



CENTRO SUPERIOR DE ESTUDIOS
DE LA DEFENSA NACIONAL



ANIVERSARIO 1964-2014

Documentos de Seguridad y Defensa 64

El apoyo meteorológico a las operaciones del siglo XXI

Escuela
Superior
de las
Fuerzas
Armadas



MINISTERIO DE DEFENSA

CENTRO SUPERIOR DE ESTUDIOS
DE LA DEFENSA NACIONAL



ANIVERSARIO 1964-2014

Documentos de Seguridad y Defensa 64

El apoyo meteorológico a las operaciones del siglo XXI

Escuela
Superior
de las
Fuerzas
Armadas



MINISTERIO DE DEFENSA

CATÁLOGO GENERAL DE PUBLICACIONES OFICIALES
<http://publicacionesoficiales.boe.es/>

Edita:



<http://publicaciones.defensa.gob.es/>

© Autor y editor, 2014

NIPO: 083-14-170-1 (impresión bajo demanda)

Fecha de edición: septiembre 2014



NIPO: 083-14-169-9 (edición libro-e)

ISBN: 978-84-9781-974-9 (edición libro-e)

Las opiniones emitidas en esta publicación son exclusiva responsabilidad del autor de la misma. Los derechos de explotación de esta obra están amparados por la Ley de Propiedad Intelectual. Ninguna de las partes de la misma puede ser reproducida, almacenada ni transmitida en ninguna forma ni por medio alguno, electrónico, mecánico o de grabación, incluido fotocopias, o por cualquier otra forma, sin permiso previo, expreso y por escrito de los titulares del © Copyright.

ÍNDICE

	<u>Página</u>
Introducción.....	7
Capítulo primero	
El apoyo meteorológico al Ministerio de Defensa en el siglo XXI	
<i>Antonio A. Palacio López-Villaseñor</i>	9
Un poco de historia	9
Mejora en el apoyo meteorológico a Defensa	10
Hoy en día	11
Modelo de prestación de apoyo meteorológico a Defensa	12
Un caso reciente. El apoyo meteorológico a la UME	15
El apoyo meteorológico a Defensa en el siglo XXI	16
Formas de presentación de la información meteorológica	17
Conclusiones	23
Capítulo segundo	
El apoyo meteorológico a las operaciones en el siglo XXI	
<i>Beatriz Sanz y Fernández-Cuevas</i>	25
Situación actual del apoyo meteorológico a Defensa	28
La meteorología del futuro	31
El valor añadido del meteorólogo	41
Futuro del apoyo meteorológico a Defensa	42
El asesoramiento meteorológico en los distintos niveles de operación y los problemas que presenta	45
Necesidades de los distintos niveles operacionales	46
Conclusiones	49

Capítulo tercero**La percepción de las Fuerzas Armadas del apoyo meteorológico a las operaciones**

<i>Luis Fernando Ruano Ramos</i>	51
Necesidad del apoyo meteorológico	52
Apoyo meteorológico que puede proporcionar AEMET al Ministerio de Defensa	54
Utilidad del apoyo prestado por AEMET	59
Facilidad para acceder a la información meteorológica	61
Suficiencia de la información meteorológica	63
Conveniencia de información meteorológica de carácter específicamente militar	65
Conclusiones	69
Bibliografía y documentación empleada	71
Reflexiones a modo de conclusión	73
Composición del grupo de trabajo	75
Documentos de Seguridad y Defensa	77

Beatriz Sanz
Antonio A. Palacio
Fernando Ruano

Introducción

La primera vez que nos reunimos los componentes del grupo de trabajo lo hicimos con ilusión, aunque faltos de conocimiento en lo que se refiere a las operaciones del siglo XXI. La ilusión dio paso a cierta intranquilidad dado que estábamos seguros de que si nos hubiéramos reunido hace cien años para tratar el apoyo meteorológico a las operaciones del siglo XX, sobre todo en lo que se refiere a la predicción de una evolución –la de las operaciones militares – que, aun con la referencia histórica de siglos pasados, habríamos fallado en algo que resulta difícil de asimilar.

No teníamos una bola de cristal y, de tenerla, deberíamos jugar a ser adivinos, algo que no consideramos en ningún momento por no ser serio, ni adecuado, ni coherente. Toda reflexión sobre operaciones nos llevaba a escenarios distintos, pero plausibles; desde la inmovilidad de las trincheras de la I Guerra Mundial a la movilidad y difusión de Afganistán. Gracias a ello pudimos descubrir que el apoyo meteorológico sería constante, por diferente que fuese el escenario.

Pensamos entonces, y ahora estamos convencidos, que se nos brindaba una oportunidad única para analizar el apoyo meteorológico actual y describir cómo pensamos que debe ser el del futuro. Así lo hicimos, sabiendo que a la vez recaía sobre nosotros la responsabilidad que todo ello conlleva.

Con la idea de hacer frente a esta responsabilidad, el trabajo final se ha articulado de la siguiente forma.

Antonio A. Palacio desarrolla, en el primer artículo, el apoyo que el Ministerio de Defensa recibe de la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET). Partiendo de su origen en el antiguo Ministerio del Aire, explica su evolución hasta el presente para hilvanarlo con el futuro deseable, basado en un buen servicio y una buena relación.

A continuación, Beatriz Sanz desarrolla el apoyo de la meteorología a las operaciones, enfocándose, sobre todo, en la función del meteorólogo. También partiendo de la creación del Servicio Meteorológico dentro del Ministerio del Aire hasta la actualidad, explica cuáles son las actividades de los meteorólogos y analiza su papel y sus funciones dentro de la organización.

Por último, Fernando Ruano estudia la percepción que tiene el personal de las Fuerzas Armadas del apoyo meteorológico que recibe, utilizando este estudio para detectar los posibles problemas que se presentan y apuntar algunas soluciones a los mismos.

Tras estos tres artículos se expondrán algunas conclusiones del trabajo. Creemos importante resaltar la ilusión que hemos puesto en la realización de este trabajo. Con sus aciertos o errores, no pretende ser otra cosa que una colaboración para mejorar lo presente apostando por el futuro.

El apoyo meteorológico al Ministerio de Defensa en el siglo XXI

Antonio A. Palacio López-Villaseñor

Capítulo primero

Un poco de historia

El apoyo meteorológico a Defensa en España se viene realizando casi desde principios del siglo XX, coincidiendo con el desarrollo de la aviación militar, de forma ocasional al inicio (operaciones y raids aéreos) y progresivamente más continuado. Durante la guerra civil hubo dos servicios meteorológicos, uno en cada bando, y al finalizar esta el Servicio Meteorológico Nacional (SMN) se encuadró en el recién creado Ministerio del Aire (Dirección General de Protección de Vuelo y, posteriormente, Subsecretaría de Aviación Civil).

A partir de los años 50, debido al desarrollo y las necesidades de la aviación (civil y militar) y a la implantación de las bases estadounidenses (Zaragoza, Torrejón, Morón y Rota), se destina una gran cantidad de personal a aeropuertos y bases aéreas, estableciendo o ampliando sus oficinas meteorológicas. La incorporación a unidades de la Armada (Escuela Naval Militar, como profesor, y zonas marítimas) fue posterior, hacia 1960, y a las unidades de helicópteros del Ejército de Tierra (FAMET) se produce ya siendo el Instituto Nacional de Meteorología, a finales de los 70 y principios de los 80.

El personal era funcionario civil al servicio de la Administración militar y disponía de una «equiparación militar» (asimilación y luego consideración militar) que le obligaba a vestir el correspondiente uniforme de oficial del Ejército del Aire en los destinos militares. De los funcionarios en

activo de AEMET, al menos los Srs. Riosalido y Palacio prestaron servicio con uniforme de teniente del Ejército del Aire.

Características fundamentales de esa época eran la escasez o casi ausencia de medios materiales de observación y equipamiento, su mantenimiento y unas deplorables telecomunicaciones, que, unido a unas retribuciones bastante bajas, se suplía con cierta abundancia de personal «a régimen de turnos».

La reforma de la Administración (1977) y la creación del INM como dirección general del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (1978), así como el Plan de Innovación Tecnológica (1983) y sus dotaciones presupuestarias correspondientes, supuso un importantísimo cambio tanto en el equipamiento, la instrumentación, el mantenimiento..., como en las técnicas de trabajo y, en suma, de prestación de apoyo meteorológico.

Los importantes avances científicos, técnicos y tecnológicos ocurridos en las últimas décadas del siglo xx y el desarrollo de los sistemas de observación, comunicaciones y de cálculo (satélites, ordenadores) han convertido a la meteorología en una ciencia y una actividad prácticamente exactas.

Mejora en el apoyo meteorológico a Defensa

Coincidiendo con el desarrollo y la implantación de la política conjunta de Defensa hacia finales de los 80 y durante los 90 se producen importantes avances en el apoyo meteorológico a Defensa:

- En 1987 se crea el Centro de Predicción y Vigilancia de Defensa (CPVD; hoy Centro Nacional de Predicción de Defensa: CNPD) y se instala en la sede en Madrid del Estado Mayor de la Defensa (EMAD). Es un Centro «24 horas» para apoyo exclusivo a la Defensa Nacional y las Fuerzas Armadas, así como de coordinación y apoyo a las Oficinas Meteorológicas de Defensa (OMD).
- Se realiza una importante labor de formación en materias meteorológicas, organizando cursos, tanto en AEMET (entonces INM) como en las FAMET, la BRIPAC..., orientados fundamentalmente para personal del Ejército de Tierra y la Armada. El Ejército del Aire ha dispuesto siempre de meteorólogos-profesores en sus bases aéreas.
- Se presta apoyo meteorológico in situ en ejercicios y maniobras en territorio nacional. Ello muestra la necesidad de disponer de equipos adecuados desplegables. A mediados de los 90 se adquieren dos Oficinas Meteorológicas Móviles de Defensa (OMMD), diseñadas por un grupo de trabajo formado por técnicos de AEMET (entonces INM) y de Defensa.
- Se elaboran informes y estudios climatológicos previos a las operaciones, tanto nacionales como en el exterior (manual de zona).

- Se incorporan meteorólogos a algunas misiones en el exterior: Cuartel General de KFOR en Pristina (Kosovo), Baltic Air Policing en Sjauljaj (Lituania), embarcados en el buque Castilla en maniobras OTAN...

Hoy en día

Hoy en día, el apoyo meteorológico a Defensa se presta con el Servicio de Aplicaciones para la Defensa (SAD), responsable de la planificación y seguimiento del mismo; una Unidad de Apoyo Meteorológico OTAN, encargada de la relación y representación de España en los grupos de trabajo de la OTAN relativos a meteorología; el CNPD; las OMD, ubicadas en:

- Helipuertos de las FAMET de Colmenar Viejo, Agoncillo, Almagro, Bétera y El Copero;
- Unidades de la Armada: Escuela Naval Militar, Fuerza de Acción Naval y Flota y Base Naval de Rota;
- Bases aéreas de Alcantarilla, Armilla, Cuatro Vientos, Gando, Getafe, Los Llanos, Matacán, Morón de la Frontera, San Javier (Academia General del Aire), Talavera la Real, Torrejón de Ardoz, Villanueva, Virgen del Camino y Zaragoza;

así como dos OMMD, ya obsoletas.

España es el único país occidental conocido donde el apoyo meteorológico a Defensa se realiza exclusivamente por funcionarios civiles. Los demás países, o tienen varios servicios meteorológicos (EE. UU., Alemania) o parte del único es desempeñado por militares.

Hay documentación OTAN y UE clasificada que requiere un tratamiento y una disciplina. Esta se desarrolla a través del SAD, cuyo jefe es el jefe de seguridad del Punto de Control OTAN de AEMET.

El instrumento fundamental de difusión de la información meteorológica y climatológica es el portal meteorológico <www.oc.mdef.es/meteorologia> en la intranet del Ministerio de Defensa, accesible incluso desde zonas de misiones en el exterior, donde se «cuelgan» multitud de boletines, mapas, gráficos, imágenes y productos de postproceso, tanto originados de forma automática como elaborados manualmente por el CNPD, las OMD y otras unidades de AEMET. Así mismo se utilizan sistemas de mensajería tanto militar como civil.

Las principales funciones de apoyo meteorológico a Defensa desarrolladas por las distintas unidades de AEMET son las siguientes:

- SAD: POC, información, asesoramiento, coordinación y seguimiento del apoyo, elaboración de informes climatológicos y organización de cursos.
- Unidad de Apoyo Meteorológico OTAN: relación y representación de España en los grupos de trabajo de la OTAN relativos a meteorología.

- CNPD: seguimiento de la situación meteorológica, elaboración de información para zonas de operaciones, de maniobras, buques de la Armada y otros, elaboración de *briefings* diarios, «comentario» de *briefings* diarios, *briefing* diario en videoconferencia de alguna OMD sin personal técnico adecuado y participación semanal en el Briefing OPS en videoconferencia con todas las zonas de operaciones.
- OMD: observación meteorológica, seguimiento de la situación meteorológica, elaboración y exposición de *briefings* diarios, elaboración de información para campos de maniobras.
- GPV: seguimiento de la situación meteorológica, elaboración de predicciones TAF y TREND y avisos de aeródromos.
- Webs (<ama.aemet.es>, <www0.inm.es> y <abweb.aemet.es>): recopilación y suministro de información meteorológica.
- Se presta una estación meteorológica AWOS y se instala en el aeródromo de Qala i Naw en la provincia de Badghis (Afganistán).

Normalmente se presta asesoramiento continuado al Estado Mayor de la Defensa/Centro de Inteligencia de las Fuerzas Armadas (CIFAS) y a otros organismos (normalmente SAD y alguna otra unidad AEMET).

Aunque no se cita especialmente un importante número de funcionarios de AEMET (SAD, CNPD, OMD y otras unidades), participan muy activamente en los trabajos de los distintos grupos de trabajo de la Comisión Permanente AEMET-Defensa para determinar las necesidades de apoyo meteorológico de Defensa y tratar de satisfacerlas de la mejor forma posible.

El apoyo meteorológico a Defensa consume aproximadamente el 11% del personal de AEMET y un 18-19% de sus costes/presupuesto.

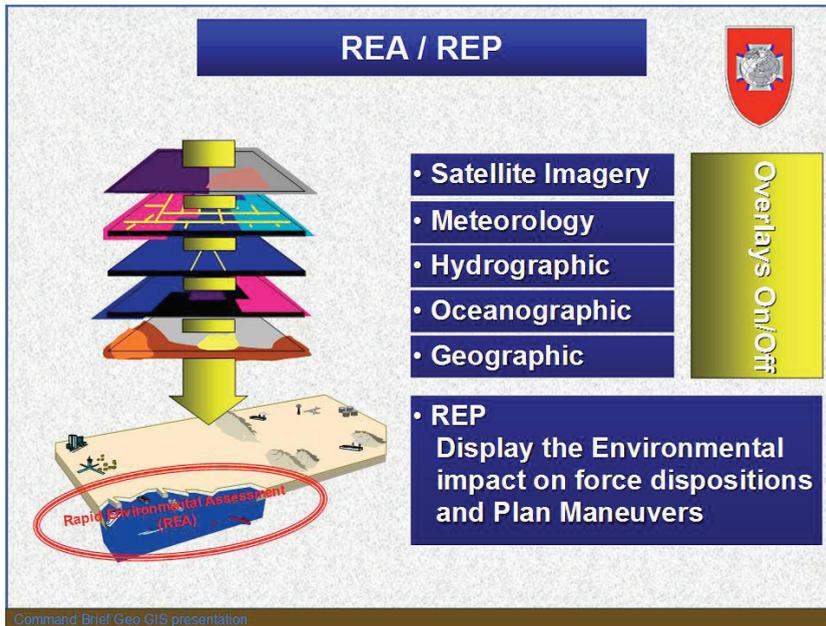
Modelo de prestación de apoyo meteorológico a Defensa

La adhesión (1982) y paulatina integración de España en la Organización del Tratado del Atlántico Norte (OTAN) ha obligado a que nuestras Fuerzas Armadas, y por ende su servicio meteorológico, se organicen y actúen de acuerdo con los principios, la doctrina y la estrategia de la Alianza.

