

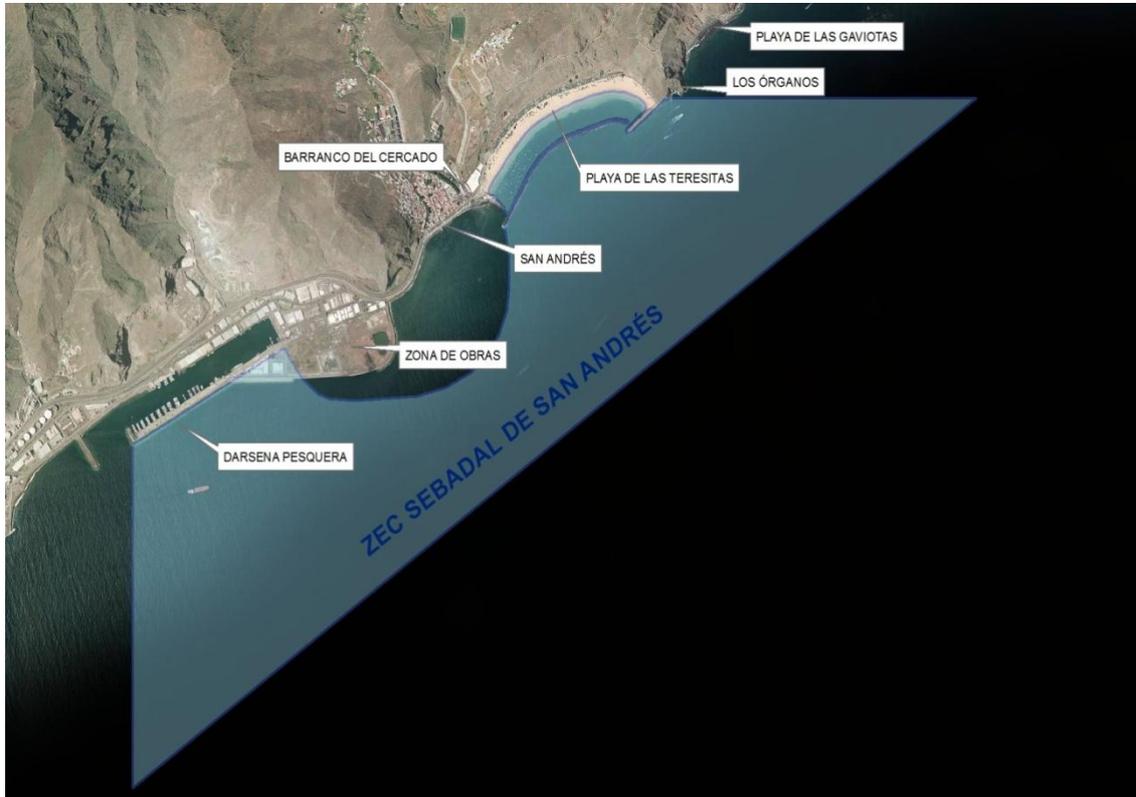
www.oag-fundacion.org

PVA/SA_1

**PLAN DE VIGILANCIA
AMBIENTAL A MEDIO PLAZO
DEL ENSANCHE DE LA DÁRSENA
PESQUERA DE S/C DE TENERIFE
2009-2014**

INDICE

1	INTRODUCCIÓN.....	5
1.1	Propósito	5
1.2	Antecedentes.....	5
1.3	Marco normativo.....	5
1.4	Encomienda de gestión	6
1.5	Planteamiento del trabajo.....	6
1.6	Estudios preliminares.....	6
2	PLANIFICACIÓN	7
2.1	Parámetros	7
2.1.1	Medio abiótico.....	7
2.1.2	Medio biótico.....	9
2.1.3	Factores de perturbación.....	12
2.2	Sectorización general.....	15
2.3	Estaciones de muestreo	16
2.4	Transectos	16
2.5	Frecuencia.....	17
3	EJECUCIÓN.....	18
3.1	Duración y revisión del plan	18
3.2	Cronograma de trabajo.....	18
4	GESTIÓN DE DATOS Y EVALUACIÓN	19
4.1	Registro de los datos	19
4.2	Análisis de los datos	19
4.3	Evaluación	20
4.4	Remisión de informes	21
5	ESTIMACIÓN DE COSTES.....	22
6	REFERENCIAS DOCUMENTALES.....	23
7	ANEXOS.....	24
7.1	Tipos de sebadal según su estructura.....	24
7.2	Tipos de crecimiento en sebadal	25
7.3	Imágenes de referencia de muestreos previos.....	28
7.4	Anexos cartográficos	28



ZONA OBJETO DE VIGILANCIA AMBIENTAL, EN LA ISLA DE TENERIFE

OAG

Santa Cruz de Tenerife
Marzo 2009

Equipo redactor

Antonio Machado Carrillo

Tomás Cruz Simó

Javier Díaz Guerra

Juan Antonio Bermejo Domínguez

PLAN DE VIGILANCIA AMBIENTAL A MEDIO PLAZO DEL ENSANCHE DE LA DÁRSENA PESQUERA DE S/C DE TENERIFE, 2009 - 2012

1 INTRODUCCIÓN

1.1 Propósito

Desarrollar el plan de vigilancia ambiental a medio plazo, ligado a la evaluación de impacto ambiental del proyecto Tercera fase de defensa del ensanche de la explanada de la dársena de pesca del puerto de Santa Cruz de Tenerife.

1.2 Antecedentes

Las obras se iniciaron en 27 de febrero de 2004 y el 19 de marzo de 2004, la Autoridad Portuaria remitió a la Viceconsejería de Medio Ambiente y Ordenación Territorial del Gobierno de Canarias un Plan de Vigilancia Ambiental a corto plazo y otro a medio plazo, luego actualizado en octubre de 2008.

Las obras del proyecto referido finalizaron el 6 de agosto de 2008 y la recepción tuvo lugar el 14 de octubre de 2008, concluyendo así el período de vigilancia a corto plazo.

1.3 Marco normativo

El Dictamen ambiental de la Secretaría General de Medio Ambiente sobre la tercera fase de defensa del ensanche de la explanada de la dársena de pesca del puerto de Santa Cruz de Tenerife (en lo sucesivo “ensanche de la dársena pesquera de S/C de Tenerife”), promulgado por Resolución de 31 de octubre de 2002 (BOE nº 277), estipula el desarrollo de un plan de vigilancia ambiental a corto y a medio plazo, acorde con las estipulaciones del Real Decreto Legislativo 1302/1986 de 28 de junio, de evaluación de impacto ambiental, modificado por la Ley 6/2001, de 8 de mayo y su reglamento de ejecución, aprobado por el Real Decreto 1131/1988, de 30 de septiembre.

Determina dicho dictamen que: “El plan de vigilancia a medio plazo consistirá en un estudio anual en coordinación con la Viceconsejería de Medio Ambiente del Gobierno de Canarias. Dicho estudio analizará el grado de influencia de la obra sobre el LIC y tendrá una duración de cinco años. Si durante este período se llevasen a cabo las obras previstas de construcción del puerto deportivo en San Andrés, el mencionado estudio se realizaría, además, en coordinación con el Parque Marítimo de Anaga Sociedad Anónima.”

El lic o lugar de importancia comunitaria al que se hace referencia es el nº ES7020120 Sebadal de San Andrés, que forma parte de la Red Natura 2000, desarrollada en aplicación de la Directiva 92/43/CEE del Consejo de 21 de mayo de 1992 relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres, y de la Ley 42/2007 de 12 de diciembre, de Patrimonio natural y de la biodiversidad. Dicho lic se ha constituido en zec (zona de especial conservación) por Decreto 174/2009 de Diciembre de 2009, del Gobierno de Canarias, con código 69-TF, así como por Orden Ministerial 3521/2009 de 23 de Diciembre, emitida por el Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino.

1.4 Encomienda de gestión

El presente plan se desarrolla por encomienda de gestión del organismo titular de la competencia, la Autoridad Portuaria de Santa Cruz de Tenerife, suscrita el 18 de mayo de 2009 y publicada en el Boletín Oficial de la Provincia de Santa Cruz de Tenerife, n. 131, de 9 de julio de 2009 (Anuncio 11914).

1.5 Planteamiento del trabajo

El plan de vigilancia inicialmente elaborado por la Autoridad Portuaria (Versión 3.0 Febrero 2009) ha sido revisado y reelaborado a la luz de la experiencia habida en la vigilancia a corto plazo y del objetivo específico planteado en el Dictamen Ambiental para el medio plazo, incorporándose el parámetro “grado de epifitación de *Cymodocea nodosa*” sugerido por la Viceconsejería de Medio Ambiente del Gobierno de Canarias del 9 de febrero de 2009.

El plan a medio plazo ha de centrarse en vigilar el grado de influencia de la obra sobre el lic, ahora zec, Sebadales de San Andrés, lo que implica una reducción de objetivos concretos respecto del plan previo coetáneo con el desarrollo de las obras. Conviene resaltar que el hábitat que sustenta la existencia del lic es el de “arenas en aguas someras”, en el cual se desarrollan varias comunidades, entre ellas, los sebadales, que han sido objeto de atención prioritaria, pero que no deben serlo en exclusiva.

