

AEMET EN LA ANTÁRTIDA

Manuel Bañón García
Observatorio Meteorológico de Alicante (AEMET)

RESUMEN: La primera idea en la que pensamos cuando oímos la palabra Antártida es la dura climatología y meteorología que padece esta parte del planeta. España instaló las dos bases antárticas de las que dispone a finales de los años 80 y principios de los 90 y se incorporó al Tratado Antártico como miembro consultivo en 1988. El antiguo Instituto Nacional de Meteorología (actualmente, AEMET) inició su labor en la Antártida en 1987, desde el primer momento en que el país inició su presencia en aquel territorio de forma continuada, y siempre ha estado unido a las actividades que España ha desarrollado en él. En este artículo se hace una breve descripción de las actividades que ha venido realizando, de los lugares en donde se desarrollan y de la situación actual de las mismas, terminando con una breve tabla climatológica obtenida a partir de los datos recopilados.

HISTORIA DE LA METEOROLOGÍA ESPAÑOLA EN LA ANTÁRTIDA

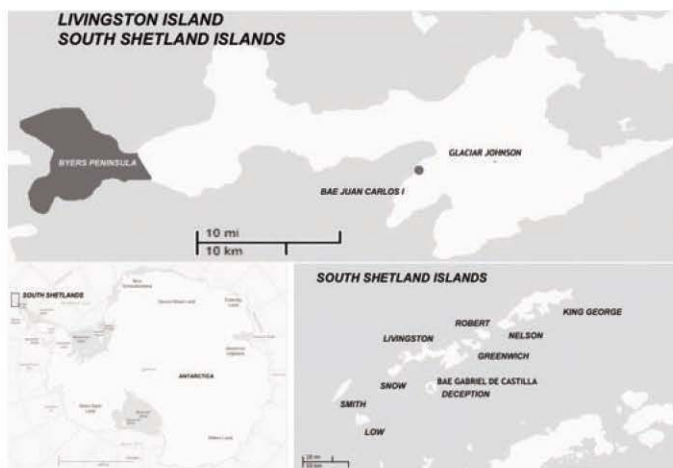
Si existe algún fenómeno o suceso físico al que toda la gente asocie a la Antártida es su carácter inhóspito, su tiempo variable y duro y el lugar donde hace más frío del planeta. De ahí que la presencia del hombre en aquellas tierras, primero de forma discontinua y finalmente desde principios de siglo y especialmente a raíz del Año Geofísico Internacional de 1959-60, vaya unida a la toma de datos meteorológicos.

Prácticamente, la primera actividad científica en una base o expedición antártica es la meteorológica.

Se puede hablar como pionero español en meteorología antártica del meteorólogo Luis Aldaz Isanta, que formó parte del personal norteamericano del U. S. Weather Bureau en las bases Byrd y Polo Sur los años 1960, 1962 y 1965 en el estudio de ozono. Poco después, en 1961, el meteorólogo catalán Puigcerver trabajó con la Universidad de Santiago de Chile, desde la base Rodríguez Videla, en el estudio de la tropopausa antártica.

Las actividades meteorológicas de los españoles en la Antártida se interrumpen hasta 1987, cuando el interés de Juan Cisneros y la iniciación de las actividades de España en aquella zona se aúnan y se realiza en octubre de ese año una campaña de ozonosondeos, con la colaboración del ayudante de meteorología adscrito al INTA Jesús de Dios, en la base argentina Vicecomodoro Marambio. A esta campaña sigue de inmediato otra, entre diciembre del mismo año y marzo de 1988, a bordo del buque argentino *Almirante Irizar*, en la que participan cuatro funcionarios del INM, con el objetivo de realizar ozonosondeos y conocer la meteorología operativa e instalaciones de Argentina en la Antártida. Esta presencia coincide con la apertura de la BAE Juan Carlos I a la que se incorporan dos funcionarios del INM que estaban a bordo del buque argentino.

