



# Puertos de Tenerife

Autoridad Portuaria de S/C de Tenerife

Edificio Junta del Puerto  
Avda. Francisco La Roche, 49  
38001 Santa Cruz de Tenerife  
Islas Canarias · España

Tel.: (34) 922 605 400  
[www.puertosdetenerife.org](http://www.puertosdetenerife.org)

**INFORME DE LA FASE PREVIA DEL  
PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL DE  
LAS OBRAS INCLUIDAS DENTRO DEL  
PROYECTO DEL PUERTO DE GRANADILLA**

“Versión 0.0 –Noviembre/2.007”

# INDICE

<b>1.- ANTECEDENTES</b> .....	5
<b>2. ESTADO PREVIO DE LAS OBRAS INCLUIDAS DENTRO DEL PROYECTO DEL PUERTO DE GRANADILLA</b> .....	8
<b>a) Patrimonio Arqueológico (punto 4.1.a. del PVA)</b> .....	8
<b>b) Comunidades vegetales en el ámbito de actuación y control vegetación del suelo (puntos 4.1.b. y 4.2.a. del PVA):</b> .....	8
<b>1.- METODOLOGÍA</b> .....	9
<b>2.- RESULTADOS PARCELA BLANCO DE MONTAÑA PELADA</b> .....	11
<b>3.- RESULTADOS PARCELA PUNTA DEL VIDRIO</b> .....	13
<b>c) Calidad atmosférica: emisiones de partículas (puntos 4.1.c. y 4.2.b. del PVA)</b> .....	16
<b>1. MEDIDAS DE PARTÍCULAS EN SUSPENSIÓN</b> .....	18
1.1.- METODOLOGÍA UTILIZADA .....	18
1.2.- RESULTADOS.....	19
1.3.-CONCLUSIONES .....	20
2.1.- METODOLOGÍA .....	22
2.2.- RESULTADOS Y CONCLUSIONES .....	22
<b>d) Calidad atmosférica: emisiones de ruido (puntos 4.1.d. y 4.2.c. del PVA)</b> .....	23
<b>1.- METODOLOGÍA</b> .....	23
1.1.- PARÁMETROS MEDIDOS.....	23
1.2.- PROCEDIMIENTO DE ACTUACIÓN .....	24
<b>2.- RESULTADOS</b> .....	25
<b>3.- CONCLUSIONES</b> .....	26
<b>e) SEGUIMIENTO Y CONTROL DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN DEL MEDIO MARINO (punto 4.2.f. del PVA que incluye verificación de los puntos 4.1. e, f, g y h)</b> .....	27
<b>e.1) Estado de conservación de la calidad del agua (puntos 4.1.e. y 4.2.f.1. del PVA):</b> .....	27
1.- METODOLOGÍA ANALÍTICA .....	31
2.- RESULTADOS ANALÍTICOS DE AGUAS .....	33
2.1- RESULTADOS ANALÍTICOS DE AGUAS 2005 .....	35
2.2- RESULTADOS ANALÍTICOS DE AGUAS 2007 .....	53
3.- CONCLUSIONES DE LOS RESULTADOS ANALÍTICOS DE AGUAS .....	54
3.1. "MUESTREO Y CARACTERIZACION DE AGUAS, SEDIMENTOS Y ORGANISMOS EN LA ZONA DE AFECCION DE LAS OBRAS EN EL PUERTO DE GRANADILLA (TENERIFE)" (CIS, S.L., 2005).....	54
3.2 "ESTUDIO COMPLEMENTARIO AL MUESTREO Y CARACTERIZACION DE AGUAS, SEDIMENTOS Y ORGANISMOS EN LA ZONA DE AFECCION DE LAS OBRAS EN EL PUERTO DE GRANADILLA (TENERIFE)" (CIS, S.L., 2007). .....	54
4.- NUEVA PROPUESTA DE SEGUIMIENTO Y CONTROL DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA FASE DE OBRA Y EXPLOTACIÓN .....	56
<b>e.2) Estado de conservación de la calidad de los sedimentos marinos (puntos 4.1.f. y 4.2.f.2. del PVA).</b> .....	62
1.- METODOLOGÍA .....	65
1.1.- RESUMEN DE METODOLOGÍA ANALÍTICA PARA EL "ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA CALIDAD DE LOS SEDIMENTOS MARINOS" .....	65

1.2.- RESUMEN DE METODOLOGÍA PARA EL "CONTROL DE LOS PUNTOS DE DRAGADO" (coincidente con la del CONTROL CALIDAD DE BIOCENOSIS FONDOS SEDIMENTARIOS, apartado e.4. de este informe) .....	66
1.3.- RESUMEN DE METODOLOGÍA DEL FONDEO DE LAS TRAMPAS DE SEDIMENTOS. ....	67
2.- RESULTADOS DE SEDIMENTOS.....	71
2.1.- ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA CALIDAD DE LOS SEDIMENTOS MARINOS (2005) .....	71
2.2.- ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA CALIDAD DE LOS SEDIMENTOS MARINOS (2007) .....	73
2.3.- CONTROL DE PUNTOS DE DRAGADO .....	74
3.- CONCLUSIONES.....	75
3.1. "MUESTREO Y CARACTERIZACION DE AGUAS, SEDIMENTOS Y ORGANISMOS EN LA ZONA DE AFECCION DE LAS OBRAS EN EL PUERTO DE GRANADILLA (TENERIFE)" (CIS, S.L., 2005).....	75
3.2 "ESTUDIO COMPLEMENTARIO AL MUESTREO Y CARACTERIZACION DE AGUAS, SEDIMENTOS Y ORGANISMOS EN LA ZONA DE AFECCION DE LAS OBRAS EN EL PUERTO DE GRANADILLA (TENERIFE)" (CIS, S.L., 2007). ....	75
3.3.- CONCLUSIONES DEL CONTROL DE LOS PUNTOS DE DRAGADO .....	76
4.- NUEVA PROPUESTA DE SEGUIMIENTO Y CONTROL DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA CALIDAD DE LOS SEDIMENTOS MARINOS.....	77
<b>e.3) Estado de conservación de la calidad de los organismos marinos (punto 4.2.f.3. del PVA): .....</b>	<b>81</b>
1.- METODOLOGÍA .....	82
2.- RESULTADOS Y CONCLUSIONES .....	83
<b>e.4) Estado de conservación de los ecosistemas marinos: Estudio bionómico del LIC "Sebadales del Sur de Tenerife" (puntos 4.1.g. y 4.2.f.4. y 4.2.f.5. del PVA): .....</b>	<b>84</b>
1.- METODOLOGÍA .....	85
1.1.- CONTROL CALIDAD DE BIOCENOSIS EN FONDOS SEDIMENTARIOS .....	85
1.2.- CONTROL CALIDAD DE BIOCENOSIS EN FONDOS DE SUSTRATO DURO... ..	85
1.3.- PRADERAS DE FANERÓGAMAS MARINAS. SEBADALES .....	85
1.4.- CONTROL DE LA EVOLUCIÓN DE LAS COMUNIDADES MARINAS .....	86
2.- RESULTADOS .....	90
2.1. ESTUDIO BIONOMICO LUGAR DE INTERES COMUNITARIO SEBADALES DEL SUR DE TENERIFE" noviembre 2004 CIS, S.L. ....	90
2.2. SITUACIÓN DE REFERENCIA DEL ESTADO DE LAS COMUNIDADES MARINAS DE LA ZONA DE AFECCIÓN DE LAS OBRAS DEL PUERTO DE GRANADILLA (CIS, S.L./noviembre 2007) .....	99
<b>f) Estado de conservación de los ecosistemas marinos: Rehabilitación de sebadal (Proyecto piloto de rehabilitación de sebadales) (punto 4.1.h. del PVA). ....</b>	<b>109</b>
<b>g) Geomorfología costera: playas próximas a la zona del Proyecto (La Jaquita, El Médano y La Tejita): Batimetrías (punto desde 4.1.i del PVA) .....</b>	<b>109</b>
1.- METODOLOGÍA .....	110
2.- RESULTADOS.....	111
<b>h) Geomorfología costera: playas próximas a la zona del Proyecto (La Jaquita, El Médano y La Tejita): Perfiles transversales (punto desde 4.1.j del PVA). ....</b>	<b>113</b>
1.- METODOLOGÍA .....	113
2.- RESULTADOS.....	114

<b>i) Geomorfología costera: playas próximas a la zona del Proyecto (La Jaquita, El Médano y La Tejita): Determinación de las características de las arenas de aportación (punto desde 4.1.k del PVA).</b>	<b>116</b>
<b>j) Geomorfología costera: playas próximas a la zona del Proyecto (La Jaquita, El Médano y La Tejita): Cartografía del campo de dunas situado entre El Médano y La Tejita (punto desde 4.1.l del PVA).</b>	<b>117</b>
<b>1.- METODOLOGÍA</b>	<b>117</b>
<b>2.- CONCLUSIONES</b>	<b>118</b>
<b>k) Geomorfología costera: playas próximas a la zona del Proyecto (La Jaquita, El Médano y La Tejita): Medición del transporte eólico entre la playa de El Médano y La Tejita (punto desde 4.1.m del PVA).</b>	<b>120</b>
<b>1.- METODOLOGÍA</b>	<b>121</b>
<b>2.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LOS DATOS DE LAS CAMPAÑAS DE SEGUIMIENTO</b>	<b>124</b>
<b>3.- CONCLUSIONES</b>	<b>127</b>
<b>l) Geomorfología costera: playas próximas a la zona del Proyecto (La Jaquita, El Médano y La Tejita): Caracterización del material de dragado (punto desde 4.1.n del PVA).</b>	<b>129</b>
<b>3.- CONCLUSIÓN</b>	<b>130</b>
<b>4.- ANEJOS</b>	<b>131</b>
Anejo 1.- DECLARACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL	131
Anejo.2.- DICTAMEN DE LA COMISIÓN EUROPEA	132
Anejo 3.- CUMPLIMIENTO DE LAS MEDIDAS CORRECTORAS Y COMPENSATORIAS DE CARÁCTER PREVIO RECOGIDAS EN EL DICTAMEN DE LA COMISIÓN EUROPEA	133
<b>a) Comunidades vegetales: Control subpoblaciones de Piña de mar (<i>Atractylis preauxiana</i>).</b>	<b>134</b>
<b>b) Estado de conservación de los ecosistemas marinos: Declaración de dos nuevos LICs hábitat nº 1110</b>	<b>134</b>
<b>c) Fauna marina: Control de la afección a la Tortuga Boba (<i>Caretta caretta</i>).</b>	<b>134</b>
<b>d) Control de la afección al LIC ES7020049 "Montaña Roja".</b>	<b>135</b>
<b>e) Creación de la Fundación Observatorio Ambiental del Puerto de Granadilla.</b>	<b>135</b>
Anejo 4.- DOCUMENTOS Y ESCRITOS	136
<b>a) Patrimonio Arqueológico (punto 4.1.a. del PVA)</b>	<b>137</b>
<b>b) Comunidades vegetales en el ámbito de actuación y control vegetación del suelo (puntos 4.1.b. y 4.2.a. del PVA)</b>	<b>138</b>
<b>c) Calidad atmosférica: emisiones de partículas (puntos 4.1.c. y 4.2.b. del PVA).</b>	<b>139</b>
<b>d) Calidad atmosférica: emisiones de ruido (puntos 4.1.d. y 4.2.c. del PVA)</b>	<b>140</b>
<b>e) SEGUIMIENTO Y CONTROL DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN DEL MEDIO MARINO (punto 4.2.f. del PVA que incluye verificación de los puntos 4.1. e, f, g y h)</b>	<b>141</b>

<b>e.1) Estado de conservación de la calidad del agua (puntos 4.1.e. y 4.2.f.1. del PVA):</b> .....	141
<b>e.2) Estado de conservación de la calidad de los sedimentos marinos (puntos 4.1.f. y 4.2.f.2. del PVA).</b> .....	142
El "ESTUDIO COMPLEMENTARIO AL MUESTREO Y CARACTERIZACION DE AGUAS, SEDIMENTOS Y ORGANISMOS EN LA ZONA DE AFECCION DE LAS OBRAS EN EL PUERTO DE GRANADILLA (TENERIFE)" realizado por CIS, S.L., en noviembre de 2007", se ha adjuntado en el anejo 4.e.1.2. ....	142
<b>e.3) Estado de conservación de la calidad de los organismos marinos (punto 4.2.f.3. del PVA):</b> .....	143
<b>e.4) Estado de conservación de los ecosistemas marinos: Estudio bionómico del LIC "Sebadales del Sur de Tenerife" (puntos 4.1.g. y 4.2.f.4. y 4.2.f.5. del PVA):</b> .....	144
<b>f) Estado de conservación de los ecosistemas marinos: Rehabilitación de sebadal (Proyecto piloto de rehabilitación de sebadales) (punto 4.1.h. del PVA).</b> .....	145
<b>g) Geomorfología costera: playas próximas a la zona del Proyecto (La Jaquita, El Médano y La Tejita): Batimetrías (punto desde 4.1.i del PVA)...</b>	146
<b>h) Geomorfología costera: playas próximas a la zona del Proyecto (La Jaquita, El Médano y La Tejita): Perfiles transversales (punto desde 4.1.j del PVA).</b> .....	147
<b>i) Geomorfología costera: playas próximas a la zona del Proyecto (La Jaquita, El Médano y La Tejita): Determinación de las características de las arenas de aportación (punto desde 4.1.k del PVA).</b> .....	148
<b>j) Geomorfología costera: playas próximas a la zona del Proyecto (La Jaquita, El Médano y La Tejita): Cartografía del campo de dunas situado entre El Médano y La Tejita (punto desde 4.1.l del PVA).</b> .....	149
<b>k) Geomorfología costera: playas próximas a la zona del Proyecto (La Jaquita, El Médano y La Tejita): Medición del transporte eólico entre la playa de El Médano y La Tejita (punto desde 4.1.m del PVA).</b> .....	150
<b>l) Geomorfología costera: playas próximas a la zona del Proyecto (La Jaquita, El Médano y La Tejita): Caracterización del material de dragado (punto desde 4.1.n del PVA).</b> .....	151
<b>m) Comunidades vegetales: Control subpoblaciones de Piña de mar (Atractylis preauxiana).</b> .....	152

## 1.- ANTECEDENTES

El presente documento de Seguimiento Ambiental de "las obras incluidas dentro del Proyecto del Puerto de Granadilla", se realiza para dar cumplimiento al Programa de Vigilancia Ambiental del citado proyecto.

El Proyecto del "Puerto de Granadilla", junto con el "Estudio de Impacto Ambiental" (realizado por GAROME S.L. el 15 de Diciembre de 1999) fue sometido al proceso de evaluación ambiental, el cual culminó con la emisión de la Declaración de Impacto Ambiental, mediante RESOLUCIÓN de 5 de febrero de 2003, de la Secretaría General de Medio Ambiente, la cual resultó ser favorable condicionada.

El contenido de este informe abarca el estado actual de la Fase Previa o Fase Preoperativa, donde se especifica el cumplimiento de las medidas correctoras y el Programa de Vigilancia Ambiental (PVA), así como los condicionantes recogidos en la Declaración de Impacto Ambiental (DIA) y en el Dictamen de la Comisión Europea de 6 de noviembre de 2.006.

Por tanto, según dichos estudios e informes, los factores de control objeto de seguimiento ambiental son, por un lado, los recogidos en el punto 4.1 A (**Etapas de verificación, Fase Previa**) del PVA, y por otro, los recogidos en el punto 4.2. (**Etapas de seguimiento y control**) de dicho PVA, para aquellos factores con labores de seguimiento y control previo al inicio de las obras. Para una mejor comprensión, en el presente informe se han unificado dichos factores, los cuales se relacionan a continuación, señalando junto a cada uno de ellos los apartados del PVA al que hace referencia:

- Patrimonio Arqueológico (punto 4.1.a. del PVA)
- Comunidades vegetales: Control vegetación del suelo exterior. (Comunidades vegetales en el ámbito de actuación y suelo exterior) (puntos 4.1.b. y 4.2.a. del PVA)
- Calidad atmosférica:
  - Emisiones de partículas (puntos 4.1.c. y 4.2.b. del PVA)
  - Emisiones de ruido (puntos 4.1.d. y 4.2.c. del PVA)
- SEGUIMIENTO Y CONTROL DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN DEL MEDIO MARINO (punto 4.2.f. del PVA que incluye verificación de los puntos 4.1.e, f, g y h).
  - Estado de conservación de la calidad del agua
  - Estado de conservación de la calidad de los sedimentos marinos
  - Estado de conservación de la calidad de los organismos marinos
- Estado de conservación de los ecosistemas marinos:

- Estudio bionómico del LIC “Sebadales del Sur de Tenerife”.
  - Estado de conservación de las comunidades marinas
  - Estado de conservación de los sebadales
- Rehabilitación de sebadal (Proyecto piloto de replantación de sebadales) (punto 4.1.h. del PVA).
- Geomorfología costera: playas próximas a la zona del Proyecto (La Jaquita, El Médano y La Tejita) (puntos desde 4.1.i a 4.1.n. del PVA):
  - Batimetrías
  - Perfiles transversales
  - Determinación de las características de las arenas de aportación
  - Cartografía del campo de dunas situado entre EL Médano y La Tejita
  - Medición del transporte eólico entre la playa de El Médano y La Tejita
  - Caracterización del material de dragado.
- Anejo 3. Cumplimiento de las medidas correctoras y compensatorias de carácter previo recogidas en el Dictamen de la Comisión Europea (anejo 3 del PVA).

A continuación, en el cuadro comparativo nº 1, se procederá a indicar en que punto de la documentación incluida en el presente Informe, se da respuesta al contenido indicado en el Programa de Vigilancia Ambiental.

CUADRO 1

Programa de Vigilancia Ambiental	Localización de documentación en Informe Fase Previa
4.1. a.) Patrimonio Arqueológico	- Punto 2 a) <i>Patrimonio Arqueológico</i> , de la Memoria del Informe - Anejo 4. a) del Informe
4.1. b) Comunidades vegetales: Control vegetación del suelo exterior. 4.2. a) Comunidades vegetales en el ámbito de actuación y suelo exterior	- Punto 2 b) <i>Comunidades vegetales en el ámbito de actuación y control vegetación del suelo exterior</i> , de la Memoria del Informe. - Anejo 4. b) del Informe
4.1. c) Calidad atmosférica: emisiones de partículas. 4.2. b) Calidad atmosférica: emisiones de partículas.	- Punto 2 c) <i>Calidad atmosférica: emisiones de partículas</i> , de la Memoria del Informe. - Anejo 4. c) del Informe
4.1. d) Calidad atmosférica: emisiones de ruido 4.2. c) Calidad atmosférica: emisiones de ruido	- Punto 2 d) <i>Calidad atmosférica: emisiones de ruido</i> , de la Memoria del Informe. - Anejo 4. d) del Informe
4.1. e) Estado de conservación de la calidad del agua y de los sedimentos marinos: calidad del agua 4.2. f.1) Estado de conservación de la calidad del agua	- Punto 2 e.1) <i>Estado de conservación de la calidad del agua</i> , de la Memoria del Informe. - Anejo 4. e.1) del Informe
4.1. f) Estado de conservación de la calidad del agua y de los sedimentos marinos: sedimentos marinos 4.2. f.2) Estado de conservación de la calidad de los sedimentos marinos	- Punto 2 e.2) <i>Estado de conservación de los sedimentos marinos</i> , de la Memoria del Informe. - Anejo 4. e.2) del Informe
4.2. f.2) Estado de conservación de la calidad de los organismos marinos	- Punto 2 e.3) <i>Estado de conservación de los organismos marinos</i> , de la Memoria del Informe. - Anejo 4. e.3) del Informe
4.1. g) Estado de conservación de los ecosistemas marinos: Estudio bionómico del LIC "Sebadales del Sur de Tenerife" 4.2. f.4) Estado de conservación de las comunidades marinas 4.2. f.5) Estado de conservación de los sebadales	- Punto 2 e.4) <i>Estado de conservación de los ecosistemas marinos: Estudio bionómico del LIC "Sebadales del Sur de Tenerife"</i> - Anejo 4. e.4) del Informe
4.1. h) Estado de conservación de los ecosistemas marinos: Rehabilitación de sebadal (Proyecto piloto de replantación de sebadales)	- Punto 2 f) <i>Estado de conservación de los ecosistemas marinos: Proyecto piloto de rehabilitación de sebadales</i> , de la Memoria del Informe. - Anejo 4. f) del Informe
4.1. i) Geomorfología costera: playas próximas a la zona del Proyecto (La Jaquita, El Médano y La Tejita): Batimetrías	- Punto 2 g) <i>Geomorfología costera: playas próximas a la zona del Proyecto (La Jaquita, El Médano y La Tejita): Batimetrías</i> , de la Memoria del Informe. - Anejo 4. g) del Informe
4.1. j) Geomorfología costera: playas próximas a la zona del Proyecto (La Jaquita, El Médano y La Tejita): Perfiles transversales	- Punto 2 h) <i>Geomorfología costera: playas próximas a la zona del Proyecto (La Jaquita, El Médano y La Tejita): Perfiles transversales</i> . - Anejo 4. h) del Informe
4.1. k) Geomorfología costera: playas próximas a la zona del Proyecto (La Jaquita, El Médano y La Tejita): Determinación de las características de las arenas de aportación	- Punto 2 i) <i>Geomorfología costera: playas próximas a la zona del Proyecto (La Jaquita, El Médano y La Tejita): Determinación de las características de las arenas de aportación</i> , de la Memoria del Informe. - Anejo 4. i) del Informe
4.1. l) Geomorfología costera: playas próximas a la zona del Proyecto (La Jaquita, El Médano y La Tejita): Cartografía del campo de dunas situado entre El Médano y La Tejita	- Punto 2 j) <i>Geomorfología costera: playas próximas a la zona del Proyecto (La Jaquita, El Médano y La Tejita): Cartografía del campo de dunas situado entre EL Médano y La Tejita</i> , de la Memoria del Informe. - Anejo 4. j) del Informe
4.1. m) Geomorfología costera: playas próximas a la zona del Proyecto (La Jaquita, El Médano y La Tejita): Medición del transporte eólico entre la playa de El Médano y La Tejita	- Punto 2 k) <i>Geomorfología costera: playas próximas a la zona del Proyecto (La Jaquita, El Médano y La Tejita): Medición del transporte eólico entre la playa de El Médano y La Tejita</i> , de la Memoria del Informe. - Anejo 4. k) del Informe.
4.1. n) Geomorfología costera: playas próximas a la zona del Proyecto (La Jaquita, El Médano y La Tejita): Caracterización del material de dragado.	- Punto 2 l) <i>Geomorfología costera: playas próximas a la zona del Proyecto (La Jaquita, El Médano y La Tejita): Caracterización del material de dragado</i> , de la Memoria del Informe. - Anejo 4. l) del Informe.
Anejo 3. Medidas correctoras y compensatorias recogidas en el Dictamen de la Comisión Europea (Fase Previa)	Anejo 3. Cumplimiento de las medidas correctoras y compensatorias de carácter previo recogidas en el Dictamen de la Comisión Europea

Infraestructura

Puertos de Tenerife

7

INFORME DE LA FASE PREVIA DEL PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL DE LAS OBRAS INCLUIDAS DENTRO DEL PROYECTO DEL PUERTO DE GRANADILLA (Vs 0.0 - Nov. 07)

## 2. ESTADO PREVIO DE LAS OBRAS INCLUIDAS DENTRO DEL PROYECTO DEL PUERTO DE GRANADILLA

### a) Patrimonio Arqueológico (punto 4.1.a. del PVA)

En cumplimiento del condicionante sexto de la D.I.A., antes del comienzo de las obras se ha redactado un proyecto de actuación arqueológica (*Proyecto de Actuación Arqueológica en el Ámbito del Proyecto: Nuevo Puerto en el Litoral del Polígono Industrial de Granadilla. Fase I*) en el que se ha incluido un inventario de los yacimientos arqueológicos existentes en la zona, detallándose aquellos que pudieran verse directamente afectados por las obras del nuevo puerto y las actuaciones previstas para su conservación.

Este proyecto cuenta con la conformidad del Área de Cultura, Patrimonio Histórico y Museos, del Cabildo de Tenerife (órgano competente según artículo 2 del *Decreto 262/2003, 23 septiembre, por el que se aprueba el Reglamento sobre intervenciones arqueológicas en la Comunidad Autónoma de Canarias*) (escrito de fecha de 9 de mayo de 2.005, nº de registro de entrada 2751, se adjunta como anejo 4.a.1)

Por otro lado, los yacimientos directamente afectados por las obras del Puerto de Granadilla ya han sido excavados, tal y como se recoge en este proyecto de actuación arqueológica y como incide en su informe el Área de Cultura, Patrimonio Histórico y Museos, del Cabildo de Tenerife.

El "*Proyecto de Actuación Arqueológica en el Ámbito del Proyecto: Nuevo Puerto en el Litoral del Polígono Industrial de Granadilla. Fase I.*" fue remitido a la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental, del Ministerio de Medio Ambiente, a fecha 27 de mayo de 2.005, nº de registro de salida de la Autoridad Portuaria de Santa Cruz de Tenerife 2858 (en lo siguiente APSCT).

Todos los escritos a los que se hace referencia en este apartado, se adjunta en el anejo 4.a.

### b) Comunidades vegetales en el ámbito de actuación y control vegetación del suelo (puntos 4.1.b. y 4.2.a. del PVA):

El Instituto de Ciencias Ambientales de Canarias, S.L. (ICIAC), realizó en agosto de 2005 el "*INFORME SOBRE DETERMINADOS ASPECTOS AMBIENTALES RELATIVOS AL PROYECTO DEL PUERTO INDUSTRIAL DE GRANADILLA*", que incluye:

---

Infraestructura

**Puertos de Tenerife**

8

INFORME DE LA FASE PREVIA DEL PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL DE LAS OBRAS INCLUIDAS DENTRO DEL PROYECTO DEL PUERTO DE GRANADILLA (Vs 0.0 – Nov. 07)

- El control y seguimiento de biodiversidad,
- Localización de ejemplares de *Atractylis preauxiana*
- y la cuantificación de ejemplares objeto de trasplante.

Posteriormente se ha actualizado el mismo, en agosto de 2.007, quedando reflejado los resultados en el documento "CONTROL Y SEGUIMIENTO DE BIODIVERSIDAD 2007. PLAN DE VIGILANCIA DEL PUERTO INDUSTRIAL DE GRANADILLA".

Por tanto, se verifica la realización de las medidas correctoras necesarias previas al inicio de las obras, mediante la realización de muestreos por parte de un técnico especialista en botánica en la superficie de Montaña Pelada, cuyos resultados se han recogido en el documento "CONTROL Y SEGUIMIENTO DE BIODIVERSIDAD 2007. PLAN DE VIGILANCIA DEL PUERTO INDUSTRIAL DE GRANADILLA". Instituto de Ciencias Ambientales de Canarias, S.L. (ICIAC) agosto de 2.007. El citado documento se adjunta en el anejo 4.b. Destacar que para estos dos controles (agosto de 2.005 y agosto de 2.007) se ha realizado un muestreo específico de *Atractylis preauxiana*.

En este último documento, por las modificaciones sufridas por el proyecto se ve la necesidad de considerar una nueva parcela de control ambiental denominada Parcela de Punta del Vidrio, a añadir a la parcela blanco de Montaña Pelada. Esta nueva parcela es representativa de la vegetación típica del cinturón halófilo costero, y presenta la característica de albergar un núcleo del raro endemismo *Atractylis preauxiana*.

A continuación se resume la metodología y resultados del documento "CONTROL Y SEGUIMIENTO DE BIODIVERSIDAD 2007. PLAN DE VIGILANCIA DEL PUERTO INDUSTRIAL DE GRANADILLA". Instituto de Ciencias Ambientales de Canarias, S.L. (ICIAC) agosto de 2.007. Una copia del mismo se encuentra, como se citó con anterioridad en el anejo 4.b. Estos se tendrán en cuenta para las campañas a realizar durante la fase de obras y fase de explotación.

## 1.- METODOLOGÍA

En el caso de las estimas de Biodiversidad, en Agosto de 1997 se estableció una parcela de muestreo dentro de los límites del Monumento Natural de Montaña Pelada, con el objeto de poder determinar posibles cambios futuros en el ecosistema de la zona. Posteriormente en el año 2005 volvió a repetirse el muestreo con el fin de actualizar los datos. Habiendo

transcurrido 2 años de esta toma de datos se procedió a abordar nuevamente el inventario de dicha parcela con el objeto de reflejar la actual situación biótica existente.

Al igual que en los muestreos iniciales, se contabilizaron cada uno de los ejemplares, que de cada especie se encuentran dentro de la parcela, la cual ocupa una superficie de 100 m<sup>2</sup> (5 m x 20 m), para posteriormente calcular el Índice de Simpson. Dicho índice, junto con la contribución específica de cada taxón, será el valor de referencia para futuras comparaciones a objeto de reflejar cambios en la biodiversidad.

$$D = \frac{1}{\sum_{i=1}^s (p_i)^2}$$

donde s es el número total de especies presentes en la zona de estudio y P<sub>i</sub> es la proporción de individuos con que cada especie contribuye al total de la muestra.

## PARCELA BLANCO DE MONTAÑA PELADA

La parcela en cuestión se encuentra en un lomo entre pequeños barrancos, al oeste de las instalaciones del ITER, y en la ladera septentrional del cráter de Montaña Pelada.



