

## EL CLIMA LOCAL EN GRANADILLA

Compilación elaborada por el Observatorio Ambiental Granadilla (2010)

El clima marítimo de la zona de Granadilla no está sujeto a determinación de valores de referencia a efectos del seguimiento de posibles impactos de la obra sobre el mismo. No obstante, el PVA contempla su oportuno seguimiento para conocer las circunstancias ambientales, su evolución natural y, sobre todo, las variaciones fenológicas que pudieran afectar no solo a los otros parámetros objeto de seguimiento, sino a la propia operatividad del puerto o al desarrollo de situaciones especiales de emergencia (derrames, etc.).



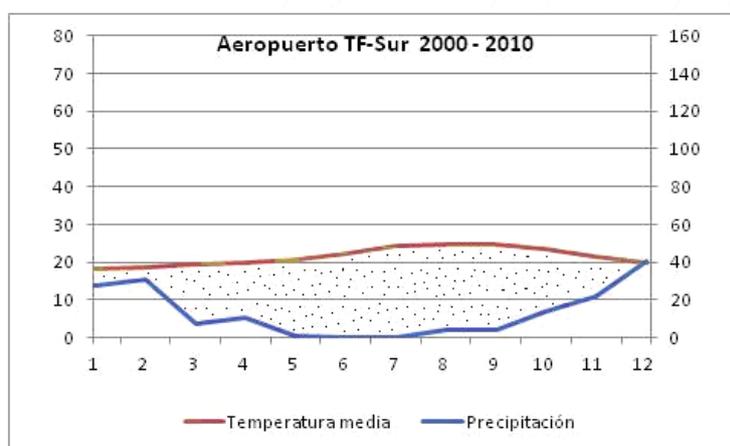
**Figura 1. Estaciones registradores del clima atmosférico y marítimo próximas a la ubicación del puerto de Granadilla (en rojo, futuro puerto).**

Por ello, y sabiendo que los efectos del presente cambio climático pueden hacerse sentir a nivel local, hemos procurado caracterizar el clima marítimo de la costa de Granadilla lo mejor posible a partir de la información disponible.

Las fuentes disponibles para conocer directamente los valores de los parámetros climáticos reinantes en la zona o proximidades son (ver Figura 1):

1. Boya de oleaje “Granadilla” (Cod. 1440) de Puertos del Estado, fondeada a latitud 28°5'23,989"N y longitud 16°28'12,002"W, a -22 m de profundidad y a 1.200 m frente a la desembocadura del barranco de El Río. Series de oleaje de 2007-2010.
2. Boya de oleaje “Tenerife Sur” (Cod. 2446) de Puertos del Estado, fondeada a latitud 27°59'127,571"N y longitud 16°34'37,265"W, a -700 m de profundidad y a 4.300 m frente a la costa de Los Abrigos. Series de oleaje de 1998 a 2010.
3. Boya océano-meteorológica del OAG, fondeada a latitud 28°3'40,230"N y longitud 16°30'32,076"W, a -14 m de profundidad y a 420 m frente al ITER. Series de temperatura, presión atmosférica, dirección y velocidad del viento desde 16-10-2010 hasta 31-1-2011.
4. Estación meteorológica de la Autoridad Portuaria en Granadilla (Cod. 4481; 28°5'7"N 16°29'22"W, cota 15 m). Datos de velocidad y dirección del viento. Datos pendientes de recibir.
5. Estación meteorológica de ENDESA, ubicada en la central térmica de Granadilla. Se están realizando gestiones para obtener dichos datos.
6. Estación del ITER, Instituto Tecnológico de Energías Renovables (28°4'17"N 16°30'48"W, a cota 43 m). Datos de insolación, dirección y velocidad del viento desde 2000 (falta 2003 y 2004 incompleto). Los demás datos (temperatura, etc.) no son fiables, según se nos informa.
7. Estación del aeropuerto Reina Sofía, de la AEMET- Agencia Estatal de Meteorología (coordenadas 28°02'34" N 16°34'14"W), a cota 64 m y a 8,5 km al SW del puerto. Datos meteorológicos completos desde 1980.
8. Mareógrafo de Granadilla (código 3461, latitud 28°N05'00"N y longitud 16°30'54"W) de Puertos del Estado. Ubicado en muelle de servicios de DISA a unos 800 al NE del futuro dique de abrigo del puerto de Granadilla. Series 2003-2006 con cero a -1,989 m bajo API (clavo geodésico), y a partir del 11/7/ 2007 con cero a -3,850 m.

El tramo de costa que nos interesa se encuentra en la fachada meridional de la isla, en un ambiente de costa baja con orientación NE-SW, y clima marcadamente árido (Figura 2).



**Figura 2. Diagrama ombrotérmico del clima de la costa sur (aeropuerto Reina Sofía) en la última década (Temperaturas en °C y precipitación en litros por metro cuadrado)**

## Radiación global

La radiación mensual en la zona es relativamente alta, con un promedio (ver Tabla 1) de 217 w/m<sup>2</sup>, con mínimo de 134 w/m<sup>2</sup> en diciembre (pico de 131, en 2010) y máximo de 306 w/m<sup>2</sup> en julio (pico de 315, en 2008).

**Tabla 1. Radiación global diaria media (w/m<sup>2</sup>) en la zona de Granadilla (estación del ITER)**

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
ENE		167,1	135,5			140,3	120,9	143,5	149,8	152,8	150
FEB		201,4	198,7		166,9	161,9	140,5	187,4	177,6	175,1	170
MAR		221,3	222,0		238,6	231,0	238,6	228,6	228,8	207,5	237
ABR		261,0	235,6		219,7	249,7	234,7	258,3	267,9	269,2	260
MAY		269,4	277,3		249,1	286,6	287,3	291,1	266,7	292,6	276
JUN		333,1	283,9		314,8	281,4	268,4	263,6	307,6	290,9	273
JUL		313,9	312,7		313,8	295,7	307,4	283,9	314,8	305,9	304
AGO		242,1			287,3	257,0	287,7	282,2	271,0	287,7	281
SEP		179,9			216,6	239,5	221,4	228,8	223,2	222,1	231
OCT	210,2	170,1			180,8	183,8	199,3	197,8	208,7	212,6	201
NOV	124	129,6			142,7	150,1	138,0	158,9	147,7	174,6	145
DIC	143,8	107,4			135,6	126,9	152,2	149,3	128,7	135,3	131
media	<b>159</b>	<b>216</b>	<b>238</b>		<b>224</b>	<b>217</b>	<b>216</b>	<b>223</b>	<b>224</b>	<b>227</b>	<b>222</b>

El promedio de las horas de sol diarias en el Aeropuerto Reina Sofía en el período de 1980 a 2010 es de 6,7 h, y el total anual de 2.701 h.

## Presión atmosférica

La presión atmosférica máxima diaria en la zona (aeropuerto Reina Sofía) fluctúa en el ámbito de los 1005 a 1015 mb (media de 1009,3 mb), con picos usualmente en verano, que superan los 1020 mb (máx. 1.027,7 mb) o caídas por debajo de los 1000 mb (mínima 944 mb) que coinciden con el mal tiempo, e incluso temporales. En Granadilla se han medido valores extremos de 1038,19 mb (11/1/2011) y 997,61mb (30/11/2010), en los tres meses y medio operativos.



**Figura 3. Presión atmosférica (azul) y precipitación (rojo) medida en el aeropuerto Reina Sofía**

La situación y desplazamientos del anticiclón de las Azores (véase ejemplo en la Figura 4) determinan en buena medida las condiciones climáticas generales en las Canarias, y las particulares en Granadilla.

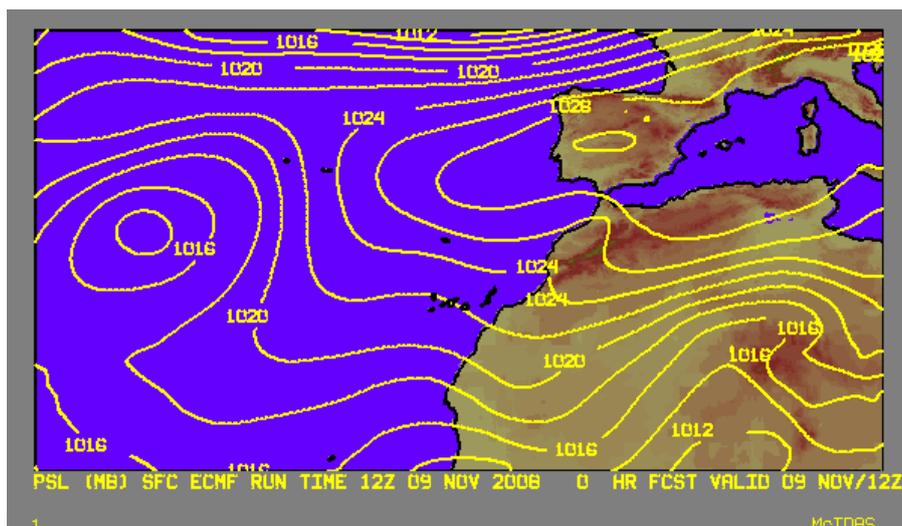


Figura 4. Anomalía de “tiempo palmero” del NW. Presión a nivel del mar 9/11/2008 a las 12 TMG (Resumen Meteorológico de Canarias, AEMET, Nov. 2008, Vol.1, No. 11).

