



B Universitat de Barcelona

Estudio climático de la isla de **El Hierro**



Fuente: NASA

TREBALL DE FINAL DE GRAU

Sergi Loras Gironès

Tutor: M^a del Carmen Moreno García

Junio 2013

Agradecimientos a mi tutora, Mari Carmen Moreno, por el gran apoyo
que he tenido en el momento de realizar este trabajo de final de grado
y a aquellos otros que han añadido un granito de arena en él.

SUMARIO

I.	<u>INTRODUCCIÓN: OBJETO, MÉTODO Y FUENTES</u>	
1.	<u>Motivación</u>	1
2.	<u>Objeto de estudio</u>	5
3.	<u>Objetivos</u>	6
4.	<u>Metodología e hipótesis</u>	7
5.	<u>Estado de la cuestión</u>	9
6.	<u>El área de estudio: la isla de El Hierro</u>	12
6.1.	Geología	13
6.2.	Vegetación	14
6.3.	Fauna	14
6.4.	Población y economía	15
II.	<u>EL CLIMA DE EL HIERRO</u>	
1.	<u>Características climáticas generales de la isla</u>	16
2.	<u>Evolución climática en el aeropuerto de El Hierro, Valverde</u>	17
2.1.	Análisis de la serie de temperatura	17
2.2.	Análisis de la serie de precipitación	18
2.3.	Análisis de tendencias	19
3.	<u>El clima y las situaciones meteorológicas en El Hierro</u>	27
3.1.	<u>Situaciones típicas en El Hierro</u>	27
3.1.1.	Situación de vientos alisios	27
3.1.2.	Situación de tiempo inestable	28
3.1.3.	Situación de tiempo sur	29
3.2.	<u>Situaciones adversas en El Hierro</u>	34
3.2.1.	Temporal de lluvias torrenciales en todo el archipiélago canario	34
3.2.2.	Temporal de lluvias en el archipiélago con registros de más de 200 mm en El Hierro	38
3.2.3.	Temporal de viento en Canarias en febrero de 2006	42
3.2.4.	Tormenta tropical Delta de noviembre de 2005	45
3.2.5.	Temporal de lluvias y vientos en Canarias en enero de 2007	51
3.2.6.	Entrada de aire frío polar al archipiélago en marzo de 2011	54
4.	<u>Conclusiones</u>	56
5.	<u>Fuentes bibliográficas</u>	57

I. INTRODUCCIÓN: OBJETO, MÉTODO Y FUENTES

1. MOTIVACIÓN

La ciencia, el análisis, la observación y, en concreto, la meteorología y la climatología han estado presentes a lo largo de los últimos años entre mis aficiones principales. Por esta razón, he tenido siempre un especial interés por formarme y adquirir cada vez mayores conocimientos en el tema. Con el tiempo mi capacidad de comprensión de estas disciplinas fue aumentando, lo que me permitió incluso iniciarme en la investigación científica, tratando las estadísticas y datos meteorológicos. El hecho de que cada tipo de situación meteorológica o un tipo de clima específico vaya determinado a unas variables, es decir, a unos valores de temperatura, humedad, presión, viento, radiación solar... me llegaba a fascinar.

Hace unos cuantos años tuve mi primera estación meteorológica. Con ella empecé a recoger datos de temperatura exterior e interior, humedad interior, así como de presión atmosférica y ya pude relacionar que, por ejemplo, en el momento en que teníamos lluvias persistentes y un cielo más gris, la estación meteorológica marcaba una presión por debajo de 1013 hectopascales, o que ante unos cuantos días seguidos soleados con ambiente seco la estación meteorológica marcaba presiones cerca de los 1030 hectopascales y humedades inferiores al 40 %.

A partir de ese inicio, mi inquietud por conocer y llegar a saber más fue en aumento. El uso de modelos meteorológicos, la recogida de datos, su contrastación o los debates para predecir el tiempo con otros aficionados a la meteorología, fueron algunas de las primeras acciones realizadas en relación con la meteorología.

Mi interés ha seguido incrementándose, y no se ha quedado solo en saber más acerca de la meteorología en mi entorno más cercano, sino que en este caso he querido dedicar un tiempo para saber más sobre un lugar inédito en el que nunca he estado, la isla de El Hierro. No

solamente el clima de la zona, sino también aspectos geomorfológicos como el tipo de suelo, de origen volcánico, y su flora y fauna componen un paisaje verdaderamente rico a nivel ambiental. De esta manera mediante los datos climáticos y la interpretación de modelos numéricos podré llegar a aprender aspectos meteorológicos y climáticos de este lugar.

2. OBJETO DE ESTUDIO

El objeto de estudio de este trabajo de final de grado se centra en la descripción y explicación de la meteorología y la climatología de la isla del Hierro.

El objeto de estudio es un conocimiento de interés para todo el conjunto del saber científico y no sólo para la disciplina concreta de que se trate.

En este caso, el objeto de estudio de este trabajo de final de grado está ligado a la meteorología, que es el estudio científico de los diferentes fenómenos y procesos físicos que se llevan a cabo en la atmósfera. Su análisis se basa en la construcción e interpretación de modelos y mapas numéricos, junto con la observación de fenómenos atmosféricos ocurridos en diferentes lugares con estaciones meteorológicas que nos informan de los datos recogidos; En este caso de la misma isla del Hierro.

Nuestro objeto de estudio también se enmarca bajo la disciplina de la climatología que en este caso se encarga del estudio del clima y de la influencia de éste en los fenómenos que se llevan a cabo en la biosfera, es decir, el lugar entre la superficie terrestre y la atmósfera, donde se desarrolla la vida. En el caso de la climatología, hay una conexión evidente y clase con la geografía de la que nace.

En esta investigación debemos tener en cuenta tanto aspectos meteorológicos, como a la vez climáticos, ya que nos llevan a dar una visión espacial de lo que estamos estudiando y, por lo tanto, es esencial para llevar a cabo unas buenas conclusiones en relación al territorio que se va a estudiar.

3. OBJETIVOS

Este trabajo de final de grado tiene como objetivo principal **estudiar** y **describir** la climatología de la isla de El Hierro a lo largo de los últimos 12 años (desde enero del año 2000) y las diferentes situaciones meteorológicas que han afectado a la isla del Hierro durante ese periodo de años. En este último caso se ha optado por caracterizar dos grandes tipos de situaciones meteorológicas, el primero se refiere a las situaciones típicas o más comunes en las latitudes en las que se encuentra el área de estudio y el segundo, incluye aquellas situaciones adversas o poco frecuentes en la isla de El Hierro.

El objetivo principal, por tanto, constituye básicamente un objetivo de conocimiento. Pero, además, también se plantea conseguir al mismo tiempo otros objetivos de procedimiento o instrumentales, tales como:

- **Analizar** los diferentes modelos meteorológicos de presión atmosférica y de temperatura en altura de los días del período estudiado.
- **Interpretar** cada uno de los modelos con distintas situaciones meteorológicas para comparar con otras situaciones producidas en otros momentos y con consecuencias distintas.
- **Trabajar** con los datos de temperatura y precipitación de la estación meteorológica situada en el aeropuerto de El Hierro.
- **Explicar**, mediante los resultados obtenidos a partir de análisis estadístico, cuál es el clima que presenta este lugar de las Canarias en el inicio de este nuevo milenio. De esta manera, se podrá llegar, incluso, a relacionar las características del clima del lugar con el tipo de vegetación que hay presente en el área de estudio.

4. METODOLOGÍA E HIPÓTESIS

La metodología que se emplea para llevar a cabo este trabajo de investigación es la empírico-analítica que se basa en la experimentación y la lógica empírica la cual, mediante la observación en este caso de fenómenos meteorológicos (imágenes, modelos, gráficos) y su análisis, con el tratamiento estadístico de los datos, permitirá extraer unas conclusiones acerca del objeto de estudio.

Además, para llevar a cabo el análisis también se utiliza el método hipotético-deductivo, el cual se basa en la deducción de las proposiciones dictadas en las hipótesis y la verificación o comprobación de las mismas en comparación con los resultados obtenidos mediante el tratamiento estadístico.

La metodología seguida en gran parte de este trabajo es la propia de la climatología sinóptica, que se ha aplicado especialmente al análisis e interpretación de los modelos meteorológicos y mapas sinópticos empleados. Asimismo, se han aplicado también técnicas estadísticas al tratamiento de los datos meteorológicos de las series, con algunos procedimientos propios de la estadística descriptiva y de análisis de tendencias.

La hipótesis principal que se plantea este trabajo, a partir de la información previa que he podido consultar, es que El Hierro tiene un clima muy característico de las latitudes en las que se sitúa, siempre basándose en que se trata de una isla y en medio de un enorme océano. En este caso, los vientos alisios son los que determinan, en gran medida, dos climas bien diferenciados: más seco en el sur y más húmedo en el norte; el hecho que se encuentre en latitudes subtropicales hace que las temperaturas se mantengan estables y sin variaciones importantes a lo largo del año.

Otra hipótesis en relación con las diferentes situaciones meteorológicas inestables que se han producido a lo largo de los últimos doce años, señalaría que han sido, quizá, más importantes

que en el siglo pasado, debido sobre todo al calentamiento global, por lo que han llegado a recogerse más cantidades de precipitaciones.

5. ESTADO DE LA CUESTIÓN

Actualmente, no existen muchos estudios específicos sobre el clima de la isla de El Hierro, ni tampoco en descripciones de las situaciones meteorológicas propias de la isla en sí, pero sí que podemos encontrar algún estudio a escala menos local y más regional, como sería a escala de las islas Canarias, en conjunto. Hay un interesantísimo artículo de la Agencia Estatal de Meteorología (antiguo INM) en el que se habla de los rasgos climáticos generales de las islas Canarias, mediante la descripción de la geografía de la zona y de su geología peculiar, clasificando los diferentes climas que encontramos en las islas. Existe un estudio sobre las características principales del clima de Canarias y de la caracterización de las Cañadas (Villalba, 2009).

También existen estudios en los que se habla de la caracterización de las masas de aire en la región subtropical sobre Canarias (Torres, Cuevas, Guerra y Carreño. 2001) en el que se realiza un estudio de la influencia de la inversión de los alisios y del desplazamiento a larga distancia de las masas de aire que afectan a la isla de Tenerife. Para caracterizar la inversión de los alisios se utilizó una serie larga de datos de sondeos y para conocer la procedencia de las masas de aire se realizó un análisis estadístico de las retrotrayectorias para los mismos años. En los resultados que se obtuvieron resaltan dos sistemas de circulación, uno en la baja troposfera libre y otro en la capa de mezcla marítima, bien diferenciados y, prácticamente, desacoplados. Así mismo, queda patente el diferente comportamiento de las masas de aire procedentes de África en ambos niveles. Estas características en torno a los procesos de las masas de aire también se producen en la isla de El Hierro. Aunque la isla del Hierro no presente un relieve con montañas muy altas, en Tenerife sí y por eso se ha llevado allí a cabo un estudio que trata sobre las inversiones térmicas en Canarias, debidas a la estructura vertical de la baja troposfera con un predominio casi absoluto de los vientos alisios.

Otro de los temas que se tratan en este trabajo de investigación es el estudio de las diferentes advecciones Saharianas que han llegado a afectar al archipiélago y, en concreto, a la Isla de El Hierro. Existen diferentes estudios que presentan este tema, como el de Dorta (1999), que nos describe los procesos de las masas de aire sahariano, acompañadas habitualmente por polvo en suspensión, que afectan a las islas y que suponen un riesgo climático de primer orden. En este estudio se expone cuál es la frecuencia concreta, mediante el tratamiento estadístico correspondiente. Además existen algunas tesis en relación a la caracterización de las intrusiones de polvo africano en Canarias (Alonso, 2007); también podemos relacionar este tema con sus consecuencias en la salud como hace un grupo de investigación de medicina del Hospital Universitario de Santa Cruz de Tenerife (Ferrer, 2003).

Además también se comenta la famosa plaga de langostas que se llevó a cabo en noviembre del 2004. (Suárez, Romero y Pérez, 2004).

Relacionado con el estudio de las diferentes situaciones meteorológicas adversas o poco comunes, se han consultado distintas referencias disponibles vía internet, como, por ejemplo, la tormenta tropical Delta en noviembre del 2005 (AEMET) o las situaciones de lluvias intensas en marzo de 2002 (Biblioteca Módulos Tempo, AEMET) o las de enero del 2007 (AEMET). La asociación canaria de meteorología (ACANMET) ofrece una recopilación cronológica de las principales efemérides meteorológicas que han tenido lugar en Canarias a lo largo del tiempo, ya sean sequías, temporales de viento y/o agua y olas de frío o calor, incluso, también, las plagas de langostas padecidas. Además, otro aspecto o cuestión son las teleconexiones NAO y ENSO, es decir, la influencia de la Oscilación del Atlántico Norte con la península Ibérica y Canarias y también, la relación entre el fenómeno del Niño y las precipitaciones en la isla de Tenerife (Suárez, ACANMET).

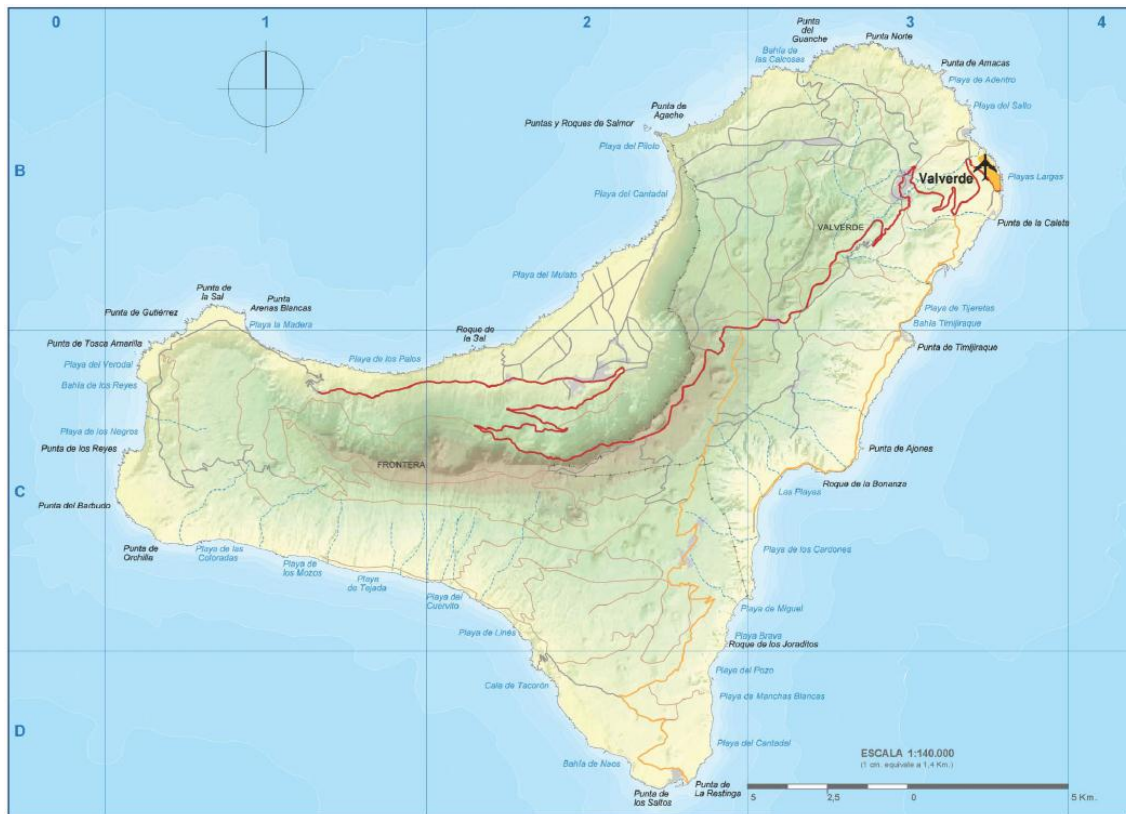
Otro aspecto, que actualmente, y desde hace algún tiempo se está estudiando es el del cambio climático en Canarias. En relación con este tema, debido a las limitaciones de tiempo, nos hemos basado, sobre todo, en las características del clima, deducidas del análisis de los últimos doce años en la isla de El Hierro, contrastando si se observa alguna novedad con lo aportado en los trabajos publicados hasta hoy. La conclusión es que es necesario realizar un estudio más amplio en la región de El Hierro, que trate en profundidad la evolución del clima y sus tendencias a lo largo de este nuevo milenio.

6. EL ÁREA DE ESTUDIO: LA ISLA DE EL HIERRO

La isla de El Hierro pertenece a la comunidad autónoma de las Islas Canarias y está situada en el sector más occidental del Archipiélago.

Se trata de una isla pequeña, con una extensión de 278 km² y unas altitudes que en algunos puntos superan los 1.500 metros, por lo que debido a su pequeña superficie da lugar a costas rocosas y muy abruptas. La isla presenta una gran biodiversidad, desde zonas muy áridas y volcánicas en el sur y oeste a zonas más húmedas como las laurisilvas que se encuentran en el centro de la isla.

MAPA FÍSICO DE LA ISLA DE EL HIERRO



Fuente: GRAFCAN

6.1. Geología

Hace 100 millones de años el empuje continuo del manto provocó la rotura de la corteza terrestre de una manera muy característica, es decir, rompiéndose en forma de estrella de tres puntas. Por esta rotura empezó a salir magma y éste se fue acumulando y solidificando, de forma que fue levantando una pirámide triangular con elevaciones importantes de más de 1500 metros de altitud.

Más tarde, hoy hace 50 mil años, se produjo un deslizamiento muy importante que dio lugar a un seísmo que fracturó la isla. Debido a este fenómeno natural se precipitó una parte de la isla, hundiéndose ésta bajo el océano. De esta forma se originó lo que hoy se conoce como el valle del Golfo, en la vertiente del norte y oeste de la isla.



Fuente: Cabildo de el Hierro

La isla de El Hierro es la isla canaria que presenta mayor simplicidad geológica debido a la emisión exclusiva de basaltos. Concretamente existen dos conjuntos volcánicos; uno formado por basaltos antiguo del edificio Tiñor formado hace 1.1 y 0.9 Ma y el edificio de El Golfo formado hace entre 0.5 y 0.1 Ma. Después, encontramos volcanes formados después del Golfo, hace 15.000 años.

6.2. Vegetación

El Hierro presenta una gran biodiversidad de especies vegetales, muy características del conjunto de islas, o incluso, exclusivas de la misma isla.

Por una parte, en las zonas más altas de la isla predominan las laurisilvas que abundan en bosques de laureles, helechos y musgos. Además podemos encontrar extensiones inmensas de bosques de coníferas, muy característicos de la zona. Otra especie muy resistente al fuego, gracias a la capa corchosa, es el pino canario o *pinus canariensis*.

Por otra parte, el sabinar, es otra de las formaciones vegetales destacadas de la isla. El sabinar herreño se encuentra situado en la zona más occidental de la isla, conocida como la Dehesa y el Julan, y presenta un aspecto muy característico debido a las retorcidas formas que adopta por la violencia del viento que lo ha ido moldeando durante muchos siglos. Al norte se encuentra el sabinar húmedo, adaptado a unas condiciones climáticas diferentes a las anteriores, con humedades más elevadas, mientras en el centro y este predominan los sabinares mezclados con grandes extensiones del pino canario.

Las zonas más bajas de la isla son las más secas, por lo la vegetación escasea, si bien hay algún tipo de plantas crasas y especies de euforbiáceas.

El drago y la palmera canaria son otros ejemplos que se añaden a la gran diversidad de flora existente en la isla del Hierro y que son muy exclusivas de ella.

6.3. Fauna

En cuanto a la fauna destacan, en general, los reptiles, las ranas y los lagartos. El lagarto gigante o *Galliota Simonyi* es una especie de grandes proporciones, exclusiva de esta isla. Debido a la creación de zonas de cultivo y ganado, esta especie y la introducción del gato doméstico destruyó el hábitat y la permanencia de esta especie. En el año 1975 se catalogó el lagarto gigante (especie de hasta 75 cm de longitud) como especie protegida.

También hay algunas aves autóctonas y otras introducidas por el hombre como el herrerillo, el pinzón de El Hierro, el mochuelo de bosque, e incluso, águilas pescadoras que permanecen en las zonas costeras, así como, aves migratorias que visitan la isla de paso a otras latitudes.

Además, los insectos son otra de las familias con mucha diversidad, como las mariposas, los sarantontones, abejas, grillos, caballitos del diablo y un largo etcétera. Las plagas de langostas también han caracterizado la fauna de la isla, con esta especie procedente de África.

6.4. Población y economía

La economía de la isla de El Hierro se basa en la agricultura, ganadería y pesca (sector primario), y en el turismo (sector terciario). Además, la energía de El Hierro se encuentra a punto de ser obtenida por una central hidroeólica y una central hidroeléctrica que darán a la vez energía a una planta desalinizadora y, por supuesto, a los 10.960 habitantes (INE, 2010) de los cuales la mitad se asientan en la capital, Valverde.