Localización de la Parcela

## 2.- RESULTADOS PARCELA BLANCO DE MONTAÑA PELADA

En la tabla adjunta se exponen los resultados obtenidos en las labores de inventario realizadas en la parcela citada

<b>DATOS TÉCNICOS</b>			
<b>Localidad:</b> Barranco de La Abejera <b>Orientación:</b> N-NE <b>Altitud:</b> 50 m.s.m. <b>Pendiente:</b> 30 ° <b>Superficie:</b> 100 m <sup>2</sup> <b>Cobertura masa vegetal:</b> 65% <b>Ubicación (UTM):</b> 28RCS5088505900			
<b>Especies</b>	<b>Nº Ind. (1997)</b>	<b>Nº Ind. (2005)</b>	<b>Nº Ind. (2007)</b>
<i>Euphorbia canariensis</i> (*)	4	4	4
<i>Euphorbia balsamifera</i> (*)	6	16	18
<i>Plocama pendula</i> (*)	3	12	11
<i>Schizogyne sericea</i>	13	38	26
<i>Ceropegia fusca</i> (*)	8	11	10
<i>Cheilanthes catanensis</i>	8	9	13
<i>Monanthes pallens</i> (*)	132	104	146
<i>Micromeria hyssopifolia</i>	26	32	44
<i>Euphorbia regis-jubae</i>	3	26	19
<i>Hyparrhenia hirta</i>	26	161	154
<i>Cenchrus ciliaris</i>	32	26	48
<i>Polycarpaea divaricata</i>	6	4	12
<i>Helianthemum canariense</i>	12	6	10
<i>Neochamelea pulverulenta</i> (*)	0	1	2
<i>Lotus sessilifolius</i>	0	7	9
<i>Argyranthemum frutescens</i>	0	9	14
<i>Periploca laevigata</i>	0	2	1
<i>Schizogyne cf. glaberrima</i>	0	1	0
<b>Índice de Simpson</b>	3,83	5,31	5,67

Con respecto al año 2005 se observa un claro estancamiento que se traduce en un índice de Simpson prácticamente invariable. En ningún momento se incrementa el número de especies presentes, manteniéndose relativamente similar la riqueza específica. En cuanto a la evolución diferencial de cada taxón se observan tendencias variables, con especies que prácticamente duplican el número de representantes y otras en las que sufren regresiones más o menos importantes. De todas formas, las especies indicadoras permanecen estables. Tal es el caso de *Euphorbia canariensis*, *Euphorbia balsamifera*, *Plocama pendula*, *Ceropegia fusca* y *Neochamelea pulverulenta*.

## PARCELA PUNTA DEL VIDRIO

La parcela citada se localiza en el lomo que conduce a la Punta del Vidrio, muy próxima al veril del cantil costero sobre una pequeña fracción de terreno donde se producen pequeños cúmulos de arenas inorgánicas de color oscuro.



Localización de la parcela

### 3.- RESULTADOS PARCELA PUNTA DEL VIDRIO

En la tabla adjunta se exponen los resultados obtenidos en los muestreos realizados en la citada parcela

<b>DATOS TÉCNICOS</b>		
<b>Localidad:</b> Punta del Vidrio <b>Orientación:</b> E <b>Altitud:</b> 20 m.s.m. <b>Pendiente:</b> 3 ° <b>Superficie:</b> 100 m <sup>2</sup> <b>Cobertura masa vegetal:</b> 35% <b>Ubicación (UTM):</b> 28RCS5197806226		
<b>Especies</b>	<b>Nº Ind. (2005)</b>	<b>Nº Ind. (2007)</b>
<i>Atractylis preauxiana</i>	21	22
<i>Polycarpha nivea</i>	78	45
<i>Frankenia laevis</i>	32	29
<i>Heliotropium ramossissimum</i>	21	18
<i>Schyzogyne sericea</i>	12	24
<i>Lotus sessilifolius</i>	9	14
<i>Beta patellaris</i>	6	11
<i>Euphorbia balsamifera</i>	16	17
<i>Mesembrianthemum nodiflorum</i>	2	6
<i>Limonium pectinatum</i>	7	16
<i>Atryplex glauca</i>	8	4
<b>Índice de Simpson</b>	5,18	8,21

Con respecto al muestreo del año 2005, se observa un claro incremento del índice de Simpson, el cual se produce como consecuencia de una mayor variabilidad dentro de la parcela. Es decir la distribución de ejemplares dentro de los distintos taxones es más equitativa intuyéndose una tendencia más o menos clara a la estabilidad.

El objeto de esta parcela es tanto aportar un seguimiento de los valores de biodiversidad, como establecer los controles necesarios sobre la población de *Atractylis preauxiana*. Para esto último es necesario alterar la metodología de toma de datos en lo referente a esta especie y, a posteriori, el sistema de procesamiento de datos. Se plantea, que el método más adecuado para todo ello consiste en la toma de datos de cada uno de los individuos de la parcela, etiquetándolos por separado e identificándolos en cuanto a su estado de desarrollo y principales medidas morfológicas.



Aspecto general de la parcela

En la parcela se han caracterizado 3 estadios de desarrollo: "R": Reproductor (ejemplar para el que se observan en el año del muestro la existencia de estructuras florales); "V": vegetativo (ejemplar adulto con tamaño suficiente para florecer y que carece de estructuras florales, aunque existen evidencias de que estas se han producido en años anteriores); "J": juvenil (individuo muy pequeño, lignificado, generalmente sin ramificar).

Repitiendo este seguimiento en años sucesivos, se puede determinar como evoluciona el estado de desarrollo de cada individuo, así como tener una constancia exacta de las muertes y nacimientos que se producen dentro de la población. Con estos datos, y aplicando y procesamiento de los mismos basado en álgebra matricial según las técnicas establecidas por Casswell (2001) se podrán determinar y cuantificar con objetividad las tendencias poblacionales y el riesgo de extinción que soporta la especie en la zona. De esta forma, durante junio de 2007 se tomaron los datos sobre la caracterización fenofásica de cada individuo de *Atractylis preauxiana* presente en la misma, anotando su altura y diámetro, así como el número de flores (inflorescencias) producidas. En la tabla adjunta se aportan los datos para cada ejemplar.

Nº de individuo	Diámetro (cm) 2006	Diámetro (cm) 2007	Estado 2006	Estado 2007	Nº de flores 2006	Nº de flores 2007
1	17	19	V	V	0	0
2	30	34	V	R	0	2
3	20	21	V	R	0	2
4	35	33	R	R	6	10
5	33	30	R	R	32	24
6	20	23	R	V	6	0
7	19	24	R	R	7	12
8	21	23	R	R	18	14
9	10	15	R	V	1	0
10	10	12	J	R	0	2
11	7	11	R	V	1	0
12	5	6	J	J	0	0
13	11	15	V	V	0	0
14	5	5	J	J	0	0
15	10	13	R	V	3	0
16	11	11	R	R	6	11
17	10	15	V	R	0	0
18	10	10	V	V	0	0
19	9	10	V	V	0	0
20	19	22	R	R	16	21
21	11	10	V	V	0	0
22	0	5	-	J	0	0

### **c) Calidad atmosférica: emisiones de partículas (puntos 4.1.c. y 4.2.b. del PVA).**

Las estaciones de muestreo elegidas para la campaña inicial o de base, eran las señaladas en el plano nº 4 del PVA, a aproximadamente 250 metros y 1000 metros en dirección SE del puerto, (fuente EIA GAROME) para la medición de ruidos, puntos ER4 y ER7, y que también fueron elegidos para las mediciones de polvo en suspensión, puntos EP4 y EP7 (a 268 y 960 metros lineales realmente).

Para la determinación de partículas en suspensión en inmisión se utilizan captadores de alto volumen que requieren una alimentación 220 V / 50 Hz, y un consumo 1.000 W máx. (500 W en régimen normal).



**Foto 1: Captador de alto volumen**

Dado el carácter previo a las obras de estas mediciones, y que los captadores de alto volumen necesitan de alimentación eléctrica debido al consumo, se han tomado en esta fase previa los puntos más próximos a los previstos inicialmente en el PVA donde a día de hoy existe suministro eléctrico. Se adjunta plano de su localización (puntos EP4-1 y EP-8).

**INSERTAR PLANO**

[PLANO POLVO Y RUIDO PAGINA 17\P-01.dwg](#)

Se verifica el cumplimiento de las medidas correctoras mediante la realización de la campaña inicial o de base, de emisiones de partículas realizada por ATISAE (O.C.A.) en octubre de 2007, así como la observación de algunos parámetros macroscópicos en la parcela blanco localiza en Montaña Pelada, realizada por el ICIAC. Los resultados están reflejados en el documento "CAMPAÑA INICIAL O DE BASE DE CONTROL DE LA CALIDAD ATMOSFÉRICA: EMISIONES DE POLVO PUERTO DE GRANADILLA".

Toda la documentación a la que se hace referencia en este apartado, se adjunta en el anejo 4.c.

A continuación se resume la metodología de muestreo y el tratamiento posterior de los datos utilizados para la campaña de referencia, que se tendrán en cuenta para las campañas a realizar durante la fase de obras, así como un resumen de los resultados y conclusiones.

## 1. MEDIDAS DE PARTÍCULAS EN SUSPENSIÓN

### 1.1.- METODOLOGÍA UTILIZADA

La determinación de inmisión de partículas sólidas en suspensión se realiza según Decreto 833/75 que desarrolla la Ley 38/1972 de Protección de Medio Ambiente Atmosférico, modificado por Real Decreto 1321/92, y Orden de 10 de Agosto de 1976 por la que se establecen las normas técnicas para el análisis y valoración de los contaminantes de naturaleza química presentes en la atmósfera.

La toma de muestras de partículas sólidas se efectúa con equipos muestreadores de alto volumen.

Los equipos se sitúan de manera que no existan obstáculos en un radio horizontal inferior a un metro. Los equipos de muestreo disponen de un accesorio que asegura que la distancia entre el plano del filtro (soporte de captación) y el plano del terreno 2 m.

Los datos meteorológicos han sido obtenidos de la página oficial [www.meteosat.com](http://www.meteosat.com).

La determinación analítica de partículas se basa en la Directiva 80/779, relativa a los valores límite y a los valores guía de calidad atmosférica para el anhídrido sulfuroso y las partículas en suspensión. Anexo III, punto II – determinación de partículas en suspensión por gravimetría. Este hecho se presenta como una desviación a la norma (Orden de 10 de Agosto de 1976 por la que se establecen las normas técnicas para el análisis y valoración de los contaminantes de naturaleza química presentes en la atmósfera).

El viento los días de muestreo fue de 3,3 m/s recogido por un Equipo de ATISAE (Termohigrómetro). El cual no fue el caso más desfavorable de medida ya que el viento fue de Sur y no suele ser así sino que el viento es del Este y con más fuerza.

## 1.2.- RESULTADOS

En las tablas siguientes, se incluyen los datos correspondientes a los muestreos realizados, así como los valores obtenidos de los diferentes parámetros estudiados.

DATOS DE LOS MUESTREOS REALIZADOS	PUNTO A		
	1	2	3
MUESTREO NUMERO	1	2	3
NUMERO DE MUESTRA	TF/20070368	TF/20070369	TF/20070370
NUMERO CAPTADOR	2400	2400	2400
FECHA COMIENZO MUESTREO	03/10/07	04/10/07	05/10/07
HORA COMIENZO MUESTREO	13:00	13:20	13:45
FECHA FINAL MUESTREO	04/10/07	05/10/07	06/10/07
HORA FINAL MUESTREO	13:00	13:20	13:45
PRESIÓN ATMOSFÉRICA MEDIA (mmHg)	755		
TEMPERATURA AMBIENTE MEDIA (°C)	26		
CAUDAL ( m <sup>3</sup> /hora )	25	25	25
VOLUMEN MUESTREADO (m <sup>3</sup> N)	599	598	599
VOLUMEN NORMALIZADO (m <sup>3</sup> N)	545	544	545
PARTICULAS TOTALES EN SUSPENSION (µg)	8000	2500	2500
CONCENTRACION DE PARTICULAS (µg/m <sup>3</sup> N)	15	5	5
VALOR MEDIO CONCENTRACION PARTICULAS (µg/m <sup>3</sup> N)	15+5+5/3=8		

<b>DATOS DE LOS MUESTREOS REALIZADOS</b>	<b>PUNTO B</b>		
MUESTREO NUMERO	1	2	3
NUMERO DE MUESTRA	TF/20070371	TF/20070372	TF/20070373
NUMERO CAPTADOR	2401	2401	2401
FECHA COMIENZO MUESTREO	03/10/07	04/10/07	05/10/07
HORA COMIENZO MUESTREO	13:45	11:50	14:10
FECHA FINAL MUESTREO	04/10/07	05/10/07	06/10/07
HORA FINAL MUESTREO	13:45	11:50	14:10
PRESIÓN ATMOSFÉRICA MEDIA (mmHg)	755		
TEMPERATURA AMBIENTE MEDIA (°C)	26		
CAUDAL ( m <sup>3</sup> /hora )	25	25	25
VOLUMEN MUESTREADO (m <sup>3</sup> N)	599	598	598
VOLUMEN NORMALIZADO (m <sup>3</sup> N)	545	544	544
PARTICULAS TOTALES EN SUSPENSION (µg)	20000	16000	16000
CONCENTRACION DE PARTICULAS (µg/m <sup>3</sup> N)	37	29	29
VALOR MEDIO CONCENTRACION PARTICULAS (µg/m <sup>3</sup> N)	37+29+29/3=32		

MEDIA ARITMETICA VALORES MEDIOS DIARIOS REGISTRADOS PUNTOS 1+2 (µg/m <sup>3</sup> N)	8+32/2=20
--	-----------

### 1.3.-CONCLUSIONES

De acuerdo con la legislación vigente, Decreto 833/1975, de 6 de Febrero sobre Protección del Ambiente Atmosférico, modificado parcialmente por el derogado Real Decreto 1321/1992, de 30 de Octubre, en el que se establecen nuevas normas de calidad del aire, el valor límite para las partículas en suspensión en un periodo anual es de 300 µg/m<sup>3</sup>N (Percentil 95 de todos los valores registrados durante el periodo anual). La media aritmética de los valores medios diarios registrados durante el periodo anual no sobrepasará los 150 µg/m<sup>3</sup>N.

Dado que el real Decreto 1073/2002 sobre evaluación y gestión de la calidad del aire ambiente en relación con el dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno, óxidos de nitrógeno, partículas, plomo, benceno y monóxidos de carbono, deroga los aspectos desarrollados por

Infraestructura

**Puertos de Tenerife**

Orden de 10 de Agosto de 1976 por la que se establecen las normas técnicas para el análisis y valoración de los contaminantes de naturaleza química presentes en la atmósfera, los valores límites anteriormente descritos se toman únicamente como referencia.

Según los resultados obtenidos, en función de las condiciones de los días de las tomas de muestras:

SI CONSIDERAMOS EXTRAPOLABLES LOS VALORES OBTENIDOS DE INMISIÓN DE PARTÍCULAS A UN PERIODO ANUAL Y VALORES MEDIOS DIÁRIOS, LOS RESULTADOS OBTENIDOS CUMPLEN LOS LÍMITES ESTABLECIDOS EN LA LEGISLACIÓN TOMADA COMO REFERENCIA.

Sin embargo, debido a que el viento no era el representativo de la zona, se realizará una nueva campaña antes del inicio de las obras, cuyos resultados se incluirán en posteriores informes.

## 2.- MEDIDAS DE LA DEPOSICIÓN DE PARTÍCULAS (PARÁMETROS MACROSCÓPICOS, ICIAC OCTUBRE 2.007).

A continuación se resume la metodología de muestreo y el tratamiento posterior de los datos utilizados para la campaña de referencia, que se tendrán en cuenta para las campañas a realizar durante la fase de obras, así como un resumen de los resultados y conclusiones.

El documento completo se adjunta como anejo 4.c.

### 2.1.- METODOLOGÍA

El muestreo debe realizarse en el periodo que oscila de julio a septiembre, y que da unas ciertas garantías de al menos 30 días previos al mismo sin lluvias intensas.

En cada parcela se recolectan 20 gramos de hojas de 10 ejemplares de *Plocama pendula*. Las hojas serán colectadas con tijeras a 1 m del suelo, teniendo mucho cuidado de no perder el posible polvo sedimentado sobre ellas. El material de cada ejemplar se almacena de forma individualizada en bolsas herméticas, para ser inmediatamente llevadas al centro de análisis. Allí cada muestra se deposita en embudo y se lava con agua destilada, para recuperar el polvo depositado, cayendo el líquido de lavado en un pequeño recipiente de vidrio. El agua de lavado para cada muestra se pasa por papeles de filtro, los cuales se secan a 90 °C. Los datos analizados serán el color del agua de lavado y el depósito seco sobre el papel de filtrado.

### 2.2.- RESULTADOS Y CONCLUSIONES

El análisis de las muestras foliares de *Plocama pendula* indica que estos niveles de deposición son relativamente bajos. El agua de lavado no muestra signos de coloración ni turbidez, y sobre el papel de filtro seco sólo se observa un ínfimo depósito que deja un pequeño cambio de coloración.

Estos datos son la tónica normal para la zona de estudio, la cual a parte de estar sometida a un clima xérico con escasa lluvias, está afectada frecuentemente por vientos de cierta intensidad.

#### **d) Calidad atmosférica: emisiones de ruido (puntos 4.1.d. y 4.2.c. del PVA)**

Se verifica el cumplimiento de las medidas correctoras mediante la realización de la campaña inicial o de base de emisiones de ruido en los puntos ER4 y ER7, realizada por ATISAE (O.C.A.) en octubre de 2007. Los resultados están reflejados en el documento "CAMPAÑA INICIAL O DE BASE DE CONTROL DE LA CALIDAD ATMOSFÉRICA: EMISIONES DE RUIDO PUERTO DE GRANADILLA" (ver anejo 4.c.).

A continuación se resume la metodología de muestreo y el tratamiento posterior de los datos utilizados para la campaña de referencia, que se tendrán en cuenta para las campañas a realizar durante la fase de obras, así como un resumen de los resultados y conclusiones.

### **1.- METODOLOGÍA**

Las mediciones se realizan con un sonómetro integrador-promediador de precisión "tipo 2", conforme a la norma UNE 60-65-1:1996.

Se emplea la ponderación de frecuencia en "A", que reproduce el comportamiento del oído humano.

Para la determinación del nivel de presión acústica continuo se le aplica al medidor una constante de respuesta FAST (rápida).

Se emplea un micrófono prepolarizado y con un condensador de 1/2 pF de capacitancia.

El equipo se calibra antes y después de cada medición con un calibrador. Las calibraciones se efectuarán a 94 dB y una frecuencia de 1000 Hercios.

#### **1.1.- PARÁMETROS MEDIDOS**

Los parámetros medidos en los puntos elegidos son:

- LEQ: Nivel Sonido Medio Integrado.
- LMAX: Máximo nivel de presión sonora.
- LMIN: Mínimo nivel de presión sonora.
- LCPKmax: Nivel máximo de pico de presión sonora.

## 1.2.- PROCEDIMIENTO DE ACTUACIÓN

### 1.- Descripción del entorno de medida:

Los puntos de medidas elegidos para la campaña inicial o de base, son los señalados en el plano nº 4 del PVA, aproximadamente a 250 metros y 1000 metros en dirección SE del puerto, (fuente EIA GAROME) para la medición de ruidos puntos ER4 y ER7.

Las mediciones se realizaron en dos puntos del Polígono Industrial de Granadilla, los cuales corresponden a:

- Punto 1: ER4 (cerca de la Báscula)
- Punto 2: ER7 (cerca de la rotonda del ITER)

### 2.- Descripción de fuentes sonoras existentes:

- Tráfico.
- Viento. (Zona muy ventosa, pero en los días de las mediciones, ocurre el caso más favorable con viento sur, que se da pocas veces al año, lo normal es viento del Este. La velocidad del viento durante las mediciones es de 3,3 m/s).
- Molinos.
- Industrias de alrededores.

### 3.- Descripción del procedimiento de actuación:

Las mediciones se realizan, en la medida de lo posible, a 1,5 metros del suelo y a 3,5 metros de la fachada de las instalaciones o de cualquier pared o superficie reflectante.

Las mediciones se realizan con una constante de tiempo de integración del sonómetro.

Para determinar el nivel sonoro ambiental previo a las obras se realizará en cada punto una serie de tres medidas de un minuto, con un intervalo de 1 minuto entre cada medición. Las mediciones se realizarán en horario diurno y nocturno.

Durante la fase de obras, tal y como recoge el programa de vigilancia ambiental, las mediciones de ruido se realizarán cada mes y además se realizarán tres campañas de 15 días de duración al año en las fechas de 1-15 de Abril, del 1-15 de Agosto y del 1-15 de Diciembre en un horario de 11-13 horas.

## 2.- RESULTADOS

MEDIDAS REGISTRADAS EN HORARIO DIURNO A PARTIR DE LAS 14:00, (TABLA 1)

Punto de localización	Fecha	Tiempo de inicio	Tiempo de finalización	Tiempo Transcurrido	L <sub>AEQ</sub> [dB]	L <sub>AFMAX</sub> [dB]	L <sub>AFMIN</sub> [dB]	L <sub>CPK(MaxP)</sub> [dB]
PUNTO1 ER4	04/10/2007	14:01	14:02	0:01:00	58,0	65,6	54,8	90,6
PUNTO1 ER4	04/10/2007	14:03	14:04	0:01:00	57,7	60,7	55,4	87,7
PUNTO1 ER4	04/10/2007	14:06	14:07	0:01:00	54,7	57,6	52,6	85,1
PUNTO 2 ER7	04/10/2007	14:20	14:21	0:01:00	56,3	60,3	54,2	86,2
PUNTO 2 ER7	04/10/2007	14:23	14:24	0:01:00	58,5	62,3	55,0	90,3
PUNTO 2 ER7	04/10/2007	14:26	14:27	0:01:00	58,7	63,4	55,8	90,5

*LAS MEDICIONES SE REALIZARON CON UNA VELOCIDAD DE 3,3 m/s. ESTE DATO FUE MEDIDO CON UN TERMOHIGRÓMETRO PROPIEDAD DE ATISAE*

MEDIDAS REGISTRADAS EN HORARIO NOCTURNO A PARTIR DE LAS 22:05 (TABLA 2)

Punto de localización	Fecha	Tiempo de inicio	Tiempo de finalización	Tiempo Transcurrido	L <sub>AEQ</sub> [dB]	L <sub>AFMAX</sub> [dB]	L <sub>AFMIN</sub> [dB]	L <sub>CPK(MaxP)</sub> [dB]
PUNTO1 ER4	04/10/2007	22:05	22:06	0:01:00	54,6	57,5	52,4	86,0
PUNTO1 ER4	04/10/2007	22:07	22:08	0:01:00	52,3	56,2	50,2	83,4
PUNTO1 ER4	04/10/2007	22:10	22:11	0:01:00	55,5	56,4	50,6	84,3
PUNTO 2 ER7	04/10/2007	22:21	22:22	0:01:00	53,6	56,7	50,4	84,0
PUNTO 2 ER7	04/10/2007	22:24	22:25	0:01:00	53,8	56,9	51,0	84,2
PUNTO 2 ER7	04/10/2007	22:26	22:27	0:01:00	52,9	56,2	50,3	84,0

*LAS MEDICIONES SE REALIZARON CON UNA VELOCIDAD DE 3,3 m/s. ESTE DATO FUE MEDIDO CON UN TERMOHIGRÓMETRO PROPIEDAD DE ATISAE*

VALORES MEDIOS REGISTRADOS EN HORARIO DIURNO, (TABLA 3)

Punto de localización	L <sub>AEQ</sub> [dB]	L <sub>AFMAX</sub> [dB]	L <sub>AFMIN</sub> [dB]	L <sub>CPK(MaxP)</sub> [dB]
PUNTO 1 ER4	56,8	61,3	54,3	87,8
PUNTO 2 ER7	57,8	62,0	55,0	89,0

VALORES MEDIOS REGISTRADOS EN HORARIO NOCTURNO, (TABLA 4)

Punto de localización	L <sub>AEQ</sub> [dB]	L <sub>AFMAX</sub> [dB]	L <sub>AFMIN</sub> [dB]	L <sub>CPK(MaxP)</sub> [dB]
PUNTO 1 ER4	54,1	56,7	51,1	84,6
PUNTO 2 ER7	53,4	56,6	50,6	84,1

### 3.- CONCLUSIONES

Según la Ordenanza Municipal sobre Protección del Medio Ambiente Urbano Contra la Emisión de Ruidos y Vibraciones del Ayuntamiento de Granadilla de Abona, se establece que:

En su TÍTULO IV NIVELES DE PERTURBACIÓN, art.44 expone que para zona Industrial el límite en horario **DIURNO es de 65 dBA** y en horario **NOCTURNO es de 60 dBA**. Para realizar la comparación entre los valores obtenidos y los exigidos por la Ordenanza se tomará como referencia el **L<sub>AFMAX</sub>** los resultados reflejados en las Tabla 3, 4.

Del análisis de los distintos resultados obtenidos en dichas tablas, podemos establecer las siguientes conclusiones:

- **Ruido diurno**, debido a que la medida en todos sus puntos se encuentran por debajo de 65 dBA, cumple con lo que marca la legislación.
- **Ruido nocturno**, debido a que la medida en todos sus puntos se encuentran por debajo de 60 dBA, cumple con lo que marca la legislación.

Sin embargo, debido a que el viento no era el representativo de la zona, se realizará una nueva campaña antes del inicio de las obras, cuyos resultados se incluirán en posteriores informes.

**e) SEGUIMIENTO Y CONTROL DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN DEL MEDIO MARINO (punto 4.2.f. del PVA que incluye verificación de los puntos 4.1. e, f, g y h)**

**e.1) Estado de conservación de la calidad del agua (puntos 4.1.e. y 4.2.f.1. del PVA):**

Siguiendo lo establecido en la D.I.A., antes del inicio de las obras, se ha llevado a cabo una campaña para determinar la situación de referencia ("situación cero") de la calidad del agua de mar. Posteriormente, tanto en la fase de obra como en la de explotación del puerto, se realizarán las correspondientes campañas para el control de la calidad de las aguas.

La metodología analítica a seguir será, en la medida de lo posible, la misma tanto para la situación de referencia como para las siguientes campañas.

Según la DIA no era necesario medir los metales pesados (arsénico, vanadio y mercurio) cuya presencia no fue detectada en las medidas realizadas durante campaña de redacción del EIA (apdo. 3.3.7., 1.997). A continuación se reflejan estas medidas del apartado 3.3.7. Es.I.A. GAROME CANARIAS, S.L.:

AGUA DE MAR		
Parámetro	Mínimo	Máximo
pH	8.06	8.23
Temperatura (°C)		
Octubre	23.0	23.9
Enero	21.3	22.0
Salinidad (‰)	35.80	36.88
Sólidos en suspensión (l)	41.0	56.0
Sulfuros	nd	
Cianuros	nd	
Nitrógeno amoniacal (µg/l)	70	890
Nitratos (µg/l)	40	400
Detergentes (µg/l)	0	56
Fenoles (µg/l)	0	70
Fenoles (µg/l)	0	70
Arsénico (µg/l)	nd	
Vanadio (µg/l)	nd	
Mercurio (µg/l)	nd	
Vanadio (µg/l)	nd	
Mercurio (µg/l)	nd	
Cobalto (µg/l)	0	0.17
Cadmio (µg/l)	0	0.3
Hierro (µg/l)	1.5	10
Cinc (µg/l)	0.75	9.80
Níquel (µg/l)	0.23	0.50
Cromo (µg/l)	0.08	1.18
Cobre (µg/l)	0.70	5.70
Plomo (µg/l)	0.20	6.00
Manganeso (µg/l)	0.04	0.10
Hidrocarburos		
Totales	nd	
Aromáticos	nd	

Debido al tiempo transcurrido entre la medición inicial incluida en el EIA (1.997) y la fecha de redacción de este informe previo (2.007) se ha considerado necesario volver a medir todos los parámetros del EIA. En esta campaña de situación cero o referencia, se ha detectado, aunque en valores muy bajos, la presencia de arsénico, por lo que en los informes posteriores solo podrá prescindirse de medir vanadio y mercurio.

En esta situación de referencia o "situación cero", además de los puntos por transecto (un punto por cada uno de los cuatro transectos) definido en la condición 7 de la DIA, se han muestreado el resto de puntos y parámetros, según establece el PVA de 2.005, a realizar durante la fase de obras y explotación, a fin de tener una situación de referencia más completa. De este modo se ha establecido la situación de referencia de todos los puntos y parámetros a medir durante la fase de obra y explotación, en los términos que establece el PVA de 2.005.

Asimismo el PVA de 2.005, además de los mínimos exigidos en el PVA del E.I.A. y la DIA, propone una malla de puntos de muestreo y parámetros de medida adicionales y complementarios, así como una mayor frecuencia. Estos puntos, que también se han muestreado en la situación cero, son los comprendidos entre el A30 y el A42, ambos inclusive, (puntos alternativos del PVA) y los puntos A43, A44 y A45 (puntos

complementarios del PVA) cuya la finalidad es la de futuras modificaciones en las estaciones de seguimiento, (principalmente por posibles ajustes de los puntos de muestreo en coherencia con la configuración de la nueva planta del puerto tras la reducción de enero de 2.005).

Del mismo modo, el PVA de 2.005, señala que en función de los resultados obtenidos y la coherencia de los datos, se podrá prescindir de aquellos puntos de muestreos con mayor repetición de datos o, en caso necesario, incorporar nuevas estaciones de seguimiento.

Los resultados de las analíticas del "Estado de conservación de la calidad del agua" referentes a la Fase Previa o "Situación cero" se recogen en el documento "MUESTREO Y CARACTERIZACION DE AGUAS, SEDIMENTOS Y ORGANISMOS EN LA ZONA DE AFECCION DE LAS OBRAS EN EL PUERTO DE GRANADILLA (TENERIFE)" realizado por CIS, S.L., en 2.005. Este documento fue remitido a la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental (en lo siguiente DGCyEA), del Ministerio de Medio Ambiente, a fecha 20 de abril de 2007, nº de registro de salida de la AP SCT 2013. Una copia de este escrito se adjunta en el anejo 4.e.1.

En noviembre de 2.007 se han realizado nuevos ensayos (8 en agua y 8 en sedimentos), que complementa al documento citado en el párrafo anterior, previamente al inicio de las obras. Así se ha redactado un nuevo documento "ESTUDIO COMPLEMENTARIO AL MUESTREO Y CARACTERIZACION DE AGUAS, SEDIMENTOS Y ORGANISMOS EN LA ZONA DE AFECCION DE LAS OBRAS EN EL PUERTO DE GRANADILLA (TENERIFE)" realizado por CIS, S.L., en noviembre de 2007", que se adjunta como anejo 4.e.1.2.