La estrategia a seguir, consiste pues en:

- Ver la evolución del hábitat tras las alteraciones provocadas por las obras
- Ver la evolución del hábitat en un área de la zec no afectada por las obras
- Ver la evolución del hábitat en un área externa a la zec, como testigo
- Ver cambios nuevos que puedan derivar de la fase operativa del proyecto

En la fase previa (2003) y durante las obras, se realizaron cartografías anuales (2005-2008) de las comunidades biológicas. Sin embargo, para un seguimiento de su evolución a medio plazo, no se considera necesario mantener dicha periodicidad.

Igualmente, es necesario conocer eventuales factores perturbación, tanto naturales como de origen antrópico, que influyan en la dinámica del ecosistema durante el periodo objeto de seguimiento, toda vez que es la única manera de discriminar sus efectos de los efectos heredados de la obra, así como los que pueda ocasionar el uso asociado al proyecto de referencia, como aquéllos otros usos o actividades ajenos al mismo (zonas de baño, barranco, vertidos tierra mar, jaulas de cultivo, etc.)

A efectos operativos se establecen tres ámbitos de seguimiento

- Medio abiótico
- Medio biótico
- Factores de perturbación

1.6 Estudios preliminares

En otoño de 2009, el OAG realizó varias pruebas, puso a punto una metodología de levantamiento cartográfico de comunidades y estudió la dinámica del entorno a fin de poder reformular el presente plan. Dicho trabajo fue presentado el 9-10-2009 a la Autoridad Portuaria como *Estudio previo al replanteo del Plan de vigilancia a medio plazo del ensanche de la dársena pesquera de S/C de Tenerife*.

2 PLANIFICACIÓN

2.1 Parámetros

Los parámetros que se van a monitorizar han sido seleccionados como los básicos y descriptivos para identificar el medio que se estudia y las alteraciones significativas que puede sufrir. Se ha descartado el análisis de agua anual por no ser representativo, dada la alta variabilidad de las condiciones en tiempo y localización. Se ha descartado el parámetro sólidos en suspensión, contemplado en el Plan de vigilancia a corto plazo, ya que su propósito era el compararlo con la tasa de sedimentación, y se considera que no se puede relacionar una única medición con un registro de largo plazo, no sólo por la frecuencia sino porque los aportes sedimentarios tienen más de un origen (ver más adelante). Por otra parte, se ha intensificado la medición de parámetros oceanográficos con el fin de monitorizar de una forma más completa el medio y se ha dado continuidad a ciertos contaminantes ya registrados con anterioridad por resultar significativos (algunos metales). En el caso de los parámetros bióticos se complementa el método aplicado en los estudios anteriores; sin embargo se restringe el uso de técnicas extractivas y se estandariza el método de análisis de imagen basado en patrones calibrados *ex-profeso*.

2.1.1 Medio abiótico

Parámetros oceanográficos

Se registra una serie de parámetros con el objetivo de tener una visión general del estado de las aguas, a su vez, puede ayudar a identificar cambios significativos o alteraciones en las condiciones normales (se puede detectar nuevos aportes de masas de agua como vertidos) que afecten al medio o simplemente como datos que en futuro puedan ser explotados. La información puede ser recabada directamente o suministrada por terceros.

Parámetro	Muestreo	Método
Profundidad	Sonda multiparamétrica	Sensor de presión
Temperatura	Sonda multiparamétrica	Termometría
Conductividad/ salinidad	Sonda multiparamétrica	Conductivimetría/ conversión
Ph	Sonda multiparamétrica	Electrodo
Oxígeno disuelto	Sonda multiparamétrica	Sensor óptico luminiscencia
Turbidez	Sonda multiparamétrica	Sensor óptico luminiscencia
Clorofila	Sonda multiparamétrica	Sensor óptico luminiscencia

Muestreo: Perfilado de la columna de agua mediante sonda multiparamétrica.

Estaciones: Las preestablecidas (ver sección 2.3).

Frecuencia: El muestreo será trimestral. Puede ejecutarse puntualmente en caso de situaciones extraordinarias (lluvias fuertes o temporales)

Fuente complementaria de datos: Planes de seguimiento de conducciones de vertido de aguas residuales o planta desaladora, jaulas de cultivo, otras campañas de muestreo y monitorización de calidad de aguas portuarias en la provincia de Santa Cruz de Tenerife.

Parámetros químicos del sedimento

Se analizan los parámetros químicos que se consideran necesarios para conocer la calidad del sedimento, ya que es el sustrato donde se establecen las comunidades biológicas. Además, el sedimento es fiel reflejo de la calidad de las aguas al actuar como sumidero de los posibles

contaminantes. Se ha optado por esta solución ya que los datos de un solo muestreo de agua al año no serían representativos de la calidad de la misma. Con la selección de estos parámetros se pretende conocer el potencial del sustrato así como vigilar la evolución de aquellos metales detectados en los estudios previos.

Parámetro	Método
Granulometría	Tamizado
Fósforo total	Absorción molecular
Nitrógeno total	Autoanalizador N
Mercurio	Absorción atómica
Cromo	Absorción atómica
Plomo	Absorción atómica
Carbono orgánico total TOC	Analizador TOC

Muestreo: Toma de muestra mediante draga.

Estaciones: Las preestablecidas

Frecuencia: Anual

Fuente complementaria de datos: Datos procedentes de la monitorización de calidad de aguas portuarias en la provincia de Santa Cruz de Tenerife.

Parámetros químicos del agua

Dada la importancia de conocer la influencia de los aportes del barranco del El Cercado a la zona, se prevé el análisis químico del agua y sólidos en suspensión de forma puntual, en caso de situaciones de lluvias torrenciales o temporales.

Parámetro	Método
Sólidos en suspensión	
Oxígeno disuelto	
Fosfatos	Espectrómetro UV-VIS
Nitritos y nitratos	Espectrómetro UV-VIS
COT	Analizador TOC
Mercurio	Absorción atómica
Cromo	Absorción atómica
Plomo	Absorción atómica

Muestreo: Toma de muestra mediante botella tipo Niskin y GO-FLO.

Estaciones: Las preestablecidas

Frecuencia: Indefinida

Fuente complementaria de datos: Datos procedentes de la monitorización de calidad de aguas portuarias en la provincia de Santa Cruz de Tenerife.

Meteorología

Se estudian las condiciones meteorológicas (fuertes lluvias-escorrentía, temporales de mar, etc.) por la incidencia o influencia que puede ejercer sobre el medio. La información puede ser recabada directamente o suministrada por terceros.

Parámetro	Método	Fuente	Localización
Viento	Anemómetro	-Autoridad Portuaria de Santa Cruz de Tenerife -AEMET*	-Dique del Este -Oficinas del Observatorio Atmosférico de Izaña, calle de La Marina S/C Tenerife *Pendiente una nueva en San Andrés
Pluviometría	Pluviómetro	-AEMET*	-Oficinas del Observatorio Atmosférico de Izaña, calle de La Marina S/C Tenerife *Pendiente una nueva en San Andrés
Estado del mar	Boletín meteorológico Boya de oleaje	- AEMET - Puertos del Estado	-Oficinas del Observatorio Atmosférico de Izaña, calle de La Marina S/C Tenerife -Exterior Muelle Sur

Dinámica sedimentaria

El estudio de la dinámica sedimentaria es de gran importancia dada la naturaleza generalizada de fondos arenosos de la zec. Las fuentes de sedimentos pueden ser la propia obra, el barranco del Cercado o provenir de los depósitos existentes en la bahía de Igueste.

Para conocer el flujo sedimentario y evaluar la existencia de un posible sumidero en la zona, se medirán las corrientes y la tasa de sedimentación, mediante las siguientes técnicas:

- Fondeo de un correntómetro perfilador *Doppler* para el estudio de la columna de agua en varias capas a fin de conocer la intensidad máxima a la que están sometidos los sedimentos.
- Colocación de captadores de sedimentos en puntos estratégicos, incluso dentro de las praderas de seba. El captador o trampa de sedimentos consiste en tubos de PVC transparente fijados a un tubo galvanizado con abrazaderas, y clavado en fondo. Se realizará un análisis granulométrico.

2.1.2 Medio biótico

El seguimiento a medio plazo de las praderas de *Cymodocea nodosa* –y de otras comunidades presentes en los fondos arenosos - se plantea como una monitorización de escasa intervención en el medio y ajena al uso de métodos destructivos. El método elegido limita algo la precisión de las medidas, pero permite abarcar áreas extensas y aumentar los datos a efectos estadísticos, con un equipamiento y modo de operar estandarizado y calibrado.

Los datos cartográficos y biométricos se obtienen a través de análisis de imagen, basado en patrones de presencia y desarrollo de las especies. En este caso, se utiliza tres modalidades de muestreo, de mayor a menor escala

Cartografía de las comunidades

Se realizarán transectos de vídeo georeferenciados que permiten localizar la especie (presencia-ausencia), distinguir el tipo de comunidad, si es monoespecífica (sólo *Cymodocea nodosa*) o acompañada de otras especies (la fanerógama *Halophila decipiens*, algas verdes, etcétera y la anguila jardinera *Heteroconger longissimus*), la extensión que ocupa, y el estado de los bordes de la pradera (erosiones, fragmentaciones).

El primer levantamiento cartográfico con este método se realizó en octubre 2009 y forma parte del estudio previo al replanteo del PVA, comentado en el apartado 1.6. Se prevé repetirlo a los dos años, en 2011.



Figura 1. Las especies de fanerógamas marinas presentes en el lic: la seba (*Cymodocea nodosa*) y *Halophila decipiens*, que va sustituyendo a la primera a partir de unos 15-20 m de profundidad.