## Temperatura del aire

La temperatura media del aire en el aeropuerto Reina Sofía es de 21,4°C, la media de las máximas 24,8°C y la de las mínimas 17,9°C (serie de julio 1980 a diciembre 2010). La amplitud térmica diaria máxima registrada en este período fue de 19,8°, el 29 de julio de 2007, y las máxima y mínima absolutas registradas han sido 44,3°C (1988) y 7°C (2001), respectivamente.



Figura 5. Variación anual de la temperatura en el período. Temperatura media (verde), máxima mensual absoluta (rojo) y mínima absoluta (azul) en el período 1980-2010, en la estación del Aeropuerto Reina Sofía.

## Precipitaciones

Las lluvias en la zona sur de la isla son escasas e irregulares, concentradas en los meses de otoño – invierno, pero con grandes variaciones anuales (ver Figura 6 y Figura 7).

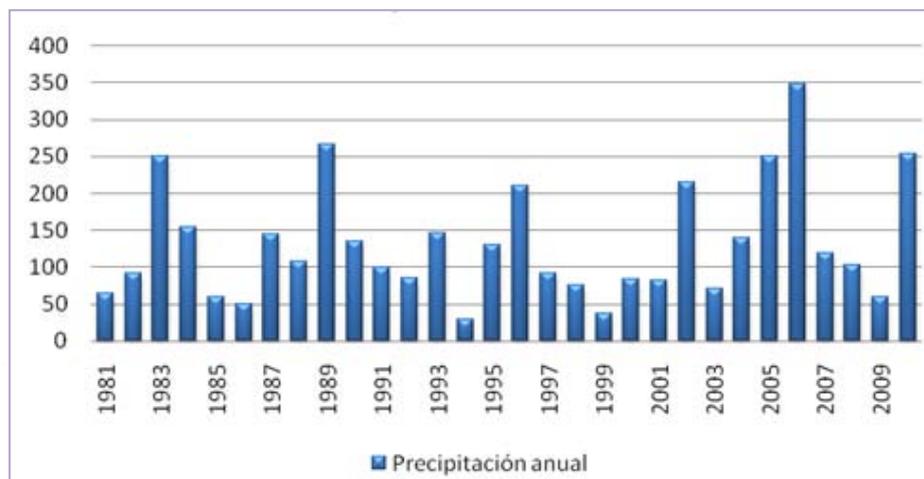


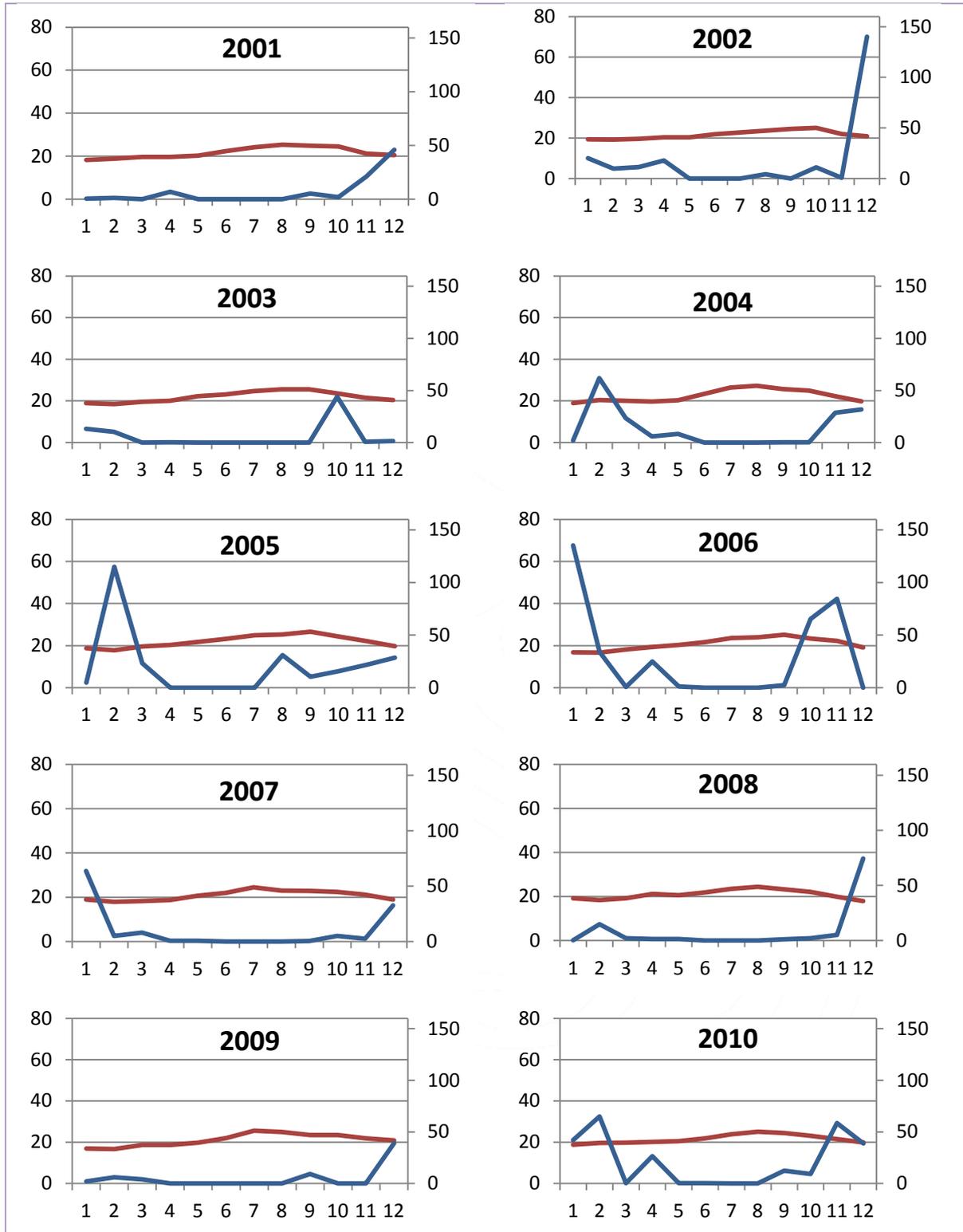
Figura 6. Precipitación anual registrada en el aeropuerto Reina Sofía (1980-2010)

Según los registros de pluviometría en el Aeropuerto Reina Sofía, en los últimos 30 años (1980-2010) se han producido 19 episodios de lluvias torrenciales (> 30 mm), pero casi la mitad en la última década, casi a razón de una al año. Destacan los aguaceros febrero de 2005 y noviembre de 2006 que alcanzaron los 56,8 y 81,2 mm, y el máximo diario registrado de 136 mm, el 19 de noviembre de 1983. Estos aguaceros tienen particular importancia porque pueden hacer que corran los barrancos y haya aporte de nutrientes al mar.

Tabla 2. Precipitaciones máxima diarias (aeropuerto Reina Sofía)

Precipitaciones máximas diarias							
Fecha				Fecha			
		l/m <sup>2</sup>				l/m <sup>2</sup>	
19	Nov	1983	<u>136,0</u>	16	Dic	2002	42,1
18	Mar	1984	45,4	19	Feb	2004	30,3
4	Nov	1987	38,3	23	Feb	2005	<u>56,8</u>
27	Feb	1988	30,7	9	Ene	2006	40,0
9	Dic	1989	45,0	28	Oct	2006	46,1
25	Oct	1989	47,0	1	Nov	2006	<u>81,2</u>
24	Nov	1989	<u>96,5</u>	27	Ene	2007	46,2
17	Mar	1993	53,2	31	Ene	2010	30,7
12	Dic	1995	31,9	29	Nov	2010	47,5
2	Feb	1996	61,0				

El rocío, como en todos los ecosistemas áridos de Canarias, juega un importante en la ecología local de las comunidades terrestres, pero no existen mediciones de precipitaciones ocultas para esta zona (1,25 mm mensual en Lanzarote).



