

La tormenta de fuego

DE BARRANCO BLANCO (MÁLAGA)

MIGUEL ÁNGEL CATALINA MIMENDI. INFOCA, COP DE MÁLAGA.

JOSÉ MARÍA SÁNCHEZ-LAULHE OLLERO. AEMET, MÁLAGA

INTRODUCCIÓN

En las zonas de clima mediterráneo, con un verano caluroso y seco, se observa una tendencia general de aumento de áreas calcinadas y de frecuencia, intensidad y severidad de los incendios. Esto se debe, por un lado a unos procesos económicos sociales (abandono rural, envejecimiento de la población rural, cambios en la gestión del sistema de producción, etc) que han cambiado drásticamente la estructura de la vegetación aumentando el riesgo del uso tradicional del fuego, y que también han generado una rápida expansión de la interfase urbana/forestal. Por otro lado es probable que también sea debido al aumento de la temperatura en los últimos años, consecuencia del cambio climático, que es particularmente dramático en España donde la temperatura media anual ha aumentado a razón de 0.48 ° C cada 10 años en el periodo 1973-2005 (Brunet et al, 2009). Las proyecciones para mitad de este siglo en el Mediterráneo indican además una disminución de los recursos hídricos que agudizarían los riesgos de incendios incontrolados. Según el IPCC, los incendios de bosques podrían aumentar en frecuencia e intensidad con el calentamiento global y las investigaciones sugieren que una Tierra más cálida daría lugar a incendios más frecuentes y mayores.

Ante esta tendencia es cada vez más importante el conocimiento de los fenómenos meteorológicos que pueden condicionar su evolución y dificultar su control y extinción, y en especial de los fenómenos que pueden ser propios de las diversas zonas geográficas, y este es el caso y la motivación del presente artículo. El día 30 de agosto de 2012 se produjo en la zona de Barranco Blanco (Málaga) el incendio forestal históricamente más virulento de Andalucía, por su rapidez de propagación, con gran incidencia de pavesas de largo recorrido, y por la magnitud de las pérdidas económicas causadas, afectando a 8.592,16 hectáreas. Causó una muerte y la evacuación de unas 4000 personas, entre ellas el pueblo completo de Ojén. En el dispositivo de extinción, que actuó con una eficacia y abnegación reconocida por la sociedad y los medios malagueños, intervinieron un total de 2672 efectivos y 31 aeronaves. En el transcurso del incendio se produjo una espectacular entrada brusca de levante, fenómeno meteorológico propio de la costa de Alborán, con rachas de viento que superaron 50 km/h, que dificultó enormemente su extinción, generando una lluvia de pavesas que alcanzaron enormes distancias e incendiaron propiedades fuera del perímetro del incendio. Así, algunas alcanzaron todavía prendidas la localidad de Estepona, distante 33 kilómetros del incendio. El desarrollo del artículo está dividido en dos partes. En la primera el responsable del Servicio

Operativo de Extinción de Incendios Forestales del plan INFOCA describe las características de los incendios en la zona de la interfase en la provincia de Málaga y la evolución y extinción del incendio, y en la segunda se describen las condiciones meteorológicas durante el evento.

I. DESCRIPCIÓN DE LA EVOLUCIÓN DEL INCENDIO Y DE LOS TRABAJOS DE EXTINCIÓN

La provincia de Málaga se encuentra en el sur peninsular, a levante del estrecho de Gibraltar, su topografía es quebrada, formando un arco montañoso que circunvala la costa de oeste a este con picos de mil a dos mil metros de altura. Su suelo es eminentemente forestal con 420.000 hectáreas pobladas por vegetación natural, el 60% de su superficie provincial, distribuida en forma de mosaico. A esas premisas se une la construcción legal e ilegal de viviendas dispersas en una franja de 20 kilómetros desde la costa. Se estima que existen 100.000 viviendas construidas fuera de ordenación.

El clima en la Costa del Sol es suave, en todos los meses la temperatura media esta por encima de los 7,5° C, por lo que no existe paralización invernal de la vegetación, y ésta tiene una alta capacidad de regeneración después de los incendios, formándose modelos de combustible de tipo matorral que originan incendios de alta velocidad.



