbana.

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 (2006) que introduce medidas adicionales y compensatorias.

Desde la finalización de la obra de abrigo, quedó perfilado el nuevo esquema de dinámica de las aguas en la costa, punto de inflexión para analizar y monitorizar los impactos asociados. Por todo ello, y a efectos ambientales, el OAG propuso fijar el día 1 de enero de 2017 como la fecha de inicio de la vigilancia ambiental en fase operativa. Los retrasos en las adjudicaciones y comienzo de las obras del muelle de ribera, viarios y rellenos de explanadas, así como la interpretación de la normativa, harán que este plan se prolongue más en el tiempo.

Desde el principio se adoptó un mecanismo dinámico y ágil de reporte a través de la página web del OAG (www.oag-fundacion.org), de modo que la información pueda explotarse sobre la marcha y ser conocida por el público en general. A final del ejercicio se elabora un único informe anual, sin perjuicio de que eventualmente se hayan publicado informes puntuales cuando las circunstancias lo aconsejaran, o de lanzar alertas inmediatas en caso de mediar urgencia. Estos documentos y los informes de la vigilancia ambiental de 2011 a 2020 pueden descargarse desde la página web del OAG.

De cara a la vigilancia ambiental en fase operativa (2017-2021), el OAG ha reformulado un nuevo PVA basado en el redactado por la Autoridad Portuaria en 2005, pero ajustado a los resultados de un análisis sistémico de todo el entorno ecológico de Granadilla (Figura 1) e incorporando la experiencia adquirida durante la fase de obras. Dicho plan, que implica una reformulación sustancial del original, se presentó al patronato en diciembre de 2016, y fue aprobado por la Autoridad Portuaria de Santa Cruz de Tenerife en mayo de 2017, con la anuencia del MAPAMA.

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 2020. Concretamente, se trata de:

- a) Exponer brevemente 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 operativa durante 2020, de la que se ha venido dando oportuna cuenta mediante la web del OAG.
- c) Proponer ajustes al plan de vigilancia en fase operativa en función de los resultados obtenidos durante 2020 y en aras a su mayor eficacia.
- d) Proponer medidas adicionales para mitigar o corregir el impacto de las obras pendientes o del funcionamiento del puerto.

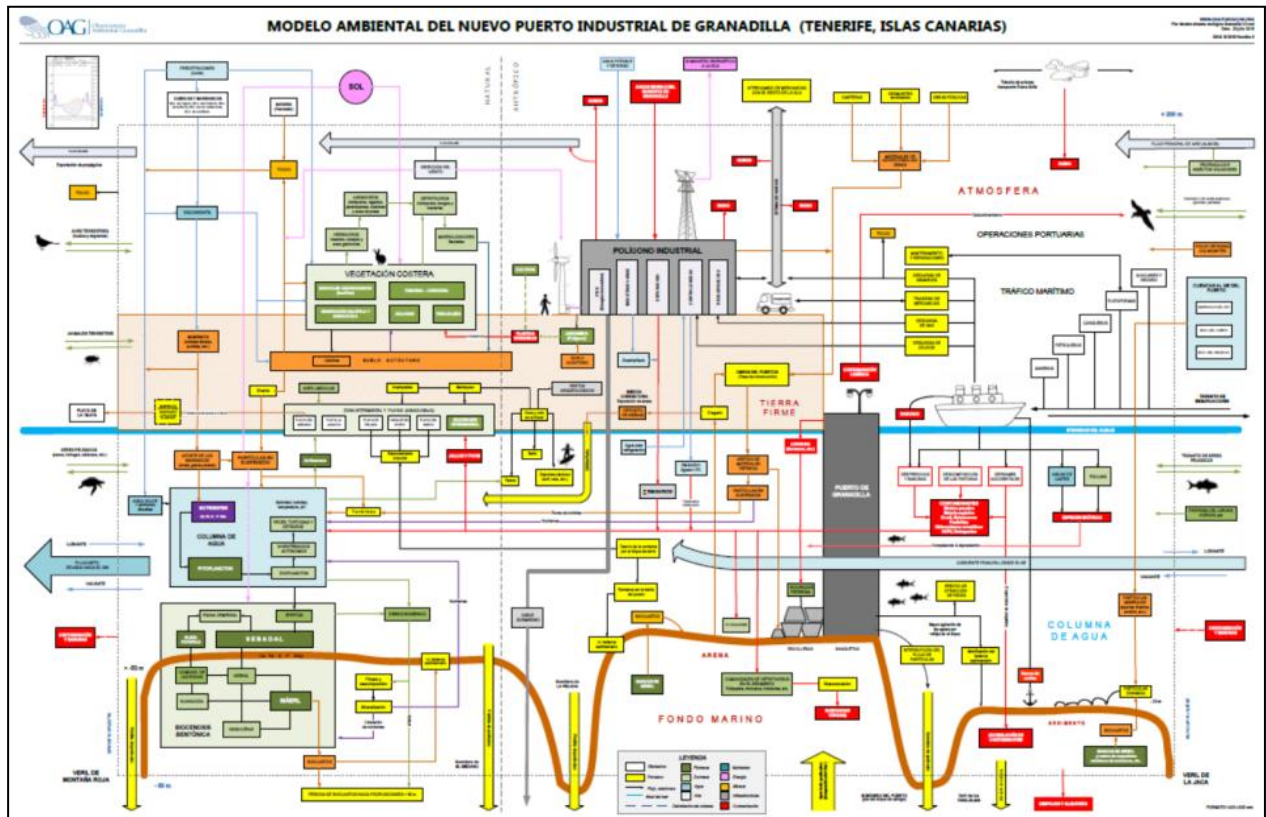


Figura 1. Modelo ambiental del puerto de Granadilla

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 2020** Blooms algales de pequeñas dimensiones en la costa de Granadilla. Parte 1.
- Mayo 2020** El clima local en Granadilla (Actualización).
- Julio 2021** Informe estado del sebadal (*Cymodocea nodosa*) en la campaña de invierno de 2020.
- Julio 2021** Informe estado del sebadal (*Cymodocea nodosa*) en la campaña de invierno de 2020.
- Octubre 2020** Informe sobre la posible incorporación de aguas sucias tratadas a la masa de agua muy modificada ES70TF_AMM2 “Puerto de Granadilla” por parte de la embarcación “Ocean Great White”.

A lo largo del ejercicio no hubo que comunicar incidencias.

2 DESARROLLO DEL PROYECTO Y MEDIDAS CONEXAS

2.1 Modificaciones y situación de las obras

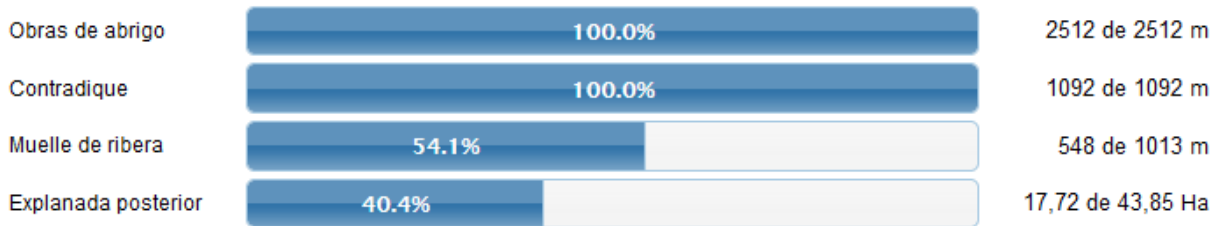
En la página web del OAG hay una sección en la que se muestra el avance de los trabajos mediante imágenes de satélite con la planta prevista del puerto sobrepuesta. El visor empleado (carrusel) permite examinar la serie histórica, ya sea en forma secuencial, adelante o atrás, como por selección directa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

El proyecto “Canalización de pluviales”, mediante la cual se desvió el cauce del barranco Tagoro por todo el perímetro norte del puerto, hasta desembocar en la base de la obra de abrigo, finalizó y fue recepcionado en junio de 2020. Tiene una longitud total de 872 metros y 12 metros de ancho (Figura 2).



Figura 2. Parte de la canalización de pluviales perimetral (8 de mayo de 2020)

Por su parte, el OAG toma fotos de las obras, como las mostradas en la figura anterior, exponiéndose algunas en la página web. En 2020 se han incorporado al banco de fotos 7.265 imágenes (tomadas en 82 días diferentes), con lo que el total disponible desde 2008 asciende a 42.109 instantáneas (incluidas también las fotos de la vigilancia y actividades conexas).



Porcentaje de obra realizada respecto de la proyectada

Situación a 04 de septiembre de 2020

Figura 3. Porcentaje de obra realizada a final de año 2020

La web del OAG muestra también un odómetro (Figura 3) que señala el avance de las obras expresado en porcentaje realizado sobre el total proyectado, así como los principales hitos acontecidos en relación con los trabajos que afectan al medio marino. Como refleja la Figura 3, las obras de abrigo y el contradique están ya al 100%. La medición de la explanada posterior corresponde a la parte que ocupa en el mar y postulada para el presente proyecto (117.000 m²). En el futuro, la explanada total será de aproximadamente 440.000 m².

La explanada del tramo II del muelle de ribera se terminó en agosto de 2019. En abril de 2020 comenzaron los trabajos de los viarios básicos de Granadilla (Figura 4), estando también pendiente el muelle de ribera en los tramos III y IV, a la par que los rellenos de las explanadas que éstos dejarán tras sí.



Figura 4. Comienzo del relleno del viario básico del puerto. Al fondo, el cargadero del contradique

2.2 Reposición de arenas en la dinámica litoral

El puerto de Granadilla cuenta con una importante medida correctora incorporada en el Dictamen de la Comisión, consistente en la reposición de arenas en la dinámica litoral, ya que se anticipaba que el puerto, una vez construido, interrumpiría el desplazamiento natural de las arenas de NE a SW a lo largo de la costa.

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

Los 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 predijeron que tras la construcción del puerto el transporte de fondo se verá incrementado aguas arriba y disminuirá aguas abajo, justo al contrario de lo que se espera que ocurra cuando el transporte es de oleaje. El volumen máximo de sedimentos retenidos es del orden de 2.000 m³ en vez de 50.000 m³ para los que se diseñó el baipás, y los sedimentos no se iban a acumular al pie del dique norte del puerto, sino que se repartirían 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 expuesto en Bruselas ante la Comisión, ya que afectaba a una medida correctora pactada. La Comisión aceptó la nueva solución en diciembre de 2012. El informe general sobre estos cambios está disponible en la web del OAG www.oag-fundacion.org.

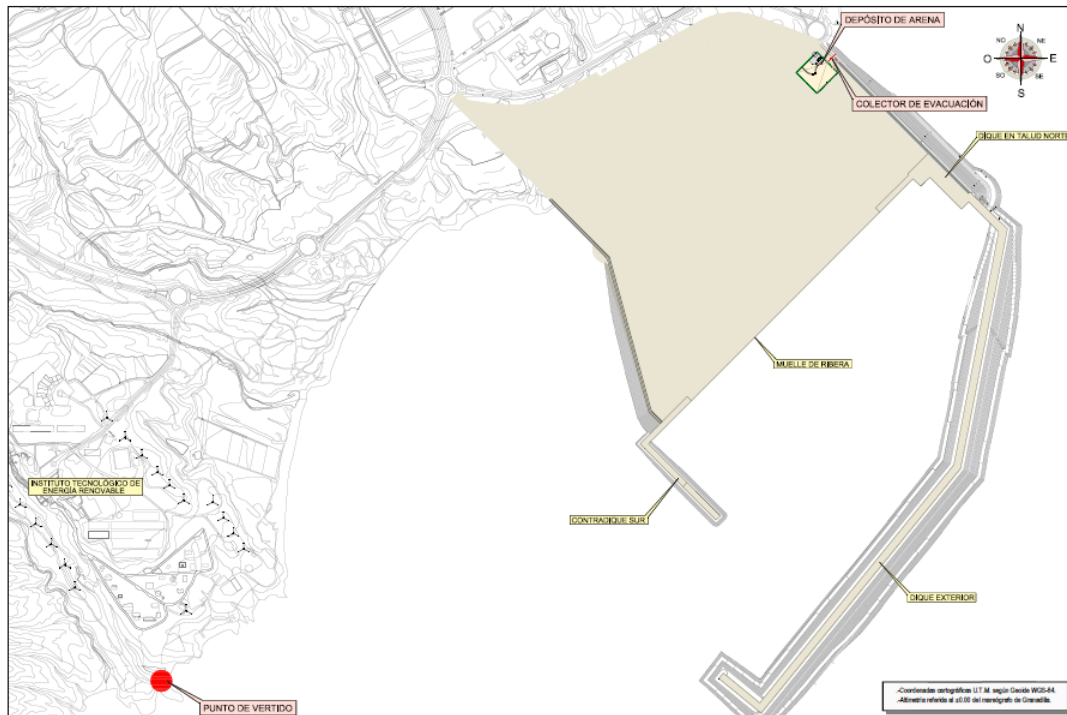


Figura 5. Ubicación del depósito de arena y punto de vertido de la alternativa adoptada

La nueva solución consistió en reponer unos 2.000 m³ anuales mediante descargas puntuales en la costa (Figura 5). Para garantizar la continuidad, se acopiaron unos 20.000 m³ 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 m³. El coste operativo de la nueva solución se estima en unos 50.000 € anuales.

Desde mayo de 2016 se encuentra en su ubicación permanente el depósito de arena (6.000 m³), suficiente para cubrir las necesidades operativas de tres años.

El punto elegido fue el denominado Punta Brava de la Cueva del Trigo, puesto que los puntos estudiados con anterioridad, referenciados en el informe de 2018, no eran compatibles con las Normas de Conservación del Monumento Natural de Montaña Pelada (Figura 6). 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 aun 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.

En noviembre de 2019 se llevó a cabo una prueba de vertido de 8 m³ de arena, exponiéndose sus resultados en el Anexo I del informe anual de 2019.



Figura 6. Punta Brava de la Cueva del Trigo

Se mantiene fondeado un perfilador de corriente en la estación La Jaquita (TGr18) para poder comparar con los valores de la estación Boya (TGr00), en la que hay instalado un correntímetro. Estos datos, juntos con las boyas de deriva, permitirán conocer, mejor aún, las corrientes costeras de la zona.

Una vez seleccionado el punto, la Autoridad Portuaria de Santa Cruz de Tenerife llevó a cabo la redacción del proyecto, solicitando los permisos necesarios para llevar a cabo la actuación. Las obras necesarias para adecuar el punto de vertido, ubicado a una cota de +6 metros, eran:

- Ejecución de un murete de mampostería (continuidad del existente) de piedra basáltica de características similares a la piedra de la zona donde se apoya, empleando una cantidad mínima de hormigón para la unión de mampuestos. La longitud del murete es de 22 metros, el ancho en coronación es de 60-70cm, y la altura mínima 80 cm.
- Para asegurar la descarga del camión era necesario mejorar la pista en la zona del punto de vertido. Para mejorar el firme y uniformidad de pendientes, se debería excavar, regularizar y rellenar la pista existente en el tramo final de la zona de tierras, sin afectar a la rasa rocosa. Posteriormente se hubiera rellenado con zahorra natural similar a la existente, regándose y compactándose en un espesor mínimo de 25 cm.
- En la zona más próxima a la zona de vertido, al estar más expuesta al oleaje y de mayor transmisión de peso al terreno por el basculamiento del camión, se planteó enterrar bajo la zahorra una losa prefabricada de hormigón armado HA-30, de 25 cm de espesor y 5 metros de ancho.
- Por último, para evitar posibles accidentes o golpes al murete y garantizar su buen estado, se planteó la colocación, en la zona de descarga, de 4 bolardos de protección antichoque de acero galvanizado de forma cilíndrica, de 18 cm de diámetro y 5mm de



espesor, separados cada un metros y empotrados con mortero de anclaje de alta resistencia a un dado de hormigón prefabricado HM-30 de dimensiones 0,6 x 0,6 x 1,6 m, que estará enterrado en la zahorra natural que se aportará.

El presupuesto total de la licitación ascendía a 34.020,95 €, siendo el plazo de ejecución estimado de 4 semanas. En diciembre de 2020 se recibe informe desfavorable del Órgano Gestor del Espacio Natural Protegido del Monumento Natural de Montaña Pelada (Área de Sostenibilidad, Medio Ambiente y Seguridad del Cabildo de Tenerife), al estar prohibida por la normativa y el instrumento de planteamiento aplicable, la actividad que se pretende realizar. Será necesario, durante 2021, buscar alternativas viables para garantizar la reposición del flujo de arena, si ésta fuera finalmente necesaria.

2.3 Medidas compensatorias

La situación de las medidas compensatorias exigidas al proyecto de Granadilla no ha experimentado mayores cambios en relación a los últimos informes. Al igual que con el resto del Plan de Vigilancia de Granadilla, la información actualizada sobre ellas puede obtenerse en la página web del OAG. Los códigos que preceden al epígrafe de cada medida corresponden a la numeración con la que aparecen en el dictamen de la Comisión. Las medidas A, B1 y B2 pueden considerarse resueltas, por lo que se incluye aquí una breve sinopsis.

2.3.1 A- Establecimiento de una fundación independiente y permanente.

Desde su creación en 2008, el OAG viene cumpliendo, en completa libertad y sin injerencias de terceras partes en el modo en que desarrolla sus actividades, con los fines para los que fue establecido. Después de trece años de vida, se puede considerar una institución consolidada, más ahora, en la que se han re acotado los fines fundacionales para adaptarlos a la voluntad del fundador. En el epígrafe “Transparencia” de la sede electrónica del OAG se ha puesto a disposición público toda la información existente sobre el funcionamiento de la Fundación.

2.3.2 B1 - Declaración de un LIC para la piña mar

"Declaración de un nuevo lugar de importancia comunitaria (LIC) 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 zona especial de conservación (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 (*Atractylis preauxiana*) 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 un inventario de 43 plantas.

2.3.3 B2 - Declaración de dos nuevos LIC 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 (Figura 7), en Gran Canaria, tanto por parte del Gobierno de Canarias, como del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.

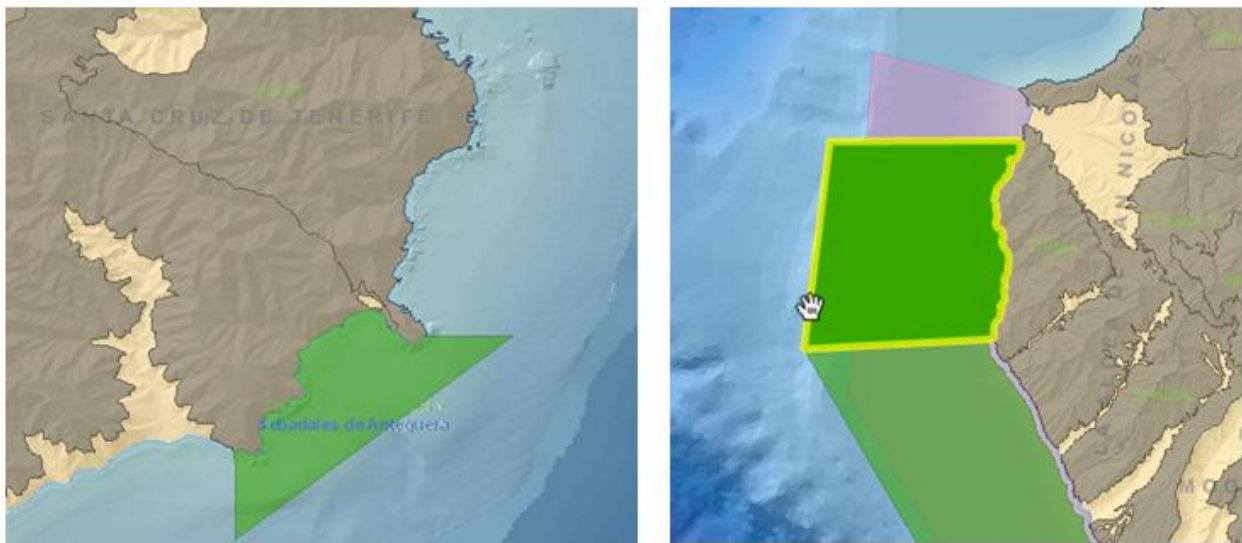


Figura 7. ES7020128 Sebadales de Antequera (izquierda) y ES7011005 Sebadales de Güí-Güí (derecha)

2.3.4 B3 - Seguimiento de la tortuga boba

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

El OAG preparó en 2008 un plan de seguimiento de la tortuga boba y lo ha venido desarrollando desde entonces. En 2013 concluyó la primera evaluación del estado de conservación de la especie en Canarias, correspondiente al periodo 2008-2012, con el resultado de “desfavorable-inadecuado” según los criterios vinculados a la Directiva Hábitats, y “preocupación menor”, aplicando los criterios de la UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza). También se descartó en esa misma evaluación que la construcción del nuevo puerto pudiera repercutir negativamente sobre su contingente local, y menos sobre la especie.



El seguimiento de una especie de interés comunitario es de interés general y responsabilidad de los Estados miembros. El OAG continuará realizando los tres censos relativos anuales (Fuerteventura, Gran Canaria y Tenerife) que implican el plan de seguimiento (Figura 8), y hará una evaluación quinquenal. El último realizada corresponde al período 2013-2017¹ y se puede consultar en la web del OAG y sus resultados indican una situación “favorable” para todos los descriptores considerados (criterios CE): Rango, población, hábitat y perspectivas de futuro, lo que implica una mejoría respecto de la evaluación anterior, como en otras evaluaciones de mayor ámbito, consecuencia de que la UICN haya rebajado el nivel de protección de la especie de “en peligro” a “vulnerable”. La evidencia reunida abunda en la conclusión nº 4 del director del proyecto Life B4-2200/97/247 (López-Jurado, 2004): “La construcción del proyectado puerto de Granadilla no afectará en absoluto a la posible presencia o paso de la tortuga marina *Caretta caretta* en el LIC aledaño.”



Figura 8. Mapa de las tres áreas de muestreo establecidas en el archipiélago. Se muestran los polígonos creados considerando una distancia desde tierra de 3mn (polígono menor) y 6mn (polígono mayor)

Las campañas de censo relativo de 2020 se realizaron en noviembre (Gran Canaria), diciembre (Tenerife) y enero de 2021 (Fuerteventura), con avistamientos de 11, 2 y 2 tortugas, respectivamente (Tabla 1, datos en negrilla).

Tabla 1. Especies avistadas durante las últimas campañas de tortuga boba
T = Tenerife, C = Gran Canaria y F = Fuerteventura

| Especie | Campaña 2020 | | | | | |
|------------------------|--------------|---|---|------------|---|---|
| | Grupos | | | Ejemplares | | |
| | T | C | F | T | C | F |
| Balaenopteridae | | | | | | |
| Cachalote | | | | | | |
| Calderón gris | | | | | | |

¹ OAG (2018). Estado de conservación de la tortuga boba (*Caretta caretta*) en las Islas Canarias, 2017. Santa Cruz de Tenerife; Observatorio Ambiental Granadilla; OAG_PSTB/2018.1, 34 páginas.

| | | | |
|--------------------------------|---|----|-----|
| Calderón tropical | 1 | 1 | |
| Charrán común | | | |
| Delfín común | | | |
| Delfín de diente rugoso | | | |
| Delfín listado | | | 1 |
| Delfín moteado | 1 | 1 | |
| Delfín mular | 1 | 1 | 1 |
| Gaviota | 1 | 1 | |
| Garceta común | | | |
| Petrel de Bulwer | | | |
| Pardela | 1 | 1 | |
| Rorcual indeterminado | | | |
| Rorcual común | | | 1 |
| Rorcual tropical | | | 1 |
| Tiburón martillo | | | 1 |
| Tortuga boba | | 11 | 2 2 |
| Zifio de Blainville | | | |
| Zifio de Cuvier | | | |
| Zifio indeterminado | | | |

Las medidas que el OAG planteó en 2013 para Canarias a fin de contribuir a aliviar las presiones adversas sobre la especie en el Atlántico Norte, siguen siendo válidas:

- 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.
- Reforzar la red local de alerta 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.).
- 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.

2.3.5 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. En las últimas visitas realizadas (diciembre 2020) 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. El número de visitantes observado durante las visitas periódicas por parte del personal del OAG sí



parece haberse visto incrementado después de la pandemia, incluso con ensanchamiento de caminos por aumento del tránsito.

La vegetación persiste, dependiendo su evolución (acumulación de fitomasa) fundamentalmente de la pluviometría, que en 2020 ha sido baja (7,61 l/m² de precipitación media y un acumulado anual de 91,4 l/m²), con lluvias muy dispersas.

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. En 2020 continúan las reuniones para llegar a un consenso.

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, por lo que se insta a la Autoridad Portuaria y al Cabildo de Tenerife a llegar a un consenso.

2.4 Trasplante de seba

Una de las medidas compensatorias –aunque condicionada– establecidas en la declaración de impacto ambiental (DIA) de Granadilla se centra en los sebales. El proyecto se realiza fuera de los límites de la ZEC ES7020116 «Sebales 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 sebal 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 sebales», [...] que contemplará la replantación de Cymodocea nodosa en previsión de que el 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.

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.

Llegado el caso y de mantenerse la medida compensatoria pese a su dudosa viabilidad, sería preferible ensayar con las técnicas aplicadas en la bahía de Gando, en la isla de Gran Canaria, por el proyecto CYMOLAB (Proyecto piloto de recuperación y repoblación de los sebedales canarios). Los ensayos se realizaron junto a un sebedal existente. Las plántulas germinadas en laboratorio a partir de semilla, son protegidas al plantarlas con malla bien anclada, con rafia, y no se les incorpora fertilizante; así lograron prosperar e incluso algunas desarrollaron rizomas². Nótese que se plantaron próximas a un sebedal existente; es decir, donde las condiciones ecológicas son presumiblemente adecuadas, por lo que se puede considerar más un caso de reforzamiento que de plantación *ex-novo*.

3 EL SEGUIMIENTO AMBIENTAL

El esquema del seguimiento ambiental del puerto en fase operativa difiere un poco del que se venía aplicando en fase de obras (ver justificación en PVA 2017-2021), sobre todo en lo que concierne al medio terrestre. No obstante, se deben mantener algunos epígrafes ya que aún existen obras pendientes de realizar (muelle de ribera, viarios, relleno de explanadas, etc.).

3.1 Condiciones meteorológicas locales

En el informe anual del año 2019 se realizó una actualización de la evolución de las condiciones meteorológicas locales (Anexo II del informe del año 2019). Dicha actualización se volverá a llevar a cabo en el informe de 2021. El anexo puede consultarse en el mencionado informe, en el enlace:

<https://www.oag-fundacion.org/index.php/documentosbibliografia/documentos-del-oag>.

3.2 Vigilancia de las obras

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

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,

² Tuya *et al.* (2017). *Artificial seagrass leaves: a 'shield' to increase the survivorship of seagrass seedlings transplants*". Publicado en *Aquatic Botany* 136: 31–34.



para la obtención de materiales de construcción, se llevará a cabo contando con los permisos y autorizaciones de los órganos del Gobierno de Canarias competentes en la materia.

Se presume que los materiales que restan por incorporarse a las obras del puerto procederán en su mayoría de la excavación del colindante Polígono Industrial de Granadilla, aunque podrían ser necesarios otros aportes externos, incluyendo material dragado de dentro del mismo puerto. El muelle de ribera y la explanada requieren todavía 4.500.000 m³ por lo que el OAG seguirá con las mismas verificaciones que durante la fase de obra.

Durante el año 2020 se han producido aportes externos de material provenientes de 4 puntos de préstamo, con un total de 199.129 metros cúbicos. Los puntos de préstamo, sus características y aportes, son detallados en el anexo I.

3.2.2 Rellenos de las explanadas portuarias

Está previsto que antes de acometerse el relleno de la explanada del muelle de ribera, deberá cerrarse dicho recinto a fin de que la turbidez que se genera quede contenida en él. Desde el punto de vista ambiental, dicho cierre podrá sustentarse sobre todo-uno, pues la zona se encuentra al abrigo del dique exterior y ya no precisa de una berma de escollera. Este cierre debe realizarse con material sin pumitas, puesto que puede producir acumulaciones importantes en superficie, al ser material pétreo flotante. Además:

- a) Al persistir ejemplares de seba en la zona de relleno es preciso contar con la prescriptiva autorización del MAPAMA por tratarse de una especie catalogada.
- b) Durante el relleno de la cubeta e controlará que no se emplea como material de relleno residuos tales como chatarras, ruedas, bidones, o restos vegetales.
- c) La vigilancia de vertidos accidentales se mantiene mientras duren las obras con trasiego de vehículos pesados.

En junio de 2020 comienzan los vertidos de la ataguía del relleno de la explanada provisional de Granadilla (Figura 9 y Figura 10), desde el punto de préstamo de materiales de “Polígono 2” (Ver fichas de materiales).



Figura 9. Camión vertiendo el 3 de junio de 2020



Figura 10. Relleno de la explanada provisional, paralela al futuro viario (julio de 2020)



3.2.3 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, que en 2020 siguen siendo 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. Las mediciones de polvo fueron reactivadas desde mayo, aunque diversos problemas con los captadores impidieron su funcionamiento hasta agosto.

Para mitigar el nivel de polvo, las pistas siguen siendo regadas aunque, con el paso de los camiones durante estos años, se ha compactado el suelo en las pistas que se mantienen operativas. Los problemas más importantes de polvaredas tuvieron lugar en la zona de la explanada principal (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**) y en la zona de separación de áridos (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**). Este último caso, hizo que la llegada de áridos finos a la playa colindante fuera alta (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**). Desde el punto de vista del OAG las medidas de mitigación tardaron demasiado (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).



Figura 11. Polvaredas de considerables dimensiones durante los trabajos de relleno de la explanada principal del puerto (agosto de 2020)



Figura 12. Polvaredas generadas durante la separación de los áridos (agosto de 2020)



Figura 13 Playa colindante con polvo fino proveniente de la obra. Desde octubre de 2020 se puede considerar limpia de éste (septiembre de 2020)



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.

| Año 2020 | ENE | | FEB | | MAR | | ABR | | MAY | | JUN | | JUL | | AGO | | SEP | | OCT | | NOV | | DIC | |
|--------------------|-----|---|-----|---|-----|---|-----|---|-----|---|-----|---|-----|---|-----|---|-----|---|-----|---|-----|---|-----|---|
| Riego de pistas | B | B | B | B | B | B | B | R | B | B | M | M | R | R | R | R | R | R | R | R | R | R | R | R |
| Refuerzo del riego | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | M | M | M | M | M | M | M | M | R | R | R | R | R | R |
| 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 |

Nota (Agosto 2020): las polvaredas siguen siendo muy considerables.

Nota (Julio 2020): la polvareda de la explanada del muelle de ribera es importante y debe minimizarse. Ocurre igual con la zona de separación de materiales al inicio del contradique.

Nota (Junio 2020): los riegos de las pistas internas y de la explanada deben de incrementarse porque se ven polvaredas importantes.

Nota (Abril 2020): los riegos de la pista de acceso de los camiones con materiales de préstamo externos son frecuentes, pero no se está regando las pistas por las que transitan los camiones que van a los acopios internos.

Nota (Enero 2020): hay escasos movimientos en la obra y las pistas están bastante compactadas lo que hace que no sea necesario regar con la intensidad inicial.

Figura 14. Extracto de lo informado en la web del OAG

3.2.4 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 parecía inadecuada en una zona industrial y de obras. A la vista de los resultados obtenidos dicho esquema se cambió por una medición quincenal de un minuto en las tres estaciones definidas (se presentan en gráficas separadas).

Los parámetros a medir y los valores de referencia obtenidos del informe de la fase previa del programa de vigilancia ambiental (2007 y 2008) (Tabla 2).

Tabla 2. Valores de referencia para el ruido. El OAG emplea un sonómetro Cesva SC160 (tipo2)

| 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 |



Figura 15. Estaciones de medición de partículas en suspensión (GrAT) y de ruido (Er)

Aunque el plan de vigilancia ambiental en fase operativa comenzó en 2017, se decidió mantener los muestreos con la misma periodicidad, quincenalmente. Aunque está acabada gran parte de la obra, pueden haber grandes movimientos de áridos y maquinaria, por lo que se mantiene la periodicidad quincenal, siempre que sea posible. Las estaciones de muestreo se representan en la Figura 15 .



También se descartaron las mediciones del nivel sonoro nocturno por ser horario en el que no se trabaja en las obras, 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 Tabla 3)
- 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.

El máximo nivel de presión sonora en un minuto ha superado de promedio el 41,00% de las veces el nivel basal de 73,51 db medido en 2020. Los niveles diarios superan el 33,33% (ER1), el 44,44% (ER2) y el 26,39% (ER4) de las veces el límite establecido por la ordenanza municipal para instalaciones industriales en el medio urbano (promedio de 54,94%) (Tabla 3)

Tabla 3. Veces que se supera el máximo nivel de presión sonora (1 minuto /quincena) en 2019 y 2020

| 2019 NS máx | Total de medidas | Superan 65 db | Proporción | Superan 73,51 db | Proporción | Superan 80 db | Proporción |
|-----------------------|---------------------|------------------|------------|---------------------|------------|------------------|------------|
| ER1 – Rotonda | 54 | 36 | 66,67% | 24 | 44,44% | 21 | 38,89% |
| ER2 – Casetas | 54 | 49 | 90,74% | 48 | 88,89% | 47 | 87,04% |
| ER4 - Polígono | 54 | 52 | 96,30% | 43 | 79,63% | 21 | 38,89% |
| Promedio 1 min | 54 | 46 | 84,57% | 38,33 | 70,99% | 29,66 | 54,94% |
| 2020 NS máx | Total de medidas | Superan 65 db | Proporción | Superan 73,51 db | Proporción | Superan 80 db | Proporción |
| ER1 – Rotonda | 72 | 70 | 97,22% | 38 | 52,78% | 24 | 33,33% |
| ER2 – Casetas | 72 | 63 | 87,50% | 50 | 69,44% | 32 | 44,44% |
| ER4 - Polígono | 72 | 64 | 88,89% | 35 | 48,61% | 19 | 26,39% |
| Promedio 1 min | 72 | 65,67 | 91,20% | 41,00 | 56,94% | 25 | 34,72% |

Un año más el ruido ha crecido en comparación con la situación previa a las obras (valores medios) en todas las estaciones, al haberse incrementado, los movimientos de maquinaria en la zona como consecuencia de la reactivación de las obras.

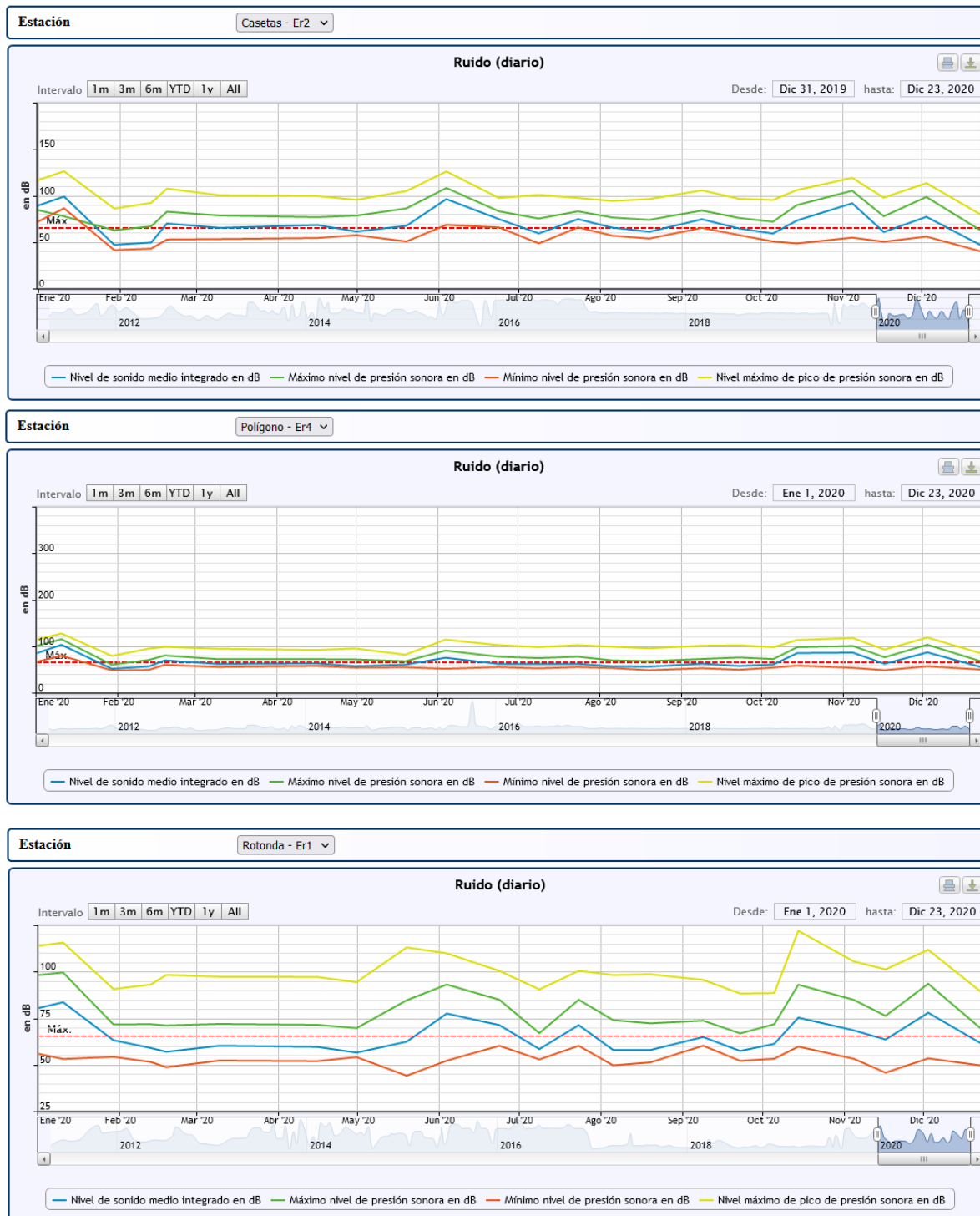


Figura 16. Medición del ruido diario en 2020 (1 minuto cada quincena) en las tres estaciones ER



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.

3.2.5 Mitigación lumínica

Muchas aves marinas regresan a tierra durante la noche y pueden verse deslumbradas por las luces del recinto portuario. A tal fin, se informa al personal portuario el modo de proceder en caso de encontrar un ave deslumbrada (p.ej. pardela). Todas las luminarias instaladas debían cumplir los siguientes requisitos:

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

Las lámparas instaladas, de tipo *Clearway* vidrio plano, 4000 K y potencias de 50, 70 y 90W, se integran en la plataforma *City Touch*, que permite su regulación lumínica punto a punto.

El OAG considera conveniente, y así lo recomienda, su apagado selectivo entre los meses de septiembre a diciembre para evitar el deslumbramiento de pardelas. Así mismo, se debería procurar que durante estos meses las luminarias de las embarcaciones atracadas sean las mínimas e imprescindibles. En la Figura 17 se muestran dos de las embarcaciones atracadas en el puerto. La estación petrolífera de la izquierda cumple con las indicaciones llevadas a cabo por la APSCTFE manteniendo únicamente encendidas las luces que, por seguridad, debe tener encendidas. La plataforma de la derecha, es el caso contrario; debiendo hacer caso a las indicaciones recibidas, más aún, cuando la foto fue tomada en noviembre, cuando los pollos de pardela regresan al mar.



Figura 17. Ejemplo de mitigación lumínica correcta (izquierda) e incorrecta (derecha)

3.2.6 Dragados

La destrucción del sebadal local ocasionada durante los dragados es una de las consecuencias negativas asumidas de la construcción del nuevo puerto. El dragado de los fondos ocupados por el contradique se inició en marzo de 2012 y se prolongó durante 2013. Genera turbidez local y el desenraizamiento de la seba que allí crece. Los dragados vinculados a la preparación de la banqueta del muelle de ribera son importantes, arrancaron en 2014 y concluyeron en 2017. Sus efectos se limitan bastante al producirse en el recinto interior del 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 de aplicación al caso, ya que el recinto portuario bien podría no considerarse ya un hábitat natural. Dicha autorización se recibió a comienzos de 2017.

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



que existe la prescriptiva autorización del Ministerio. Durante 2020 no se han llevado a cabo dragados.

3.2.7 Derrame accidental de hidrocarburos

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

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

El mencionado Plan Interior Marítimo fue redactado por la Autoridad Portuaria de Santa Cruz de Tenerife y remitido a la Capitanía Marítima provincial, que solicita algunas modificaciones, que a la fecha de redacción de este informe (octubre de 2020) están por concluir.

Actualmente no repostan buques en Granadilla.

3.2.8 Residuos flotantes y basuras

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

Por su parte, el OAG:

- a) Comprobará semanalmente y de modo no regular, la eventual presencia de residuos flotantes y las labores de inspección y limpieza.
- b) Verificará que los residuos sólidos son debidamente tratados por gestor autorizado.

En 2020 no se dispone de la embarcación de limpieza necesaria. En 10 de las 52 semanas del año se observan distintos tipos de basuras flotando. Se informa a la Autoridad Portuaria y se da reporte en la web.

Durante la fase de realización de la ataguía del viario básico, se produjeron vertidos de material que tenían gran cantidad de pumitas, que flotan y pueden salir del puerto (Figura 18 y Figura 19). El OAG lo puso en conocimiento de la APSTFE, que rápidamente cambió el origen del material para la ataguía, procediendo, una vez cerrado el perímetro, al vertido del material pumítico dentro del recinto ya cerrado.



Figura 18. Acumulación en el contradique de pumitas (piedra pómez) tras los vertidos (con vientos del Noreste)



Figura 19. Acumulación en el pantalán de servicio de pumitas (piedra pómez) tras los vertidos (con vientos del Sureste)

3.2.9 Control de la prohibición de la pesca

La DIA ha valorado como impacto ambiental positivo del puerto el llamado “efecto arrecife artificial”, que refleja el desarrollo de nuevas biocenosis sobre el sustrato rígido que suponen las escolleras y muros del puerto. Estas biocenosis pueden verse alteradas por la proliferación de erizos, con riesgo de desarrollarse como un blanquizal, por lo que se ha determinado la prohibición de pesca para evitar la captura de especies depredadoras de erizos. También es conocido el incremento de especies pelágicas que se produce alrededor de las infraestructuras portuarias. El OAG verifica semanalmente la presencia eventual de pescadores dentro de las instalaciones portuarias. Durante todo el 2020 no se observó ningún pescador deportivo dentro de las instalaciones. Por fuera de las instalaciones se han observado a barcos pesqueros cogiendo carnada (Figura 20) o echando nasas.



Figura 20. Pesquero cogiendo carnada mediante red de cerco en el contradique

3.2.10 Señales y balizas

Para seguridad del tráfico marítimo, el límite de las obras marítimas ha de señalizarse con balizamiento de seguridad homologado y el OAG se ha ocupado de comprobar su buen estado y funcionamiento mientras duraron las obras. Una vez concluidas las obras de abrigo, el 26 de septiembre de 2017 se retiran las boyas ya que las marcas cardinales colocadas en los espaldones ya están operativas, al igual que la marca cardinal sur. Esta actividad de vigilancia cesa a partir de octubre 2017.

El OAG se ha percatado de la gran afluencia de amantes de los deportes náuticos en la zona protegida que deja el contradique a los vientos predominantes del Noreste. Es común observar a *buceadores, windsurfistas, kites, wingsurfistas, kayacs*, etc. (Figura 21) cruzando la bocana del puerto, por lo que el OAG insta a la APSCTFE a que, lo antes posible, de cara a la creciente actividad portuaria, instale boyas perimetrales perpendiculares al contradique, delimitando el canal de acceso, o llegue a acuerdo con el Ayuntamiento de Granadilla para delimitar la zona de baño y deportes náuticos, para evitar un posible accidente. No estaría de más poner carteles informativos en las playas colindantes, cada vez más frecuentadas.



Figura 21. Windsurfistas cruzando la bocana (Febrero de 2020)

3.3 Integración paisajística

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

3.3.1 Adecuación cromática

En las fachadas de las naves se empleará preferentemente colores de las gamas dominantes en el entorno natural (amarillos, ocre, tierras, etc.), y se procurará evitar el uso de materiales que no reflejen excesivamente la luz natural. En general, se busca no generar contrastes cromáticos disonantes con el entorno paisajístico. En 2020 no se ha construido ninguna nave ni edificio. De manera provisional, se han dispuesto unas oficinas móviles en la base de la obra de abrigo para las dependencias de la policía portuaria y Guardia Civil.

3.3.2 Uso de flora local

Las especies de flora nativa que se recogieron al comienzo de los trabajos de desbroce de la zona portuaria, fueron llevadas al vivero del Cabildo Insular de Tenerife, ubicado en el Municipio de Fasnia. Luego, las plantas que sobrevivieron al trasplante (aprox. la mitad) han sido empleadas en jardinería en diversos puntos de la isla hasta agotarse. Ello no obsta para que se procure emplear flora autóctona en las zonas verdes y los viarios del puerto, que podría proceder, por ejemplo, de los desmontes del vecino polígono industrial. En 2020 aún no están ejecutados viarios ni jardines por lo que esta medida no puede valorarse durante este año.

3.3.3 Uso de bolos y callaos

Los bolos y callaos acopiados se emplearán en labores de integración paisajística. Estos bolos y callaos deberán servir para poner en valor el recurso estético y geológico, bien empleándolo en restauración o mejora de playas homólogas, o en integración paisajística costera, evitando en todo caso su enterramiento o machaqueo. Se comprobará quincenalmente su ubicación (Figura 22) y volumen, y se verificará finalmente su destino y uso.



Figura 22. Acopio de callaos en su ubicación actual (Febrero de 2020)

3.3.4 Restauración de la zona de obras

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

3.4 Geodinámica litoral

El esquema general de la dinámica litoral y sedimentaria de la costa de Granadilla se conoce actualmente con mayor rigor y precisión gracias al 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*. Durante la fase de obras y en los primeros años de fase operativa se ha venido recogiendo información sobre los



parámetros básicos (intensidad y dirección de la corriente) y de la dinámica sedimentaria (turbidez, sedimentación, etc.). Concluido el dique exterior, es cuando se conformó el nuevo esquema de la dinámica litoral. La modificación de la dinámica litoral es la consecuencia más importante del nuevo puerto, al margen de que su relevancia sea mayor o menor según la capacidad de resiliencia del sistema ecológico costero, y de los intereses de la sociedad.

3.4.1 Tránsito de arenas por tierra

El Plan de Vigilancia Ambiental del puerto de Granadilla original (PVA, 2007) contempló la posibilidad de que la playa de La Tejita y el campo de dunas de la zona se vieran mermados por una disminución del flujo de arenas procedentes por vía eólica desde la playa del Médano, como consecuencia de las obras del nuevo puerto. Las campañas de seguimiento del campo de dunas realizadas en fase previa (2005-2008) concluyeron que dicho campo está detenido debido a la vegetación y obstáculos existentes así como al efecto pantalla de las edificaciones de El Médano, considerando exigua la cantidad de arena transportable. El transporte real estimado rondaba entre 1.250 y 4.000 m³ anuales, muy inferior al transporte potencial calculado (4.000 - 21.500 m³ año). Ver Figura 23.



Figura 23. Franja de transporte eólico de arenas desde la bahía de El Médano

El OAG descartó realizar un seguimiento del transporte eólico de arenas hacia la Tejita durante la vigilancia ambiental en fase de obras para comenzar con él una vez construidos el dique de abrigo del puerto, momento a partir del cual podrían producirse cambios en dinámica litoral de la arena. Los resultados obtenidos (el estudio completo se puede consultar en el Anexo correspondiente del informe anual de 2017. OAG_OVA.Gr_9/2018) muestran un flujo heterogéneo a lo largo de la franja de transporte, atribuido a los accidentes que existen en la

fuentes de arena. Las coladas de lava piroclástica que alcanzan la playa de Leocadio Machado encauzan la arena por las dos o tres barranqueras que lo interrumpen. Así se explica que en algunos tramos del Llano de Rojas el transporte es prácticamente nulo y no porque falte capacidad potencial de transporte.

Para 2020, se calcula tanto el flujo por separado del año 2020, como el acumulado de los años 2017, 2018, 2019 y el propio 2020. La Tabla 4 resume los datos obtenidos en los cuatro años.

Tabla 4. Datos obtenidos con cálculos para los años 2017, 2018, 2019 y 2020 y el acumulado

| Año | Flujo anual en toda la franja (Tm/m ³) | Flujo anual que se dirige a Tejita (82,4%)(Tm/m ³) | Tasa por hora (gr/m/h) |
|----------------------------|--|--|------------------------|
| 2017 | 5.594 / 3.901 | 4.710 / 3.284 | 735 |
| 2018 | 1.533 / 1.069 | 1.290 / 890 | 201 |
| 2019 | 10.536 / 7.348 | 8.871 / 6.186 | 1.85 |
| 2020 | 16.437/11.462 | 13.839/9.651 | 2.160 |
| Acumulado (2017 + 2018) | 3.716 / 2.592 | 3.129 / 2.182 | 489 |
| Acumulado (2017+2018+2019) | 3.985 / 2.779 | 3.355 / 2.340 | 524 |
| Acumulado | 6.245/4.355 | 5.285/3.667 | 821 |

El flujo anual en 2020 de arena en toda la franja se ha estimado en 16.437 Tm o 11.462 m³, de los cuales, el 84,2%, es decir, 13.838 Tm o 9.651 m³ son los que en principio se dirigen hacia La Tejita, mientras que el 15,8% restante se pierde al sur de Montaña Roja.

La tasa de transporte horario equivale a 2.160 gr/m/h. Para estos cálculos se ha usado una densidad de arena de 1,43 g/cm³ (media de cinco muestras tomadas en la zona). Si comparamos los datos del 2020 con años anteriores se observa un aumento considerable de transporte de arena.

3.4.2 Episodios tormentosos

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

Durante 2020 ha habido muy pocas precipitaciones, no existiendo ningún episodio tormentoso de consideración.

3.4.3 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 tiene preparado el proyecto de instrumentación del nuevo puerto, en el que se contempla su reposición por otro igual, de presión. A día de hoy aún no ha sido instalado, y no vemos motivo para que se demore más la instalación.

En la actualidad, Puertos del Estado suministra en su página web (www.puertos.es) información relativa a la estación “mareógrafo de Granadilla”. El mareógrafo que había en Granadilla no se ha reparado o sustituido y se extrapolan los datos del mareógrafo de Los Cristianos. Dicha información está disponible desde el año 2013 hasta la actualidad. En el anexo del informe del año 2019 sobre el clima de Granadilla se desarrolla este punto con más profundidad.

3.4.4 Flujo de la corriente

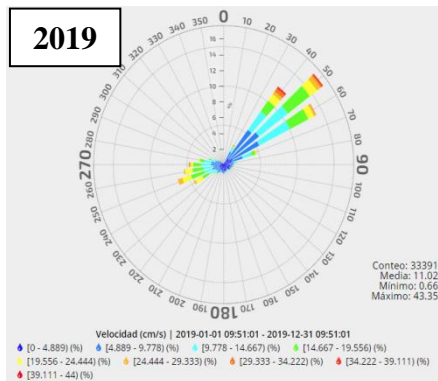
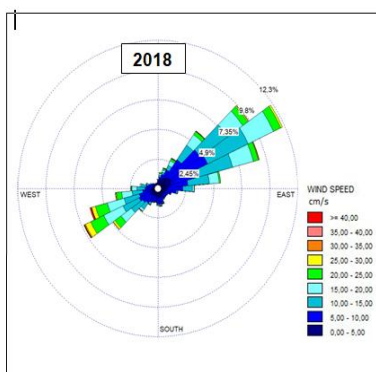
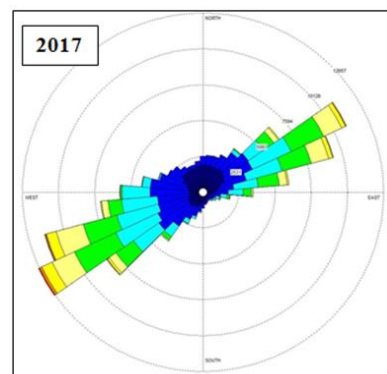
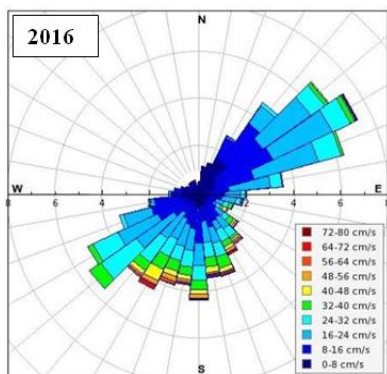
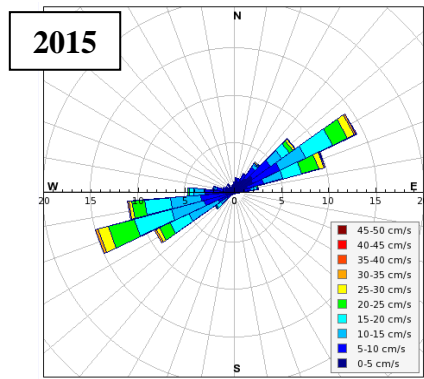
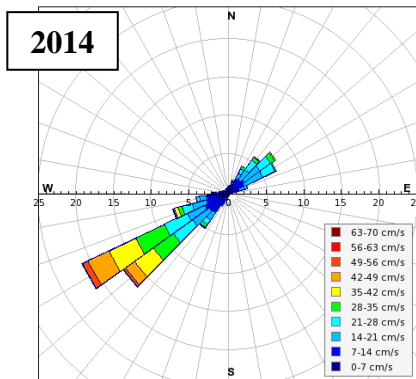
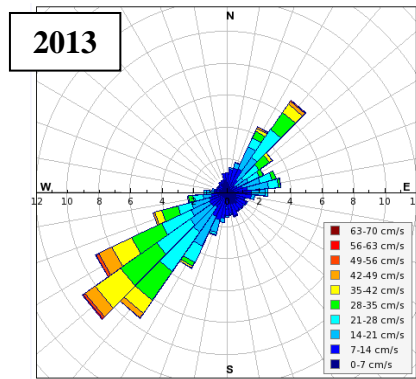
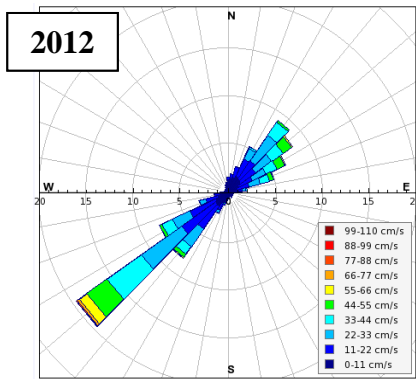
A lo largo del tramo de 23 km de costa considerado (de Montaña Roja hasta la Punta de Abona), las corrientes máximas (medias anuales) se alcanzan en ambos extremos y son en torno a 40 cm/s, aunque lo habitual, en las zonas intermedias, son entre 10-25 cm/s.

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, en la zona próxima a la costa y al puerto, 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 oceanográfica-meteorológica instalada frente a Montaña Pelada y próxima al límite norte de la ZEC Seadales del Sur de Tenerife. A partir de finales de febrero de 2018 el OAG adoptó un sistema de envío de datos de la boya a tiempo real por lo que se han minimizado los posibles errores de comunicación, y se han obtenido datos hasta agosto de 2020.

Por otra parte, se han realizado estudios complementarios para conocer con mayor precisión el comportamiento real de las corrientes a sotavento. Desde septiembre de 2017 hasta noviembre de 2020 se obtuvieron datos en continuo con el perfilador ADP fondeado en la estación TGr18 (Anexo II).

En enero de 2017 se encargó al I. H. de Cantabria un nuevo modelado histórico de la corriente en las nueve estaciones de muestreo de seba a fin de correlacionar intensidad y dirección en cada estación con parámetros fisiológicos y de desarrollo de la planta (Apartado 3.6.12). Esta investigación se desarrolla como tesis doctoral en el seno del OAG desde el curso 2016/2017.



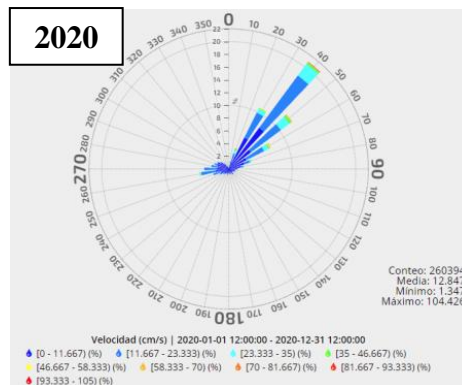


Figura 24. Rosa anual de corrientes en la boya de Granadilla. La rosa de corrientes de 2019 y 2020 se presenta en otro formato por adaptación del software de salida del gráfico en tiempo real

La rosa de corrientes anual de 2014 (que se refleja en la Figura 24) muestra un ligero basculamiento de la vaciante hacia el oeste respecto de la dirección dominante en 2012 y 2013. 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.

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 al avance de las obras de abrigo.

En 2016 se continúa apreciando el mismo basculamiento hacia el sur, aunque el conjunto de datos no es tan amplio debido a la falta de registros durante seis meses 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 (Figura 24).

Los datos de 2017 no son muy representativos (5 meses) por los problemas de recepción con la boya ya comentados. La velocidad media anual ponderada de la corriente en llenante fue 10,14 cm/s, y en vaciante de 8,96 cm/s, con picos máximos en llenante de 42,15 cm/s hacia el NE y en vaciante de 80,40 cm/s hacia el SW (Tabla 5).

En 2018 se observa una tendencia opuesta a la que se venía registrando, es decir, predominancia de las direcciones NE. La velocidad media anual ponderada de la corriente en llenante fue 9,82 cm/s, y en vaciante 11,18 cm/s, con picos máximos en llenante de 125,12 cm/s hacia el E y en vaciante de 168,56 cm/s hacia el SW (Tabla 5). Las velocidades medias obtenidas continúan siendo similares a las obtenidas en años anteriores, sin embargo las velocidades picos son bastante más elevadas. Esto puede ser debido a que tanto para el año 2017 como para el 2016 los días muestreados fueron inferiores a los del 2018 (315 días para 2018, 120 días para 2017 y 139 días para 2016). Así mismo, tanto en 2017 como en 2016, el periodo estival, que es cuando predominan los vientos alisios que mueven las masas de agua

superficiales de NE-SW, no fueron muestreados, por lo que dichos picos que se producen en esta estación no fueron registrados.

En 2019 se continúa la tendencia del 2018 de predominio de la dirección NE. Debido a que los datos se obtienen a tiempo real y la emisión de la rosa de corriente era generada de forma automática por *redmic* (<https://redmic.es/viewer/real-time>) se observa un formato distinto en la rosa. En 2019 hubieron tres periodos de tiempo en los que no se pudieron recoger datos: del 01/01/19 al 01/02/19 (31 días), del 13/07/19 al 12/11/19 (122 días) y del 26/11/19 al 02/12/19 (6 días). Un total de 159 días perdidos (44 de los datos del año). Así mismo, se debe tener en cuenta la pérdida de datos del periodo de verano, cuando los alisios son predominantes (NE) y soplan con mayor intensidad. Lo anteriormente comentado debe tenerse en cuenta a la hora de interpretar los datos reflejados en la Tabla 5.

En el 2020 sólo se obtuvieron datos del correntímetro desde enero al 24 de abril y desde el 20 de mayo al 15 de agosto. Un total de 201 días muestreados. En la rosa de corrientes se refleja el comportamiento habitual hasta ahora registrado, quizás con un aumento sutil en las velocidades de corriente respecto al 2019, debido probablemente a que en este 2020 el periodo estival, con mayor incidencia de los vientos alisios, si fue muestreado en gran parte.

El correntímetro ha sido retirado de la boya del OAG por lo que se da por cerrado el periodo de muestreo del mismo.

Tabla 5. Media de la velocidad de la corriente según cuadrante y la residual ponderada, medida en la boya de Granadilla en el periodo 2016 – 2019.

| | Dirección | Cuadrante | Frecuencia | Velocidad media | Media 2019 |
|-----------------|-----------|-----------------|------------|-----------------|---------------------|
| Llenante | N | 337,5° a 22,5° | 5,28 % | 3,77 cm/s | 9,47 59,6% |
| | NE | 22,5° a 67,5° | 44,46 % | 10,67 cm/s | |
| | E | 67,5° a 112,5° | 8,10 % | 7,76 cm/s | |
| | SE | 112,5° a 157,5° | 1,71 % | 3,74 cm/s | |
| Vaciante | S | 157,5° a 202,5° | 2,67% | 4,50 cm/s | 11,39 40,4% |
| | SW | 202,5° a 247,5° | 13,36% | 13,47 cm/s | |
| | W | 247,5° a 292,5° | 19,42 % | 12,49 cm/s | |
| | NW | 292,5° a 337,5° | 5,02 % | 5,24 cm/s | |
| | Dirección | Cuadrante | Frecuencia | Velocidad media | Media 2018 |
| Llenante | N | 337,5° a 22,5° | 4,4% | 6,60 cm/s | 9,82 cm/s 60,3% |
| | NE | 22,5° a 67,5° | 33,93% | 11,09 cm/s | |
| | E | 67,5° a 112,5° | 17,45% | 9,47 cm/s | |
| | SE | 112,5° a 157,5° | 4,57% | 4,75 cm/s | |
| Vaciante | S | 157,5° a 202,5° | 5,99% | 6,01 cm/s | 11,18 cm/s 39,7% |
| | SW | 202,5° a 247,5° | 18,31% | 13,32 cm/s | |
| | W | 247,5° a 292,5° | 12,59% | 11,97 cm/s | |
| | NW | 292,5° a 337,5° | 2,80% | 4,67 cm/s | |



| Dirección | | Cuadrante | Frecuencia | Velocidad media | Media 2017 |
|-----------|----|-----------------|------------|-----------------|---------------------|
| Llenante | N | 337,5° a 22,5° | 0,1% | 4,24 cm/s | 10,14 cm/s 53,4% |
| | NE | 22,5° a 67,5° | 24,24% | 12,17 cm/s | |
| | E | 67,5° a 112,5° | 20,82% | 10,15 cm/s | |
| | SE | 112,5° a 157,5° | 8,23% | 4,16 cm/s | |
| Vaciante | S | 157,5° a 202,5° | 8,27% | 3,88 cm/s | 8,96 cm/s 46,6% |
| | SW | 202,5° a 247,5° | 21,22% | 9,95 cm/s | |
| | W | 247,5° a 292,5° | 14,23% | 11,25 cm/s | |
| | NW | 292,5° a 337,5° | 2,90% | 5,01 cm/s | |
| 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 | |

Tabla 6. Evolución de la corriente residual en la boya de Granadilla

| Año | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 |
|------------------------------------|-------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Velocidad de la corriente en cm/s | 3,37 | 2,08 | 5,72 | 11,03 | 1,89 | 7,81 | 1,29 | 0,92 | 1,94 |
| Rumbo de la corriente | 328,1 | 233,93 | 225 | 240,94 | 286,56 | 196,05 | 280,20 | 287,04 | 350,82 |
| Velocidad cm/s con rumbo 270° | 2,52 | 2,05 | 5,72 | 10,60 | 0,90 | 6,84 | 0,74 | 0,35 | -1,13 |
| Desplazamiento diario hacia SW (m) | 2.169 | 1.771 | 4.942 | 9.530 | 778 | 5.909 | 639,36 | 305,66 | 978,78 |
| Días muestreados del año* | 232 | 270 | 201 | 240 | 364 | 139 | 120 | 315 | 162 |

En el informe anual del 2018, se arrastró un error en el dato de velocidad de corriente residual, así como en el desplazamiento diario hacia el SW. La Tabla 6 muestra los datos ya corregidos. La evolución anual en 2018 (último año del que hay datos) de la corriente residual absoluta –es decir, la resultante después de conjugar todas las direcciones, su frecuencia e intensidad– es de 0,92 cm/s, y proyectada sobre el eje NE-SW que es el paralelo a la costa, resulta de 0,35 cm/s; se trata de valores más bajos que durante los años anteriores.

Boyas de deriva

Para comprender mejor el comportamiento de la hidrodinámica local tras la conclusión de las obras de abrigo, el OAG empleó diez boyas de deriva para reconstruir los flujos locales en marea llenante y vaciante. Aparte de las sueltas realizadas en el primer semestre de 2017 comentadas en el informe anual de ese año (pág. 47), el día 10/10/2017 se realiza una suelta en marea vaciante, de manera lineal desde la punta de Cueva del Trigo hacia mar adentro. Para completar la información de dicho estudio se realizó el 07/02/2021 la suelta lineal desde la Punta de Cueva del Trigo hacia el mar en marea vaciante.

Las boyas de deriva costera usadas son fabricadas por Albatros Marine Technologies. Se trata de pequeñas boyas de color rojo y dimensiones de 16×14 cm. Con autonomía para unas 100 horas, la boya –que lleva una bolsa-faldón colgada a modo de vela sumergida– es desplazada por la superficie del mar por acción de la corriente y envía, con la periodicidad que elija el usuario, posición y tiempo.



Figura 25.Aspecto de la boya de deriva

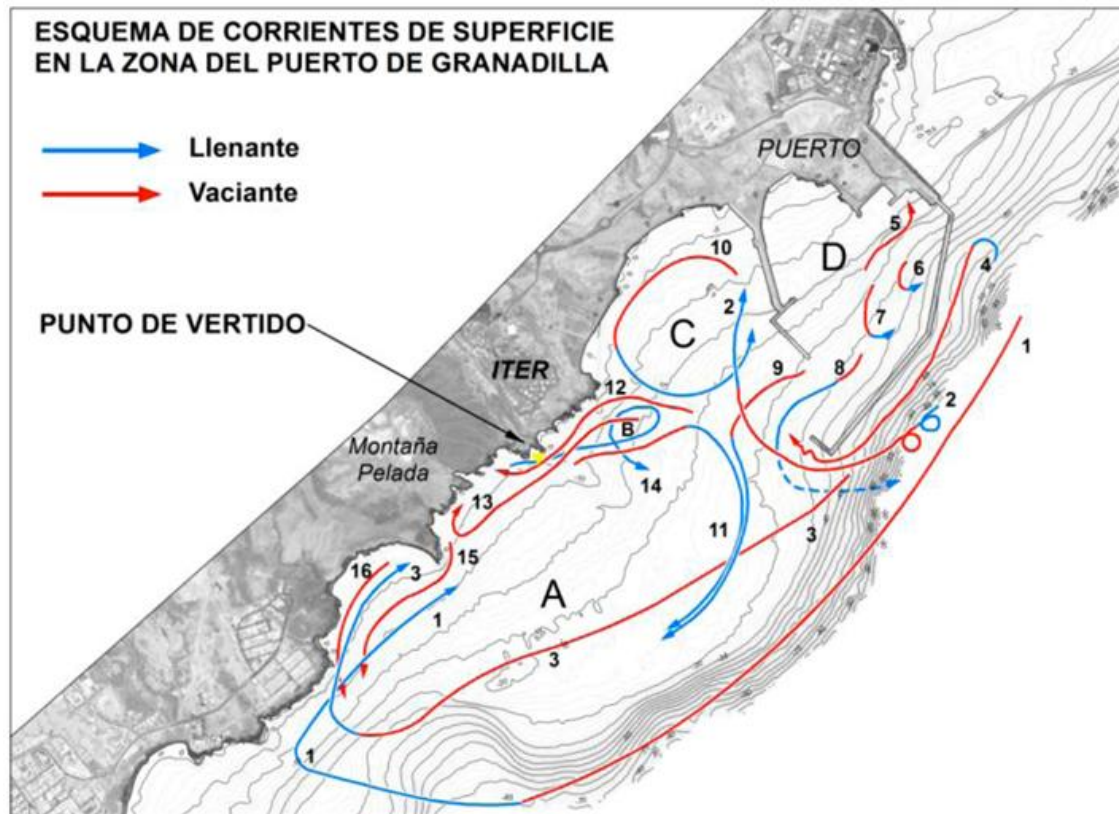


Figura 26. Esquema de las corrientes locales en vaciante (rojo) y llenante (azul), según sueltas realizadas 18 y 20 de abril y 17 y 19 de Junio de 2017

La suelta lineal desde Punta de Cueva del Trigo se realizó perpendicularmente a costa y aproximadamente una milla hacia mar adentro. Si se compara el esquema obtenido en la suelta de 2017 (Figura 26) y la suelta llevada a cabo en 2021 (Figura 27 y Figura 28), se observan comportamientos y trayectorias similares, vinculadas a las mareas. En marea llenante, la corriente discurre en dirección NE, paralela a costa; y en marea vaciante lo hace en dirección SO. Se observan mayores recorridos superficiales de las boyas en marea llenante, seguramente debido a que el coeficiente de marea existente el día de esta suelta fue bastante mayor que el día de la suelta con marea vaciante. El coeficiente de marea nos indican la amplitud de la marea prevista (diferencia de altura entre las consecutivas pleamares y bajamares).

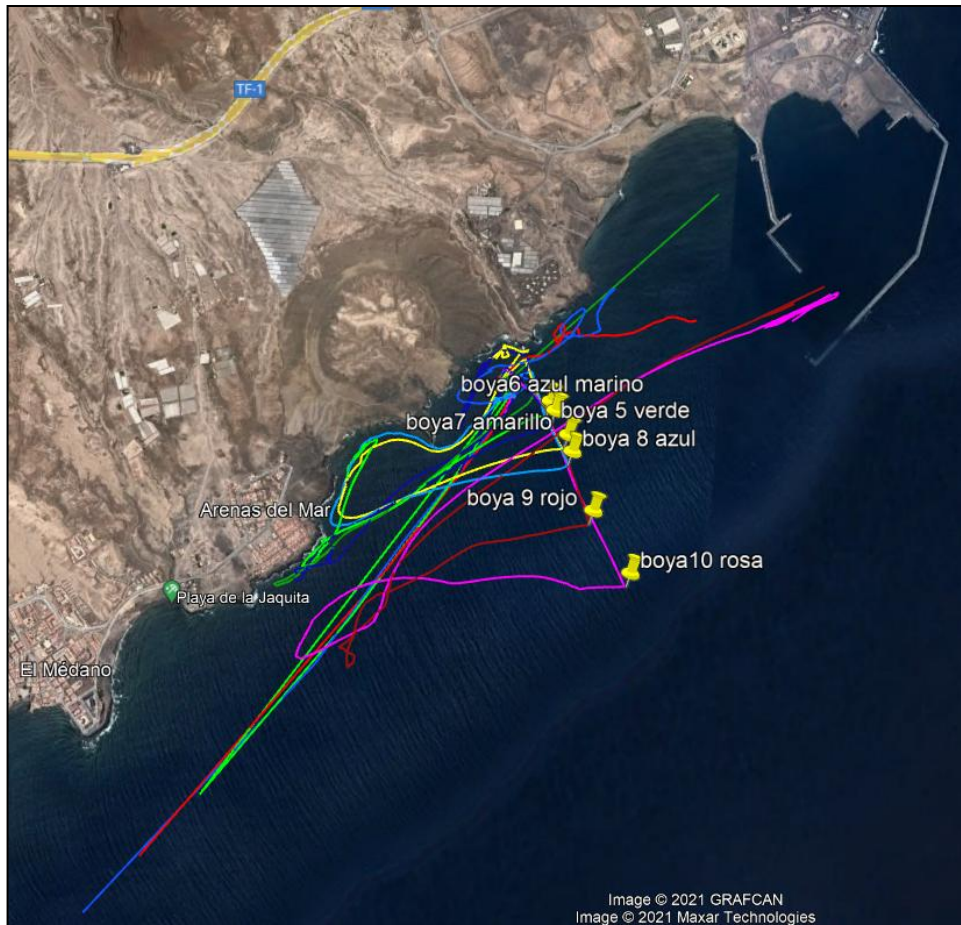


Figura 27. Trayectorias seguidas por las distintas boyas (colores distintos) en la suelta lineal realizada en marea llenante el 10/10/2017 desde Punta Cueva del Trigo hacia mar adentro



Figura 28. Trayectorias seguidas por las distintas boyas (colores distintos) en la suelta lineal realizada en marea vaciante el 07/02/2021 desde Punta Cueva del Trigo hacia mar adentro

Perfiladores de corriente

Para obtener series temporales de corrientes a varias profundidades, el OAG ha instalado dos perfiladores acústicos tipo *doppler*, modelo ADP 500 KHz de la casa *SonTek*, capaces de medir parámetros de la corriente en toda la columna de agua y de forma simultánea (Figura 29).

En primera instancia, en 2017, se fondearon en las inmediaciones de la bocana del puerto (profundidad de 30 metros) ya que la Autoridad Portuaria de Santa Cruz de Tenerife expresó al OAG su interés en conocer el comportamiento de las corrientes en esta zona con la idea de facilitar el trabajo a los prácticos encargado de dirigir las maniobras de entrada y salida de embarcaciones. Se mantuvieron activos durante 51 días en el verano de 2017.

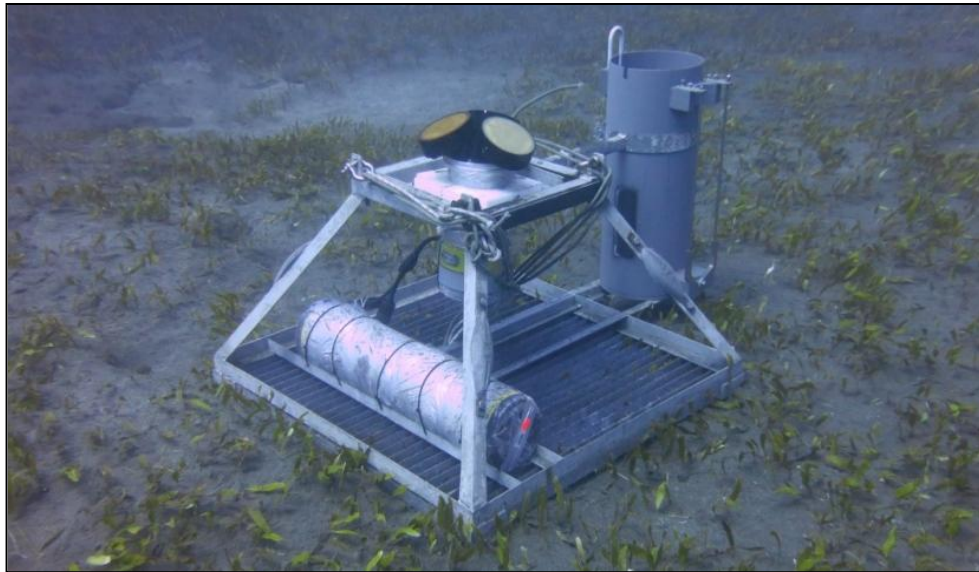


Figura 29. Perfilador SonTex ADP 500 Khz fondeado

Desde el 13 de septiembre de 2017 está fondeado un perfilador ADP en la estación TGr18 (18 m) para obtener una serie temporal que permita determinar con exactitud las corrientes en distintas fases de marea y determinar la dirección principal de la corriente a una distancia más alejada del puerto que a la que está la boya del OAG, y presuntamente libre de la influencia del dique de abrigo, influencia que sí se apreciaba en la boya. Este perfilador fue virado definitivamente el pasado 17/06/21. Con este virado serían 7 los realizados en todo el periodo comprendido desde el 13/09/2017 hasta el 17/06/2021 (es necesario virar el perfilador para poder descargar los datos). El último virado, que comprende desde el 28/11/2020 hasta el 17/06/2021, ha sido descartado por no ser posible el procesamiento de los datos por un error de almacenamiento. No obstante, al disponer de un periodo completo de muestreo desde el 13/09/2017 al 18/11/20 se disponen de datos más que suficientes para el conocimiento de la corriente en la zona. El informe final se adjunta en el anexo II

Resumen del anexo II

Se han obtenido series temporales de corrientes entre -1 m y -15 m mediante un perfilador doppler fondeados en dos periodos correlativos entre:

Periodo 1 desde el 13/09/2017 hasta el 31/01/18. Número de perfiles = 6.691.

Periodo 2 desde el 31/01/18 hasta el 02/08/18. Número de perfiles = 8.766.

Periodo 3 desde el 02/08/18 hasta el 11/01/19. Número de perfiles = 7.730.

Periodo 4 desde el 11/01/19 hasta el 05/09/19. Número de perfiles = 11.365.

Periodo 5 desde el 05/09/19 hasta el 26/04/20. Número de perfiles = 11.230.



Periodo 6 desde el 26/04/20 hasta el 18/11/20. Número de perfiles = 9.894.

Número total de perfiles: 55.676 perfiles por capa.

A partir de agosto de 2018, coincidiendo con el virado del tercer periodo, se observa una ligera variación constante en todas las componentes obtenidas en dirección S. Este **decremento**, respecto a los meses anteriores (virado 1 y 2), es de **aproximadamente 30° en todas las componentes**. El virado 5 continúa con la misma tendencia que los dos periodos anteriores, mientras que en el virado 6 se observa un incremento aproximado de 20° en todas las componentes, así como una aparente disminución de la velocidad en varios meses.

Si se observan las tablas 8 a 14 (del anexo), y siguiendo el criterio comentado en el punto anterior, se pueden dividir los datos en tres grupos, los de los periodos 1 y 2 , los datos de los periodos 3, 4 y 5; y finalmente los datos del periodo 6. En los dos primeros periodos **predominan las direcciones SW-WSW**, mientras que en los otros tres se observa el ligero giro hacia el sur comentado, **obteniendo componentes predominantes de S-SSW**. Por último, en el sexto periodo predominan las direcciones NNE y SSW. El análisis en conjunto de toda la serie de datos da como resultado el dominio de las direcciones S y SSW, posiblemente influenciado por el mayor número muestral del tercer y cuarto periodo (399 días) con respecto al primer y segundo (323 días).

En cuanto a los datos unificados, se obtiene que la **dirección predominante** en la capa superficial es la SSW (22%) y SW (14%), en la capa intermedia es la dirección S (19%) y SSW (17%) y en la capa profunda S (21%) y SSW (14%); datos a prever, debido a las corrientes de marea predominantes (Asistencia técnica para la redacción de estudio de dinámica litoral para el diseño y proyecto de construcción del *by-pass* de arena N-S en el Puerto de Granadilla e informe OAG Inf_2017.2.Reposición del flujo de arena en Granadilla).

Las **velocidades más frecuentes** en las tres capas continúan siendo las comprendidas entre **8-16 cm/s**, aunque en una proporción muy similar a las comprendidas entre 0-8 cm/s. Para la celda superficial (c13), el 70% de los casos están concentrados en las velocidades 0-24 cm/s, así mismo para la celda intermedia (c6) un 73 % estaría en este rango, mientras que el porcentaje para la celda profunda (c1), en este rango es de un 81%.

Las **velocidades máximas** obtenidas en las distintas capas fueron: capa superficial (87,5 cm/s), capa intermedia (84,8 cm/s) y en capa profunda (79,9 cm/s). Las **velocidades medias** observadas en la estación varían entre 15,09 cm/s en el fondo y 18,53 cm/s en superficie.

3.4.5 Tasa de sedimentación

Para conocer la tasa de sedimentación, se han dispuesto captadores de sedimentos en nueve estaciones a lo largo de la costa de Granadilla, que se revisan según campañas, cada 60-90 días. Las tasas de sedimentación mineral se expresan en gramos por metro cuadrado y día, sin incluir la fracción de volátiles (Figura 30). 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 gr/m²/día, aunque su variación es amplia (17,9 – 178,2 gr/m²/día).

- En general, la tasa de sedimentación en 2020 ha aumentado respecto al año 2019, pero no respecto a años anteriores.
- La tasa de sedimentación media en el primer trimestre es 31,3 gr/m²/día, en el segundo 24,8 gr/m²/día y en el tercero 31,9 gr/m²/día.
- El año 2015 continúa siendo el año con los mayores registros. Desde entonces, los valores anuales han ido descendiendo, hasta el 2018, donde vuelven a incrementarse. En 2019 vuelve a registrarse un descenso que parece estabilizarse en el 2020.
- La tasa promedio anual de sedimentación de todas las estaciones en 2020 es de 29,3 gr/m²/día, valor similar al obtenido en el año 2019 (22,1 gr/m²/día), pero bastante menor que en años anteriores (por ejemplo, en 2018, que fue de 65,1 gr/m²/día).
- El valor máximo del año se registró en la estación TGr19 Médano (46 gr/m²/día) y el menor en la TGr04 La Caleta (3 gr/m²/día). Este valor es el más bajo detectado en todo el histórico.

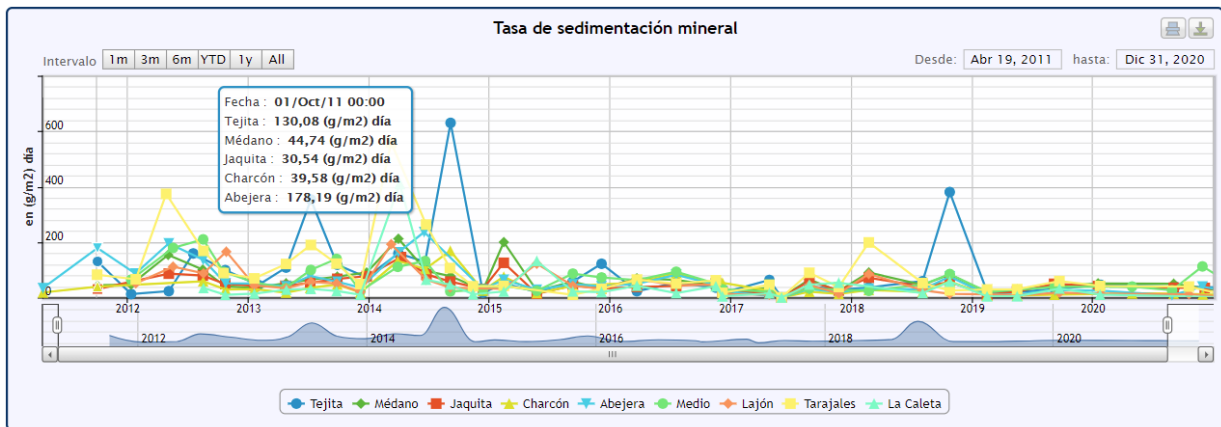


Figura 30. Evolución temporal de la tasa de sedimentación mineral en la costa de Granadilla (2011-2020)

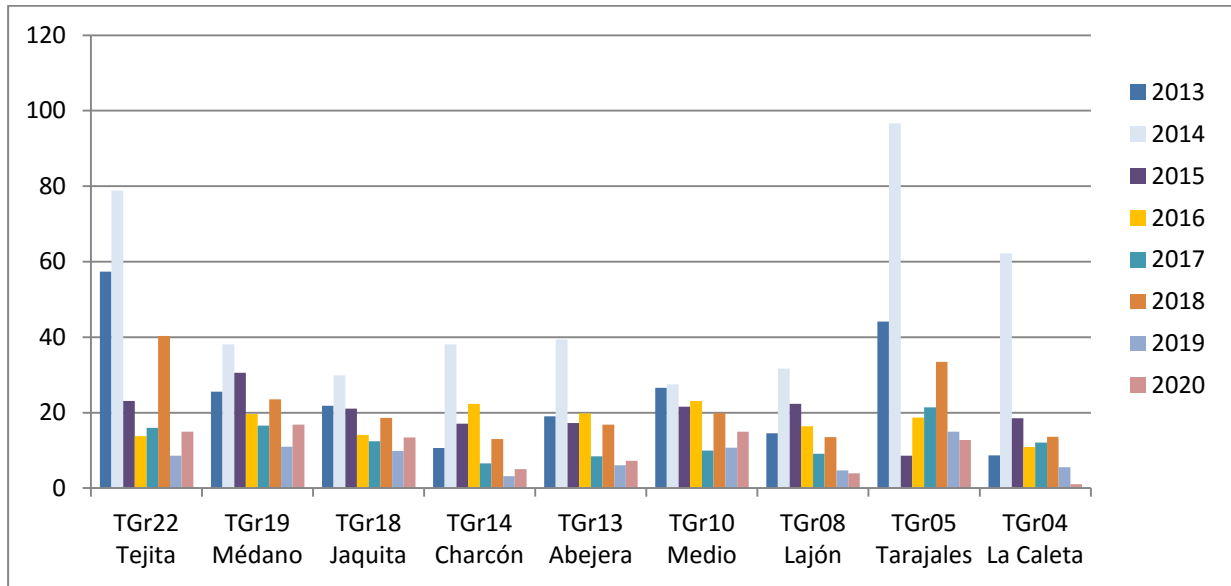


Figura 31. Variación espacial de la sedimentación anual (kg/m²) de material mineral en la costa de Granadilla a lo largo del periodo de 2013 a 2020

El promedio de la proporción de materiales volátiles de todas las estaciones muestreadas suele ser bastante constante y fluctúa entre 3 y 7%. En 2020 los promedios se encuentran en ese rango. Únicamente cabe destacar los promedios obtenidos superiores a 10% en la estación TGr04, TGr05 y TGr08 en el tercer cuatrimestre (12,2%, 11,2% y 11,5% respectivamente).

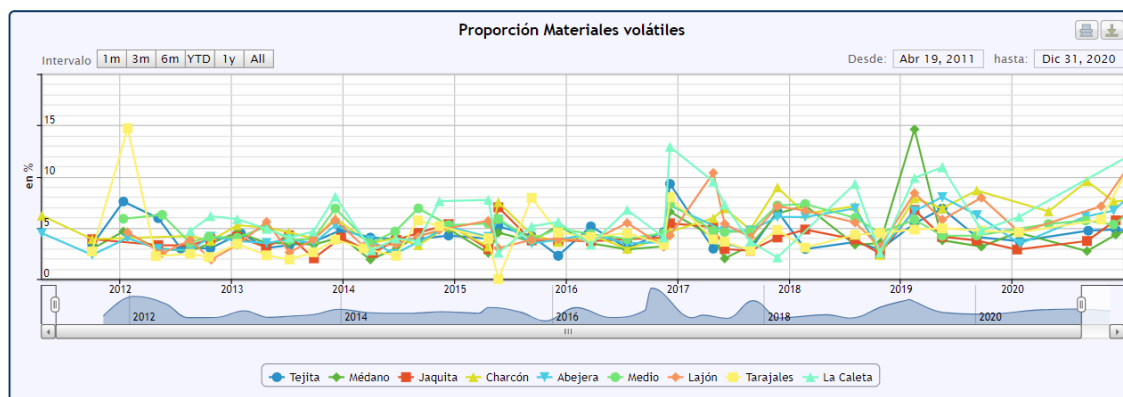


Figura 32. Evolución del contenido en materiales volátiles en el sedimento capturado (2013-2020)

3.4.6 Balance sedimentario

Se han fijado diez estaciones 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 ha habido que rodar algunas y renovar otras. El modelo inicial de estaca hecho con hierro y marcas cada 10 cm duraba poco en el mar, así que se sustituyeron las estacas por un modelo de acero inoxidable y con marcas cada 5 cm (Figura 33).

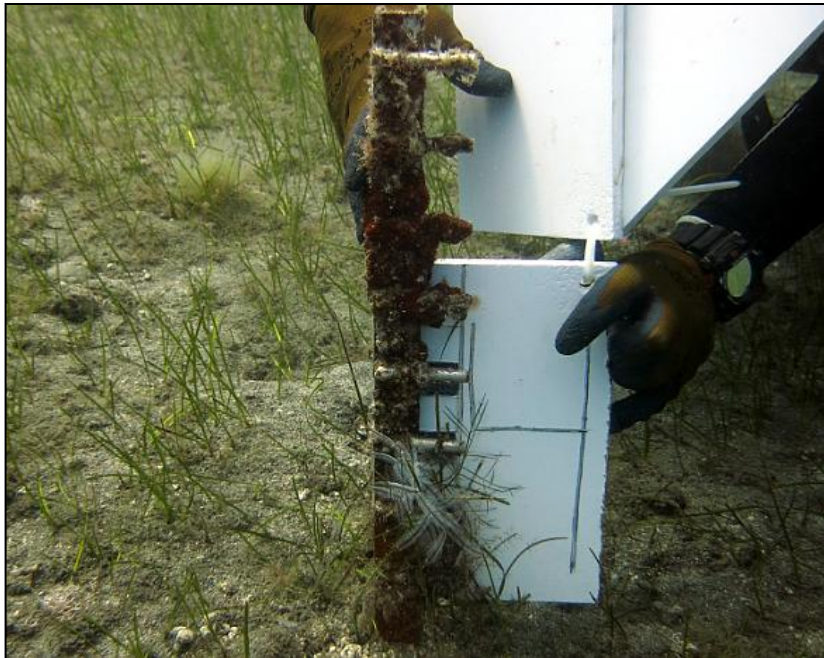
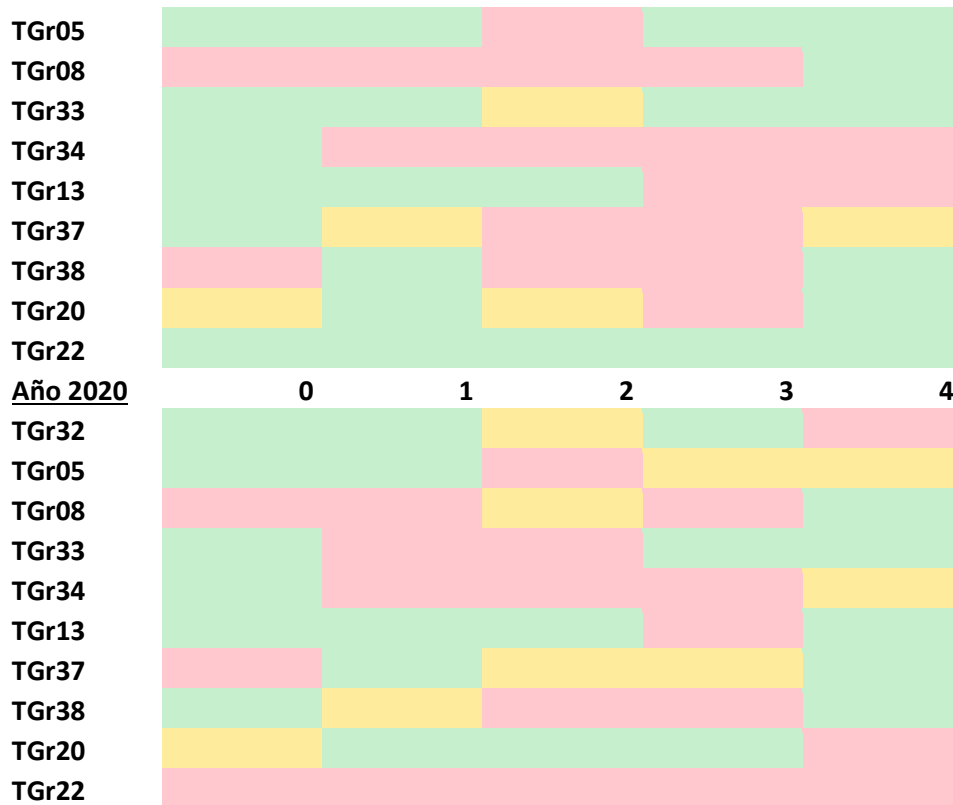


Figura 33. Estaca pentametrada y pizarra indicadora del número de estaca para la toma de foto

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). En algunos casos las estacas más próximas a la costa (0-2) reflejan erosión y las más alejadas (3-4) reflejan acumulación, y en otros ocurre justo lo contrario. A veces dos estacas contiguas reflejan situaciones diferentes. En la Tabla 7 se muestran las estaciones y las 5 estacas de las que se compone cada una, con indicación de si existen sedimentación, erosión o si permanece estable. En él, puede apreciarse el comportamiento irregular comentado.

Tabla 7. Estacas de 0 a 4 en cada una de las estaciones de control.
Verde = ganancia, rosa = pérdida, amarillo = cambio no significativo

| <u>Año 2018</u> | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
|-----------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| <u>TGr32</u> | Verde | Verde | Verde | Verde | Rosa |
| TGr05 | Verde | Verde | Amarillo | Rosa | Rosa |
| TGr08 | Rosa | Rosa | Rosa | Rosa | Verde |
| TGr33 | Verde | Verde | Verde | Verde | Verde |
| TGr34 | Rosa | Verde | Rosa | Rosa | Rosa |
| TGr13 | Verde | Verde | Verde | Rosa | Rosa |
| TGr37 | Amarillo | Rosa | Rosa | Rosa | Verde |
| TGr38 | Rosa | Verde | Rosa | Rosa | Amarillo |
| TGr20 | Rosa | Amarillo | Amarillo | Verde | Rosa |
| TGr22 | Verde | Rosa | Rosa | Amarillo | Rosa |
| <u>Año 2019</u> | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| TGr32 | Verde | Amarillo | Amarillo | Verde | Rosa |



En la Figura 34 se muestra la ubicación de las estaciones sobre el modelo de predicción elaborado por IH Cantabria (2010). Las estacas se revisan cada seis meses, aproximadamente. En general, la predicción se ha ajustado a la dinámica marina medida en la zona durante los años de estudio.

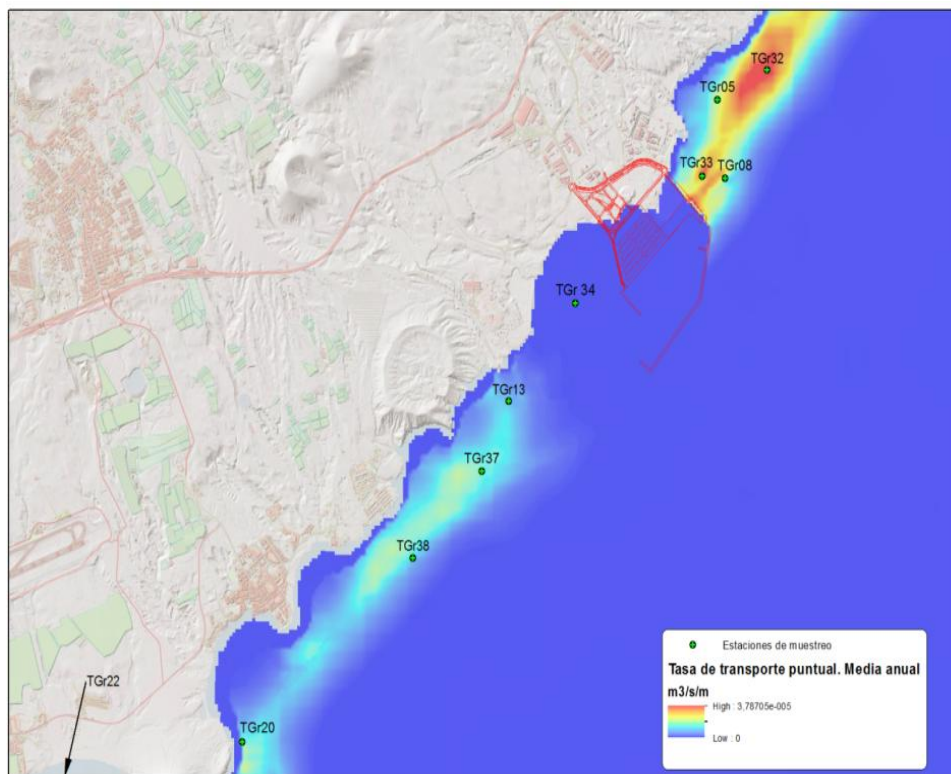
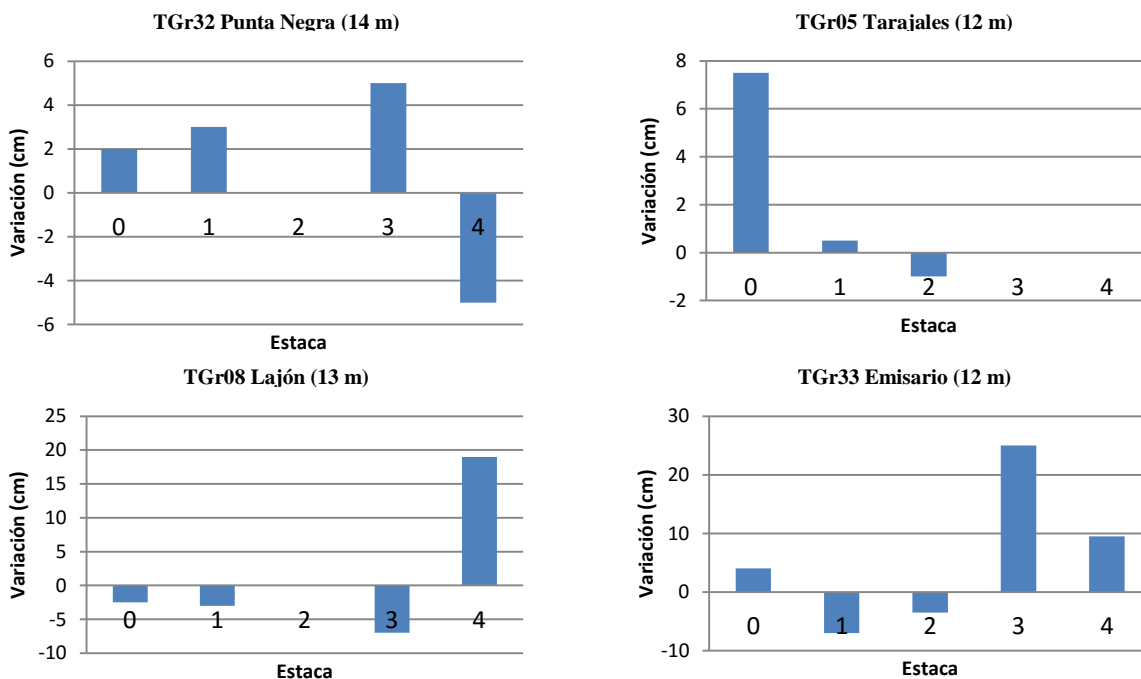
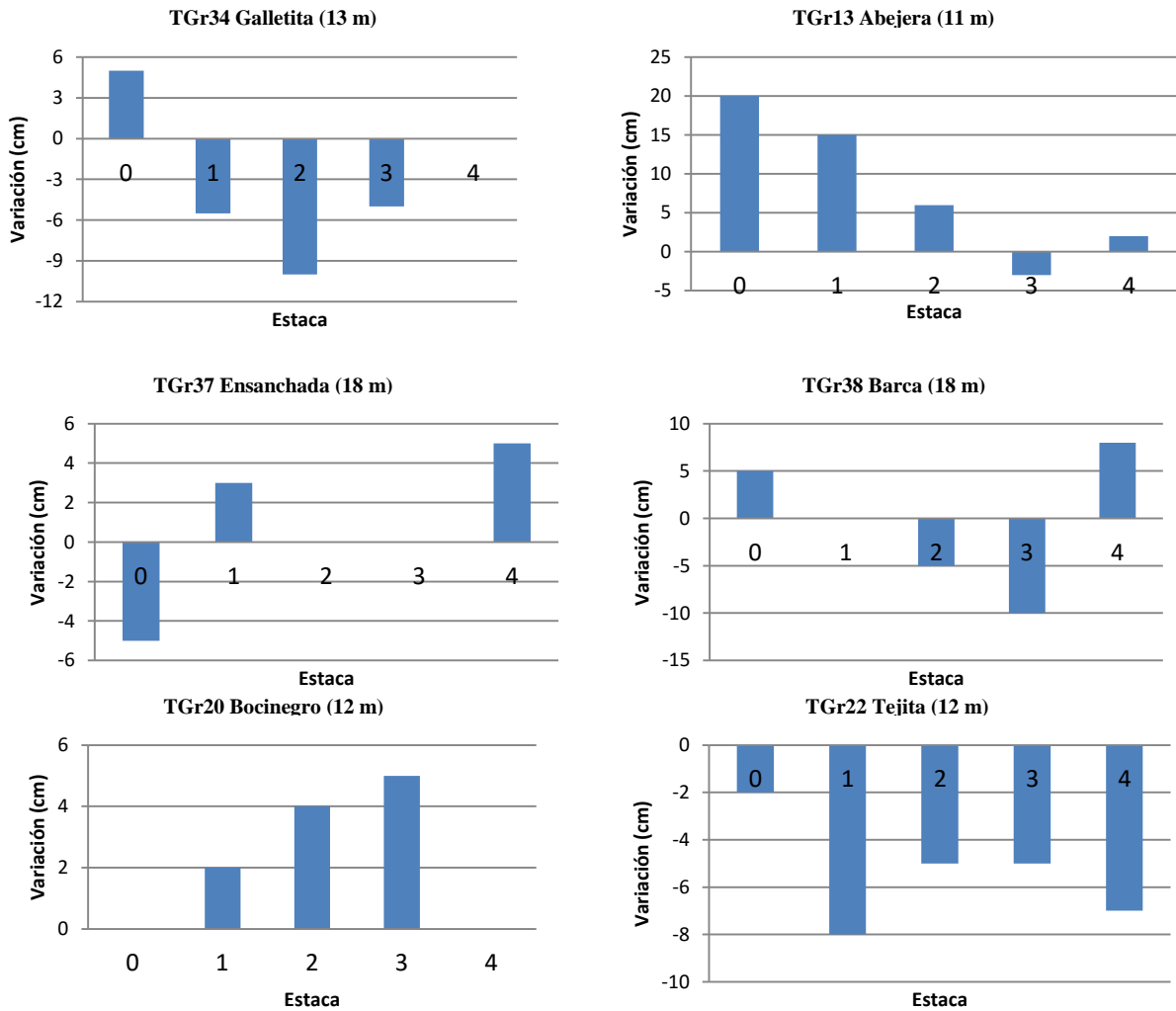


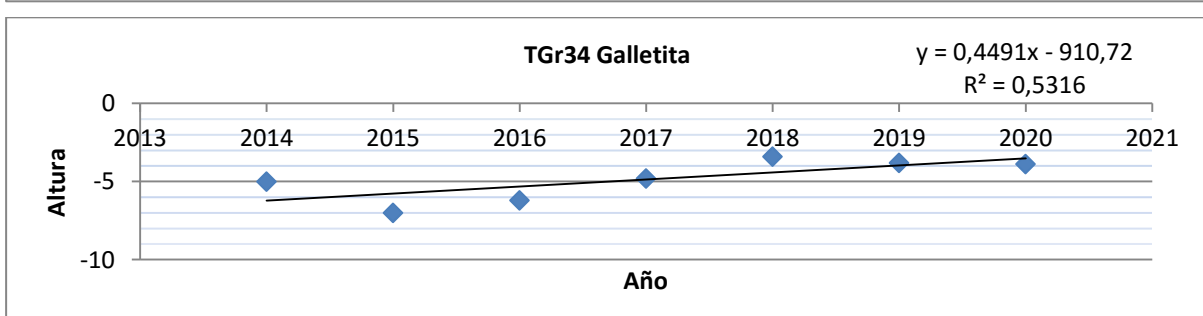
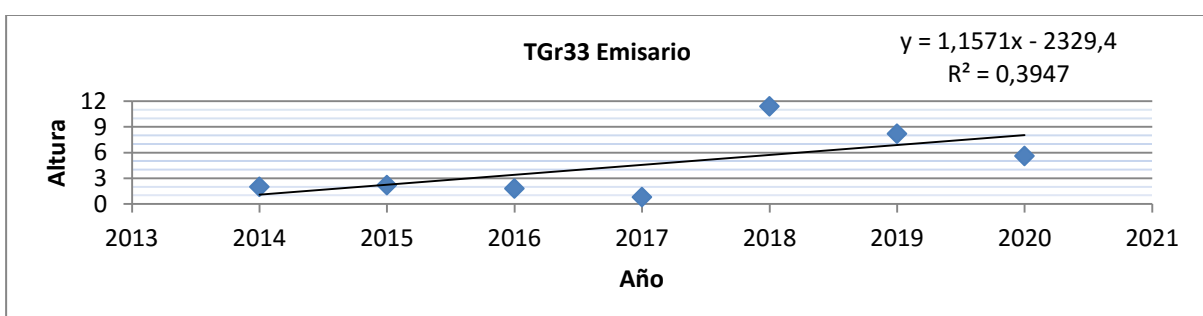
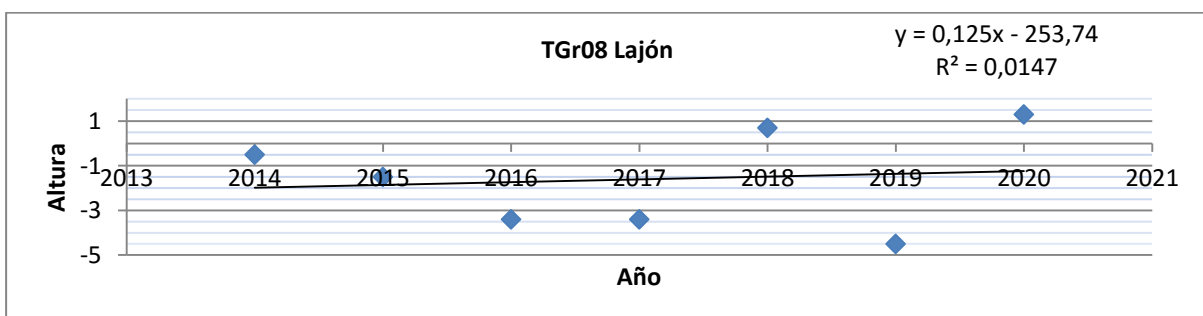
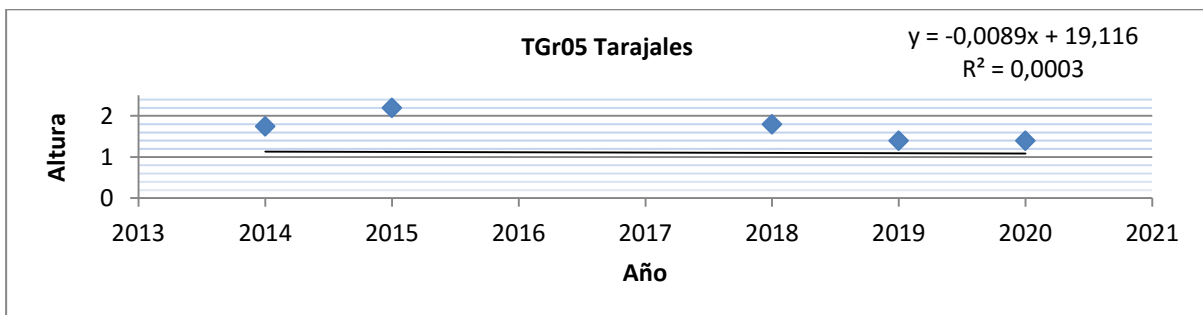
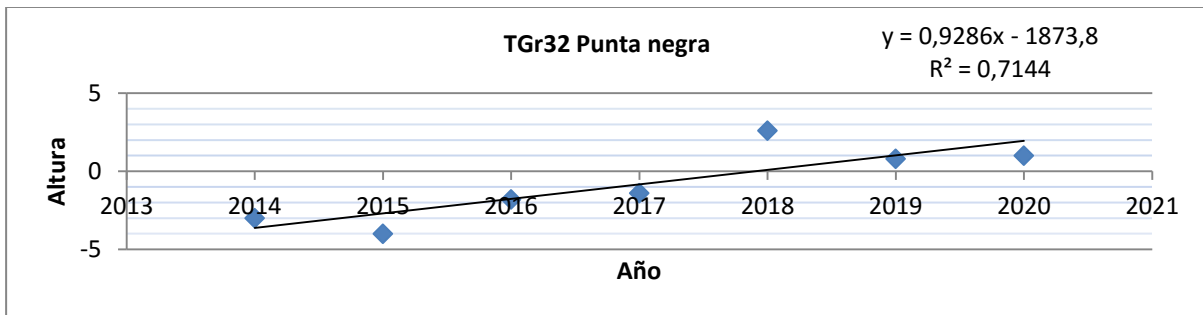
Figura 34. Estaciones con estacas graduadas para el seguimiento de variaciones del fondo. Acumulaciones (azul) y pérdidas de sedimento (rojo) previstas según la diferencia media anual de la tasa de transporte ($m^3/s/m$) (IH Cantabria, 2011)





**Figura 35. Variación media total por estacas (cm).
Cinco estacas por estación (eje horizontal)**

Para representar de forma más clara lo que ocurre en la zona, se muestra la tendencia que sigue cada una de las estaciones), teniendo en cuenta que se dispone de datos desde 2012 (en el mejor de los casos), con un total de 8 años de estudio y con dos muestreos al año. Estas tendencias son orientativas, según se vaya completando la serie temporal, se podrá concluir de manera más eficiente sobre la dinámica de los sedimentos en la zona, a la vez que se podrá comprobar cómo influye la obra de abrigo en ésta. (Figura 36).