Figura 2. En los fondos de *Halophila* se ha detectado grandes extensiones ocupadas por un alga clorofila de reciente cita (en prensa) en las islas: *Penicillus capitatus* (arriba derecha). Otra clorófita frecuente en el sector oriental del lic a partir de unos 15 m de profundidad es *Caulerpa racemosa*.

Seguimiento de los bordes laterales del sebadal

Los bordes laterales de las praderas de seba se marcan con estacas referenciadas geográficamente a lo largo de recorridos entre 10-15 y 20-25 m de profundidad. Estos trayectos son filmados; luego se analizan las imágenes (foto-videosub) tomadas *in situ* con las estacas como referencia y/o con escala, lo que permite observar el avance-retroceso de la pradera, su estado de desarrollo, y de manera complementaria algunos parámetros biométricos indicadores.

Se han marcado cuatro recorridos:

- Sebadal frente a San Andrés, un recorrido en la parte occidental a lo largo de la nueva escollera, con el objetivo de seguir la recolonización natural recientemente detectada, y otro en la parte oriental, a lo largo del borde de la zec y dentro de ésta, donde se observa una pradera densa.
- Los Órganos – playa de Las Gaviotas. Un recorrido en la parte occidental, frente al sector oriental de Las Teresitas, con el objetivo de seguir la recuperación del sebadal que se vio afectado por las obras de ampliación de la explanada portuaria, y otro recorrido en la parte oriental, frente a la playa de Las Gaviotas a lo largo del borde de la zec, con el objetivo de seguir el estado natural de un sebadal en buen estado de desarrollo.

Los tramos inferiores son cuatro a 20-25 m de profundidad y sirven asimismo para el seguimiento de *Halophila* y la presencia generalmente estacional de especies algales, particularmente de *Penicillus capitatus*¹. La periodicidad del seguimiento es semestral (invernal y estival), con más de un mes de margen para poder muestrear en condiciones ambientales óptimas (buen estado de la mar + alta visibilidad/ luminosidad).

Parámetros biométricos

Los parámetros específicos que permiten caracterizar el estado de desarrollo de la seba se obtienen generalmente con métodos destructivos, es decir, mediante la extracción por siega y análisis en laboratorio, de unas cinco muestras de 25x25 cm tomadas a lo largo del recorrido de estacas. Así se obtiene la densidad de haces, la de hojas, su longitud media y área, así como la cobertura, biomasa, y la presencia eventual de estructuras reproductivas (flores, frutos). Para evitar la repetición continua de estas medidas, los datos específicos obtenidos se calibran con imágenes tomadas durante el primer muestreo, de forma que los parámetros se asimilen a una de las tres categorías consideradas: alta, media, baja (ver tabla). El análisis ulterior de imágenes también permite registrar otros indicadores del estado de la pradera, como el epifitismo (agente perturbador de la seba y del medio), la fracción viva/muerta de las hojas, el grado de enterramiento-erosión, el estado de fragmentación de los bordes de la pradera.

El método consiste en la extracción (siega) de la seba y la toma de fotografías con escala de orientación orto (cobertura) y lateral (altura), y, desde embarcación, la filmación con video arrastrado y equipado con sistemas de registro de imagen, profundidad y localización GPS en tiempo real. La medición se realiza comparando las imágenes con patrones preestablecidos y calibrados previamente (Ver anexos)

¹ En los transectos de vídeo, a partir de unos 15-20 m de profundidad se detectaron amplias áreas cubiertas por esta especie de clorofila localizada recientemente en Canarias (La Palma), cuya cita y publicación científica se encuentra en prensa. Se trata de una especie de carácter tropical cuya presencia y amplio desarrollo requieren un seguimiento aprovechando el previsto en los fondos de *Halophila*.

La cuantificación se expresa en tres categorías: baja, media y alta, estableciendo a priori el acotamiento de éstas con datos biométricos. Para evaluar el enterramiento (y erosión) se toman como referencia la vaina y los rizomas.

PARÁMETROS	MEDIDA		
Biológicos	ALTA	MEDIA	BAJA
Densidad de haces	> 1.000 haces/m ²	500-1.000 haces/m ²	< 500 haces/m ²
Densidad de hojas	> 3.000 hojas/m ²	1.500-3.000 hojas/m ²	< 1.500 hojas/m ²
Altura de hojas	> 30 cm	20-30 cm	< 20 cm
Área foliar	> 2.295 cm ² /m ²	765-2.295 cm ² /m ²	765 cm ² /m ²
Cobertura	> 75%	25-75%	<25%
Biomasa	> 200 peso seco/m ²	100-200 peso seco/m ²	< 100g peso seco/m ²
Indicadores			
Epifitismo	< 50% verde	75-50 % verde	> 75 % verde
Vitalidad foliar	100% verde	75-50 % verde	< 50 % verde
Enterramiento	Vaina enterrada	Vaina al descubierto	Rizoma al descubierto
Fragmentación	Parches o manchones	Invaginaciones	Ondulaciones

Las comunidades biológicas a considerar son:

- Comunidad de *Cymodocea nodosa*
- Comunidad de *Halophila decipiens*
- Comunidades de *Caulerpa spp.*
- Comunidad de *Penicillus capitatus*
- Comunidad de *Heteroconger longissimus*

Las especies indicadoras a considerar son:

- *Caulerpa racemosa*, por tratarse de una especie invasora oportunista.
- Los epífitos en general, además de afectar a la producción de la seba, su exceso indica alteraciones de las aguas.

2.1.3 Factores de perturbación

Se prestará especial atención a los fenómenos y posibles sucesos que por su naturaleza alteran el medio y consecuentemente a los parámetros objeto de seguimiento. En el análisis previo realizado se reconocieron en la zona varios factores de perturbación potenciales (figura 3), entre los que destacan los siguientes:

- Temporales marinos
- Aportes y vertidos del barranco de El Cercado (escorrentías y adecuación del cauce)
- Jaulas de piscicultura al norte de la zona
- Derrames y vertidos (incluidos vertidos de reparación)
- Vertidos de tierra-mar
- Actividades de ocio en la playa de Las Teresitas



Figura 3. Presiones ambientales detectadas en la zona de estudio

NOTA BENE:

Las intensas lluvias caídas los días 1-2 de Febrero de 2010, sobre todo en la isla de Tenerife, provocaron que el barranco de El Cercado corriera con violencia arrastrando todo tipo de materiales y causando destrozos y pérdidas de algunas embarcaciones. Una de las trampas de sedimentación colocada frente a la bocana del barranco se ha perdido. El OAG ha tomado imágenes de este acontecimiento, muestras de agua, medido los parámetros físicos y repetirá – cuando la turbidez del agua lo permita- uno de los transectos de video submarino en el sebadal para obtener imágenes comparables con las tomadas en 2009 a efectos de evaluar el grado de incidencia que tal fenómeno ha tenido en su evolución.



Figura 4. Estacado de prueba en el borde de una pradera: estaca de tubo galvanizado (2 cm \varnothing por 1 m long.) clavado hasta la mitad, con etiqueta vistosa de referencia.

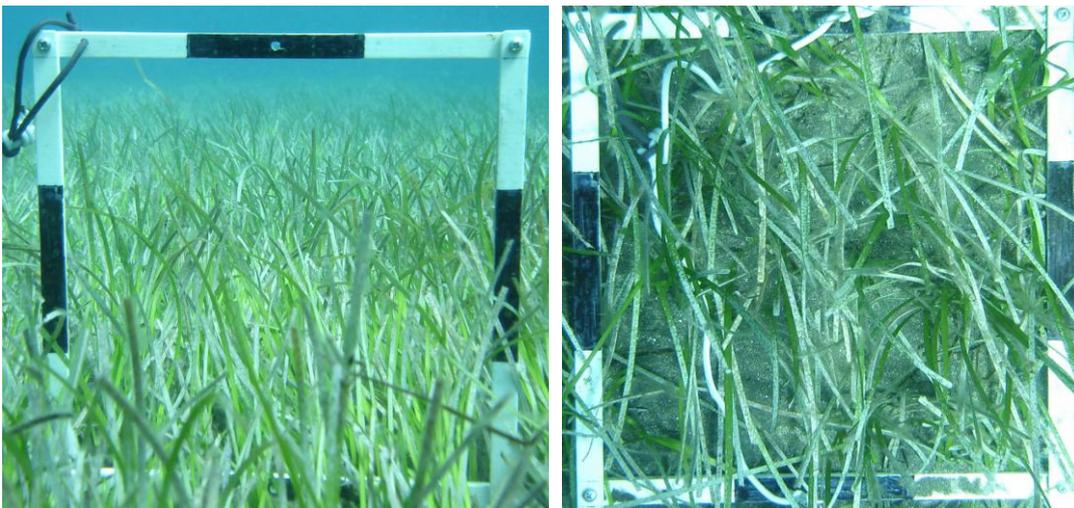


Figura 5. Fotografías lateral y vertical de una cuadrícula de 25x25 cm (en negro 10 cm) en una pradera homogénea, de las que se obtienen la altura media y cobertura.