FIG. 1: Situación de la zona incendiada según la imagen del Meteosat canal 3.9 µ de las 23 UTC



FIG. 2: Avance de los frentes del incendio, en rojo hasta las 24:00h del día 30, en naranja hasta las 3:30h del día 31, y en amarillo hasta control.

La superficie afectada por los incendios se concentra en la zona de interfase, afectando repetidamente a los municipios de Mijas y Estepona. Zonas con fuertes vientos conducidos por la orografía y múltiples urbanizaciones junto a viviendas dispersas.

El día 30 de agosto, el dispositivo de incendios de Málaga estaba en alerta máxima, debido a la conjunción de varios factores: la presencia de vientos de terral (foehn), con temperaturas superiores a los 30 °C y humedad del combustible fino muerto inferiores al 5%, incluso inferiores al 2 % en el fondo del valle, y una probabilidad de ignición superior al 90%. Situación desfavorable pero conocida y abordada con éxito en otros escenarios de fuegos en la zona de interfase con altas velocidades de viento terral (Mijas en 2001, con vientos de más de 80 km/h, Ojén en 2001, Mijas en 2009, Estepona en 2010, Mijas en 2011 y Estepona en 2012), dando como resultado incendios rápidos y estrechos en dirección norte-sur al estar dominada su progresión por el fuerte viento, que se controlaron mediante ataque en los flancos, hasta el control final de la cabeza se cuando llega a zonas bajas en las que disminuye el viento y baja la cantidad de combustible.

Protección Civil e INFOCA de Málaga habían cartografiado trece zonas con alto riesgo para la población en incendios de interfase, con rutas de evacuación principales, zonas seguras y graduación de exposición al riesgo de viviendas. Entre las zonas con más alto riesgo, se encontraba Barranco Blanco, situado en el valle de cabecera del río Alaminos, debajo del puerto de los Pescadores entre los macizos de Sierra Negra a poniente y Sierra de Mijas a levante que canalizan los terrales siguiendo el cauce del río. En esa zona, el río Alaminos forma bellas lagunas sin acceso rodado utilizadas de forma incontrolada por excursionistas, situándose dos urbanizaciones con un único acceso a través de un pinar en dirección norte.

El incendio se produce en la zona de Barranco Blanco (punto inicio en figura 2) presuntamente por una quema ilegal de restos de poda de jardín, detectándose por las casetas de vigilancia de Fuente la Reina y la Robla a las 18:45 h al CEDEFO (Centro de defensa forestal) de Colmenar. El incendio se desarrolló avanzando hasta el punto más lejano al sur en la urbanización del Rosario en Marbella que alcanzó a la 00:15 h, con una diferencia de cotas de 481 metros, una pendiente máxima del 52% y una pendiente media del 22%. Con el cambio de viento a levante

el incendio se propagó hacia el oeste ascendiendo hasta el cerro Castillejos de 1.000 metros de cota al noreste del incendio a las 7:00 h del día 31 (flecha amarilla hacia el NW en la figura 2).

A las 18:50h, conocida la gravedad del incendio, se despañan a la zona por aire cuatro helicópteros: C-7, H-7, D-7 y T-2, con dos brigadas y por tierra una BRICA (Brigada Especializada en Incendios Forestales de la Comunidad Andaluza), y además cuatro retenes especialistas y tres autobombas pesadas. Barranco Blanco, es un valle de topografía quebrada con una única salida y 61 chalets, en el fondo del valle. La vegetación es pinar mezclado eucalipto con matorral de aulaga, genista, jara y esparto. Hacia el sur aumenta la vegetación con alcornoques, encinas y algarrobos y matorral más denso. Al este predomina el pino negro y blanco, y hacia el noreste en las sierras predomina el enebro. De acuerdo con simulaciones anteriores, se procede a confinar la urbanización con apoyo de bomberos e INFOCA, ya que la altura de llamas prevista alrededor de las casas era de dos a tres metros, por la presencia de árboles frutales en su alrededor, por lo que se efectúa en el fondo ataque directo de flanco. El incendio progresa por pavesas secundarias, empujadas por las turbulencias atmosféricas y el fuerte viento terral canalizado por el Puerto de los Pescadores en todas las direcciones, la extinción la complica la existencia de la urbanización y la prioridad de la seguridad de la población.