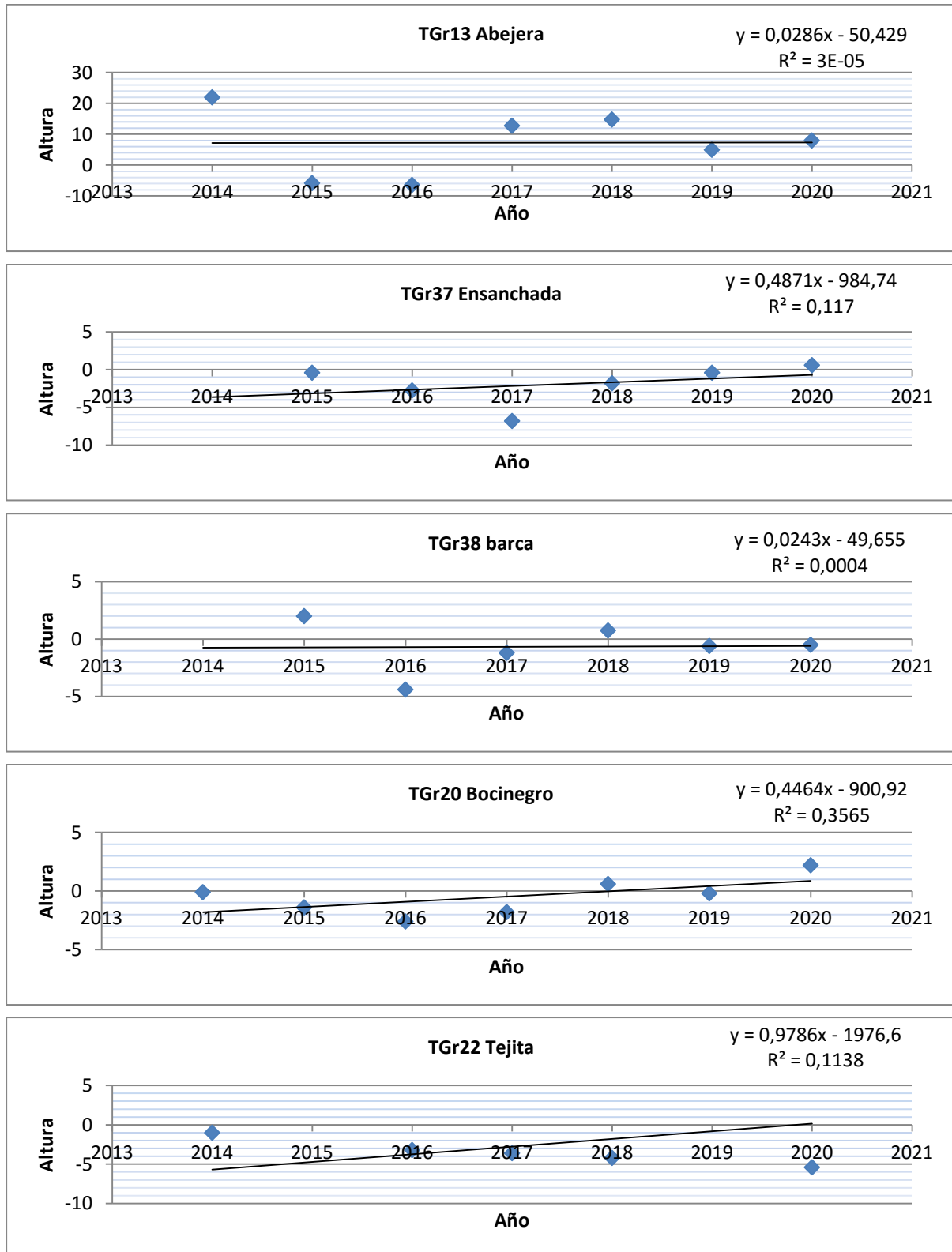


Figura 36. Tendencia del balance sedimentario medio en cada estación

Los índices de regresión no son representativos para muchas de las estaciones, pero aun así queda reflejada la tendencia general de cada estación. Las variaciones siguen siendo de escasa cuantía (muy pocos centímetros), y se observa como estaciones que un año pierden arena, al año siguiente la recuperan, y viceversa. Se trata de un sistema muy dinámico.

La Figura 37 muestra, en centímetros, el balance medio del suelo para cada estación. No todas las estaciones se instalaron en el mismo año, lo que impide una comparación general. Tampoco es aconsejable extrapolar los periodos temporales ya que las condiciones de la dinámica sedimentaria se fueron modificando a medida que avanzaban las obras. En el año 2018 la TGr33 es la estación con mayor sedimentación (11 cm) y la TGr22 presentaba la mayor erosión (-4 cm). En el 2019 parece que el patrón en la TGr22 de erosión se ha modificado a sedimentación, siendo la estación que mayor incremento ha tenido (9 cm), seguida con 8 cm por la TGr33, que si sigue misma tendencia. Durante los años anteriores, el patrón anual era siempre muy parecido al patrón general, en el año 2018 se observó una ganancia de arena en todas las estaciones, haciendo que la pérdida que estaban experimentando algunas, se vea ralentizada e incluso compensada. En cambio en 2019, no se observó un patrón tan claro, existiendo algunas estaciones con acumulación y otras con pérdidas. En 2020, al contrario que en 2019, se retorna al patrón general en la TGr22 con erosión. El resto de estaciones, en general, siguen un patrón similar, a excepción de la TGr34, estación al abrigo del contradique, que retorna a su tendencia normal a la sedimentación.

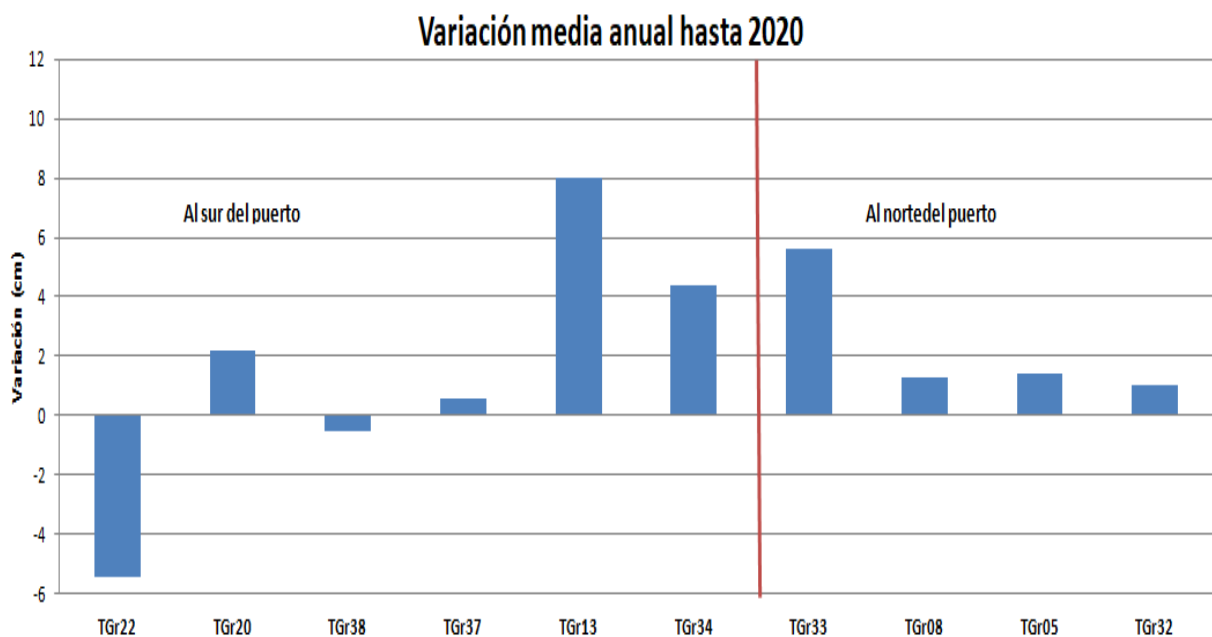


Figura 37. Variación media de las estacas en cada estación desde que fueron instaladas hasta la actualidad. La flecha roja representa la posición del puerto con respecto a las estaciones

3.4.7 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. Además del análisis del balance sedimentario –limitado a unas cuantas estaciones–, se ha optado por obtener una idea grosera de toda la zona mediante el empleo de 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 38).

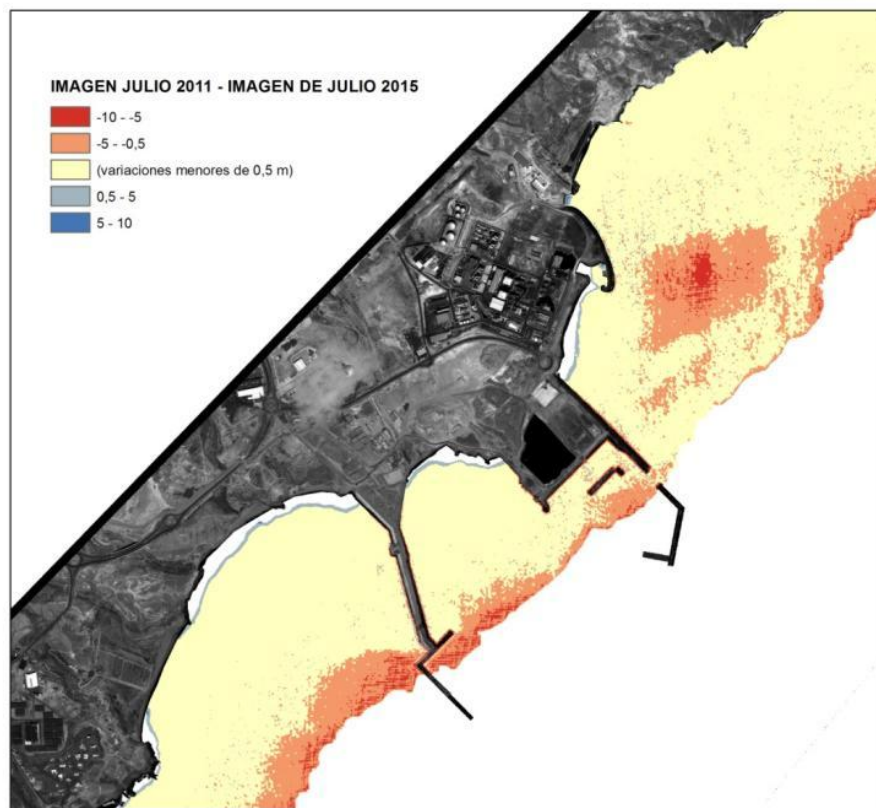


Figura 38. Diferencias batimétricas (> -2 m) entre 2011 y 2015

El análisis comparado entre los fondos de 2011 y 2015 refleja pérdidas en el sector previo al puerto, tal como predecían los modelos (mayor agitación del oleaje), pero no se aprecian acumulaciones importantes 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. Se da la circunstancia de que el algoritmo de análisis de la imagen se ha desarrollado para los productos de la plataforma WorldView2 y no encajan bien con las tomas de la más reciente WorldView3, que es la que se adquiere actualmente tras la contratación del servicio, a pesar de que esas escenas sean de mayor calidad. El programa

desarrollado se basa en unas correcciones radiométricas que parten de características intrínsecas de los sensores, y han resultado no ser suficientemente parecidas en una plataforma y otra. De forma urgente el Patronato aprobó la aportación necesaria para el desarrollo de un nuevo algoritmo, proceso que culminará en octubre de 2021. El OAG considera que llevar a cabo este análisis con el algoritmo inicial no presenta la calidad y certeza suficiente para que pueda quedar reflejado en este informe. Sin embargo, una vez que se cuente con la nueva herramienta, merecerá la pena confeccionar un documento específico estudiando esta dimensión del efecto del nuevo puerto.

3.4.8 Basculamiento de las playas

El PVA de Granadilla presta atención al seguimiento del cambio de línea de las playas aguas abajo del puerto (cuyo basculamiento estaba previsto). El OAG analiza desde julio de 2011 (antes de las obras) el canal pancromático (resolución de 50 cm) de las imágenes de satélite WorldView (II y III) georreferenciadas.

Para conseguir georreferenciar una imagen hay que conocer la ubicación geográfica de algunos puntos relevantes de la geografía del lugar que esa foto abarca (puntos de referencia), y cuando se proporcionan estas localizaciones con sus coordenadas a un programa, éste es capaz de producir las distorsiones necesarias para que todos los puntos de la imagen reflejen su ubicación geográfica tras el proceso. La eficacia de este tratamiento depende mucho de cómo se distribuyan en la imagen los puntos de referencia, siendo más alta cuanto más representadas estén las zonas del “mapa de bits” y peor cuanto menos lo estén. Igualmente es importante el número de puntos que se identifiquen, de modo que más puntos producen mejores resultados.

La geometría del área, muy estrecha y con una alineación recta muy marcada, no es óptima para conseguir una buena distribución, pues, aunque la imagen se guarde como una matriz de X filas por Y columnas de píxeles, solo en una banda diagonal de la misma existe representación del territorio. Así, no se pueden escoger puntos de control bien distribuidos para un buen ajuste, ni siquiera aumentando el número de ellos, lo que impide mayor exactitud de referenciación.

El estudio adopta un modelo de playa consistente en la línea de rompiente de olas, asumiendo que donde rompe la ola es un punto que depende del perfil del suelo de la playa y que, en caso de variación batimétrica, tendrá más o menos avance respecto a la fecha de referencia.

La metodología para la obtención de esas líneas representativas de la forma y orientación de las playas consiste en el dibujo sobre la imagen digital manteniendo el trazo en la zona media de la espuma en las crestas de las olas que rompen, tratando de imaginar un frente común para todas las olas que en un momento dado estén en el máximo de encrespamiento antes de romper. No deja de ser un análisis subjetivo y expuesto a los efectos de la marea y el estado de la mar. El fondo de cada playa, con su pendiente, también modifica el comportamiento de los trenes de olas y dificulta el trabajo en los casos de pendientes muy bajas, como son los casos de El Médano y La Pelada. No obstante, para minimizar la variabilidad inter-observador, el trabajo lo realiza la misma persona con un criterio personal y fijo.

Para analizar el basculamiento de la línea de playa hay que tener en consideración el efecto de la marea. En el Anexo III 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 en la zona media (Figura 39 y Figura 40).



Figura 39



Figura 40

Para hacer cualquier medición comparada es necesario que la marea sea igual o próxima a 1'96 m, que es la de la imagen de referencia (31 de julio 2011). Para el presente informe se escogieron las imágenes del 4 de septiembre de 2020, con una marea de +1,5 m. La línea de playa de la imagen de referencia se representa sobre las fotos en color rojo, y corresponde a una marea de +1'96 m, como ya se mencionó.

Tabla 8. Retranqueo de la línea de playa por metro de desnivel de marea y evolución de su desplazamiento neto en los extremos sur y norte registrados entre el 2 de febrero 2013 y el 4 de septiembre 2020 con respecto a julio de 2011

| | | Nombre de la playa | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|-------|--------------------|-------------------|-----------------|-------------------|-----------------|-------------------|------------------|-------------------|-----------------|-------------------|-----------------|-------------------|-----------------|-------------------|-----------------|-------------------|
| | | Los Tarajales | | La Caleta | | El Medio | | Punta del Vidrio | | La Pelada | | La Jaquita | | El Médano | | La Tejita | |
| | | 18,9 m | | 7,9 m | | 7,3 m | | 7,3 m | | 29,3 m | | 87,7 m | | 33,3 m | | 18,1 m | |
| Coficiente-> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Año (*=marca 1m) | Marca | Extremo Sur (m) | Extremo Norte (m) | Extremo Sur (m) | Extremo Norte (m) | Extremo Sur (m) | Extremo Norte (m) | Extremo Sur (m) | Extremo Norte (m) | Extremo Sur (m) | Extremo Norte (m) | Extremo Sur (m) | Extremo Norte (m) | Extremo Sur (m) | Extremo Norte (m) | Extremo Sur (m) | Extremo Norte (m) |
| 2013 | | 5 | 1 | -20 | 11 | -11 | 23 | -15 | 20 | 9 | 9 | 11 | 11 | 7 | 2 | -16 | 4 |
| 2014 | | 3 | 0 | -13 | 17 | -17 | 44 | -36 | 51 | 13 | 13 | 17 | 25 | 12 | 6 | 28 | -7 |
| 2015 | | 11 | 8 | -16 | 20 | -21 | 52 | -54 | 57 | 24 | 24 | -22 | 20 | ± | ± | -12 | 23 |
| 2016 | | -4,56 | -4,56 | -18,73 | 17,7 | -14 | 49,53 | -63,42 | 53,72 | 15,1 | 6,5 | ± | ± | ± | ± | ± | ± |
| 2017* | | 7,29 | 7,89 | -19,79 | 23,09 | -9,6 | 62,25 | -69,11 | 58,58 | 22,95 | 30,17 | ± | ± | ± | ± | ± | ± |
| 2018* | 0,77 | 14 | 14,22 | -3,53 | 26,6 | -6,96 | 67,7 | -69,11 | 66,65 | 32,68 | 38,84 | ± | ± | ± | ± | ± | ± |
| 2019 | 1,33 | 9,55 | 6,71 | -9,13 | 36,88 | -9,8 | 68,3 | -74,83 | 57,87 | 25,02 | 26,29 | ± | ± | ± | ± | ± | ± |
| 2020 | 1,5 | 10 | 0 | -9,43 | 26,1 | -15,2 | 63,9 | -84,32 | 60,23 | 7,50 | 5,87 | ± | ± | ± | ± | ± | ± |

Se produce basculamiento cuando los desplazamientos en los extremos de las playas son de signo contrario; es decir, un retranqueo en un extremo y un avance en otro. El fenómeno 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. 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.

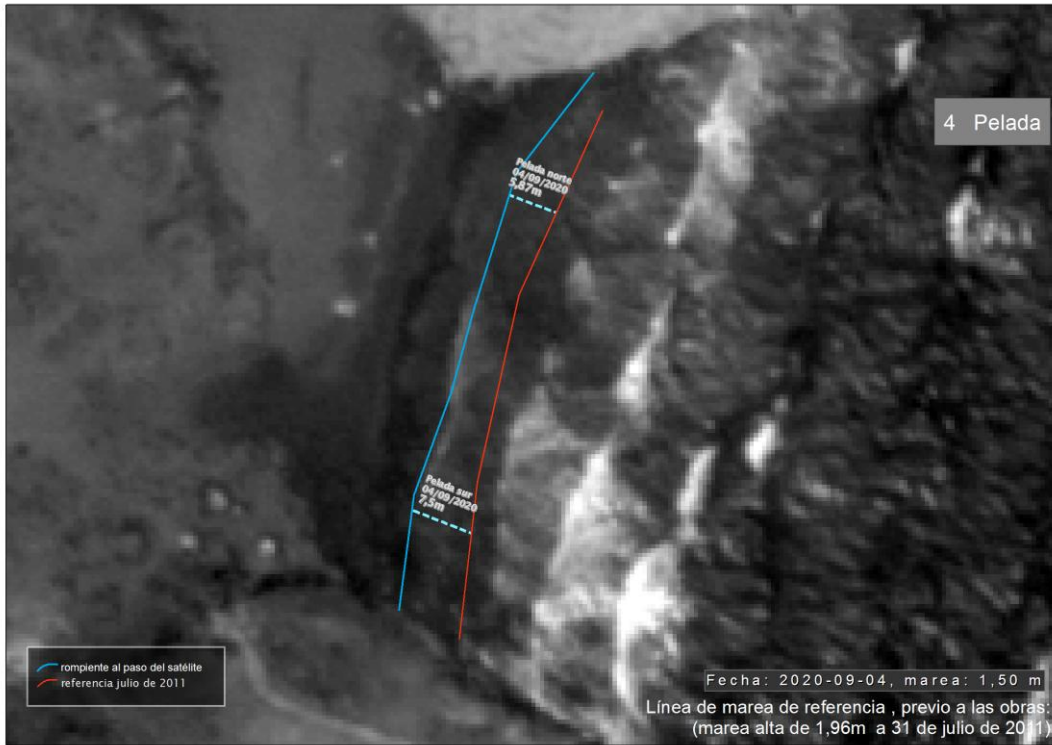
En las Figuras 41 y 42, Figuras 43 y 44, Figuras 45 y 46, Figuras 47 y 48 puede verse la medición realizada a partir de la imagen del 4 de septiembre de 2020, la mejor de las que pudieron obtenerse en el año con garantías y aprovechamiento suficientes.



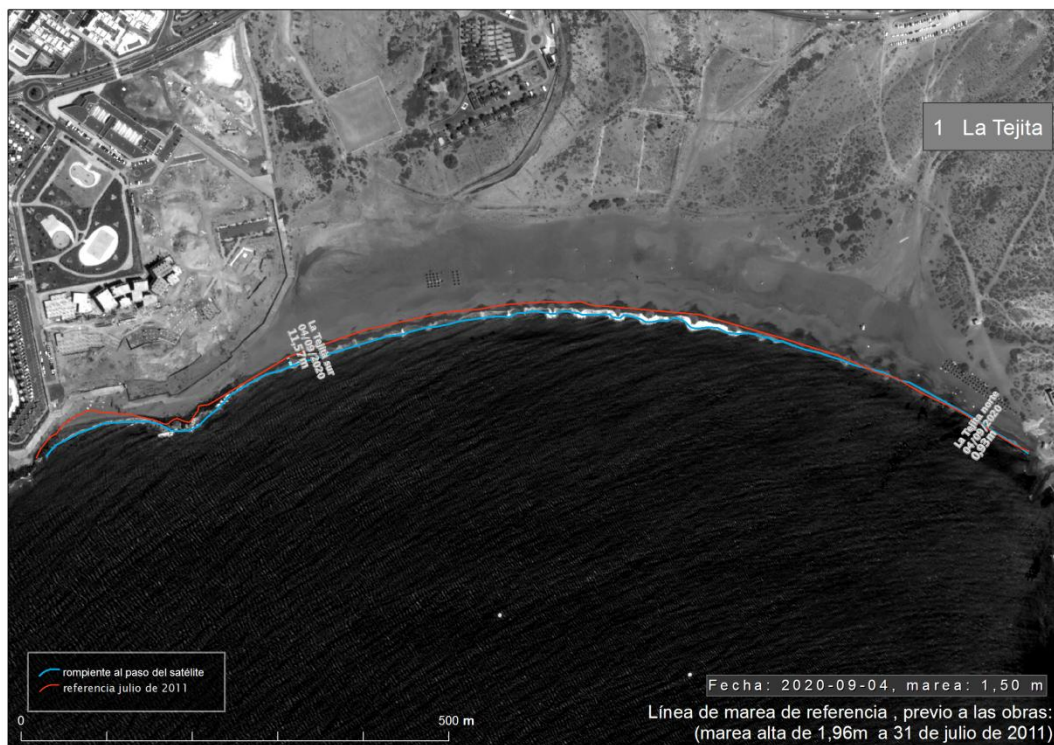
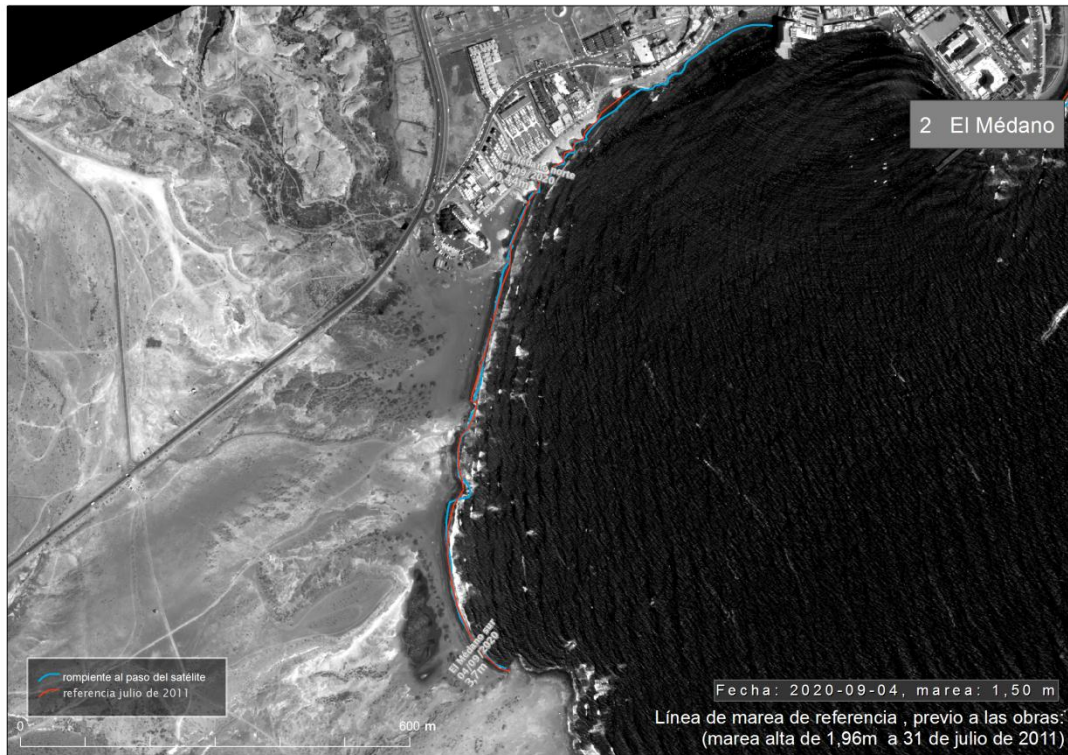
Figuras 41 y 42: Playas de los Tarajales (arriba) y La Caleta (abajo) a 4 de septiembre de 2020



Figuras 43 y 44: Playas de El Medio (arriba) y Punta del Vidrio (abajo) a 4 de septiembre de 2020



Figuras 45 y 46: Playas de Pelada (arriba) y La Jaquita (abajo) a 4 de septiembre de 2020



Figuras 47 y 48: Playas de El Médano (arriba) y La Tejita (abajo) a 4 de septiembre de 2020



Las tres playas que han basculado con intensidad, se encuentran al suroeste y a continuación de las obras de abrigo, y son las que estaban previstas: La Caleta (Figuras 41 y 42: Playas de los Tarajales (arriba) y La Caleta (abajo) a 4 de septiembre de 2020), El Medio y Punta del Vidrio (Figuras 43).

En La Caleta, igual que en Punta del Vidrio y que en El Medio, el patrón sugiere que se mantiene una leve erosión en el extremo Sur. En el extremo norte de esta playa la medición arroja cierto retraimiento respecto al año pasado, pero ningún cambio respecto al anterior, y podríamos estar ante variaciones anuales producto de la frecuencia e intensidad de los oleajes en diferentes años. En El medio el comportamiento es similar, y en Punta Del Vidrio sí que hay crecimiento en la anchura de la playa en este extremo. Por tanto, es esta última playa la que tiene un basculamiento neto. Del resto de playas hay poco que decir, salvo que se mantienen aparentemente ajenas a las nuevas dinámicas generadas por el puerto industrial.

La línea roja en las fotografías representa la línea de playa original, antes del comienzo de las obras del puerto, extraída de la imagen del 31 de julio de 2011. La línea azul sigue la línea de playa del momento de la imagen satelital del 4 de septiembre de 2020

El método expuesto, que sirve para determinar el basculamiento, arroja ciertas incertidumbres debidas a los factores “oleaje” y “estado de la mar” y al modelado del fenómeno, que supone representativa la línea de rompiente. Tanto el tamaño como la energía de las olas influyen en la medición, a lo que se añade la calidad de la imagen y los problemas de georreferenciación de la misma, que ya se comentaron más arriba. Por esa razón se ha buscado otro tipo de representación del perfil de la playa que pueda evitar estos sesgos, y hemos ensayado la modelización de manera que se mida el ángulo del frente de playa en dos alineaciones:

- del punto de inflexión al extremo sur y
- del punto de inflexión al extremo norte.

Puede verse el esquema en la Figura 49 y Figura 50, un ejemplo.

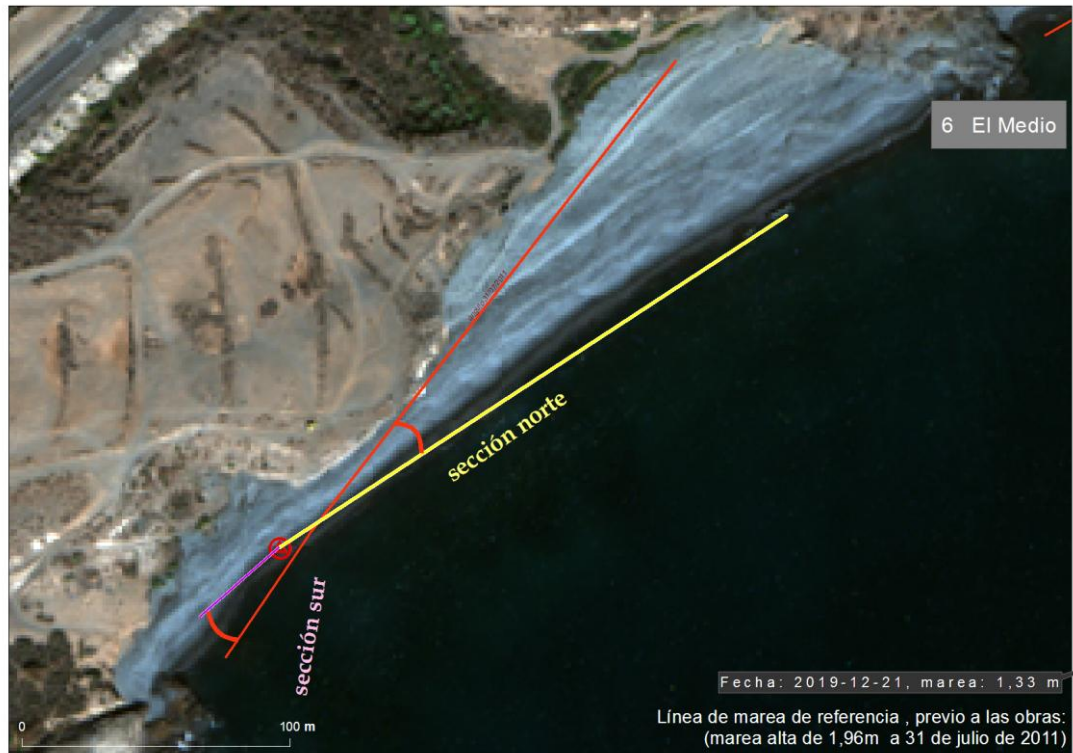


Figura 49. Nuevo modelo de playa con articulación para medir basculamiento. Playa del Medio, 2011 (rojo) y 2019 (norte amarillo y sur púrpura). Ángulo a medir se ha marcado con un arco rojo

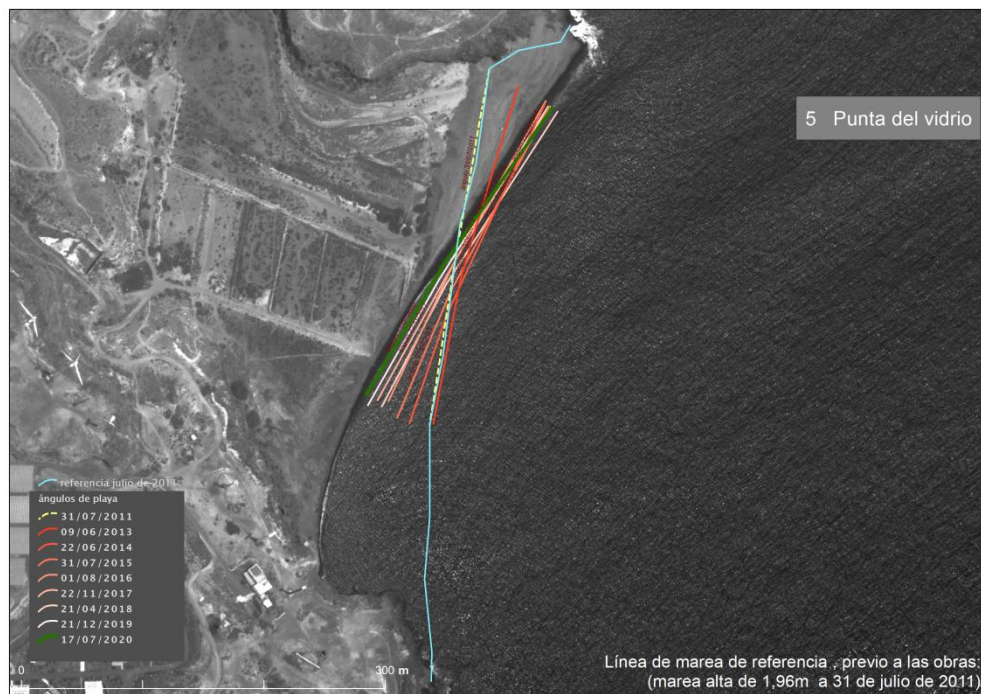


Figura 50. Playa de Punta del Vidrio: 2011 (amarillo discontinuo). La rompiente de 2011 en azul claro. Sucesivas mediciones en tonos del malva al rojo según antigüedad. La de 2020 se dibuja en verde.

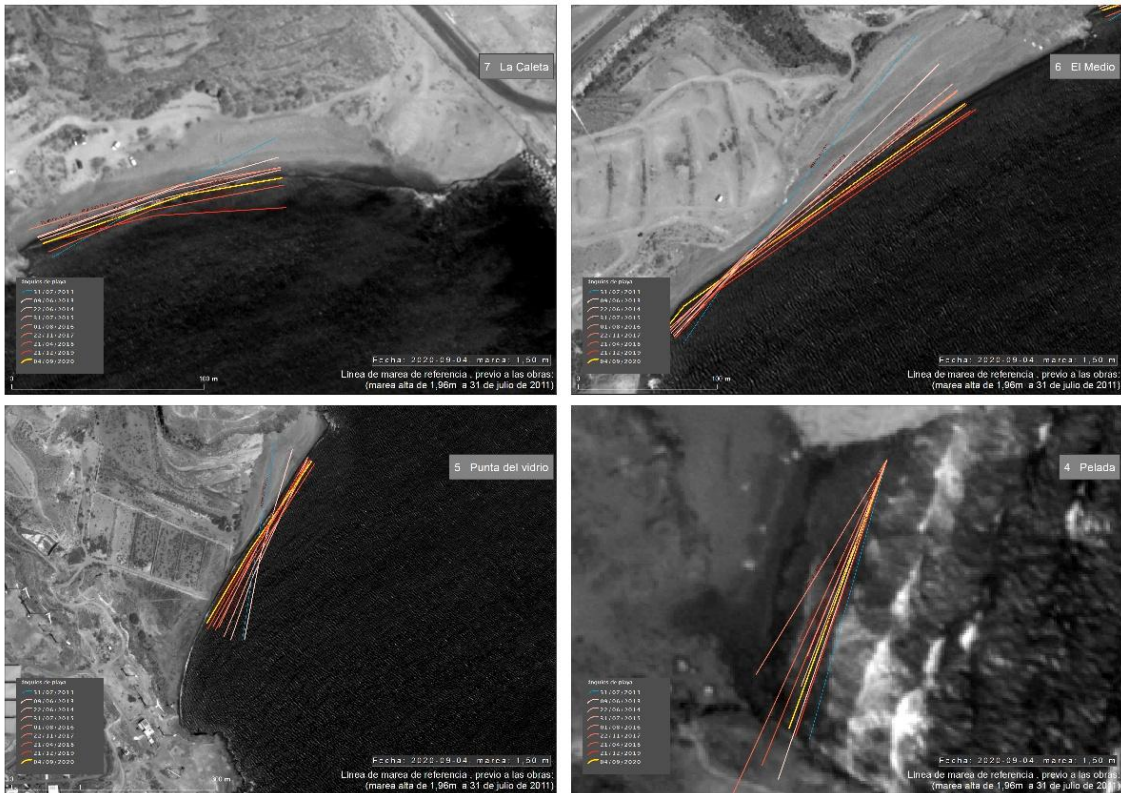


Figura 51. Cambios de orientación en el eje de las playas

El resultado de esta forma de medir el basculamiento se recoge en la Tabla 9

Tabla 9. Ángulos de basculamiento. Valores positivos en el sentido de las agujas de reloj. En Pelada se considera solo una alineación (extremo Sur)

| Playa | La Caleta | | El Medio | | Punta del Vidrio | | Pelada |
|------------|-----------|-------|----------|-------|------------------|-------|--------|
| | N | S | N | S | N | S | S |
| 09/06/2013 | 10,46 | 9,98 | 7,06 | 6,55 | 6,75 | 1,63 | n/a |
| 22/06/2014 | 12,46 | 10,58 | 12,38 | 6,58 | 15,02 | 10,08 | 5,36 |
| 31/07/2015 | 14,34 | 10,06 | 13,56 | 13,15 | 18,14 | 14,04 | 6,54 |
| 01/08/2016 | 16,14 | 12,75 | 14,48 | 10,55 | 19,49 | 16,54 | 19,49 |
| 22/11/2017 | 19,72 | 15,76 | 16,04 | 10,12 | 22,39 | 20,16 | 8,87 |
| 21/04/2018 | 16,1 | 7,64 | 18,67 | 7,7 | 22,76 | 18,81 | 6,75 |
| 21/12/2019 | 26,05 | 16,27 | 17,3 | 8,76 | 21,83 | 20,99 | 2,89 |
| 04/09/2020 | 16,61 | 10,73 | 15,58 | 4,53 | 22,75 | 18,80 | 4,56 |

Los basculamientos en este caso son más evidentes, observándose una deriva más acusada en los años de mayor crecimiento de la obra y menor según se iba completando la infraestructura.

En el tramo de la fase operativa se ha detenido el proceso, al menos en los extremos norte de las playas. No obstante los valores presentan variaciones respecto a los años anteriores, pero sin un patrón claro de escoramiento, cosa que sí hubo en los primeros años. Esto puede deberse al momento de ruptura de la ola, que puede suceder más cerca o más lejos de la orilla. En el informe de año pasado levantábamos una llamada de atención para estudiar una anomalía en los valores que, de confirmarse, hubiesen podido indicar un proceso basculante renovado, pero, a la luz de los resultados, no parece haber sido así. En 2020 no parece perpetuarse la tendencia sino más parece corroborarse que se trata de una circunstancia especial de ese año 2019 al momento de la instantánea.

3.4.9 Batimetría y perfil de las playas

Uno de los posibles impactos monitorizados por el Observatorio es el cambio de la morfología en el fondo de las playas. Ya en la fase previa a la ejecución de la obra se realizaron levantamientos batimétricos y perfiles transversales de las playas objeto de vigilancia, y urgía la realización periódica de nuevos muestreos que proporcionasen una instantánea de los mismos elementos y dibujar un modelo de evolución.

En 2017 se sacó a licitación la realización de los perfiles y levantamiento de batimetrías de las principales playas con interés social (La Tejita, El Médano, La Jaquita y La Pelada; Figura 52). A pesar de no ser continuado en el ejercicio de 2020, se opta por incluir el texto del informe de 2019 como modo de dejar constancia de las acciones y actividades que se llevan a cabo en el OAG para cumplir con en encargo. Este estudio se retomará con otra frecuencia, hecho que se reflejará en los sucesivos informes anuales.

El de 2017 se adjudicó finalmente a la empresa PROMAR2007 INVESTIGACIONES MARINAS S.L.

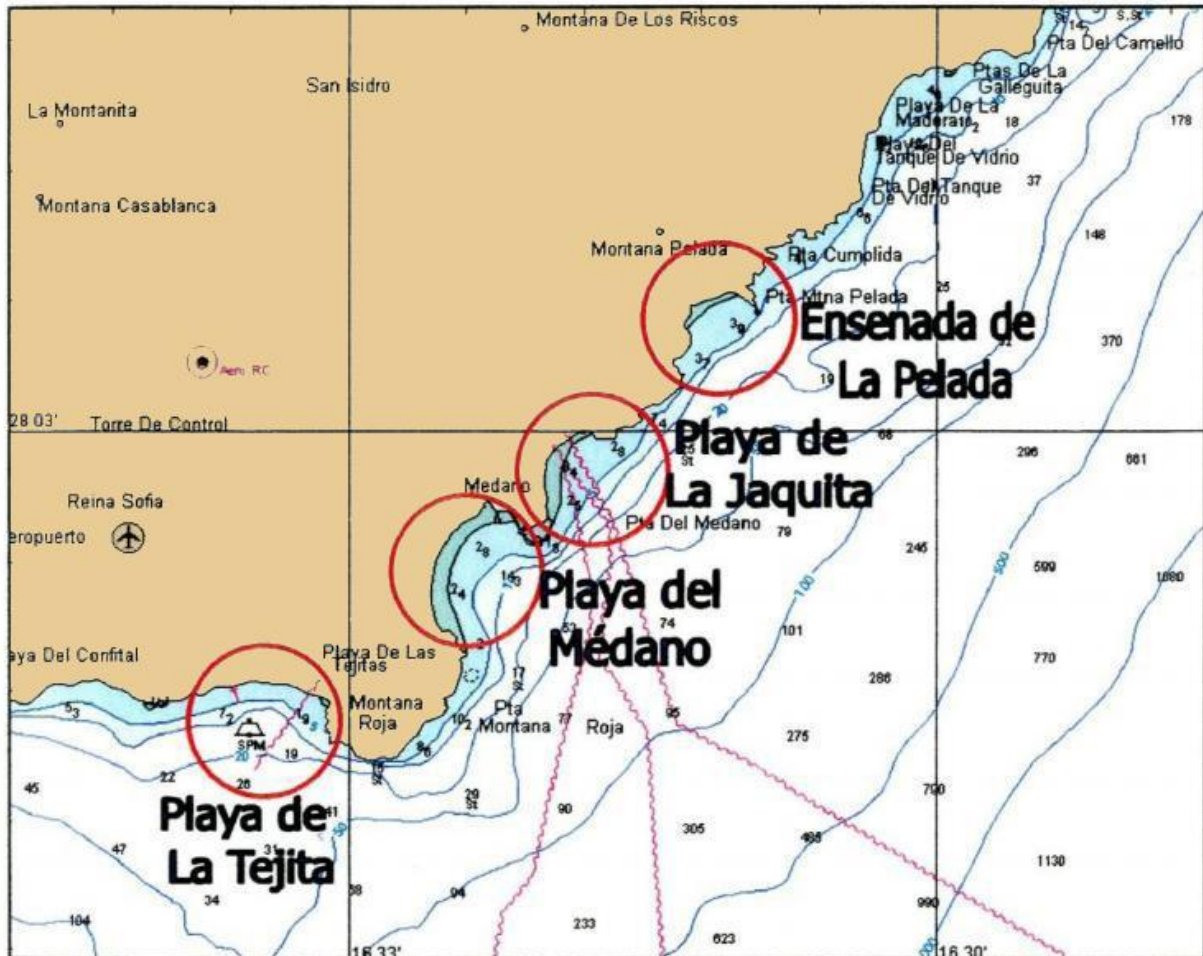


Figura 52. Playas objeto del levantamiento batimétrico.

Con técnicas actualizadas, basadas en geoposicionamiento diferencial GPS y GNSS, así como en el empleo de estaciones totales, ecosondas multi haz y tratamiento de nubes de puntos, se acomete el estudio con dos enfoques: batimetría del fondo y perfil de playa:

3.4.9.1 Batimetría

En este primer caso las tecnologías protagonistas son Geoposicionamiento y Barrido con ecosonda multi haz, software de navegación (que asegura la correcta trayectoria de la embarcación desde la que se trabaja) y de tratamiento de la nube de puntos proporcionados por la sonda. Se genera, casi en tiempo real, el modelo 3D del fondo marino muestreado.

Las referencias para el posicionamiento consistieron en una red de estaciones operadas por la empresa pública GRAFCAN accesibles mediante una conexión a un servicio proporcionado por la misma empresa, y que permite técnicas de GPS diferencial para aumentar la precisión de las mediciones. La técnica compara los datos de posición de la estación de referencia, siempre fija en tierra, y los de una estación móvil (rover), que porta el equipo de trabajo de campo. Las

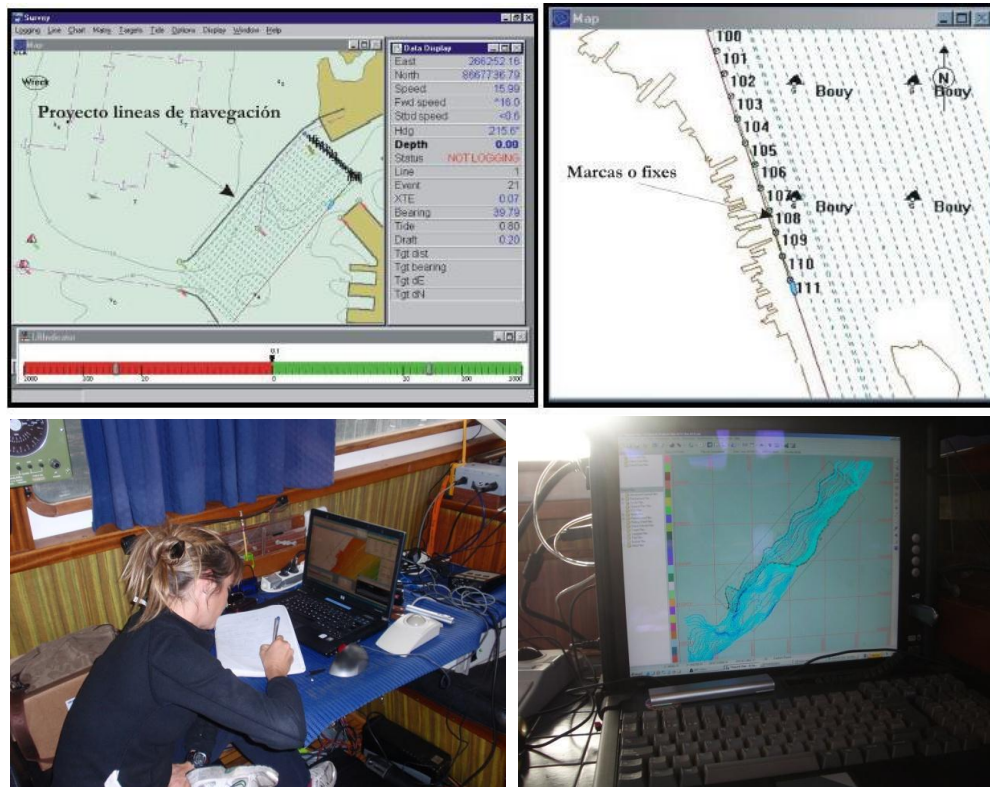
variaciones de posición de la estación de referencia³ se aplican a las mediciones obtenidas por el rover, corrigiéndolas (Figura 53 y Figura 54). Los datos de marea se corrigen con el proceso RTK Tide, que estima la altura respecto a la estación fija y la coteja con datos de un mareógrafo perfectamente georreferenciado, logrando precisiones centimétricas.

La navegación fue asistida por el software Hypack Max que utiliza la información de geoposicionamiento obtenida por los métodos que se han explicado.



Figura 53. Buque oceanográfico "CALIMA" e instalación de equipos de navegación

³ Los sistemas GPS introducen variaciones de ubicación, algunas deliberadas (uso militar) y otras debidas al continuo recálculo de la posición con los satélites, en constante movimiento. Ver <https://es.wikipedia.org/wiki/GPS>



Metodología de la Ecosonda Multi haz de máxima Resolución y Precisión.

Figura 54. Ejemplos de la pantalla del sistema de navegación Hypack Max, en los que se puede observar tanto proyecto de líneas como las marcas o fixes que genera

Actualmente se dispone de tecnología suficiente para aportar medidas de elementos sumergidos con precisiones centimétricas casi en tiempo real. Además, dado que se pueden hacer hasta más de 9000 medidas precisas x,y,z por segundo es posible aportar una visión tridimensional precisa de todos los elementos sumergidos al poco tiempo de haber recogido los datos. Esto es

más completo y rápido que un levantamiento topográfico, con precisión comparable. El sistema de control, registro y procesado está complementado con medios auxiliares de grabación digital, para tener una copia de seguridad tanto de datos brutos como finales. Los planos definitivos se obtienen en gabinete tras procesar y filtrar los datos obtenidos.

Plan de campaña.

Se planificaron dos campañas batimétricas (obtención de los registros batimétricos) en el año. La primera en los días 4, 5, 6, 7 y 8 de abril, y la segunda los días 19, 20, 21 y 22 de noviembre de 2019. El primer día se realizaron las labores de instalación y calibración de los equipos, así como el control de puntos geodésicos presentes en el Puerto. En los días siguientes se realizó el levantamiento batimétrico. En ambas campañas se realizó el trabajo con una climatología moderada, viento flojo del NE y mar en calma.

Durante el levantamiento, la posición del área del piso marino barrida por cada haz emitido se corrigió con la información del sensor de movimiento que mide los ángulos del buque (cabeceo, balanceo, guiñada y altura sobre o bajo el nivel medio del mar). Las señales acústicas se corrigieron constantemente por las variaciones de la velocidad del sonido superficial, realizando un total de 128 y 115 líneas paralelas a costa respectivamente para cada campaña.

Los datos obtenidos se tratan luego por el software de procesado de datos, MB Max, (Hypack). Este programa pertenece a la compañía Coastal Oceanographics Inc. Se limpian los datos, de forma gráfica y con herramientas estadísticas, se introducen las correcciones de marea y los perfiles de velocidad de sonido en agua. En este paso se eliminan los datos erróneos debidos a los movimientos del barco, los errores al posicionamiento, así como a una mala reflectividad.

Se elaboró, en ambas expediciones, un modelo final de elevación digital de 1x1 m de resolución con los datos batimétricos post procesados. Los datos del modo *side scan sonar* se usaron como apoyo a la interpretación. Se creó un mosaico de los sonogramas crudos. Los datos son guardados en formato XYZ, como nube de puntos (Figura 55).

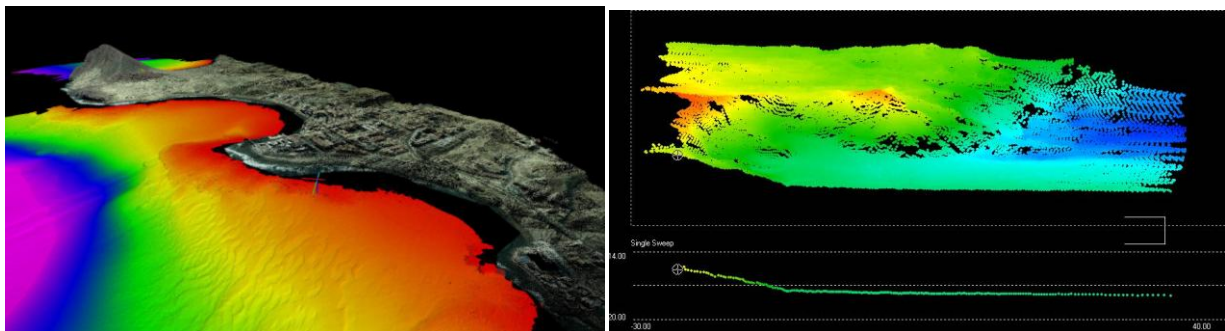


Figura 55. Ejemplos de levantamiento en tiempo real y de nube de puntos (MBMAX, de Hypack)

Una vez obtenidos los resultados del trabajo de campo y su posterior proceso de gabinete, en el Observatorio se analizaron las diferencias entre cada par de ficheros (campaña de 2018 y campaña de 2019) por playa, para lo que se compararon directamente las nubes de puntos con el software de código abierto “Cloud Compare” especializado en el tratamiento de nubes de puntos (véase <https://www.soluciontopografia.com/tratamiento-de-datos-masivos-3d-con-software-libre>, por ejemplo), y que, entre otras cosas, permite calcular la distancia en cada eje



X, Y y Z entre cada punto de un fichero y el más cercano del otro fichero. Se analizan solo las distancias en el eje Z para evitar vectores no verticales y que llevarían a error.

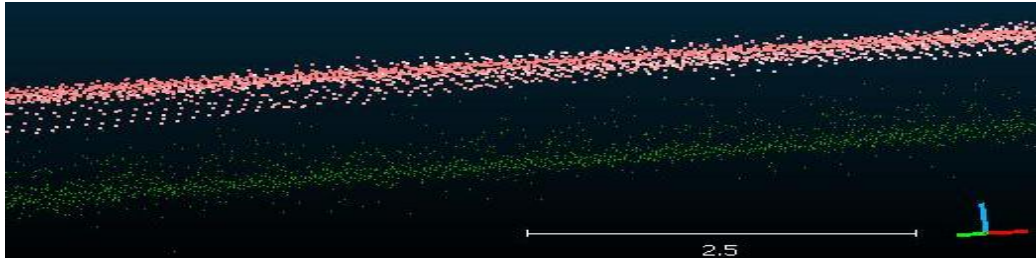


Figura 56. La Tejita (detalle). En rosa/rojo, muestreo de 2018, y en verde el de 2017. El crecimiento es de alrededor de 2 m. En el período 2018-2019 las diferencias han sido de poco más de 1 m como máximo

Los resultados no reflejan cambios significativos entre las dos fechas para ninguna de las playas, tal como se ve en el conjunto de histogramas (Figura 57 y Figura 58), según los cuales, la mayoría de las distancias (un 99%) es menor de 0,6 m de variación y un 90% está dentro de los 30 cm. Los tonos azules indican pérdida y los tonos rojos, ganancia. La intensidad es proporcional al valor del cambio. La media de las distancias es de alrededor de 3 cm.

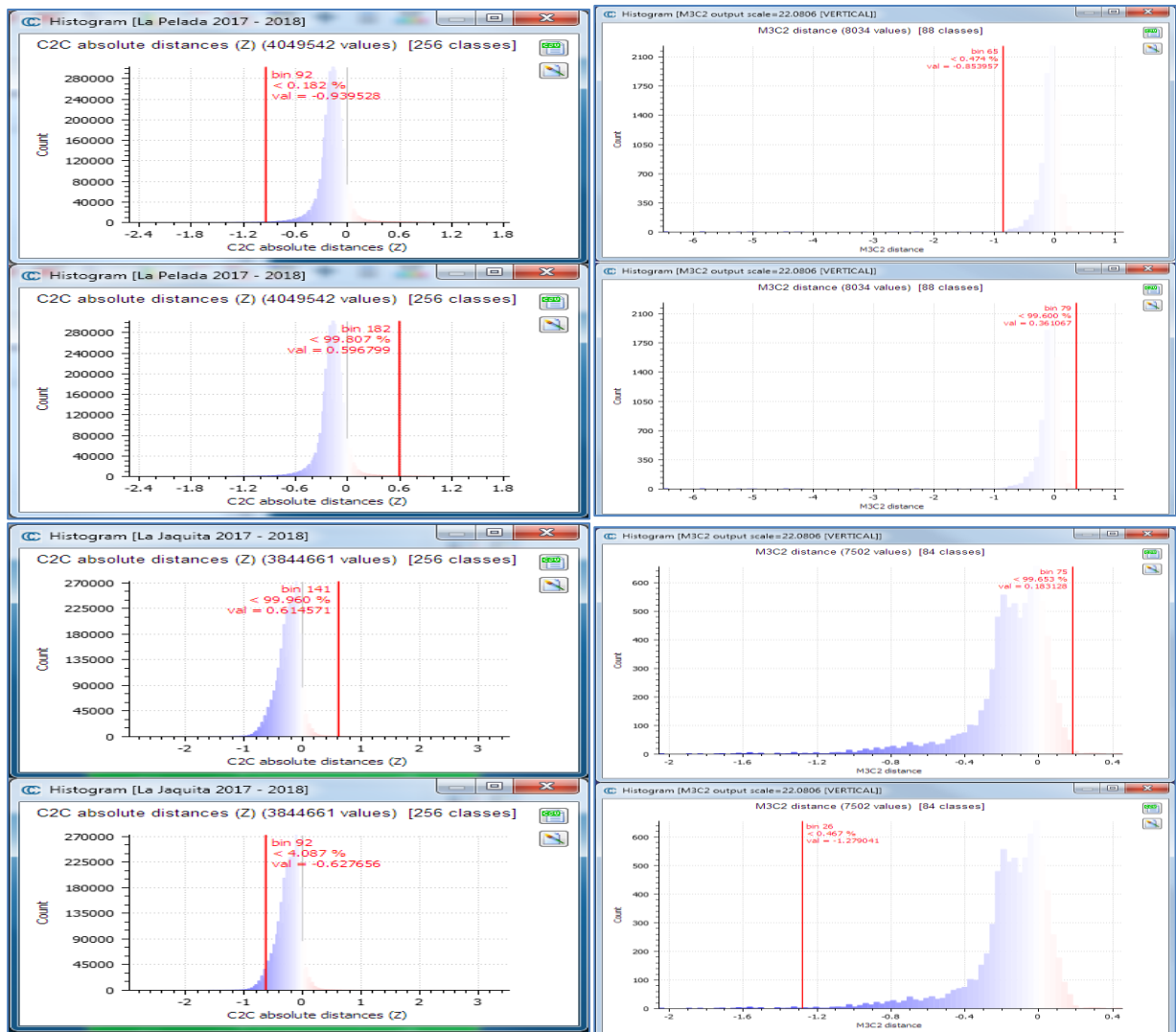


Figura 57. Histogramas de distancias en el eje Z. Pelada, y La Jaquita

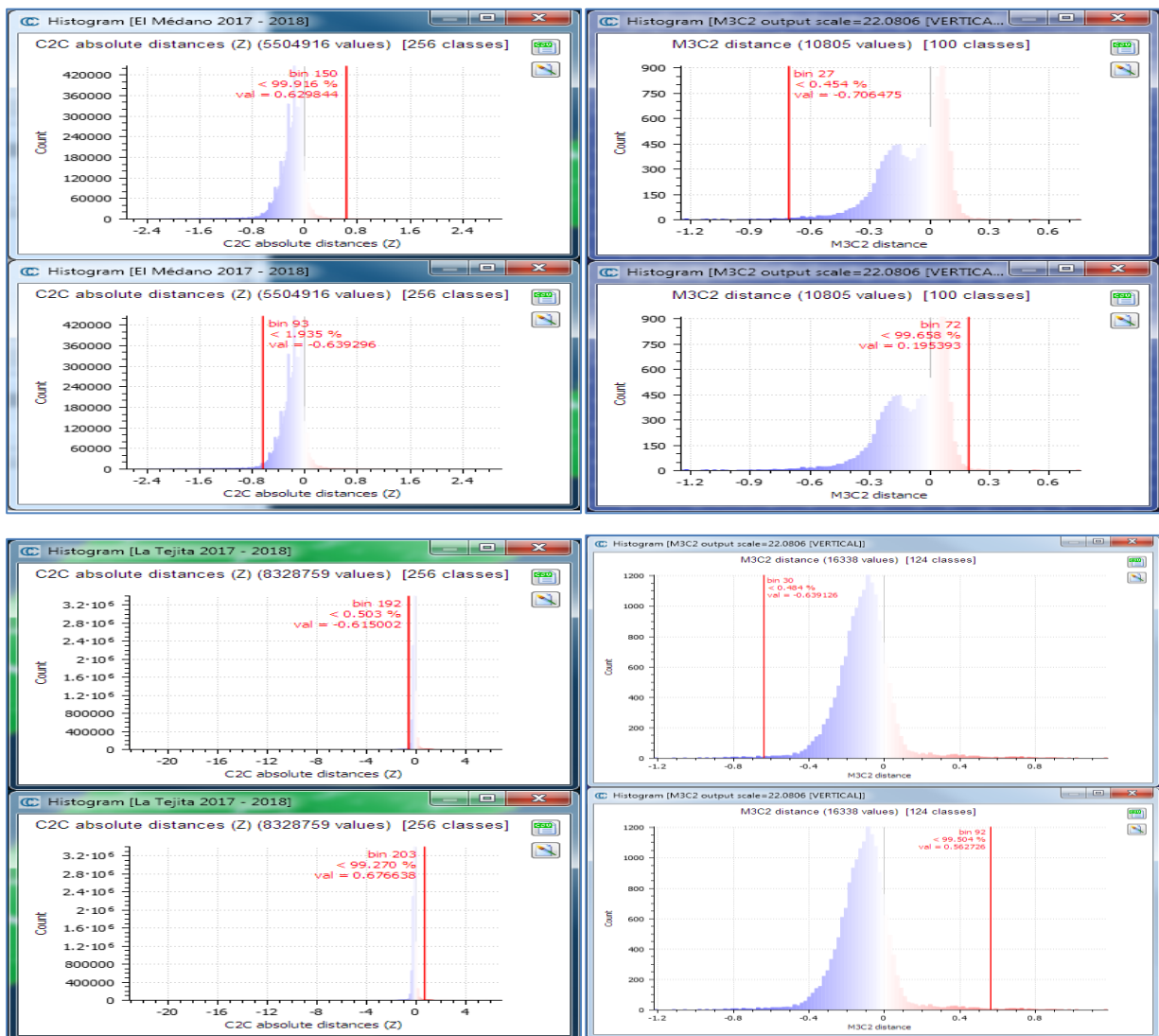


Figura 58. Histogramas de distancias en el eje Z. El Médano y La Tejita

Respecto a los valores máximos y mínimos y del rango de distancias de cada caso, los valores más alejados son frecuentemente *outliers* debidos a errores, “*sinks*” o sumideros, o interferencias (caso de La Tejita y El Médano). A la vista del plano de cada una de las áreas, se nota en tonos rojos una ganancia en altura, o pérdida de profundidad (el fondo está más cerca de la superficie), y en las azules el efecto contrario. El color gris o blanco indica áreas con diferencias cercanas a cero. En general, cerca de la orilla existe una cierta pérdida de en torno a los 60cm, al menos en las tres playas mayores. En una franja de unos 30m.

A continuación, en una franja de varios cientos de metros se produce una ganancia de altura del fondo, es decir, se acerca más a la superficie. En La Tejita este fenómeno es ligeramente

diferente, pues inmediatamente después de la primera banda de socavamiento cerca de la rompiente se observa una acumulación más potente de la arena que varía entre 0,5 y 1 m, en una franja tan estrecha como la más costera.

En La Jaquita y El Médano, como se dijo, durante unos centenares de metros se produce “crecimiento” del fondo, aunque de escasa entidad (una media de 5 cm), para continuar con una región en la que se hace más profundo el terreno, con valores de similar magnitud que la anterior. También parece que en las zonas de playa en las que las olas rompen en o cerca de formaciones rocosas, hay acumulación de arena, rompiendo con el esquema general de esa primera banda de rompiente. Este último hecho parece también darse en La Tejita.

Donde prácticamente no ha habido cambios es en la playa de Pelada. Allí, el efecto que atribuimos al oleaje es muy leve en comparación con las otras playas.

Toda esta serie de observaciones pueden comprobarse en la Figura 59.

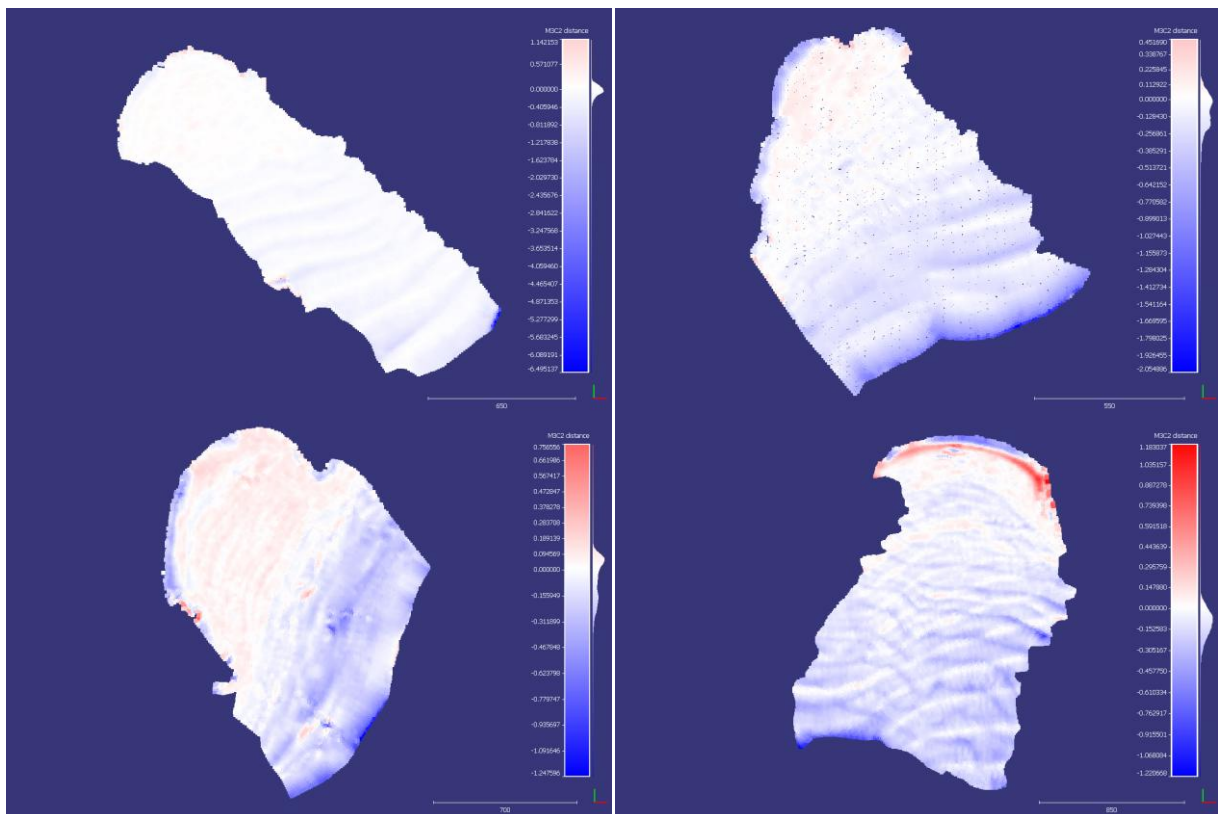


Figura 59. Planos de las diferencias entre los barridos de 2018 y 2019. Rojo, pérdida de profundidad. Azul, ganancia. De arriba abajo e izquierda derecha, La Pelada, La Jaquita, El Médano, La Tejita

3.4.9.2 Perfiles de playa

Para conocer la forma tridimensional de la superficie de las playas en la franja más costera puede recurrirse a un muestreo de cota en puntos a lo largo y ancho de la misma. Con el



objetivo de reducir el esfuerzo se calcula un número de puntos mínimo que sea representativo. Por simpleza y mejor organización del trabajo de campo, suelen alinearse esos puntos en rectas, llamadas “perfiles” que se espacian por la superficie. En el caso de las playas, que son entidades alargadas, los perfiles suelen disponerse transversalmente de modo que se generan muchos perfiles pero más cortos. El trabajo en nuestro caso consiste en medir las cotas a lo largo de los perfiles por métodos de geoposicionamiento por satélite (GPS y GNSS) y apoyo en la antena de Grafcan situada en San miguel de Abona. Partiendo de los perfiles usados en el trabajo de la fase previa, en 2007, y ajustándolos al modelo de ondulación del geoide para Canarias, se replantearon esos ejes, puesto que los originales carecían de apoyo en ese modelo y exhibían diferencias significativas en las cotas de referencia con las mediciones preparatorias de este trabajo, para después situar los puntos de medición que serán usados en todo el proyecto en los próximos años.

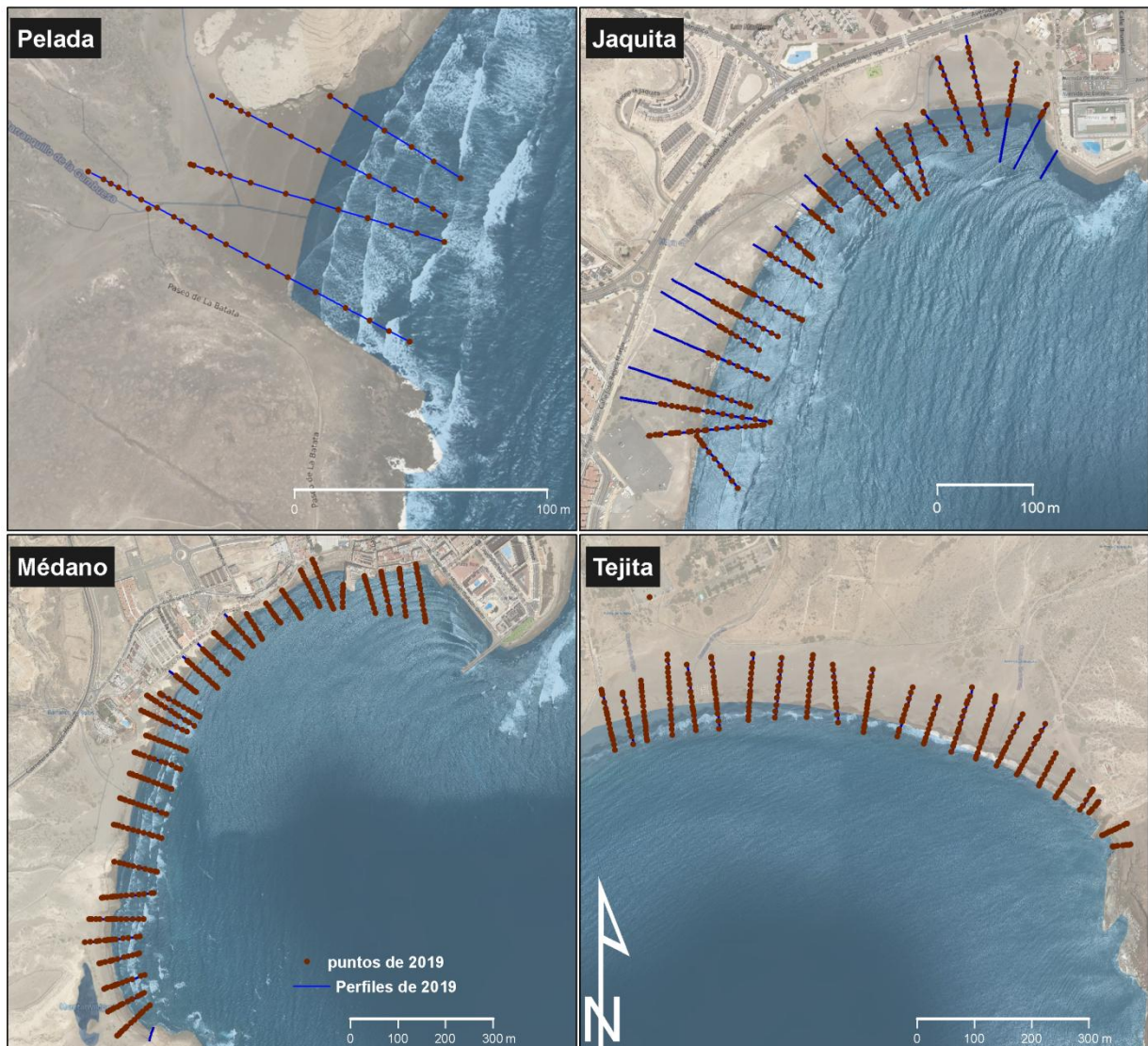


Figura 60. Perfiles en los que se ha medido la cota respecto al cero establecido en el trabajo



Se consigue una superficie a partir de valores de un parámetro medido en puntos repartidos en un área, partiendo de asumir que, alrededor de un punto, es más probable que los puntos cercanos tengan valores similares, aunque con un crecimiento de la diferencia particular para cada fenómeno estudiado. La hipótesis supone que la variación espacial del parámetro puede ser explicada al menos parcialmente mediante funciones de correlación espacial: la variación espacial de la altura en un punto cualquiera puede deducirse de los valores circundantes de acuerdo con unas funciones homogéneas en toda el área. Es una técnica popular en el modelado del terreno al producir resultados con más detalle. En el Observatorio se han generado sendos modelos digitales de las zonas de muestreo y, tras una sencilla operación geoespacial de diferencia entre superficies, se obtuvieron los resultados que se muestran en la Figura 62.

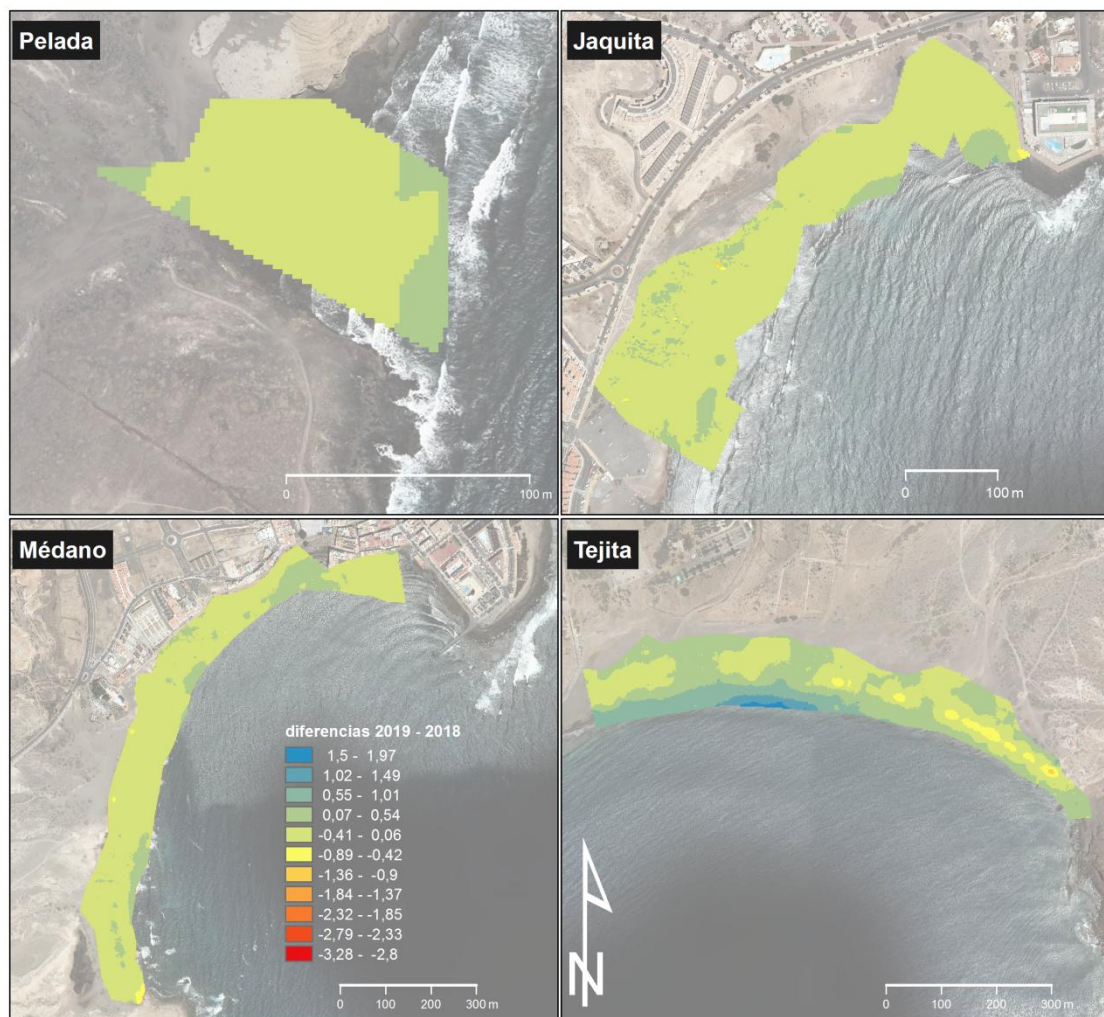


Figura 62. Resultados del análisis de superficies provenientes de la interpolación kriging

Para confeccionar la ilustración hemos asignado una gama de colores que cubre del extremo de máxima pérdida (2019 < 2018), con valores más negativos y tonalidad roja, al extremo donde hubo más aporte o crecimiento en altura (2019 > 2018), con los valores más altos y tonalidad azul. La gama de colores reserva el color amarillo verdoso para crecimientos cero.

A la vista de estos resultados, cabe decir que en general las variaciones no parecen importantes y están en el intervalo de $[-0,5 \text{ m}, 0,5 \text{ m}]$ en la componente Z. Existe una zona en el extremo occidental de la playa de La Tejita donde el gráfico refleja una pérdida más relevante. Sin embargo, se trata de la zona más entrada en el agua. Según explica el contratista, las condiciones del mar en el día de bajamar escorada en mareas vivas, que es cuando ha de tomarse la muestra, eran incompatibles con el trabajo. Hubo dificultades que pudieron ser salvadas en las demás playas, pero en ésta no. En general la conclusión es de una ligera acumulación de material antes que de una tendencia a la pérdida, idea que se refleja en la coloración de las imágenes. Los rangos del amarillo al verde claro, en los mapas, predominan sobre el resto de la gama.

El gráfico de la Figura 63 corrobora esta impresión. Se puede constatar que más del **85%** de las celdillas de 2 x 2 m que componen la superficie de la pertenecen al intervalo $[-0,42, +0,06]$ y más del **14%** en el intervalo $[0,06, 0,54]$. En total los dos rangos se reparten un **99,38%** del total del área medida (las cifras se dan en metros).

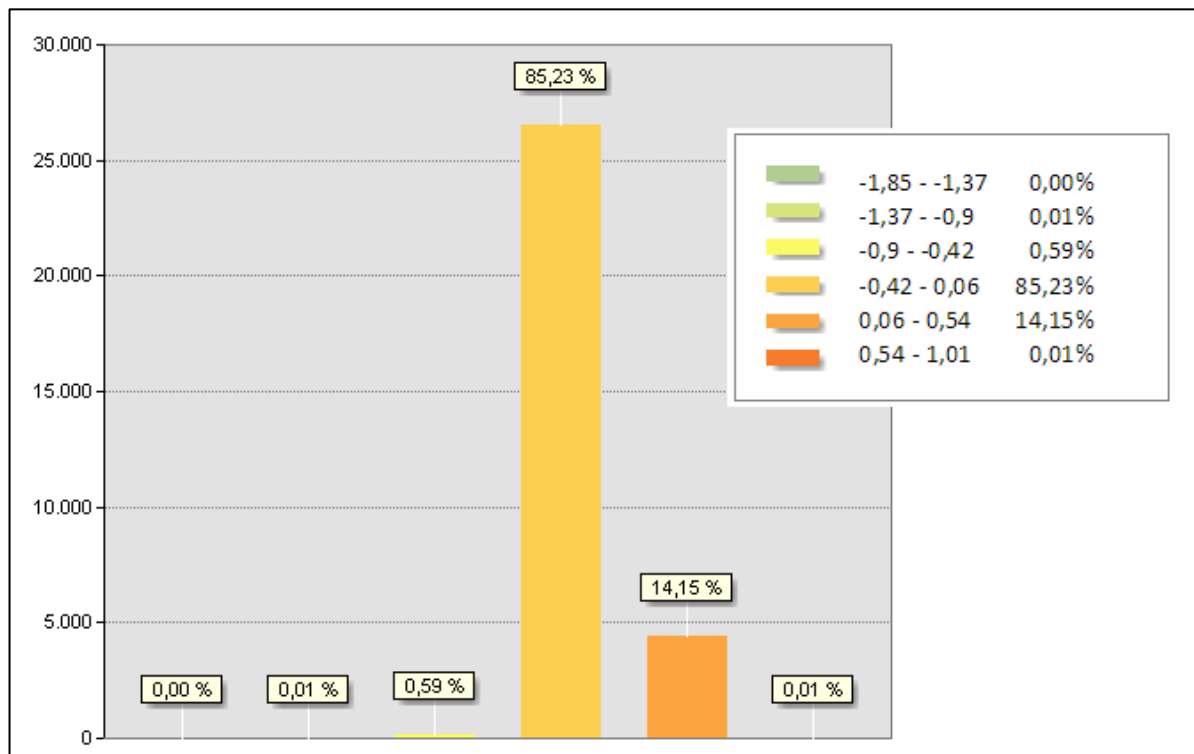


Figura 63. Histograma de frecuencias de pérdidas y ganancias en la medición de los perfiles (2019-2018). Número de celdas de 2x2 m (eje vertical) y porcentajes de cada intervalo de variación

3.5 Calidad del medio marino

Un objetivo usual en todo plan de vigilancia 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.

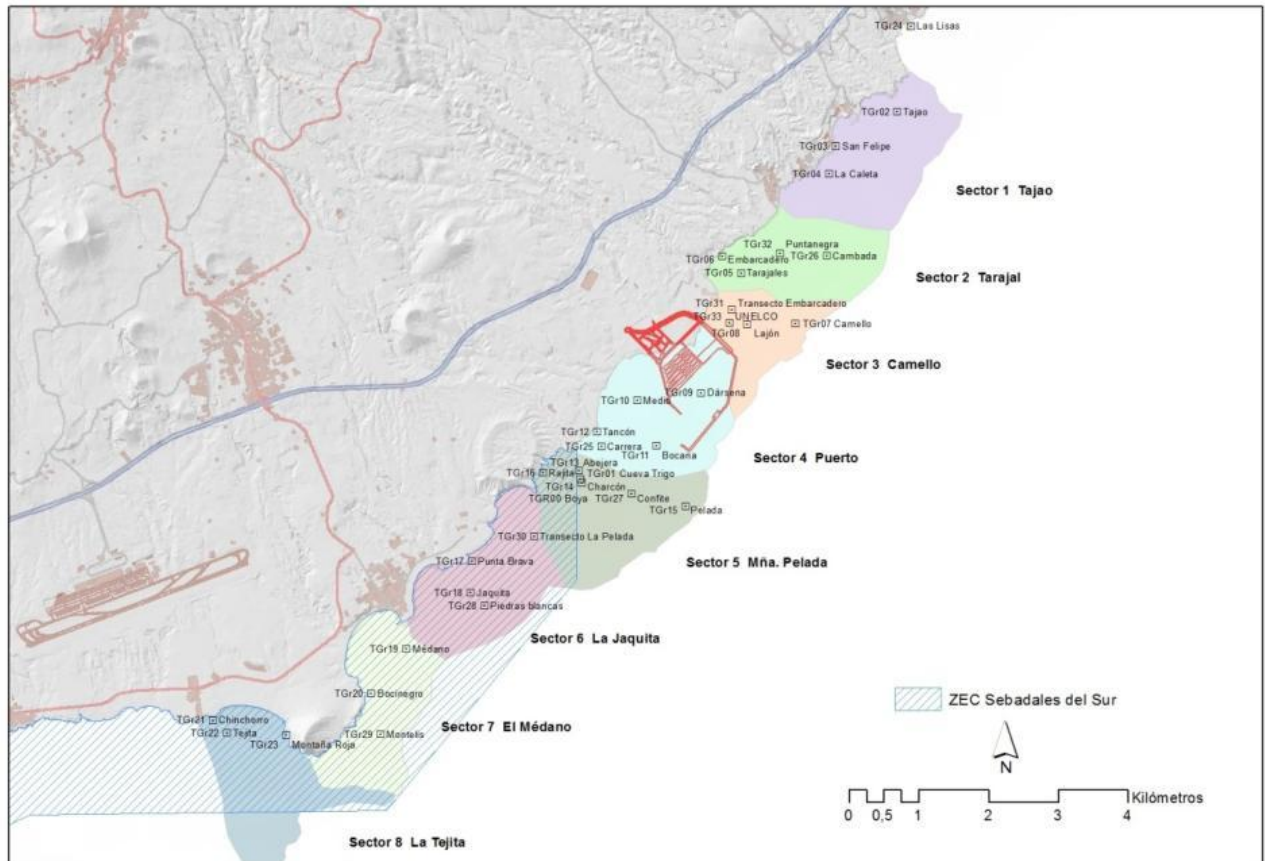


Figura 64. Sectores y estaciones de muestreo de aguas y boya oceanográfica del OAG

El OAG ha sectorizado la costa de Granadilla en una extensión de 13 km, estableciendo estaciones de muestreo en cada sector ambiental (Figura 64). Los datos oceanográficos se miden cada mes con sonda multiparamétrica; la analítica química se realiza con carácter trimestral, y la de contaminación microbiológica que se venía haciendo anualmente en toda la costa se ha modificado con el nuevo plan de vigilancia en fase operativa a periodicidad mensual en las dos estaciones más próximas al puerto (TGr09 y TGr10). A partir de enero de 2017, con motivo de la entrada en vigor de la fase operativa, los muestreos de los parámetros químicos de las aguas se han pasado a realizar en tres cotas (superficie, intermedio y fondo). Anteriormente se venían realizando en superficie y fondo.

3.5.1 Parámetros oceanográficos

La página web del OAG dispone de visores pareados que permiten seleccionar la estación y el parámetro a consultar, y así comparar su evolución en el tiempo (también definible). En un

sistema de archivo anexo a este informe se incluyen las tablas con los valores obtenidos en 2020, así como copia de las analíticas recibidas de los laboratorios. Se comenta aquí lo más destacado.

Las Tabla 10 y Tabla 11 resumen los trabajos de las campañas realizadas en 2018, 2019 y 2020 y los valores oceanográficos medidos (máxima, mínima y media) comparados con los de la situación previa a las obras.

Tabla 10. Campañas de muestreo

| Campañas 2018 | Número campañas | Número estaciones | Número muestras | Número Parámetros | Datos aprox. |
|--------------------------|-----------------|-------------------|-----------------|-------------------|--------------|
| Muestreo de aguas | 3 | 10 | 82 | 21 | 1.184 |
| Muestreo de sedimentos | 2 | 10 | 20 | 24 | 480 |
| Sonda multiparamétrica | 8 | 10x <5 prof. | 321 | 10 | 3.210 |
| Captadores de sedimentos | 3 | 9 | 48 | 3 | 144 |
| Campañas 2019 | Número campañas | Número estaciones | Número muestras | Número Parámetros | Datos aprox. |
| Muestreo de aguas | 3 | 10 | 60 | 21 | 856 |
| Muestreo de sedimentos | 2 | 10 | 20 | 25 | 500 |
| Sonda multiparamétrica | 9 | 10x <5 prof. | 373 | 10 | 3.730 |
| Captadores de sedimentos | 3 | 9 | 49 | 3 | 147 |
| Campañas 2020 | Número campañas | Número estaciones | Número muestras | Número Parámetros | Datos aprox. |
| Muestreo de aguas | 4 | 10 | 240 | 17 | 4.080 |
| Muestreo de sedimentos | 3 | 10 | 30 | 18 | 540 |
| Sonda multiparamétrica | 8 | 10x <5 prof. | 550 | 10 | 5.500 |
| Captadores de sedimentos | 3 | 9 | 48 | 3 | 144 |

Tabla 11. Valores oceanográficos

| Año 2018 | Instrumento | Unidade | Mínimo | Máximo | Media | Previo obra |
|---------------------------|-------------|---------|--------|--------|--------|---------------|
| Temperatura | Sonda | °C | 18,20 | 22,64 | 19,92 | 18,61 - 24,65 |
| Salinidad | Sonda | psu | 36,19 | 37,76 | 36,98 | 36,53 - 37,34 |
| pH | Sonda | ud. pH | 7,97 | 8,25 | 8,12 | 8,09 - 8,34 |
| Saturación O ₂ | Sonda | % | 97,6 | 108,40 | 103,36 | - |
| Turbidez | Laboratorio | NTU | 0 | 1,93 | 0,63 | 0 - 16,50 |
| Turbidez | Sonda | NTU | 0 | 2,70 | 0,17 | 0 - 16,50 |
| Año 2019 | Instrumento | Unidade | Mínimo | Máximo | Media | Previo obra |
| Temperatura | Sonda | °C | 18,94 | 23,52 | 20,82 | 18,61 - 24,65 |
| Salinidad | Sonda | psu | 37,01 | 38,16 | 37,46 | 36,53 - 37,34 |



| | | | | | | |
|---------------------------------|--------------------|---------------|---------------|---------------|--------------|--------------------|
| pH | Sonda | ud. pH | 7,93 | 8,37 | 8,14 | 8,09 - 8,34 |
| Saturación O₂ | Sonda | % | 97,8 | 113,60 | 101,88 | - |
| Turbidez | Laboratorio | NTU | 0 | 1,58 | 0,47 | 0 - 16,50 |
| Turbidez | Sonda | NTU | 0 | 2,10 | 0,14 | 0 - 16,50 |
| Año 2020 | Instrumento | Unidad | Mínimo | Máximo | Media | Previa obra |
| Temperatura | Sonda | °C | 19,27 | 23,85 | 21,51 | 18,61 - 24,65 |
| Salinidad | Sonda | psu | 37,16 | 40,09 | 37,61 | 36,53 - 37,34 |
| pH | Sonda | ud. pH | 6,99 | 8,25 | 8,04 | 8,09 - 8,34 |
| Saturación O₂ | Sonda | % | 96,60 | 105,90 | 100,24 | - |
| Turbidez | Sonda | NTU | 0 | 0 | 0 | 0 - 16,50 |

Valores sin datos de los meses más cálidos (septiembre y octubre) en los que no se pudo muestrear por razones técnicas.

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 o inicio de octubre, y las mínimas en la segunda quincena de febrero. Este patrón se mantiene igual en todas las estaciones, siendo los registros muy homogéneos.

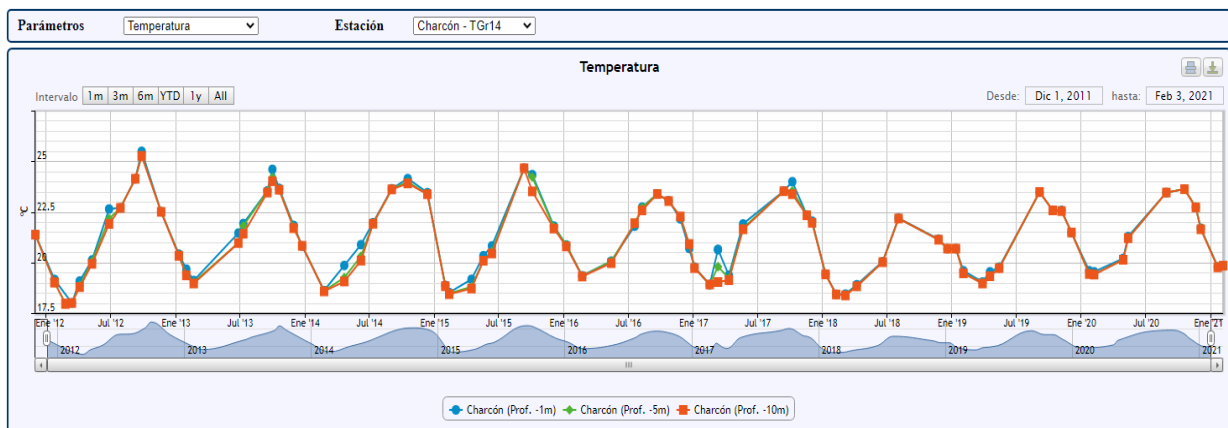


Figura 65. Evolución de la temperatura del agua en la estación TGr14 (Charcón) (medición con sonda) 2011-2020

La temperatura media, máxima y mínima obtenida por las sonda multiparamétrica en el periodo 2013-2020 se muestra en la Tabla 12.

Tabla 12. Valores de Temperaturas medias, máximas y mínimos obtenidos en las distintas anualidades

| AÑO | T ^a Media | T ^a Máx. (mes) | T ^a Mín. (mes) | Periodo no muestreado |
|-------------|----------------------|---------------------------|---------------------------|----------------------------------|
| 2020 | 21,51 | 23,85 °C (08) | 19,27 °C (01) | Meses 03,06,07,09 no muestreados |
| 2019 | 20,82 | 23,52 °C (09) | 18,94 °C (03) | Meses 06,07,08 no muestreados |
| 2018 | 19,92 | 22,64 °C (08) | 18,20 °C (02,03) | Meses 05,07,09 no muestreados |
| 2017 | 21,27 | 24,31 °C (09,10) | 18,83 °C (02) | Meses 06,07,08,12 no muestreados |
| 2016 | 21,37 | 23,50 °C (09) | 19,17 °C (03) | Meses 04,06 no muestreados |
| 2015 | 20,90 | 25,13 °C (09) | 18,36 °C (02) | Meses 03,07,08,11 no muestreados |

| | | | | |
|-------------|-------|---------------|---------------|----------------------------------|
| 2014 | 21,55 | 24,23 °C (10) | 18,52 °C (02) | Meses 01,03,05,08 no muestreados |
| 2013 | 21,50 | 24,66 °C (09) | 18,86 (02) | Meses 03,04,05,08 no muestreados |

Es necesario tener en cuenta que hay algunos años en los que no se ha podido muestrear en los meses más cálidos o más fríos, por lo que hay que tener precaución a la hora de valorar los datos medios de la tabla. Por ejemplo para el año 2018, los meses de Septiembre y Octubre, que son los meses con el agua más cálida, no se pudieron realizar mediciones con la sonda por razones técnicas. Por ello el valor promedio de 2018 no sirve de referencia para comparar con el resto de anualidades.

Saturación de oxígeno: Los niveles de saturación de oxígeno fluctúan estacionalmente entre 97% y 110%, dentro de la ventana de óptimo vital para los organismos acuícolas (80-125%), con lo que el potencial redox se mantiene alto (>200 mv) (Figura 66).

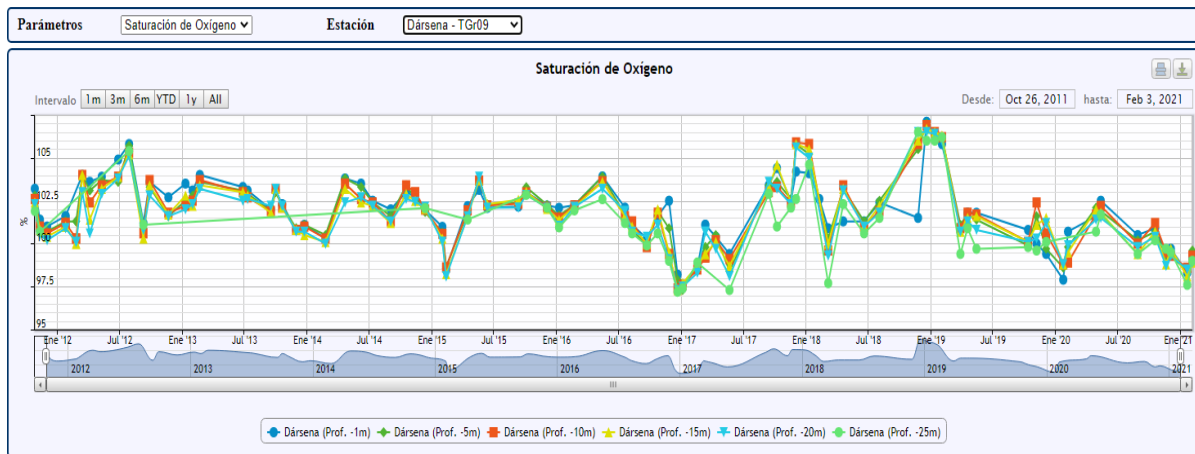


Figura 66. Saturación de oxígeno (%) en la estación Charcón (TGr14) a 3 profundidades, (2012-2020)

Estos intervalos corresponden a aguas bien oxigenadas, con concentraciones en el rango de 4-7 ppm. En ninguna estación se han detectado posibles situaciones de anoxia.

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.

Tabla 13. Valores de pH medios, máximos y mínimos obtenidos en las distintas anualidades

| AÑO | Valor Ph promedio | Valor Ph máximo | Valor Ph mínimo | Periodo no muestreado |
|-------------|-------------------|-----------------|-----------------|-------------------------------------|
| 2020 | 8,04 | 8,25 | 6,99 | Meses 03, 06, 07, 09 no muestreados |
| 2019 | 8,14 | 8,37 | 7,93 | Meses 06,07,08 no muestreados |
| 2018 | 8,11 | 8,25 | 7,64 | Meses 05,07,09 no muestreados |
| 2017 | 8,08 | 8,29 | 7,31 | Meses 06,07,08,12 no muestreados |
| 2016 | 8,17 | 8,47 | 7,95 | Meses 04,06 no muestreados |
| 2015 | 8,20 | 8,40 | 8,12 | Meses 03,07,08,11 no muestreados |
| 2014 | 8,21 | 8,30 | 8,08 | Meses 01,02,03,05,08 no muestreados |



| | | | | |
|------|------|------|------|----------------------------------|
| 2013 | 8,01 | 8,10 | 7,91 | Meses 03,04,05,08 no muestreados |
|------|------|------|------|----------------------------------|

Desde octubre de 2020 se tienen problemas de calibración con el sensor de pH de la sonda multiparamétrica, por lo que dichos datos no se exponen en la gráfica anexa. Así mismo, hay algunos datos anómalos del mismo sensor en algunas de las campañas, seguramente a la desestabilización del sensor (Figura 67).

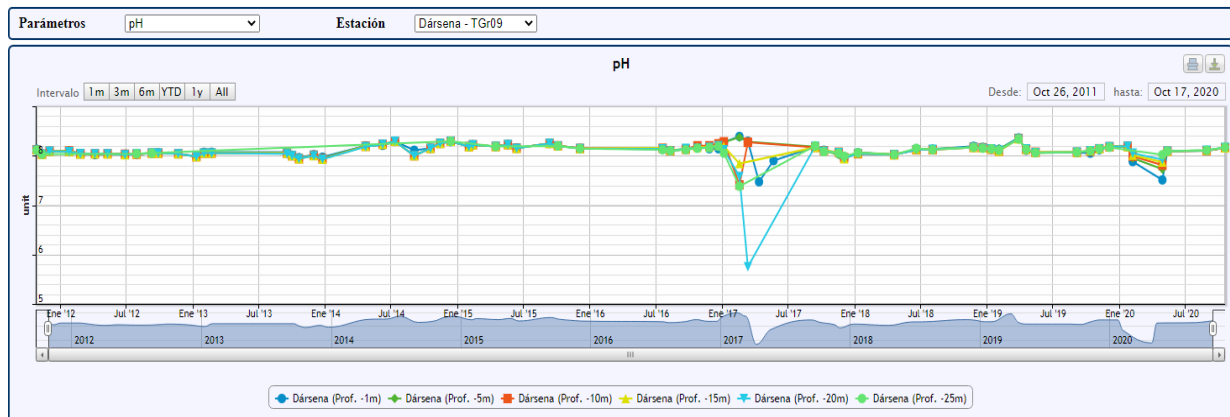


Figura 67. Registro del pH en La Dársena (TGr09) a seis profundidades (2012-2020)

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 midiéndose medía 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 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 y que en los meses de septiembre y octubre de 2018 no se dispone de datos debido a un problema de estabilización del sensor de pH.

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 este 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 (Figura 68).

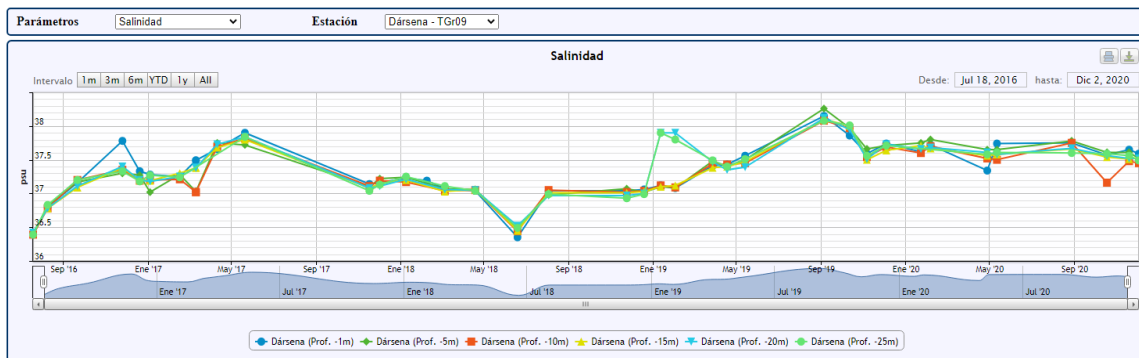


Figura 68. Salinidad medida con sonda en la Dársena (TGr09), desde julio de 2016 a diciembre de 2020

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 (Figura 69).



Figura 69. Turbidez (NTU) registrada en 2020 con sonda multiparamétrica en las estaciones ubicadas en el interior del puerto: Dársena (TGr09) y Martillo (TGr40)

Las mediciones con la sonda multiparamétrica se hacen normalmente con mar favorable para la navegación (escaso oleaje). Desde el final de la fase de obras (2016) se ha retirado de la boya el



turbidímetro por lo que los datos de turbidez disponibles son los obtenidos por los registros mensuales de la sonda multiparamétrica.

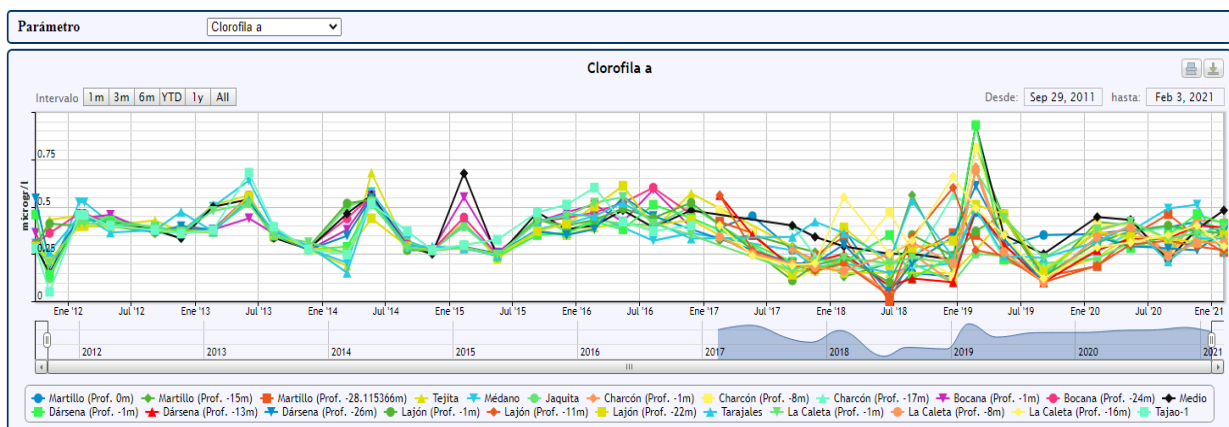
La turbidez medida así es de 0,14 NTU, con máximos de 2,10 NTU. La turbidez medida en el laboratorio a partir de muestras de aguas son: mínima de 0 NTU, máximo de 1,58 NTU (en fondo en TGr40-Martillo) y media de 0,47 NTU. En general, las aguas son claras.

Concentración de clorofila: la concentración de clorofila en las aguas es un indicador de la producción biológica de las algas, bacterias y otros organismos fotosintéticos, de la que, en definitiva, depende toda la vida marina. En Canarias, la concentración de clorofila en aguas abiertas es baja, del orden de 0,1-0,2 mg/m³, 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 mg/m³) (Tabla 14).

Tabla 14. Evolución de la concentración de clorofila a en la costa de Granadilla

| Clorofila A µg/l | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 |
|------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Valor máximo | 0,54 | 0,54 | 0,68 | 0,68 | 0,68 | 0,62 | 0,56 | 0,66 | 0,93 | 0,51 |
| Valor mínimo | 0,06 | 0,05 | 0,26 | 0,15 | 0,22 | 0,32 | 0,11 | 0 | 0,10 | 0,19 |
| Media | 0,28 | 0,35 | 0,40 | 0,37 | 0,37 | 0,46 | 0,30 | 0,24 | 0,35 | 0,34 |

El valor medio de clorofila alcanzado en el ejercicio 2016 no se ha llegado a alcanzar en 2020, lo que puede reflejar quizá la menor acumulación de nutrientes en la zona. Estos valores precisos proceden de análisis de laboratorio. 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).



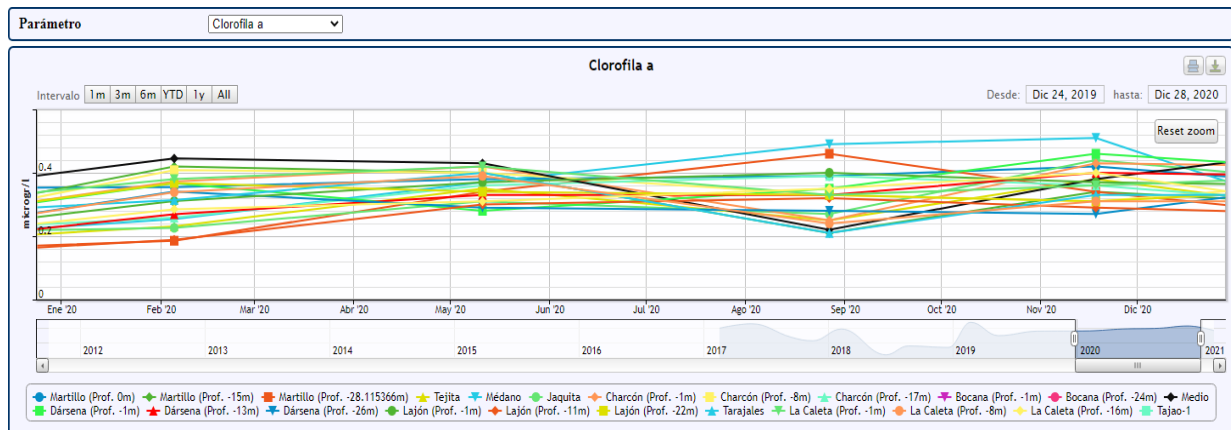


Figura 70. Arriba: evolución de la concentración de clorofila medida con sonda multiparamétrica entre 2011 y 2020 en todas las estaciones. Abajo: Concentración de clorofila a lo largo del 2020

El vertido de materiales al mar con ocasión de las obras del puerto puede conllevar un aumento de los nutrientes que propicia una proliferación de fitoplancton y el consiguiente incremento de la concentración de clorofila. En este año 2020 no ha habido vertidos así que no se han detectado picos atribuibles a este fenómeno (Figura 70)

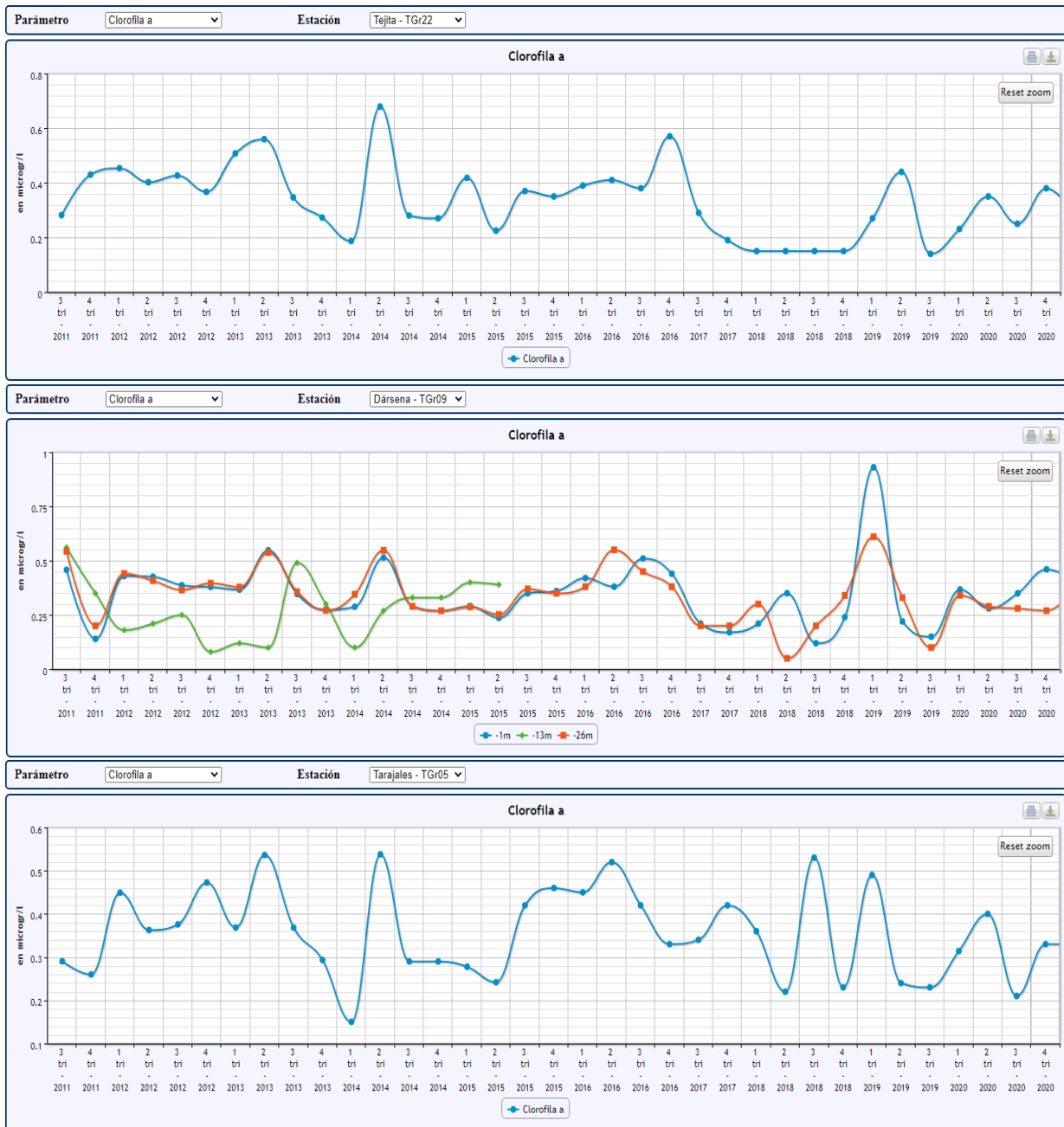


Figura 71. Evolución 2011-2020 de la clorofila a en la estación Tejita (arriba), Dársena (medio) y Tarajales. Equivalencia 1 µg/l = 1 mg/m³ de clorofila A

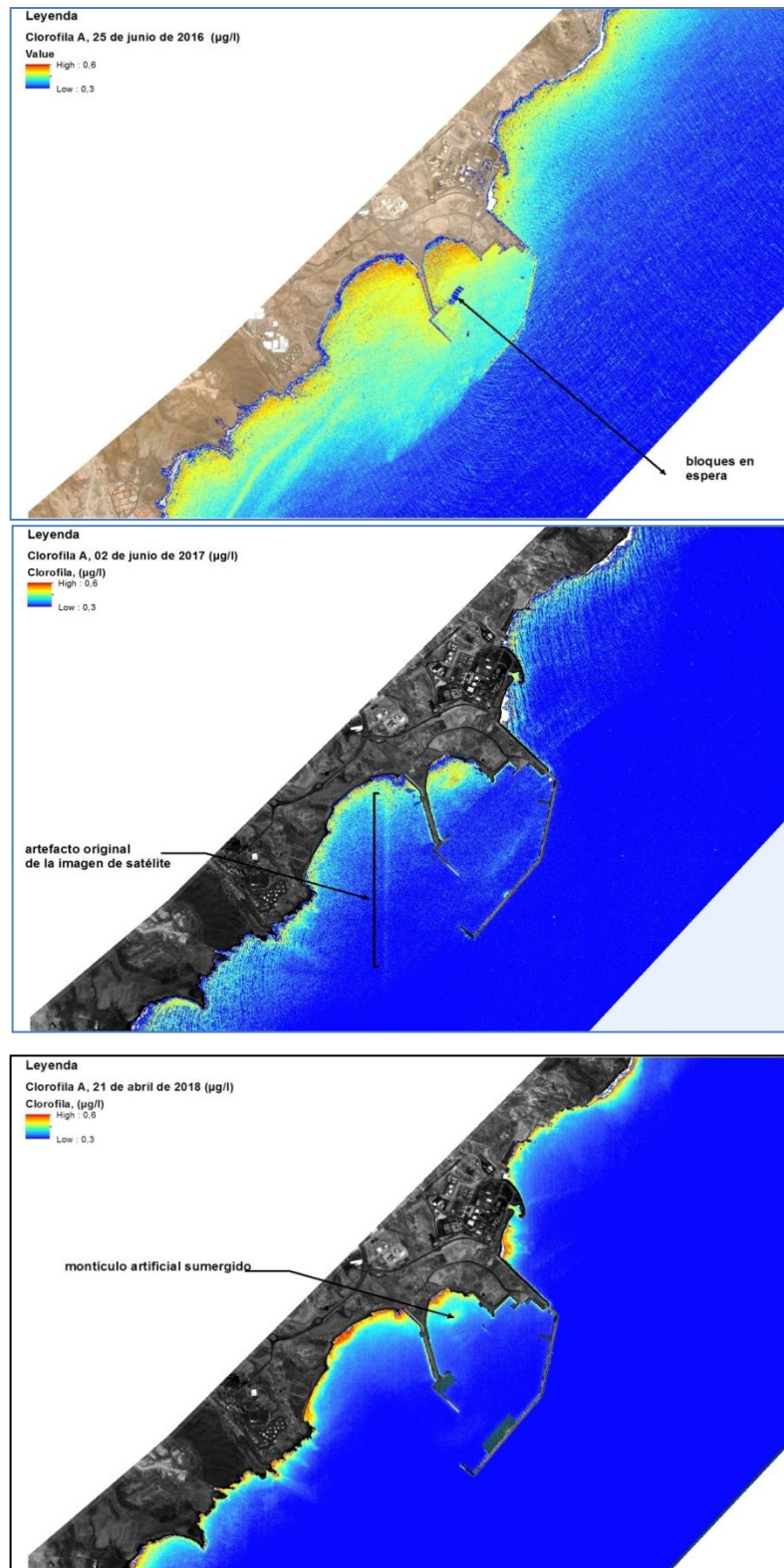


Figura 72. Distribución de la concentración de clorofila 2016, 2017 y 2018



La concentración de clorofila se sigue también por telemetría, junto con la de la CDOM (*Colored 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.