II .EL CLIMA Y LAS SITUACIONES METEOROLÓGICAS DE EL HIERRO

1. CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS GENERALES DE LA ISLA

Por lo que respecta al clima de la isla de El Hierro, viene muy determinado por la llegada de las masas de aire de los alisios y de las saharianas. Las temperaturas oscilan entre los 19°C y los 23°C, con vientos alisios que pueden ser fuertes. Las precipitaciones más importantes se concentran entre los meses de noviembre y marzo

La isla de El Hierro se encuentra en una latitud subtropical, meteorológicamente hablando. Uno de los factores que condicionan el clima son los vientos del Oeste que afectan a partir de los 2.000 metros de altitud. Otro factor son los vientos alisios del NE, que predominan en superficie y normalmente soplan del primer cuadrante de manera moderada. Los vientos alisios se originan en el área más oriental del anticiclón de las Azores, nombre que recibe por su proximidad al archipiélago de las Azores y afectan durante 9 de cada 10 días en los meses de verano y 7 de cada 10 días durante el invierno.

Por otra parte, existen también unos factores geográficos que son determinantes del clima de la isla de El Hierro. Pueden advertirse tres escalas espaciales; la zonal, la cual corresponde a la latitud en la que se encuentra la isla, a unos 27º 45' y las grandes corrientes oceánicas del planeta que afectan a la isla, en este caso la corriente oceánica fría de Canarias, que forma parte de la rama meridional de la corriente del Golfo. Como consecuencia hace regular las temperaturas en la costa, ya que en verano las aguas del océano son frías por efecto del “upwelling”, y a la vez, en invierno, las atempera. Otra consecuencia de las corrientes frías son enfriar la capa superficial del aire, por lo que genera una estratificación estable y al mismo tiempo un aumento de la densidad del aire, de forma que éste no puede ascender para generar precipitaciones. Otro factor es la proximidad al continente africano, influyendo en que el clima de la isla tenga más días calurosos y secos. Asimismo, el relieve y, por lo tanto, la altitud también es otro factor climático y geográfico que influirá en la distribución espacial de la precipitación, la temperatura y la nubosidad de la isla, a una escala local. En el cuadro adjunto puede observarse en forma de esquema los factores del clima en Canarias.



2. EVOLUCIÓN CLIMÁTICA EN EL AEROPUERTO DE EL HIERRO, VALVERDE

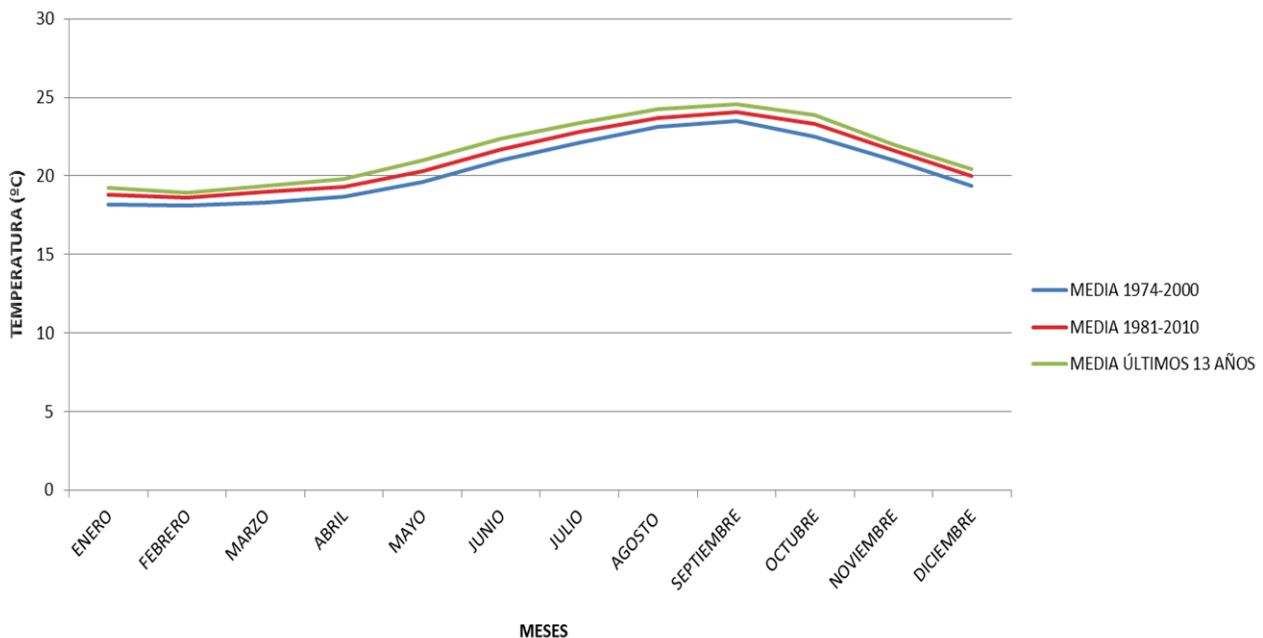
Este apartado hace referencia al estudio climático (temperatura y precipitación) de la serie del aeropuerto de El Hierro, en Valverde, a 32 metros de altitud y situado en las siguientes coordenadas (27º 49' 8" N – 17º 53' 20" W). Se han recogido datos climáticos de los últimos 38 años.

2.1. Análisis de la serie de temperatura

En el siguiente gráfico podemos ver la evolución de las temperaturas medias mensuales correspondientes a tres períodos. La curva en azul corresponde a la media termométrica mensual de la serie entre los años 1974 a 2000 (con una temperatura media anual en este período de 20,5°C). En color rojo se presenta la media termométrica mensual entre los años 1981 y 2010, con una media anual que en este caso alcanza los 21,1°C.

Y con color verde aparece la serie, que más analizaremos, que es la de estos primeros 13 años de siglo, entre el año 2000 y 2012, con una media termométrica anual que llegaba hasta los 21,6°C. Visualmente, el ascenso de las temperaturas es apreciable durante todos los meses del año, pero sobretodo durante los meses de verano.

EVOLUCIÓN DE LAS TEMPERATURAS MEDIAS MENSUALES DURANTE DISTINTOS PERÍODOS



Fuente: Elaboración propia (Obtención de datos, AEMET)

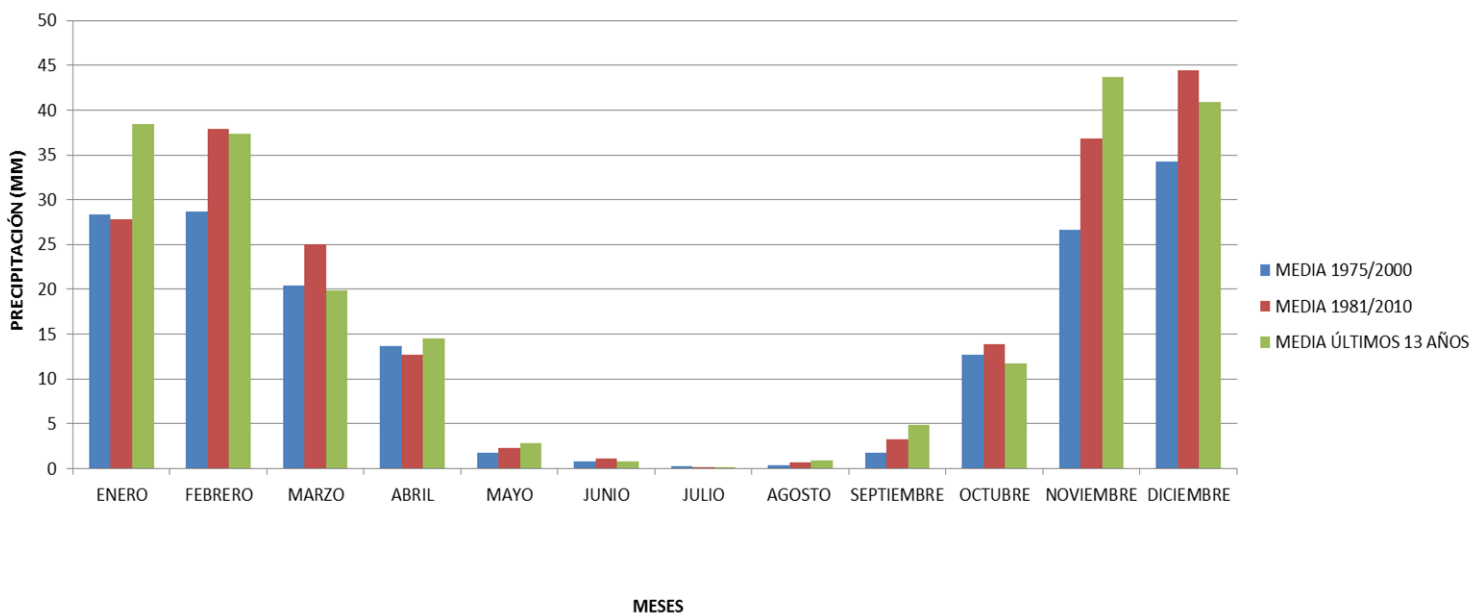
2.2. Análisis de la serie de precipitación

En el gráfico adjunto podemos ver la evolución pluviométrica a lo largo de todo el año. En este caso se han vuelto a utilizar las medias de precipitación de las mismas series de años. En azul, la media de 1975 a 2000, en rojo, la de 1981 a 2010 y, en verde, la media de los últimos 13 años (2000 a 2012).

A primera vista lo que más se aprecia es la concentración de precipitaciones durante los meses de invierno, abarcando también los últimos meses de otoño y los primeros de primavera. En verano, en cambio, la precipitación es muy escasa.

En comparación con años anteriores, los meses de enero, febrero y noviembre, coincidiendo con los meses más lluviosos, han aumentado su registro pluviométrico de forma importante en estos últimos años, respecto a la media de 1975/2000. En diciembre, uno de los meses más lluviosos ha descendido este registro, aunque es superior a la media 1975/2000. Los meses con menor precipitación también han aumentado algo. Únicamente, octubre y, en menor medida, marzo serían los meses que se encuentran con valores por debajo de la media pluviométrica de 1975/2000.

EVOLUCIÓN DE LAS PRECIPITACIONES MENSUALES DURANTE DISTINTOS PERÍODOS

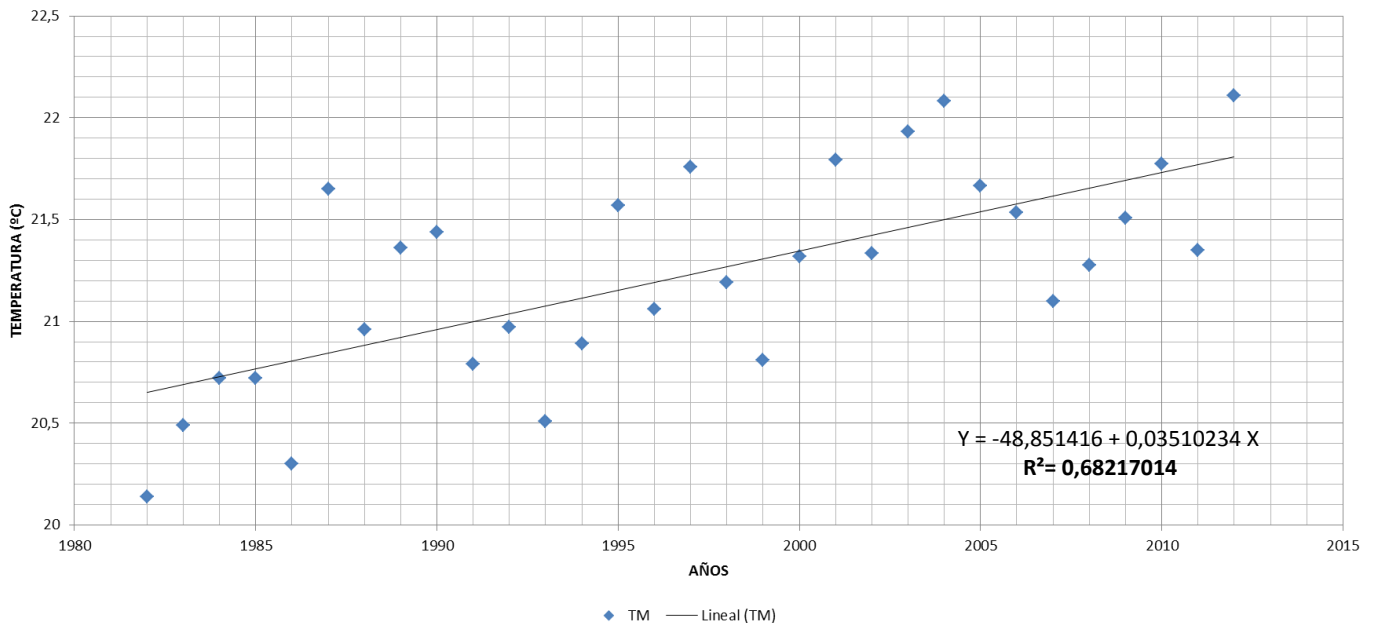


Fuente: Elaboración propia (Obtención de datos, AEMET)

2.3. Análisis de tendencias

- Tendencia de la temperatura media anual

A partir de la temperatura media anual de cada año (utilizando la serie de 1982 a 2012) hemos realizado la siguiente gráfica, en la que cada punto azul indica el valor medio termométrico de dichos años.



Además hemos añadido la tendencia (con la correspondiente recta de regresión) la cual, claramente indica una tendencia al alza, es decir, las temperaturas medias anuales tienden a subir de manera importante en conjunto. En 1982 la temperatura media anual era de 20,1°C y en 2012 era de 22,1°C, por lo que ésta ha subido 2°C en 30 años o lo que es lo mismo 0,07°C cada año.

Desde el año 1982 hasta el 2000, hubo 11 años con temperaturas medias anuales inferiores a los 21°C, en cambio del año 2000 hasta el 2012 todos los años presentaron una temperatura media anual superior a 21°C.

Otro rasgo importante es que entre el año 1982 hasta el año 2000 solo 3 años tuvieron una media termométrica anual superior a los 21,5°C, en cambio del 2000 hasta el 2012 un total de 8 años presentaron una temperatura media anual superior a 21,5°C.

• Test de Mann-Kendall

Este test sirve para identificar si la tendencia que se estudia es significativa o no. A continuación, mostramos los resultados obtenidos, a partir de la realización este test con los datos de temperatura media anual de la serie 1982 a 2012.

Correlaciones			VAR00001	VAR00002
	Fecha	Coeficiente de correlación	1,000	,499**
		Sig. (bilateral)	.	,000
		N	31	31
Tau_b de Kendall	Temperatura	Coeficiente de correlación	,499**	1,000
		Sig. (bilateral)	,000	.
		N	31	31

** . La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

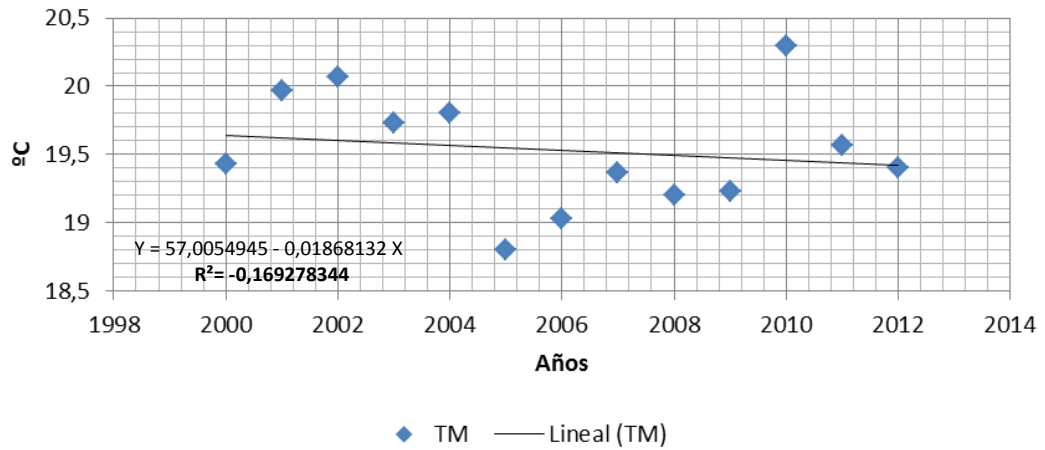
Fuente: IBM SPSS

A partir de los datos obtenidos del Test de Mann-Kendall, podemos comprobar que la tendencia es estadísticamente significativa ya que el *p-value* contiene un valor inferior al nivel 0,01. Además, en este caso, se encuentra muy por debajo de este valor, por lo que la tendencia es muy significativa a que las temperaturas han aumentado a lo largo de los últimos 30 años en la estación meteorológica del aeropuerto de El Hierro.

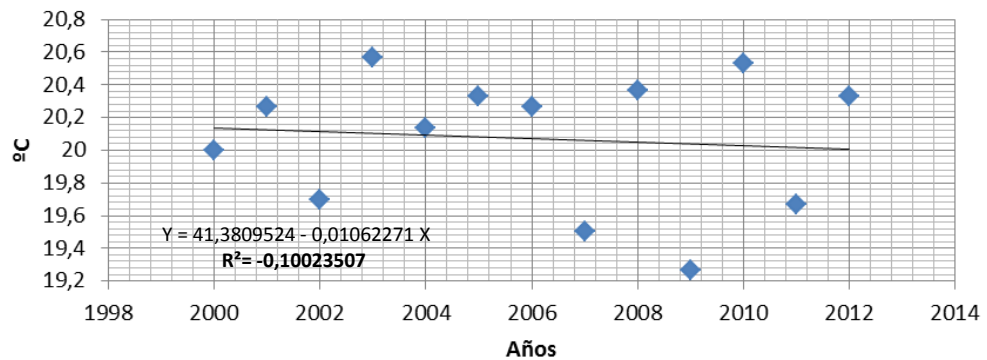
- **Tendencia de la temperatura por estaciones**

Se ha realizado también un análisis de la tendencia termométrica por estaciones meteorológicas: diciembre, enero y febrero (invierno); marzo, abril y mayo (primavera); junio, julio y agosto (verano); setiembre, octubre y noviembre (otoño). En este caso el estudio se ha realizado durante los primeros trece años de este siglo (2000-2012).