En enero de 1988 el Programa Nacional de Investigación Antártica inicia una andadura que cambió cualitativa y cuantitativamente la acción investigadora de nuestro país y del INM en aquellas tierras. Se instala la Base Antártica Española Juan Carlos I en la isla Livingston y la comunidad científica española pasa a tener un lugar propio de investigación para todos los campos que se ocupan de las ciencias de la Tierra. El Instituto Nacional de Meteorología, que en esos momentos mantenía un equipo de investigadores en la Antártida trabajando con la Dirección Nacional del Antártico de Argentina bajo la dirección de Juan Cisneros, se incorpora a las



Mapa de la Antártida.

actividades antárticas con Pilar Sanjurjo, Manuel Bañón y Félix Gutiérrez dentro de la campaña realizada por el rompehielos argentino *Almirante Irizar* y, posteriormente, en la nueva base española con la presencia de Manuel Bañón y Félix Gutiérrez que son los encargados de poner en marcha el primer observatorio sinóptico con el indicativo de la OMM 89064.

La inmediata consecuencia es el paso de nuestro país, en septiembre de 1988, a ser miembro consultivo del Tratado Antártico.

Desde entonces, en casi todas las campañas, excepto en la 1991-92, ha habido personal del INM que, bien por encargo del mismo, bien por encargo del Plan Nacional de Investigación Antártica, se ha responsabilizado de las observaciones meteorológicas y demás actividades relacionadas con las mismas, hasta el punto que desde la campaña 1993-1994 hasta la de 1999-2000 los jefes de la BAE Juan Carlos I fueron los meteorólogos Alberto Castejón, hasta diciembre de 1998, y Manuel Bañón, hasta marzo de 2000.

En la campaña 2000-2001 el INM comienza el envío de personal con el propósito exclusivo de cuidar las instalaciones meteorológicas y prestar el servicio necesario a los equipos científicos y técnicos que trabajan en territorio antártico, ya sea la BAE Juan Carlos I, en la segunda base española existente en la isla Decepción (BAE Gabriel de Castilla) o los barcos de la Armada *BIO Hespérides* y *BIO Las Palmas* con la colaboración del Centro de Predicción de la Defensa.

Existen además otros proyectos, bien realizados por personal del INM y en organismos extranjeros, bien presentados por el INM, que han tenido como protagonista el territorio antártico.

Desde 1997 el observatorio de Izaña, en colaboración con el INTA y el Instituto Meteorológico finlandés tienen un proyecto llamado «Red Antártica para la vigilancia y caracterización de la radiación ultravioleta», que se desarrolla en las bases antárticas argentinas de Vicecomodoro Marambio y General Belgrano II y en Ushuaia (Tierra de Fuego), mediante la instalación y el mantenimiento hecho por la Dirección del Antártico Argentina de piranómetros NILU-UV y la realización de sondeos de ozono. Este proyecto fue ampliado hasta 2002 y continúa actualmente. Además, desde 2001, el meteorólogo Manuel Bañón participa como investigador en el proyecto LIMNOPOLAR que estudia, principalmente en la península Byers de la isla Livingston, la ecología de los lagos de agua dulce existentes y la influencia del cambio climático en los mismos. Así mismo, en la campaña 2006-2007, se comienza a colaborar con un equipo de glaciólogos de la ETSI de Telecomunicaciones de Madrid y de la Facultad de Geología de la Universidad de Barcelona.

LOCALIZACIÓN DE LAS BASES ANTÁRTICAS ESPAÑOLAS

Aunque la mayor parte de la actividad del INM se ha desarrollado en la BAE Juan Carlos I, gestionada por el CSIC, desde 1997 la BAE Gabriel de Castilla, gestionada por el Ministerio de Defensa, también ha contado con un observatorio meteorológico.

La BAE Juan Carlos I se encuentra situada en el archipiélago de las islas Shetland del Sur, al sur de la isla Livingston, y en un entorno relativamente abrigado. Sus coordenadas son 62° 39' 46" S de latitud y 60° 23' 20" W de longitud, con la altura de la cubeta del barómetro a 12 m. El enclave de la base está dentro de la zona más poblada de bases antárticas, pero ello no quita importancia a la existencia de datos meteorológicos. De hecho, la base Juan Carlos I es la más occidental del archipiélago y la única que, de forma normalizada, toma datos meteorológicos de la isla, donde solo existe otra pequeña base búlgara, San Clemente de Ohridski, cercana a la BAE Juan Carlos I.

Aunque la isla se encuentra cubierta de hielo de forma permanente en un 95 %, la base española se encuentra situada sobre un terreno descubierto de hielo durante la mayor parte del verano y, probablemente, una buena parte del año.