Durante 2020 se consiguió adquirir dos tomas satelitales, una de la plataforma WorldView-3 (WV3), en julio, y otra de la plataforma WorldView-2 (WV2). Los algoritmos que el OAG había venido utilizando en la corrección radiométrica y atmosférica se desarrollaron para esta última plataforma, así que no son aplicables a la primera escena. Está pronto a culminarse, a través de una licitación para contratación de un servicio externo, el desarrollo de nuevos programas que permitan utilizar esas imágenes y se espera contar con ellos a finales de 2021. Respecto a la segunda imagen, las condiciones del mar (oleaje, sobre todo) no la hacen idónea para el estudio de la clorofila del PVA por teledetección. Sin embargo, se ha hecho el intento, aunque los resultados no son lo bastante seguros como para categorizar. En todo caso, tampoco indican valores anormales de concentraciones de *CHLa* fuera del recinto portuario o dentro, salvo la zona de la plataforma de ribera que durante 2021 se está rellenando ya.

3.5.2 Calidad del agua

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. Desde diciembre de 2018 se adjudicó dichos servicios de análisis de aguas en el ámbito de la vigilancia ambiental del puerto a la empresa Indrops Laboratorios de Análisis y calidad medioambiental SL. En dicho concurso la empresa adjudicataria propuso como mejora el aporte de los siguientes parámetros de nueva incorporación a los ya existentes y que servirán para mejorar el control de la calidad de las aguas (Tabla 15):

Tabla 15. Hidrocarburos aromáticos policíclicos, herbicidas, plaguicidas y otras sustancias de nueva determinación en aguas.

| | | | |
|-------------------------|------|------------|------|
| Antraceno | µg/l | PCB52 | mg/l |
| Benzo-a-antraceno | µg/l | PCB101 | µg/l |
| Benzo-g,h,i-perileno | µg/l | PCB118 | µg/l |
| Dibenzo-a,h-antraceno | µg/l | PCB138 | µg/l |
| Indeno-1,2,3,c-d-pireno | mg/l | PCB153 | µg/l |
| Pireno | µg/l | PCB180 | µg/l |
| Acenaftileno | µg/l | suma 7PCBs | µg/l |
| Benzo-b-fluoranteno | µg/l | Aldrin | µg/l |
| Benzo-a-pireno | µg/l | Dieldrin | µg/l |
| Fluoranteno | µg/l | Endrin | µg/l |
| Naftaleno | µg/l | Isodrin | µg/l |
| Antraceno | mg/l | DDT total | mg/l |
| Benzo-k-fluoranteno | µg/l | 4,4'-DDT | µg/l |

| | | | |
|----------------------|------|-----------------------|------|
| Criseno | µg/l | Hexacloro ciclohexano | µg/l |
| Fluoreno | mg/l | Hexacloro benceno | µg/l |
| Fenantreno | µg/l | Atrazina | µg/l |
| Antraceno | µg/l | Clorofenvinfos | µg/l |
| Benzo-a-antraceno | µg/l | Cloropirifos | µg/l |
| Benzo-g,h,i-perileno | µg/l | Isoprotuon | mg/l |
| PCB28 | µg/l | Simazina | µg/l |

También se sigue midiendo los parámetros solicitados por la Autoridad Portuaria para cumplir los requisitos de la ROM (Recomendaciones de Obras Marítimas). Según las analíticas de referencia (2005) las aguas en Granadilla son oligotróficas, como ocurre por lo general en toda Canarias, con escasa presencia de nutrientes, reflejando una composición normal en aguas en estado de conservación favorable.

Varios parámetros indicativos de contaminación de nueva determinación (plaguicidas, herbicidas, hidrocarburos aromáticos):

Todos los valores expuestos en la Tabla 15 se encuentran por debajo del límite de detección de 0,01 µg/l, por lo que no se ha detectado ningún tipo de contaminación por estas sustancias.

Nitritos, nitratos y fosfatos: Las concentraciones de estas sales quedan por debajo del nivel de detección (0,1 mg/l para nitritos y fosfatos y 0,2 para nitratos) en todas las estaciones y para todos los cuatrimestres. La persistente ausencia de fosfato en las analíticas podría explicarse por la rápida asimilación por parte del fitoplancton. Esta circunstancia también se produjo durante la fase de obras, cuando había aportes terrígenos, y lejos de suponer una contaminación, actúan como fertilizantes (Figura 73).



Figura 73. Concentraciones de nitritos, nitratos y fosfatos en las estaciones a lo largo de la costa de Granadilla y desde 2011 hasta 2020, inclusive

La materia en suspensión en 2020 presenta valores que van desde 0 mg/l a picos de 9,40 mg/l. Se continúa con tendencia observada en años anteriores.

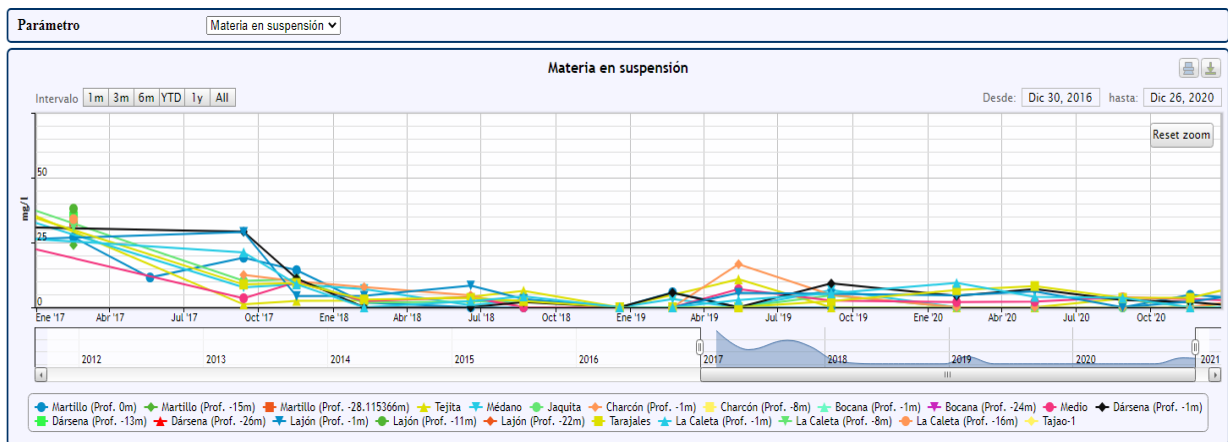
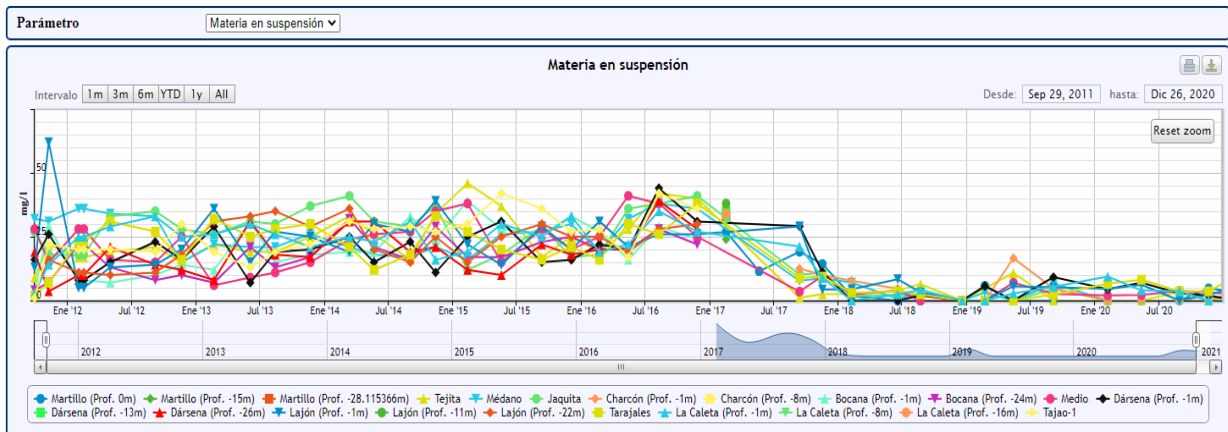


Figura 74. Concentraciones de materia en suspensión. Arriba: evolución temporal 2012-2020 según las estaciones. Abajo: datos del 2017 a 2020

Amonio. Este compuesto se ha mantenido ausente (< 0,1 mg/l) en todos los muestreos del año, lo cual es un buen indicador de que no se han generado zonas de anoxia ni contaminación amoniacal (Figura 75).

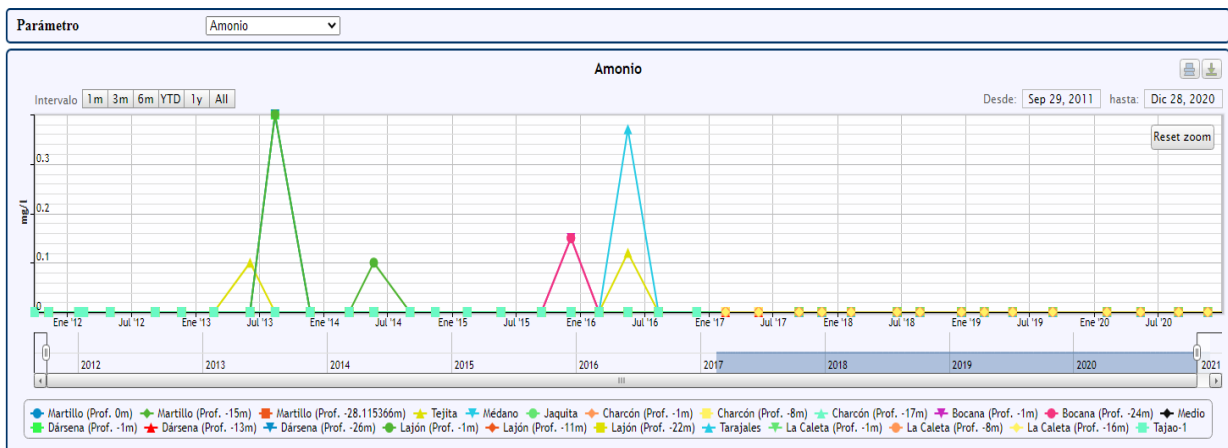


Figura 75. Concentraciones de amonio a lo largo de la costa de Granadilla (2012 -2020)



Carbono orgánico total: En todos los muestreos dicho parámetro ha estado por debajo del límite de detección de 0,10 mg/l, exceptuando una medida obtenida en la TGr40 en febrero de 2020, en la que se obtuvo un valor de 0,76. Se confirma la tendencia de años anteriores. (Figura 76).

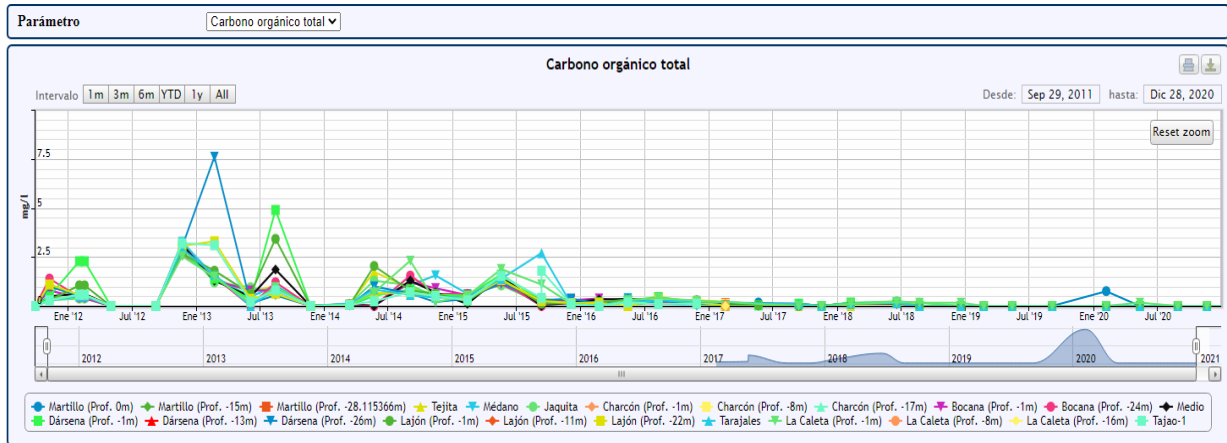


Figura 76. Carbono orgánico total. Evolución temporal 2011-2020

Aceites y grasas: Siguiendo la tendencia de años anteriores, los valores para todos los muestreos del año 2020, están por debajo del límite de detección de 5 mg/l. En la gráfica se representa los valores por debajo de 5 mg/l como 0, ya que, este es el límite inferior de detección (Figura 77).

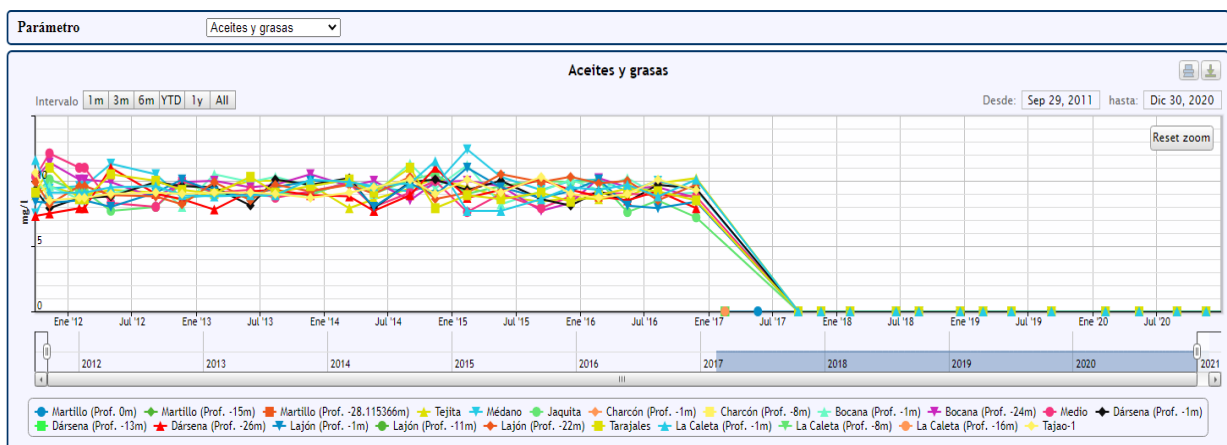


Figura 77. Concentraciones de aceites y grasas a lo largo de la costa de Granadilla (2011-2020)

Detergentes. En 2020 las concentraciones de detergentes son inferiores al límite de detección de 0,10 mg/l, por lo que se continúa con la tendencia del año anterior (Figura 78).

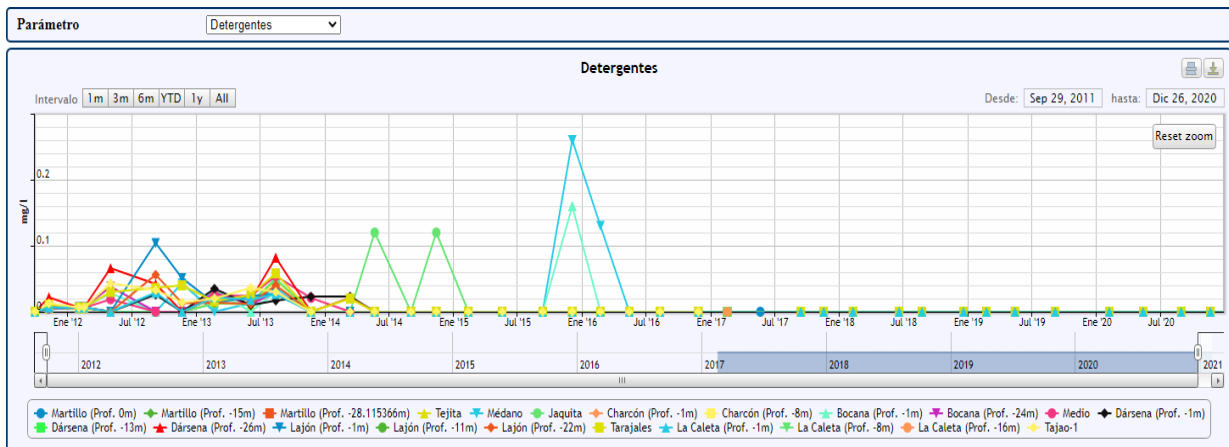


Figura 78. Concentraciones de detergentes a lo largo de la costa de Granadilla (2011-2020)

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 (2012-2020), con registros inferiores a $< 160 \mu\text{g/l}$.

En 2015 el valor máximo es de 157 $\mu\text{g/l}$, por debajo del valor de referencia. Este ligero aumento registrado en 2015 no se continúa en los años 2016 a 2020. El valor máximo en 2020 es de 17,20 $\mu\text{g/l}$ en la estación Dársena Superior (TGr09) (Figura 79 y Figura 80). El valor promedio para el 2020 es de 10,95 $\mu\text{g/l}$.

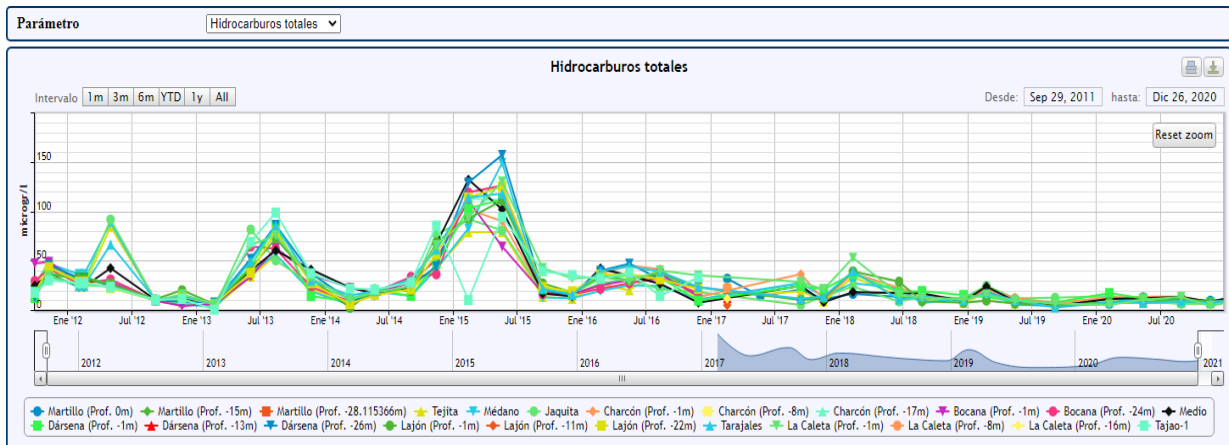


Figura 79. Evolución de hidrocarburos totales 2011-2020 en la costa de Granadilla

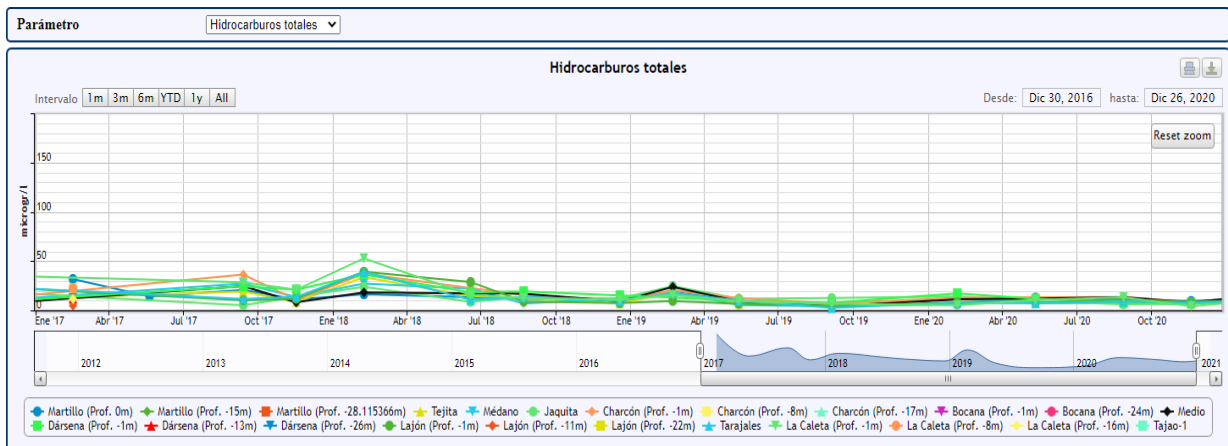


Figura 80. Distribución de la concentración de hidrocarburos totales en el periodo 2017 - 2020 a lo largo de la costa de Granadilla

Metales pesados (As, Cr, Zn, Cu), tolueno, PAHs, benceno y TBT: Los valores de los metales: cobre, cinc, cadmio y níquel están por debajo del límite de detección.

En ninguno de los muestreos programados se detectaron concentraciones de tolueno, PAHs, benceno y TBT superiores al límite de detección del instrumental (0,001 $\mu\text{gr/l}$). Esto es indicativo de la ausencia de contaminación procedente de hidrocarburos o metales pesados.

La Figura 81 resume la evolución temporal de todos los parámetros en la estación TGr09 situada en la dársena del puerto y sirven de resumen general.

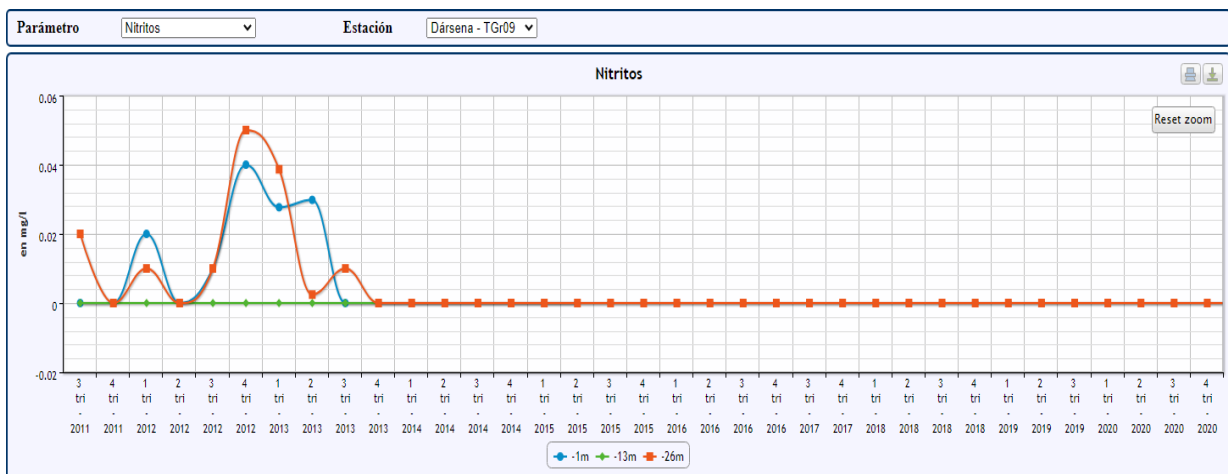


Figura 81A. Evolución de parámetros químicos y contaminantes en la estación TGr09 “Dársena”

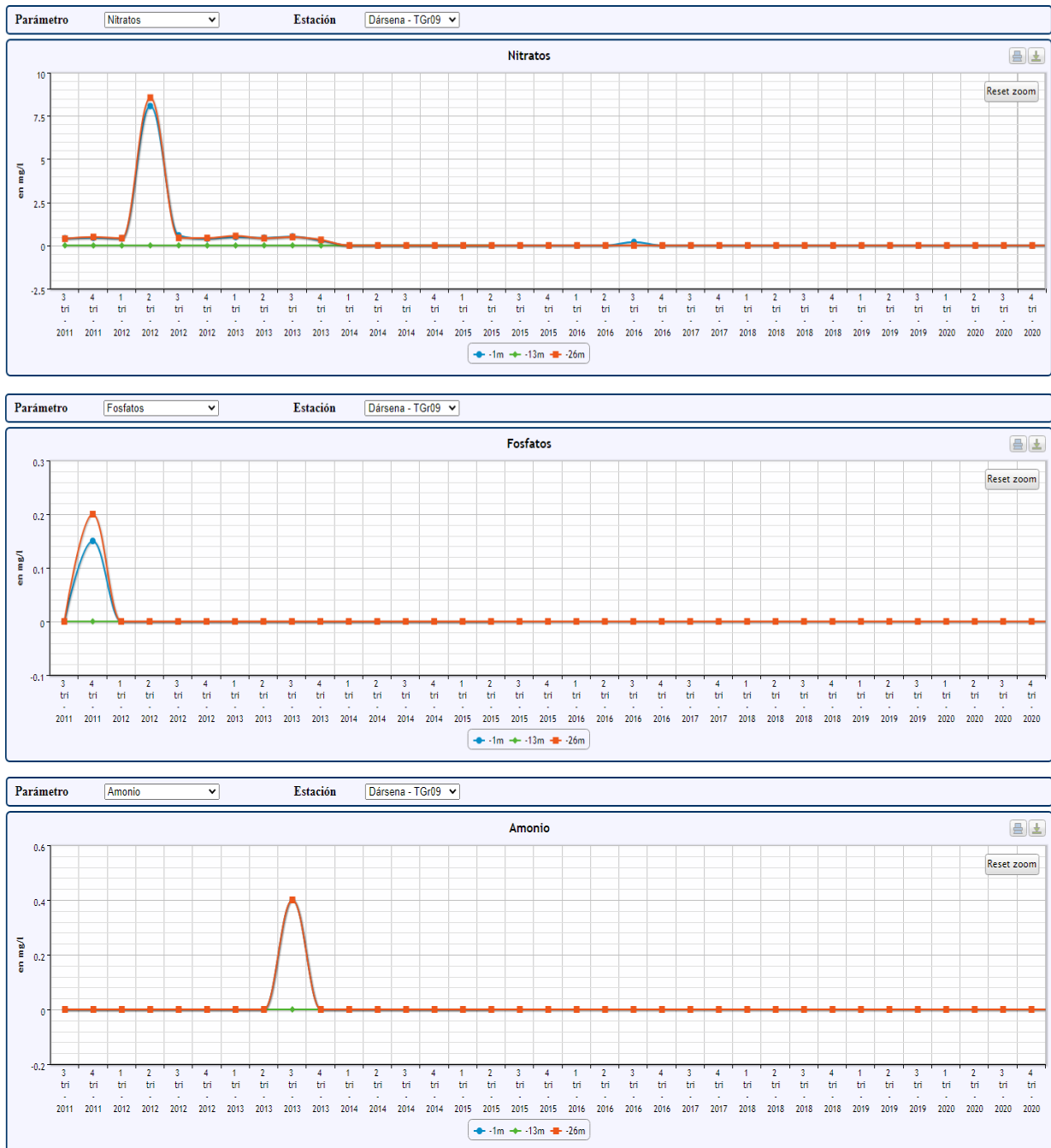


Figura 81B. Evolución de parámetros químicos y contaminantes en la estación TGr09 “Dársena”

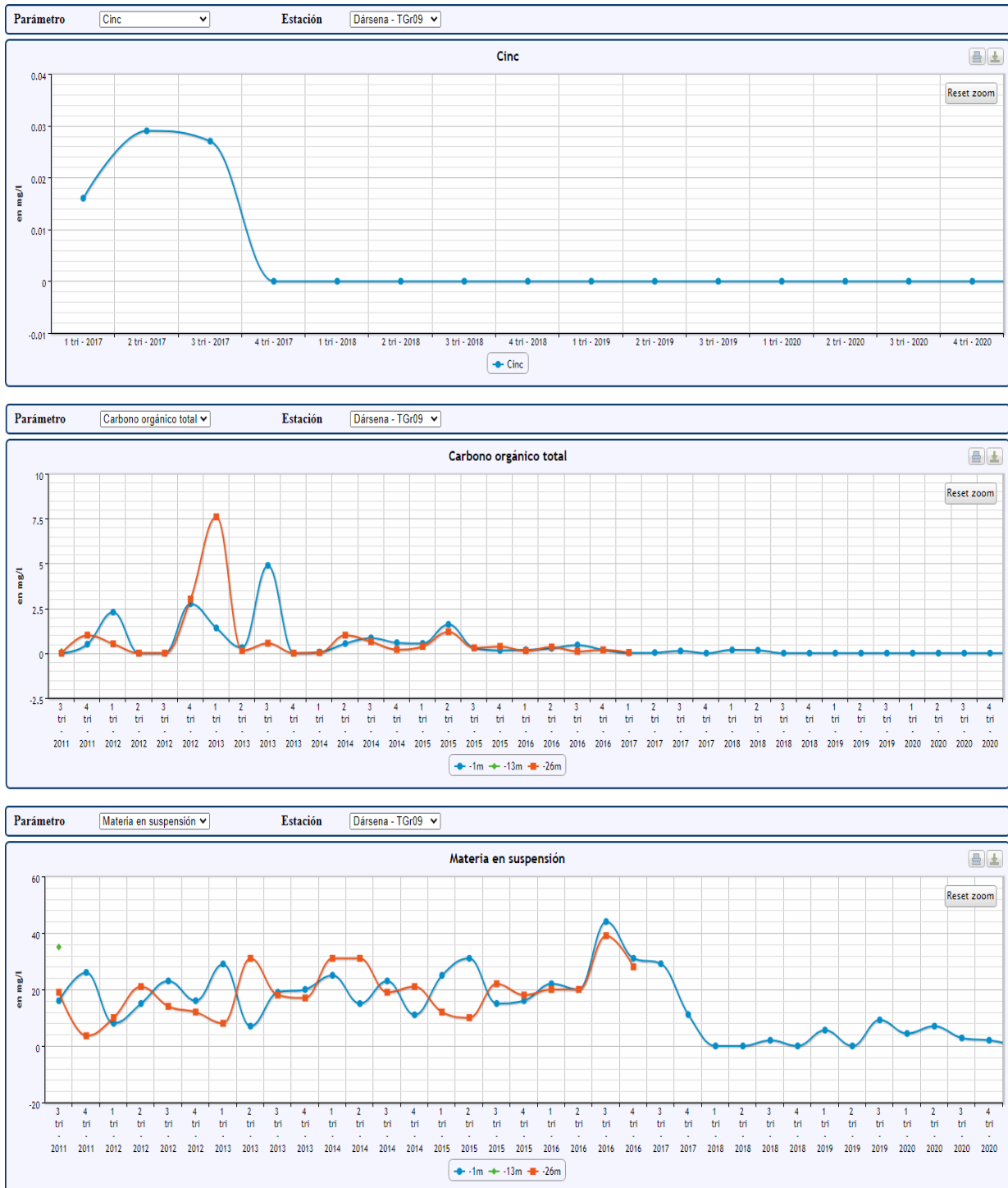


Figura 81C. Evolución de parámetros químicos y contaminantes en la estación TGr09 “Dársena”

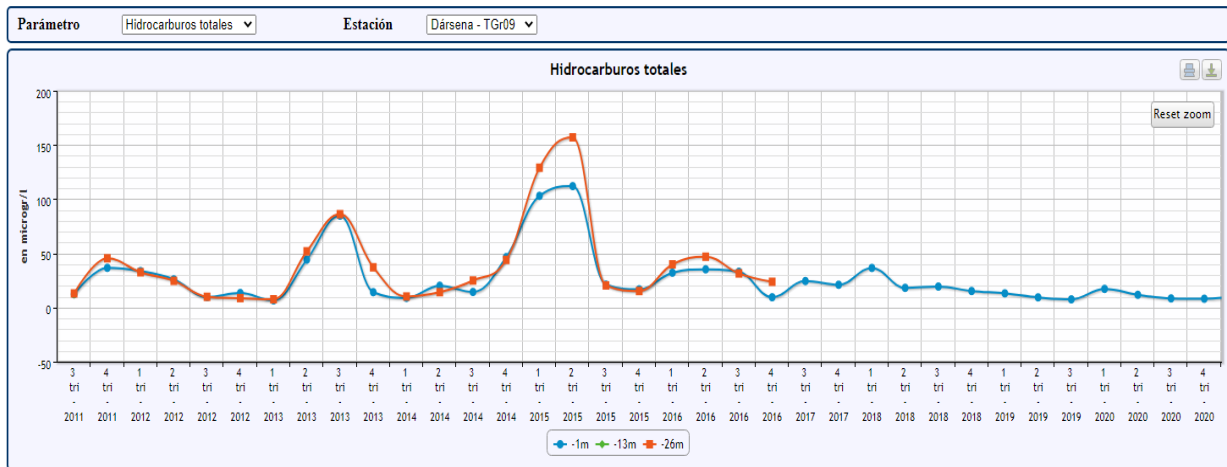
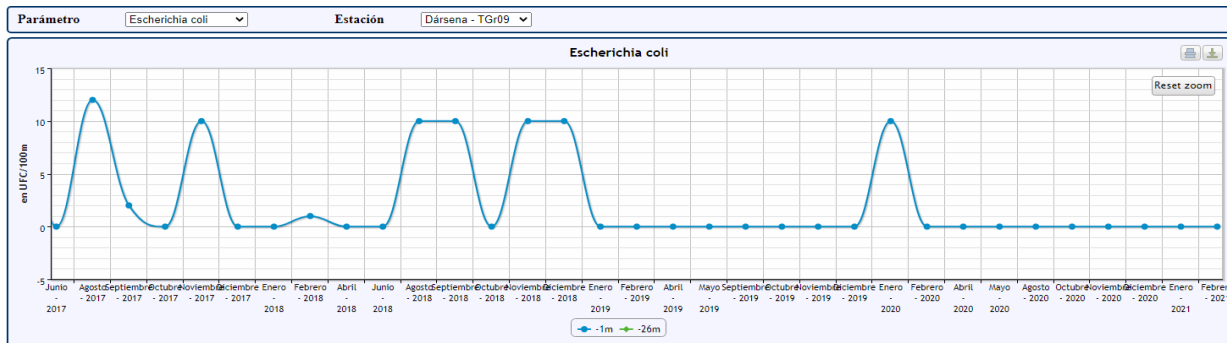


Figura 81D. Evolución de parámetros químicos y contaminantes en la estación TGr09 “Dársena”

3.5.3 Contaminación microbiológica

Desde años anteriores se llevaba a cabo un seguimiento de la concentración de enterobacilos y de E. coli en las aguas de baño de la zona. El PVA de Granadilla en fase de obras incluía muestreos en las aguas de baño que podían verse afectadas por la construcción. A partir de 2017 se reduce dicha determinación microbiológica a las dos estaciones más influenciadas por el puerto (TGr09-Dársena y TGr10-Medio). El muestreo incluye la monitorización anual de colibacilos totales y fecales y se realiza, a diferencia de cómo venía haciéndose anteriormente, con periodicidad mensual. En 2020 no se pudo muestrear el mes de marzo debido al estado de alarma por la Pandemia de la Covid-19; y los meses de junio, julio y agosto, por las malas condiciones meteorológicas existentes (Figura 82).



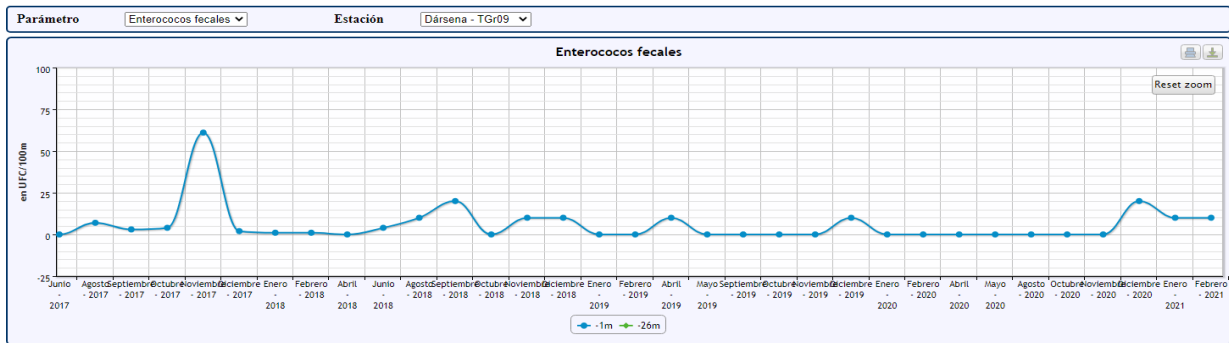


Figura 82. Evolución de concentraciones de *Escherichia coli* y de enterococos fecales en la TGr09-Dársena

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).

En 2020 únicamente son destacables dos ligeros incrementos registrados en enero y abril en *E.coli*. En los 2 casos el valor obtenido fue de 20 UFC/100 ml. Para *enterococos* se detectó un incremento en diciembre, con un valor de 74 UFC/100 ml y tres valores de 20 UFC en los meses de abril, mayo y diciembre. Valores en todos los casos por debajo de los límites legales establecidos (Figura 83).

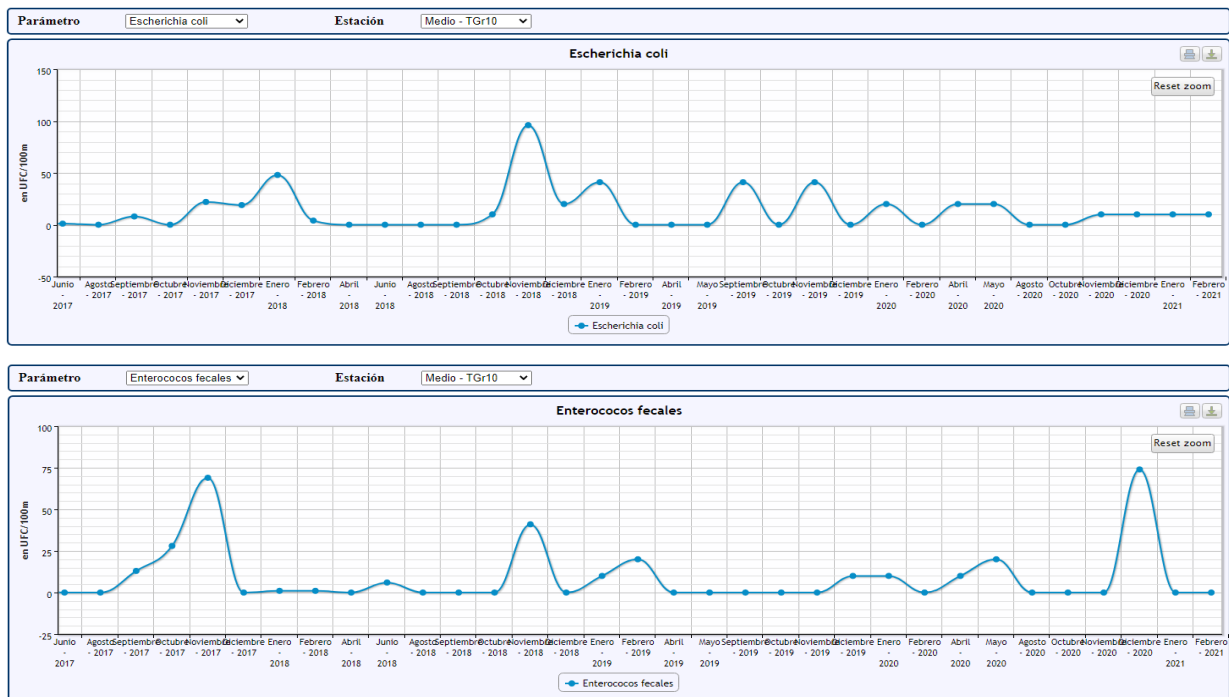


Figura 83. Evolución de concentraciones de *Escherichia coli* y de Enterococos fecales en la TGr10-Medio

3.5.4 Calidad de los sedimentos

Además de monitorizar la tasa de sedimentación en los distintos sectores de la costa de Granadilla, el plan de vigilancia en fase operativa (2017-2021) 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 operativa. El muestreo es cuatrimestral a título orientativo, y se hace en las mismas diez estaciones que se emplean para la calidad de aguas. Hay que tener en cuenta que en el año 2020, se han realizado dos muestreos, el mínimo estipulado. Debido a la incompatibilidad entre el procedimiento de recogida de muestras con buceadores autónomos del OAG y el protocolo seguido por la autoridad portuaria se adquirió una draga *Van Veen* para la recogida de muestras en la zona portuaria (interior de la bahía del puerto). El resto de estaciones fueron recogidas por buceador autónomo.

3.5.4.1 Granulometría

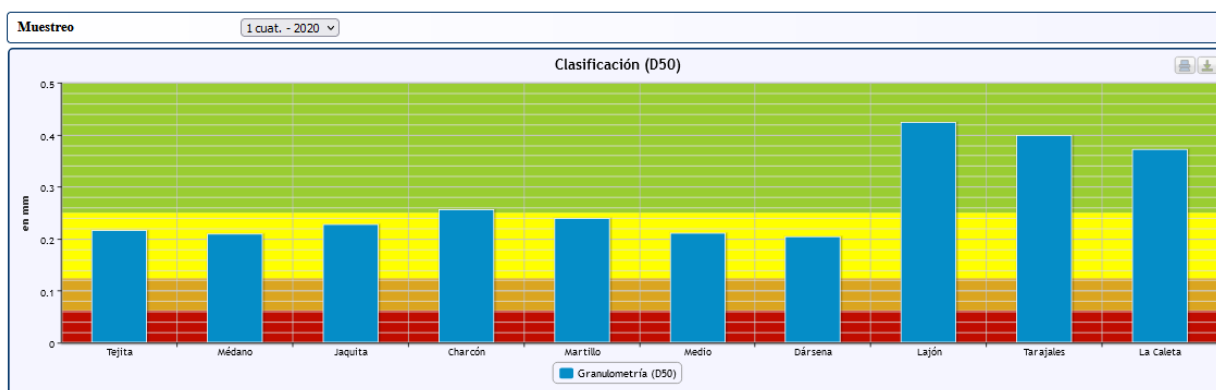




Figura 84. Clasificación D50 de los sedimentos muestreados en 2020

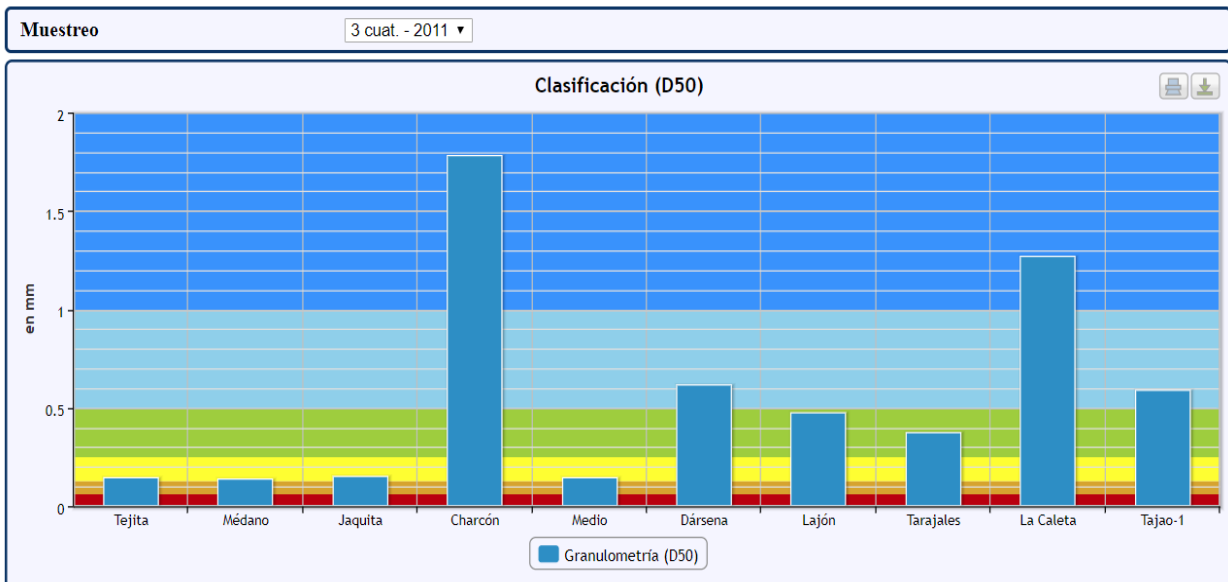


Figura 85. Clasificación D50 de los sedimentos en el tercer trimestre de 2011 (referencia)

Las gráficas que anteceden muestran para 2011 (Figura 85) y 2020 (Figura 84), la clasificación de las estaciones de muestreo según la granulometría dominante. El valor D50 que hace referencia al diámetro de las partículas que correspondería al 50% en una gráfica de frecuencias acumuladas.

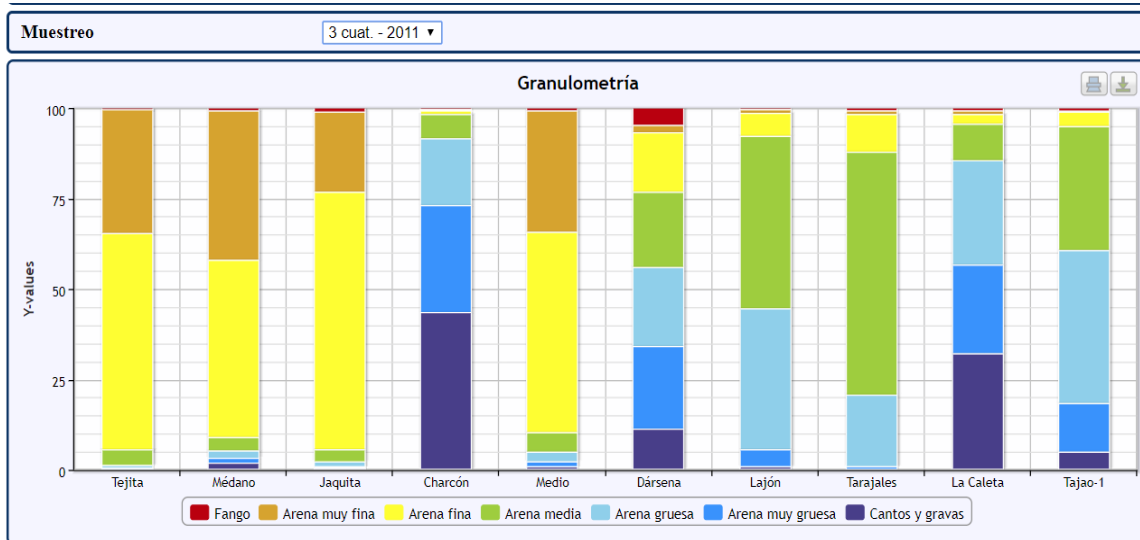


Figura 86. Composición granulométrica de 100 gr de sedimentos a lo largo de la costa de Granadilla de SW a NE. Tercer cuatrimestre de 2011 (referencia)



Figura 87. Composición granulométrica de 100 gr de sedimentos a lo largo de la costa de Granadilla de SW a NE en 2020: arriba 1^{er} muestreo realizado, medio 2^a muestreo y abajo el último

La Figura 87 muestra la composición granulométrica de 100 gramos de sedimentos en los dos muestreos llevados a cabo en 2020. Por los fenómenos de la dinámica marina, la granulometría es bastante variable según época del año, aunque por norma general existe predominio de arenas finas.

3.5.4.2 Parámetros químicos

Además de la analítica química ordinaria de los sedimentos, se determina también la presencia de hidrocarburos y PAHs, TBT y DBT como principales contaminantes. El plan de vigilancia

en fase operativa incluyó, además de las analíticas que se venían haciendo, la determinación de tres metales adicionales (cobalto, estaño y vanadio) de interés para el seguimiento de un puerto en fase de explotación. Así mismo, desde este año 2017 se están determinando los sólidos minerales y sólidos volátiles presentes en los sedimentos.

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 de manera algo menos intensa –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 ligeros decrementos en 2016, salvo los valores de fosfatos y nitrógeno (Tabla 16. Resumen del análisis de sedimentos de la costa de Granadilla: 2015-2020. Se resaltan en rojo los valores que se han incrementado con respecto al año anterior). En 2017 se produce un aumento medio respecto a años anteriores en materia orgánica, carbono orgánico total, hidrocarburos y nitrógeno total. En 2018 y 2019 se observa un aumento en materia y carbono orgánico, y fósforo total respecto a años anteriores que no se mantiene en 2020. Respecto al Nitrógeno Kjeldahl en 2019 se vió una disminución generalizada en todos los muestreos, que aumenta otra vez en este año 2020, pero sin llegar a los niveles de los años anteriores a 2019.



Tabla 16. Resumen del análisis de sedimentos de la costa de Granadilla: 2015-2020. Se resaltan en rojo los valores que se han incrementado con respecto al año anterior

| Sedimentos | Unidades | Mínimo | Media | Máximo | Referencia |
|---------------------------------|-------------|-------------|---------------|-----------------|-------------|
| Componentes y nutrientes | 2020 | 2020 | 2020 | 2020 | 2010 |
| Partículas D ₅₀ | mm | 0,20 | 0,29 | 0,50 | 0,16 - 0,57 |
| Materia orgánica | % | 0,26 | 0,54 | 1,22 | 0,16 - 0,57 |
| Carbono orgánico total | g/kg | 1,49 | 3,14 | 7,05 | - |
| Fosfatos | mg/kg | 0,05 | 0,12 | 0,23 | 0,38 - 0,86 |
| Nitrógeno total (Kjeldahl) | mg/kg | 0 | 37,90 | 83 | <1,5 |
| Fósforo total | mg P/kg | 28,50 | 125,54 | 240,70 | |
| Contaminantes | 2020 | 2020 | 2020 | 2020 | 2010 |
| 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 | 3,36 | 3,98 | 5,13 | <1,5 |
| Componentes y nutrientes | 2019 | 2019 | 2019 | 2019 | 2010 |
| Partículas D ₅₀ | mm | 0,20 | 0,38 | 0,93 | 0,16 - 0,57 |
| Materia orgánica | % | 0,50 | 1,01 | 2,78 | 0,16 - 0,57 |
| Carbono orgánico total | g/kg | 2,89 | 5,87 | 16,13 | - |
| Fosfatos | mg/kg | 0 | 1,65 | 24,50 | 0,38 - 0,86 |
| Nitrógeno total (Kjeldahl) | mg/kg | 0 | 10,75 | 97 | <1,5 |
| Fósforo total | mg P/kg | 34,06 | 574,99 | 1.962,37 | |
| Contaminantes | 2019 | 2019 | 2019 | 2019 | 2010 |
| 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 | 1,20 | 2,42 | 3,51 | <1,5 |
| Componentes y nutrientes | 2018 | 2018 | 2018 | 2018 | 2010 |
| Partículas D ₅₀ | mm | 0,13 | 0,34 | 1,19 | 0,16 - 0,57 |
| Materia orgánica | % | 0,53 | 1,07 | 2,69 | 0,16 - 0,57 |
| Carbono orgánico total | g/kg | 3,07 | 6,19 | 15,60 | - |
| Fosfatos | mg/kg | 0 | 0,78 | 5,25 | 0,38 - 0,86 |
| Nitrógeno total (Kjeldahl) | mg/kg | 38 | 155,12 | 329 | <1,5 |
| Fósforo total | mg P/kg | 95,90 | 391,09 | 1.180,00 | |

| Contaminantes | 2018 | 2018 | 2018 | 2018 | 2010 |
|----------------------------|---------|-------|--------|----------|-------------|
| 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 | 0,71 | 0,98 | 1,28 | <1,5 |
| Componentes y nutrientes | 2017 | 2017 | 2017 | 2017 | 2010 |
| Partículas D ₅₀ | mm | 0,11 | 0,39 | 2,36 | 0,16 - 0,57 |
| Materia orgánica | % | 0,12 | 0,97 | 1,90 | 0,16 - 0,57 |
| Carbono orgánico total | g/kg | 0,70 | 5,65 | 11,02 | - |
| Fosfatos | mg/kg | 0 | 2,51 | 11,41 | 0,38 - 0,86 |
| Nitrógeno total (Kjeldahl) | mg/kg | 41 | 250,64 | 1.355,00 | <1,5 |
| Fósforo total | mg P/kg | 33,80 | 106,94 | 164,00 | |
| Contaminantes | 2017 | 2017 | 2017 | 2017 | 2010 |
| 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 | 0,71 | 2,42 | 7,49 | <1 |
| Componentes y nutrientes | 2016 | 2016 | 2016 | 2016 | 2010 |
| Partículas D ₅₀ | 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 | 24,90 | 0,38 - 0,86 |
| Nitrógeno total (Kjeldahl) | mg/kg | 6 | 125,39 | 395 | <1,5 |
| Contaminantes | 2016 | 2016 | 2016 | 2016 | 2010 |
| 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 |
| Componentes y nutrientes | 2015 | 2015 | 2015 | 2015 | 2010 |
| Partículas D ₅₀ | mm | 0,14 | 0,50 | 3,59 | 0,16 - 0,57 |
| Materia orgánica | % | 0,58 | 0,86 | 1,30 | 0,16 - 0,57 |
| Carbono orgánico total | g/kg | 3,36 | 4,97 | 7,54 | - |
| Fosfatos | mg/kg | 0 | 1,87 | 15,20 | 0,38 - 0,86 |
| Nitrógeno total (Kjeldahl) | mg/kg | 13 | 131,36 | 309 | <1,5 |



| Contaminantes | 2015 | 2015 | 2015 | 2015 | 2010 |
|---------------------|-------|------|------|------|-------|
| 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 | 1,73 | <1 |

Materia orgánica y carbono orgánico total (COT). En 2020 estos dos parámetros presentan un ligero descenso con respecto a 2019.

Tabla 17. Evolución de la concentración de materia orgánica en sedimentos a en la costa de Granadilla.

| Materia orgánica (%) | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 |
|----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Valor máximo | 1,71 | 1,43 | 1,02 | 1,02 | 1,30 | 1,05 | 1,90 | 2,69 | 2,78 | 1,22 |
| Valor mínimo | 0,05 | 0,11 | 0,19 | 0,52 | 0,58 | 0,69 | 0,12 | 0,53 | 0,50 | 0,26 |
| Media | 0,39 | 0,56 | 0,77 | 0,88 | 0,86 | 0,89 | 0,97 | 1,07 | 1,01 | 0,54 |

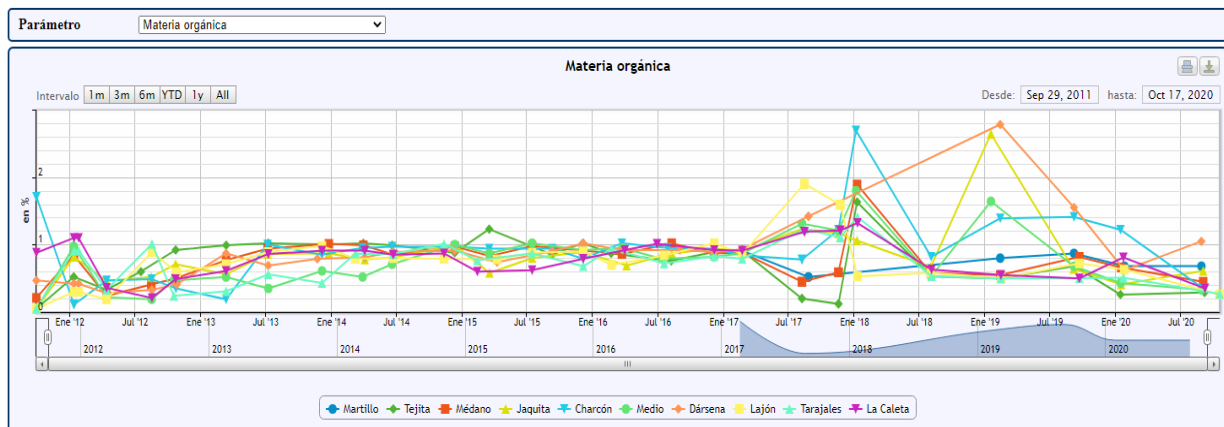


Figura 88. Variación temporal (2011-2020) de la materia orgánica en sedimentos, en la costa de Granadilla

Hidrocarburos totales. En 2020 se sigue observando un aumento paulatino generalizado en todas las estaciones, si bien todavía no se ha llegado a alcanzar los valores obtenidos en 2017, No se ha podido asignar una causa clara a los datos elevados obtenidos en 2017 (Figura 89 y Figura 90).

Tabla 18. Evolución de la concentración de hidrocarburos totales (HCT) en sedimentos en la costa de Granadilla.

| HCT (mg/kg) | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 |
|--------------|---------|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Valor máximo | 1057,60 | 235,10 | 1,75 | 1,95 | 1,73 | 1,55 | 7,49 | 1,28 | 3,51 | 5,13 |
| Valor mínimo | 37,70 | 0,10 | 0,30 | 0,40 | 0,23 | 0,37 | 0,71 | 0,71 | 1,20 | 3,36 |
| Media | 340,69 | 35,37 | 0,72 | 0,98 | 0,90 | 0,81 | 2,42 | 0,98 | 2,42 | 3,98 |

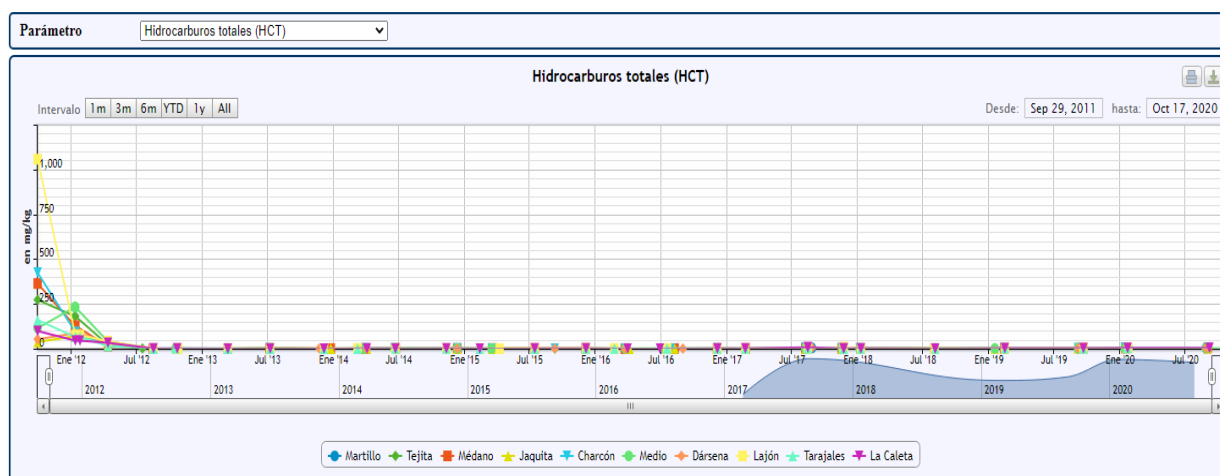


Figura 89. Variación temporal (2011-2020) de los hidrocarburos totales en sedimentos en Granadilla

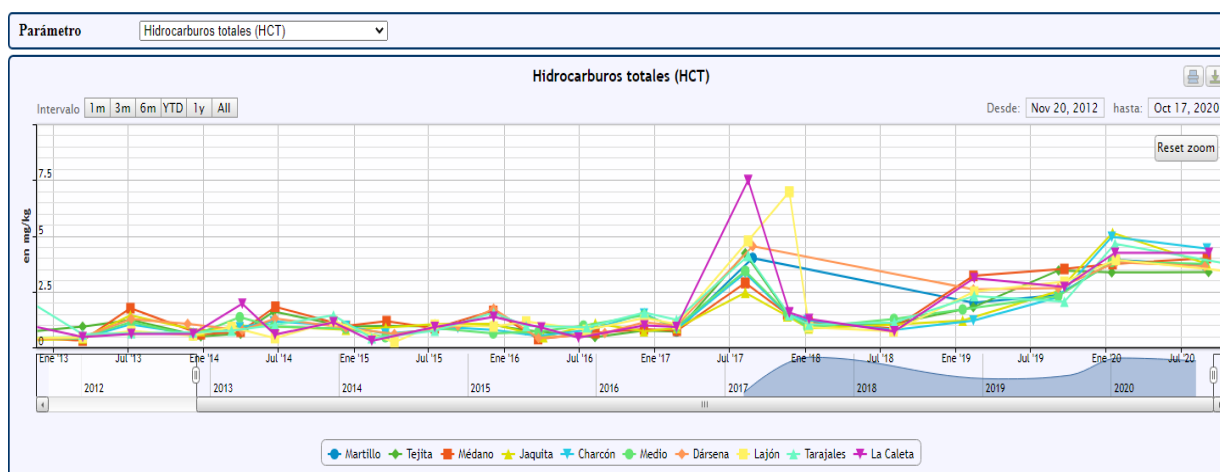


Figura 90. Variación temporal (2014-2020) de los hidrocarburos totales en sedimentos en Granadilla

Nitrógeno total. En 2020 se denota un ligero aumento respecto a 2019. Los valores máximos que se obtuvieron en 2017 fueron en las dos estaciones existentes dentro del puerto (TGr09 y TGr40). En el año 2018 no se pudieron recoger muestras en estas estaciones por no disponer de los permisos para poder realizar buceo autónomo en el interior del puerto y en el año 2019 se observaron valores bajos en ambos casos (19 y 26 mg/kg en la TGr09 y 0 en ambos muestreos realizados en la TGr40). En 2020 se han obtenido en estas dos mismas estaciones valores de 44 y 69 mg/kg para la TGr09 y de 38 y 11 mg/kg para la TGr40.

Tabla 19. Evolución de la concentración de nitrógeno total en sedimentos en la costa de Granadilla.

| Nitrógeno total (mg/kg) | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 |
|-------------------------|--------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|-------|-------|
| Valor máximo | 392,00 | 523,80 | 572,40 | 1299,20 | 309,00 | 395,00 | 1355,00 | 329,00 | 97,00 | 83,00 |
| Valor mínimo | 56,00 | 0 | 0 | 0 | 13,00 | 6,00 | 41,00 | 38,00 | 0 | 0 |
| Media | 193,20 | 145,94 | 200,55 | 171,70 | 131,36 | 125,39 | 250,64 | 155,12 | 10,75 | 37,90 |

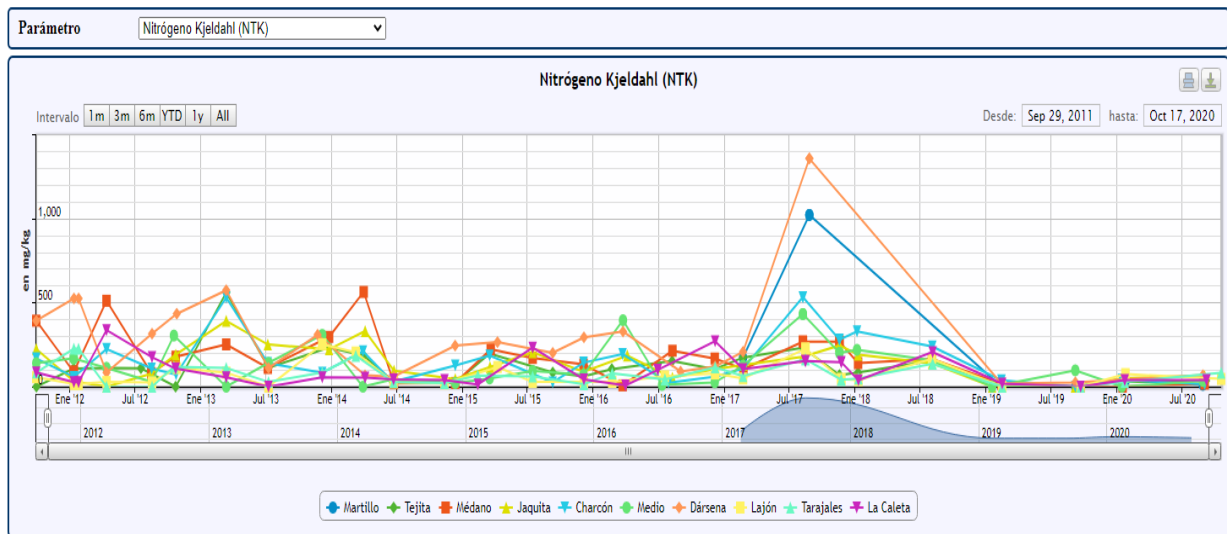


Figura 91. Variación temporal (2011-2020) del nitrógeno Kjeldahl en Granadilla

Fósforo total: en 2020 se ha detectado un claro descenso en los valores de fósforo total con respecto a 2018 y 2019, presentado valores similares a 2017. Se observan valores similares en todas las estaciones en contraste con años anteriores, en los cuáles los valores más elevados (Tabla 20), se encontraron principalmente en las estaciones ubicadas al norte del puerto (TGr04, TGr05 y TGr08), aunque también se obtuvieron dos valores elevados; uno en la estación TGr10, ubicada al resguardo del contradique del puerto y otro en la TGr40 justo en la bocana de entrada al puerto.

Tabla 20. Evolución de la concentración de fósforo total (mg/kg) en sedimentos en la costa de Granadilla

| Fosforo total (mg/kg) | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 |
|-----------------------|--------|---------|---------|--------|
| Valor máximo | 164,00 | 1180,00 | 1962,37 | 240,70 |
| Valor mínimo | 33,80 | 95,90 | 34,06 | 28,50 |
| Media | 164,00 | 391,09 | 574,99 | 125,54 |

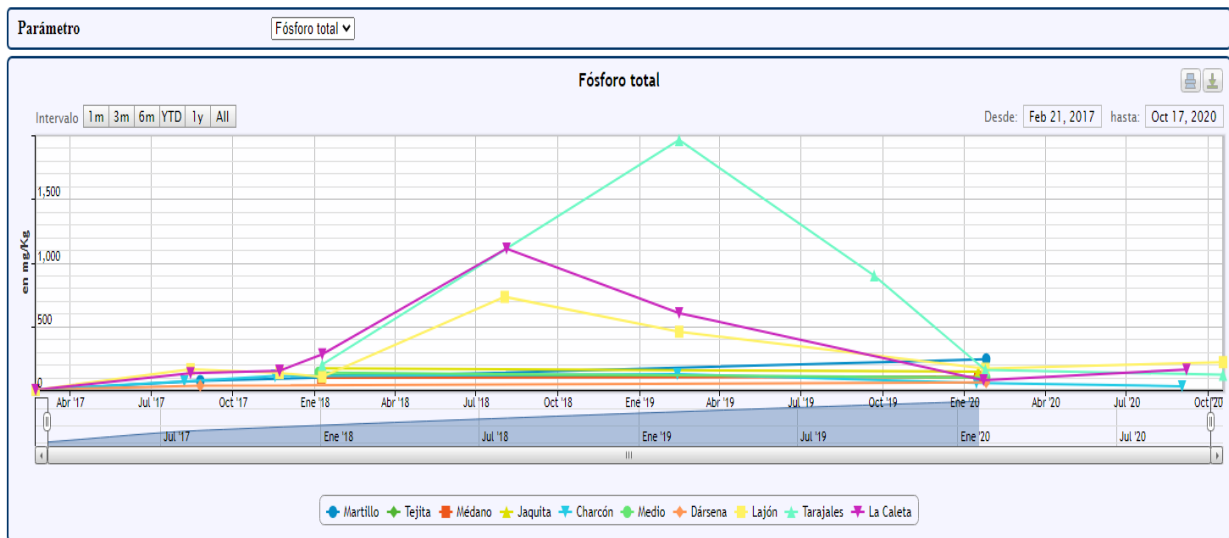


Figura 92. Variación temporal (2011-2020) del fósforo total en las estaciones en Granadilla

Fosfatos: al igual que con el fósforo total, se registra una disminución considerable respecto a años anteriores.

Tabla 21. Evolución de la concentración de fosfatos (mg/kg) en sedimentos en la costa de Granadilla.

| Fosfatos (mg/kg) | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 |
|------------------|------|------|-------|------|-------|-------|-------|------|-------|------|
| Valor máximo | 4,30 | 9,70 | 10,20 | 8,34 | 15,20 | 24,90 | 11,41 | 5,25 | 24,50 | 0,23 |
| Valor mínimo | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,38 | 0 | 0 | 0 | 0,05 |
| Media | 1,55 | 1,52 | 3,16 | 1,82 | 1,87 | 4,40 | 2,51 | 0,78 | 1,65 | 0,12 |

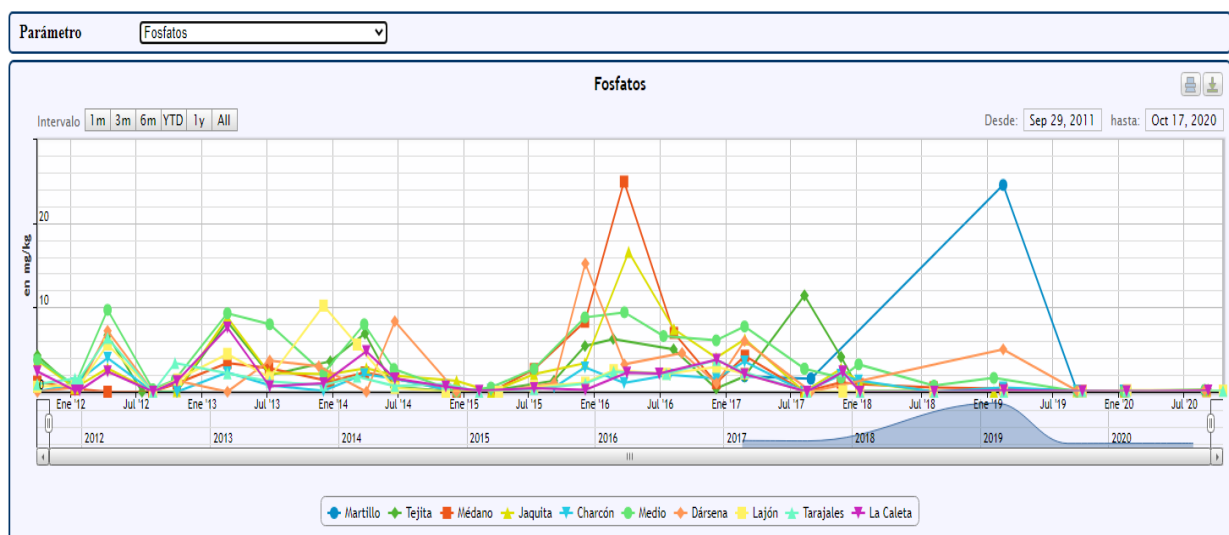


Figura 93. Variación temporal (2011-2020) de fosfatos en sedimentos Granadilla



Tabla 22. Concentraciones de fósforo total y fosfatos en sedimentos por estación de 2018, 2019 y 2020 (mg/kg).

| SEDIMENTOS | Fecha muestreo | P total 2018 mg P/kg | Fosfatos 2018 mg/kg | Fecha muestreo | P total 2019 mg P/kg | Fosfatos 2019 mg/kg | Fecha muestreo | P total 2020 mg P/kg | Fosfatos 2020 mg/kg |
|-------------------|---|-------------------------|------------------------|---------------------|-------------------------|------------------------|---------------------|-------------------------|------------------------|
| TGr.r04 La Caleta | 09/01/2018 | 279 | 0 | 14/02/2019 | 603,77 | 0,18 | 22/01/2020 | 76,6 | 0,06 |
| TGr.r05 Tarajales | 09/01/2018 | 199 | 0 | 14/02/2019 | 1962,37 | 0 | 22/01/2020 | 156,5 | 0,06 |
| TGr.r08 Lajón | 09/01/2018 | 102 | 0 | 14/02/2019 | 457,02 | 0 | 24/01/2020 | 167,5 | 0,19 |
| TGr.r09 Dársena | * | | | 12/02/2019 | 67,49 | 5,02 | 25/01/2020 | 60,5 | 0,05 |
| TGr.r10 Medio | 05/01/2018 | 136 | 3,24 | 17/01/2019 | 1266,84 | 1,64 | 14/01/2020 | 97,2 | 0,05 |
| TGr.r14 Charcón | 05/01/2018 | 110 | 1,34 | 12/02/2019 | 124,53 | 0,5 | 14/01/2020 | 54,2 | 0,16 |
| TGr.r18 Jaquita | 08/01/2018 | 169 | 1,18 | 17/01/2019 | 739,49 | 0 | 16/01/2020 | 143,9 | 0,05 |
| TGr.r19 Médano | 08/01/2018 | 95,9 | 0,91 | 12/02/2019 | 585,51 | 0,34 | 16/01/2020 | 102,2 | 0,05 |
| TGr.r22 Tejita | 08/01/2018 | 116 | 0,11 | 12/02/2019 | 672,95 | 0,08 | 14/01/2020 | 100,1 | 0,08 |
| TGr.r40 Martillo | * | | | 12/02/2019 | 236,09 | 24,5 | 25/01/2020 | 240,7 | 0,11 |
| TGr.r04 La Caleta | 04/08/2018 | 1110 | 0 | 21/09/2019 | 1200,7 | 0,06 | 06/09/2020 | 160,1 | 0,16 |
| TGr.r05 Tarajales | 04/08/2018 | --- | 0 | 21/09/2019 | 898,1 | 0,06 | 17/10/2020 | 119,1 | 0,10 |
| TGr.r08 Lajón | 02/08/2018 | 731,2 | 0 | 21/09/2019 | 1255,2 | 0,05 | 17/10/2020 | 218,4 | 0,13 |
| TGr.r09 Dársena | * | | | 06/09/2019 | 123,3 | 0,12 | 27/08/2020 | 80,9 | 0,18 |
| TGr.r10 Medio | 03/08/2018 | 465 | 0,72 | 06/09/2019 | 614,80 | 0,05 | 27/08/2020 | 142,2 | 0,21 |
| TGr.r14 Charcón | 03/08/2018 | --- | 0 | 06/09/2019 | 34,06 | 0,15 | 01/09/2020 | 28,5 | 0,16 |
| TGr.r18 Jaquita | 02/08/2018 | --- | 0 | 05/09/2019 | 47,24 | 0,06 | 01/09/2020 | 147,8 | 0,12 |
| TGr.r19 Médano | 02/08/2018 | --- | 0,51 | 21/09/2019 | 443,93 | 0,1 | 01/09/2020 | 137,6 | 0,10 |
| TGr.r22 Tejita | 02/08/2018 | --- | 0,05 | 07/09/2019 | 89,76 | 0,02 | 05/09/2020 | 119,6 | 0,23 |
| TGr.r40 Martillo | 02/08/2018 | 1180 | 5,25 | 06/09/2019 | 76,6 | 0,07 | 27/08/2020 | 157,2 | 0,16 |
| Observación | *=- No se pudo trabajar en el interior del puerto | | | | | | | | |
| | Valor mínimo | 95,90 | 0,00 | Valor mínimo | 34,06 | 0,00 | Valor mínimo | 28,50 | 0,05 |
| | Valor medio | 391,09 | 0,78 | Valor medio | 574,99 | 1,65 | Valor medio | 125,54 | 0,12 |
| | Valor máximo | 1180,00 | 5,25 | Valor máximo | 1962,37 | 24,50 | Valor máximo | 240,70 | 0,23 |

PAHs, TBT, DBT, MBT: igual que en los años previos, en 2020 siguen sin detectarse restos de contaminantes orgánicos (PAHs, TBT, DBT y MBT) lo que es coherente con su ausencia también en la columna de agua.

3.5.4.3 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 el OAG se ha centrado en los sedimentos, que es donde se acumulan. A partir del último cuatrimestre del 2017 se comenzó a determinar Cobalto (Co), estaño (Sn) y Vanadio (V). En la Tabla 23 se comparan los valores medios, máximos y mínimos de las concentraciones obtenidas, con los de referencia (tercer cuatrimestre de 2011), señalándose en verde los que han disminuido y en rojo, los que han aumentado respecto al año

anterior. No se dispone de valor de referencia de arsénico en sedimentos; se anota el obtenido en agua.

Tabla 23. Resumen de metales pesados en sedimentos de la costa de Granadilla, 2014-2020

| Metales pesados - 2014 | unidades | Mínimo | Media | Máximo | Referencia |
|------------------------|----------|--------|-------|--------|----------------|
| Zinc | mg/kg | 0,1 | 1 | 1,8 | 21,90 - 33,4 |
| Cadmio | mg/kg | 0 | 0 | 0 | 0,01 - 0,42 |
| Plomo | mg/kg | 0 | 0,1 | 0,32 | 3,66 - 5,00 |
| Cobre | mg/kg | 0,01 | 0,14 | 0,32 | 2,70 - 9,14 |
| Níquel | mg/kg | 0 | 0,26 | 0,87 | 8,92 - 57,6 |
| Cromo | mg/kg | 0,04 | 0,17 | 0,48 | 2,55 - 26,6 |
| Mercurio | mg/kg | 0 | 0 | 0 | 0,02 - 0,41 |
| Arsénico | mg/kg | 0 | 0,35 | 1,8 | [12,5 – 17,5]* |
| Metales pesados - 2015 | unidades | Mínimo | Media | Máximo | Referencia |
| Zinc | mg/kg | 0 | 1,69 | 4,72 | 21,90 - 33,4 |
| Cadmio | mg/kg | 0 | 0 | 0 | 0,01 - 0,42 |
| Plomo | mg/kg | 0,03 | 0,20 | 0,70 | 3,66 - 5,00 |
| Cobre | mg/kg | 0 | 0,14 | 0,39 | 2,70 - 9,14 |
| Níquel | mg/kg | 0 | 1,26 | 3,79 | 8,92 - 57,6 |
| Cromo | mg/kg | 0,08 | 0,30 | 0,79 | 2,55 - 26,6 |
| Mercurio | mg/kg | 0 | 0 | 0 | 0,02 - 0,41 |
| Arsénico | mg/kg | 0,13 | 0,8 | 1,74 | [12,5 – 17,5]* |
| Metales pesados - 2016 | unidades | Mínimo | Media | Máximo | Referencia |
| Zinc | mg/kg | 2,85 | 12,97 | 21,70 | 21,90 - 33,4 |
| Cadmio | mg/kg | 0 | 0 | 0 | 0,01 - 0,42 |
| Plomo | mg/kg | 0 | 0,78 | 1,84 | 3,66 - 5,00 |
| Cobre | mg/kg | 0,27 | 2,17 | 4,17 | 2,70 - 9,14 |
| Níquel | mg/kg | 1,40 | 11,04 | 22,40 | 8,92 - 57,6 |
| Cromo | mg/kg | 1,22 | 4,23 | 7,95 | 2,55 - 26,6 |
| Mercurio | mg/kg | 0 | 0 | 0 | 0,02 - 0,41 |
| Arsénico | mg/kg | 2,01 | 7,26 | 12,40 | [12,5 – 17,5]* |
| Metales pesados - 2017 | unidades | Mínimo | Media | Máximo | Referencia |
| Zinc | mg/kg | 5,6 | 48,28 | 156,80 | 21,90 - 33,4 |
| Cadmio | mg/kg | 0 | 0,05 | 0,41 | 0,01 - 0,42 |
| Plomo | mg/kg | 0 | 2,85 | 4,87 | 3,66 - 5,00 |
| Cobre | mg/kg | 0,92 | 4,59 | 11,50 | 2,70 - 9,14 |
| Níquel | mg/kg | 5,31 | 24,89 | 53,10 | 8,92 - 57,6 |
| Cromo | mg/kg | 2,14 | 28,48 | 147,80 | 2,55 - 26,6 |
| Mercurio | mg/kg | 0 | 0,01 | 0,30 | 0,02 - 0,41 |
| Arsénico | mg/kg | 2,58 | 6,96 | 14,90 | [12,5 – 17,5]* |
| Cobalto | mg/kg | 5,11 | 9,47 | 14,20 | - |
| Estaño | mg/kg | 0,11 | 0,29 | 0,51 | - |



| | | | | | |
|-------------------------------|-----------------|---------------|--------------|---------------|-------------------|
| Vanadio | mg/kg | 19 | 31,96 | 45,50 | - |
| Metales pesados - 2018 | unidades | Mínimo | Media | Máximo | Referencia |
| Zinc | mg/kg | 6,53 | 51,17 | 194,70 | 21,90 - 33,4 |
| Cadmio | mg/kg | 0 | 0,16 | 0,30 | 0,01 - 0,42 |
| Plomo | mg/kg | 2,20 | 3,55 | 4,78 | 3,66 - 5,00 |
| Cobre | mg/kg | 0,95 | 3,64 | 6,37 | 2,70 - 9,14 |
| Níquel | mg/kg | 4,37 | 24,44 | 47,20 | 8,92 - 57,6 |
| Cromo | mg/kg | 2,73 | 21,95 | 52,40 | 2,55 - 26,6 |
| Mercurio | mg/kg | 0 | 0 | 0 | 0,02 - 0,41 |
| Arsénico | mg/kg | 1,5 | 5,58 | 12,60 | [12,5 - 17,5]* |
| Cobalto | mg/kg | 1,18 | 7,14 | 19,70 | - |
| Estaño | mg/kg | 0,26 | 0,20 | 0,44 | - |
| Vanadio | mg/kg | 8,55 | 29,70 | 71,70 | - |
| Metales pesados - 2019 | unidades | Mínimo | Media | Máximo | Referencia |
| Zinc | mg/kg | 14,60 | 22,86 | 29,90 | 21,90 - 33,4 |
| Cadmio | mg/kg | 0 | 0 | 0 | 0,01 - 0,42 |
| Plomo | mg/kg | 1,54 | 2,31 | 2,90 | 3,66 - 5,00 |
| Cobre | mg/kg | 0 | 1,01 | 2,60 | 2,70 - 9,14 |
| Níquel | mg/kg | 3,20 | 10,83 | 15,30 | 8,92 - 57,6 |
| Cromo | mg/kg | 3,53 | 7,60 | 13,60 | 2,55 - 26,6 |
| Mercurio | mg/kg | 0 | 0 | 0 | 0,02 - 0,41 |
| Arsénico | mg/kg | 0,60 | 3,04 | 6,90 | [12,5 - 17,5]* |
| Cobalto | mg/kg | 1,66 | 3,27 | 5,00 | - |
| Estaño | mg/kg | 0 | 0,24 | 0,90 | - |
| Vanadio | mg/kg | 13,20 | 18,86 | 25,30 | - |
| Metales pesados - 2020 | unidades | Mínimo | Media | Máximo | Referencia |
| Zinc | mg/kg | 0 | 18,24 | 36,50 | 21,90 - 33,4 |
| Cadmio | mg/kg | 0 | 0 | 0 | 0,01 - 0,42 |
| Plomo | mg/kg | 0,77 | 2,01 | 2,71 | 3,66 - 5,00 |
| Cobre | mg/kg | 1,10 | 2,18 | 3,99 | 2,70 - 9,14 |
| Níquel | mg/kg | 2,85 | 16,41 | 32,70 | 8,92 - 57,6 |
| Cromo | mg/kg | 2,41 | 7,77 | 17,60 | 2,55 - 26,6 |
| Mercurio | mg/kg | 0 | 0 | 0 | 0,02 - 0,41 |
| Arsénico | mg/kg | 1,44 | 4,77 | 13,60 | [12,5 - 17,5]* |
| Cobalto | mg/kg | 1,31 | 4,47 | 6,96 | - |
| Estaño | mg/kg | 0,03 | 0,05 | 0,09 | - |
| Vanadio | mg/kg | 11,30 | 21,51 | 33,30 | - |

*=Valor de referencia en sedimentos no disponible. Se muestra el valor en aguas.

En 2017 se registró un aumento notable en la presencia de todos los metales pesados, a excepción del arsénico que se mantuvo con valores similares. En 2018 la tendencia respecto a los metales Zn y Cd continúa en aumento en el primer muestreo anual realizado y decrece en el segundo muestreo (Figura 94). El Pb detiene la tendencia ascendente que llevaba teniendo

desde el 2017 (Figura 94, gráfico 2). En el 2019 se notó un descenso general en todos los metales pesados y en el 2020 se aprecia un ligero aumento respecto al 2019 en los metales Cu, Ni, Cr, As y V, sin llegar a valores tan altos como los obtenidos en 2018.



Figura 94. Concentración de cinc, cadmio y plomo en sedimentos de la costa de Granadilla



Respecto a los metales Cu, Ni y Cr se mantiene la tendencia descendente de 2019 (Figura 95).



Figura 95. Concentración de cobre, níquel y cromo en sedimentos de la costa de Granadilla

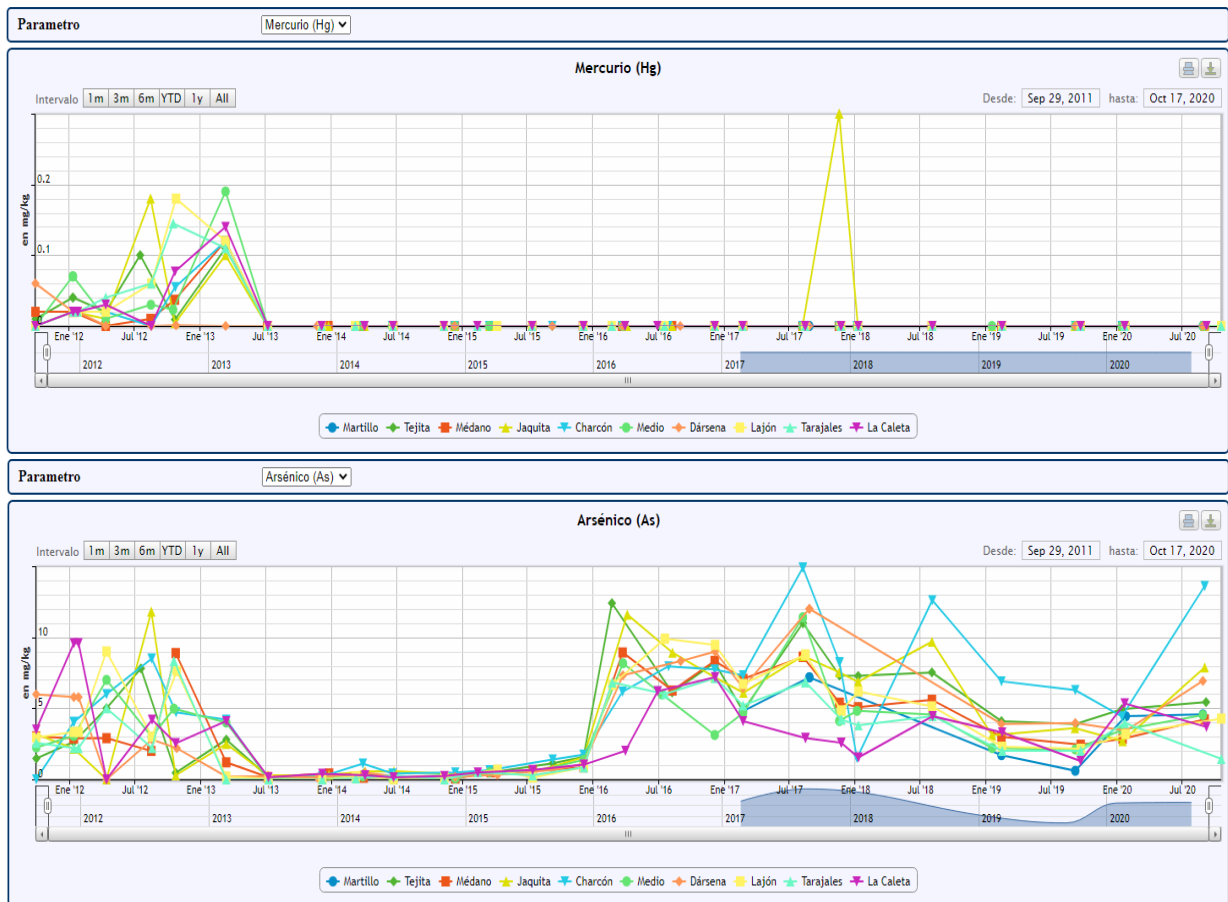


Figura 96. Concentración de mercurio y arsénico en sedimentos de la costa de Granadilla



Figura 97. Concentración de Zn y Cd en sedimentos de la costa de Granadilla en el periodo 2017-2020

La normativa española y la estrategia marina publicada por el Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente no establecen valores de referencia para los metales, por lo que los valores obtenidos se vienen contrastando con los del tercer trimestre 2011 (Zn, Cu y Cr) son la referencia a efectos de la presente vigilancia. A efectos de establecer límites ambientales tolerables es preferible comparar con los valores límites recogidos en fuentes extranjeras, siendo la más restrictiva –y por lo tanto la escogida– la del Ministerio de Medio Ambiente de Canadá, según recoge la Tabla 24. Valores recomendados en las “Guías canadienses de calidad de los sedimentos marinos para la protección de la vida acuática” (CCME, 1995), donde **ISQG** (*Interim sediment quality guidelines*)= Valores índice de calidad de sedimentos marinos por debajo de los cuales no se esperan efectos adversos al medio ambiente y **PEL** (*Probable effect levels*) = Niveles por encima del cual pueda existir efectos biológicos probables.

Tabla 24. Valores recomendados en las “Guías canadienses de calidad de los sedimentos marinos para la protección de la vida acuática” (CCME, 1995)

| Sustancia | ISQG | PEL |
|-----------|------------|------------|
| Arsénico | 7,24 mg/kg | 41,6 mg/kg |
| Cadmio | 0,7 mg/kg | 4,2 mg/kg |
| Cinc | 124 mg/kg | 271 mg/kg |
| Cromo | 52,3 mg/kg | 160 mg/kg |
| Cobre | 18,7 mg/kg | 108 mg/kg |
| Estaño | - | - |
| Mercurio | 0,13 mg/kg | 0,70 mg/kg |
| Plomo | 30,2 mg/kg | 112 mg/kg |

Para los metales Ni y Co, que no figuran en la guía Canadiense, se lleva a cabo la comparación con otras guías de calidad ambiental para sedimentos, establecidas por otros autores (Long y Morgan, 1991; Long et al., 1995; Barrick et al., 1998; Del Valls y Chapman, 1998; Nagpal et al., 2004;) y algunos organismos oficiales (MENVIQ/EC, 1992; NYSDEC, 1994; ANZECC, 1998).

| Sustancia | Valor límite | Fuente |
|-----------|-----------------------------|--|
| Co | 50 mg/kg | Valor límite establecido por Nagpal et al., 2004. de 50mg/kg |
| Ni | ERL=21mg/kg ERM=52 mg/kg | Valores límites ERL (Efecto rango bajo) y ERM (Efecto rango medio) establecidos por Long et al., 1995 cuyas concentraciones coinciden con los valores propuestos por ANZECC, 1998. Límite ERL =valor de concentración por debajo del cual no existen o son raros los efectos biológicos en la vida acuática asociados a las concentraciones de los diferentes metales presentes en los sedimentos. Límite ERM = concentración por encima del cual aparecen frecuentes efectos biológicos en la vida acuática asociados a la contaminación de los sedimentos. |

En 2017, en 11 muestreos se superaron los valores ISQG para el As, no superando nunca el valor PEL. El caso más preocupante en 2017 es para el metal Ni, con el que se obteníamos 16 valores por encima del límite ERL y 2 por encima del límite ERM. En 2018, se siguió en la misma línea que en 2017 respecto al Zn y Cr, superando nuevamente los valores ISQG únicamente en un muestreo en la estación TGr04 (194,7 mg/kg para el Zn y 52,40 mg/kg para el Cr). Para el caso del As, se observó descenso de los valores, superando valores ISQG en 4 muestreos. Ocurrió igual para el Ni que sólo superó el límite ERL en 11 ocasiones sin llegar a superar el límite ERM en ninguna ocasión.



Las tablas 16, 17 y 18 muestran una mejoría en los valores de 2019 respecto a 2018 y, en mayor medida, respecto a 2017. Para los metales Zn, Cr, Ni y As se observan descensos, tanto para los valores promedios, como valores máximos obtenidos. En 2019, no se superará, en ningún momento, los valores ISQG ni PEL. En 2020, se superan los valores de ISQG/ERL en 4 ocasiones para el Ni y en 2 ocasiones para el As. Estos valores fueron obtenidos en el muestreo del segundo semestre (octubre) y en las estaciones al sur del puerto. En caso de seguir obteniendo valores por encima de los valores límite (PEL/ERM) se tendrá que valorar la realización de algún estudio específico para poder determinar la procedencia de los contaminantes, desconocida por el momento y no atribuible al puerto directamente todavía.

A diferencia de los detectado en años anteriores en las estaciones del norte del puerto, cerca de los núcleos poblacionales de La Caleta y Tajao, no se han visto incrementado sus valores en cuanto a metales pesados respecta.

Se había destacado, en informes anteriores, la presencia de dos conducciones de desagüe en las inmediaciones del pueblo de La Caleta y Tajao (pueblos cercanos a estación de muestreo TGr04). Dichos vertidos se encuentran a las cotas +2m y -13 m respectivamente. Según el censo de vertidos desde tierra al mar en Canarias realizado por la empresa *Civilport*, ambas conducciones se encuentran bajo la categoría de “no autorizadas” y para el caso del de La Caleta, sus efluentes se encuentran sin tratamiento previo y sin desinfección. Estos metales pueden provenir de pinturas y su fabricación, pero también de carpinterías metálicas, fertilizantes y otras fuentes por lo que es muy complicado determinar con exactitud la procedencia de los mismos.

Tabla 25. Resumen de valores de metales pesados en sedimentos en las distintas estaciones. Granadilla 2018

| Metales en sedimentos 2018 | | Zn | Cd | Pb | Cu | Ni | Cr | Hg | As | Co | Su | V |
|----------------------------|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Estación | Fecha muestreo | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg |
| TGr.r04 La Caleta | 09/01/2018 | 194,7 | 0,2 | 2,9 | 5,7 | 29,5 | 52,4 | 0,0 | 1,5 | 19,7 | 0,1 | 13,1 |
| TGr.r05 Tarajales | 09/01/2018 | 74,3 | 0,2 | 3,0 | 6,2 | 29,5 | 17,8 | 0,0 | 3,8 | 10,6 | 0,1 | 50,2 |
| TGr.r08 Lajón | 09/01/2018 | 88,3 | 0,3 | 3,0 | 6,4 | 36,3 | 21,4 | 0,0 | 6,2 | 11,6 | 0,1 | 50,6 |
| TGr.r09 Dársena | * | | | | | | | | | | | |
| TGr.r10 Medio | 05/01/2018 | 101,2 | 0,3 | 4,8 | 6,0 | 37,6 | 35,2 | 0,0 | 4,8 | 13,2 | 0,1 | 71,7 |
| TGr.r14 Charcón | 05/01/2018 | 56,5 | 0,2 | 4,3 | 4,5 | 24,3 | 21,5 | 0,0 | 1,5 | 7,0 | 0,2 | 37,2 |
| TGr.r18 Jaquita | 08/01/2018 | 68,2 | 0,3 | 4,5 | 4,7 | 36,7 | 22,9 | 0,0 | 6,9 | 9,7 | 0,1 | 47,4 |
| TGr.r19 Médano | 08/01/2018 | 70,7 | 0,2 | 4,8 | 5,1 | 28,1 | 21,2 | 0,0 | 5,1 | 8,4 | 0,1 | 44,0 |
| TGr.r22 Tejita | 08/01/2018 | 69,6 | 0,2 | 4,2 | 4,9 | 47,2 | 33,7 | 0,0 | 7,3 | 10,9 | 0,1 | 45,3 |
| TGr.r40 Martillo | * | | | | | | | | | | | |
| TGr.r04 La Caleta | 04/08/2018 | 6,5 | 0,0 | 2,6 | 1,0 | 4,7 | 12,3 | 0,0 | 4,4 | 1,2 | 0,2 | 49,9 |
| TGr.r05 Tarajales | 04/08/2018 | 13,0 | 0,1 | 2,7 | 2,6 | 10,9 | 14,9 | 0,0 | 4,5 | 2,9 | 0,2 | 8,6 |
| TGr.r08 Lajón | 02/08/2018 | 16,3 | 0,1 | 2,5 | 2,7 | 16,9 | 2,7 | 0,0 | 5,1 | 3,8 | 0,2 | 10,0 |
| TGr.r09 Dársena | * | | | | | | | | | | | |
| TGr.r10 Medio | 03/08/2018 | 23,4 | 0,1 | 4,5 | 1,8 | 34,9 | 5,7 | 0,0 | 4,6 | 6,0 | 0,3 | 11,9 |
| TGr.r14 Charcón | 03/08/2018 | 11,1 | 0,1 | 2,4 | 1,0 | 8,4 | 3,3 | 0,0 | 12,6 | 1,8 | 0,3 | 10,0 |
| TGr.r18 Jaquita | 02/08/2018 | 22,0 | 0,1 | 3,9 | 1,7 | 17,8 | 3,6 | 0,0 | 9,7 | 3,8 | 0,4 | 19,0 |
| TGr.r19 Médano | 02/08/2018 | 19,4 | 0,1 | 4,3 | 1,8 | 22,9 | 38,4 | 0,0 | 5,6 | 4,4 | 0,4 | 13,2 |
| TGr.r22 Tejita | 02/08/2018 | 21,2 | 0,1 | 3,9 | 2,0 | 25,5 | 46,8 | 0,0 | 7,5 | 4,7 | 0,4 | 11,5 |
| TGr.r40 Martillo | 02/08/2018 | 13,5 | 0,1 | 2,2 | 3,9 | 4,4 | 19,3 | 0,0 | 3,8 | 1,8 | 0,3 | 12,8 |
| Observación | * = No se pudo trabajar en el interior del puerto | | | | | | | | | | | |
| Resumen 2018 | Valor mínimo | 6,5 | 0,0 | 2,4 | 1,0 | 4,7 | 2,7 | 0,0 | 1,5 | 1,2 | 0,1 | 8,6 |
| | Valor medio | 53,5 | 0,2 | 3,6 | 3,6 | 25,7 | 22,1 | 0,0 | 5,7 | 7,5 | 0,2 | 30,8 |
| | Valor máximo | 194,7 | 0,3 | 4,8 | 6,4 | 47,2 | 52,4 | 0,0 | 12,6 | 19,7 | 0,4 | 71,7 |
| | Valores > del ISQG o ERL | 1 | 0 | 0 | 0 | 11 | 1 | 0 | 4 | 0 | - | - |
| | Valores > del PEL o ERM | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | - | - | - |

Tabla 26. Resumen de valores de metales pesados en sedimentos en las distintas estaciones. Granadilla 2019

| Metales en sedimentos 2019 | | Zn | Cd | Pb | Cu | Ni | Cr | Hg | As | Co | Sn | V |
|----------------------------|------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Estación | Fecha muestreo | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg |
| TGr.r04 La Caleta | 14/02/2019 | 25,3 | 0,0 | 2,9 | 0,0 | 11,9 | 9,5 | 0,0 | 3,3 | 4,1 | 0,0 | 25,3 |
| TGr.r05 Tarajales | 14/02/2019 | 19,2 | 0,0 | 2,1 | 0,0 | 8,3 | 4,9 | 0,0 | 2,0 | 2,8 | 0,0 | 13,2 |
| TGr.r08 Lajón | 14/02/2019 | 28,3 | 0,0 | 1,8 | 2,0 | 14,0 | 13,6 | 0,0 | 2,3 | 5,0 | 0,0 | 20,2 |
| TGr.r09 Dársena | 12/02/2019 | 14,6 | 0,0 | 2,2 | 2,5 | 5,3 | 7,7 | 0,0 | 3,9 | 2,0 | 0,0 | 17,2 |
| TGr.r10 Medio | 17/01/2019 | 27,2 | 0,0 | 2,9 | 0,0 | 11,0 | 11,5 | 0,0 | 2,2 | 4,0 | 0,0 | 22,6 |
| TGr.r14 Charcón | 12/02/2019 | 14,8 | 0,0 | 2,1 | 0,0 | 5,6 | 4,8 | 0,0 | 6,9 | 1,7 | 0,0 | 13,7 |
| TGr.r18 Jaquita | 17/01/2019 | 20,6 | 0,0 | 2,8 | 0,0 | 10,1 | 6,1 | 0,0 | 3,1 | 2,9 | 0,0 | 17,0 |
| TGr.r19 Médano | 12/02/2019 | 26,0 | 0,0 | 2,9 | 0,0 | 12,0 | 12,0 | 0,0 | 3,0 | 3,9 | 0,0 | 24,0 |
| TGr.r22 Tejita | 12/02/2019 | 20,2 | 0,0 | 2,8 | 0,0 | 12,9 | 7,0 | 0,0 | 4,1 | 3,2 | 0,0 | 15,2 |
| TGr.r40 Martillo | 12/02/2019 | 16,9 | 0,0 | 1,8 | 2,6 | 3,2 | 4,1 | 0,0 | 1,7 | 1,7 | 0,9 | 14,6 |
| TGr.r04 La Caleta | 21/09/2019 | 29,9 | 0,0 | 2,1 | 0,8 | 10,0 | 10,3 | 0,0 | 1,3 | 4,1 | 0,2 | 16,7 |
| TGr.r05 Tarajales | 21/09/2019 | 23,0 | 0,0 | 1,7 | 1,8 | 14,4 | 5,9 | 0,0 | 2,0 | 3,9 | 0,1 | 16,9 |
| TGr.r08 Lajón | 21/09/2019 | 27,4 | 0,0 | 1,5 | 1,4 | 14,5 | 6,4 | 0,0 | 2,2 | 4,5 | 0,1 | 23,3 |
| TGr.r09 Dársena | 06/09/2019 | 27,7 | 0,0 | 2,2 | 2,3 | 4,9 | 7,2 | 0,0 | 4,0 | 1,9 | 0,1 | 19,2 |
| TGr.r10 Medio | 06/09/2019 | 26,3 | 0,0 | 2,4 | 1,0 | 15,0 | 9,8 | 0,0 | 2,1 | 4,2 | 0,2 | 22,6 |
| TGr.r14 Charcón | 06/09/2019 | 20,9 | 0,0 | 2,4 | 0,9 | 14,6 | 6,8 | 0,0 | 6,3 | 3,2 | 0,1 | 18,5 |
| TGr.r18 Jaquita | 05/09/2019 | 27,3 | 0,0 | 2,6 | 1,0 | 15,0 | 8,3 | 0,0 | 3,6 | 3,8 | 0,8 | 21,5 |
| TGr.r19 Médano | 21/09/2019 | 19,2 | 0,0 | 2,5 | 1,1 | 14,8 | 4,7 | 0,0 | 2,4 | 3,3 | 0,1 | 16,3 |
| TGr.r22 Tejita | 07/09/2019 | 23,0 | 0,0 | 2,7 | 1,1 | 15,3 | 7,8 | 0,0 | 3,9 | 3,7 | 0,1 | 19,1 |
| TGr.r40 Martillo | 06/09/2019 | 19,4 | 0,0 | 1,7 | 1,8 | 3,8 | 3,5 | 0,0 | 0,6 | 1,7 | 0,1 | 20,0 |
| Resumen 2019 | Valor mínimo | 14,6 | 0,0 | 1,5 | 0,0 | 3,2 | 3,5 | 0,0 | 0,6 | 1,7 | 0,0 | 13,2 |
| | Valor medio | 22,9 | 0,0 | 2,3 | 1,0 | 10,8 | 7,6 | 0,0 | 3,0 | 3,3 | 0,1 | 18,9 |
| | Valor máximo | 29,9 | 0,0 | 2,9 | 2,6 | 15,3 | 13,6 | 0,0 | 6,9 | 5,0 | 0,9 | 25,3 |
| | Valores > del ISQG o ERL | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | - | - |
| | Valores > del PEL o ERM | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | - | - | - |

Tabla 27. Resumen de valores de metales pesados en sedimentos en las distintas estaciones. Granadilla 2020

| Metales en sedimentos 2020 | | Zn | Cd | Pb | Cu | Ni | Cr | Hg | As | Co | Sn | V |
|----------------------------|------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Estación | Fecha muestreo | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg |
| TGr.r04 La Caleta | 22/01/2020 | 26,0 | 0,0 | 2,2 | 1,9 | 15,4 | 9,1 | 0,0 | 5,4 | 4,1 | 0,1 | 24,0 |
| TGr.r05 Tarajales | 22/01/2020 | 29,7 | 0,0 | 2,5 | 1,8 | 18,2 | 10,8 | 0,0 | 4,0 | 5,2 | 0,0 | 26,4 |
| TGr.r08 Lajón | 24/01/2020 | 32,1 | 0,0 | 2,4 | 2,0 | 15,6 | 12,4 | 0,0 | 3,2 | 5,2 | 0,0 | 28,9 |
| TGr.r09 Dársena | 25/01/2020 | 16,5 | 0,0 | 1,4 | 1,8 | 2,9 | 5,1 | 0,0 | 3,4 | 1,8 | 0,0 | 14,9 |
| TGr.r10 Medio | 14/01/2020 | 33,7 | 0,0 | 1,6 | 2,5 | 19,7 | 14,5 | 0,0 | 3,5 | 6,8 | 0,0 | 32,9 |
| TGr.r14 Charcón | 14/01/2020 | 23,4 | 0,0 | 2,2 | 3,2 | 6,7 | 8,8 | 0,0 | 4,4 | 2,7 | 0,1 | 21,0 |
| TGr.r18 Jaquita | 16/01/2020 | 23,9 | 0,0 | 2,7 | 1,9 | 14,5 | 9,2 | 0,0 | 2,7 | 4,0 | 0,0 | 24,1 |
| TGr.r19 Médano | 16/01/2020 | 24,6 | 0,0 | 1,6 | 2,3 | 11,8 | 6,2 | 0,0 | 2,9 | 3,9 | 0,0 | 17,8 |
| TGr.r22 Tejita | 14/01/2020 | 30,5 | 0,0 | 2,6 | 1,8 | 17,6 | 15,1 | 0,0 | 4,9 | 5,0 | 0,1 | 25,2 |
| TGr.r40 Martillo | 25/01/2020 | 36,5 | 0,0 | 2,7 | 1,8 | 19,5 | 17,6 | 0,0 | 4,4 | 6,1 | 0,1 | 33,3 |
| TGr.r04 La Caleta | 06/09/2020 | 7,5 | 0,0 | 1,5 | 1,9 | 16,0 | 4,5 | 0,0 | 3,7 | 4,0 | 0,1 | 16,4 |
| TGr.r05 Tarajales | 17/10/2020 | 11,0 | 0,0 | 1,8 | 4,0 | 17,8 | 3,2 | 0,0 | 1,4 | 4,9 | 0,0 | 17,7 |
| TGr.r08 Lajón | 17/10/2020 | 4,7 | 0,0 | 1,3 | 2,8 | 19,4 | 3,2 | 0,0 | 4,3 | 5,7 | 0,1 | 19,1 |
| TGr.r09 Dársena | 27/08/2020 | 2,6 | 0,0 | 1,6 | 3,3 | 7,5 | 4,0 | 0,0 | 6,9 | 2,3 | 0,0 | 17,6 |
| TGr.r10 Medio | 27/08/2020 | 22,8 | 0,0 | 2,4 | 2,5 | 32,7 | 7,4 | 0,0 | 4,5 | 7,0 | 0,1 | 22,8 |
| TGr.r14 Charcón | 01/09/2020 | 4,8 | 0,0 | 1,8 | 1,1 | 10,5 | 5,2 | 0,0 | 13,6 | 5,0 | 0,1 | 25,1 |
| TGr.r18 Jaquita | 01/09/2020 | 12,9 | 0,0 | 2,2 | 1,8 | 25,6 | 5,5 | 0,0 | 7,9 | 4,2 | 0,0 | 21,3 |
| TGr.r19 Médano | 01/09/2020 | 8,6 | 0,0 | 2,3 | 1,6 | 24,2 | 4,8 | 0,0 | 4,2 | 4,8 | 0,0 | 13,1 |
| TGr.r22 Tejita | 05/09/2020 | 13,1 | 0,0 | 2,7 | 2,1 | 29,7 | 6,4 | 0,0 | 5,4 | 5,7 | 0,0 | 17,3 |
| TGr.r40 Martillo | 27/08/2020 | 0,0 | 0,0 | 0,8 | 1,6 | 2,9 | 2,4 | 0,0 | 4,6 | 1,3 | 0,1 | 11,3 |
| Resumen 2020 | Valor mínimo | 0,0 | 0,0 | 0,8 | 1,1 | 2,9 | 2,4 | 0,0 | 1,4 | 1,3 | 0,0 | 11,3 |
| | Valor medio | 18,2 | 0,0 | 2,0 | 2,2 | 16,4 | 7,8 | 0,0 | 4,8 | 4,5 | 0,0 | 21,5 |
| | Valor máximo | 36,5 | 0,0 | 2,7 | 4,0 | 32,7 | 17,6 | 0,0 | 13,6 | 7,0 | 0,1 | 33,3 |
| | Mediana | 19,7 | 0,0 | 2,2 | 1,9 | 16,8 | 6,3 | 0,0 | 4,4 | 4,9 | 0,0 | 21,2 |
| | Valores > del ISQG o ERL | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 2 | 0 | - | - |
| | Valores > del PEL o ERM | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | - | - | - |



3.5.5 Evaluación general del medio físico

3.5.5.1 Aguas

Al final de cada ejercicio 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). El sistema de categorías elegido⁴ se emplea en vigilancia de la calidad de las 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, en el sector denominado Puerto la clasificación fue “desfavorable en declive”; durante 2012 y 2013 se evaluó como “desfavorable sin cambios”, situación que se prolonga hasta el final del primer semestre de 2014 pero, ya en el segundo semestre de este mismo año, se cambió a la categoría de “desfavorable recuperándose”. En diciembre de 2015 se consideró “favorable recuperada” y así se ha mantenido hasta diciembre de 2020.