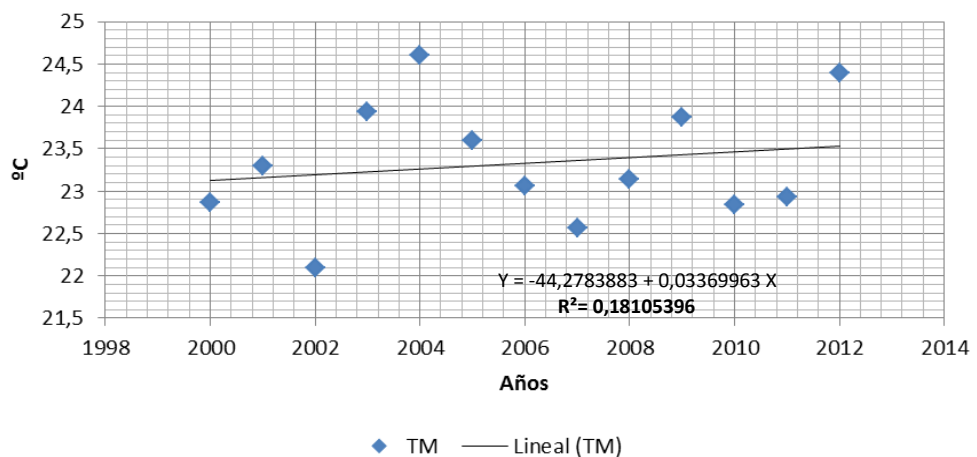
- **Tendencia °C INVIERNO**



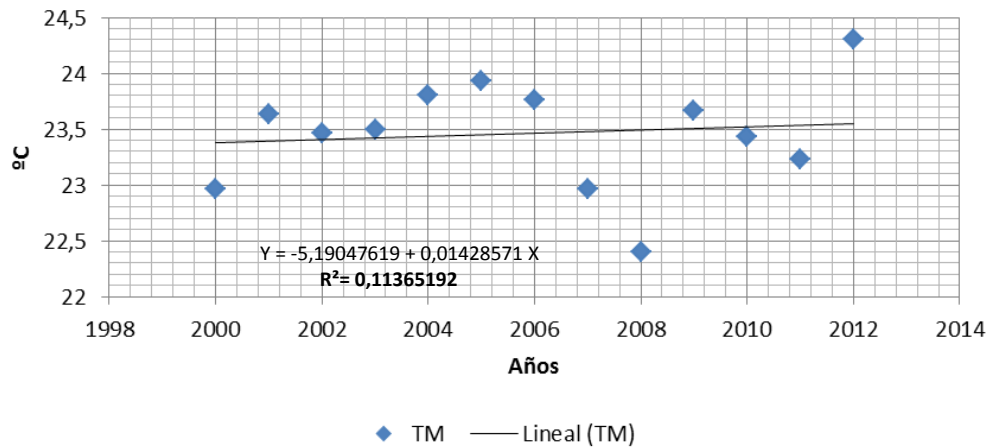
- **Tendencia °C PRIMAVERA**



- **Tendencia °C VERANO**



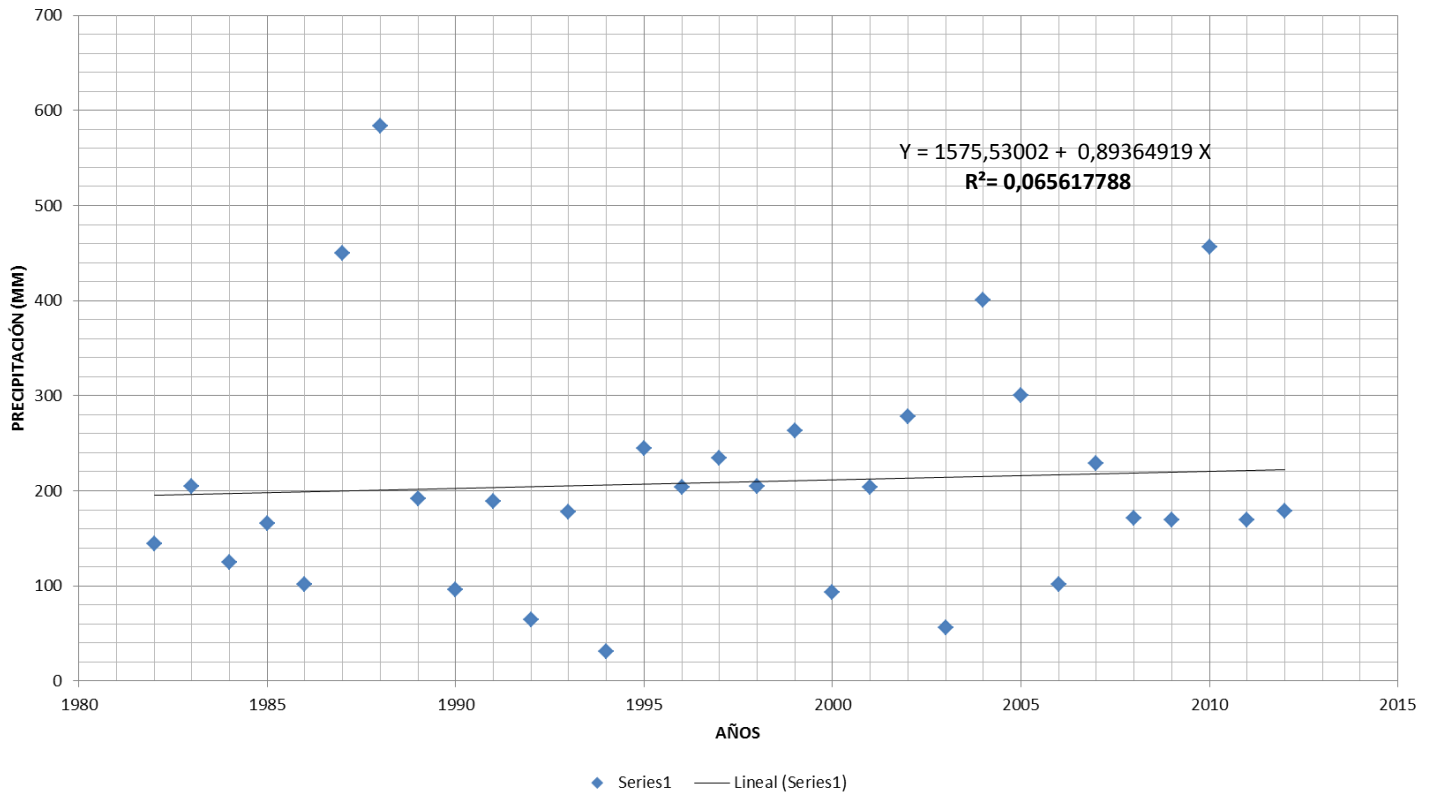
- Tendencia °C OTOÑO



Durante los meses de invierno y primavera se puede ver como la tendencia va a la baja, en cambio en verano y otoño éstas van al alza. El alza de los meses de verano y otoño es más importante que la tendencia a la baja de los meses de invierno y primavera por lo que como hemos comentado antes la tendencia anual indica que las temperaturas han tendido a subir de forma significativa en conjunto.

- Tendencia de la precipitación total anual

A partir de la precipitación total anual (utilizando la serie de 1982 a 2012) hemos realizado la siguiente gráfica, en la que cada punto azul indica el valor total de precipitación caída durante cada uno de los años.



Además hemos añadido la tendencia (con una recta) la cual, indica de manera muy tenue una tendencia al alza, es decir, las precipitaciones anuales tienden a subir de manera muy suave cada año.

Para demostrar este pequeño aumento de las precipitaciones, podemos señalar que entre el periodo de 1982 hasta el 1994, solo 3 años tuvieron una precipitación total anual superior a los 200mm, en cambio, del año 1995 hasta el 2012 un total de 11 años llegaron a superar los 200mm de precipitación total anual.

• Test de Mann-Kendall

Como se ha comentado antes, este test sirve para identificar si la tendencia que se estudia es significativa o no. A continuación, mostramos los resultados obtenidos, a partir de la realización de este test con los datos de precipitación total anual de la serie 1982 a 2012.

		VAR00002	VAR00003
Tau_b de Kendall	Fecha		
	Coeficiente de correlación	1,000	,101
	Sig. (bilateral)	.	,424
	N	31	31
	Precipitación		
	Coeficiente de correlación	,101	1,000
	Sig. (bilateral)	,424	.
	N	31	31

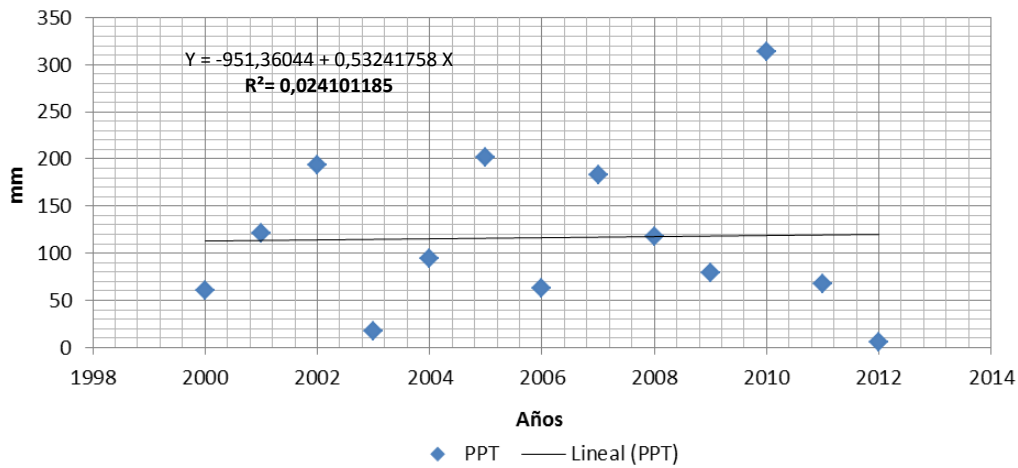
Fuente: IBM SPSS

A partir de los datos obtenidos del Test de Mann-Kendall, podemos comprobar, que en este caso, la tendencia no es estadísticamente significativa ya que el *p-value* contiene un valor superior al nivel 0,01. Además, en este caso, el coeficiente de correlación tiene un valor muy bajo.

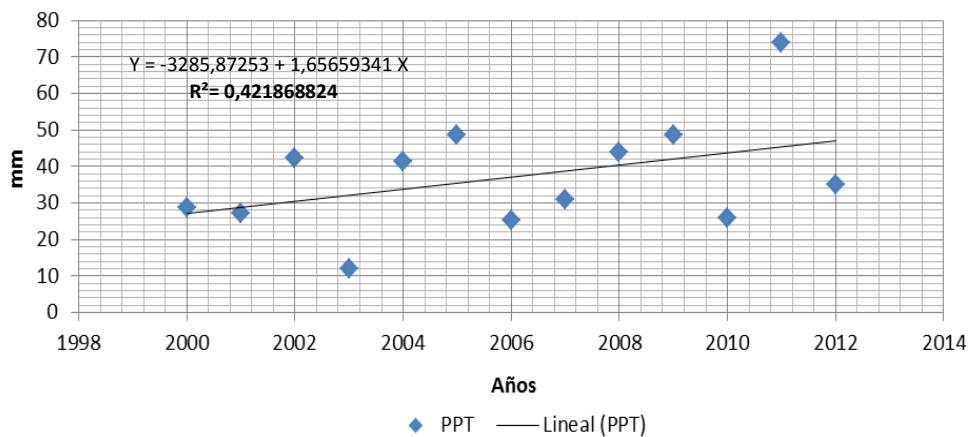
- **Tendencia de la precipitación por estaciones**

También se ha efectuado un análisis de la tendencia pluviométrica por estaciones meteorológicas: diciembre, enero y febrero (invierno); marzo, abril y mayo (primavera); junio, julio y agosto (verano); setiembre, octubre y noviembre (otoño). En este caso el estudio se ha realizado durante los primeros trece años de este siglo (2000-2012).

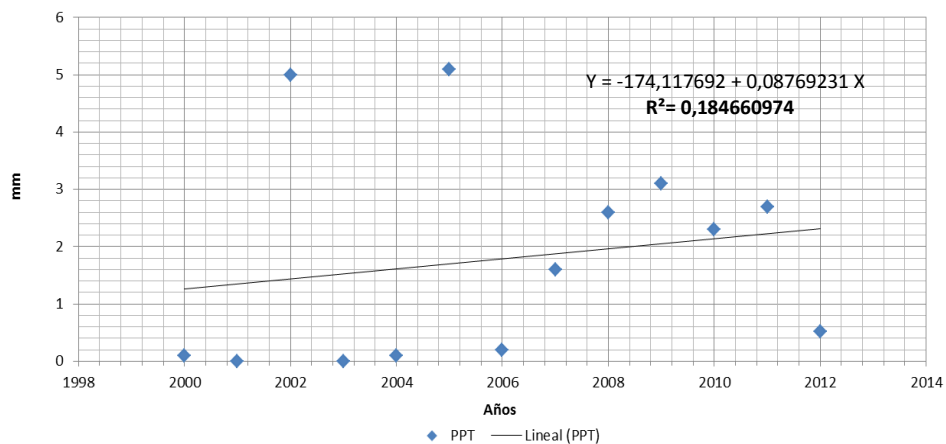
- **Tendencia (mm) INVIERNO**



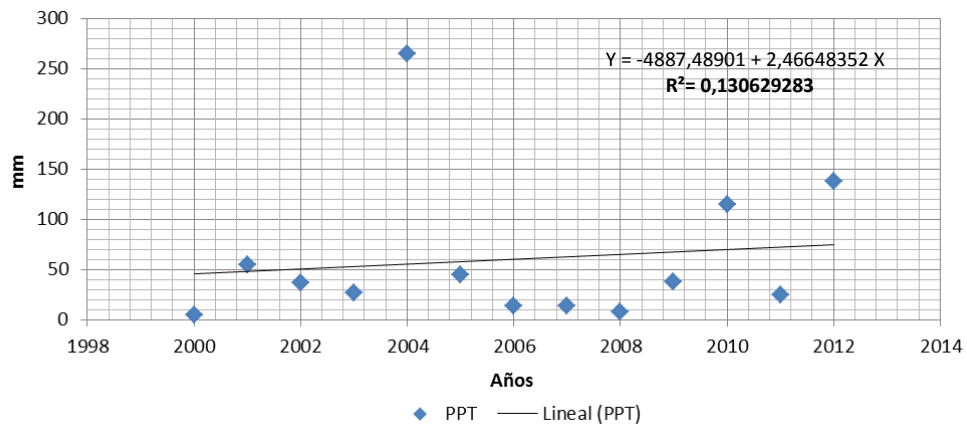
- **Tendencia (mm) PRIMAVERA**



- **Tendencia (mm) VERANO**



- Tendencia (mm) **OTOÑO**



En el gráfico de precipitación anual que hemos comentado anteriormente habíamos cogido una serie de 30 años; en este caso solo es de 13 años, por lo que veremos que la tendencia al alza se acentúa visualmente de manera más importante. Durante todas las estaciones del año, especialmente primavera y otoño, seguidas de invierno y por último, verano, la precipitación total parece aumentar apreciablemente entre el año 2000 y el 2012.

3. LAS SITUACIONES METEOROLÓGICAS EN EL HIERRO

A continuación se recogen algunas situaciones sinópticas características que han afectado a la isla de El Hierro. Estas situaciones las hemos dividido, pudiendo ser típicas o adversas, es decir, si son comunes en la isla debido a su periodicidad continua o adversa siendo extraordinarias en la isla por sus características meteorológicas (vientos violentos, temperaturas extremas, precipitaciones abundantes, etc.).

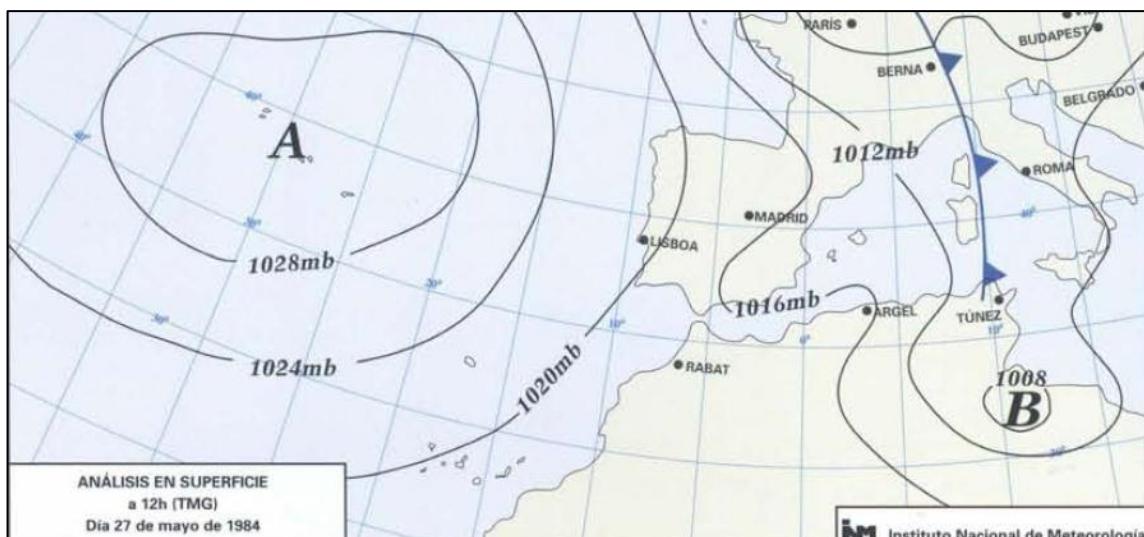
3.1. Situaciones típicas en El Hierro

La principal masa de aire que afecta la isla de El Hierro es la tropical marítima, que debido a su origen marítimo tiene altas concentraciones de humedad y una temperatura fresca debido al contacto con las aguas frías de la corriente de Canarias. Raramente, la masa de aire procede del Atlántico norte, siendo entonces la polar marítima, en cuyo caso, suelen descargar lluvias en la isla. Además, otra de las masas de aire que pueden afectarle es la tropical continental, procedente del desierto del Sáhara y que trae temperaturas elevadas en la isla con una gran sequedad ambiental, a la vez que producen, calima con frecuencia.

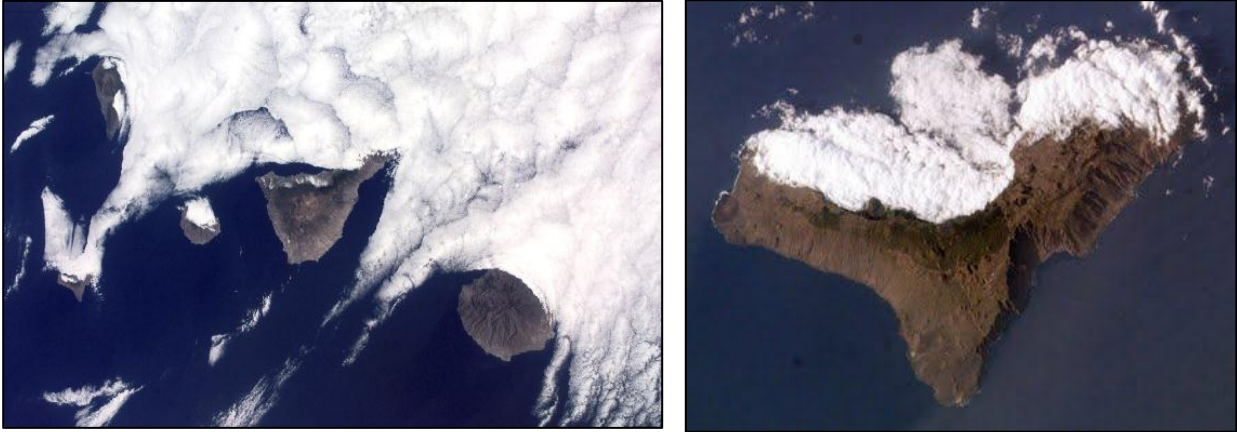
Como consecuencia de la llegada de las diferentes masas de aire comentadas anteriormente son tres tipos de situaciones las más frecuentes en El Hierro.

3.1.1. Situación de vientos alisios

La situación más común en todo el archipiélago es la situación de vientos del NNE, o también llamados vientos alisios. La posición del anticiclón sobre las islas de las Azores envía una masa de aire húmeda y más fresca sobre las islas, originándose una inversión térmica alrededor de los 1.000 metros, que puede llegar a ser de hasta 10°C, lo que hace frenar el desarrollo vertical de las nubes, si bien facilita la expansión de éstas de manera horizontal. En el mapa sinóptico adjunto se muestra un ejemplo de este tipo de situación con un anticiclón de 1028 mb, enviando vientos del NNE al archipiélago.



Los vientos alisios lo que provocan es una gran acumulación de humedad en la vertiente norte de las montañas del archipiélago, formando nubes espesas e, incluso, precipitaciones, tal como vemos en las siguientes imágenes satélite.

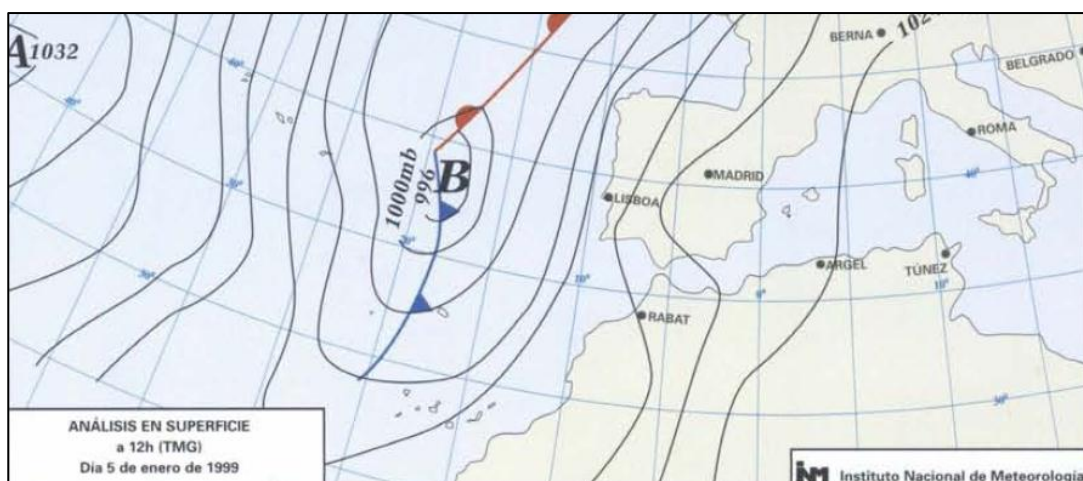


Fuente: Turismo "La Palma"

Gran parte de las precipitaciones en el norte de la isla de El Hierro son del tipo que se conoce como *precipitación horizontal*. Este tipo de precipitación se forma a partir de la condensación de las nubes que chocan contra las hojas de los árboles. Las pequeñas gotas de agua caen al suelo, por donde se infiltran, aumentando el volumen de los acuíferos. Esta acumulación de nubes en la vertiente norte de la isla forma el característico *mar de nubes*, que aporta agua para la exuberante vegetación subtropical formada por el bosque de *laurisilva*. En cambio, la masa de aire húmeda y fresca pasa a ser seca y cálida una vez desciende por la otra vertiente (sur), allí las temperaturas suelen ser más altas y el ambiente mucho más seco.