Por ello, el apoyo meteorológico que se debe prestar a la Defensa Nacional y las Fuerzas Armadas no puede ser otro que el descrito en los diversos documentos y conceptos OTAN:

Concepto REP (Recognised Environmental Picture)

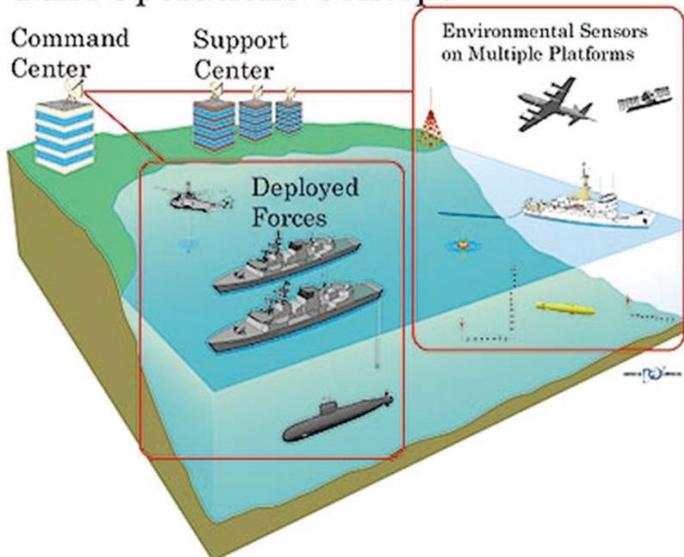
REP es la representación completa y sin costuras (transparente) de la información geoespacial, oceanográfica y meteorológica destinada a la planificación y ejecución de operaciones conjuntas en un área específica en un momento determinado.



Concepto REA (Rapid Environmental Assessment)

REA aporta apoyo medioambiental a las operaciones OTAN realizando los siguientes procesos: adquisición de información, procesamiento de datos y rápida distribución de los productos medioambientales generados, de utilidad para los planificadores y estrategas.

REA Operations Concept



Para esta evaluación ambiental se crea un REP formado por una superposición de capas que contienen información geográfica, oceanográfica, hidrográfica, meteorológica e imágenes de satélite. Estas capas se pueden activar y desactivar según sea necesario para facilitar la evaluación del impacto ambiental sobre la Fuerza y las maniobras previstas.

- Concepto IMETOC (Integrated Meteorological and Oceanographic)
- Concepto GeoMETOC
- Concepto HMETOC

IMETOC es la integración de la información meteorológica y oceanográfica. Así mismo, se incorporará la información hidrográfica y la geográfica.

- Concepto Lead Nation
- Concepto Assisting Nation
- Concepto Host Nation

En cada ejercicio u operación OTAN, tan solo una nación suministra los datos y productos METOC: es la IMETOC Lead Nation (LN), que ha sido seleccionada de acuerdo con un procedimiento preestablecido. Esta nación puede ser ayudada por otra que elabore productos especiales: es la IMETOC Assisting Nation.

Cuando el ejercicio se realiza en una nación anfitriona, esta puede ser la IMETOC Host Nation.

Todo el personal METOC que participa en un ejercicio u operación está obligado a utilizar, en los niveles táctico y operacional, exclusivamente productos elaborados por la IMETOC LN.

Esto asegura el suministro de información METOC relevante, precisa y coherente a partir de las fuentes nacionales coordinadas, garantizando el principio «One Theatre - One Forecast», y evita la redundancia y duplicidad de esfuerzos, mejorando la disponibilidad y el acceso a la información METOC en el teatro de operaciones.

A nivel táctico, el personal METOC está obligado a utilizar los datos y productos elaborados por la LN como guía

El principio fundamental es «One Theatre - One Forecast». Las predicciones meteorológicas para una zona han de ser coherentes y no contradictorias y deben provenir de una única fuente.

TDA (Tactical Decision Aids)

Sistemas de ayuda a la decisión táctica para apoyo al proceso de planificación de la operación militar o civil, que facilitan a las autoridades que han de tomar la decisión una visión simplificada de las condiciones ambientales en el teatro de operaciones.

NRF (NATO Response Force)

La NRF es una fuerza tecnológicamente avanzada, flexible, desplegable, interoperable y sostenible que comprende unidades terrestres, marítimas y aéreas, así como fuerzas especiales que pueden desplegarse rápidamente (cinco días) donde sea necesario y mantenerse por un periodo de seis meses.

Red NSWAN (NATO Secure Wide Area Network)

Centro NIMCC (NATO Integrated METOC Coordination Centre)

Cursos de formación en NATO Schools (Fürstenfeldbruck, Oberammergau).

Integración de la información MET, OC, H y GEO.

Incorporación e integración de la información meteorológica y climatológica en los sistemas de Defensa.

Presentación en forma de matrices de impactos sobre las operaciones/ejercicios.

Un caso reciente. El apoyo meteorológico a la UME

En 2005 se crea la Unidad Militar de Emergencias (UME). Con esta unidad se han realizado gran cantidad de contactos y reuniones, así como algunos ejercicios y maniobras, cursos..., que nos pueden orientar sobre cómo será el apoyo meteorológico a las unidades de Defensa en este siglo XXI.

A principios de este siglo, la escasez de personal meteorológico, a diferencia de lo que pudo ocurrir en algún momento del pasado, es importante y las perspectivas no son mejores, dado lo pertinaz de la crisis.

La práctica ausencia de oposiciones para ingreso en AEMET en los últimos años (lustros), la elevada edad media de sus funcionarios, la posibilidad de jubilación anticipada (a partir de los sesenta años con treinta de servicio) y el largo proceso de formación de los meteorólogos, inducen a pensar que no va a ser posible destinar mucho personal a unidades periféricas.

Por otro lado, gracias a las posibilidades que ofrecen las telecomunicaciones, gran parte del apoyo meteorológico se realizará a distancia. Se utilizarán sistemas informáticos y de videoconferencia.

El *briefing* meteorológico será comentado.

La presencia física del meteorólogo será solo ocasional, fundamentalmente en la planificación de ejercicios y operaciones y ante emergencias y catástrofes.

Hoy, el apoyo meteorológico a la UME se realiza:

- Diariamente: elaboración automática de *briefing* y «comentado» y ampliado por personal predictor del CNPD.
- Ejercicios: asistencia de personal a las reuniones preparatorias, los días del ejercicio se elabora y envía la información acordada e incluso se incorpora personal meteorológico al Puesto de Mando.
- Emergencias NGP: 3: está prevista la incorporación inmediata al Centro de Operaciones (JOC) del Cuartel General de la UME de un meteorólogo de la OMD de la Base Aérea de Torrejón de Ardoz y su posterior sustitución por otro personal.

Además, se presta asesoramiento, se envía información, comunicaciones, productos estacionales...

Así mismo, se han impartido y se impartirán cursos y conferencias para formación de su personal.

El apoyo meteorológico a Defensa en el siglo XXI

El apoyo meteorológico a Defensa en el siglo XXI será, sin duda, el adecuado a las misiones, operaciones, actividades, sistemas y armas de la Defensa Nacional y de las Fuerzas Armadas.

Iremos adaptándonos a las necesidades manifestadas por Defensa o apreciadas por nosotros y trataremos de satisfacerlas. Según surjan las necesidades, igual que en el siglo pasado.

Es necesario conocer las necesidades de las unidades de Defensa, integrarse en ellas, en sus equipos humanos, utilizar el mismo lenguaje, llegar a sentir sus necesidades...

Es importantísimo conocer los factores meteorológicos limitativos y los valores críticos de los distintos sistemas y armas.

Una importante parte de la información meteorológica, tanto procedente de observación como de predicción, y climatológica se ingresará directamente en los sistemas de Defensa.

La mayor parte del trabajo lo desarrollarán potentes ordenadores corriendo modelos matemáticos de predicción numérica y sus cadenas de postproceso.

Fundamentalmente, será suministro de información generada casi siempre de forma automática y transmitida a distancia. Uso de videoconferencia, en ocasiones (*briefing*, por ejemplo) revisada y completada por

personal. La presencia física del meteorólogo será solo ocasional, esencialmente en la planificación de ejercicios y operaciones y ante emergencias y catástrofes.

Asesoramiento: presencial y por videoconferencia.

Gran parte del trabajo de los meteorólogos será el desarrollo de TDA y de aplicaciones específicas.

Desarrollo de productos en función de las necesidades. Por ejemplo: últimamente se oye hablar bastante sobre «birds». Aunque la ornitología no es parte de la meteorología, si se nos facilitara información sobre el comportamiento de las aves (temperatura, humedad, viento, corrientes ascendentes y descendentes...), podríamos encontrar algún algoritmo que presentara las zonas, los niveles, el movimiento..., del vuelo de las aves. Otro ejemplo son los buitres del *briefing* de la OMD de Zaragoza.

Se impartirán cursos y conferencias para personal de Defensa.

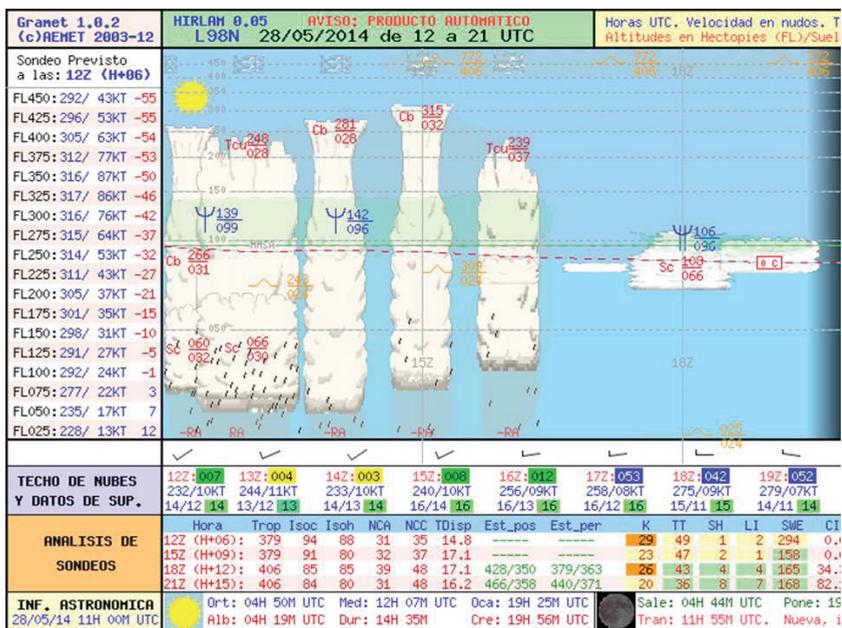
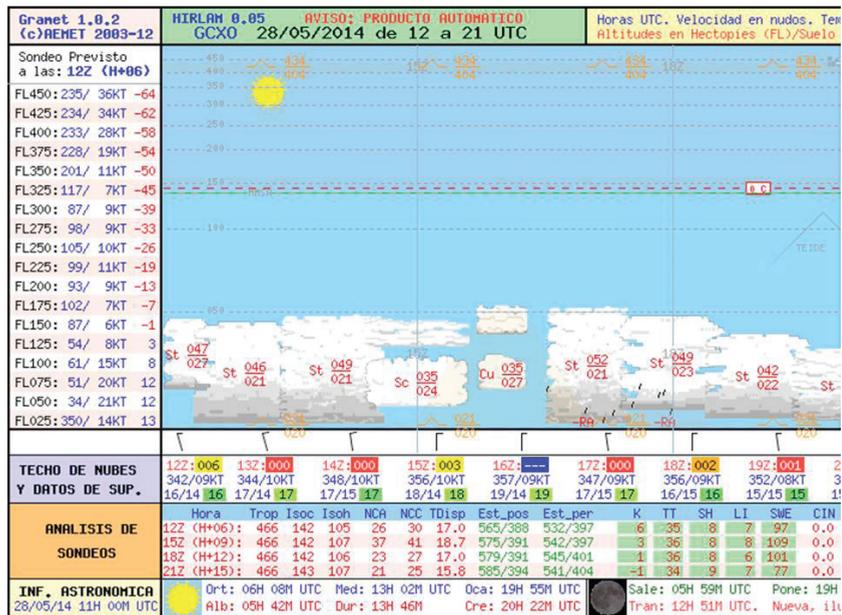
Formas de presentación de la información meteorológica

Las distintas muestras son formas de presentación ya existentes hoy en día. A lo largo del siglo XXI se irán mejorando y potenciando.

Presentación: mapas de colores OTAN

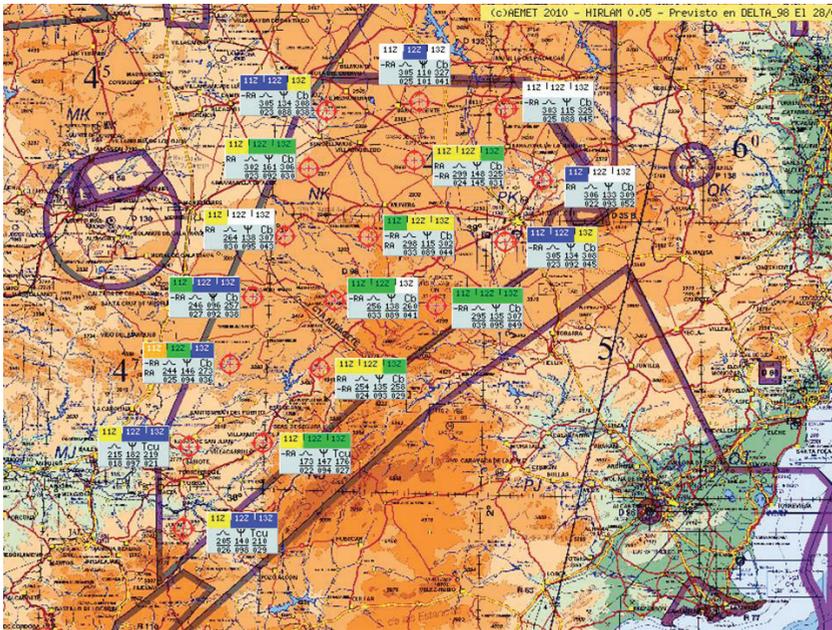


Presentación: GRAMET



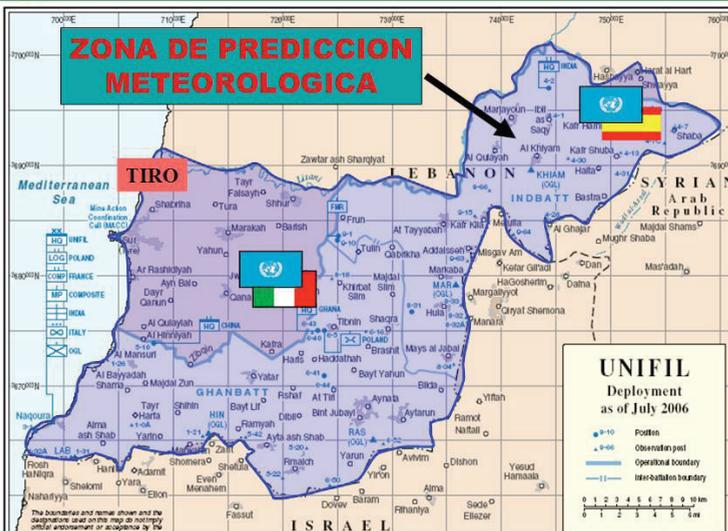
El apoyo meteorológico al Ministerio de Defensa en el...