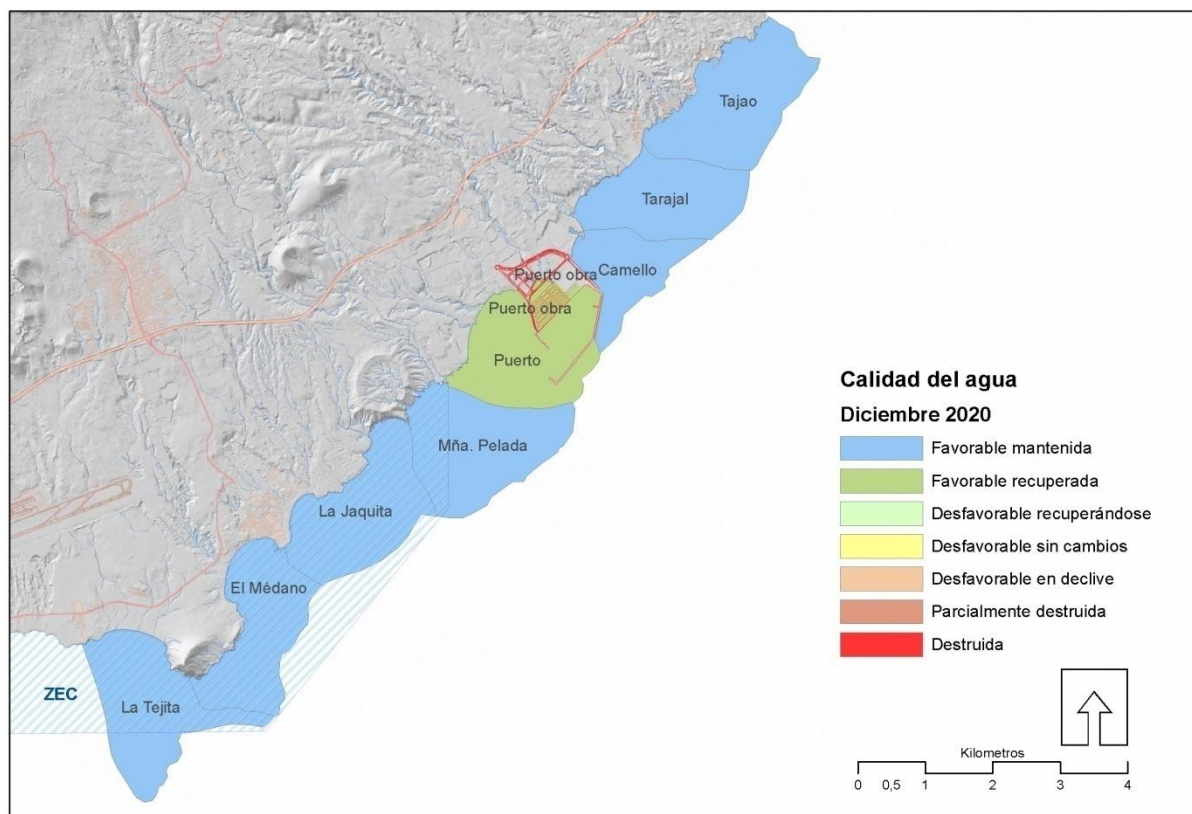


Figura 98. Mapa de calidad de aguas, a diciembre de 2020

En el caso de los demás sectores vigilados, los cambios en los valores que se usan para evaluar el estado de las aguas no comprometen la condición de favorable (Figura 98).

⁴ 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.

calidad de aguas, a diciembre de 2020). Así por ejemplo, en los sectores al SW la calidad de las aguas sigue correspondiendo a “favorable”. El epíteto “mantenida” hace referencia a que ése era su estado inicial y que no se ha llegado a él por recuperación desde una situación de “desfavorable”.

3.5.5.2 Sedimentos

Los valores de los parámetros químicos analizados están dentro de la normalidad. Los aumentos en concentración registrados en años previos se atribuyen a los nutrientes minerales (nitrógeno, fósforo) vertidos durante la construcción de la obra, igual que picos ocasionales en materia orgánica (p.ej. Dársena) si los vertidos contenían restos de suelo vegetal.

En 2016 se aprecian unos valores medios de componentes y nutrientes 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 y La 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. En 2017 la mayoría de los parámetros se mantienen en torno a valores muy parecidos a los años anteriores, a excepción de la concentración de metales pesados, materia orgánica, carbono orgánico total y nitrógeno de Kjeldahl, que experimentan en el último cuatrimestre del año un aumento significativo en todas las estaciones, superando en algunos casos los valores de referencia. Al tratarse de un cambio tan reciente y solo en algunos parámetros, es pronto para saber si esa tendencia de aumento se mantiene o si se trata de un aumento puntual, y por ello se mantiene la categorización de los sectores para 2019 y 2020. Véase la Figura 99.

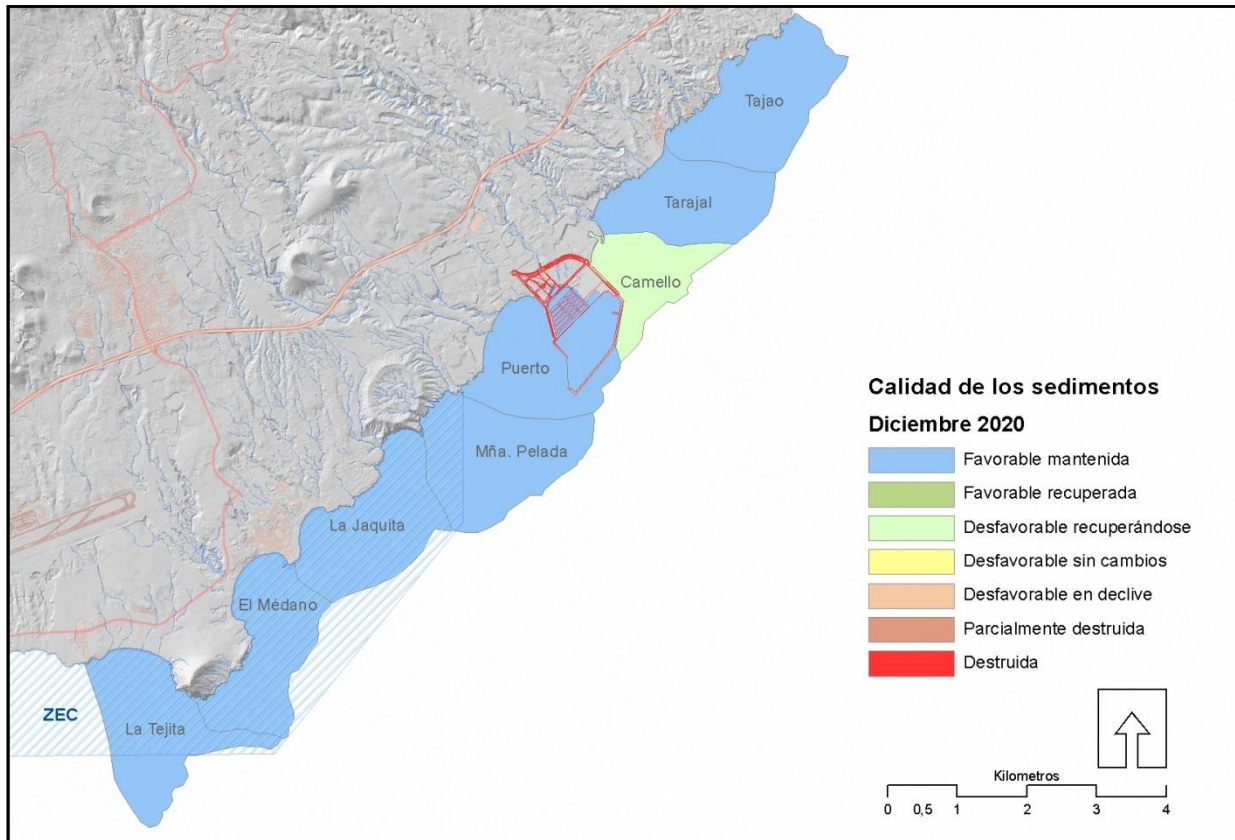


Figura 99. Mapa de calidad de sedimentos a 31 de diciembre de 2020

3.6 Biodiversidad marina

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

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

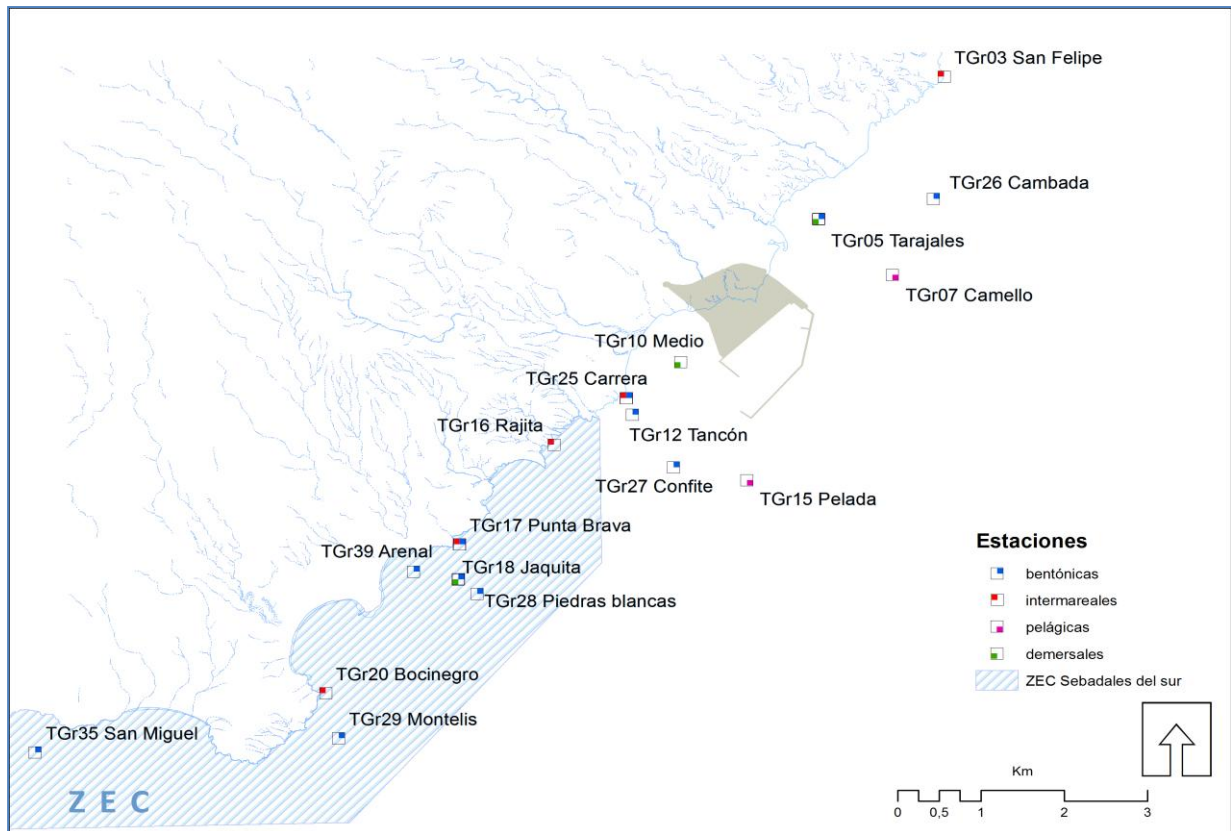


Figura 100. Estaciones de muestreo intermareales, demersales, bentónicas y pelágicas

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

1. Seguimiento de las especies indicadores del estado de la comunidades biológicas supra e intermareales, demersales /bentónicas y pelágicas.
2. Bionomía de los fondos y sus variaciones
3. Dedicado especialmente al estado de desarrollo de los sebadales (estado de “salud”).
4. Sobre especies exóticas invasoras que puedan arribar al puerto.

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 WorldView3, 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, anteriormente se escogían las mejores imágenes de entre todas las encargadas, o se adquiría alguna imagen suelta adicional en caso de que la haya. Ante la imprevisibilidad de obtener buen material, se optó por hacer encargos discrecionales en momentos de oportunidad meteorológica y de condiciones del mar.

A tal fin se ha licitado el suministro de imágenes de satélites de la plataforma con una frecuencia de dos imágenes al año, siempre que se den las condiciones, además de mantener



abierta la posibilidad de comprar imágenes de archivo que la comercializadora del satélite ofrezca públicamente. La empresa COTESA resultó elegida para el suministro de escenas hasta final de 2021.

3.6.1 Comunidades supramareales

El seguimiento de las comunidades supramareales se realiza en cinco estaciones en una localización fija (cuadrículas de 50x50cm, divididas 100 veces) registrando la cobertura de *Chthamalus stellatus* y el porcentaje de ejemplares vivos/muertos (TGr03 San Felipe, TGr12 Tancón, TGr16 La Rajita, TGr17 Punta Brava y TGr20 Bocinegro, Figura 101).

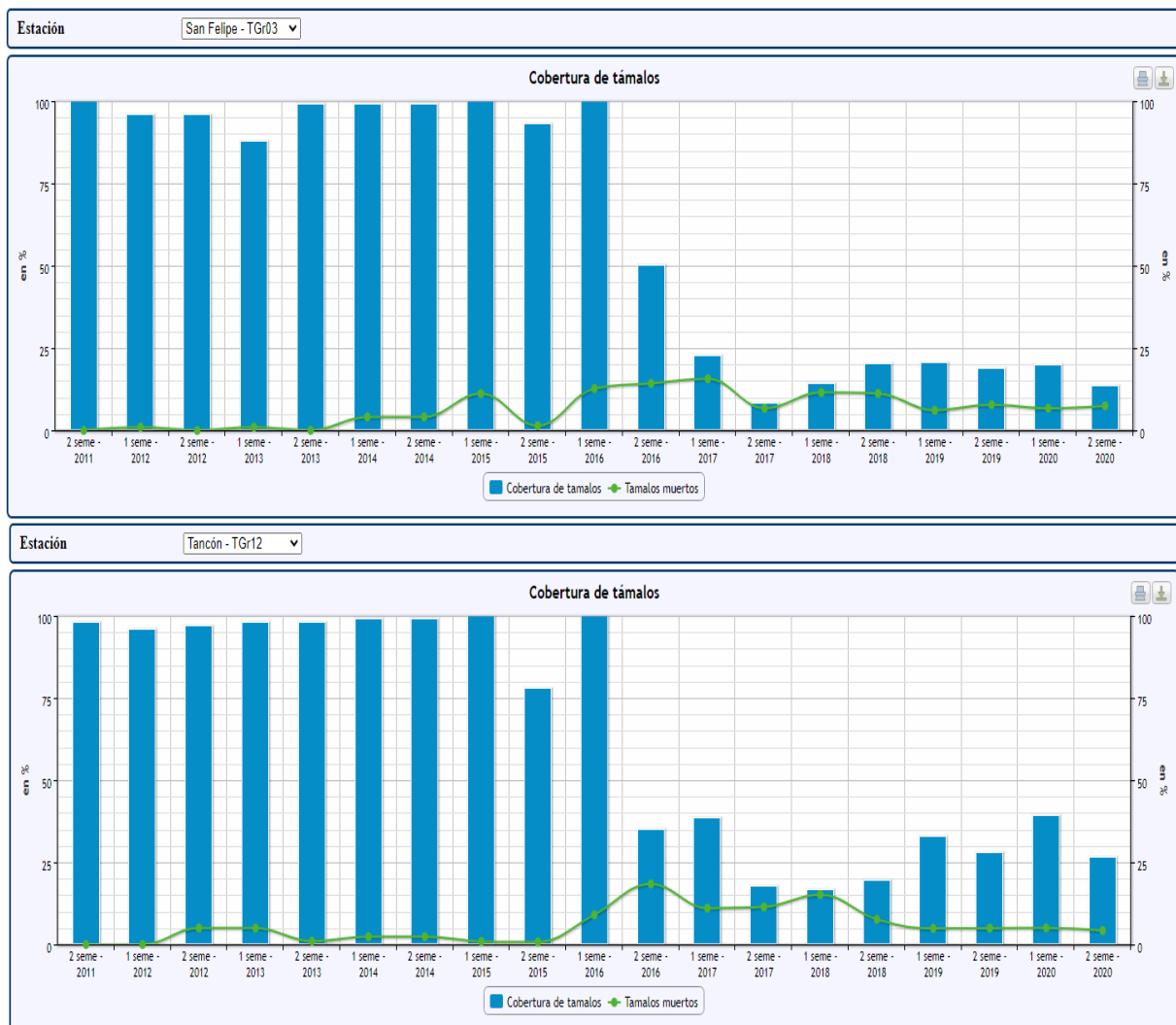


Figura 101. Cobertura y mortandad de *Chthamalus* en las estaciones: TGr03 San Felipe y TGr12 Tancón

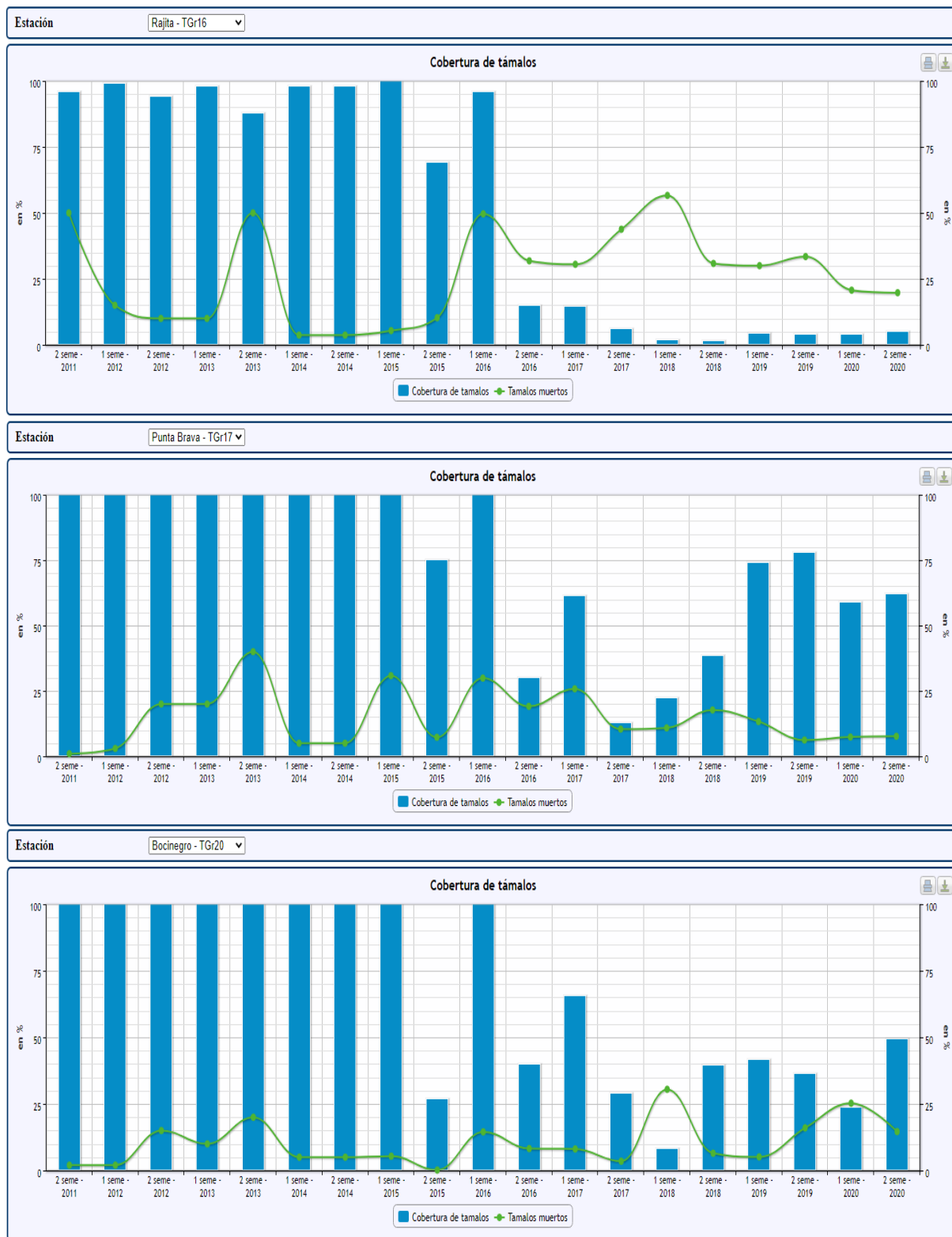


Figura 102. Cobertura y mortandad de Chthamalus en las estaciones: TGr16 Rajita, TGr17 Punta Brava y TGr20 Bocinegro



Las gráficas de esta sección –que se encuentran en la web del OAG– muestran la cobertura de *Chthamalus* de cada estación en porcentaje (barra) y el porcentaje aproximado de ejemplares muertos (línea) (Figura 103). En 2019 se aprecia un ligero aumento, con respecto a la cobertura de *Chthamalus*, tendencia que continúa en 2020. Los aumentos y disminuciones detectados no son atribuibles al puerto, al ocurrir en todas las estaciones.

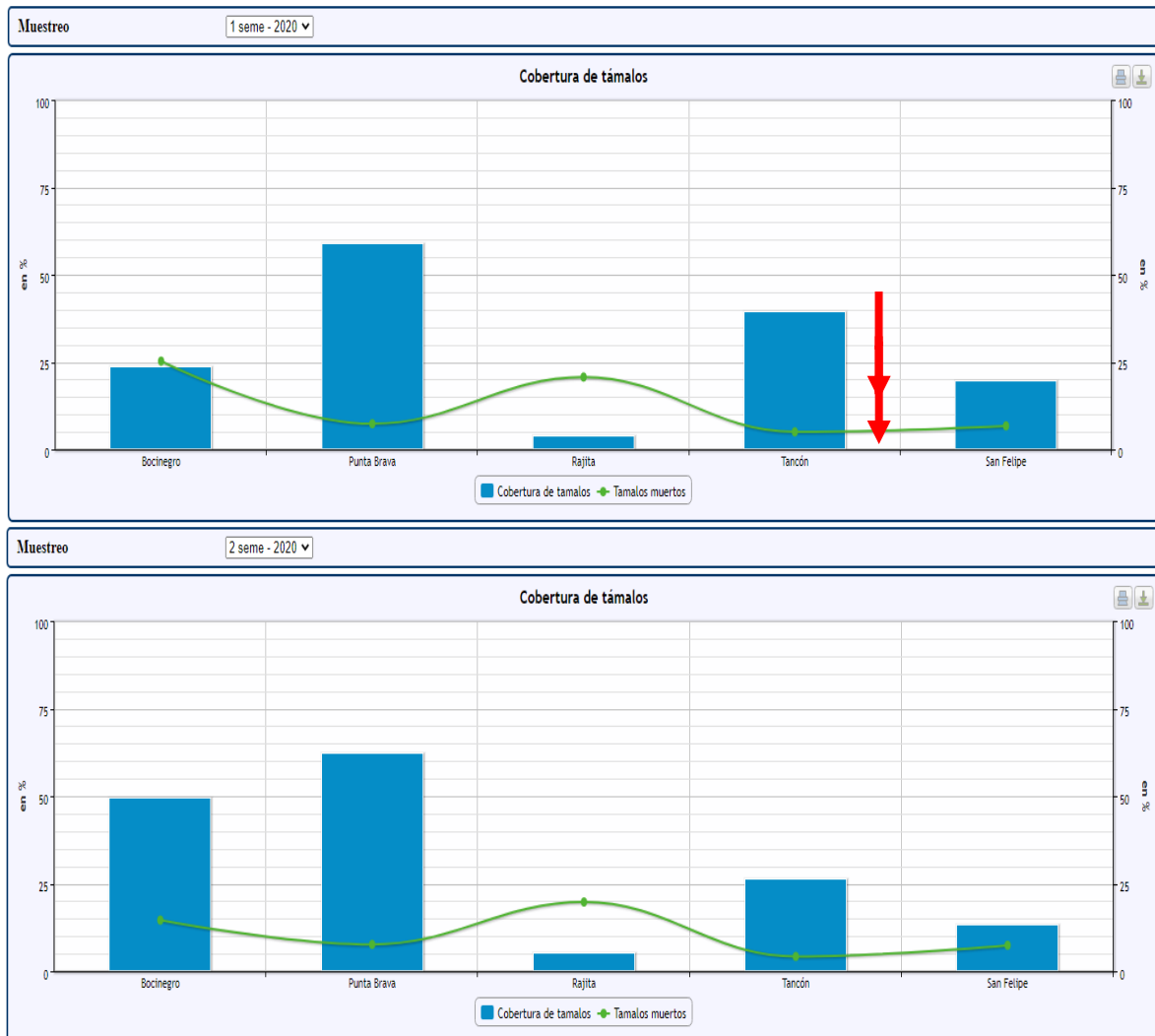


Figura 103. Cobertura y mortandad de *Chthamalus* a lo largo de la costa de Granadilla en 2020; 1º semestre (arriba) entre febrero y mayo y 2º semestre (abajo), en noviembre. La posición del puerto marcada en rojo

3.6.2 Comunidades intermareales

El seguimiento de las comunidades intermareales en fase operativa se realiza en las mismas cinco estaciones que en el supramareal. En ellas 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 se refleja, también se anota la especie dominante por si se produjera una sustitución de la misma por 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 Tancón (90%).

Los inventarios de 2020 se realizaron entre enero (1^{er} semestre) y en agosto y septiembre (2^o semestre). Se adjuntan gráficas de evolución espacial y temporal (Figura 104).

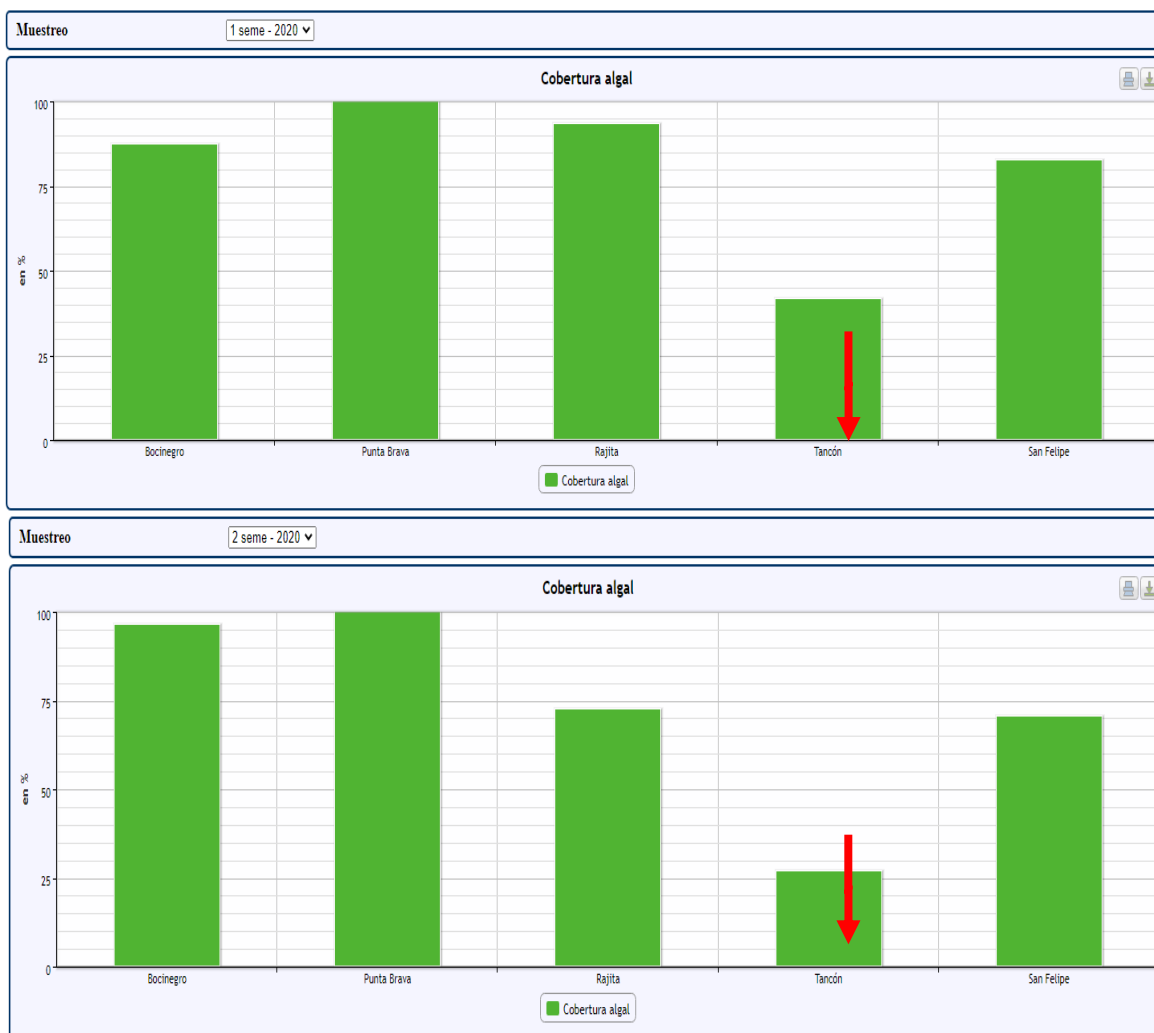


Figura 104. Cobertura algal a lo largo de la costa de Granadilla en 2019; 1^o semestre (arriba.) entre febrero y mayo y 2^o semestre (abajo), en noviembre. La posición del puerto marcada en rojo

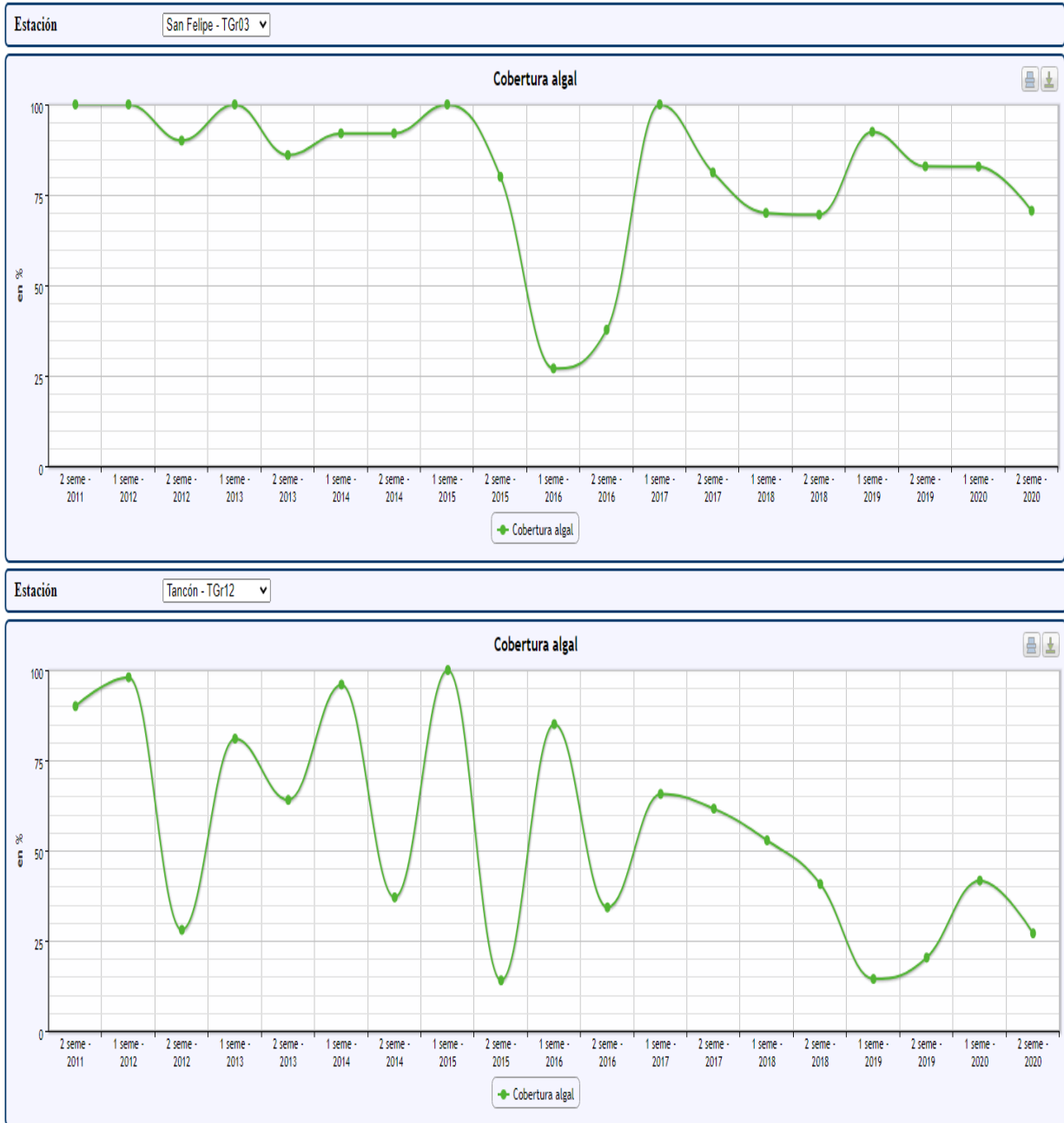


Figura 105 A. Evolución 2011-2020 cobertura algal en la estaciones TGr03 San Felipe y TGr12 Tancón

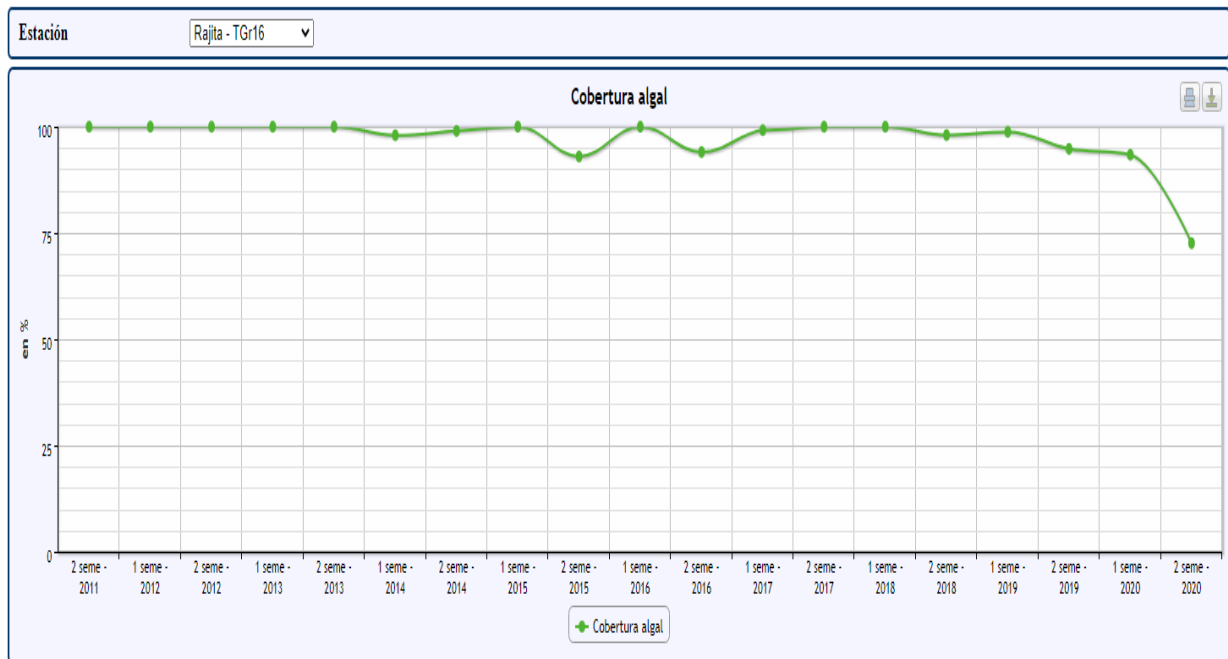


Figura 105B. Evolución 2011-2020 cobertura algal en la estación TGr16 Rajita

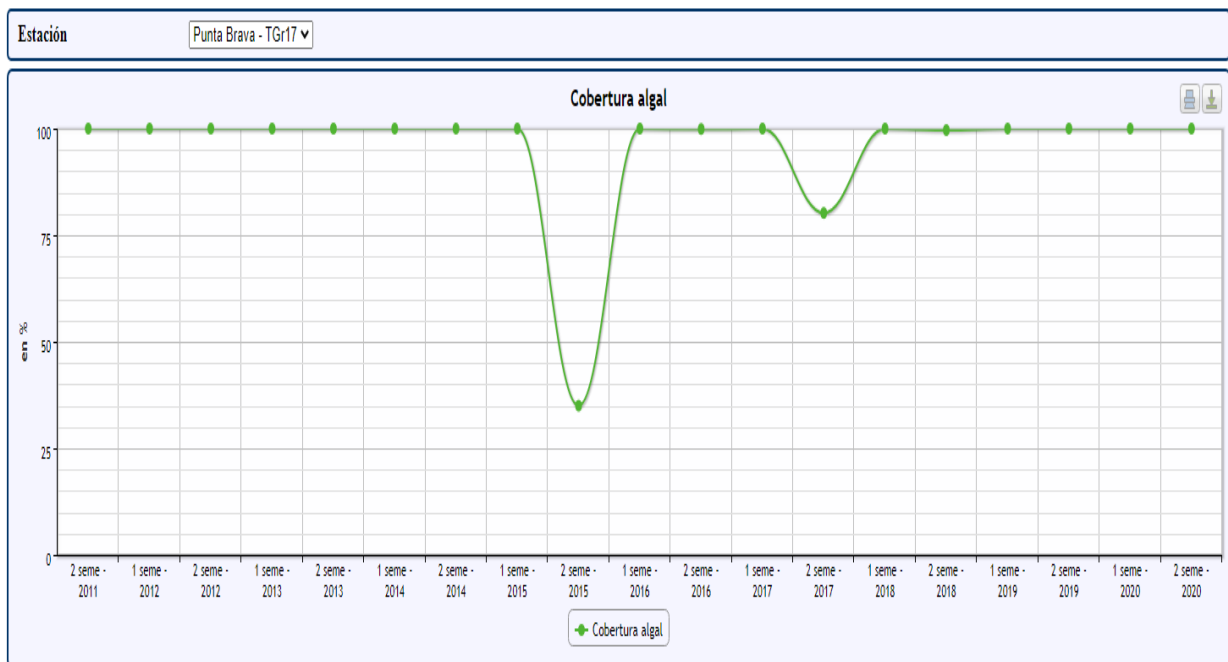


Figura 106. Evolución 2011-2020 cobertura algal en la estación TGr17 Punta Brava

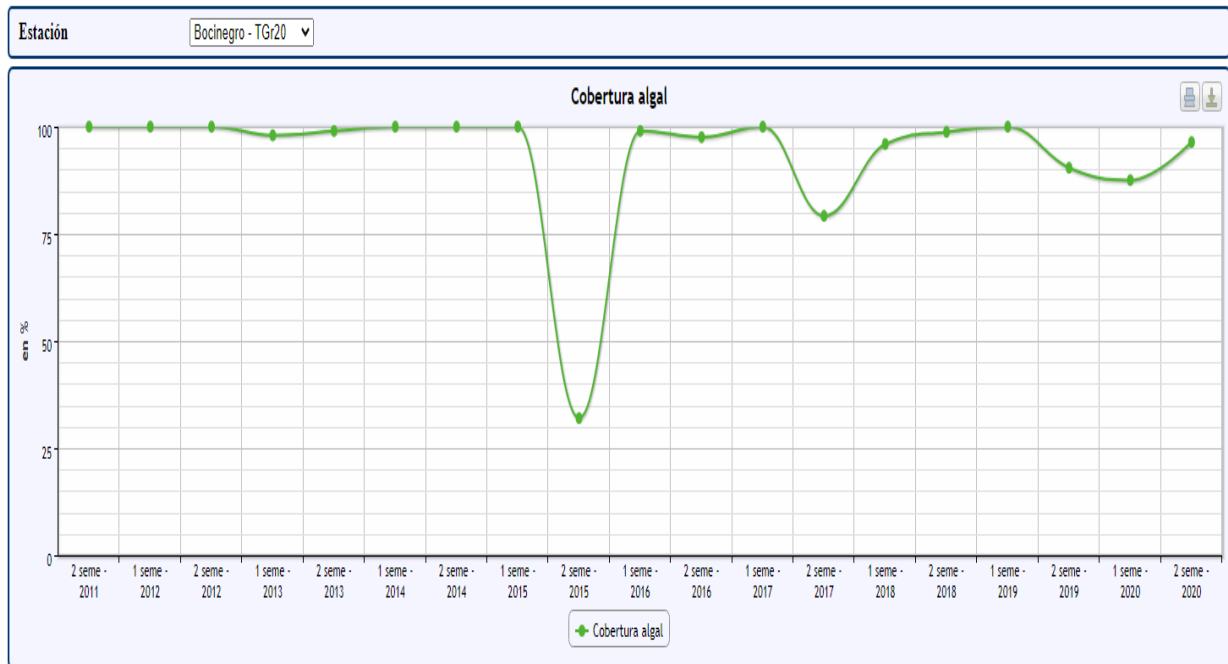


Figura 107. Evolución 2011-2020 cobertura algal en la estación TGr20 Bocinegro

- En la estación TGr03 San Felipe se detecta un descenso de la cobertura algal respecto al 2019. Esta estación ha sufrido bastantes cambios en su diversidad algal (Figura 108), estando constituida al inicio de los muestreos por un césped de *Cystoseira sp.* bastante consolidado (2011-2013). Pasó (2014) a albergar comunidades de *Dictyota sp.* de manera casi exclusiva y de *Padina pavonica*, *Lobophora variegata*, *Hydroclathrus clathratus*, *Conaria sp.*, *Dictyota sp.*, entre otras, en los años posteriores. Al ser una de las estaciones más alejadas del puerto, tomada como control, nada tienen que ver estos cambios con éste, siendo la desaparición de *Cystoseira* un hecho ya constatado científicamente para muchas otras partes del litoral canario. En este año 2020 se observa un aumento en la cantidad de ejemplares de algas del género *Cystoseira*, y presencia de *Cladophora* en el interior del charco.

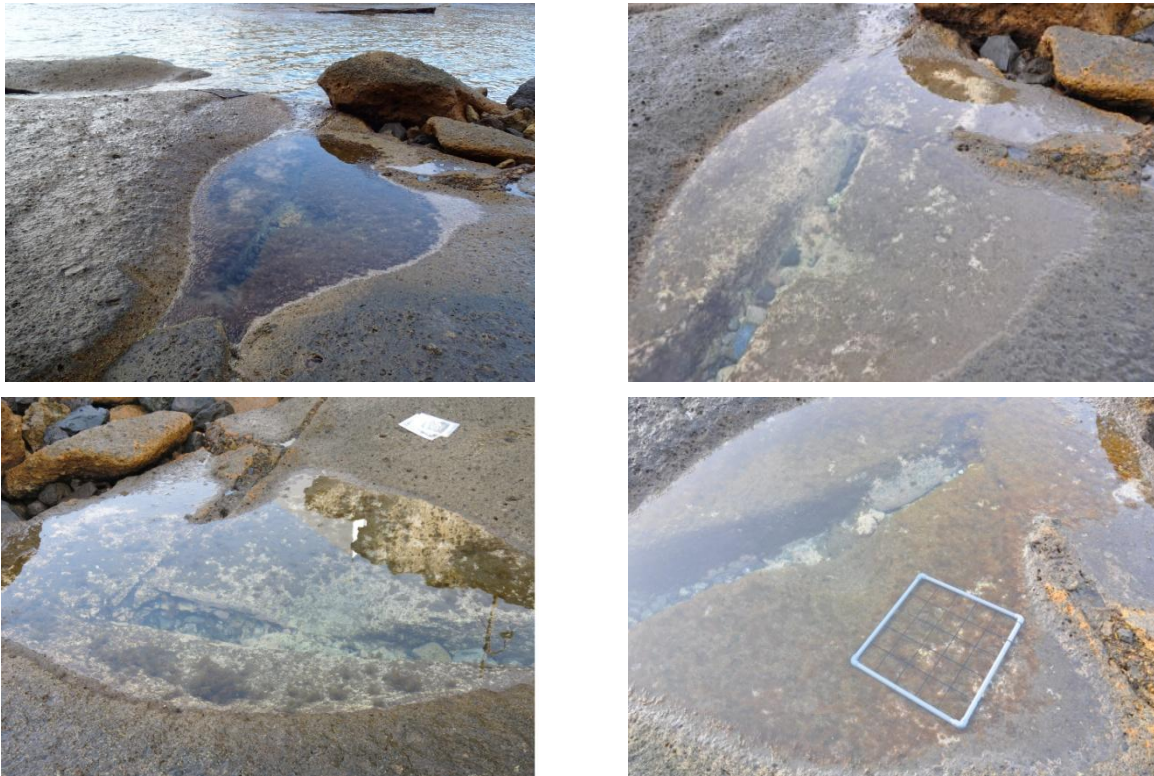


Figura 108. Sucesión ecológica en TGr03 San Felipe: 2011 (arriba izquierda), 2018 (arriba derecha) y 2019 (abajo izquierda) y 2020 (abajo derecha)

- En la estación TGr12 Tancón aumenta ligeramente la cobertura algal respecto al año 2019. En 2020 la cobertura es del 41,64 % en el primer semestre y del 27,4% en el segundo. En este charco también ha habido una fuerte regresión de las algas talosas iniciales. Esta estación se caracterizaba, en un inicio, por estar constituida por céspedes muy tupidos de *Padina pavonica* y *Lobophora variegata*. En 2020, al igual que en 2019, se siguen observando pequeños ejemplares de algas del género *Cystoseira*.
- La estación TGr17 Pta. Brava, formada por un césped algal de multitud de especies de distinto porte, mantiene también su tendencia a estar en el 100% de cobertura o muy próxima a este máximo. En el segundo semestre de 2015 ya sufrió un pequeño retroceso en su cobertura, que fue recuperado a partir del 2016.
- En la estación TGr20 Bocinegro la cobertura algal parece estabilizarse en valores altos, dejando atrás el retroceso detectado en el segundo semestre de 2015 y en menor medida en el segundo semestre del 2017. La comunidad mayoritaria están constituida por especies del género *Padina*, *Cystoseria* y *Dasycladus*.
- En la estación TGr 16 La Rajita, se nota un ligero descenso en la cobertura algal, que venía siendo superior siempre al 90%. En el segundo semestre del 2020 cae hasta el 72,6 %. Se observa proliferación de algas verdes aparentemente del género *Cladophora*.



3.6.3 Comunidades de peces litorales

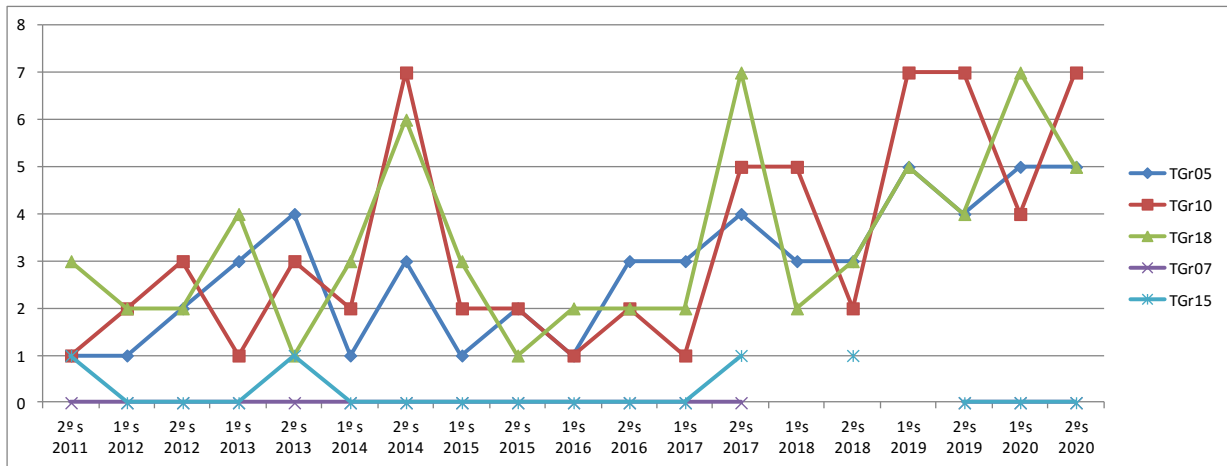
En la fase operativa se continúa realizando conteo de los peces existentes en las distintas zonas integradas en el plan de vigilancia. En el caso de las especies bentónicas y demersales el muestreo se realiza en tres estaciones fijas (TGr05, TGr10 y TGr18), contando desde el fondo todas las especies presentes en una columna de agua de unos 5,6 m de radio (100 m²) durante dos minutos (con réplicas). El conteo de las especies pelágicas (estaciones TGr07 y TGr15) se hace con cámara a 20 m sobre un fondo de 50 m durante 5 minutos. 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 28. Campaña de peces litorales (demersales) en la costa de Granadilla (2020)

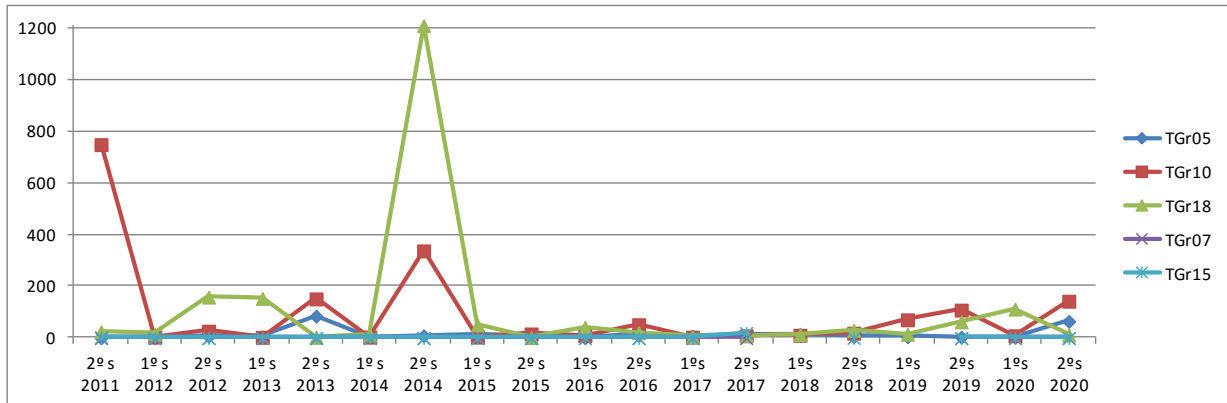
| Especie | Nombre vulgar | TGr05 | TGr10 | TGr18 | TGr05 | TGr10 | TGr18 |
|--|-------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| | Fecha muestreo | 22/01/2020 | 14/01/2020 | 16/01/2020 | 05/09/2020 | 27/08/2020 | 01/09/2020 |
| <i>Spherooides marmoratus</i> | Tamboril | 0,67 | 0,67 | 2,33 | 5,5 | 3 | 3 |
| <i>Xyrichtys novacula</i> | Pejepeine | 1 | | | 0,5 | | |
| <i>Boops boops</i> | Boga | | | 100 | 50 | 100 | |
| <i>Spharisma cretense</i> | Vieja | | 5,67 | | 7 | 1 | 4,5 |
| <i>Stephanolepis hispidus</i> | Gallito | | 2 | | | 1,5 | |
| <i>Serratus atricauda</i> | Cabrilla | | | | | 0,5 | 0,5 |
| <i>Serranus scriba</i> | Cabrilla pintada | | 1 | | | | |
| <i>Myliobatis aquila</i> | Ratón | | | 0,33 | | | |
| <i>Pagrus pagrus</i> | Bocinegro | | | 0,33 | | | |
| <i>Sarda sarda</i> | Sierras | | | 0,66 | | | |
| <i>Spondyliosoma cantharus</i> | Chopa | | | 8,33 | | | |
| <i>Sepia officinalis</i> | Choco | | | 0,66 | | | |
| <i>Thalassoma pavo</i> | Pejeverde | 0,33 | | | | | |
| <i>Trachinus draco</i> | Pez araña | 1,33 | | | | | |
| <i>Bothus podas</i> | Tapaculos | 0,66 | | | 2 | | 1 |
| <i>Pseudocaranx dentex</i> | Jurel | | | | | 30 | |
| <i>Heteroconger longissimus</i> | Anguila jardinera | | | | | 7 | |
| <i>Centrolabrus trutta</i> | Romero | | | | | | 3,5 |
| Total de especies = S | | 5,0 | 4,0 | 7,0 | 5,0 | 7,0 | 5,0 |
| Total ejemplares = N | | 4,0 | 9,3 | 112,6 | 65,0 | 143,0 | 12,5 |
| Ln S | | 1,6 | 1,4 | 1,9 | 1,6 | 1,9 | 1,6 |
| Ln N | | 1,4 | 2,2 | 4,7 | 4,2 | 5,0 | 2,5 |
| Índice de Margalef $k = \text{LnS}/\text{LnN}$ | | 1,2 | 0,6 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,6 |



NÚMERO DE ESPECIES



NÚMERO DE EJEMPLARES



ÍNDICE DE MARGALEF

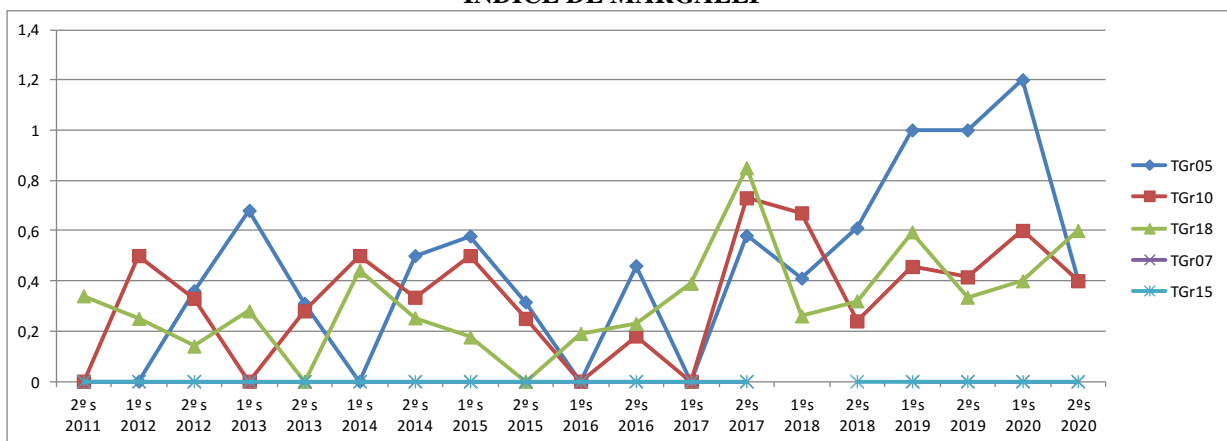


Figura 109. Evolución de la diversidad de peces litorales en la costa de Granadilla. TGr05, TGr10 y TGr18 son demersales; TGr07 y TGr15 son pelágicas

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. En 2016 su valor fue de 0,06 y 0,29 respectivamente. En el año 2017 sus valores fueron 0,13 en el primer semestre y 0,72 en el segundo. En el año 2018 obtenemos 0,45 para el primer semestre y 0,39 para el segundo. En el año 2019, se obtuvieron valores de 0,7 y 0,6 respectivamente. En este año 2020 los valores son de 0,7 para el primer semestre y de 0,5 para el segundo. Dichos índices son media de los índices obtenidos para cada una de las 3 estaciones. Tanto para el año 2016, como para 2017, los valores se ven “lastrados” por la ausencia de peces en la estación TGr05. 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 (Figura 109).

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 aquellas que son más fieles y frecuentes.

3.6.4 Comunidades bentónicas

Para monitorizar la evolución de las diferentes comunidades bentónicas presentes en Granadilla se ha elegido una especie representativa por cada biotopo (Figura 110), cuya presencia continuada es indicadora de un buen estado de conservación.

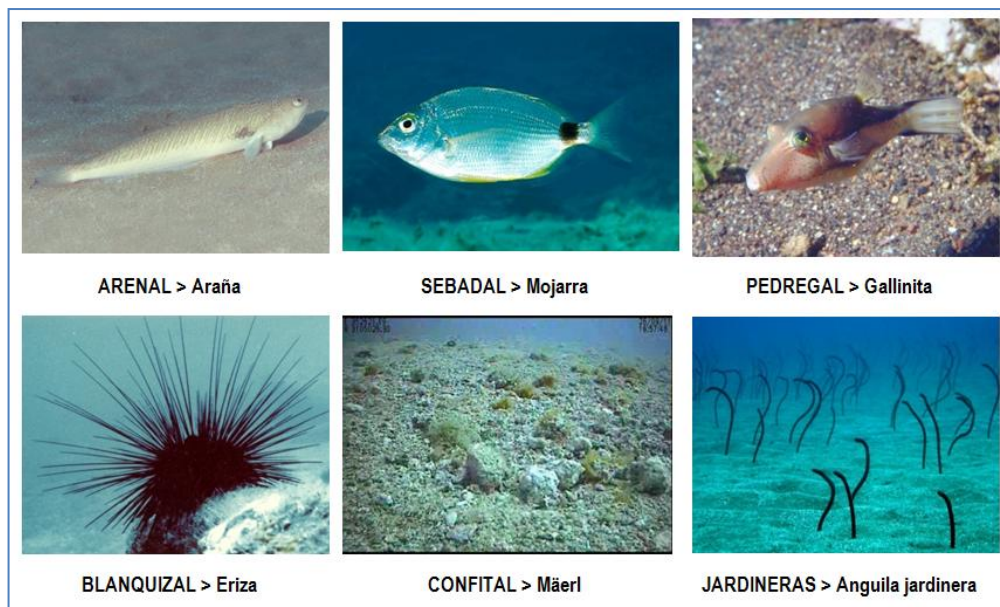


Figura 110. Especies indicadoras de las comunidades bentónicas

Salvo por el *maërl*, 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 m²). El muestreo se repite dos veces. Las anguilas jardineras, dada la profundidad a la que viven, se



cuentan a partir de los transectos de video. En la Figura 110 se muestran las especies indicadoras elegidas. En la fase operativa se concentra este seguimiento en los sectores que cubren la ZEC Sebadales del Sur de Tenerife, habiéndose descartado las estaciones Chinchorro (TGr21) y Las Lisas (TGr24) y creándose una nueva, la TGr39 para el arenal.

A partir del 2017 el efecto arrecife, catalogado como impacto positivo, es de gran importancia. No para estas estaciones, al estar alejadas del puerto, pero sí en todo el perímetro de éste. Los resultados obtenidos en 2020 se muestran en la tabla y la figura que siguen:

Tabla 29. Muestreo de especies bentónicas indicadoras de los principales hábitats en la costa de Granadilla en 2020

| 1ª Campaña enero 2020 | Hábitat | TGr05 | TGr18 | TGr25 | TGr26 | TGr27 | TGr28 | TGr29 | TGr35 | TGr39 | Lajón |
|---|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Araña costera <i>Trachinus draco</i> | Arenal | | | | | | | | | 0 | |
| Mojarra <i>Diplodus annularis</i> | Sebadal | 0 | 0 | | | | | | | | |
| Eriza <i>Diadema africanum</i> | Blanquizal | | | 4 | | | | | | | |
| Maërl (% vivo) <i>Lithotamnion spp.</i> | Maërl | | | | 55% | 56% | 55% | 89% | 90% | | |
| Anguila jardinera <i>Heteroconger longissim.</i> | Anguilera | | | | | | | | | | 89 |

| 2ª Campaña octubre 2020 | Hábitat | TGr05 | TGr18 | TGr25 | TGr26 | TGr27 | TGr28 | TGr29 | TGr35 | TGr39 | Lajón |
|---|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 20 | Arenal | | | | | | | | | 1 | |
| Mojarra <i>Diplodus annularis</i> | Sebadal | 0 | 0 | | | | | | | | |
| Erizo <i>Diadema africanum</i> | Blanquizal | | | 13 | | | | | | | |
| Maërl (% vivo) <i>Lithotamnion spp.</i> | Maërl | | | | 96% | 97% | 68% | 91% | 98% | | |
| Anguila jardinera <i>Heteroconger longissim.</i> | Anguilera | | | | | | | | | | 81 |

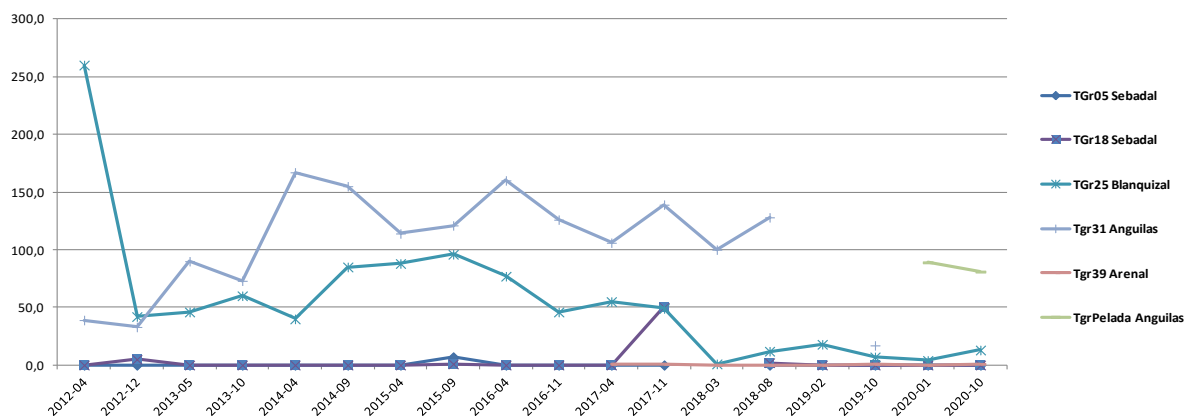


Figura 111. Evolución de las comunidades bentónicas en 5 estaciones de la costa de Granadilla (2012-2020)

3.6.5 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 coleccionar, abundantes, muy variados, identificables, etc.) indicador de las condiciones generales que configuran la infauna o biocenosis del sustrato.

Para el PVA en fase operativa se mantiene la misma metodología, pero se monitorizan sólo las áreas que puedan mantenerse alteradas y aquellas donde se espera su recuperación, más una de control. Esto reduce el número de estaciones de doce a la mitad. Las estaciones que permanecen son: (TGr05, TGr08, TGr09, TGr10, TGr14, TGr18).

Se toman muestras de 2 Kg de sedimento en cada una de las 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 las especies que se han inventariado en la zona (datos tomados de Martín et al. (2000)⁵, Riera, R. (2004)⁶ y mismo autor (comunicación personal 2011-2019).

En las gráficas y tablas que siguen se muestra la composición de las biocenosis en cada estación, según las dos campañas semestrales de 2020 (enero y octubre), precedidas por las campañas de los años anteriores (2016, 2017, 2018 y 2019) y 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).

¹ 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.

² 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.



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 con 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 muestreados aumentó considerablemente (218 ejemplares en el primer semestre y 355 en el segundo), frente a los 24 del primer y 134 del segundo semestre de 2015, manteniendo la misma tendencia de mayoría de ejemplares predadores seguido de los detritívoros y, en menor medida, de filtradores. En 2016 es cuando se produce el mayor pico de ejemplares en los sedimentos.

En 2017, el número de ejemplares obtenidos en el primer (46) y segundo (120) trimestre es notoriamente inferior a los registrados en 2016: 96 y 159 ejemplares, respectivamente. La composición en poliquetos empieza a aproximarse a las condiciones previas a las obras.

En 2018 la estación Dársena (TGr09), no pudo ser muestreada, ya que no se permite realizar buceo autónomo en la zona de operatividad del puerto. Los valores, sin ser tan abundantes como en 2016, se aproximan: 2016, con 55 ejemplares segundo semestre y en 2018, con 316 ejemplares también en segundo semestre. Resultó curioso que en 2018 que no se identificara ningún ejemplar de poliqueto en la TGr10 (Medio), estación próxima al contradique del puerto.

En este 2019 la estación Dársena (TGr09), no pudo ser muestreada en el primer semestre, ya que, a pesar de intentarlo en varias ocasiones no se pudo recoger muestra representativa con la draga. En este 2019 no se ha llegado a la cantidad de poliquetos determinados en el año anterior.

En el 2020 se han detectado en el primer semestre un total de 40 ejemplares, estando la mayoría concentrados en la estaciones TGr08 y TGr05 (al norte del puerto). En el segundo semestre se detecta mayor número de ejemplares (83) distribuidos más uniformemente en todas las estaciones a excepción de la TGr10, en la que sólo se obtuvieron 3 ejemplares.

Tabla 30. Régimen trófico de las especies de poliquetos encontradas en Granadilla con tamiz de 0,5 mm

| Especie | Régimen | Especie | Régimen |
|-----------------------------------|--|-----------------------------------|----------------------|
| <i>Amphiglena mediterranea</i> | Microfiltrador | <i>Nereis sp</i> | Predador |
| <i>Aonides oxycephala</i> | Detritívoro | <i>Notomastus latericius</i> | Detritívoro |
| <i>Aponuphis bilineata</i> | Detritívoro-Omnívoro | <i>Orbinia latreillii</i> | Detritívoro |
| <i>Aponuphis ornata</i> | Omnívoro-Detritívoro | <i>Orbinia sp</i> | Detritívoro |
| <i>Aricidea assimilis</i> | Detritívoro | <i>Orbiniidae</i> | Detritívoro |
| <i>Aricidea cerruti</i> | Detritívoro | <i>Palposyllis prosostoma</i> | Predador |
| <i>Armandia cirrhosa</i> | Detritívoro-Depositívoro de superficie | <i>Paradoneis armata</i> | Predador |
| <i>Armandia polyophthalma</i> | Detritívoro-Depositívoro de superficie | <i>Paradoneis ilvana</i> | Detritívoro |
| <i>Capitella minima</i> | Detritívoro | <i>Paradoneis perdidoensis</i> | Detritívoro |
| <i>Capitomastus minimus</i> | Detritívoro | <i>Paraehlersia ferrugina</i> | Predador |
| <i>Chone arenicola</i> | Filtrador | <i>Parapionosyllis labronica</i> | Detritívoro-Omnívoro |
| <i>Chone duneri</i> | Filtrador | <i>Pelogenia arenosa</i> | Predador |
| <i>Chone filicauda</i> | Filtrador | <i>Periquesta canariensis</i> | Detritívoro |
| <i>Cirriformia tentaculata</i> | Filtrador- Depositívoro de superficie =detritívoro | <i>Phyllodoce mucosa</i> | Predador |
| <i>Cirrophorus perdidoensis</i> | Detritívoro | <i>Phyllodoce sp.</i> | Predador |
| <i>Clymenura clypeata</i> | Detritívoro | <i>Pisione guanche</i> | Predador |
| <i>Dasychone brachychona</i> | Filtrador | <i>Platynereis dumerilii</i> | Herbívoro |
| <i>Demonax brachychona</i> | Filtrador | <i>Poecilochaetus serpens</i> | Detritívoro |
| <i>Desdemonia sp.</i> | Filtrador | <i>Polyopthalmus pictus</i> | Detritívoro |
| <i>Euclymene sp.</i> | Detritívoro | <i>Prionospio sp.</i> | Predador |
| <i>Eulalia mustela</i> | Predador | <i>Prionospio steenstrupii</i> | Detritívoro |
| <i>Eumida sanguinea</i> | Predador-Carnívora | <i>Protodorvillea kefersteini</i> | Predador |
| <i>Eunice vittata</i> | Predador | <i>Protodrilus sp.</i> | Detritívoro |
| <i>Exogone brevantennata</i> | Predador | <i>Prosphaerosyllis campoyi</i> | Detritívoro-Omnívoro |
| <i>Exogone mediterranea</i> | Detritívoro-omnívoro | <i>Protomystides bidentata</i> | Predador |
| <i>Exogone verugera</i> | Detritívoro-omnívoro | <i>Psamathe fusca</i> | Predador |
| <i>Galathowenia oculata</i> | Detritívoro | <i>Psammolyce arenosa</i> | Predador |
| <i>Glycera dayi</i> | Predador | <i>Pseudofabriciolo sp.</i> | Microfiltrador |
| <i>Glycera oxycephala</i> | predador-Carnívoro | <i>Pseudomystides limbata</i> | Predador |
| <i>Goniada sp.</i> | Predador | <i>Questa caudicirra</i> | Detritívoro |
| <i>Goniadella cf gracilis</i> | Predador-Carnívoro | <i>Sabellidae sp1</i> | Filtrador |
| <i>Grania sp.</i> | Detritívoro | <i>Schoeredella laubieri</i> | Detritívoro |
| <i>Haplosyllis carmenbritoeae</i> | Predador-Omnívoro | <i>Scoloplos (Leodamas) rubra</i> | Detritívoro |
| <i>Harmothoe sp</i> | Predador | <i>Scoloplos (Leodamas) sp</i> | Detritívoro |
| <i>Hesionura elongata</i> | Carnívoro | <i>Scoloplos armiger</i> | Detritívoro |
| <i>Hesiospina similis</i> | Carnívoro | <i>Sigalion mathildae</i> | Predador |
| <i>Lanice conchilega</i> | Filtrador | <i>Sigalion squamatatum</i> | Predador |
| <i>Levinsenia canariensis</i> | Detritívoro | <i>Spio filicornis</i> | Predador |
| <i>Linopherus canariensis</i> | Carnívoro | <i>Spio filicornis</i> | Detritívoro |
| <i>Lumbinerides acuta</i> | Predador | <i>Spio sp</i> | Predador |
| <i>Lumbrineriopsis paradoxa</i> | Predador | <i>Spio sp</i> | Detritívoro |
| <i>Lumbrineris cingulata</i> | Predador | <i>Spiophanes bombyx</i> | Filtrador |



| Especie | Régimen | Especie | Régimen |
|---------------------------------|-------------|---------------------------------|-------------------------|
| <i>Lumbrineris latreillii</i> | Predador | <i>Streptodonta pterochaeta</i> | Predador-Carnívoro |
| <i>Lysidice unicornis</i> | Carnívoro | <i>Streptosyllis bidentata</i> | Detritívoro |
| <i>Maldanidae sp1</i> | Detritívoro | <i>Streptosyllis campoyi</i> | Predador |
| <i>Marphysa sp</i> | Predador | <i>Streptosyllis sp</i> | Detritívora-Omnívora |
| <i>Microspio mecznicowianus</i> | Detritívoro | <i>Streptosyllis websteri</i> | Detritívora-Omnívora |
| <i>Mystides caeca</i> | Predador | <i>Syllis garciai</i> | Predador |
| <i>Neanthes caudata</i> | Herbívoro | <i>Syllis gerundensis</i> | Predador |
| <i>Neanthes rubicunda</i> | Herbívoro | <i>Syllis sp</i> | Predador |
| <i>Nematonereis unicornis</i> | Predador | <i>Trychobranchus glacialis</i> | Detritívoro superficial |
| | | <i>Trypanosyllis coeliaca</i> | Predador-Carnívora |

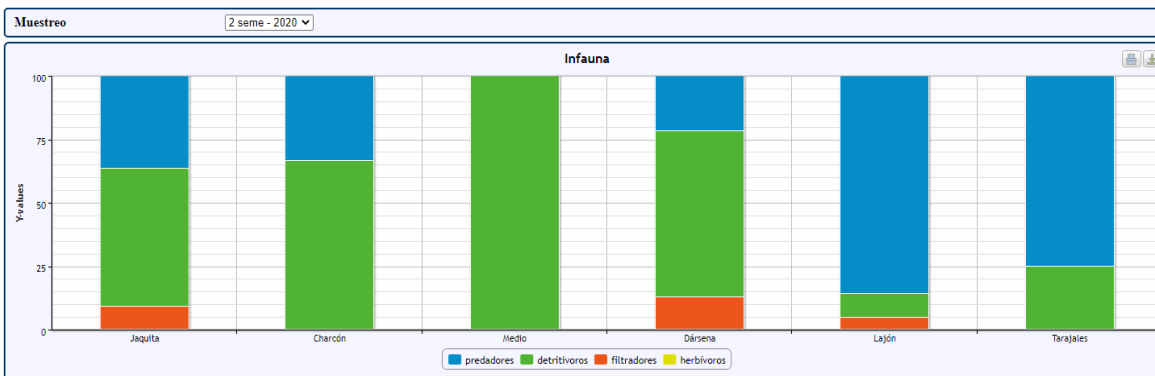
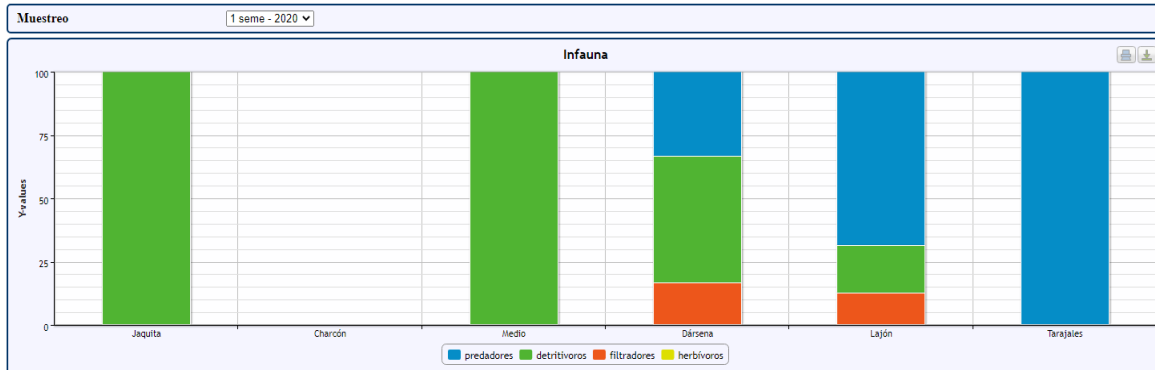
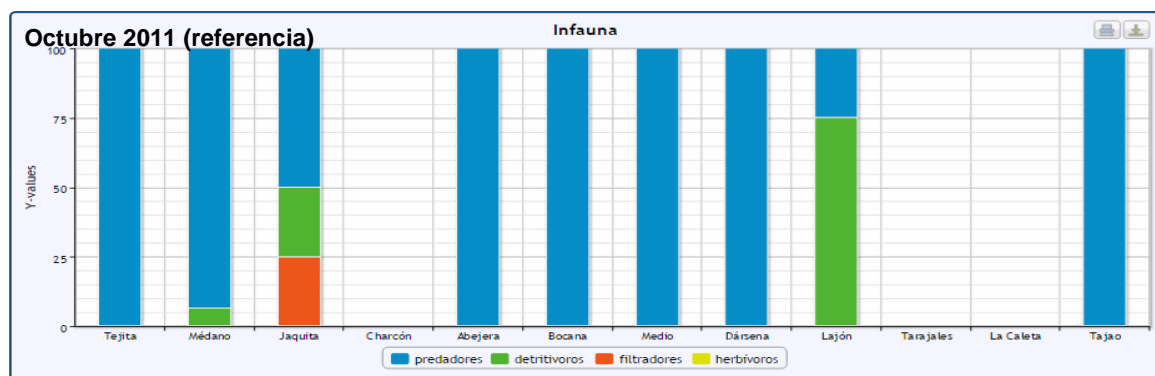


Figura 112. Perfiles tróficos de la infauna (poliquetos) en estaciones a lo largo de la costa

Tabla 31. Muestreo de poliquetos en sedimentos (tamiz 0,5 mm) en Granadilla: 2011 y 2016

| 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 | 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 |
| 1º 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 | 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 | 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 |

Tabla 32. Muestreo de poliquetos en sedimentos (tamiz 0,5 mm) en Granadilla: 2017 a 2020

| 1º sem. 2017 | TGr18 | TGr14 | TGr10 | TGr09 | TGr08 | TGr05 | Media |
|-----------------------|-------|-------|-------|------------------------------|-------|-------|-------|
| Predadores (%) | 0 | 67 | 25 | 60 | 100 | 73 | 62,50 |
| Detritívoros (%) | 67 | 22 | 75 | 40 | 0 | 27 | 33,33 |
| Filtradores (%) | 33 | 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4,17 |
| Herbívoros (%) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,00 |
| Total= 48 ejemplares | 3 | 9 | 4 | 5 | 1 | 26 | 8,00 |
| Índice Margalef | 0,63 | 0,82 | 0,79 | 0,68 | 0,00 | 0,49 | 0,57 |
| 2º sem. 2017 | TGr18 | TGr14 | TGr10 | TGr09 | TGr08 | TGr05 | Media |
| Predadores (%) | 0 | 20 | 7 | 50 | 62 | 94 | 23,97 |
| Detritívoros (%) | 98 | 60 | 93 | 50 | 38 | 6 | 73,55 |
| Filtradores (%) | 0 | 20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,65 |
| Herbívoros (%) | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,83 |
| Total= 120 ejemplares | 51 | 10 | 28 | 2 | 13 | 16 | 20,00 |
| Índice Margalef | 0,53 | 0,78 | 0,48 | 1,00 | 0,76 | 0,70 | 0,71 |
| 1º sem. 2018 | TGr18 | TGr14 | TGr10 | TGr09 | TGr08 | TGr05 | Media |
| Predadores (%) | 25 | 35 | 25 | No se pudo realizar muestreo | 78 | 88 | 58,21 |
| Detritívoros (%) | 75 | 65 | 75 | | 22 | 12 | 41,79 |
| Filtradores (%) | 0 | 0 | 0 | | 0 | 0 | 0,00 |
| Herbívoros (%) | 0 | 0 | 0 | | 0 | 0 | 0,00 |
| Total= 73 ejemplares | 8 | 17 | 8 | | 9 | 25 | 13,40 |
| Índice Margalef | 0,77 | 0,81 | 0,67 | | 0,82 | 0,43 | 0,70 |
| 2º sem. 2018 | TGr18 | TGr14 | TGr10 | TGr09 | TGr08 | TGr05 | Media |



| | | | | | | | |
|-----------------------|--------------|--------------|--------------|-------------------------------|--------------|--------------|--------------|
| Predadores (%) | 0 | 62 | 0 | No se puedo realizar muestreo | 46 | 63 | 55,38 |
| Detritívoros (%) | 86 | 36 | 0 | | 53 | 37 | 43,35 |
| Filtradores (%) | 14 | 2 | 0 | | 1 | 0 | 1,27 |
| Herbívoros (%) | 0 | 0 | 0 | | 0 | 0 | 0,00 |
| Total= 316 ejemplares | 7 | 107 | 0 | | 107 | 95 | 63,20 |
| Índice Margalef | 0,71 | 0,67 | 0,00 | | 0,61 | 0,62 | 0,52 |
| 1° sem. 2019 | TGr18 | TGr14 | TGr10 | TGr09 | TGr08 | TGr05 | Media |
| Predadores (%) | 33 | 53 | 44 | No se pudo realizar muestreo | 100 | 63 | 58,92 |
| Detritívoros (%) | 67 | 30 | 56 | | 0 | 29 | 36,16 |
| Filtradores (%) | 0 | 13 | 0 | | 0 | 6 | 3,94 |
| Herbívoros (%) | 0 | 3 | 0 | | 0 | 2 | 0,98 |
| Total= 63 ejemplares | 3 | 30 | 9 | | 1 | 20 | 12,60 |
| Índice Margalef | 1 | 0,87 | 0,95 | | - | 0,65 | 0,87 |
| 2° sem. 2019 | TGr18 | TGr14 | TGr10 | TGr09 | TGr08 | TGr05 | Media |
| Predadores (%) | 0 | 36 | 50 | 31 | 100 | 0 | 36,08 |
| Detritívoros (%) | 75 | 43 | 50 | 54 | 0 | 100 | 53,62 |
| Filtradores (%) | 0 | 4 | 0 | 15 | 0 | 0 | 3,16 |
| Herbívoros (%) | 25 | 18 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7,14 |
| Total= 52 ejemplares | 4 | 28 | 2 | 13 | 2 | 3 | 8,67 |
| Índice Margalef | 0,79 | 0,81 | 1,00 | 0,81 | 1,00 | 1,00 | 0,90 |
| 1° sem. 2020 | TGr18 | TGr14 | TGr10 | TGr09 | TGr08 | TGr05 | Media |
| Predadores (%) | 0 | 0 | 100 | 50 | 64 | 100 | 52,38 |
| Detritívoros (%) | 100 | 0 | 0 | 38 | 21 | 0 | 26,49 |
| Filtradores (%) | 0 | 0 | 0 | 13 | 14 | 0 | 4,46 |
| Herbívoros (%) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Total= 40 ejemplares | 4 | 0 | 1 | 6 | 16 | 13 | 6,67 |
| Índice Margalef | 1,00 | - | - | 1,00 | 0,90 | 0,43 | 0,55 |
| 2° sem. 2020 | TGr18 | TGr14 | TGr10 | TGr09 | TGr08 | TGr05 | Media |
| Predadores (%) | 0 | 22 | 36 | 95 | 75 | 22 | 41,76 |
| Detritívoros (%) | 100 | 78 | 55 | 0 | 25 | 65 | 53,76 |
| Filtradores (%) | 0 | 0 | 9 | 5 | 0 | 13 | 4,48 |
| Herbívoros (%) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Total= 52 ejemplares | 3 | 9 | 11 | 21 | 16 | 23 | 13,83 |
| Índice Margalef | 1 | 0,73 | 0,75 | 0,72 | 0,70 | 0,86 | 0,79 |



Figura 113. Evolución de los perfiles tróficos de la infauna (poliquetos) en el periodo 2011-2020: al norte del puerto (TGr05) y al sur del puerto (TGr10)

3.6.6 Perfiles y cartografía bionómica

3.6.6.1 Transectos bionómicos

Los seis transectos fijos dispuestos estratégicamente cubren ampliamente las comunidades objeto de seguimiento y los eventuales cambios que se produzcan, ofreciendo datos objetivos que permiten decidir la elaboración de posibles medidas de contingencia y nuevos métodos o estaciones de muestreo. Este año 2020 se continúa realizando la comparativa temporal del transecto Travieso, ideado durante la campaña de 2017, cuya localización, batimetría y longitud permite la evaluación del estado ZEC seabedales en los límites de la ZEC/puerto (Figura 114). En 2020, tanto en invierno como en verano, se realizaron los 6 transectos estipulados.

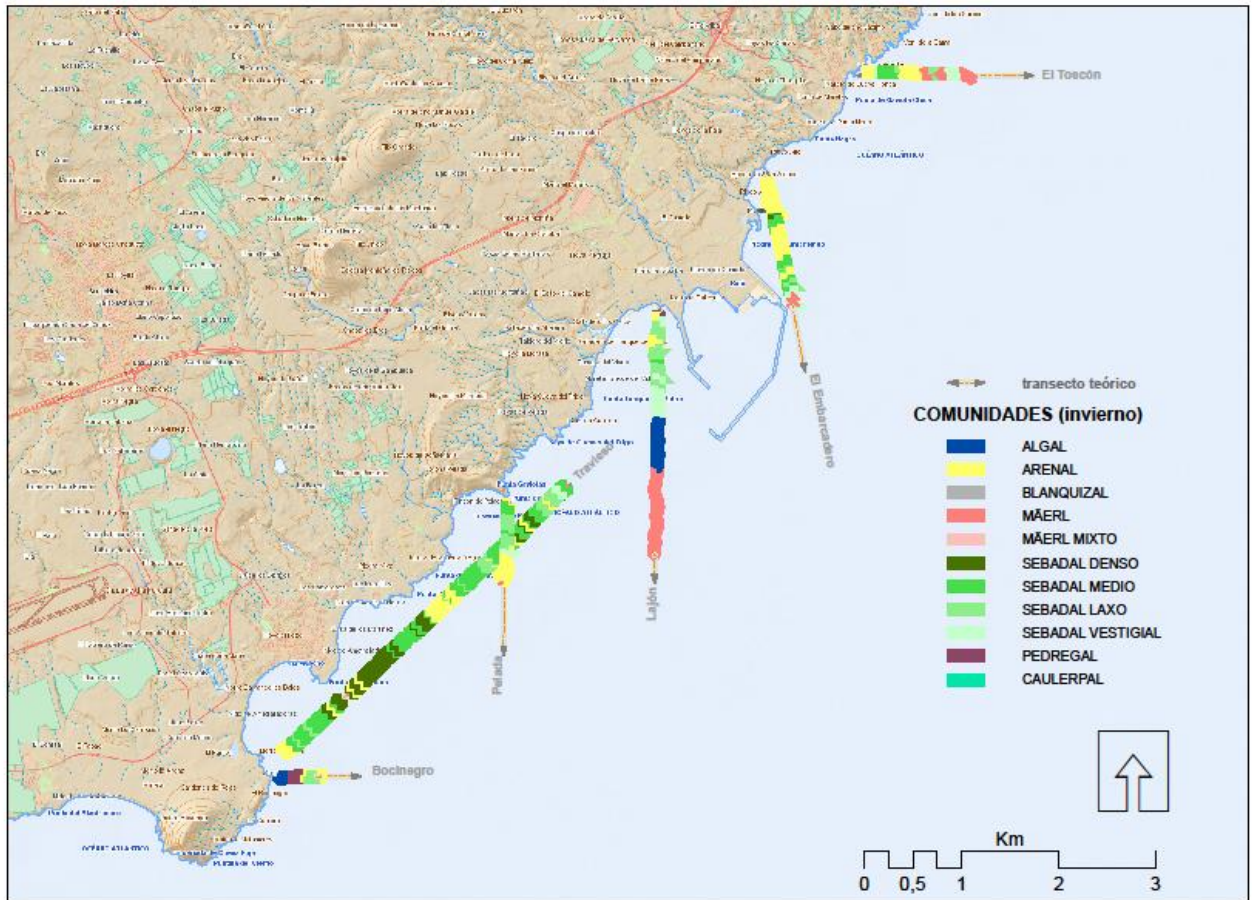


Figura 114. Transectos con su espectro bionómicos; invierno de 2020 (mayo)

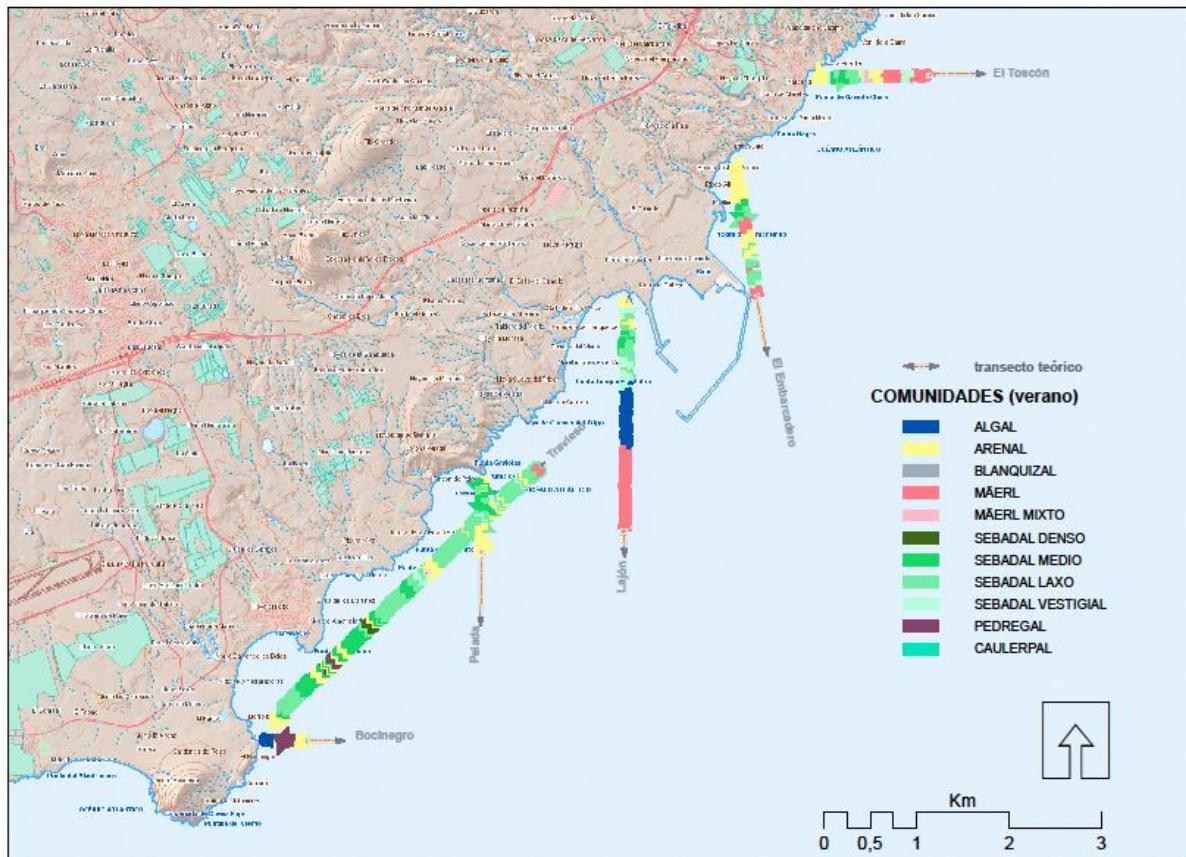


Figura 115. Transectos con su espectro bionómicos en verano de 2020 (noviembre)

El año 2019 el OAG adquirió una minicámara para realizar los transectos de una manera más ágil y rápida. Se trata de la cámara de la marca C-Tecnicos modelo CT 3015. La cámara va montada en un patín que es arrastrado desde la embarcación del OAG, el Avatar. Ésta va conectada a un ordenador y GPS que servirá de guía de la filmación desde el barco. El patín, también lleva dos cámaras auxiliares *GoPro*: una con filtro rojo y otra sin filtro, que graban video y sacan fotos cada cinco segundos.

En invierno de 2019, tras quedarse el cable de la cámara enredado a una cota de -50 metros y costando su recuperación, por medio de buzos profesionales, un elevado importe, se decidió, para no asumir más riesgos, llegar los transectos hasta la cota -30. La evolución de la bionomía a esas cotas es bastante homogénea y constante en todos los transectos. En caso de que exista la necesidad de realizar observaciones a cotas de más de -30 m se realizarán descensos controlados puntuales con la cámara. Hay que destacar la mejora de la operatividad con la nueva cámara, ya que actualmente el arrastre se realiza con el mismo cable de filmación, sin necesidad de utilizar un cabo guía para arrastrar la misma, al tiempo que se han evitado la gran cantidad de problemas de la anterior, al ser la nueva una cámara específicamente diseñada para estos trabajos, no una adaptación de una cámara de filmación submarina por operario.



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 la cota de -30 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 comunidades existentes.

Los transectos están programados para ser realizados en marzo-abril (fenología invernal) y en septiembre-octubre (fenología estival). En 2020 se realizaron los transectos de invierno en a lo largo del mes de mayo, y el de verano en noviembre.

Tabla 33. Tipos de hábitats bentónicos y su código

| Sigla | Descripción |
|-----------|---|
| AL | Algar: Esta unidad y el blanquizal pueden coexistir sobre sustrato rocoso, y se prioriza por dominio visual en la imagen. |
| BL | Blanquizal: La inclusión del pedregal como otra unidad bionómica no es posible al no poderse observar el contenido infralapidícola. |
| AR | Arenal: Sustrato granular con predominio de contenido mineral. |
| SV | Sebadal vestigial: Brotes dispersos sin estar conectados aparentemente. |
| SL | Sebadal laxo: 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. |
| SM | Sebadal medio: En ocasiones puede estar en maërl, y se prioriza la especie dominante en la imagen. |
| SD | Sebadal denso: Su presencia suele ser restringida y difícil de diferenciar del sebadal medio según la altura de la pradera y el ángulo de visión. |
| MA | Maërl: 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. |
| MM | Maërl mixto: 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: - SV/SL (Sebadal vestigial o laxo de escasa presencia) - HD (<i>Halophila decipiens</i>) - CP (el alga verde <i>Caulerpa prolifera</i>) - BV (el sabélido <i>Bispira viola</i>) - OC (presuntos montículos del equiúrido <i>Ochetostoma</i>) - SG (el erizo <i>Sphaerechinus granularis</i>) - AJ (la anguila jardinera <i>Heteroconger longissimus</i>) |
| C | Caulerpal: Zonas dominadas por el alga verde <i>Caulerpa</i> . Principalmente suele aperecer formando caulerpales la especie <i>C. prolifera</i> aunque se pueden observar también otras especies del género. Se debe tener en cuenta que el sustrato presente normalmente es arena, aunque en algunas ocasiones aparece sobre fondo de maërl fino. |

Los *hábitats* o comunidades bentónicas tipificadas a efectos de la vigilancia ambiental, son los que se muestran en la Figura 116. 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.

Los fondos en la zona objeto de estudio son, por lo general, blandos o granulares, no rocosos ni con pedregales significativos, salvo en las áreas más pegadas a la orilla. La naturaleza del sustrato comienza por ser volcánica pura (granulometría media) para ir adquiriendo con la profundidad (> -15 m) naturaleza calcárea debido a los bioclastos. A partir de los -20 m suele aumentar la granulometría notablemente con la presencia de elementos biológicos vivos de color rosa (anises) o blancos (confites y rodilitos, de varios centímetros de diámetro) (Figura 116).

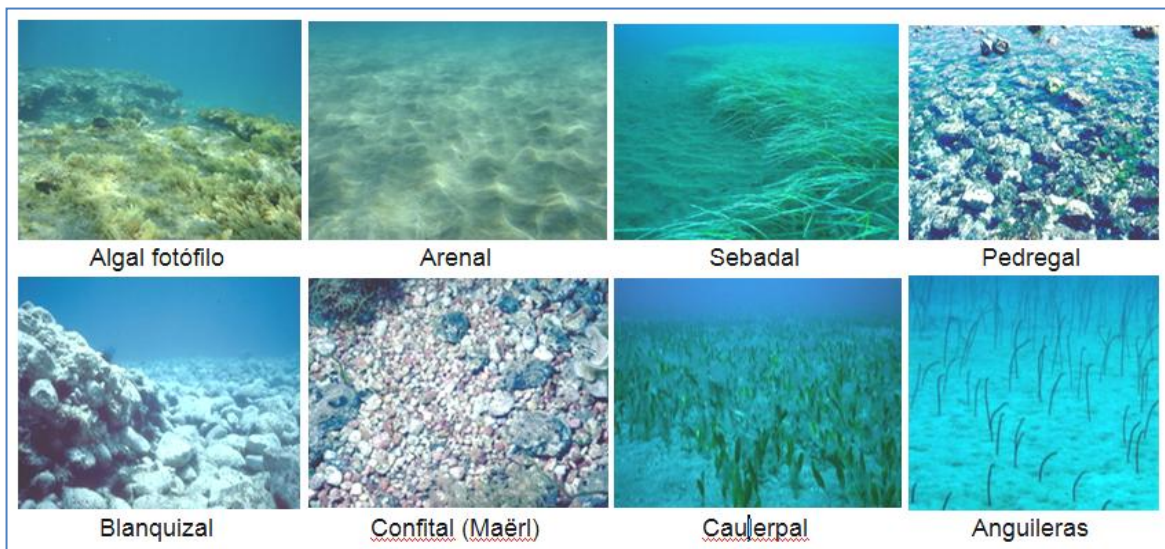


Figura 116. Aspecto de los distintos hábitats tipificados

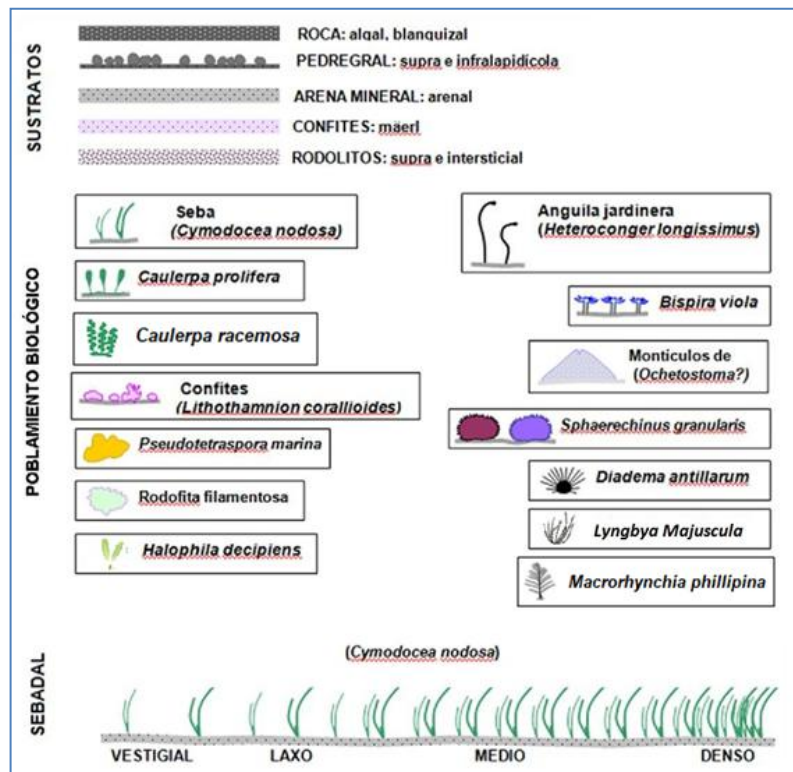


Figura 117. Simbología empleada en los diagramas bionómicos

Además de en perfiles bionómicos, los resultados de cada transecto se resumen en diagramas sinópticos –uno invernal y otro estival- con simbología que representa las especies presentes (Figura 118), la longitud planificada del transecto (la real puede variar ligeramente), y los comentarios más relevantes al pie. Se ha añadido un símbolo para el coral potencialmente invasor *Macrorhynchia phillipina*. Dicha ausencia no indica que no existan ejemplares, únicamente que debido a la velocidad y altura de la cámara no se han detectado individuos.

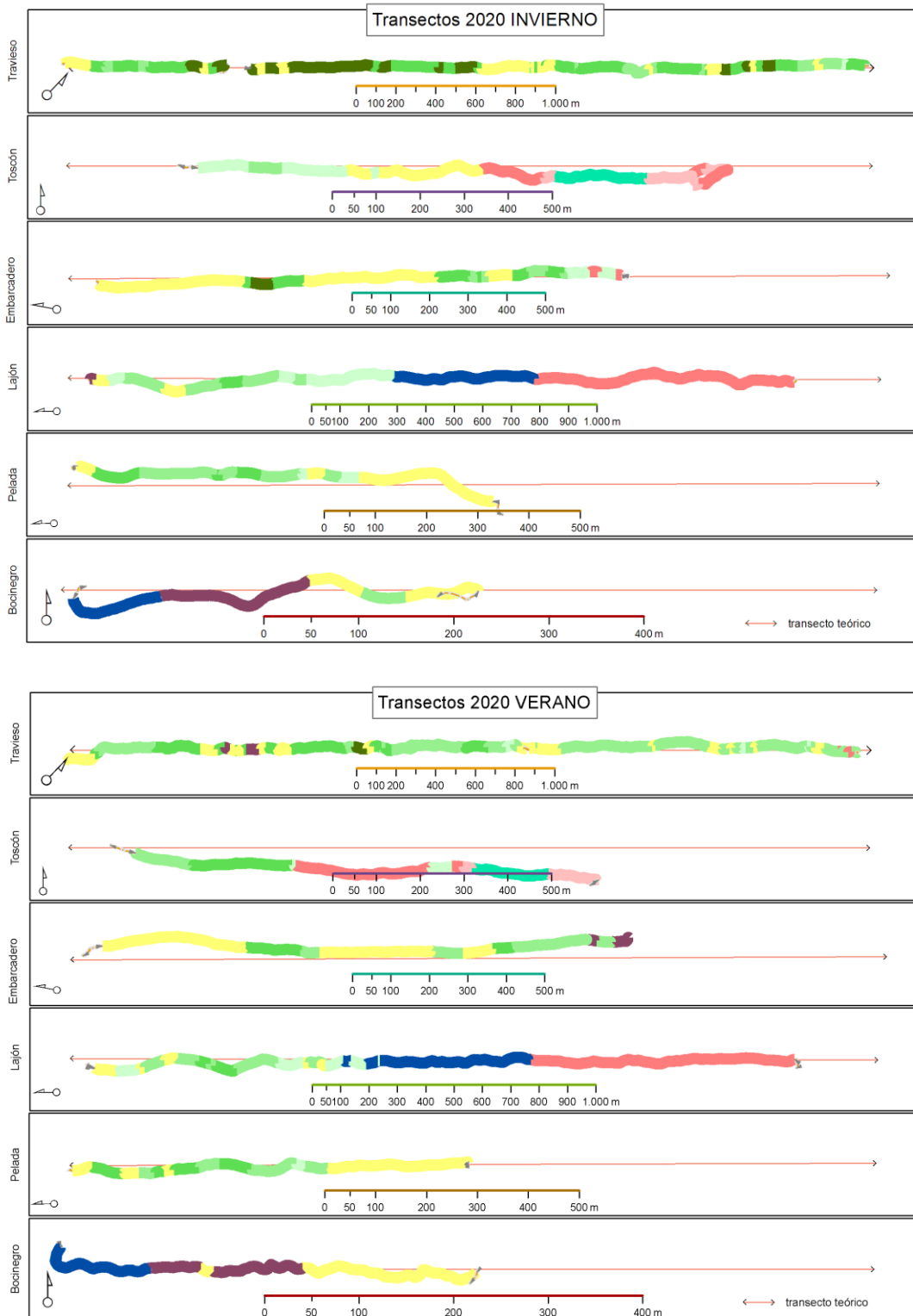


Figura 118. Espectros detallados con distancias de los transectos obtenidos en 2020. Arriba- transectos considerado de invierno 2020 (mayo). Abajo- transecto considerado de verano (noviembre)



Transecto Bocinegro (400 m, 90°)

En el 2020, el primer segmento del transecto, hasta la cota de -15 m de profundidad, se caracteriza por una baja de piedra tapizada con algas, clasificada como algal. En los transectos del año 2017 y anteriores este algal era un blanquizal. Éste ha sido desplazado. Se observan algunos ejemplares de *Diadema* dispersos, muy pegados a costa, pero sin llegar a formar blanquizales. Esta vez, a diferencia del 2018, no se observaron ejemplares de *Macrorhynchia*. Que no puedan observarse en los vídeos, no indican que no existan, ya que en inmersiones próximas, se han identificado ejemplares por la zona. Hasta el año 2019 de forma continua al algal, se observa un sebadal laxo con fondo de *maërl*. En 2020 se observa un fondo con más piedras, por lo que se considera como pedregal. En algunos tramos se observa montículos, parecido a pequeños domos, con césped de algas verdes (*Derbesia sp.*). A partir de los -23 m comienza a aumentar el material calcáreo en el sedimento (fondo de *maërl* mixto) y aparecen las anguilas jardineras, llegando hasta los -30 metros.

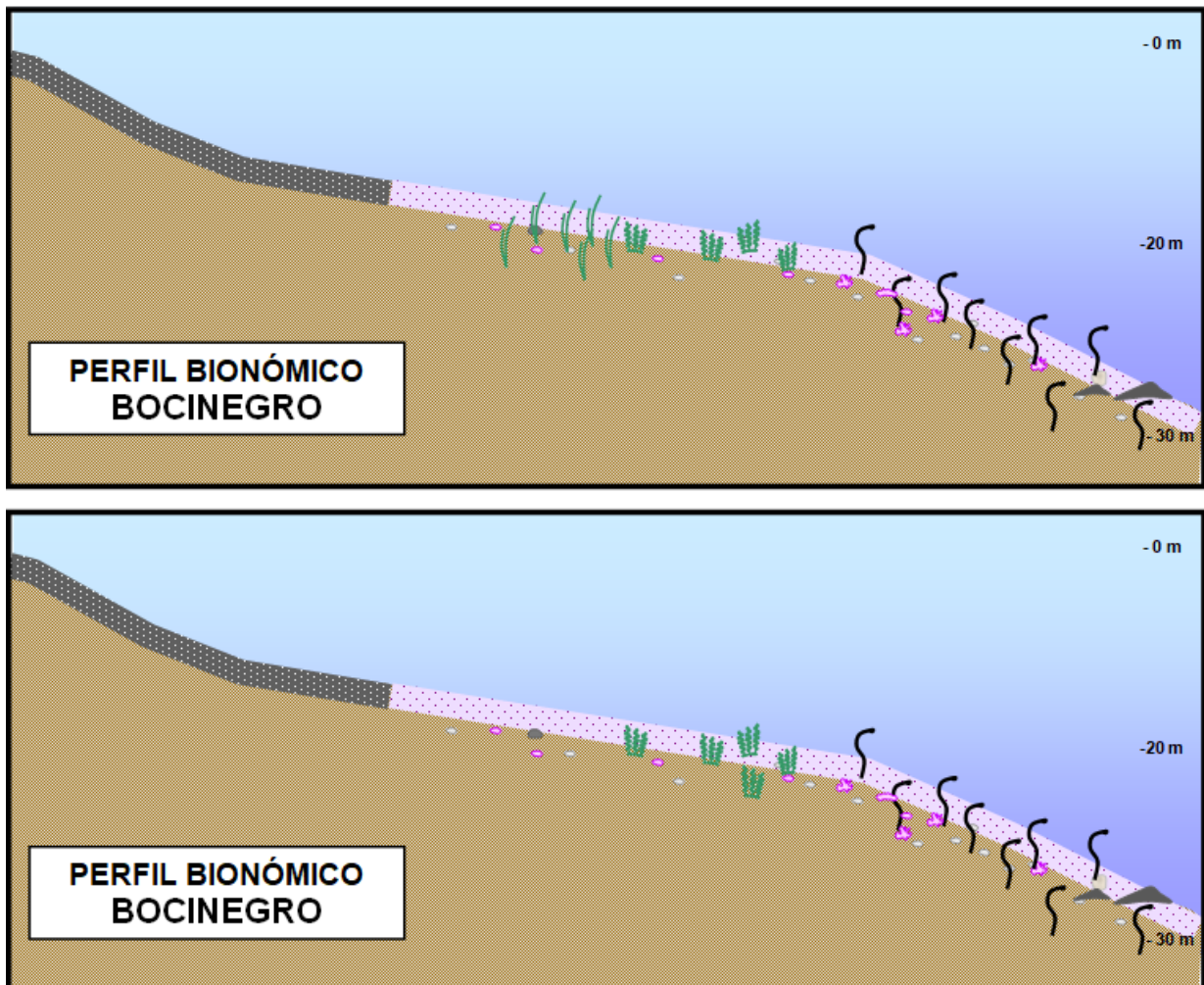


Figura 119 . Transecto Bocinegro 2020. Perfil bionómico invernal (arriba) y estival (abajo)

Transecto Pelada (863 m, rumbo 180°)

El transecto, en ambas estaciones, hasta unos -20 m, continúa presentando seabadales de densidades media en arenales de distinta magnitud. Las calvas, escalones (o montículos), y los canales de bordes erosionados son bastante frecuentes. Sobre los -17 m disminuye la densidad del seabadal y comienza a aumentar progresivamente el contenido granular calcáreo de los arenales. También se comienzan a ver las anguilas jardineras.