**Figura 7. La irregularidad de las lluvias puede apreciarse en los diagramas obotermicos anuales (aeropuerto Reina Sofía). Temperatura (°C) en rojo, pluviometría (mm) en azul.**

## Hidrografía

El tramo de 18 km de costa que nos ocupa, entre el Porís de Abona al NE y la playa de La Tejita al SW, recibe los aportes de varias cuencas que remontan la ladera de la isla –más aplanada en esta vertiente– hasta las altas cumbres, por encima de los 2.500 m de altitud.

En Tenerife, las precipitaciones son mucho menores en la fachada de barlovento que en la de sotavento, y el Consejo Insular de Aguas<sup>1</sup> ha estimado las máximas diarias previsibles y calculado los caudales punta de avenida (base de datos de 64 años). Los valores relevantes expresados para varios periodos de retorno o recurrencia (5, 10, 100 y 500 años), es decir, plazo temporal en el que se supone que se producirá una avenida, se resumen en la siguiente tabla:

**Tabla 3. Precipitación diaria y caudal punta calculada para distintos periodos de retorno (Fuente: Consejo Insular de Aguas). Pd = precipitación diaria (mm), Qp =caudal punta (m<sup>3</sup>/s).**

Red Hidrográfica	Superficie de cuenca	Retorno 5 años		Retorno 10 a		Retorno 100 a		Retorno 500 a	
		Pd	Qp	Pd	Qp	Pd	Qp	Pd	Qp
Bco. Los Caballos	18,70 km <sup>2</sup>	101	23,0	131	28,2	241	106,7	335	171,2
Bco. de Atalaya	2,43 km <sup>2</sup>	73	4,75	91	7,20	153	17,2	201	25,8
Bco. del Pedregal	3,97 km <sup>2</sup>	73	5,87	91	9,16	154	22,8	203	34,6
Bco. de Esquina	9,36 km <sup>2</sup>	78	11,3	97	18,3	165	48,1	218	74,7
Bco. de Vijigua	26,80 km <sup>2</sup>	114	37,4	149	62,5	282	176,3	398	284,3
Bco. de Guama	3,68 km <sup>2</sup>	80	6,42	100	9,72	167	22,6	219	33,6
Bco. del Río	29,30 km <sup>2</sup>	110	36,6	143	60,6	263	166,5	364	264,4
Bco. del Helecho	20,20 km <sup>2</sup>	108	16,3	139	29,9	253	93,4	345	154,0
Bco. de Tagoro	16,20 km <sup>2</sup>	83	21,8	104	32,9	173	76,6	227	113,4
Bco. del Charcón	40,10 km <sup>2</sup>	100	38,7	128	64,6	230	177,5	313	279,7
Bco. de la Barca	7,25 km <sup>2</sup>	66	11,0	83	16,6	143	38,5	192	57,5
Bco. Piedra Viva	7,34 km <sup>2</sup>	68	7,8	87	12,6	159	33,0	221	52,0
Bco. los Bastianes	8,96 km <sup>2</sup>	59	11,0	77	17,7	144	48,0	203	76,8

No existen estudios de la capacidad de arrastre y aporte de materiales que puede generar, pero si se asume como probable (derivado de algunos datos empíricos) que el material arrastrado podría rondar un 20 % de sus caudales, el potencial de aportes es ciertamente alto. Estos barrancos, pues, han de jugar un papel ecológico relevante como fuente de nutrientes en el litoral, y a plazo más largo, como fuente de aporte de materiales sólidos a las playas y bancos subterráneos de arenas.

El barranco del Helecho (o Gánige) y el de El Río, desembocan respectivamente a 1,5 km y 1,8 km al NW del futuro puerto de Granadilla, y el de Tagoro directamente en el emplazamiento del puerto (se prevé su desviación al norte del mismo). El barranco del Charcón–Abejera, cuyos cauces se han unificado artificialmente, desagua al pie de Montaña Pelada, a 1,5 km al SW del Puerto; el de La Barca en la playa de La Jaquita, y los barrancos de la Piedra Viva y los Bastianes, en la playa de La Tejita.

<sup>1</sup> Aplicación de la guía metodológica para el cálculo de caudales de avenida en la isla de Tenerife. INCLAM, Versión 2009.

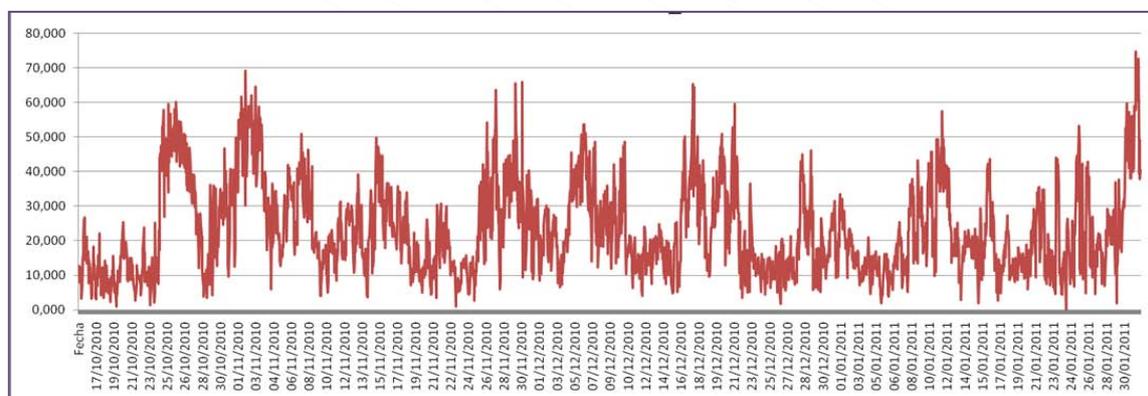
## Viento

La conformación del paisaje costero denota la constancia e intensidad de los vientos del primer cuadrante, y dada su orientación e intensidad, deber existir un aporte ecológicamente importante de polvo hacia las aguas litorales.

La zona de Granadilla puede calificarse de ventosa, con vientos dominantes del NE y ENE (alisios, con frecuencia superior al 50%) y un porcentaje de calmas por debajo del 3%, siendo el mes de julio el más intenso y noviembre el menos. Los períodos de calma son máximos en septiembre y mínimos en enero.

**Tabla 4. Velocidades media mensual (m/s) del viento en la estación del ITER, medido a 30 m sobre el suelo.**

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
<b>ENE</b>	4,2	4,6	3,7	---	---	4,7	4,3	5,2	4,1	3,9	3,3
<b>FEB</b>	9,0	4,6	5,2	---	5,1	5,5	3,8	4,6	4,1	3,7	4,2
<b>MAR</b>	5,6	5,2	3,4	---	6,1	3,9	5,1	6,3	6,4	4,2	4,0
<b>ABR</b>	5,7	6,2	4,9	---	3,6	5,8	4,9	4,4	6,0	5,8	4,9
<b>MAY</b>	5,9	3,9	5,3	---	5,0	6,1	5,2	5,5	4,1	4,5	4,8
<b>JUN</b>	6,2	6,1	5,0	---	4,5	5,5	3,9	5,2	4,7	3,7	4,9
<b>JUL</b>	8,6	7,4	5,0	---	7,5	6,8	6,6	8,5	6,0	6,1	5,6
<b>AGO</b>	8,2	5,5	---	---	3,7	5,4	5,3	7,2	6,8	6,3	5,5
<b>SEP</b>	7,4	3,5	---	---	4,4	6,4	4,7	5,3	3,8	4,1	5,1
<b>OCT</b>	5,9	3,9	---	---	4,7	4,0	4,6	4,6	4,8	3,4	3,6
<b>NOV</b>	6,1	4,3	---	---	3,7	5,5	4,6	4,9	4,4	4,7	4,2
<b>DIC</b>	4,3	3,6	---	---	6,3	4,7	5,4	5,6	4,6	4,7	4,4
<b>media</b>	<b>6,4</b>	<b>4,9</b>	<b>4,6</b>	<b>---</b>	<b>5,0</b>	<b>5,3</b>	<b>4,9</b>	<b>5,6</b>	<b>5,0</b>	<b>4,6</b>	<b>4,5</b>



**Figura 8. Variación de la velocidad del viento (m/s) medida en el anemómetro de la boya del OAG en Granadilla medida cada hora entre el día 17/10/2010 y el 20/1/2011.**

Según las series registradas por el ITER (2000-2010), la velocidad media anual varía entre 6,4 m/s y 4,5 m/s con promedio de 5,1m/s (18,3 km/h). La media mensual más alta corresponde al mes de febrero de 2000, con 9,0 m/s (32,4 km/h), y el máximo diario (media) absoluto registrado en toda la serie fue de 14,6 m/s (52,56 km/h). La ráfaga máxima registrada alcanzó 149 km/h, en julio de 2002, mayor que la registrada con ocasión del huracán Delta (62 km/h) que en el aeropuerto Reina Sofía alcanzó ráfagas de 134 km/h.