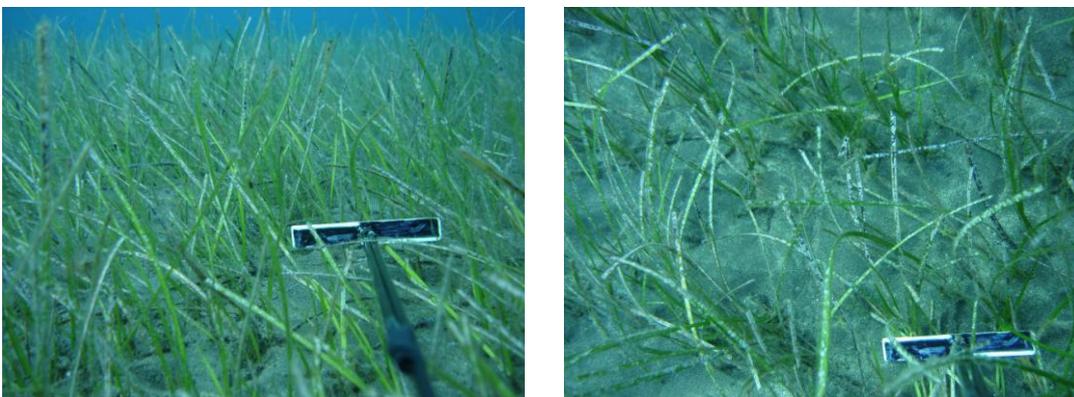


Figura 6. Fotografías lateral y vertical con escala decimétrica, lo que permite obtener imágenes de mayor superficie aprovechable, en este caso de unos 50x25 cm ($1/8 \text{ m}^2$), pudiendo superar $1/2 \text{ m}^2$ con un rendimiento fiable para los parámetros de altura general y cobertura relativa.

2.2 Sectorización general

En base a los resultados obtenidos en el estudio previo, se ha procedido a dividir la zec y áreas colindantes en sectores o unidades ambientales, cuyo tratamiento desde el punto de vista del seguimiento, ha de ser diferente. Dicha sectorización se recoge en la figura 6.

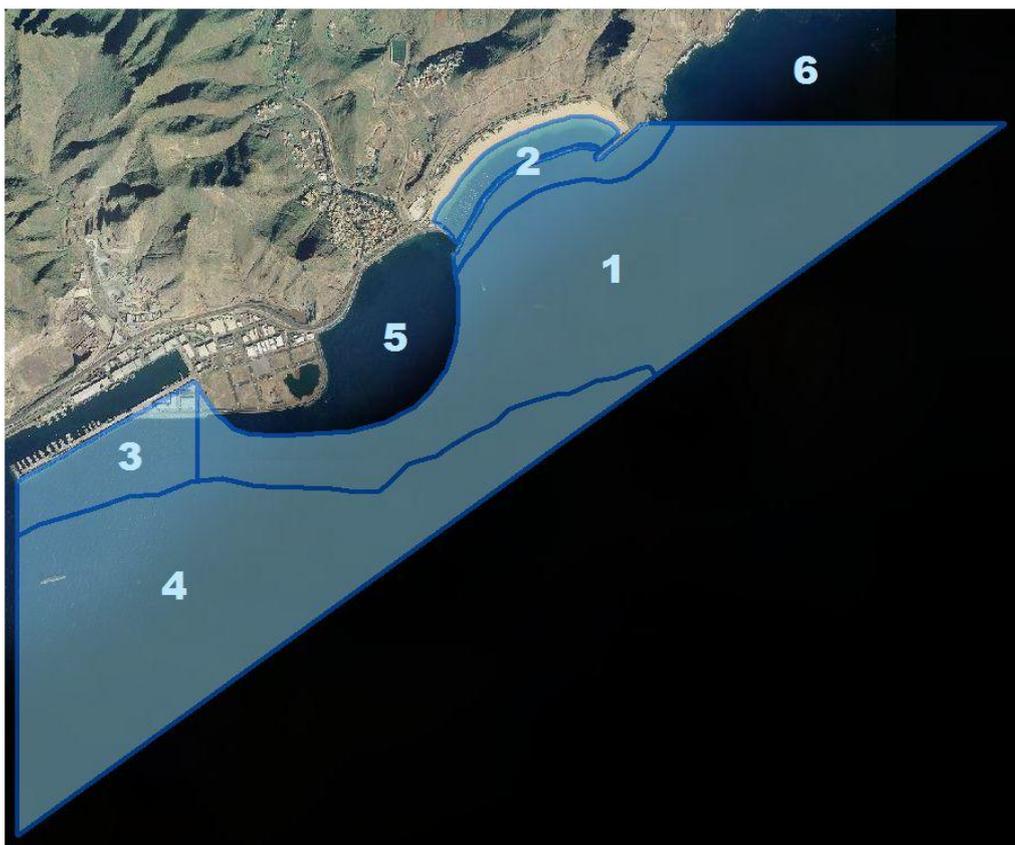


Figura 6. Sectorización de la zona de objeto de vigilancia ambiental

- SECTOR 1. Zona amplia de fondos mayoritariamente arenosos, poco inclinados y profundidades adecuadas para el desarrollo de comunidades bentónicas de fanerógamas, anguilas jardineras y mantos de algas. Recibió el impacto indirecto de las obras.
- SECTOR 2. Zona próxima la playa de las Teresitas (incluida en la zec) con fondos rocosos adyacentes al dique exento y dique de cierre de la playa. Carece de sebadal.
- SECTOR 3. Zona colindante al dique de abrigo de la dársena pesquera con escollera, de fondos muy inclinados y rocosos, de escaso interés biológico, quedando la arena a profundidades superiores a los 30 metros no aptas para la seba.
- SECTOR 4. Zona con profundidades mayores de 50 metros, ocupadas por comunidades de confite y arenales poblados por suspensívoros, al margen de la dinámica litoral.
- SECTOR 5. Comprende la zona externa a la zec frente a San Andrés y la obra de ensanche de la dársena, donde se desarrolla el sebadal occidental y donde se concentran la mayoría de las presiones. En su parte marina está rodeada por el lic, a modo de burbuja. Es el sector que sufrió el impacto directo de las obras.
- SECTOR 6. Sector noreste externo a la zec donde se desarrollan excelentes sebadales (fondos menos inclinados) y donde existen jaulas de engorde de peces.

2.3 Estaciones de muestreo

En la tabla adjunta se relacionan las estaciones de muestreo con su localización y el estudio o seguimiento a que están sometidas (ver mapa 2 en los anexos). Partiendo de los resultados de la campaña preliminar de sondeo con vídeo se han seleccionado cuatro series de estaciones de muestreo biológico (TSA10-TSA21) a fin de poder estudiar las pautas de crecimiento de las praderas de sebadal y de las comunidades de *Halophila/ Penicillus* situadas en cotas inferiores.

Se ha considerado que, para poder evaluar el efecto de las obras en función del avance o retroceso naturales de estas comunidades, interesa conocer el estado evolutivo en el sentido lateral a las cotas de desarrollo normal, mientras que, en el sentido vertical, tendríamos en los fondos someros un sebadal vestigial sometido principalmente a las variaciones del ciclo anual y a los eventos naturales de carácter impactante (mar de fondo, escorrentías), y en los fondos inferiores (20-25 m profundidad) sebadales aislados, vestigiales o en cordones, de carácter bastante estable, y con las comunidades vegetales citadas que lo sustituyen a mayor profundidad.

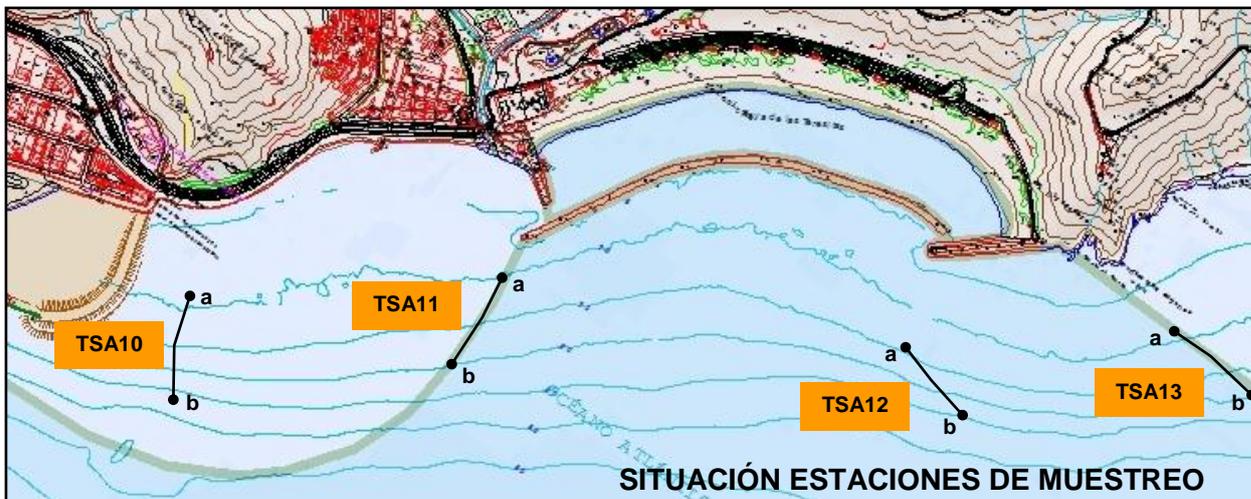
ESTACIONES DE MUESTREO Y TIPO DE PARÁMETRO A REGISTRAR

Estación	UTM X	UTM Y	Z	Agua	Sedi-mento	Dinám. sedim.	Dinám. marina	Recorrido biológico
TSC03	383556	3152804	35	X	X			
TSA02	384629	3153778	25	X		X		
TSA01	385197	3154205	17	X	X			
TSA03	383612	3153302	12	X		X		
TSA04	382859	3152612	31	X	X			
TSA05	381479	3152253	32	X	X			
TSA07	383323	3153048	12			X		
TSA06	382576	3152679	24			X		
TSA08	383612	3153627	5			X		
TSA09	383237	3152814	25				X	
TSA10	383205	3153064	8					X
	383279	3152831	27					
TSA11	383662	3153460	10					X
	383744	3153300	20					
TSA12	384448	3153839	15					X
	384603	3153758	25					
TSA13	385123	3154253	13					X
	385297	3154241	25					

2.4 Transectos

Las estaciones de seguimiento biológico se marcan con varias estacas a lo largo del recorrido, donde se muestrea puntualmente con siegas de referencia e imágenes fotográficas de calibrado, y entre éstas, con tomas de video realizadas con *scooter*, similares a la de los sondeos iniciales. En el plano y tabla adjunta se detallan las características de cada transecto.