En este documento, además de recogerse los resultados de todos los puntos de muestreo señalados en el PVA de 2.005 para la fase previa, en su apartado 6, indica que "*...en función de los resultados obtenidos en las analíticas se propone la realización de un ajuste del plan de seguimiento...*". Por tanto, a la vista de los resultados, la amplia malla de puntos, la redundante distribución de los mismos y la reducción que ha sufrido el proyecto del puerto, pasando de una línea de atraque de aproximadamente 2 kilómetros a cerca de 1 km, se propone, ajustar la malla de puntos de muestreo de calidad de aguas y sedimentos, así como su periodicidad durante las fases de obras y explotación, a los exigidos en el PVA del E.I.A. y la DIA." En el apartado e.1.4., se recoge la nueva propuesta de control de calidad de aguas, para las fases de obras y explotación.

Por otro lado, la boya oceanográfica prevista inicialmente en el PVA de 2.005 se ha sustituido por otra mayor más adecuada para mar abierto (modelo GALICIA 1200), la cual ha sido instalada el 24 de octubre de 2007, en las coordenadas U.T.M.: X352263 Y3105335, con los sensores previstos en el PVA (temperatura, turbidez, redox y pH), además del correntímetro. La documentación referente al fondeo de la boya ("Fondeo de una boya oceanográfica previo al inicio de las obras incluidas en el proyecto del Puerto de Granadilla", octubre de 2007) se adjunta en el anejo 4.e.1.3.

A continuación se resume la metodología de muestreo y el tratamiento posterior de los datos utilizados para la campaña de referencia, que se tendrán en cuenta para las campañas a realizar durante la fase de obras y fase de explotación, como se indicó anteriormente, así como un resumen de los resultados y conclusiones.

## 1.- METODOLOGÍA ANALÍTICA

En este apartado se muestran, de forma resumida, todas las metodologías analíticas a utilizar para la caracterización de las muestras de agua. En caso de que el método analítico corresponda con un método normalizado, también se incluye su referencia.

### **Parámetros medidos in situ (pH, Tª, Turbidez, Conductividad, O<sub>2</sub> disuelto)**

Para la determinación de los parámetros medidos in situ se utilizó una sonda multiparamétrica (Global Water) conectada a un datalogger y se almacenaron todos los datos obtenidos en las diferentes observaciones.

### **Parámetros microbiológicos (Coliformes totales, Coliformes fecales, Streptococos fecales)**

Filtración sobre filtro de membrana e incubación sobre medio selectivo en estufa de cultivo durante 24-48 horas.

### **Materias en suspensión**

Filtración de una porción homogeneizada de la muestra sobre un filtro de fibra de vidrio previamente tarado. Luego se retira el filtro y se seca a 105°C±2°C. El contenido de materias en suspensión se determina por diferencia de pesadas.

UNE-EN 872:1996

### **Sulfuros**

Método iodométrico. Se hacen reaccionar los sulfuros con una disolución de yoduro potásico. El exceso se valora con tiosulfato sódico.

Standard Methods 4500-S2- D

### **Cianuros**

Método espectrofotométrico.

### **Nitritos**

Determinación espectrofotométrica.

### **Nitratos**

Reducción de los nitratos presentes a nitritos con una columna de cadmio activado. Los nitratos se determinan a continuación como nitritos y se obtiene su concentración por diferencia entre este valor y la concentración de nitritos determinada con anterioridad.

### **Amonio**

Los iones amonio presentes en la muestra se transforman a yoduro dimercuriamonio, que es un compuesto susceptible de determinación espectrofotométrica. El contenido se determina con un espectrofotómetro UV/Vis.

### **Fosfatos**

Formación de un compuesto fosfomolibdico coloreado y posterior determinación espectrofotométrica.

Standard Methods 4500-PE

### **Detergentes aniónicos**

Extracción de los detergentes en cloroformo. Una vez extraídos, se determinan colorimétricamente, con el tetrapropileno benzosulfato (TBS) como sustancia de referencia.

Standard Methods 5540-C

### **Fenoles**

Extracción de los compuestos fenólicos con éter etílico. Luego de reposar y en medio alcalino con un indicador específico, determinar el contenido en fenoles mediante lectura espectrofotométrica.

### **Hidrocarburos totales**

La determinación de hidrocarburos se ha llevado a cabo tras extracción de la muestra con un disolvente orgánico, mediante espectrofotometría infrarroja (FTIR).

EPA 418.1

### **Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (PAH's)**

La determinación de PAH's se lleva a cabo tras extracción de la muestra en microondas con una mezcla Hexano-Acetona 1:1, purificación y concentración mediante cromatografía de gases (GC-FID). EPA 8100

### **Aceites y Grasas**

Método gravimétrico. Extracción de la muestra con éter de petróleo. Eliminación del éter por destilación y cuantificación de las grasas mediante pesada de los residuos.

UNE 77038:1983

### **Clorofila a**

Extracción de los pigmentos con acetona y determinación espectrofotométrica según el método propuesto por Strickland y Parsons.

### **Hierro**

Formación de un compuesto coloreado del hierro que se determina espectrofotométricamente.

### **Metales pesados**

Previa acidificación de las muestras, se determinan los metales por Espectroscopía de Absorción Atómica y Voltamperometría de Redisolución Anódica (ASV).

## **2.- RESULTADOS ANALÍTICOS DE AGUAS**

A continuación se incluyen las tablas de los resultados analíticos, recogidos en los documentos ya citados:

“MUESTREO Y CARACTERIZACION DE AGUAS, SEDIMENTOS Y ORGANISMOS EN LA ZONA DE AFECCION DE LAS OBRAS EN EL PUERTO DE GRANADILLA (TENERIFE) (CIS, S.L., 2005)” y,

“ESTUDIO COMPLEMENTARIO AL MUESTREO Y CARACTERIZACION DE AGUAS, SEDIMENTOS Y ORGANISMOS EN LA ZONA DE AFECCION DE LAS OBRAS EN EL PUERTO DE GRANADILLA (TENERIFE)” (CIS, S.L., 2007)”.

Asimismo se adjunta plano con la situación de los puntos de muestreo.

**INSERTAR PLANO 5.1 PVA:**

[PLANO 5 1 PVA PAGINA 34\P-05-01-02-03.dwg](#)

## 2.1- RESULTADOS ANALÍTICOS DE AGUAS 2005

A.- Muestras de aguas. Simples.

Parámetros determinados in situ.

<b>Muestra</b>	<b>Temperatura (°C)</b>	<b>pH (ud. pH)</b>	<b>Turbidez (NTU)</b>	<b>Conductividad (mS/cm)</b>	<b>O<sub>2</sub> disuelto (mg/l)</b>
<b>A08 S</b>	18,5	8,3	12	30,6	19,2
<b>A08 M</b>	18,6	8,3	10	30,7	19,2
<b>A08 F</b>	18,6	8,3	13	30,7	19,2
<b>A09 S</b>	19,8	8,2	9	30,4	19,3
<b>A09 M</b>	19,5	8,3	12	30,5	17,4
<b>A09 F</b>	19,5	8,2	11	30,5	16,8
<b>A11 S</b>	18,5	8,3	10	30,6	16,5
<b>A11 M</b>	18,5	8,3	11	30,6	19,3
<b>A11 F</b>	18,5	8,3	12	30,6	19,4
<b>A17 S</b>	18,5	8,3	12	30,6	19,3
<b>A17 M</b>	18,5	8,3	11	30,6	19,2
<b>A17 F</b>	18,6	8,3	14	30,7	19,1
<b>A18 S</b>	18,7	8,4	15	30,6	19,2
<b>A18 M</b>	18,5	8,4	13	30,6	19,2
<b>A18 F</b>	18,4	8,3	12	30,6	19,3
<b>A20 S</b>	19,3	8,3	13	30,5	19,2
<b>A20 M</b>	18,9	8,3	15	30,6	19,3
<b>A20 F</b>	18,5	8,3	15	30,6	19,4
<b>A21 S</b>	18,6	8,3	15	30,6	19,3
<b>A21 M</b>	18,7	8,4	15	30,6	19,3
<b>A23 S</b>	18,7	8,3	13	30,6	19,2
<b>A23 M</b>	18,5	8,3	13	30,5	19,2
<b>A23 F</b>	18,4	8,4	14	30,5	19,2
<b>A24 S</b>	18,6	8,3	16	30,5	19,3
<b>A24 M</b>	18,5	8,3	12	30,5	19,3
<b>A24 F</b>	18,5	8,3	12	30,6	19,3
<b>A26 S</b>	18,6	8,3	15	30,5	19,3
<b>A26 M</b>	18,5	8,3	14	30,6	19,3
<b>A26 F</b>	18,5	8,3	14	30,6	19,3
<b>A27 S</b>	18,6	8,3	16	30,6	19,3
<b>A27 M</b>	18,6	8,3	18	30,6	19,2
<b>A27 F</b>	18,6	8,3	16	30,6	19,3
<b>A29 S</b>	18,7	8,3	13	30,6	19,2
<b>A29 M</b>	18,5	8,3	11	30,6	19,2
<b>A29 F</b>	18,5	8,3	13	30,6	19,2

Donde S: superficie  
M: media profundidad  
F: fondo

<b>Muestra</b>	<b>Temperatura (°C)</b>	<b>Ph (ud. pH)</b>	<b>Turbidez (NTU)</b>	<b>Conductividad (mS/cm)</b>	<b>O<sub>2</sub> disuelto (mg/l)</b>
A30 S	18,8	8,3	13	30,6	19,2
A30 M	18,7	8,3	15	30,6	19,3
A30 F	18,5	8,3	16	30,6	19,2
A32 S	18,8	8,3	14	30,5	19,2
A32 M	18,6	8,3	13	30,5	19,2
A32 F	18,5	8,3	12	30,5	19,3
A33 S	18,8	8,3	16	30,5	19,2
A33 M	18,6	8,3	15	30,6	19,2
A33 F	18,5	8,3	15	30,6	19,2
A40 S	18,7	8,4	15	30,6	19,3
A40 M	18,5	8,3	14	30,6	19,2
A40 F	18,4	8,3	16	30,6	19,3
A42 S	18,6	8,3	14	30,5	19,5
A42 M	18,5	8,3	12	30,6	19,4
A42 F	18,5	8,3	18	30,5	19,4
A43 S	18,7	8,3	16	30,6	19,3
A43 M	18,5	8,3	17	30,5	19,3
A43 F	18,5	8,3	19	30,6	19,3
A45 S	18,7	8,3	15	30,6	19,3
A45 M	18,6	8,3	21	30,6	19,2
A45 F	18,4	8,3	16	30,6	19,3

Parámetros determinados en el laboratorio.

<b>Muestra</b>	<b>C.totales (UFC/100ml)</b>	<b>C.fecales (UFC/100ml)</b>	<b>Nitritos (mg/l)</b>	<b>Nitratos (mg/l)</b>	<b>Amonio (mg/l)</b>	<b>Fosfatos (mg/l)</b>	<b>Aceites (mg/l)</b>	<b>HCtot (mg/l)</b>
A08 S	8	3	< 0,01	< 0,1	< 0,01	0,10	1,1	< 0,01
A08 M	5	1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	0,09	0,8	< 0,01
A08 F	7	1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	0,09	1,0	< 0,01
A09 S	0	0	< 0,01	< 0,1	< 0,01	0,09	5,0	0,88
A09 M	0	0	< 0,01	< 0,1	< 0,01	0,05	2,8	0,15
A09 F	0	0	< 0,01	< 0,1	< 0,01	<0,01	4,5	0,52
A11 S	0	0	< 0,01	< 0,1	< 0,01	0,05	1,2	< 0,01
A11 M	0	0	< 0,01	< 0,1	< 0,01	0,03	0,9	< 0,01
A11 F	0	0	< 0,01	< 0,1	< 0,01	0,04	1,0	< 0,01
A17 S	0	0	< 0,01	< 0,1	< 0,01	0,07	1,2	< 0,01
A17 M	0	0	< 0,01	< 0,1	< 0,01	0,09	<0,1	< 0,01
A17 F	1	1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	0,09	1,5	3,89
A18 S	2	1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	0,11	2,0	< 0,01
A18 M	0	0	< 0,01	< 0,1	< 0,01	0,09	1,0	0,06
A18 F	1	0	< 0,01	< 0,1	< 0,01	0,09	1,4	< 0,01

< x: no detectado

<b>Muestra</b>	<b>C.totales (UFC/100ml)</b>	<b>C.fecales (UFC/100ml)</b>	<b>Nitritos (mg/l)</b>	<b>Nitratos (mg/l)</b>	<b>Amonio (mg/l)</b>	<b>Fosfatos (mg/l)</b>	<b>Aceites (mg/l)</b>	<b>HCtot (mg/l)</b>
<b>A20 S</b>	0	0	< 0,01	< 0,1	< 0,01	0,03	1,0	< 0,01
<b>A20 M</b>	0	0	< 0,01	< 0,1	< 0,01	0,09	0,8	< 0,01
<b>A20 F</b>	0	0	< 0,01	< 0,1	< 0,01	0,07	1,6	< 0,01
<b>A21 S</b>	0	0	< 0,01	< 0,1	< 0,01	0,15	2,7	0,87
<b>A21 M</b>	0	0	< 0,01	< 0,1	< 0,01	0,11	1,1	< 0,01
<b>A23 S</b>	0	0	< 0,01	< 0,1	< 0,01	0,08	1,2	< 0,01
<b>A23 M</b>	0	0	< 0,01	< 0,1	< 0,01	0,05	1,0	< 0,01
<b>A23 F</b>	0	0	< 0,01	< 0,1	< 0,01	0,04	0,9	< 0,01
<b>A24 S</b>	2	1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	0,27	5,7	< 0,01
<b>A24 M</b>	0	0	< 0,01	< 0,1	< 0,01	0,19	1,3	< 0,01
<b>A24 F</b>	0	0	< 0,01	< 0,1	< 0,01	0,12	6,1	< 0,01
<b>A26 S</b>	0	0	< 0,01	< 0,1	< 0,01	0,30	8,6	< 0,01
<b>A26 M</b>	0	0	< 0,01	< 0,1	< 0,01	0,16	3,3	< 0,01
<b>A26 F</b>	0	0	< 0,01	< 0,1	< 0,01	0,17	1,2	< 0,01
<b>A27 S</b>	2	1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	0,07	1,6	< 0,01
<b>A27 M</b>	0	0	< 0,01	< 0,1	< 0,01	0,12	0,7	< 0,01
<b>A27 F</b>	0	0	< 0,01	< 0,1	< 0,01	0,05	1,2	< 0,01
<b>A29 S</b>	0	0	< 0,01	< 0,1	< 0,01	0,06	1,5	2,94
<b>A29 M</b>	0	0	< 0,01	< 0,1	< 0,01	0,07	1,0	< 0,01
<b>A29 F</b>	0	0	< 0,01	< 0,1	< 0,01	0,05	1,0	< 0,01
<b>A30 S</b>	0	0	< 0,01	< 0,1	< 0,01	0,09	1,8	< 0,01
<b>A30 M</b>	0	0	< 0,01	< 0,1	< 0,01	0,06	1,6	< 0,01
<b>A30 F</b>	0	0	< 0,01	< 0,1	< 0,01	0,05	1,2	< 0,01
<b>A32 S</b>	0	0	< 0,01	< 0,1	< 0,01	0,08	1,5	< 0,01
<b>A32 M</b>	0	0	< 0,01	< 0,1	< 0,01	0,09	2,5	< 0,01
<b>A32 F</b>	0	0	< 0,01	< 0,1	< 0,01	0,07	1,1	< 0,01
<b>A33 S</b>	3	1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	0,16	0,7	< 0,01
<b>A33 M</b>	0	0	< 0,01	< 0,1	< 0,01	0,09	0,9	< 0,01
<b>A33 F</b>	5	4	< 0,01	< 0,1	< 0,01	0,20	1,5	< 0,01
<b>A40 S</b>	0	0	< 0,01	< 0,1	< 0,01	0,09	1,6	< 0,01
<b>A40 M</b>	0	0	< 0,01	< 0,1	< 0,01	0,11	1,0	< 0,01
<b>A40 F</b>	0	0	< 0,01	< 0,1	< 0,01	0,07	1,4	< 0,01
<b>A42 S</b>	0	0	< 0,01	< 0,1	< 0,01	0,05	0,9	< 0,01
<b>A42 M</b>	0	0	< 0,01	< 0,1	< 0,01	0,03	0,3	< 0,01
<b>A42 F</b>	0	0	< 0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,01	0,7	< 0,01
<b>A43 S</b>	0	0	< 0,01	< 0,1	< 0,01	0,12	8,6	< 0,01
<b>A43 M</b>	0	0	< 0,01	< 0,1	< 0,01	0,10	5,1	< 0,01
<b>A43 F</b>	0	0	< 0,01	< 0,1	< 0,01	0,08	7,5	< 0,01
<b>A45 S</b>	0	0	< 0,01	< 0,1	< 0,01	0,09	8,2	< 0,01
<b>A45 M</b>	0	0	< 0,01	< 0,1	< 0,01	0,06	1,6	< 0,01
<b>A45 F</b>	0	0	< 0,01	< 0,1	< 0,01	0,03	4,4	< 0,01

HCtot: Hidrocarburos totales

< x: no detectado

B.- Muestras de aguas. Completas.

Parámetros determinados in situ.

<b>Muestra</b>	<b>Temperatura (°C)</b>	<b>pH (ud. pH)</b>	<b>Turbidez (NTU)</b>	<b>Conductividad (mS/cm)</b>	<b>O<sub>2</sub> disuelto (mg/l)</b>
<b>A03 S</b>	19,4	8,3	15	30,7	19,3
<b>A03 M</b>	19,2	8,3	10	30,7	19,2
<b>A03 F</b>	19,0	8,3	14	30,7	19,1
<b>A05 S</b>	19,4	8,3	16	30,6	19,1
<b>A05 M</b>	19,2	8,3	13	30,5	19,0
<b>A05 F</b>	19,1	8,3	15	30,5	19,1
<b>A06 S</b>	19,5	8,3	15	30,8	19,3
<b>A06 M</b>	19,2	8,3	14	30,7	19,2
<b>A06 F</b>	19,0	8,3	15	30,9	19,3
<b>A07 S</b>	19,5	8,3	14	31,2	19,2
<b>A07 M</b>	19,2	8,3	12	30,9	19,1
<b>A07 F</b>	18,9	8,4	15	30,8	19,1
<b>A12 S</b>	19,4	8,3	16	30,8	19,2
<b>A12 M</b>	19,2	8,4	14	30,7	19,1
<b>A12 F</b>	19,0	8,3	12	30,7	19,2
<b>A15 S</b>	19,3	8,3	15	30,7	19,3
<b>A15 M</b>	19,1	8,3	15	30,7	19,1
<b>A15 F</b>	19,0	8,3	14	30,9	19,3
<b>A19 S</b>	19,3	8,4	15	30,7	19,2
<b>A19 M</b>	19,1	8,3	19	30,7	19,0
<b>A19 F</b>	18,9	8,3	18	30,8	19,1
<b>A22 S</b>	19,4	8,3	16	30,7	19,2
<b>A22 M</b>	19,0	8,3	17	30,7	19,3
<b>A22 F</b>	18,9	8,4	15	30,7	19,2
<b>A25 S</b>	19,6	8,4	19	30,6	19,2
<b>A25 M</b>	19,1	8,3	16	30,6	19,2
<b>A25 F</b>	18,9	8,3	22	30,5	19,2
<b>A28 S</b>	19,6	8,3	16	30,6	19,3
<b>A28 M</b>	19,4	8,4	14	30,6	19,1
<b>A28 F</b>	19,3	8,3	15	30,5	19,2

<b>Muestra</b>	<b>Temperatura (°C)</b>	<b>pH (ud. pH)</b>	<b>Turbidez (NTU)</b>	<b>Conductividad (mS/cm)</b>	<b>O<sub>2</sub> disuelto (mg/l)</b>
<b>A31 S</b>	19,4	8,3	14	30,5	19,1
<b>A31 M</b>	19,1	8,3	13	30,6	19,3
<b>A31 F</b>	18,9	8,3	13	30,6	19,2
<b>A34 S</b>	19,4	8,3	15	30,6	19,2
<b>A34 M</b>	19,2	8,4	15	30,5	19,1
<b>A34 F</b>	19,0	8,3	16	30,6	19,3
<b>A35 S</b>	19,5	8,3	14	30,4	19,2
<b>A35 M</b>	19,0	8,3	12	30,6	19,3
<b>A35 F</b>	18,9	8,3	14	30,6	19,1
<b>A36 S</b>	19,6	8,3	15	30,6	19,2
<b>A36 M</b>	19,3	8,3	15	30,6	19,0
<b>A36 F</b>	19,1	8,3	16	30,4	19,2
<b>A41 S</b>	19,6	8,3	15	30,4	19,3
<b>A41 M</b>	19,2	8,3	13	30,5	19,3
<b>A41 F</b>	19,1	8,3	15	30,4	19,3
<b>A44 S</b>	19,6	8,3	15	30,6	19,3
<b>A44 M</b>	19,2	8,3	14	30,6	19,2
<b>A44 F</b>	19,1	8,3	15	30,5	19,3

Parámetros determinados en el laboratorio. Aguas completas. (1/8)

<b>Parámetro</b>	<b>Uds.</b>	<b>A03 S</b>	<b>A03 M</b>	<b>A03 F</b>	<b>A05 S</b>	<b>A05 M</b>	<b>A05 F</b>
C.totales	UFC/100ml	212	79	85	0	0	0
C. fecales	UFC/100ml	3	0	0	0	0	0
S.Fecales	UFC/100ml	0	0	0	0	0	0
MES	mg/l	5	5	3	15	10	12
Sulfuros	mg/l	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
CN <sup>-</sup>	mg/l	0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Nitritos	mg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Nitratos	mg/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Amonio	mg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Fosfatos	mg/l	0,07	0,05	0,03	0,09	0,07	0,07
Detergentes	mg/l	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Fenoles	mg/l	0,15	0,10	0,12	0,19	0,15	0,12
HCtot	mg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
PAH's	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Aceites	mg/l	4,5	1,6	1,2	3,3	1,1	1,2
Clorofila a	µg/l	4,1	3,6	2,7	3,9	3,3	2,0
Arsénico	mg/l	0,019	0,015	0,017	0,024	0,010	0,016
Vanadio	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Mercurio	µg/l	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
Cobalto	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Cadmio	µg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Hierro	mg/l	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02
Zinc	µg/l	25,6	20,9	23,1	28,9	25,3	21,3
Níquel	µg/l	3,49	3,16	2,95	9,95	9,22	7,61
Cromo	mg/l	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004
Cobre	µg/l	12,6	15,5	11,9	11,0	6,7	9,5
Plomo	µg/l	1,10	1,22	1,16	4,44	2,10	1,57
Manganeso	mg/l	0,003	0,002	0,002	0,004	0,002	0,001

C.totales: Coliformes totales  
 C. fecales: Coliformes fecales  
 S. fecales: Estreptococos fecales  
 MES: Materias en suspensión  
 HCtot: Hidrocarburos totales  
 CN<sup>-</sup>: cianuros  
 < x: no detectado

Parámetros determinados en el laboratorio. Aguas completas. (2/8)

<b>Parámetro</b>	<b>Uds.</b>	<b>A06 S</b>	<b>A06 M</b>	<b>A06 F</b>	<b>A07 S</b>	<b>A07 M</b>	<b>A07 F</b>
C.totales	UFC/100ml	80	15	0	1344	793	650
C. fecales	UFC/100ml	0	0	0	1	0	0
S.Fecales	UFC/100ml	0	0	0	0	0	0
MES	mg/l	10	9	6	7	8	5
Sulfuros	mg/l	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
CN <sup>-</sup>	mg/l	<0,002	<0,002	<0,002	0,005	<0,002	0,003
Nitritos	mg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Nitratos	mg/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Amonio	mg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Fosfatos	mg/l	0,08	0,08	0,06	0,08	0,08	0,07
Detergentes	mg/l	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Fenoles	mg/l	0,22	0,19	0,18	0,20	0,22	0,21
HQtot	mg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
PAH's	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1	1,0	<0,1	<0,1
Aceites	mg/l	3,3	1,5	1,7	2,1	1,9	3,6
Clorofila a	µg/l	3,8	2,7	1,7	4,0	3,5	1,6
Arsénico	mg/l	0,022	0,019	0,011	0,021	0,018	0,023
Vanadio	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Mercurio	µg/l	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
Cobalto	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Cadmio	µg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Hierro	mg/l	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Zinc	µg/l	20,6	19,8	20,4	24,2	23,0	21,1
Níquel	µg/l	3,96	4,16	4,12	2,72	2,69	2,51
Cromo	mg/l	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004
Cobre	µg/l	11,6	11,4	10,4	11,2	10,7	10,6
Plomo	µg/l	1,10	0,76	0,99	1,23	1,22	1,12
Manganeso	mg/l	0,003	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002

C.totales: Coliformes totales  
 C. fecales: Coliformes fecales  
 S. fecales: Estreptococos fecales  
 MES: Materias en suspensión  
 HQtot: Hidrocarburos totales  
 CN<sup>-</sup>: cianuros  
 < x: no detectado

Parámetros determinados en el laboratorio. Aguas completas. (3/8)

<b>Parámetro</b>	<b>Uds.</b>	<b>A12 S</b>	<b>A12 M</b>	<b>A12 F</b>	<b>A15 S</b>	<b>A15 M</b>	<b>A15 F</b>
C.totales	UFC/100ml	0	0	0	30	10	0
C. fecales	UFC/100ml	0	0	0	1	0	0
S.Fecales	UFC/100ml	0	0	0	0	0	0
MES	mg/l	16	14	10	60	34	12
Sulfuros	mg/l	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
CN <sup>-</sup>	mg/l	0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Nitritos	mg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Nitratos	mg/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Amonio	mg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Fosfatos	mg/l	0,07	0,06	0,05	0,09	0,08	0,08
Detergentes	mg/l	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Fenoles	mg/l	0,07	0,05	0,04	0,09	0,05	0,04
HCtot	mg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
PAH's	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Aceites	mg/l	1,8	1,2	1,8	2,1	1,5	1,6
Clorofila a	µg/l	4,2	3,6	1,7	4,0	2,9	2,0
Arsénico	mg/l	<0,02	<0,02	<0,02	0,021	<0,02	0,030
Vanadio	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Mercurio	µg/l	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
Cobalto	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Cadmio	µg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Hierro	mg/l	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Zinc	µg/l	26,9	25,9	31,3	24,2	23,7	25,8
Níquel	µg/l	2,56	2,39	2,44	2,72	2,29	2,05
Cromo	mg/l	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004
Cobre	µg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Plomo	µg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Manganeso	mg/l	0,003	0,002	0,001	0,002	0,002	0,002

C.totales: Coliformes totales  
 C. fecales: Coliformes fecales  
 S. fecales: Streptococos fecales  
 MES: Materias en suspensión  
 HCtot: Hidrocarburos totales  
 CN<sup>-</sup>: cianuros  
 < x: no detectado

Parámetros determinados en el laboratorio. Aguas completas. (4/8)

<b>Parámetro</b>	<b>Uds.</b>	<b>A19 S</b>	<b>A19 M</b>	<b>A19 F</b>	<b>A22 S</b>	<b>A22 M</b>	<b>A22 F</b>
C.totales	UFC/100ml	12	0	0	0	0	0
C. fecales	UFC/100ml	0	0	0	0	0	0
S.Fecales	UFC/100ml	0	0	0	0	0	0
MES	mg/l	21	15	12	100	36	19
Sulfuros	mg/l	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
CN <sup>-</sup>	mg/l	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Nitritos	mg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Nitratos	mg/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Amonio	mg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Fosfatos	mg/l	0,03	0,03	0,06	0,03	0,02	0,01
Detergentes	mg/l	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Fenoles	mg/l	0,03	0,07	0,09	0,13	0,06	0,08
HCtot	mg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
PAH's	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1	1,0	<0,1	<0,1
Aceites	mg/l	1,6	2,0	1,9	2,2	1,7	1,2
Clorofila a	µg/l	4,1	2,4	2,0	3,8	2,6	1,5
Arsénico	mg/l	<0,02	0,020	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Vanadio	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Mercurio	µg/l	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
Cobalto	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Cadmio	µg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Hierro	mg/l	0,03	0,03	0,02	0,06	0,03	0,04
Zinc	µg/l	23,7	25,7	29,1	32,4	26,8	29,1
Níquel	µg/l	2,51	2,49	2,33	2,52	2,24	2,12
Cromo	mg/l	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004
Cobre	µg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Plomo	µg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Manganeso	mg/l	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001

C.totales: Coliformes totales  
 C. fecales: Coliformes fecales  
 S. fecales: Streptococos fecales  
 MES: Materias en suspensión  
 HCtot: Hidrocarburos totales  
 CN<sup>-</sup>: cianuros  
 < x: no detectado

Parámetros determinados en el laboratorio. Aguas completas. (5/8)

<b>Parámetro</b>	<b>Uds.</b>	<b>A25 S</b>	<b>A25 M</b>	<b>A25 F</b>	<b>A28 S</b>	<b>A28 M</b>	<b>A28 F</b>
C.totales	UFC/100ml	0	0	0	0	0	0
C. fecales	UFC/100ml	0	0	0	0	0	0
S.Fecales	UFC/100ml	0	0	0	0	0	0
MES	mg/l	15	12	10	5	15	29
Sulfuros	mg/l	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
CN <sup>-</sup>	mg/l	<0,002	<0,002	0,002	0,004	<0,002	0,002
Nitritos	mg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Nitratos	mg/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Amonio	mg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Fosfatos	mg/l	0,10	0,08	0,08	0,14	0,09	0,11
Detergentes	mg/l	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Fenoles	mg/l	0,11	0,09	0,11	0,10	0,10	0,07
HCtot	mg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
PAH's	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Aceites	mg/l	1,7	2,3	1,3	1,9	1,0	0,2
Clorofila a	µg/l	4,3	2,4	2,2	3,9	2,6	2,0
Arsénico	mg/l	0,027	<0,02	0,030	0,022	<0,02	<0,02
Vanadio	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Mercurio	µg/l	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
Cobalto	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Cadmio	µg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Hierro	mg/l	0,02	0,03	0,02	0,03	0,03	0,02
Zinc	µg/l	6,15	4,19	5,60	19,0	23,4	25,9
Níquel	µg/l	4,45	4,26	4,00	7,00	2,15	3,90
Cromo	mg/l	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004
Cobre	µg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Plomo	µg/l	0,82	0,54	0,91	0,95	0,53	0,73
Manganeso	mg/l	0,001	0,002	0,001	0,001	0,002	0,001