3.1.2. Situación de tiempo inestable

La llegada de borrascas atlánticas con frentes asociados es la única manera que en la isla se aportan lluvias. Esta situación se da entre finales de otoño hasta mediados de primavera. De manera que el anticiclón de las Azores se retira hacia el centro del Atlántico con lo que se crea un pasillo de borrascas hacia las Canarias. Un ejemplo, es el de la situación de la primera semana de enero de 1999 en que se produjeron lluvias intensas (véase mapa adjunto).



3.1.3. Situación de tiempo sur

El tiempo sur o también llamado como el sahariano, es un tiempo cálido y seco, a veces de carácter opresivo para la población, debido a las altas temperaturas y al ambiente seco. Es un tiempo totalmente contrario al que hemos comentado en el primer caso ya que el anticiclón de las Azores se extiende zonalmente, de manera que desde el desierto del Sáhara se envían vientos hacia las Canarias. En altura el anticiclón es permanente con temperaturas de hasta unos -10°C a 5.500 metros y humedades muy bajas. En superficie, las temperaturas ascienden hasta los 30°C y, a unos 700 metros, hasta los 35°C , como pasó el 16 de julio de 1984 (véase mapa adjunto).

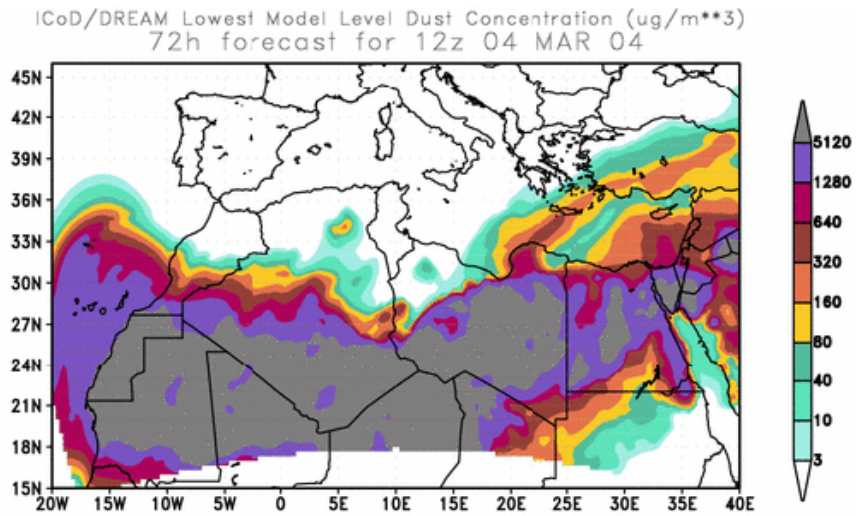


El caso de la inyección de calima de dos días en Canarias en marzo de 2004

Una de las situaciones que El Hierro, y en conjunto todo el archipiélago, padecen, es la situación de calima o de alta concentración de partículas en suspensión en el ambiente. A continuación describiremos un episodio con este tipo de situación sucedida el 4 de marzo del año 2004.

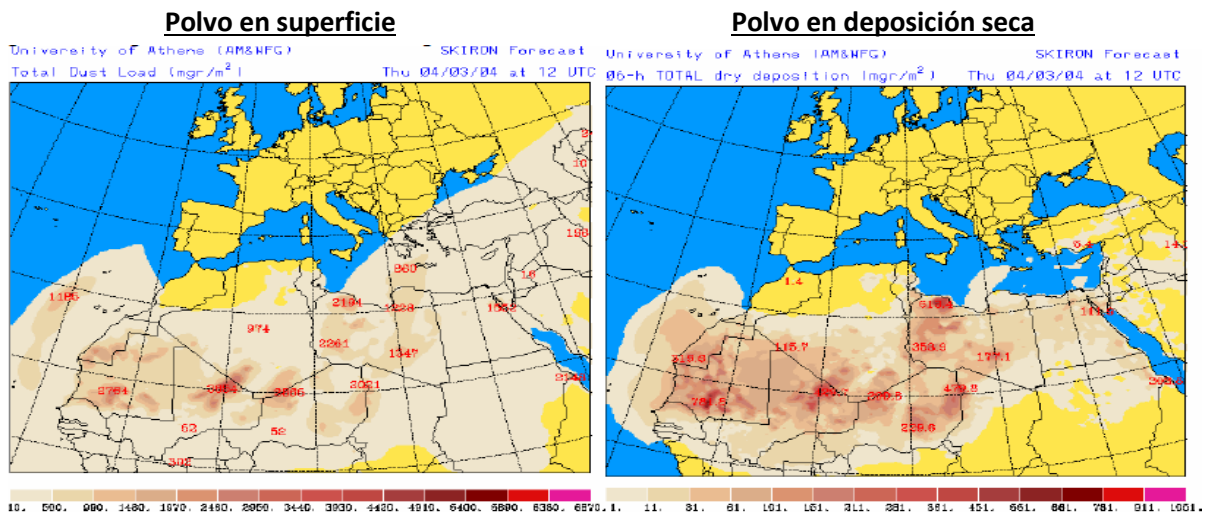
En el pasado y, recientemente, El Hierro y el conjunto de las islas ya han presentado otras situaciones de calima, como la vivida el pasado mes de abril de 2013 con temperaturas récord para la época del año o, incluso la del 2002, con consecuencias negativas en la población y agricultura. En este caso nos centraremos en el estudio de la situación de calima ocurrida en marzo de 2004.

En primer lugar mostramos el mapa previsto de concentración en polvo ($\mu\text{gr}/\text{m}^3$) para ese mismo día a las 12 horas.



En este mapa se puede ver la previsión de concentración de partículas en polvo procedentes del interior de África hacia el archipiélago canario, afectando plenamente la isla de El Hierro.

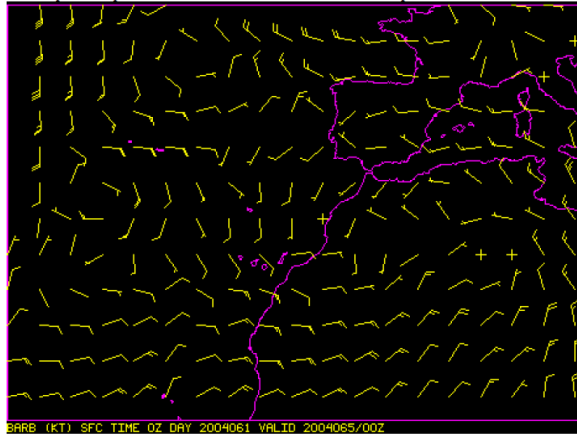
A continuación, se muestran dos mapas más correspondientes al mismo día. Está clara la procedencia africana y una alta concentración de partículas litológicas en suspensión llegando a la misma isla de El Hierro.



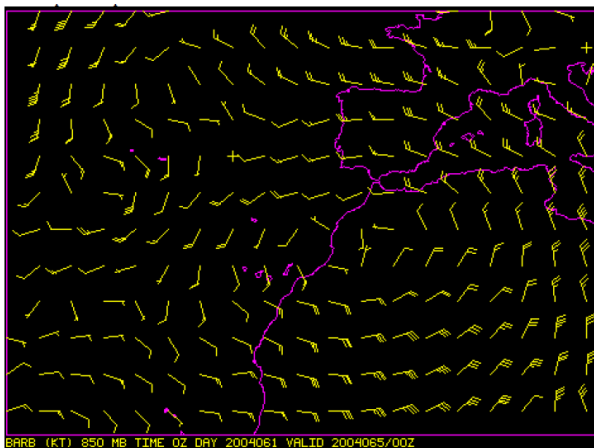
El porqué de estas situaciones de calima lo encontramos en la procedencia de los vientos en superficie. En el mapa que mostramos a continuación se puede ver claramente la circulación de vientos que desde el interior de África viajan de este a oeste aportando gran cantidad de materiales procedentes del desierto del Sahara al mismo archipiélago y, a la vez, a la isla de El Hierro.

A continuación, se adjuntan tres mapas que corresponden a las 00,00 horas (UTC) de día 5 de marzo de 2004. Cada uno de ellos indica la dirección e intensidad de los vientos a diferentes capas de la troposfera.

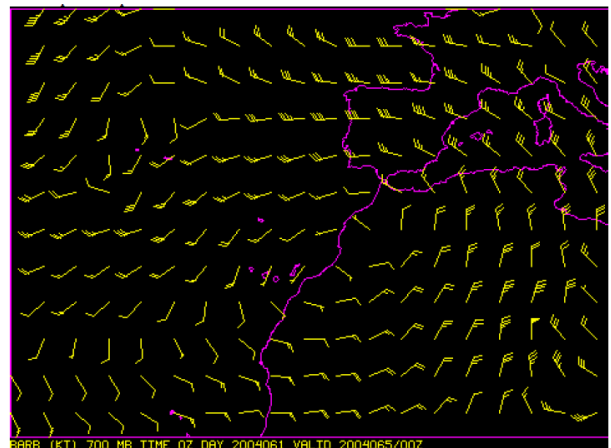
Vientos en superficie - 5 de marzo de 2004



Vientos a 850 hpa - 5 de marzo de 2004



Vientos a 700 hpa - 5 de marzo de 2004



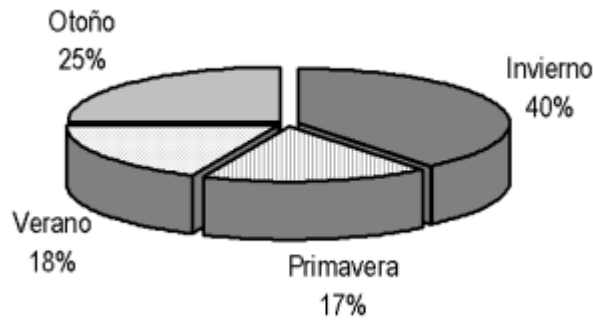
Los principales daños de la calima se reflejan sobre la economía y la salud de la población. La calima reduce la visibilidad, produciendo también, molestias respiratorias, que a veces pueden ocasionar problemas más graves a niños, ancianos y enfermos con afecciones respiratorias, tales como la población infantil con asma, por ejemplo.

Además, este polvo una vez que se deposita sobre los océanos también puede afectar a los seres vivos, como por ejemplo a los corales del Caribe. Otra afectación directa es la agricultura, ya que el polvo sahariano se deposita sobre las hojas de las plantas afectando a la fotosíntesis y, a la vez, al crecimiento de éstas. Las pérdidas en la agricultura pueden ser importantes, ya que el polvo se deposita sobre las hojas de las plantas afectando a la fotosíntesis y al crecimiento de la vegetación. Además, genera acidificación y eutrofización en suelos y aguas

superficiales, y a la vez, el aumento de agua en el regadío afecta negativamente a la calidad del producto, ya que hace incrementar el tiempo de maduración de éste.

En el gráfico circular que se adjunta a continuación, se observa claramente que la estación del año en que se presenta con más frecuencia ésta situación es el invierno, seguida del otoño, mientras que verano y primavera tienen frecuencias menores muy similares.

Distribución estacional de las advecciones de aire sahariano en Canarias

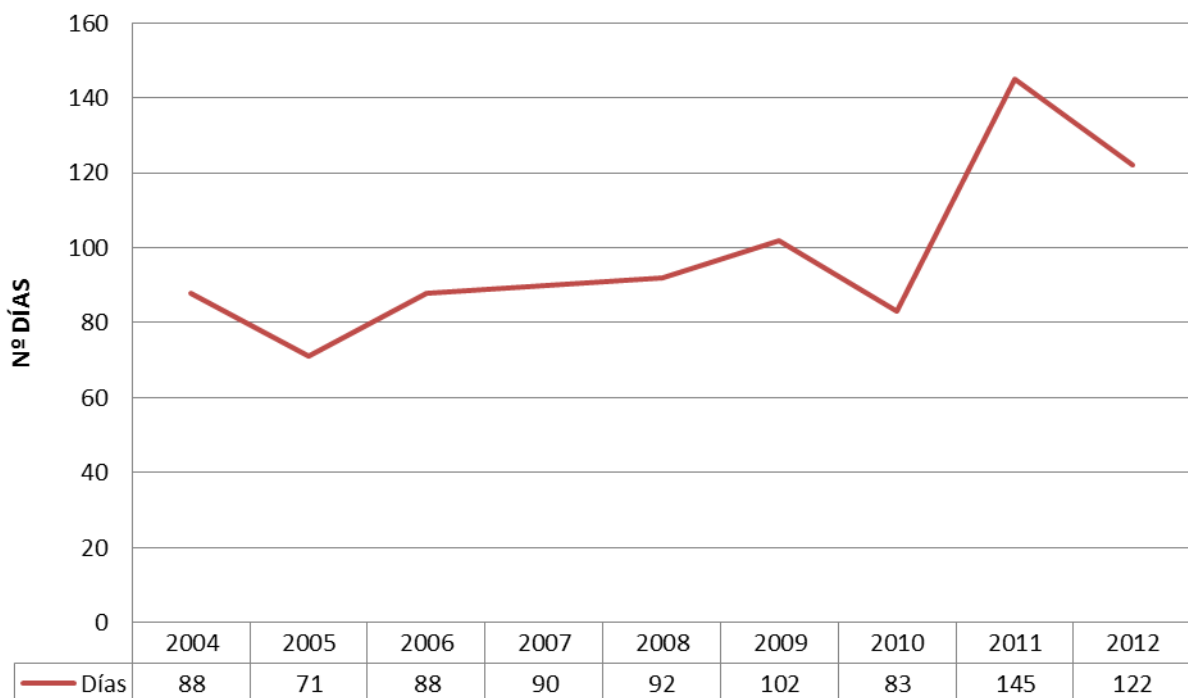


Fuente: Dorta (1999)

Hemos hecho un análisis de los días de calima en el archipiélago a partir de datos ofrecidos por la Agencia Estatal de Meteorología y hemos visto que El Hierro no es la isla del archipiélago que más sufre este fenómeno, pero hemos querido aprovechar de todos modos estos datos que hacen referencia al número de días de calima a escala de todo el conjunto de islas.

Los datos disponibles del nº de días de calima desde el año 2004 hasta el 2012 se han representado en el gráfico adjunto.

DÍAS DE CALIMA EN CANARIAS

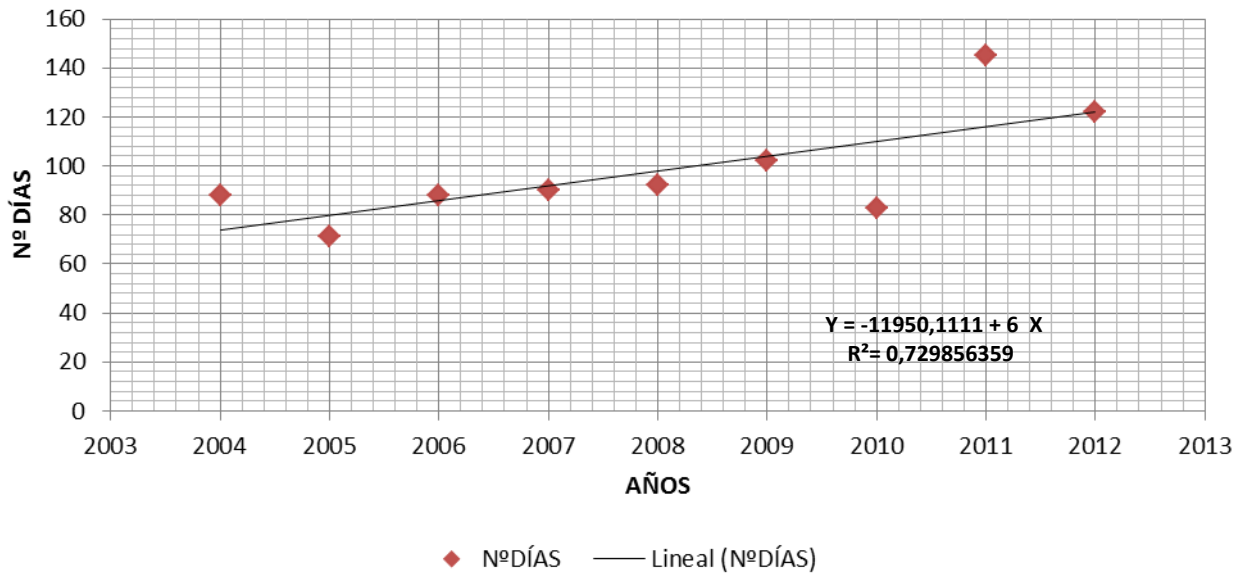


La evolución a lo largo de estos últimos años es evidente, con un máximo en el año 2011 con más de 140 días de calima y un mínimo en el año 2005 con 71 días.

En general, parece advertirse un cierto incremento en el nº de días de calima a lo largo de los años analizados, más sostenido al principio, y mucho más pronunciado desde el 2009.

Se ha realizado un análisis de tendencia de la serie del nº de días de calima en Canarias (2004-2012), con la construcción del correspondiente gráfico.

Tendencia en los días de CALIMA



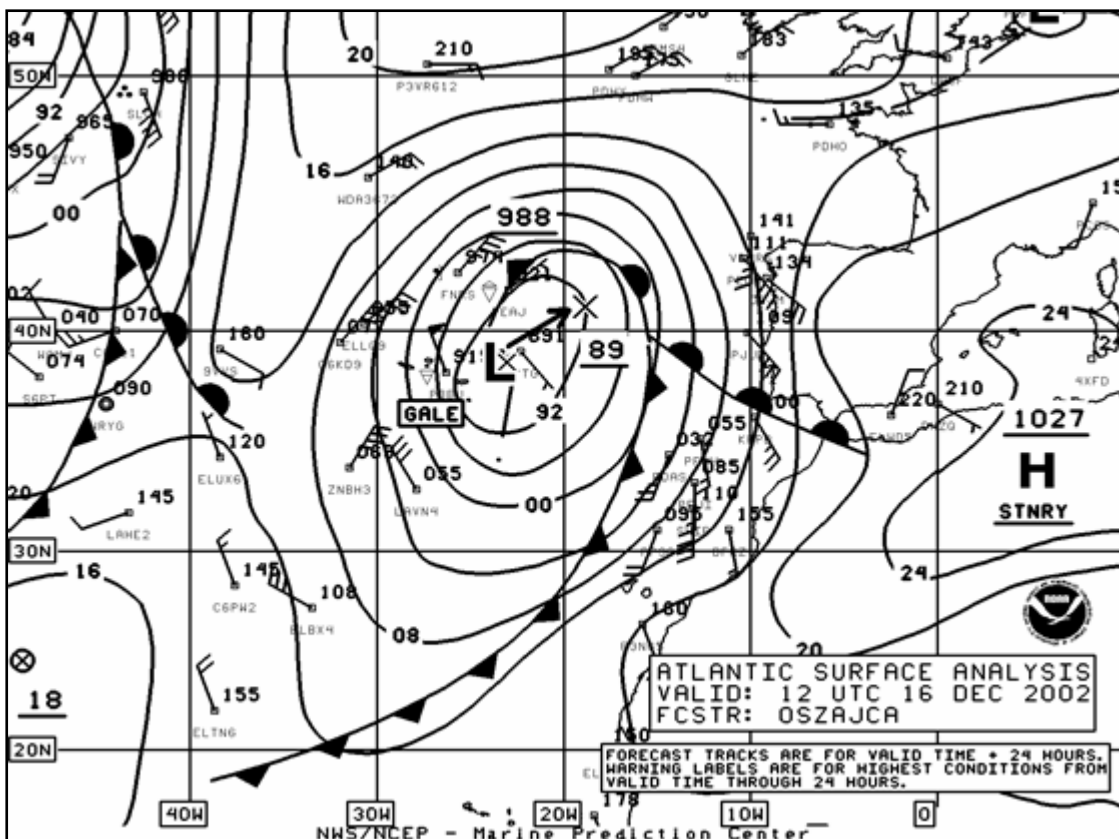
Tal como se muestra en el gráfico, la tendencia confirma que los días de calima a lo largo de estos años han aumentado de manera significativa en el archipiélago, donde en algo menos de 10 años se ha doblado prácticamente el número de días en el que se produce este fenómeno atmosférico.