TRANSECTOS PARA REGISTRO DE IMÁGENES MEDIANTE VIDEO



Ref.	SITUACIÓN	COTAS	COORDENADAS	ESTADO	FINALIDAD
TSA 10	Frente a la nueva escollera	8-27 m	a: 383205,04 – 3153064,71 b: 383279,40 – 3152831,83	Recolonización natural del sebadal hacia el oeste posterior a las obras.	- Avance y evolución del sebadal. - Variación estacional de las comunidades vegetales profundas.
TSA 11	Borde de la zec frente a San Andrés	10-20 m	a: 383662,98 – 3153460,18 b: 383744,11 – 3153300,19	Pradera densa con el borde ondulado y erosionado.	- Evolución del frente de la pradera. - Variación estacional de las comunidades vegetales profundas.
TSA 12	Frente al sector oriental de Las Teresitas	15-25 m	a: 384448,16 – 3153839,89 b: 384603,15 – 3153758,77	Recolonización natural del sebadal hacia el oeste posterior a las obras.	- Avance y evolución del sebadal. - Variación estacional de las comunidades vegetales profundas.
TSA 13	Borde oriental de la zec	13-25 m	a: 385123,49 – 3154253,41 b: 385297,76 – 3154241,92	Pradera densa bastante estable.	- Evolución del sebadal, de referencia. - Variación estacional de las comunidades vegetales profundas.

2.5 Frecuencia

La periodicidad establecida para el registro de los parámetros seleccionados es la que se recoge en la siguiente tabla:

FRECUENCIA DE MUESTREO

Frecuencia	Medio	Parámetros	Método
Trimestral	Agua	Oceanográficos	Sonda multiparamétrica
Semestral	Agua	Tasa de sedimentación	Captador
Semestral	Bentónico	Recorridos biológicos	Buceo/Muestreo
Anual	Bentónico	Químicos en sedimentos	Analítica
Bianual	Epibentónico	Cartografiado de sebadales	Cámara remolcada
Única	Agua	Dinámica marina	Correntómetro
Ocasional	Agua	Químicos en agua	Analítica
Ocasional	Agua	Perturbaciones	Varios

3 EJECUCIÓN

3.1 Duración y revisión del plan

Este plan a medio plazo tiene una duración de **5 años** y se revisará puntualmente en el caso de que se obtengan nuevos valores de referencia o se modifique un criterio de valoración. La revisión será mayor en caso de que se prevea realizar obras en la zona de estudio (marina San Andrés, emisario de Iguste de San Andrés, etc.) o cambien las circunstancias de tal modo que puedan afectar sensiblemente a la ecología general del área.

3.2 Cronograma de trabajo

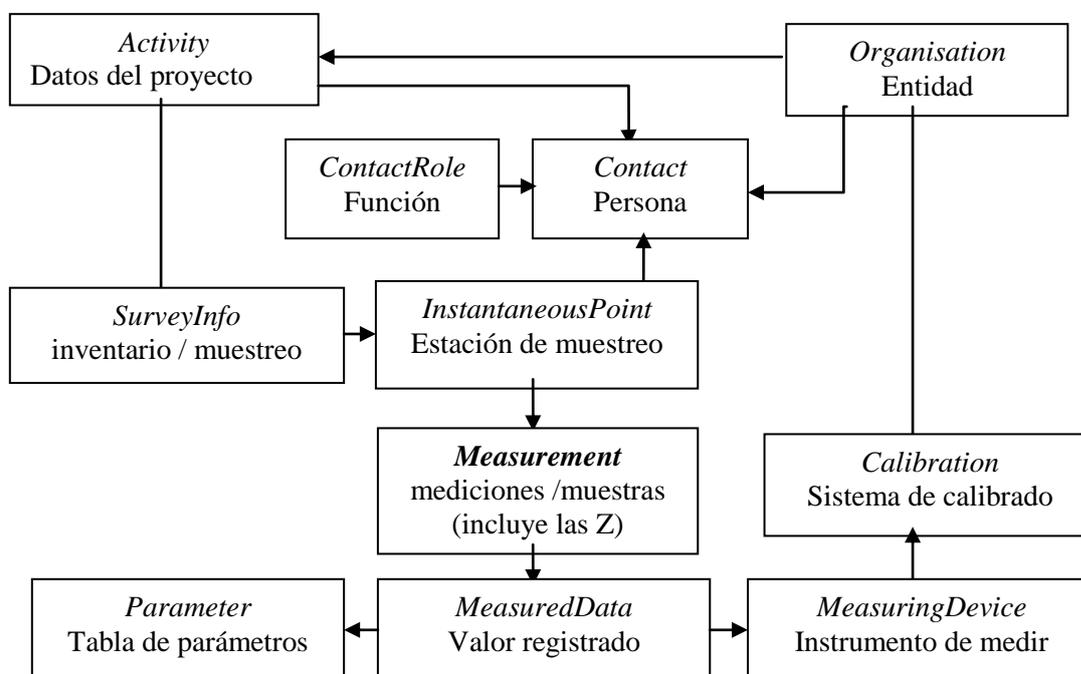
2 0 0 9	1 ^{er} trimestre	2 ^o trimestre	3 ^{er} trimestre	4 ^o trimestre
Video remolcado				
Dinámica marina				
Emisión de informe Previo				
Replanteo PVA				
2 0 1 0	1 ^{er} trimestre	2 ^o trimestre	3 ^{er} trimestre	4 ^o trimestre
Replanteo PVA				
Trampas de sedimentos				
Calidad de aguas				
Calidad de sedimentos				
Recorrido biológico				
Análisis y tratamiento de datos				
2 0 1 1	2 ^o trimestre	3 ^{er} trimestre	4 ^o trimestre	1 ^{er} trimestre
Video remolcado				
Trampas de sedimentos				
Calidad de aguas				
Calidad de sedimentos				
Recorrido biológico				
Análisis y tratamiento de datos				
Remisión informe anual				
2 0 1 2	1 ^{er} trimestre	2 ^o trimestre	3 ^{er} trimestre	4 ^o trimestre
Trampas de sedimentos				
Calidad de aguas				
Calidad de sedimentos				
Recorrido biológico				
Análisis y tratamiento de datos				
Remisión informe anual				
2 0 1 3	1 ^{er} trimestre	2 ^o trimestre	3 ^{er} trimestre	4 ^o trimestre
Trampas de sedimentos				
Calidad de aguas				
Calidad de sedimentos				
Recorrido biológico				
Análisis y tratamiento de datos				
Remisión informe anual				
2 0 1 4	1 ^{er} trimestre	2 ^o trimestre	3 ^{er} trimestre	4 ^o trimestre
Trampas de sedimentos				
Calidad de aguas				
Calidad de sedimentos				
Recorrido biológico				
Análisis y tratamiento de datos				
Remisión informe final				

4 GESTIÓN DE DATOS Y EVALUACIÓN

4.1 Registro de los datos

La incorporación de los datos obtenidos al Repositorio de Datos Marinos de Canarias que gestiona el OAG (basada en el modelo ArcMarine), obliga a registrar una serie de campos para optimizar su uso y permitir la integración en los futuros análisis. El principio que guía al Repositorio es precisamente el de optimizar el uso potencial de todo dato marino. El OAG entregará a los operarios de campo y a los laboratorios unas plantillas diseñadas *ex-profeso* para facilitar la incorporación de los datos.

Esquema relacional de las tablas asociadas según el modelo ArcMarine
(Los nombres de campos en inglés vienen impuestos por el programa)



El código de muestra (*Measurement*) es fundamental en este esquema y ha de ser único. Para este Plan Se construirá con el código de Estación seguido de una A (agua) o S (sedimento), luego la profundidad en metros y finalmente la fecha en formato yyyy/mm/dd. Ejemplo: TSC12A23m20100125. Para identificar las diferentes muestras (frascos), si fuere el caso, se les añadirá un guión y el código de envase en minúsculas, por ejemplo b (detergentes) o f (metales). Ejemplo: TFSA07S7m2010061f.

4.2 Análisis de los datos

Los datos disponibles de cada estación se registrarán por series temporales y se realizará una descriptiva de su contenido respaldada por tablas, gráficas e imágenes de apoyo. Luego se procederá a su cotejo comparativo frente a estándares, datos del entorno o de referencia obtenidos de la fase a corto plazo, señalándose la amplitud de desviación, si la hubiere. A partir del 2º año, se estudiará la evolución temporal de los diferentes parámetros, sin descartar la incorporación de datos obtenidos de otras fuentes.

La información de índole biológica es más compleja y su análisis incluye el cartografiado de las comunidades, la dinámica de los bordes (ambas mediante análisis espacial) y aspectos biométricos.