C.totales: Coliformes totales  
 C. fecales: Coliformes fecales  
 S. fecales: Streptococos fecales  
 MES: Materias en suspensión  
 HCtot: Hidrocarburos totales  
 CN<sup>-</sup>: cianuros  
 < x: no detectado

Parámetros determinados en el laboratorio. Aguas completas. (6/8)

<b>Parámetro</b>	<b>Uds.</b>	<b>A31 S</b>	<b>A31 M</b>	<b>A31 F</b>	<b>A34 S</b>	<b>A34 M</b>	<b>A34 F</b>
C.totales	UFC/100ml	0	0	0	54	22	15
C. fecales	UFC/100ml	0	0	0	0	0	0
S.Fecales	UFC/100ml	0	0	0	0	0	0
MES	mg/l	4	17	12	25	19	10
Sulfuros	mg/l	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
CN <sup>-</sup>	mg/l	<0,002	<0,002	0,003	<0,002	<0,002	<0,002
Nitritos	mg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Nitratos	mg/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Amonio	mg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Fosfatos	mg/l	0,10	0,10	0,112	0,06	0,09	0,04
Detergentes	mg/l	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Fenoles	mg/l	0,04	0,07	0,05	0,09	0,10	0,03
HCtot	mg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
PAH's	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1	1,0	<0,1	<0,1
Aceites	mg/l	2,3	1,0	1,2	1,6	1,5	1,1
Clorofila a	µg/l	4,2	3,1	1,9	3,9	2,6	2,2
Arsénico	mg/l	0,021	<0,02	0,020	0,020	<0,02	<0,02
Vanadio	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Mercurio	µg/l	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
Cobalto	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Cadmio	µg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Hierro	mg/l	0,02	0,03	0,02	0,03	0,04	0,02
Zinc	µg/l	15,5	24,9	31,9	12,3	10,6	7,11
Níquel	µg/l	4,60	4,13	5,12	2,19	2,11	3,01
Cromo	mg/l	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004
Cobre	µg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Plomo	µg/l	0,54	0,45	0,61	<0,01	0,09	<0,01
Manganeso	mg/l	0,001	0,002	0,002	0,001	0,001	0,001

C.totales: Coliformes totales  
 C. fecales: Coliformes fecales  
 S. fecales: Streptococos fecales  
 MES: Materias en suspensión  
 HCtot: Hidrocarburos totales  
 CN<sup>-</sup>: cianuros  
 < x: no detectado

Parámetros determinados en el laboratorio. Aguas completas. (7/8)

<b>Parámetro</b>	<b>Uds.</b>	<b>A35 S</b>	<b>A35 M</b>	<b>A35 F</b>	<b>A36 S</b>	<b>A36 M</b>	<b>A36 F</b>
C.totales	UFC/100ml	29	0	0	10	0	0
C. fecales	UFC/100ml	0	0	0	0	0	0
S.Fecales	UFC/100ml	0	0	0	0	0	0
MES	mg/l	11	15	9	12	9	6
Sulfuros	mg/l	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
CN <sup>-</sup>	mg/l	<0,002	<0,002	0,003	0,002	<0,002	0,002
Nitritos	mg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Nitratos	mg/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Amonio	mg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Fosfatos	mg/l	0,07	0,06	0,06	0,05	0,08	0,09
Detergentes	mg/l	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Fenoles	mg/l	0,10	0,08	0,09	0,08	0,08	0,09
HCtot	mg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
PAH's	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Aceites	mg/l	3,1	1,2	1,2	1,6	<0,1	0,9
Clorofila a	µg/l	4,8	3,0	1,5	3,6	2,4	1,7
Arsénico	mg/l	0,025	0,020	0,029	0,034	<0,02	0,022
Vanadio	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Mercurio	µg/l	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
Cobalto	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Cadmio	µg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Hierro	mg/l	0,07	0,07	0,05	0,06	0,05	0,02
Zinc	µg/l	23,0	21,6	12,6	12,1	19,8	10,9
Níquel	µg/l	3,11	4,16	2,16	3,00	4,33	4,19
Cromo	mg/l	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004
Cobre	µg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Plomo	µg/l	<0,01	<0,01	<0,01	0,16	0,19	0,11
Manganeso	mg/l	0,001	0,001	0,001	0,003	0,003	0,001

C.totales: Coliformes totales  
 C. fecales: Coliformes fecales  
 S. fecales: Streptococos fecales  
 MES: Materias en suspensión  
 HCtot: Hidrocarburos totales  
 CN<sup>-</sup>: cianuros  
 < x: no detectado

Parámetros determinados en el laboratorio. Aguas completas. (8/8)

<b>Parámetro</b>	<b>Uds.</b>	<b>A41 S</b>	<b>A41 M</b>	<b>A41 F</b>	<b>A44 S</b>	<b>A44 M</b>	<b>A44 F</b>
C.totales	UFC/100ml	5	0	2	19	0	3
C. fecales	UFC/100ml	2	0	0	0	0	0
S.Fecales	UFC/100ml	0	0	0	0	0	0
MES	mg/l	4	3	7	4	1	1
Sulfuros	mg/l	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
CN <sup>-</sup>	mg/l	0,002	<0,002	0,003	<0,002	<0,002	0,003
Nitritos	mg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Nitratos	mg/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Amonio	mg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Fosfatos	mg/l	0,10	0,10	0,09	0,08	0,09	0,07
Detergentes	mg/l	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Fenoles	mg/l	0,09	0,07	0,08	0,10	0,08	0,13
HCtot	mg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
PAH's	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1	1,0	<0,1	<0,1
Aceites	mg/l	2,1	2,6	1,1	3,6	2,0	4,6
Clorofila a	µg/l	4,6	2,1	2,3	4,7	3,1	3,2
Arsénico	mg/l	0,039	<0,02	<0,02	0,025	<0,02	0,024
Vanadio	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Mercurio	µg/l	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
Cobalto	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Cadmio	µg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Hierro	mg/l	0,07	0,05	0,02	0,02	0,03	0,01
Zinc	µg/l	7,49	4,89	4,67	15,0	19,1	17,4
Níquel	µg/l	0,35	2,64	1,12	3,01	4,60	5,35
Cromo	mg/l	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004
Cobre	µg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Plomo	µg/l	0,38	0,41	0,25	1,5	0,96	1,10
Manganeso	mg/l	0,001	0,001	0,001	0,001	0,002	0,001

C.totales: Coliformes totales  
 C. fecales: Coliformes fecales  
 S. fecales: Estreptococos fecales  
 MES: Materias en suspensión  
 HCtot: Hidrocarburos totales  
 CN<sup>-</sup>: cianuros  
 < x: no detectado

C.- Muestras de aguas. Transectos perpendiculares a costa.

Parámetros determinados in situ.

<b>Muestra</b>	<b>Temperatura (°C)</b>	<b>pH (ud. pH)</b>	<b>Turbidez (NTU)</b>	<b>Conductividad (mS/cm)</b>	<b>O<sub>2</sub> disuelto (mg/l)</b>
<b>A18 1m</b>	18,6	8,3	15	30,6	19,3
<b>A19 1m</b>	19,1	8,3	14	30,7	19,2
<b>A20 1m</b>	19,0	8,3	12	30,6	19,2
<b>A21 1m</b>	18,4	8,3	15	30,6	19,2
<b>A22 1m</b>	19,2	8,3	13	30,6	19,4
<b>A23 1m</b>	18,5	8,3	11	30,5	19,3
<b>A24 1m</b>	18,5	8,3	13	30,5	19,4
<b>A25 1m</b>	19,3	8,3	19	30,5	19,3
<b>A26 1m</b>	18,5	8,3	14	30,5	19,4
<b>A27 1m</b>	18,5	8,3	15	30,6	19,2
<b>A28 1m</b>	19,5	8,3	13	30,6	19,3
<b>A29 1m</b>	18,6	8,4	14	30,6	19,4

Transecto Montaña Pelada. Parámetros determinados en el laboratorio.

<b>Parámetro</b>	<b>Uds.</b>	<b>A18 1m</b>	<b>A19 1m</b>	<b>A20 1m</b>
C.totales	UFC/100ml	9	16	0
C. fecales	UFC/100ml	0	0	0
S.Fecales	UFC/100ml	0	0	0
MES	mg/l	4	19	3
Sulfuros	mg/l	<0,02	<0,02	<0,02
CN <sup>-</sup>	mg/l	<0,002	<0,002	<0,002
Nitritos	mg/l	<0,01	<0,01	<0,01
Nitratos	mg/l	<0,1	<0,1	<0,1
Amonio	mg/l	<0,01	<0,01	<0,01
Fosfatos	mg/l	0,10	0,03	0,03
Detergentes	mg/l	<0,05	<0,05	<0,05
Fenoles	mg/l	0,05	0,03	0,03
Hctot	mg/l	<0,01	<0,01	<0,01
PAH's	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1
Aceites	mg/l	1,8	1,2	0,7
Clorofila a	µg/l	4,3	4,5	3,8
Arsénico	mg/l	<0,02	<0,02	<0,02
Vanadio	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1
Mercurio	µg/l	< 1,0	< 1,0	< 1,0
Cobalto	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1
Cadmio	µg/l	<0,01	<0,01	<0,01
Hierro	mg/l	0,03	0,03	0,03
Zinc	µg/l	25,7	23,7	24,8
Níquel	µg/l	3,15	2,51	2,64
Cromo	mg/l	<0,004	<0,004	<0,004
Cobre	µg/l	<0,01	<0,01	<0,01
Plomo	µg/l	0,04	<0,01	0,07
Manganeso	mg/l	0,002	0,002	0,002

< x: no detectado

Transecto Playa de la Jaquita. Parámetros determinados en el laboratorio.

<b>Parámetro</b>	<b>Uds.</b>	<b>A21 1m</b>	<b>A22 1m</b>	<b>A23 1m</b>
C.totales	UFC/100ml	0	0	0
C. fecales	UFC/100ml	0	0	0
S.Fecales	UFC/100ml	0	0	0
MES	mg/l	43	75	31
Sulfuros	mg/l	<0,02	<0,02	<0,02
CN <sup>-</sup>	mg/l	<0,002	<0,002	<0,002
Nitritos	mg/l	<0,01	<0,01	<0,01
Nitratos	mg/l	<0,1	<0,1	<0,1
Amonio	mg/l	<0,01	<0,01	<0,01
Fosfatos	mg/l	0,04	0,03	0,03
Detergentes	mg/l	<0,05	<0,05	<0,05
Fenoles	mg/l	0,15	0,11	0,09
HCtot	mg/l	<0,01	<0,01	<0,01
PAH's	µg/l	<0,1	< 0,1	<0,1
Aceites	mg/l	2,6	3,0	1,4
Clorofila a	µg/l	3,7	3,9	4,0
Arsénico	mg/l	<0,02	<0,02	<0,02
Vanadio	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1
Mercurio	µg/l	< 1,0	< 1,0	< 1,0
Cobalto	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1
Cadmio	µg/l	<0,01	<0,01	<0,01
Hierro	mg/l	0,05	0,06	0,05
Zinc	µg/l	21,3	29,8	25,4
Níquel	µg/l	2,16	2,11	2,60
Cromo	mg/l	<0,004	<0,004	<0,004
Cobre	µg/l	<0,01	<0,01	<0,01
Plomo	µg/l	0,05	<0,01	<0,01
Manganeso	mg/l	0,001	0,001	0,001

< x: no detectado

Transecto Bahía del Médano. Parámetros determinados en el laboratorio.

<b>Parámetro</b>	<b>Uds.</b>	<b>A24 1m</b>	<b>A25 1m</b>	<b>A26 1m</b>
C.totales	UFC/100ml	5	0	0
C. fecales	UFC/100ml	0	0	0
S.Fecales	UFC/100ml	0	0	0
MES	mg/l	9	18	12
Sulfuros	mg/l	<0,02	<0,02	<0,02
CN <sup>-</sup>	mg/l	<0,002	<0,002	<0,002
Nitritos	mg/l	<0,01	<0,01	<0,01
Nitratos	mg/l	<0,1	<0,1	<0,1
Amonio	mg/l	<0,01	<0,01	<0,01
Fosfatos	mg/l	0,10	0,10	0,10
Detergentes	mg/l	<0,05	<0,05	<0,05
Fenoles	mg/l	0,07	0,09	0,08
HCtot	mg/l	<0,01	<0,01	<0,01
PAH's	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1
Aceites	mg/l	4,8	2,0	9,1
Clorofila a	µg/l	4,8	4,5	3,7
Arsénico	mg/l	<0,02	0,020	<0,02
Vanadio	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1
Mercurio	µg/l	< 1,0	< 1,0	< 1,0
Cobalto	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1
Cadmio	µg/l	<0,01	<0,01	<0,01
Hierro	mg/l	0,06	0,04	0,05
Zinc	µg/l	8,12	7,20	5,64
Níquel	µg/l	6,48	5,12	3,16
Cromo	mg/l	<0,004	<0,004	<0,004
Cobre	µg/l	<0,01	<0,01	<0,01
Plomo	µg/l	0,75	0,89	0,66
Manganeso	mg/l	0,002	0,002	0,002

< x: no detectado

Transecto Norte. Parámetros determinados en el laboratorio.

<b>Parámetro</b>	<b>Uds.</b>	<b>A27 1m</b>	<b>A28 1m</b>	<b>A29 1m</b>
C.totales	UFC/100ml	1	0	0
C. fecales	UFC/100ml	0	0	0
S.Fecales	UFC/100ml	0	0	0
MES	mg/l	4	5	3
Sulfuros	mg/l	<0,02	<0,02	<0,02
CN <sup>-</sup>	mg/l	<0,002	<0,002	<0,002
Nitritos	mg/l	<0,01	<0,01	<0,01
Nitratos	mg/l	<0,1	<0,1	<0,1
Amonio	mg/l	<0,01	<0,01	<0,01
Fosfatos	mg/l	0,06	0,09	0,07
Detergentes	mg/l	<0,05	<0,05	<0,05
Fenoles	mg/l	0,07	0,08	0,05
HCtot	mg/l	<0,01	<0,01	0,61
PAH's	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1
Aceites	mg/l	1,9	2,0	1,3
Clorofila a	µg/l	4,1	4,3	4,0
Arsénico	mg/l	<0,02	0,021	<0,02
Vanadio	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1
Mercurio	µg/l	< 1,0	< 1,0	< 1,0
Cobalto	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1
Cadmio	µg/l	<0,01	<0,01	<0,01
Hierro	mg/l	0,04	0,06	0,03
Zinc	µg/l	15,0	17,6	13,8
Níquel	µg/l	6,31	7,15	4,94
Cromo	mg/l	<0,004	<0,004	<0,004
Cobre	µg/l	<0,01	<0,01	<0,01
Plomo	µg/l	0,68	0,75	0,51
Manganeso	mg/l	0,001	0,001	0,001

< x: no detectado

## 2.2- RESULTADOS ANALÍTICOS DE AGUAS 2007

Parámetros determinados en el laboratorio

<b>Parámetro</b>	<b>Uds.</b>	<b>A18</b>	<b>A20</b>	<b>A21</b>	<b>A23</b>	<b>A24</b>	<b>A26</b>	<b>A27</b>	<b>A29</b>
Arsénico	mg/l	0,013	0,010	0,011	0,014	0,015	0,011	0,018	0,017
Vanadio	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Mercurio	µg/l	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Cobalto	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Cadmio	µg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Hierro	mg/l	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03
Zinc	µg/l	21,9	23,6	25,8	20,9	18,4	22,3	27,3	23,3
Níquel	µg/l	2,16	2,98	3,12	4,10	1,45	2,15	5,12	4,16
Cromo	mg/l	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
Cobre	µg/l	10,0	9,5	12,5	9,5	10,6	11,4	13,7	11,8
Plomo	µg/l	1,06	1,12	0,78	0,64	1,80	2,41	3,65	2,19
Manganeso	mg/l	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001

< x: no detectado

Comparando los resultados con los obtenidos en la campaña de 2005 (Ver Anexo I), se observa que, al igual que los sedimentos, los valores son muy similares a los de las estaciones muestreadas en aquella campaña, por lo que podemos decir que **la zona de estudio presenta unos niveles de los compuestos caracterizados muy homogéneos y con unos niveles de concentración bajos tanto en aguas como en sedimentos.**

En la actualidad no existen referencias normativas para valorar los niveles de contaminación en aguas marinas para metales pesados.

### 3.- CONCLUSIONES DE LOS RESULTADOS ANALÍTICOS DE AGUAS

#### 3.1. "MUESTREO Y CARACTERIZACION DE AGUAS, SEDIMENTOS Y ORGANISMOS EN LA ZONA DE AFECCION DE LAS OBRAS EN EL PUERTO DE GRANADILLA (TENERIFE)" (CIS, S.L., 2005)

Los resultados de los análisis de aguas muestran unos niveles muy bajos de contaminación, incluidos los valores de metales pesados y de contaminantes orgánicos.

En la actualidad no existen criterios para valorar los niveles de contaminación de todos los parámetros analizados. Los que está más regulados son los parámetros microbiológicos, referentes a calidad de aguas destinadas al baño, cuyos valores distan mucho de los valores encontrados (CT: 10.000 [límite máximo], CF: 2.000 [límite máximo] y EF: 100 [valor guía]). En esta legislación de aguas de baño aparecen también criterios para aceites, hidrocarburos, fenoles o detergentes, pero son criterios de apreciación visual.

Tal y como se ha comentado en la introducción del presente apartado, no será necesario la medición de vanadio y mercurio.

#### 3.2 "ESTUDIO COMPLEMENTARIO AL MUESTREO Y CARACTERIZACION DE AGUAS, SEDIMENTOS Y ORGANISMOS EN LA ZONA DE AFECCION DE LAS OBRAS EN EL PUERTO DE GRANADILLA (TENERIFE)" (CIS, S.L., 2007).

Los resultados de los análisis de aguas muestran unos niveles muy bajos de metales pesados.

Comparando los resultados con los obtenidos en la campaña de 2005 (Ver Anexo I), se observa que, al igual que los sedimentos, los valores son muy similares a los de las estaciones muestreadas en aquella campaña, por lo que podemos decir que **la zona de estudio presenta unos niveles de los compuestos caracterizados muy homogéneos y con unos niveles de concentración bajos tanto en aguas como en sedimentos.**

En la actualidad no existen referencias normativas para valorar los niveles de contaminación en aguas marinas para metales pesados.

De los resultados obtenidos en ambas asistencias técnicas, y a la vista de la propuesta de "programa de vigilancia ambiental", se considera que las exigencias marcadas no responden a unos criterios objetivos de afección al medio derivadas de la obra que se va a llevar a cabo.

En el programa de vigilancia ambiental incluye todos los parámetros analizados en los estudios previos y se propone una periodicidad mensual.

En base a los resultados obtenidos se estima que las obras no afectan a todos esos parámetros analizados por igual, un ejemplo serían los nutrientes y pesticidas.

La caracterización del gran número de metales pesados en las aguas (12) que se propone tampoco tiene argumentación técnica por dos motivos, primero porque las obras no van a generar aportes de todos los metales pesados. Y segundo porque el medio marino, al presentar un pH básico (en torno a 8,3-8,4) induce a la precipitación de los metales disueltos, que pasan rápidamente a formar parte del sedimento, con lo cual la afección producida en el medio acuoso por un posible vertido, sería en un ámbito muy reducido y por un tiempo limitado.

Acorde con estos y otros criterios técnicos y en función de los resultados obtenidos en las analíticas se propone la realización de un ajuste del plan de seguimiento.

#### 4.- NUEVA PROPUESTA DE SEGUIMIENTO Y CONTROL DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA FASE DE OBRA Y EXPLOTACIÓN

En virtud de las conclusiones del apartado anterior, se adjunta nueva propuesta de seguimiento en la calidad de las aguas, durante la fase de obra y explotación.

##### **\*Parámetros objeto de control:**

Los parámetros de medida variarán en función de la zona de muestreo de la que se trate, siendo tal y como se describe a continuación:

##### Análisis de agua completo (muestreos adicionales, DIA)

Tal y como especifica la condición 7 de la DIA, este análisis se realizará en un punto por transecto (A19, A22, A25, A28), con tres medidas en cada uno de los puntos de muestreo: **superficie, media profundidad y fondo.**

En estos puntos se medirán los siguientes parámetros (no se medirán vanadio y mercurio):

<b>ANÁLISIS COMPLETO AGUA DE MAR</b>
<i>PARAMETROS OCEANOGRÁFICOS</i>
Temperatura (°C)
Conductividad (mS/cm)
Oxígeno disuelto (mg/l)
Turbidez (NTU)
Materias en suspensión (mg/l)
<i>PARAMETROS QUÍMICOS</i>
pH (ud. pH)
Sulfuros (mg/l)
Cianuros (mg/l)
Detergentes aniónicos (mg/l)
Fenoles (mg/l)
Nitritos (mg/l)
Nitratos (mg/l)
Amonio (mg/l)
Fosfatos (mg/l)

Clorofila a
METALES PESADOS:
Arsénico (mg/l)
Cobalto (µg/l)
Cadmio (µg/l)
Hierro (µg/l)
Cinc (µg/l)
Níquel (µg/l)
Cromo (mg/l)
Cobre (µg/l)
Plomo (µg/l)
Manganeso (mg/l)
HIDROCARBUROS:
Totales (mg/l)
PAH's* (µg/l):
Acenafteno
Acenaftileno
Antraceno
Benzo (a) antraceno
Benzo (a) pireno
Benzo (b) fluoranteno
Benzo (g,h,i) perileno
Benzo (k) fluoranteno
Criseno
Dibenzo (a,h) antraceno
Fenantreno
Fluoranteno
Fluoreno
Indeno (1,2,3-c,d) pireno
Naftaleno
Pireno
Aceites y grasas (mg/l)

\* PAH's (hidrocarburos aromáticos policíclicos)

Estas mediciones se efectuarán mensualmente mientras se estén ejecutando las obras y durante los dos años siguientes a la finalización de las mismas. Las medidas de turbidez en

Infraestructura

**Puertos de Tenerife**

la columna de agua se realizarán semanalmente mientras se estén llevando a cabo operaciones de relleno o dragado.

Análisis de agua simple tipo I (CARACTERÍSTICAS AMBIENTALES DEL MEDIO MARINO)

Se realizarán en los siguientes puntos: A5, A6, A8, A11, A12, A17, donde se medirán estos parámetros:

<b>ANÁLISIS SIMPLE AGUA DE MAR TIPO I</b>
<i>PARAMETROS OCEANOGRÁFICOS</i>
Temperatura (°C)
Conductividad (mS/cm)
Oxígeno disuelto (mg/l)
Turbidez (NTU)
<i>PARAMETROS QUÍMICOS</i>
pH (ud. pH)
Nitritos (mg/l)
Nitratos (mg/l)
Amonio (mg/l)
Fosfatos (mg/l)
Hidrocarburos Totales (mg/l)
Hidrocarburos Aromáticos
Aceites y grasas (mg/l)
MICROBIOLOGICOS*:
Coliformes fecales (UFC/100ml)
Coliformes totales (UFC/100ml)
<i>Escherichia coli</i> (UFC/100ml)
Enterococos intestinales (UFC/100ml)

\*Modificado en base al RD 1341/2007, de 11 de octubre, sobre la gestión de la calidad de las aguas de baño.

En los siguientes informes se tendrán en cuenta el RD 1341/2007, para el análisis de los parámetros microbiológicos.

Se realizarán muestreos semestrales, tanto en la fase de instalación (fase de obra) como de funcionamiento (fase de explotación).

## Análisis de agua simple tipo II (MEDIDAS FÍSICO-QUÍMICAS)

Se realizarán en los siguientes puntos: de A18 a A29, en toda la columna de agua para la turbidez, y en agua superficial y a 1 metro de profundidad según se indica a continuación:

<b>ANÁLISIS SIMPLE AGUA DE MAR TIPO II</b>	
Columna	Turbidez
Agua superficial	pH
	Temperatura
	Salinidad
	Metales pesados
	Hidrocarburos
Agua -1metro	pH
	Temperatura
	Salinidad
	Oxígeno
	Metales pesados
	Hidrocarburos

Se llevará a cabo semestralmente durante los primeros años y dependiendo de los resultados podrá disminuir su frecuencia hasta hacerlo anual.

### **\*Frecuencia de la toma de muestras:**

#### **-Fase de Obras:**

Análisis de agua completo (muestréos adicionales, DIA): mensual, salvo para las medidas de turbidez del agua marina que será semanal mientras duren los rellenos y/o dragados.

Análisis de agua simple tipo I (CARACTERÍSTICAS AMBIENTALES DEL MEDIO MARINO): Semestrales.

Análisis de agua simple tipo II (MEDIDAS FÍSICO-QUÍMICAS): Se llevará a cabo semestralmente durante los primeros años y dependiendo de los resultados podrá disminuir su frecuencia hasta hacerlo anual.

#### **-Fase Operativa:**

Análisis de agua completo (muestréos adicionales, DIA): mensualmente durante los dos años siguientes a la finalización de las obras.

Análisis de agua simple tipo I (CARACTERÍSTICAS AMBIENTALES DEL MEDIO MARINO): Semestrales.

Análisis de agua simple tipo II (MEDIDAS FÍSICO-QUÍMICAS)

Anual, si durante el último año de obra, dependiendo de los resultados, se disminuyó su frecuencia hasta hacerlo anual. De lo contrario, semestralmente durante los primeros años y dependiendo de los resultados podrá disminuir su frecuencia hasta hacerlo anual.

**\*Frecuencia de los informes:**

-**Fase de Obras:** trimestral, salvo para las medidas de turbidez del agua marina que será mensual mientras duren los rellenos y/o dragados. Además, al finalizar las obras se entregará un informe global que contengan todos los resultados y conclusiones de los diferentes informes parciales, como fecha límite tres meses tras la conclusión de las mismas.

-**Fase Operativa:** semestral durante los dos años siguientes a la realización de las obras. A partir del segundo hasta el sexto año, será anual. Asimismo, tres meses después del último informe parcial, se presentará informe final recogiendo en el mismo un resumen y conclusiones de todos los informes realizados.

A continuación se ha adjuntado un cuadro resumen de la PROPUESTA DE SEGUIMIENTO Y CONTROL DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA y un plano con la PROPUESTA DE SEGUIMIENTO Y CONTROL DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA y DE LOS SEDIMENTOS MARINOS.

## Insertar

Cuadro de calidad de aguas

[CUADRO RESUMEN INF PREVIO PVA SEG Y CONT agua.doc](#)

Plano con la PROPUESTA DE SEGUIMIENTO Y CONTROL DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA y DE LOS SEDIMENTOS MARINOS.

[PLANO PROP SEG AGUA Y SED PAG 61 y PAG 80\P-02- PROPUESTA SEGUIMIENTO CALIDAD AGUAS.dwg](#)

## **e.2) Estado de conservación de la calidad de los sedimentos marinos (puntos 4.1.f. y 4.2.f.2. del PVA).**

Al igual que para el caso anterior, antes del inicio de las obras, se ha llevado a cabo una campaña para determinar la situación de referencia ("situación 0") de la calidad de los sedimentos. Posteriormente, tanto en la fase de obra como en la de explotación del puerto, se realizarán las correspondientes campañas para el control de sedimentos.

La metodología analítica a seguir será, en la medida de lo posible, la misma tanto para la situación de referencia como para las siguientes campañas.

En esta situación de referencia o "situación cero", se han muestreado los puntos y parámetros, según establece el PVA de 2.005, a realizar durante la fase de obras y explotación, a fin de tener una situación de referencia completa.

Asimismo el PVA de 2.005, además de los mínimos exigidos en el PVA del E.I.A. y la DIA, propone una malla de puntos de muestreo y parámetros de medida adicionales y complementarios, así como una mayor frecuencia. Estos puntos, que también se han muestreado en la situación cero, son los comprendidos entre el A30 y el A42, ambos inclusive, (puntos alternativos del PVA) y los puntos A43, A44 y A45 (puntos complementarios del PVA) cuya finalidad es la de futuras modificaciones en las estaciones de seguimiento, (principalmente por posibles ajustes de los puntos de muestreo en coherencia con la configuración de la nueva planta del puerto tras la reducción de enero de 2.005).

Del mismo modo, el PVA de 2.005, señala que en función de los resultados obtenidos y la coherencia de los datos, se podrá prescindir de aquellos puntos de muestreos con mayor repetición de datos o, en caso necesario, incorporar nuevas estaciones de seguimiento.

Los resultados de las analíticas de sedimentos completo y simple del "Estado de conservación de la calidad de los sedimentos marinos" referentes a la Fase Previa o "Situación cero" se recogen en el documento "MUESTREO Y CARACTERIZACION DE AGUAS, SEDIMENTOS Y ORGANISMOS EN LA ZONA DE AFECCION DE LAS OBRAS EN EL PUERTO DE GRANADILLA (TENERIFE)" realizado por CIS, S.L., en 2.005. Como se cito anteriormente, este documento fue remitido a la DGCyEA, del Ministerio de Medio Ambiente, a fecha 20 de abril de 2007, nº de registro de salida de la APSCT 2013. (Ver anejo 4.e.1).

En noviembre de 2.007 se han realizado nuevos ensayos (8 en agua y 8 en sedimentos), que complementa al documento citado en el párrafo anterior, previamente al inicio de las obras. Así se ha redactado un nuevo documento "ESTUDIO COMPLEMENTARIO AL MUESTREO Y CARACTERIZACION DE AGUAS, SEDIMENTOS Y ORGANISMOS EN LA ZONA DE AFECCION DE LAS OBRAS EN EL PUERTO DE GRANADILLA (TENERIFE)" realizado por CIS, S.L., en noviembre de 2007", que se adjunta como anejo 4.e.1.2.