Esta es la descripción del entorno de la BAE que se encuentra en el diario meteorológico el día de la apertura del observatorio:



De izquierda a derecha, Manuel Bañón, Alberto Castejón y Juan Cisneros en la BAE Juan Carlos I.

14-2-88

Nos incorporamos a la vida activa de la base y comenzamos a instalar nuestros equipos elementales.

La base se encuentra situada en la Bahía Sur de la isla Livingston. La embocadura de aquella es en dirección SSW, de ahí la dirección de los vientos predominantes en la misma.

En nos encontramos en una explanada de unos 700 m de larga por 300 de ancha en su lugar más profundo, rodeada de una cadena montañosa que parece ser que circunvala toda la isla, con una altura de hasta 1800 m.

El terreno de la base se encuentra, en estos momentos, descubierto de nieve y está formado por gran cantidad de guijarros sobre una tierra oscura. En la zona más ancha de la explanada se encuentran los módulos que componen la base, a unos 20 m de un riachuelo procedente del deshielo del glaciar, cuya parte final nos encontramos ocupando.

Frente a la base se encuentra la bahía con una anchura aproximada de 4 millas a nuestra altura, estando el lado W de la misma cubierto de hielo por los glaciares que bajan hacia el mar.

El módulo científico que ocupamos se encuentra aislado y alejado unos 20 m de los módulos de alojamiento, que son los más cercanos. Su altura aproximada sobre el nivel del mar es de unos 12 m y a unos 100 m de la orilla del mar.

La situación de la isla y la orientación de la bahía da lugar a que la base se encuentre con gran frecuencia cubierta de nubes de tipo estratos y estratocúmulos y a la abundancia de precipitaciones en la misma, lo que hará más difícil el trabajo previsto. Este ha sido el caso de hoy, durante el que han existido precipitaciones de agua líquida de forma intermitente durante todo el día, con periodos de visibilidad reducida por estratos a distancias inferiores a los 3 km en dirección a la bahía.

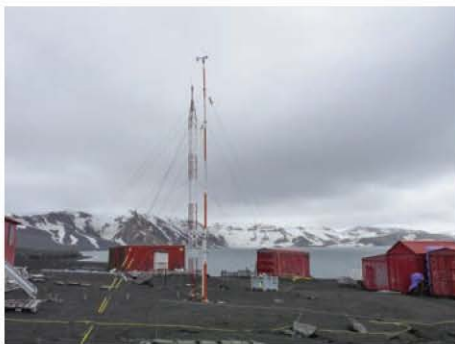
La segunda base antártica española, Gabriel de Castilla, se instaló a principio de los años 90 y se encuentra situada en la isla Decepción, dentro del archipiélago de las Shetland del Sur, a unos 35 km al sur de la isla Livingston. Esta espectacular isla contiene un volcán activo y una laguna interior con salida al mar. Desde la campaña 1997-98 se instala, por parte del Plan Nacional de Investigación Antártica, una EMA SEAC.



Antigua BAE Juan Carlos I.

LA OBSERVACIÓN METEOROLÓGICA EN LAS BASES ANTÁRTICAS ESPAÑOLAS

Tras la improvisada campaña inicial en la BAE Juan Carlos I, de breve duración y con carencia de medios debido a los graves problemas logísticos de aquellos momentos, se instala en diciembre de 1988 una estación meteorológica automática, una EMA de la casa SEAC, para la toma de datos meteorológicos. En el verano de 1993-94, el Plan Nacional de Investigación Antártica, reemplazando a la del INM, instala su propia EMA, también de SEAC, que permitirá la homogeneidad de las observaciones y que los funcionarios del INM, bien en calidad de investigadores, bien en calidad de jefe de base, se encarguen de proporcionar datos meteorológicos de manera continuada durante el verano. Con la modernización de la BAE y las mejoras técnicas, desde 1994, se ha ido consiguiendo que la toma de datos se realice de forma permanente durante la mayor parte del año.



Observatorio meteorológico en la BAE Gabriel de Castilla.

La toma de datos no se queda únicamente en las variables clásicas y, en la campaña 1997-98, se comienza a instalar un observatorio de radiación, también por parte del PNIA, a instancias del meteorólogo y jefe de base Alberto Castejón, que permite medir variables como la radiación global, difusa, directa, ultravioleta A+B y radiación neta, que se amplía en el verano 1999-2000 a radiación ultravioleta B.