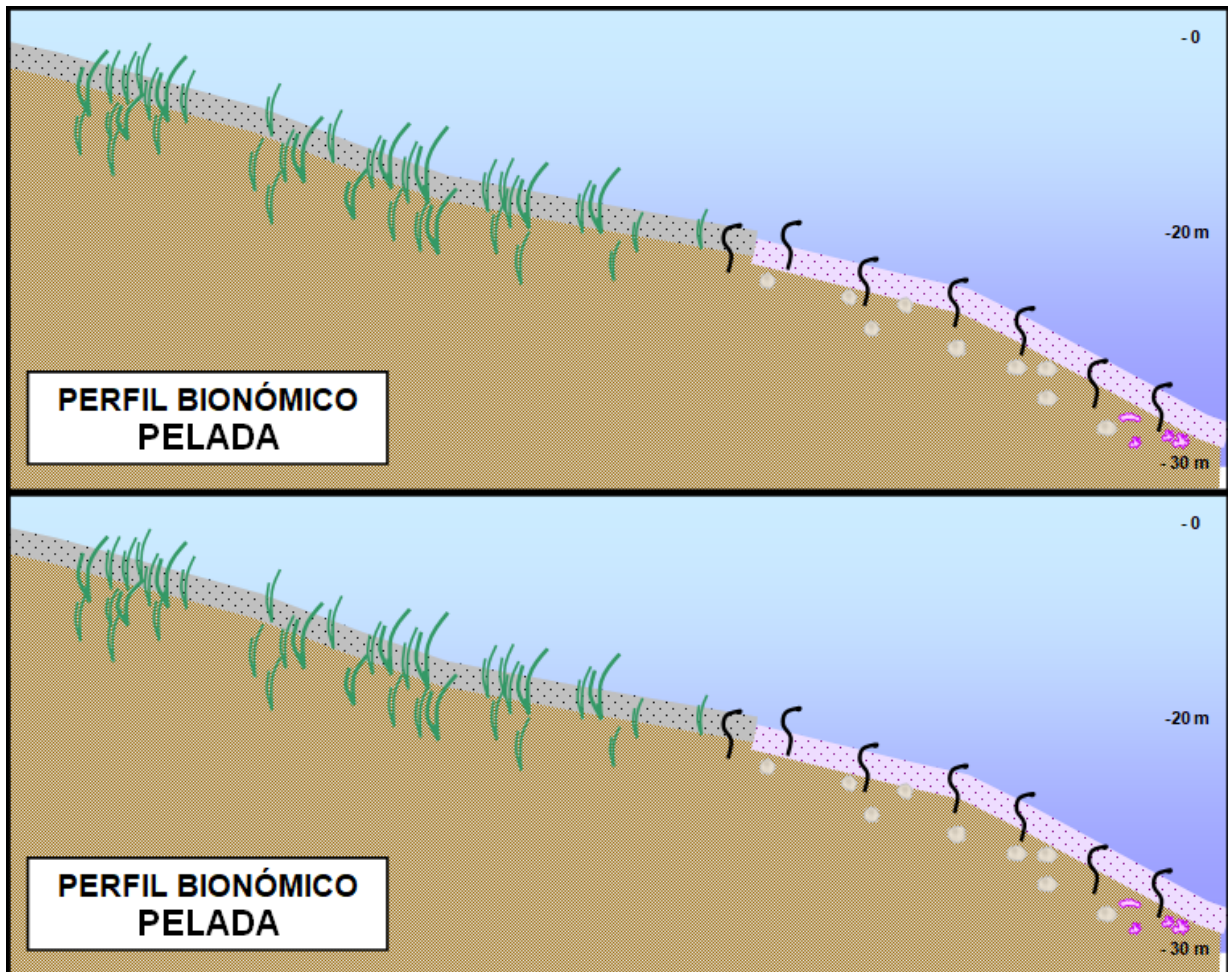


Figura 120. Transecto Pelada en 2020. Perfil bionómico invernal (arriba) y estival (abajo)

Transecto Lajón (2.870 m, rumbo 180°)

El estado del perfil y de las comunidades asociadas en el primer tramo del transecto, presentan una alta similitud con el descrito para años anteriores, destacando la ausencia de *Lyngbya sp.* en este año, que no ha sido detectada en toda la costa (salvo algunos ejemplares aislados). Los seabadales se extienden desde fondos someros de arenas (-5 m), hasta fondos más profundos de rodolitos (-20 m), en densidades variadas. Se siguen encontrando ejemplares de *Caulerpa* a



partir de los -20 m donde domina hasta los -23 m. Destaca la presencia, en esta misma zona, donde está presente *Caulerpa*, de algas bentónicas de diversos géneros.

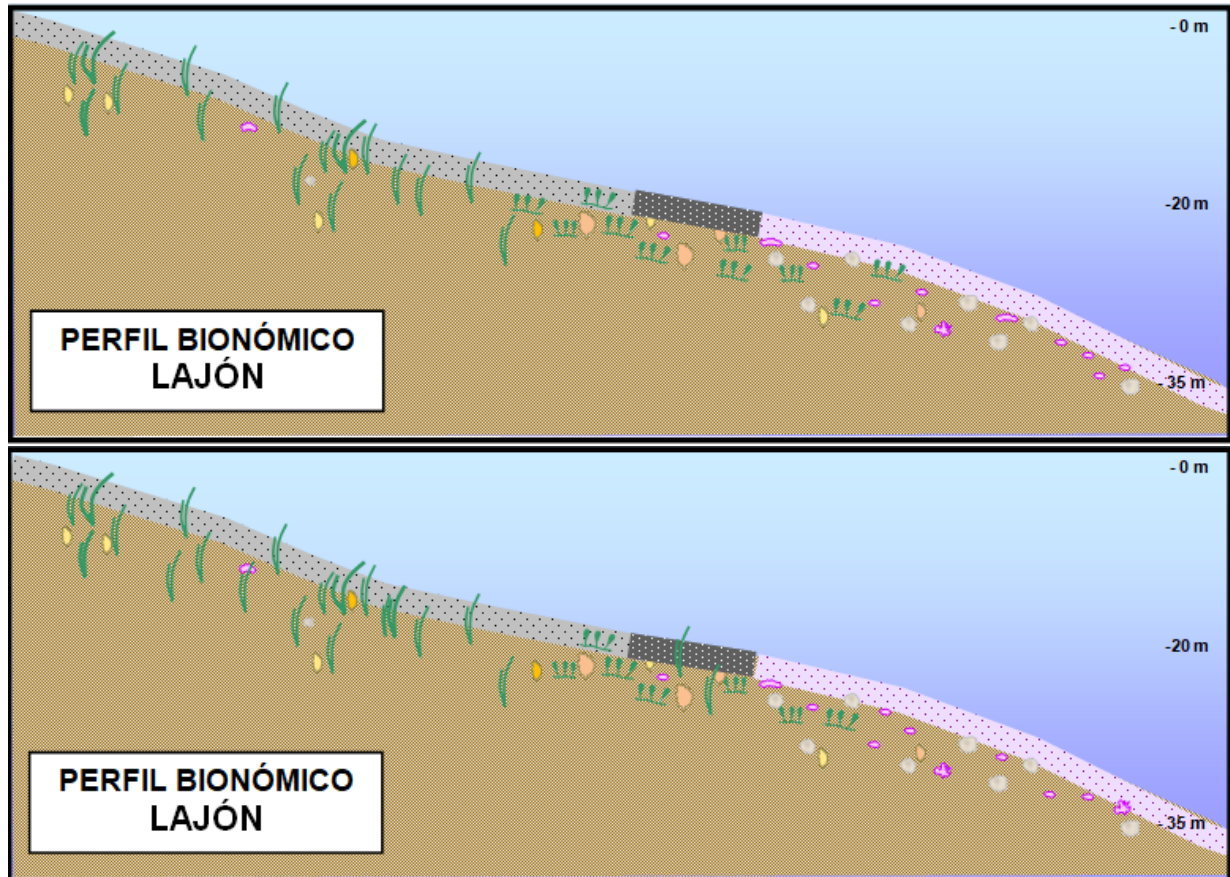


Figura 121. Transecto Lajón en 2020. Perfil bionómico invernal (arriba) y estival (abajo)

Transecto Embarcadero (1.400 m, rumbo 168°)

Al igual que en años anteriores, en la estación invernal los fondos someros son arenas de amplias ondulaciones y desprovistos de seba. A -10 m de profundidad comienzan a aparecer sebadales de densidades variables (vestigiales, densos y medios), intercalados con manchones de arena. A partir de los -15 m se pueden encontrar *islas* de *Cymodocea nodosa* de densidad media. A partir de aquí se observa un fondo de arena de gran extensión desprovista de seba y a continuación, a una cota de -15 metros, comienza un sebadal laxo, terminando con un fondo de *maërl* fino con algunos pies de seba sueltos que llega hasta los 30 metros de profundidad.

En el periodo estival el fondo es similar.

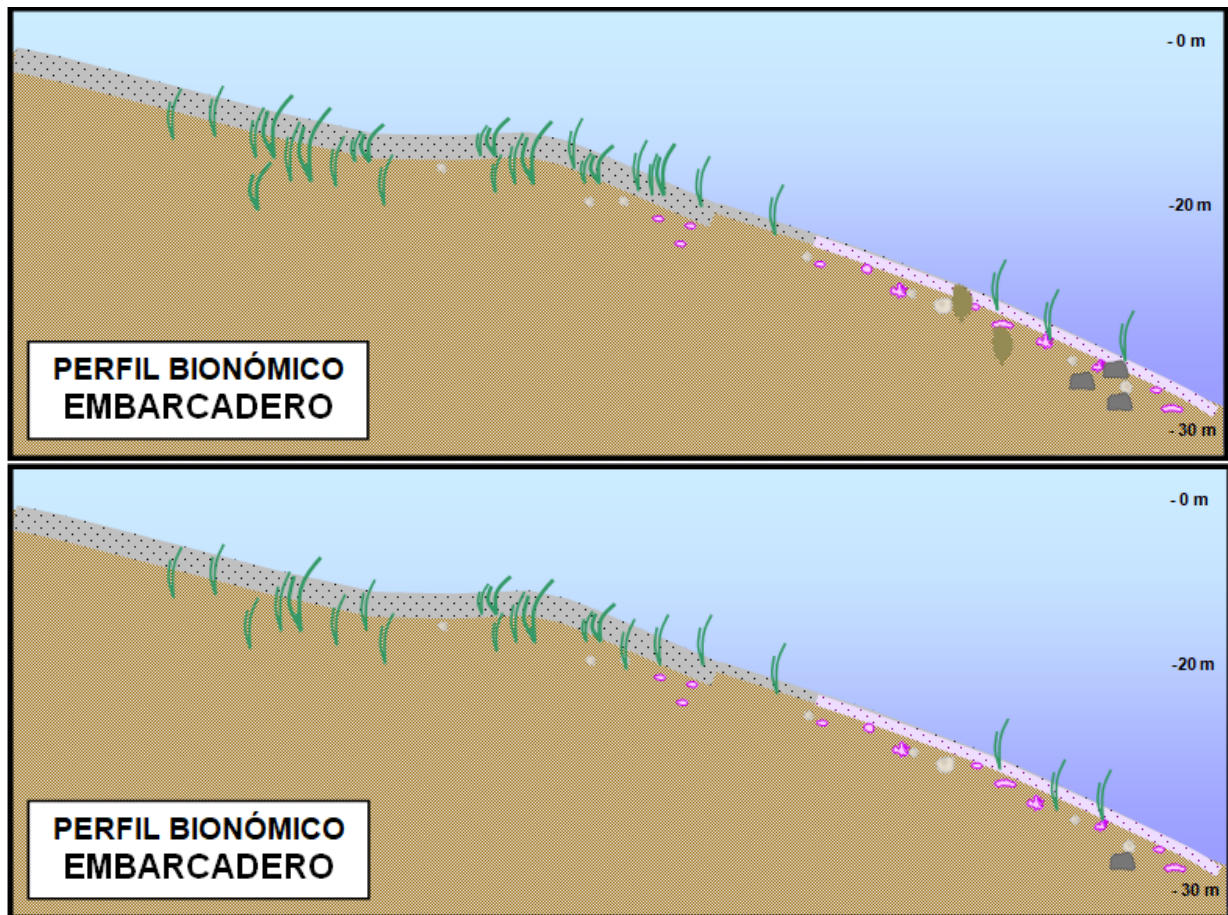


Figura 122. Transecto Embarcadero en 2020. Perfil bionómico invernal (arriba), y estival (abajo)

Transecto Toscón (1.361 m, rumbo 90°)

Como viene ocurriendo hasta ahora, en invierno se observan fondos someros de arenal con *ripples* y seadales de densidad laxa o media, que se extienden formando parches sobre el sustrato. A unos - 15 m comienzan los fondos arena con alta composición calcárea. Sobre este sustrato se intercalan seadales vestigiales o de densidad laxa, con ejemplares sueltos de *Caulerpa prolifera* y acumulaciones de ejemplares de *Sphaerechinus granularis*. A partir de la cota de los -20 m se detecta presencia de *C. prolifera* manteniéndose hasta los -30 m, donde comienzan a predominar los *rodolitos*. A mayor profundidad se observan *maërl* mixto con presencia de ejemplares de *Caulerpa* aislados. (Figura 123).

En verano, el transecto es de similar composición.

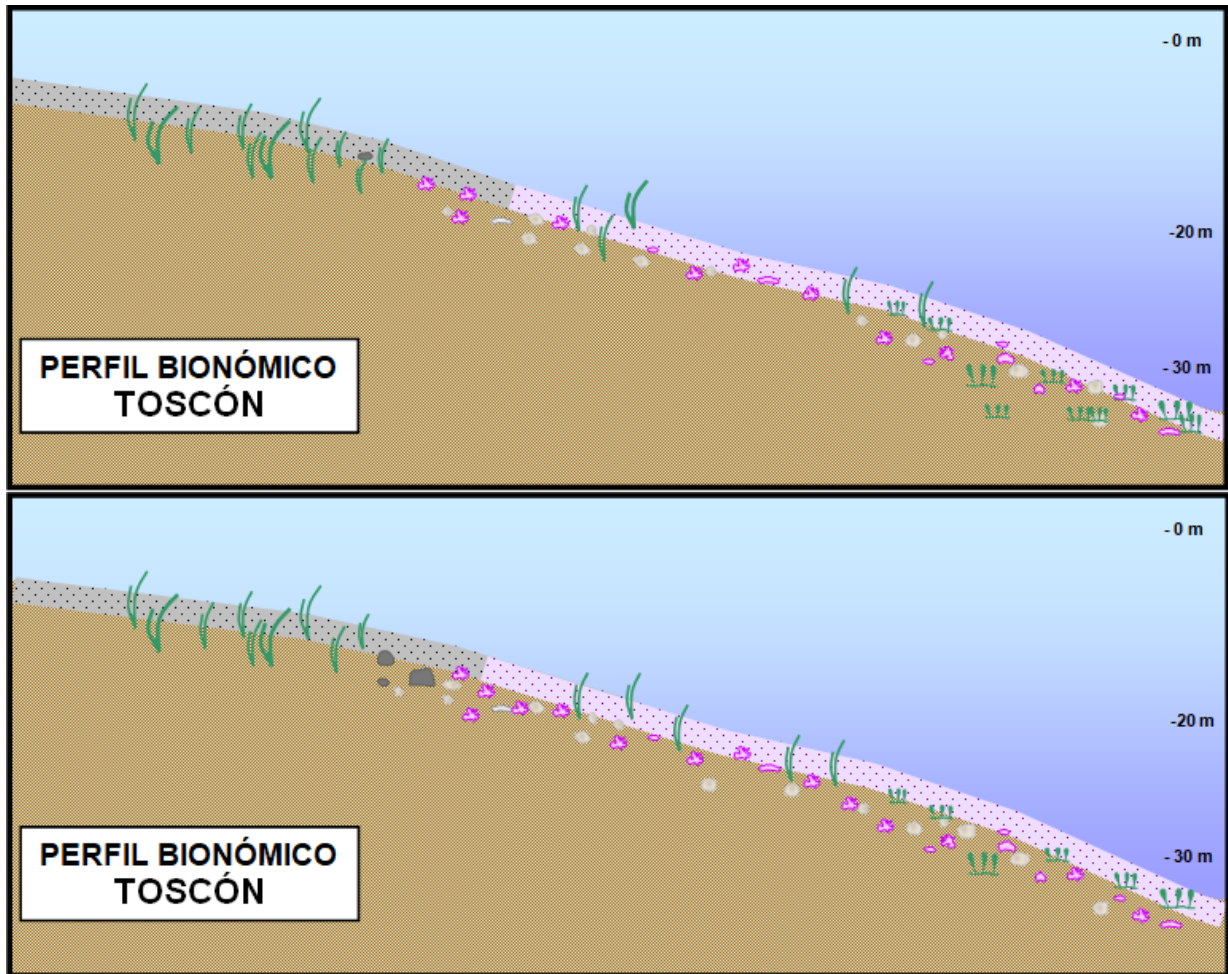


Figura 123. Transecto Toscón 2020. Perfil bionómico invernal y estival (abajo)

Transecto Travieso (4.108 m, rumbo 30°)

El transecto Travieso, el más largo de todos, se incluyó en el plan de vigilancia en fase operativa para realizar un seguimiento de la ZEC seadales del sur de Tenerife en su extremo más próximo al puerto. Al transcurrir siempre en la misma cota aproximada (-15/-20 m), carece de sentido su representación en forma de perfil, por lo que sus resultados se presentan solo como espectro bionómico.

Espectros bionómicos:

Los espectros bionómicos apilados son un modo de mostrar la evolución temporal de las comunidades que forman el fondo marino. Su comparación *grosso modo* es importante ya que, aunque se procura corregir las desviaciones del transecto en 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 (Figura 124 a Figura 127).

Hay que tener en cuenta, como ya se ha mencionado, que las distancias a partir de verano de 2019 se acortan debido a que únicamente se llega a la cota -30 m.

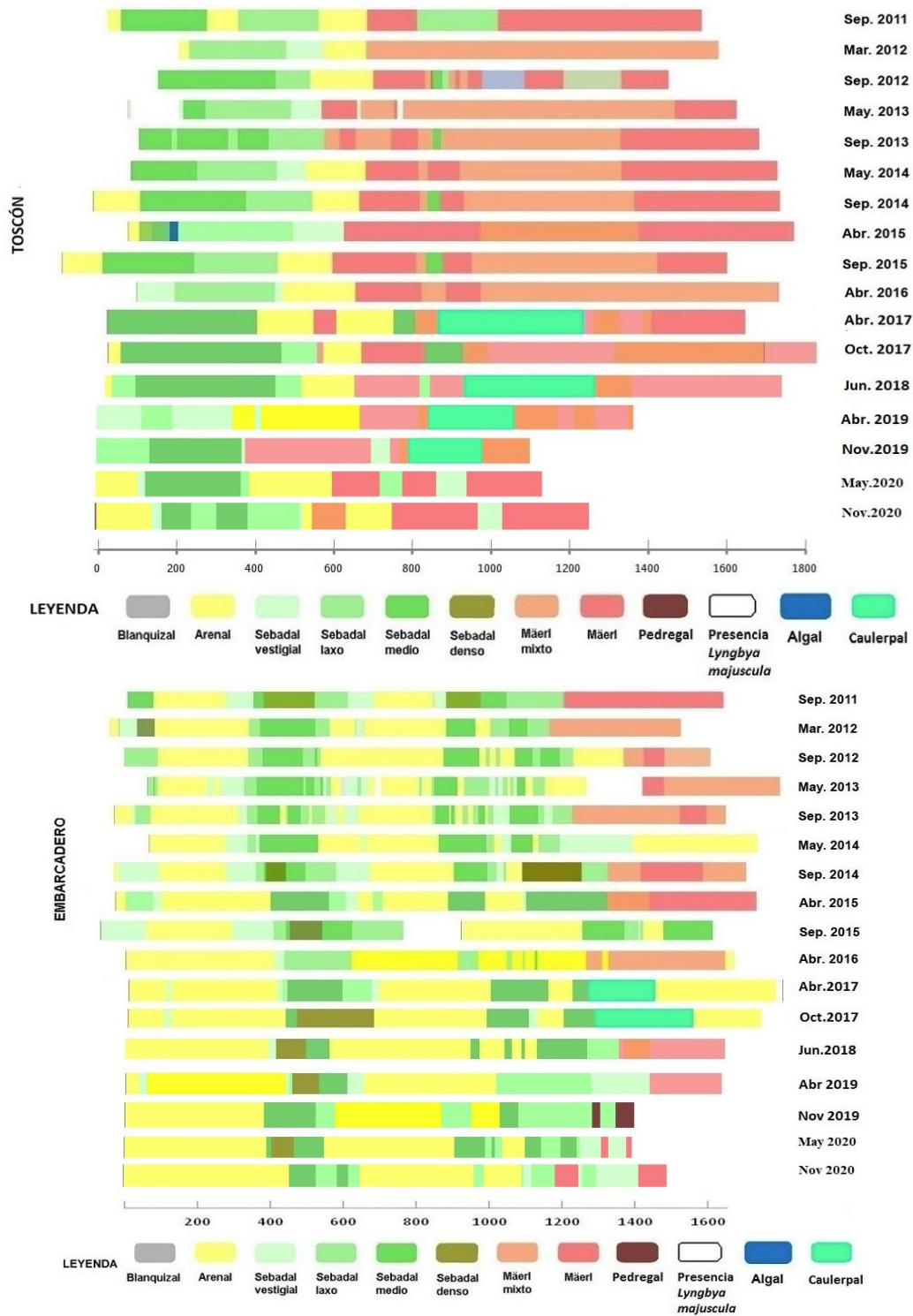


Figura 124. Espectros bionómicos de los transectos realizados al norte del puerto de Granadilla (2011-2020)



Al norte del puerto, en el transecto Toscón, desaparecieron los arenales durante 2013 y reaparecieron posteriormente, hasta el transecto de noviembre de 2019 que se catalogan como *maërl* por contener una mayor proporción de este hábitat. El tramo de sebadal que se forma a 800 m de la costa detectado en 2017 (en ambas campañas) y en verano de 2018, se ha visto reducido a un pequeño sebadal vestigial de menor extensión. A su vez, tanto en el 2019 como en el 2020, el *caulerpal* que discurre en torno a la cota de -25 m, se observa con menor densidad y en menor extensión que en años anteriores.

En el transecto Embarcadero, destaca la sustitución del *caulerpal* y de los arenales localizados en 2017 y que, ni en 2018, 2019, ni 2020, son tan evidentes. Dichos *caulerpales* son sustituidos por sebadales laxos y fondos de *maërl*. Los sebadales que se encontraban entre los 400-600 m de costa parecen haber sufrido una reducción de su amplitud, acompañada de un aumento en la densidad de haces.

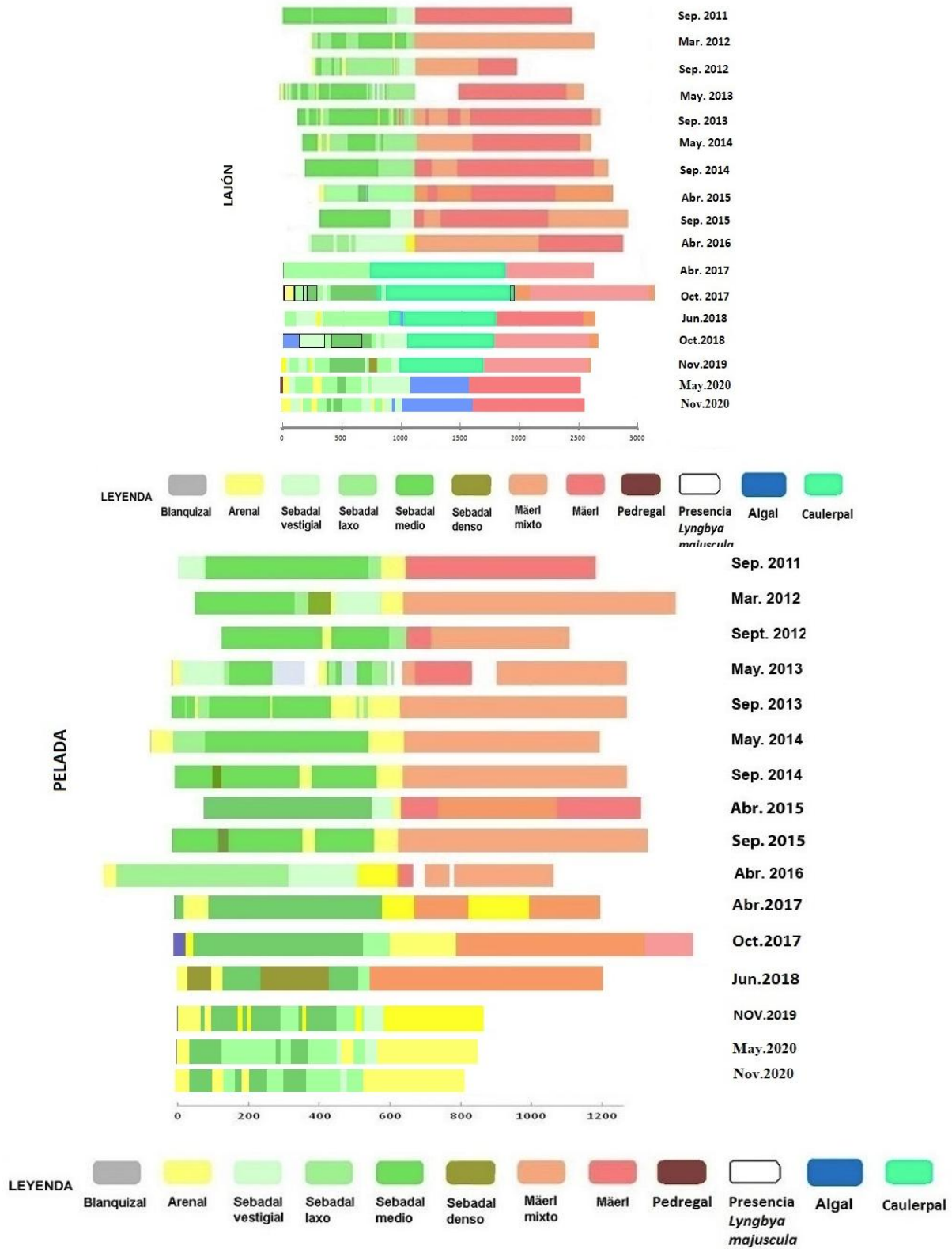


Figura 125. Espectros bionómicos del transecto Lajón y Pelada al sur de Granadilla (2011-2020)



En los transectos de Lajón y Pelada se apreció, en 2016, una disminución en la densidad de haces en el sebadal y la presencia de claros y canales con bordes erosionados. La recuperación de estas zonas observada en 2017, se continuó en 2018, con la presencia, por ejemplo, de praderas densas en Pelada. Disminuyó en 2019 y ha vuelto a recuperarse en 2020. No obstante, en el transecto de El Lajón, en octubre de 2018, pudo observarse, al comienzo de éste, un fondo algal de aproximadamente 100 m de extensión. Estas algas no han sido detectadas en 2019, pero sin embargo si se detectaron en este 2020 una extensión de algal en medio del transecto. En este fondo tampoco se ha encontrado *Lyngbya sp.*, observada en el año 2018. El caulerpal conocido en torno a los 900 m, detectado en 2018 y 2019, no ha sido observado como tal en el 2020. Se observa un retroceso en el mismo.

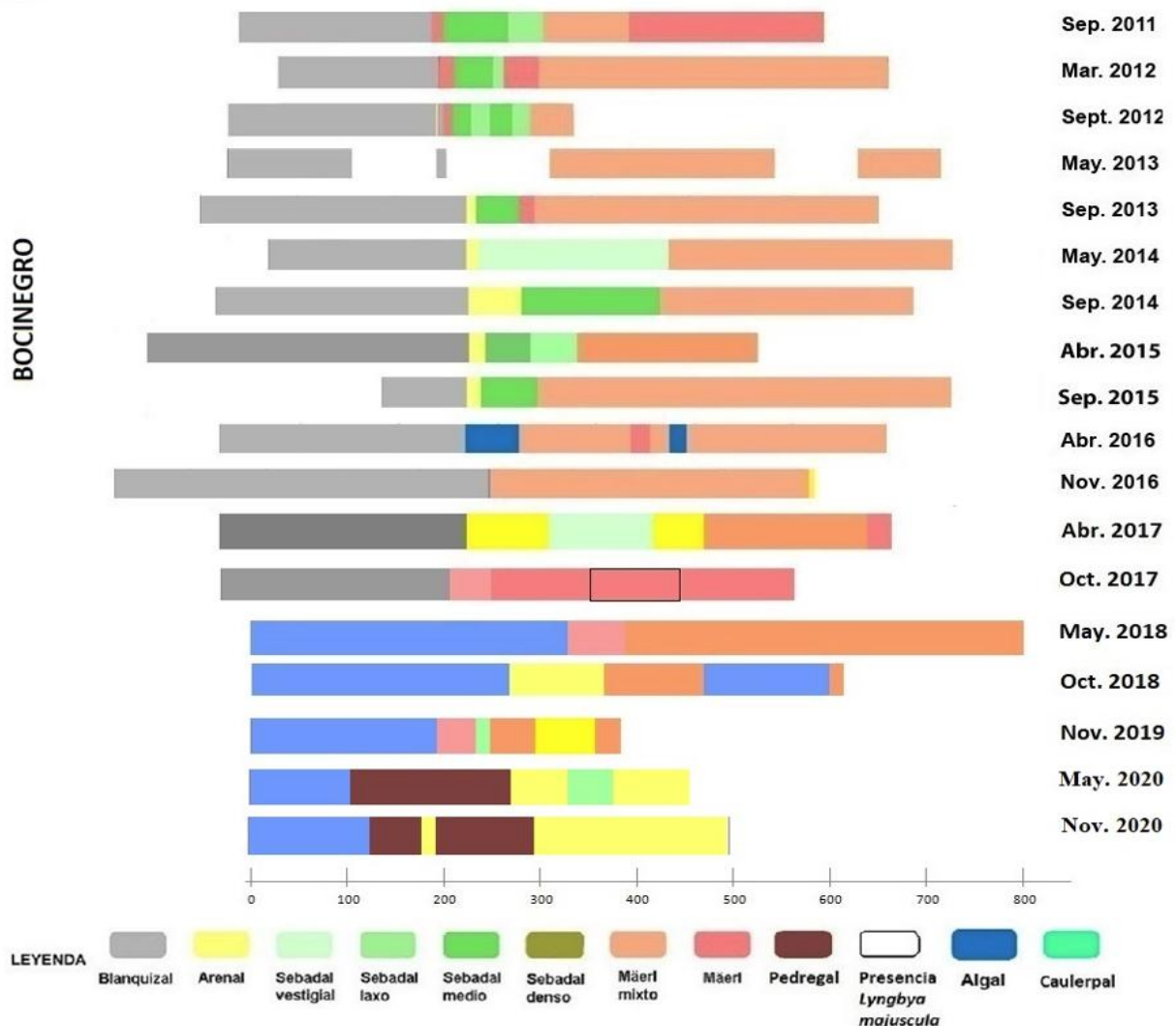


Figura 126. Espectros bionómicos del transecto Bocinegro, el más alejado al sur del puerto de Granadilla (2011-2020)

La dinámica de las comunidades en Bocinegro es notoria, se aprecia sobre todo en el primer tramo con fondos rocosos, donde persisten zonas con algas rojas o verdes, que anteriormente constituían blanquizales debido al dominio de los erizos. A partir del 2018 la desaparición de *D. africanum* ha dado lugar a la recuperación de los fondos de algas. Aun así, el sebadal que aparecía una vez rebasado el antiguo blanquizal, siguen sin encontrarse en este año 2020. Únicamente se detecta unas pequeñas manchas de sebadal laxo en el final del mismo.

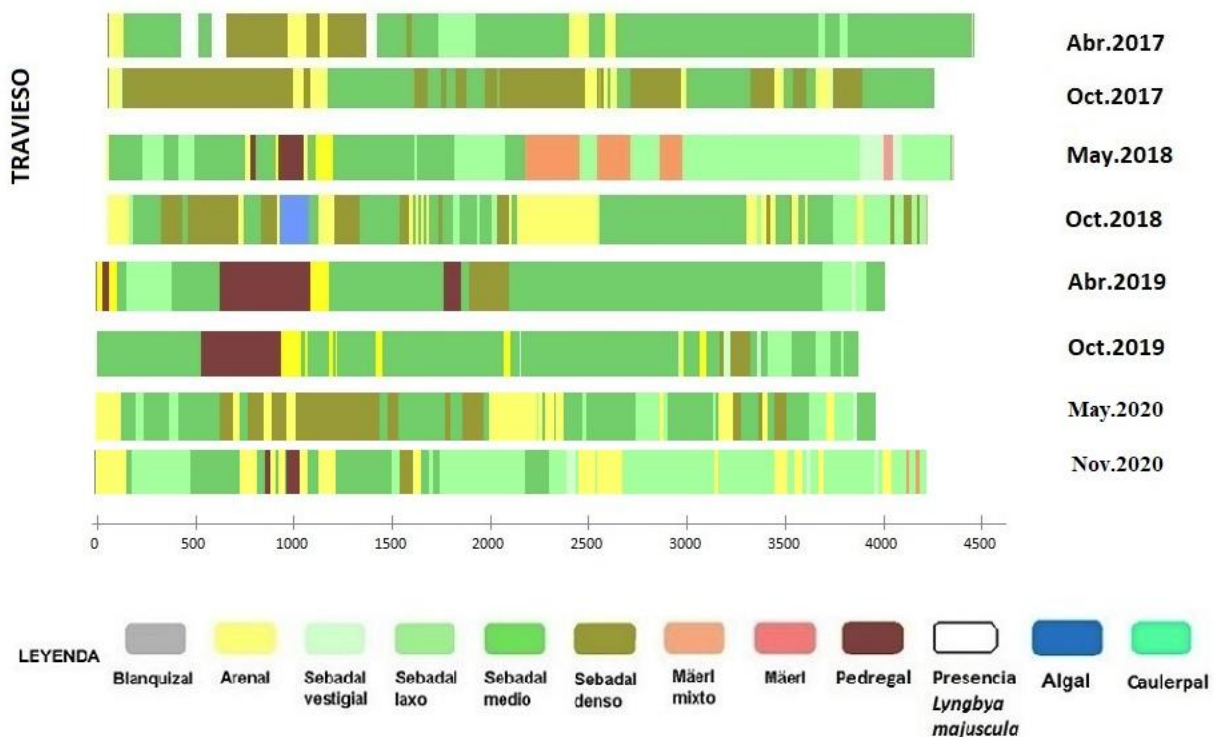


Figura 127. Espectros bionómicos del transecto Travieso (2017-2020)

El transecto Travieso, realizado por primera vez en 2017, está constituido casi en la totalidad de sus 4.500 m de longitud, por sebadales de distinta densidad. En comparación con la referencia del 2017, el estado general de todos los sebadales parece haber disminuido ligeramente en densidad, aunque los arenales entre los mismos, también parecen haber menguado. Entre los 600-1.000 m del transecto se observa un pedregal, que se corresponde a la baja existente en el exterior del muelle de la playa del Médano. El transecto discurre justo en el final de dicha baja, por lo que en las imágenes de video se aprecia a un lado la baja de piedra (babor) y al otro lado (estribor), el fondo de arena con los sebadales de distinta densidad que se ha comentado.



3.6.7 Mapa bionómico

A lo largo de los últimos años el OAG ha procurado mejorar los métodos para conocer la dinámica y la distribución de las biocenosis que van a estar concernidas por la construcción de la obra. En la confección de la cartografía bionómica se ha usado un flujo de trabajo basado en el empleo de algoritmos específicos desarrollados por encargo por el GPIT de la Universidad de Las Palmas para las imágenes del satélite WorldView2. Los satélites WorldView2 y posteriores de la familia WorldView disponen de sensores especiales (azul mar o *coastal blue* y amarillo) y captan longitudes de onda de mayor penetración. Cuando todo va bien, los análisis permiten discriminar entre sebadal laxo, medio y denso, lo mismo que entre el *maërl* puro y *maërl* mixto.

Desafortunadamente, las condiciones de la superficie del agua han de ser excepcionalmente buenas (p.ej., superficie sin destellos, oleaje mínimo, espuma de ola escasa, marea baja, etc.) para obtener resultados aceptables. El último escollo a superar es el de la coincidencia de las condiciones con el paso del satélite, que no es diario, lo que arruina muchas veces la ocasión que la meteorología genera. Estas condiciones no se dan, de manera coincidente, con frecuencia, así que son contadas las oportunidades de encargar la toma de una imagen adecuada. A esto hay que añadir que la detección de una buena oportunidad ha de hacerse a priori, pero no hay garantías y es frecuente que la predicción termine siendo equivocada y las tomas no sean útiles.

No obstante, la utilidad del método no ofrece dudas, puesto que se consigue obtener datos de una extensa área en el mismo instante, con lo que se elimina cualquier incertidumbre por variaciones temporales que pueden darse en un trabajo de campo para el mismo cometido. Otro beneficio es la densidad de los datos, que llega a ser de un dato cada 2 m en toda el área, en vez de necesitarse interpolar entre transectos hechos con embarcaciones o en inmersión.

Las imágenes satelitales sufren la interferencia de la atmósfera, entre otras, que afecta a la reflectividad que llega al sensor desde las distintas superficies de los objetos abarcados. Es por ello que se somete a esas imágenes a un proceso de filtrado para eliminar esas interferencias y recuperar el valor real de la radiación emitida por los objetos emiten. En el caso de Granadilla y del estudio de GPIT se eligió un algoritmo llamado 6S y se hizo un desarrollo que proporciona una imagen corregida radiométricamente. Esa programación se realizó para las imágenes del satélite WorldView2 pero las que estamos adquiriendo en este momento son del WorldView3. Parece ser que no siempre se ajusta el procedimiento a los valores de reflectividad recogidos para cada longitud de onda y los cálculos no son fiables.

El OAG ha vuelto a solicitar al GPIT, como creadores del primer flujo de trabajo, que lo reelaboren para que sea capaz de lidiar con ambas plataformas. Los desarrollos están próximos a terminar en 2021 y en ellos se aplican nuevas técnicas de inteligencia artificial y entrenamiento de máquinas virtuales poniendo al día la tecnología empleada por la Fundación. Se revisa la implementación del algoritmo 6S y se añaden herramientas de análisis nuevas para dar más solidez a los resultados. Una vez que la aplicación informática esté a punto, se revisarán todas las imágenes y se elaborará un monográfico sobre la bionomía del fondo con todas las imágenes de la serie.

Respecto a los resultados obtenidos hasta ahora, como situación de referencia se emplea mapa reelaborado con la imagen del 1 de diciembre de 2011 (Figura 128), 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 114. 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. Los mapas correspondientes a los demás años en fase de obra se pueden consultar en el informe de 2016.

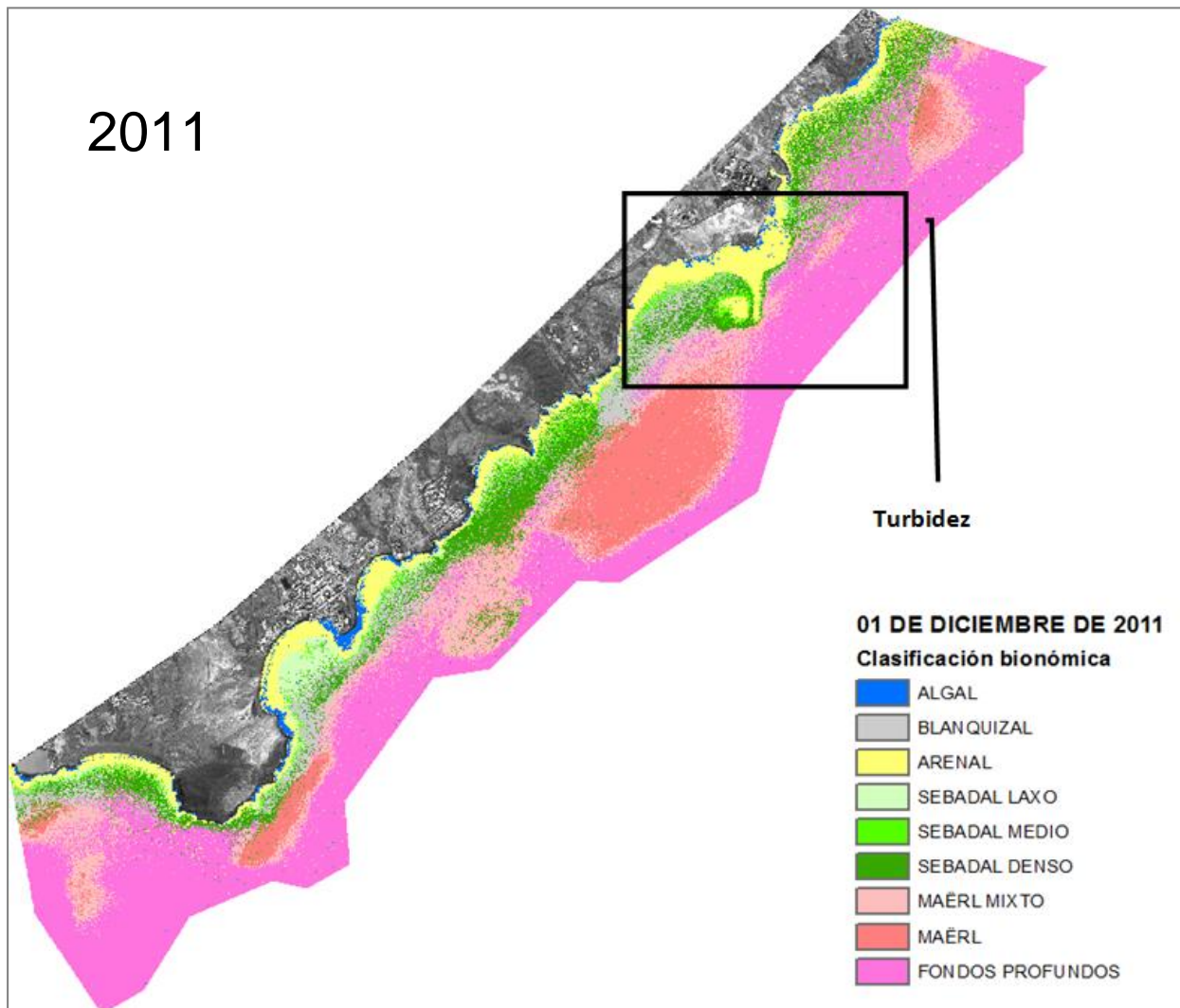


Figura 128. Mapa bionómico de referencia correspondiente al 1 de diciembre de 2011 (Fuente OAG)

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 Tejíta, y más denso en el tramo de Montaña Pelada o El Médano, a medida que se aproxima al puerto, apreciación 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, atribuido a la presunta



fertilización derivada de los vertidos de las obras. El algar fotófilo también parecía haberse desarrollado más ese año, descartando la sección al norte del puerto (afectada por nubes). En el maërl no se apreciaron mayores cambios.

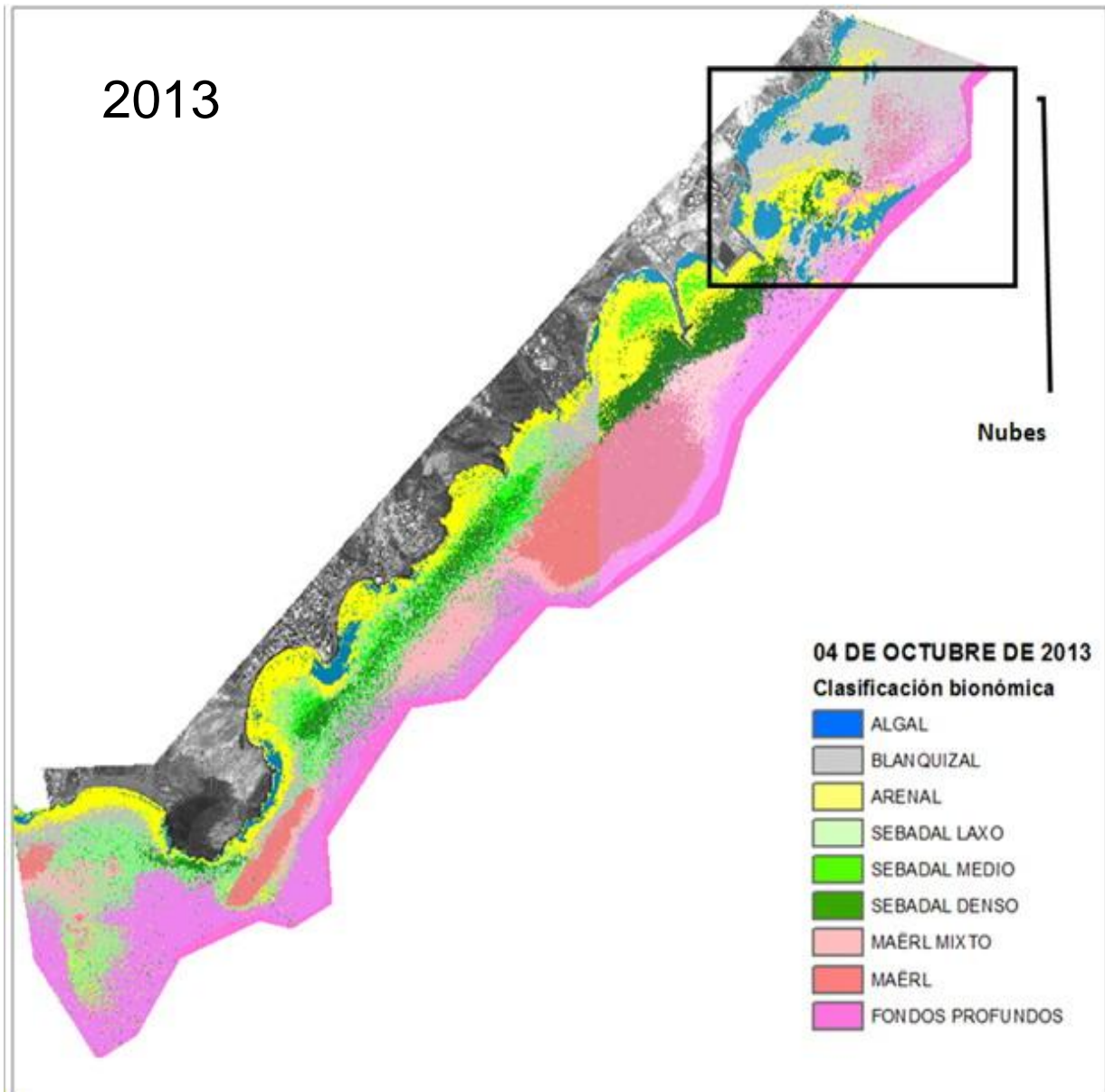


Figura 129. Mapa bionómico de referencia correspondiente al 4 de octubre de 2013 (Fuente OAG)

En el mapa de 2014 se añadió 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. De resto, se apreciaba mayor distribución del sebadal denso y laxo, salvo por fuera del puerto, donde disminuía considerablemente. Los blanquizales aparecían más reducidos, consecuencia probablemente del análisis más preciso (difíciles de separar de zonas con sedimento reciente, turbidez, etc.), y no de que en 2013 fueran realmente más extensos.

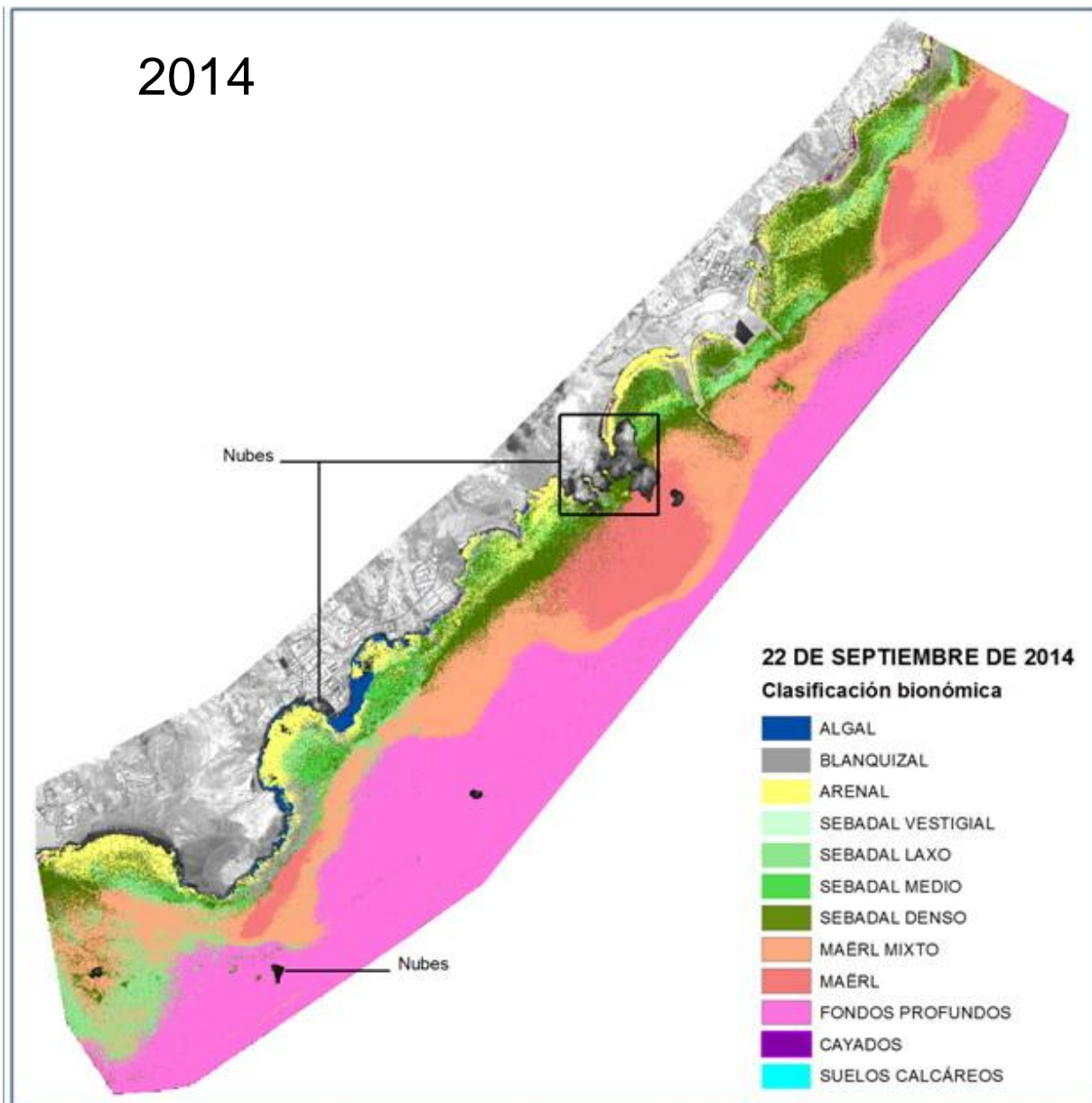


Figura 130. Mapa bionómico de referencia correspondiente al 22 de septiembre de 2014 (Fuente OAG)

La imagen de 2015 se trató con criterios más restrictivos para reforzar las separaciones entre clases, por lo que las diferencias que reflejaban los mapas de 2014 y 2015 obedecían en buena parte a esta simplificación (sobre todo en las zonas de transición), aunque el esquema general era el mismo. No obstante, en 2015 el seabadal del interior de la dársena del puerto había reducido su desarrollo, mientras que en la zona externa se distribuía más uniformemente (menos zonas de arena) a cambio de pasar de densidad alta a media, o media a laxa.

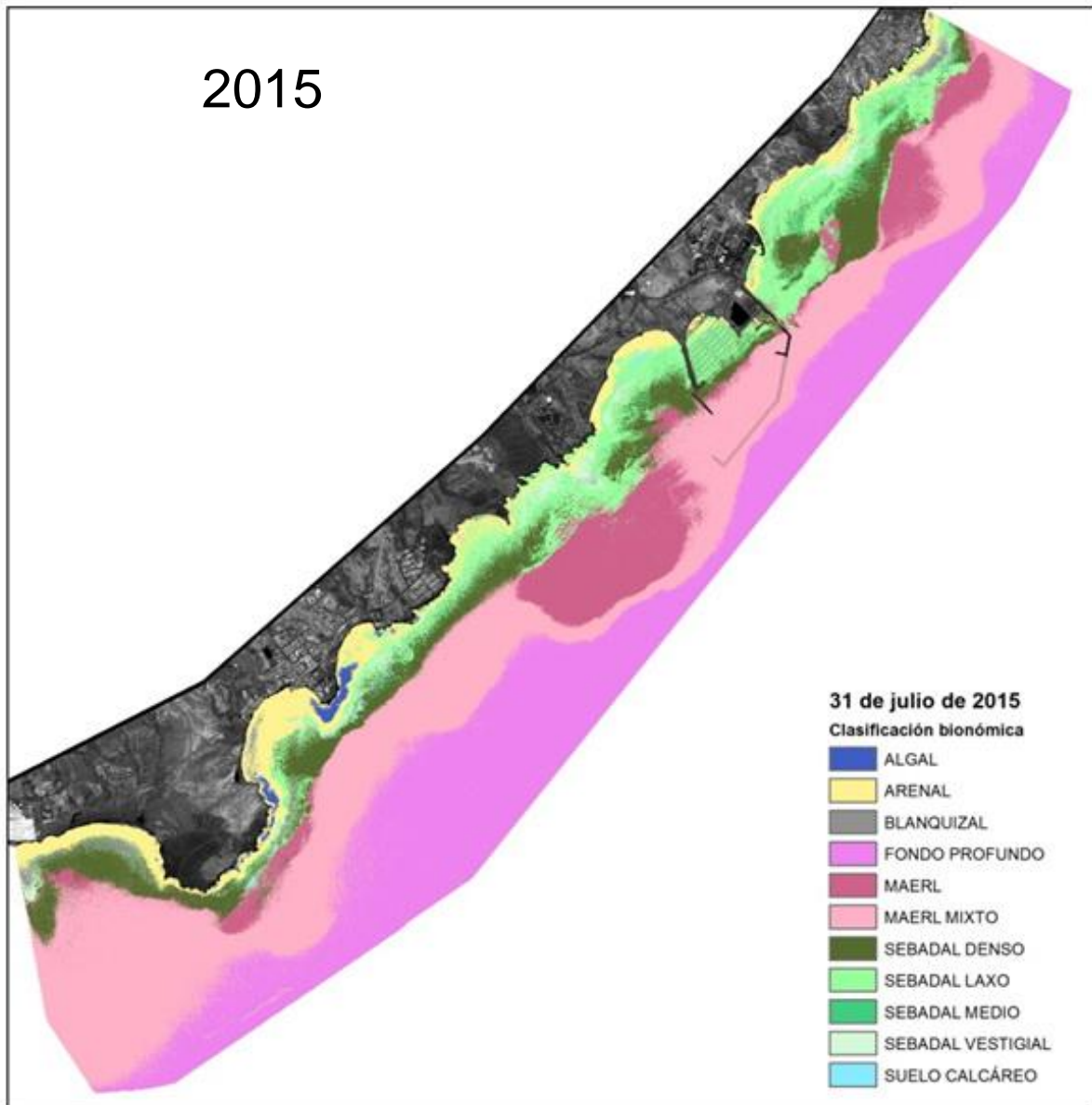


Figura 131. Mapa bionómico de referencia correspondiente al 31 de julio de 2015 (Fuente OAG)

La imagen de 2016 refleja la situación al final de la fase de obras y sirve de segundo referente para la presente fase operativa, por lo que se incluye también en este informe (Figura 132).

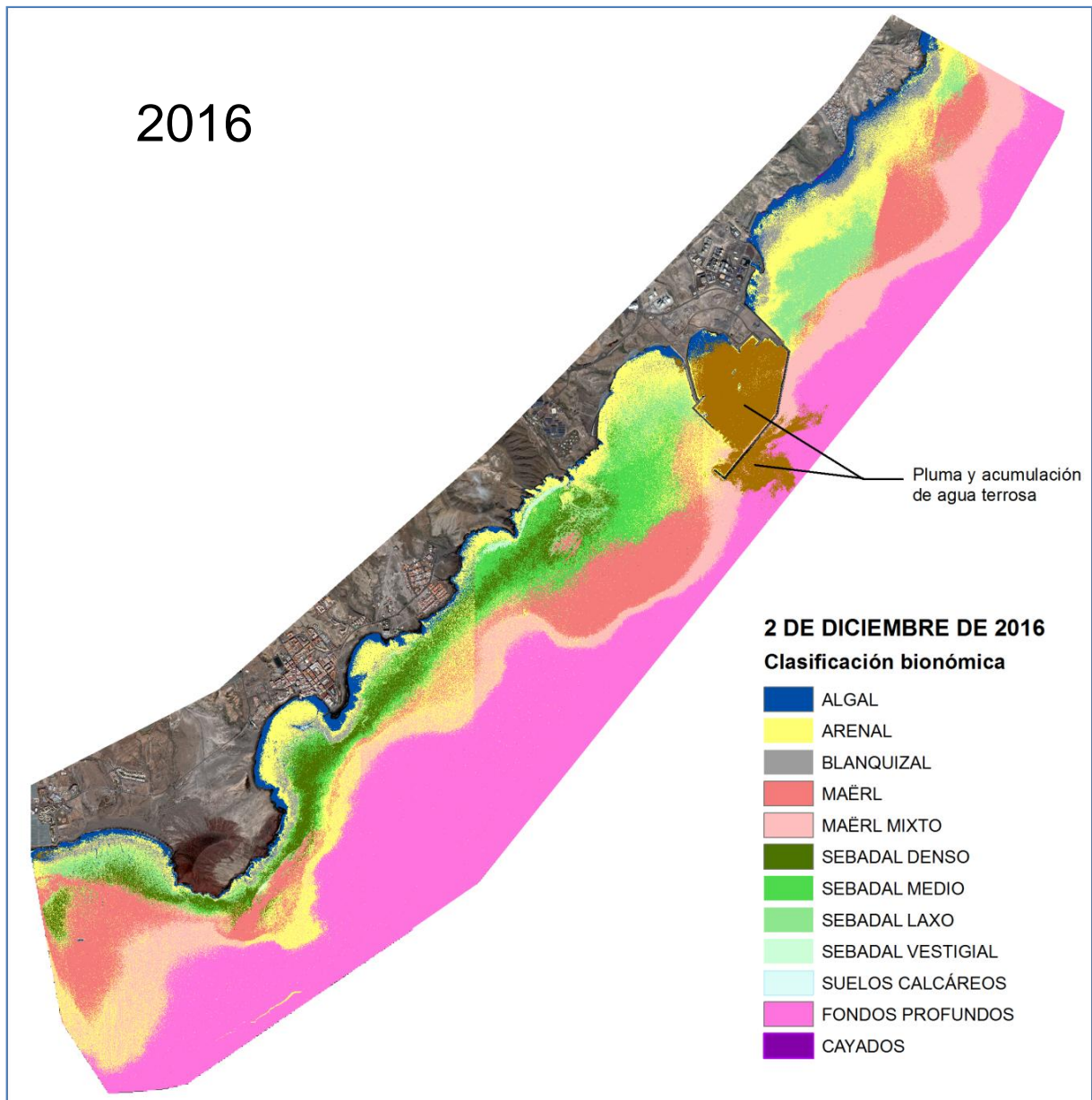


Figura 132. Mapa bionómico correspondiente al 2 de diciembre de 2016 (Fuente OAG)

En ese ejercicio 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 que se venían empleando al verse afectados por la presencia de humo en la atmósfera, mucho limo en el agua, y perturbaciones por oleaje superficial. Finalmente se analizó con la técnica iterativa previa a 2015 (25 repeticiones del análisis) hasta conseguir un resultado razonablemente coherente con los diferentes muestreos (Figura 132). 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 sebadal (le roba intensidad) y es muy posible que la merma en densidad registrada, que llega hasta Tajao, sea en parte engañosa.

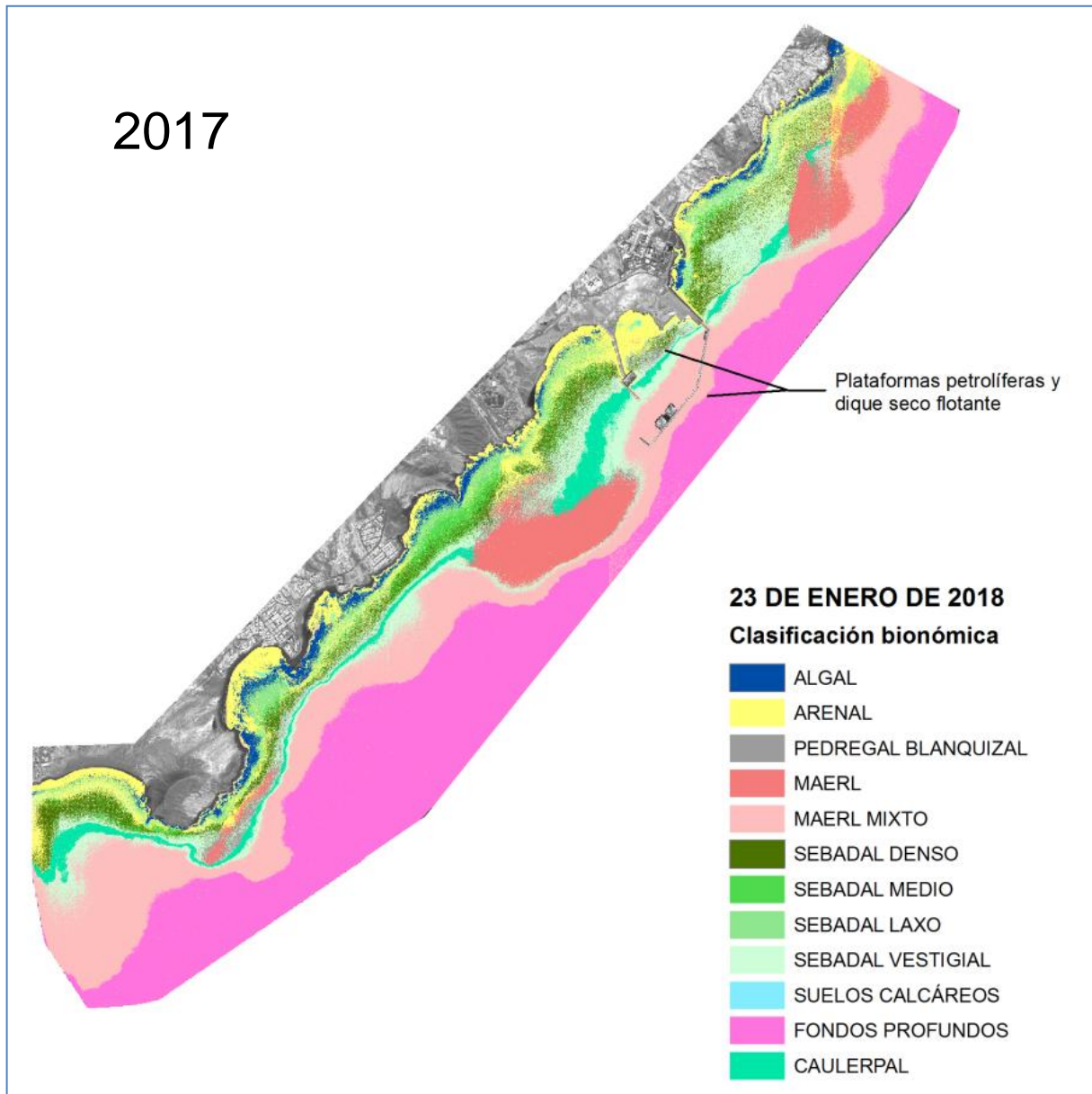


Figura 133. Mapa bionómico de “2017” (correspondiente al 22 de enero de 2018. Fuente OAG)

La imagen de satélite obtenida en 2017 fue de mala calidad e inútil para realizar el mapa bionómico con ella. Sin embargo, el 31 de enero de 2018 se repitió el encargo puesto que se daban las condiciones para una captura con éxito, hecho que finalmente se produjo, por lo que esta imagen es con la que se ha elaborado bionómico atribuido a 2017, teniendo en cuenta que la división temporal del calendario no corresponde con las variaciones del clima marino y existe un retraso del segundo. Este retraso se traduce en que en enero aún no ha entrado el invierno totalmente y la situación ecológica no está tan alejada de una imagen de noviembre o diciembre.

En este año 2017 se introdujo una nueva categoría, el “caulerpal”, comunidad constituida principalmente por *Caulerpa prolifera*, alga de carácter invasor en el Mediterráneo que se está

extendiendo en la costa de Granadilla usualmente por debajo del sebadal (cota de -20 a -25 metros), en fondos de arena o maërl. Dicha expansión está posiblemente asociada al carácter termófilo de esta alga y al aumento global de la temperatura del agua en Canarias que se estima es consecuencia del cambio climático.

El sebadal dentro de la dársena del puerto ha desaparecido. Ya en 2016 se realizaron varios transectos con cámara arrastrada en su interior y se confirmó su práctica total desaparición debido a los dragados y deposición de limos. Quedaban unos pocos pies de seba sueltos o reasentados después de haber sido desenraizados y depositarse en el fondo, pero con escaso futuro tras haber sido alterado su hábitat por completo. En 2018, sin embargo, el análisis de las imágenes satelitales arroja un resultado más halagüeño para la *Cymodocea*, que muestra una cierta recuperación en la parte norte y en la ensenada de La Tejita. Al menos en extensión. Pormenorizadamente recogemos en la tabla 34 el resumen de las clases de sebadal en los años 2016, 2017 y 2018.

Tabla 34. Extensión de las distintas clases para el sebadal según síntesis por teledetección (En hectáreas)

| CLASE | 2016 | 2017 | 2017-2016 | 2018 | 2018-2017 |
|-------------------|--------|--------|-----------|--------|-----------|
| Sebadal denso | 122,84 | 122,08 | -0,76 | 460,63 | 338,56 |
| Sebadal medio | 158,41 | 65,06 | -93,35 | 258,14 | 193,08 |
| Sebadal laxo | 138,21 | 73,29 | -64,93 | 171,13 | 97,84 |
| Sebadal vestigial | 6,47 | 310,10 | 303,63 | 590,06 | 279,96 |

El resto de clases no presenta signos preocupantes, salvo la situación de *Caulerpa*, que será tratada inmediatamente, puesto que el maërl, si bien oscila de año en año, en nuestra experiencia parece ser la tónica habitual a lo largo de estos años, y tanto los algares como los suelos calcáreos son bastante estáticos y las clases Arenal y Blanquizal son problemáticas a la hora de discriminarlas por el procedimiento analítico, al ser muy parecidas sus firmas espectrales.

El mapa correspondiente al año 2018 (Figura 134), del mes de abril, se muestra seguidamente.

El área en la que se detecta la *Caulerpa*, al menos la mancha principal, sigue también estable frente a la bocana del puerto, sin percibirse una dispersión a través de la imagen del satélite. Se puede decir que presenta una retracción en la longitud de la mancha al sur del martillo, y una ganancia en anchura. Las zonas que en 2017 se marcan dentro del puerto desaparecen en la imagen de 2018, dado que en esa área la turbidez impide determinar qué hay en el fondo.

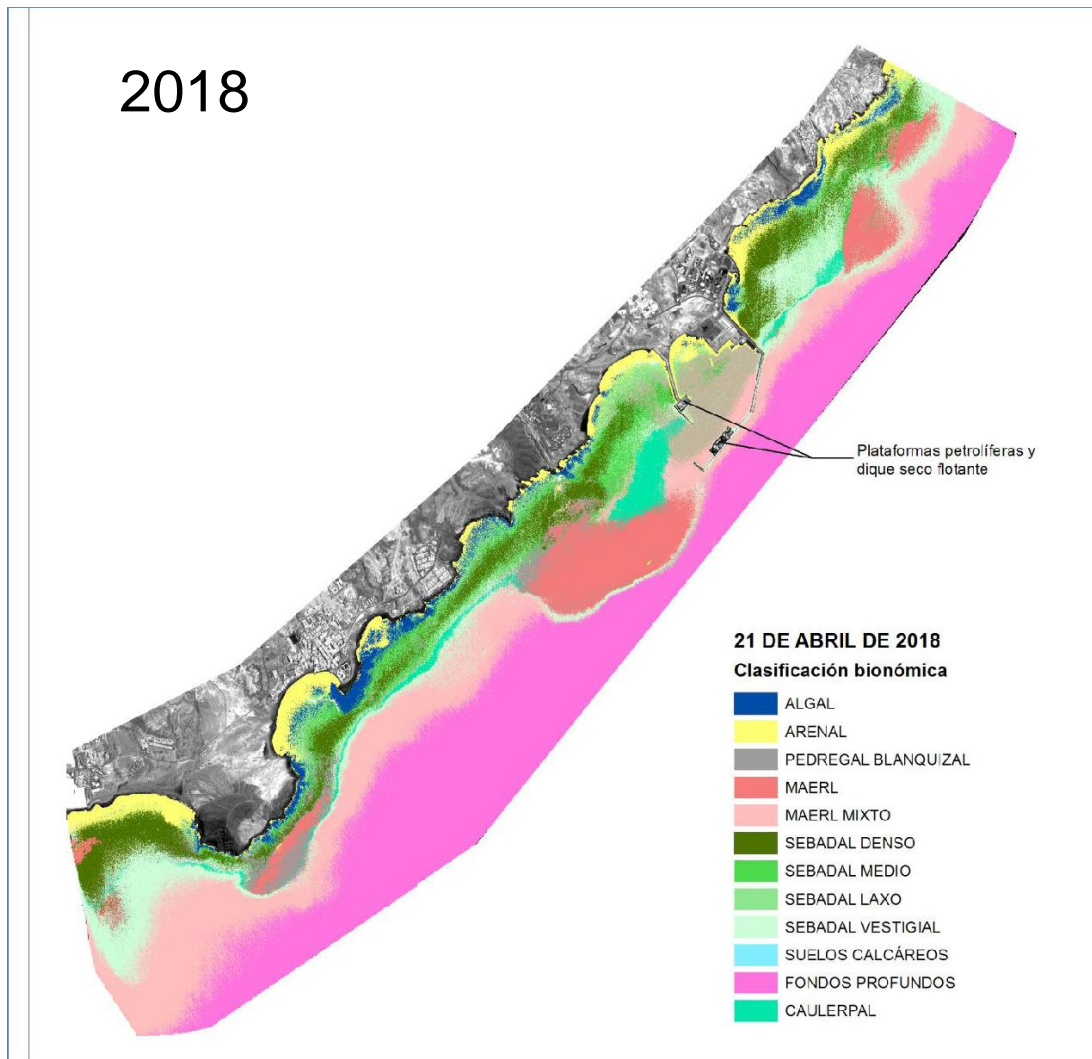


Figura 134. Mapa bionómico correspondiente al 21 de abril de 2018. Fuente OAG)

En 2019 hubo que esperar hasta diciembre para conseguir una toma adecuada, casi al límite de la anualidad y ya entrados en la época entre fase estival y fase invernal, con lo que se espera una expansión menor del sebadal, en general. Se obtuvo alguna imagen a mitad de año, pero que no reunía condiciones para el estudio por la presencia de nubes y oleaje. Respecto a este último, los algoritmos desarrollados para superar ese defecto de las imágenes generan una imagen aceptable, pero que no puede aprovecharse porque las nubes ocultan áreas importantes en el trabajo de clasificación supervisada, para el que se requieren muestras suficientes de cada biotopo que capturen las distintas condiciones en las que se desarrolla, para así poder entrenar al clasificador. Las nubes impiden completar el juego de firmas suficiente de cada clase y por eso se prefirió esperar una captura mejor. Sobre la imagen de diciembre se realizó la síntesis del mapa bionómico que presentamos más abajo en la Figura 135 y en el Anexo V.

El resultado del estudio, en este caso, hay que tomarlo con precauciones. Las imágenes satelitales sufren la interferencia de la atmósfera, entre otras, que afecta a la reflectividad que llega al sensor desde las distintas superficies de los objetos abarcados. Es por ello que se

somete a esas imágenes a un proceso de filtrado para eliminar esas interferencias y recuperar el valor real de la radiación emitida por los objetos emiten.

En el caso de Granadilla y del estudio de GPIT se eligió un algoritmo llamado 6S y se hizo un desarrollo que proporciona una imagen corregida radiométricamente. Esa programación se realizó para las imágenes del satélite WorldView2 y las que estamos adquiriendo en este momento son del WorldView3. Parece ser que no siempre se ajusta el procedimiento a los valores de reflectividad recogidos para cada longitud de onda y los cálculos no son correctos.

Eso impediría usar las imágenes para cualquier estudio de alta calidad, pero se decidió seguir adelante para tratar de saber cómo se estaban comportando los diferentes biotopos, siempre teniendo en cuenta la incertidumbre que impone no haber corregido la escena.

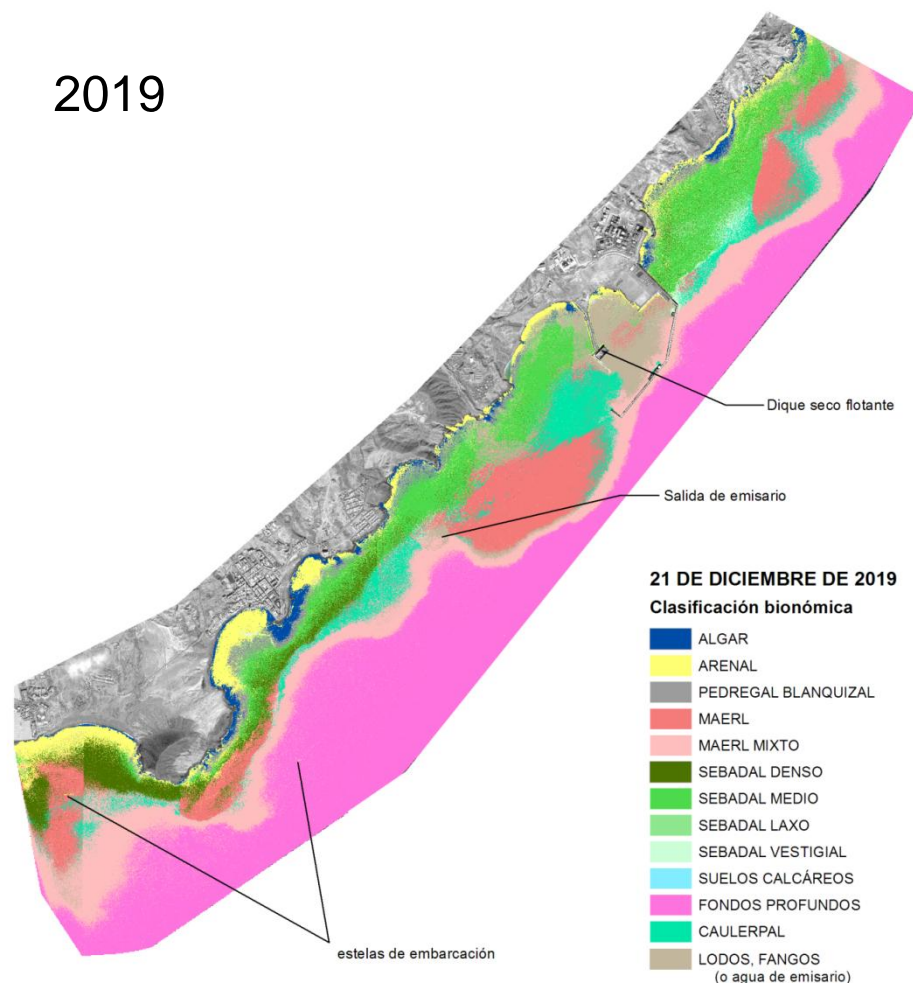


Figura 135. Mapa bionómico correspondiente al 21 de diciembre de 2019. Fuente OAG)

A la luz del trabajo, como se puede ver en la Tabla 35, el sebadal denso se restringe bastante y el vestigial sufre una aparente erosión de gran magnitud. Sin embargo, parece que el sebadal medio se recupera de manera global. Como se ha dicho, se depende de unos niveles de reflectividad concretos para decidir cuándo una zona de la imagen representa una u otra comunidad. Es muy posible que los valores estén atenuados al no poder eliminar el polvo



atmosférico con el procedimiento correctivo, así que estos números podrían variar sustancialmente.

Tabla 35. Extensión y diferencias anuales (2016 a 2019 en Ha) de las clases de comunidad de *Cymodocea*

| CLASE | 2016 | 2017 | 2017 - 2016 | 2018 | 2018 - 2017 | 2019 | 2019 - 2018 |
|-------------------|--------|--------|-------------|--------|-------------|--------|-------------|
| Sebadal denso | 122,84 | 122,08 | -0,76 | 460,63 | 338,56 | 101,91 | 358,72 |
| Sebadal medio | 158,41 | 65,06 | -93,35 | 258,14 | 193,08 | 304,23 | 46,09 |
| Sebadal lazo | 138,21 | 73,29 | -64,93 | 171,13 | 97,84 | 24,74 | 146,39 |
| Sebadal vestigial | 6,47 | 310,1 | 303,63 | 590,06 | 279,96 | 31,66 | 558,40 |

En lo que respecta al *maërl*, parece que no se ve afectado en su extensión de *maërl* puro, aunque sí la zona mixta, tiene una mayor presencia de *Caulerpa*.

Esta última sí presenta una ganancia digna de atención y confirmada con la impresión del trabajo “a pie de obra”, es decir, en las rutinarias visitas a las estaciones de muestreo.

3.6.8 Especies exóticas

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

La problemática que conlleva el asentamiento de especies invasoras es el desplazamiento de la biodiversidad autóctona, pudiendo causar estragos ecológicos, además de que su erradicación es prácticamente imposible por medios artificiales, y muy complicada por medios naturales.

3.6.8.1 Métodos de detección de especies exóticas empleados por el OAG

3.6.8.1.1 Redes de plancton

Durante 2017 y 2018 se llevó a cabo una campaña de arrastres por semestre, entre las estaciones TGr05 y TGr08; TGr09 y TGr10, y por último entre la TGr14 y TGr18. La red de plancton es una WP-2 triple con tres luces de malla distintas: 100, 200 y 500 micras. El plancton recolectado se trió bajo una lupa binocular donde los individuos de la muestra se clasificaron en larvas de crustáceos, larvas de peces, huevos de peces, medusas y material sin especificar. En ningún caso se llegó a un nivel de identificación más específico, por falta de tiempo al ser un proceso metódico y exhaustivo, de modo que no se pudo afirmar por esta vía que existieran o no especies introducidas o invasoras en el plancton de las aguas alrededor de

El Puerto de Granadilla. Desde 2019 estos muestreos dejaron de realizarse por suponer un esfuerzo del que no se estaban obteniendo resultados realmente representativos por falta de tiempo y personal para su procesamiento.

3.6.8.1.2 ROV

En noviembre de 2017 empezaron a entrar plataformas petrolíferas a Granadilla pero no se ha permitido su revisión mediante buceadores autónomos. En 2018 llegó el ROV sumergible, (vehículo controlado por operador humano que no está físicamente dentro de él), con una cámara instalada, para poder inspeccionar estas plataformas, y otras embarcaciones susceptibles de traer especies exóticas potencialmente invasoras en el *fouling* de los cascos. Se han inspeccionado parte de los cajones, pero este método, para determinados organismos en que su determinación es determinante, sólo sirve para datar su ubicación, siendo necesaria su recolección su estudio.

3.6.8.1.3 Pescas

Durante el seguimiento de las comunidades intermareales, de peces litorales y especies bentónicas pueden detectarse nuevos inquilinos en la costa, pero esta detección puede no ser suficiente para su determinación específica. En 2019 se incluyó en el PVA un muestreo de peces adultos pescados mediante caña y mediante nasas de pesca científica, dado la imposibilidad de identificación de determinados individuos por vídeos o fotos. Ya se ha solicitado y ha sido concedido el correspondiente permiso para pescar dentro de la dársena, estando pendientes de la aprobación del nuevo Plan de Vigilancia para comenzar con estos muestreos.

3.6.8.1.4 Buceo autónomo

Los datos de presencia o ausencia de las especies se obtienen durante los muestreos realizados por el OAG incluidos en el PVA donde se precisa de equipos de buceo autónomo y se trabaja en todo tipo de fondos (*maërl*, *caulerpales*, sebadales, arenales, algales fotófilos en roca, blanquizales y sustratos artificiales), aprovechando para detectar posibles especies exóticas macroscópicas, sacarles fotos y dejar registrada la talla y la densidad de individuos.

3.6.8.1.5 Cámara arrastrada

Durante la realización de los transectos de control de perfiles bionómicos mediante cámara arrastrada por embarcación y utilizando un software desarrollado por el OAG, también se busca la presencia de especies exóticas en todos los tipos de fondo. Aun así, muchas veces es difícil identificar la presencia de especies exóticas mediante este método, a menos que tengan un tamaño realmente considerable o que la cámara pase muy cerca de los individuos, como para poder apreciarlos. A pesar de los inconvenientes con este método, en 2018 se consiguió detectar *Macrorhynchia philippina* en el transecto de Bocinegro y un hidroideo parecido, en el transecto del Travieso y de El Embarcadero.



3.6.8.2 Especies detectadas en granadilla

3.6.8.2.1 *Macrorhynchia philippina*

Macrorhynchia philippina (Figura 136) es un hidrozoo que puede estar presente en todas las estaciones del año formando colonias de hidroideos con aspecto plumoso y blanquecino con tallos negros erectos (Kirchenpauer, 1872), que pueden variar desde pocos centímetros a más de 30 (Morri, 1872). Es planctófago, por lo que tiene predilección por zonas con corrientes patentes. No tolera aguas estancadas en bahías, y a pesar de que suele encontrarse en lugares luminosos, no tiene preferencia por la luz y sobrevive en lugares sombríos.



Figura 136. Ejemplares de *Macrorhynchia philippina* en la costa de Granadilla

El 17 de junio de 2017 se localiza por primera vez en las inmediaciones del martillo del contradique. Esta especie circumtropical, potencialmente invasora, fue ya encontrada en el Puerto de la Luz y de Las Palmas y en el sur de la isla de Gran Canaria entre 2015 y 2016 (Riera, R., et al. 2016) formando colonias de escaso porte.

3.6.8.2.2 Otras especies

En el año 2018 el dique flotante “*Palumbo Tenerife Shipyard*”, procedente de Filipinas, llegó al puerto de Granadilla. Dado su procedencia y las características de su transporte con navegación lenta se procedió a realizar una inspección de su casco mediante equipos de buceo autónomo donde se encontró fauna y flora asociada con algunas especies no identificadas. Estas especies no han sido luego encontradas fuera del Puerto de Granadilla. Algunos ejemplos se muestran en la Figura 137.

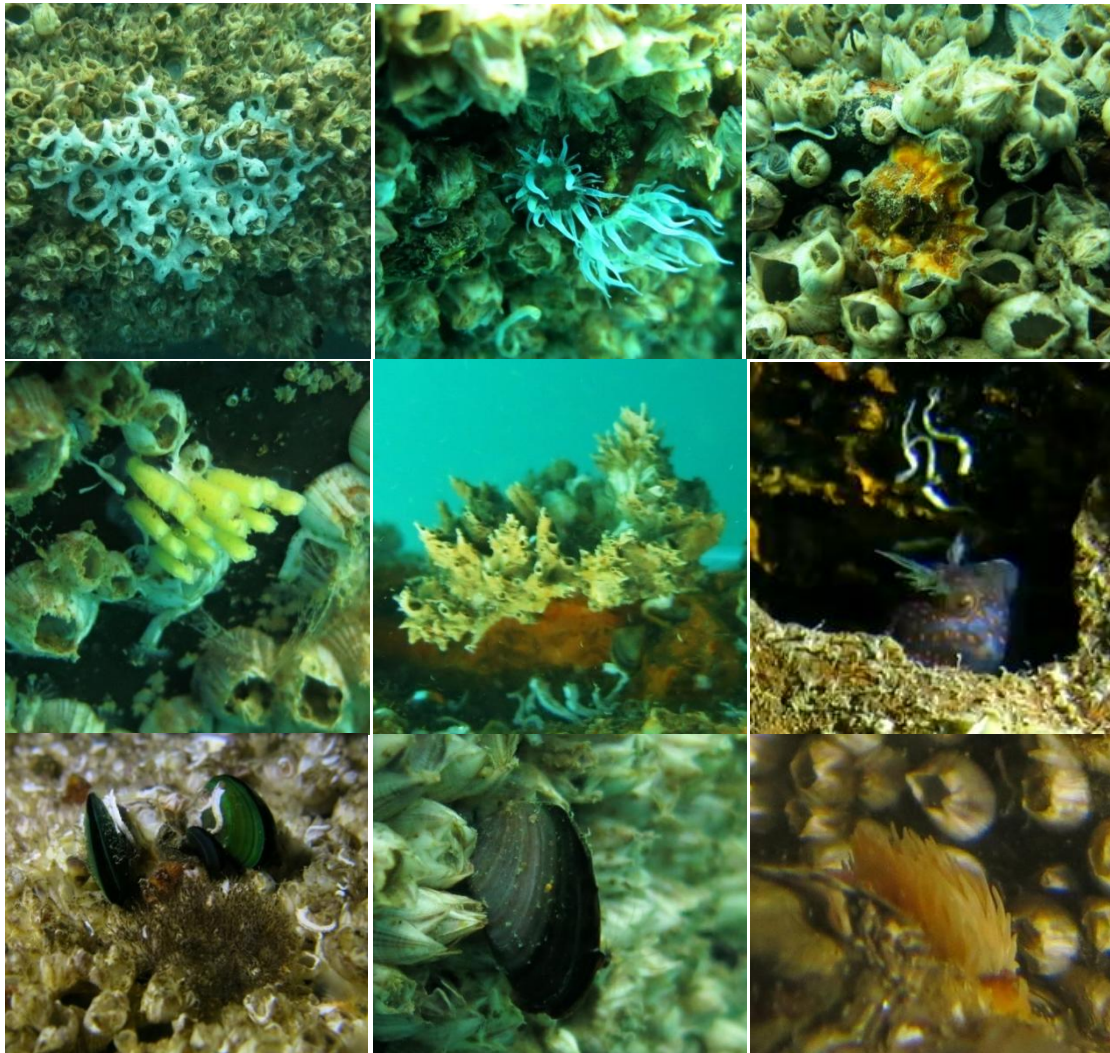


Figura 137. Fotos de algunas especies encontradas en la inspección del Palumbo de las que no se ha determinado la especie

También se observó lo que posiblemente fueran ejemplares de *Abudefduf saxatilis* (Figura 138), una especie tropical introducida en el ámbito de Canarias. Esta especie tampoco se ha observado en las inmediaciones exteriores del puerto.



Figura 138. Posible *Abudefduf saxatilis*



Del mismo modo, y en el mismo año, se procedió a la inspección de la cajonera “*Mar del Teide*”. Algunas de las especies no identificadas que se encontraron se muestran en las siguientes figuras. Ninguna de ellas se ha encontrado fuera del puerto (Figura 139).

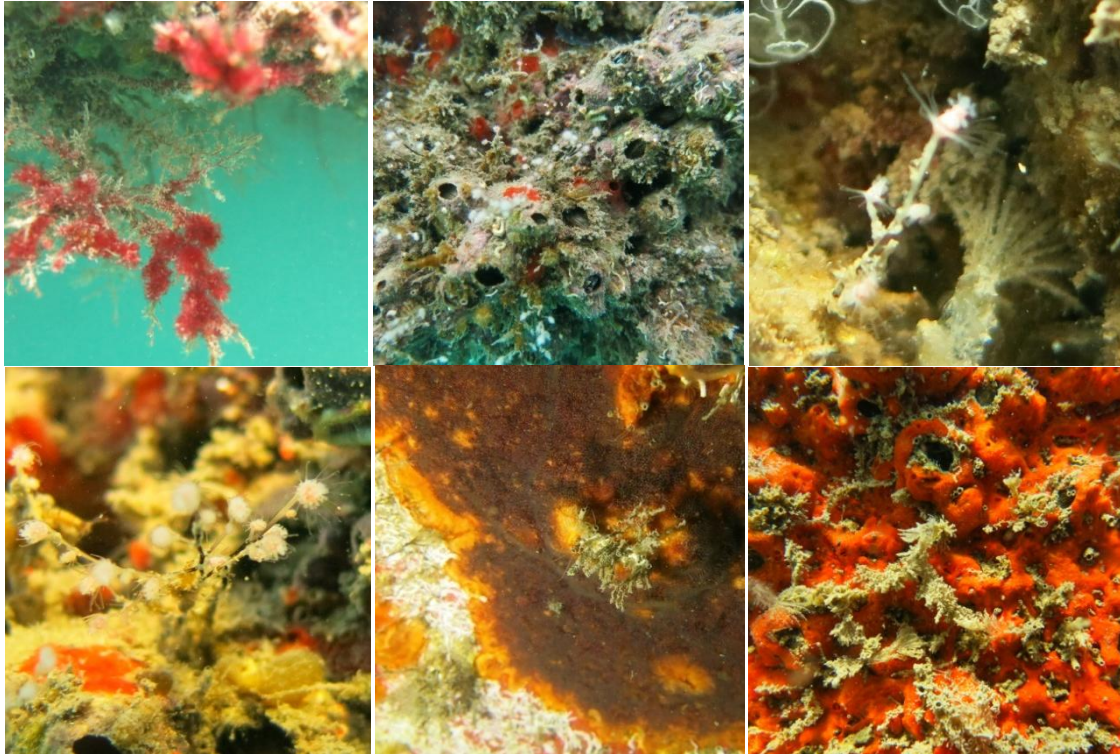


Figura 139. Fotos de especies no identificadas en el fouling de la cajonera Mar del Teide

El 12/11/2020 fue detectada en el pantalán flotante existente en el interior del puerto ubicado en la primera enfilación del dique de abrigo el coral invasor *Carijoa riisei*.

Esta especie es conocida comúnmente como “coral copo de nieve” y ha sido reportada como una especie invasora de amenaza para la biodiversidad y economía del Archipiélago de Hawaii (Kahng y Grigg, 2005).

Carijoa riisei es una especie invasora muy agresiva, que ha logrado dispersarse por las principales islas de Hawaii, desplazando a especies nativas y afectando principalmente a las colonias de coral negro (Kahn and Grigg, 2005). Aparte de Hawaii, también ha sido reportada como nueva amenaza en la reserva de la biosfera de las islas del Golfo de Mannar en la India (Padmakumar, 2011) y en la isla Malpelo, Colombia (Sánchez et al., 2011).

Se trata de una especie con altas probabilidades de expansión si las condiciones le favorecen. Crece muy bien en aguas turbias con sedimento en suspensión. Puede reproducirse sexualmente como hermafrodita (dos sexos en el mismo individuo) o mediante sexos separados; y asexualmente por propagación vegetativa. De esta última forma también se expande rápidamente y compite por el espacio, desplazando a otros organismos.

En Hawaii se han probado algunos métodos para intentar erradicar o minimizar la expansión de *Carijoa*, tales como: exposición de las colonias al agua dulce, biocontrol con el nudibranquio (*Phyllodesmium poindimiei*), predador específico de esta especie en Hawaii y por eliminación

local arrancando colonias en diversos lugares. Hasta el momento ningún método ha probado ser efectivo para eliminarla totalmente.

Se ha informado su presencia en más de 20 países, siendo el principal vector de introducción las embarcaciones. Investigadores de Cabo verde lo han detectado de manera regular en estructuras flotantes de Marina do Mindelo. El origen de la introducción en Cabo verde se estudió mediante análisis genéticos (análisis de nADN y mtADN), concluyéndose que su origen no está claro.



Figura 140. Fotos del pantalán donde se observan ejemplares de *Carijoa riseii*.

3.6.9 Efecto arrecife artificial

El EIA considera el efecto arrecife como un impacto positivo de la nueva infraestructura. Se esperaba el desarrollo de nuevas comunidades vinculadas al sustrato sólido de las escolleras y muros del puerto, y así ha sido.

3.6.10 Contaminación en 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, hasta ahora, se han tomado los promedios obtenidos por el Observatorio entre el 28 de noviembre y el 12 de diciembre de 2011 (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. Estos valores se tomaban porque se entendía que reflejaban mejor una situación normal y menos contaminada de las aguas, que aquellos otros disponibles de análisis previos realizados en la zona (Hernández *et al.* 2009⁷, SEMALL⁸).

Ahora bien, debido al incremento en los últimos años de la cantidad de metales pesados obtenido en los tejidos se ha tratado de incluir también en el presente informe los valores obtenidos en el informe realizado por el SEMALL anteriormente mencionado. Dicho informe expone valores del 2002 al 2009. Los valores mostrados en el mismo son medianas. Por lo tanto para poder realizar comparaciones hemos puesto también medianas en los datos obtenidos por el OAG en los últimos años. Los valores se expresan en microgramos (10^{-6} gr) por kilo, o

⁷ 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]

⁸ 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.

en miligramos (10^{-3} gr) por kilo. Los valores indicados como 0,00 están por debajo del límite de detección (0,01 $\mu\text{g}/\text{k}$).

En 2020, las muestras recogidas en el primer semestre fueron extraviadas por la empresa transportista del laboratorio adjudicatario de las analíticas por lo que no pudo ser posible la determinación de las mismas. La empresa presenta al OAG informe justificativo de dicha anomalía, exigiéndose responsabilidades. Así mismo, en el segundo semestre del 2020 se detecta únicamente erizos en las estaciones TGr03 y TGr24. Son las dos estaciones situadas al norte del puerto, las usadas como control.

Tabla 36. Contaminación en gónadas de *Diadema africanum* en la costa de Granadilla, año 2018 (Verde = decremento; Rojo = incremento, respecto del valor registrado en año anterior)

| MUESTRAS 2018 | | HT | PAHs | HLL | Zn | Cd | Pb | Cu | Ni | Cr | Hg |
|--------------------------|--------------------|-------------|--------------------------|--------------------------|--------------|-------------|-------------|------------|------------|------------|-------------|
| Unidades | | mg/kg | $\mu\text{gr}/\text{kg}$ | $\mu\text{gr}/\text{kg}$ | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg |
| Referencia (2011) | | 4,41 | 0 | 11,9 | 16,6 | 0,05 | 6,03 | 0 | 3,8 | 180 | 5,94 |
| PRIMER SEMESTRE | TGr03 La Jaca | --- | 0 | 1,3 | 144,9 | 4,9 | 0,2 | 2,2 | 0,9 | 1,2 | 0,2 |
| | TGr06 Embarcadero | --- | 0 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | TGr12 Punta Tancón | --- | 0 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | TGr16 Rajita | --- | 0 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | TGr17 Punta Brava | --- | 0 | 2,0 | 119,7 | 3,7 | 0,1 | 1,7 | 0,2 | 1,3 | 0,1 |
| | TGr20 Bocinegro | --- | 0 | 2,2 | 117,2 | 3,6 | 0,1 | 2,6 | 0,7 | 1,1 | 0,2 |
| | TGr23 Montaña Roja | --- | 0 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | TGr24 Las Lisas | --- | 0 | 1,7 | 156,3 | 2,9 | 0,1 | 2,0 | 0,3 | 0,8 | 0,1 |
| | Promedio | --- | 0 | 1,8 | 134,5 | 3,8 | 0,1 | 2,1 | 0,5 | 1,1 | 0,2 |
| Mediana | | | 2,0 | 119,7 | 3,6 | 0,1 | 2,0 | 0,7 | 1,2 | 0,2 | |
| SEGUNDO SEMESTRE | TGr03 La Jaca | --- | 0 | 2,2 | 177,2 | 2,2 | 0,1 | 3,1 | 5,2 | 1,1 | 0,1 |
| | TGr06 Embarcadero | | | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | TGr12 Punta Tancón | --- | 0 | 1,1 | 65,6 | 0,6 | 0,1 | 1,7 | 0,4 | 0,3 | 0,0 |
| | TGr16 Rajita | --- | 0 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | TGr17 Punta Brava | --- | 0 | 1,7 | 137,6 | 4,1 | 0,2 | 2,3 | 0,8 | 0,6 | 0,1 |
| | TGr20 Bocinegro | --- | 0 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | TGr23 Montaña Roja | --- | 0 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | TGr24 Las Lisas | --- | 0 | 1,5 | 107,8 | 3,4 | 0,5 | 2,8 | 0,7 | 0,9 | 0,0 |
| | Promedio | --- | 0 | 1,6 | 122,1 | 2,6 | 0,2 | 2,5 | 1,8 | 0,7 | 0,0 |
| Mediana | | 0 | 1,8 | 136,1 | 3,3 | 0,1 | 2,1 | 0,6 | 0,9 | 0,1 | |



Tabla 37. Contaminación en gónadas de *Diadema africanum* en la costa de Granadilla, año 2019 (Verde = decremento; Rojo = incremento, respecto del valor registrado en año anterior)

| MUESTRAS 2019 | | HT | PAHs | HLL | Zn | Cd | Pb | Cu | Ni | Cr | Hg |
|--------------------------|--------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Unidades | | mg/kg | µgr/kg | µgr/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg |
| Referencia (2011) | | 4,41 | 0 | 11,9 | 16,6 | 0,05 | 6,03 | 0 | 3,8 | 180 | 5,94 |
| PRIMER SEMESTRE | TGr03 San Felipe | --- | 0 | 1,96 | 105,8 | 1,4 | 0,47 | 1,9 | 1,1 | 0,6 | 0,22 |
| | TGr06 Embarcadero | --- | 0 | 1,32 | 347,2 | 2 | 0,43 | 3 | 2,1 | 1,1 | 0,38 |
| | TGr12 Punta Tancón | --- | 0 | 1,1 | 176,1 | 2,3 | 0,39 | 1,9 | 1,3 | 0,92 | 0,5 |
| | TGr16 Rajita | --- | 0 | 0,98 | 83,7 | 0,79 | 0,42 | 2,7 | 2,6 | 0,89 | 0,28 |
| | TGr17 Punta Brava | --- | 0 | 2,01 | 171,4 | 5,8 | 0,27 | 2,5 | 1,7 | 0,98 | 0,58 |
| | TGr20 Bocinegro | --- | 0 | 1,06 | 30,9 | 0,3 | 0,97 | 3,4 | 2,8 | 1,4 | 0,41 |
| | TGr23 Montaña Roja | --- | 0 | 1,76 | 117,5 | 3,4 | 0,41 | 2,5 | 1,6 | 0,83 | 0,36 |
| | TGr24 Las Lisas | --- | 0 | 1,89 | 322,2 | 5 | 0,49 | 3 | 0,89 | 0,98 | 0,54 |
| | Promedio | --- | 0 | 1,51 | 169 | 2,62 | 0,48 | 2,61 | 1,76 | 0,96 | 0,41 |
| Mediana | | | 1,76 | 127 | 2,15 | 0,43 | 2,5 | 1,65 | 0,95 | 0,4 | |
| SEGUNDO SEMESTRE | TGr03 San Felipe | --- | 0 | 1,28 | 67,7 | 1,34 | 0,2 | 1,89 | 0,66 | 0,51 | 0,61 |
| | TGr06 Embarcadero | --- | 0 | 1,87 | 109,9 | 1,69 | 0,21 | 1,45 | 0,85 | 1,2 | 0,82 |
| | TGr12 Punta Tancón | --- | 0 | 2,15 | 47,6 | 0,86 | 0,91 | 1,9 | 7,73 | 1,49 | 0,46 |
| | TGr16 Rajita | --- | 0 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | TGr17 Punta Brava | --- | 0 | 1,89 | 62,9 | 1,25 | 0,09 | 1,84 | 0,71 | 1,49 | 0,7 |
| | TGr20 Bocinegro | --- | 0 | 2,22 | 60,4 | 2,82 | 0,16 | 2,47 | 0,93 | 1,01 | 1,08 |
| | TGr23 Montaña Roja | --- | 0 | 1,45 | 32,8 | 2 | 0,9 | 2,7 | 7,74 | 1,52 | 2,26 |
| | TGr24 Las Lisas | --- | 0 | 1,38 | 52,6 | 2,23 | 0,12 | 1,1 | 0,85 | 0,51 | 0,46 |
| | Promedio | --- | 0 | 1,75 | 62 | 1,74 | 0,37 | 1,91 | 2,78 | 1,08 | 0,91 |
| Mediana | --- | 0 | 1,81 | 61,7 | 1,85 | 0,21 | 1,9 | 0,89 | 1,11 | 0,66 | |

Tabla 38. Contaminación en gónadas de *Diadema africanum* en la costa de Granadilla, año 2020 (Verde = decremento; Rojo = incremento, respecto del valor registrado en año anterior)

| MUESTRAS 2020 | | HT | PAHs | HLL | Zn | Cd | Pb | Cu | Ni | Cr | Hg |
|--------------------------|--------------------|--|----------|-------------|-------------|-------------|-------------|----------|------------|--------------|-------------|
| Unidades | | mg/kg | µgr/kg | µgr/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg |
| Referencia (2011) | | 4,41 | 0 | 11,9 | 16,6 | 0,05 | 6,03 | 0 | 3,8 | 180,3 | 5,94 |
| PRIMER SEMESTRE | TGr03 San Felipe | MUESTREO REALIZADO. MUESTRAS EXTRAVIADAS POR LA EMPRESA DE TRANSPORTE DE LA SUBCONTRATA. | | | | | | | | | |
| | TGr06 Embarcadero | | | | | | | | | | |
| | TGr12 Punta Tancon | | | | | | | | | | |
| | TGr16 Rajita | | | | | | | | | | |

| SEGUNDO SEMESTRE | TGr17 Punta Brava | | | | | | | | | | | |
|------------------|--------------------|--------------------|----------|-------------|-------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|----------|-----|
| | TGr20 Bocinegro | | | | | | | | | | | |
| | TGr23 Montaña Roja | | | | | | | | | | | |
| | TGr24 Las Lisas | | | | | | | | | | | |
| | Promedio | | | | | | | | | | | |
| | Mediana | | | | | | | | | | | |
| | | TGr03 San Felipe | --- | 0 | 2,19 | 100,4 | 2,38 | 0,61 | 2,89 | 1,57 | 0,91 | 0 |
| | | TGr06 Embarcadero | --- | 0 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| | | TGr12 Punta Tancón | --- | 0 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| | | TGr16 Rajita | --- | 0 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| | TGr17 Punta Brava | --- | 0 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | |
| | TGr20 Bocinegro | --- | 0 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | |
| | TGr23 Montaña Roja | --- | 0 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | |
| | TGr24 Las Lisas | --- | 0 | 1,65 | 34 | 1,39 | 0,88 | 2,24 | 1,12 | 0,86 | 0 | |
| | Promedio | --- | 0 | 1,92 | 67,2 | 1,89 | 0,745 | 2,565 | 1,345 | 0,885 | 0 | |
| | Mediana | --- | 0 | 1,92 | 67,2 | 1,89 | 0,745 | 2,565 | 1,345 | 0,885 | 0 | |

Tabla 39. Tabla con valores obtenidos en periodo de 2008. Fuente: SEMALL (2011). Informe "Control de vertidos del medio receptor - Características químicas de los efluentes líquidos y del medio marino receptor (Granadilla, Tenerife). La Laguna, Tenerife.

| METALES EN ERIZOS | V (mg/kg) | | Zn (mg/kg) | | Cu (mg/kg) | | Ni (mg/kg) | | Cr (mg/kg) | |
|--|------------|--------|------------|--------|------------|--------|------------|--------|-------------|--------|
| | May-09 | Sep-09 | May-09 | Sep-09 | May-09 | Sep-09 | May-09 | Sep-09 | May-09 | Sep-09 |
| ESTACIÓN PUNTA CAZONES | | | | | | | | | | |
| Muestreo 2009 | 25,4 | 14,8 | 148 | 111 | 4,62 | 4,3 | 4,25 | 3,84 | 1,34 | 3,32 |
| 2003-2009 (n=12). Intervalo | 6,68-40,1 | | 91,3-290 | | 1,06-5,32 | | 1,09-14,2 | | 0,71-17,0 | |
| Mediana | 25,3 | | 125 | | 4,1 | | 3,15 | | 1,77 | |
| ESTACIÓN PUNTA NEGRA | | | | | | | | | | |
| Muestreo 2009 | 24,3 | 18 | 138 | 138 | 4,27 | 5,6 | 5,36 | 7,53 | 8,08 | 6,31 |
| 2002-2009 (n=14)*. Intervalo | <0,45-36,2 | | 70,3-231 | | 2,68-5,60 | | 0,84-6,03 | | <0,333-5,21 | |
| Mediana | 13,9 | | 121 | | 3,35 | | 2,64 | | 1,6 | |
| ESTACIÓN ESCOLLERA CENTRAL (=TGr06) | | | | | | | | | | |
| Muestreo 2009 | 6,99 | 18,6 | 124 | 180 | 3,8 | 4,39 | 0,74 | 8,32 | 1,07 | 6,53 |
| 2002-2009 (n=15)*. Intervalo | <0,45-18,6 | | 65,4-185 | | 2,73-6,27 | | 0,74-4,14 | | <0,333-4,82 | |
| Mediana | 8,21 | | 134 | | 3,8 | | 1,92 | | 1,6 | |
| ESTACIÓN PUNTA CAMELLO | | | | | | | | | | |
| Muestreo 2009 | 19,6 | 18,1 | 125 | 185 | 3 | 4,65 | 5,14 | 6,84 | 6,56 | 6,06 |
| 2002-2009 (n=15)*. Intervalo | <0,45-32,5 | | 75,4-232 | | 0,33-15,2 | | 1,05-10,8 | | <0,33-6,72 | |



| | | | | | | | | | | |
|--|------------|------|----------|------|-----------|------|-----------|------|------------|------|
| Mediana | 18,1 | 150 | 3,42 | 2,72 | 1,90 | | | | | |
| ESTACIÓN PUNTA DE VIDRIO (=TGr12) | | | | | | | | | | |
| Muestreo 2009 | 9,54 | 15,7 | 106 | 114 | 3,53 | 4,69 | 4,19 | 6,13 | 7,1 | 3,36 |
| 2002-2009 (n=15)*. Intervalo | <0,45-39,5 | | 79,7-399 | | 2,36-31,4 | | 0,63-7,52 | | <0,33-7,10 | |
| Mediana | 23,6 | 152 | 4,3 | 3,25 | 2,59 | | | | | |

*=número de muestras analizadas en el periodo

**=Sin muestra

3.6.10.1 Hidrocarburos lineales

Desde 2012 se analizan solo los hidrocarburos lineales y aromáticos mediante cromatografía de gases con detector de masas, método que permite identificar sustancias contaminantes (Figura 141).

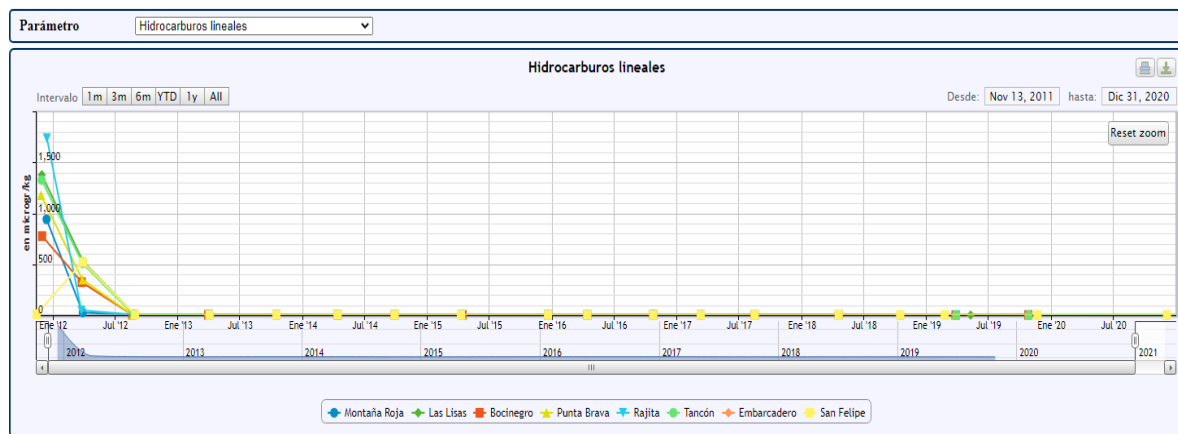


Figura 141. Hidrocarburos lineales (gr/kg) en gónadas de Diadema en de Granadilla (2011-2020)

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). Parece que la fuente que los generaba, ha cesado.