En este documento, además de recogerse los resultados de todos los puntos de muestreo señalados en el PVA para la fase previa, en su apartado 6, indica que "...en función de los resultados obtenidos en las analíticas se propone la realización de un ajuste del plan de seguimiento...". Por tanto, a la vista de los resultados, la amplia malla de puntos, la redundante distribución de los mismos y la reducción que ha sufrido el proyecto del puerto, pasando de una línea de atraque de aproximadamente 2 kilómetros a cerca de 1 km, se propone, ajustar la malla de puntos de muestreo de calidad de aguas y sedimentos, así como su periodicidad durante las fases de obras y explotación, a los exigidos en el PVA del E.I.A. y la DIA." En el apartado e.1.4., se recoge la nueva propuesta de control de calidad de aguas, para las fases de obras y explotación.

Por otro lado, el control de los puntos de dragado se realizó en los siguientes puntos: D065, D073, D075, D086, D087, D090, D092, D0112, D0113, D0118 y D0123 (indicando D puntos de dragado) tal y como recoge el programa de vigilancia ambiental. Estos fondos sedimentarios se muestrean con dragas capaces de identificar y cuantificar biocenosis cuyas poblaciones están integradas en el epi y endobentos. La metodología y los resultados de este control de puntos de dragado se recogen en el documento "ASISTENCIA TECNICA PARA LA REDACCION DEL ESTUDIO BIONOMICO LUGAR DE INTERES COMUNITARIO SEBADALES DEL SUR DE TENERIFE" noviembre 2004 CIS, S.L. remitido a la DGCEA, el 27 de mayo de 2.005. En este mismo apartado se resume la metodología de muestreo y de análisis (la misma que para el control calidad de biocenosis fondos sedimentarios del apartado e.4 de este informe), así como los resultados y las conclusiones.

La instalación de las trampas de sedimentos se ha realizado en la tercera semana de octubre de 2007 por la empresa PROMAR 2007. El contenido de estas trampas será recogido durante el primer mantenimiento y limpieza de sensores de la boya (tal y como señala el PVA), y los primeros resultados serán reflejados en posteriores informes. La documentación referente al fondeo de las trampas (Instalación de trampas de sedimentos previa al inicio de las obras incluidas en el proyecto del Puerto de Granadilla, PROMAR

2007, octubre de 2007) se adjunta en el anejo 4.e.2.

La localización de las trampas de fondo para sedimentos es la señalada en el PVA.

A continuación se resume la metodología de muestreo y de análisis, así como el tratamiento posterior de los datos utilizados para la campaña de referencia, que se tendrán en cuenta para las campañas a realizar durante la fase de obras y fase de explotación, así como un resumen de los resultados y conclusiones.

La situación de los puntos de muestreo es la reflejada en el plano adjunto en el apartado e.1 del presente informe (plano 5.1 del PVA).

## 1.- METODOLOGÍA

### 1.1.- RESUMEN DE METODOLOGÍA ANALÍTICA PARA EL "ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA CALIDAD DE LOS SEDIMENTOS MARINOS"

En este apartado se muestran, de forma resumida, todas las metodologías analíticas utilizadas para la caracterización de las muestras de los sedimentos. En caso de que el método analítico corresponda con un método normalizado, también se incluye su referencia.

#### **Análisis granulométricos (con hexametafosfato)**

Los análisis se llevan a cabo sobre las muestras secas. Para ello las muestras una vez recibidas en el laboratorio se secan a 60°C.

Inicialmente se pasa por el tamiz de 2mm de luz de malla y se recoge lo que queda retenido y se pesa. La porción mayor de 2mm se lava con agua y se vuelve a secar. Una vez seco se pasa por los diferentes tamices superiores a 2mm.

Lo que pasa el tamiz se pone en contacto con aprox 100 ml de una disolución de hexametafosfato sódico durante 24 horas. Luego se lava en un tamiz de 0,063 mm con agua hasta que no pasan más finos. Lo que queda retenido se seca de nuevo en estufa a unos 100°C y se procede a pasarlo por la columna de tamices superiores a 0,063 mm.

Se anota el peso retenido en cada uno de los tamices.

Los resultados se ajustan a 100g y se evalúan las curvas granulométricas.

#### **% Materia orgánica por oxidación con dicromato potásico**

Sobre la fracción seca del sedimento de diámetro inferior a 2 mm se determina el contenido en materia orgánica mediante oxidación con dicromato potásico en medio ácido. Método propuesto por Gaudette (1974).

#### **Parámetros microbiológicos (Coliformes totales, Coliformes fecales, Streptococos fecales)**

Los análisis bacteriológicos se realizan sobre las arenas sin secar, y los resultados se expresan referidos a la base húmeda.

En una primera fase se pasan los microorganismos presentes en las arenas a medio acuoso. Esto se consigue por agitación suave durante una hora. Posteriormente se deja decantar durante unos minutos.

Los análisis se realizan mediante filtración a través de membrana estéril de un volumen conocido del sobrenadante e incubación sobre medio selectivo en estufa de cultivo.

### **Nutrientes (Nitritos, Nitratos y Fosfatos)**

Se hace una extracción de los nutrientes con una disolución acuosa y posteriormente se procede a la determinación de los nutrientes con los procedimientos referidos en el apartado e.1. Finalmente los resultados se expresan en mg/kg de sedimento seco.

### **Metales pesados**

Se lleva a cabo una extracción de los metales pesados presentes en los sedimentos sobre la fracción inferior a 63  $\mu\text{m}$  con una disolución de ácido nítrico concentrado, agitando las muestras durante 12 horas a temperatura ambiente.

Los metales se determinan en los extractos mediante la técnica de absorción atómica y Voltamperometría de Redisolución Anódica (ASV).

### **Hidrocarburos totales**

La determinación de hidrocarburos se lleva a cabo tras extracción de la muestra con un disolvente orgánico ( $\text{CCl}_4$ ), mediante espectrofotometría infrarroja (FTIR).

EPA 418.1

### **PCB's**

Se extraen los PCB's de la porción seca de sedimento inferior a 63  $\mu\text{m}$  con una disolución hexano-acetona 1:1. El extracto se concentra y se determina la suma de los 7 congéneres de PCB's ( $n^\circ$  IUPAC 28, 52, 101, 118, 138, 153 y 180) mediante cromatografía de gases con detector de captura de electrones.

### **Compuestos orgánicos organofluorados y organofosforados**

Extracción de los compuestos orgánicos mediante extractores soxhlet. Posteriormente se purifica y concentra el extracto.

La determinación se realiza por cromatografía de gases.

### **TBT's**

Se extraen los TBT's de la porción seca de sedimento inferior a 63  $\mu\text{m}$  con una disolución hexano-acetona 1:1. El extracto se concentra y purifica y se determinan los TBT's mediante cromatografía de gases con detector masas (GC-MS).

1.2.- RESUMEN DE METODOLOGÍA PARA EL "CONTROL DE LOS PUNTOS DE DRAGADO"  
(coincidente con la del CONTROL CALIDAD DE BIOCENOSIS FONDOS SEDIMENTARIOS,  
apartado e.4. de este informe)

Los fondos sedimentarios se muestrean con dragas capaces de identificar y cuantificar biocenosis cuyas poblaciones están integradas en el epi y endobentos.

En este estudio las muestras de sedimento se deben recolectar con una draga de tipo "Can-Foster" de, al menos, 18 litros de capacidad para cada una de las estaciones seleccionadas, en cada una de ellas se realizarán tres réplicas. Posteriormente, las muestras se procesarán en fresco, separando de "visu" todo el componente macrofaunal y, a continuación, se procederá a realizar hasta tres lavados utilizando un tamiz de 500 micras de luz de malla, que corresponde al límite entre la fracción macrofaunal y meiofaunal objetivo del seguimiento.

De cada muestra de sedimento se separaron 100 gr para el análisis granulométrico.

Una vez separados los diferentes grupos taxonómicos, se procederá a la identificación y cuantificación de todos los ejemplares para cada muestra, bajo microscopios estereográficos y microscopios ópticos dotados de objetivos de inmersión y contraste interferencial de Nomarski.

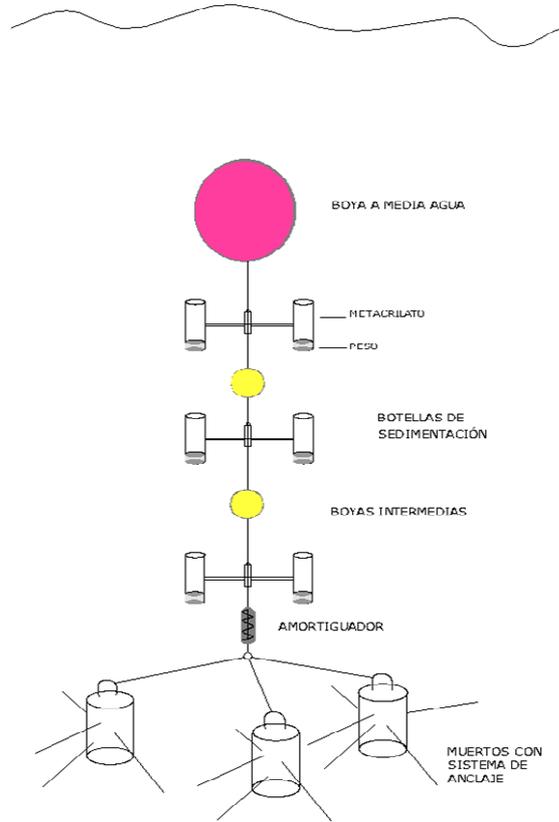
Si fuese preciso para facilitar la labor de determinación de las especies, se realizarán preparaciones microscópicas de aquellos ejemplares que lo necesiten, los de menor tamaño se tratarán en gel de glicerina "in toto". Con los ejemplares de mayor tamaño se procederá a preparar aquellas partes de relevancia taxonómica.

Todo el material, convenientemente fijado y etiquetado se almacenará en botes de plástico con etanol desnaturalizado al 70%, para ser almacenado y custodiado por el consultor al menos hasta que la dirección técnica del seguimiento así lo determine.

Cada punto de muestreo se debe de acompañar de datos de posicionamiento (**GPSD**), profundidad y observaciones de interés que se recojan en las fichas de campo.

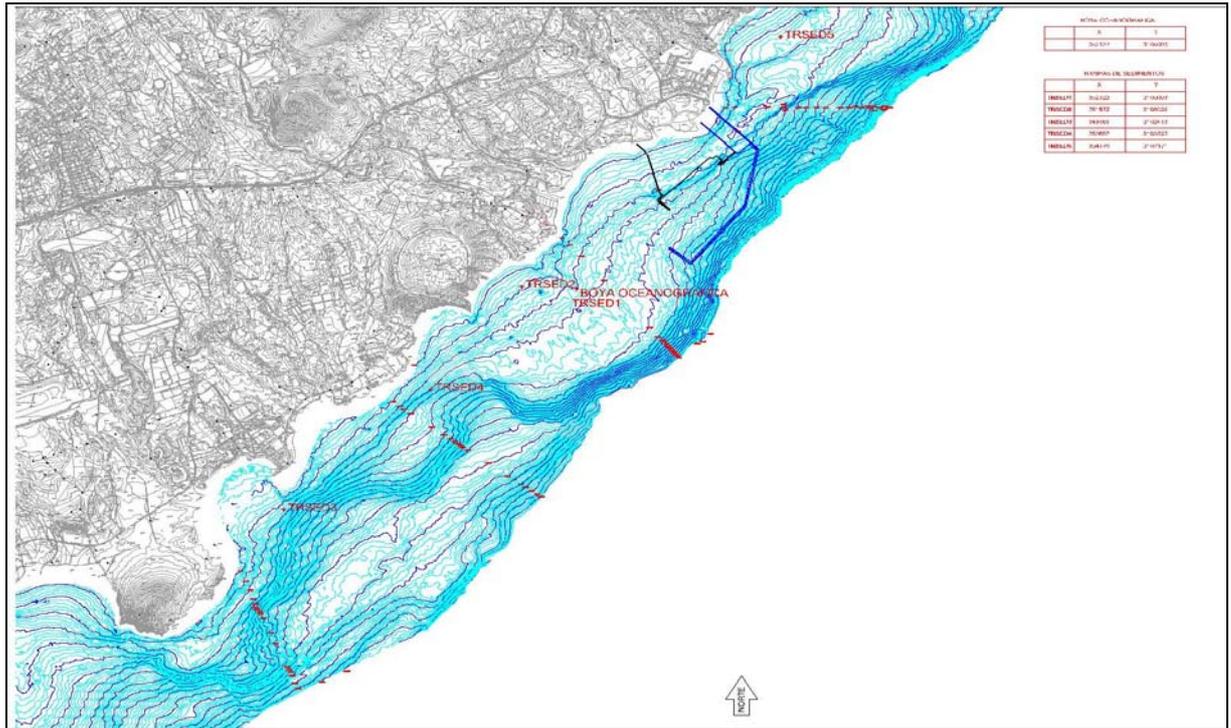
### 1.3.- RESUMEN DE METODOLOGÍA DEL FONDEO DE LAS TRAMPAS DE SEDIMENTOS.

Para medir la sedimentación cuantitativamente en la zona del futuro Puerto de Granadilla, en la TRSED1 (coincidente con el tren de fondeo de la boya oceanográfica), se situaron 6 trampas de sedimentos ubicadas por parejas a -3 m. de la superficie, a 3 m del fondo y en la mitad entre ambos puntos, en un fondo de 18 metros de profundidad, según se muestra en la figura:



Además se instalan cinco trampas de fondo para sedimentos fondeadas en los siguientes puntos:

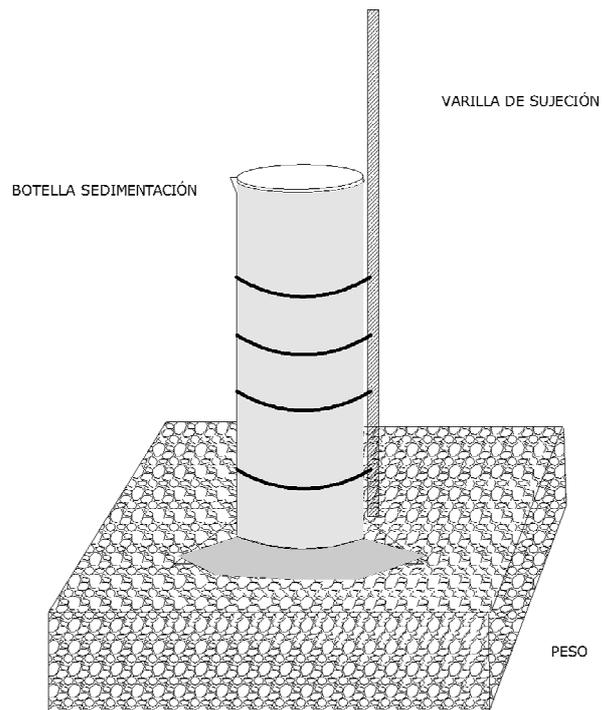
TRAMPAS SEDIMENTOS			PROFUNDIDAD
<b>TRSED1</b>	352122	3105003	18 M
<b>TRSED2</b>	351572	3105032	11 M
<b>TRSED3</b>	349181	3102413	13 M
<b>TRSED4</b>	350657	3103823	24 M
<b>TRSED5</b>	354170	3107971	13 M



**Plano 1: Situación de las trampas de sedimento y la boya oceanográfica.**

Inicialmente, en el PVA, se preveía la instalación de 5 trampas de sedimento de las descritas anteriormente, en los puntos denominados TRSED1 a TRSED5. Debido a las condiciones de mar abierto de los puntos seleccionados, se ha visto la necesidad de sustituir este tipo de trampas de sedimento, por las que se han instalado finalmente, que son básicamente trampas de sedimento fondeadas sobre el lecho marino mediante un muerto consistente en una botella de plástico, de mayor resistencia que las propuestas inicialmente.

Estas trampas se instalan mediante buzos profesionales con escafandra autónoma, con un sistema de fondeo que presenta un peso al fondo, con una sujeción mediante bridas a una varilla de hierro que mantiene en posición vertical la botella de sedimentación y esta con una base de sujeción al peso (ver fotos en el anejo 4.e.2.).



## 2.- RESULTADOS DE SEDIMENTOS

### 2.1.- ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA CALIDAD DE LOS SEDIMENTOS MARINOS (2005)

#### 1.- Muestras de sedimentos. Simples.

<b>Muestras</b>	<b>%M.O.</b>	<b>Zn (mg/kg)</b>	<b>Cd (mg/kg)</b>	<b>Pb (mg/kg)</b>	<b>Cu (mg/kg)</b>	<b>Ni (mg/kg)</b>	<b>Cr (mg/kg)</b>	<b>Hg (µg/kg)</b>
A-15	0,21	21,9	<0,01	5,19	5,61	71,3	3,96	75,0
A-20	0,85	17,9	0,19	4,42	6,10	10,7	2,84	212,0
A-21	0,05	34,4	<0,01	4,37	4,33	67,0	4,95	157,6
A-23	0,71	34,4	<0,01	6,96	4,99	67,1	4,61	57,8
A-26	0,05	40,4	<0,01	5,80	5,51	65,0	4,11	27,6
A-27	0,16	32,6	<0,01	3,91	3,16	54,1	3,16	39,4
A-29	0,05	36,4	<0,01	4,16	4,11	50,7	2,18	41,0
A-30	0,10	28,2	<0,01	5,01	2,29	36,9	3,85	38,7
A-32	0,26	40,4	<0,01	4,19	4,81	51,1	4,11	63,3
A-33	0,09	29,2	<0,01	4,20	10,0	55,4	2,85	59,8
A-36	1,04	35,7	<0,01	0,30	1,79	4,40	1,80	55,2
A-40	0,16	29,1	<0,01	3,16	3,11	41,3	2,27	41,9
A-42	0,33	16,4	<0,01	6,20	2,87	12,3	2,42	113,7
A-43	0,19	19,9	<0,01	3,95	6,43	86,2	5,40	67,2
A-45	0,90	14,2	<0,01	1,67	3,11	9,45	2,40	110,6

< x: no detectado

#### 2.- Muestras de sedimentos. Completos.

<b>Parámetro</b>	<b>Unid.</b>	<b>A05</b>	<b>A06</b>	<b>A08</b>	<b>A17</b>	<b>A19</b>	<b>A22</b>	<b>A25</b>	<b>A28</b>	<b>A31</b>	<b>A34</b>	<b>A35</b>	<b>A41</b>	<b>A44</b>
C.totales	UFC/g	6	1	10	6	5	6	13	1	0	4	1	3	3
C.fecales	UFC/g	0	0	2	1	1	1	2	1	1	1	1	2	1
S. fecales	UFC/g	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
% M.O.	%	0,10	1,13	0,71	1,32	0,42	0,19	0,57	0,16	0,21	0,52	0,75	1,08	0,05
Fósforo	mg/kg	0,63	0,36	0,51	0,37	0,38	0,86	0,49	0,26	0,23	0,35	0,27	0,28	0,45
NTK	mg/kg	<1,0	1,3	1,5	1,2	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	1,1	1,1	<1,0	<1,0
Nitritos	mg/kg	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Nitratos	mg/kg	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
HC tot	mg/kg	6,8	3,6	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	10,1	<0,1	<0,1	<0,1
TBT's	µg/kg	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Zinc	mg/kg	16,5	20,5	21,9	58,9	21,3	33,4	45,3	31,6	40,4	30,9	16,5	15,7	29,0
Cadmio	mg/kg	<0,01	<0,01	0,11	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,20	<0,01
Plomo	mg/kg	4,10	6,80	3,92	3,58	4,17	5,20	6,00	4,11	3,16	5,01	1,26	3,65	7,13
Cobre	mg/kg	3,16	2,08	4,71	2,48	6,24	5,26	11,3	9,14	8,17	19,8	1,88	3,45	<0,01
Niquel	mg/kg	9,00	11,5	8,92	2,45	11,6	57,6	58,8	12,5	23,9	64,5	7,48	9,85	24,1
Cromo	mg/kg	1,54	2,71	2,55	1,25	3,19	3,66	4,62	3,12	4,01	4,34	2,07	2,39	2,86
Mercurio	µg/kg	25,1	82,0	69,9	61,7	76,9	40,6	20,0	19,8	31,4	66,1	87,9	47,8	84,5
Organofosforados	µg/kg	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Organofluorados	µg/kg	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01

< x: no detectado

Los resultados están referidos a la base seca.

### 3.- Resumen de análisis granulométricos

En la siguiente tabla se presenta un resumen con los datos granulométricos más representativos. En ella aparece la Moda, D50 (diámetro medio de las partículas) expresado en mm, % de finos y % de cascajo.

Muestra	UTM X	UTM Y	Moda	D50	% Finos	% Cascajo
A05	353859	3106695	Arenas Medias	0,467	0,26	8,86
A06	353444	3106144	Arenas Finas	0,244	9,48	47,15
A08	353055	3105704	Arenas Medias	0,298	5,05	53,11
A15	351765	3104815	Arenas Gruesas	0,527	0,18	39,84
A17	352862	3104682	Arenas Medias	0,381	10,69	58,68
A19	352283	3105003	Arenas Medias	0,363	6,08	55,86
A20	352875	3104356	Arenas Medias	0,389	11,03	74,17
A21	349846	3103251	Arenas Finas	0,158	3,34	1,12
A22	350001	3103083	Arenas Finas	0,193	4,44	7,16
A23	350128	3102945	Arenas Finas	0,17	3,54	31,05
A25	349043	3101942	Arenas Finas	0,163	5,52	24,07
A26	349150	3101889	Arenas Finas	0,157	4,67	8,05
A27	354098	3108043	Arenas Medias	0,362	0,15	2,02
A28	354536	3107606	Arenas Medias	0,42	0,15	2,36
A29	354796	3107344	Arenas Medias	0,281	0,95	15,51
A30	353795	3107414	Arenas Medias	0,385	0,12	2,11
A31	354146	3107107	Arenas Medias	0,388	0,12	2,49
A32	354281	3106971	Arenas Medias	0,374	0,54	42,39
A33	352214	3105955	Arenas Finas	0,152	3,57	1,05
A34	352535	3105649	Arenas Finas	0,157	2,07	8,78
A35	352806	3105382	Arenas Medias	0,318	7,94	45,53
A36	353100	3105100	Arenas Medias	0,346	6,63	52,08
A40	354179	3106431	Arenas Medias	0,303	0,55	26,83
A41	354069	3105866	Arenas Medias	0,27	11,97	52,5
A42	353689	3105399	Arenas Finas	0,194	8,85	25,99
A43	346695	3101335	Arenas Finas	0,162	4,03	0,61
A44	346696	3101008	Arenas Finas	0,161	3,58	1,08
A45	346698	3099979	Arenas Medias	0,35	9,95	63,69

## 2.2.- ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA CALIDAD DE LOS SEDIMENTOS MARINOS (2007)

<b>Parámetro</b>	<b>Uds.</b>	<b>A18</b>	<b>A20</b>	<b>A21</b>	<b>A23</b>	<b>A24</b>	<b>A26</b>	<b>A27</b>	<b>A29</b>
Zinc	mg/kg	28,4				31,7			
Cadmio	mg/kg	0,31				0,42			
Plomo	mg/kg	3,6				5,0			
Cobre	mg/kg	2,7				3,5			
Níquel	mg/kg	31,4				24,0			
Cromo	mg/kg	26,6				4,9			
Mercurio	mg/kg	0,04				0,09			
HCtot	µg/l	6,97	3,93	5,32	2,72	1,35	4,41	4,63	1,71
TBT	mg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01

Los resultados están referidos a la base seca.

HCtot: Hidrocarburos totales

TBT: Tributyl estaño (compuesto organoestannoso)

< x: no detectado

 Ensayos realizados en la campaña de 2.005.

## 2.3.- CONTROL DE PUNTOS DE DRAGADO

De los resultados bionómicos cabe destacar:

- Se han llegado a cuantificar 22.850 ejemplares de 297 especies distintas que pertenecen a 19 grupos taxonómicos.
- En la totalidad de las muestras estudiadas ha existido una dominancia del taxón poliquetos (anélidos) que constituyeron el 50,65 % de la fauna recolectada, el segundo grupo más importante por su abundancia fueron los anfípodos (crustáceos) con un 30,01%. Por tanto, sólo poliquetos y anfípodos explicaron el 80,66% de la abundancia total en número de ejemplares de las comunidades estudiadas. Otros taxones con representación significativa fueron los tanaidáceos con el 6,34% y los crustáceos decápodos con el 4,28 %. Otros taxones minoritarios correspondieron a grupos representados por fauna intersticial, es el caso de los nematodos, picnogónidos y leptostráceos, moluscos escafópodos y cefalocordados.
- La diversidad media de todos los dragados recolectados fue de 2,04. En cuanto a la riqueza, el valor medio fue de 17,10 especies. Las especies dominantes fueron el anfípodo *Photis reinhardi* con el 17% de dominancia, los poliquetos *Bispira viola* y *Aponuphis bilineata* con el 10 %, el tanaidáceo *Apseudes talpa* y el poliqueto *Chone arenicola* con valores próximos al 5%.

### 3.- CONCLUSIONES

#### 3.1. "MUESTREO Y CARACTERIZACION DE AGUAS, SEDIMENTOS Y ORGANISMOS EN LA ZONA DE AFECCION DE LAS OBRAS EN EL PUERTO DE GRANADILLA (TENERIFE)" (CIS, S.L., 2005)

En lo referente a sedimentos, para utilizar unos criterios de comparación para evaluar el grado de contaminación existente, se pueden utilizar los criterios fijados en las Recomendaciones para la Gestión de los Materiales de Dragado en los Puertos Españoles (CEDEX, 1994). Estos "Niveles de acción transitorios" propuestos por el CEDEX son:

<b>Agente</b>	<b>N.A. 1</b>	<b>N.A. 2</b>
MERCURIO	0,6	3,0
CADMIO	1,0	5,0
PLOMO	120	600
COBRE	100	400
ZINC	500	3.000
CROMO	200	1.000
NIQUEL	100	400
Σ7PCB's	0,03	0,1

N.A: nivel de Acción

Concentraciones expresadas en ppm = mg/kg peso seco.

Estas concentraciones se entienden referidas a la fracción fina del sedimento ( $\emptyset$  inferior a 63  $\mu$ m).

Utilizando dichos criterios, las conclusiones a las que se llegan son que son unos sedimentos no contaminados, con bajos contenidos en metales pesados, práctica ausencia de contaminación microbiológica, niveles muy bajos de materia orgánica (casi siempre inferiores al 1%) y ausencia de contaminantes orgánicos, salvo en 3 estaciones en las que aparece un nivel bajo de hidrocarburos.

#### 3.2 "ESTUDIO COMPLEMENTARIO AL MUESTREO Y CARACTERIZACION DE AGUAS, SEDIMENTOS Y ORGANISMOS EN LA ZONA DE AFECCION DE LAS OBRAS EN EL PUERTO DE GRANADILLA (TENERIFE)" (CIS, S.L., 2007).

Además de coincidir con las de la campaña de 2.005, se concluye que de los resultados obtenidos en ambas asistencias técnicas, y a la vista de la propuesta de "programa de vigilancia ambiental", se considera que las exigencias marcadas no responden a unos criterios objetivos de afección al medio derivadas de la obra que se va a llevar a cabo.

En el programa de vigilancia ambiental incluye todos los parámetros analizados en los estudios previos y se propone una periodicidad mensual.

En base a los resultados obtenidos se estima que las obras no afectan a todos esos parámetros analizados por igual, un ejemplo serian los nutrientes y pesticidas.

La caracterización del gran número de metales pesados en las aguas (12) que se propone tampoco tiene argumentación técnica por dos motivos, primero porque las obras no van a generar aportes de todos los metales pesados. Y segundo, porque el medio marino, al presentar un pH básico (en torno a 8,3-8,4) induce a la precipitación de los metales disueltos, que pasan rápidamente a formar parte del sedimento, con lo cual la afección producida en el medio acuoso por un posible vertido, sería en un ámbito muy reducido y por un tiempo limitado.

Acorde con estos y otros criterios técnicos y en función de los resultados obtenidos en las analíticas se propone la realización de un ajuste del plan de seguimiento.

### 3.3.- CONCLUSIONES DEL CONTROL DE LOS PUNTOS DE DRAGADO

La granulometría del sedimento se muestra como un factor importante que influye directamente en la densidad o abundancia de las poblaciones infaunales. A mayor tamaño de grano mayor suele ser la diversidad específica.

#### 4.- NUEVA PROPUESTA DE SEGUIMIENTO Y CONTROL DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA CALIDAD DE LOS SEDIMENTOS MARINOS

En virtud de las conclusiones del apartado anterior, se adjunta nueva propuesta de seguimiento en la calidad de los sedimentos, durante la fase de obra y explotación.

##### Análisis de sedimentos tipo I (CARACTERÍSTICAS AMBIENTALES DEL MEDIO MARINO)

Se realizará en los siguientes puntos A5, A6, A8 y A17, midiendo:

<b><u>Análisis de sedimentos tipo I</u> (CARACTERÍSTICAS AMBIENTALES DEL MEDIO MARINO)</b>
- Granulometría
- Materia orgánica
- Metales pesados

Semestrales (fase de obra y explotación).

##### Análisis de sedimentos tipo II (MEDIDAS FÍSICO-QUÍMICAS)

Se realizarán en los puntos comprendidos entre A18 y el A29 ambos inclusive, midiendo:

<b><u>Análisis de sedimentos tipo II</u> (MEDIDAS FÍSICO-QUÍMICAS)</b>
- Metales pesados
- Hidrocarburos
- Compuestos organoestannosos

Semestralmente durante los primeros años y dependiendo de los resultados podrá disminuir su frecuencia hasta hacerlo anual.

Los puntos A18 y A24, representados en el PVA, se comprobó *in situ* que estaban situados sobre fondo rocoso, por lo que se situó cada uno de ellos manteniendo la batimétrica (para

ambos a -10 metros) hacia el norte en un fondo arenoso, para poder tomar las muestras necesarias. Las nuevas coordenadas serán:

Para el A18, que pasará a ser el S18 (sedimento), con coordenadas X: 352049 Y: 3105557

Para el A24, que pasará a ser el S24, con coordenadas X: 348878 Y: 3102138.

#### Puntos de dragado

Este control se realizará en los siguientes puntos: D065, D073, D075, D086, D087, D090, D092, D0112, D0113, D0118 y D0123, indicando D puntos de dragado.

La distribución del esfuerzo de muestreo puede verse en la siguiente tabla, además de en el plano anexo.