En la campaña 2004-2005 se da un nuevo paso adelante con la instalación de dos EMA más, marca GEÓNICA, capaces de mantener su operatividad durante todo el año en las dos bases antárticas.

Ya en 1997, 1998 y 1999 se realizaron pruebas de transmisión de datos en tiempo real de partes sinópticos a EUMETSAT, operación que se realizaba, hasta 1995, vía radio a la red mundial de comunicaciones meteorológicas. Actividad que actualmente forma parte de la rutina del personal de AEMET en campaña.

Pero el trabajo de AEMET (INM) no se redujo a la realización y a la transmisión, vía radio, de observaciones sinópticas, sino que en los primeros años se completa con la realización de sondeos termodinámicos y de ozono, dirigidos por Juan Cisneros. Durante este periodo se realizaron en la BAE gran cantidad de sondeos. Así, tenemos 5 ozonosondeos en la campaña 1988-89, 9 ozonosondeos y 2 termodinámicos en la 1989-90, 12 y 10, respectivamente, en la 1990-91, 19 de ozono y 22 termodinámicos en la 1992-93 y 25 en la 1994-95, a los que hay que sumar otros 26 termodinámicos.

La serie de datos obtenida a lo largo de estos años ha sido irregular, como suele ocurrir en todas las bases antárticas. Por una parte los periodos de observación han variado, de forma que en las primeras campañas se comenzaba a mediados o finales de diciembre y se terminaba a finales de febrero o principios de marzo, situación que cambió con la mejora de la logística, al entrar en servicio el *BIO Hespérides*, momento en el que el periodo de estancia en la BAE vino a ser desde el 1 de diciembre al 28 de febrero, aunque actualmente se amplía desde principios de noviembre a mediados de marzo. Por otra parte, la instrumentación ha ido variando y modernizándose al igual que se han ampliado las variables a medir y cambiado los periodos de medida de las mismas.

Igualmente, la mejora de la infraestructura de la base Juan Carlos I ha permitido el mantenimiento de la toma de datos durante el invierno antártico, no solo en la misma base, sino también en el glaciar situado junto a ella cuando algunos proyectos lo han solicitado. También AEMET se ha implicado en las actividades antárticas creando en 2013 un equipo de predictores y técnicos con experiencia antártica, que se encarga de dar apoyo desde España o de realizar las campañas *in situ*.

ACTIVIDADES DE AEMET EN LA ANTÁRTIDA

Podemos concluir que la actividad actual de AEMET en la Antártida utilizando personal o equipos puede resumirse en los siguientes campos:

- Medida de ozono en las bases argentinas de Vicecomodoro Marambio y General Belgrano II, más la estación de Ushuaia en Tierra de Fuego.
- Observación meteorológica y envío de datos en tiempo real a EUMETSAT en la BAE Juan Carlos I.
- Observación meteorológica en la BAE Gabriel de Castilla mediante una estación GEÓNICA.
- Apoyo meteorológico de predicción a la BAE Juan Carlos I, a la BAE Gabriel de Castilla, al campamento Byers y al campamento de Caleta Cierva.
- Apoyo meteorológico de predicción a los buques de la Armada *BIO Hespérides* y *BIO Las Palmas*.
- Mantenimiento de una EMA Campbell en la península Byers en colaboración con un proyecto liderado por la Universidad Autónoma de Madrid.
- Instalación de una EMA Campbell para medida de ablación glaciar en colaboración con un proyecto liderado por la ETSI de Comunicaciones de Madrid.

La operación habitual en la BAE, gracias a un convenio de colaboración entre AEMET y el Ministerio de Educación firmado en 2005, y la presencia del personal de meteorología en la Antártida están



Observatorio de la BAE Juan Carlos I.



Estación meteorológica del glaciar Johnson.

regladas y subvencionadas por el Ministerio, de forma que en todas las campañas existe un técnico y un predictor para dar servicio a las diferentes actividades que se desarrollan en las mismas.

Actualmente, la BAE Juan Carlos I se encuentra en proceso de remodelación y ampliación, por lo que desde 2009 la presencia de AEMET se ha reducido a un técnico debido a los problemas logísticos existentes, aunque se sigue desarrollando la actividad de predicción con un equipo que actúa desde España y apoya al técnico presente en la base.

No se puede entender una base antártica sin la presencia de la meteorología en sus distintas facetas operativas y de investigación, y nadie mejor que AEMET para que esta ciencia disponga de personal entre los investigadores y el personal logístico que desarrolla sus actividades en aquella región.