Presentación: Deltas de caza

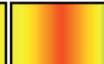


Presentación en forma de matrices de impactos sobre las operaciones

 **LIBANO / OP. LIBRE HIDALGO** 
CNPD

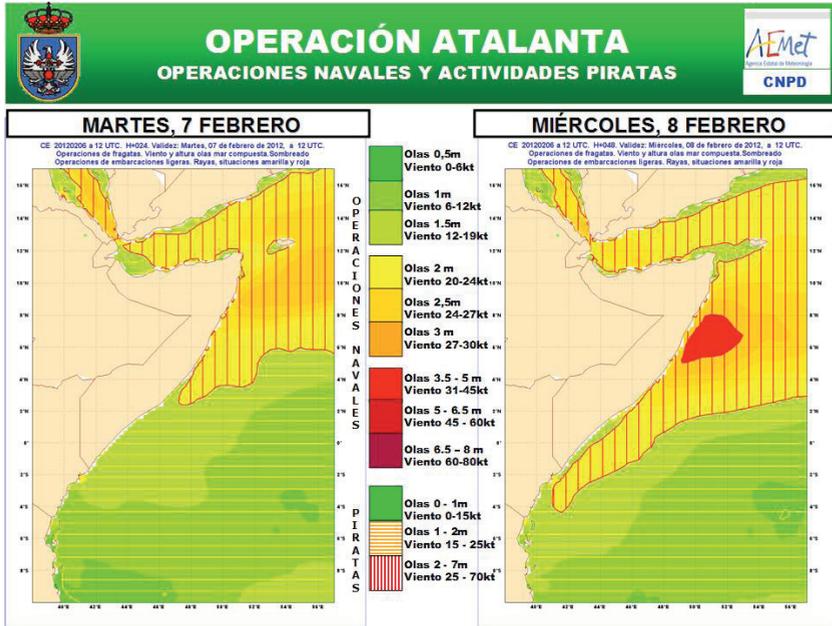


 **LIBANO / OP. LIBRE HIDALGO**  **CNPD**

	MARTES 07 FEB	MIÉRCOL 08 FEB	JUEVES 09 FEB	VIERNES 10 FEB	SABADO 11 FEB	DOMINGO 12 FEB	LUNES 13 FEB
 HELICOP							
 VEHICULOS							
 PERSONAL							
MARJAYOUN MAX °C MIN °C	14 7	11 5	11 5	10 4	12 3	16 2	16 6

 **OPERACIÓN ATALANTA:**  **CNPD**







OP. ACTIVE-ENDEAVOUR (MEDITERRÁNEO)



Servicio Central de Meteorología
CNPD



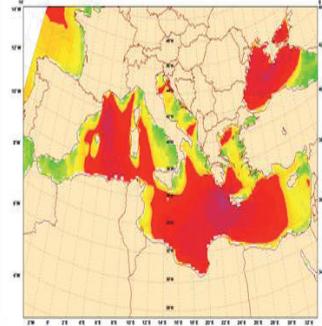
 **OP. ACTIVE-ENDEAVOUR (MEDITERRÁNEO)**
OPERACIONES NAVALES


Agencia Estatal de Meteorología



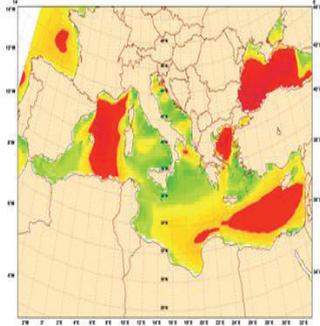
MARTES, 7 FEBRERO

CE 20120206 a 12 UTC. H+024. Validez: Martes, 07 de febrero de 2012, a 12 UTC.
Operaciones de fragatas. Viento y altura olas mar compuesta



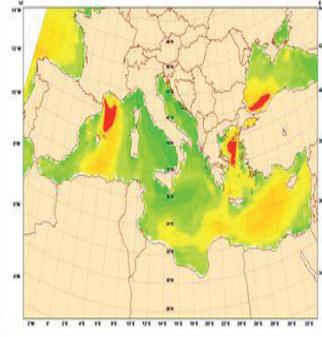
MIÉRCOLES, 8 FEBRERO

CE 20120206 a 12 UTC. H+048. Validez: Miércoles, 08 de febrero de 2012, a 12 UTC.
Operaciones de fragatas. Viento y altura olas mar compuesta



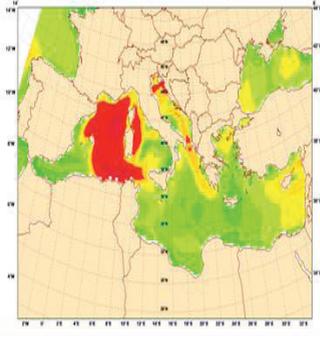
JUEVES, 9 FEBRERO

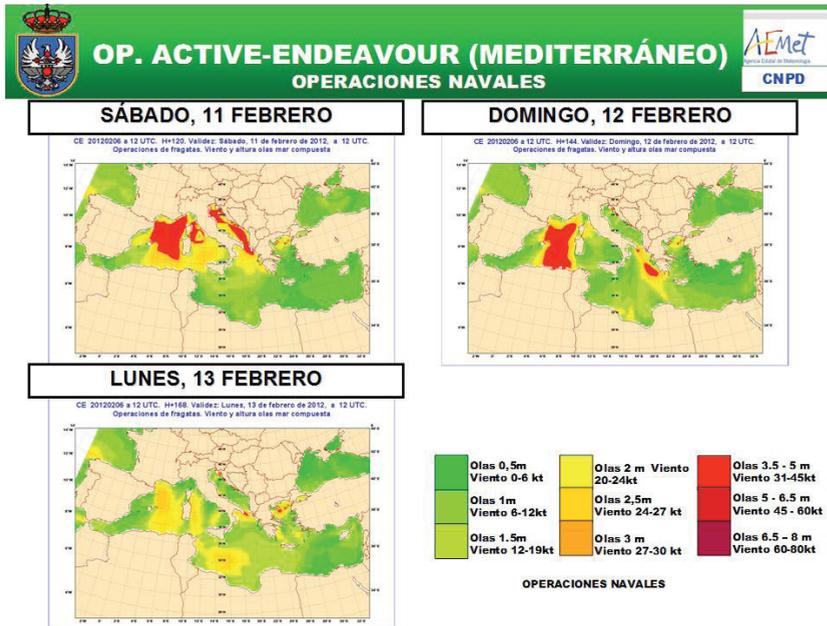
CE 20120206 a 12 UTC. H+072. Validez: Jueves, 09 de febrero de 2012, a 12 UTC.
Operaciones de fragatas. Viento y altura olas mar compuesta



VIERNES, 10 FEBRERO

CE 20120206 a 12 UTC. H+096. Validez: Viernes, 10 de febrero de 2012, a 12 UTC.
Operaciones de fragatas. Viento y altura olas mar compuesta





Conclusiones

Habrà apoyo meteorològico profesional, adecuado, preciso y eficiente.

Se suministrarà informaci3n generada normalmente de forma automàtica, transmitida a distancia e integrada en los sistemas.

Participaci3n del personal en el asesoramiento y en la supervisi3n y adaptaci3n de la informaci3n, normalmente a distancia.

Desarrollo de aplicaciones y productos en funci3n de las necesidades.

Se impartiràn cursos y conferencias para personal de Defensa.

El apoyo meteorológico a las operaciones en el siglo XXI

Beatriz Sanz y Fernández-Cuevas

Capítulo segundo

En un entorno cada vez más tecnológico y cambiante, se hace necesario revisar cuál es el reto que plantea el apoyo meteorológico de nuestro siglo con el fin de hacer una correcta planificación y establecer la hoja de ruta necesaria para afrontarlo con eficacia.

Es necesario revisar los orígenes del apoyo meteorológico a Defensa, que se inicia en el siglo xx, y su desarrollo posterior.

El avance de la meteorología en el siglo xx en España se produce unido a la necesidad que tenía la aviación de un mayor conocimiento del comportamiento de la atmosfera.

En los inicios del Servicio Meteorológico Nacional, perteneciente al antiguo Ministerio del Aire, y con anterioridad a la aparición de los grandes sistemas informáticos, las predicciones meteorológicas se realizaban de una forma muy rudimentaria. Se reflejaban en mapas las condiciones observadas y medidas en horas determinadas (presión, temperatura, humedad y viento), en las distintas estaciones meteorológicas, y trazando los puntos de igual presión (isobaras), se elaboraban los llamados *mapas del tiempo*.

Con estos mapas, y usando sus conocimientos de la física de la atmosfera, los meteorólogos intentaban predecir la evolución que se podía espe-

rar de la situación. Esto se hacía con los pocos datos existentes en aquel momento.

Ni que decir tiene la importancia, en el mayor o menor acierto de la predicción meteorológica, de los conocimientos y la experiencia en situaciones similares del meteorólogo que la hiciera, aunque, como se vio posteriormente, aun si estos hubieran sido máximos, no se podría haber garantizado el acierto en la predicción, por las características especiales de la atmosfera en lo que se refiere a su comportamiento como sistema caótico.



Basándose en esta realidad, y con objeto de dar apoyo a la aviación, se establecieron una serie de oficinas meteorológicas en casi todas las bases aéreas. Con la llegada de la democracia, el Servicio Meteorológico pasa a pertenecer al Ministerio de Transportes. Por otra parte, se produce una reunificación de los Ministerios de los tres Ejércitos en el Ministerio de Defensa. En 1988 se crea el Centro Nacional de Predicción para la Defensa, para dar apoyo meteorológico a los tres Ejércitos. También se crearon la oficina meteorológica de la Base Naval de Rota y las oficinas meteorológicas de las bases de las FAMET.

Esta estructura no ha sufrido ningún cambio en todos estos años, desaprovechando todas las posibilidades de modernización y automatización que podría generar un soporte meteorológico más efectivo y coherente, con productos que respondan a las necesidades actuales de Defensa y con una menor dotación de personal.

Actualmente, AEMET consume sus recursos en realizar un apoyo a Defensa con las mismas estructuras y personal de hace treinta años, lo que impide utilizar estos recursos para dar respuesta a sus nuevas necesidades, y sin aprovechar las grandes oportunidades que ofrece la meteorología moderna.

Debemos alinear las posibilidades que nos brindan, por un lado, el profundo desarrollo que ha tenido Defensa y, por el otro, el gran desarrollo de la meteorología, con un Servicio Meteorológico Español integrado en todas las redes mundiales de comunicación, centros europeos de modelización, Eumetsat...

La reducción de personal impuesta por la Administración del Estado hace aún más necesario el replanteamiento de este apoyo meteorológico, tanto en los productos como en las estructuras.

Defensa nos demanda conocer aquellos aspectos concretos de la meteorología relevantes para sus operaciones, y no necesita un conocimiento amplio de la situación atmosférica general.

AEMET recibe continuamente la solicitud de nuevos productos más específicos para cada uno de sus Ejércitos, y dentro de estos, para las distintas unidades.

Estas nos requieren distintos tipos de datos meteorológicos, como datos de altura o superficie, oleaje, rompientes, de probabilidad de incendios..., que les permitan llevar a cabo con éxito sus misiones. Si bien no hay que confundir el suministro de esos productos, que contienen datos meteorológicos y cuya elaboración es competencia de AEMET, con otros productos derivados del desarrollo armamentístico, que no son de nuestra competencia.

No existe un modelo único de apoyo meteorológico a la defensa nacional en el marco de la OTAN. En algunos países este apoyo se realiza con una estructura militar que toma los datos de sus servicios meteorológicos. En alguno de estos casos, los datos tienen una contraprestación económica, y además estos servicios ponen, a disposición de la defensa, un grupo de asesores científicos. Este sería el caso del Reino Unido y la Met Office o Estados Unidos y la NOAA.

En otros países, como Alemania, el apoyo meteorológico a la defensa se hace con personal de su servicio meteorológico (DWD), que pasa a pertenecer al ejército durante el tiempo que presta servicio en él.

En Italia, el servicio meteorológico pertenece al Ejército del Aire.

En España, la responsabilidad del apoyo meteorológico a la defensa nacional corresponde por ley a AEMET, que es el Servicio Meteorológico Nacional.

Aunque la condición de personal civil del personal de AEMET plantea algunos problemas y limitaciones, como la dificultad de desplazarse a zona

de operaciones, deberíamos aprovechar la fortaleza que supone que este apoyo meteorológico se realice desde una institución con todas las capacidades científicas.

En aquellos países donde el apoyo meteorológico se realiza con militares independientemente de sus servicios meteorológicos nacionales, este apoyo es de menor calidad, al no poder contar con los medios técnicos y científicos que estos poseen.

Este no sería el caso de países como el Reino Unido, Estados Unidos o Alemania, por su estrecha relación con sus servicios meteorológicos, que a su vez reciben grandes contraprestaciones por parte de sus organismos de defensa.

Teniendo en cuenta las fortalezas y las debilidades que presenta en España esta especial situación del apoyo meteorológico a la defensa por su Servicio Meteorológico Nacional, analizaremos cuáles pueden ser las respuestas a las nuevas necesidades que se van a ir planteando en un futuro a corto y medio plazo.

A lo largo de este artículo, veremos la situación actual en cuanto a estructuras, personal y tipo de productos que AEMET suministra a Defensa. A continuación, explicaremos cuál es la realidad actual y hacia dónde se prevé que avance la ciencia de la meteorología, para terminar con una exposición de hacia dónde parece que van a ir los requerimientos de Defensa en materia meteorológica, qué tipo de asesoramiento a nivel operacional y táctico nos va a demandar, qué competencia y conocimientos deberían tener estos asesores, qué tipo de productos se van a necesitar, qué requisitos de comunicaciones serán necesarios y, por último, cuál puede ser el papel que juegue en este apoyo AEMET y cuál el de los militares con algunos conocimientos de meteorología que han ido surgiendo en los últimos tiempos.

Situación actual del apoyo meteorológico a Defensa

Estructura y personal de AEMET para el apoyo meteorológico a Defensa

AEMET tiene, para dar apoyo a la Defensa, quince oficinas meteorológicas en distintas bases aéreas, tres oficinas en bases navales, y cuatro oficinas en bases de helicópteros del Ejército de Tierra. Además, cuenta con un Centro Nacional de Predicción para la Defensa ubicado en el EMAD.

En total, el personal de AEMET destinado en estas oficinas es de diez meteorólogos superiores, 32 meteorólogos diplomados y 101 observadores.



Productos automáticos y semiautomáticos para la defensa

AEMET suministra innumerables productos específicos para las distintas unidades de Defensa a través de la página de meteorología de la intranet de Defensa, de sus oficinas y del Centro Nacional de Predicción para la Defensa.

En el portal meteorológico de la intranet de Defensa se incluyen, de forma permanente, productos automáticos aeronáuticos, de campos de tiro, mapas para distintas áreas del mundo, imágenes de satélite... También aparecen productos semiautomáticos, como climatologías y gráficos de impacto sobre las operaciones.

Sin embargo, el desarrollo de nuevos productos por parte de AEMET, más atractivos cada vez para Defensa, ha hecho que las solicitudes de inclusión de nuevos productos en este portal sean superiores a su capacidad.

Por otra parte, las oficinas y los centros meteorológicos de Defensa elaboran *briefings* aeronáuticos y *briefings* para maniobras y operaciones, donde se van a incluir toda la información que el meteorólogo considere relevante para su desarrollo.

Uno de los problemas para la mejora del apoyo meteorológico es, por una parte, el desconocimiento que tiene Defensa de las capacidades y productos que desarrolla AEMET y, por otra, el desconocimiento que AEMET tiene de las necesidades de Defensa.

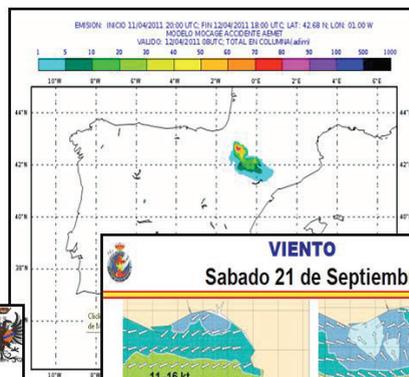
Muchos de estos productos se han desarrollado gracias a la participación de AEMET en diversas maniobras. Esta participación, sobre todo cuando la integración ha sido satisfactoria, le ha permitido detectar las necesidades de las distintas unidades y elaborar nuevos productos más acordes a sus requerimientos.



GAMMA12

BRIEFING METEOROLÓGICO

Agencia Estatal de Meteorología



METEO EJERCICIO

	SAB 19 OCT	DOM 20 OCT	LUNES 21 OCT	MART 22 OCT	MIERC 23 OCT	JUEV 24 OCT	VIERN 25 OCT
	P	P	P	P	P	P	P
	P	P	P	P	P	P	P
	VIS	VIS	VIS	VIS	VIS	VIS	VIS
	VIS	VIS	VIS	VIS	VIS	VIS	VIS
	VIS	VIS	VIS	VIS	VIS	VIS	VIS
	S	S	S	S	S	S	S

s: viento p: precipitación vis: visibilidad tr: techo nubes st: estado de la mar



Es importante la divulgación por parte de AEMET, a los distintos niveles operacionales, de cuáles son sus productos y sus capacidades.

La meteorología del futuro

Para abordar con éxito cómo debería ser el apoyo meteorológico a Defensa y cuáles van a ser sus necesidades futuras, es necesario explicar, de la forma más sencilla posible, cuáles son las características de una predicción meteorológica. Entre ellas, cómo se realiza y las limitaciones que presenta, hacia dónde se dirigen los avances de la meteorología, y las razones de por qué es necesario e imprescindible un asesor meteorológico que conozca esta ciencia en profundidad.