<b>DRAGA</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>
<b>D065</b>	350685	3103643
<b>D073</b>	351201	3104446
<b>D075</b>	351464	3104629
<b>D086</b>	352429	3105053
<b>D087</b>	352765	3104856
<b>D090</b>	352100	3105416
<b>D092</b>	352778	3105591
<b>D112</b>	354113	3107224
<b>D113</b>	353859	3107262
<b>D118</b>	353679	3107828
<b>D123</b>	354904	3107609

#### **\*Frecuencia de la toma de muestras:**

##### **-Fase de Obras:**

Análisis de sedimentos tipo I: Semestrales.

Análisis de sedimentos tipo II: Semestralmente durante los primeros años y dependiendo de los resultados podrá disminuir su frecuencia hasta hacerlo anual.

Puntos de dragado: 2º mes inicio aportes materiales al medio marino. Trimestral el 1º año y semestrales resto fase de obra.

##### **-Fase Operativa:**

Análisis de sedimentos tipo I: Semestrales.

Análisis de sedimentos tipo II: Anual, si durante la fase de obra dependiendo de los resultados se disminuyó su frecuencia hasta hacerlo anual. De lo contrario,

semestralmente durante los primeros años y dependiendo de los resultados podrá disminuir su frecuencia hasta hacerlo anual.

Puntos de dragado: anual 6 primeros años fase operativa.

**\*Frecuencia de los informes:**

**-Fase de Obras:** semestral. Además, al finalizar las obras se entregará un informe global que contengan todos los resultados y conclusiones de los diferentes informes parciales, como fecha límite tres meses tras la conclusión de las mismas.

Para los puntos de dragado, será trimestral el 1º año y semestrales resto fase de obra.

**-Fase Operativa:** semestral durante los dos años siguientes a la realización de las obras. A partir del segundo hasta el sexto año, será anual. Asimismo, tres meses después del último informe parcial, se presentará informe final recogiendo en el mismo un resumen y conclusiones de todos los informes realizados.

Para los puntos de dragado, será anual 6 primeros años fase operativa.

A continuación se ha adjuntado un cuadro resumen de la PROPUESTA DE SEGUIMIENTO Y CONTROL DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA CALIDAD DE LOS SEDIMENTOS MARINOS y el Plano con la PROPUESTA DE SEGUIMIENTO Y CONTROL DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA y DE LOS SEDIMENTOS MARINOS.

**Insertar**

Cuadro de calidad de sedimentos

[CUADRO RESUMEN INF PREVIO PVA SEG Y CONT sedimento.doc](#)

El Plano con la PROPUESTA DE SEGUIMIENTO Y CONTROL DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA y DE LOS SEDIMENTOS MARINOS.

[PLANO PROP SEG AGUA Y SED PAG 61 y PAG 80\P-02- PROPUESTA SEGUIMIENTO CALIDAD AGUAS.dwg](#)

### **e.3) Estado de conservación de la calidad de los organismos marinos (punto 4.2.f.3. del PVA):**

Al igual que para los casos anteriores, antes del inicio de las obras, se ha llevado a cabo una campaña para determinar la situación de referencia ("situación 0") de la calidad de los organismos marinos. Posteriormente, tanto en la fase de obra como en la de explotación del puerto, se realizarán las correspondientes campañas para el control de los mismos.

Tal y como recoge el P.V.A., en función de los resultados obtenidos y la coherencia de los datos, se podría prescindir de aquellos puntos de muestreos con mayor repetición de datos o, en caso necesario, incorporar nuevas estaciones de seguimiento.

Los resultados de la campaña del "Estado de conservación de la calidad de los organismos marinos" referentes a la Fase Previa o "Situación cero" se recogen en el documento "MUESTREO Y CARACTERIZACION DE AGUAS, SEDIMENTOS Y ORGANISMOS EN LA ZONA DE AFEECION DE LAS OBRAS EN EL PUERTO DE GRANADILLA (TENERIFE)" realizado por CIS, S.L., en 2.005. Este documento fue remitido a la DGCyEA, del Ministerio de Medio Ambiente, a fecha 20 de abril de 2007, nº de registro de salida de la APSCT 2013 (anejo 4.e.1.).

El P.V.A. señala que por su abundancia y facilidad de muestreo se recomienda el uso de especies seleccionadas de erizos y lapas. La selección de cada especie dependerá de la existencia de individuos de unas u otras en la zona de muestreo. Este aspecto variará en función de los resultados de la "campaña 0", por lo que será un elemento a considerar al plantear las campañas durante las fases de obra y explotación.

Para la realización de la campaña de "situación cero" o "campaña cero", se ha utilizado la especie de erizo *Paracentrotus lividus*, por lo que para las siguientes campañas durante la fase de obra y explotación debe tenerse en cuenta este aspecto, considerando además el grado de abundancia de esta especie para hacer los muestreos.

Los puntos de muestreo, tal y como especifica el PVA del EIA es un punto próximo a cada transecto.

A continuación se resume la metodología de muestreo y el tratamiento posterior de los datos utilizados para la campaña de referencia, que se tendrá en cuenta para las campañas a realizar durante la fase de obras y fase de explotación, así como un resumen de los resultados y conclusiones.

## 1.- METODOLOGÍA

En este apartado se muestran, de forma resumida, todas las metodologías analíticas utilizadas para la caracterización de las muestras de organismos. En caso de que el método analítico corresponda con un método normalizado, también se incluye su referencia.

### **Metales pesados**

Los metales se extraen en una disolución ácida (ácido nítrico) en microondas con bombas de teflón. El extracto se purifica con cartuchos c-18 y se determina el contenido en metales pesados por espectrometría de absorción atómica.

### **Hidrocarburos**

Inicialmente se tratan las partes blandas de los organismos (*Paracentrotus lividus*) mediante una saponificación con sosa etanólica. Posteriormente se realiza una extracción con disolvente orgánico.

El extracto se concentra y purifica.

La determinación de hidrocarburos se lleva a cabo por cromatografía de gases con detector de llama.

## 2.- RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Análisis en organismos (*Paracentrotus lividus*)

<b>Parámetro</b>	<b>Uds.</b>	<b>A18</b>	<b>A21</b>	<b>A24</b>	<b>A27</b>	<b>A30</b>	<b>A33</b>	<b>A43</b>
Hctot	mg/kg	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Mercurio	µg/kg	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
Cadmio	µg/kg	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
Zinc	µg/kg	9,6	7,5	8,3	12,1	6,9	8,8	10,0
Níquel	µg/kg	2,61	2,98	3,78	12,03	9,54	4,90	7,32
Cromo	µg/kg	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Cobre	µg/kg	2,10	3,11	1,61	3,08	2,99	4,02	2,27
Plomo	µg/kg	0,21	0,15	0,19	0,27	0,33	0,16	0,16

< x: no detectado

No se diferencia entre los hidrocarburos alifáticos y aromáticos porque no aparece ninguno de ellos debidos a acumulación en los organismos.

Los metales están referidos a peso húmedo.

Estos resultados serán tomados como referencia para posteriores informes.

#### **e.4) Estado de conservación de los ecosistemas marinos: Estudio bionómico del LIC "Sebadales del Sur de Tenerife" (puntos 4.1.g. y 4.2.f.4. y 4.2.f.5. del PVA):**

Antes del inicio de las obras, se realizó una evaluación global de la calidad ambiental del LIC ES7020116 «Sebadales del Sur de Tenerife» (documento "ASISTENCIA TECNICA PARA LA REDACCION DEL ESTUDIO BIONOMICO LUGAR DE INTERES COMUNITARIO SEBADALES DEL SUR DE TENERIFE" noviembre 2004 CIS, S.L., remitido a la DGCyEA, el 27 de mayo de 2.005, anejo 4. a.2.) que será tomada como situación de referencia, no sólo del **estado preoperacional de la conservación de los sebadales**, si no también del **estado de conservación** del resto **de las comunidades marinas** de la zona del estudio. Posteriormente, tanto en la fase de obra como en la de explotación del puerto, se realizarán las correspondientes campañas para el control de la calidad de la biocenosis marina, el cual incluye también el estado de conservación de los sebadales.

Tanto la metodología a seguir como la distribución espacial de los muestreos, además de los parámetros de medida serán los mismos tanto para la situación de referencia, como para las siguientes campañas, aunque si bien es cierto que los puntos de muestreo serán en un número inferior a los utilizados en la situación de referencia. Asimismo, en función de los resultados obtenidos y la coherencia de los datos, podrá prescindirse de aquellos puntos o parámetros de muestreo con mayor repetición de datos, o, en caso de considerarse necesario, incorporar nuevas estaciones de seguimiento (etapa de redefinición).

Inicialmente, la situación de referencia de las comunidades marinas de la zona de afección de las obras es la recogida en el apartado 3.3.10. del E.I.A. (Recursos bióticos marinos (Flora, vegetación y fauna marinas) del año 1.999. Debido al tiempo transcurrido (8 años), se ha decidido realizar una nueva campaña para establecer la situación de referencia de estas comunidades marinas, antes del inicio de las obras, cuyos resultados se resumen en el punto e.4.2.2. de este apartado. La metodología se señala en el punto e.4.1.1. Asimismo en el anejo 4.e.4.2., se adjunta el documento "SITUACIÓN DE REFERENCIA DEL ESTADO DE LAS COMUNIDADES MARINAS DE LA ZONA DE AFECCIÓN DE LAS OBRAS DEL PUERTO DE GRANADILLA", realizado por CIS, S.L. en noviembre de 2007.

A continuación se resume la metodología de muestreo y el tratamiento posterior de los datos utilizados para la campaña de referencia, que se tendrán en cuenta para las campañas a realizar durante la fase de obras y fase de explotación, así como un resumen de los resultados y conclusiones.

## 1.- METODOLOGÍA

### 1.1.- CONTROL CALIDAD DE BIOCENOSIS EN FONDOS SEDIMENTARIOS

Es la metodología señalada en el apartado e.2.1.B., coincidente con la del control de los puntos de dragado.

### 1.2.- CONTROL CALIDAD DE BIOCENOSIS EN FONDOS DE SUSTRATO DURO

La extracción de muestras se realiza a mano con rasquetas por buceadores con escafandra autónoma. Los muestreos se efectúan en la banda de algas fotófilas del submareal somero, pues a mayor profundidad el sustrato rocoso está dominado por el "blanquizal". En cada una de las estaciones de muestreo señaladas en el PVA se realizan 3 raspados de algas, en una superficie de 25 x 25 cm, recogiendo cada muestra en bolsas herméticas. Una vez extraídas las algas y caracterizada la facies algal, se procede a la separación de la fauna en los diferentes grupos taxonómicos. Para lo cual cada muestra se extiende en cubetas de fondo ancho, separando el componente faunístico de forma similar al protocolo seguido para las muestras de sedimento.

### 1.3.- PRADERAS DE FANERÓGAMAS MARINAS. SEBADALES

Transectos de vídeo submarino

Debido a la extensión del área a controlar con presencia de praderas de la fanerógama *C. nodosa*, se opta por realizar una serie de transectos de vídeo en formato digital. Con el objetivo de cuantificar las diferentes coberturas de estos "sebadales" a lo largo del periodo de seguimiento. Se realizará el seguimiento de un total de 12 transectos de vídeo mediante el arrastre georreferenciado de una cámara.

Sobre los transectos realizados se efectuarán descensos verticales de la cámara de vídeo, en la que se adaptará una cuadrícula de 25 x 25 cm, para estimar de forma semicuantitativamente la cobertura, siguiendo una escala de 1 al 3 (1 = baja, 2 = media, 3 = alta). Los transectos, en total 16, deberán coincidir lo más posible con los estipulados y mantenerlos durante todo el seguimiento.

Se efectuarán 4 transectos con buceadores dotados de escafandra autónoma, con el objetivo de evaluar los parámetros escogidos como descriptores de la comunidad. En cada transecto se realizarán 4 muestreos: uno en el inicio del sebadal, dos en la zona central y el último, el más profundo, en su límite inferior. Los muestreos se realizarán con la ayuda

de una cuadrícula de 25 x 25 cm. Los parámetros estimados serán los mismos que para la situación de referencia:

**Densidad:** número de pies (plantas) contenidos en la cuadrícula de 25 x 25 cm.

**Cobertura:** porcentaje de ocupación de sustrato de las manchas de pradera contenidos en la cuadrícula de 25 x 25 cm.

**Altura media:** obtenida midiendo un número suficiente de haces (entre 10-15) elegidos al azar.

#### 1.4.- CONTROL DE LA EVOLUCIÓN DE LAS COMUNIDADES MARINAS

##### **COMUNIDADES INTERMAREALES**

En las 10 estaciones del intermareal, se procedió a un primer análisis y descripción general de éstas, anotando en las tablillas y cuadernos de campo toda la información posible para su caracterización (bandas algales presentes y su disposición, macrofauna acompañante, estado de conservación, etc.). En el caso de la existencia de la presencia de charcos se anotaron también las especies de peces observadas en ellos. Además, se tomaron fotografías para complementar el análisis y descripción de las comunidades.

En las estaciones de muestreo se realizó un reconocimiento exhaustivo de las comunidades y bandas algales presentes y se tomaron los datos abióticos y bióticos necesarios.

Como datos abióticos se consideraron los siguientes: tipo de costa<sup>1</sup>, tipo de sustrato<sup>2</sup>, inclinación<sup>3</sup>, rugosidad<sup>4</sup>, porcentaje de arena<sup>5</sup>, distancia a bajamar<sup>6</sup> y ancho de la banda de salpicaduras<sup>7</sup>. Además, se estimó la rugosidad a pequeña escala<sup>8</sup> de la cuadrícula donde se llevaron a cabo los muestreos de algas e invertebrados.

Dichos muestreos se realizaron desde la banda de algas cespitosas de la franja mesolitoral inferior hasta el supramareal. El tamaño de la cuadrícula fue de 50 x 50 cm, dividida a su vez en 25 cuadrados de 10 x 10 cm. El emplazamiento de la cuadrícula se hizo al azar para reducir un posible sesgo en los muestreos, a lo largo de un transecto desde el mesolitoral inferior al supramareal.

---

1 Tipo de costa: acantilado alto o bajo, costa baja, rasa, playa, etc.

2 Tipo de sustrato: roca, bloques, cantos, arena, etc.

3 Tomada con clinómetro manual.

4 Rugosidad: escala de 1 a 4 (1 = 0-0,2 m; 2 = 0,2-1m; 3 = 1-3m; 4 = >3 m).

5 Media entre los porcentajes estimados por los diferentes observadores.

6 Distancia, medida con cinta métrica, comprendida entre el límite inferior de la zona intermareal y la banda de *Chthamalus stellatus*.

7 Distancia, medida con cinta métrica, comprendida entre el límite superior de la banda de *Chthamalus stellatus* y el límite superior de la banda de salpicaduras.

8 Rugosidad de la cuadrícula: escala de 1 a 4 (1= muy baja; 2 = baja; 3 = media; 4 = alta).

El estudio de las algas e invertebrados se llevó a cabo in situ, anotando el número de macrófitos o ejemplares observables a simple vista, su porcentaje de cobertura<sup>9</sup> y frecuencia<sup>10</sup>. También se procedió a la recolección y conservación de material para su posterior análisis en el laboratorio, en el caso de existir dificultades para determinar las especies de algas e invertebrados en el campo.

Además del muestreo en cuadrículas a lo largo de un transecto, se realizaron recorridos por el entorno próximo de la comunidad para identificar otras especies presentes, estimando mediante escalas semicuantitativas la abundancia relativa<sup>11</sup> (para algas e invertebrados) y la cobertura<sup>12</sup> y forma de crecimiento o sociabilidad<sup>13</sup> (solamente para algas). Por último, como datos bióticos también se consideró el porcentaje de recubrimiento<sup>14</sup> en la zona de las algas dominantes y su altura media<sup>15</sup>.

## **COMUNIDADES BENTÓNICAS INFRALITORALES**

Los muestreos se realizaron en inmersión con escafandra autónoma y con apoyo de una embarcación, durante los cuales se realizaron los censos visuales y tomas de fotografías para el análisis y descripción de las comunidades.

### **Fondos blandos**

En las 14 estaciones de fondos blandos, la caracterización y valoración de las comunidades bentónicas se realizó en el caso de algas, fanerógamas e invertebrados, a partir de censos visuales utilizando una cuadrícula de 50 x 50 cm dividida a su vez en 25 cuadrados de 5 cm de lado. El emplazamiento de la cuadrícula se hizo al azar para reducir un posible sesgo en los muestreos.

El estudio de las algas, fanerógamas e invertebrados se llevó a cabo in situ, anotando en el caso de los vegetales el número de macrófitos, haces u hojas observables a simple vista,

---

<sup>9</sup> El porcentaje de cobertura total puede ser superior al 100% cuando el territorio está ocupado por varias capas de vegetación superpuesta.

<sup>10</sup> Número de subcuadrículas del total de 25 donde no se encuentra el organismo.

<sup>11</sup> Abundancia relativa: escala de 1 a 3 (1 = rara, normalmente un individuo por parcela; 2 = dispersa o pocos individuos por parcela; 3 = abundante o muchos individuos por parcela).

<sup>12</sup> Cobertura: escala de 1 a 5 (1 = cobertura nula o solo presencia; 2 = < 25 %; 3 = 25-50 %; 4 = 50-75 %; 5 = 75-100 %).

<sup>13</sup> Sociabilidad: escala de 1 a 5 (1 = planta singular; 2 = pequeños tufos o grupos; 3 = pequeños parches o grupos distintos; 4 = densa capa o alfombra pero no homogénea, vegetación cerrada.; 5 = homogénea y densa alfombra).

<sup>14</sup> Cobertura de algas dominantes en la zona: media del porcentaje estimado por los diferentes observadores.

<sup>15</sup> Altura media de algas dominantes: media, en centímetros, de la altura estimada por los diferentes observadores.

su porcentaje de cobertura<sup>16</sup> y frecuencia<sup>17</sup>, y el número de ejemplares de macroinvertebrados. Se procedió a la recolección y conservación de material para su posterior análisis en el laboratorio, cuando no fue posible su identificación directa en el campo.

Además del muestreo en cuadrículas y al igual que en el intermareal, se realizaron recorridos por el entorno próximo de la comunidad para identificar otras especies presentes, estimando mediante escalas semicuantitativas la abundancia relativa<sup>18</sup> (para algas e invertebrados) y la cobertura<sup>19</sup> y forma de crecimiento o sociabilidad<sup>20</sup> (solamente para algas).

Las comunidades submareales de fondos blandos también se caracterizaron y valoraron en base al análisis de las poblaciones de peces. Dicho estudio se realizó in situ, con escafandra autónoma, mediante censos visuales, usando un método de recuento visual estacionario o de "punto fijo". Se eligió la técnica descrita por Bortone et al., (1989), en la cual el buceador se sitúa en el centro de un círculo imaginario de 5.6 m de radio (100 m<sup>2</sup> de superficie) marcado por una cuerda en uno de cuyos extremos se coloca; luego va girando sobre sí mismo, tomando como referencia el otro extremo de la cuerda. Todos los peces que entran en el círculo imaginario son contados; si parte de un cardumen de peces penetra en el círculo se cuentan todos los miembros del cardumen íntegro; los individuos o cardúmenes que entren por segunda vez en el área de muestreo no vuelven a ser contados. Con el objeto de reducir el sesgo debido a la detección diferencial de las especies, se realiza un muestreo estratificado, dándose prioridad en anotar aquellas que sienten atracción por el buceador o a las que, por su movilidad, pueden escapar pronto del área de muestreo. Se realizaron 5 recuentos de 2 minutos de duración, 4 de ellos en el fondo y el último durante es ascenso a superficie, para el recuento de pelágicos.

### **Fondos duros**

En los fondos duros dominados por comunidades de blanquizal, la metodología empleada para los muestreos de algas e invertebrados, tanto a pequeña (cuadrículas) como a gran escala (abundancia relativa de la flora y fauna acompañantes en el entorno próximo) fue

<sup>16</sup> El porcentaje de cobertura total puede ser superior al 100% cuando el territorio está ocupado por varias capas de vegetación superpuesta.

<sup>17</sup> Número de subcuadrículas del total de 25 donde se encuentra el organismo.

<sup>18</sup> Abundancia relativa: escala de 1 a 3 (1 = rara, normalmente un individuo por parcela; 2 = dispersa o pocos individuos por parcela; 3 = abundante o muchos individuos por parcela).

<sup>19</sup> Cobertura: escala de 1 a 5 (1 = cobertura nula o solo presencia; 2 = < 25 %; 3 = 25-50 %; 4 = 50-75 %; 5 = 75-100 %).

<sup>20</sup> Sociabilidad: escala de 1 a 5 (1 = planta singular; 2 = pequeños tufos o grupos; 3 = pequeños parches o grupos distintos; 4 = densa capa o alfombra pero no homogénea, vegetación cerrada.; 5 = homogénea y densa alfombra).

similar a la descrita para las comunidades intermareales, con la salvedad de que en este caso también se consideraron entre los datos abióticos la profundidad y que la inclinación<sup>21</sup> no se tomó con clinómetro manual sino que fue estimada por los buceadores.

### **COMUNIDADES PELÁGICAS LITORALES**

Para la valoración de las comunidades pelágicas litorales los muestreos se realizan con escafandra autónoma, utilizándose el método de punto fijo, donde el buceador se sitúa a media agua y realiza esperas de 2 minutos, tras las cuales asciende 5 metros para realizar otro recuento.

---

<sup>21</sup> Inclinación: escala de 1 a 4 (1= <5°; 2= 5°-25°; 3= 60°-45°; 4= 60°-90°).

## 2.- RESULTADOS

### 2.1. ESTUDIO BIONOMICO LUGAR DE INTERES COMUNITARIO SEBADALES DEL SUR DE TENERIFE" noviembre 2004 CIS, S.L.

1.- Se llevaron a cabo 450 analíticas granulométricas y se llevó a cartografía la distribución modal: Dominan las arenas finas, que ocupan tanto como las arenas medias y gruesas juntas. También es destacable el 10,1% de superficie ocupada por bioclastos (Maërl)

Sustratos	Ocupación	%
Roca	5.369.210	17,3%
Arena fina	12.308.700	39,6%
Arena media	5.252.380	16,8%
Arena gruesa	4.970.070	16,0%
Cantos y gravas	51.068	0,2%
Maërl	3.130.740	10,1%

2.- De los resultados bionómicos cabe destacar:

- Se han llegado a cuantificar 22.850 ejemplares de 297 especies distintas que pertenecen a 19 grupos taxonómicos.
- En la totalidad de las muestras estudiadas ha existido una dominancia del taxón poliquetos (anélidos) que constituyeron el 50,65 % de la fauna recolectada, el segundo grupo más importante por su abundancia fueron los anfípodos (crustáceos) con un 30,01%. Por tanto, sólo poliquetos y anfípodos explicaron el 80,66% de la abundancia total en número de ejemplares de las comunidades estudiadas. Otros taxones con representación significativa fueron los tanaidáceos con el 6,34% y los crustáceos decápodos con el 4,28 %. Otros taxones minoritarios correspondieron a grupos representados por fauna intersticial, es el caso de los nematodos, picnogónidos y leptostráceos, moluscos escafópodos y cefalocordados.
- La diversidad media de todos los dragados recolectados fue de 2,04. En cuanto a la riqueza, el valor medio fue de 17,10 especies. Las especies dominantes fueron el anfípodo *Photis reinhardi* con el 17% de dominancia, los poliquetos *Bispira viola* y *Aponuphis bilineata* con el 10 %, el tanaidáceo *Apseudes talpa* y el poliqueto *Chone arenicola* con valores próximos al 5%.

3.- Se aprecia una mayor abundancia de ejemplares en las muestras de arenales desprovistas de fanerógamas, ya que la media en el número de ejemplares por muestra ha sido de 109,8, mientras que en los seabadales fue de 54,984. Los estadísticos descriptivos no mostraron diferencias significativas entre los fondos sedimentarios con y sin seabadal, ya que la media en el número de especies fue de 19,7 en los arenales desprovistos de fanerógamas, y ligeramente más bajo en el seabadal con una media de 15,4. La diversidad también resultó similar en los dos ambientes, ligeramente superior en los seabadales con una media de 2,046, mientras que en los arenales sin vegetación fue de 2,033.

En un análisis comparativo de los parámetros descriptores de las biocenosis de arenas, caulerpal, Maërl-Sargasum y del Sebadal, en base a los trabajos realizados en este estudio, se observa que el Sebadal no corrobora las expectativas.

		<b>Media</b>
<b>ARENAL</b>	Nº especies	18,01
	Nº ejemplares	109,41
	Diversidad (H')	1,90
	Riqueza (d)	3,88
	Equitabilidad (J')	0,70
<b>CAULERPAL</b>	Nº especies	23,32
	Nº ejemplares	121,50
	Diversidad (H')	2,23
	Riqueza (d)	4,81
	Equitabilidad (J')	0,73
<b>MAËRL CON SARGASSUM</b>	Nº especies	17,88
	Nº ejemplares	57,88
	Diversidad (H')	2,28
	Riqueza (d)	4,18
	Equitabilidad (J')	0,80
<b>SEBADAL</b>	Nº especies	15,45
	Nº ejemplares	54,98
	Diversidad (H')	2,05
	Riqueza (d)	3,77
	Equitabilidad (J')	0,79

La comunidad del arenal es la que presenta una menor diversidad con un valor medio de 1,90 en contraposición a la comunidad de maërl con *Sargassum* que tiene la mayor diversidad con un valor medio de 2,28, seguida por el sebadal con una diversidad media de 2,05. En cuanto al número de especies y ejemplares es el caulerpal la comunidad con valores más altos (23,32 y 121 respectivamente), mientras los valores más bajos se registraron en el sebadal con 15,4 especies y 54,98 ejemplares de media.

En los sebadales queda patente que están dominando las arenas muy finas (AMF) y finas (AF).

4.- Para un mejor análisis de los datos obtenidos en este estudio se consideró la delimitación del área de estudio en diferentes sectores.

ZEEX = Zona de exploración extensiva, que comprende desde Montaña Roja (UTM 348280X/ 3101222Y) hasta el Malpaís de la Rasca (UTM 348280X/ 3101222Y)

ZEIN = Zona de exploración intensiva que comprende desde Montaña Roja hasta Punta del Sordo (UTM 356160X/ 3110366Y) y que para un análisis más detallado se ha dividido en 4 sectores:

ZEIN Sur que va desde Montaña Roja hasta Montaña Pelada (UTM 351067X/ 3104719Y).

ZEIN Centro desde Montaña Pelada a la Punta del Tanque de Vidrio (UTM 351815X/ 3105520).

ZEIN Obra desde Punta del Tanque de Vidrio al norte de la Punta del Camello (UTM 353520X/ 3107318Y).

ZEIN Norte desde Punta del Camello hasta la Punta del Sordo.

Analizando los parámetros descriptores de la comunidad por sectores, se aprecian que las diferencias más significativas producidas en el sector ZEEX con respecto a los demás, se deben a los valores de riqueza, que son mayores que los registrados en los demás sectores. Existiendo también claras diferencias en la densidad de ejemplares, que es más elevada en el citado sector. La diversidad ( $H'$ ) y equitatividad los parámetros más homogéneos en todos los sectores.

<b>POR SECTORES</b>	<b>Media</b>
	<i>Nº especies</i> 20,01
	<i>Nº ejemplares</i> 105,48
<b>SECTOR ZEEX</b>	<i>Riqueza Margalef (d)</i> 4,28
	<i>Equitatividad Pielou</i> 0,72
	<i>Diversidad Shannon</i> 2,07
<b>SECTOR ZEIN Sur</b>	<i>Nº especies</i> 12,79
	<i>Nº ejemplares</i> 41,66
	<i>Riqueza Margalef (d)</i> 3,24
	<i>Equitatividad Pielou</i> 0,78
	<i>Diversidad Shannon</i> 1,89
<b>SECTOR ZEIN Centro</b>	<i>Nº especies</i> 16,98
	<i>Nº ejemplares</i> 84,74
	<i>Riqueza Margalef (d)</i> 3,75
	<i>Equitatividad Pielou</i> 0,74
	<i>Diversidad Shannon</i> 1,92
<b>SECTOR ZEIN Obra</b>	<i>Nº especies</i> 16,16
	<i>Nº ejemplares</i> 47,32
	<i>Riqueza Margalef (d)</i> 4,02
	<i>Equitatividad Pielou</i> 0,82
	<i>Diversidad Shannon</i> 2,19
<b>SECTOR ZEIN Norte</b>	<i>Nº especies</i> 17,82
	<i>Nº ejemplares</i> 82,60
	<i>Riqueza Margalef (d)</i> 4,03
	<i>Equitatividad Pielou</i> 0,76
	<i>Diversidad Shannon</i> 2,10

5.- El sebadal es una de las comunidades más abundantes en la zona de estudio, ocupando un área aproximada de 6.066.844 m<sup>2</sup>, siendo superada por las biocenosis de arenas finas, medias y gruesas.

La *Cymodocea nodosa* se establece con un patrón discontinuo a lo largo de la mayor parte del área de estudio con una irregular distribución y cobertura. Se asienta entre los 8 y 22 m de profundidad, aunque a poca profundidad aparece en manchas y es generalmente a partir de los 15 metros donde forma un poblamiento más o menos continuo alcanzando las

mayores coberturas de los 15 a los 18 metros y disminuye su densidad con una distribución más discontinua a mayor profundidad.

6.- La cobertura media en las praderas estudiadas fue del 40,8%, oscilando entre un 10 y un 90%.

Los conteos de haces revelaron una densidad media de 417,3 haces/m<sup>2</sup> (mínimo de 147, en zona de borde; máximo de 844 haces/m<sup>2</sup>, en el centro de las praderas). La altura osciló entre 12,3 y 34,7 cm, con una media de 25,4 cm. Se trata, pues, de praderas en un buen estado de conservación, sobre todo si tenemos en cuenta que el estudio se llevó a cabo a principios de primavera.

Los resultados del muestreo confirman una variación en la altura y el número de haces a lo largo de cada transecto, apreciándose un descenso en el tamaño de los haces con la profundidad. En cuanto a la cobertura, el mayor número de haces se localiza en el centro del sebadal con un número de haces medio superior a los 500 haces por m<sup>2</sup>, que disminuye a 350 haces por m<sup>2</sup> en la zona final del conjunto de los transectos.