Después del anochecer, retirados los medios aéreos a las 20:45h, se trabaja en la reclusa y el flanco este con medios terrestres y se espera controlar sobre el incendio ocurrido del año pasado y el campo de golf de la Cala Resort pues ambos cerraban el incendio por el oeste y sur. A las 20:13h se declara el nivel 1, que se aplica a incendios que pudiendo ser controlados con los medios del INFOCA, se prevé, por su posible evolución, la necesidad de la puesta en práctica de medidas especiales para la protección de las personas y de los bienes. A las 24:00h alcanza 550 hectáreas de la subcuenca de cabecera del río Alaminos y la ladera de sierra Negra de Mijas, trabajando las brigadas asegurando el frente norte y este.

A las 00:13 h del día 31 el incendio alcanza una velocidad desconocida en Málaga, por lo que se propone el nivel 2, que se refiere a incendios para cuya extinción es necesario que se incorporen medios extraordinarios estatales. Se declara el nivel 2 a las 00:20 h.

A las 00:15 h llegan pavesas a Marbella, recorriendo el frente del incendio 10 kilómetros en 2 horas, quemando 5.000 hectáreas. Por lo que se pasa a una estrategia defensiva de la población en esa zona, destinando los medios de refuerzo incluida la UME (Unidad Militar de Emergencias) a las zonas sur y oeste. El viento levante y terral convergen generando una lluvia de

La tormenta de fuego

DE BARRANCO BLANCO (MALAGA)

pavesas que cae en el lado sur de la autopista paralela a la costa AP-7, llegando todavía prendidas hasta Estepona, distante 33 kilómetros del incendio. A la 1:30 h, se trabaja en las urbanizaciones del Rosario y Rycmar en Marbella. El incendio avanza en dos frentes, sur y oeste. El frente este se va controlando por flanqueo terrestre. Arde la zona de Calahonda, entre Mijas y Marbella. En Mijas arden dos apartamentos con muebles en terrazas con rotura de acristalamiento. En cuanto al frente oeste, salta más de 7 kilómetros y afecta desde la zona norte de las urbanizaciones de Riviera, Calanova y Majadilla del Muerto. El fuego salta la autopista AP-7, en la zona de la urbanización Rycmar, retrocediendo por el viaducto de la AP-7 en dirección de la zona de la Mairena del municipio de Ojén. Se desaloja Elviria Hill, urbanización de Marbella.

A las 03:00h del día 31, sigue la convergencia de vientos de terral y levante, y se hace imposible trabajar en la cabeza y flanco oeste, produciéndose varios atrapamientos de los combatientes. Se emplean técnicas de autodefensa. Se trabaja en las grandes vías de comunicación AP-7 y A-355, utilizándolas como líneas de control. En Marbella (frente sur), los taxistas de la localidad gratuitamente ayudan a desalojar los Altos de Marbella, amenazada por las llamas. Parando los medios desplazados al frente sur, el avance del incendio antes de que afectase a esa urbanización.



FIG. 3: Pirocúmulo a las 00:15 horas y su sección longitudinal sobre el terreno.

A las 03:30h, empieza a disminuir el levante, con lo que baja la altura de las llamas, y se controla la cabeza del incendio. El fuego avanza hacia Ojén. Los convoyes provinciales, con ayuda de destacamentos de la UME, controlan el frente debajo de la AP-7, controlando el frente hasta La Mairena. Se protege el hospital comarcal de la Costa del Sol, en Marbella. Se sigue desalojando las urbanizaciones: Rosario, las Palmeras y Rycmar. Los

desplazados se trasladan al pabellón deportivo Antonio Serrano Lima. A las 04:00 h La zona más problemática es el pueblo de Ojén, que se evacúa. En su entorno hay casas afectadas a gran distancia del incendio por la lluvia de pavesas. Se trabaja en las proximidades de Ojén y en la A-355 para que no llegue el incendio a la Sierra de las Nieves. Los vecinos de Ojén se desplazan a Marbella o a Monda. En Ojén fallece una persona desalojada, que vuelve a su casa esquivando a la policía, dentro de un edificio construido en madera, alcanzado por el incendio. Hay dos heridos en la urbanización el Rosario.