4.3 Evaluación

El objeto del presente plan de seguimiento se centra en evaluar si el impacto de la obra en el medio se mantiene, decrece o aumenta con el tiempo. Ello implica, por un lado, conocer las variaciones que se producen en los parámetros y evaluar si son significativas o irrelevantes respecto del estado inicial, y por el otro lado, considerar si dicha variación está o no vinculada a la obra, y en qué medida.

Valores de partida

<i>Parámetros físico-químicos</i>	<i>Rango de variación</i>	<i>Valor de partida</i>
Transparencia disco Secchi	17 m – 27 m	25 m
Temperatura (agosto)	22,1°C – 23,2°C	
Temperatura (abril)	19,10 – 19,52 °C	
Salinidad	35,44 gr/l -36,12 gr/l	
Oxígeno disuelto	5,7 mg/l – 6,99 mg/l	
pH	8,37 – 8,39 u. pH	
Clorofila a (agosto)	0,58 µg/l – 1,79µg/l	
Nitritos		Máximo 0,005 mg/l
Nitratos		Máximo 0,044 mg/l
Ortofosfatos		Máximo 0,01 mg/l
Mercurio		Máximo 0,03 µg/l
Cromo		Máximo 5 µg/l
Plomo		12,36 µg/l (TSA01)
Tasa de sedimentación normal	0,80-2,50 mg/cm ² /día	0,85 mg/cm ² /día
Idem. Zona afectada		5,92 mg/cm ² /día
<i>Parámetros biológicos</i>	Verano 2009	
TSA11 Densidad seba	1150 haces/m ² ±150	
Altura de hojas	33 cm (±5)	
Cobertura		> 80%
Grado de epifitación		medio-alto (algas)
TSA12 Densidad seba	360 haces/m ² ±50	
Altura de hojas	36 cm ±5	
Cobertura		< 50%
Grado de epifitación		medio (hidroideos)

Valores de TSA11 medidos a -11 m, y de TSA12 a -20 m (ver Anexo 7.3)

Para cada estación y según el tipo de parámetro, se ha concretado un valor de referencia o un rango de variación a partir de la información disponible de los estudios realizados en la fase previa (seguimiento a corto plazo), particularmente, de los últimos valores obtenidos. Los parámetros biológicos de referencia se han definido de momento para una estación representativa, y además, es previsible, que haya que descartar algunos de los valores de partida tomados de la fase previa, por el primero que se obtenga fruto de la metodología aquí propuesta.

Cada valor obtenido se comparará con el previo de su serie y se calificará en función de su variación, relevancia y consecuencia para el estado de conservación (ver tabla):

<i>Variación</i>	<i>Incidencia /relevancia de la variación</i>	<i>Efecto sobre el estado de conservación</i>
-3 Disminución (regresión) severa -2 Disminución (regresión) -1 Disminución (regresión) ligera 0 Normal / Estable +1 Aumento (progresión) ligero +2 Aumento (progresión) +3 Aumento (progresión) severo	3 Alarmante 2 Muy significativa 1 Significativa 0 Irrelevante	+ Positivo /Favorable 0 Neutro /Estable - Negativo /Desfavorable

Finalmente, los cambios observados han de ser analizados según criterios de causa-efecto a fin de determinar el factor que los provoca y su origen. En virtud de éste, se evaluará si el cambio, sea favorable o desfavorable, es:

- Natural
- Derivado de las obras
- Ajeno a las obras

4.4 Remisión de informes

Los informes anuales serán sucintos y se remitirán en el primer trimestre del año siguiente a la Autoridad Portuaria de S/C de Tenerife, y contendrán, al menos:

- Resumen de las actuaciones realizadas
- Informe de incidencias
- Acceso a los datos obtenidos
- Evaluación de los resultados
- Discusión (con propuestas de actuación concretas, si fuere el caso).
- Aspectos del plan revisados (si fuere el caso).

El informe anual correspondiente a 2009, consistirá en el plan de vigilancia reformulado, independientemente del informe preliminar ya evacuado.

El informe final incluirá un resumen del desarrollo del plan de vigilancia global (fase corto y medio plazo), y hará una recapitulación de los resultados y evaluación conjunta de las condiciones de conservación de la zec a lo largo de todo el periodo.

El OAG mantendrá una sección en su página web (Actividades /Vigilancia ambiental) dedicada al presente plan de vigilancia, en la que irá actualizando la información asociada al seguimiento de modo asequible a la ciudadanía en general. La URL es www.oag-fundacion.org.

Alarmas

Al margen del objetivo estricto del seguimiento que justifica el presente Plan, si fruto de los análisis programados se llegaran a detectar valores alarmantes para algún parámetro, tengan o no que ver con las obras realizadas, se dará inmediata cuenta a la Autoridad Portuaria de S/C de Tenerife con miras a detener las circunstancias adversas (perturbaciones) o tomar medidas correctoras, si fuera posible.

5 ESTIMACIÓN DE COSTES

Los costes del programa de vigilancia se han analizado para un período de cinco años, distribuyendo el monto total de 200.000€ en cinco anualidades de 40.000 €. Estas previsiones se hacen al margen de que los ingresos efectivos se ajusten a años naturales y a la parte proporcional de la anualidad cumplida (afectaría a los ejercicios de inicio y conclusión), tal como queda reflejado en el cronograma. El OAG gestionará internamente las finanzas de modo que la operatividad del proyecto no se vea comprometida, por lo que tanto los ingresos como las inversiones serán diferidos al rendimiento y ajuste de cuentas al final del proyecto.

	2009	2010	2011	2012	2013
Muestreo con cámara de video submarina	2500,00		2600,00		
Análisis de imagen y creación de base de datos	588,00		611,52		
Trampas sedimento colocación	2500,00				
Trampas sedimento revisión y recogida	4000,00	4080,00	4161,60	4244,83	4329,73
Estacado de recorridos colocación	2000,00				
Muestreos de recorridos 5 muestras + fotografías	4800,00	4896,00	4993,92	5093,80	5195,67
Muestro de aguas con sonda multiparamétrica	2000,00	2040,00	2080,80	2122,42	2164,86
Muestro de aguas con botella tipo Niskin	1000,00	1020,00	1040,40	1061,21	1082,43
Muestreo de sedimentos con draga	500,00	510,00	520,20	530,60	541,22
Estudio de corrientes	3360,00				
Análisis de muestras de aguas en laboratorio	1600,00	1632,00	1664,64	1697,93	1731,89
Análisis de muestras de sedimentos en laboratorio	1480,00	1509,60	1539,79	1570,59	1602,00
Análisis de muestras biológicas	1440,00				
Análisis de imágenes	780,00	795,60	811,51	827,74	844,30
Equipos de medida y material	38700,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Campañas ocasionales	900,00	918,00	936,36	955,09	974,19
Gastos generales del OAG	11000,00	11220,00	11444,40	11673,29	11906,75
Total gastos	79148,00	28621,20	32405,14	29777,50	30048,00
Ingresos previstos	40000,00	40000,00	40000,00	40000,00	40000,00
Balance	-39148,00	-27769,20	-20174,34	-9951,84	0,16

* * *

En Santa Cruz de Tenerife, a 12 de Marzo de 2010
El Director del OAG



Dr Antonio Machado Carrillo

6 REFERENCIAS DOCUMENTALES

- BOE (2002). Resolución de 31 de octubre de 2002, de la Secretaría General de Medio Ambiente, sobre la evaluación de impacto ambiental del proyecto «Tercera fase de defensa del ensanche de la explanada de la dársena de pesca del puerto de Santa Cruz de Tenerife», de la Autoridad Portuaria de Santa Cruz de Tenerife. Boletín Oficial del Estado, 277, pp.40800-40802.
- HIDTMA (2008). Asistencia técnica para la realización de campaña de seguimiento del lic ES7020120 "Sebadal de San Andrés". Campaña 2008. Documento no publicado.
- Autoridad Portuaria S/C Tenerife (2009). Plan de vigilancia ambiental a medio plazo versión 3.0 de la Tercera fase de defensa del ensanche de la explanada de la dársena de Pesca del puerto de Santa Cruz de Tenerife.- Autoridad Portuaria de Santa Cruz de Tenerife, Febrero 2009. Documento no publicado.
- OAG (2009). Estudio previo al replanteo del plan de vigilancia ambiental a medio plazo del ensanche de la Dársena Pesquera de S/C de Tenerife.- Observatorio Ambiental Granadilla, Octubre 2009. Documento no publicado.

AGRADECIMIENTOS

El OAG agradece a D. Carlos Sangil (Cabildo Insular de La Palma) la determinación de las muestras de *Penicillus capitatus*.

7 ANEXOS

7.1 Tipos de sebadal según su estructura

Los sebadales pueden formar praderas uniformes o bien parques o “manchones”, así como disposiciones intermedias con entrantes o invaginaciones, canales y “calveros”, que puede deberse a factores ambientales naturales y propios de la seba, o bien a impactos sobre el medio físico (sustrato) y las aguas (contaminación, turbidez).