Cabe señalar que en bastantes zonas del área de estudio los sebadales se encuentran altamente epífitados. También se encuentran compartiendo hábitat de forma esporádica con las algas verdes *Caulerpa prolifera* y *Caulerpa racemosa*, con la fanerógama *Halophila decipiens*, intercalada con los poblamientos de anguila jardinera (*Heteroconger longissimus*) y sobre los campos de sabelidos (*Bispira viola* y *Chone spp.*) conformando fondos heterogéneos que dificultan su cartografiado. El sector ZEEEX con respecto a los demás, tiene los valores de riqueza mayores que los registrados en los demás sectores.

7.- El análisis comparativo en función de los sectores permite ver los parámetros que describen el estado del sebadal de cada zona.

<b>Sectores</b>	<b>Media</b>
<b>SECTOR ZEEX</b>	Nº sebas/m <sup>2</sup> 430,67
	Altura cm 28,74
	% cobertura 44,38
<b>SECTOR ZEIN Sur</b>	Nº sebas/m <sup>2</sup> 469,16
	Altura cm 27,19
	% cobertura 42,22
<b>SECTOR ZEIN Centro</b>	Nº sebas/m <sup>2</sup> 464,27
	Altura cm 23,84
	% cobertura 39,17
<b>SECTOR ZEIN Obra</b>	Nº sebas/m <sup>2</sup> 370,67
	Altura cm 22,69
	% cobertura 34,17
<b>SECTOR ZEIN Norte</b>	Nº sebas/m <sup>2</sup> 303,73
	Altura cm 18,20
	% cobertura 37,50

Se debe considerar que *Cymodocea nodosa* puede alcanzar hasta 50 cm de longitud de altura y las praderas bien constituidas pueden alcanzar densidades de 1.900 haces por metro cuadrado en verano frente a los 900 en invierno.

El valor máximo de densidad es de 844,8 haces/m<sup>2</sup> presente en el sector ZEIN Centro, mientras el mínimo de 147,2 haces/m<sup>2</sup> aparece en el sector ZEIN Obra.

La altura media del sebadal osciló entre los 28,7 cm del sector ZEEX y los 18,2 cm del sector ZEIN Norte, apreciando un gradiente en la altura del sebadal del sur al norte, donde por la mayor exposición parece ver limitado su crecimiento.

#### 8.- Cuantificación cartográfica zonal:

Referidos al conjunto de la zona de estudio, los valores de ocupación de fondos con Sebadal en relación con otras biocenosis es la siguiente:

<b>Biocenosis</b>	<b>Ocupación</b>	<b>%</b>
<i>Caulerpa</i>	1401240	4,5%
Anguila	1049010	3,4%
<i>Maerl-Sargasum</i>	2415830	7,8%
Sabelidos	1537070	4,9%
<b>Sebadal total (*)</b>	<b>6066844</b>	<b>19,5%</b>
Biocenosis AF,M y G	18615000	<b>59,9%</b>

(\*) Sebadal según grado de cobertura

Sebadales X	2481480	8,0%
Sebadales XX	3428390	11,0%
Sebadales XXX	156974	0,5%

El reparto zonal dentro del área de estudio ha dado los siguientes resultados:

BIOCENOSIS	Total	Zona ZEEZ		Zona ZEIN Sur	
Sebadal (*)	6066844	1306521	21,5%	1476587	24,3%
(*)Sebadales X	2481480	469431	18,9%	350788	14,1%
(*)Sebadales XX	3428390	816310	23,8%	1077990	31,4%
(*)Sebadales XXX	156974	20780	13,2%	47809	30,5%

BIOCENOSIS	Total	Zona ZEIN Centro		Zona ZEIN Obra		Zona ZEIN Norte	
Sebadal (*)	6066844	687048	11,3%	1348333	22,2%	1248400	20,6%
(*)Sebadales X	2481480	395450	15,9%	682711	27,5%	582678	23,5%
(*)Sebadales XX	3428390	284139	8,3%	636967	18,6%	613453	17,9%
(*)Sebadales XXX	156974	7459	4,8%	28655	18,3%	52269	33,3%

9.- Los resultados del estudio en cuanto a las comunidades que viven sobre sustratos rocosos se pudieran resumir en la presencia dominante del Blanquizal salvo en la parte más superficial y expuesta donde la Comunidad de algas fotófilas que está integrada principalmente por densas poblaciones de *Cystoseira abies marina* y por el tanden *Taonia atomaria/Styopodium zonale*. La otra comunidad que se hace un espacio en esta franja de la infralitoral superior es la Comunidad de *Lobophora variegata*, que representa los valores máximos tanto en riqueza específica, equitatividad y diversidad.

Sobre estos fondos rocosos se han recolectado un total de 9,759 ejemplares, repartidos en 153 táxones pertenecientes a 14 grupos taxonómicos.

Los grupos taxonómicos que dominan las comunidades submareales rocosas de la zona de estudio fueron los anfípodos y los anélidos poliquetos con el 46,98% y el 43,15%, respectivamente. Otros grupos con abundancias importantes en estos ambientes fueron los gasterópodos con el 5,43% y los decápodos con el 2,51%. El resto de los grupos taxonómicos constituyeron el 1,93% del total de la comunidad macrofaunal, siendo los grupos peor representados los actinopterigios, picnogónidos y los poliplacóforos, con el 0,01% cada uno de ellos.

Las especies más abundantes en las muestras sobre roca fueron el poliqueto *Platynereis dumerilii* y el caprelídeo *Caprella pennantis* con 3.151 y 1.814 ejemplares, respectivamente.

Infraestructura

**Puertos de Tenerife**

Estas dos especies representaron el 41% de la comunidad, constituida por un total de 9.759 individuos. Otras especies con abundancias importantes fueron el gammárido *Ampithoe rubricata* con 943 ejemplares y el caprélido *Caprella acanthifera* con 615. En cambio, 44 táxones estuvieron representados por un único ejemplar.

La máxima diversidad se registró en la zona ZEIN OBRA, con una media de 2,49, seguida por la zona ZEIN SUR que obtuvo una diversidad media de 2,1 (Fig.20). Por el contrario, los valores más bajos de diversidad correspondieron a las zonas ZEEX y ZEIN Centro que obtuvieron unos valores de 1,72 y 1,73, respectivamente.

En las estaciones de muestreo se encontraron cuatro comunidades algales, si bien salvo *Lobophora* algunos autores las reúnen en una única comunidad que denominan Comunidad de Fotófilas. Este estudio, para un mejor y mas detallado análisis de resultados se opta por la diferenciación en las siguientes:

***Lobophora*** (*Lobophora variegata*), representada por 12 estaciones. Otras algas asociadas a esta comunidad fueron *Dictyota spp.* y *Sargassum spp.*

***Styopodium*** (*Styopodium zonale*), representada por 4 estaciones. Otra alga asociada a esta comunidad fue *Jania adherens*.

***Cystoseira*** (*Cystoseira abies-marina*), representada por 4 estaciones

***Taonia*** (*Taonia atomaria*), representada por 5 estaciones. Otra alga asociada a esta comunidad fue *Colpomenia sinuosa*.

Los valores máximos de Riqueza, Equitatividad y Diversidad se encontraron en la comunidad de *Lobophora*. El máximo de riqueza en esta comunidad fue de 3,8, obteniéndose en el resto de los sectores valores inferiores a 3,4. La equitatividad media de la comunidad de *Lobophora* fue de 0,77, mientras que en los otros sectores fue inferior a 0,65. En cuanto a la diversidad, el valor medio en la comunidad de *Lobophora* fue de 2,14, siendo inferior a 2 en el resto de las comunidades y mínima en la comunidad de *Cystoseira* que presentó un valor de 1,43.

2.2. SITUACIÓN DE REFERENCIA DEL ESTADO DE LAS COMUNIDADES MARINAS DE LA ZONA DE AFECCIÓN DE LAS OBRAS DEL PUERTO DE GRANADILLA (CIS, S.L./noviembre 2007)

**COMUNIDADES INTERMAREALES**

**Intermareal inferior**

Las especies que caracterizaron estos ambientes fueron las algas *Corallina elongata*, *Padina pavonica*, *Codium intertextum*, *Dasycladus vermicularis*, *Stypocaulon scoparium*, *Coralináceas costrosas*, *Lobophora variegata*, *Valonia utricularis*, *Dictyota spp.*, *Ulva rigida*, *Entophysalis entophysalis*, *Lophocladia trichoclados* y *Jania spp.* Cabe mencionar la presencia de la esponja amarilla *Aplysina aerophoba* en algunos transectos muestreados, localizada en el interior de charcos.

	Cobertura				Frecuencia			
	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Típica	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Típica
<i>Corallina elongata</i>	0	90	53,5	39,74	0	1	0,6	0,44
<i>Padina pavonica</i>	0	5	0,5	1,54	0	48	0,05	0,15
<i>Codium intertextum</i>	0	50	17,5	21,18	0	0,8	0,22	0,27
<i>Dasycladus vermicularis</i>	0	15	1,5	4,62	0	0,2	0,02	0,06
<i>Stypocaulon scoparium</i>	0	70	12,25	17,58	0	0,7	0,2	0,24
<i>Coralináceas costrosas</i>	0	90	21,25	26,94	0	0,8	0,25	0,3
<i>Lobophora variegata</i>	0	50	11,5	15,74	0	0,72	0,17	0,24
<i>Valonia utricularis</i>	0	25	4,75	8,66	0	0,72	0,17	0,24
<i>Dictyota spp.</i>	0	25	2,25	6,97	0	0,4	0,04	0,12
<i>Ulva rigida</i>	0	40	4,25	11,15	0	0,7	0,08	0,21
<i>Entophysalis deusta</i>	0	80	12,25	24,25	0	0,8	0,13	0,25
<i>Lophocladia trichoclados</i>	0	20	3,25	6,93	0	0,2	0,38	0,08
<i>Jania spp.</i>	0	20	1,5	4,89	0	0,6	0,05	0,17
Riqueza (S)	13							
Equitatividad (J')	0,42							
Diversidad (H')	0,97							

**Tabla 1** Estadísticos descriptivos de la cobertura y la frecuencia de las especies muestreadas en la franja inferior del intermareal.

**Intermareal medio**

El intermareal medio de las estaciones de muestreo se caracterizó por presentar una diversidad algal elevada y encontrarse representadas ciertas especies de invertebrados tales como, el cirrípedo *Chthamalus stellatus* y el molusco *Littorina striata*. Estas dos especies caracterizan el nivel superior del intermareal, pero en ocasiones la banda de cirrípedos alcanza la parte medio del intermareal dependiendo de las condiciones orográficas de la costa, así como el grado de exposición al oleaje.

Las especies más abundantes en este piso intermareal fueron el alga *Padina pavonica* y el cirrípedo *Chthamalus stellatus*, aunque los valores de cobertura y frecuencia fueron significativamente inferiores a los encontrados para el piso superior del intermareal.

	Cobertura				Frecuencia			
	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Típica	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Típica
<i>Corallina elongata</i>	0	20	2,75	5,49	0	0,6	0,05	0,14
<i>Padina pavonica</i>	0	40	5	10,88	0	0,64	0,09	0,18
<i>Galaxaura rugosa</i>	0	15	2,25	4,13	0	20	0,03	0,05
<i>Codium intertextum</i>	0	80	7,75	23,87	0	0,4	0,04	0,12
<i>Dasycladus vermicularis</i>	0	60	7,25	17,28	0	0,6	0,09	0,19
<i>Cystoseira humilis</i>	0	40	7,25	12,92	0	0,4	0,09	0,15
<i>Colpomenia sinuosa</i>	0	5	0,5	1,53	0	0,08	0,01	0,02
<i>Laurencia spp.</i>	0	15	1,25	3,93	0	0,2	0,02	0,05
<i>Stypocaulon scoparium</i>	0	20	3,75	7,76	0	0,48	0,08	0,17
Coralináceas costrosas	0	80	13,25	24,18	0	0,8	0,17	0,28
<i>Lobophora variegata</i>	0	20	3,5	6,09	0	0,32	0,05	0,09
<i>Dictyota spp.</i>	0	15	1,25	3,93	0	0,2	0,02	0,06
<i>Entophysalis deusta</i>	0	80	11,75	26,02	0	0,88	0,14	0,3
<i>Chthamalus stellatus</i>	0	90	30,5	29,55	0	1	0,39	0,35
<i>Littorina striata</i>	0	15	1,25	3,93	0	0,5	0,04	0,13
<b>Riqueza (S)</b>	15							
<b>Equitatividad (J')</b>	0,32							
<b>Diversidad (H')</b>	0,71							

**Tabla 2** Estadísticos descriptivos de la cobertura y la frecuencia de las especies muestreadas en la franja media del intermareal.

### Intermareal superior

La diversidad floral y faunística es más baja en este piso del intermareal, que se encuentra caracterizado por la banda del cirrípedo (*Chthamalus stellatus*), los talos de la cianofícea *Calothrix crustacea* y las poblaciones dispersas del molusco *Littorina striata*.

	Cobertura				Frecuencia				
	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Típica	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Típica	
<i>Coralináceas costrosas</i>	0	20	3,1	5,9	0	0,32	0,05	0,11	
<i>Chthamalus stellatus</i>	0	95	52,8	37,71	0	1	0,63	0,4	
<i>Thais haemastoma</i>	0	5	0,5	1,54	0	0,12	0,01	0,04	
<i>Littorina striata</i>	0	40	4,85	9,85	0	0,56	0,14	0,21	
<i>Calothrix crustacea</i>	0	80	21,95	29,37	0	0,88	0,29	0,34	
<i>Oxilinus trappei</i>	0	15	1,5	4,61	0	0,12	0,01	0,04	
<i>Enteromorpha spp.</i>	0	10	1,5	3,66	0	0,44	0,04	0,11	
Riqueza (S)	7								
Equitatividad (J')	0,2								
Diversidad (H')	0,43								

**Tabla 3** Estadísticos descriptivos de la cobertura y la frecuencia de las especies muestreadas en la franja superior del intermareal.

## COMUNIDADES BENTÓNICAS INFRALITORALES

En las 18 estaciones de muestreo de comunidades bentónicas infralitorales distinguimos tres tipos distintos de comunidades:

- Las praderas de fanerógamas (Sebadales).
- Los fondos rocosos desprovistos de vegetación (Blanquizales)
- Comunidad mixta (Halophila-Caulerpa)

En estos hábitats realizamos muestreos de macroinvertebrados y vegetación, así como de las poblaciones de peces.

En términos generales, los seabadales muestreados correspondieron a un seabadal poco denso-medio denso. Espino et al (2003) consideraron a los seabadales con un nº de haces inferior a 500 haces/m<sup>2</sup> como poco densos y a las praderas de *Cymodocea nodosa* con 500-1.000 haces/m<sup>2</sup> como medio densos. Los valores encontrados en las estaciones de muestreo se pueden considerar como típicos de las praderas de *C. nodosa* presentes en la isla de Tenerife, que no alcanzan el porte encontrado en praderas de Gran Canaria, Fuerteventura y Lanzarote. Además en este caso se han muestreado estaciones localizadas en el punto inicial (5-8 metros de profundidad), parte media (13-21 metros) y punto final (sobre 30 metros) de las praderas de seba del área de estudio.

En términos medios, considerando todas las estaciones de muestreo, la cobertura global ha sido de 40,18%, con una frecuencia de presencia de esta especie de 0,65 y el nº medio de haces por m<sup>2</sup> de 239,2.

<i>SEBADALES</i>					
Estación	Variables	Media	Mínimo	Máximo	Desv. típ.
<b>A1</b>	Cobertura (%)	18	0	30	14,40
	Frecuencia (0-1)	0,41	0	0,72	0,32
	Nº haces	28,2	0	52	23,56
<b>A2</b>	Cobertura (%)	18	5	30	12,54
	Frecuencia (0-1)	0,42	0,16	0,64	0,21
	Nº haces	27,6	7	48	18,87
<b>A3</b>	Cobertura (%)	42	10	70	25,88
	Frecuencia (0-1)	0,68	0,36	0,96	0,23
	Nº haces	56,2	24	89	26,53
<b>A4</b>	Cobertura (%)	48	40	70	13,04
	Frecuencia (0-1)	0,74	0,56	0,96	0,17
	Nº haces	68,6	58	92	13,59
<b>A8</b>	Cobertura (%)	21	0	60	24,59
	Frecuencia (0-1)	0,29	0	0,6	0,25
	Nº haces	10	0	26	10,29
<b>A14</b>	Cobertura (%)	34	5	60	20,43
	Frecuencia (0-1)	0,56	0,08	0,88	0,30
	Nº haces	35,40	9	61	18,66
<b>B1</b>	Cobertura (%)	25	5	40	13,23
	Frecuencia (0-1)	0,55	0,16	0,8	0,25
	Nº haces	26,8	5	58	22,73
<b>B3</b>	Cobertura (%)	44	30	50	8,94
	Frecuencia (0-1)	0,91	0,8	1	0,07
	Nº haces	82	69	94	9,30
<b>B4</b>	Cobertura (%)	38	20	50	13,04
	Frecuencia (0-1)	0,70	0,44	0,88	0,19
	Nº haces	53,20	38	69	14,41
<b>B5</b>	Cobertura (%)	76	70	80	5,48
	Frecuencia (0-1)	0,95	0,92	1	0,03
	Nº haces	129,4	114	148	14,65
<b>B6</b>	Cobertura (%)	78	70	90	8,37
	Frecuencia (0-1)	0,94	0,88	1	0,05
	Nº haces	140,40	112	172	26,23

**Tabla 4.** Estadísticos descriptivos para los parámetros de sebadal en las estaciones de estudio.

## Blanquizal

En los ambientes rocosos submareales se muestrearon un total de 3 estaciones (A9, A10 y B2), recolectándose 19 especies pertenecientes a grupos taxonómicos muy diversos (algas, equinodermos, briozoos, esponjas, hidrozoos y poliquetos). La especie que registró la cobertura máxima fue el briozoo *Reptadonella violacea*, con un valor total de 75% y una frecuencia que se situó entre un mínimo de 0 y un máximo de 0,52. Otra especie que obtuvo unos valores de cobertura altos fue el erizo de púas largas (*Diadema antillarum*), que caracteriza este tipo de ambientes, con un valor total de 70% de cobertura. La frecuencia de esta especie varió según el punto de muestreo y la réplica analizada situándose entre un mínimo de 0 y un máximo de 0,28. Por el contrario, la especie de esponja incrustante roja (*Batzella inops*) se identificó en una única cuadrícula presentando una frecuencia de 0,12 y una cobertura de 2%.

<i>Especies</i>	Cobertura				Frecuencia			
	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Típica	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Típica
<i>Diadema antillarum</i>	0	10	4,67	3,99	0	28	0,07	0,79
<i>Lobophora variegata</i>	0	5	1,04	2,05	0	10	0,36	3,5
<i>Dictyota spp.</i>	0	10	2	3,16	0	0,32	0,07	0,11
<i>Coralináceas costrosas</i>	0	5	0,33	1,29	0	0,12	0,008	0,03
<i>Asparagopsis taxiformis</i>	0	5	0,33	1,29	0	0,08	0,005	0,02
<i>Hemimycale columella</i>	0	40	5	11,18	0	0,54	0,08	0,17
<i>Himeniacion sanguinea</i>	0	20	1,67	5,23	0	0,44	0,03	0,11
<i>Reptadonella violacea</i>	0	40	5	10,85	0	0,8	0,13	0,24
<i>Shizoporella longirostris</i>	0	15	2,67	4,58	0	0,6	0,11	0,18
<i>Cliona celata</i>	0	5	0,67	1,76	0	0,32	0,03	0,09
<i>Balanus perforatus</i>	0	5	1,33	2,29	0	0,4	0,07	0,12
<i>Pinna nobilis</i>	0	5	0,33	1,29	0	0,04	0,003	0,01
<i>Arbacia lixula</i>	0	5	0,33	1,29	0	0,04	0,003	0,01
<i>Aglaophenia kirchenpaueri</i>	0	60	9,67	17,37	0	0,84	0,16	0,27
<i>Anchinoe ficticius</i>	0	5	0,33	1,29	0	5	0,34	1,29
<i>Batzella inops</i>	0	0,12	0,008	0,03	0	0,04	0,003	0,01
<i>Serpúlidos</i>	0	5	1	2,07	0	0,4	0,056	0,12
<i>Pachygrapsus marmoratus</i>	0	5	0,33	1,29	0	0,04	0,003	0,01
<b>Riqueza (S)</b>	0	20	16,4	10,8				
<b>Nº individuos</b>	0	69,6	29,6	15,84				
<b>Equitatividad (J')</b>	0	1	0,70	0,23				
<b>Diversidad (H')</b>	0	2,19	1,68	0,84				

**Tabla 5.** Estadísticos descriptores de la cobertura y la frecuencia de las especies muestreadas en las estaciones de blanquizal (n = 3).

### **Comunidad mixta (*Caulerpa- Halophila*)**

En este estudio se muestrearon tres estaciones (A5, A6 y A11) que estuvieron colonizadas por la fanerógama marina *Halophila decipiens*, que a nivel puntual se encontró acompañada por el alga verde *Caulerpa prolifera*. Sin embargo, los valores de cobertura y frecuencia son características de una pradera rala y con una densidad baja de haces.

La cobertura de *Halophila decipiens* fue muy variable entre las tres estaciones muestreadas, registrándose porcentajes que se situaron entre un mínimo de 7% en la estación A6 y un máximo de 30% en el punto de muestreo A5.

En términos de frecuencia de aparición de la fanerógama marina *Halophila decipiens* se observaron, al igual que en la cobertura, variaciones importantes en este parámetro entre las tres estaciones de muestreo. La frecuencia fue mínima en el punto de muestreo A6, que presentó un valor medio de 0,11, mientras que el máximo se registró en la estación A5, con una media de 0,36.

### **Poblamientos de peces**

En este estudio se realizaron un total de 18 muestreos visuales de peces en los cuales se contabilizaron un total de 1.995 ejemplares repartidos en 26 especies. Las mayores abundancias correspondieron a las especies *Abudefduf luridus* (Fula negra) y *Thalassoma pavo* (Pejeverde), con 479 y 429 individuos, respectivamente. Otra especie con densidades importantes fue la boga (*Boops boops*) con 368 ejemplares, que dominó en los muestreos de peces pelágicos.

En cambio, las especies que obtuvieron las abundancias más bajas fueron la cabrilla (*Serranus cabrilla*) y la doncella (*Coris julis*).

Nombre vulgar	Nombre científico	Nº exx	Media	Desv. típ.	Mínimo	Máximo
Fula negra	<i>Abudefduf luridus</i>	479	6,65	15,12	0	62
Trompeta	<i>Aulostomus strigosus</i>	4	0,055	0,28	0	2
Gallo	<i>Balistes carolinensis</i>	12	0,17	0,63	0	4
Boga	<i>Boops boops</i>	368	5,11	16,26	0	100
Tapaculo	<i>Bothus podas</i>	10	0,14	0,39	0	2
Gallinita	<i>Canthigaster capistratus</i>	42	0,58	1,81	0	10
Fula blanca	<i>Chromis limbatus</i>	44	0,61	2,71	0	15
Doncella	<i>Coris julis</i>	1	0,01	0,12	0	1
Chucho	<i>Dasyatis pastinaca</i>	3	0,04	0,20	0	1
Mojarra	<i>Diplodus annularis</i>	209	2,90	6,23	0	26
Sargo	<i>Diplodus sargus</i>	12	1,04	3,5	0	3
Seifia	<i>Diplodus vulgaris</i>	7	0,10	0,58	0	4
Anguila	<i>Heteroconger longissimus</i>	29	0,40	1,12	0	5
Salmonete	<i>Mullus surmuletus</i>	26	0,36	14,37	0	10
Ratón	<i>Myliobatis aquila</i>	2	0,03	0,16	0	1
Barriguda	<i>Ophioblennius atlanticus</i>	5	0,69	0,30	0	2
Salema	<i>Sarda salpa</i>	19	0,26	1,60	0	13
Rascacio	<i>Scorpaena canariensis</i>	2	0,28	0,23	0	2
Tamboril	<i>Sphoeroides marmoratus</i>	42	1,07	1,88	0	10
Cabrilla	<i>Serranus cabrilla</i>	1	0,01	0,12	0	1
Chopa	<i>Spondylisoma cantharus</i>	65	0,90	3,23	0	18
Pejeverde	<i>Thalassoma pavo</i>	429	5,95	16,62	0	80
Araña	<i>Trachinus draco</i>	12	0,17	0,50	0	3
Pejepeine	<i>Xyrichtys novacula</i>	92	1,28	2,81	0	14
Vieja	<i>Sparisoma cretense</i>	45	0,62	2,19	0	15
	<b>Riqueza (S)</b>	26				
	<b>Nº individuos</b>	1.995				
	<b>Equitatividad (J')</b>	0,62				
	<b>Diversidad (H')</b>	1,03				

**Tabla 6** Listado de especies de peces recolectadas y descriptores de la comunidad íctica en las estaciones de estudio.

La riqueza específica es un parámetro univariante que equivale al número de taxones o especies recolectadas en cada una de las estaciones de muestreo. La riqueza se situó entre un mínimo de 1 especies en la estación A5 y 12 especies en A16 (Fig. XX). Estas diferencias son frecuentes en los muestreos visuales de peces, encontrándose en algunos puntos una ausencia casi total de representación íctica, mientras que en otras estaciones se localiza una estructura íctica compuesta por una variedad importante de taxones.

## COMUNIDADES PELÁGICAS LITORALES

En cada una de las estaciones de peces se llevó a cabo un recuento visual de peces pelágicos durante el ascenso de la inmersión. En este tipo de muestreos las especies reconocidas son diferentes a las que presentan un comportamiento bentónico, por tanto, los análisis se llevan a cabo de forma independiente con el fin de evitar interferencias en las conclusiones finales.

En Canarias, las especies pelágicas más abundantes en este tipo de recuentos visuales son la boga (*Boops boops*), pedregal (*Seriola spp.*), bicuda (*Sphyraena viridensis*), aguja (*Belone belone*) y otras especies accesorias tales como la chopa (*Spondyliosoma cantharus*), gualde (*Atherina presbiter*), entre otras.

En este estudio se contabilizaron un total de 566 ejemplares en las veinte estaciones de muestreo, pertenecientes a únicamente tres especies. La boga (*Boops boops*) registró las abundancias más altas con 535 individuos, que representaron el 94,52% de la densidad íctica total de peces pelágicos. Las otras dos especies registraron abundancias inferiores, 30 ejemplares en el caso de la bicuda (*S. viridensis*), y 1 ejemplar de chopa (*Spondyliosoma cantharus*).

	Nº estaciones	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
BICUDA ( <i>Sphyraena viridensis</i> )	20	0	1,00	,0500	,22361
BOGA ( <i>Boops Boops</i> )	20	0	130,00	26,7500	39,81123
CHOPA ( <i>Spondyliosoma cantharus</i> )	20	0	30,00	1,5000	6,70820

**Tabla 7.** Estadísticos descriptivos de las especies de peces pelágicos.

A continuación se ha adjuntado un plano con las distribución de las estaciones de la "SITUACIÓN DE REFERENCIA DEL ESTADO DE LAS COMUNIDADES MARINAS DE LA ZONA DE AFECCIÓN DE LAS OBRAS DEL PUERTO DE GRANADILLA", realizado por CIS, S.L. en noviembre de 2007.

**Insertar**

PLANO COMUNIDADES MARINAS PAGINA 107\P-03 SITU. REFERENCIA  
COMUNIDADES MARINAS.dwg

**f) Estado de conservación de los ecosistemas marinos: Rehabilitación de sebadal (Proyecto piloto de rehabilitación de sebadales) (punto 4.1.h. del PVA).**

Se ha redactado el Proyecto Piloto de Rehabilitación de Sebadales el cual cuenta con el conforme de la Viceconsejería de Medio Ambiente (registro de entrada número 2792 de 11/05/2007, ver **anejo 4.f**).

**g) Geomorfología costera: playas próximas a la zona del Proyecto (La Jaquita, El Médano y La Tejita): Batimetrías (punto desde 4.1.i del PVA)**

Se ha comprobado la realización de las Batimetrías de La Jaquita, El Médano y La Tejita, así como su conforme por parte de la **Dirección General de Costas** (DGC) (escritos de 11 de noviembre de 2005 registro de salida de la DGC nº 25836, para la primera y segunda campaña, de 19 de abril de 2007 registro de entrada en la APSCT nº 2304, para la tercera y cuarta campaña, **anejo 4.g.**) y el envío de documentación a la **Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental** (escritos de 27 de mayo de 2005, registro de salida de la APSCT 2858, para la primera y segunda campaña, ver **anejo 4.a.2.**, y de 20 de abril de 2007 con registro de salida 2013 para la tercera y cuarta campaña, ver **anejo 4. e.1.**).

A continuación se resume la metodología y el tratamiento posterior de los datos utilizados para la campaña de referencia, que se tendrán en cuenta para las campañas a realizar durante la fase de explotación. Los resultados se reflejan en los planos que se adjuntan en este apartado.

## 1.- METODOLOGÍA

### Estación base de DGPS

Para el posicionamiento de los puntos batimétricos es necesario colocar la estación base del GPS en un punto de coordenadas conocidas. El punto que se emplea es el vértice geodésico Bocinegro ubicado en las cercanías de Montaña Roja. Sus coordenadas son:

X= 348505.876 m

Y= 3101592.858 m

Z=36.449 m

### Delimitación del Área de trabajo

Para ello se introduce en el software de navegación de la sonda el contorno de la costa del Médano en formato dxf para planificar las líneas de medición batimétrica.

### Calibración de la velocidad de las sondas y de la posición del transductor de la sonda

Antes de empezar los trabajos batimétricos, se mide la salinidad y temperatura del agua para determinar la velocidad del sonido en el agua, que es la base del funcionamiento de las sondas multihaces. El perfil de velocidad del sonido se realiza lanzando el sensor, hasta una profundidad de unos 30 metros. El sensor utilizado es el modelo Reson SVP 15.

A su vez se calibró el cabeceo (roll), balanceo (pitch) y alineamiento (yaw) del barco.