A las 04:30h, se despliegan los convoyes de combatientes de Cádiz, Córdoba, Sevilla en el frente sur y Granada en el frente oriental. La UME, sitúa un grupo en el frente sur y dos en la carretera Ojén-Monda, apoyados por retenes. El trabajo es efectivo en ataque directo. A las 05:00h, se trabaja en la urbanización las Palmas de Marbella, está controlado el 75 % del perímetro. El frente norte y oeste son los más activos. Por su altitud y pendiente es necesario el trabajo de los medios aéreos para controlar el incendio por lo que se prepara su intervención. A las 06:00h, el Puesto de Mando se ha trasladado al hospital de la Costa del Sol (Marbella), para garantizar su seguridad, ya que es un edificio inevacuable. A las 7:00h está solo activo en la zona sureste y zona noreste. Con la llegada por la mañana del día 31 de los medios aéreos, se va fijando el incendio. A las 08:30h, treinta medios aéreos están trabajando para controlar el incendio. Hay nubes bajas que dificultan las operaciones de coordinación aérea. Las áreas prioritarias son la noreste, oeste y sur. Están cortadas al tráfico la A-355 de Ojén, y la AP-7 en sentido Cádiz, a partir del kilómetro 201 (Calahonda). Se desaloja la zona de la Alpujata, al sur del municipio de Monda. A las 9:00h del día 31, con el trabajo de los medios aéreos junto a los terrestres se van controlando las zonas. Se cuenta no obstante, con que al medio día, con el calor de radiación del sol, habrá reactivaciones del perímetro, que por su tamaño no está asegurado, simplemente estabilizado. A las 11:30 h se abre la AP-7 y sigue cerrada la A-355 entre Ojén y Marbella. El levante se presenta con rachas de hasta 60 km/h en cotas altas. La humedad es del 70 %. Se reaviva el fuego en el frente oeste en zonas no rematadas, la temperatura al medio día es de 28° C de máxima, unos siete grados menos que el día anterior. La zona del incendio tiene un cielo cubierto con nubes, lo que dificulta la utilización de medios aéreos. A las 18:00h esta controlado todo el incendio, salvo el cerro Castillejos y sierra Negra al norte. Estos se controlan el día 1 de septiembre a las 6:00h. Dándose oficialmente por estabilizado el conjunto del incendio el domingo a las 18:30h.

II.CONDICIONES METEOROLOGICAS

Las condiciones meteorológicas tuvieron gran importancia en la generación del incendio forestal de Barranco Blanco y su cambio incidieron de manera notable en su evolución del fuego convirtiéndolo en uno de los más agresivos en España en los últimos años. Los parámetros meteorológicos en superficie du-

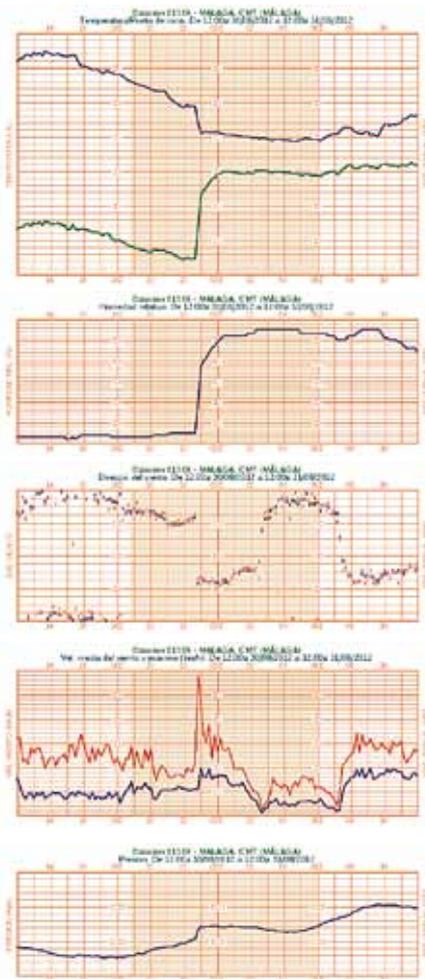


FIG. 4: Gráficas del día 30 al 31 de datos de la estación meteorológica automática del Centro Meteorológico de Málaga de AEMET. a) Temperatura y temperatura de rocío; b) humedad relativa; c) dirección del viento; d) viento medio y racha máxima cada diez minutos; e) presión. Las horas referidas son UTC.