3.2. Situaciones adversas en El Hierro

3.2.1. Temporal de lluvias torrenciales en todo el archipiélago canario

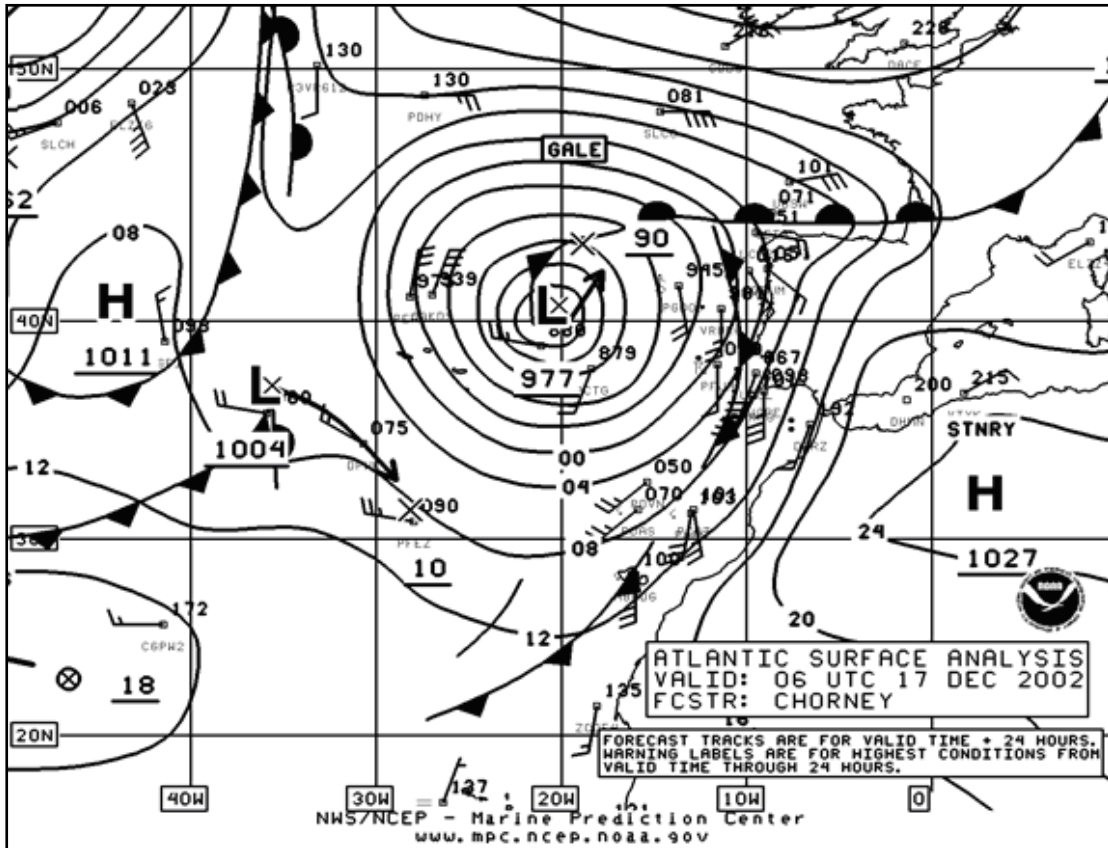
Un ejemplo característico de este tipo de situación adversa fue el episodio del 15-16 de diciembre de 2002. En su inicio una baja presión se descuelga rápidamente de las Azores; el fuerte gradiente de presión, el embolsamiento de aire frío de hasta -18°C y los flujos de vientos de SW con procedencia subtropical (húmedos a todos los niveles), produjeron una convergencia en superficie con lluvias importantes en la isla del Hierro. Posteriormente, la baja presión quedó bloqueada debido a un anticiclón en el Mediterráneo, que hizo aumentar el temporal con fuertes vientos y lluvias abundantes.

A continuación se adjunta el mapa en superficie del 16 de diciembre a las 12 horas (UTC):



En el anterior mapa isobárico, se puede observar un anticiclón que afecta el norte de Marruecos y España, enviando allí aire más cálido. En cambio en el Atlántico este, una borrasca se está descolgando de latitudes más elevadas y a la vez ésta queda bloqueada por el anticiclón, por lo que está obligada a descender más de latitud. Esto favorece que el frente frío que lleva asociado afectará a la zona de las Canarias, siendo El Hierro una de las primeras islas afectada.

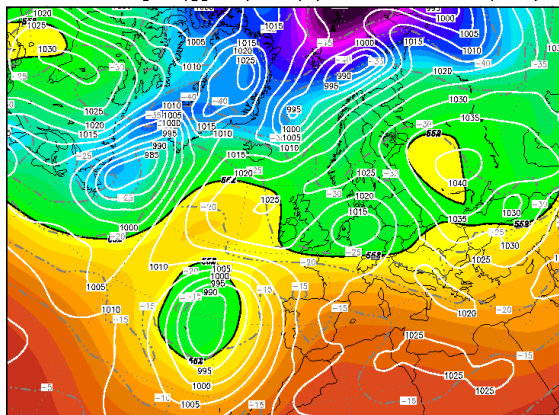
A continuación, se observa la situación isobárica, un poco más tarde, el 17 de diciembre a las 06 horas (UTC):



El frente frío está afectando el centro y oeste del archipiélago, dando lugar a vientos fuertes, tal como indican los símbolos que aparecen en el mapa mencionado isobárico. A continuación se presentan también los mapas de altura correspondientes a los dos días.

MAPA EN ALTURA 16 DIC – 18H

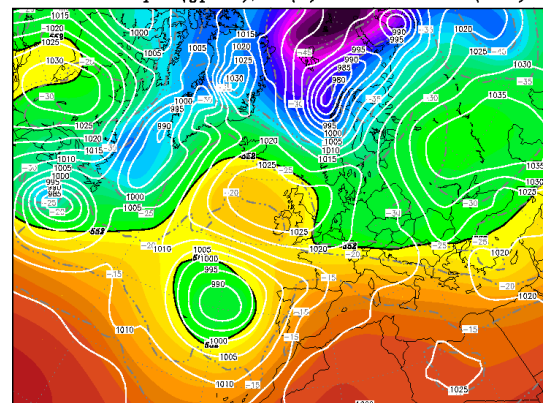
Init : Mon,16DEC2002 06Z Valid: Mon,16DEC2002 18Z
500 hPa Geopot.(gpm), T (C) und Bodendr. (hPa)



Daten: GFS-Modell des amerikanischen Wetterdienstes
Wetterzentrale Karlsruhe
Top Karten : <http://www.wetterzentrale.de/topkarten/>

MAPA EN ALTURA 17 DIC – 12H

Init : Tue,17DEC2002 00Z Valid: Tue,17DEC2002 12Z
500 hPa Geopot.(gpm), T (C) und Bodendr. (hPa)

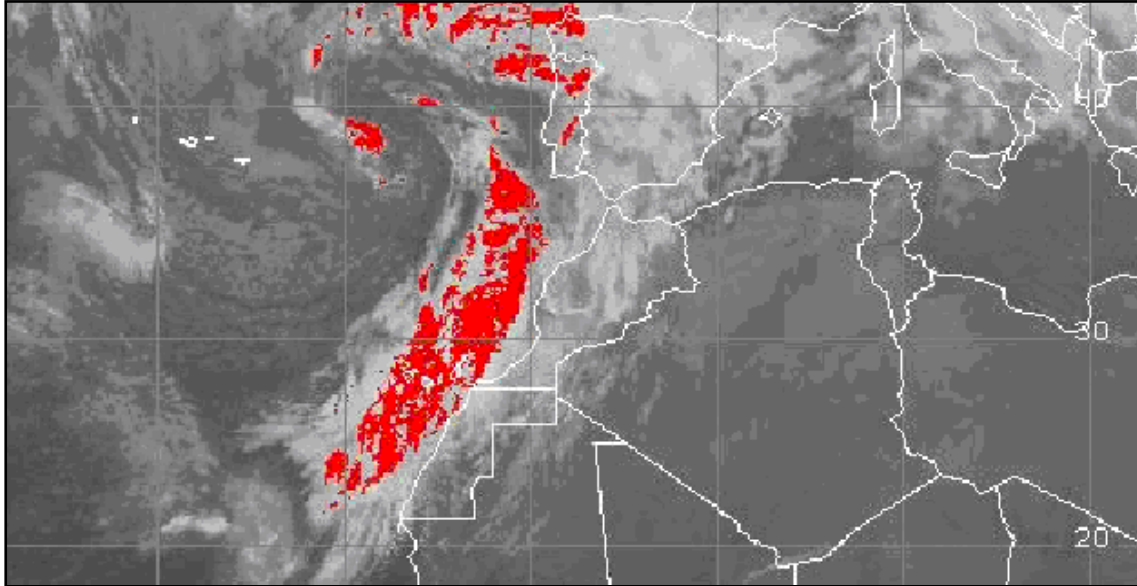


Daten: GFS-Modell des amerikanischen Wetterdienstes
Wetterzentrale Karlsruhe
Top Karten : <http://www.wetterzentrale.de/topkarten/>

En estos modelos se observan, además, la presión en superficie y, a la vez, a las temperaturas previstas a 500 hPa (5500 metros aproximadamente) durante esos días. Claramente se ve la

situación sinóptica que hemos comentado anteriormente, un anticiclón centrado en Inglaterra y afacetado en todo el Mediterráneo bloqueando a la vez las perturbaciones, haciéndolas viajar más al sur afectando las islas Canarias.

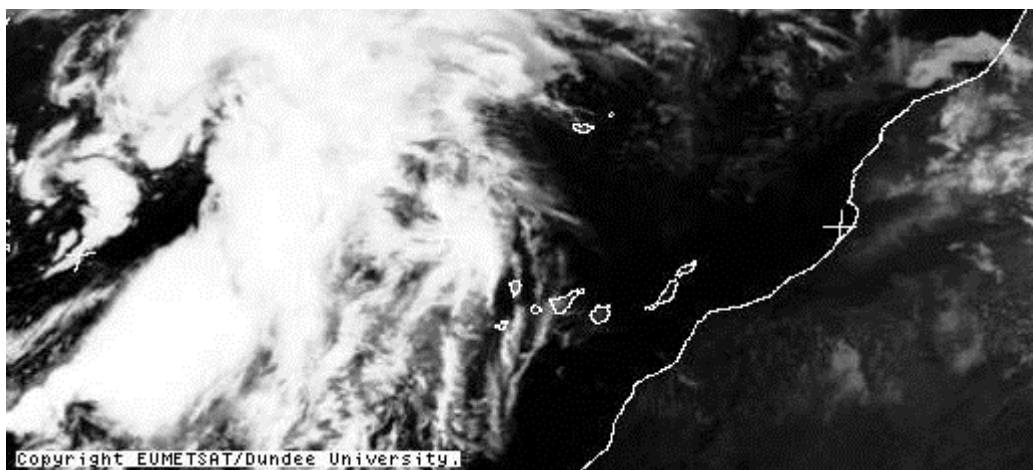
IMÁGENES DE CONVECCIÓN 17 DIC – 08H



Fuente: EXPERIMENTAL SAT Global

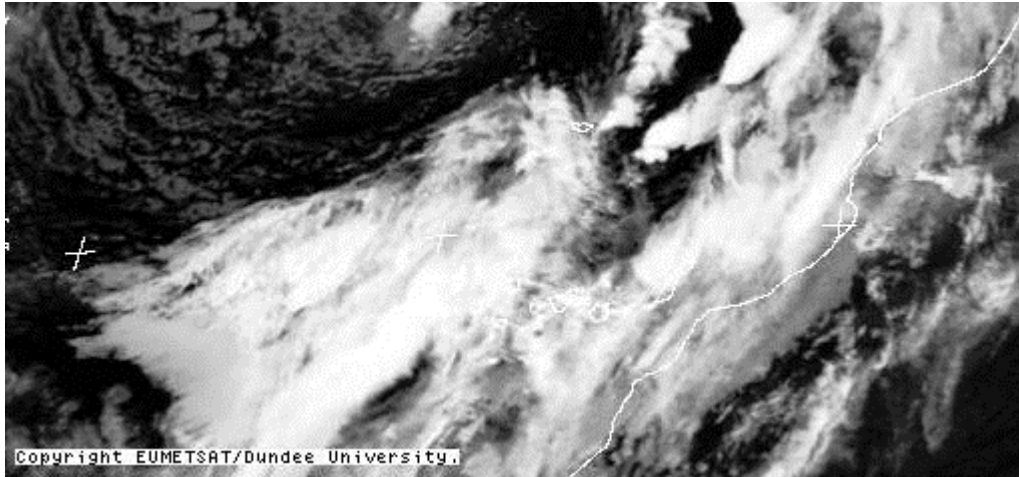
El análisis de la imagen infrarroja del satélite Meteosat del día 17 permite observar toda la nubosidad asociada al sistema frontal que acompañaba a la borrasca. En la imagen de satélite está destacada la presencia de máxima convección representada con color rojo. Se ve claramente la franja frontal de norte a sur, antes de su entrada en las costas africanas. En el momento de la imagen la convección es evidente sobre las islas Canarias por lo que las corrientes ascendentes y la formación de nubosidad de desarrollo vertical es importante.

IMÁGEN SATÉLITE - 15 DIC 06H



En estas otras imágenes infrarrojas de detalle se observa la evolución, con el trayecto que hacen las nubes a lo largo de su paso por las Canarias.

IMÁGEN SATÉLITE - 17 DIC 00H



En la primera imagen correspondiente al 15 de diciembre a las 6 de la madrugada se observa la entrada del frente por las islas más occidentales entre ellas El Hierro, que es la primera que recibe el golpe de los fuertes vientos y lluvias intensas

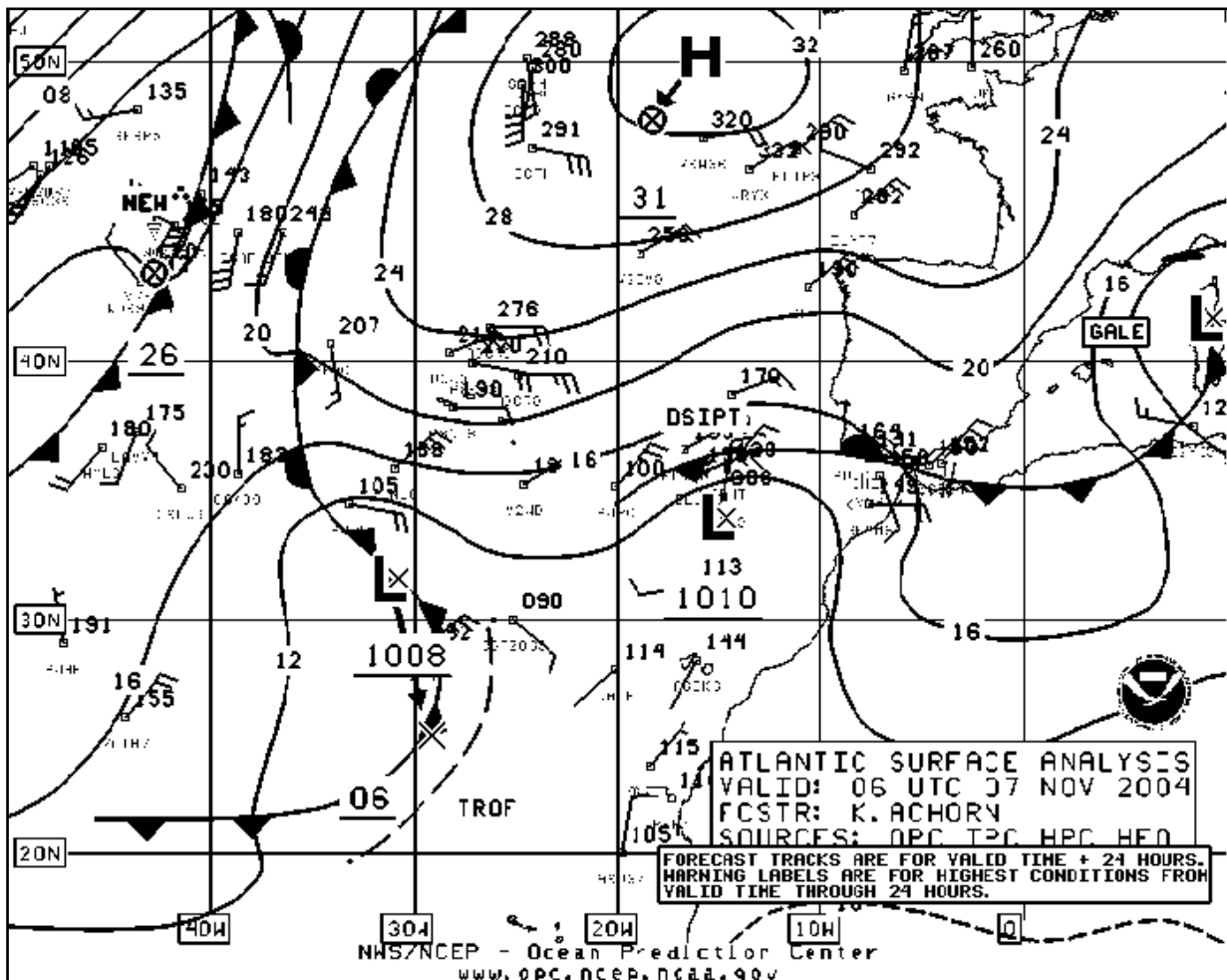
En la segunda imagen que corresponde casi dos días más tarde, el frente ya ha azotado el archipiélago, pero la entrada de aire frío en las capas altas hace que se reactiven las tormentas y por lo tanto, la inestabilidad continua presente en El Hierro, tal como se aprecia en la imagen de satélite.

En la estación meteorológica del aeropuerto de El Hierro (AEMET) se dieron los siguientes registros:

- La racha máxima de viento fue de 35 km/h el día 16 de diciembre.
- La precipitación total durante todo el episodio fue de 82 litros de los cuales 76 mm cayeron el día 17 de diciembre.

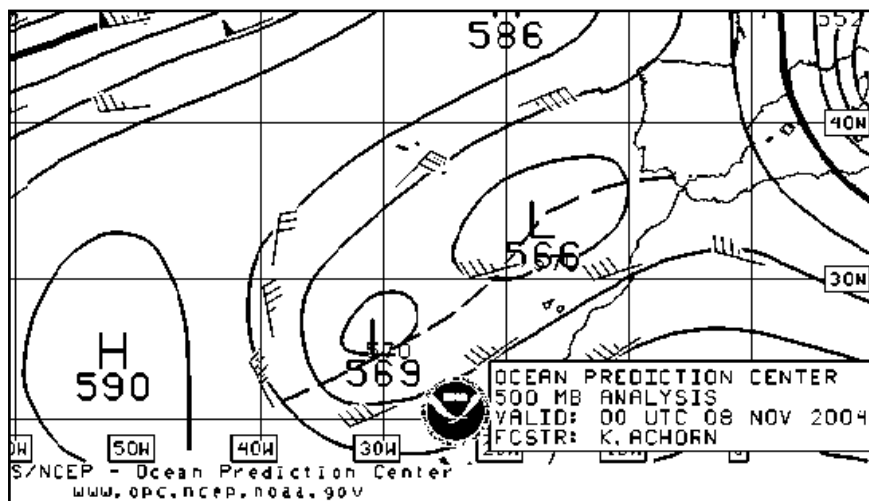
3.2.2. Temporal de lluvias en el archipiélago con registros de más de 200 mm en El Hierro

La situación previa al episodio de lluvias importantes queda reflejada en el mapa del 7 de noviembre de 2004. Un día antes de recoger más de 150 mm, la configuración atmosférica se iba desarrollando con un anticiclón en latitudes elevadas y dos bajas al sur de dicho anticiclón, una de 1008 hPa y otra cercana a Gibraltar, de 1010 hPa. Los vientos eran débiles y con pocos síntomas de cambios. A continuación, se adjunta el mapa de superficie del domingo 7 de noviembre a las 06 horas (UTC).

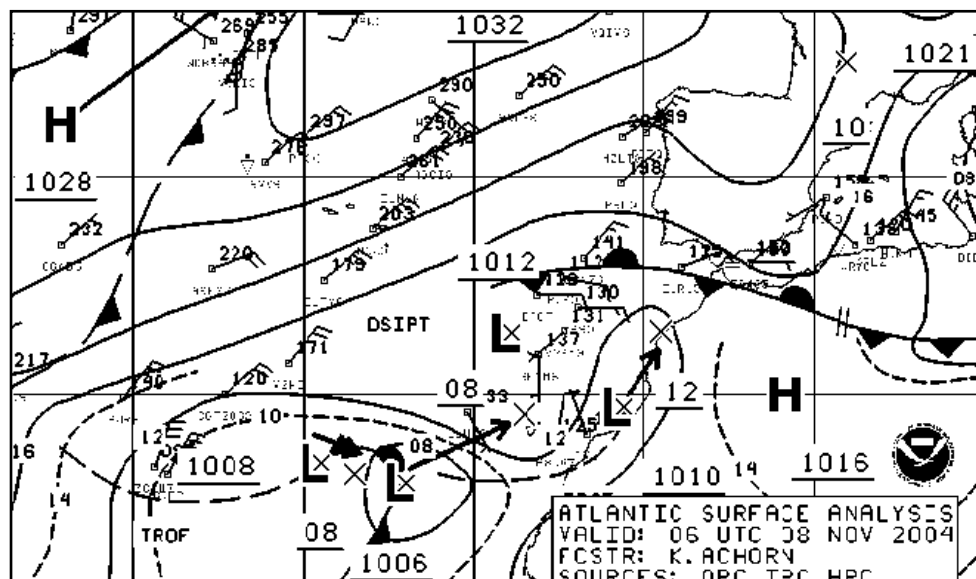


El día 8 de noviembre se dio una situación de fuertes lluvias y muy abundantes. En la isla de El Hierro, concretamente en Valverde, se registraron hasta 153,3 mm (AEMET). La presión durante ese día descendió a los 1009 hPa.