### Metodología de la medición batimétrica

El transductor instalado tiene capacidad de leer datos en un ángulo de 150°, y su posición se puede girar verticalmente para orientarlo hacia la línea de costa con el fin de mejorar el alcance y el solape con la cartografía terrestre. Esto se realiza para medir la zona más pegada a costa. En las batimetrías de referencia se giró la cabeza de la sonda 20°, logrando de este modo solapar los datos con los de los perfiles topográficos de las playas tomados mediante estación total.

Dada la forma de trabajo de una sonda multihaz, la cobertura depende de la profundidad, encontrando un aumento paulatino de la cobertura según aumente el calado. De este modo, y debido a irregularidades que aparecen en el fondo se revisará el trabajo periódicamente para evitar que quedaran zonas del fondo sin medir.

Para un mejor solape de los haces el equipo dispondrá de un sistema de planificación y guiado del barco.

Tras la finalización de las medidas, se procederá al grabado de los datos obtenidos por la sonda a un CD, para su posproceso en la oficina.

#### Metodología del posproceso de los datos obtenidos

El procesado de los datos recogidos durante la campaña de campo de batimetría se realiza posteriormente en la oficina. En él se integrarán además de los datos de batimetría y posicionamiento, la corrección mareal correspondiente al periodo de trabajo, con los datos del mareógrafo instalado en Granadilla.

El software con el que se han procesado de datos es de la compañía Coastal Oceanographics Inc. Está compuesto por los módulos Hysweep de recogida de datos y edición, así como el paquete de software Hypack Max. Con él se limpian los datos en cuanto a posibles errores de posición, de emisión o recepción con el DGPS durante la batimetría, o de los perfiles de velocidad utilizados.

Todos estos procesos se realizan de forma gráfica y quedan reflejados en tablas de datos. Los formatos de archivos son exportables a otros programas y formatos, para las batimetrías de referencia se exportaron como archivos dxf.

## 2.- RESULTADOS

Los resultados se reflejan en los planos que se adjuntan a continuación.

**INSERTAR PLANOS DE BATIMETRÍAS**

[PLANOS BATIMETRIAS PAG 112](#)

## **h) Geomorfología costera: playas próximas a la zona del Proyecto (La Jaquita, El Médano y La Tejita): Perfiles transversales (punto desde 4.1.j del PVA).**

Se ha comprobado la realización de las Perfiles transversales así como su conforme por parte de la **Dirección General de Costas** (escritos de 11 de noviembre de 2005 registro de salida de la DGC nº 25836, para la primera y segunda campaña, de 19 de abril de 2007 registro de entrada en la APSCT nº 2304, para la tercera y cuarta campaña, **anejo 4.g.**) y el envío de documentación a la **Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental** (escritos de 27 de mayo de 2005, registro de salida de la APSCT 2858, para la primera campaña, ver **anejo 4.a.2.**, y de 20 de abril de 2007 con registro de salida 2013 para la segunda, tercera y cuarta campaña, ver **anejo 4. e.1.**).

En lo referente a la toma de muestras de arena (Composición y granulometría, ver apartado i).

A continuación se resume la metodología y el tratamiento posterior de los datos utilizados para la campaña de referencia, que se tendrán en cuenta para las campañas a realizar durante la fase de explotación. Los resultados se reflejan en los planos que se adjuntan en este apartado.

### **1.- METODOLOGÍA**

#### **TOMA DE DATOS**

Primero se delimitan los perfiles sobre el terreno. Para ello se recorre la costa delimitando la orilla cada 25 metros medidos con una cinta métrica. Una vez realizado esto se extiende un cabo marcado cada 2 metros en dirección perpendicular a la línea de costa. En la zona de trasplaya se coloca un clavo en cada cabeza de perfil.

Se realiza un perfil cada 50 metros.

En los extremos de cada playa se ajustan los perfiles al límite de la playa para delimitarla.

Las cabezas de perfil se marcan mediante clavos y pintura en las zonas en las que esto sea posible, como en la parte urbanizada del Médano y la Jaquita. En la Pelada, parte sur del Médano y la Tejita, se marcan estas cabezas de perfil mediante estacas. Una vez marcadas las cabezas de perfil se procederá a situar la estación de topografía en un punto de la playa y se comienza a medir.

Para medir cada perfil se extiende, perpendicularmente a la línea de costa, un cabo marcado cada 2 metros desde el punto de cabeza de perfil hacia la orilla.

Para comenzar la medición se introduce el técnico con el prisma en el agua hasta la profundidad a medir. Se mide hasta alcanzar la playa seca y en cada perfil se mide a su vez la cabeza del mismo.

Esta operación se realiza para cada una de las playas.

## 2.- RESULTADOS

Los resultados se reflejan en los planos que se adjuntan a continuación.

**INSERTAR PLANOS DE PERFILES COMPARADOS DE LAS PLAYAS**

[PLANOS PERFILES PAG 115](#)

**i) Geomorfología costera: playas próximas a la zona del Proyecto (La Jaquita, El Médano y La Tejita): Determinación de las características de las arenas de aportación (punto desde 4.1.k del PVA).**

Se ha comprobado la realización de la determinación de las características de las arenas de aportación recogida en el documento "Estudio de Correlación de las Granulometrías de Granadilla y El Médano. HIDTMA/JUNIO-05".

Este documento ha obtenido el conforme de la **Dirección General de Costas** (escrito de fecha de 25 agosto de 2005, nº registro de entrada en la APSCT 5164).

Con fecha 1 de julio de 2005, la APSCT envió a la **Viceconsejería de Medio Ambiente** el citado documento para su aprobación. La **Viceconsejería de Medio Ambiente** responde el 26 de octubre de 2.005 que es el **Cabildo Insular de Tenerife** el órgano del Gobierno de Canarias responsable de la gestión de la "Reserva Natural Especial de Montaña Roja" donde se encuentran las áreas estudiadas (quien debe validar el documento según la condición 4 de la declaración de impacto ambiental). Por tanto, posteriormente la APSCT envía al **Cabildo Insular de Tenerife** el citado documento, el cual en su escrito de 15 de diciembre de 2.005 (22/12/05 entrada 7582), considera que el mismo es materia de la **Dirección General de Costas**.

Estos escritos se adjuntan en el anejo 4.i.

Asimismo este documento fue enviado a la **Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental** el 20 de abril de 2007 (con registro de salida 2013, ver **anejo 4. e.1.**) en cumplimiento del condicionante primero de la DIA.

## **j) Geomorfología costera: playas próximas a la zona del Proyecto (La Jaquita, El Médano y La Tejita): Cartografía del campo de dunas situado entre El Médano y La Tejita (punto desde 4.1.I del PVA).**

Se ha realizado la cartografía del campo de dunas existente entre las playas de El Médano y La Tejita, la cual está reflejada en el documento "Levantamiento Topográfico del Sistema Dunar de "El Médano - La Tejita" T.M. de Granadilla de Abona. (Agosto-04)".

Este documento se envió a la **Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental** el 27 de mayo de 2.005, con registro de salida 2.858 (ver anejo 4.a.).

Asimismo fue remitido a la **Dirección General de Costas** para su validación, informando ésta favorablemente el 19 de abril de 2007 (registro de entrada 2304, ver anejo 4.g.). Este escrito fue enviado a la **Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental** (salida nº 2013 de 20 de abril de 2007, ver anejo 4.e.1.).

A continuación se resume la metodología de muestreo y el tratamiento posterior de los datos utilizados para la campaña de referencia, que se tendrán en cuenta para las campañas a realizar durante la fase de explotación. Los resultados se reflejan en los planos de cada campaña recogidos en el correspondiente documento. Asimismo se incluyen las conclusiones a este respecto señaladas en el documento "INFORME CONJUNTO DE LAS CAMPAÑAS DE LOS AÑOS 2005, 2006 Y 2007 SOBRE EL SEGUIMIENTO DEL CAMPO DE DUNAS ASOCIADO A LAS PLAYAS DEL MÉDANO Y LA TEJITA, Julio de la Nuez Pestana, Mayo de 2007" que se adjunta en el anejo 4.k.

### **1.- METODOLOGÍA**

La realización de una cartografía de detalle a escala 1:5.000 o mayor del campo de dunas, es el punto de partida para conocer el estado actual del sistema dunar, su extensión, su volumen y la posibilidad potencial del transporte de arena de una playa a otra.

Se realiza una cartografía geológica a escala 1:2.000 del sistema dunar Médano-Tejita (De la Nuez, 2006), que al ser una escala bastante detallada delimita perfectamente los distintos tipos litológicos en el mapa, incluso los más pequeños afloramientos, y, si fuera necesario, facilita la cuantificación de volúmenes de arena que pudieran mobilizarse a lo largo de los años.

Los materiales que se cartografiarán en el campo de dunas entre las playas del Médano y la Tejita se han separado en:

- Materiales volcánicos
  - Piroclastos basálticos de Montaña Roja (Serie III)
  - Coladas basálticas (Serie III)
  - Coladas piroclásticas del Edificio Cañadas
  
- Materiales sedimentarios
  - Playa fósil cuaternaria
  - Dunas fósiles cuaternarias
  - Dunas actuales
  - Playa actual
  - Depósitos de barranco
  - Arenas contaminadas con derrubios y depósitos de barranco
  - Derrubios de ladera y materiales removidos

## 2.- CONCLUSIONES

Cartografía geológica del campo de dunas entre las playas del Médano y la Tejita

- El campo de dunas está prácticamente detenido por las siguientes causas:
  - la vegetación que crece sobre él.
  - el efecto pantalla de la población del Médano y de las coladas piroclásticas que afloran en la playa del Médano.
  - los obstáculos existentes, como la carretera actual de El Médano a Los Abrigos, barranqueras, acumulaciones de escombros, una antigua pista de aterrizaje en desuso e incluso un antiguo camino vecinal que unía las poblaciones de El Médano y Los Abrigos.
  - la exigua cantidad de arena para ser transportada por la escasa anchura de la playa seca del Médano.
  
- Los signos de escasa movilidad son evidentes como es la existencia de parches o restos de dunas, o pequeñas acumulaciones tras los obstáculos, que no llegan a formar dunas continuas.
  
- En la playa de la Tejita las dunas han sido cubiertas décadas atrás por cultivos, hoy día abandonados, aunque la arena actualmente queda inmovilizada por los muros de las antiguas plantaciones y por las plantas psammófilas que han ido creciendo sobre ella.

- Parte de la arena que sale de la playa del Médano hacia el campo de dunas no llega a la playa de la Tejita y se pierde en otras direcciones.
- Si continúa el escaso aporte de arena a la playa de la Tejita, ésta acabará perdiendo arena de forma natural por el mar.

**k) Geomorfología costera: playas próximas a la zona del Proyecto (La Jaquita, El Médano y La Tejita): Medición del transporte eólico entre la playa de El Médano y La Tejita (punto desde 4.1.m del PVA).**

Se ha comprobado de la realización medición de transporte eólico entre las playas de El Médano y La Tejita. A continuación se relacionan los documentos donde se informa sobre la misma:

- Informe a la Autoridad Portuaria sobre El Seguimiento del Campo de Dunas Asociado d Las Playas de La Jaquita, El Médano y La Tejita. (J. NUEZ, Febrero-06, correspondiente a la 1ª campaña de medición de transporte eólico).
- Informe sobre el Seguimiento del Campo de Dunas asociado a Las Playas de La Jaquita, El Médano y La Tejita. (J. NUEZ, Enero-07, correspondiente a la 2ª y 3ª campaña de medición de transporte eólico).
- Informe sobre el Seguimiento del Campo de Dunas asociado a Las Playas de El Médano y La Tejita durante la campaña de invierno de 2007. (J. NUEZ, Abril-07, correspondiente a la 4ª y última campaña de medición de transporte eólico).

Estos documentos fueron remitidos a la **Dirección General de Costas**, para su validación, informando ésta favorablemente el 19 de abril de 2007 (registro de entrada 2304, ver anejo 4.g.). Este escrito fue enviado a la **Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental** (salida nº 2013 de 20 de abril de 2007, ver anejo 4.e.1.).

A continuación se resume la metodología de muestreo y el tratamiento posterior de los datos utilizados para la campaña de referencia, que se tendrán en cuenta para las campañas a realizar durante la fase de explotación, así como un resumen de los resultados y conclusiones. En el anejo 4.k. se adjunta el documento "INFORME CONJUNTO DE LAS CAMPAÑAS DE LOS AÑOS 2005, 2006 Y 2007 SOBRE EL SEGUIMIENTO DEL CAMPO DE DUNAS ASOCIADO A LAS PLAYAS DEL MÉDANO Y LA TEJITA, Julio de la Nuez Pestana, Mayo de 2007" que recoge el desarrollo de las campañas realizadas, la metodología usada, los resultados y conclusiones de todas ellas.

## 1.- METODOLOGÍA

### Transporte de arena en el sistema dunar Médano-Tejita

#### Introducción

Para conocer el transporte de arena en las dunas entre las playas del Médano y la Tejita se ha optado por utilizar dos métodos, uno de ellos, realizando una campaña de campo de varios días para cuantificar de forma real la arena que discurre de una playa a otra, y otro, de forma teórica, averiguando la tasa de transporte potencial de arena a partir de datos sobre la velocidad y dirección del viento, siguiendo la metodología usada por el Cuerpo de Ingenieros de Estados Unidos (U.S.A.C.E., 2002) para playas arenosas de ese país.

#### Obtención de la tasa de transporte real

Se realizan 2 campañas de campo, una en verano y otra en invierno, durante cinco años (fase de explotación). Se realizarán cuadros resúmenes, donde se expresen en cada caso el día y la hora de muestreo, la arena recogida, así como la velocidad y dirección del viento durante esos períodos y las tasas de transporte calculadas. Todas las campañas se realizarán durante un tiempo de alrededor de dos semanas, siempre que las tasas de viento permitan la recogida de algo de arena. En el caso de que el viento sea flojo (menor de unos 7 m/seg) no se hará el muestreo, ya que no se obtendría nada o casi nada de arena. Por ello, alguna de las campañas se prolongarán durante varias semanas, ya que puede no haber viento apropiado para mover arena en muchos días.

Se usan trampas de arena a partir del modelo original de Leatherman (1978) y adaptadas para diferentes trabajos (Alcantara-Carrió y otros, 1996; Parlee, 2000; Tavares, 2002; Davidson-Arnott y otros, 2003; etc.). Se trata de una trampa vertical de arena que consiste en un tubo de PVC de más de 1 metro de largo, diámetro de 0,1 m y aberturas de 1 m de largo y 0,05 m de ancho efectuadas en la parte anterior (cara al viento) y posterior del tubo (Fig. 1). Para evitar la pérdida de granos de arena y permitir el paso libre del flujo de aire a través de la trampa, se utiliza una malla de 62 micras en la abertura posterior, evitando de este modo turbulencia del flujo de aire y la consecuente pérdida de eficiencia en la captura de los granos de arena. La arena se recoge en un vaso de plástico del mismo diámetro que el tubo. Las trampas se colocan de cara a la dirección del viento durante una hora aproximadamente, en horas cercanas al mediodía.

Las cantidades de arena recogidas de las trampas serán en todos los casos trasvasadas a bolsas de plástico, etiquetadas, llevadas al laboratorio y pesadas mediante una balanza.



**Fig. 1.- Trampa tipo Leatherman utilizada.**

Se instalan las trampas en los puntos de muestreo El Médano 1 y 2 (M-1 y M-2) y La Tejita 2 y 3 (T-2 y T-3) (figura 2).

Inicialmente se tomaban en 12 puntos pero tras realizar las diferentes campañas y a la vista de los resultados, se optó por colocarlas en los puntos de muestreo M-1, M-2, T-2 y T-3 ya que fueron los que mayores y más significativas tasas de transporte de arena mostraron en las campañas anteriores.

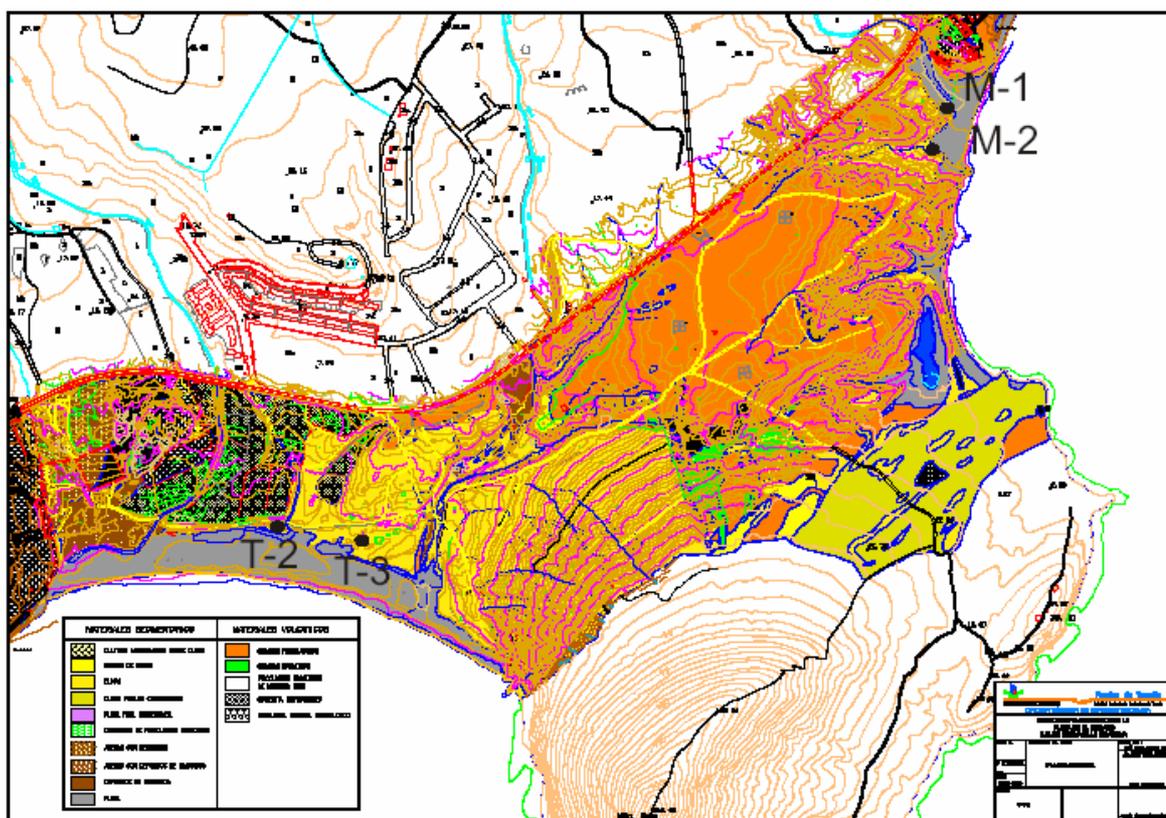


Fig. 2.- Situación de los puntos de muestreo de arena.

### Estimación de la tasa de transporte

Para estimar la tasa de transporte de arena se seguirá la metodología del Cuerpo de Ingenieros de Estados Unidos para la predicción del transporte de arena a partir de datos de viento (U:S.A.C.E., 2002).

La tasa de transporte de arena se puede calcular a partir de la fórmula:

$$Q = K (U / \sqrt{gD})^3 ,$$

donde Q es la tasa de transporte potencial en gr/cm-seg, K es un coeficiente dimensional de transporte de arena eólica, U es la velocidad de cizalla o velocidad mínima para el transporte, g es la aceleración de la gravedad y D es la media del tamaño de grano.

Para los cálculos se ha despreciado la precipitación de la zona debido a su pequeña cuantía.

El valor usado para la densidad de arena, que se utiliza para calcular el volumen potencial de arena, se toma teniendo en cuenta su composición, es de 2,65 gr/cm<sup>3</sup>.

La media del tamaño de grano de la arena de la playa del Médano, que es la que va a ser transportada a las dunas, es de 0,27 mm (1,90  $\Phi$ ), tomada de un promedio de 12 muestras.

Los datos de viento que se utilizarán, serán en la medida de lo posible, los suministrados por:

- el Instituto Tecnológico de Energías Renovables (ITER), de un anemómetro situado a 10 m. de altura, junto a la costa a unos 3 Km. de la playa del Médano y a unos 6 Km. de la playa de la Tejita.
- el anemómetro propiedad de la Autoridad Portuaria de Santa Cruz de Tenerife instalado a 10 metros sobre el nivel del mar situado en la ubicación del futuro puerto de Granadilla.

A partir de los datos de viento suministrados se hallarán los promedios horarios para evitar las fluctuaciones debidas a rachas fuertes de viento o a calmas.

## 2.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LOS DATOS DE LAS CAMPAÑAS DE SEGUIMIENTO

Con todos los datos de las campañas realizadas antes de las obras, se ha obtenido que la velocidad crítica (o velocidad mínima capaz de movilizar la arena) a 10 m. de altura es de 7,56 m/seg. En el caso de que la velocidad del viento fuera menor que 7,56 m/seg a 10 m., no habría transporte de arena. La tasa potencial de transporte de arena prevista en función de la velocidad del viento a 10 m. sería de

$$Q = 0,945 * 10^{-10} * U_{10}^3$$

Donde Q es la tasa potencial de transporte en gr/cm-seg y U<sub>10 m</sub> es la velocidad del viento a 10 m. de altura en cm/seg.

Por otra parte, también se tendrá en cuenta la dirección del viento, ya que sólo cuando el viento sopla del primer cuadrante, entre los 30° y 70° N es capaz de movilizar la arena desde la playa del Médano hacia las dunas interiores. El resto de las direcciones de donde sopla el viento no permiten el transporte de arena a las dunas, incluso las direcciones desde el oeste transportan arena desde las dunas a las playas, aunque este último efecto

no se ha tenido en cuenta. Por tanto, los datos de tasa de transporte obtenidos se filtrarán en función de la velocidad de viento y de su dirección con los topes de velocidad indicados de 7,56 m/seg y de dirección entre 30º y 70º. Cualquier velocidad menor a la indicada o dirección distinta al intervalo dicho, no es capaz de transporte arena de la playa del Médano a las dunas.

Los resultados de las medidas de la tasa de transporte en las campañas de campo se indican a continuación.

TASA DE TRANSPORTE DE ARENA EN gr/m-h EN LA CAMPAÑA DE VERANO DE 2005

día	M-1	M-2	M-3	M-4	T-1	T-2	T-3	T-4
22/08/2005	0.55	0	0	0.77	0	0	0	0
23/08/2005	0	0	0	0	0	0.11	0	0
24/08/2005	27.66	2.7	0.08	0.63	0.76	0.8	0.03	0.15
25/08/2005	1.1	1.75	0	2.13	0.1	0.36	0.13	0
26/08/2005	0.08	0	0	0.54	0	0.25	0	0
29/08/2005	17.12	12.06	0.22	14.8	0.17	1.53	0.09	0.05
30/08/2005	5.77	7.95	4.55	6	0.22	10.94	2.32	0.08
31/08/2005	173.89	115.33	2.96	3.02	9.51	0.36	16.29	12.1
01/09/2005	94.87	131.38	2.4	8.07	0.15	0	1.87	0.14

TASA DE TRANSPORTE DE ARENA EN gr/m-h EN LA CAMPAÑA DE INVIERNO Y PRIMAVERA DE 2006

día	M-1	M-2	M-3	M-4	T-2	T-3
15/02/06	141,53	80,18	5,71	156,12	0,96	1,14
16/02/06	19,81	2,38		16,95	1,16	0,2
20/02/06	251,11	58,08	9,05	673,7	3,54	3,01
06/03/06	4502,6	2547,3	2852,1	3711,4	650,8	572,61
07/03/06	3928	2637,7	179,29	330,77	32,13	11,67
09/03/06	208,91	161,78	122,78	209,73	69,2	77,31
10/03/06	2237,6	1044,6	530,61	238,18	161,52	140,23
28/03/06	196,68	25,81	14,88	7,33	3,85	2,27
17/04/06	118,25	737,6	37,97	39,05	46,26	52,2
18/04/06	84,45	37,03	29,02	27,5	6,73	9,42
19/04/06	71,03	8,91	1,37	3,32	6,63	10,9
20/04/06	302,41	116,96	14,93	7,16	4,14	9,26

TASA DE TRANSPORTE DE ARENA EN gr/m-h EN LA CAMPAÑA DE VERANO DE 2006

día	M-1	M-2	T-2	T-3
06/07/06	2944,6	307,6	83,4	196
07/07/06	426	261,6	189,4	340,4
11/07/06	537,4	323,2	222,6	253,2
12/07/06	1064,6	582	222,2	171,8
13/07/06	910,2	322	48,4	462,2
20/07/06	654	124	280,8	209
21/07/06	65,2	6	110,6	147,2
22/07/06	7,4	16	41,8	49,4
23/07/06	3793	189,8	205,6	519,2
24/07/06	273,4	74,4	12,8	27,4
25/07/06	1583,4	405,6	175,4	716,6
26/07/06	3552,8	230,2	412,6	1363,4
27/07/06	9901,6	762,6	569,2	754,8
28/07/06	4416,8	605,6	452	1206,4

## TASA DE TRANSPORTE DE ARENA EN gr/m-h EN LA CAMPAÑA DE INVIERNO DE 2007

dia	M-1	M-2	T-2	T-3
17/02/07	7958,4	5843,2	38,4	52,6
18/02/07	356	873,2	10,8	8,4
24/02/07	15,8	27,4	21,6	73,2
25/02/07	221,4	2603,2	31,6	14
26/02/07	7696,2	14398	213,6	107
27/02/07	2987	533	211,6	72
01/03/07	92,6	91,8	105,4	62,4
02/03/07	194	289,8	10	10,4
03/03/07	7,2	5,8	3,2	20,6
05/03/07	711,8	745,8	15,6	6,6
06/03/07	16878	16010	204,8	584,8
07/03/07	39152	13490	354,6	255,6
08/03/07	64722	65442	2670	2863,2
09/03/07	116860	104780	1521	1277,2

### Comparación de las tasas de transporte obtenidas con las calculadas

Los resultados del cálculo de la tasa potencial de transporte, mediante la metodología ya expresada se han comparado con los valores de transporte de arena obtenidos en las trampas, y sólo se han observado correlaciones entre estos últimos valores y los correspondientes a M-1 y M-2 de la playa del Médano. El resto de los datos obtenidos en las otras estaciones no presentan ninguna relación o una relación muy errática con los cálculos potenciales realizados.

### 3.- CONCLUSIONES

#### Transporte de arena en el sistema dunar Médano-Tejita

- Se ha verificado que la velocidad mínima del viento para el transporte de arena en la playa del Médano es de unos 7,5 m/seg (a 10 m de altura). La dirección óptima del viento para el arrastre de arena hacia las dunas oscila entre 30 y 70° N.
- Las trampas de arena verticales basadas en las diseñadas por Leatherman (1978) son lo suficientemente eficientes en las condiciones que se dan en las playas del Médano y la Tejita, sobre todo para valores altos de intensidad del viento.
- El transporte de arena recogido en la playa del Médano es siempre mayor al recogido en la playa de la Tejita independientemente del período de muestreo, por lo que no hay un total trasvase de arena del Médano a la Tejita.

- La tasa de transporte real es mucho menor (unas 10 veces) que la tasa de transporte potencial calculada a partir de velocidades del viento < 15 m/seg. en la playa del Médano.
- Valores de velocidad del viento cercanos o mayores de 15 m/seg hacen semejantes las tasas de viento obtenidas y calculadas.
- La metodología usada para el cálculo de la tasa de transporte potencial de arena en función del viento es aplicable al caso de la playa del Médano, no para la Tejita que requeriría datos de viento más precisos de la propia playa. A este respecto la Autoridad Portuaria de Santa Cruz de Tenerife ha realizado una nueva campaña en el verano de 2.007 con la instalación de un anemómetro en la playa de La Tejita. El informe de resultados de esta campaña está pendiente de recepción, y sus resultados serán reflejados en posteriores informes.
- Se ha comprobado que el volumen de transporte anual de arena desde la playa del Médano hacia el campo de dunas está comprendido como mínimo entre 1250 y 3200 m<sup>3</sup>, en el período de muestreo comprendido entre el verano de 2005 e invierno de 2007.

**I) Geomorfología costera: playas próximas a la zona del Proyecto (La Jaquita, El Médano y La Tejita): Caracterización del material de dragado (punto desde 4.1.n del PVA).**

Se verifica la realización de la caracterización, "Caracterización Ambiental y Propuesta de Gestión de los Sedimentos Marinos a dragar para la creación del Puerto de Granadilla. Informe Único y Definitivo. Informe técnico para Puertos del Estado para la Autoridad Portuaria de Santa Cruz de Tenerife (CEDEX/agosto de 2006)".

Este documento fue enviado a la **Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental** (registro de salida 2013 de 20 de abril de 2007, ver anejo 4.e.1.) en cumplimiento del condicionante octavo de la declaración de impacto ambiental.

### **3.- CONCLUSIÓN**

Como **conclusión** del **Informe de la Fase Previa del Programa de Vigilancia Ambiental de las obras incluidas dentro del Proyecto del Puerto de Granadilla** se verifica el cumplimiento de los condicionantes recogidos en la Declaración de Impacto Ambiental y las medidas correctoras del Programa de Vigilancia Ambiental, previos al inicio de las obras.

Debido al tiempo transcurrido en el proceso de tramitación que ha sufrido el proyecto de Granadilla, en este documento de situación previa a las obras se han realizado nuevas campañas de situación de referencia en los aspectos del Programa de Vigilancia Ambiental del Estudio de Impacto Ambiental, donde se ha considerado que la original pudiera haber quedado desfasada.

Además, atendiendo a las conclusiones de los estudios previos, en este documento se propone la redefinición del seguimiento de la calidad de agua y sedimento para su consideración.

**En Santa Cruz de Tenerife, noviembre de 2007.**

#### **LOS REDACTORES DEL INFORME**

**D. Javier I. Mora Quintero**  
**Ingeniero de Caminos, CC y PP**  
**Jefe del Dpto. de Infraestructura**

**D<sup>a</sup>. Almudena Hernández Cabrera**  
**Bióloga Marina**  
**nº Col.: 18926-L**

#### **EL DIRECTOR DEL PUERTO**

**D. Marcos Hernández Acosta**