Tabla 5. Velocidad máxima del viento registrada cada año en una década (datos del ITER)

AÑO	Mes en que se produce	Velocidad máxima	
2000	Octubre (datos oct.- dic.)	31,7 m/s	114,12 km/h
2001	Junio	26,4 m/s	95,04 km/h
2002	Julio (datos ene.- jul.)	41,3 m/s	148,68 km/h
2003*	Enero	22,2 m/s	79,92 km/h
2004	Mayo (faltan datos de enero)	34,7 m/s	124,92 km/h
2005	Noviembre (huracán Delta)	17,2 m/s	61,92 km/h
2006	Diciembre	19,3 m/s	69,48 km/h
2007	Diciembre	21,6 m/s	77,76 km/h
2008	Enero	15,9 m/s	57,24 km/h
2009	Abril	17,6 m/s	63,36 km/h
2010	Febrero	20,3 m/s	73,08 km/h

\*Dato de 2003 del anemómetro de la estación Reina Sofía

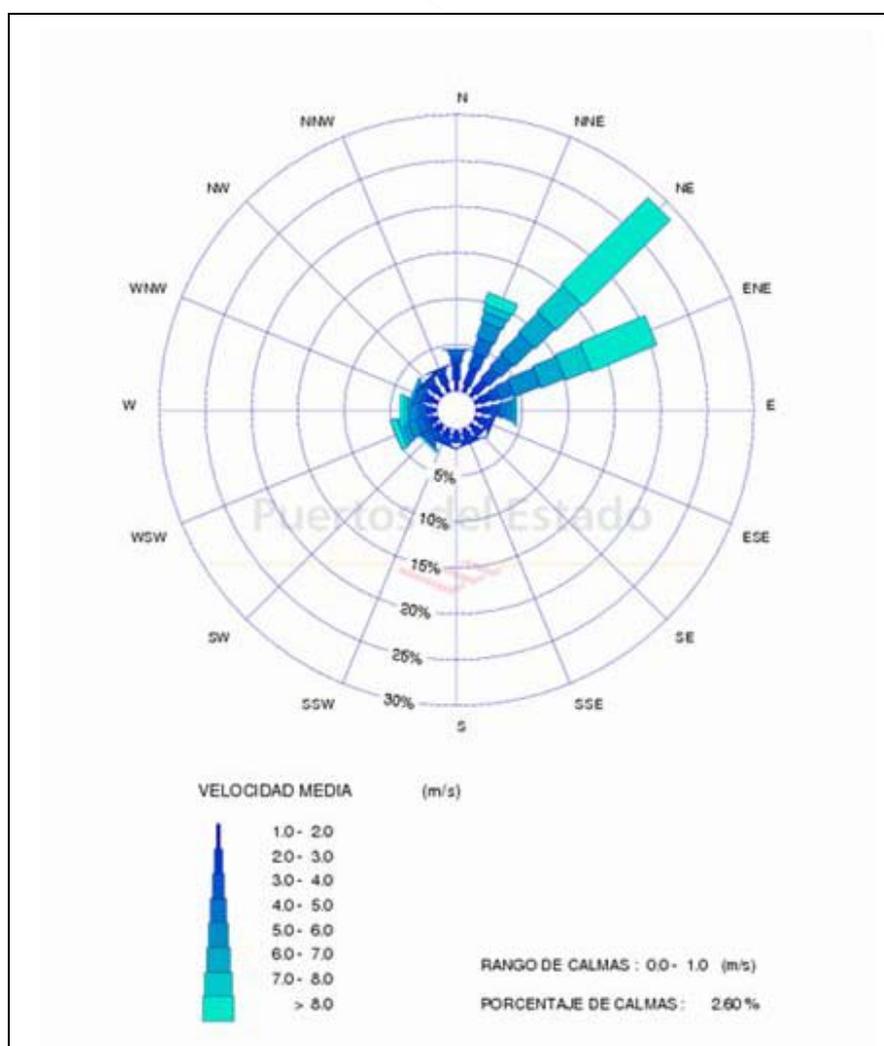
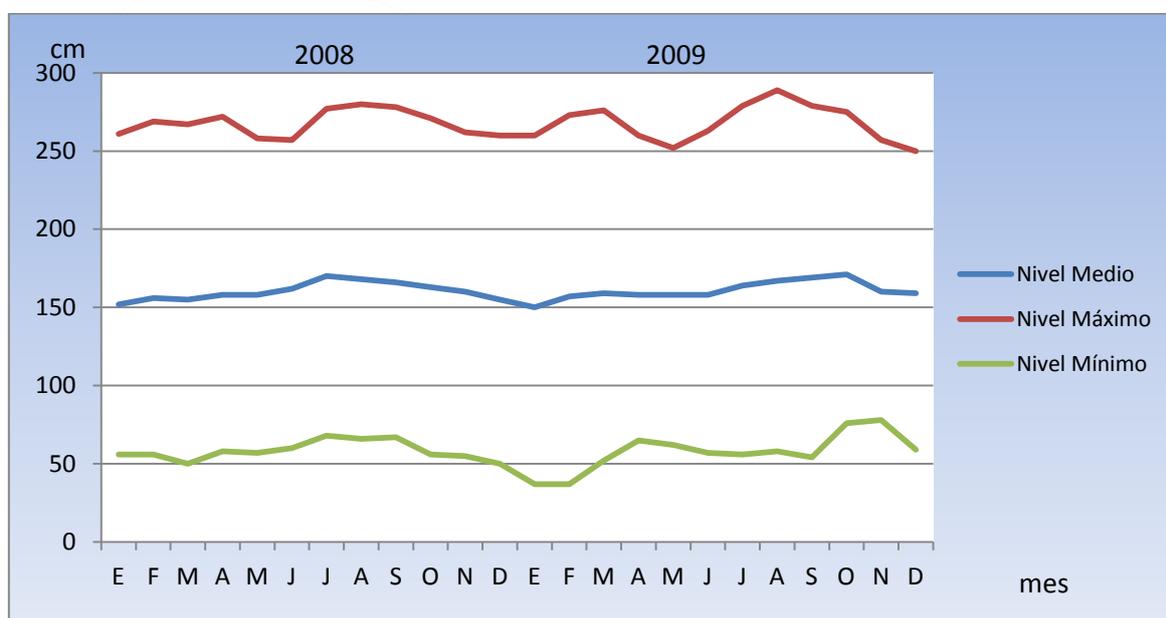


Figura 9. Rosa anual de vientos medios (procedencia) según datos del año 2009 registrados por la boya Tenerife Sur (2446) de Puertos del Estado, emplazada en Granadilla (98,65% de datos válidos)

**Polvo sahariano:** En Canarias pueden producirse invasiones de aire cálido seco proveniente del este (25% de los días del año), con la posibilidad de acarrear gran cantidad de polvo en suspensión desde el Sahara, cuya deposición anual puede alcanzar los 20 g/m<sup>2</sup> (Torres, 2000). La frecuencia de estos episodios es mayor en invierno (40%) y menor en primavera (17%). Este aporte de nutrientes y minerales (5% es hierro) incide favorablemente en la productividad marina, particularmente, en alta mar.

## Mareas

Las mareas en Canarias son semidiurnas (pleamares y bajamares repetidas dos veces cada 12 horas 50 minutos a lo largo del día lunar). Puede haber variaciones según la isla y orientación, pero en general el nivel medio de su amplitud se mantiene en torno a los 1,2-1,3 m durante los doce meses del año, sin que experimenten marcadas oscilaciones.



**Figura 10. Niveles de la marea en 2008 y 2009 según el mareógrafo de Granadilla. (datos medios de agosto 2008 y septiembre 2009 interpolados).**

Según el mareógrafo emplazado en Granadilla, por ejemplo, la amplitud máxima de la marea registrada en 2009 (ver Tabla 6) fue de 2,52 m, con una media de 1,6 m, pleamar máxima de 2,89 m en agosto, y 0,37 m de bajamar máxima repetida en enero y febrero (mediciones a partir del cero local). Estos datos son parecidos a los de 2008 pero de carácter orientativo, ya que los ciclos mareales se desarrollan en 19 años y para caracterizarlos estadísticamente es preciso disponer al menos de una serie de 9 años.