La atmosfera como un sistema irresoluble

La atmosfera es un fluido cuyo movimiento y evolución viene dado por las ecuaciones de la física de fluidos.

Dichas ecuaciones de segundo grado altamente no lineales *no tienen solución exacta*. Si estas ecuaciones tuvieran solución, el problema de la predicción meteorológica desaparecería, ya que entonces, sobre las condiciones iniciales, es decir, sobre los valores que toman las variables meteorológicas medidas en distintos puntos en un determinado instante de tiempo, aplicaríamos las ecuaciones de la mecánica de fluidos y, tras complicados cálculos computacionales, obtendríamos un resultado final exacto. Esto es, que podríamos obtener los valores de esas variables para cualquier zona e instante sin ninguna incertidumbre.

A esta dificultad se va a añadir el problema de que *la atmosfera se comporta como un sistema caótico*, lo que aumenta aún más el grado de incertidumbre de la predicción meteorológica.

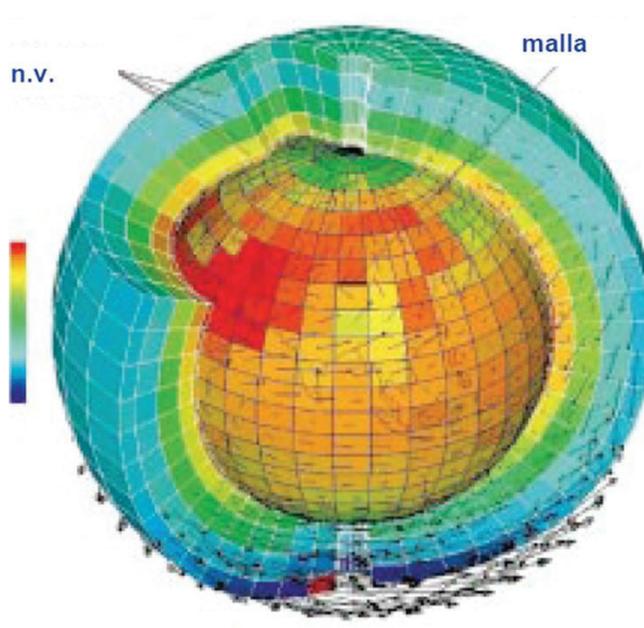
Modelos matemáticos de predicción

Para intentar resolver estas ecuaciones y conocer cuál será la evolución de la atmosfera, se utilizan métodos de aproximación muy complejos, que van a constituir los llamados *modelos matemáticos de predicción meteorológica*.

Un modelo es un programa informático que intenta obtener la situación meteorológica esperada para un momento del futuro. El conjunto de las ecuaciones matemáticas que utilizaremos para predecir el tiempo es lo que diferenciará un modelo numérico de predicción meteorológica de otro.

Las salidas gráficas que se ponen a disposición de los distintos usuarios solo constituyen el resultado de un postproceso de algunas partes de este modelo.

La aproximación del comportamiento de la atmosfera se aborda intentando resolver las ecuaciones no en el continuo de la atmosfera, donde estas son irresolubles, sino en los puntos discretos de una rejilla imaginaria, más o menos densa, que vamos a crear sobre la superficie de la Tierra, con varias capas hasta el tope de esta.



Se denominan *nodos* los puntos sobre los que se va a obtener la predicción.

La resolución del modelo numérico es la distancia entre los nodos o puntos de la rejilla.

Lamentablemente, no es fácil aumentar la resolución del modelo haciendo más tupida la rejilla porque:

1. El cálculo de los valores de cada nodo, dada la complejidad de las ecuaciones utilizadas, exige un número muy grande de cálculos computacionales. Así, podría darse el caso de que, al aumentar el número de nodos, el modelo tardara más tiempo en estar disponible que su propio alcance de validez.
2. Por otra parte, en los modelos se utiliza la aproximación hidrostática, que no se cumple en el continuo. Un aumento muy grande de la resolución haría que el modelo nos proporcionara resultados absurdos.

Para que las predicciones obtenidas a partir de un modelo numérico sean de calidad se deben cumplir dos condiciones:

1. Que el modelo se inicialice con un estado actual de la atmosfera lo más cercano a la realidad que seamos capaces.
2. Que el desarrollo de las leyes intrínsecas que rigen la atmosfera sea lo más exacto posible.

Determinación del estado actual de la atmosfera

En este tema, los avances en los últimos años han sido enormes. Mientras que antes solo se disponía de medidas tomadas en puntos muy irregulares (observaciones), que eran transmitidas por métodos muy rudimentarios, ahora disponemos de un número enorme de datos procedentes de satélites, radares, aviones comerciales, barcos, sondeos y GPS, y el avance de las comunicaciones permite disponer de ellos fácil y rápidamente.

El problema es decidir qué datos de todos los que disponemos vamos a utilizar para inicializar el modelo. Estos deberían ser uniformes y de calidad, de forma que reflejen, tanto en el tiempo como en el espacio, el estado de la atmosfera en el momento inicial de cada pasada del modelo. Para depurar estos datos se utilizan métodos matemáticos en un proceso que se denomina *asimilación de datos*. Sobre los datos resultantes de este proceso de asimilación, se van a aplicar el conjunto de las ecuaciones de la física de fluidos.

Desarrollo de las leyes intrínsecas que rigen la atmosfera

Cualquier modelo debe tener siempre las siguientes ecuaciones:

- Las *ecuaciones del movimiento*, deducidas de la ley de Newton.
- La *ecuación del balance energético*, deducida directamente del primer principio de la termodinámica.
- La *ecuación de continuidad*, que se deriva de la ley de conservación de la masa.
- Y, por último, la *aproximación hidrostática*, que consiste en despreciar las aceleraciones verticales en la atmosfera.

Los diferentes modelos numéricos de predicción que existen y sus resultados finales van a diferenciarse en:

- Los algoritmos con los que cada modelo va a resolver estas ecuaciones.
- Cómo van a hacerse las aproximaciones, si por modelos espectrales o por diferencias finitas.
- Los esquemas de parametrización física, es decir, cómo se van a reflejar en el modelo los fenómenos meteorológicos de menor extensión que el espacio entre los puntos de la rejilla.

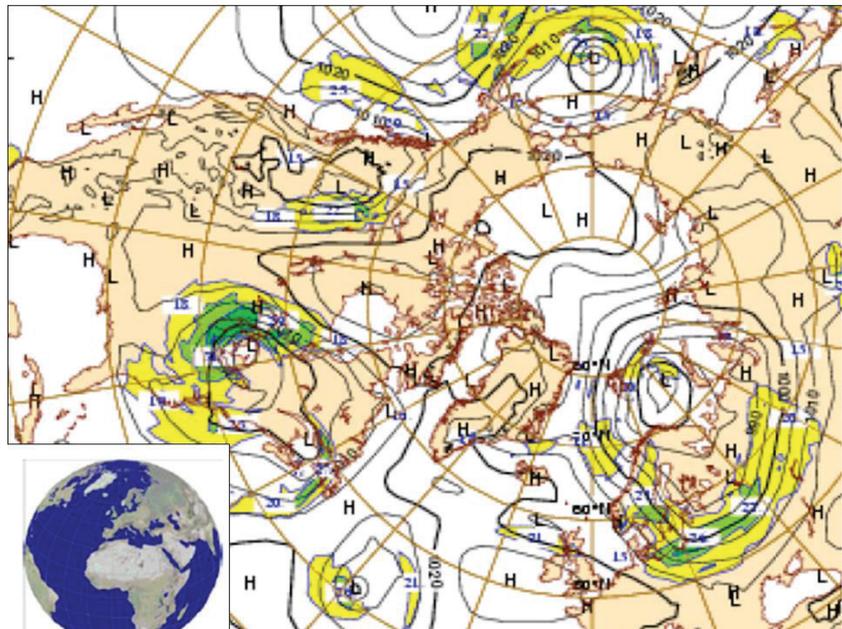
- La forma en que se van a solucionar las instabilidades computacionales.

Estas diferencias tendrán también como resultado diferencias en las exigencias de potencia de cálculo.

Modelos de predicción globales y de área limitada.

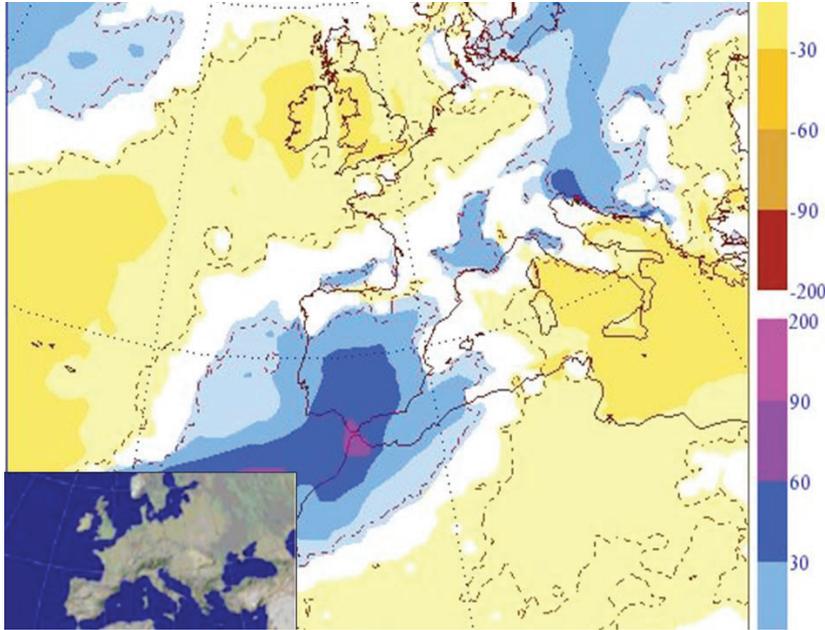
Un modelo numérico global es el que resuelve toda la superficie de la Tierra. Los modelos de área limitada (LAN) resuelven únicamente una determinada región.

Los modelos globales son los que van a reflejar mejor la circulación general de la atmósfera, pero al resolver toda la superficie de la Tierra, un aumento en la resolución supondrá un considerable aumento del número de operaciones numéricas que tiene que hacer el ordenador para cubrir un determinado horizonte de predicción. El alcance temporal actualmente es de quince días.



Los modelos de área limitada, de mayor resolución en la mayoría de los casos, y que van a resolver solo una parte de la superficie del planeta, necesitan unos ficheros de condiciones de contorno que tienen que proporcionar los modelos globales. El alcance temporal de estos modelos suele ser de dos a tres días, según aumente o disminuya su resolución.

Solo los grandes centros mundiales de predicción numérica, que poseen grandes ordenadores, disponen de modelos globales deterministas de alta resolución.



Estos son: el Centro Europeo de Predicción a Plazo Medio (ECMWF), del que España forma parte activa, tanto en su financiación como en su participación científica, el JMA de Japón, Météo-France, el UKMO del Reino Unido, el MSC de Canadá y la NOAA de Estados Unidos.

AEMET forma parte, junto con varios países nórdicos e Irlanda, del consorcio HIRLAM (High Resolution Limited Area Model), que produce un modelo de área limitada. Este recoge las condiciones de contorno del modelo global del ECMWF.

AEMET ejecuta cuatro veces cada día este modelo sobre tres áreas diferentes y con dos resoluciones distintas (5 km para península y Canarias y 16 km para Europa).

Desde hace dos años, Météo-France se ha unido al grupo HIRLAM para desarrollar un nuevo modelo de área limitada, HARMONIE, que se está probando de forma experimental en AEMET, con unos resultados excelentes, y que va a permitir resoluciones de cientos de metros.

El postproceso es la adaptación de las salidas del modelo numérico a los requerimientos específicos de los distintos usuarios. Las salidas del modelo son únicamente los valores que van a tomar las variables meteorológicas básicas en un determinado momento del futuro.

A partir de estos valores, utilizando algoritmos para recoger otras leyes de la física distintas de las que constituyen el modelo numérico, se obtienen variables meteorológicas derivadas, como serían la precipitación, la nubosidad, el índice de incendios, la altura y periodo de las olas...

También se denomina postproceso a las diferentes formas de presentar la información mediante mapas, boletines...

Algunos de estos productos de postproceso están disponibles en la intranet de Defensa, en el apartado de información meteorológica.

El futuro de la meteorología. Teoría del caos

Ya hemos visto cómo los modelos numéricos van a intentar resolver la física de la atmosfera, es decir, las ecuaciones, mediante aproximaciones.

Pero son dos las razones que hacen imposible alcanzar la exactitud en una predicción meteorológica. Por una parte, la imposibilidad de resolver en el continuo las ecuaciones que rigen la evolución de la atmosfera, y por otra, el que la atmosfera se comporta como un sistema caótico.

El descubrimiento de los sistemas caóticos está ligado al desarrollo informático de los últimos tiempos, como un resultado no esperado, consecuencia del aumento de poder computacional. Al resolver un mismo modelo numérico usando ordenadores, cada vez con mayor capacidad de cálculo, aparecían divergencias en las soluciones matemáticas de este tipo de sistemas.

Son sistemas con un comportamiento caótico la atmosfera, la economía, el sistema solar, las placas tectónicas o los crecimientos de población.

Esta teoría, descubierta por Lorentz en 1960 mientras realizaba la construcción de un modelo numérico de predicción de la atmosfera, fue el resultado de la sorpresa que recibió al observar que pequeñas diferencias en los datos de partida (algo tan simple como usar tres o seis decimales) daban lugar a grandes diferencias en las predicciones del modelo.

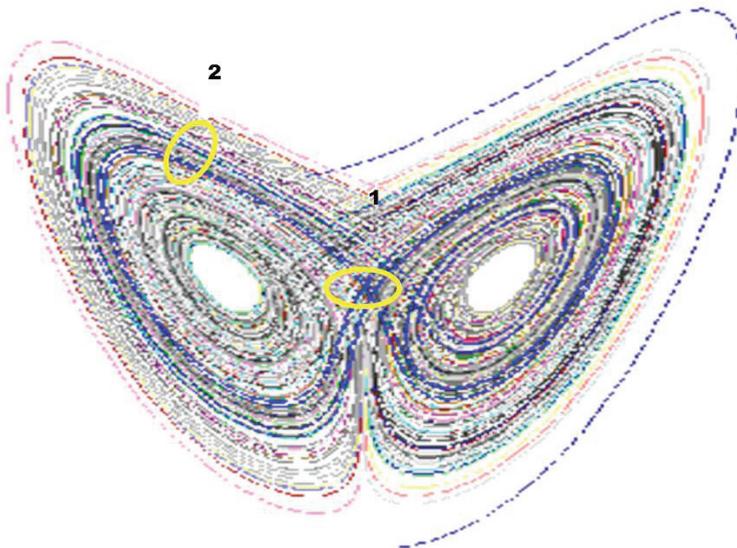
Lorentz observó que cualquier perturbación o error mínimo en las condiciones iniciales del sistema hacía que este evolucionara de forma muy diferente. Esto se traducía en la imposibilidad de conseguir predicciones meteorológicas a largo plazo, ya que aquellas predicciones que presentarían una pequeña desviación en las condiciones iniciales, se irían desviando cada vez más del comportamiento real del sistema.

El problema es que este error en las condiciones iniciales va a producirse en la totalidad de los casos, ya que la red de observación no es uniforme en todo el globo, y además en estas mediciones se van a producir siempre pequeños fallos, tanto humanos como de las máquinas.

Lorentz explicó este problema imaginando un meteorólogo ideal que hubiera conseguido hacer una predicción muy exacta del comportamiento de la atmosfera, mediante cálculos muy precisos y a partir de datos muy exactos. Este meteorólogo podría haberse encontrado una predicción totalmente errónea, por no haber tenido en cuenta el simple aleteo de una mariposa en la parte más lejana del planeta. Este aleteo habría introducido perturbaciones en el sistema, que harían que apareciera una tormenta donde el modelo había predicho un día soleado.

A este efecto se le conoce con el nombre de *efecto mariposa*, que consiste en la amplificación de errores que pueden aparecer en el comportamiento de un sistema caótico.