rante el evento están bien reflejados en las gráficas de la estación meteorológica automática del Centro Meteorológico de Málaga (CMM) de la figura 4. A la hora de inicio, 17 UTC (19 hora oficial) del día 30, la temperatura era de 34° C, la humedad relativa del 24%, el viento era de componente norte, denominado terral, con una velocidad de 8 km/h y rachas de 25 km/h, muy influenciado localmente por la compleja orografía. Esta situación de vientos descendentes de ladera, con características foehn, en la provincia de Málaga, es muy propicia a la formación de incendios en la zona de interfase en la estación cálida, que posteriormente se propagan hacia la costa. Estas características se

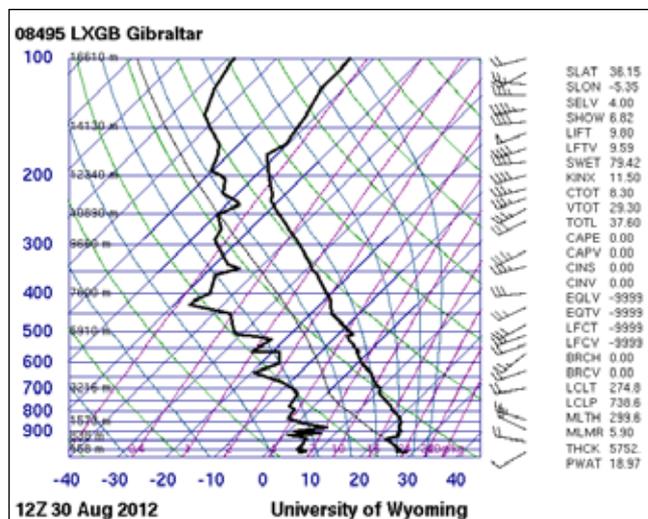


FIG. 5: Sondeo de Gibraltar de las 12 UTC del día 30

mantuvieron hasta final de día, y así a las 22 UTC, la temperatura era de 29 °C y la humedad relativa del 25 %.

Las condiciones existentes en altura eran las que muestra sondeo de Gibraltar de las 12 UTC (Figura 5) aunque los vientos en la capa más baja, hasta 850 hPa tenían una mayor componente norte en la zona del incendio. La humedad del aire en los niveles bajos era menor que 30 %. La columna atmosférica era condicionalmente inestable, pero debido a la baja humedad, las posibles curvas de evolución de las burbujas de aire, que conservan la temperatura potencial del termómetro húmedo, THW, no cruzan la curva de estado de la columna, en consecuencia, y siguiendo la terminología de Morán (1984), era un caso estable de inestabilidad condicional. Cuando se inicia el incendio las burbujas de aire junto al incendio aumentarían tanto su temperatura, volviéndose absolutamente inestable en capas bajas, como su proporción de mezcla, al producirse vapor de agua en la combustión, y por tanto su THW, y la inestabilidad condicional se volvería efectiva, lo que llevaría a la formación de pirocúmulos. Así, a las 18:40, una media hora después de iniciado el incendio, se observaban los primeros ecos de pirocúmulos en el radar de Málaga; a las 19:40: el pirocúmulo con



FIG. 5: Imágenes de reflectividad del radar de Málaga, de izquierda a derecha, de las 18:20 ; 19:40; 20:40 ; 23:00 y 01:10 UTC

ecotop entre 2,5 y 3,5 km se extendía hacia el E siguiendo los vientos del W a esas altitudes. A las 20:40 el pirocúmulo se había desplazado hacia el oeste (figura 6).

Pero poco antes de las 23 UTC del día 30 (01 h oficial del día 31) se produce una *entrada brusca de levante*, que consiste en un cambio espectacular de las condiciones en superficie (figura 1), el viento cambia bruscamente de NW a levante con aumento de su velocidad media a 20 km/h con rachas 50 km/h, la humedad relativa aumenta por encima del 60 % y la presión sube 2 hPa. Este fenómeno es relativamente frecuente en el Mar de Alborán, y sus primeros estudios fueron expuestos en este Boletín por Sánchez-Laulhé y Polvorinos en 1995 (SP95). Los casos más notables de entrada brusca de levante suelen ocurrir tras el paso de NW a SE por la Península Ibérica de un frente frío de poco espesor. Las transformaciones que sufren estos frentes en el tránsito, particularmente en los meses no fríos, y sus retenciones por los obstáculos que representan las sierras orientadas de este a oeste, hacen que el aire “frío” se presente en la costa norte de Alborán por “la puerta de atrás”: el aire frío de detrás el frente pasa al Mediterráneo por el Valle del Ebro y por el Golfo de Lyon