Las pleamares y bajamares máximas en las islas occidentales suelen ocurrir entre marzo y abril. En Granadilla se aprecia la tendencia, pero la pleamar máxima absoluta se produce en agosto, alcanzando niveles próximos a los 3 m, conocidos, por ejemplo, del puerto de Santa Cruz<sup>2</sup>.

<sup>2</sup> Yanes Luque, A. (1990). *Morfología litoral de las islas Canarias occidentales*. La Laguna: Universidad de La Laguna, Secretariado de Publicaciones.

Tabla 6. Datos de marea en cm registrados en Granadilla en el bienio 2008-2009

Mes	Nivel me- dio	Nivel máximo	Nivel mínimo	Nivel medio	Nivel máximo	Nivel mínimo
	2008			2009		
Enero	152	261	56	150	260	37
Febrero	156	269	56	157	273	37
Marzo	155	267	50	159	276	52
Abril	158	272	58	158	260	65
Mayo	158	258	57	158	252	62
Junio	162	257	60	158	263	57
Julio	170	277	68	164	279	56
Agosto	168	280	66	167	289	58
Septiembre	166	278	67	-	279	54
Octubre	163	271	56	171	275	76
Noviembre	160	262	55	160	257	78
Diciembre	155	260	50	159	250	59

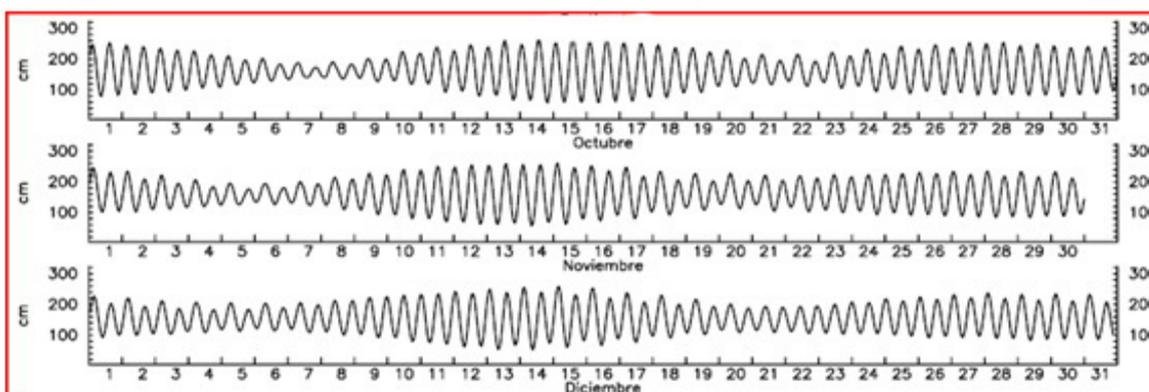


Figura 11. Ejemplo de registro de datos horarios durante el último trimestre de 2008 (Redmar).

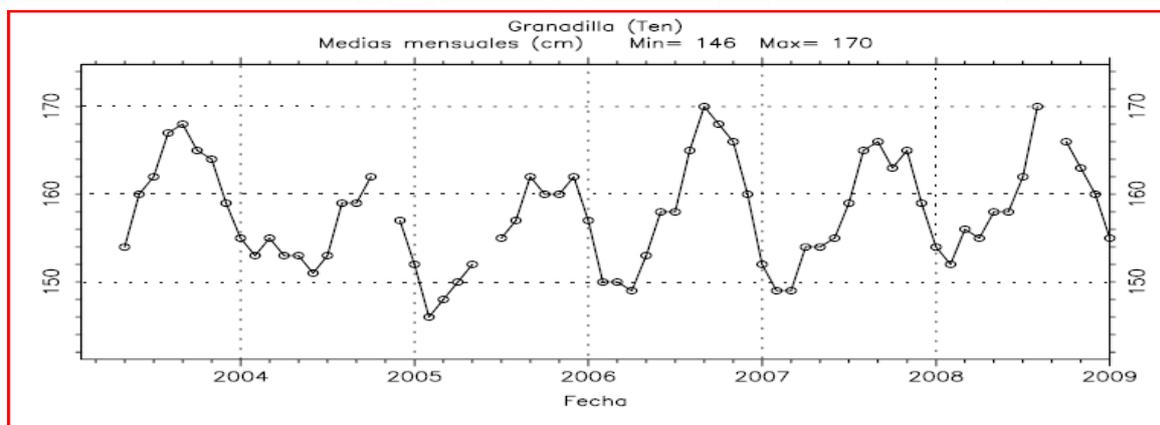


Figura 12. Histórico de medias mensuales 2004-2008, según el informe anual 2008 de REDMAR.

## Corrientes

En el litoral de Granadilla fluyen tres tipos de corrientes marinas debido a la situación oceánica del archipiélago, al obstáculo que representan las siete islas emergiendo de profundidades abisales, y a las mareas, que acentúan o disminuyen los efectos de las anteriores:

- La Corriente de Canarias, de ámbito oceánico y comportamiento anticiclónico en el Atlántico Norte, suele ser débil, inferior a 25 cm/s, en aguas abiertas, pero puede alcanzar un nudo (50 cm/seg) debido al estrangulamiento entre las islas, o llegar a 2 nudos con flujo sostenido de vientos.
- La corriente inducida (cyclónica) que transcurre desde Punta La Rasca hasta Montaña Roja, originada por la conformación y orientación de la costa en este sector de la isla.
- Las corrientes de marea, que “corren hacia arriba” con la pleamar, y “hacia abajo” con la bajamar, siendo esta última de gran intensidad en los fondos someros de los salientes como la Punta del Camello, Punta de de Pelada y el frente de Montaña Roja, con velocidades que pueden superar los 60 cm/s (2,16 km/h).

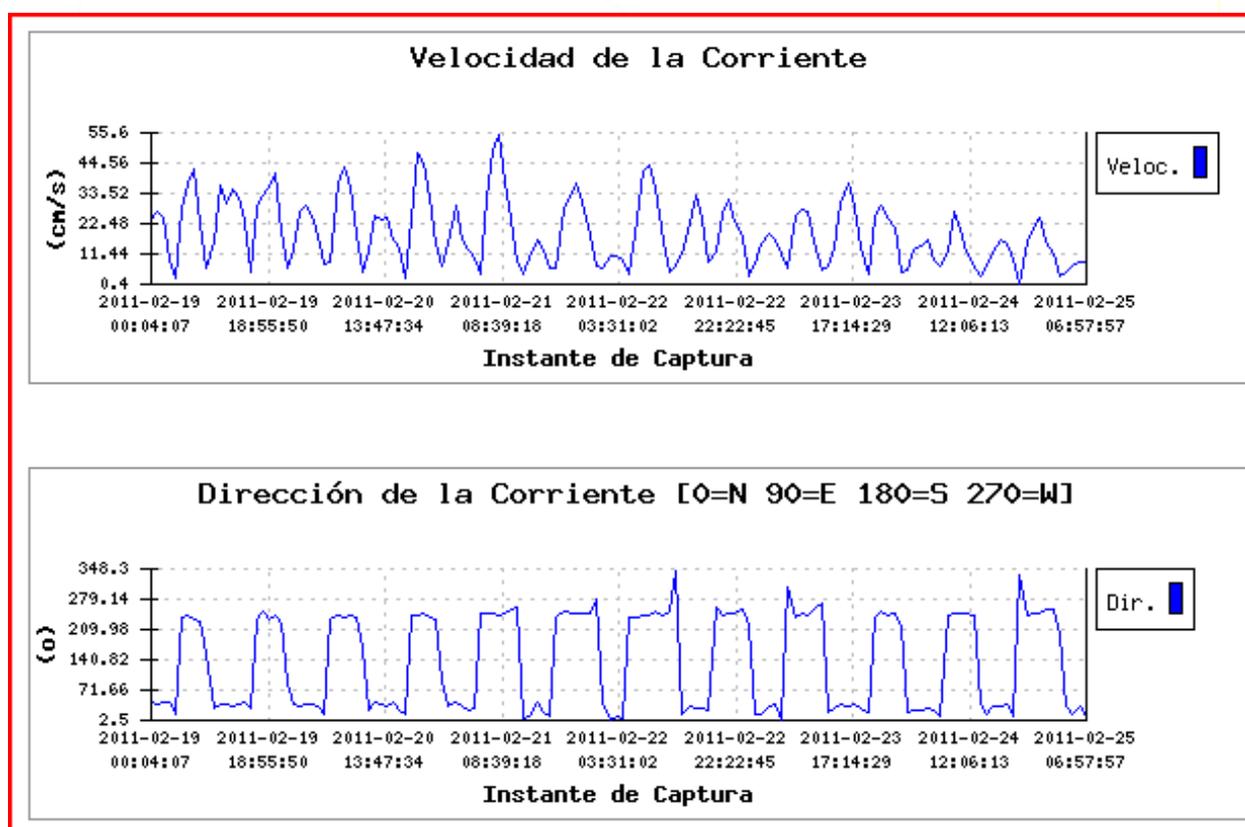


Figura 13. Ejemplo de los registros de la corriente en la boya de Granadilla (Febrero, 2011)

Las tres corrientes arriba mencionadas se combinan pero la de marea se hace sentir particularmente en los primeros 20 metros de profundidad, y hace que la dirección cambie dos veces al día en consonancia con las mareas (el momento que dura la inversión es breve). En Granadilla, con ocasión de los estudios iniciales del puerto, se registraron, por ejemplo, valores

máximos de corriente de 18 cm/s en dirección NE y 23 cm/s SW, pero de más de 39 cm/s a -25 m, donde ya no se producen inversiones de flujo (Hidma<sup>3</sup>).