3.6.10.2 Hidrocarburos aromáticos policíclicos

Tal y como viene siendo habitual desde el inicio de las mediciones, no se ha detectado la presencia de hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAHs) en los tejidos de erizo en ninguna de las estaciones (Figura 142).

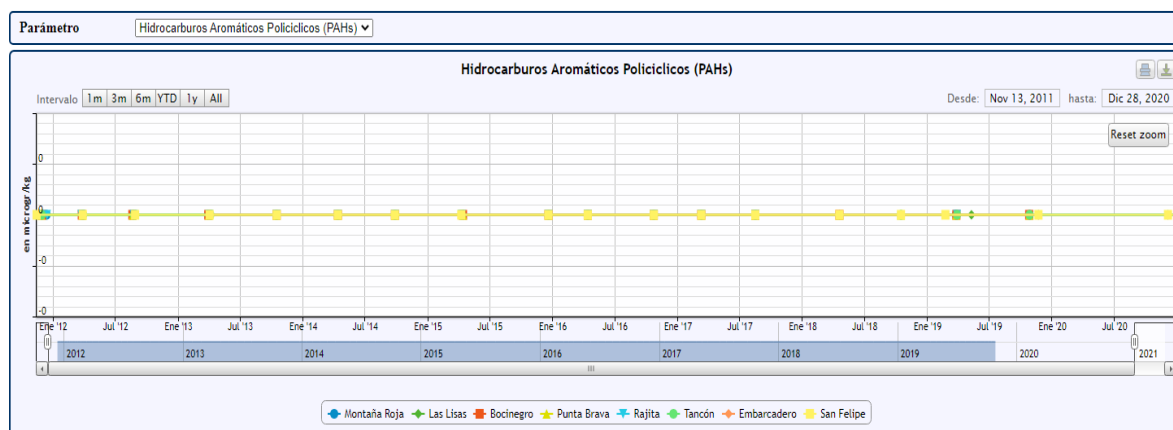


Figura 142. Ausencia de hidrocarburos aromáticos policíclicos en gónadas de *Diadema africanum*

3.6.10.3 Metales pesados

En el informe anual de 2012, al comparar los valores promediados de la contaminación por metales pesados en las siete estaciones, ya se manifestaba 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 2016 se detectó que las concentraciones de los metales que estaban presentes en las gónadas disminuían en el primer semestre del año y luego se incrementaban. Esta pauta está posiblemente relacionada con el ciclo gonadal de *Diadema*, aunque en Gran Canaria⁹ 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” 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.

En 2018, se detecta un aumento general de las concentraciones de metales en gónadas con respecto al año anterior (2017), destacando considerablemente el incremento en los valores medios de cinc, cadmio y cobre. El incremento de estos tres metales puede observarse en la totalidad de las estaciones muestreadas, a excepción del cadmio en la estación de Tancón donde se mantiene estable respecto al año 2017. Además, en la estación de San Felipe se detecta un incremento repentino en las concentraciones de níquel del segundo semestre, alcanzando valores equivalentes a los detectados en 2011 (> 5 mg/kg)

En el año 2020 debemos tener en cuenta que únicamente se dispone de datos de dos estaciones y únicamente de un semestre. Continúa la tendencia del 2019 de los valores del Zn, Cd y Cu. Si se comparan con los valores de referencia del 2011, únicamente han sido superados para el Zn el Cd y el Cu. En la Tabla 40 se muestran los valores máximos obtenidos para cada uno de los metales.

⁹ 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.



Tabla 40. Valores pico obtenidos para los distintos metales en muestreos de 2019 y 2020

| <i>Metales en erizos 2019</i> | <i>Zn (mg/kg)</i> | | <i>Cd (mg/kg)</i> | | <i>Pb (mg/kg)</i> | | <i>Cu (mg/kg)</i> | | |
|-------------------------------|-------------------|--------|-------------------|--------|-------------------|--------|-------------------|--------|--------|
| Valores Pico (mg/kg) | 347,20 | 322,2 | 5,80 | 5 | 0,97/0,49 | 0,49 | 3,40 | 3,00 | 3,00 |
| Estación | TGr06 | TGr24 | Tgr17 | Tgr24 | Tgr20 | Tgr24 | Tgr20 | Tgr24 | Tgr06 |
| Fecha muestreo (2019) | 22-feb | 09-may | 26-mar | 09-may | 26-mar | 09-may | 26-mar | 09-may | 22-feb |
| <i>Metales en erizos 2019</i> | <i>Ni (mg/kg)</i> | | <i>Cr (mg/kg)</i> | | <i>Hg (mg/kg)</i> | | | | |
| Valores Pico (mg/kg) | 7,74 | 7,73 | 1,52 | 1,49 | 2,26 | 1,08 | | | |
| Estación | Tgr23 | Tgr12 | Tgr23 | Tgr12 | Tgr23 | Tgr20 | | | |
| Fecha muestreo (2019) | 26-oct | 26-oct | 26-oct | 26-oct | 26-oct | 25-oct | | | |

| <i>Metales en erizos 2020</i> | <i>Zn (mg/kg)</i> | | <i>Cd (mg/kg)</i> | | <i>Pb (mg/kg)</i> | | <i>Cu (mg/kg)</i> | |
|-------------------------------|-------------------|--------|-------------------|--------|-------------------|--------|-------------------|--------|
| Valores Pico (mg/kg) | 100,40 | 34 | 2,38 | 1,39 | 0,88 | 0,61 | 2,89 | 2,24 |
| Estación | TGr03 | TGr24 | TGr03 | TGr24 | TGr24 | TGr03 | TGr03 | TGr24 |
| Fecha muestreo (2019) | 04-dic | 04-dic | 04-dic | 04-dic | 04-dic | 04-dic | 04-dic | 04-dic |
| <i>Metales en erizos 2020</i> | <i>Ni (mg/kg)</i> | | <i>Cr (mg/kg)</i> | | <i>Hg (mg/kg)</i> | | | |
| Valores Pico (mg/kg) | 1,57 | 1,12 | 0,91 | 0,86 | 0,00 | 0 | | |
| Estación | TGr03 | TGr24 | TGr03 | TGr24 | TGr03 | TGr24 | | |
| Fecha muestreo (2019) | 04-dic | 04-dic | 04-dic | 04-dic | 04-dic | 04-dic | | |

Tal y como veníamos comentando con anterioridad el origen de las variaciones en las concentraciones de estos metales constituye una incógnita, pues no se ha determinado aún la fuente o núcleo emisor. Es necesario prestar atención a su bioacumulación, por si superan niveles que justificasen hacer un seguimiento de sus concentraciones en la columna de agua.

Si se comparan los datos de muestras recolectadas antes de la construcción del puerto (SEMALL 8) con los de las tablas, es posible relacionar los datos de los metales cinc, cobre, níquel y cromo. Como norma general se detectan valores inferiores en la actualidad respecto a los valores expuestos en dicho informe. Se deben exceptuar los valores de cinc, que tanto para el 2018, 2019 y 2020, están por encima de los valores recogidos con anterioridad a la construcción del puerto. La referencia que se tomaba hasta ahora (primer muestreo realizado por el OAG en 2011) parece más restrictiva para el caso de los metales cinc y cobre, y menos para el caso del cromo y el níquel.

De las 5 estaciones muestreadas para el informe que la empresa Unelco encargó al SEMALL, únicamente dos se corresponden exactamente con el lugar de recolecta de erizos que se realiza actualmente. Son la estación “Escollera central” que se correspondería con la TGr06 “Embarcadero” y la estación “Punta de Vidrio” que sería la actual TGr12 “Tancón”. Los datos de estas estaciones, arrojan valores inferiores en la actualidad, a excepción del cinc y, puntualmente, en una de las mediciones, de níquel (TGr23 Montaña Roja = 7,74 mg/kg). Esta estación es la más alejada a la ubicación del puerto, en La Tejita. En las inmediaciones de esta

estación se realiza las descargas de los buques de queroseno para el aeropuerto de Tenerife Sur. Dicho combustible puede ser fuente de contaminación por emisión de metales pesados, especialmente plomo, mercurio y cadmio.

Para el 2020 no es posible comparar estaciones puesto que no hay datos suficientes por la pérdida de las gónadas enviadas y por la no presencia de erizos en muchas de las estaciones. Únicamente se podría comparar los valores de Zn como de Cu, que están en menor concentración en las dos estaciones determinadas en el 2020.

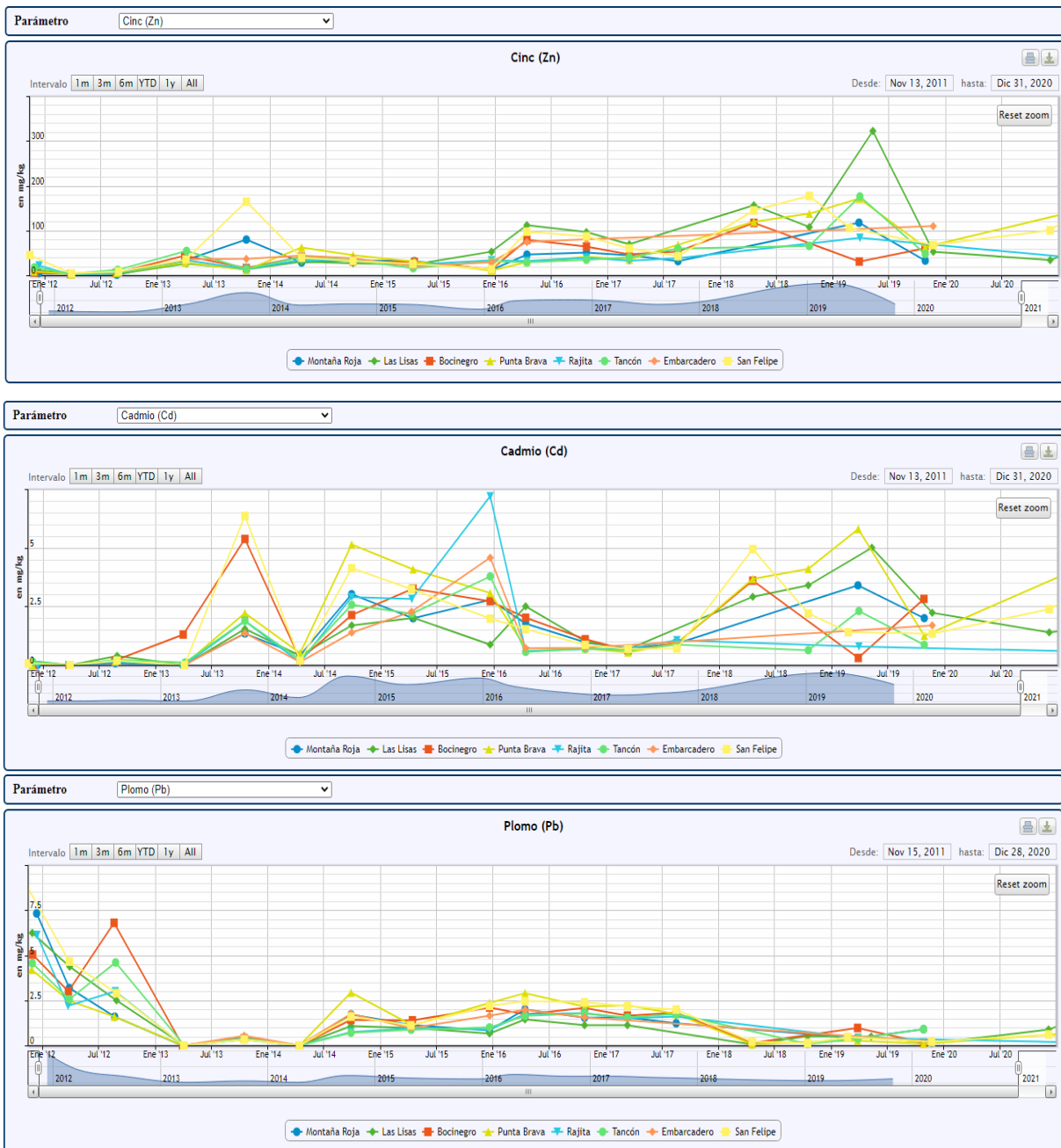
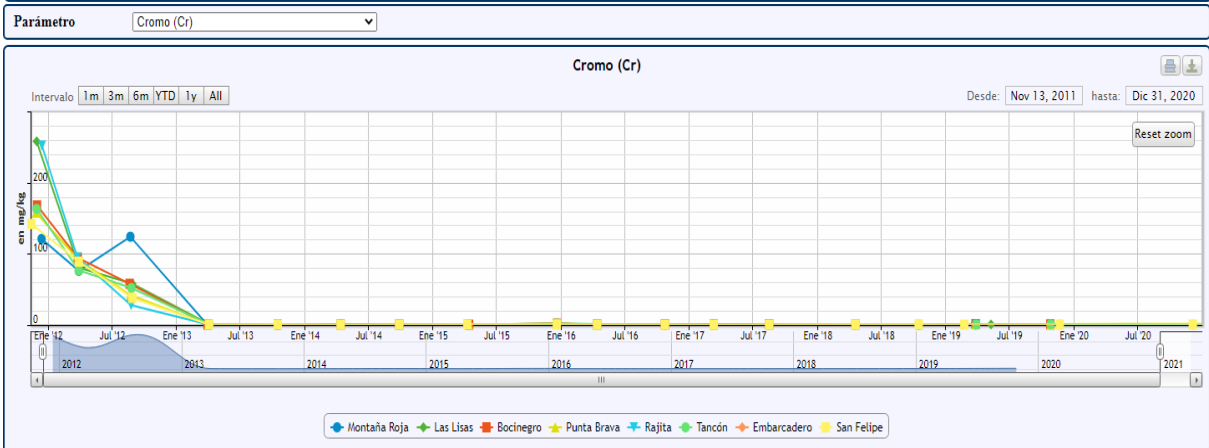
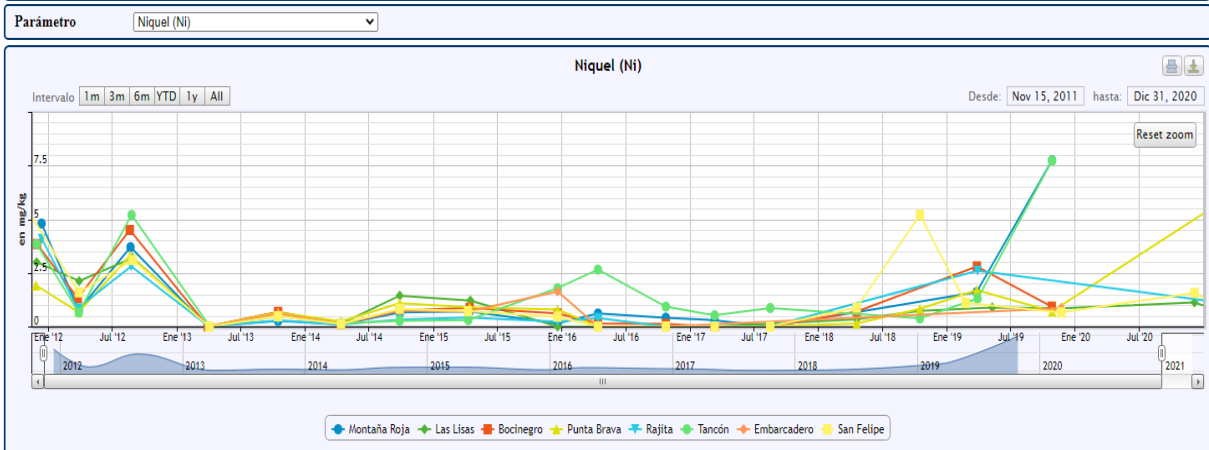
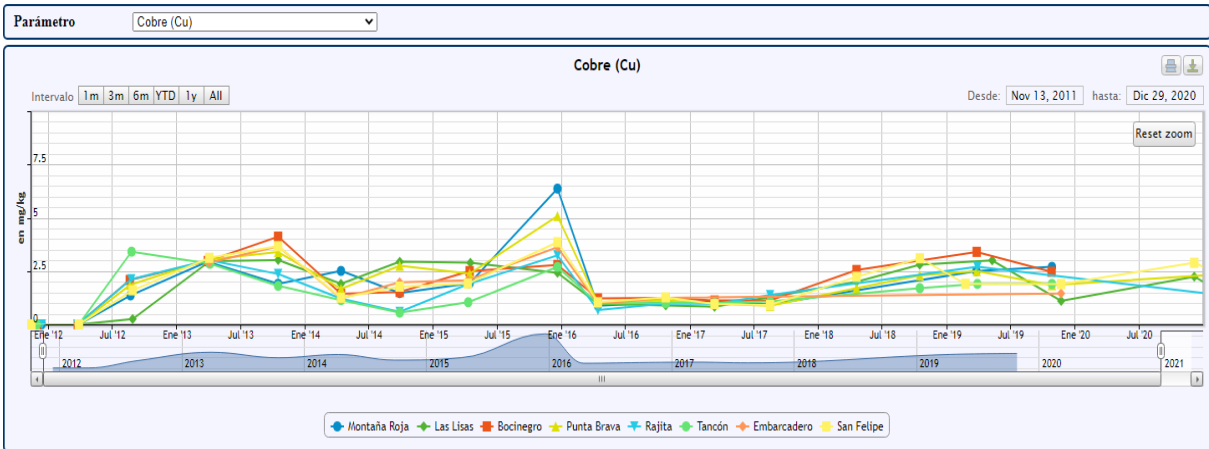


Figura 143. Evolución de la concentración de los distintos metales pesados en gónadas de *Diadema africanum* en la costa de Granadilla (2011-2020)



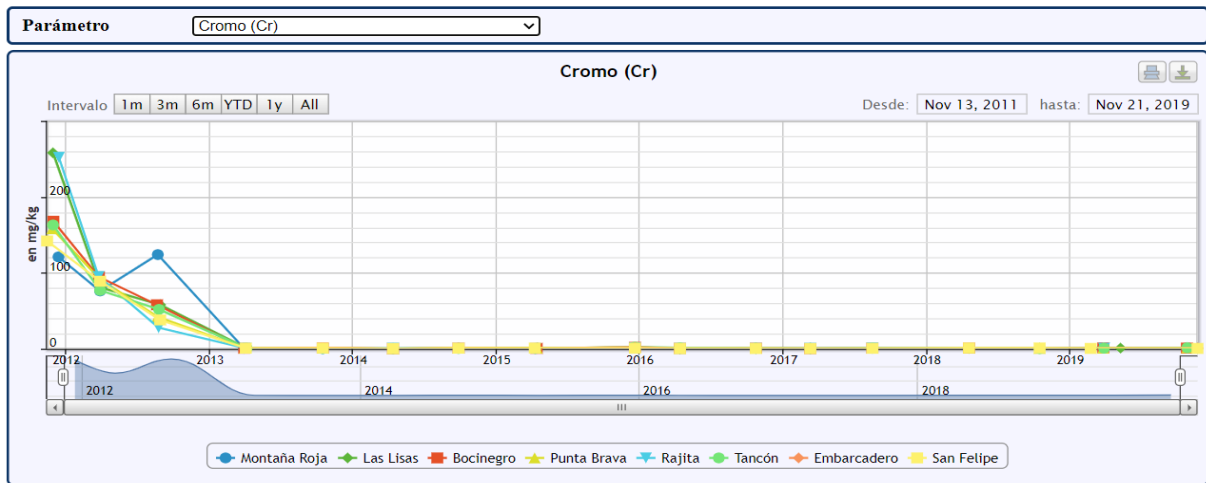


Figura 144. Evolución de la concentración de los distintos metales pesados en gónadas de Diadema africanum en la costa de Granadilla (2011-2020)

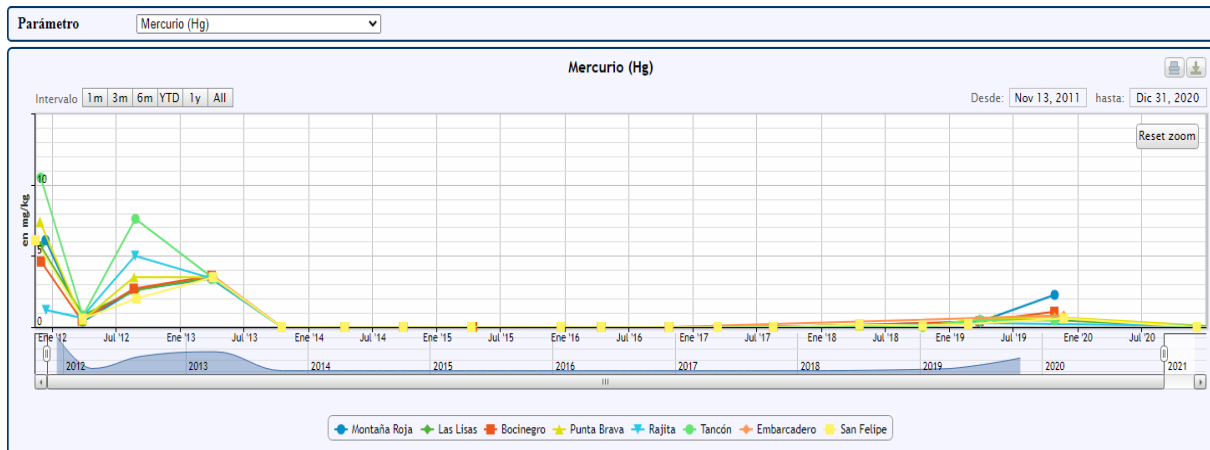


Figura 145. Evolución de la concentración de los distintos metales pesados en gónadas de Diadema africanum en la costa de Granadilla (2011-2020)

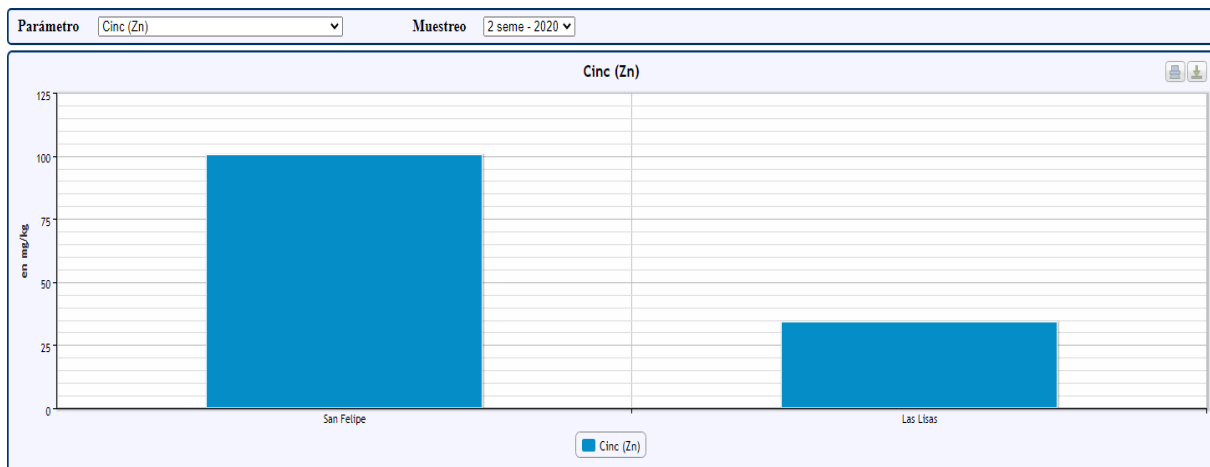


Figura 146. Concentración de Cinc en gónadas de Diadema africanum a lo largo de la costa de Granadilla. Segundo semestre 2020



3.6.11 Desarrollo del *maërl*

El control del *maërl* se ha venido realizando en cinco estaciones (TGr26, TGr27, TGr28, TGr29 y TGr35), 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 *maërl* en las imágenes. El 2015 se incorporaron dos focos de luz (>5.600 °K) para evitar este problema, y en el segundo semestre de 2016 las fotos se tomaron directamente mediante buceadores. Las algas coralináceas (género *Lithotamnion* y otros) que conforman el *maërl* 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 *maërl* en la costa de Granadilla, su eventual disminución repercutiría en toda la zona por su relevancia como fuente de bioclastos (arena *organógena*). Las estaciones TGr29 y TGr35 son las que presentan mejores calidades.

Los datos obtenidos en 2020 indican un mantenimiento general de las comunidades del *maërl* en todas las estaciones. Como hasta ahora, el estado de la estación TGr28 sigue siendo mejorable, ya que continúan los vertidos del emisario submarino que se encuentra a 400 m. El *bloom* de *Lyngbya sp.* no aparece en 2020. En muchas zonas, sirve de sustrato para especies como *Halophila decipiens*, *Caulerpa prolifera* e incluso *Cymodocea nodosa*, en estaciones más someras.

3.6.12 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.

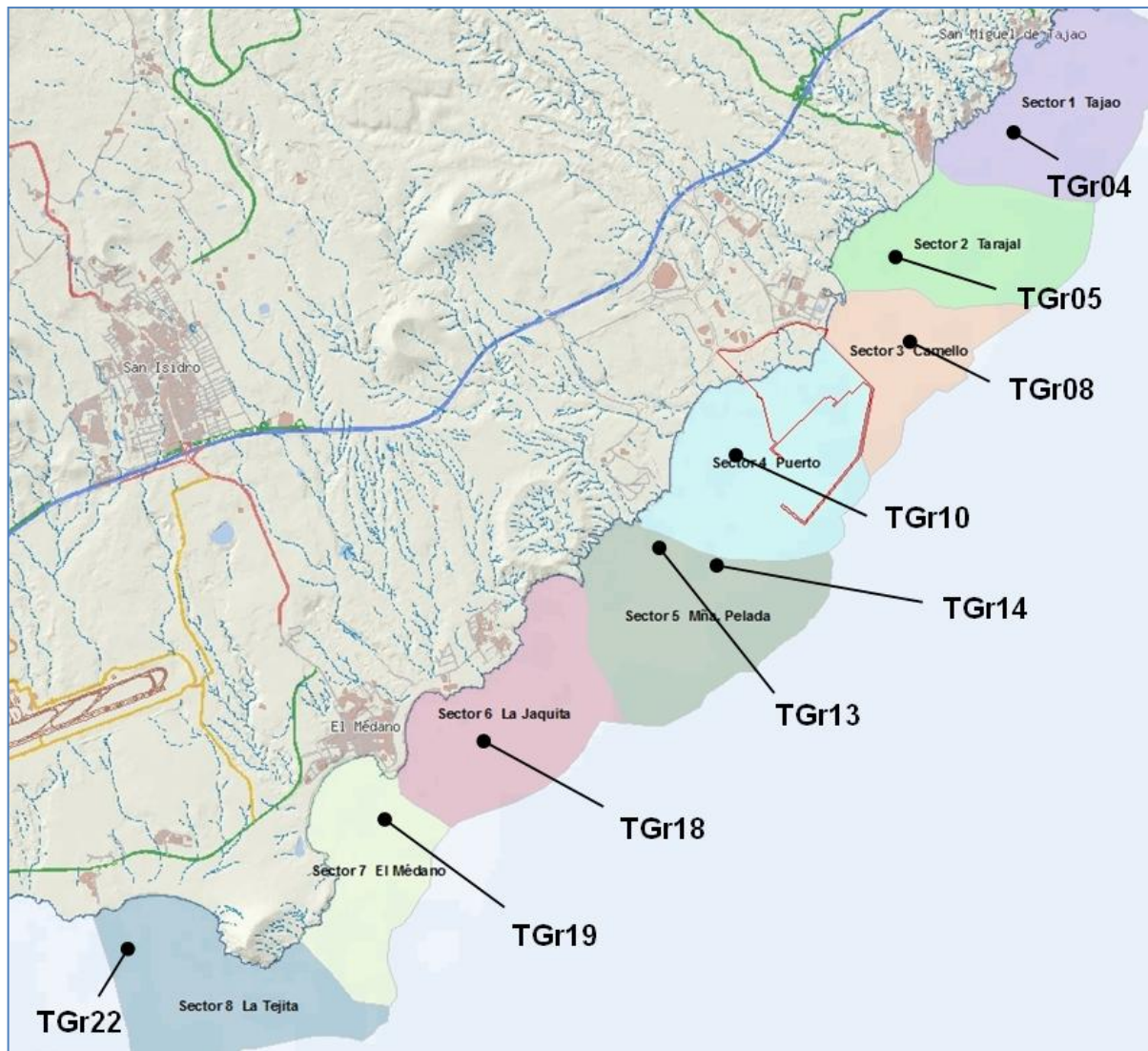


Figura 147. Estaciones de seguimiento del estado fisiológico de las sebas

Para hacer un seguimiento del estado de desarrollo de los sebales y conocer sus variaciones naturales y aquéllas atribuibles a las obras del puerto de Granadilla, se ha establecido una estación de muestreo en cada sector ambiental, a excepción del sector 5 “Montaña Pelada” donde se han ubicado dos estaciones (TGr13 y TGr14), junto al límite oriental de la ZEC Sebales del Sur de Tenerife (Figura 147). Tres estaciones (TGr18, TGr19, TGr22) caen dentro de esta área protegida.

La metodología usada se detalla 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 2020 tuvieron lugar en el mes de enero (invernal) y de septiembre y octubre (estival).

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 41 Tabla 41. Tipificación de los parámetros descriptivos del sebadal).



Tabla 41. Tipificación de los parámetros descriptivos del sebadal

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

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 coralináceas, 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, aproximadamente, 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.

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.

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 colapso¹⁰.

Tabla 42. 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 | 1.312 | 21,1 | 0,397 | 17,54 | 3 | 2 | 1 | 2 | 1 |
| TGr. 5 | 536 | 1.264 | 21,6 | 0,433 | 17,748 | 2 | 1 | 2 | 2 | 0 |
| TGr. 8 | 509 | 1.125 | 27,6 | 0,502 | 24,121 | 1 | 2 | 2 | 3 | -1 |
| TGr. 10 | 1.213 | 2.586 | 24,9 | 0,697 | 30,901 | 1 | 2 | 2 | 1 | 0 |
| TGr. 13 | 1.338 | 2.842 | 41,6 | 1,399 | 75,728 | 1 | 1 | 2 | 2 | 0 |
| TGr. 14 | 1.280 | 2.800 | 32,8 | 0,9 | 52,858 | 1 | 2 | 1 | 3 | -1 |
| TGr. 18 | 669 | 1.482 | 19,9 | 0,404 | 18,688 | 1 | 2 | 2 | 1 | 0 |
| TGr. 19 | 680 | 1.525 | 22,3 | 0,456 | 18,858 | 2 | 1 | 2 | 1 | 0 |
| TGr. 22 | 592 | 1.233 | 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. En la Tabla 42 se han incluido los datos del 2º semestre de 2011 que son los de referencia, y en la Tabla 43 se muestran los datos 2020, resaltándose en color verde los parámetros del periodo estival, que han aumentado respecto de su referente, y en color rojo, los que han disminuido.

Comparando la fase invernal de 2019 con la de 2020 (Tabla 43), se aprecia un aumento generalizado de casi todos los parámetros, en todas las estaciones, a excepción de la estación TGr05, en la que disminuyen todos. En las estaciones TGr13, TGr14, TG18 y TGr19 aumentan todos los parámetros de estudio, en la TGr04, todos menos la longitud foliar; y en la TGr08, todos, menos la densidad de haces.

¹⁰ 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,



Tabla 43. Parámetros descriptivos de las estaciones de sebadal en la costa de Granadilla, en 2020. Verde = aumenta; rojo=mengua respecto a septiembre de 2011; gris = cambio no significativo

| Ene. 2020 | Densidad de haces | Densidad de hojas | Altura hojas | Área foliar | Biomasa | Cobertura | Epifitismo | Vitalidad foliar | Sistema radicular | Balance sedimentario |
|----------------|-------------------|-------------------|--------------|-------------|---------|-----------|------------|------------------|-------------------|----------------------|
| TGr. 04 | 645,33 | 1.178,67 | 10,77 | 0,25 | 19,094 | 1 | 1 | 3 | 2 | 1 |
| TGr. 05 | 245,33 | 522,67 | 8,60 | 0,15 | 4,565 | 1 | 1 | 3 | 1 | 1 |
| TGr. 08 | 576 | 1002,67 | 10,87 | 0,31 | 12,508 | 1 | 1 | 3 | 2 | 1 |
| TGr. 10 | 704 | 1.210,67 | 12,17 | 0,31 | 17,254 | 1 | 1 | 3 | 2 | 1 |
| TGr. 13 | 1.578 | 2.602,67 | 14,85 | 0,52 | 55,794 | 2 | 1 | 3 | 3 | 1 |
| TGr. 14 | 1.376 | 1.984 | 13,69 | 0,50 | 36,634 | 1 | 1 | 3 | 2 | 1 |
| TGr. 18 | 1.050,67 | 1.637,33 | 12,59 | 0,34 | 15,705 | 2 | 1 | 3 | 3 | 1 |
| TGr. 19 | 1.024 | 1.712 | 14,12 | 0,5 | 43,113 | 2 | 1 | 3 | 3 | 1 |
| TGr. 22 | 741,33 | 1.098,67 | 16,80 | 0,59 | 25,918 | 1 | 1 | 3 | 3 | 1 |
| | | | | | | | | | | |
| Sep./oct. 2020 | Densidad de haces | Densidad de hojas | Altura hojas | Área foliar | Biomasa | Cobertura | Epifitismo | Vitalidad foliar | Sistema radicular | Balance sedimentario |
| TGr. 04 | 842,67 | 1.776 | 16,59 | 0,62 | 38,620 | 2 | 1 | 3 | 3 | 1 |
| TGr. 05 | 485,33 | 944 | 18,48 | 0,62 | 29,654 | 1 | 1 | 3 | 1 | 1 |
| TGr. 08 | 1.408 | 2.410,67 | 17,76 | 0,91 | 73,599 | 3 | 2 | 3 | 3 | 1 |
| TGr. 10 | 1.141,33 | 1.813,33 | 20,75 | 1,23 | 37,298 | 2 | 1 | 3 | 2 | 1 |
| TGr. 13 | 2.576 | 4.010,67 | 22,45 | 1,12 | 169,680 | 3 | 3 | 3 | 2 | 1 |
| TGr. 14 | 2.202,67 | 4.362,67 | 20,45 | 0,98 | 142,772 | 3 | 1 | 3 | 2 | 1 |
| TGr. 18 | 1.088 | 2.256 | 25 | 0,95 | 37,298 | 3 | 1 | 3 | 3 | 1 |
| TGr. 19 | 837,33 | 2.010,67 | 21,79 | 1 | 74,502 | 3 | 2 | 3 | 3 | 1 |
| TGr. 22 | 832 | 1.914,67 | 24,97 | 1,08 | 71,989 | 3 | 1 | 3 | 3 | 1 |

En el período estival destaca, por disminuir en todos los parámetros de control, la estación TGr10, al sur del puerto. Los parámetros densidad de haces y densidad de hojas, aumentan en las 3 estaciones al norte del puerto y en las limítrofes con la ZEC (TGr13 y TGr14). Las estaciones TGr18, TGr19 y TGr22, dentro de la ZEC, disminuyen en densidad de haces (y en densidad de hojas también la TGr19). Aunque se mantienen por encima de los valores de referencia, sus valores quedan lejos de los obtenidos en las épocas estivales de 2017 y 2018, donde se detectaron los valores más altos registrados en la serie temporal actual de estudio.

La recuperación de las estaciones TGr04, TGr05 y TGr10, sigue siendo patente. La estaciones TGr13 y TGr14 se mantienen con un estado muy bueno, mejorando incluso. Sin embargo, las estaciones ubicadas dentro de la ZEC siguen sufriendo decremento en algunos de los parámetros de estudio. Aunque, tal y como se mencionó, se mantienen en valores superiores a los de referencia, habrá que seguir esta evolución con mucho detenimiento.

Tabla 44. Tabla cromática comparando la situación invernal y estival de los años 2019 con 2020.
Verde = aumenta; rojo = disminuye; gris = cambio no significativo

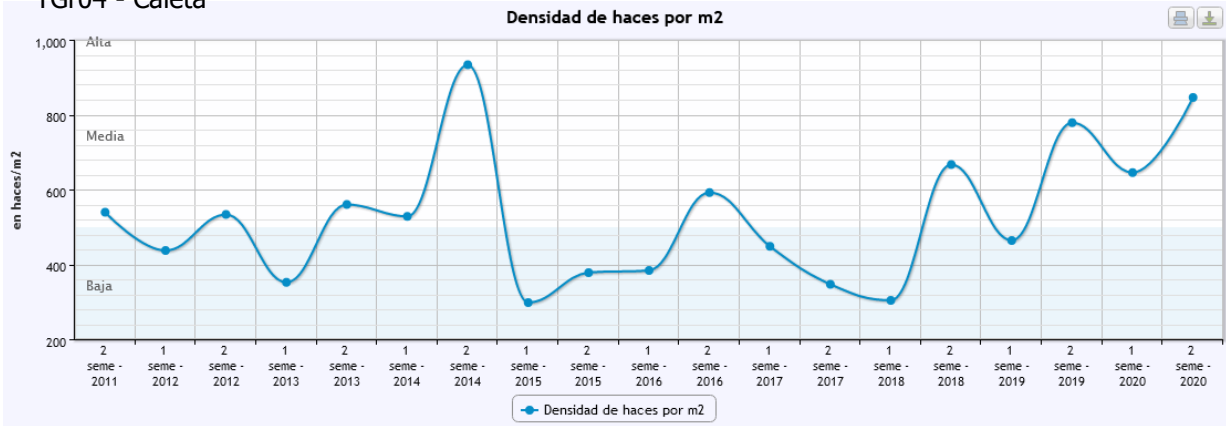
| INVIERNO | TGr04 | TGr05 | TGr08 | TGr10 | TGr13 | TGr14 | TGr18 | TGr19 | TGr22 |
|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Densidad de haces | ↑ | ↓ | ↓ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↓ |
| Densidad de hojas | ↑ | ↓ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↓ |
| Altura foliar | ↓ | ↓ | ↑ | ↓ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ |
| Longitud del peciolo | ↑ | ↓ | ↑ | ↓ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ |
| Área foliar | ↑ | ↓ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ |
| Biomasa foliar | ↑ | ↓ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↓ |
| VERANO | TGr04 | TGr05 | TGr08 | TGr10 | TGr13 | TGr14 | TGr18 | TGr19 | TGr22 |
| Densidad de haces | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↓ | ↓ | ↓ |
| Densidad de hojas | ↑ | ↓ | ↑ | ↓ | ↑ | ↑ | ↑ | ↓ | ↑ |
| Altura foliar | ↓ | ↑ | ↓ | ↓ | ↑ | ↓ | ↑ | ↓ | ↑ |
| Longitud del peciolo | ↓ | ↓ | ↑ | ↓ | ↑ | ↓ | ↑ | ↑ | ↓ |
| Área foliar | ↑ | ↑ | ↑ | ↓ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ |
| Biomasa foliar | ↓ | ↑ | ↓ | ↓ | ↑ | ↑ | ↓ | ↓ | ↓ |

Con respecto a las condiciones iniciales tomadas como referencia (Figuras 126 a 128), con respecto a las densidades de haces, parámetro más representativo, todas las estaciones presentan valores por encima de los iniciales, a excepción de las estaciones TGr05 y TGr10, con un ligero decremento.

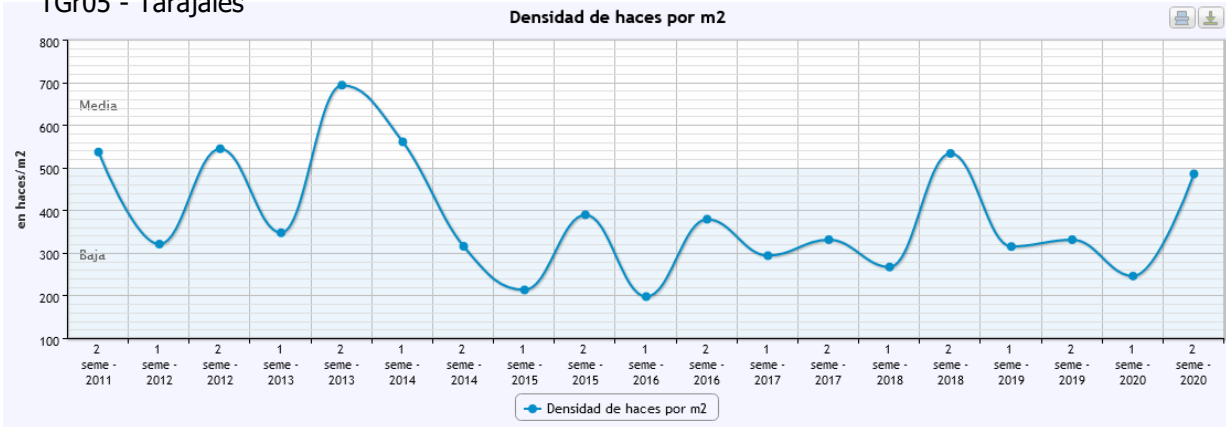
Las estaciones por encima del puerto y la que queda en la zona aplacerada, al sur del contradique, siguen siendo las que han sufrido mayores variaciones. Por encima del puerto, el sebadal se mantiene en muy buen estado, de forma generalizada, a cotas por debajo de los -10m, o por encima de los -20m. Entre estas dos profundidades, en las estaciones más próximas a la obra de abrigo, el sebadal únicamente está constituido por “islas” de seba, y *runners* que tratan de expandirse, por los canales de arena de la zona.



TGr04 - Caleta



TGr05 - Tarajales



TGr08 - Lajón

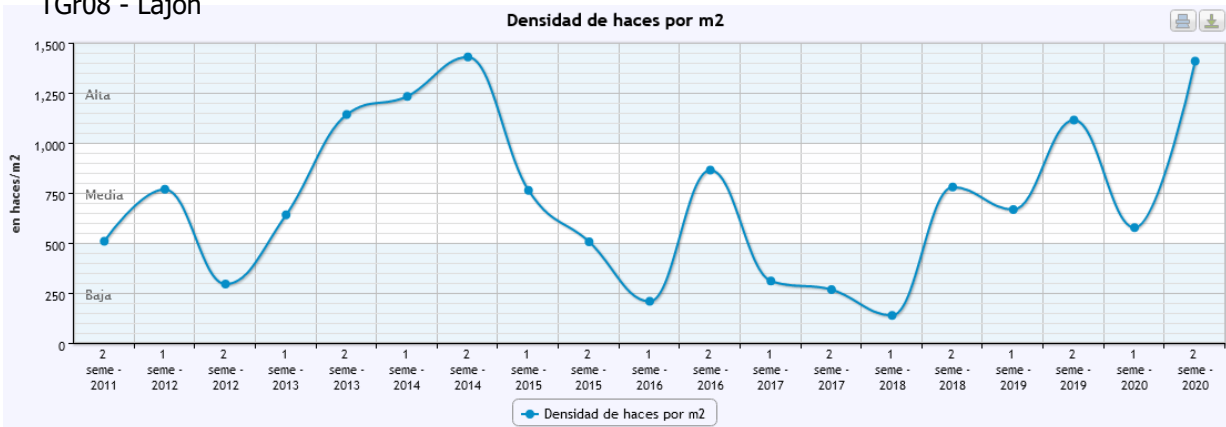


Figura 148. Evolución de la densidad de haces por m² en las estaciones al norte del Puerto

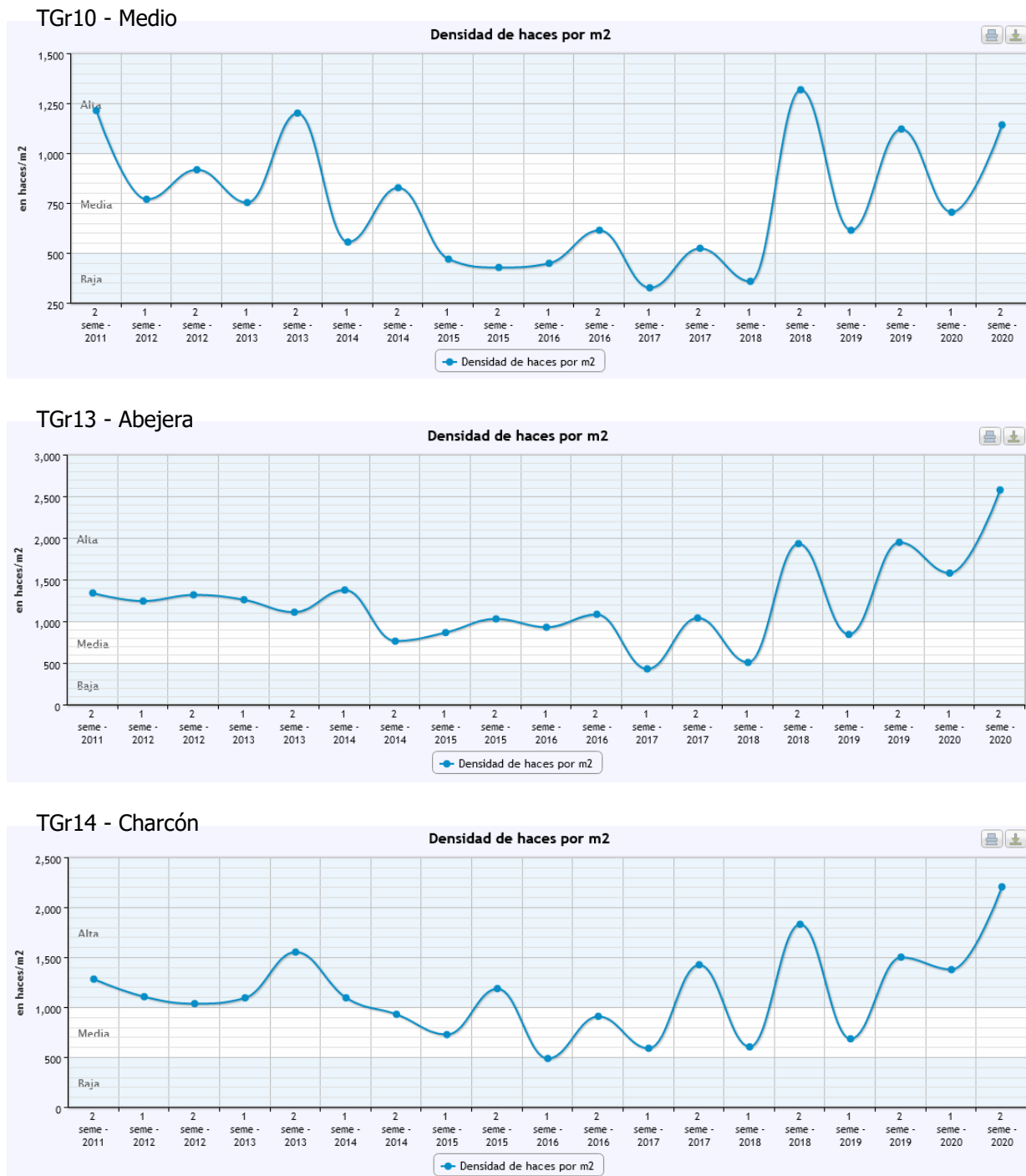


Figura 149. Evolución de la densidad de haces por m² en las estaciones próximas al sur del puerto

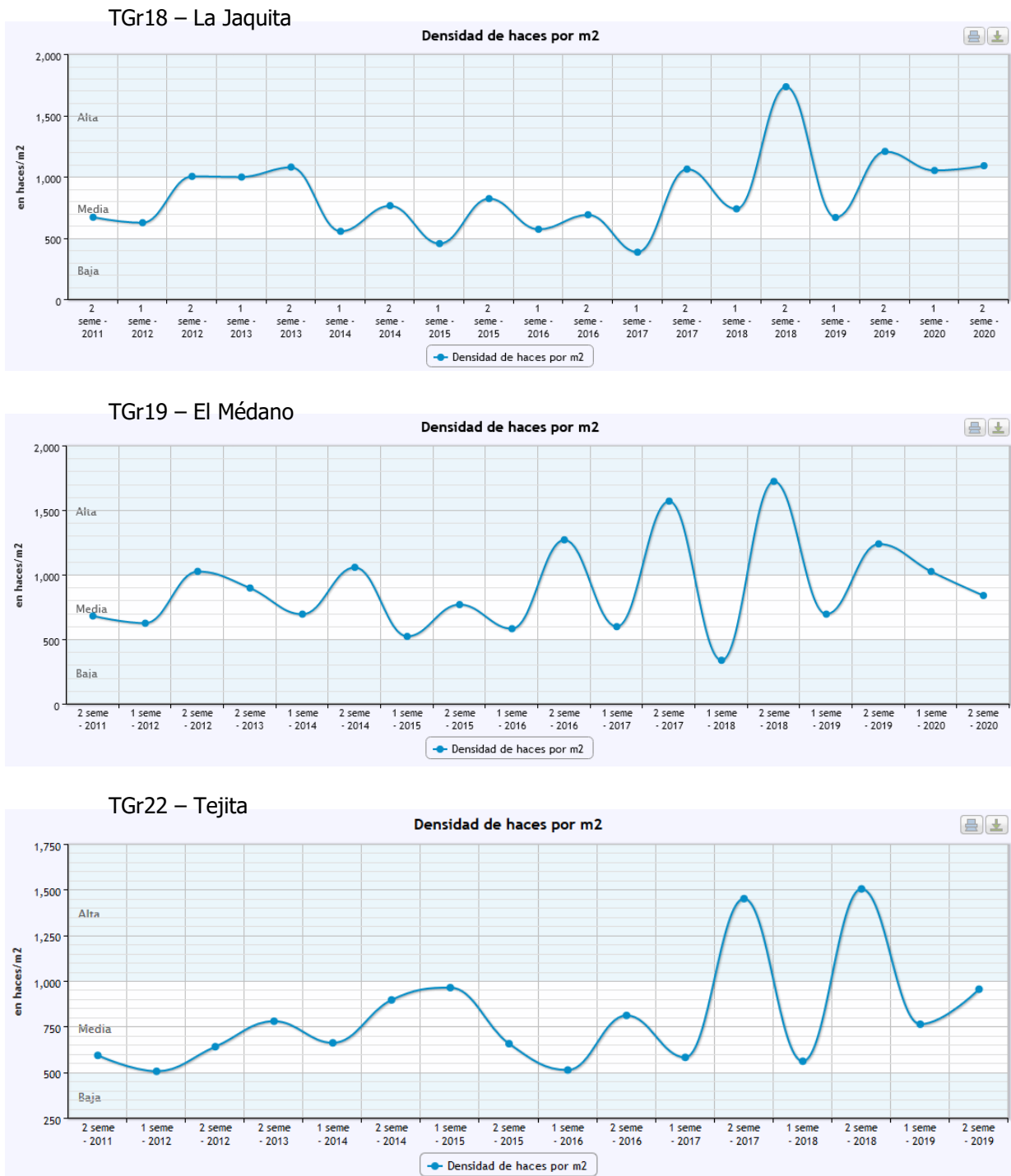


Figura 150. Evolución de la densidad de haces por m² en las estaciones de la ZEC

La biomasa foliar se continua analizando separadamente de la biomasa subterránea, formada por el rizoma y las raíces. En la Tabla 45 se muestran los resultados obtenidos para cada caso, la biomasa total y la relación entre ambas (índice A/B e índice RWR). El índice A/B varía entre

0,169-1,174 en invierno y 0,292-6,563 en verano. El índice RWR varía entre 0,201-0,551 en invierno y 0,043-0,608 en verano.

Tabla 45. Biomasa de la campaña de 2020 en gramos de peso seco/m² 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; RWR.- Relación biomasa epigea/total

| Estaciones | A | C | D | B | E | A/B | RWR | |
|---------------|-------|--------|--------|---------|---------|---------|-------|-------|
| Fase invernal | TGr04 | 19,094 | 51,818 | 47,303 | 99,121 | 118,215 | 0,193 | 0,400 |
| | TGr05 | 4,565 | 20,244 | 6,691 | 26,935 | 31,500 | 0,169 | 0,212 |
| | TGr08 | 12,508 | 36,647 | 29,453 | 66,101 | 78,609 | 0,189 | 0,375 |
| | TGr10 | 17,254 | 26,571 | 37,520 | 64,091 | 81,346 | 0,269 | 0,461 |
| | TGr13 | 55,794 | 37,601 | 23,516 | 61,117 | 116,910 | 0,913 | 0,201 |
| | TGr14 | 36,534 | 30,069 | 21,158 | 51,227 | 87,761 | 0,713 | 0,241 |
| | TGr18 | 15,705 | 38,263 | 42,111 | 80,374 | 96,079 | 0,195 | 0,438 |
| | TGr19 | 43,113 | 74,571 | 144,362 | 218,933 | 262,046 | 0,197 | 0,551 |
| | TGr22 | 25,918 | 11,777 | 10,300 | 22,077 | 47,995 | 1,174 | 0,215 |

| Estaciones | A | C | D | B | E | A/B | RWR | |
|--------------|-------|---------|--------|---------|---------|---------|-------|-------|
| Fase estival | TGr04 | 38,620 | 32,924 | 38,440 | 71,364 | 109,983 | 0,541 | 0,350 |
| | TGr05 | 29,654 | 51,378 | 16,143 | 67,521 | 97,175 | 0,439 | 0,166 |
| | TGr08 | 73,599 | 48,576 | 70,926 | 119,502 | 193,101 | 0,616 | 0,367 |
| | TGr10 | 37,298 | 22,757 | 24,206 | 46,964 | 84,262 | 0,794 | 0,287 |
| | TGr13 | 169,680 | 17,428 | 8,426 | 25,854 | 195,534 | 6,563 | 0,043 |
| | TGr14 | 142,772 | 27,422 | 24,046 | 51,469 | 194,241 | 2,774 | 0,124 |
| | TGr18 | 63,751 | 28,017 | 36,423 | 64,441 | 128,191 | 0,989 | 0,284 |
| | TGr19 | 74,502 | 54,617 | 200,245 | 254,862 | 329,364 | 0,292 | 0,608 |
| | TGr22 | 71,989 | 30,866 | 24,107 | 54,972 | 126,961 | 1,310 | 0,190 |

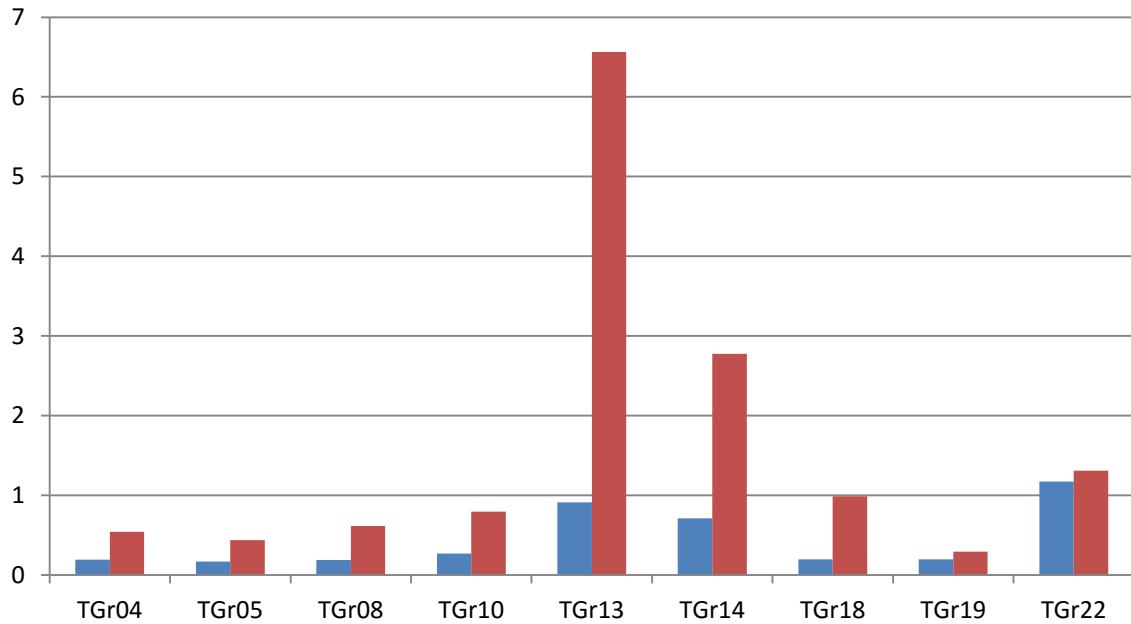


Figura 151. Relación de masa epigea/hipogeal (A/B) de seba según las estaciones a lo largo de la costa de Granadilla en invierno (azul) y verano (rojo) de 2020

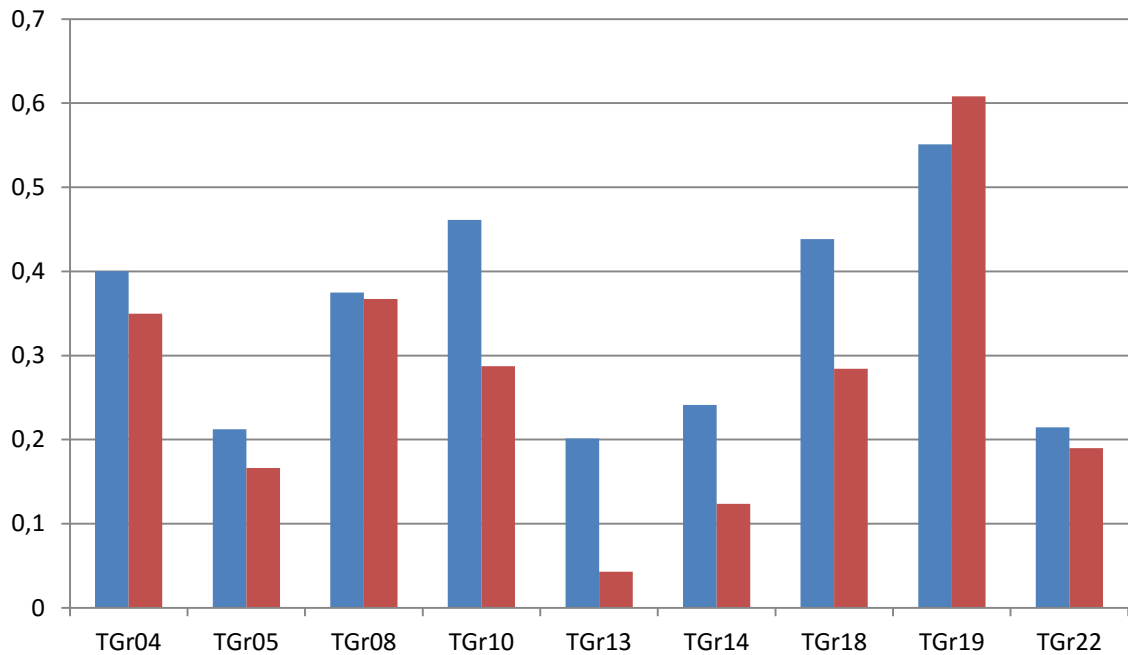


Figura 152. Relación de masa epigea/total (RWR) de seba según las estaciones a lo largo de la costa de Granadilla en invierno (azul) y verano (rojo) de 2020

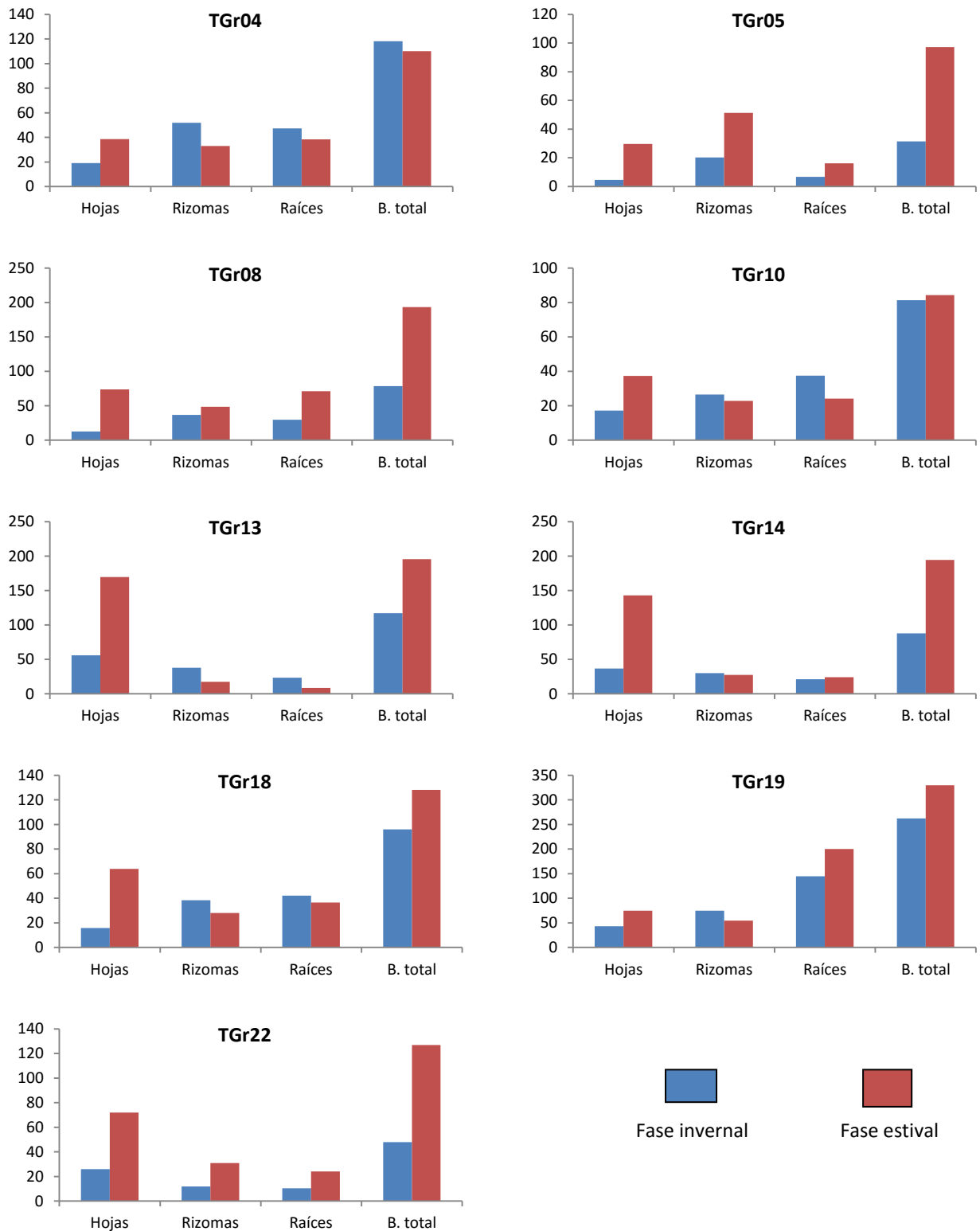
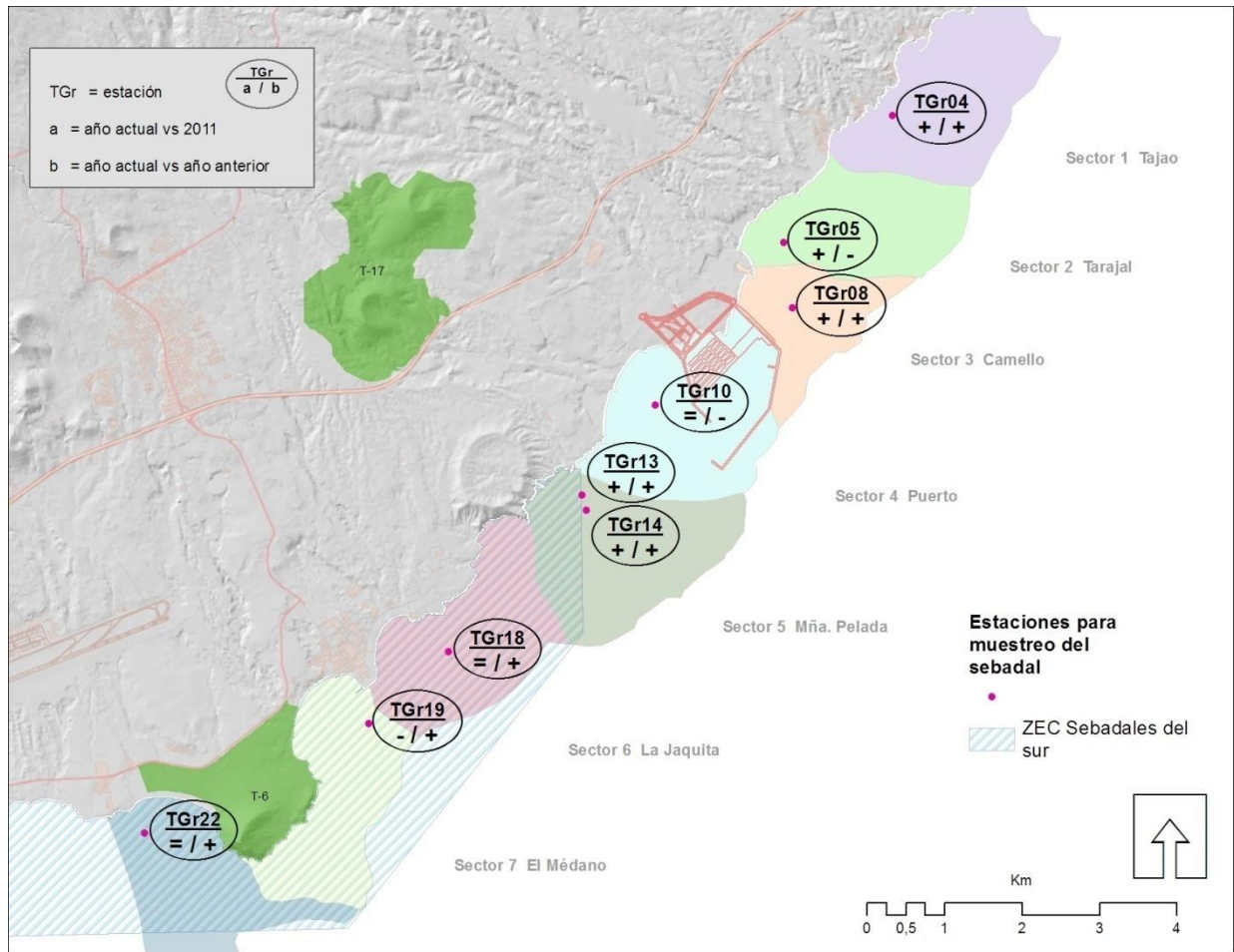


Figura 153. Biomasa (gramos de peso seco/m²) en las estaciones a lo largo de la costa de Granadilla



3.6.13 Evaluación general del sebadal

El mapa adjunto (Figura 154) muestra la valoración general de la situación de los sebadales en relación con la situación de referencia. En 2012 los sectores 3 y 4 habían disminuido, y en 2013 eran donde el sebadal 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.



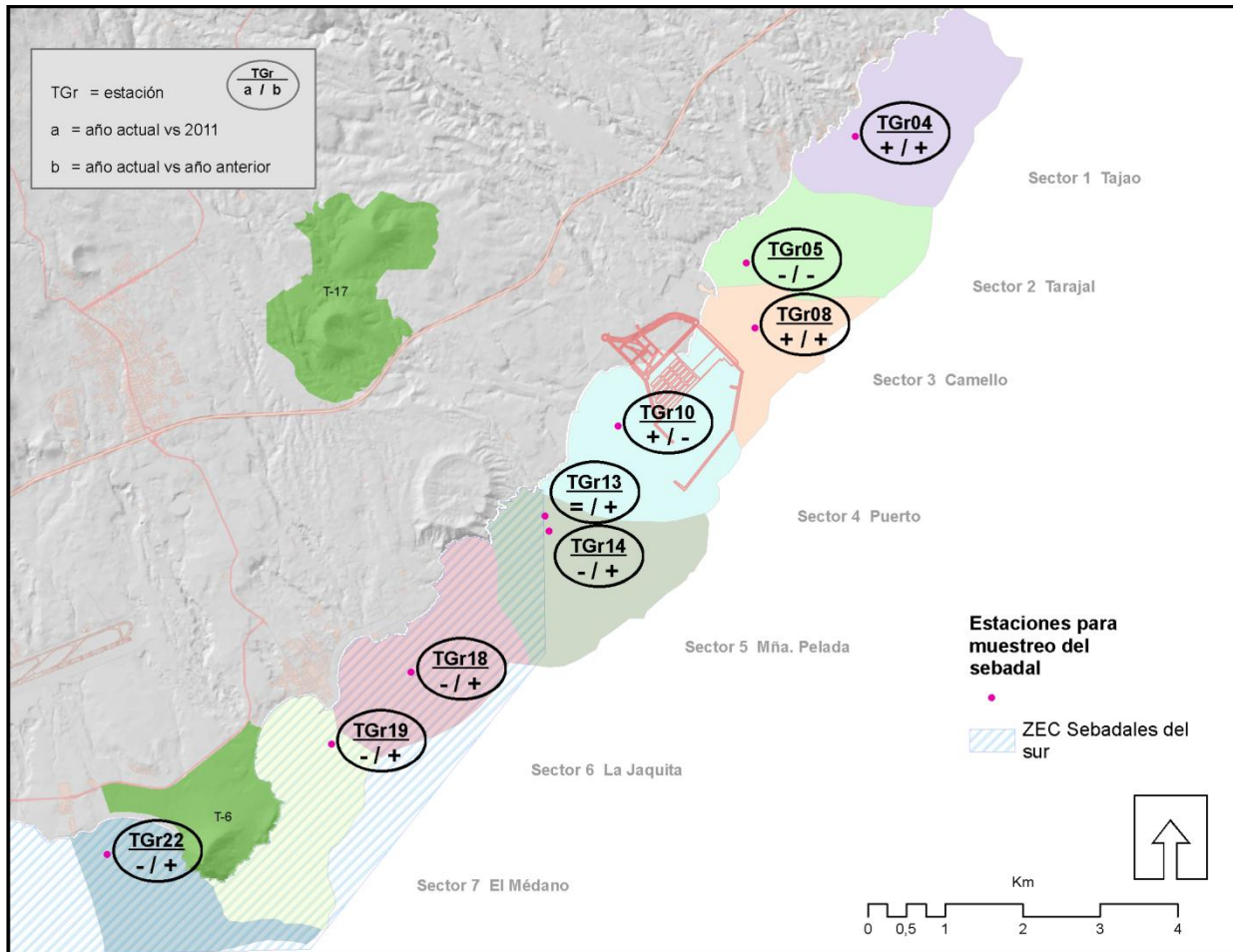


Figura 154. Valoración general de los sebadales por sectores de la costa expresando con signos (+, -, =) la situación de 2020 en relación al 2019 / y la situación de 2020 en relación con 2011 (referencia)

En 2020, todas las estaciones, salvo la TGr19, dentro de la ZEC, se mantienen con respecto a las condiciones iniciales tomadas como referencia, con valores medios de muchos de los parámetros de control por encima de los iniciales.

Con respecto al año pasado, de forma generalizada, todas las estaciones presentan un incremento en los parámetros de estudio, salvo la TGr05 y la TGr10, que disminuyen en muchos de ellos.

3.6.14 Evaluación general de la biodiversidad

Los sectores La Tejita, El Médano, La Jaquita y Montaña Pelada se continúan valorando como “favorables mantenidos”. Se mantiene esta calificación por los parámetros generales, pero habrá que vigilar de cerca la evolución del sebadal, al estar dentro de la ZEC los 4 sectores, especialmente la estación TGr19 y alrededores. El sector intrapuerto sigue siendo valorado como “parcialmente destruido” porque se tiene en cuenta el efecto arrecife como positivo, que atrae gran cantidad de animales pelágicos y demersales. Sin embargo, la presencia del coral potencialmente invasor *Macrorhynchia philippina* y *Carijoa* y la degradación del fondo hace

que obtenga esta calificación. El sector Puerto es catalogado como “desfavorable sin cambios”, ya que se mantiene la situación del año anterior, aunque la recuperación de la seba es patente. Los sectores Tarajal y Tajao han sido catalogados como “favorable recuperada”, ya la mejoría observada en ellos es importante, llegando a las condiciones normales de la zona. La expansión del coral *M. philippina* ha sido tenida también en cuenta a la hora de obtener esta clasificación, ya que al norte del puerto se observan muy pocos ejemplares (Figura 155).

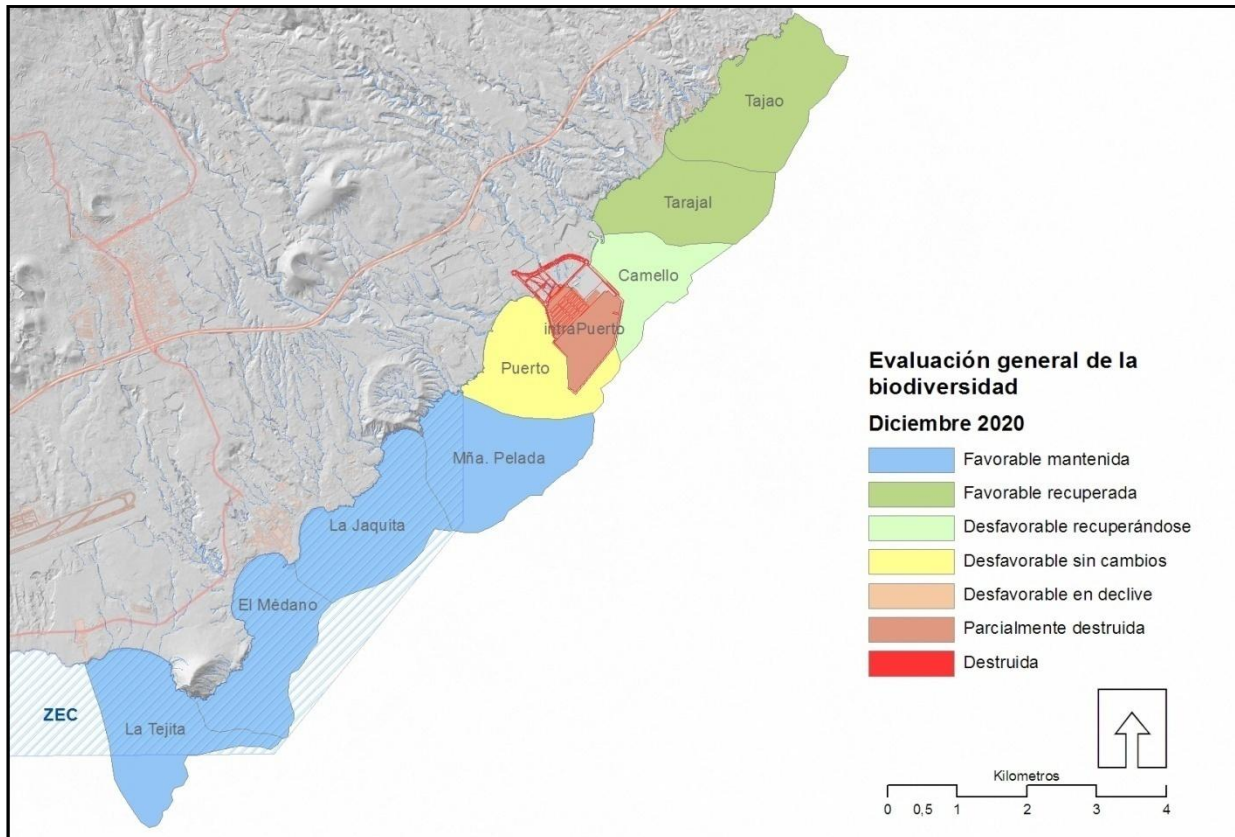


Figura 155. Valoración general de la biodiversidad de 2020

3.6.15 Evaluación del estado de conservación de la ZEC ES7020116

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 156. 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, mientras que 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. Requiere atención la disminución de la cobertura del sebadal en la zona de la ZEC estudiada, a pesar de haberse dado en ella las densidades mayores registradas hasta ahora.

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, y:

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 buen 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 en la zona más próxima al 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. Interesa saber si esta reducción marca tendencia o no.
- Año 2017 **Favorable mantenido:** Los parámetros analizados se mantienen dentro de la normalidad, aunque continúan los valores altos en fosfatos y metales pesados, sin superar los valores que suponen un peligro para el medio ambiente. Los seabadales de la ZEC han perdido en cobertura pero ganado en densidad, obteniéndose en la campaña estival de 2017 los valores más altos hasta ahora registrados en las tres estaciones que se ubican dentro de ésta. La valoración del año pasado concluyó (ver más arriba) con que habría que ver si la reducción marcaba tendencia o no. Obviamente no marca tendencia, denotando una vez más la compleja dinámica del seabadal.



Año 2018 **Favorable mantenido:** Los parámetros analizados se mantienen dentro de la normalidad, aunque continúan los valores altos en metales pesados en algunas estaciones del norte (TGr14, TGr18, TGr19 y TGr22 para el níquel (ICQ/ERL) y TGr14, TGr18 y TGr22 para el arsénico (ICQ/ERL). Los seabadales de la zona han ganado en cobertura y densidad, no habiendo sido, a priori, afectados por la presencia de los *blooms* algales.

Año 2019 **Favorable mantenido:** Los parámetros analizados se mantienen dentro de la normalidad, aunque continúan los valores altos en algunos metales pesados, sin superar los valores que suponen un peligro para el medio ambiente. El seabadal por encima del puerto y la que queda en la zona aplacerada, al sur del contradique, es el que ha sufrido mayores variaciones. Por encima del puerto, el seabadal se mantiene en muy buen estado, de forma generalizada, a cotas por debajo de los -10m, o por encima de los -20m. Entre estas dos profundidades, en las estaciones más próximas a la obra de abrigo, el seabadal únicamente está constituido por “islas” de seba, y *runners* que tratan de expandirse, por los canales de arena de la zona. La zona aplacerada al sur del contradique, en función de la tasa de renovación del agua circundante y de los “tiempo sur”, varía bastante, aunque ha sufrido una notable mejoría. El seabadal de la ZEC, aunque disminuye en algunos parámetros con respecto al año anterior, se mantiene en buen estado.

Año 2020 **Favorable mantenido:** Los parámetros analizados se mantienen dentro de la normalidad, aunque continúan los valores altos en algunos metales pesados, sin superar los valores que suponen un peligro para el medio ambiente. Aunque queda fuera de la ZEC, el seabadal por encima del puerto se ha recuperado considerablemente. El seabadal en la zona de influencia del puerto, dentro de la ZEC se mantiene en muy buen estado, aunque los parámetros de los alrededores de la estación TGr19 han disminuido, observándose valores de verano por debajo de los de invierno; hecho éste hasta ahora nunca producido en ninguna estación de Granadilla.

4 RECOMENDACIONES

En la vigilancia en fase operativa del puerto se mantiene el mismo esquema de reporte en vivo que se adoptó para la fase de obra, consistente en ir mostrando en la página web del OAG (www.oag-fundacion.org) los resultados según se van obteniendo, así como cualquier comentario o eventual alerta. Luego, a final de año, se realiza un compendio en un informe único en formato escrito.

Dicho informe ha de recoger las recomendaciones hechas del OAG –o nuevas si las hubiere– para mitigar o eludir eventuales impactos negativos del puerto, así como las eventuales modificaciones que convenga introducir para mejorar la propia vigilancia ambiental, y que habrán de ser aprobadas por la Autoridad Portuaria, que es la titular de la competencia administrativa de la vigilancia ambiental. En la presente ocasión, son las siguientes:

- 1) **Punto 3.2.5. Mitigación lumínica:** el puerto cuenta con sus propias medidas de mitigación lumínica, pero las plataformas petrolíferas y otros grandes buques que atracan mantienen toda la noche una importante cantidad de luces encendidas. Dada la envergadura y la altura de muchas de estas embarcaciones, la contaminación lumínica es importante. Por ello, debería usar las mínimas imprescindibles, especialmente en los meses de septiembre a diciembre, periodo en el cual los pollos de pardela vuelan al mar. Tal y como se refleja en el informe, hay embarcaciones que cumplen con las indicaciones dadas por la Autoridad Portuaria, y hay otras que no, por lo que se incidirá sobre éstas.
- 2) **Punto 3.6.6 Perfiles y cartografía bionómica:** dada las cambiantes condiciones meteorológicas y su influencia sobre la calidad de las imágenes de satélite, se procederá cada año a realizar comprobaciones in-situ de las comunidades bentónicas necesarias para calibrar la interpretación automatizada de las imágenes, tanto mediante pequeños transectos, como mediante puntos concretos de muestreo. Como las nuevas imágenes adquiridas son del satélite WW3, ha sido necesario adaptar los algoritmos de interpretación del WW2 a este nuevo satélite. El nuevo software de interpretación estará operativo a finales de 2021, por lo que en el próximo informe anual, se llevará a cabo un estudio en exclusiva de las imágenes de satélite obtenidas con los nuevos algoritmos.
- 3) **Punto 3.4.3 Nivel medio del mar y oleaje.** Se vuelve a instar a la Autoridad Portuaria a reponer lo antes posible el mareógrafo de Granadilla, necesario, entre otras cosas, para la correcta elaboración de los mapas y perfiles bionómicos y batimétricos.



EN SANTA CRUZ DE TENERIFE, A 25 DE OCTUBRE DE 2021

Dr. José María Espinosa Gutiérrez

EL EQUIPO DE TRABAJO:

Dr. José María Espinosa Gutiérrez
Biólogo marino

Víctor Barrios Padilla
Biólogo marino

Ninoska Adern Febles
Bióloga marina

José Andrés Sevilla Hernández
Experto GIS



Índice de tablas

| | |
|---|-----|
| Tabla 1. Especies avistadas durante las últimas campañas de tortuga boba T = Tenerife, C = Gran Canaria y F = Fuerteventura | 14 |
| Tabla 2. Valores de referencia para el ruido. El OAG emplea un sonómetro Cesva SC160 (tipo2)..... | 23 |
| Tabla 3. Veces que se supera el máximo nivel de presión sonora (1 minuto /quincena) en 2019 y 2020..... | 24 |
| Tabla 4. Datos obtenidos con cálculos para los años 2017, 2018, 2019 y 2020 y el acumulado | 35 |
| Tabla 5. Media de la velocidad de la corriente según cuadrante y la residual ponderada, medida en la boya de Granadilla en el periodo 2016 – 2019..... | 39 |
| Tabla 6. Evolución de la corriente residual en la boya de Granadilla | 40 |
| Tabla 7. Estacas de 0 a 4 en cada una de las estaciones de control. | 49 |
| Tabla 8. Retranqueo de la línea de playa por metro de desnivel de marea y evolución de su desplazamiento neto en los extremos sur y norte registrados entre el 2 de febrero 2013 y el 4 de septiembre 2020 con respecto a julio de 2011 | 59 |
| Tabla 9. Ángulos de basculamiento. Valores positivos en el sentido de las agujas de reloj. En Pelada se considera solo una alineación (extremo Sur)..... | 66 |
| Tabla 10. Campañas de muestreo..... | 81 |
| Tabla 11. Valores oceanográficos | 81 |
| Tabla 12. Valores de Temperaturas medias, máximas y mínimos obtenidos en las distintas anualidades..... | 82 |
| Tabla 13. Valores de pH medios, máximos y mínimos obtenidos en las distintas anualidades | 83 |
| Tabla 14. Evolución de la concentración de clorofila a en la costa de Granadilla | 86 |
| Tabla 15. Hidrocarburos aromáticos policíclicos, herbicidas, plaguicidas y otras sustancias de nueva determinación en aguas. | 90 |
| Tabla 16. Resumen del análisis de sedimentos de la costa de Granadilla: 2015-2020. Se resaltan en rojo los valores que se han incrementado con respecto al año anterior | 106 |
| Tabla 17. Evolución de la concentración de materia orgánica en sedimentos a en la costa de Granadilla. | 108 |
| Tabla 18. Evolución de la concentración de hidrocarburos totales (HCT) en sedimentos en la costa de Granadilla. | 108 |
| Tabla 19. Evolución de la concentración de nitrógeno total en sedimentos en la costa de Granadilla. | 109 |
| Tabla 20. Evolución de la concentración de fósforo total (mg/kg) en sedimentos en la costa de Granadilla | 110 |
| Tabla 21. Evolución de la concentración de fosfatos (mg/kg) en sedimentos en la costa de Granadilla. | 111 |
| Tabla 22. Concentraciones de fósforo total y fosfatos en sedimentos por estación de 2018, 2019 y 2020 (mg/kg). | 112 |
| Tabla 23. Resumen de metales pesados en sedimentos de la costa de Granadilla, 2014-2020 | 113 |
| Tabla 24. Valores recomendados en las “Guías canadienses de calidad de los sedimentos marinos para la protección de la vida acuática” (CCME, 1995)..... | 119 |
| Tabla 25. Resumen de valores de metales pesados en sedimentos en las distintas estaciones. Granadilla 2018..... | 120 |
| Tabla 26. Resumen de valores de metales pesados en sedimentos en las distintas estaciones. Granadilla 2019..... | 121 |
| Tabla 27. Resumen de valores de metales pesados en sedimentos en las distintas estaciones. Granadilla 2020..... | 121 |
| Tabla 28. Campaña de peces litorales (demersales) en la costa de Granadilla (2020) | 135 |
| Tabla 29. Muestreo de especies bentónicas indicadoras de los principales hábitats en la costa de Granadilla en 2020 | 138 |
| Tabla 30. Régimen trófico de las especies de poliquetos encontradas en Granadilla con tamiz de 0,5 mm | 141 |
| Tabla 31. Muestreo de poliquetos en sedimentos (tamiz 0,5 mm) en Granadilla: 2011 y 2016..... | 143 |
| Tabla 32. Muestreo de poliquetos en sedimentos (tamiz 0,5 mm) en Granadilla: 2017 a 2020..... | 143 |
| Tabla 33. Tipos de hábitats bentónicos y su código | 148 |
| Tabla 34. Extensión de las distintas clases para el sebadal según síntesis por teledetección (En hectáreas) | 169 |
| Tabla 35. Extensión y diferencias anuales (2016 a 2019 en Ha) de las clases de comunidad de <i>Cymodocea</i> | 172 |
| Tabla 36. Contaminación en gónadas de <i>Diadema africanum</i> en la costa de Granadilla, año 2018 (Verde = decremento; Rojo = incremento, respecto del valor registrado en año anterior) | 179 |
| Tabla 37. Contaminación en gónadas de <i>Diadema africanum</i> en la costa de Granadilla, año 2019 (Verde = decremento; Rojo = incremento, respecto del valor registrado en año anterior) | 180 |



| | |
|---|-----|
| Tabla 38. Contaminación en gónadas de <i>Diadema africanum</i> en la costa de Granadilla, año 2020 (Verde = decremento; Rojo = incremento, respecto del valor registrado en año anterior) | 180 |
| Tabla 39. Tabla con valores obtenidos en periodo de 2008. Fuente: SEMALL (2011). <i>Informe "Control de vertidos del medio receptor - Características químicas de los efluentes líquidos y del medio marino receptor (Granadilla, Tenerife). La Laguna, Tenerife.</i> | 181 |
| Tabla 40. Valores pico obtenidos para los distintos metales en muestreos de 2019 y 2020 | 184 |
| Tabla 41. Tipificación de los parámetros descriptivos del sebadal | 190 |
| Tabla 42. Estado de referencia de sebadal en la costa de Granadilla, fase estival (noviembre 2011) | 191 |
| Tabla 43. Parámetros descriptivos de las estaciones de sebadal en la costa de Granadilla, en 2020. Verde = aumenta; rojo=mengua respecto a septiembre de 2011; gris = cambio no significativo | 192 |
| Tabla 44. Tabla cromo analítica comparando la situación invernal y estival de los años 2019 con 2020. Verde = aumenta; rojo = disminuye; gris = cambio no significativo | 193 |
| Tabla 45. Biomasa de la campaña de 2020 en gramos de peso seco/m ² 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; RWR.- Relación biomasa epigea/total | 197 |

Índice de figuras

| | |
|--|----|
| Figura 1. Modelo ambiental del puerto de Granadilla..... | 6 |
| Figura 2. Parte de la canalización de pluviales perimetral (8 de mayo de 2020) | 7 |
| Figura 3. Porcentaje de obra realizada a final de año 2020..... | 8 |
| Figura 4. Comienzo del relleno del viario básico del puerto. Al fondo, el cargadero del contradique | 8 |
| Figura 5. Ubicación del depósito de arena y punto de vertido de la alternativa adoptada..... | 10 |
| Figura 6. Punta Brava de la Cueva del Trigo | 11 |
| Figura 7. ES7020128 Sebadales de Antequera (izquierda) y ES7011005 Sebadales de Güí-Güí (derecha)..... | 13 |
| Figura 8. Mapa de las tres áreas de muestreo establecidas en el archipiélago. Se muestran los polígonos creados considerando una distancia desde tierra de 3mn (polígono menor) y 6mn (polígono mayor)..... | 14 |
| Figura 9. Camión vertiendo el 3 de junio de 2020 | 19 |
| Figura 10. Relleno de la explanada provisional, paralela al futuro viario (julio de 2020) | 19 |
| Figura 11. Polvaredas de considerables dimensiones durante los trabajos de relleno de la explanada principal del puerto (agosto de 2020) | 20 |
| Figura 12. Polvaredas generadas durante la separación de los áridos (agosto de 2020) | 21 |
| Figura 13. Playa colindante con polvo fino proveniente de la obra. Desde octubre de 2020 se puede considerar limpia de éste (septiembre de 2020) | 21 |
| Figura 14. Extracto de lo informado en la web del OAG..... | 22 |
| Figura 15. Estaciones de medición de partículas en suspensión (GrAT) y de ruido (Er)..... | 23 |
| Figura 16. Medición del ruido diario en 2020 (1 minuto cada quincena) en las tres estaciones ER | 25 |
| Figura 17. Ejemplo de mitigación lumínica correcta (izquierda) e incorrecta (derecha) | 27 |
| Figura 18. Acumulación en el contradique de pumitas (piedra pómez) tras los vertidos (con vientos del Noreste) | 29 |
| Figura 19. Acumulación en el pantalán de servicio de pumitas (piedra pómez) tras los vertidos (con vientos del Sureste)..... | 30 |
| Figura 20. Pesquero cogiendo carnada mediante red de cerco en el contradique | 31 |
| Figura 21. Windsurfistas cruzando la bocana (Febrero de 2020)..... | 32 |
| Figura 22. Acopio de callaos en su ubicación actual (Febrero de 2020)..... | 33 |
| Figura 23. Franja de transporte eólico de arenas desde la bahía de El Médano | 34 |
| Figura 24. Rosa anual de corrientes en la boya de Granadilla. La rosa de corrientes de 2019 y 2020 se presenta en otro formato por adaptación del software de salida del gráfico en tiempo real | 38 |
| Figura 25. Aspecto de la boya de deriva | 41 |
| Figura 26. Esquema de las corrientes locales en vaciante (rojo) y llenante (azul), según sueltas realizadas el 18 y 20 de abril y 17 y 19 de Junio de 2017 | 42 |
| Figura 27. Trayectorias seguidas por las distintas boyas (colores distintos) en la suelta lineal realizada en marea llenante el 10/10/2017 desde Punta Cueva del Trigo hacia mar adentro | 43 |
| Figura 28. Trayectorias seguidas por las distintas boyas (colores distintos) en la suelta lineal realizada en marea vaciante el 07/02/2021 desde Punta Cueva del Trigo hacia mar adentro..... | 44 |
| Figura 29. Perfilador SonTex ADP 500 Khz fondeado..... | 45 |
| Figura 30. Evolución temporal de la tasa de sedimentación mineral en la costa de Granadilla (2011-2020) | 47 |
| Figura 31. Variación espacial de la sedimentación anual (kg/m ²) de material mineral en la costa de Granadilla a lo largo del periodo de 2013 a 2020..... | 48 |
| Figura 32. Evolución del contenido en materiales volátiles en el sedimento capturado (2013-2020) | 48 |
| Figura 33. Estaca pentametrada y pizarra indicadora del número de estaca para la toma de foto..... | 49 |
| Figura 34. Estaciones con estacas graduadas para el seguimiento de variaciones del fondo. Acumulaciones (azul) y pérdidas de sedimento (rojo) previstas según la diferencia media anual de la tasa de transporte (m ³ /s/m) (IH Cantabria, 2011)..... | 51 |
| Figura 35. Variación media total por estacas (cm). Cinco estacas por estación (eje horizontal) | 52 |
| Figura 36. Tendencia del balance sedimentario medio en cada estación | 54 |
| Figura 37. Variación media de las estacas en cada estación desde que fueron instaladas hasta la actualidad. La flecha roja representa la posición del puerto con respecto a las estaciones..... | 55 |
| Figura 38. Diferencias batimétricas (> -2 m) entre 2011 y 2015 | 56 |
| Figura 39..... | 58 |
| Figura 40..... | 58 |



| | |
|---|-----|
| Figuras 41 y 42: Playas de los Tarajales (arriba) y La Caleta (abajo) a 4 de septiembre de 2020 | 60 |
| Figuras 43 y 44: Playas de El Medio (arriba) y Punta del Vidrio (abajo) a 4 de septiembre de 2020..... | 61 |
| Figuras 45 y 46: Playas de Pelada (arriba) y La Jaquita (abajo) a 4 de septiembre de 2020..... | 62 |
| Figuras 47 y 48: Playas de El Médano (arriba) y La Tejita (abajo) a 4 de septiembre de 2020..... | 63 |
| Figura 49. Nuevo modelo de playa con articulación para medir basculamiento. Playa del Medio, 2011 (rojo) y 2019 (norte amarillo y sur púrpura). Ángulo a medir se ha marcado con un arco rojo | 65 |
| Figura 50. Playa de Punta del Vidrio: 2011 (amarillo discontinuo). La rompiente de 2011 en azul claro. Sucesivas mediciones en tonos del malva al rojo según antigüedad. La de 2020 se dibuja en verde..... | 65 |
| Figura 51. Cambios de orientación en el eje de las playas | 66 |
| Figura 52. Playas objeto del levantamiento batimétrico. | 68 |
| Figura 53. Buque oceanográfico "CALIMA" e instalación de equipos de navegación..... | 69 |
| Figura 54. Ejemplos de la pantalla del sistema de navegación Hypack Max, en los que se puede observar tanto proyecto de líneas como las marcas o fixes que genera..... | 70 |
| Figura 55. Ejemplos de levantamiento en tiempo real y de nube de puntos (MBMAX, de Hypack) | 71 |
| Figura 56. La Tejita (detalle). En rosa/rojo, muestreo de 2018, y en verde el de 2017. El crecimiento es de alrededor de 2 m. En el período 2018-2019 las diferencias han sido de poco más de 1 m como máximo | 72 |
| Figura 57. Histogramas de distancias en el eje Z. Pelada, y La Jaquita | 73 |
| Figura 58. Histogramas de distancias en el eje Z. El Médano y La Tejita | 74 |
| Figura 59. Planos de las diferencias entre los barridos de 2018 y 2019. Rojo, pérdida de profundidad. Azul, ganancia. De arriba abajo e izquierda derecha, La Pelada, La Jaquita, El Médano, La Tejita | 75 |
| Figura 60. Perfiles en los que se ha medido la cota respecto al cero establecido en el trabajo | 76 |
| Figura 61. Pérdidas y ganancias entre 2017 y 2019 en el perfil 1 de La Tejita..... | 77 |
| Figura 62. Resultados del análisis de superficies provenientes de la interpolación kriging..... | 78 |
| Figura 63. Histograma de frecuencias de pérdidas y ganancias en la medición de los perfiles (2019-2018). Número de celdas de 2x2 m (eje vertical) y porcentajes de cada intervalo de variación..... | 79 |
| Figura 64. Sectores y estaciones de muestreo de aguas y boya oceanográfica del OAG | 80 |
| Figura 65. Evolución de la temperatura del agua en la estación TGr14 (Charcón) (medición con sonda) 2011-2020..... | 82 |
| Figura 66. Saturación de oxígeno (%) en la estación Charcón (TGr14) a 3 profundidades, (2012-2020) | 83 |
| Figura 67. Registro del pH en La Dársena (TGr09) a seis profundidades (2012-2020)..... | 84 |
| Figura 68. Salinidad medida con sonda en la Dársena (TGr09), desde julio de 2016 a diciembre de 2020 | 85 |
| Figura 69. Turbidez (NTU) registrada en 2020 con sonda multiparamétrica en las estaciones ubicadas en el interior del puerto: Dársena (TGr09) y Martillo (TGr40)..... | 85 |
| Figura 70. Arriba: evolución de la concentración de clorofila medida con sonda multiparamétrica entre 2011 y 2020 en todas las estaciones. Abajo: Concentración de clorofila a lo largo del 2020 | 87 |
| Figura 71. Evolución 2011-2020 de la clorofila a en la estación Tejita (arriba), Dársena (medio) y Tarajales. Equivalencia 1 µg/l = 1 mg/m ³ de clorofila A | 88 |
| Figura 72. Distribución de la concentración de clorofila 2016, 2017 y 2018 | 89 |
| Figura 73. Concentraciones de nitritos, nitratos y fosfatos en las estaciones a lo largo de la costa de Granadilla y desde 2011 hasta 2020, inclusive..... | 92 |
| Figura 74. Concentraciones de materia en suspensión. Arriba: evolución temporal 2012-2020 según las estaciones. Abajo: datos del 2017 a 2020..... | 93 |
| Figura 75. Concentraciones de amonio a lo largo de la costa de Granadilla (2012 -2020)..... | 93 |
| Figura 76. Carbono orgánico total. Evolución temporal 2011-2020..... | 94 |
| Figura 77. Concentraciones de aceites y grasas a lo largo de la costa de Granadilla (2011-2020) | 94 |
| Figura 78. Concentraciones de detergentes a lo largo de la costa de Granadilla (2011-2020)..... | 95 |
| Figura 79. Evolución de hidrocarburos totales 2011-2020 en la costa de Granadilla | 95 |
| Figura 80. Distribución de la concentración de hidrocarburos totales en el periodo 2017 - 2020 a lo largo de la costa de Granadilla | 96 |
| Figura 81A. Evolución de parámetros químicos y contaminantes en la estación TGr09 "Dársena" | 96 |
| Figura 82. Evolución de concentraciones de <i>Escherichia coli</i> y de <i>enterococos</i> fecales en la TGr09-Dársena | 100 |
| Figura 83. Evolución de concentraciones de <i>Escherichia coli</i> y de <i>Enterococos</i> fecales en la TGr10-Medio | 100 |
| Figura 84. Clasificación D50 de los sedimentos muestreados en 2020..... | 102 |
| Figura 85. Clasificación D50 de los sedimentos en el tercer trimestre de 2011 (referencia) | 102 |

| | |
|---|-----|
| Figura 86. Composición granulométrica de 100 gr de sedimentos a lo largo de la costa de Granadilla de SW a NE. Tercer cuatrimestre de 2011 (referencia)..... | 103 |
| Figura 87. Composición granulométrica de 100 gr de sedimentos a lo largo de la costa de Granadilla de SW a NE en 2020: arriba 1 ^{er} muestreo realizado, medio 2 ^a muestreo y abajo el último | 104 |
| Figura 88. Variación temporal (2011-2020) de la materia orgánica en sedimentos, en la costa de Granadilla..... | 108 |
| Figura 89. Variación temporal (2011-2020) de los hidrocarburos totales en sedimentos en Granadilla..... | 109 |
| Figura 90. Variación temporal (2014-2020) de los hidrocarburos totales en sedimentos en Granadilla..... | 109 |
| Figura 91. Variación temporal (2011-2020) del nitrógeno Kjeldahl en Granadilla | 110 |
| Figura 92. Variación temporal (2011-2020) del fósforo total en las estaciones en Granadilla | 111 |
| Figura 93. Variación temporal (2011-2020) de fosfatos en sedimentos Granadilla | 111 |
| Figura 94. Concentración de cinc, cadmio y plomo en sedimentos de la costa de Granadilla | 115 |
| Figura 95. Concentración de cobre, níquel y cromo en sedimentos de la costa de Granadilla..... | 116 |
| Figura 96. Concentración de mercurio y arsénico en sedimentos de la costa de Granadilla | 117 |
| Figura 97. Concentración de Zn y Cd en sedimentos de la costa de Granadilla en el periodo 2017-2020 | 118 |
| Figura 98. Mapa de calidad de aguas, a diciembre de 2020..... | 122 |
| Figura 99. Mapa de calidad de sedimentos a 31 de diciembre de 2020 | 124 |
| Figura 100. Estaciones de muestreo intermareales, demersales, bentónicas y pelágicas | 125 |
| Figura 101. Cobertura y mortandad de Chthamalus en las estaciones: TGr03 San Felipe y TGr12 Tancón | 126 |
| Figura 102. Cobertura y mortandad de Chthamalus en las estaciones: TGr16 Rajita, TGr17 Punta Brava y TGr20 Bocinegro..... | 127 |
| Figura 103. Cobertura y mortandad de Chthamalus a lo largo de la costa de Granadilla en 2020; 1 ^o semestre (arriba) entre febrero y mayo y 2 ^o semestre (abajo), en noviembre. La posición del puerto marcada en rojo | 128 |
| Figura 104. Cobertura algar a lo largo de la costa de Granadilla en 2019; 1 ^o semestre (arriba) entre febrero y mayo y 2 ^o semestre (abajo), en noviembre. La posición del puerto marcada en rojo | 129 |
| Figura 105 A. Evolución 2011-2020 cobertura algar en las estaciones TGr03 San Felipe y TGr12 Tancón | 130 |
| Figura 106. Evolución 2011-2020 cobertura algar en la estación TGr17 Punta Brava | 131 |
| Figura 107. Evolución 2011-2020 cobertura algar en la estación TGr20 Bocinegro | 132 |
| Figura 108. Sucesión ecológica en TGr03 San Felipe: 2011 (arriba izquierda), 2018 (arriba derecha) y 2019 (abajo izquierda) y 2020 (abajo derecha) | 133 |
| Figura 109. Evolución de la diversidad de peces litorales en la costa de Granadilla. | 136 |
| Figura 110. Especies indicadoras de las comunidades bentónicas | 137 |
| Figura 111. Evolución de las comunidades bentónicas en 5 estaciones de la costa de Granadilla (2012-2020)..... | 139 |
| Figura 112. Perfiles tróficos de la infauna (poliquetos) en estaciones a lo largo de la costa | 142 |
| Figura 113. Evolución de los perfiles tróficos de la infauna (poliquetos) en el periodo 2011-2020: al norte del puerto (TGr05) y al sur del puerto (TGr10)..... | 145 |
| Figura 114. Transectos con su espectro bionómicos; invierno de 2020 (mayo) | 146 |
| Figura 115. Transectos con su espectro bionómicos en verano de 2020 (noviembre) | 147 |
| Figura 116. Aspecto de los distintos hábitats tipificados | 149 |
| Figura 117. Simbología empleada en los diagramas bionómicos | 150 |
| Figura 118. Espectros detallados con distancias de los transectos obtenidos en 2020. Arriba- transectos considerado de invierno 2020 (mayo). Abajo- transecto considerado de verano (noviembre)..... | 151 |
| Figura 119 . Transecto Bocinegro 2020. Perfil bionómico invernal (arriba) y estival (abajo) | 152 |
| Figura 120. Transecto Pelada en 2020. Perfil bionómico invernal (arriba) y estival (abajo) | 153 |
| Figura 121. Transecto Lajón en 2020. Perfil bionómico invernal (arriba) y estival (abajo) | 154 |
| Figura 122. Transecto Embarcadero en 2020. Perfil bionómico invernal (arriba), y estival (abajo) | 155 |
| Figura 123. Transecto Toscón 2020. Perfil bionómico invernal y estival (abajo) | 156 |
| Figura 124. Espectros bionómicos de los transectos realizados al norte del puerto de Granadilla (2011-2020)..... | 157 |
| Figura 125. Espectros bionómicos del transecto Lajón y Pelada al sur de Granadilla (2011-2020) | 159 |
| Figura 126. Espectros bionómicos del transecto Bocinegro, el más alejado al sur del puerto de Granadilla (2011-2020)..... | 160 |
| Figura 127. Espectros bionómicos del transecto Travieso (2017-2020) | 161 |



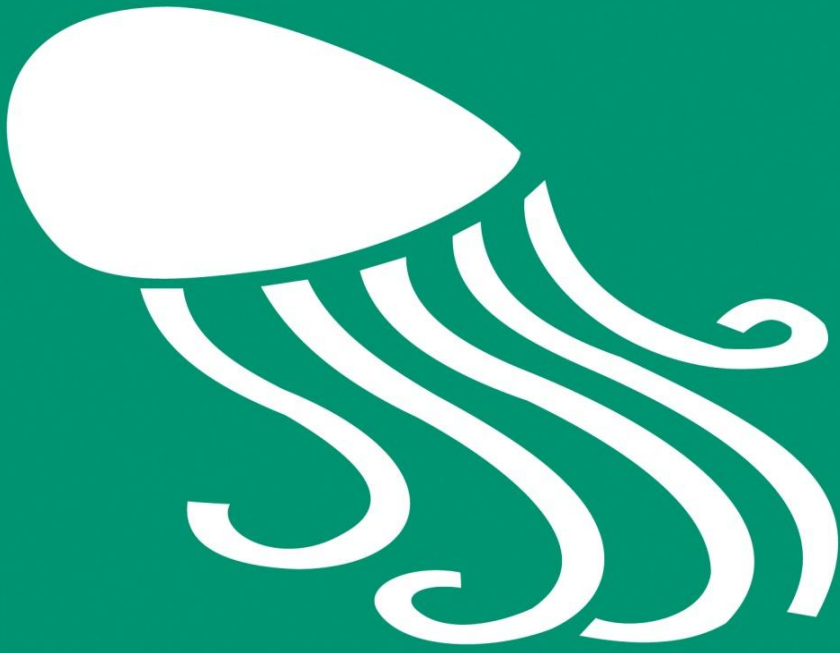
| | |
|--|-----|
| Figura 128. Mapa bionómico de referencia correspondiente al 1 de diciembre de 2011 (Fuente OAG) | 163 |
| Figura 129. Mapa bionómico de referencia correspondiente al 4 de octubre de 2013 (Fuente OAG) | 164 |
| Figura 130. Mapa bionómico de referencia correspondiente al 22 de septiembre de 2014 (Fuente OAG)..... | 165 |
| Figura 131. Mapa bionómico de referencia correspondiente al 31 de julio de 2015 (Fuente OAG)..... | 166 |
| Figura 132. Mapa bionómico correspondiente al 2 de diciembre de 2016 (Fuente OAG)..... | 167 |
| Figura 133. Mapa bionómico de “2017” (correspondiente al 22 de enero de 2018. Fuente OAG)..... | 168 |
| Figura 134. Mapa bionómico correspondiente al 21 de abril de 2018. Fuente OAG)..... | 170 |
| Figura 135. Mapa bionómico correspondiente al 21 de diciembre de 2019. Fuente OAG) | 171 |
| Figura 136. Ejemplares de <i>Macrorhynchia philippina</i> en la costa de Granadilla | 174 |
| Figura 137. Fotos de algunas especies encontradas en la inspección del Palumbo de las que no se ha determinado la especie | 175 |
| Figura 138. Posible <i>Abudedefduf saxatilis</i> | 175 |
| Figura 139. Fotos de especies no identificadas en el fouling de la cajonera Mar del Teide..... | 176 |
| Figura 140. Fotos del pantalán donde se observan ejemplares de <i>Carijoa riseii</i> | 177 |
| Figura 141. Hidrocarburos lineales (gr/kg) en gónadas de Diadema en de Granadilla (2011-2020) | 182 |
| Figura 142. Ausencia de hidrocarburos aromáticos policíclicos en gónadas de <i>Diadema africanum</i> | 183 |
| Figura 143. Evolución de la concentración de los distintos metales pesados en gónadas de Diadema <i>africanum</i> en la costa de Granadilla (2011-2020)..... | 185 |
| Figura 144. Evolución de la concentración de los distintos metales pesados en gónadas de Diadema <i>africanum</i> en la costa de Granadilla (2011-2020)..... | 187 |
| Figura 145. Evolución de la concentración de los distintos metales pesados en gónadas de Diadema <i>africanum</i> en la costa de Granadilla (2011-2020)..... | 187 |
| Figura 146. Concentración de Cinc en gónadas de Diadema <i>africanum</i> a lo largo de la costa de Granadilla. Segundo semestre 2020 | 187 |
| Figura 147. Estaciones de seguimiento del estado fisiológico de las sebas | 189 |
| Figura 148. Evolución de la densidad de haces por m ² en las estaciones al norte del Puerto | 194 |
| Figura 149. Evolución de la densidad de haces por m ² en las estaciones próximas al sur del puerto | 195 |
| Figura 150. Evolución de la densidad de haces por m ² en las estaciones de la ZEC | 196 |
| Figura 151. Relación de masa epigea/hipogea (A/B) de seba según las estaciones a lo largo de la costa de Granadilla en invierno (azul) y verano (rojo) de 2020 | 198 |
| Figura 152. Relación de masa epigea/total (RWR) de seba según las estaciones a lo largo de la costa de Granadilla en invierno (azul) y verano (rojo) de 2020 | 198 |
| Figura 153. Biomasa (gramos de peso seco/m ²) en las estaciones a lo largo de la costa de Granadilla..... | 199 |
| Figura 154. Valoración general de los seabadales por sectores de la costa expresando con signos (+, -, =) la situación de 2020 en relación al 2019 / y la situación de 2020 en relación con 2011 (referencia) | 202 |
| Figura 155. Valoración general de la biodiversidad de 2020 | 203 |
| Figura 156. Extremo NO de la ZEC Sebadales del Sur de Tenerife (en verde) | 204 |

5 ANEXOS

ANEXO I:

**INFORME SOBRE MATERIALES
DE PRÉSTAMO EMPLEADOS EN EL
PUERTO DE GRANADILLA EN EL AÑO 2020.**

OAG Inf_2020.3



www.oag-fundacion.org

**INFORME SOBRE MATERIALES
DE PRÉSTAMO EMPLEADOS EN EL
PUERTO DE GRANADILLA EN EL AÑO 2020**

Citar como:

OAG (2021). *Informe sobre materiales de préstamo empleados en el puerto de Granadilla en el año 2020*.- S/C de Tenerife: Observatorio Ambiental Granadilla, 12 pp.