La tormenta de fuego

DE BARRANCO BLANCO (MALAGA)

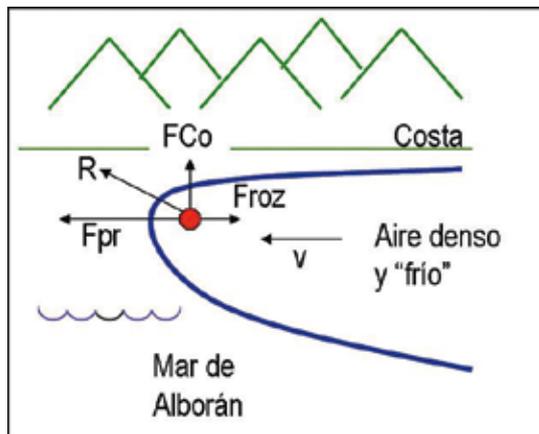


FIG. 7: Esquema de fuerzas actuante sobre una burbuja de aire frío en una entrada brusca de levante. Fpr es la fuerza del gradiente de presión; FCo es la fuerza de Coriolis; Froz es la fuerza de fricción; y R la resultante de las fuerzas anteriores.

y rodeando la Península por su litoral oriental acaba como flujo de levante en la costa norte de Alborán. Todo ello antes de que el frente alcance esta costa desde el norte. El cambio de masa de aire en la costa se hace por advección de una masa fría desde el este. En algunos casos el cambio se realiza de forma violenta, debido al gradiente de presión causado por la diferencia de densidad entre el aire cálido preexistente del terral y el "frío" del levante (ver el salto de presión de 2 hPa al la hora del giro en la figura 4), comportándose la avanzada de la masa fría como una corriente de densidad (o corriente de gravedad) atrapada en la costa que se desplaza por el norte del Mar de Alborán hacia el Estrecho de Gibraltar. Esta corriente de densidad es resultado de la imposibilidad de equilibrio entre la fuerza del gradiente de presión y la fuerza de Coriolis (balance geostrófico) por la presencia de la cordillera costera, que impide la penetración hacia

el interior de la somera masa fría, actuando la fuerza de Coriolis en dirección perpendicular a la costa, manteniendo la corriente atrapada en la costa (figura 7). Este mismo fenómeno se observa en todas las costas montañosas del mundo. En España los más conocidos por su violencia son las galerías del Cantábrico cuya naturaleza de corriente de densidad fue propuesta en SP95 y confirmada en trabajos posteriores.

La situación meteorológica sinóptica del día corresponde a las características descritas anteriormente. En la figura 8 se muestra la imagen Meteosat IR-10.8 μ de las 18 UTC del día 30, en la que se observa la nubosidad asociada a un frente en la parte delantera de una vaguada que avanza de oeste a este, y que se evidencia en el campo de geopotencial de 500 hPa superpuesto sobre la imagen. El frente a esta hora ya había alcanzado el Mediterráneo al norte del cabo de La Nao. El índice de inestabilidad LI-700 presentaba valores negativos desde la provincia de Almería (donde hubo importantes inundaciones y daños por viento) hasta Cataluña.