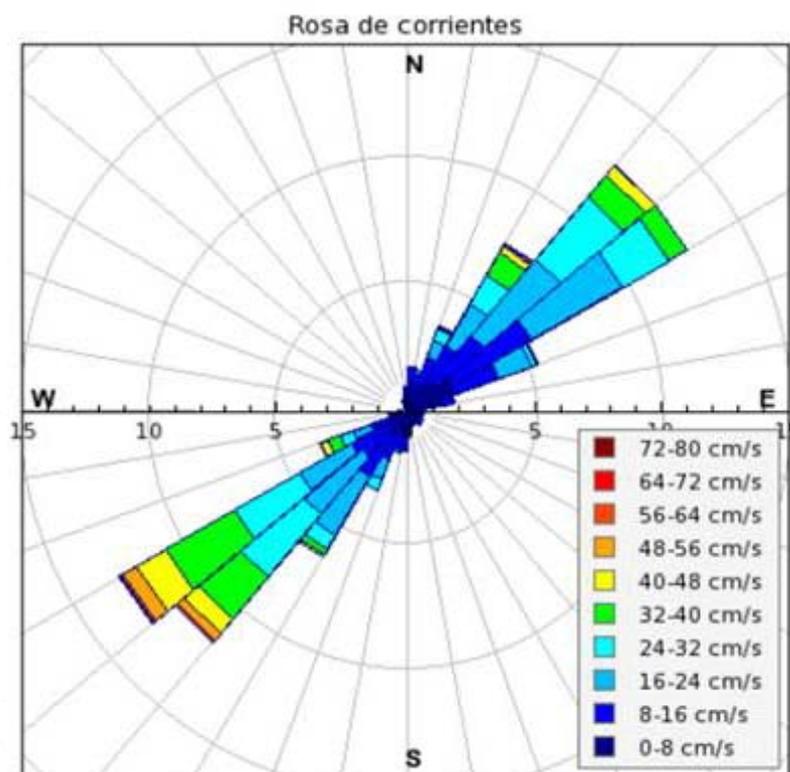


Figura 14. Rosa de velocidades de la corriente basada en valores medios (2.555 registros) durante 3,5 meses en Granadilla (boya del OAG situada sobre fondo de -14 m, a 430 m de la costa frente al ITER).

Los valores obtenidos por la boya del OAG cada hora a un metro de profundidad, entre el 16-10-2010 y el 30-1-2011, dan una velocidad media ponderada global de 18,03 cm/s, y una residual ponderada dirigida hacia el tercer cuadrante, de 4,48 cm/s. La velocidad máxima registrada en el primer cuadrante ha sido de 70,15 cm/s, y en el tercer cuadrante, de 70,12 cm/s.

Tabla 7. Velocidad de la corriente medida a -1m en la boya del OAG (3,5 meses)

Dirección	Cuadrante	Frecuencia	Velocidad media	Velocidad residual	Frecuencia
N	337,5° a 22,5°	5,69%	7,02 cm/s		
NE	22,5° a 67,5°	40,02%	18,70 cm/s		
E	67,5° a 112,5°	5,07%	5,93 cm/s		
SE	112,5° a 157,5°	2,63%	4,87 cm/s	1,44 cm/s	3,45%
S	157,5° a 202,5°	5,38%	8,35 cm/s	1,33 cm/s	11,07%
SW	202,5° a 247,5°	37,7%	23,82 cm/s	5,12 cm/s	77,72%
W	247,5° a 292,5°	2,67%	9,91 cm/s	3,98 cm/s	7,74%
NW	292,5° a 337,5°	0,82%	3,43 cm/s		

<sup>3</sup> Mediciones los días 19-14 de noviembre de 1998 con un correntímetro manual (Braystoke STS) y seguimiento de trayectorias de biplanos.

## Oleaje

La costa donde se ubica el puerto de Granadilla es un tramo bastante lineal de 18 km de largo entre la punta del Porís de Abona al NE y Montaña Roja al SW (ángulo  $44^\circ$ ), en el sector meridional de la isla. En esta zona inciden tanto olas de viento como de fondo (“mar de leva”), dependiendo del cuadrante desde donde sopla el viento.

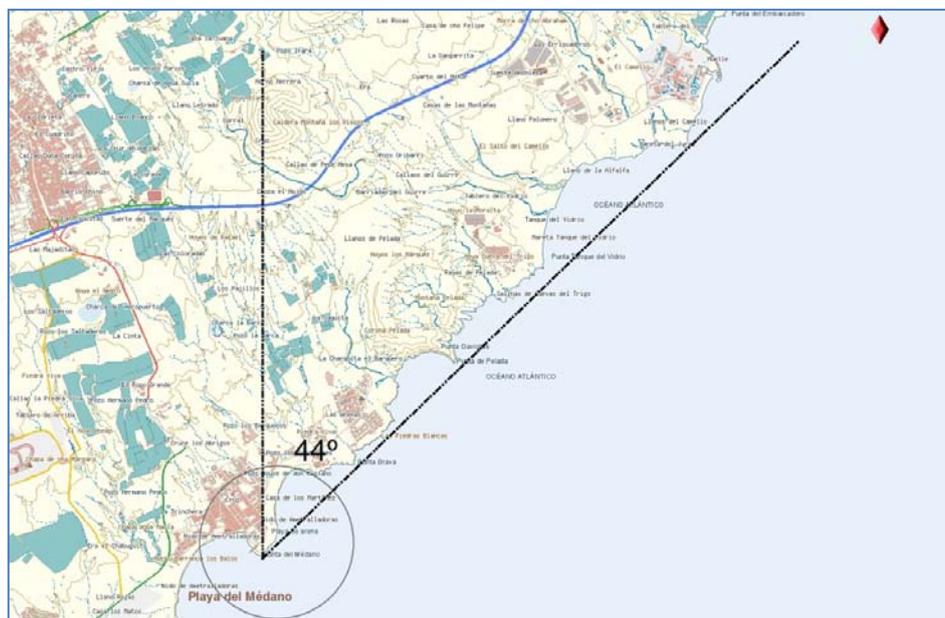


Figura 15. Disposición NE de la línea de costa. Rombo rojo = boya de oleaje “Granadilla”.

- Del primer cuadrante: Los alisios inciden del NE-NNE con un ángulo de  $0$  a  $20^\circ$  sobre la alineación general de la costa. El tamaño de ola rara vez rebasa los 2,5 m de altura y es menor de la que se observa a barlovento de la isla, donde el macizo de Anaga no hace de pantalla. Por ello no existe una correspondencia entre la fuerza del viento registrada en Granadilla y la altura de ola esperada (4-6 m) con la fuerza del viento habitual, según las tablas de correspondencia para mar abierto y sin limitación del *fetch* (ver Figura 17). Este oleaje es el más frecuente (61%), sobre todo en verano, cuando el centro del anticiclón de las Azores se sitúa más próximo al archipiélago que le da nombre y los alisios son más estables. Incide en la costa de Granadilla básicamente desde el E con un ángulo de  $46^\circ$  grados (46%) o del ENE con ángulo de  $24^\circ$  (15%).
- Del segundo cuadrante, situación rara (8%) y con oleaje débil debido al efecto de pantalla que ejerce la isla de Gran Canaria.
- Del tercer cuadrante, con “tiempo sur” o de “levante” (24 %). Las olas llegan desde orígenes lejanos y pueden venir acompañadas de viento en el caso de temporales oceánicos, aunque son más frecuentes en estados de calma relativa. En aguas abiertas las olas de fondo apenas se notan (onda muy larga), pero cuando se acercan a la orilla disminuyen la velocidad al contactar con los fondos someros y aumenta notablemente en altura, pudiendo superar los 3 metros con la posibilidad de alterar el perfil y constitución granular de las playas. Con ocasión de las borrascas atlánticas pueden superar los 5 m.