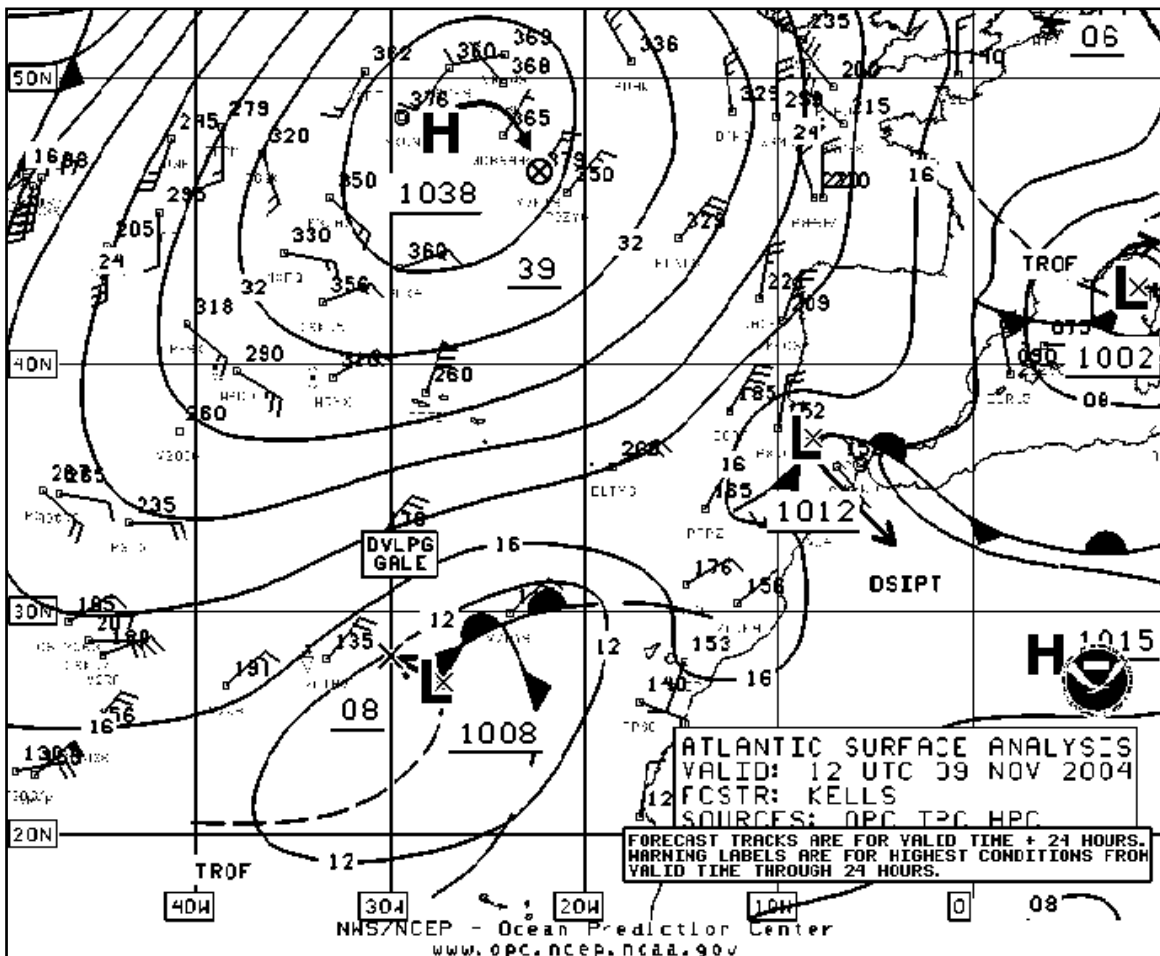
En el mapa en altura (500 hPa) del 8 de noviembre a las 00 horas (UTC) que se muestra a continuación, se ve perfectamente la vaguada retrógrada con dos bolsas de aire frío, con geopotenciales bajos combinados a la vez con un flujo de vientos del SW, húmedos y cálidos, detonantes para crear nubes desarrolladas e intensas lluvias.



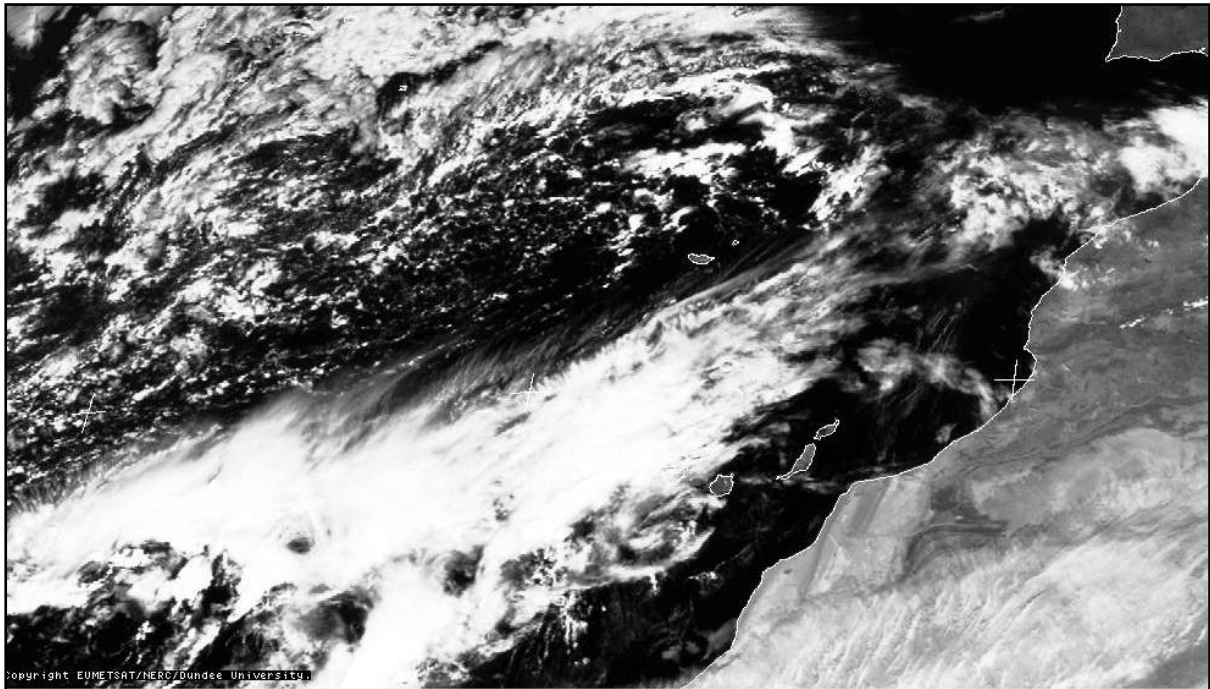
En el correspondiente mapa de superficie podemos ver reflejadas las dos bajas bien configuradas, y una mezcla frentes que inestabilizan las masas de aire. También los vientos procedentes del SW, cálidos y húmedos. A continuación podemos ver la evolución del mapa isobárico a lo largo del episodio, con la situación del lunes 8 de noviembre a las 06 horas (UTC).



El martes, 9 de noviembre, la situación continuaba siendo de lluvias abundantes. En todo el día se llegaron a recoger hasta 89.8 mm. En este caso, la disposición de las isobaras en el mapa de superficie muestra cómo una baja se ha desplazado hacia la costa andaluza aportando cantidades importantes de lluvia, mientras que la isla de El Hierro es afectada por la segunda baja con un frente frío asociado (véase mapa adjunto).



En la imagen de satélite correspondiente al 8 de noviembre a las 12 horas (UTC) se puede observar la considerable masa nubosa que está afectando toda la isla de El Hierro y, en general, a todo el sector occidental del archipiélago (véase imagen adjunto).



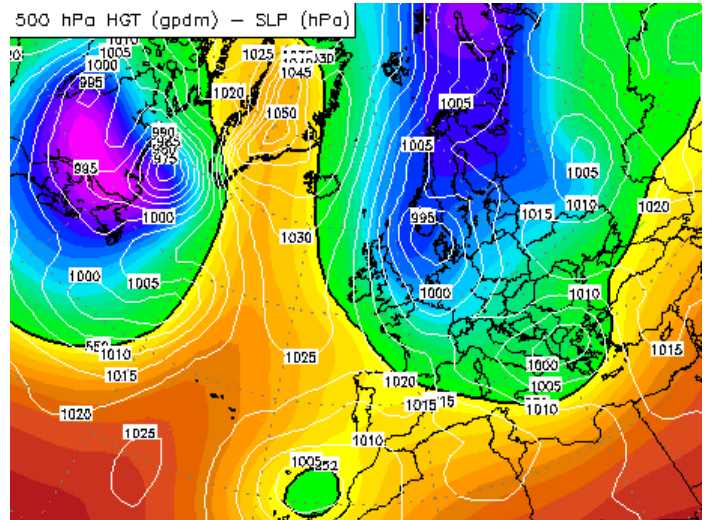
Una de las consecuencias destacadas de este episodio fue la alteración en el sistema aéreo de la isla de El Hierro donde el avión de Binter procedente de Santa Cruz de Tenerife no pudo aterrizar en la isla de El Hierro debido al mal tiempo. Debido también a las abundantes lluvias de este episodio, los acuíferos de la zona recibieron un gran aporte de agua, lo que supone en este caso un hecho positivo.

3.2.3. Temporal de viento en Canarias en febrero de 2006

El temporal de viento en este episodio fue muy intenso en Canarias, en especial, en el norte de Tenerife, en La Palma y en El Hierro.

MAPA EN SUPERFICIE 28 FEB – 12H

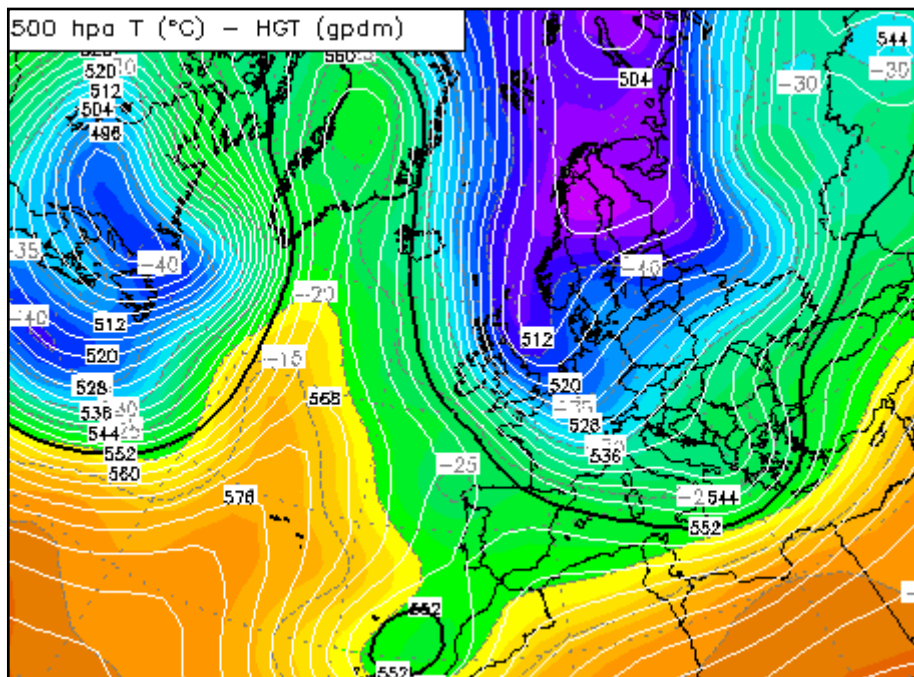
A continuación, se puede observar diferentes mapas meteorológicos. En el mapa en superficie del 28 de febrero a las 12 horas se observa una vaguada atlántica que se ha desprendido de latitudes más elevadas. Se corresponde con un embolsamiento de aire frío en altura y una baja en superficie. Las presiones sobre las islas oscilan entre los 1005 y los 1010 hPa en superficie.



Fuente: Wetterzentrale

En el mapa de altura que se muestra a continuación se recogen las temperaturas en el nivel de los 5500 metros de altura aproximadamente. Se puede comprobar cómo sobre las islas Canarias éstas oscilan en torno a los -25°C .

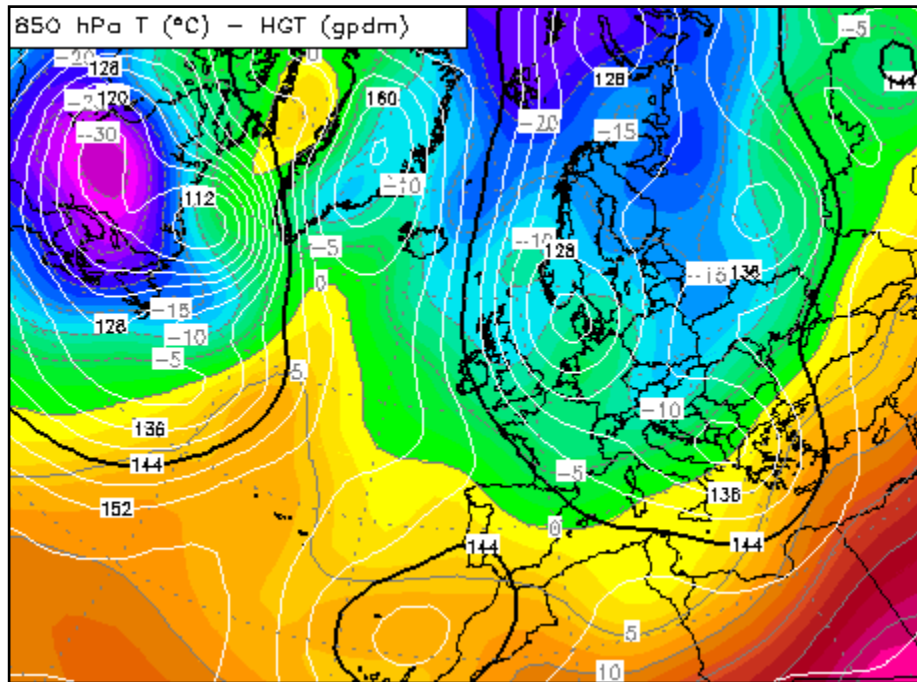
MAPA EN ALTURA 28 FEB – 12H



Fuente: Wetterzentrale

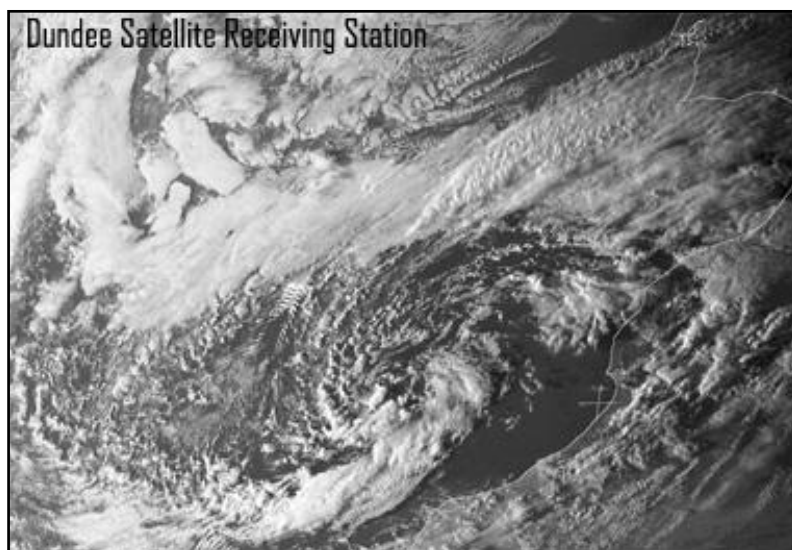
En el siguiente mapa – la topografía de 850 hPa – se observan también las temperaturas pero en el nivel de los 1500 metros de altitud en promedio, aproximadamente. Éstas no son especialmente bajas, están entre 5 y 10 °C, que contrastan con las que hay a mayor altura. Si nos fijamos en el centro de la borrasca podemos ver, por tanto, la formación de un área con temperaturas cálidas, como una típica formación subtropical.

MAPA EN 850 HPA 28 FEB – 12H



Fuente: Wetterzentrale

Finalmente, en la imagen de satélite del canal visible del Meteosat, correspondiente al 28 de febrero a las 18 horas (UTC), se aprecia bien sobre las Canarias la formación de nubes convectivas en forma de espiral alrededor del centro de la borrasca (véase imagen adjunta).



Fuente: Cazatormentas

En el siguiente cuadro se recoge la evolución del episodio de viento, a partir de los datos registrados en el aeropuerto de El Hierro, observándose que los días 26 y 27 las rachas superaron ya los 40 y 80 km/h respectivamente, hasta llegar al día 28 a las 17 horas 41 minutos de la tarde a dar la racha máxima de viento, de 104 km/h.

<u>Día y hora</u>	<u>Racha de viento (Km/h)</u>
26/02/2006 – 00:20H	49
27/02/2006 – 20.28H	89
28/02/2006 – 17.41H	104
01/03/2006 – 04.40H	70

3.2.4. Tormenta tropical Delta de noviembre de 2005

Durante los días 28 y 29 de noviembre del 2005, todo el archipiélago se vio ante un fenómeno atípico en Canarias. Se trata de la tormenta tropical Delta que no sólo afectó el archipiélago, sino que también a la isla de Madeira (Portugal). El Hierro fue la primera de las islas canarias que empezó a notar la llegada de la tormenta tropical con vientos sostenidos muy fuertes.

La tormenta tropical hizo un recorrido algo diferente a lo normal ya que comenzó originándose en el golfo de Guinea y giró hacia el norte, en el área de las Azores, para tomar rumbo hacia el este y no hacia el oeste, como es lo normal, de manera que su trayectoria siguió dirección hacia el archipiélago canario. A continuación se muestra la trayectoria que hizo la tormenta tropical Delta, en su aproximación hacia las islas.



Leyenda

ESCALA HURACANES (Saffir-Simpson)

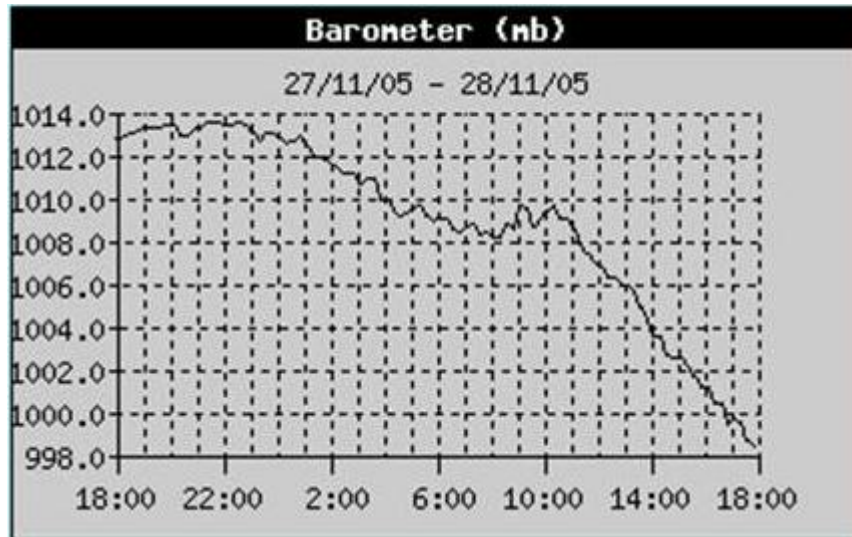
- Depresión tropical < 63 km/h
- Tormenta tropical 63-117 km/h

TIPO DE TORMENTA

- Ciclón tropical
- Ciclón subtropical
- ▲ Ciclón extra tropical

Fuente: Nilfanion

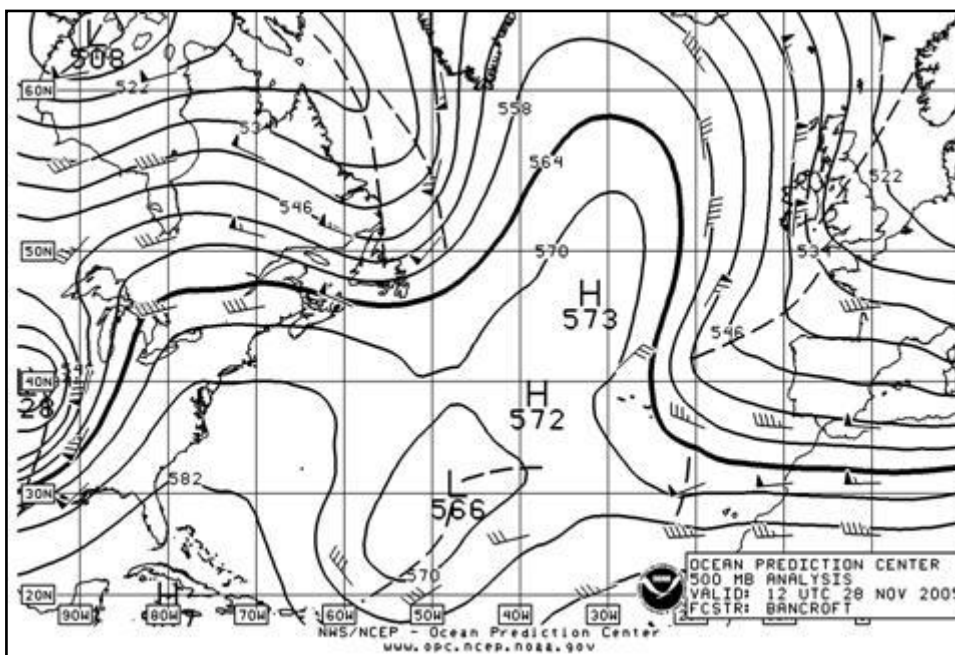
La presión atmosférica sufrió un claro descenso a medida que se acercaba el centro de la baja. Desde casi 1014 mb el día 27 se pasó a 998 mb al día siguiente, una bajada de más de unos 15 hPa en sólo 24 horas. En el gráfico adjunto se muestra la evolución de la presión atmosférica en el norte de Canarias, no pudiendo precisar, la estación meteorológica concreta de que se trata al no aparecer citada en la fuente.