Nueva BAE Juan Carlos I.



Estación meteorológica en Península Byers.

VALORES CLIMATOLÓGICOS DE LA BAE JUAN CARLOS I

Como resumen de la actividad existente durante estos años se presenta una tabla con los valores climatológicos mensuales en la BAE Juan Carlos I. Aunque la tabla llame la atención por su, relativamente, buena climatología, hay que tener en cuenta que la base se encuentra en una isla al norte de la península antártica y por encima del Círculo Polar, con gran influencia marina y lugar de paso de las continuas borrascas que atraviesan el Paso de Drake.

MES	Temperatura (°C)			N.º años	Humedad media (%)	N.º años	Precipitación (mm)		N.º años
	Media	Máxima	Mínima				Media	Máxima en 24 h	
Ene	2,5	15,5	-4,4	26	80	28	45,3	27,1	24
Feb	2,2	11,0	-4,7	28	82	28	54,6	53,8	25
Mar	1,4	9,8	-10,9	17	81	17	66,5	46,1	11
Abr	-0,7	8,7	-13,1	17	81	17	45,6	37,2	10
May	-1,7	6,0	-13,5	17	83	17	46,6	23,5	10
Jun	-4,0	6,5	-18,0	16	82	17	12,5	10,1	9
Jul	-5,0	5,0	-22,6	17	83	17	13,0	29,5	10
Ago	-4,7	6,9	-22,0	16	84	17	9,1	13,4	9
Sep	-3,4	10,8	-21,3	16	85	17	19,7	14,2	9
Oct	-2,0	10,6	-15,0	16	82	17	37,4	24,9	9
Nov	-0,1	10,2	-10,3	13	81	13	49,7	123,7	13
Dic	1,3	15,0	-7,0	24	79	27	32,4	19,9	22

Valores mensuales de temperatura (media, máxima y mínima), de humedad y de precipitación (total y máxima en 24 horas) en la BAE JCI.

MES	Presión (hPa)			N.º años	Viento (km/h)		N.º años
	Media	Máxima	Mínima		Velocidad media	Racha máxima	
Ene	987,2	1014,5	959,9	26	11	111	26
Feb	988,6	1017,6	947,7	28	12	138	28
Mar	989,5	1018,0	948,0	16	13	149	17
Abr	987,3	1022,7	950,8	16	14	140	17
May	990,5	1028,3	943,2	16	14	129	17
Jun	989,3	1018,1	942,0	15	15	143	16
Jul	992,6	1028,1	942,3	16	14	159	17
Ago	990,9	1032,3	943,3	15	15	180	16
Sep	991,8	1026,1	948,6	15	14	123	16
Oct	987,0	1016,4	949,6	15	14	143	16
Nov	985,5	1015,0	946,8	13	13	120	13
Dic	986,7	1009,5	954,7	24	12	138	24

Valores mensuales de presión (media, máxima y mínima) y de velocidad del viento (media y de racha máxima) en la BAE JCI.

MES	Radiación (kJ/m ²)		N.º años	Insolación total (horas)	N.º años
	Media	Máxima			
Ene	13 358	35 175	21	87,0	10
Feb	9760	28 272	22	70,5	10
Mar	5287	17 324	16	58,9	9
Abr	2680	8760	16	45,1	9
May	1082	4172	16	28,4	9
Jun	678	2647	15	18,0	9
Jul	963	9342	16	22,8	9
Ago	3064	13 611	16	41,1	9
Sep	6285	19 078	16	49,3	9
Oct	9408	28 237	16	67,5	9
Nov	13 264	30 884	13	88,1	9
Dic	16 021	38 810	20	95,4	9

Valores mensuales de radiación global (media, máxima y mínima) y de insolación en la BAE JCI.

ANÁLISIS DE UN COMPLEJO EPISODIO DE TIEMPO MUY ADVERSO EN EL ESTE DE LA PENÍNSULA IBÉRICA Y BALEARES

Ramón Pascual Berghaenel, Gabriela Cuevas Tascón y Samuel A. Viana Jiménez
Delegación Territorial de AEMET en Cataluña

RESUMEN: Durante los días 15 a 18 de noviembre de 2013 se produjo un episodio meteorológico muy complejo en el este de la península ibérica y Baleares, que dio lugar a un tiempo sensible muy adverso: vientos fuertes, precipitaciones copiosas generalizadas y localmente fuertes, nevadas en cotas bajas y algunas tormentas. Este tipo de tiempo causó algunos impactos en el territorio, los más destacables asociados a las nevadas en cotas muy bajas en el sur de Valencia y norte de Alicante.