Informe OAG Inf_2020.3 [no publicado].

INFORME SOBRE MATERIALES DE PRÉSTAMO EMPLEADOS EN EL PUERTO DE GRANADILLA EN EL AÑO 2020 1

| | | |
|---|--|----|
| 1 | INTRODUCCIÓN | 4 |
| 2 | RESULTADOS | 4 |
| 3 | FICHAS DE PROCEDENCIA DE MATERIALES EXTERNOS | 5 |
| | 1. Aeropuerto Tenerife Sur 2020/1 | 5 |
| | 2. Aeropuerto Tenerife Sur 2020/2 | 7 |
| | 3. Polígono de Granadilla 2020/1 | 8 |
| | 4. Polígono de Granadilla 2020/2..... | 11 |

.....

Santa Cruz de Tenerife, 14 de julio 2020
Documento firmado digitalmente



1 INTRODUCCIÓN

Dentro de las labores de vigilancia ambiental de las obras del puerto de Granadilla, el OAG viene comprobando que los materiales de acopio externo proceden de canteras o movimientos de tierras autorizados, tal como exige la Declaración de impacto de dicho proyecto.

El OAG informa en su página web de las fuentes de materiales y con periodicidad mensual verifica si se han obtenido mediando autorización y ajustándose a los fines y limitaciones de la misma.

En 2020 las 4 fuentes detectadas han extraído materiales de modo correcto (con autorización y ajustándose a sus términos).

2 RESULTADOS

El número de fuentes de material en 2020 ha sido de 4, no estando ninguna activa a final de año. El material total acopiado durante 2020 es de 199.129 m³ (aproximadamente 358.432 Tm).

Materiales de préstamo aportados y verificación de su obtención de modo correcto.

Extracto de la web del OAG a fecha de septiembre de 2020

Tabla de materiales

| Punto de préstamo | Mayo | Junio | Julio | Agosto | Septiembre |
|-------------------|--------|--------|--------|--------|------------|
| Aeropuerto 1 | 29.003 | 8.487 | --- | --- | --- |
| Aeropuerto 2 | --- | 14.333 | --- | --- | --- |
| Polígono 1 | --- | 9.254 | 33.695 | 44.393 | --- |
| Polígono 2 | --- | 5.757 | 23.560 | 30.647 | --- |

Notas:

Mayo 2020: los aportes de materiales se cierran a día 20 del mes, no a último día de éste. Los datos se refieren a metros cúbicos. A 20 de mayo sólo ha entrado material proveniente del punto 1 del aeropuerto del sur de Tenerife.

Junio 2020: el punto de préstamo de materiales externos "Aeropuerto 1" se corresponde con el acopio de losas de hormigón. El punto "Aeropuerto 2" es el acopio de basalto. Ambos puntos de préstamo son usados para el proyecto "Viario y redes básicas de Granadilla".

Junio 2020: los puntos "Polígono 1" y "Polígono 2" son el mismo punto de préstamo, sólo que el punto 1 hace referencia a los materiales que sirven el Proyecto "Viario y redes básicas de Granadilla" y el punto 2 al Proyecto "Relleno de explanada provisional Granadilla".

Las fuentes de materiales "Polígono 1" y "Polígono 2" superaron los volúmenes inicialmente concedidos, tras una nueva autorización. Las dos fuentes de materiales son, en realidad, la misma fuente de préstamo de materiales, sólo que sirven a dos proyectos distintos, por un lado a "Viario y redes básicas" y por otro a "Relleno de explanada provisional de Granadilla".

3 FICHAS DE PROCEDENCIA DE MATERIALES EXTERNOS

| 1 | |
|------------------------------------|--|
| Designación | Aeropuerto Tenerife Sur 2020/1 |
| Tipo de actuación | Transporte de material excedente de obra promovida por AENA para los rellenos incluidos en el proyecto “Viario y redes básicas de Granadilla” provenientes de movimientos de tierra. |
| Descripción | Los materiales son el resultado de la demolición de las losas de hormigón en masa del expediente “54/16.Adecuación General de Plataforma. Aeropuerto Tenerife Sur”. El volumen aproximado de material es de 25.000 m ³ y peso aproximado de 55.000 Tn. Su código LER es 17.01.01 “Hormigón”. |
| Ubicación | Aeropuerto del Sur de Tenerife. 28° 2'55.63"N 16°35'13.69"O Suelo rústico de protección de Infraestructuras. |
| Período de aportes | La Autoridad Portuaria de Santa Cruz de Tenerife nos facilita la siguiente información: Mayo 2020: 29.003 m ³ (aprox. 52.205 Tn). Junio 2020: 8.487 m ³ (aprox. 15.277 Tn). Este es el último aporte de este punto de préstamo de materiales, por lo que el total es de 37.490 m ³ (aprox. 67.482 Tn). |
| Autorización | |
| Fecha | 22-12-2015. |
| Autoridad | AENA. |
| Promotor | AENA. |
| Descripción y/o condiciones | El proyecto consiste en, por una parte, la sustitución completa del pavimento de la plataforma, debido al estado de deterioro que presentan las losas, en especial la zona central, la más antigua; y, por otra parte, la regeneración del pavimento en el tramo de rodaje Tango comprendido entre las puertas de acceso a plataforma D-2 y D-4, debido a su falta de capacidad portante y al estado superficial deteriorado que presenta. Se aprovecha la reposición del pavimento para la actualización del balizamiento, acondicionamiento de la señalización horizontal y vertical, reconfiguración de la iluminación de plataforma, conformación de un nuevo sistema de drenaje, adecuación de viales de servicio, instalación de barreras de protección de chorro de motores y adecuación de la red de hidrantes de combustible. |
| Plazo | Ya ejecutado. Movimiento de los acopios generados. |
| Proyecto | Sí. No necesario trámite medioambiental específico en materia de Evaluación de Impacto Ambiental. |
| Evaluación | |
| Fecha visita/s | 19/05/2020 y 18/06/2020. |
| Estado actual | Finalizado. |
| Ajuste autorización | Conforme. |
| Comentarios | Residuo proveniente de obra pública. |
| Conclusión | Correcto. |

FICHA DE PROCEDENCIA DE MATERIALES EXTERNOS PARA EL PUERTO DE GRANADILLA (2013)



Figura 1: pala trabajando en los acopios del aeropuerto. Fecha 19/05/2020



Figura 2: camión y pala trabajando en los acopios del aeropuerto. Fecha 19/05/2020

2

Designación **Aeropuerto Tenerife Sur 2020/2**

Tipo de actuación Transporte de material excedente de obra promovida por AENA para los rellenos incluidos en el proyecto “Viario y redes básicas de Granadilla” provenientes de movimientos de tierra.

Descripción Los materiales son el resultado del excedente de excavación de tierras del expediente “545/2018. Mejoras Funcionales en el Edificio Terminal según Diseño Funcional Aeropuerto Tenerife Sur”. El volumen aproximado de material es de 30.000 m³ y peso aproximado de 48.000 Tn. Su código LER es 17.05.04 “Tierra y piedras distintas de las especificadas en el código 17.05.03” (17.05.03 son “Tierra y piedras que contienen sustancias peligrosas”).

Ubicación Tres acopios distintos. Aeropuerto del Sur de Tenerife. Acopio 1: 28° 2'49.35"N 16°35'9.71"O. Acopio 2: 28°2'51.28"N 16°35'3.02"O. Acopio 3: 28° 2'50.09"N 16°35'1.83"O.

Período de aportes Suelo rústico de protección de Infraestructuras.
La Autoridad Portuaria de Santa Cruz de Tenerife nos facilita la siguiente información:
Junio 2020: 14.333 m³ (aprox. 25.799 Tn). Este es el único aporte de este punto de préstamo de materiales, por lo que el total es el mismo.

Autorización

Fecha 7-05-2018.

Autoridad AENA.

Promotor AENA.

Descripción y/o condiciones Mejoras funcionales en el edificio terminal según diseño funcional del Aeropuerto de Tenerife Sur.

Plazo Ya ejecutado. Movimiento de los acopios generados.

Proyecto Sí. No necesario trámite medioambiental específico en materia de Evaluación de Impacto Ambiental.

Evaluación

Fecha visita/s 19/05/2020 y 18/06/2020.

Estado actual Activo.

Ajuste autorización Conforme .

Comentarios Residuo proveniente de obra pública.

Conclusión *Correcto.*



Figura 3: acopios de la zona 2 del aeropuerto. Fecha 18/06/2020

3

| | |
|------------------------------------|--|
| Designación | Polígono de Granadilla 2020/1 |
| Tipo de actuación | Limpieza de terrenos incluidos en el sector SP2.02 del Polígono Industrial de Granadilla en el proyecto “Viario y redes básicas del puerto de Granadilla”. |
| Descripción | <p>El sector SP2.02 constituye el área de reserva del Polígono Industrial para futuros desarrollos urbanísticos. Como tal es una zona sin actividad, poco transitada y muy escasamente vigilada, lo que ha propiciado la acumulación de diferentes vertidos a lo largo de los años. Se distinguen dos tipos de vertidos:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Excedente de movimiento de tierras, procedentes de obras de infraestructura eléctrica, que se depositaron en la zona en el inicio de la década de 1990. Son materiales reciclables y adecuados para obras de terraplenado en general. b) Residuos y escombros sin clasificación, como restos de asfaltos, hormigones, bloques, losetas, escombros de obra de demolición, neumáticos, chatarra metálica, etc., que se han ido acumulando sobre los excedentes de movimientos de tierra durante años. Los residuos están distribuidos irregularmente por la misma zona de los materiales recogidos en el apartado a. <p>El volumen aproximado de material es 85.000 m³, por lo que en agosto se concede un permiso adicional para la ampliación de la zona de actuación hasta una línea paralela a la coronación de la ataguía con una separación de 20 metros, en vez de los 40 m autorizados en primera instancia.</p> |
| Ubicación | Polígono Industrial de Granadilla. Parcela 14. Zona SP2.02. 28° 4'32.26"N 16°31'6.25"O. |
| Período de aportes | <p>La Autoridad Portuaria de Santa Cruz de Tenerife nos facilita la siguiente información:</p> <p>Junio 2020: 9.254 m³ (aprox. 16.627 Tn). Julio 2020: 33.695 m³ (aprox. 60.651 Tn). Agosto 2020: 44.393 m³ (aprox. 79.907 Tn).</p> <p>Este es el último aporte de este punto de préstamo de materiales, por lo que el total es de 87.342 m³ (aprox. 157.185 Tn).</p> |
| Autorización | |
| Fecha | 10-06-2020 |
| Autoridad | Gerencia del Polígono Industrial de Granadilla S.A. |
| Promotor | UTE Puerto de Granadilla Sacyr Infraestructuras S.A. y AMC Construcciones y Contratas 2014 S.L. |
| Descripción y/o condiciones | <p>Se autoriza a la UTE “Puerto de Granadilla” a realizar los trabajos de terraplenado de la Parcela 14-SP2.02, una vez se obtenga la correspondiente licencia de movimiento de tierras, así como a la recogida y transporte hasta zona portuaria de 85.000 m³ de material vertido sobre el terreno natural consistente en excedentes de movimiento de tierras, debiéndose cumplir las siguientes condiciones:</p> <p>1.- El acceso a la zona de trabajo se realizará acondicionando las pistas existentes, dejándolas aptas para el paso de la máquina de transporte y limpieza allí donde sea necesario. El acondicionamiento consistirá en ligeras adaptaciones de pendientes y mejora de la superficie de rodadura, sin sobrepasar un ancho de cinco metros; será realizado con los áridos existentes en la zona de limpieza. En los accesos a las pistas desde el viario del Polígono Industrial se dispondrán barreras practicables con</p> |

FICHA DE PROCEDENCIA DE MATERIALES EXTERNOS PARA EL PUERTO DE GRANADILLA (2013)

| | |
|----------------------------|--|
| | <p>cierres suficientemente robustos. No se autoriza la apertura de nuevas pistas.</p> <p>2.- Los vertidos de tierras a retirar son los materiales existentes sobre la rasante del terreno natural. No se autoriza ninguna clase de excavación por debajo de la rasante de terreno natural.</p> <p>3.- La UTE remitirá, a Polígono Industrial de Granadilla S.A., en un plazo de 10 días desde la concesión de la autorización, un estudio consistente en un plano con los perfiles del movimiento de tierras a realizar y el cálculo volumétrico correspondiente.</p> <p>4.- La UTE deberá realizar, a su costa, la obra de terraplenado de la Parcela 14-SP2.02 conforme a las líneas generales especificadas en el Anexo II y los términos de la licencia municipal para movimiento de tierras. La obra de terraplenado dará comienzo en cuanto se disponga de la citada licencia. El plazo máximo para ejecutar el terraplenado, contando desde la concesión de la licencia de movimiento de tierras, será de doce meses.</p> <p>5.- En las tareas de limpieza y transporte no pueden verse afectados otros espacios ajenos a la zona descrita en el Anexo I.</p> <p>La UTE se compromete a destinar las tierras extraídas exclusivamente a las obras del Puerto de Granadilla.</p> |
| <i>Plazo Proyecto</i> | Cuatro meses, prorrogables por causa justificada. |
| <i>Evaluación</i> | No. |
| <i>Fecha visita/s</i> | 19/05/2020, 18/06/2020 y 07/08/2020. |
| <i>Estado actual</i> | Finalizado. |
| <i>Ajuste autorización</i> | Conforme |
| <i>Comentarios</i> | En agosto se concede un permiso adicional para la ampliación de la zona de actuación hasta una línea paralela a la coronación de la ataguía con una separación de 20 metros, en vez de los 40 m autorizados en primera instancia. |
| <i>Conclusión</i> | Correcto. |

FICHA DE PROCEDENCIA DE MATERIALES EXTERNOS PARA EL PUERTO DE GRANADILLA (2013)



Figura 1: vehículos trabajando en los acopios del polígono. Fecha 7/08/2020



Figura 2: camión regando las vías en el polígono y maquinaria trabajando. Fecha 7/08/2020

4

| | |
|------------------------------------|--|
| Designación | Polígono de Granadilla 2020/2 |
| Tipo de actuación | Limpieza de terrenos incluidos en el sector SP1.01 del Polígono Industrial de Granadilla en el proyecto “Acondicionamiento de explanada provisional en el puerto de Granadilla”. |
| Descripción | <p>El sector SP1.01 constituye el área de reserva del Polígono Industrial para futuros desarrollos urbanísticos. Como tal es una zona sin actividad, poco transitada y muy escasamente vigilada, lo que ha propiciado la acumulación de diferentes vertidos a lo largo de los años. Se distinguen dos tipos de vertidos:</p> <ul style="list-style-type: none"> c) Excedente de movimiento de tierras, procedentes de obras de infraestructura eléctrica, que se depositaron en la zona en el inicio de la década de 1990. Son materiales reciclables y adecuados para obras de terraplenado en general. d) Residuos y escombros sin clasificación, como restos de asfaltos, hormigones, bloques, losetas, escombros de obra de demolición, neumáticos, chatarra metálica, etc., que se han ido acumulando sobre los excedentes de movimientos de tierra durante años. Los residuos están distribuidos irregularmente por la misma zona de los materiales recogidos en el apartado a. <p>El volumen aproximado de material es de 30.000 m³ (apartado a) y peso aproximado de 48.000 Tn. En agosto se concede un permiso adicional para la ampliación de la zona de actuación.</p> |
| Ubicación | Polígono Industrial de Granadilla. Zona SP1.01. 28° 4'32.26"N 16°31'6.25"O. |
| Período de aportes | <p>La Autoridad Portuaria de Santa Cruz de Tenerife nos facilita la siguiente información:</p> <p>Junio 2020: 5.757 m³ (aprox. 10.363 Tn). Julio 2020: 23.560 m³ (aprox. 42.408 Tn). Agosto 2020: 30.647 m³ (aprox. 55.164 Tn). Este es el último aporte de este punto de préstamo de materiales, por lo que el total es de 59.964 m³ (aprox. 107.935 Tn).</p> |
| Autorización | |
| Fecha | 8-06-2020 |
| Autoridad | Gerencia del Polígono Industrial de Granadilla S.A. |
| Promotor | UTE Explanada Puerto de Granadilla. |
| Descripción y/o condiciones | <p>Se autoriza: 1.- La retirada de todos los residuos y escombros sin clasificación, como restos de asfaltos, hormigones, bloques, losetas, escombros de obras de demolición, neumáticos, chatarra metálica, etc., su gestión y transporte a vertedero autorizado y, posteriormente, una vez concluida la limpieza de residuos; a 2.- La recogida y transporte hasta la zona portuaria de 30.000 m³ de material vertido sobre el terreno natural consistente en excedentes de movimiento de tierras, debiéndose cumplir las siguientes condiciones:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.- El acceso a la zona de trabajo se realizará acondicionando las pistas existentes. No se autoriza la apertura de nuevas pistas. 2.- Los vertidos de tierras a retirar son los materiales existentes sobre la rasante del terreno natural. No se autoriza ninguna clase de excavación por debajo de la rasante de terreno natural. 3.- La UTE remitirá, a Polígono Industrial de Granadilla S.A., en un plazo de 10 días desde la concesión de la autorización, un estudio consistente en un plano con los perfiles del movimiento de tierras a |

FICHA DE PROCEDENCIA DE MATERIALES EXTERNOS PARA EL PUERTO DE GRANADILLA (2013)

| | |
|----------------------------|---|
| | realizar y el cálculo volumétrico correspondiente. |
| | 4.- La UTE deberá realizar la limpieza de la totalidad de los residuos y escombros sin clasificación, incluida su gestión, transporte a vertedero autorizado y pago del canon de vertido correspondiente. Estas tareas de limpieza superficial deberán estar terminadas al final del primer mes de plazo de la operación de limpieza. |
| | 5.- En las tareas de limpieza y transporte no pueden verse afectados otros espacios ajenos a la zona descrita en el Anexo I. La UTE se compromete a destinar las tierras extraídas exclusivamente a las obras del Puerto de Granadilla. |
| <i>Plazo</i> | Dos meses, prorrogables por causa justificada. |
| <i>Proyecto</i> | No. |
| <i>Evaluación</i> | |
| <i>Fecha visita/s</i> | 19/05/2020, 18/06/2020 y 07/08/2020. |
| <i>Estado actual</i> | Finalizado. |
| <i>Ajuste autorización</i> | Conforme. |
| <i>Comentarios</i> | Los movimientos de tierra y separación de residuos se producen a la vez. Se amplía el plazo y el volumen con nueva autorización de fecha agosto de 2020. |
| <i>Conclusión</i> | Correcto. |



ANEXO II:
**ANÁLISIS DE LA CORRIENTE EN LA ESTACIÓN DE
MUESTREO TGr18 (LA JAQUITA). EL MÉDANO**

INFORME FINAL ANÁLISIS DE LA CORRIENTE EN LA ESTACIÓN DE MUESTREO TGR18 (LA JAQUITA). EL MÉDANO

1. Introducción

Para obtener series temporales de corrientes a varias profundidades, se instaló un perfilador acústico a una profundidad aproximada de 15 m que se mantuvo activo por un periodo largo de tiempo (1160 días). El perfilador se saca a superficie únicamente para realizar la descarga de datos y para realizar el cambio de baterías. El presente anexo comprende la interpretación de los datos de 6 periodos correlativos correspondientes a:

- Primer fondeo del perfilador que abarca desde el 13/09/17 al 31/01/18 (140 días), denominado primer periodo¹.
- Segundo fondeo del perfilador que abarca desde el 31/01/18 al 02/08/18 (184 días), denominado segundo periodo.
- Tercer fondeo del perfilador que abarca desde el 02/08/18 al 11/01/19 (163 días), denominado tercer periodo.
- Cuarto fondeo del perfilador que abarca desde el 11/01/19 al 05/09/19 (238 días), denominado cuarto periodo.
- Quinto fondeo del perfilador que abarca desde el 05/09/19 al 26/04/20 (234 días), denominado quinto periodo.
- Sexto fondeo del perfilador que abarca desde el 26/04/20 al 18/11/20 (206 días), denominado sexto periodo.

| | Inicio fondeo ADP | Fin del fondeo ADP | Días fondeado |
|-----------------|--------------------------|---------------------------|----------------------|
| Virado1 | 13/09/2017 | 31/01/2018 | 140 |
| Virado 2 | 31/01/2018 | 02/08/2018 | 183 |
| Virado3 | 02/08/2018 | 11/01/2019 | 162 |
| Virado4 | 11/01/2019 | 05/09/2019 | 237 |
| Virado5 | 05/09/19 | 26/04/20 | 233 |
| Virado6 | 26/04/20 | 18/11/20 | 205 |
| | | Total | 1160 |

Finalmente el periodo de medición en continuo ha sido de 1160 días, desde el 13/09/2017 al 18/11/20.

Se ha realizado una comparativa tanto por grupos de datos de los fondeos realizados así como por meses para ver posibles cambios estacionales. Por norma general, se han obtenido resultados homogéneos en velocidad y dirección de la corriente en todos los periodos muestreados (ver conclusiones finales). En este informe se presentan los datos de manera global, teniendo en cuenta la totalidad de días muestreados (1160 días), así como los datos mensuales obtenidos.

El perfilador es de tipo Doppler, modelo ADP 500 KHz de la casa *SonTek* (Figura 2), capaz de medir parámetros de la corriente a varias profundidades y de forma simultánea, quedando registrados los datos en sus unidades de memoria.

¹Informe anual 2017. Seguimiento ambiental del puerto de Granadilla en fase operativa



2. Zona de estudio

La zona objeto de estudio es la estación que el OAG tiene en las inmediaciones de la playa La Jaquita (TGr18), con coordenadas N28° 2'46.78"N y 16° 31'29.09"W (UTM 350137.12 m E 3103271.95 m), que cae dentro de la zec Sebadales del Sur de Tenerife (Figura 1).



Figura 1. Ubicación del perfilador en la estación TGr18 “La Jaquita”

3. Metodología

Descripción del perfilador

El perfilador SonTec ADP (Figura 2) mide la velocidad del agua usando el efecto Doppler. El mismo transductor se utiliza como emisor y receptor, generando un pulso corto de sonido de una frecuencia conocida que se propaga por el agua. El transductor está diseñado para producir un lóbulo de sonido donde la mayor parte de la energía se concentra en un cono con una amplitud de dos grados. A medida que el sonido viaja por el agua, es reflejado en todas direcciones por el material particulado existente (sedimento, materia biológica, burbujas, etc.). Una parte de la energía reflejada viaja en la dirección del eje del transductor, donde es registrada, permitiendo que los componentes electrónicos midan el cambio en la frecuencia. Este cambio es proporcional a la velocidad de la corriente.

Las características técnicas y funcionamiento del ADP, se extraen de su manual técnico:

- Rango de velocidades: ± 10 m/s
- Resolución: $\pm 0,1$ cm/s
- Exactitud: $\pm 1\%$ de la velocidad medida, $\pm 0,5$ cm/s



- Hasta 100 celdas programables.
- Tres transductores para medidas de corriente en 3D
- Sensor de temperatura
- Sensor de presión
- Brújula interna:
- Resolución: $0,1^\circ$ cabecero, balanceo e inclinación
- Exactitud: $\pm 2^\circ$ cabecero, $\pm 1^\circ$ balanceo e inclinación

La temperatura del agua es medida con una exactitud de $\pm 0,1^\circ\text{C}$ mediante un termistor montado dentro de la cabeza del transductor. Además, el ADP tiene instalado un sensor de presión de deformación con una exactitud de $\pm 0,1$ del fondo de escala².

Para calcular la velocidad del agua en tres dimensiones, el ADP utiliza tres transductores y combina las velocidades medidas y la orientación relativa de cada uno. Cada transductor genera un lóbulo que está orientado 25° del eje vertical, y espaciado a 120° en la horizontal recíprocamente con cada uno de los restantes. Cada lóbulo mide la proyección de la velocidad de la corriente en celdas a lo largo de su eje (Figura 3). El tamaño de celda y el número de ellas es seleccionado por el usuario (para nuestro estudio se seleccionaron 12 celdas, desechando luego las 4 más superficiales, por estar afectadas por el oleaje de la zona). El ADP combina los datos de las celdas de cada uno de los lóbulos para calcular la velocidad del agua en una capa de profundidad correspondiente a la localización de la celda.

Para calcular la velocidad en 3D para una capa dada en la columna de agua, el ADP utiliza datos de cada uno de los tres lóbulos acústicos a una determinada distancia del transductor. El ADP asume que el campo de flujo es uniforme en toda el área horizontal cubierta por esos tres lóbulos. El diámetro del área es igual a 0,93 veces la distancia vertical desde el ADP.

Cada transductor mide la velocidad a lo largo de su lóbulo, y es la proyección del vector de velocidad sobre el eje del lóbulo acústico.



Figura 2: Perfilador Sontek ADP 500Khz

² Fondo de escala (%FS): Método para mostrar exactitud en instrumentos de presión. Se calcula multiplicando el rango de presión del instrumento por la exactitud (%FS)



Las velocidades que registran los lóbulos pueden convertirse en velocidades XYZ (o cartesianas) usando la orientación relativa de los lóbulos acústicos, dando el campo tridimensional de velocidades relativas a la orientación del ADP. Debido a que no siempre es posible controlar la orientación del ADP, éste incluye una brújula interna. El conocimiento de la orientación respecto al campo magnético terrestre, permite al ADP proporcionar los datos de velocidad tridimensional en coordenadas ENU (East-North-Up). Cuando se tienen las velocidades en coordenadas ENU, el ADP obtiene un vector medio de los datos de velocidad. De este modo, si la orientación del instrumento cambia durante el intervalo de promedio, los datos de velocidad aún reflejan la velocidad media verdadera. Si el ADP está configurado para proporcionar los datos de velocidad en coordenadas XYZ o respecto a los lóbulos, no reconoce cambios en su orientación durante el intervalo de promedio.

Todos los perfiladores de corriente tienen una región, inmediatamente en frente de los transductores, donde no pueden realizarse medidas porque los transductores se están recuperando electrónicamente del pulso transmitido y se preparan para recibir la señal de retorno. Esta región es llamada la región de sombra o blanking (Figura 3), y es función de la frecuencia acústica del ADP (1 m para el ADP 500 kHz).

Tras la región de sombra, una vez cada hora, el ADP promedia un número de estimaciones individuales de velocidades (*pings*) en intervalos de tiempo dependientes del tamaño de celda escogido (en nuestro caso 5 minutos), generando un registro denominado “perfil”. La verdadera resolución espacial del rango de celda se determina por la longitud del pulso acústico y la longitud de la ventana de recepción de la cual la señal de retorno es promediada.

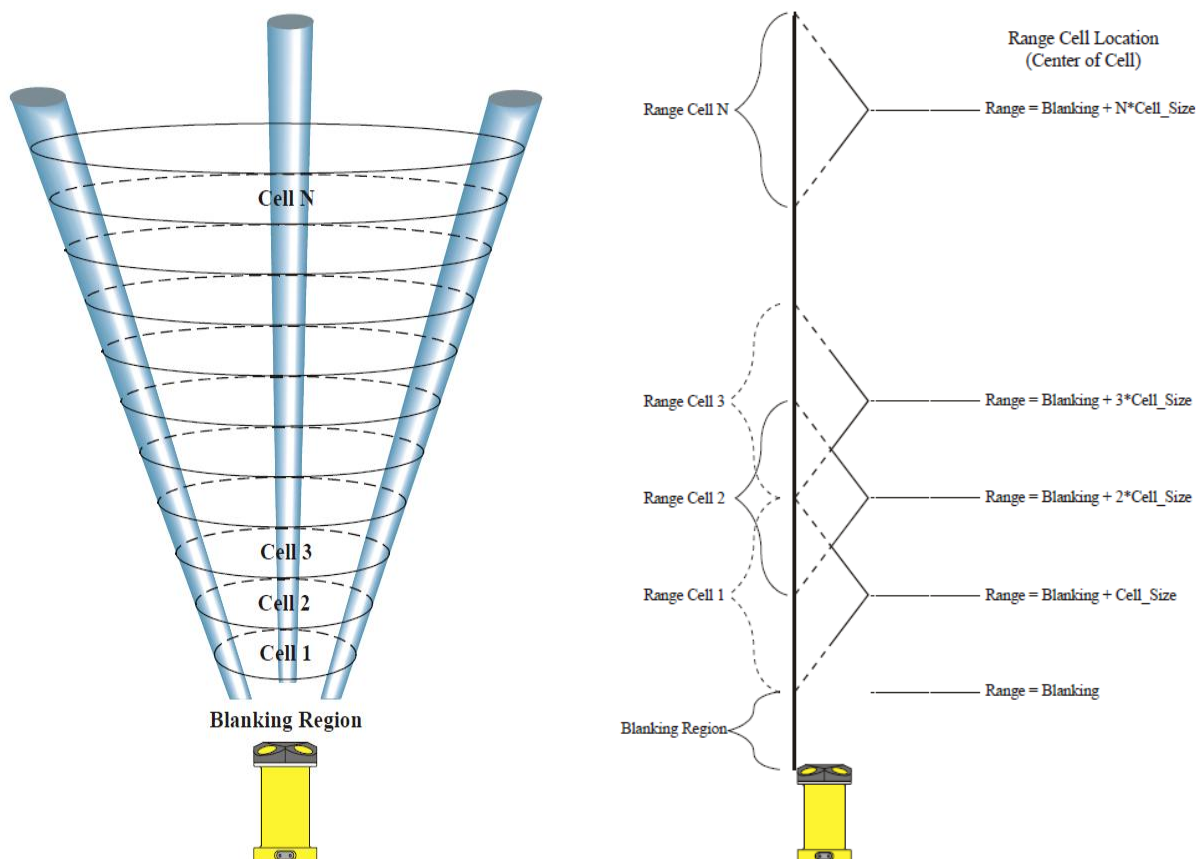


Figura 3. Izquierda: estructuración en celdas de las medidas del ADP y región de sombra. Derecha: rango de las distintas celdas



El ADP obtiene nueve valores por cada celda: tres valores de la intensidad de la señal (uno por cada lóbulo acústico), tres valores de velocidad (uno para cada componente) y tres valores de desviación estándar (uno para cada componente). La intensidad de la señal y la desviación estándar se utilizan para determinar el rango efectivo del perfil del instrumento y para estimar la exactitud de las medidas de velocidad. La desviación estándar es una medida directa del error de la velocidad.

- **Intensidad de la señal:** concierne a la señal acústica de retorno, que disminuye con la distancia al transductor debido a la dispersión geométrica y a la absorción del sonido. El máximo rango de perfil se determina mediante la distancia a la cual la intensidad de la señal se aproxima al nivel de ruido de fondo, o mediante el rango al cual el pulso acústico colisiona con la frontera (superficie y fondo).
- **El máximo rango de perfil** del ADP está determinado por la frecuencia acústica y la intensidad de la dispersión de retorno. Los valores de absorción son función de la frecuencia, salinidad y profundidad. El rango máximo del perfil del ADP 500 kHz es 70-120 m.
- **Desviación estándar:** la desviación estándar, tal y como la obtiene el ADP, muestra la variación de estas estimaciones en el rango de cada celda, y es función de la frecuencia acústica, del tamaño de la celda y del número de muestreos promediados para calcular el perfil medio de velocidades. El número de muestreos por perfil es simplemente el intervalo de promedio (en segundos) multiplicado por la tasa de *ping* (en muestras por segundo). La tasa de *ping* para el ADP está determinada por el tiempo de propagación de los pulsos acústicos.

Configuración del perfilador

Los perfiladores SonTek ADP 500 KHz se fondearon a unos 15 m de profundidad aproximadamente montados en una estructura lastrada que mantiene el equipo en posición vertical con los transductores orientados hacia la superficie (Figura 2). La estructura protege el equipo electrónico y a la batería.

Las labores de fondeo y recuperación de los perfiladores son llevadas a cabo por una empresa de buceo profesional en coordinación con el personal técnico del OAG. Una vez es fondeado el ADP, se deja muestreando hasta que sea necesario el cambio de batería o la descarga de datos. La autonomía que actualmente tenemos con la configuración establecida es de 151 días aproximadamente. Debido a las malas condiciones meteorológicas el segundo virado no se pudo realizar hasta pasados 184 días, durando las baterías la totalidad del periodo. Asimismo, el cuarto virado no se pudo realizar hasta pasados 238 días. El virado cinco se realizó después de 233 días, mientras que para el virado seis transcurrieron 205 días. De nuevo, las baterías duraron todo el periodo transcurrido. El proceso de izado de las estructuras para el cambio de baterías y descarga de datos se lleva a cabo con globos que elevan la estructura a superficie y una vez ahí es arrastrada hasta tierra. Ya en el muelle se conecta el equipo al ordenador procediendo a la descarga de los datos y al cambio de baterías. Posteriormente se vuelve a fondear en su lugar de origen. El procedimiento puede durar en torno a 8 h desde que se saca el perfilador hasta que vuelve a quedar fondeado en el mismo punto. A veces, no es necesario realizar este procedimiento al completo por lo que únicamente subimos a bordo el ADP y el paquete de baterías realizando la transferencia de datos y el cambio de baterías a bordo. Esta segunda opción es menos tediosa y nos lleva menos tiempo, aproximadamente 4h.

Los perfiladores se programaron para generar datos de corriente promediados en 20 profundidades (20 celdas) entre las 09:31 del 13 de septiembre 2017 en adelante (Figura 4). El día 05 de septiembre de 2019 se aprovechó el buen estado de la mar para recuperar el perfilador por cuarta vez, un total de 34550 horas de muestreo. El intervalo de muestreo se fijó en 30 minutos y el de promedio de perfiles en 5 minutos. Es



decir, se han obtenido 6.724 perfiles por celda, 1 perfil cada 30 minutos, y cada perfil es el resultado de promediar los datos durante 5 minutos. Después de realizar el filtrado de datos, se desecharon 33 perfiles para el grupo de datos del primer virado y 14 perfiles del segundo virado, quedando finalmente 6.691 perfiles útiles para el procesamiento de los datos para el virado 1, 8.766 perfiles del virado 2, 7730 perfiles del virado 3, 11365 perfiles del virado cuatro, 11230 perfiles del virado cinco y 9894 perfiles del virado 6. Es decir un total de 55676 perfiles.

Las direcciones obtenidas por los perfiladores ADP refieren al norte magnético, por lo que han sido oportunamente corregidas con la declinación magnética para referirlas al norte verdadero.

Los datos promediados de corrientes corresponden a una configuración de 20 celdas de 1 m (total 21 m), la celda 1 es la más próxima al aparato (fondo) y la celda 20 la más próxima a superficie. Los datos de la celda 14 a la 20 se han eliminado porque están afectados por interferencias en la señal producidas cerca de la superficie. El cabezal del perfilador quedó instalado a 0,6 m del fondo y la distancia de sombra (*blanking*) es 1 m, luego el dato más próximo al equipo, celda 1, corresponde aproximadamente al intervalo entre 15-16 m de profundidad. El dato más próximo a superficie, celda 13, corresponde aproximadamente a los dos primeros metros de columna de agua.

Figura 4. Planilla de configuración de los perfiladores

Cálculo del perfil hidrodinámico

El análisis general de la series temporales (ver resultados en el apartado 0) no reflejan en detalle el perfil hidrodinámico a lo largo de la columna de agua por lo que se aborda un análisis pormenorizado según las distintas capas. Éstas son: capa/celda superficial (capa 13), capa/celda intermedia (capa 6) y capa/celda de fondo (capa 1). Considerando que la estructura donde van colocados los perfiladores es de aproximadamente 0,4 m de altura y que la región de sombra o *blanking* es de 1 m de altura, se tiene que la zona efectiva de medición comienza aproximadamente a 1,4 m del fondo. Dado que el tamaño de cada celda es de



1 m, tenemos que la celda 1 se corresponde con el intervalo [1,5 – 2,5] m, la celda intermedia con el [6,5-7,5] m y la celda 13 con el [14,5- 15,5] m, siempre desde cabeza transductora de los ADP. La capa 13 es la capa límite donde el rango de marea no afecta a la toma de datos.

En este análisis se ha dividido el dominio de orientaciones en 18 sectores de 20° cada uno, y el de velocidades en 9 intervalos: 0-8 cm/s, 8-16 cm/s, 16-24 cm/s, 24-32 cm/s, 32-40 cm/s, 40-48 cm/s, 48-56 cm/s, 56-64 cm/s y velocidades mayores de 64 cm/s.

4. Resultados

Series temporales

Las corrientes medidas se representan mediante series temporales de velocidad y dirección con el programa *SonTek View ADP*, lo que facilita visualizar sus variaciones. A modo de ejemplo, la Figura 5 muestra la variación de la velocidad (cm/s), y la Figura 6 los cambios en la dirección (grados). En el eje x se representan los perfiles en secuencia temporal y en el eje y el rango en metros desde el ADP

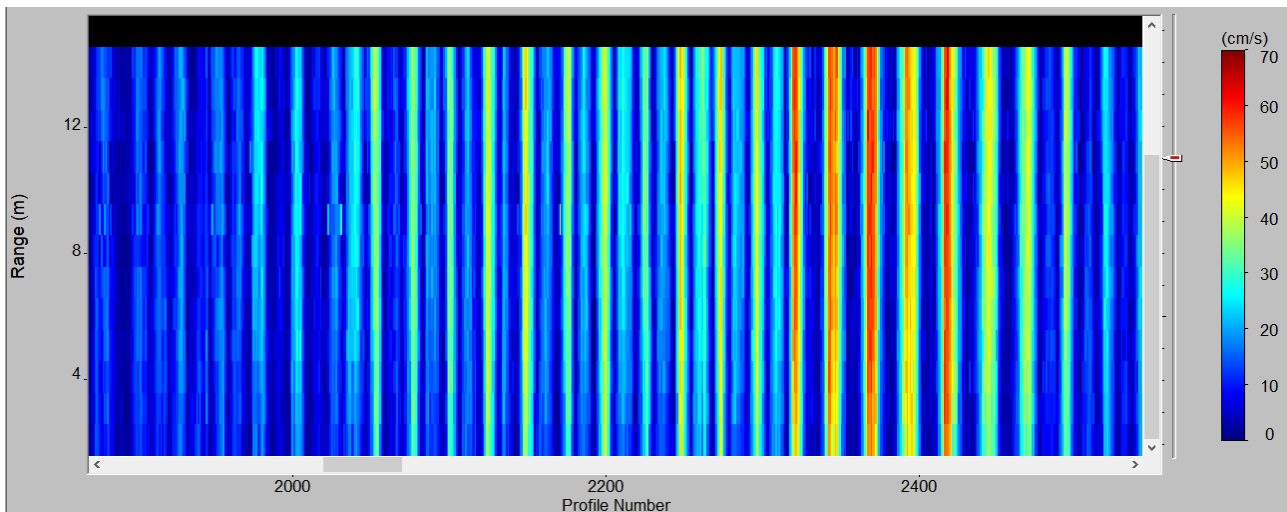


Figura 5. Ejemplo de evolución de la velocidad de la corriente en cm/s para un periodo de tiempo determinado, en estación TGr-18.

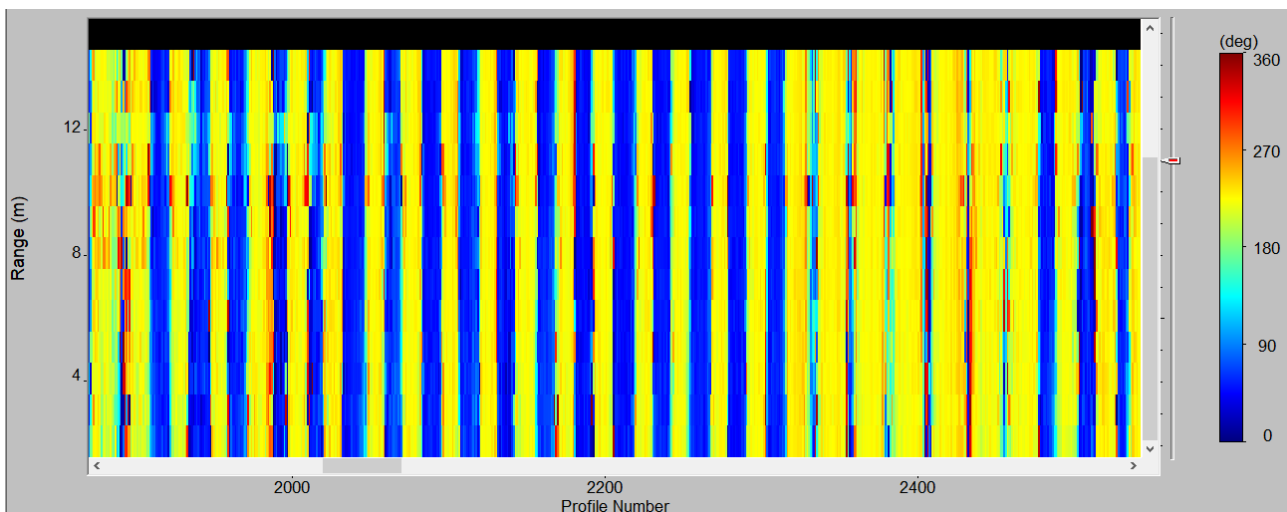


Figura 6. Ejemplo de la evolución de la dirección de la corriente en grados para un periodo de tiempo determinado en la estación TGr 18



Las tablas 1 a 7 incluyen los estadísticos de las series de velocidad calculados para cada profundidad. Se indica el número de celda, la profundidad existente desde la superficie, la velocidad promedio (cm/s), la velocidad mínima (cm/s), la velocidad máxima (cm/s), el primer cuartil (cm/s), o valor que superan el 75% de los datos y el tercer cuartil (cm/s), o valor que superan el 25% de los datos.

Tabla 1. Estadísticos de las series de velocidades del ADP en TGr-18 (Jaquita). Totalidad de los datos

| Capas | Profundidad aproximada(m) | Vel (cm/s) promedio | Vel (cm/s) máximos | Vel (cm/s) mínimo | 1 ^{er} Cuartil (cm/s) | 3 ^{er} Cuartil (cm/s) |
|----------|---------------------------|---------------------|--------------------|-------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| Celda 1 | 13 | 15,09 | 79,90 | 0,0 | 6,9 | 21,0 |
| Celda 2 | 12 | 15,59 | 81,00 | 0,1 | 7,0 | 21,8 |
| Celda 3 | 11 | 16,16 | 82,00 | 0,1 | 7,2 | 22,7 |
| Celda 4 | 10 | 16,67 | 82,50 | 0,0 | 7,4 | 23,5 |
| Celda 5 | 9 | 17,07 | 83,40 | 0,0 | 7,6 | 24,2 |
| Celda 6 | 8 | 17,38 | 84,80 | 0,0 | 7,7 | 24,7 |
| Celda 7 | 7 | 17,61 | 85,80 | 0,1 | 7,7 | 25,1 |
| Celda 8 | 6 | 17,79 | 86,20 | 0,0 | 7,7 | 25,4 |
| Celda 9 | 5 | 17,95 | 86,50 | 0,0 | 7,7 | 25,8 |
| Celda 10 | 4 | 18,10 | 87,20 | 0,0 | 7,7 | 26,0 |
| Celda 11 | 3 | 18,28 | 87,40 | 0,0 | 7,9 | 26,3 |
| Celda 12 | 2 | 18,42 | 87,30 | 0,0 | 8,0 | 26,5 |
| Celda 13 | 1 | 18,53 | 87,50 | 0,0 | 8,0 | 26,6 |

Tabla 2. Estadísticos de las series de velocidades del ADP en TGr-18. 1er periodo (13/09/17-31/01/18)

| Capas | Profundidad aproximada(m) | Vel (cm/s) promedio | Vel (cm/s) máximos | Vel (cm/s) mínimos | 1er Cuartil (cm/s) | 3 er Cuartil (cm/s) |
|----------|---------------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|
| Celda 1 | 13 | 16,75 | 64,40 | 0 | 7,7 | 22,9 |
| Celda 2 | 12 | 17,71 | 67,40 | 0,2 | 8,1 | 24,5 |
| Celda 3 | 11 | 18,38 | 67,30 | 0,2 | 8,3 | 25,6 |
| Celda 4 | 10 | 18,91 | 68,60 | 0 | 8,5 | 26,6 |
| Celda 5 | 9 | 19,26 | 71,20 | 0,1 | 8,6 | 27,1 |
| Celda 6 | 8 | 19,52 | 72,40 | 0,1 | 8,5 | 27,6 |
| Celda 7 | 7 | 19,76 | 72,00 | 0,1 | 8,6 | 28 |
| Celda 8 | 6 | 19,93 | 74,20 | 0,1 | 8,8 | 28,3 |
| Celda 9 | 5 | 20,13 | 74,80 | 0,1 | 8,9 | 28,5 |
| Celda 10 | 4 | 20,18 | 71,60 | 0 | 8,8 | 28,6 |
| Celda 11 | 3 | 20,33 | 73,20 | 0,1 | 8,9 | 28,9 |
| Celda 12 | 2 | 20,45 | 74,90 | 0,1 | 9 | 29,2 |
| Celda 13 | 1 | 20,53 | 73,90 | 0 | 8,9 | 29,1 |



Tabla 3. Estadísticos de las series de velocidades del ADP ubicado en la TGr-18 (Jaquita). Segundo periodo (31/01/18-02/08/18)

| Capas | Profundidad aproximada(m) | Vel (cm/s) promedio | Vel (cm/s) máximos | Vel (cm/s) mínimos | 1 ^{er} Cuartil (cm/s) | 3 ^{er} Cuartil (cm/s) |
|----------|---------------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| Celda 1 | 13 | 14,45 | 53,60 | 0,1 | 6,8 | 19,7 |
| Celda 2 | 12 | 14,93 | 54,50 | 0,1 | 7,0 | 20,6 |
| Celda 3 | 11 | 15,52 | 55,20 | 0,2 | 7,2 | 21,6 |
| Celda 4 | 10 | 16,05 | 55,90 | 0,1 | 7,4 | 22,5 |
| Celda 5 | 9 | 16,45 | 56,50 | 0,1 | 7,5 | 23,2 |
| Celda 6 | 8 | 16,72 | 57,00 | 0 | 7,6 | 23,8 |
| Celda 7 | 7 | 16,88 | 57,20 | 0,1 | 7,6 | 24,2 |
| Celda 8 | 6 | 16,96 | 57,10 | 0 | 7,3 | 24,6 |
| Celda 9 | 5 | 16,97 | 57,30 | 0 | 6,7 | 25,0 |
| Celda 10 | 4 | 17,17 | 57,30 | 0,1 | 6,8 | 25,4 |
| Celda 11 | 3 | 17,56 | 57,40 | 0,2 | 7,3 | 25,7 |
| Celda 12 | 2 | 17,87 | 58,20 | 0,1 | 7,8 | 26,0 |
| Celda 13 | 1 | 18,05 | 58,80 | 0 | 8,0 | 26,1 |

Tabla 4. Estadísticos de las series de velocidades del ADP ubicado en la TGr-18 (Jaquita). Tercer periodo (02/08/18-11/01/19)

| Capas | Profundidad aproximada(m) | Vel (cm/s) promedio | Vel (cm/s) máximos | Vel (cm/s) mínimo | 1 ^{er} Cuartil (cm/s) | 3 ^{er} Cuartil (cm/s) |
|----------|---------------------------|---------------------|--------------------|-------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| Celda 1 | 13 | 15,09 | 66,8 | 0 | 6,9 | 20,8 |
| Celda 2 | 12 | 15,69 | 69,3 | 0,1 | 7,1 | 21,7 |
| Celda 3 | 11 | 16,29 | 73,8 | 0,1 | 7,2 | 22,6 |
| Celda 4 | 10 | 16,8 | 72,3 | 0 | 7,4 | 23,6 |
| Celda 5 | 9 | 17,18 | 72,7 | 0 | 7,5 | 24,2 |
| Celda 6 | 8 | 17,46 | 74 | 0 | 7,6 | 24,7 |
| Celda 7 | 7 | 17,66 | 75,3 | 0,1 | 7,7 | 25,1 |
| Celda 8 | 6 | 17,81 | 74,7 | 0 | 7,6 | 25,4 |
| Celda 9 | 5 | 17,92 | 77,1 | 0 | 7,5 | 25,7 |
| Celda 10 | 4 | 18,05 | 76,5 | 0 | 7,5 | 26 |
| Celda 11 | 3 | 18,28 | 76,7 | 0,1 | 7,7 | 26,2 |
| Celda 12 | 2 | 18,46 | 76,9 | 0,1 | 7,9 | 26,4 |
| Celda 13 | 1 | 18,58 | 77,5 | 0 | 8 | 26,6 |



Tabla 5. Estadísticos de las series de velocidades del ADP ubicado en la TGr-18 (Jaquita). Cuarto periodo (11/01/19-05/09/19)

| Capas | Profundidad aproximada(m) | Vel (cm/s) promedio | Vel (cm/s) máximos | Vel (cm/s) mínimo | 1 ^{er} Cuartil (cm/s) | 3 ^{er} Cuartil (cm/s) |
|----------|---------------------------|---------------------|--------------------|-------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| Celda 1 | 13 | 14,79 | 69 | 0,1 | 6,3 | 20,9 |
| Celda 2 | 12 | 15,23 | 70,6 | 0,1 | 6,5 | 21,6 |
| Celda 3 | 11 | 15,81 | 73,5 | 0,1 | 6,7 | 22,5 |
| Celda 4 | 10 | 16,33 | 76,1 | 0,2 | 7 | 23,2 |
| Celda 5 | 9 | 16,76 | 77,8 | 0,1 | 7,1 | 24 |
| Celda 6 | 8 | 17,11 | 78,9 | 0,1 | 7,3 | 24,6 |
| Celda 7 | 7 | 17,38 | 79,5 | 0,1 | 7,4 | 25 |
| Celda 8 | 6 | 17,6 | 80,1 | 0,1 | 7,4 | 25,4 |
| Celda 9 | 5 | 17,79 | 80,9 | 0,2 | 7,4 | 25,8 |
| Celda 10 | 4 | 17,97 | 81,2 | 0,1 | 7,5 | 26,1 |
| Celda 11 | 3 | 18,13 | 81 | 0,1 | 7,6 | 26,3 |
| Celda 12 | 2 | 18,27 | 80,7 | 0 | 7,7 | 26,5 |
| Celda 13 | 1 | 18,39 | 80,8 | 0,1 | 7,7 | 26,7 |

Tabla 6. Estadísticos de las series de velocidades del ADP ubicado en la TGr-18 (Jaquita). Quinto periodo (05/09/19-26/04/20)

| Capas | Profundidad aproximada(m) | Vel (cm/s) promedio | Vel (cm/s) máximos | Vel (cm/s) mínimo | 1 ^{er} Cuartil (cm/s) | 3 ^{er} Cuartil (cm/s) |
|----------|---------------------------|---------------------|--------------------|-------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| celda 1 | 13 | 15,72 | 79,9 | 0,1 | 6,8 | 22,5 |
| celda 2 | 12 | 16,15 | 81 | 0,1 | 6,9 | 23,2 |
| celda 3 | 11 | 16,68 | 82 | 0,1 | 7,1 | 24 |
| celda 4 | 10 | 17,15 | 82,5 | 0,1 | 7,3 | 24,7 |
| celda 5 | 9 | 17,54 | 83,4 | 0,1 | 7,5 | 25,3 |
| celda 6 | 8 | 17,86 | 84,8 | 0,2 | 7,5 | 25,7 |
| celda 7 | 7 | 18,11 | 85,8 | 0,1 | 7,6 | 26 |
| celda 8 | 6 | 18,33 | 86,2 | 0,1 | 7,7 | 26,3 |
| celda 9 | 5 | 18,50 | 86,5 | 0,1 | 7,8 | 26,5 |
| celda 10 | 4 | 18,66 | 87,2 | 0,1 | 7,9 | 26,8 |
| celda 11 | 3 | 18,81 | 87,4 | 0,1 | 7,975 | 27 |
| celda 12 | 2 | 18,94 | 87,3 | 0 | 8 | 27,2 |
| celda 13 | 1 | 19,05 | 87,5 | 0 | 8,1 | 27,4 |



Tabla 7. Estadísticos de las series de velocidades del ADP ubicado en la TGr-18 (Jaquita). Sexto periodo (26/04/20-18/11/20)

| Capas | Profundidad aproximada(m) | Vel (cm/s) promedio | Vel (cm/s) máximos | Vel (cm/s) mínimo | 1 ^{er} Cuartil (cm/s) | 3 ^{er} Cuartil (cm/s) |
|----------|---------------------------|---------------------|--------------------|-------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| celda 1 | 13 | 14,69 | 64 | 0 | 7,8 | 20,4 |
| celda 2 | 12 | 15,10 | 65,5 | 0,1 | 7,9 | 21,1 |
| celda 3 | 11 | 15,67 | 67 | 0,1 | 8,1 | 22,1 |
| celda 4 | 10 | 16,21 | 68 | 0,1 | 8,3 | 22,9 |
| celda 5 | 9 | 16,63 | 68,8 | 0,2 | 8,4 | 23,6 |
| celda 6 | 8 | 16,94 | 69,6 | 0,1 | 8,5 | 24,1 |
| celda 7 | 7 | 17,19 | 70,8 | 0,1 | 8,5 | 24,5 |
| celda 8 | 6 | 17,39 | 71,7 | 0,2 | 8,5 | 24,9 |
| celda 9 | 5 | 17,55 | 71,9 | 0,1 | 8,5 | 25,2 |
| celda 10 | 4 | 17,70 | 71,9 | 0,1 | 8,5 | 25,5 |
| celda 11 | 3 | 17,83 | 72,3 | 0 | 8,6 | 25,7 |
| celda 12 | 2 | 17,93 | 72,8 | 0 | 8,6 | 25,8 |
| celda 13 | 1 | 17,99 | 73,1 | 0 | 8,6 | 25,9 |

Perfiles hidrodinámicos por capas

Con la información obtenida en los análisis anteriores se muestra el perfil hidrodinámico de la estación mediante gráficas de ‘rosa de corrientes’ para cada una de las capas (celdas) seleccionadas. Las rosas de corriente muestran la distribución y frecuencia de las velocidades de la corriente en las diferentes direcciones. Estas direcciones señalan el rumbo de la corriente, al contrario que en las rosas de vientos (*wind-plots*), en donde indican el origen del viento.

Los resultados obtenidos se presentan a continuación en forma de fichas en las que, para cada celda, se incluyen las rosas de corriente centrada sobre su respectiva estación, una tabla con la descripción estadística de la distribución de frecuencias relativas y el porcentaje de datos para cada intervalo de clase y dirección. Dado la homogeneidad de los datos en las distintas cotas hemos considerado tres celdas representativas: celda 1 (profunda), celda 6 (intermedia) y celda 13 (superficie no afectada por la dinámica marina).

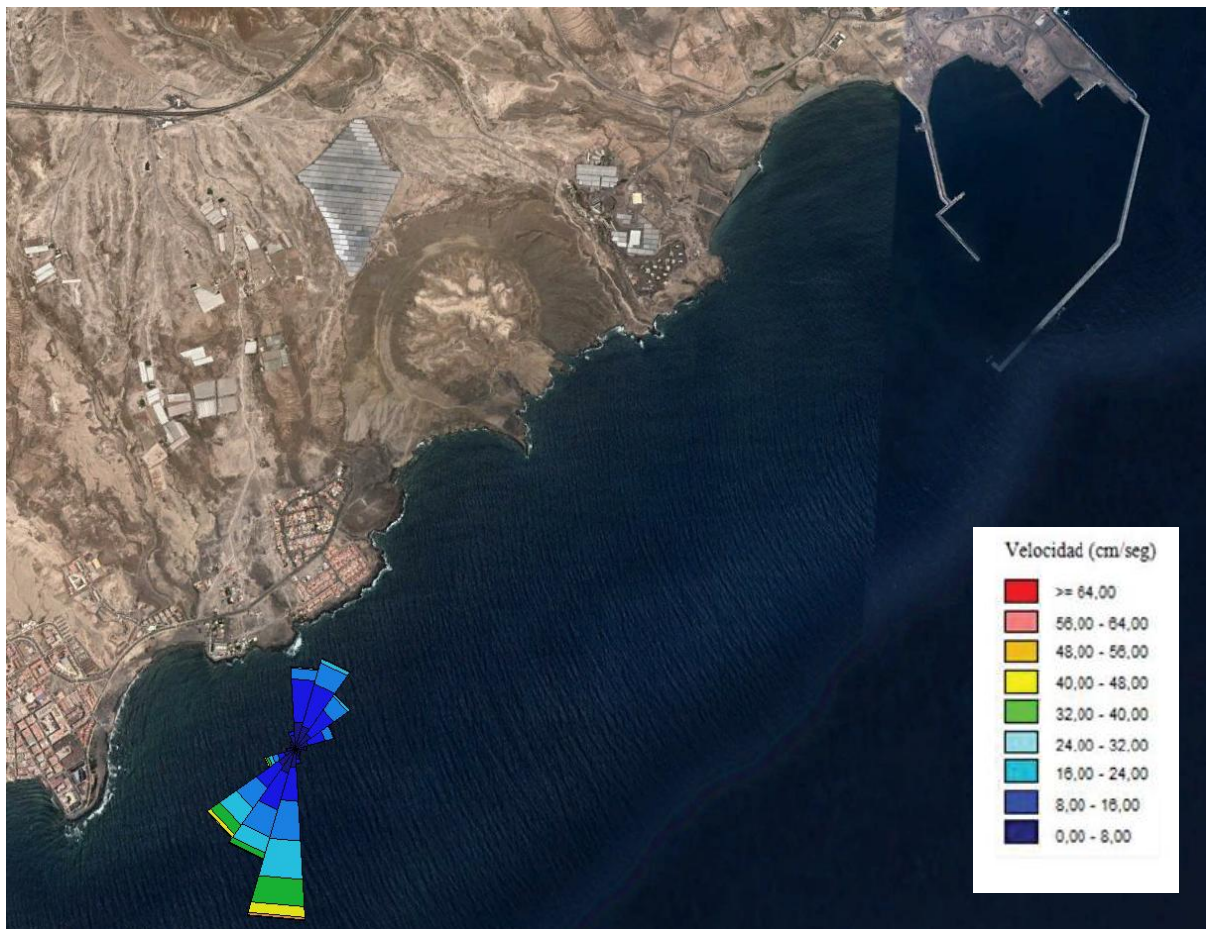


PERFILADOR EN TGR18. CELDA 1 (FONDO)

Frecuencia de aparición (%) de las direcciones de la corriente del periodo completo de muestreo (13/09/17-18/11/20)

| Directions / Wind Classes (cm/s) | 0,0 - 8,0 | 8,0 - 16,0 | 16,0 - 24,0 | 24,0 - 32,0 | 32,0 - 40,0 | 40,0 - 48,0 | 48,0 - 56,0 | 56,0 - 64,0 | >= 64,0 | Total (%) |
|----------------------------------|-----------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------|-----------|
| N | 3 | 5 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 |
| NNE | 3 | 5 | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 12 |
| NE | 2 | 4 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 |
| ENE | 2 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 |
| E by N | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| E by S | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| ESE | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| SE | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| SSE | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| S | 2 | 4 | 5 | 5 | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 21 |
| SSW | 3 | 5 | 3 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 14 |
| SW | 3 | 3 | 3 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 13 |
| WSW | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 |
| W by S | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| W by N | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| WNW | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| NW | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| NNW | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| Sub-Total | 30 | 31 | 20 | 11 | 6 | 2 | 0 | 0 | 0 | 100 |
| Calms | | | | | | | | | | 0 |
| Missing/Incomplete | | | | | | | | | | 0 |
| Total | | | | | | | | | | 100 |

Rosa de dirección e intensidad (respecto al N verdadero). Se muestra el periodo completo de muestreo (13/09/17-18/11/20)



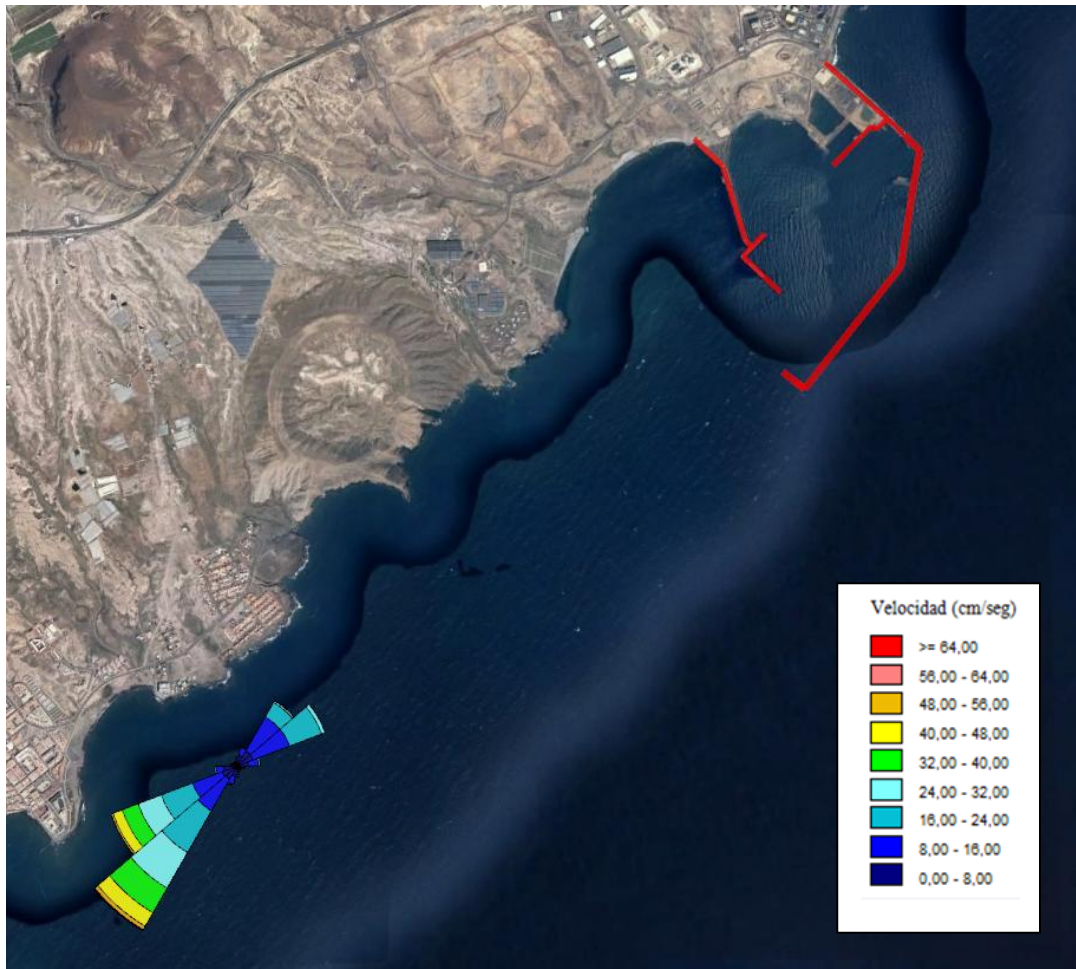


PERFILADOR EN TGR18. CELDA 1 (FONDO)

Frecuencia de aparición (%) de las direcciones de la corriente del primer periodo (13/09/17-31/01/18)

| Directions /Classes (cm/s) | 0,00 - 8,00 | 8,00 - 16,00 | 16,00 - 24,00 | 24,00 - 32,00 | 32,00 - 40,00 | 40,00 - 48,00 | 48,00 - 56,00 | 56,00 - 64,00 | >= 64,00 | Total (%) |
|----------------------------|-------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------|-----------|
| N | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| NNE | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| NE | 3 | 6 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 12 |
| ENE | 3 | 6 | 5 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 15 |
| E by N | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 |
| E by S | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| ESE | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| SE | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| SSE | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| S | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| SSW | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| SW | 2 | 6 | 7 | 6 | 4 | 2 | 1 | 0 | 0 | 29 |
| WSW | 2 | 5 | 5 | 4 | 3 | 2 | 0 | 0 | 0 | 21 |
| W by S | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 |
| W by N | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| WNW | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| NW | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| NNW | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Sub-Total | 26 | 30 | 21 | 11 | 7 | 4 | 1 | 0 | 0 | 100 |
| Calms | | | | | | | | | | 0 |
| Missing/incomplete | | | | | | | | | | 0 |
| Total | | | | | | | | | | 100 |

Rosa de dirección e intensidad (respecto al N verdadero). Datos del primer periodo (13/09/17 - 31/01/18)





PERFILADOR EN TGR18. CELDA 1 (FONDO)

Frecuencia de aparición (%) de las direcciones de la corriente del segundo periodo (31/01/18-02/08/18)

| Directions / Classes (cm/s) | 0,00 - 8,00 | 8,00 - 16,00 | 16,00 - 24,00 | 24,00 - 32,00 | 32,00 - 40,00 | 40,00 - 48,00 | 48,00 - 56,00 | 56,00 - 64,00 | >= 64,00 | Total (%) |
|-----------------------------|-------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------|-----------|
| N | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| NNE | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| NE | 4 | 9 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 19 |
| ENE | 4 | 8 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 15 |
| E by N | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| E by S | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| ESE | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| SE | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| SSE | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| S | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| SSW | 3 | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 |
| SW | 4 | 11 | 11 | 10 | 5 | 1 | 0 | 0 | 0 | 42 |
| WSW | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 |
| W by S | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| W by N | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| WNW | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| NW | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| NNW | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Sub-Total | 30 | 33 | 20 | 10 | 5 | 1 | 0 | 0 | 0 | 100 |
| Calms | | | | | | | | | | 0 |
| Missing/Incomplete | | | | | | | | | | 0 |
| Total | | | | | | | | | | 100 |

Rosa de dirección e intensidad (respecto al N verdadero). Datos del segundo periodo (31/01/18 - 02/08/18)





PERFILADOR EN TGR18. CELDA 1 (FONDO)

Frecuencia de aparición (%) de las direcciones de la corriente del tercer periodo (02/08/18-11/01/19)

| Directions /Clases (cm/s) | 0,00 - 8,00 | 8,00 - 16,00 | 16,00 - 24,00 | 24,00 - 32,00 | 32,00 - 40,00 | 40,00 - 48,00 | 48,00 - 56,00 | 56,00 - 64,00 | >= 64,00 | Total (%) |
|---------------------------|-------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------|-----------|
| N | 5 | 10 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 17 |
| NNE | 4 | 6 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 11 |
| NE | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| ENE | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| E by N | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| E by S | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| ESE | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| SE | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| SSE | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| S | 3 | 7 | 9 | 8 | 6 | 2 | 0 | 0 | 0 | 36 |
| SSW | 3 | 5 | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 13 |
| SW | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| WSW | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| W by S | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| W by N | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| WNW | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| NW | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| NNW | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 |
| Sub-Total | 33 | 32 | 16 | 10 | 6 | 2 | 0 | 0 | 0 | 100 |
| Calms | | | | | | | | | | 0 |
| Missing/Incomplete | | | | | | | | | | 0 |
| Total | | | | | | | | | | 100 |

Rosa de dirección e intensidad (respecto al N verdadero). Datos del tercer periodo (02/08/18-11/01/19)





PERFILADOR EN TGR18. CELDA 1 (FONDO)

Frecuencia de aparición (%) de las direcciones de la corriente del cuarto periodo (11/01/19-05/09/19)

| Directions / Wind Classes (cm/s) | 0,00 - 8,00 | 8,00 - 16,00 | 16,00 - 24,00 | 24,00 - 32,00 | 32,00 - 40,00 | 40,00 - 48,00 | 48,00 - 56,00 | 56,00 - 64,00 | >= 64,00 | Total (%) |
|----------------------------------|-------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------|-----------|
| N | 5 | 9 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 18 |
| NNE | 4 | 6 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 11 |
| NE | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| ENE | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| E by N | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| E by S | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| ESE | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| SE | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| SSE | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| S | 3 | 7 | 8 | 8 | 6 | 2 | 0 | 0 | 0 | 35 |
| SSW | 4 | 6 | 4 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 17 |
| SW | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| WSW | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| W by S | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| W by N | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| WNW | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| NW | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| NNW | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 |
| Sub-Total | 33 | 30 | 17 | 11 | 6 | 2 | 0 | 0 | 0 | 100 |
| Calms | | | | | | | | | | 0 |
| Missing/Incomplete | | | | | | | | | | 0 |
| Total | | | | | | | | | | 100 |

Rosa de dirección e intensidad (respecto al N verdadero). Datos del cuarto periodo (11/01/19-05/09/19)



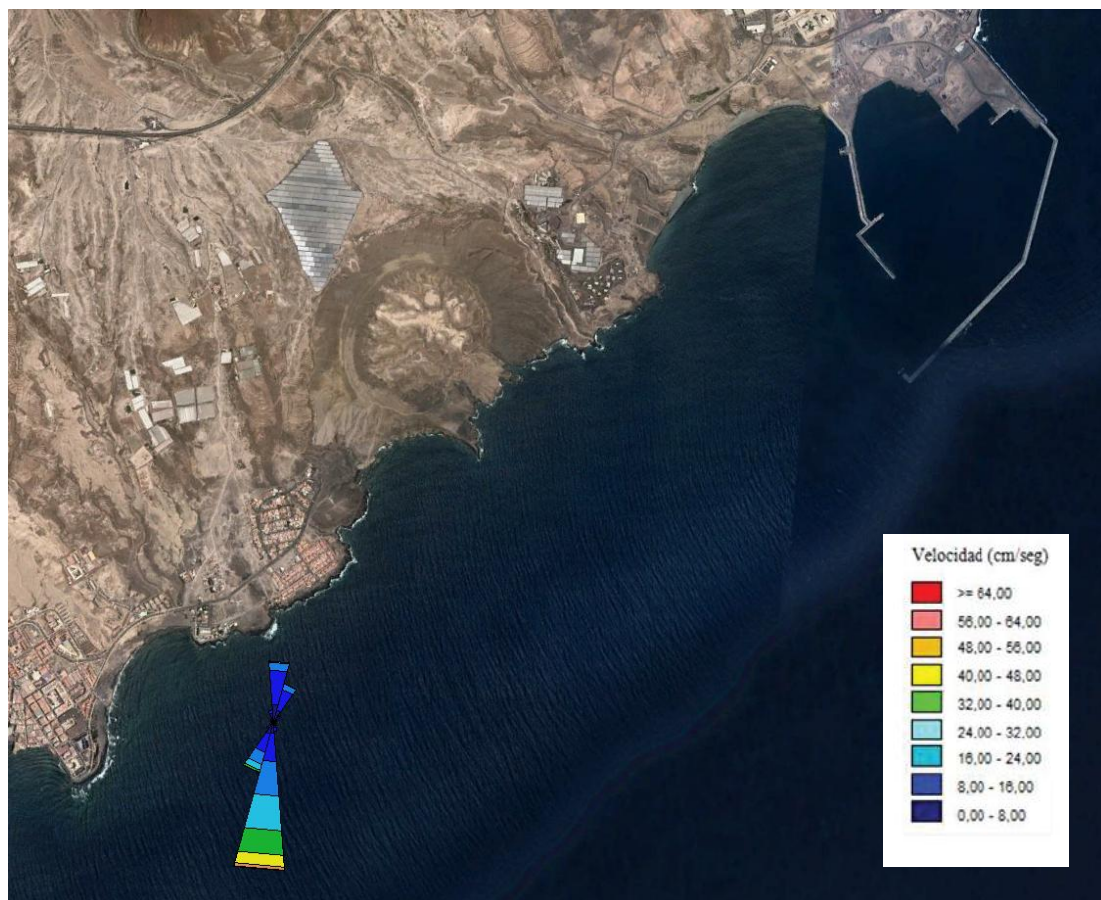


PERFILADOR EN TGR18. CELDA 1 (FONDO)

Frecuencia de aparición (%) de las direcciones de la corriente del quinto periodo (05/09/19-26/04/20)

| Directions / Wind Classes (cm/s) | 0,0 - 8,0 | 8,0 - 16,0 | 16,0 - 24,0 | 24,0 - 32,0 | 32,0 - 40,0 | 40,0 - 48,0 | 48,0 - 56,0 | 56,0 - 64,0 | >= 64,0 | Total (%) |
|----------------------------------|-----------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------|-----------|
| N | 5 | 9 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 16 |
| NNE | 3 | 6 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 11 |
| NE | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| ENE | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| E by N | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| E by S | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| ESE | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| SE | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| SSE | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| S | 3 | 8 | 9 | 9 | 6 | 3 | 1 | 0 | 0 | 40 |
| SSW | 3 | 5 | 3 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 14 |
| SW | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| WSW | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| W by S | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| W by N | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| WNW | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| NW | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| NNW | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| Sub-Total | 30 | 31 | 16 | 11 | 7 | 3 | 1 | 0 | 0 | 100 |
| Calms | | | | | | | | | | 0 |
| Missing/Incomplete | | | | | | | | | | 0 |
| Total | | | | | | | | | | 100 |

Rosa de dirección e intensidad (respecto al N verdadero). Datos del quinto periodo (05/09/19-26/04/20)



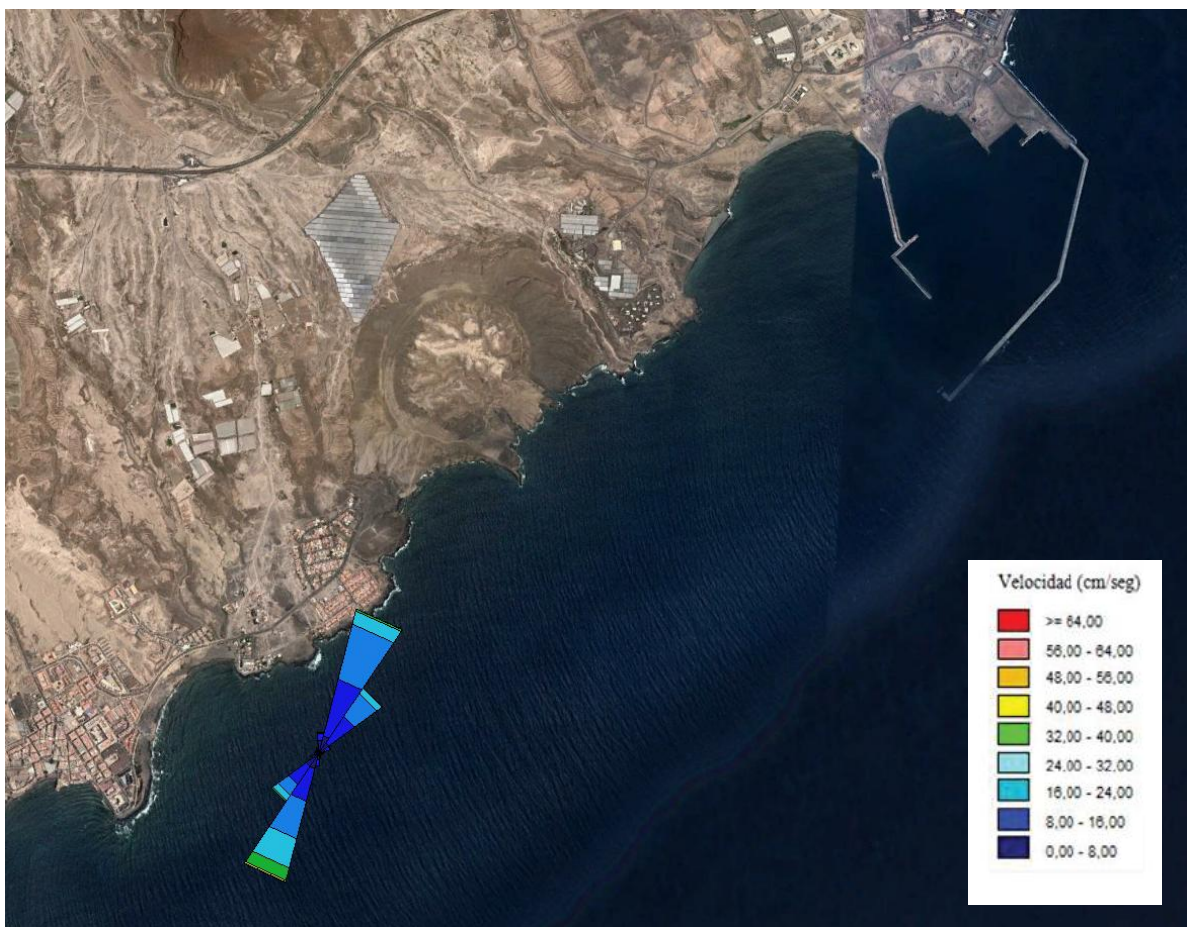


PERFILADOR EN TGR18. CELDA 1 (FONDO)

Frecuencia de aparición (%) de las direcciones de la corriente del sexto periodo (26/04/20-18/11/20)

| Directions /Classes (cm/s) | 0,00 - 8,00 | 8,00 - 16,00 | 16,00 - 24,00 | 24,00 - 32,00 | 32,00 - 40,00 | 40,00 - 48,00 | 48,00 - 56,00 | 56,00 - 64,00 | >= 64,00 | Total (%) |
|----------------------------|-------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------|-----------|
| N | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 |
| NNE | 4 | 11 | 11 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 29 |
| NE | 2 | 6 | 5 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 15 |
| ENE | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| E by N | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| E by S | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| ESE | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SE | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SSE | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| S | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| SSW | 3 | 7 | 7 | 6 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 26 |
| SW | 3 | 4 | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 11 |
| WSW | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| W by S | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| W by N | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| WNW | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| NW | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| NNW | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Sub-Total | 26 | 33 | 27 | 11 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 |
| Calms | | | | | | | | | | 0 |
| Missing/incomplete | | | | | | | | | | 0 |
| Total | | | | | | | | | | 100 |

Rosa de dirección e intensidad (respecto al N verdadero). Datos del sexto periodo (0526/04/20-18/11/20)



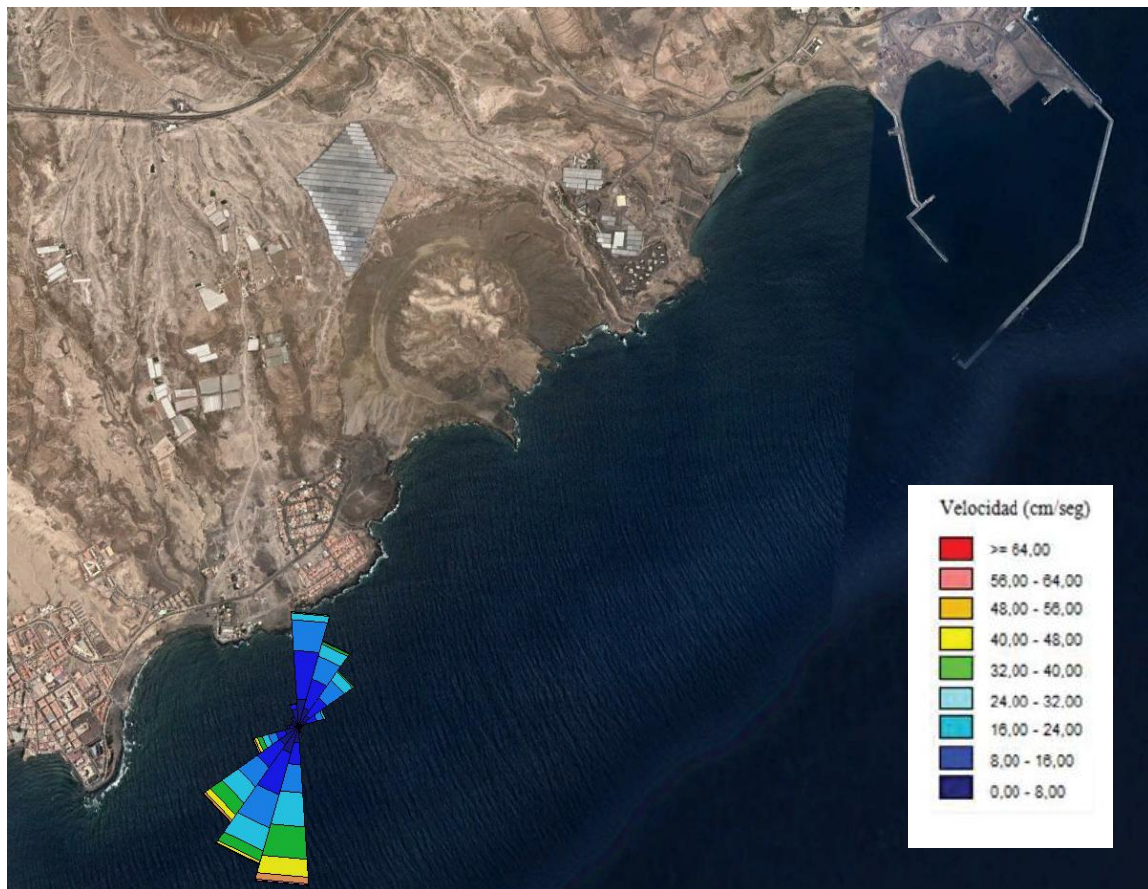


PERFILADOR EN TGR18. CELDA 6 (CAPA INTERMEDIA)

Frecuencia de aparición (%) de las direcciones de la corriente del periodo completo de muestreo (13/09/17-18/11/20)

| Directions / Wind Classes (cm/s) | 0,0 - 8,0 | 8,0 - 16,0 | 16,0 - 24,0 | 24,0 - 32,0 | 32,0 - 40,0 | 40,0 - 48,0 | 48,0 - 56,0 | 56,0 - 64,0 | >= 64,0 | Total (%) |
|----------------------------------|-----------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------|-----------|
| N | 3 | 6 | 4 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 14 |
| NNE | 2 | 4 | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 |
| NE | 2 | 3 | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 |
| ENE | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| E by N | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| E by S | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ESE | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SE | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SSE | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| S | 2 | 3 | 3 | 4 | 4 | 2 | 1 | 0 | 0 | 19 |
| SSW | 3 | 5 | 4 | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 17 |
| SW | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 14 |
| WSW | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 |
| W by S | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| W by N | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| WNW | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| NW | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| NNW | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| Sub-Total | 26 | 26 | 21 | 14 | 8 | 4 | 1 | 0 | 0 | 100 |
| Calms | | | | | | | | | | 0 |
| Missing/Incomplete | | | | | | | | | | 0 |
| Total | | | | | | | | | | 100 |

Rosa de dirección e intensidad (respecto al N verdadero). Se muestra el periodo completo de muestreo (13/09/17-18/11/20)



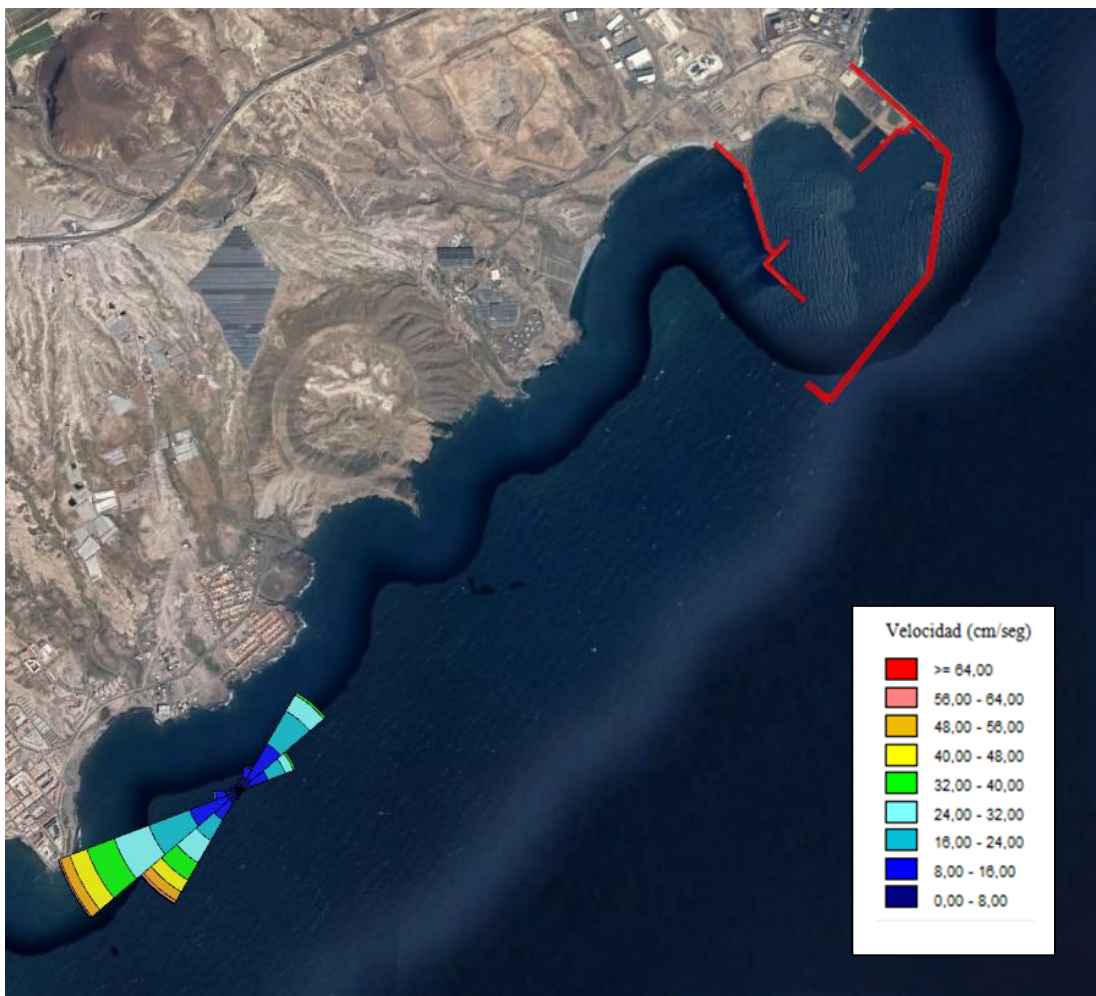


PERFILADOR EN TGR18. CELDA 6 (CAPA INTERMEDIA)

Frecuencia de aparición (%) de las direcciones de la corriente del primer periodo (13/09/17-31/01/18)

| Directions / Classes (cm/s) | 0,00 - 8,00 | 8,00 - 16,00 | 16,00 - 24,00 | 24,00 - 32,00 | 32,00 - 40,00 | 40,00 - 48,00 | 48,00 - 56,00 | 56,00 - 64,00 | >= 64,00 | Total (%) |
|-----------------------------|-------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------|-----------|
| N | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| NNE | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 |
| NE | 2 | 6 | 6 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 18 |
| ENE | 2 | 3 | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 |
| E by N | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| E by S | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| ESE | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SE | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SSE | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| S | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| SSW | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| SW | 2 | 3 | 4 | 4 | 3 | 2 | 2 | 0 | 0 | 21 |
| WSW | 2 | 6 | 7 | 6 | 5 | 3 | 2 | 0 | 0 | 31 |
| W by S | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 |
| W by N | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| WNW | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| NW | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| NNW | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Sub-Total | 23 | 24 | 20 | 14 | 9 | 5 | 3 | 1 | 0 | 100 |
| Calms | | | | | | | | | | 0 |
| Missing/Incomplete | | | | | | | | | | 0 |
| Total | | | | | | | | | | 100 |

Rosa de dirección e intensidad (respecto al N verdadero). Datos del primer periodo (13/09/17 - 31/01/18)





PERFILADOR EN TGR18. CELDA 6 (CAPA INTERMEDIA)

Frecuencia de aparición (%) de las direcciones de la corriente del segundo periodo (31/01/18-02/08/18)

| Directions / Wind Classes (m/s) | 0,00 - 8,00 | 8,00 - 16,00 | 16,00 - 24,00 | 24,00 - 32,00 | 32,00 - 40,00 | 40,00 - 48,00 | 48,00 - 56,00 | 56,00 - 64,00 | >= 64,00 | Total (%) |
|---------------------------------|-------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------|-----------|
| N | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| NNE | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| NE | 3 | 7 | 8 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 23 |
| ENE | 3 | 5 | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 12 |
| E by N | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| E by S | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| ESE | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| SE | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| SSE | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| S | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| SSW | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 |
| SW | 4 | 10 | 11 | 9 | 7 | 3 | 1 | 0 | 0 | 45 |
| WSW | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 |
| W by S | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| W by N | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| WNW | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| NW | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| NNW | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Sub-Total | 26 | 27 | 22 | 14 | 8 | 3 | 1 | 0 | 0 | 100 |
| Calms | | | | | | | | | | 0 |
| Missing/Incomplete | | | | | | | | | | 0 |
| Total | | | | | | | | | | 100 |

Rosa de dirección e intensidad (respecto al N verdadero). Datos del segundo periodo (31/01/18 - 02/08/18)





PERFILADOR EN TGR18. CELDA 6 (CAPA INTERMEDIA)

Frecuencia de aparición (%) de las direcciones de la corriente del tercer periodo (02/08/18-11/01/19)

| Directions /Classes (cm/s) | 0,00 - 8,00 | 8,00 - 16,00 | 16,00 - 24,00 | 24,00 - 32,00 | 32,00 - 40,00 | 40,00 - 48,00 | 48,00 - 56,00 | 56,00 - 64,00 | >= 64,00 | Total (%) |
|----------------------------|-------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------|-----------|
| N | 5 | 11 | 7 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 24 |
| NNE | 2 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 |
| NE | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| ENE | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| E by N | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| E by S | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ESE | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SE | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SSE | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| S | 3 | 5 | 6 | 6 | 6 | 3 | 1 | 0 | 0 | 32 |
| SSW | 4 | 7 | 5 | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 20 |
| SW | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| WSW | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| W by S | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| W by N | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| WNW | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| NW | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| NNW | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 |
| Sub-Total | 29 | 28 | 20 | 11 | 8 | 4 | 1 | 0 | 0 | 100 |
| Calms | | | | | | | | | | 0 |
| Missing/Incomplete | | | | | | | | | | 0 |
| Total | | | | | | | | | | 100 |

Rosa de dirección e intensidad (respecto al N verdadero). Datos del tercer periodo (02/08/18-11/01/19)





PERFILADOR EN TGR18. CELDA 6 (CAPA INTERMEDIA)

Frecuencia de aparición (%) de las direcciones de la corriente del cuarto periodo (11/01/19-05/09/19)

| Directions / Wind Classes (cm/s) | 0,00 - 8,00 | 8,00 - 16,00 | 16,00 - 24,00 | 24,00 - 32,00 | 32,00 - 40,00 | 40,00 - 48,00 | 48,00 - 56,00 | 56,00 - 64,00 | >= 64,00 | Total (%) |
|----------------------------------|-------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------|-----------|
| N | 5 | 10 | 7 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 23 |
| NNE | 2 | 3 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 |
| NE | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| ENE | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| E by N | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| E by S | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ESE | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SE | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SSE | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| S | 2 | 4 | 6 | 7 | 7 | 4 | 1 | 0 | 0 | 32 |
| SSW | 4 | 7 | 5 | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 22 |
| SW | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| WSW | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| W by S | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| W by N | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| WNW | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| NW | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| NNW | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 |
| Sub-Total | 27 | 27 | 20 | 13 | 8 | 4 | 1 | 0 | 0 | 100 |
| Calms | | | | | | | | | | 0 |
| Missing/Incomplete | | | | | | | | | | 0 |
| Total | | | | | | | | | | 100 |

Rosa de dirección e intensidad (respecto al N verdadero). Datos del cuarto periodo (11/01/19-05/09/19)



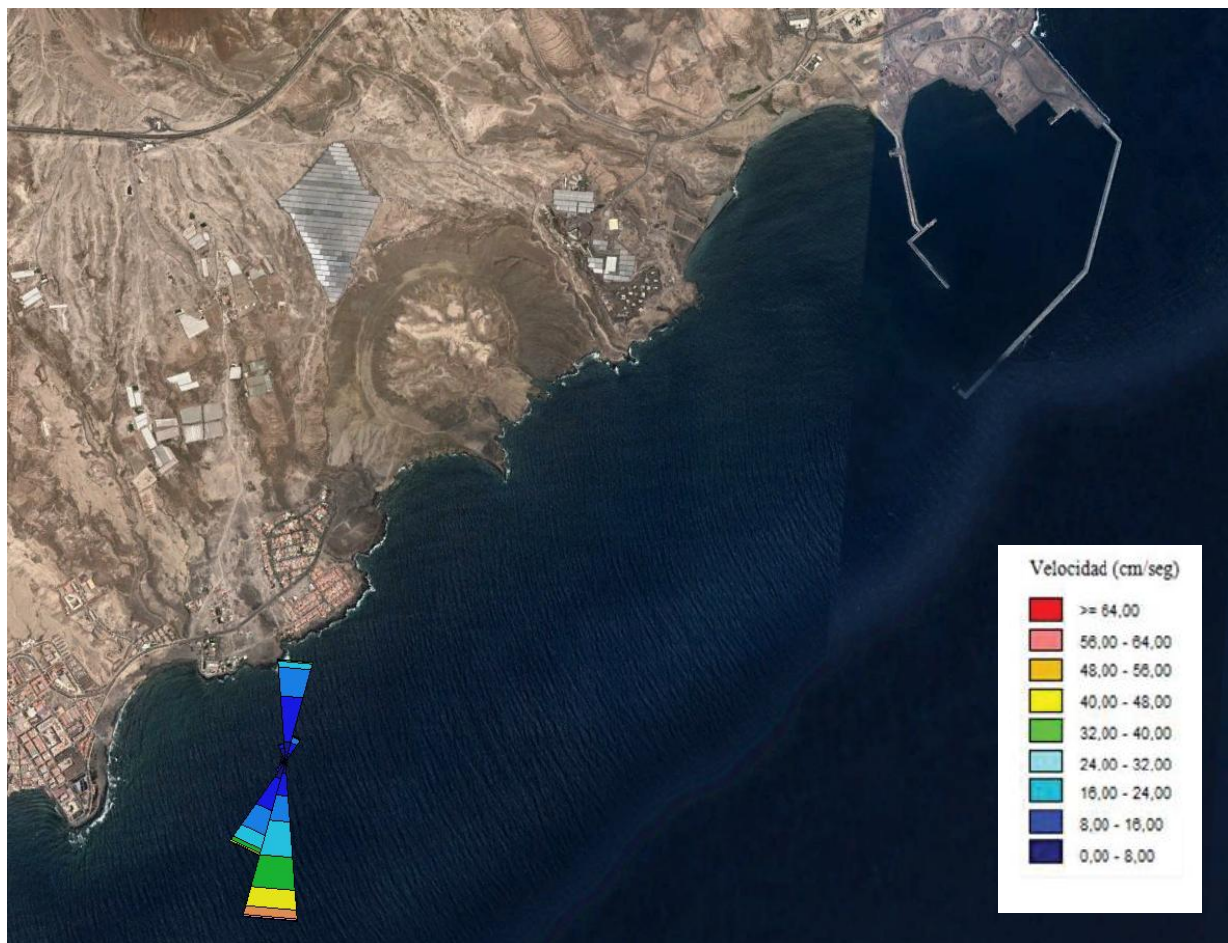


PERFILADOR EN TGR18. CELDA 6 (CAPA INTERMEDIA)

Frecuencia de aparición (%) de las direcciones de la corriente del quinto periodo (05/09/19-26/04/20)

| Directions / Wind Classes (cm/s) | 0,0 - 8,0 | 8,0 - 16,0 | 16,0 - 24,0 | 24,0 - 32,0 | 32,0 - 40,0 | 40,0 - 48,0 | 48,0 - 56,0 | 56,0 - 64,0 | >= 64,0 | Total (%) |
|----------------------------------|-----------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------|-----------|
| N | 4 | 10 | 6 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 23 |
| NNE | 2 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 |
| NE | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| ENE | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| E by N | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| E by S | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ESE | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SE | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SSE | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| S | 3 | 5 | 6 | 8 | 7 | 4 | 2 | 0 | 0 | 35 |
| SSW | 4 | 7 | 6 | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 21 |
| SW | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| WSW | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| W by S | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| W by N | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| WNW | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| NW | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| NNW | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 |
| Sub-Total | 26 | 26 | 19 | 12 | 8 | 5 | 2 | 0 | 0 | 100 |
| Calms | | | | | | | | | | 0 |
| Missing/Incomplete | | | | | | | | | | 0 |
| Total | | | | | | | | | | 100 |

Rosa de dirección e intensidad (respecto al N verdadero). Datos del quinto periodo (05/09/19-26/04/20)



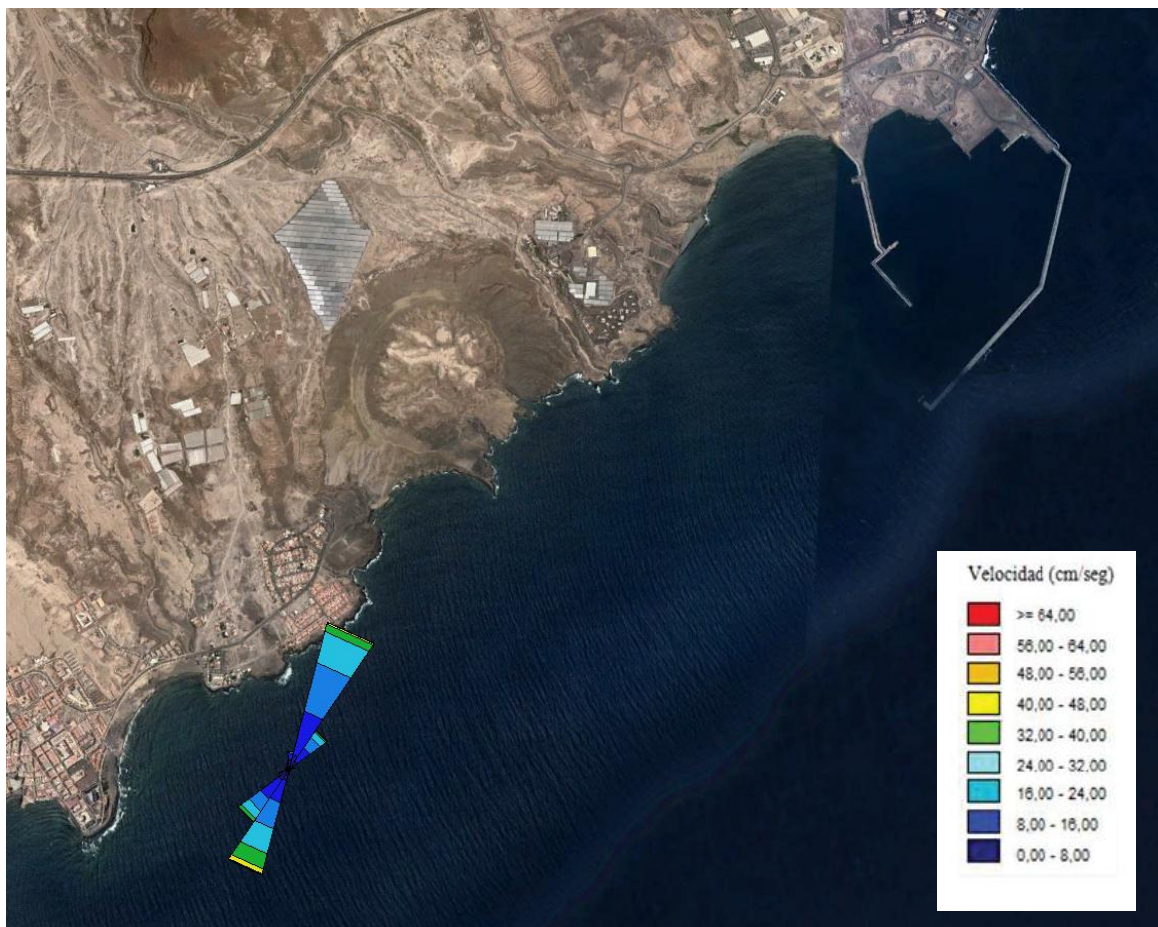


PERFILADOR EN TGR18. CELDA 6 (CAPA INTERMEDIA)

Frecuencia de aparición (%) de las direcciones de la corriente del sexto periodo (26/04/20-18/11/20)

| Directions /Classes (cm/s) | 0,00 - 8,00 | 8,00 - 16,00 | 16,00 - 24,00 | 24,00 - 32,00 | 32,00 - 40,00 | 40,00 - 48,00 | 48,00 - 56,00 | 56,00 - 64,00 | >= 64,00 | Total (%) |
|----------------------------|-------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------|-----------|
| N | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 |
| NNE | 3 | 10 | 12 | 7 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 35 |
| NE | 2 | 4 | 3 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 11 |
| ENE | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| E by N | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| E by S | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ESE | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SE | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SSE | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| S | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| SSW | 3 | 5 | 6 | 6 | 4 | 1 | 0 | 0 | 0 | 25 |
| SW | 3 | 5 | 3 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 14 |
| WSW | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| W by S | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| W by N | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| WNW | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| NW | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| NNW | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| Sub-Total | 23 | 27 | 24 | 17 | 6 | 2 | 0 | 0 | 0 | 100 |
| Calms | | | | | | | | | | 0 |
| Missing/Incomplete | | | | | | | | | | 0 |
| Total | | | | | | | | | | 100 |

Rosa de dirección e intensidad (respecto al N verdadero). Datos del sexto periodo (26/04/20-18/11/20)



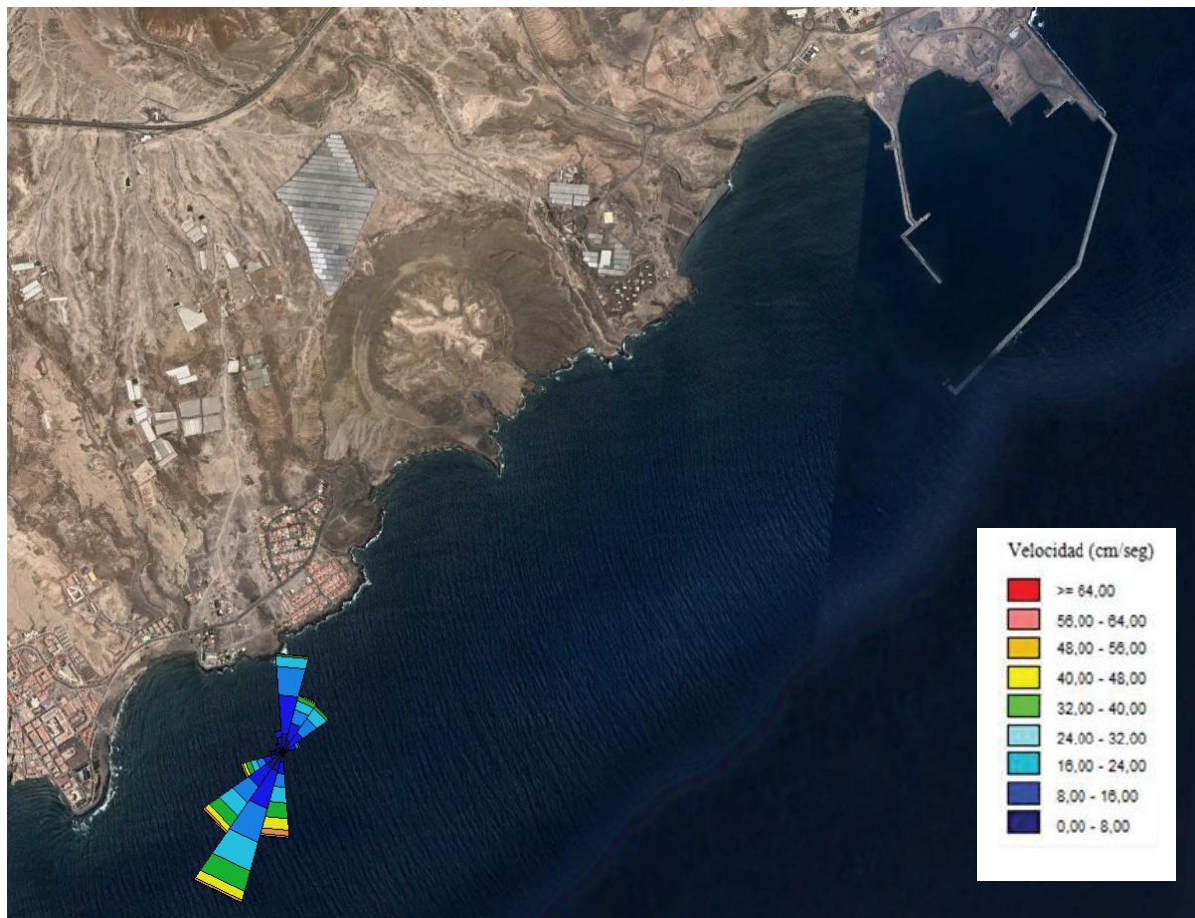


PERFILADOR EN TGR18. CELDA 13 (CAPA SUPERFICIAL)

Frecuencia de aparición (%) de las direcciones de la corriente del periodo completo de muestreo (13/09/17-18/11/20)

| Directions / Wind Classes (cm/s) | 0,0 - 8,0 | 8,0 - 16,0 | 16,0 - 24,0 | 24,0 - 32,0 | 32,0 - 40,0 | 40,0 - 48,0 | 48,0 - 56,0 | 56,0 - 64,0 | >= 64,0 | Total (%) |
|----------------------------------|-----------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------|-----------|
| N | 3 | 6 | 4 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 14 |
| NNE | 2 | 3 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9 |
| NE | 1 | 2 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 |
| ENE | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| E by N | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| E by S | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ESE | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SE | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SSE | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| S | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 0 | 0 | 12 |
| SSW | 3 | 6 | 5 | 4 | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 22 |
| SW | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 14 |
| WSW | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 |
| W by S | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| W by N | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| WNW | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| NW | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| NNW | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| Sub-Total | 25 | 25 | 20 | 14 | 9 | 5 | 2 | 1 | 0 | 100 |
| Calms | | | | | | | | | | 0 |
| Missing/Incomplete | | | | | | | | | | 0 |
| Total | | | | | | | | | | 100 |

Rosa de dirección e intensidad (respecto al N verdadero). Se muestra el periodo completo de muestreo (13/09/17-18/11/20)





PERFILADOR EN TGR18. CELDA 13 (CAPA SUPERFICIAL)

Frecuencia de aparición (%) de las direcciones de la corriente del primer periodo (13/09/17-31/01/18)

| Directions / Clases (cm/s) | 0,00 - 8,00 | 8,00 - 16,00 | 16,00 - 24,00 | 24,00 - 32,00 | 32,00 - 40,00 | 40,00 - 48,00 | 48,00 - 56,00 | 56,00 - 64,00 | >= 64,00 | Total (%) |
|----------------------------|-------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------|-----------|
| N | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| NNE | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 |
| NE | 2 | 6 | 6 | 4 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 19 |
| ENE | 1 | 2 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 |
| E by N | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| E by S | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ESE | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SE | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SSE | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| S | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| SSW | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| SW | 1 | 2 | 3 | 3 | 2 | 2 | 1 | 1 | 0 | 16 |
| WSW | 2 | 5 | 8 | 7 | 6 | 4 | 2 | 1 | 0 | 35 |
| W by S | 2 | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 |
| W by N | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| WNW | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| NW | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| NNW | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Sub-Total | 22 | 23 | 19 | 15 | 10 | 6 | 3 | 1 | 0 | 100 |
| Calms | | | | | | | | | | 0 |
| Missing/Incomplete | | | | | | | | | | 0 |
| Total | | | | | | | | | | 100 |

Rosa de dirección e intensidad (respecto al N verdadero). Datos del primer periodo (13/09/17 - 31/01/18)





PERFILADOR EN TGR18. CELDA 13 (CAPA SUPERFICIAL)