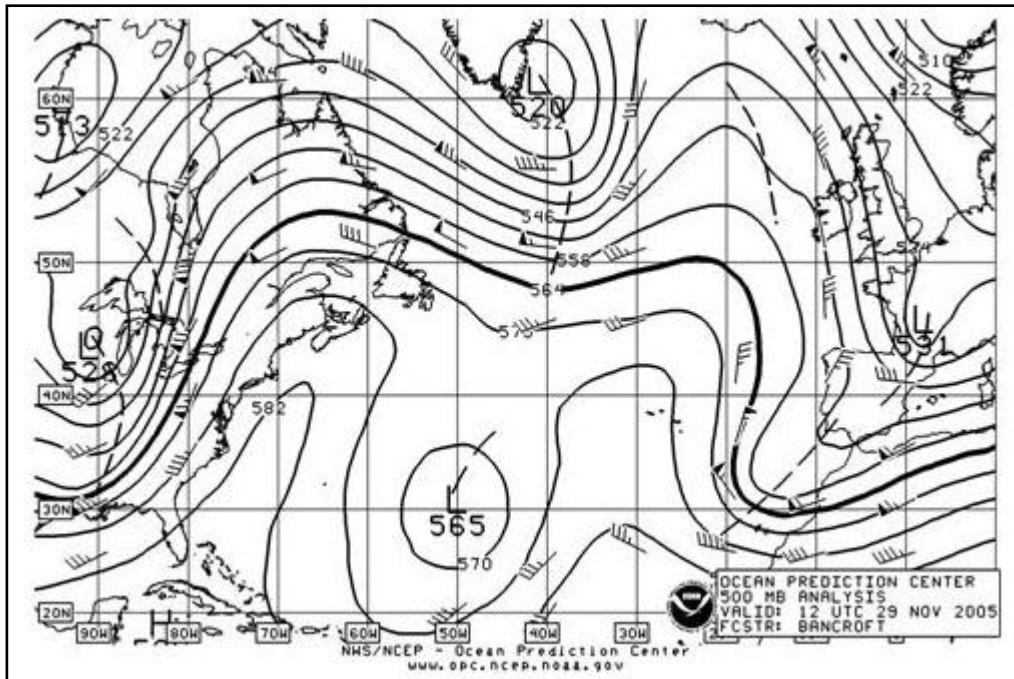
Fuente: ACANMET

En el mapa de altura (500 hPa) correspondiente al 28 de noviembre a las 12 horas (UTC) se puede observar el inicio de la formación de una vaguada de evolución retrógrada que afectará la zona del archipiélago.

MAPA EN ALTURA 28 NOV – 12H



MAPA EN ALTURA 29 NOV – 12H

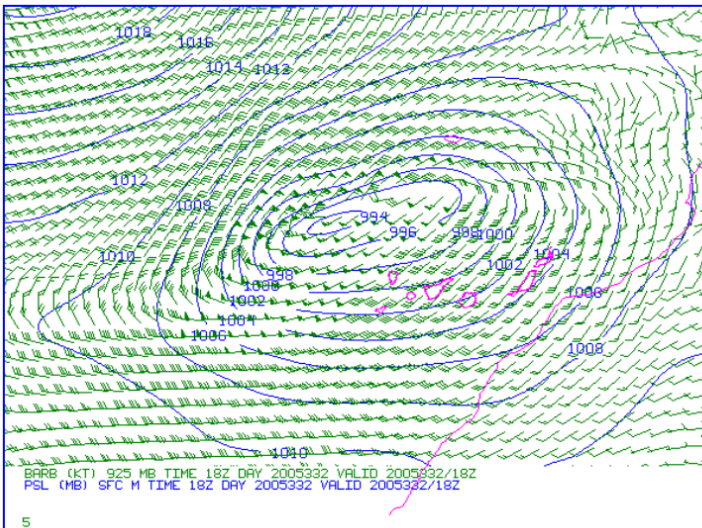


En el mapa correspondiente al 29 de noviembre a las 12H (UTC), la vaguada aparece ya muy bien definida con un eje NE-SW y marcando vientos en altura fuertes en todo el archipiélago.

En los siguientes mapas isobáricos (HIRLAM) puede verse la evolución a lo largo del episodio:

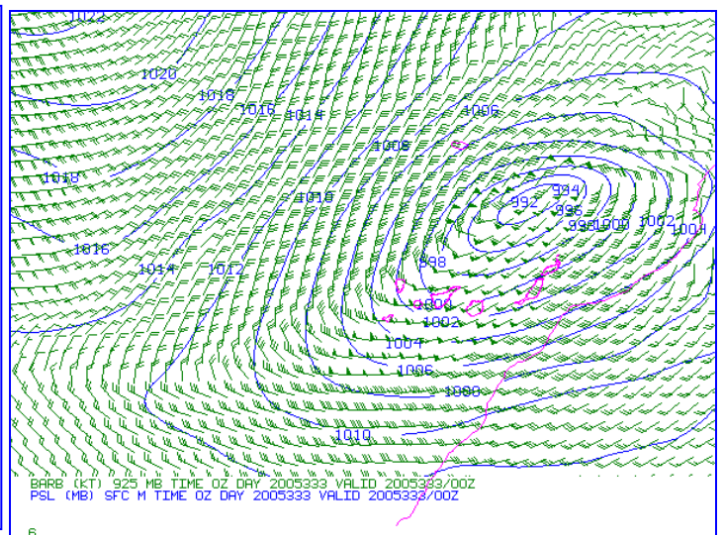
MAPA ISOBÁRICO/VIENTOS

28 NOV – 18 H (UTC)



MAPA ISOBÁRICO/VIENTOS

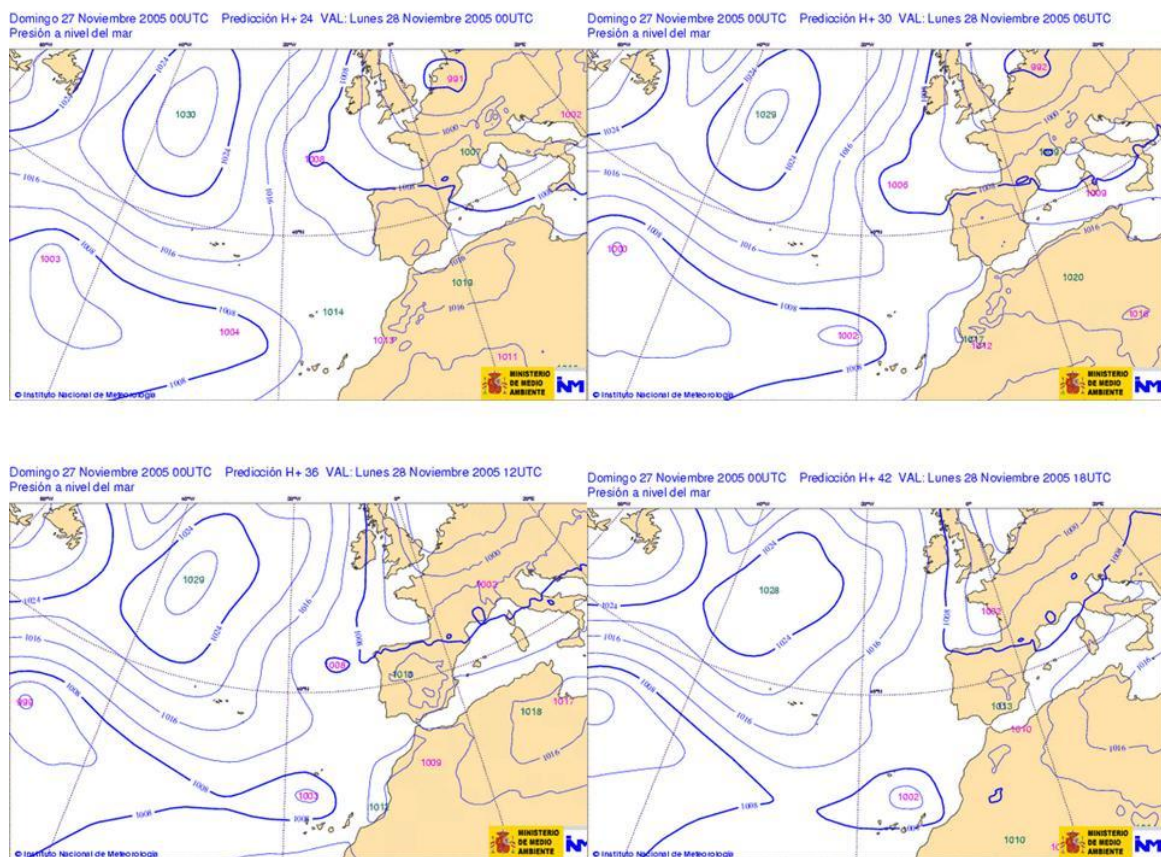
29 NOV – 00 H (UTC)



Fuente: ACANMET

En ellos se advierte perfectamente la tormenta tropical Delta con centro de 992 hPa, extendida con una dirección SW – NE. Además, los mapas también nos indican con los correspondientes símbolos la dirección y fuerza del viento, siendo éstos fuertes o muy fuertes en todo el archipiélago, sobretodo, en el oeste, principalmente. En el aeropuerto de El Hierro el valor de presión mínimo registrado fue de 992 hPa el día 28 a las 18h.

En esta otra secuencia de mapas se recoge la evolución diaria en superficie de la tormenta tropical Delta sobre el archipiélago canario. Se observa claramente, como nace una borrasca hacia el oeste del archipiélago y por un proceso de estrangulación ésta se independiza afectando el archipiélago en su plenitud.

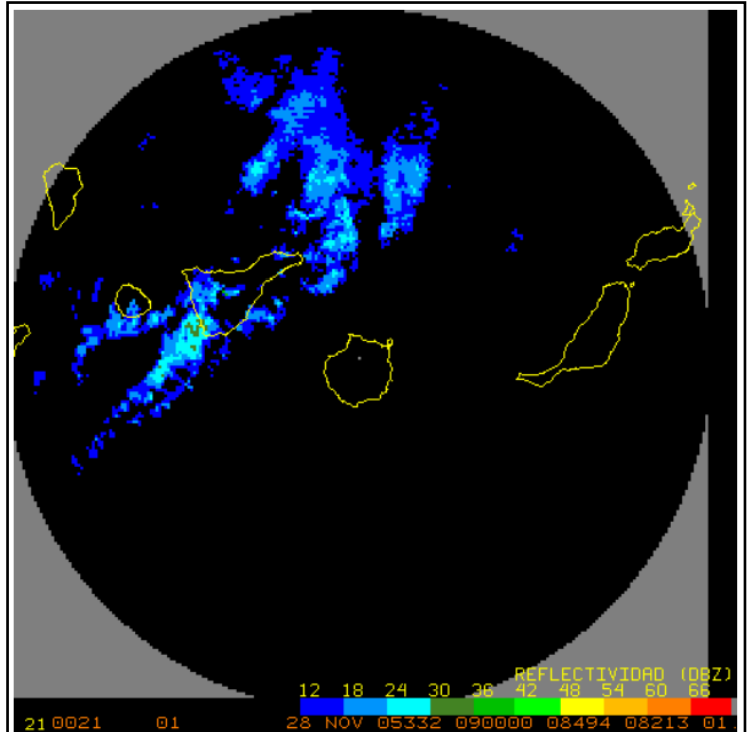


En el siguiente cuadro se incluyen las rachas máximas de viento registradas en las distintas islas del archipiélago, siendo muy fuertes especialmente en las islas occidentales, entre ellas, El Hierro con una racha máxima de 136 km/h el día 28 a las 18:20h.

	Viento medio	Hora (UTC)		Racha Máxima	Hora (UTC)
La Palma	W 98 km/h	20:00		152 km/h	20:00
El Hierro	NW 83 km/h	18:00		136 km/h	18:20
La Gomera	SW 80 km/h	18:30		120 km/h	18:48
Tenerife Sur	W 87 km/h	21:30		134 km/h	21:38
Tenerife Norte	NW 116 km/h	21:30		147 km/h	21:30
Gran Canaria	SW 65 km/h	21:00		102 km/h	21:00
Fuerteventura	SW 74 km/h	22.30		100 km/h	22:30
Lanzarote	SW 70 km/h	24:00		91 km/h	24:00

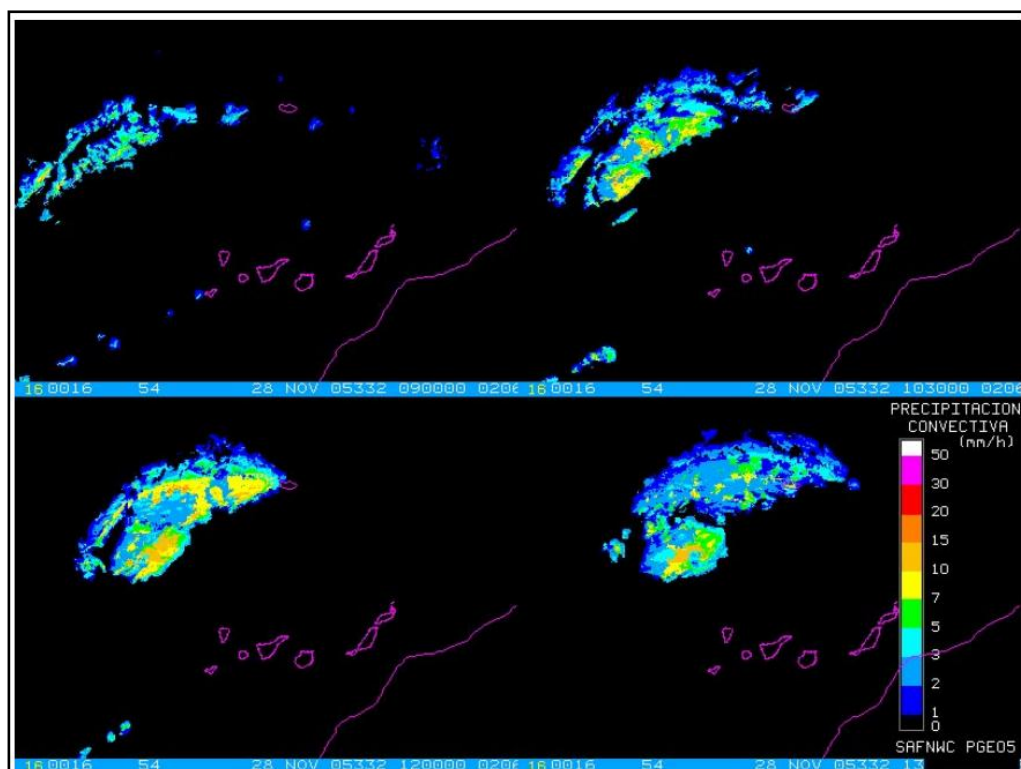
El radar meteorológico

A continuación se muestra la imagen del radar meteorológico situado en la isla de Gran Canaria, a unos 1781 metros de altura sobre el nivel del mar, con objeto de evitar la inversión de los alisios y también la distorsión de los diferentes sistemas montañosos. La zona con mayor precipitación convectiva quedó al margen del archipiélago, sólo algunas trazas y de manera muy irregular afectaron a algunas de las islas, sobretodo, occidentales. Rápidamente fueron desplazadas por el fuerte viento del oeste. La precipitación recogida en el aeropuerto de El Hierro fue de 15 mm concentrada el día 28 de noviembre.



Fuente: ACANMET

En la siguiente composición de imágenes se muestra la evolución de las precipitaciones convectivas, que como ya se ha dicho pasaron más al norte, por lo que no afectaron de lleno a las islas Canarias. En ella se puede ver la intensidad de la precipitación convectiva (mm/h) a partir de datos del MET8, a las 9h, 10:30h, 12h y 13:15h UTC del día 28 de noviembre.



Fuente: MET8

Finalmente, se añaden dos imágenes de satélite correspondientes al día 28 a las 00 horas y a las 18 horas (UTC), en el canal infrarrojo, donde se ve la configuración ciclónica de la tormenta Delta pasando por el norte del archipiélago y afectando, sobre todo, las islas más occidentales.

IMÁGEN SATÉLITE – 28 NOV 00H



IMÁGEN SATÉLITE - 28 NOV 18H



Consecuencias en El Hierro

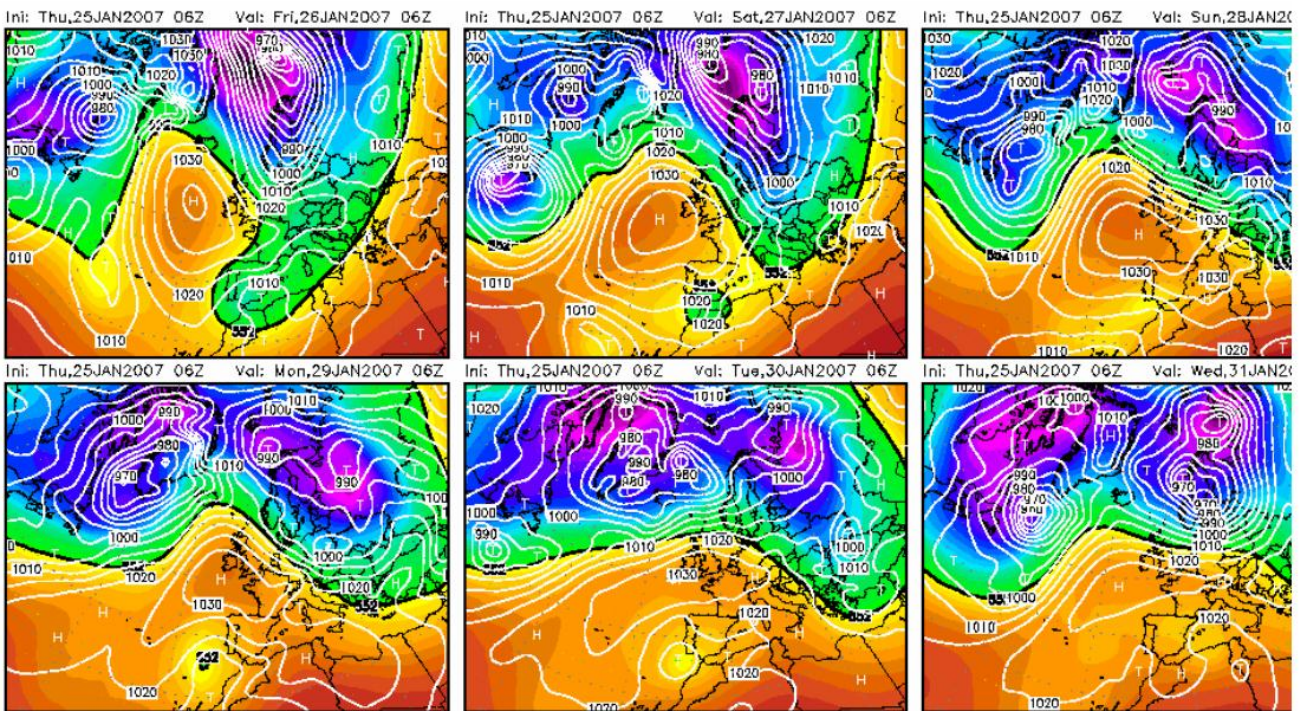
Las consecuencias que dejó la tormenta tropical Delta sobre el Hierro fueron notables. Afectó de manera importante la agricultura de la isla, sobretodo, las plantaciones de piña tropical y de plátanos, donde los campos presentaban una visión desoladora.