En la siguiente figura, que representa el atractor de Lorentz, pueden observarse los distintos caminos de evolución que puede seguir un sistema caótico. Según sea la posición en la que nos encontremos en dicha figura con unas condiciones iniciales dadas, una mínima perturbación hará que el sistema empiece a dar distintas soluciones muy pronto (posición 1), o que se mantenga durante un cierto tiempo en la misma senda de evolución, dando lugar durante ese intervalo de tiempo a una situación muy estable con una predicción determinista, es decir, de poca incertidumbre.



La cuestión es que desconocemos en qué situación están nuestras condiciones iniciales. No sabemos si el sistema se desestabilizará en el corto plazo, si estamos en una situación estable, en la que una perturbación en estas condiciones iniciales no cambiará su evolución, ni la duración del periodo en que va a ser estable.

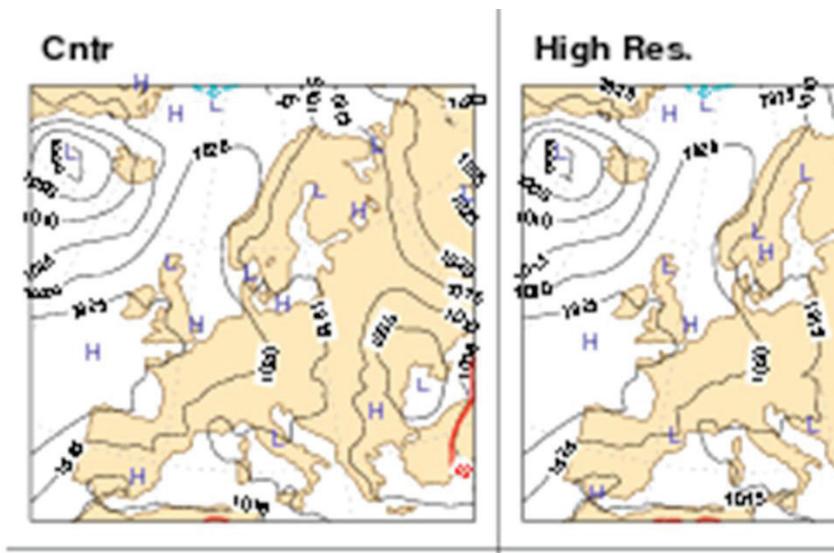
Las continuas mejoras de los modelos de predicción determinista, tanto globales como de área limitada, no conseguían resolver el problema de la predicción meteorológica más allá de cinco días. Ha sido a partir de la deriva de la investigación meteorológica hacia la búsqueda de soluciones teniendo en cuenta la naturaleza caótica de la atmosfera, cuando se han ido alcanzando importantes mejoras en la predicción a largo plazo.

Este es uno de los principales objetivos de la investigación en la predicción meteorológica del siglo XXI.

Sistema de predicción numérica por conjuntos (EPS)

Los grandes centros de modelización, entre ellos el ECMWF, han desarrollado un sistema de predicción numérica por conjuntos, EPS (Ensemble Prediction System), para intentar resolver la indeterminación de los modelos deterministas de alta resolución debido a la naturaleza caótica de la atmosfera.

Este sistema de predicción por conjuntos o *ensemble*, que nos va a dar una medida de la indeterminación e incertidumbre de la predicción, es una de las herramientas utilizada por todos los meteorólogos de AEMET. El horizonte de predicción de este sistema por conjuntos es también de quince días.



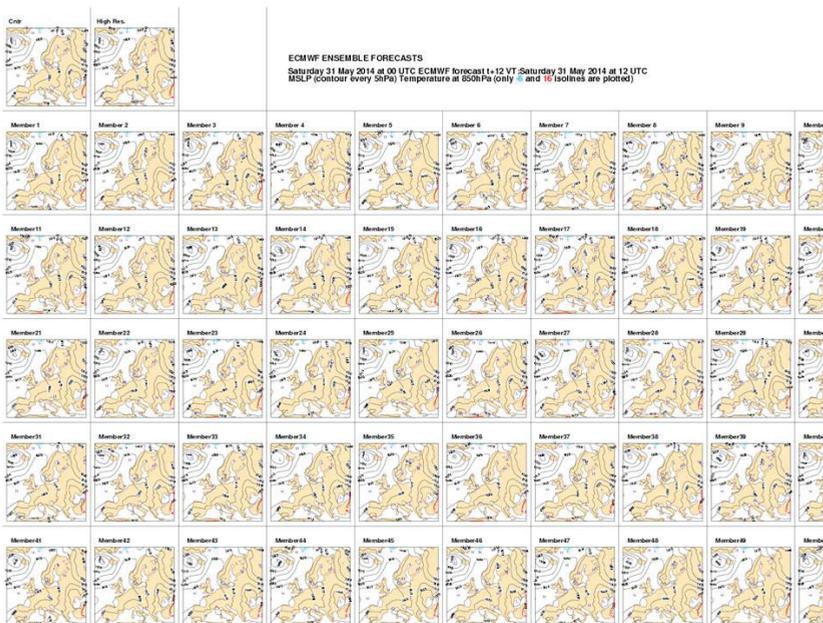
El apoyo meteorológico a las operaciones en el siglo XXI

Para conocer el grado y la naturaleza de la incertidumbre, se ejecuta el modelo de predicción 51 veces, perturbando en cada ejecución las condiciones iniciales. También varía la física del modelo, utilizando las ecuaciones de otros modelos globales, como las del modelo GFS americano.

El ECMWF ejecuta primero el modelo con las condiciones iniciales obtenidas de la asimilación de todos los datos de observación y con todas las ecuaciones completas. El resultado de esta ejecución sería el *modelo determinista de alta resolución HRS*.

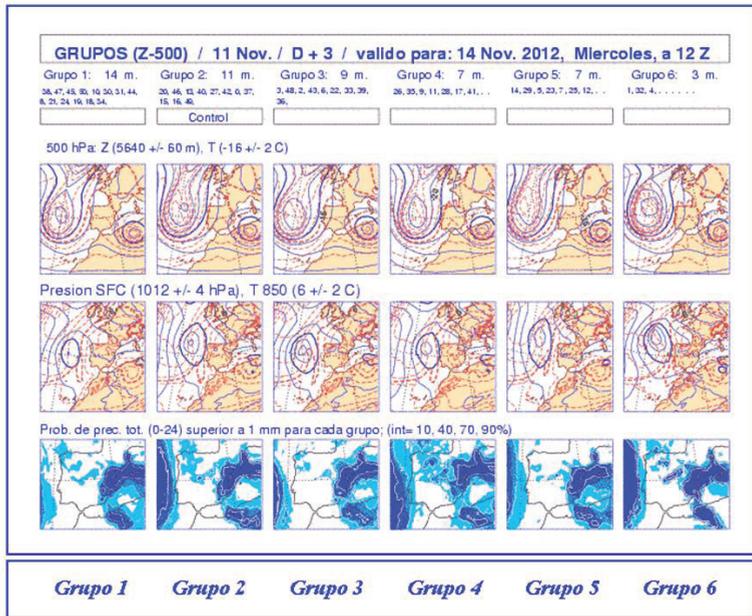
Luego se ejecuta el modelo con las mismas condiciones iniciales pero con las ecuaciones simplificadas, obteniendo el llamado *modelo de control*.

A continuación se ejecuta el modelo de forma simplificada 50 veces más, alterando mínimamente en cada ejecución las condiciones iniciales unas veces, y la física del modelo en otros, obteniendo finalmente 51 resultados de predicción.



Estos resultados se van agrupando por características similares a lo largo de los horizontes de predicción. Si el resultado de todos esos 51 modelos es el mismo en un determinado plazo temporal, se hablaría de que existe una predicción determinista (con poca incertidumbre) para ese momento.

Si los distintos resultados de estas ejecuciones presentaran distintos escenarios de predicción, entonces estudiaríamos la incertidumbre (*spread*).



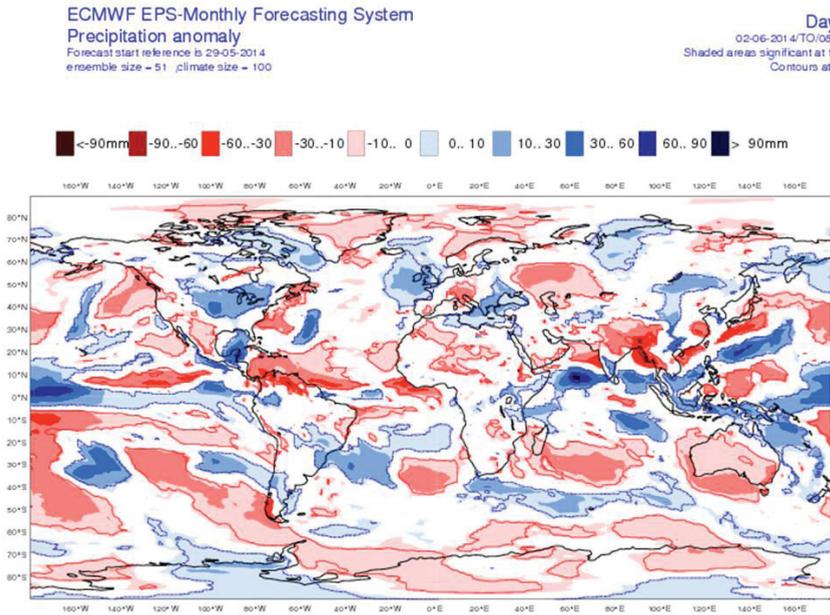
Los meteorólogos, en la elaboración de una predicción para una zona y un momento concreto, aplican sus conocimientos y su experiencia en el comportamiento de los distintos modelos numéricos, y valoran el peso de cada uno de los escenarios posibles.

Predicción mensual y estacional. Modelo climático

Para acabar, no podemos dejar de mencionar, como otra de las líneas principales de investigación de este siglo, los modelos numéricos de predicción mensual y estacional, acoplados al modelo oceánico.

En este rango temporal de predicción, los modelos no van a calcular las variables meteorológicas, es decir, no darán valores esperados de la presión, la cantidad de precipitación, la temperatura...; solo nos informarán de las anomalías que van a presentar en los próximos meses estas variables.

Usando estos modelos podremos conocer si en este horizonte de predicción, en una zona determinada, la temperatura será superior o inferior a la media climatológica o si habrá más o menos precipitaciones.



El valor añadido del meteorólogo

Un meteorólogo, en la elaboración de una predicción, utiliza todas las herramientas de predicción y de observación. Conoce las fortalezas y las debilidades de los modelos en cada una de las situaciones meteorológicas posibles, sabe interpretar los datos de los radares meteorológicos, satélites, observaciones, y utiliza estos conocimientos y su experiencia para realizar, de la forma más efectiva posible, la predicción de cualquier área del mundo en todos los rangos temporales de predicción.

Atendiendo al alcance temporal y a las distintas herramientas y recursos que se deben usar para realizar una predicción de calidad, podemos distinguir los siguientes tipos de predicciones meteorológicas.

- *Predicción a muy largo plazo*: en este caso, el horizonte temporal va desde quince días a varios meses. Las herramientas de predicción serían, principalmente, la climatología, los modelos climáticos y los modelos estacionales y mensuales.
- *Predicción a largo plazo*: el rango es de cinco a quince días. En este caso se utilizan los modelos deterministas de alta resolución globales, el sistema de predicción por conjuntos, los modelos de predicción estacional y mensual y conocimientos de climatología.
- *Predicción a plazo medio*: el rango temporal de predicción es de dos a cinco días. Se usan en este caso los modelos deterministas globales, los modelos de área limitada, *ensemble*, los modelos de predicción mensual y la climatología del área.

- *Predicción a corto plazo*: con un horizonte de dos horas a dos días, usando para este tipo de predicción los modelos globales, los modelos de área limitada, el sistema de predicción por conjuntos, los modelos *ensemble* de corto plazo y todas las fuentes de observación.
- *Predicción a muy corto plazo o Nowcasting*: es la predicción en las próximas horas. En este caso usaríamos, además de todos las fuentes de observación (radares, satélites, observaciones, sondeos...), las herramientas generadas en AEMET para el seguimiento de fenómenos adversos, los modelos de área limitada de muy alta resolución y los modelos globales.

La incertidumbre de la predicción aumenta con el alcance temporal de la predicción. Aunque esto no sea totalmente cierto, es de esperar una incertidumbre menor en el corto y muy corto plazo.

El meteorólogo analiza los distintos modelos y la situación actual, y valora el peso de cada uno de los escenarios de predicción posibles. De acuerdo con sus conocimientos, decide cuál es la situación meteorológica más probable, definiendo, además, la incertidumbre de su predicción.

Son evidentes las ventajas de un asesoramiento directo sobre la situación meteorológica que puede esperarse, con exposición de las implicaciones y probabilidades que la incertidumbre de la atmosfera presenta. Este asesoramiento no sería tan necesario si esta no existiera, ya que cualquier persona con unos conocimientos mínimos que le permitieran leer e interpretar la información sería suficiente.

Futuro del apoyo meteorológico a Defensa

El análisis de las necesidades actuales de información meteorológica de las Fuerzas Armadas nos indicará cómo podrían llegar a ser estas en el futuro. Es decir, cuáles van a ser sus requerimientos en los distintos niveles operacionales, tanto en asesoramiento como en productos y comunicaciones, y estudiar las posibilidades de AEMET para satisfacerlos.

La información meteorológica es absolutamente necesaria en todos los niveles de una operación. La diferencia estará, únicamente, en qué aspectos de la atmosfera nos tendremos que focalizar en cada nivel, para hacerla más efectiva y adecuada. Aunque la situación se refiera a un mismo estado de la atmosfera, la información puede ser muy diferente si es para un *briefing* de decisión, para gestión de riesgos o para el planeamiento de una misión.

La forma de integración de la información meteorológica en la estructura militar no es fácil, ni siquiera en el marco de la OTAN, dado que ha oscilado entre ser parte de la información de la sección de inteligencia en el

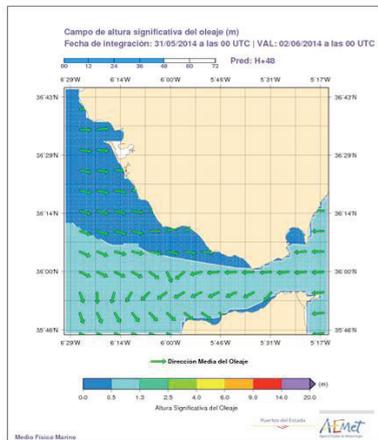
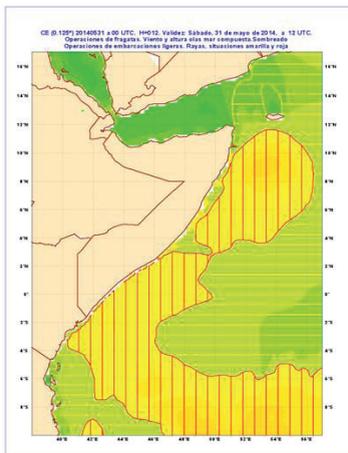
pasado, o ser parte de la información de la sección de operaciones en la actualidad.

En los últimos años, y dentro de este marco internacional, se está considerando la posibilidad de que esta información sea una parte de la información de asesoramiento, sin estar ubicada dentro de ninguna sección específica del estado mayor.

En España, con excepción del Ejército del Aire, la información meteorológica se encuentra integrada dentro de la sección de inteligencia, cuestión que se recoge en la doctrina elaborada por el Mando de Adiestramiento y Doctrina (MADOC) del Ejército de Tierra. Esta forma de integración supone algunas limitaciones en el apoyo meteorológico que AEMET presta a Defensa.

AEMET da apoyo meteorológico en todos los niveles de una operación, mediante predicciones específicas para distintas áreas y horizontes temporales. Este apoyo se realiza mediante *briefings* presenciales o mediante el suministro de productos automáticos o semiautomáticos. Son *productos automáticos* los que se obtienen directamente del postproceso de alguno de los modelos numéricos de predicción disponibles, y son *productos semiautomáticos* los que requieren para su elaboración de la intervención de un meteorólogo.