- Del cuarto cuadrante. El viento incide en la costa desde tierra, frecuentemente racheado y genera olas pequeñas. El agua es desplazada hacia fuera y provoca un afloramiento local de capas más profundas; suele durar pocas horas, sobre todo por las mañanas.

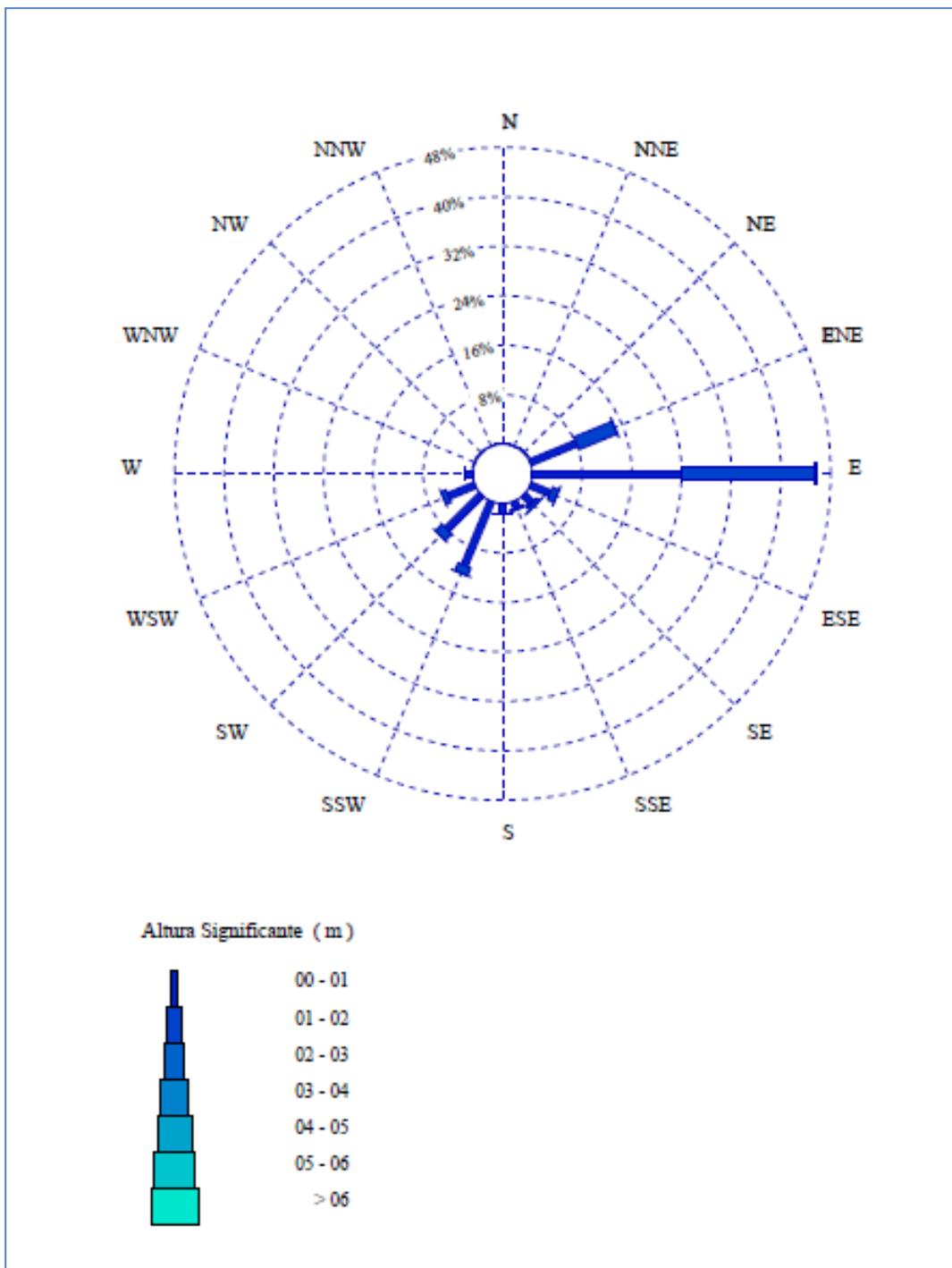


Figura 16. Rosa de oleaje (altura y dirección). Boya “Tenerife Sur”, período mayo 2003-agosto 2009 (43161 datos), eficacia 77.99%. Puertos del Estado (Informe de 11 de marzo 2010)

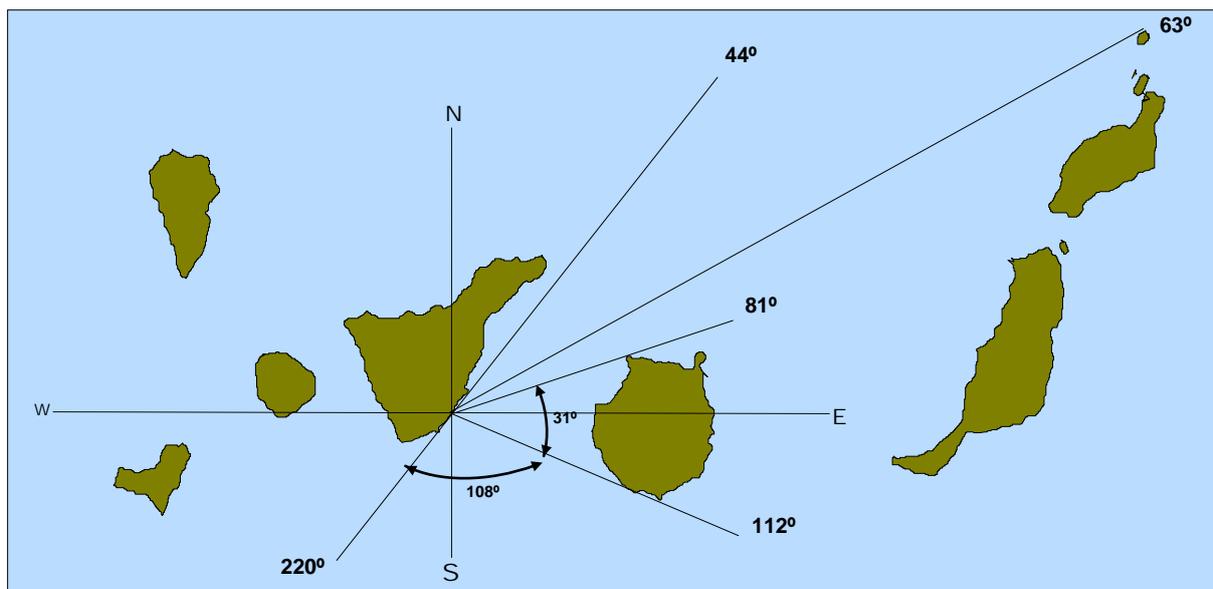


Figura 17. Exposición de Granadilla al oleaje (T. Cruz, 2010)

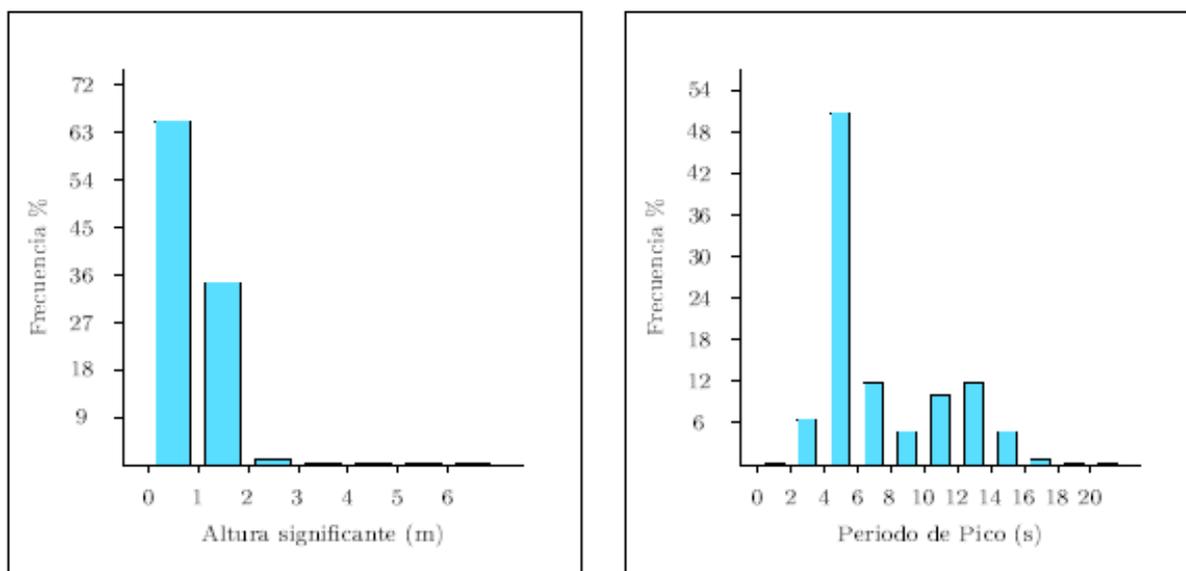


Figura 18. Distribución conjunta de altura y periodo de pico del oleaje. Estadística anual del período mayo 2003-agosto 2009 (43161 datos), eficacia 77.99%. Puertos del Estado (Informe de 11 de marzo 2010)