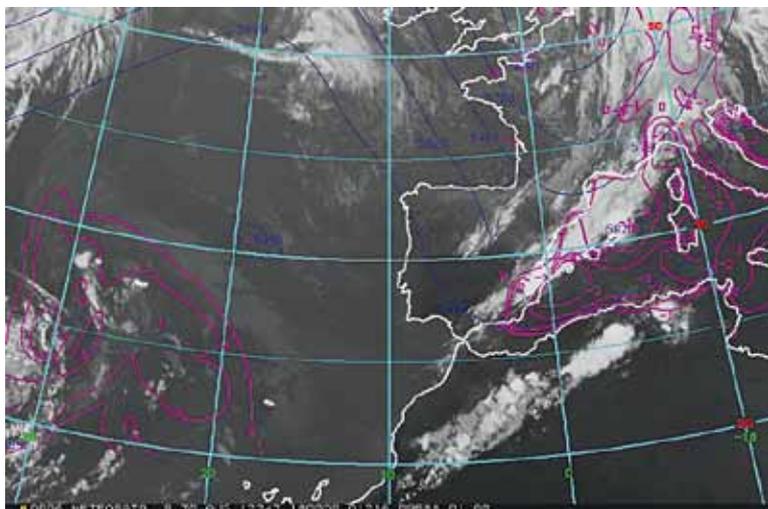


FIG. 8: Imagen IR 10.8 m de Meteosat de 18 UTC y campos previstos del modelo ECMWF: Geopotencial en 500 hPa (azul; en metros) e índice de inestabilidad LI-700 (magenta, °C).

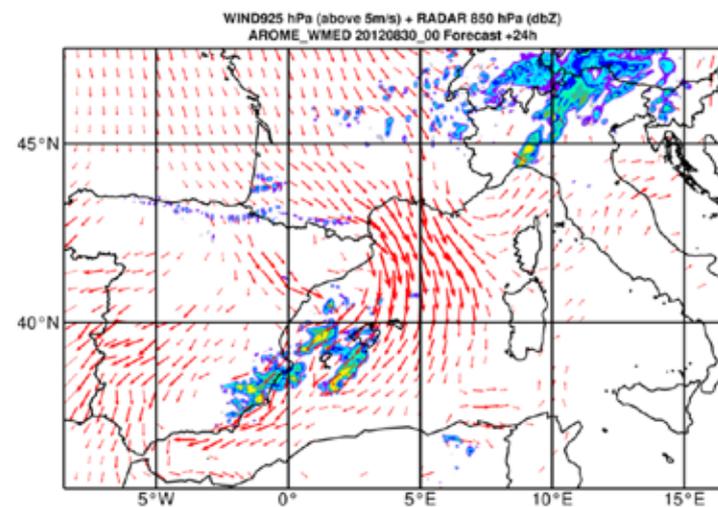


FIG. 9: Campos de viento en 925 hPa (flechas rojas, dibujados solo los mayores de 5 m/s) y de reflectividad radar previstos por el modelo AROME para las 00 UTC del día 31 de agosto. Obtenido de la web del proyecto HYMEX (<http://www.hymex.org/>)

A la hora del giro de vientos en el CMM, el campo de viento en niveles bajos existente en el Mediterráneo Occidental estaba bien representado por el campo previsto de 925 hPa del modelo francés AROME para las 00 UTC del día 31 (Figura 9). Se observa que la masa de aire frío penetraba por el Golfo de Lyon (viento mistral) y por el Valle del Ebro (viento cierzo) y tras recorrer anticiclónicamente el Mediterráneo de norte a sur, y transformarse por el contacto con la superficie del mar alcanzaba por el norte del mar de Alborán las costas de Málaga.

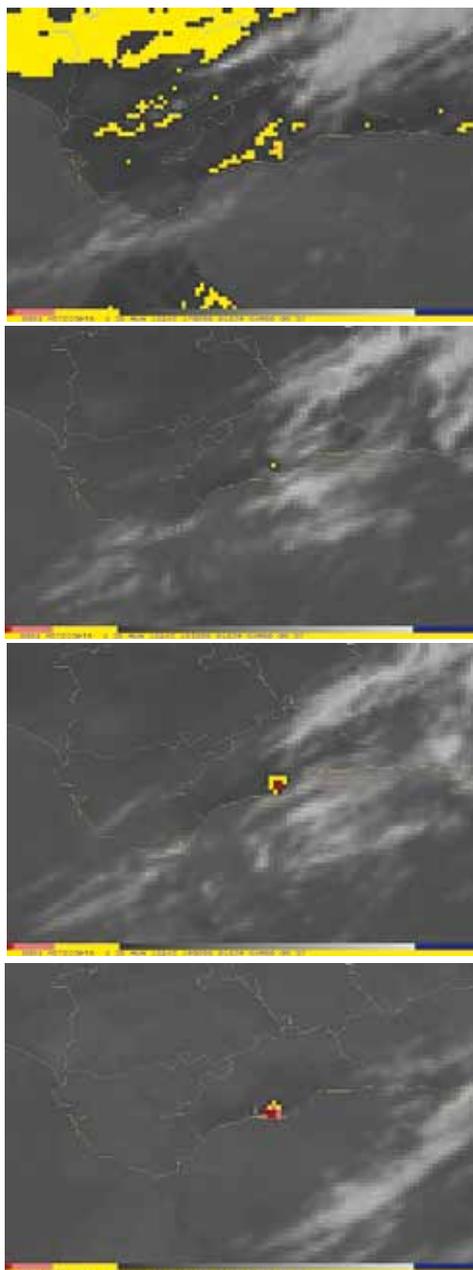


FIG. 10: . Imágenes Meteosat canal 3.9 micras de las 17:00; 18:30; 19:00 y 23:15 UTC del día 30