Borde usual de una pradera uniforme



Borde escalonado por erosión



Borde invaginado



Canal



Calvero



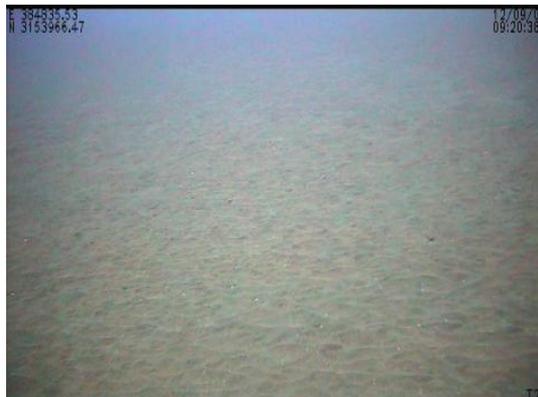
Manchón de escasa dimensión

7.2 Tipos de crecimiento en sebadal

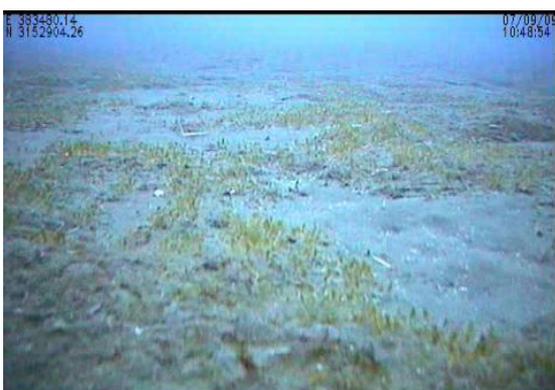
Ausente.- Dentro del rango natural de la seba, y en condiciones ambientales normales, la especie puede no estar presente debido a la dinámica marina (corrientes, temporales, sedimentaciones de escorrentías), o por impactos negativos (obras, dragados, vertidos contaminantes).



Fondos someros (-6 m) en sectores relativamente abrigados (San Andrés)



Fondos medios (-14 m) en sectores medianamente expuestos (Los Órganos)



Fondos profundo (-20 m) en sectores medianamente expuestos (San Andrés). La vegetación que se observa en la foto no corresponde a *Cymodocea*

Crecimiento puntual.- Cuando, de forma aislada, se localizan uno o escasos haces de seba más o menos apretados, a modo de ramillete, y sin tendencia de crecimiento lateral (lineal). Su presencia puede obedecer a una germinación natural o al enraizamiento aislado de esquejes separado de la pradera madre por la dinámica marina o la acción humana (fondeo, obras).



La seba puntual se localiza en solitario o bien en conjuntos de varios elementos separados sin interconexión (rizoma, haces), dada su lejanía espacial.

Lineal.- El sebadal presenta un tipo de crecimiento lineal a partir de la pradera o manchón hacia el exterior, siendo rápido y generalmente sin entrecruzar los rizomas. Este crecimiento horizontal (plagiotrópico) es el que permite la recuperación de la pradera después de las erosiones producidas por temporales. Sin embargo, en ciertas condiciones se observa amplias extensiones de densidad media con esta estructura aparentemente de forma estable.



Sebadal lineal corto



Sebadales lineales corto



Sebadal lineal medio



Sebadales lineales medios



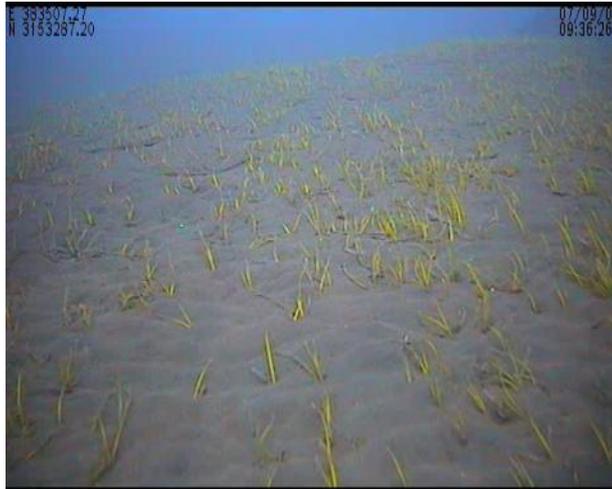
Sebadal lineal largo



Sebadales lineales largos

La seba lineal se localiza en solitario o bien en conjuntos de varios elementos separados sin interconexión (rizoma, haces), y su longitud varía entre escasos haces (línea corta), entre 10-15 haces (línea media) o docenas de ellos (línea larga), dependiendo obviamente de la edad o tiempo transcurrido desde su origen (al año es de unos 2,2 m/m²).

Cespitoso.- La tendencia natural de la seba es la de desarrollar una red más o menos tupida de rizomas similar a la de un césped, cuya potencia es de decenas de centímetros, pudiendo superar el medio metro. Dependiendo del estrés ambiental determinado por la dinámica del oleaje y corrientes, la luminosidad y la disponibilidad de sustrato arenoso, la pradera puede alcanzar densidades que superan los 1000 haces por m² y longitudes foliares de más de 30 cm.



Sebadal cespitoso de densidad baja



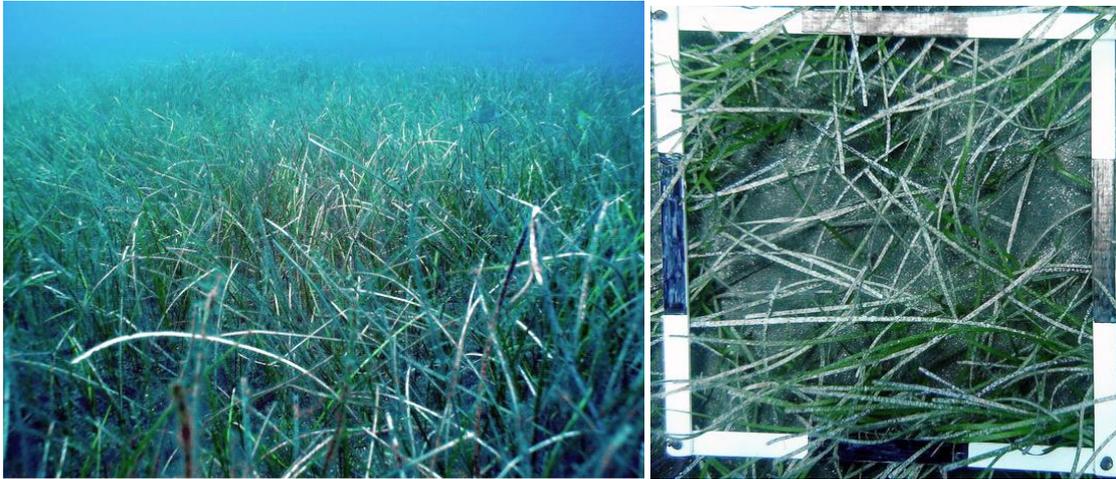
Sebadal cespitoso de densidad media



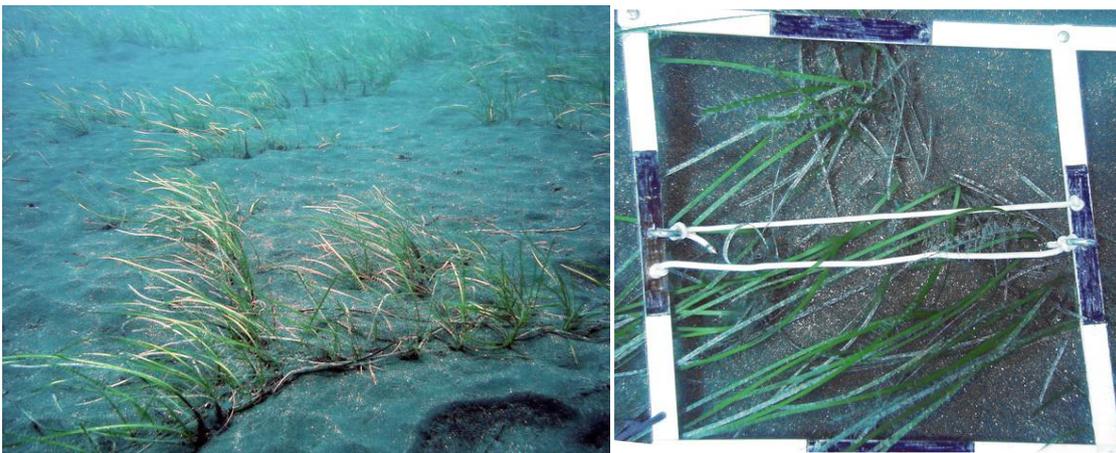
Sebadal cespitoso de densidad alta

7.3 Imágenes de referencia de muestreos previos

A título de muestra se incluyen imágenes de sebadales en San Andrés, y de la plantilla que se emplea para la estima de la densidad de haces.



Sebadal cespitoso denso en TSA 11 (-12 m) con densidades de $1.150 \text{ haces/m}^2 \pm 150$.