Los *productos automáticos* suponen una limitación de la información, ya que se refieren a un solo modelo, y no expresan la incertidumbre de la predicción.



```
FASPA1 LERM 311100
LECM GAMET VALID 311500/312100 LERM-
LECM MADRID FIR/2 BLM FL150

SECN I
SFC VIS: 3000-5000 M SSTS SISTEMAS BETICOS, PENIBETICOS AND VCY

SIG WX: ISOL TS SISTEMAS BETICOS, PENIBETICOS AND VCY
SIG CLD: ISOL TCU/CB 040-060/ABV 150 HPT AMSL SISTEMAS BETICOS,
PENIBETICOS AND VCY

SECN II
PFXS: 10 H 1030 BEA AZORES EXTD PENINSULA IBERICA 1021-1016 HPA
```

Estos productos son el resultado del postproceso de alguno de los modelos numéricos disponibles, y, tal como hemos explicado, su calidad disminuye al aumentar el horizonte temporal de la predicción.

La incertidumbre en estos productos es difícil de interpretar por una persona distinta del meteorólogo. Pero dado que esta incertidumbre es menor en el corto plazo, pueden llegar a ser útiles en aquellas misiones que no estén muy afectadas por la meteorología.

Estos productos deben ser fáciles de interpretar por personal con conocimientos meteorológicos básicos.

Las limitaciones de los productos automáticos se reflejarán también en los sistemas de decisión tácticos (TDA), que deberían incluir la información meteorológica. Aunque es indiscutible que esta información es necesaria para la toma de decisiones, su inclusión en estos sistemas presenta muchas limitaciones.

En primer lugar, habría que considerar los recursos informáticos que consumiría esta información si se introdujera de forma automática. Los datos calculados por el modelo de predicción que se tendrían que introducir son muy numerosos, ya que esta información se actualiza de dos a cuatro veces diarias y las variables meteorológicas son demasiadas.

Por otra parte, estos valores no serían más que un producto automático generado por uno de los modelos numéricos existentes, sin la posibilidad de tener en cuenta otros modelos que en determinados momentos pueden comportarse mejor.

Además, los datos automatizados, que para algunas operaciones podrían ser de utilidad, no parecen fáciles de automatizar en otras operaciones, como las aéreas, donde muchos de los factores que intervienen en su desarrollo no están correctamente resueltos en los modelos por tratarse de fenómenos de dimensión inferior a la resolución del modelo. Este sería el caso, fundamentalmente, de las nieblas o las tormentas.

Así, aunque la inclusión de la información meteorológica dentro de los TDA podría ser una ayuda en la toma de decisiones, esta no puede ser la única herramienta de decisión, principalmente por la incertidumbre que presenta.

Los *productos semiautomáticos* son aquellos sobre los que actúan los meteorólogos.

Van a tener una mayor calidad, ya que en su elaboración se tendrán en cuenta todas las herramientas de predicción, y deberían ser simples en su interpretación.

El apoyo meteorológico a las operaciones en el siglo XXI



AGENCIA ESTATAL DE METEOROLOGIA DE ESPAÑA
AVISO NUMERO 57 PARA ALTA MAR
ZONAS DEL ATLANTICO AL NORTE DE 30N
MIÉRCOLES 23 DE ABRIL DE 2012 A LAS 07:30 UTC
ALCANZA HASTA EL VIÉRNES 27 A LAS 24 UTC
ANULA Y REEMPLAZA EL NUMERO 56
AVISO EN LAS ZONAS: GRAN SOL, PAZZEN, ZROISE, YEU, ROCHEBONE, CHARCOT, FINISTERRE Y CANTABRICO.
GRAN SOL:
NORTE DE GRAN SOL: NE 8 DESDE EL 250730 UTC HASTA EL 251200 UTC
PAZZEN:
W Y SW 8 A 9 DESDE EL 250730 UTC HASTA EL 252100 UTC.
JROISE:
SW 8 A 9 DESDE EL 250730 UTC HASTA EL 252100 UTC.
YEU:
SW 8 A 9 DESDE EL 250730 UTC HASTA EL 252100 UTC.
ROCHEBONE:
SW 8 DESDE EL 250730 UTC HASTA EL 252100 UTC.
CHARCOT:
NORTE DE CHARCOT: W Y SW 8 DESDE EL 250730 UTC HASTA EL 251500 UTC.
FINISTERRE:
SW 8 DESDE EL 250730 UTC HASTA EL 251800 UTC.
CANTABRICO:
OESTE DEL CANTABRICO: SW 8 DESDE EL 250730 UTC HASTA EL 252100

OP. RECONSTRUCCIÓN AFGANISTÁN

	MARTES 29 ABR	MIÉRCOL 30 ABR
RECONOC	[Yellow]	[Yellow]
AEREA	[Green]	[Green]
HELICOP	[Green]	[Green]
VEHICULOS	[Green]	[Green]

NO HAY AVISO PARA LOS PROXIMOS DIAS

29 ABRIL
HERAT
Poco nuboso a nuboso por la mañana con posibles chubascos aislados a mediodía
SFC: NE de 5kt a 11kt por la tarde.
FL050:
FH100:

30 ABRIL
HERAT
Poco nuboso a nuboso por la mañana con posibles chubascos aislados a mediodía

El asesoramiento meteorológico en los distintos niveles de operación y los problemas que presenta

La imposibilidad que tiene AEMET para poner a disposición de Defensa un experto en todos los niveles de una operación, y la dificultad que supone desplegar personal civil en zonas de operaciones, se traduce en la necesidad que tiene Defensa de contar con personal con conocimientos meteorológicos. Estos conocimientos tendrían que ser los suficientes para recolectar, entender y presentar los productos automáticos y semiautomáticos que AEMET pone a disposición de Defensa a través del portal de meteorología de su intranet o mediante envíos directos a las distintas unidades y a las zonas de operaciones.

Sin embargo, no debería descartarse aprovechar las oportunidades que supondría el asesoramiento por parte de meteorólogos de AEMET a través de videoconferencia.

Para dar respuesta a esta necesidad AEMET organiza continuos cursos tanto para oficiales como para suboficiales de la Armada, el Ejército de Tierra y la UME desde hace varios años.

Sin embargo, es necesario definir la competencia de este personal militar con conocimientos básicos de meteorología. Este personal se integra dentro de las Fuerzas Armadas en distintos niveles, como oficiales o suboficiales, según los ejércitos y las unidades.

No existe coordinación ni entre ellos ni con AEMET, y en sus presentaciones se incluye información meteorológica procedente de páginas gratuitas de internet, en algunos casos de dudosa calidad, lo que da lugar en ocasiones al incumplimiento del concepto IMETOC (un escenario - una única predicción).

Es evidente la necesidad de este personal militar con conocimientos de meteorología, pero sería recomendable definir claramente su nivel de actuación y sus competencias. Estas no deberían superar la medición del tiempo presente y la lectura y presentación, antes sus unidades, de la información contenida en los productos suministrados por AEMET.

La integridad de la información y su dificultad de transmisión es una de las razones que justifican la necesidad del asesoramiento directo por un meteorólogo, sobre todo en aquellos niveles de operación en que la información meteorológica va a ser relevante.

Por ello, la información meteorológica no debería integrarse en ninguna sección, aunque tanto inteligencia como operaciones o planes la requieran para el desempeño de sus misiones.

Debería estar a nivel de asesoramiento, para evitar que la información se pueda ir desvirtuando en los pasos intermedios de la cadena de mando, especialmente en la comunicación de la incertidumbre en la predicción. Así los meteorólogos, en aquellos niveles de operación en los que la información meteorológica sea decisiva, podrían formar parte, junto con los asesores legales, políticos y de género, del grupo de asesores del mando (*advisers*), sin estar incluidos en ninguna de las secciones del Estado Mayor.

En la situación actual, en muchas ocasiones, mientras que los meteorólogos asesoran a las unidades en sus misiones, es el personal militar, habitualmente de la sección de inteligencia, con unos conocimientos básicos de meteorología, el que asesora al mando a nivel operacional y táctico.

Necesidades de los distintos niveles operacionales

De acuerdo a las posibilidades y limitaciones de las predicciones meteorológicas, estableceremos qué tipo de apoyo meteorológico sería el más adecuado en los distintos niveles operacionales.

Estudiaremos también en qué situaciones se podría considerar suficiente el suministro de productos automáticos y semiautomáticos, argumentando cuándo debería ser necesaria la presencia de un meteorólogo como asesor.

Nivel de planeamiento (estratégico)

Es evidente la importancia de la meteorología a este nivel, que va a necesitar distintos horizontes de predicción, en algunos casos de muy largo plazo.

En este nivel, y si el planeamiento es a largo plazo, el conocimiento de la climatología tendrá un papel importante. La climatología recoge los valores esperados de algunas variables meteorológicas, obtenidos estadísticamente, para una determinada área, en un determinado momento del año.

Junto con estos conocimientos, sería recomendable utilizar los nuevos modelos de predicción mensual y estacional, en continuo desarrollo. Estos modelos van a aportar las anomalías que pueden esperarse sobre los valores que señala la climatología para estas variables meteorológicas.

Estas tres herramientas, utilizadas conjuntamente, nos permitirán conocer el estado que puede esperarse de la atmosfera para un futuro más lejano que el horizonte temporal actual de los otros modelos, que es de quince días, mostrándonos la probabilidad de que la situación meteorológica sea mejor o peor que la que se podría esperar teniendo en cuenta solo la climatología.

Es necesario, a este nivel, contar con el asesoramiento de un meteorólogo experto, que conozca todas las posibilidades y recursos que el desarrollo de la ciencia meteorológica tiene para su predicción.

Nivel operacional

En este caso la información meteorológica será relevante en el *briefing* de decisión, tanto para la gestión operativa del riesgo (*operation risk management*) como para la coordinación de la campaña, de acuerdo con las condiciones meteorológicas esperadas.

Lo más adecuado sería focalizarse en los límites que pueden hacer difícil, y en algún caso imposible, realizar alguna misión militar. Estamos hablando de aquellos límites que tienen un impacto impreciso o desfavorable sobre ellas. Lo que Defensa demanda no es conocer cuál es la situación de la atmosfera ni su evolución, sino qué impacto tendrá esta en el presente y futuro sobre las operaciones.

El apoyo meteorológico en este nivel debería ser lo más preciso y concreto posible, teniendo en cuenta la información, especialmente en los casos en que sea esperable traspasar estos umbrales.

Aunque es necesario definir estos límites para elaborar los productos automáticos, no hay que olvidar que los límites pueden variar en función del beneficio-riesgo, con lo cual estos productos, o bien no serán útiles, o bien tendrán que elaborarse mediante herramientas que permitan su modificación por el meteorólogo. Por otra parte, la cantidad de elementos meteorológicos a tener en cuenta en este tipo de productos para las operaciones aéreas, hacen muy difícil, si no imposible, su elaboración automática.

La matriz de impacto, elaborada por el meteorólogo a partir de los múltiples recursos a su alcance, no podrá reflejar por sí sola la indeterminación de la predicción debido a la naturaleza caótica de la atmósfera. Por otra parte, en algunos casos una situación meteorológica adversa podría llegar a convertirse en favorable, cuestión difícil de definir a priori.

El apoyo meteorológico a este nivel debería ser siempre realizado por personal de AEMET con las credenciales personales de seguridad necesarias, dotando a las oficinas meteorológicas de sistemas seguros para la transmisión de los productos y la información que se requieran.

Especialmente en aquellos casos en los que se prevea la posibilidad de que estos límites puedan ser traspasados, sería igualmente recomendable el asesoramiento directo al mando, que permitiría, además, trasladar a este el grado de incertidumbre de la predicción.

Teniendo en cuenta los grandes avances en las comunicaciones, que ya son una realidad, y los que pueden preverse en el futuro, cabe esperar que estos permitan dirigir las operaciones desde grandes distancias. Por lo que no parece que para realizar este asesoramiento meteorológico vaya a ser necesario desplazar un meteorólogo a la zona de operaciones.

Así, en este caso, el apoyo meteorológico no debería estar encuadrado dentro de ninguna sección, sino formando parte del grupo de asesores directos, sin perjuicio de que se apoye a cualquier sección en sus necesidades

Nivel táctico

Este nivel va a tener en cuenta los objetivos, por lo que, dada su importancia, requiere un asesoramiento meteorológico personal de calidad al oficial con el mando táctico en el *briefing* de decisión, para la gestión operativa de riesgo. Esta información le ayudará a decidir si la operación sigue o no adelante, y a establecer cómo y con qué medios se va a realizar.

En este caso, el meteorólogo debería actuar también en calidad de asesor, sin estar incluido en ninguna sección. La información sería similar a la presentada en el nivel operacional con una matriz de impacto, referida únicamente a los medios y el área de esa operación. El meteorólogo transmitiría las incertidumbres y limitaciones de dicha matriz de impacto y aportaría aquellos datos necesarios para realizar la misión y determinar las condiciones más favorables para hacerlo.

Nivel de misión

La información meteorológica es también necesaria para la realización efectiva de las distintas misiones. Sin embargo, ya hemos visto que la predicción meteorológica en el muy corto y corto plazo, que es el reque-

rido para el planeamiento de una misión, presenta pocas incertidumbres. Esta puede ser reflejada de forma bastante satisfactoria en un producto que, en algunos casos, podrá ser automático, y en otros, cuando la información que se requiera sea más compleja, en un producto semiautomático elaborado en AEMET.

Dada la dificultad que tiene desplegar en zona de operaciones a un meteorólogo civil, y la imposibilidad para AEMET (especialmente en estos momentos de reducción de personal) de poner a disposición de Defensa los meteorólogos que serían necesarios para atender este nivel, es aquí donde el concepto de *militar con conocimientos meteorológicos básicos* sería imprescindible. Este militar debería ser capaz, por un lado, de medir las condiciones meteorológicas del tiempo presente y, por otro, de entender e interpretar, que no cambiar, la información contenida en los productos recibidos desde AEMET y presentarla.

Por último, cabe recordar que AEMET participa en la estructura METOC de la OTAN a través del Ministerio de Defensa. Actúa como Host Nation o Lider Nation en temas de meteorología cuando se nos requiere y pone a su disposición los productos que nos solicitan.

No obstante, sería necesario establecer unos conductos de comunicación más rápidos y flexibles con Defensa, lo que nos permitiría una colaboración más estrecha con la estructura METOC de la OTAN.

Conclusiones

En los últimos años, como consecuencia de los avances informáticos y de comunicaciones, la ciencia meteorológica ha tenido un importante desarrollo. Este desarrollo se traduce en la capacidad de hacer predicciones más efectivas en un mayor horizonte de predicción, hasta llegar a las predicciones mensuales y estacionales.

No obstante, como consecuencia de la complejidad de la atmosfera y de su comportamiento como sistema caótico, la predicción meteorológica siempre va a presentar un grado de incertidumbre, que puede ser conocido por el meteorólogo.

Esta incertidumbre, que aumenta con el horizonte de predicción, ha de tenerse en cuenta especialmente en los *briefings* de decisión y en la gestión de riesgos, lo que se traduce en la necesidad de que un meteorólogo asesore al mando.

La estructura con la que AEMET apoya a Defensa no ha sufrido ninguna reforma desde el año 1988, y eso a pesar de los profundos cambios que han experimentado tanto nuestras Fuerzas Armadas como la meteorología.

En un momento donde se prevé una reducción de personal en todo el ámbito de la Administración del Estado, para AEMET es imposible dotar de personal todos los niveles de operación.

Sería recomendable plantear algunos cambios en la estructura del apoyo meteorológico y en su forma de integración en Defensa, que recoja las siguientes necesidades:

1. Que en la estructura haya meteorólogos, con las credenciales de seguridad necesarias, para asesorar directamente al mando en los niveles operacional y táctico en la gestión operativa del riesgo.
2. Incluir este apoyo meteorológico prestado por AEMET en los niveles operacional y táctico, con meteorólogos como asesores del mando, sin estar incluido en ninguna de las secciones del Estado Mayor. Este asesoramiento podría realizarse, en algunos casos, aprovechando los avances en las comunicaciones, a través de videoconferencia.
3. El compromiso de AEMET de elaborar, para atender los requerimientos de Defensa, los productos automáticos o semiautomáticos que se requieran para la realización de las distintas misiones y que van a ser transmitidos a través de conductos con mayor o menor nivel de seguridad.
4. La formación de personal militar capaz de medir el estado presente de la atmosfera y de entender y presentar, a nivel de misión, la información recibida desde AEMET.
5. Dotar de nuevos sistemas, con más capacidad que la página meteorológica en la intranet de Defensa, para que el personal de las Fuerzas Armadas tenga disponibles un mayor número de productos.