La entrada de viento de levante produce una fuerte convergencia en niveles bajos entre el viento de levante y el viento de NW que va alcanzando y levantando. En el modelo ECMWF a las 03 UTC centra el chorro de levante en niveles bajos en 950 hPa (altura de unos 600 m), con velocidad de 13 m/s en la zona del incendio y con una humedad relativa mayor de 90 %. Aunque disminuye la temperatura el aumento de humedad en niveles bajos hace que la columna, condicionalmente inestable, pudiera inestabilizarse con un disparo vertical importante. En los niveles entre 850 hPa y 700 hPa los vientos giran a componente norte.

Con la entrada del viento de levante las señales del pirocúmulo en el radar se desplazan rápidamente hacia el oeste, y alcanzan los valores de reflectividad más altos del episodio, llegando sus topes a una altura de unos 6 km, quizá resultado de la interacción de las ascensiones asociadas a la entrada y el incendio. En la imagen de las 1:10 UTC de la figura 6 se observa que el pirocúmulo se estira hacia el mar por lo que las pavesas levantadas por el incendio caerían sobre el chorro de levante de niveles bajos que las transportaría hacia el oeste, mecanismo por el que probablemente alcanzarían encendidas la localidad de Estepona.

LAS IMÁGENES DEL CANAL 3.9 μ

En la figura 10 se muestran diversas imágenes del canal 4 del Meteosat centrado en 3.9 μ . Este canal ventana corresponde a longitudes de onda infrarrojas en una posición

intermedia entre las curvas características de emisión solar y terrestre, por lo que es a la vez un canal térmico y de reflexión solar. De día a la radiación emitida se le suma la reflejada lo cual se podría interpretar que la temperatura es más elevada de lo que es en realidad. La principal aplicación de este canal es nocturna, cuando sólo hay emisión térmica, y permite discriminar la nubosidad cercana al suelo (incluidos estratos y nieblas), de las zonas colindantes despejadas. Otra aplicación importante de la emisión térmica de esta radiación es la detección temprana de incendios: cuando ocurre un aumento grande de la temperatura, la emisión de radiación térmica aumenta mucho, la temperatura de brillo se dispara y el píxel afectado se “satura” incluso cuando el incendio solo cubre una parte de éste (“hot spots”). En relación con la situación que estamos estudiando, la primera señal del incendio aparece en la imagen de las 17 UTC, aunque la reflexión

solar enmascara dicha señal, también la nubosidad existente de tipo alto y medio ocultan posteriormente en algún momento la señal. A las 18:30 la reflexión solar se ha vuelto poco importante y se puede observar que el incendio afectaba a solo un píxel, y a las 19 UTC el incendio había aumentado en tamaño y se había desplazado hacia el sur. Poco después de la entrada del viento de levante el incendio, a las 23:15, el incendio se había desplazado hacia el oeste y hacia el sur.

Referencias

● Brunet, M., M.J. Casado, M. de Castro, P. Galán, J.A. López, J.M. Martín, A. Pastor, E. Petisco, P. Ramos, J. Rbalaygua, E. Rodríguez, I. Sanz & L. Torres. 2009. Generación de escenarios regionalizados de cambio climático para España. AEMET,

Ministerio de Medio Ambiente y medio rural y marino. 158 pp

● Morán Samaniego, F. 1984. Apuntes de Termodinámica de la Atmósfera. Instituto Nacional de Meteorología.

● Sánchez-Laulhé Ollero, J.M. y F. Polvorinos Pascual. 1995. Entradas bruscas de vientos de levante en la costa norte de Alborán. Boletín de la Asociación Meteorológica Española Nº 18/19, pág. 30-35.