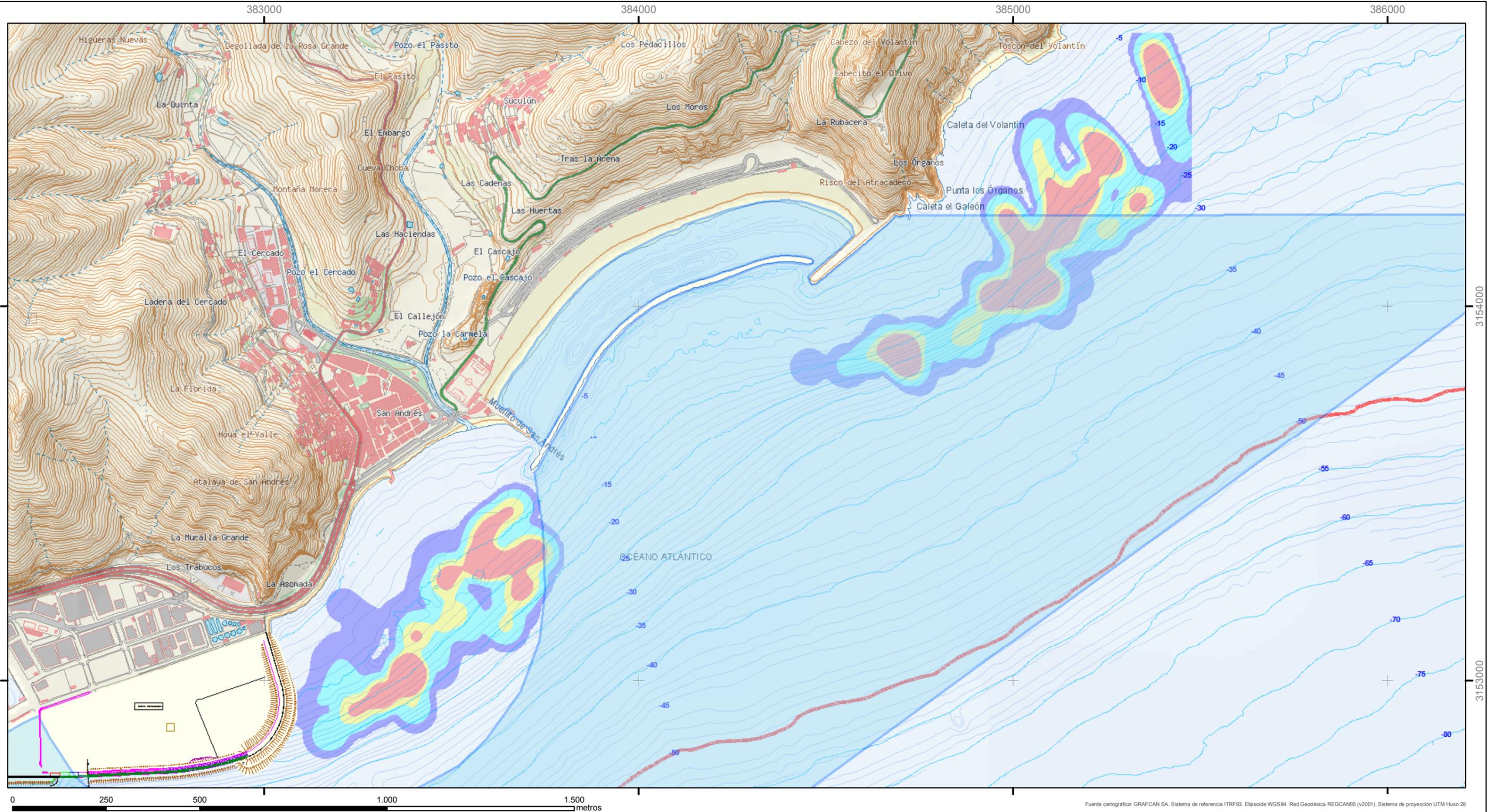


Sebadal de crecimiento lineal en TSA12 (-18 m) con densidades de $360 \text{ haces/m}^2 \pm 50$.

7.4 Anexos cartográficos

Plano 1. Levantamiento cartográfico del sebadal de verano de 2009. Densidades.

Plano 2. Estaciones de muestreo



Fuente cartográfica: GRAFCAN SA. Sistema de referencia ITRF93. Elipsoide WGS84. Red Geodésica REGCAN95 (v2001). Sistema de proyección UTM Huso 28



FUNDACIÓN OBSERVATORIO
AMBIENTAL GRANADILLA
CIF G38951836

Edificio Puerto-Ciudad, Oficina 1B
38001 Santa Cruz de Tenerife
Islas Canarias - España

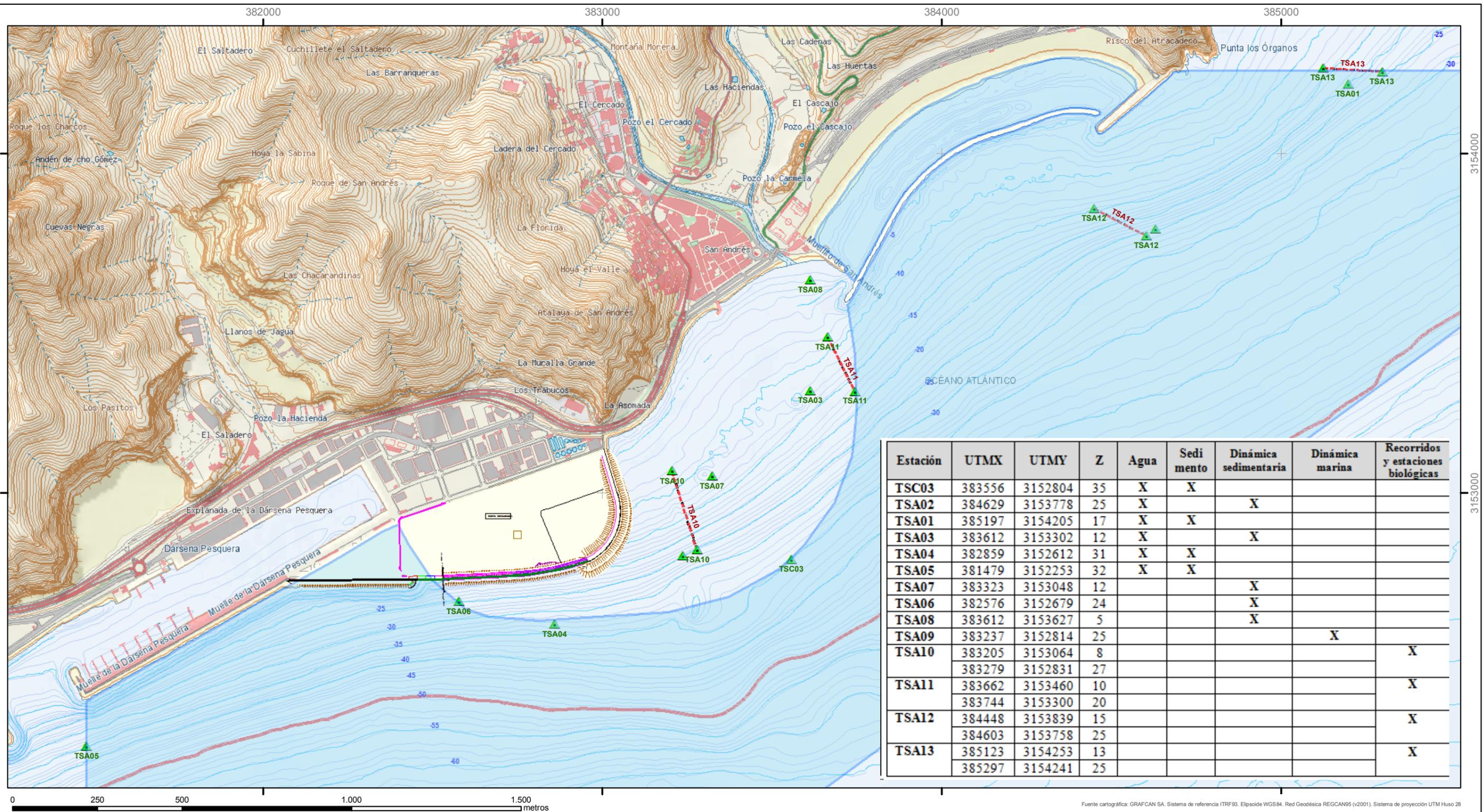
Tel.: +34 922 298 700 Fax: +34 922 298 704
info@oag-fundacion.org - www.oag-fundacion.org

- ZEC Sebadal de San Andrés
- Sebadal agosto 2009: Densidad**
- Vestigial
- Baja (<500 hces/m2)
- Media (500-1.000 hces/m2)
- Alta (>1.000 hces/m2)

MAPA 1
E 1:10.000 (A3)

PLAN DE VIGILANCIA AMBIENTAL
ENSANCHE DE LA DÁRSENA PESQUERA DE S/C DE TENERIFE
Distribución de sebadales en agosto de 2009

Marzo 2010



Estación	UTMX	UTMY	Z	Agua	Sedi-mento	Dinámica sedimentaria	Dinámica marina	Recorridos y estaciones biológicas
TSC03	383556	3152804	35	X	X			
TSA02	384629	3153778	25	X		X		
TSA01	385197	3154205	17	X	X			
TSA03	383612	3153302	12	X		X		
TSA04	382859	3152612	31	X	X			
TSA05	381479	3152253	32	X	X			
TSA07	383323	3153048	12			X		
TSA06	382576	3152679	24			X		
TSA08	383612	3153627	5			X		
TSA09	383237	3152814	25				X	
TSA10	383205	3153064	8					X
	383279	3152831	27					
TSA11	383662	3153460	10					X
	383744	3153300	20					
TSA12	384448	3153839	15					X
	384603	3153758	25					
TSA13	385123	3154253	13					X
	385297	3154241	25					

Fuente cartográfica: GRAFCAN SA. Sistema de referencia ITRF93. Elipsoide WGS84. Red Geodésica REGCAN95 (v2001). Sistema de proyección UTM Huso 28

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

- ▲ Estaciones de muestreo
- ZEC Sebadal de San Andrés
- Transectos biológicos

PLAN DE VIGILANCIA AMBIENTAL

ENSANCHE DE LA DÁRSENA PESQUERA DE S/C DE TENERIFE

MAPA 2

ESTACIONES DE MUESTREO

E 1:11.000 (A3)

ESTACIONES DE MUESTREO

Marzo 2010