Además, se produjeron cortes en el suministro eléctrico de telefonía que afectaron al 25% de las líneas de El Hierro y, también, hubieron interrupciones en el aeropuerto de El Hierro así como cortes en algunas carreteras por prevención a posibles desprendimientos de tierras y por caídas de árboles y ramas.

3.2.5. Temporal de lluvias y vientos en Canarias en enero de 2007

Una profunda perturbación atlántica afectó a todo el archipiélago entre el 25 y el 27 de enero de 2007. En tan solo 24 horas algunos observatorios de El Hierro llegaron a acumular casi 400 mm. Algunos registros de precipitación media no eran tan importantes desde 1988.

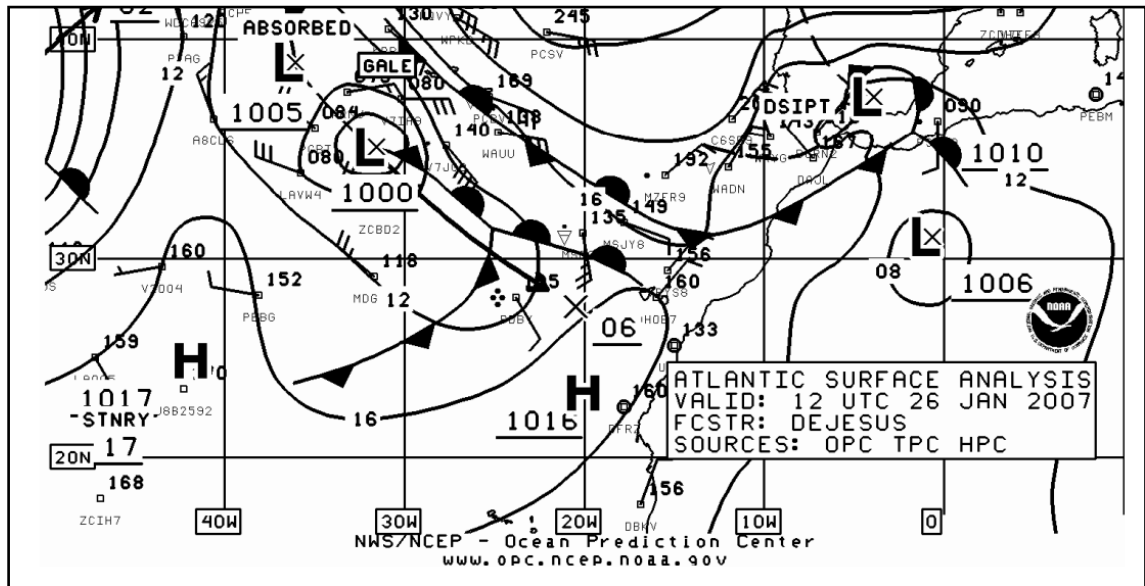
EVOLUCIÓN DE MAPAS ISOBÁRICOS (26-30 ENERO)



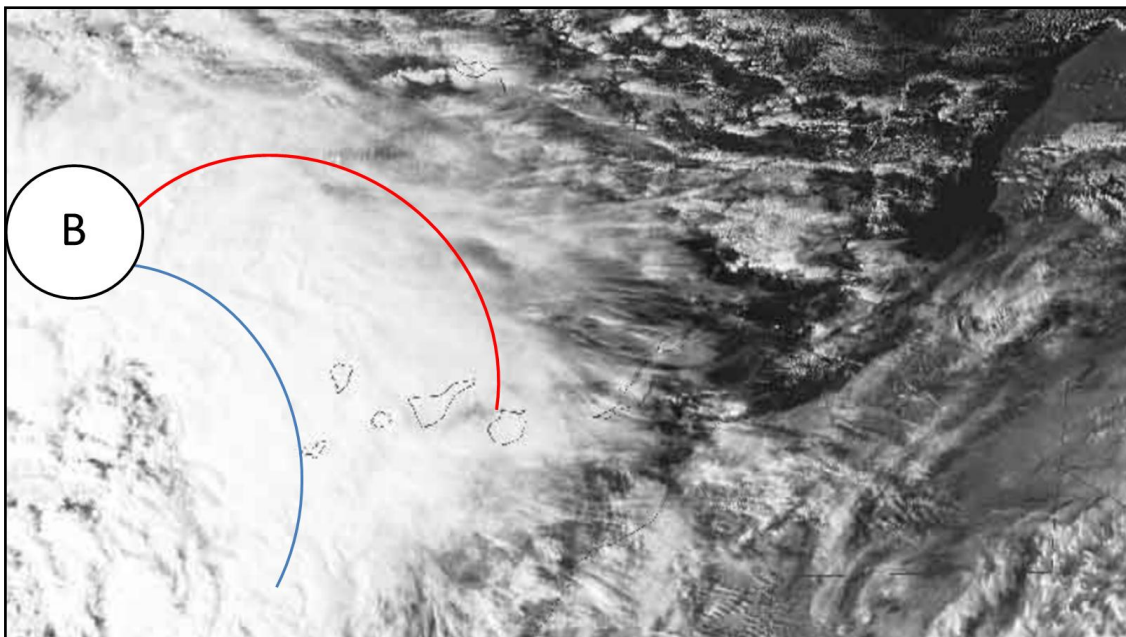
Fuente: Wetterzentrale

En la composición de mapas anterior, se observa la evolución de los modelos isobáricos durante todo el episodio. Se puede ver un potente anticiclón de hasta 1034 hPa afectando el oeste de las Islas Británicas que corresponde a la vez a una potente dorsal que originaría una configuración en forma de omega del chorro polar lo que favorecería el descolgamiento de una vaguada sobre la Península Ibérica y el Mediterráneo occidental. Esta finalmente interactúa con la baja situada al oeste de Canarias, de forma que acaba concluyendo con un área de precipitación importante sobre el archipiélago.

En la imagen de este otro mapa isobárico correspondiente al día 26 de enero a las 12 h (UTC), se ve perfectamente, la existencia de dos bajas, una situada en el sur peninsular y otra situada a la misma latitud, pero más al oeste. Ambas llevan asociadas diferentes frentes que darán lugar a precipitaciones en el archipiélago.

MAPA ISOBÁRICO – 26 ENE 12H

En la imagen de satélite del viernes 26 de enero a las 18 horas (UTC) se ve toda la nubosidad asociada a la borrasca situada al oeste que se va acercando, y que está dejando en El Hierro las precipitaciones más intensas hasta el momento, donde el frente frío hace aumentar la convección. En la imagen de satélite he dibujado donde se localizaría aproximadamente el centro de la depresión y las trazas de los frentes que la acompañan (en color rojo, el frente cálido y en color azul, el frente frío).



Fuente: INM (Gráfico propio)

Algunos registros:

En zonas de los barrancos de la isla se llegaron a acumular precipitaciones de hasta 370 mm. En 24 horas llegaron a caer hasta 327 mm en El Pinar, 320 mm en Las Puntas, 370 mm en Golfo, 280 mm en Valverde y 222 mm en Sabinosa.

Consecuencias en El Hierro

La isla de El Hierro fue la más afectada por esta borrasca, ya que las intensas precipitaciones causaron desprendimientos que obligaron a cerrar incluso el acceso al parador en el pueblo de Timijiraque. En otras zonas como en El Pinar, se llegaron a desbordar barrancos, e incluso, el agua llegó a arrastrar a vehículos y animales. No solamente las principales vías quedaron afectadas, sino que también el suministro eléctrico de la isla quedó afectado e incluso hubo riesgo de desbordamiento de la charca de El Telar, en Taibique.

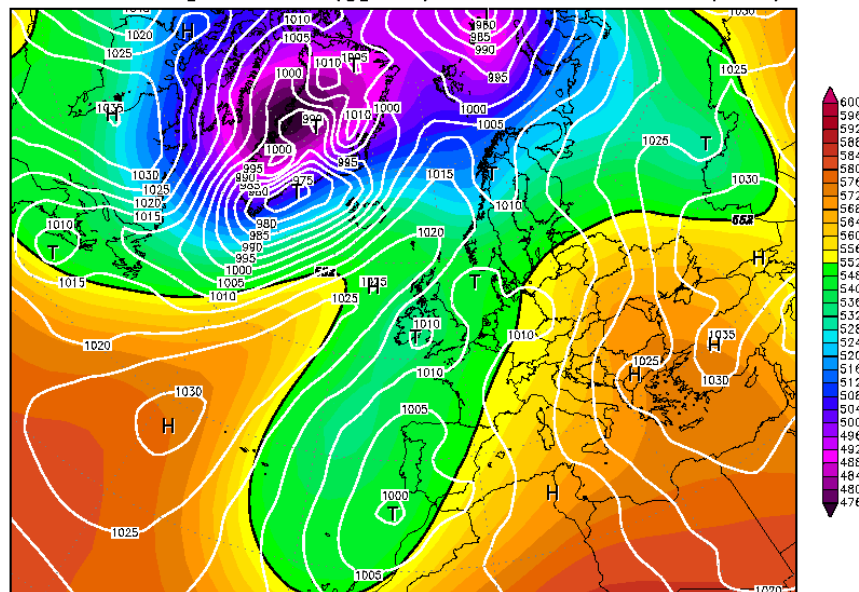
El director del Área de Medio Ambiente del Cabildo de El Hierro, Javier Armas anunció que se trataba de un desastre ecológico de primer orden, debido a la muerte de 178 ejemplares de la especie protegida de lagartos gigantes de El Hierro, debido al soterramiento bajo piedras y lodos.

3.2.6. Entrada de aire frío polar al archipiélago en marzo de 2011

Tal como se observa en el mapa isobárico y de 500 hPa del día 14 de marzo, una masa de aire frío polar llegó al archipiélago debido a la entrada de aire procedente del norte. La posición de un anticiclón más al oeste de las Azores y una baja en el suroeste de la Península hicieron canalizar el aire de norte a sur, llegando a las islas occidentales del archipiélago de forma directa.

MAPA EN SUPERFICIE Y EN ALTURA – 14 MAR - 00H

14MAR2011 00Z
500 hPa Geopotential (gpm) und Bodendruck (hPa)

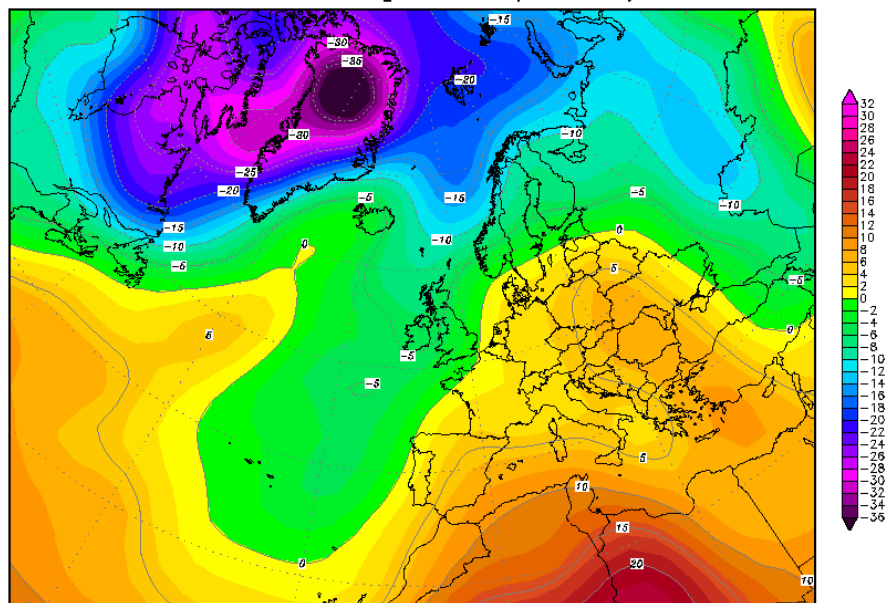


Daten: Reanalysis des NCEP
(C) Wetterzentrale
www.wetterzentrale.de

En el mapa de temperatura a 850 hPa, a 1500 metros de altura se puede observar la lengua de aire frío que desciende hasta latitudes inusuales. La isoterma de 0°C se acercó prácticamente a las islas Canarias.

MAPA DE TEMPERATURA A 850 HPA – 14 MAR - 00H

14MAR2011 00Z
850 hPa Temperatur (Grad C)



Daten: Reanalysis des NCEP
(C) Wetterzentrale
www.wetterzentrale.de

Esta situación trajo temperaturas frías para la zona insular con máximas que no superaron los 15 grados (15,8°C en el aeropuerto de El Hierro a las 00.30h del día 14) y mínimas de 10 grados (10,6°C en el aeropuerto de El Hierro a las 12.05h del día 14), hecho que hizo que fuera la jornada más fría desde 1971. Por encima de los 1600 metros las temperaturas se mantuvieron por debajo de los 0°C durante la noche. Se recogieron algunas precipitaciones que fueron en forma de nieve por encima de los 800 metros. En el aeropuerto de El Hierro el día 14 se registraron 8.1 mm de precipitación.

4. CONCLUSIONES

A partir del desarrollo que se ha llevado a cabo en este trabajo se han podido llegar a corroborar algunas de las hipótesis que se habían descrito al inicio de éste.

En primer lugar, a partir de la búsqueda detallada de información sobre la climatología de El Hierro, se ha podido observar y confirmar que existen unos rasgos climáticos característicos de la isla por su situación geográfica y que dentro de ella debido a otros factores como la altitud y la orientación se han podido observar otros rasgos climáticos propios, en relación, sobretodo, con el efecto de los vientos alisios.

Por otra parte, a partir de los datos obtenidos en el análisis de datos de la serie climática del aeropuerto de El Hierro, se han podido realizar comparaciones e incluso tendencias de temperatura y precipitación desde los últimos treinta años hasta la actualidad, observando un claro ascenso de las temperaturas, que podría estar ligado al incremento del CO₂ y a otros gases de efecto invernadero. Probablemente, debido al ascenso de las temperaturas, el mar también se haya calentado, cosa que favorece la formación de nubes y a la vez que las tormentas descarguen con más violencia y con precipitaciones un poco más importantes que décadas anteriores. Aunque, evidentemente éste es un extremo que no se puede afirmar con rotundidad, ya que sería necesario realizar un estudio en mayor profundidad que queda fuera del alcance de este trabajo de final de grado.

Finalmente, haciendo referencia a las situaciones meteorológicas, se ha podido observar que se han dado algunos episodios que han provocado fenómenos importantes de carácter violento, en algunas ocasiones, y que han producido, a la vez, problemas para la población de la isla, por lo que si en un futuro sigue la misma tendencia, ésta tendrá que estar mejor preparada frente a nuevos episodios meteorológicos adversos.

5. FUENTES BIBLIOGRÁFICAS

La bibliografía que he utilizado para la elaboración de este trabajo la he clasificado por tipos de fuentes (primarias, secundarias y terciarias).

Las fuentes primarias serían aquellas que nos aportan una información original, es decir, la que se ha publicado por primera vez como producto de una investigación. Las fuentes secundarias son las que aportan una información primaria, sintetizada y reorganizada, y las terciarias son las que contienen información sobre las fuentes secundarias.

• Fuentes primarias:

- ACANMET. (2005): *Estudio de la tormenta tropical Delta*.
- AEMET. *Situación de lluvias torrenciales en Santa Cruz de Tenerife (31 de marzo de 2002)*. Biblioteca de Módulos Tempo.
- AEMET. *Informe meteorológico sobre la situación de lluvias intensas en Canarias de los días 26, 27 y 28 de enero de 2007*.
- ARROYO, J. (ACANMET). (2009): *Climatología de Las Cañadas del Teide: Historia, Características y Efemérides*. Jornadas "De Izaña al Teide: Meteorología extrema de la isla de Tenerife". Parador Nacional de Las Cañadas del Teide.
- DORTA, P; et al. (2005): *Frecuencia, estacionalidad y tendencias de las Advecciones de aire sahariano en Canarias (1976-2003)*. Investigaciones Geográficas, nº 38 pp. 23-45.
- DORTA, P; et al. *Algunas consideraciones sobre la importancia del Polvo de origen sahariano en el clima del Archipiélago Canario y soporte a las aguas Superficiales oceánicas: el episodio de abril de 2002*. Universidad de La Laguna y Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.
- DORTA, P. (1994): *Las Inversiones Térmicas en Canarias*.

- MARZOL, M. V; et al. (2006): *Los riesgos de las lluvias torrenciales en las islas de la Macaronesia (Azores, Madeira, Canarias y Cabo Verde)*. Asociación Española de Climatología. Nº 5.
- MÁYER, P; ROMERO, L y PÉREZ, E. CHACÓN. La plaga de langostas en Canarias. Página Web de la Asociación de Geógrafos Españoles.
- SUÁREZ, S; MÉNDEZ, J. (2004): *Detection of "El Niño" Effect at the Roque de Los Muchachos Observatory*. The ING Newsletter. Nº 8.
- TORRES, C.J; CUEVAS, E; GUERRA, J.C y CARREÑO, V. *Caracterización de las Masas de Aire en la Región Subtropical sobre Canarias*. V Simposio Nacional de Predicción. Madrid.

• **Fuentes secundarias:**

- AÑEL; et al. (Mayo 2005): *Breve revisión a la Oscilación del Atlántico Norte y su influencia sobre la península Ibérica y Canarias.*, R.A.M.
- BUSTOS, J; DELGADO, F. *Climatología del P.N. de Las Cañadas del Teide*.
- CUEVAS, E. *Evolución Futura del Clima Canario*. Observatorio Atmosférico de Izaña. INM.
- DORTA, P. (2001): *Aproximación a la influencia de las advecciones saharianas en la propagación de incendios forestales en la provincia de Santa Cruz de Tenerife*. Actas del XVII congreso de Geógrafos Españoles. Oviedo.
- DORTA, P; et al. *Las advecciones de polvo de origen sahariano en Canarias y su posible influencia en el medio natural continental y oceánico*.
- FONT, I. (1959): *El Clima de las Islas Canarias en "Anuario de Estudios Atlánticos"*. Madrid-Las Palmas.
- GALLGO; et al. (2004): *Reconstrucciones climáticas. El ejemplo de la Oscilación del Atlántico Norte*. Física de la Tierra. 16 83-92
- GANCEDO; et al. (2007): *Eventos climáticos a pequeña escala y la pesca del atún*

- blanco (thunnusalunga) en las Islas Canarias*. Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 60(2): 527-539.
- GARCÍA, J; et al. . (2001): *Invasión de viento sahariano y su impacto en la asistencia sanitaria urgente*.
 - HERNÁNDEZ, J.L.; ÁLVAREZ, L; VERNIERE, T. (Mayo 2006): *El paso de Delta por Canarias*. Ciclo de Conferencia sobre Meteorología y cambio Climático. La Palma.
 - INM. (2002): *Islas Canarias: Rasgos Climáticos Generales en "Las precipitaciones máximas en 24 horas y sus periodos de retorno"*. Volumen 14-Canarias. Madrid.
 - MARZOL JAÉN, V. (1988). *Las precipitaciones en las Islas Canarias*. Universidad La Laguna.
 - MORALES, G; PÉREZ, R. (Diciembre, 2000): *Gran atlas temático de Canarias*. Editorial Interinsular de Canarias. Canarias.
 - OTERO; et al. (2007): *Evento extremo de arena del Sahara sobre Islas Canarias, España.*, Anales AFA Vol.19, pp. 256-259.
 - QUEROL; et al. (2002): *Intrusiones de masas de aire africano sobre la Península Ibérica y Canarias: Mecanismos de transporte y variación*. 3ª Asamblea Hispano Portuguesa de Geodesia y Geofísica. Valencia.
 - ROMERO y MÁYER. *Episodios de sequía en Gran Canaria en el siglo XVII: análisis de las rogativas como método de reconstrucción climática*.
 - RUIZ DE ELVIRA, A. *Los Límites de la Predicción Científica sobre el Clima*. Departamento de Física. Universidad de Alcalá
 - SANTIAGO, C. (2008): *Sociedad y sequía en un territorio insular (El Hierro, Canarias)*. Universidad de la Laguna.
 - SUAREZ, S. *Relaciones observadas entre el fenómeno del "El Niño" y las precipitaciones en la Isla de Tenerife* Encuentro sobre Meteorología y Atmósfera de Canarias.

- VILLALBA, E. *Características Generales del Clima de Canarias*.
- VALLADARES, P. *Propuesta Metodológica para el estudio del Mar de Nubes: el caso del año 1989 en el Norte de Tenerife*.

• **Fuentes terciarias:**

- ARROYO, J. (Sep. 2009): *Cinco Siglos de la Temperie Canaria: Cronología de Efemérides Meteorológicas*. ACANMET.
- MÁYER, P. (1999): *Un siglo de temporales en la Prensa Canaria*. *Vegueta* nº 4, pp. 267-282.