Frecuencia de aparición (%) de las direcciones de la corriente del segundo periodo (31/01/18-02/08/18)

| Directions / Wind Classes (m/s) | 0,00 - 8,00 | 8,00 - 16,00 | 16,00 - 24,00 | 24,00 - 32,00 | 32,00 - 40,00 | 40,00 - 48,00 | 48,00 - 56,00 | 56,00 - 64,00 | >= 64,00 | Total (%) |
|---------------------------------|-------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------|-----------|
| N | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| NNE | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| NE | 4 | 9 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 19 |
| ENE | 4 | 8 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 15 |
| E by N | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| E by S | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| ESE | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| SE | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| SSE | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| S | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| SSW | 3 | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 |
| SW | 4 | 11 | 11 | 10 | 5 | 1 | 0 | 0 | 0 | 42 |
| WSW | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 |
| W by S | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| W by N | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| WNW | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| NW | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| NNW | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Sub-Total | 30 | 33 | 20 | 10 | 5 | 1 | 0 | 0 | 0 | 100 |
| Calms | | | | | | | | | | 0 |
| Missing/Incomplete | | | | | | | | | | 0 |
| Total | | | | | | | | | | 100 |

Rosa de dirección e intensidad (respecto al N verdadero). Datos del segundo periodo (31/01/18 - 02/08/18)





PERFILADOR EN TGR18. CELDA 13 (CAPA SUPERFICIAL)

Frecuencia de aparición (%) de las direcciones de la corriente del tercer periodo (02/08/18-11/01/19)

| Directions /Classes (cm/s) | 0,00 - 8,00 | 8,00 - 16,00 | 16,00 - 24,00 | 24,00 - 32,00 | 32,00 - 40,00 | 40,00 - 48,00 | 48,00 - 56,00 | 56,00 - 64,00 | >= 64,00 | Total (%) |
|----------------------------|-------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------|-----------|
| N | 4 | 10 | 8 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 24 |
| NNE | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| NE | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ENE | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| E by N | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| E by S | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ESE | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SE | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SSE | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| S | 2 | 3 | 4 | 4 | 3 | 3 | 1 | 0 | 0 | 21 |
| SSW | 4 | 8 | 7 | 6 | 4 | 2 | 0 | 0 | 0 | 31 |
| SW | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 |
| WSW | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| W by S | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| W by N | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| WNW | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| NW | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| NNW | 4 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 |
| Sub-Total | 28 | 26 | 20 | 12 | 8 | 5 | 2 | 0 | 0 | 100 |
| Calms | | | | | | | | | | 0 |
| Missing/Incomplete | | | | | | | | | | 0 |
| Total | | | | | | | | | | 100 |

Rosa de dirección e intensidad (respecto al N verdadero). Datos del tercer periodo (02/08/18-11/01/19)



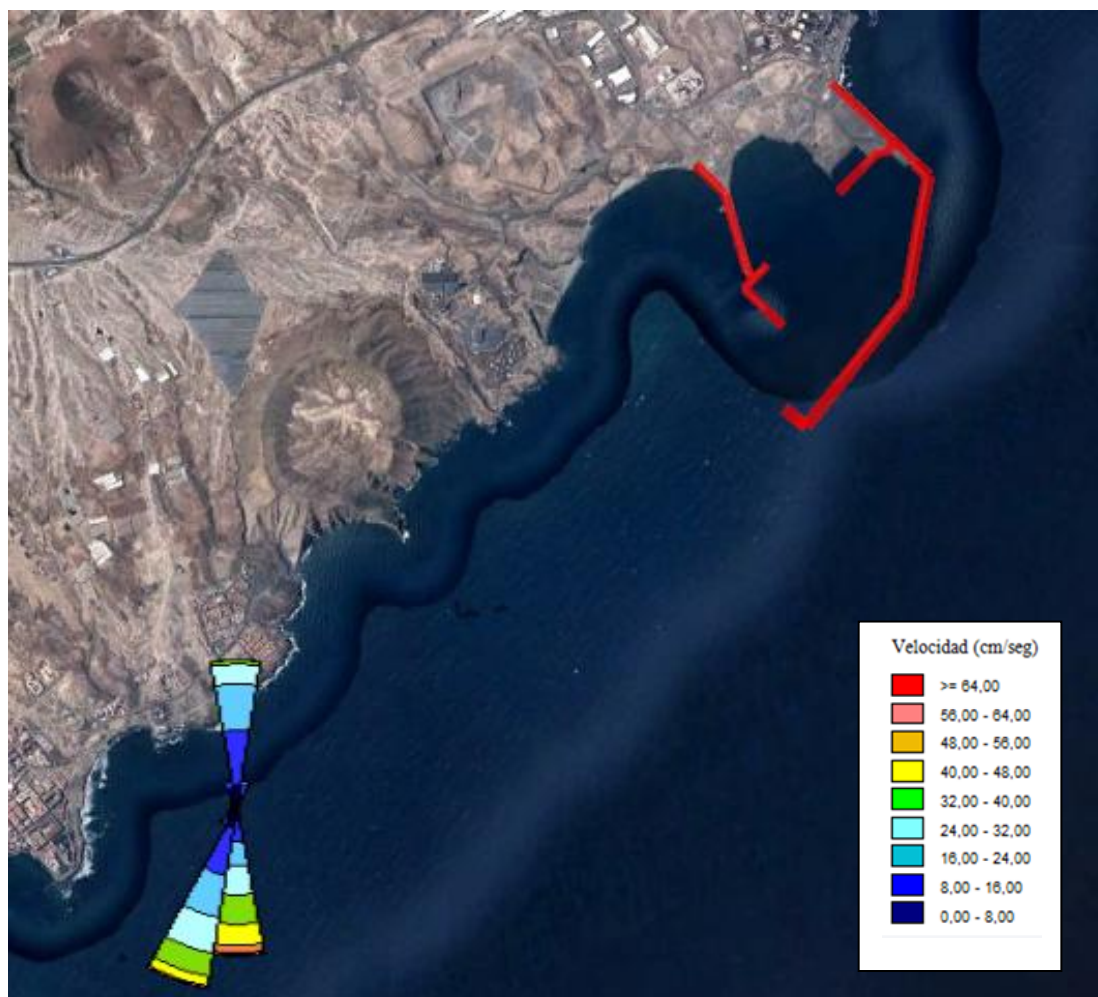


PERFILADOR EN TGR18. CELDA 13 (CAPA SUPERFICIAL)

Frecuencia de aparición (%) de las direcciones de la corriente del cuarto periodo (11/01/19-05/09/19)

| Directions / Wind Classes (cm/s) | 0,00 - 8,00 | 8,00 - 16,00 | 16,00 - 24,00 | 24,00 - 32,00 | 32,00 - 40,00 | 40,00 - 48,00 | 48,00 - 56,00 | 56,00 - 64,00 | >= 64,00 | Total (%) |
|----------------------------------|-------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------|-----------|
| N | 4 | 9 | 8 | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 24 |
| NNE | 2 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 |
| NE | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| ENE | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| E by N | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| E by S | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ESE | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SE | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SSE | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| S | 2 | 3 | 4 | 5 | 5 | 3 | 1 | 0 | 0 | 24 |
| SSW | 3 | 8 | 7 | 6 | 4 | 2 | 0 | 0 | 0 | 30 |
| SW | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 |
| WSW | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| W by S | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| W by N | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| WNW | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| NW | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| NNW | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 |
| Sub-Total | 26 | 24 | 19 | 14 | 9 | 5 | 2 | 0 | 0 | 100 |
| Calms | | | | | | | | | | 0 |
| Missing/Incomplete | | | | | | | | | | 0 |
| Total | | | | | | | | | | 100 |

Rosa de dirección e intensidad (respecto al N verdadero). Datos del cuarto periodo (11/01/19-05/09/19)



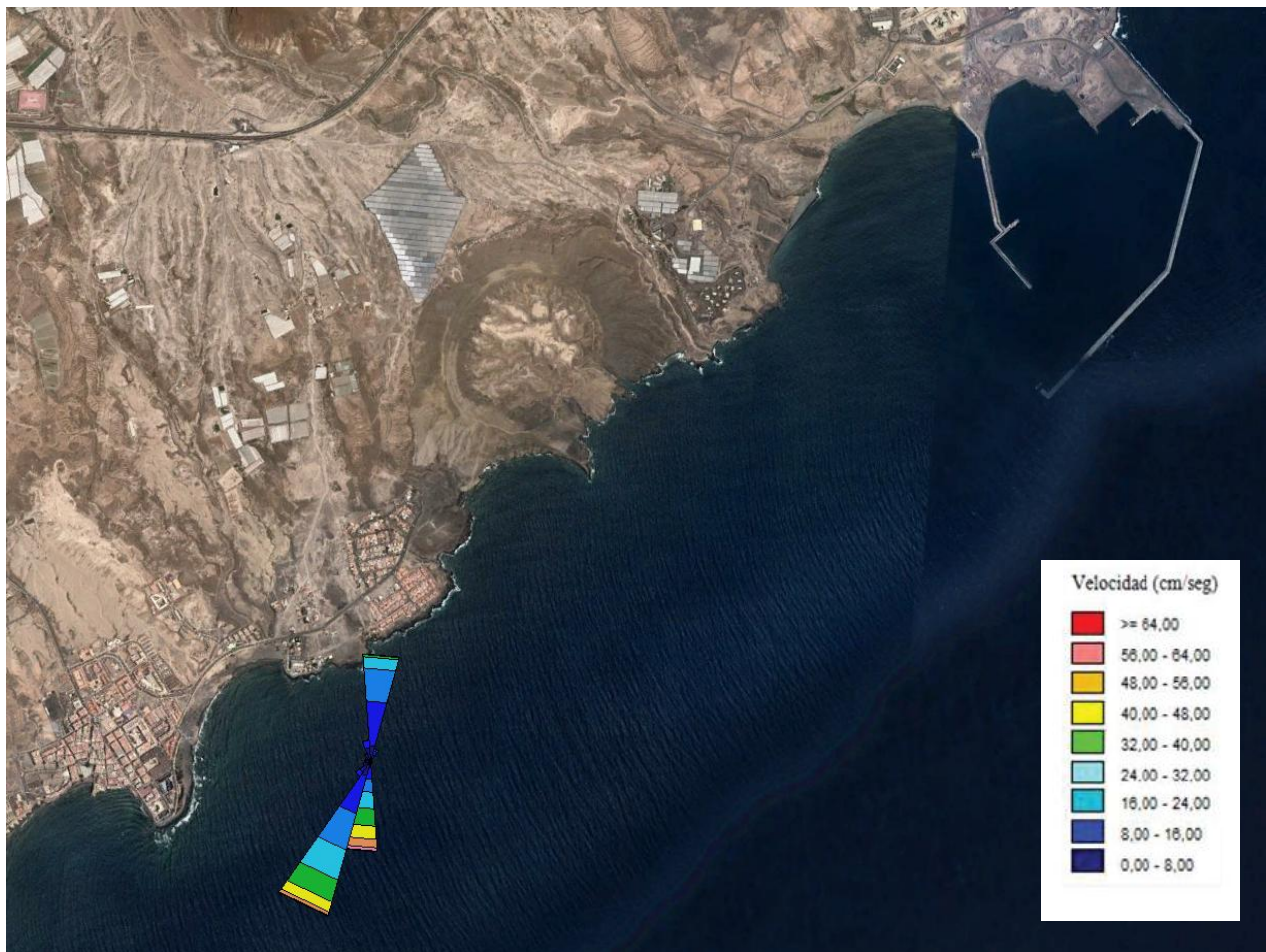


PERFILADOR EN TGR18. CELDA 13 (CAPA SUPERFICIAL)

Frecuencia de aparición (%) de las direcciones de la corriente del quinto periodo (05/09/19-26/04/20)

| Directions / Wind Classes (cm/s) | 0,0 - 8,0 | 8,0 - 16,0 | 16,0 - 24,0 | 24,0 - 32,0 | 32,0 - 40,0 | 40,0 - 48,0 | 48,0 - 56,0 | 56,0 - 64,0 | >= 64,0 | Total (%) |
|----------------------------------|-----------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------|-----------|
| N | 3 | 10 | 7 | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 24 |
| NNE | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| NE | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ENE | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| E by N | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| E by S | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ESE | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SE | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SSE | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| S | 2 | 2 | 3 | 4 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 | 20 |
| SSW | 3 | 9 | 8 | 7 | 5 | 2 | 1 | 0 | 0 | 35 |
| SW | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 |
| WSW | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| W by S | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| W by N | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| WNW | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| NW | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| NNW | 3 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 |
| Sub-Total | 25 | 25 | 19 | 13 | 9 | 5 | 3 | 1 | 0 | 100 |
| Calms | | | | | | | | | | 0 |
| Missing/Incomplete | | | | | | | | | | 0 |
| Total | | | | | | | | | | 100 |

Rosa de dirección e intensidad (respecto al N verdadero). Datos del quinto periodo (05/09/19-26/04/20)



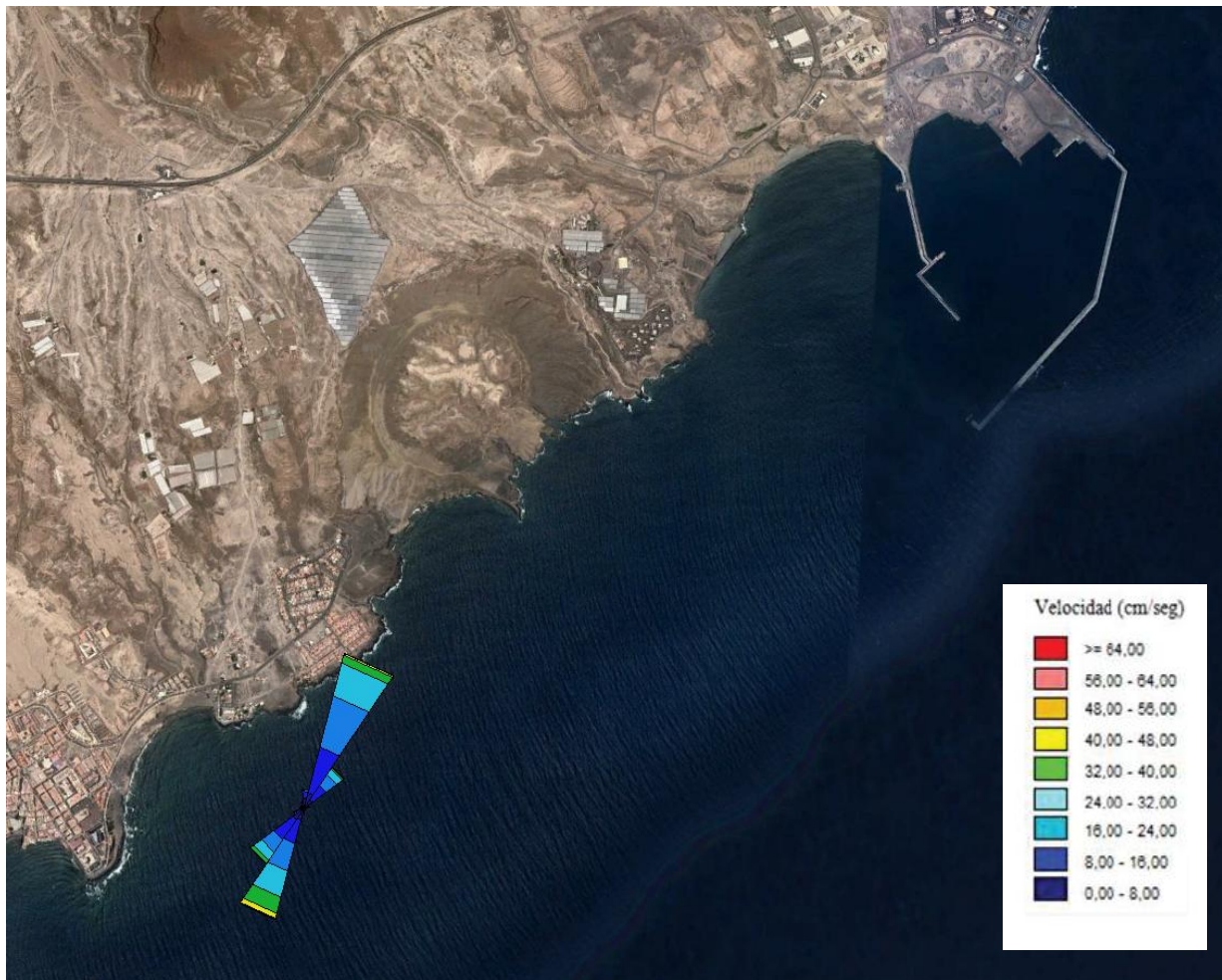


PERFILADOR EN TGR18. CELDA 13 (CAPA SUPERFICIAL)

Frecuencia de aparición (%) de las direcciones de la corriente del sexto periodo (26/04/20-18/11/20)

| Directions /Classes (cm/s) | 0,00 - 8,00 | 8,00 - 16,00 | 16,00 - 24,00 | 24,00 - 32,00 | 32,00 - 40,00 | 40,00 - 48,00 | 48,00 - 56,00 | 56,00 - 64,00 | >= 64,00 | Total (%) |
|----------------------------|-------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------|-----------|
| N | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 |
| NNE | 3 | 10 | 12 | 7 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 35 |
| NE | 2 | 4 | 3 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 11 |
| ENE | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| E by N | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| E by S | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ESE | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SE | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SSE | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| S | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| SSW | 3 | 5 | 6 | 6 | 4 | 1 | 0 | 0 | 0 | 25 |
| SW | 3 | 5 | 3 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 14 |
| WSW | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| W by S | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| W by N | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| WNW | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| NW | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| NNW | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| Sub-Total | 23 | 27 | 24 | 17 | 6 | 2 | 0 | 0 | 0 | 100 |
| Calms | | | | | | | | | | 0 |
| Missing/Incomplete | | | | | | | | | | 0 |
| Total | | | | | | | | | | 100 |

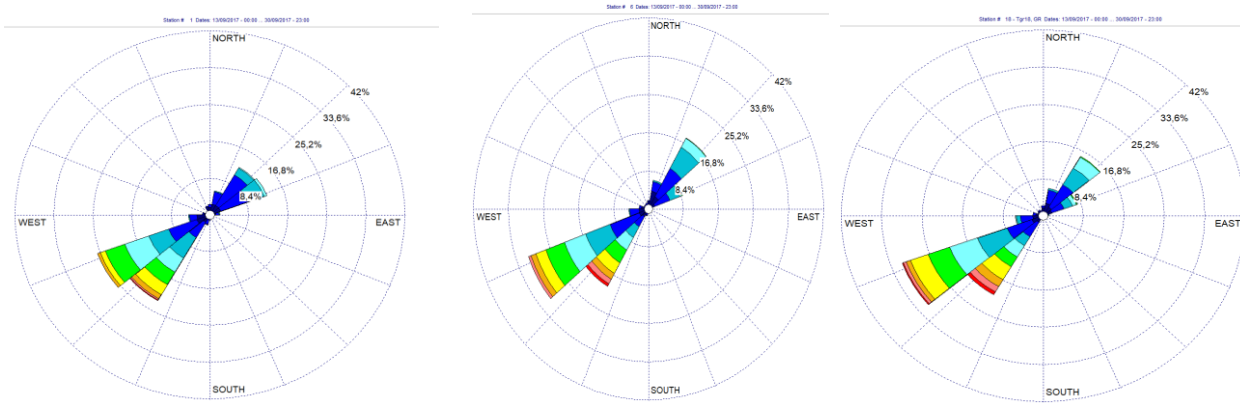
Rosa de dirección e intensidad (respecto al N verdadero). Datos del sexto periodo (26/04/20-18/11/20)



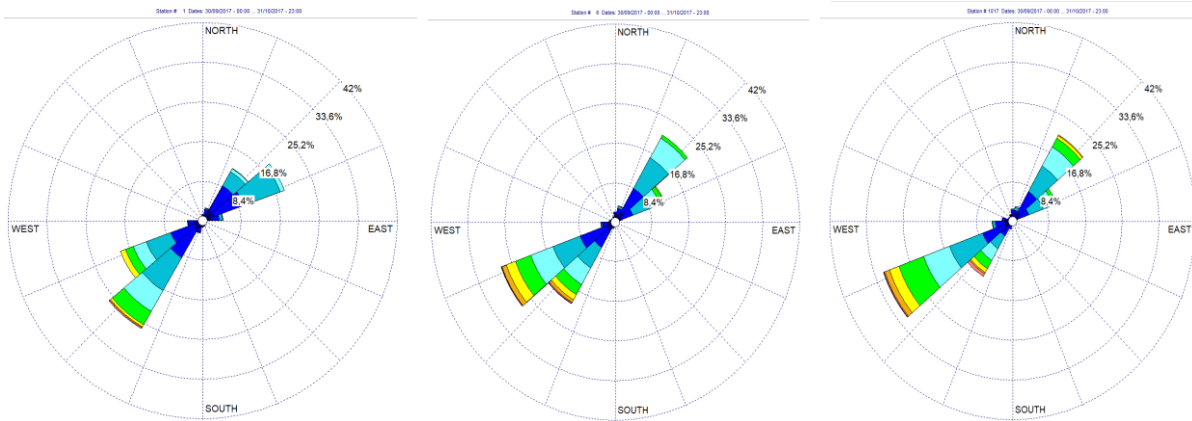


DESGLOSE DATOS MENSUALES EN LA CELDAS 1, 6 Y 13

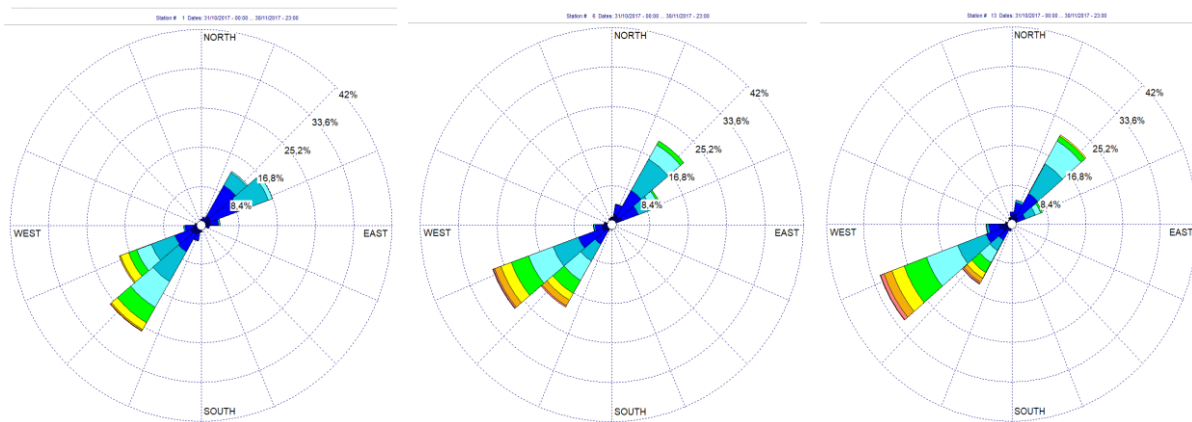
Virado 1. Septiembre 2017: C1 (fondo), C6 (intermedio), C13 (superficie)



Virado 1. Octubre 2017: C1 (fondo), C6 (intermedio), C13 (superficie)

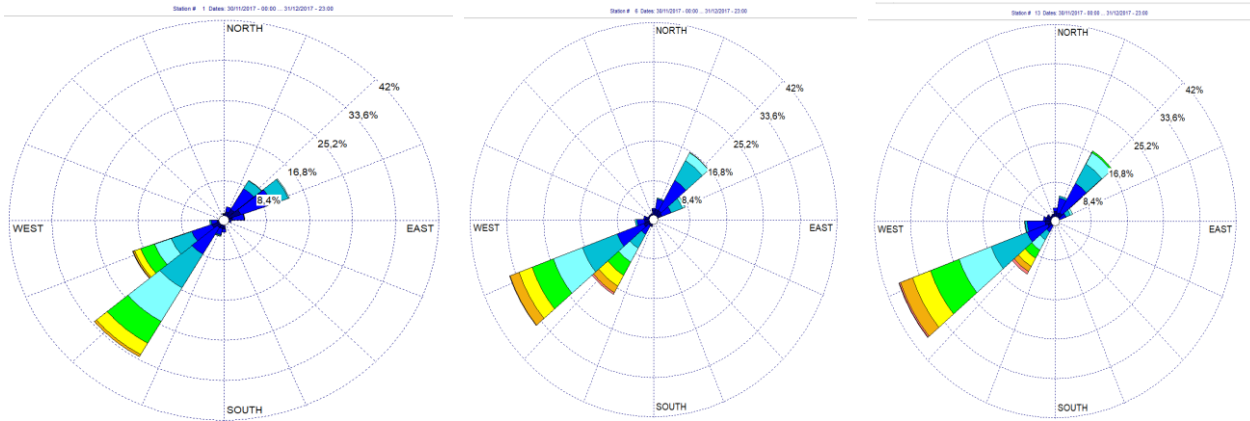


Virado 1. Noviembre 2017: C1 (fondo), C6 (intermedio), C13 (superficie)

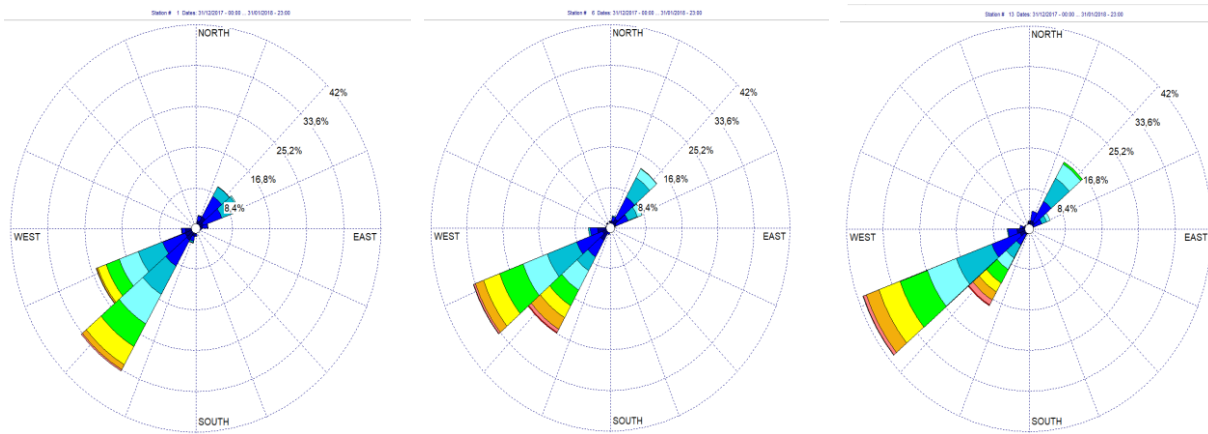




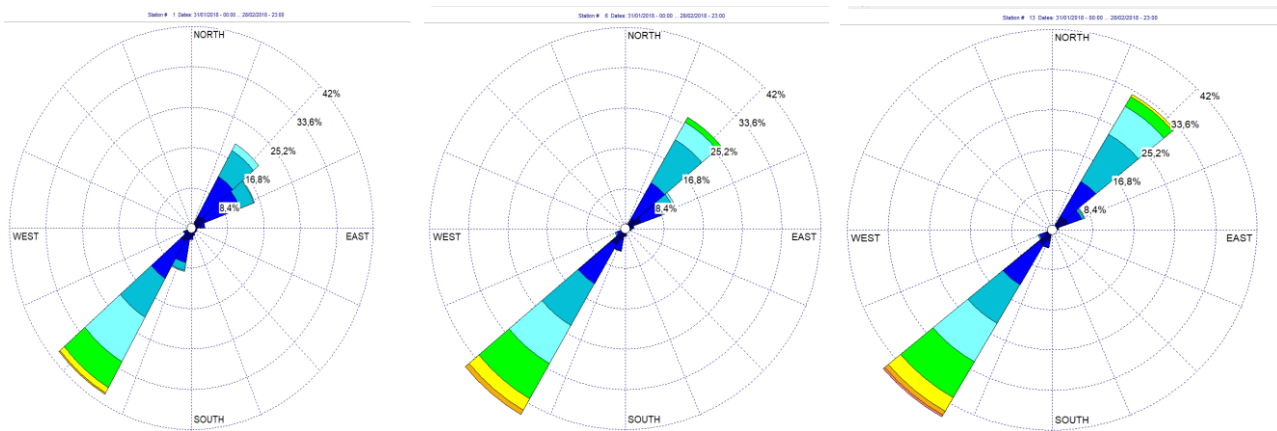
Virado 1. Diciembre 2017: C1 (fondo), C6 (intermedio), C13 (superficie)



Virado 1. Enero 2018: C1 (fondo), C6 (intermedio), C13 (superficie)

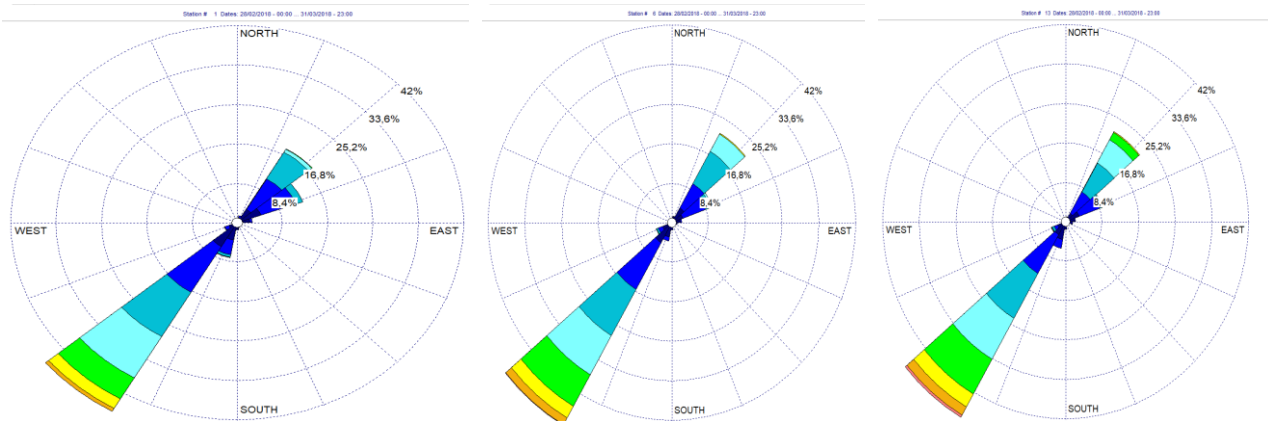


Virado 2. Febrero 2018: C1 (fondo), C6 (intermedio), C13 (superficie)

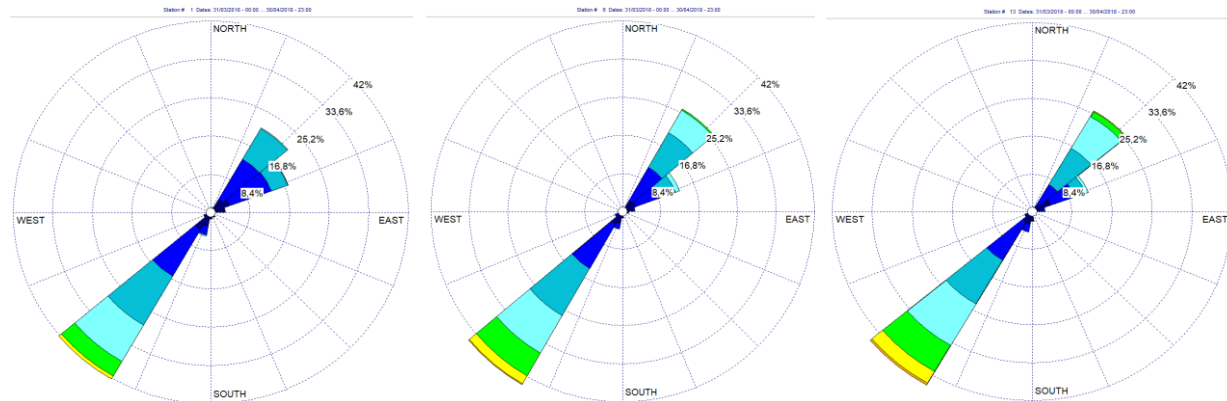




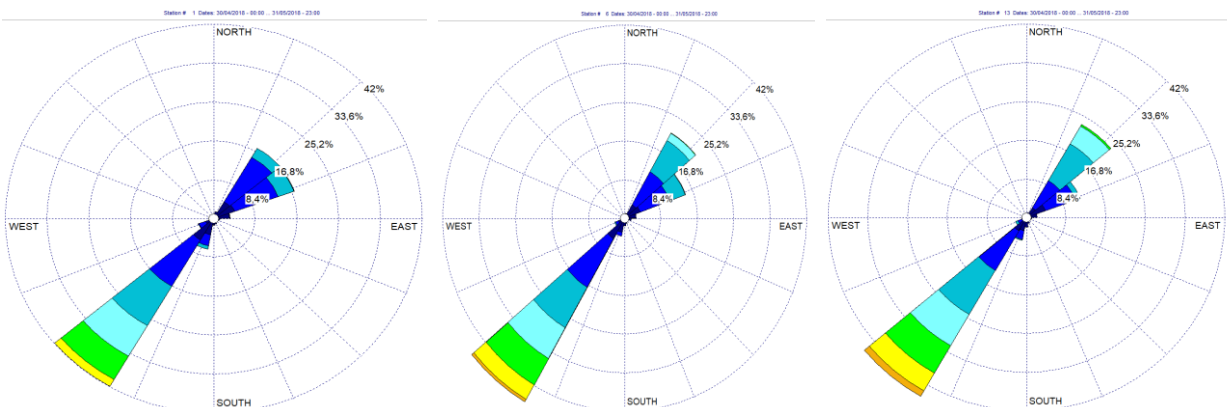
Virado 2. Marzo 2018: C1 (fondo), C6 (intermedio), C13 (superficie)



Virado 2. Abril 2018: C1 (fondo), C6 (intermedio), C13 (superficie)

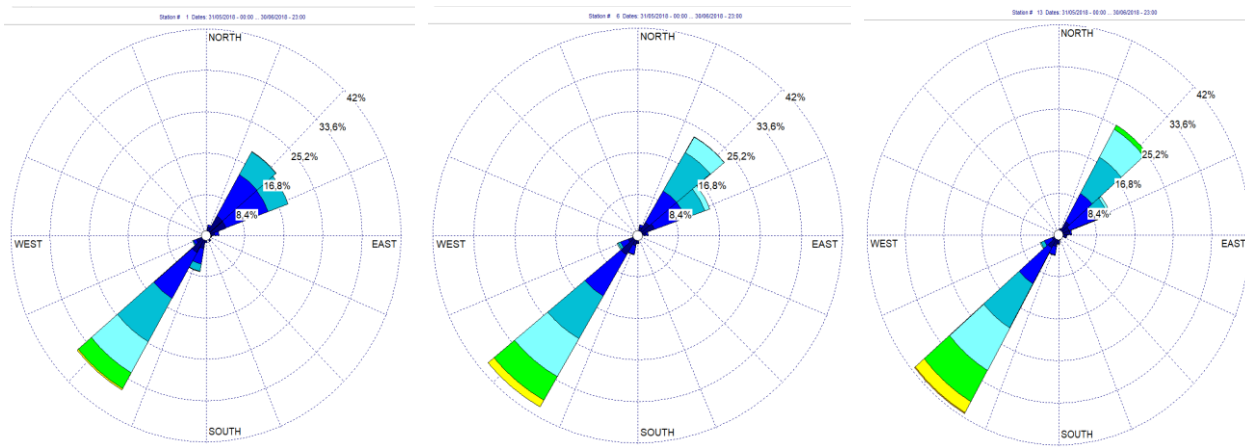


Virado 2. Mayo 2018: C1 (fondo), C6 (intermedio), C13 (superficie)

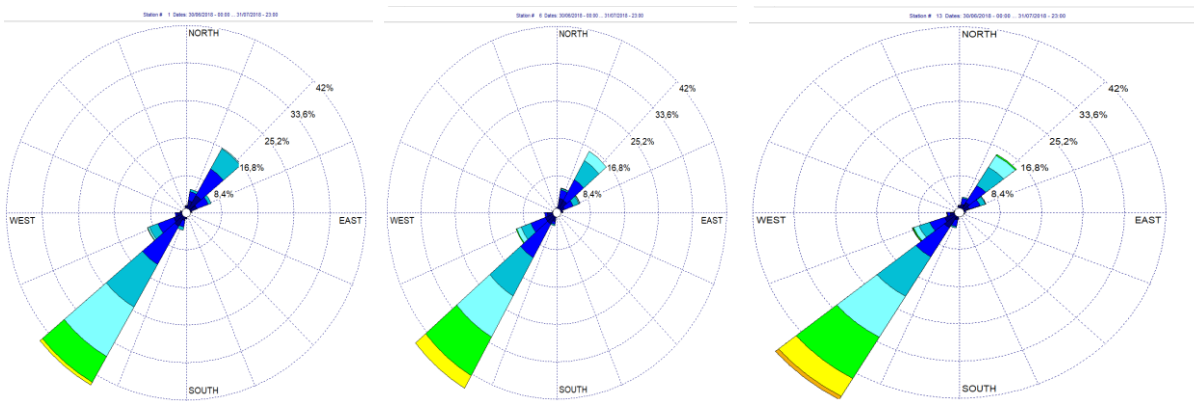




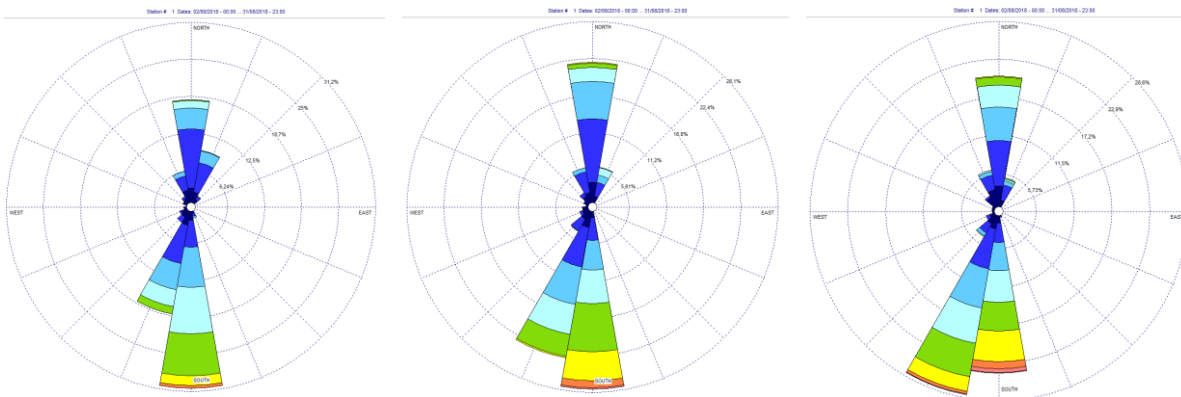
Virado 2. Junio 2018: C1 (fondo), C6 (intermedio), C13 (superficie)



Virado 2. Julio 2018: C1 (fondo), C6 (intermedio), C13 (superficie)

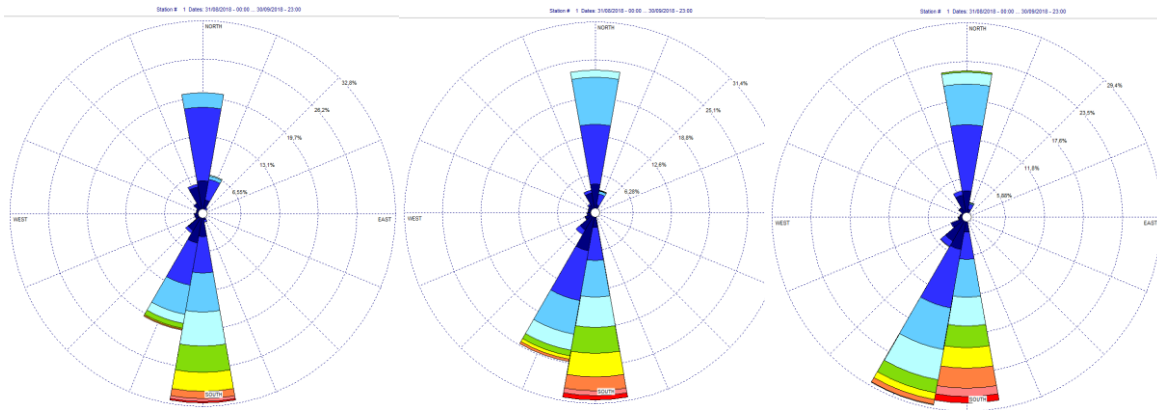


Virado 3. Agosto 2018: C1 (fondo), C6 (intermedio), C13 (superficie)

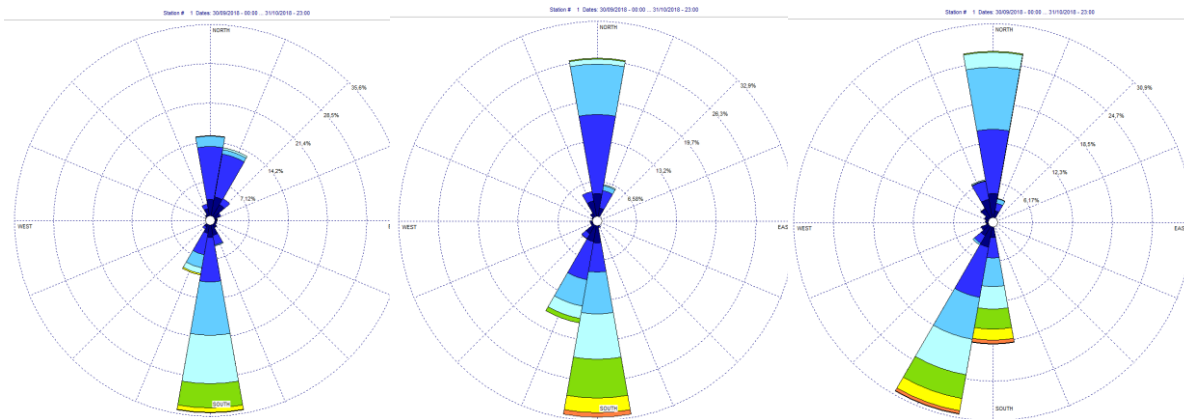




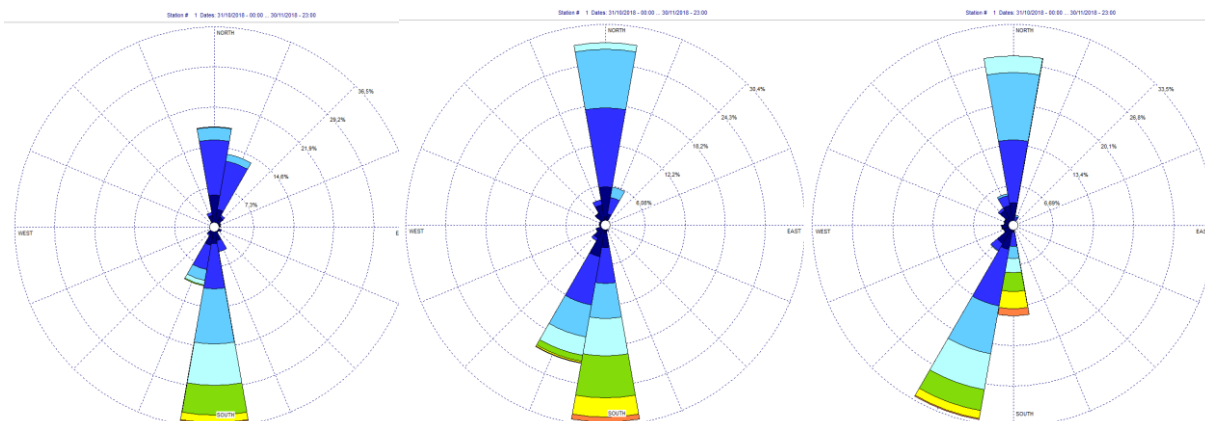
Virado 3. Septiembre 2018: C1 (fondo), C6 (intermedio), C13 (superficie)



Virado 3. Octubre 2018: C1 (fondo), C6 (intermedio), C13 (superficie)

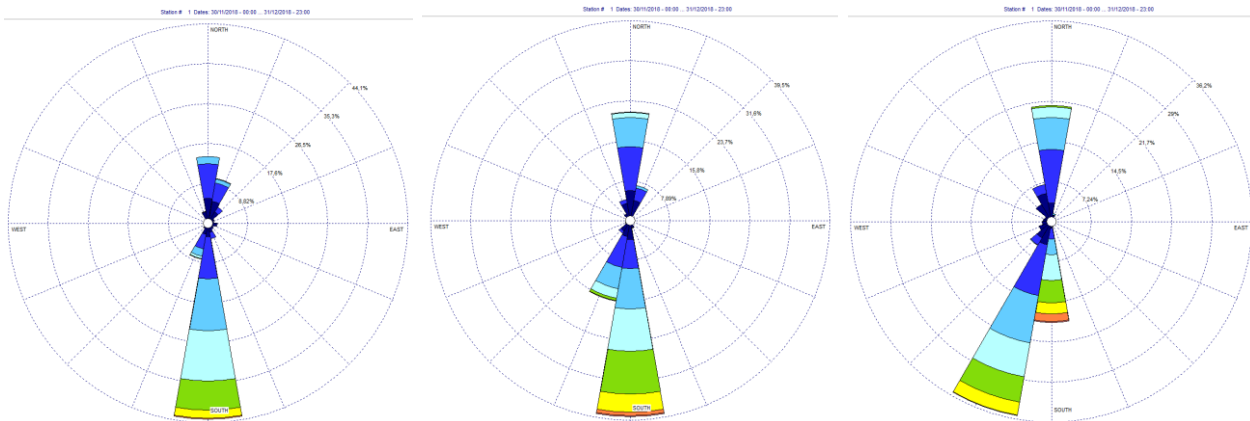


Virado 3. Noviembre 2018: C1 (fondo), C6 (intermedio), C13 (superficie)

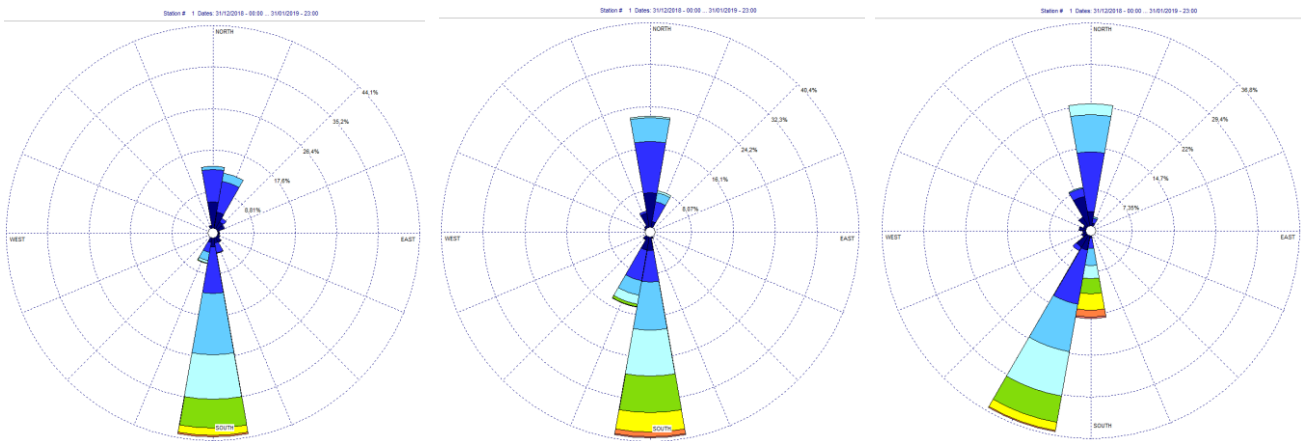




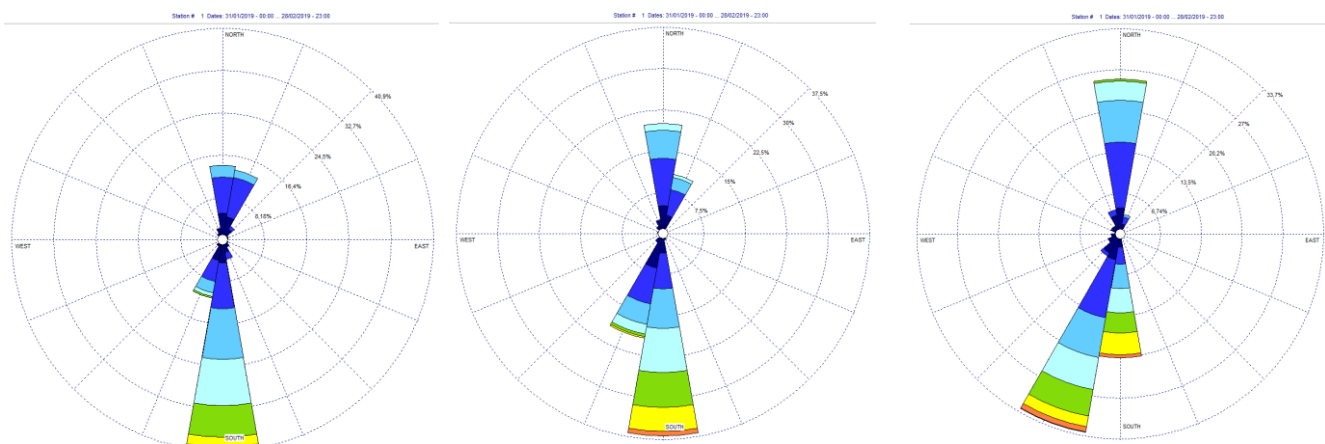
Virado 3. Diciembre 2018: C1 (fondo), C6 (intermedio), C13 (superficie)



Virados 3 y 4. Enero 2019: C1 (fondo), C6 (intermedio), C13 (superficie)

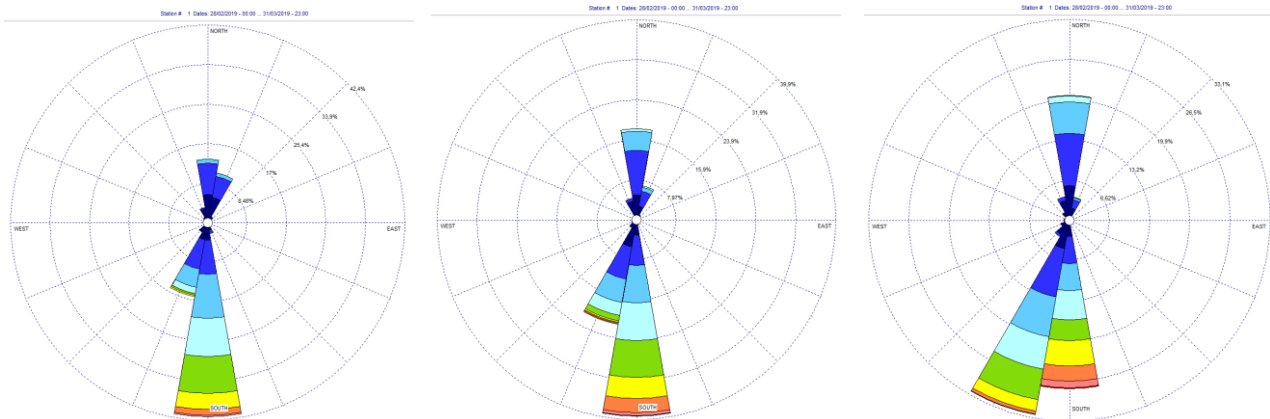


Virado 4. Febrero 2019: C1 (fondo), C6 (intermedio), C13 (superficie)

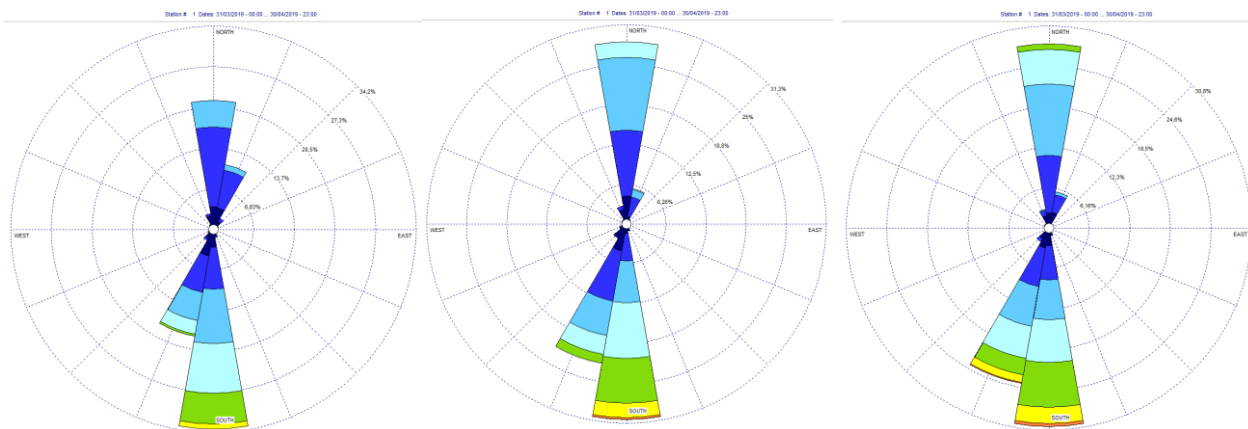




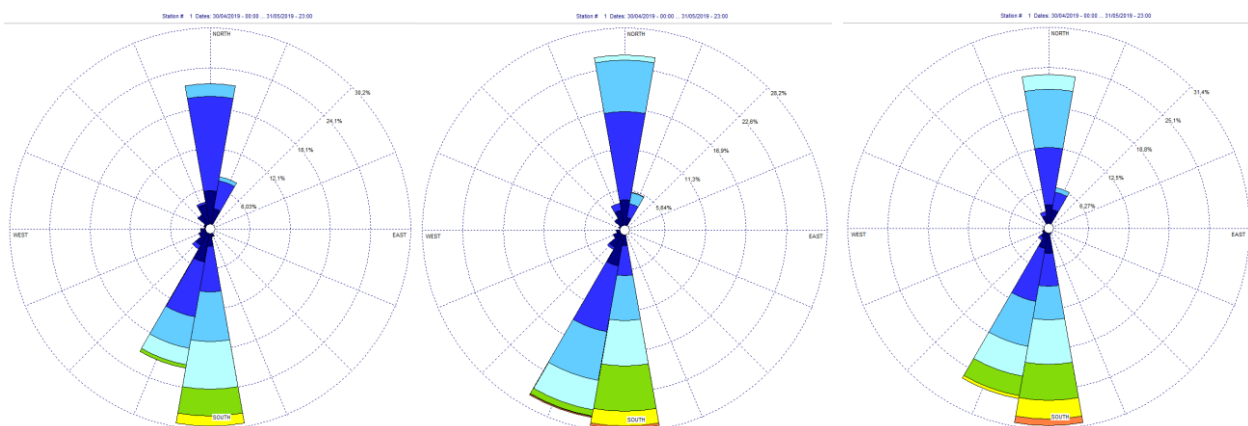
Virado 4. Marzo 2019: C1 (fondo), C6 (intermedio), C13 (superficie)



Virado 4. Abril 2019: C1 (fondo), C6 (intermedio), C13 (superficie)

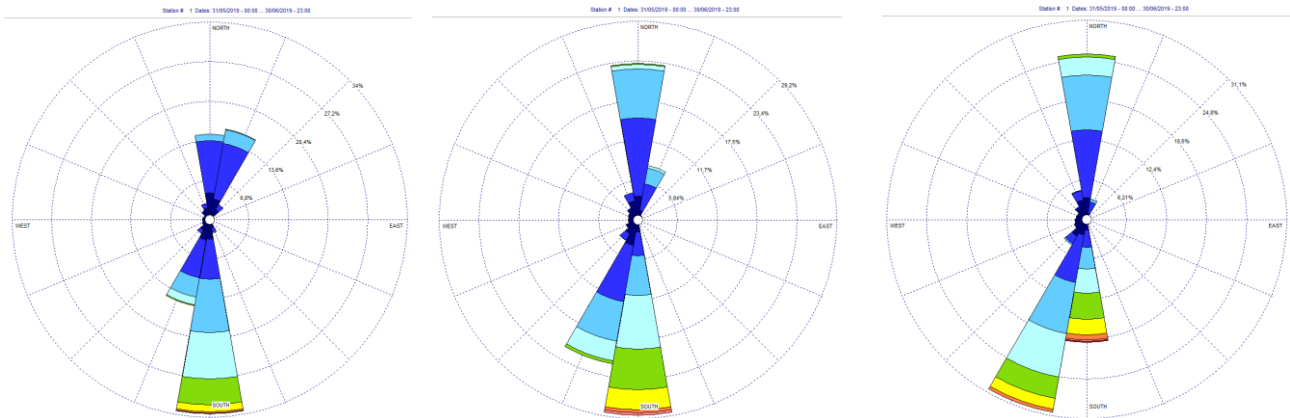


Virado 4. Mayo 2019: C1 (fondo), C6 (intermedio), C13 (superficie)

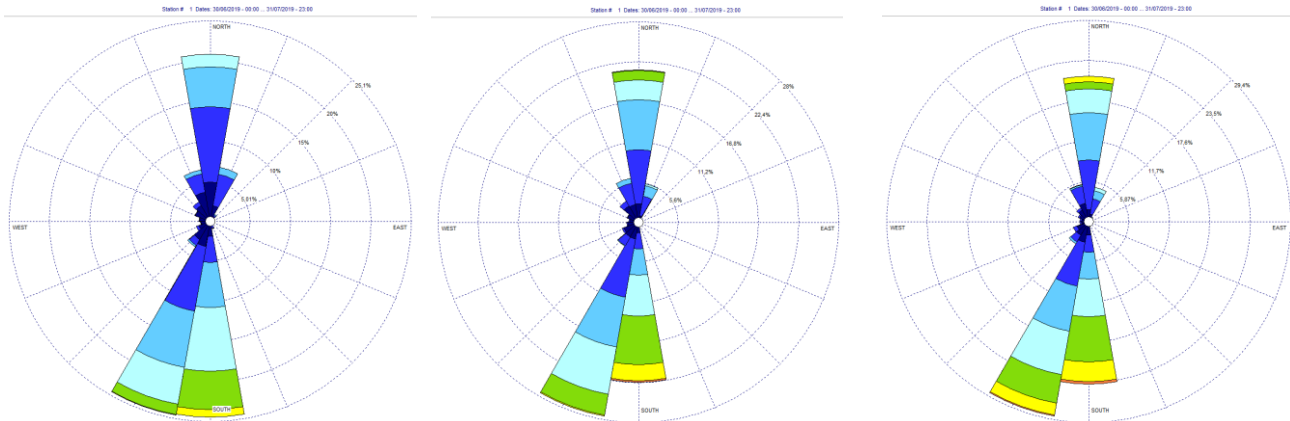




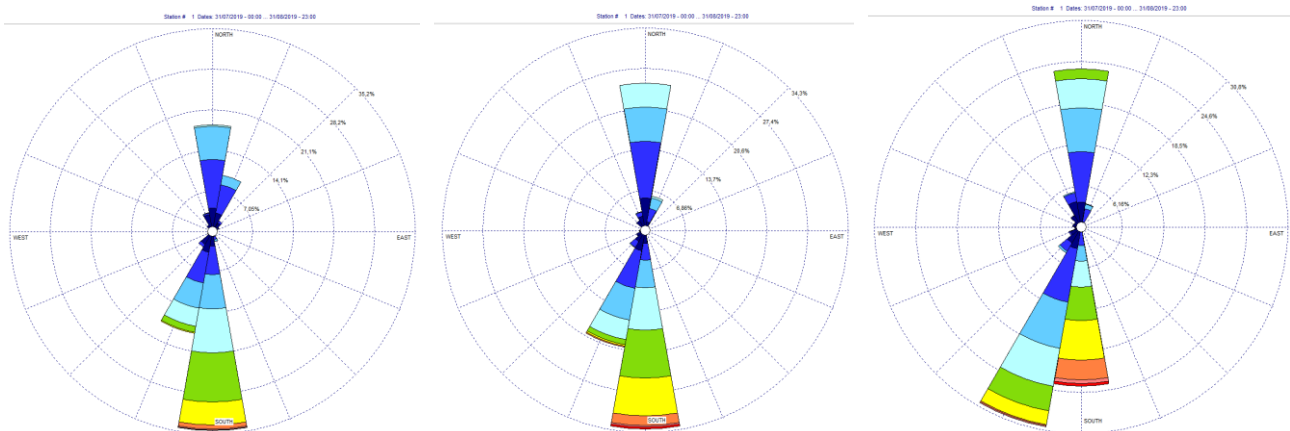
Virado 4. Junio 2019: C1 (fondo), C6 (intermedio), C13 (superficie)



Virado 4. Julio 2019: C1 (fondo), C6 (intermedio), C13 (superficie)

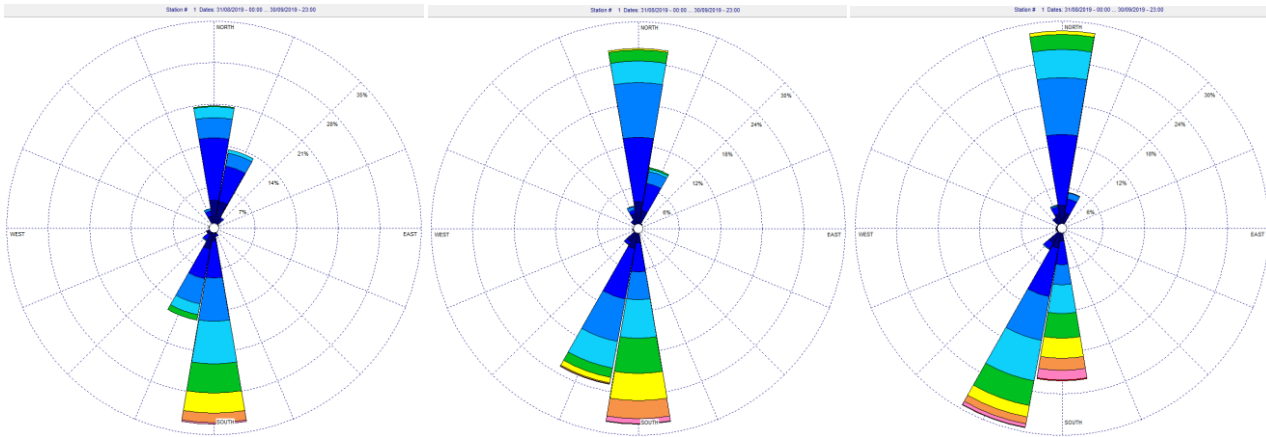


Virado 4. Agosto 2019: C1 (fondo), C6 (intermedio), C13 (superficie)

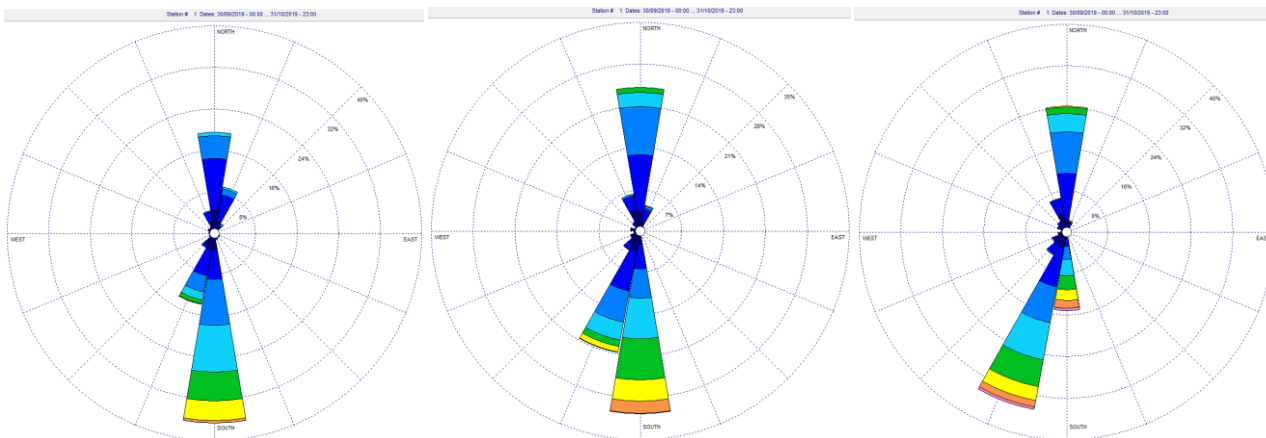




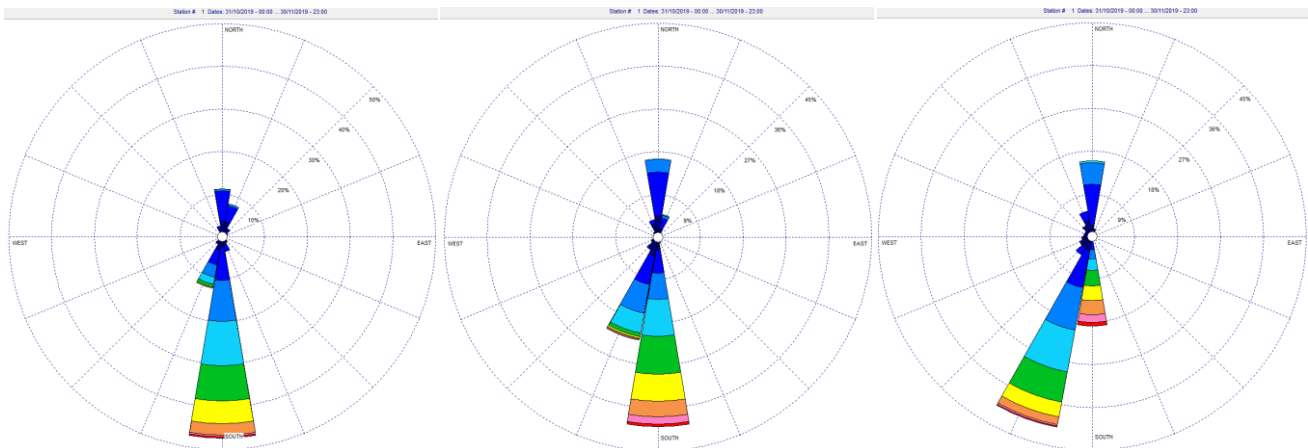
Virado 5. Septiembre 2019: C1 (fondo), C6 (intermedio), C13 (superficie)



Virado 5. Octubre 2019: C1 (fondo), C6 (intermedio), C13 (superficie)

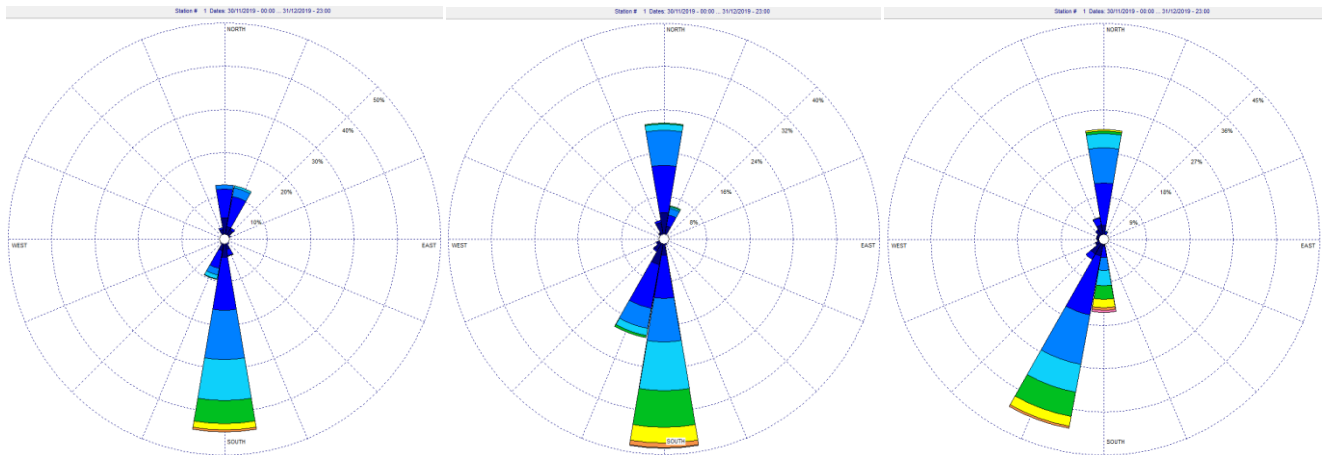


Virado 5. Noviembre 2019: C1 (fondo), C6 (intermedio), C13 (superficie)

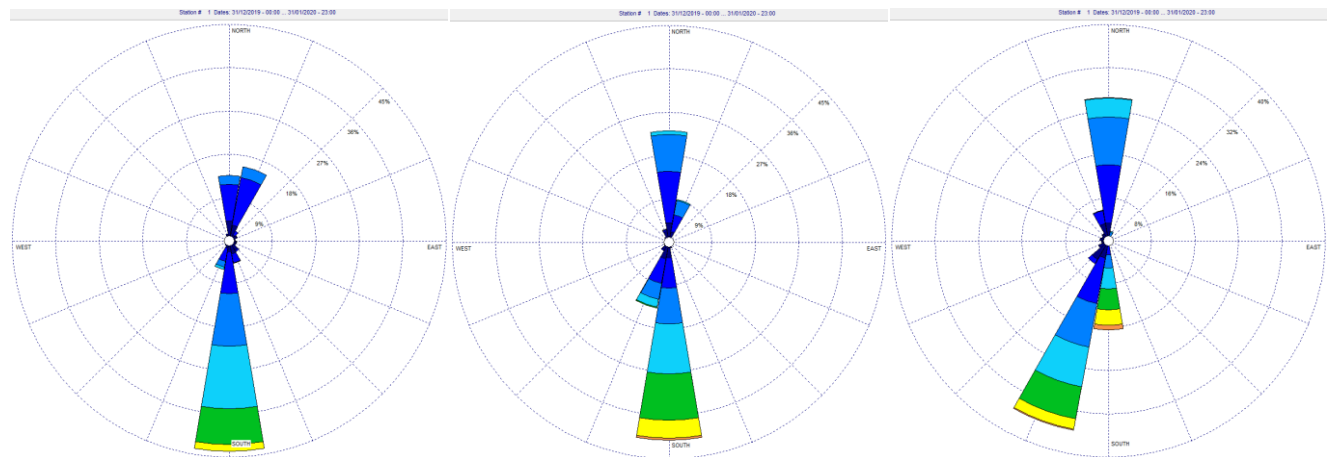




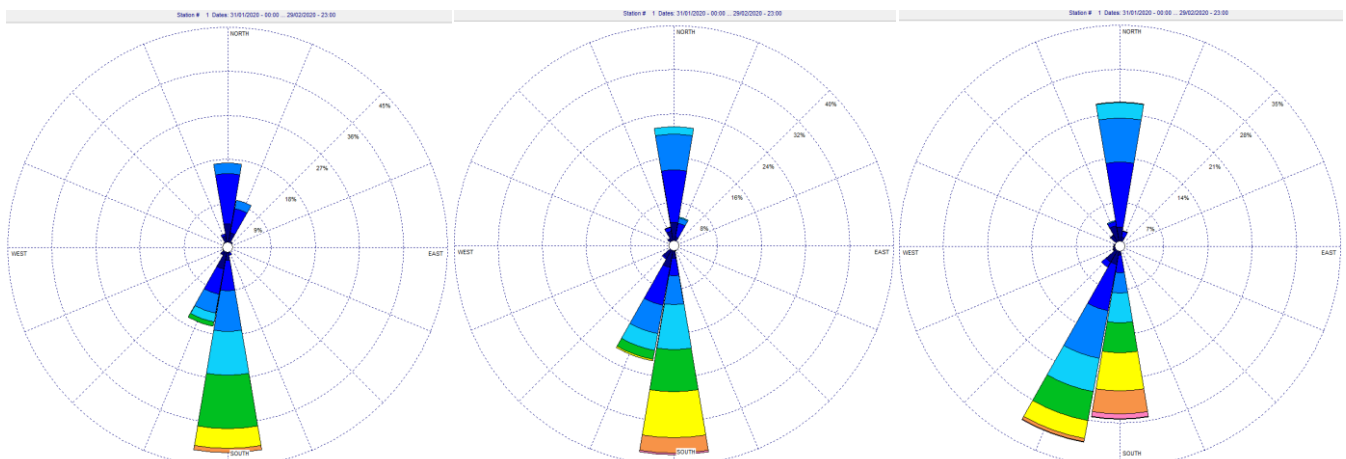
Virado 5. Diciembre 2019: C1 (fondo), C6 (intermedio), C13 (superficie)



Virado 5. Enero 2020: C1 (fondo), C6 (intermedio), C13 (superficie)

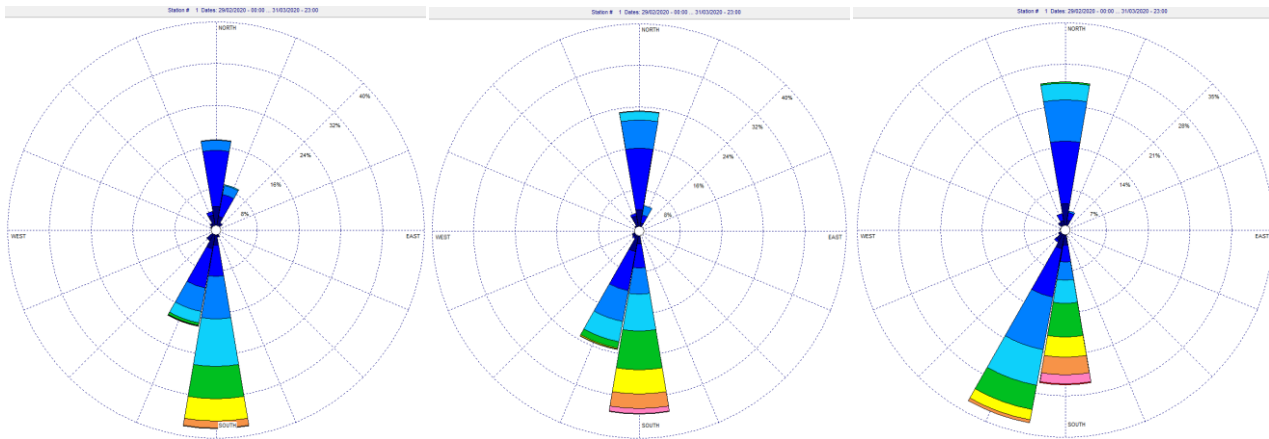


Virado 5. Febrero 2020: C1 (fondo), C6 (intermedio), C13 (superficie)

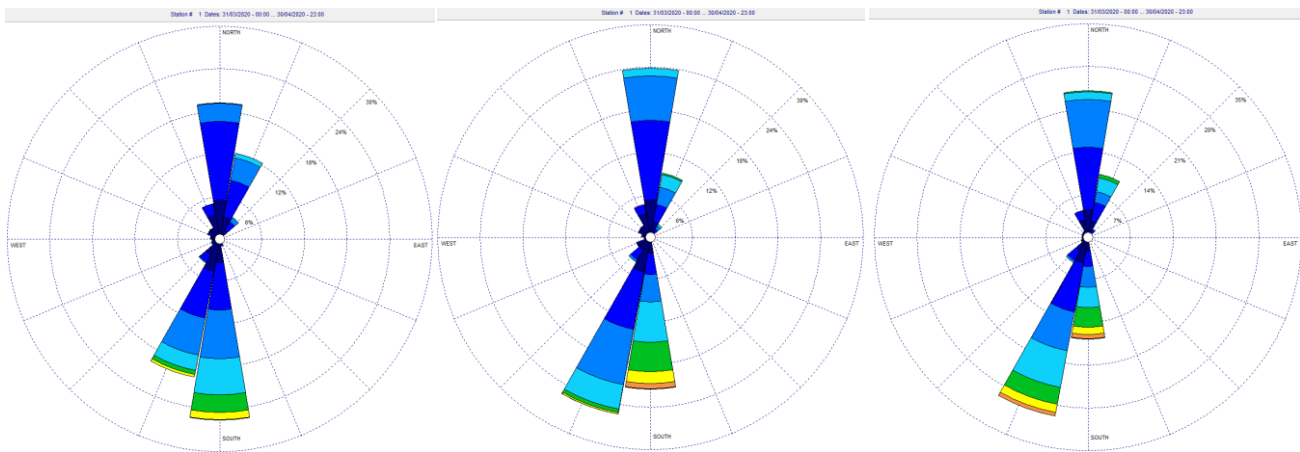




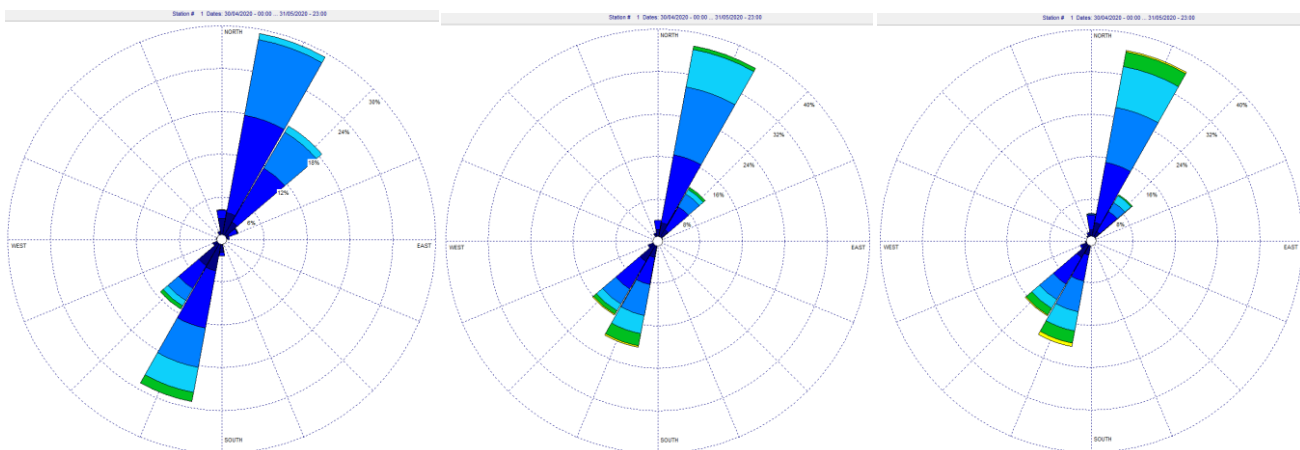
Virado 5. Marzo 2020: C1 (fondo), C6 (intermedio), C13 (superficie)



Virado 5. Abril 2020: C1 (fondo), C6 (intermedio), C13 (superficie)

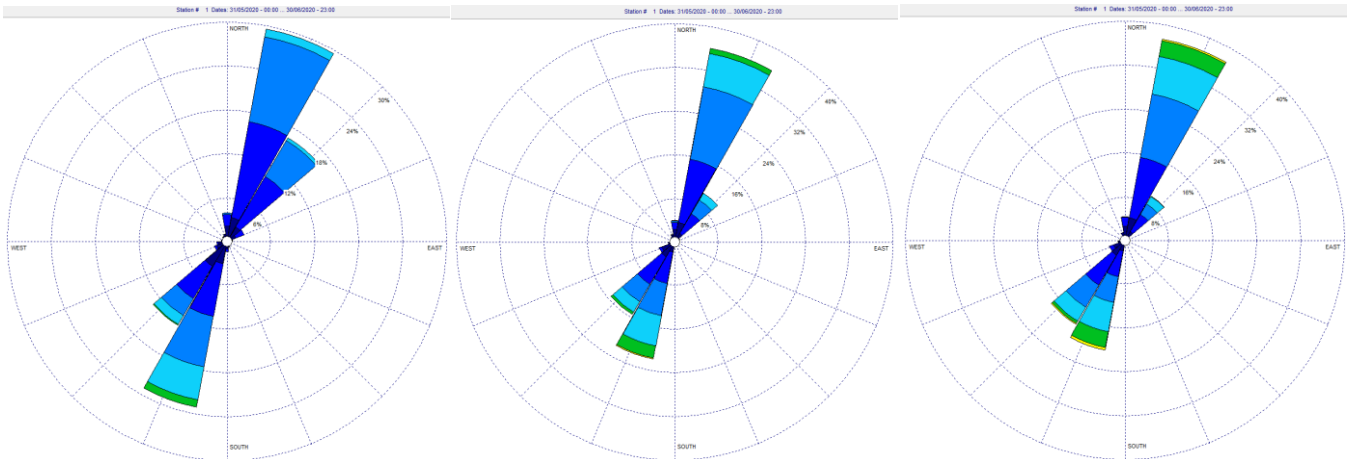


Virado 6. Mayo 2020: C1 (fondo), C6 (intermedio), C13 (superficie)

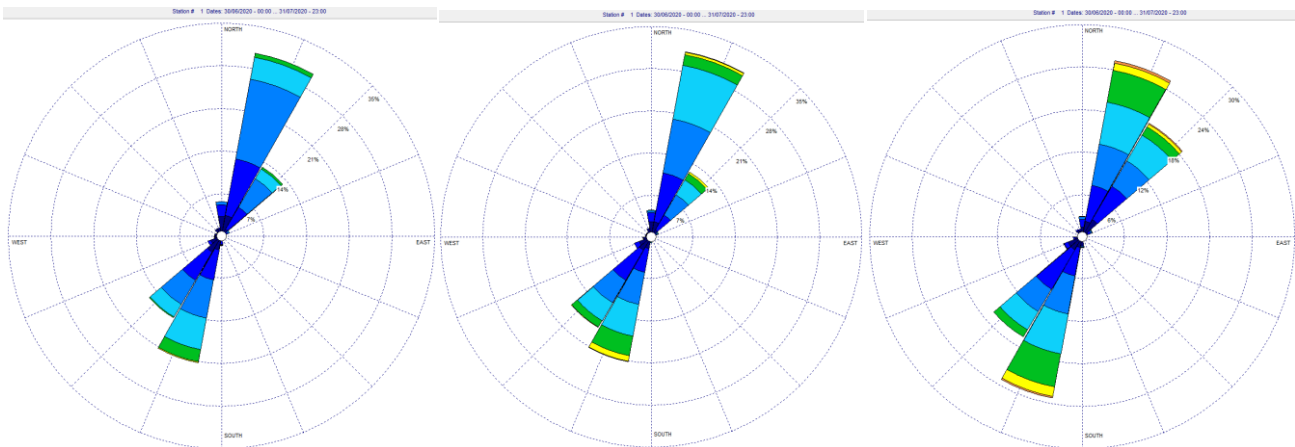




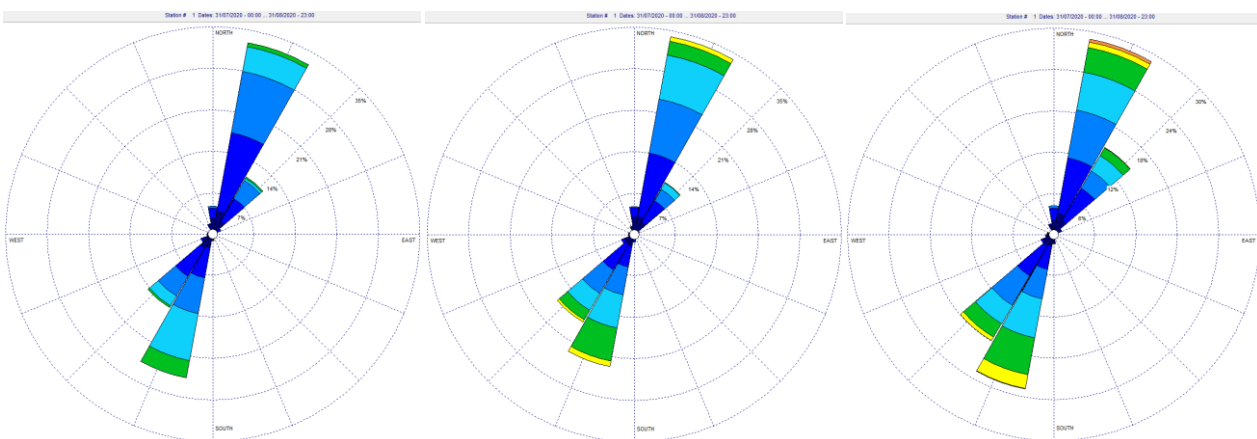
Virado 6. Junio 2020: C1 (fondo), C6 (intermedio), C13 (superficie)



Virado 6. Julio 2020: C1 (fondo), C6 (intermedio), C13 (superficie)

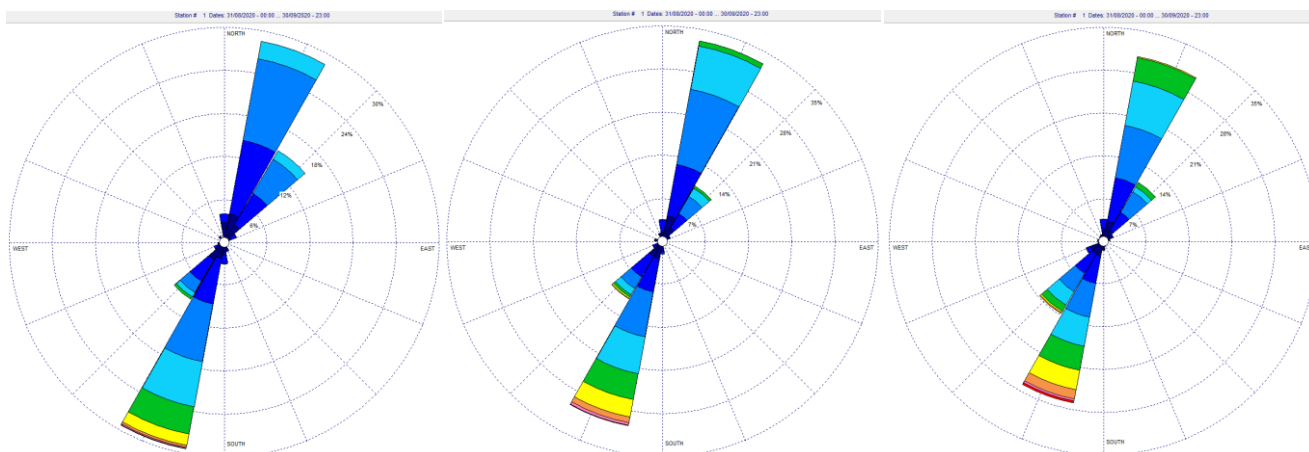


Virado 6. Agosto 2020: C1 (fondo), C6 (intermedio), C13 (superficie)





Virado 6. Septiembre 2020: C1 (fondo), C6 (intermedio), C13 (superficie)



Virado 6. Octubre 2020: C1 (fondo), C6 (intermedio), C13 (superficie)

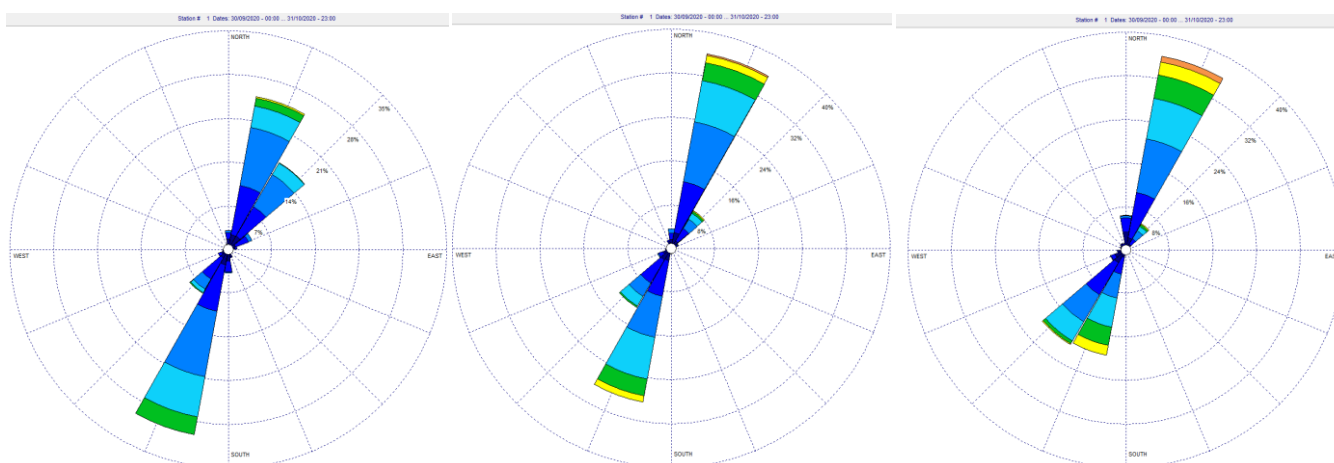


Tabla 8. Resumen de velocidades y direcciones más frecuentes en la TGr18 (ADP Sontek) .Primer periodo (13/09/17-31/01/18).

| Nivel de medición | Prof. | TGr-18 (Jaquita) | |
|--------------------------|--------|---------------------------------|---|
| | | Dirección | Velocidad (cm/s) |
| Celda superficial | 1-2 m | WSW (35%), NE (19%) y SW (16%) | 0-8 (22%), 8-16 (23%), 16-24 (19%), 24-32 (15%), 32-40 (10%), 40-48 (6%) y >48 (4%) |
| Celda intermedia | 7-8 m | WSW (31%), SW (21%) y NE (18%) | 0-8 (23%), 8-16 (24%), 16-24 (20%), 24-32 (14%), 32-40 (9%), 40-48 (5%) y >48 (4%) |
| Celda de fondo | 13-14m | SW (29%), WSW (21%) y ENE (15%) | 0-8 (26%), 8-16 (30%), 16-24 (21%), 24-32 (11%), 32-40 (7%), 40-48 (4%) y >48 (1%) |



Tabla 9. Resumen de velocidades y direcciones más frecuentes en la TGr18 (ADP Sontek). Segundo periodo (31/01/18-02/08/18).

| Nivel de medición | Prof. | TGr-18 (Jaquita) | |
|--------------------------|--------|--------------------------------|--|
| | | Dirección | Velocidad (cm/s) |
| Celda superficial | 1-2 m | SW (42%), NE (19%) y ENE (15%) | 0-8 (30%), 8-16 (33%), 16-24 (20%), 24-32 (10%), 32-40 (5%), 40-48 (1%) y >48 (0%) |
| Celda intermedia | 7-8 m | SW (45%), NE (23%) y ENE (12%) | 0-8 (26%), 8-16 (27%), 16-24 (22%), 24-32 (14%), 32-40 (8%), 40-48 (3%) y >48 (1%) |
| Celda de fondo | 13-14m | SW (42%), NE (19%) y ENE (15%) | 0-8 (30%), 8-16 (33%), 16-24 (20%), 24-32 (10%), 32-40 (5%), 40-48 (1%) y >48 (0%) |

Tabla 10. Resumen de velocidades y direcciones más frecuentes en la Tgr18 (ADP Sontek). Tercer periodo (02/08/18-11/01/19)

| Nivel de medición | Prof | TGr-18 (Jaquita) | |
|--------------------------|---------|------------------------------|--|
| | | Dirección | Velocidad (cm/s) |
| Celda superficial | 1-2 m | SSW (31%), N (24%) y S (21%) | 0-8 (28%), 8-16 (26%), 16-24 (20%), 24-32 (12%), 32-40 (8%), 40-48 (5%) y >48 (2%) |
| Celda intermedia | 7-8 m | S (32%), N (24%) y SSW (20%) | 0-8 (29%), 8-16 (28%), 16-24 (20%), 24-32 (11%), 32-40 (8%), 40-48 (4%) y >48 (1%) |
| Celda de fondo | 13-14 m | S (36%), N (17%) y SSW (13%) | 0-8 (33%), 8-16 (32%), 16-24 (16%), 24-32 (10%), 32-40 (6%), 40-48 (2%) y >48 (0%) |

Tabla 11. Resumen de velocidades y direcciones más frecuentes en la Tgr18 (ADP Sontek). Cuarto periodo (11/01/19-05/09/19)

| Nivel de medición | Prof | TGr-18 (Jaquita) | |
|--------------------------|---------|------------------------------|--|
| | | Dirección | Velocidad (cm/s) |
| Celda superficial | 1-2 m | SSW (30%), N (24%) y S (24%) | 0-8 (26%), 8-16 (24%), 16-24 (19%), 24-32 (14%), 32-40 (9%), 40-48 (5%) y >48 (2%) |
| Celda intermedia | 7-8 m | S (32%), N (23%) y SSW (22%) | 0-8 (27%), 8-16 (27%), 16-24 (20%), 24-32 (13%), 32-40 (8%), 40-48 (4%) y >48 (1%) |
| Celda de fondo | 13-14 m | S (34%), N (18%) y SSW (17%) | 0-8 (33%), 8-16 (30%), 16-24 (17%), 24-32 (11%), 32-40 (6%), 40-48 (2%) y >48 (0%) |



Tabla 12. Resumen de velocidades y direcciones más frecuentes en la Tgr18 (ADP Sontek). Quinto periodo (05/09/19-26/04/20)

| Nivel de medición | Prof | TGr-18 (Jaquita) | |
|-------------------|---------|------------------------------|--|
| | | Dirección | Velocidad (cm/s) |
| Celda superficial | 1-2 m | SSW (35%), N (24%) y S (20%) | 0-8 (25%), 8-16 (25%), 16-24 (19%), 24-32 (13%), 32-40 (9%), 40-48 (5%) y >48 (4%) |
| Celda intermedia | 7-8 m | S (35%), N (23%) y SSW (21%) | 0-8 (26%), 8-16 (26%), 16-24 (19%), 24-32 (12%), 32-40 (8%), 40-48 (5%) y >48 (2%) |
| Celda de fondo | 13-14 m | S (40%), N (16%) y SSW (14%) | 0-8 (30%), 8-16 (31%), 16-24 (16%), 24-32 (11%), 32-40 (7%), 40-48 (3%) y >48 (1%) |

Tabla 13. Resumen de velocidades y direcciones más frecuentes en la Tgr18 (ADP Sontek). Sexto periodo (26/04/20-18/11/20)

| Nivel de medición | Prof | TGr-18 (Jaquita) | |
|-------------------|---------|---------------------------------|--|
| | | Dirección | Velocidad (cm/s) |
| Celda superficial | 1-2 m | NNE (33%), SSW (22%) y SW (17%) | 0-8 (23%), 8-16 (26%), 16-24 (22%), 24-32 (17%), 32-40 (9%), 40-48 (3%) y >48 (1%) |
| Celda intermedia | 7-8 m | NNE (35%), SSW (25%) y SW (14%) | 0-8 (23%), 8-16 (27%), 16-24 (24%), 24-32 (17%), 32-40 (6%), 40-48 (2%) y >48 (0%) |
| Celda de fondo | 13-14 m | NNE (29%), SSW (26%) y NE (15%) | 0-8 (26%), 8-16 (33%), 16-24 (27%), 24-32 (11%), 32-40 (3%), 40-48 (0%) y >48 (0%) |

Tabla 14. Resumen de velocidades y direcciones más frecuentes en la TGr18 (ADP Sontek).Periodo completo (13/09/17-18/11/20)

| Nivel de medición | Prof | TGr-18 (Jaquita) | |
|-------------------|---------|---------------------------------------|--|
| | | Dirección | Velocidad (cm/s) |
| Celda superficial | 1-2 m | SSW (22%), SW (14%) y N (14%) | 0-8 (25%), 8-16 (25%), 16-24 (20%), 24-32 (14%), 32-40 (9%), 40-48 (5%) y >48 (3%) |
| Celda intermedia | 7-8 m | S (19%), SSW (17%), SW(14%) y N (14%) | 0-8 (26%), 8-16 (26%), 16-24 (21%), 24-32 (14%), 32-40 (8%), 40-48 (4%) y >48 (1%) |
| Celda de fondo | 13-14 m | S (21%), SSW (14%) y SW (13%) | 0-8 (30%), 8-16 (31%), 16-24 (20%), 24-32 (11%), 32-40 (6%), 40-48 (2%) y >48 (0%) |



Resumen

Se han obtenido series temporales de corrientes entre -1 m y -15 m mediante un perfilador *doppler* fondeados en dos periodos correlativos entre:

- Periodo 1 desde el 13/09/2017 hasta el 31/01/18. Número de perfiles = 6.691.
 - Periodo 2 desde el 31/01/18 hasta el 02/08/18. Número de perfiles = 8.766.
 - Periodo 3 desde el 02/08/18 hasta el 11/01/19. Número de perfiles = 7.730.
 - Periodo 4 desde el 11/01/19 hasta el 05/09/19. Número de perfiles = 11.365.
 - Periodo 5 desde el 05/09/19 hasta el 26/04/20. Número de perfiles = 11230.
 - Periodo 6 desde el 26/04/20 hasta el 18/11/20. Número de perfiles = 9894.
 - Número total de perfiles Se obtuvieron 55.676 perfiles por capa.
- A partir de agosto de 2018, coincidiendo con el virado del tercer periodo se observa una ligera variación constante en todas las componentes obtenidas en dirección S, es decir, respecto a los meses anteriores (virado 1 y 2), se observa un **decremento de aproximadamente 30° en todas las componentes**. El virado 5 continúa con la misma tendencia que los dos periodos anteriores, mientras que en el virado 6 se observa un incremento aproximado de 20° en todas las componentes, así como una aparente disminución de la velocidad en varios meses.
 - Si observamos las tablas 8 a 14 situadas en las páginas anteriores y siguiendo el criterio comentado en el punto anterior, se pueden dividir los datos en tres grupos, los de los periodos 1 y 2, los datos de los periodos 3, 4 y 5, y finalmente los datos del periodo 6. En los dos primeros periodos **predominan las direcciones SW-WSW**, mientras que en los otros tres periodos se observa el ligero giro antes comentado hacia el sur, obteniendo **componentes predominantes de S-SSW**. Por último, en el sexto periodo predominan las direcciones NNE y SSW. Si realizamos el análisis en conjunto de toda la serie temporal obtenemos que las resultantes finales **predominan las direcciones S y SSW**, esto quizás es debido a que el tercer y cuarto periodo suponen más días de muestreo (399 días) que el primer y segundo periodo (323 días).
 - En cuanto a los datos unificados, obtenemos que la **dirección predominante** en la capa superficial es la SSW (22%) y SW (14%), en la capa intermedia es la dirección S (19%) y SSW (17%) y en la capa profunda S (21%) y SSW (14%). Datos a prever debido a las corrientes de marea predominantes (Asistencia técnica para la redacción de estudio de dinámica litoral para el diseño y proyecto de construcción del by-pass de arena N-S en el Puerto de Granadilla e informe OAG Inf_2017.2.Reposición del flujo de arena en Granadilla).



- Las **velocidades más frecuentes** en las tres capas continúan siendo las comprendidas entre **8-16 cm/s**, aunque en una proporción muy similar a las comprendidas entre 0-8 cm/s. Para la celda superficial (c13), el 70% de los casos están concentrados en las velocidades 0-24 cm/s, así mismo para la celda intermedia (c6) un 73% estaría en este rango, mientras que el porcentaje para la celda profunda (c1) en este rango es de un 81%.
- Las **velocidades máximas** obtenidas en las distintas capas fueron: capa superficial (87,5 cm/s), capa intermedia (84,8 cm/s) y en capa profunda (79,9 cm/s).
- Las **velocidades medias** observadas en la estación varían entre 15,09 cm/s en el fondo y 18,53 cm/s en superficie.

En Santa Cruz de Tenerife, a 19 de Octubre de 2021

Firmado:

D. Víctor Barrios Padilla
Unidad técnica del OAG

Firmado

Dr. Jose M^a Espinosa Gutierrez
Unidad Técnica OAG

ANEXO III:
NIVELES MAREA AL TIEMPO DE TOMA SATELITAL

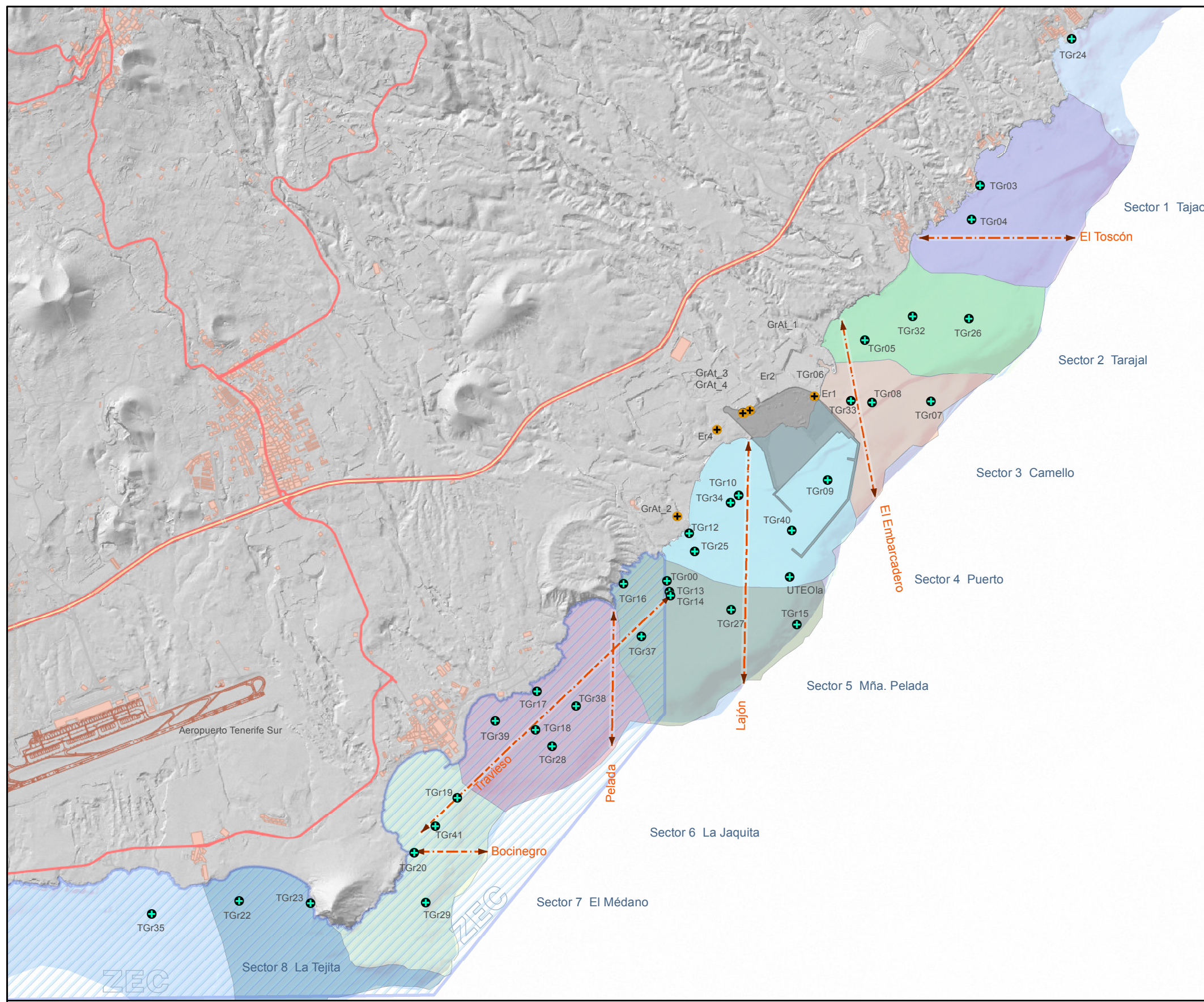
| | Fecha | Hora | Mareas web (m) | Mareógrafo Granadilla | Mareas | Corriente boya V (cm/s) D (°) |
|----|------------|----------|----------------|-----------------------|-----------------|-------------------------------|
| 1 | 18/09/2011 | 12:28 am | 1,02 | 147 ^ | Subiendo | V:30 D:36 ↗ |
| 2 | 29/10/2011 | 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 ↗ |
| 44 | 02/06/2017 | | | | | |
| 45 | 21/04/2018 | | 0,77 | | Baja, subiendo | |
| 46 | 21/12/2019 | 12:02 | 1,33 | | Bajando | V: 11,82 D:258,61 ↘ |
| 47 | 04/09/2020 | 12:04 | 1,50 | | Subiendo | No disponible |

ANEXO IV:
RELACIÓN ACTUALIZADA DE LAS ESTACIONES DE
MUESTREOS DEL OAG EN LA COSTA DE
GRANADILLA

| Código | Denominación | Latitud | Longitud | Destino |
|--------|-----------------|-----------------|-----------------|---|
| TGR00 | Boya Granadilla | 28°03'40,230"N | 16°30'32,076"W | Meteorología y correntímetro |
| TGr03 | San Felipe | 28°06'17,200"N | 16°28'20,183"W | Comunidad supra e intermareal, y erizo |
| TGr04 | La Caleta | 28° 06'04,154"N | 16°28'23,653"W | Trampa, sonda, agua, sedimentos, seba |
| TGr05 | Tarajales | 28°05'17,482"N | 16° 29'09,075"W | Trampa, sonda, agua, sedimentos, bentos, infauna, demersal, seba, plancton y estacado |
| TGr07 | Camello | 28°04'54,236"N | 16°28'40,278"W | Comunidad pelágica |
| TGr08 | Lajón | 28°04'53,592"N | 16°29'05,641"W | Trampa, sonda, agua, sedimentos, infauna, seba, plancton y estacado |
| TGr09 | Dársena | 28°04'21,402"N | 16°29'29,298"W | Sonda, agua, micro, sedimentos, plancton e infauna |
| TGr10 | Medio | 28°04'17,543"N | 16°30'02,731"W | Trampa, sonda, agua, microbiología, sedimentos, infauna, demersal, seba, plancton |
| TGr12 | Tancón | 28°04'02,651"N | 16°30'23,804"W | Com. supra e intermareal, bentos y erizo |
| TGr13 | Abejera | 28°03'45,529"N | 16°30'32,604"W | Trampa, sonda, infauna, seba y estacado |
| TGr14 | Charcón | 28°03'38,779"N | 16°30'31,596"W | Trampa, sonda, agua, microbiología, sedimentos, infauna y seba |
| TGr15 | Pelada | 28°03'28,328"N | 16°29'36,898"W | Comunidad pelágica |
| TGr16 | Rajita | 28°03'43,178"N | 16°30'51,924"W | Comunidad supra e intermareal, y erizo |
| TGr17 | Punta Brava | 28°03'01,452"N | 16°31'28,737"W | Comunidad supra e intermareal, bentos y erizo |
| TGr18 | Jaquita | 28°02'46,776"N | 16°31'29,094"W | Trampa, sonda, agua, sedimentos, bentos, infauna, demersal, plancton y seba |
| TGr19 | Médano | 28°02'20,285"N | 16°32'02,451"W | Trampa, sonda, agua, sedimentos y seba |
| TGr20 | Bocinegro | 28°01'59,115"N | 16°32'20,702"W | Comunidad supra e intermareal, erizo y estacado |
| TGr22 | Tejita | 28°01'39,817"N | 16°33'36,018"W | Trampa, sonda, agua, sedimentos, infauna, seba y estacado |
| TGr23 | Montaña Roja | 28°01'39,322"N | 16°33'05,143"W | Erizo |
| TGr24 | Las Lisas | 28°07'13,672"N | 16°27'41,475"W | Erizo |
| TGr25 | Carrera | 28°03'55,692"N | 16°30'21,391"W | Bentos |
| TGr26 | Cambada | 28°05'26,020"N | 16°28'24,344"W | Mäerl y desarrollo del mäerl |
| TGr27 | Confite | 28°03'33,664"N | 16°30'05,378"W | Mäerl y desarrollo del mäerl |
| TGr28 | Piedras blancas | 28°02'40,630"N | 16°31'21,775"W | Mäerl y desarrollo del mäerl |
| TGr29 | Montelís | 28°01'40,199"N | 16°30'06,200' W | Mäerl y desarrollo del mäerl |
| TGr32 | Punta Negra | 28°05'26,765"N | 16°29'48,683" W | Estacado |
| TGr33 | Emisario | 28°04'54,178' N | 16°29'14,816" W | Estacado |

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

**ANEXO V:
PLANO DE UBICACIÓN DE ESTACIONES DE
MUESTREOS**



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

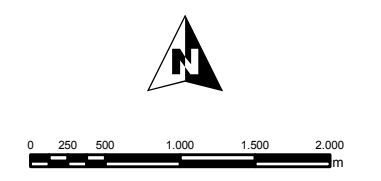
| CÓDIGO | DENOMINACIÓN | FONDO (m) |
|--------|--------------------|-----------|
| TGr00 | Boya de Granadilla | -13,3 |
| TGr03 | San Felipe | -2,19 |
| TGr04 | La Caleta | -10,32 |
| TGr05 | Tarajales | -12,17 |
| TGr06 | Embarcadero | -1 |
| TGr07 | Camello | -51,5 |
| TGr08 | Lajón | -13 |
| TGr09 | 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 |
| TGr29 | Montellis | -15,35 |
| TGr32 | Puntanegra | -14 |
| TGr33 | UNELCO | -11,93 |
| TGr34 | Galletita | -13,54 |
| TGr35 | San Miguel | -15,44 |
| TGr37 | Ensanchada | -18,02 |
| TGr38 | Barca | -28,18 |
| TGr39 | Arenal | -3 |
| TGr40 | Martillo | -28,15 |
| TGr41 | Captadores Bocine | -12,79 |
| UTE0la | 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
 + estación terrestre
 transecto de vídeo en arrastre
 ZEC
 Puerto de Granadilla



PVA GRANADILLA
 Estaciones y transectos de muestreo

| | |
|--------------------|--|
| Nº Mapa ANEXO D | Centro de datos 13 de octubre de 2020 |
|--------------------|--|