La percepción de las Fuerzas Armadas del apoyo meteorológico a las operaciones

Luis Fernando Ruano Ramos

Capítulo tercero

Este trabajo se basa, fundamentalmente, en una encuesta realizada a profesores y alumnos de la Escuela Superior de las Fuerzas Armadas. Su objetivo es determinar cuál es la percepción del personal de las Fuerzas Armadas sobre el apoyo meteorológico que estas reciben. Se considera una muestra de calidad, dado el potencial profesional de los encuestados.

La encuesta consta tan solo de seis preguntas en las que los encuestados han tenido que responder entre cinco opciones (Sin comentarios / Ninguna / Poca / Relativa / Mucha). Como el lector podrá comprobar, las opciones son lo suficiente ambiguas como para reducir las diferentes respuestas a una opción favorable, positiva o afirmativa (Mucha) y otra contraria (las demás opciones); de esta forma se establece un criterio para interpretar las respuestas por el que poder afirmar que solo se considera una buena percepción la respuesta favorable. Las seis preguntas han sido las siguientes:

- Basándose en su experiencia, ¿cuál es la necesidad de la información meteorológica en las operaciones?
- ¿Conoce el apoyo meteorológico que puede proporcionar AEMET al Ministerio de Defensa?
- ¿Cómo consideraría la utilidad del apoyo prestado por AEMET?
- Considera que la facilidad para acceder a la información meteorológica que necesita es...

- ¿Considera suficiente la información meteorológica a la que tiene acceso?
- ¿Resultaría conveniente información meteorológica de carácter específicamente militar?

A partir del estudio de las encuestas se podrá obtener una valoración de la percepción existente del apoyo meteorológico y estudiar las acciones que se deben realizar para aumentar la calidad del apoyo meteorológico y de la percepción que los componentes de las Fuerzas Armadas tienen del mismo. Este artículo se desarrollará partiendo de la hipótesis de que el apoyo es correcto y hay que mejorar la percepción de las capacidades que este ofrece y el conocimiento del mismo.

Necesidad del apoyo meteorológico

El resultado de la primera pregunta de la encuesta es el que muestra la siguiente tabla:

Basándose en su experiencia, ¿cuál es la necesidad de la información meteorológica en las operaciones?				
	Ejército de Tierra	Armada	Ejército del Aire	Total encuestados
Mucha	75,93%	95,65%	93,10%	84,91%
Relativa	22,22%	4,35%	6,90%	14,15%
Poca	1,85%			0,94%
Ninguna				
Sin comentarios				

Podemos comprobar que un gran porcentaje de los encuestados reconocen la importancia del apoyo meteorológico para llevar a cabo las operaciones. Este responde a una necesidad de saber del mando en el ejercicio de la toma de decisiones. La meteorología ha llegado a ser un factor decisivo en las operaciones, hay numerosos ejemplos a lo largo de la historia de los que citaremos dos: el desastre de la Armada Invencible y el hecho de que una mala meteorología el día D podía obligar a posponer el desembarco de Normandía casi tres meses. Aunque la historia también ofrece ejemplos de saber aprovechar la meteorología adversa para compensar las deficiencias; por ejemplo, los alemanes se beneficiaron del mal tiempo para llevar a cabo la ofensiva de las Ardenas y así compensar la superioridad aérea aliada.

Está claro que la meteorología afecta a todos los que intervienen en una operación; por esta razón no es un factor determinante para iniciar o no cualquier operación, misión o actividad. Esta es una decisión que siempre

va a depender del mando, de su buen juicio dependerá el éxito o el fracaso de una misión. La historia recoge más ejemplos de estas decisiones: en 1805, Villeneuve decidió hacerse a la mar, a pesar del aviso de que los barómetros estaban bajando, como señala Pérez Galdós en el primero de los Episodios nacionales, *Trafalgar*.

Con los anteriores ejemplos se pretende significar que el apoyo meteorológico no debe ser más que un factor entre muchos a tener en cuenta cuando hay que tomar una decisión. Así ha sido en el pasado y, muy posiblemente, así siga siendo en el futuro. El éxito o el fracaso de una operación no dependerá tanto de la meteorología como de otros factores que también resultan permanentes: la habilidad del mando, la preparación de la fuerza y la calidad del material utilizado seguirán siendo decisivos.

En España había un cuerpo militar de meteorología, al menos en el Ejército del Aire, por lo que el apoyo meteorológico era una actividad más de las Fuerzas Armadas. Actualmente este apoyo es prestado por personal de la AEMET que trabaja en unidades, centros y organismos del Ministerio de Defensa para prestar el apoyo meteorológico necesario. Este apoyo se contempla en España en el documento PDC-3.11.1 *Manual de apoyo meteorológico a las Fuerzas Armadas*, sancionado en abril de 2008, al que recurriremos a lo largo del trabajo.

Otra cuestión que se debe plantear es si deben resultar aceptables los porcentajes de los que consideran que la necesidad del apoyo meteorológico es relativa (14,15%) o poca (0,94%), un porcentaje que aumenta significativamente entre los miembros del Ejército de Tierra. Aunque podamos afirmar que la meteorología puede originar bajas y accidentes cuando nos referimos a los medios naval y aéreo, no pensamos que lo mismo pueda pasar en el medio terrestre. Indudablemente, una fuerza terrestre bien equipada es casi independiente de la climatología, pero no ocurre lo mismo con su operatividad; el barro fue el más temido de los generales rusos. En nuestra opinión, especialmente cuando hablamos de las operaciones terrestres, un informe meteorológico descriptivo (por ejemplo, un METAR) prácticamente carece de valor. Sin embargo, cuando el apoyo meteorológico es predictivo (por ejemplo, una alerta de calor), permitirá adoptar las medidas necesarias para que una fuerza no resulte afectada.

En ocasiones no se es consciente de que mucho del apoyo meteorológico proviene de muchas fuentes. Las alertas meteorológicas se emiten por radio y televisión, y de la misma forma que gran parte del público ignora qué medidas adoptar, muchos militares tampoco lo saben y, lo que es peor, no son conscientes de que se debe dar una guía de actuación a sus subordinados. En este caso solo se hace referencia a una simple alerta, cotidiana y predictiva, que, en la mayor parte del personal que la recibe, se queda en un aviso, sin que se proceda a tomar ninguna medida. En este caso el apoyo meteorológico es obviado. Es posible comprobar, tras

este ejemplo, que el porcentaje de aquellos que consideran que la necesidad del apoyo meteorológico no es mucha resulta hasta reducido.

Podemos comprobar que, independientemente de que el apoyo meteorológico sea considerado necesario o no, también es necesario saber qué se ha de hacer con el mismo; tener en cuenta que la utilidad del apoyo meteorológico es múltiple en paz, crisis o conflicto.

También se contempla la descripción del apoyo meteorológico fuera de nuestras fronteras, las fuerzas armadas estadounidenses utilizan el documento *JP 3-59 Meteorological and Oceanographic Operations*, de 7 de diciembre de 2012. Esta publicación establece la doctrina conjunta del planeamiento de las actividades meteorológicas y oceanográficas en apoyo de las operaciones conjuntas a lo largo de todo el espectro de las operaciones militares.

Comentario de un encuestado: «En el conocimiento del entorno marítimo se torna fundamental el conocimiento de la situación meteo y su evolución en el corto y medio plazo, debido al gran impacto que tienen sobre las operaciones en el mar». Pese a este reconocimiento, también se considera de aplicación el refrán «Solo nos acordamos de Santa Bárbara cuando truena». Solo se cuenta con el apoyo meteorológico cuando la meteorología resulta ser un factor crítico, un elemento tan decisivo que supone el lanzamiento o no de una operación. En este sentido, también hay que tener en cuenta al apoyo meteorológico como un elemento de ayuda a la prevención (considerar las alertas meteorológicas), al planeamiento (momento y lugar idóneos) y, por supuesto, a la decisión.

Apoyo meteorológico que puede proporcionar AEMET al Ministerio de Defensa

El resultado de la segunda pregunta de la encuesta es el que muestra la siguiente tabla:

¿Conoce el apoyo meteorológico que puede proporcionar AEMET al Ministerio de Defensa?				
	Ejército de Tierra	Armada	Ejército del Aire	Total encuestados
Mucha	14,81%	30,43%	34,48%	23,58%
Relativa	35,19%	39,13%	34,48%	35,85%
Poca	31,48%	17,39%	24,14%	26,42%
Ninguna	20,37%	4,35%	6,90%	13,21%
Sin comentarios		8,70%		1,89%

En esta ocasión, el resultado es contundente. Si en el caso anterior un alto porcentaje reconocía el valor de la necesidad del apoyo meteorológico, la valoración que merece el apoyo de AEMET, el antiguo Instituto Nacional de Meteorología (INM), es más bien discreta. Sin embargo, las actividades de AEMET¹ dejan en evidencia que su apoyo trasciende al que presta al Ministerio de Defensa; es un apoyo a todas las estructuras del Estado y las comunidades autónomas.

El apoyo de AEMET a las Fuerzas Armadas se establece en el documento anteriormente mencionado, PDC-3.11.1 *Manual de apoyo meteorológico a las Fuerzas Armadas*. Haciendo honor a la verdad, todo servicio que se presta a otro servicio u órgano civil, se presta a las Fuerzas Armadas. Por eso hay que atribuir al desconocimiento de este documento los resultados obtenidos. Esto obliga a plantearse nuevas cuestiones.

La primera de ellas es si se está explotando todo el apoyo que AEMET puede ofrecer o si, por el contrario, la rutina también es parte del apoyo meteorológico. Esta rutina no tiene por qué ir en detrimento de la operatividad, no es mala si no se encasilla, pero sí lo es cuando no se plantean nuevas dudas o no se consideran las predicciones. Sí podemos encontrar

¹ Las actividades son las siguientes:

- Emisión de avisos y predicciones de fenómenos meteorológicos que puedan afectar a la seguridad de las personas y a los bienes materiales.
- Elaboración, suministro y difusión de informaciones meteorológicas y predicciones de interés general en el ámbito nacional.
- Servicios meteorológicos de apoyo a la navegación aérea y marítima necesarios para la seguridad, regularidad y eficiencia del tránsito aéreo y la seguridad del tráfico marítimo.
- Suministro de información meteorológica necesaria para la defensa nacional.
- Vigilancia de las condiciones meteorológicas, climáticas y de la estructura y composición física y química de la atmósfera sobre el territorio nacional.
- Mantenimiento y actualización del registro histórico de datos meteorológicos y climatológicos.
- Realización de estudios e investigaciones en los campos de las ciencias atmosféricas y desarrollo de técnicas y aplicaciones necesarias para la mejora de nuestros servicios.
- Elaboración y actualización de los escenarios de cambio climático.
- Representación del Estado en los organismos nacionales, supranacionales e intergubernamentales relacionados con la observación, la predicción meteorológica y el estudio y modelización del clima y su evolución.
- Contribución a la planificación y ejecución de la política del Estado en materia de cooperación internacional al desarrollo en materia de meteorología y climatología.
- Asesoramiento y servicios meteorológicos y climatológicos adaptados a los requerimientos específicos de distintos sectores de actividad.
- Actividades en materia de formación, documentación y comunicación en materia meteorológica y climatológica.

Información obtenida de la página web de AEMET el día 18 de mayo de 2014. Recuperado de internet de: <http://www.aemet.es/es/quienes_somos/funciones>.

un punto débil cuando el manual establece que «A las Unidades desplegadas se les prestará el apoyo meteorológico en la forma que se acuerde entre el Instituto Nacional de Meteorología (actualmente AEMET) y el Estado Mayor de la Defensa (EMAD)»². Por el hecho de que el EMAD acuerde el apoyo para una unidad desplegada que posiblemente sea relevada a lo largo del desarrollo de la operación, se corre el riesgo de que el acuerdo sea demasiado genérico por estar las futuras unidades participantes muy lejos, orgánicamente, del EMAD.

La Alianza Atlántica, a su vez, define el apoyo meteorológico en la publicación AJP-3.11 *Allied Doctrine for Meteorological and Oceanographic Support to Joint Forces*, de agosto de 2004, con el fin de abarcar la doctrina de apoyo meteorológico y oceanográfico (METOC) en todo el espectro de operaciones militares dentro y fuera del territorio de la OTAN. Esto significa también que las fuerzas españolas desplegadas pueden tener un apoyo alternativo al que pueda facilitar AEMET. No es la única publicación aliada, también la serie AWP se refiere al apoyo meteorológico y está introduciendo el concepto IMETOC (Integrated Meteorological and Oceanographic: Meteorología y Oceanografía Integrada). En la OTAN, este tipo de publicaciones son responsabilidad del Grupo de Trabajo Meteorológico y Oceanográfico del Comité Militar –MCWG (METOC)–, que proporciona asesoramiento doctrinal y procedimental al Comité Militar y a la Estructura de Fuerza de la OTAN con los expertos que lo componen; también está subordinado al Panel de Normalización Conjunta del Comité Militar (Military Committee Joint Standardization Board, MCJSB), que le ha delegado la autoridad para tratar sobre los temas de normalización meteorológica para las operaciones; su función es desarrollar, coordinar y avanzar en la normalización e interoperabilidad de la información y servicios meteorológicos y oceanográficos con la meta de mejorar la efectividad de las fuerzas de la OTAN.

A su vez, los Ejércitos y la Armada han elaborado su propia documentación, en la que definen el apoyo meteorológico que consideran necesario para llevar a cabo sus actividades. A continuación se citan, a modo de ejemplo, algunos documentos.

El documento que se puede considerar origen del apoyo meteorológico a las Fuerzas Armadas es el *Acuerdo marco de relaciones Instituto Nacional de Meteorología-Defensa entre la Secretaría de Estado para las políticas del Agua y el Medio Ambiente (MOPT) y el Estado Mayor de la Defensa (MD)*, de 10 de marzo de 1993 y actualmente en vigor. En el artículo 2 de este acuerdo se señala que «El apoyo meteorológico a las Fuerzas Armadas será prestado por el Instituto Nacional de Meteorología (INM) a través de Oficinas Meteorológicas de Defensa (OMD) ubicadas en Cuarteles Ge-

² PDC-3.11.1 *Manual de apoyo meteorológico a las Fuerzas Armadas*, capítulo 3 «Conceptos: requerimientos operativos meteorológicos», pág. 9.

nerales, Bases, Aeródromos, Helipuertos y Centros de Enseñanza, y por medio del Centro de Predicción y Vigilancia de Defensa (CPVD), adscrito al Estado Mayor de la Defensa (EMAD), a aquellas Unidades, Centros u Organismos de los tres Ejércitos que lo requieran». Más tarde, en el artículo 18 se señala que «Los procedimientos operativos y tipos de apoyo a prestar se regularán mediante un Manual de apoyo meteorológico a las Fuerzas Armadas que se revisará y actualizará, en su caso, periódicamente a propuesta de la Comisión Permanente INM-Defensa». De este artículo es posible deducir que el manual es un documento vivo en el que se pueden y deben reflejar las necesidades que plantean las operaciones e incorporar, en los apoyos recibidos, las nuevas tecnologías meteorológicas.

Derivado de este acuerdo podemos considerar el *Manual de apoyo meteorológico a las Fuerzas Armadas* actualmente en vigor, pero también podemos considerar derivados del acuerdo, y no del manual, otros documentos de carácter específico, como puede ser el *Acuerdo específico de colaboración entre el Ministerio de Defensa / Ejército del Aire y la Agencia Estatal de Meteorología sobre servicios, información y datos de carácter meteorológico que dicha agencia debe suministrar al Ejército del Aire para la provisión de servicios de tránsito aéreo que presta a la aviación civil (bases abiertas al tráfico civil o de utilización conjunta) y los servicios de búsqueda y salvamento en el marco del cielo único europeo*, en vigor desde el 10 de diciembre de 2011 hasta el 9 de diciembre de 2016, aunque es prorrogable. Este acuerdo se refiere fundamentalmente a las actividades de servicios aeronáuticos y de control del tránsito que debe prestar el Ejército del Aire en apoyo a las operaciones de aeronaves no militares que pueden utilizar las bases aéreas como aeropuertos o aeródromos.

Otros documentos se han elaborado independientemente del acuerdo y del manual, como la publicación doctrinal PD4.410 *Inteligencia y reconocimiento de Ingenieros*, de 16 de febrero de 2012, en el que se plantean las necesidades de apoyo meteorológico que puedan tener los ingenieros. En el Ejército de Tierra la meteorología se contempla dentro de las diferentes publicaciones, sin que haya un documento específico centrado en el apoyo meteorológico necesario para el Ejército de Tierra.