La situación sinóptica y mesoescalar estuvo caracterizada por la presencia de una vaguada retrógrada en niveles altos, con un núcleo muy frío en su interior, y una baja en superficie que se fue profundizando a lo largo del episodio hasta acabar convirtiéndose en el ciclón mediterráneo Cleopatra, que afectó con mucha severidad a la isla de Cerdeña.

La gran extensión espacial, larga duración y notable adversidad del episodio conllevó una operativa altamente compleja en el Grupo de Predicción y Vigilancia de Barcelona, debido a la necesaria emisión y difusión de multitud de avisos de fenómenos meteorológicos adversos y a su seguimiento.

1. INTRODUCCIÓN

Durante los días 15 a 18 de noviembre de 2013 se produjo un episodio de tiempo muy adverso en el este de la península ibérica y Baleares con copiosas precipitaciones generalizadas, localmente fuertes y con tormenta, así como un descenso acusado de temperaturas con nevadas en cotas bajas y vientos fuertes afectando a distintas zonas. El mar estuvo bastante alterado, especialmente el día 16 cuando el viento del nordeste, el gregal, sopló fuerte en el litoral catalán.

El tiempo adverso tuvo un cierto impacto en las infraestructuras, con algunos cortes de carreteras y tráfico ferroviario y también varios cortes de suministro eléctrico. Aunque hubo una alteración sustancial de las actividades habituales, no hubo que lamentar víctimas.

La situación sinóptica estuvo marcada por la presencia en altura de una depresión aislada de niveles altos (dana) de movimiento retrógrado (del noreste hacia el suroeste), con temperaturas en 500 hPa inferiores a los -30 °C en su centro. En superficie, lo más significativo fue la formación de una baja de mesoescala entre la costa de Valencia y las islas Baleares que fue profundizándose a lo largo del episodio y finalmente se convirtió en el ciclón mediterráneo Cleopatra (nombrado así por algunos medios de comunicación italianos, o Ruven para el departamento de meteorología de la Universidad de Berlín) que provocó lluvias torrenciales y al menos 18 muertos en la isla de Cerdeña.

Existen multitud de estudios sobre episodios de precipitaciones fuertes y/o copiosas en el ámbito mediterráneo español (por ejemplo, CAPEL MOLINA, 1989; QUEREDA Y OBIOL, 1991; RAMIS y otros, 1994; OLCINA, 1999; PASCUAL, 2001; HOMAR y otros, 2002; LÓPEZ Y ARÁN, 2005; CEAM, 2007; RIESCO y otros, 2013) y muchos menos sobre episodios de nevadas en cotas bajas (OLCINA Y MOLTÓ, 1999; PASCUAL y otros, 2003; AZORIN, 2003; PASCUAL, 2011; SALAMANCA y otros, 2012) y vientos fuertes en la zona, aunque sí hay bastante bibliografía sobre vientos regionales como la tramontana, el mestral o el cierzo (RÍOSALIDO y otros, 1987; CAMPINS y otros, 1995; VÁZQUEZ, 1995). Sin embargo, no se han abordado apenas estudios en los que el tiempo adverso haya incluido la multiplicidad de fenómenos que se abordan en este estudio. Por otro lado, también es bastante novedoso el hecho de trabajar con un área geográfica tan grande y variada (108 080 km² de tierras emergidas) y bastante poblada (más de 15 millones de habitantes).

Este episodio representó un importante reto para las tareas de predicción y vigilancia operativa de la Agencia Estatal de Meteorología, AEMET, especialmente en lo que concierne a la emisión y difusión de avisos de fenómenos meteorológicos adversos (FMA), tanto por la gran extensión del área afectada, como por la diversidad de fenómenos y duración del episodio.

En la primera parte de este estudio se hace una diagnosis de la situación meteorológica a escala sinóptica y mesoescalar vinculando esta situación con la fenomenología observada. Posteriormente se describen las principales características del tiempo sensible observado. Finalmente, se hace un análisis de los avisos de FMA emitidos.