La altura significativa media de la ola es de 0,90 m, y la máxima de 3,04 m (registrada en invierno). Nótese que estos valores son algo inferiores a los esperados según las tablas de correlación de viento y oleaje al uso en situación de *fetch* no restringido. Las estaciones consideradas, lo mismo que el futuro puerto, se encuentran parcialmente protegidas por la propia isla de Tenerife o la vecina de Gran Canaria, que reducen el *fetch* considerablemente. En la Figura 17 se señalan los sectores que quedan expuestos y los que no.

**Tabla 8. Fuerza del viento en diversas estaciones próximas a la ubicación del puerto (altura del anemómetro sobre el nivel del suelo o el mar indicada en metros)**

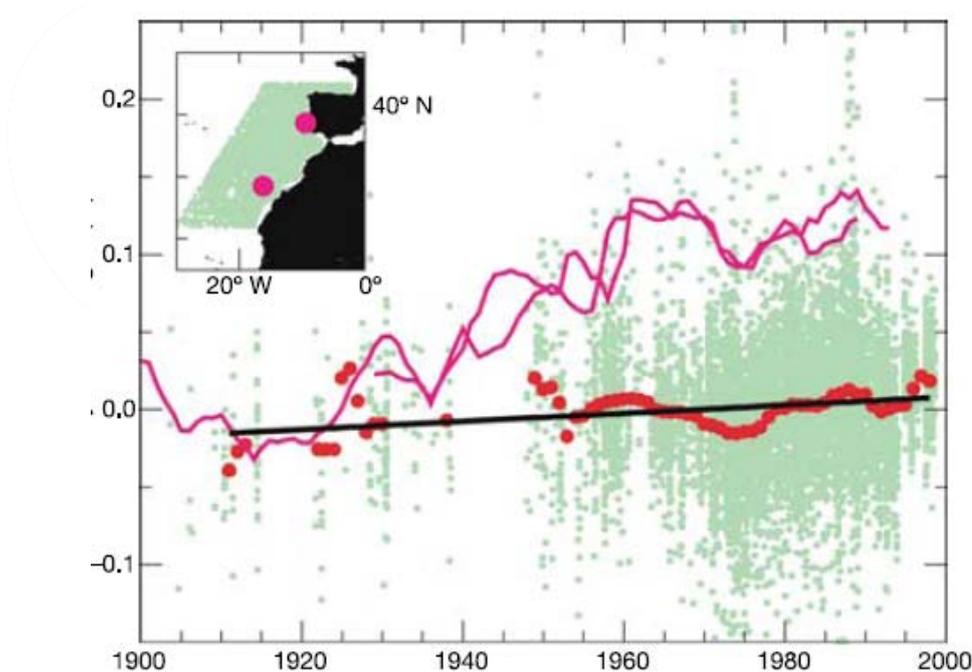
Escala de Beaufort	AEMET, Reina Sofía 10 m (tierra)	AP, Granadilla 17 m (tierra)	ITER, Granadilla 30 m (tierra)	Boya del OAG 3 m (mar)
Fuerza 0	0,09%	pendiente	-	0,08%
Fuerza 1	0,59%		0,20%	3,41%
Fuerza 2	14,67%		24,75%	18,23%
Fuerza 3	25,85%		27,36%	29,52%
Fuerza 4	35,28%		25,79%	19,01%
Fuerza 5	19,73%		15,06%	15,09%
Fuerza 6	3,47%		5,71%	10,59%
Fuerza 7	0,31%		1,08%	3,53%
Fuerza 8	0,01%		0,05%	0,54%
Fuerza 9	-		-	-
Fuerza 10	-	-	-	-
Fuerza 11	-	-	-	-
Fuerza 12	-	-	-	-
Período	Julio 1987 a diciembre 2010	1998-2000	Enero 1997 a diciembre 2010	Octubre 2010 a enero 211
Posición	28°02'51"N 16°33'38"W	28°5'7"N 16°29'22"W	28°4' 17"N 16°30'48"W	28°3'40"N 16°30'32"W
Anemómetro	10 m (tierra)	17 m (tierra)	30 m (mar)	3 m (mar)

Tabla de correspondencias

Grados Douglas	Designación del mar	Altura de las olas	Escala Beaufort	Designación	Velocidad del viento	
					m/s	km/h
0	Calma	0 m	0	Calma	0 - 0.2	< 1
1	Rizada	0 - 0,10 m	1	Ventolina	0.3 - 1.5	1 - 5
			2	Brisa muy débil	1.6 - 3.3	6 - 11
2	Marejadilla	0,10 - 0,50 m	3	Brisa débil	3.4 - 5.4	12 - 19
3	Marejada	0,50 - 1,25 m	4	Brisa moderada	5.5 - 7.9	20 - 28
4	Fuerte marejada	1,25 - 2,50 m	5	Brisa fresca	8.0 - 10.7	29 - 38
5	Gruesa	2,50 - 4,00 m	6	Brisa fuerte	10.8 - 13.8	39 - 49
6	Muy gruesa	4 - 6 m	7	Viento fuerte	13.9 - 17.1	50 - 61
7	Arbolada	6 - 9 m	8	Temporal	17.2 - 20.7	62 - 74
			9	Temporal fuerte	20.8 - 24.4	75 - 88
8	Montañosa	9 - 14 m	10	Temporal duro	24.5 - 28.4	89 - 102
			11	Borrasca	28.5 - 32.6	103 - 117
9	Enorme	> 14 m	12	Huracán	> 32.7	> 118

## Efectos del cambio climático

Los efectos del cambio climático se vienen haciendo notar en Canarias durante la última década, con un ligero calentamiento de las aguas y la consecuente alteración de las comunidades biológicas, que son tremendamente sensibles a este factor. La aparición de especies tropicales en aguas de El Hierro, o la disminución o desaparición de las especies de aguas más frías, en el Archipiélago Chinijo son consecuencia de la elevación de temperaturas o picos térmicos que están aconteciendo y que se manifiestan con más intensidad en los dos extremos climático-oceanográficos del archipiélago<sup>4</sup>. A nivel local, se aprecian cambios en el comportamiento de algunas especies (p.ej. época de reproducción), o un marcado declive en la dinámica poblacional, como viene ocurriendo con el mujo amarillo. Estas circunstancias hay que tenerlas presentes a la hora de evaluar datos viejos, ya que no se pueden extrapolar sin más, como si las condiciones naturales se hubieran mantenido estables.



**Figura 19. Variación en la altura dinámica en metros del nivel del mar en el Atlántico oriental, según datos hidrográficos. Tomado de Miller y Douglas (2004)<sup>5</sup>.**

Según se desprende de la bibliografía consultada, en las aguas de Canarias se ha producido un incremento de 1-1,5°C en las temperaturas; el nivel del mar viene subiendo a razón de 1,9 mm por año, y el pH en 0,02 unidades. Parece que también la radiación ultravioleta se ha visto afectada por el cambio global, pero de momento no hay datos concluyentes para la zona de Canarias.

<sup>4</sup> **Brito Hernández, A.** (2008). Influencia del calentamiento global sobre la biodiversidad marina de las islas Canarias. In J. Afonso Carrillo (eds.), *Naturaleza amenazada por los cambios en el clima*. (pp. 141-161). Series: Actas III Semana Científica Telesforo Bravo. Puerto de la Cruz: Instituto de Estudios Hispánicos de Canarias.

<sup>5</sup> **Miller, L. & Douglas, B.** (2004). Mass and volume contributions to twentieth-century global sea level rise. *Nature*, 428(march), 406-409.