No obstante, el Ejército de Tierra mantiene, y sigue resultando válido, el documento relacionado con la meteorología más antiguo en vigor, del año 1976, anterior al acuerdo marco, que es la publicación M-3-3-7 *Manual de tablas de meteorología para la artillería*, que contiene las tablas y gráficos que se emplean en el cálculo de boletines meteorológicos artilleros, incluidos los boletines para todos los tipos de cañones y cohetes, los boletines para la localización por el sonido y los boletines para precipitación radiactiva. También señala que «estas tablas y gráficos se aplican a todos los tipos de observación meteorológica: radio-sonda, radar, globo piloto y observación de superficie».

La Armada mantiene en vigor la instrucción permanente de operaciones (IPO) n.º 32, *Información meteorológica en la Armada*, de 28 de junio de 2000, derivada del *Manual de apoyo meteorológico a las Fuerzas Armadas*, pero de una versión anterior a la actual de abril de 2008, del que se extraen las necesidades de apoyo de la Armada.

De lo anteriormente dicho podemos afirmar que, aunque es posible encontrarla en la red de propósito general de Defensa (intranet), no hay una publicación que refleje claramente el apoyo meteorológico a las operaciones, y que la documentación relativa al tema se encuentra, en buena parte, dispersa, siendo en ocasiones incluso divergente. Por todo ello, resulta conveniente una revisión de la documentación existente para actualizarla y crear un cuerpo coherente, capaz de armonizar lo conjunto con lo específico, cuyo documento base sea un *Manual de apoyo meteorológico a las Fuerzas Armadas* actualizado y ampliado, que incluya un catálogo de la documentación relacionada con el apoyo meteorológico relacionado con cualquier actividad de las Fuerzas Armadas.

En el caso particular del PDC-3.11.1, resulta difícil acceder al documento³ (en general la serie PDC resulta de difícil acceso). Posiblemente esta sea una de las principales razones de que el apoyo que puede prestar AEMET sea poco conocido. La revisión y actualización de la documentación, en este caso, no es suficiente; también hay que facilitar el acceso a la misma, máxime cuando se trata de que el manual sea la piedra angular del apoyo meteorológico a las Fuerzas Armadas.

También existe la posibilidad de que las unidades cuenten con equipos que les provean, al menos parcialmente, de la información meteorológica necesaria para realizar alguna actividad. No resulta extraño que los paracaidistas puedan leer la dirección y velocidad del viento, información básica para un lanzamiento, o que un buque pueda tener la información relativa al viento, las corrientes marinas y la presión del aire, información básica pero necesaria.

Comentario de un encuestado: «Las posibilidades de apoyo meteorológico en las Fuerzas Armadas no son muy conocidas, salvo en el caso de ciertas unidades, como paracaidistas o NBQ; quizás sería conveniente un esfuerzo divulgativo». Lo que nos lleva a ahondar en lo que ya se ha comentado: el mayor problema en el apoyo meteorológico que reciben las Fuerzas Armadas es, fundamentalmente, de conocimiento. No hay una idea clara de saber cuál es, dónde encontrarlo y cómo solicitar asesora-

³ Puede encontrarse en intranet en la siguiente dirección: http://www.oc.mdef.es/meteorologia/documentos/publicaciones/nacionales/PDC_203.11.1_Apoyo_METEO_a_las_FAS.pdf.

miento. Es esta falta de conocimiento por parte del personal de las Fuerzas Armadas lo que resta eficacia y eficiencia al apoyo meteorológico.

Otro comentario: «El Instituto Hidrográfico de la Marina coordina y proporciona información medioambiental, incluyendo hidrográfica batocelerimétrica con AEMET/NURC⁴ y medios propios. Se solicita para ejercicios/despliegues de buques. Se recibe una predicción diaria para la zona en la que se encuentra el buque». Este es otro punto de vista que resulta interesante: la información recibida es táctica, el usuario sabe a quién recurrir y qué puede obtener cuando se trata de una información muy especializada, pero que resulta (desde un punto de vista operacional) habitual.

Utilidad del apoyo prestado por AEMET

El resultado de la tercera pregunta de la encuesta es el que muestra la siguiente tabla:

¿Cómo consideraría la utilidad del apoyo prestado por AEMET?				
	Ejército de Tierra	Armada	Ejército del Aire	Total encuestados
Mucha	14,81%	34,78%	31,03%	23,58%
Relativa	35,19%	34,78%	34,48%	34,91%
Poca	20,37%	17,39%	17,24%	18,87%
Ninguna	7,41%		3,45%	4,72%
Sin comentarios	22,22%	21,74%	13,79%	19,81%

De nuevo la utilidad del apoyo recibido queda en entredicho, toda vez que, con respecto a la pregunta anterior, los porcentajes más negativos aumentan. También resulta conveniente comprobar qué apoyo meteorológico resulta útil. Los productos de AEMET están normalizados y se ajustan a los formatos establecidos y acordados; tanto para predicciones como para informar de la situación actual, dan la información que pueden dar, por lo tanto, ¿por qué no se ajustan a la utilidad deseada? Quizás deberíamos plantearnos qué pretendemos obtener de la información meteorológica. En muchos casos es posible confundir *utilidad* con *expectativas*, pero tanto la predicción como la descripción describen lo que hay y lo que se espera, ninguna de las dos tiene por qué ajustarse a lo deseado.

⁴ NURC: NATO Undersea Research Centre (Centro de Investigación Submarina de la OTAN).

Las predicciones meteorológicas se basan en tendencias y patrones, no solo en la mera observación. Cada una de ellas se asienta sobre un análisis detallado y en una infraestructura de equipos, comunicaciones y medios de observación que está muy lejos de la adivinación del futuro que pueda hacer una pitonisa. Pese a todo, las predicciones siempre se ajustan a unas descripciones que pueden resultar ambiguas, lo cual significa originar un grado de incertidumbre que aumenta con el plazo de la predicción. Aunque actualmente las predicciones a quince días se estiman acertadas, también pueden incorporar cierta imprecisión. No resulta cómodo dar luz verde a una misión, ejercicio u operación sabiendo que existe la probabilidad de que algo dé al traste con ella. Esta es, por supuesto, una percepción; no es que el apoyo meteorológico haya resultado inútil, pero ha influido en la cancelación de una actividad.

Por otra parte, también hay que plantearse la facilidad de interpretación de cierta documentación técnica que pueda tener el usuario, después de todo, lo que no se entiende no resulta útil.

A lo anteriormente dicho hay que unir las circunstancias en cuanto al acceso a la información (que se tratarán en el próximo apartado) y el asesoramiento que se puede dar al usuario de dicha información, asesoramiento que no siempre resulta posible. De la misma forma que anteriormente se señaló que la rutina no era mala si se generaban nuevas necesidades de apoyo o información, en este caso la ausencia de respuestas a las cuestiones que pueda generar, puede ser una causa de la percepción de poca utilidad del apoyo suministrado, que puede resultar escaso.

Esta reflexión nos arrastra a un nuevo planteamiento: ¿hasta qué nivel de mando se puede contar con asesoramiento? En el Ejército del Aire parece claro: cada base aérea cuenta con una sección de meteorología, no desplegable. Es una norma muy general y, por ende, aventurada y no trasladable a los otros dos Ejércitos. No obstante, es necesario plantearse la necesidad de este asesoramiento y cubrirla. Esto se puede conseguir formando al personal de las unidades, sobre todo para dar la información descriptiva e interpretativa. Podría resultar más complicado que el personal militar pudiese realizar predicciones, ya que ello exigiría una especialización muy determinada y un periodo de formación extenso.

Otra solución es satisfacer este asesoramiento a distancia, siendo necesario garantizar el enlace entre el usuario y el asesor, una opción que en ocasiones puede resultar sencilla de cumplimentar, mientras que en otras puede ser harto difícil.

Comentario de un encuestado: «Si bien la información disponible puede ser de utilidad para el planeamiento y conducción con carácter general, sería más conveniente contar con información más detallada para el planeamiento por especialidades (defensa aérea, artillería de campaña),

como sucede con la información meteorológica disponible en los principales CENAD⁵». El encuestado da dos ejemplos muy claros: encontramos un centro meteorológico dedicado al apoyo de un centro y las actividades que se desarrollan en él, de nuevo se llega a la conclusión de que es una información que entra dentro de la rutina y muy especializada, podría decirse que es valiosa para llevar a cabo actividades, aunque pueda presentar lagunas cuando se trate de planeamiento operacional, en que se tiene que considerar más y diferentes medios y áreas más extensas.

Facilidad para acceder a la información meteorológica

El resultado de la cuarta pregunta de la encuesta es el que muestra la siguiente tabla:

Considera que la facilidad para acceder a la información meteorológica que necesita es...				
	Ejército de Tierra	Armada	Ejército del Aire	Total encuestados
Mucha	12,96%	39,13%	31,03%	23,58%
Relativa	40,74%	52,17%	48,28%	45,28%
Poca	24,07%	4,35%	17,24%	17,92%
Ninguna	9,26%		3,45%	5,66%
Sin comentarios	5,56%	4,35%	3,45%	4,72%

De nuevo la percepción, en esta ocasión de la accesibilidad a la información meteorológica, resulta ser muy discreta. En realidad se puede acceder a información meteorológica general, terrestre, marítima y aeronáutica a través de la red de propósito general del Ministerio de Defensa (intranet: <<http://www.oc.mdef.es/meteorologia/pages/index.jsp>>). Pero a pesar de esta relativa facilidad de acceso, hay que plantearse si esta información, independientemente de su utilidad, llega a todo aquel que la necesita. Intranet, indudablemente, es una facilidad para el acceso a la información desde un puesto estático y con enlace; el problema se presenta en el acceso desde el terreno, agravado por la necesidad de mantener la información actualizada. En este caso, la conexión presenta varios problemas: un ancho de banda limitado, tener la cobertura adecuada y, como ya se ha señalado anteriormente, la posibilidad de aseso- rar al usuario. En consecuencia, se hace necesario incorporar a la NEC (Network Enable Capability) la información meteorológica.

⁵ CENAD: Centro Nacional de Adiestramiento.

Este problema de accesibilidad obliga, en más ocasiones de las deseables, a consultar internet. Paradójicamente, el usuario concede más crédito a la información obtenida por este método, más ambigua, imprecisa y genérica, que a la obtenida por intranet, pero más fácil de comprender. No hay que dudar que, en este caso, internet representa el último recurso, necesario en ocasiones, pero insuficiente en la mayoría de los casos.

El problema descrito suele darse, fundamentalmente, en operaciones terrestres. La información meteorológica forma parte de los servicios aeronáuticos, y en el medio aéreo suele funcionar de una manera bastante ágil, gracias a la relativa facilidad de las comunicaciones; otro problema se origina ante la necesidad de suministrar estas comunicaciones cuando se sobrevuela territorio hostil, pues en este caso es necesario recopilar toda la información disponible. En el entorno marítimo, el acceso a la información depende del ancho de banda que se pueda dedicar al enlace meteorológico; no obstante, los buques pueden ir equipados con los elementos necesarios para dar una información meteorológica y oceanográfica básica.

De la misma forma que anteriormente se planteaba a qué nivel se debe contar con asesoramiento, es necesario establecer para cada operación el nivel de usuario, es decir, quién debe tener acceso a la información meteorológica en el desarrollo de las operaciones. No se trata de negar la información al que la solicita, sino de filtrar el acceso en determinados casos, para garantizar que la información le llega al que le debe llegar.

Un nuevo problema que se origina es si la información meteorológica debe o no estar clasificada. El *Manual de apoyo meteorológico a las Fuerzas Armadas* lo trata en el apartado 5, «Clasificación de Seguridad de la Información Meteorológica», en el que se llega a la conclusión de que se deberá clasificar cuando su difusión pueda dar indicios de las intenciones, objetivos o propósito de una actividad. Resulta evidente que la situación o previsión meteorológica de un lugar determinado no es un secreto, pero la discreción es un imperativo si en el contexto de la actividad es necesario que no se establezca la relación entre el lugar y la actividad que se vaya a desarrollar.

Comentario de un encuestado: «En mi puesto no necesito información meteorológica de carácter militar, por lo tanto la que necesito la saco de internet. Aun así, considero de gran importancia disponer de información meteorológica específica militar en operaciones reales». De este comentario es posible extraer dos consecuencias: se considera que la información meteorológica para atender necesidades personales (plan de fin de semana...) es más fácil de acceder y suficiente si se extrae de internet; la otra consecuencia es que el apoyo meteorológico solo es necesario para realizar actividades tácticas, pero no para realizar trabajos de un cuartel general, como podría ser el planeamiento. En este sentido, sería reco-

mendable profundizar en el diseño de los planes, contemplando, además de la climatología, las limitaciones que pueda imponer la meteorología. Indudablemente, establecer estas limitaciones obligará a mejorar los planes para garantizar su ejecución o, cuanto menos, prever la evolución meteorológica dentro de los acontecimientos y acciones alternativas que puedan atenuar el impacto meteorológico.

Suficiencia de la información meteorológica

El resultado de la quinta pregunta de la encuesta es el que muestra la siguiente tabla:

¿Considera suficiente la información meteorológica a la que tiene acceso?				
	Ejército de Tierra	Armada	Ejército del Aire	Total encuestados
Mucha	12,96%		27,59%	14,15%
Relativa	40,74%	65,22%	41,38%	46,23%
Poca	33,33%	26,09%	31,03%	31,13%
Ninguna	11,11%			5,66%
Sin comentarios	3,70%	8,70%	3,45%	4,72%

De nuevo la percepción es negativa, en esta ocasión la de peor resultado, pero resulta difícil saber cuál es la información que falta. Se estima que, en parte, se repiten las circunstancias anteriormente mencionadas: asesoramiento y ambigüedad. Toda vez que antes se analizó la utilidad y se planteó la posibilidad de que una predicción pudiese generar nuevas preguntas, siempre que se generan cuestiones es porque la información suministrada no es suficiente, luego el resultado debería estar en consonancia con el de la utilidad.

Lo que sí es cierto es que en alguna ocasión pueden faltar datos que no se exponen en los informes meteorológicos, de la misma forma que existe la posibilidad de solicitarlos. Es posible considerar que la información puede ser insuficiente, pero también hay que tener en cuenta que la información suministrada se ajusta a un formato de informe que se puede considerar más o menos rígido, pero que impone la guía que se debe respetar. En este caso, añadir una información no señalada sería el equivalente de adivinar. Por todo ello, se hace necesario tener clara la información que hay que solicitar y que debe resultar útil y suficiente. Y reflejar esta en la actualización de la documentación. No se trata de constreñir, pero tampoco de que la improvisación llegue a ser una rutina.

La realidad es que AEMET proporciona un gran número de informes que se ajustan a un formato determinado; en teoría, todos ellos completan y satisfacen las necesidades de apoyo meteorológico de las Fuerzas Armadas. Pero también resulta frecuente recurrir a los servicios meteorológicos como un elemento de información especializada en una materia que no le es propia, aunque está relacionada con la información meteorológica; por ejemplo: es a un piloto a quien corresponde determinar en qué condiciones meteorológicas puede operar un avión, no a un meteorólogo. Es el piloto, y no el meteorólogo, el que debe conocer los límites y condiciones meteorológicas en que su avión puede ser operativo; al meteorólogo le corresponde informar de las condiciones y datos meteorológicos, no decidir si el avión puede o no operar en esas condiciones.

Es posible echar en falta algún dato, pero si este no es parte de un informe normalizado, no se va a recibir. Es necesario, por tanto, elaborar un formato de informe y elevarlo a la autoridad con competencia para actualizar el acuerdo. De nuevo encontramos que la base del problema es el no conocer bien las posibilidades de obtener este dato ni el procedimiento para solicitarlo.

Comentarios de los encuestados: «Después de doce años destinado en montaña, la utilidad de AEMET en zonas no urbanas es escasa. El boletín meteorológico cubre una zona muy amplia y no es sencillo concretar en un valle determinado (no ocurre así en agencias como la del valle de Arán). En el caso concreto militar, sería necesario ampliar a zonas más transitadas». No hay duda de que esta opinión está avalada por una profesionalidad fuera de toda duda y aporta una crítica constructiva. Se ha hecho mención a esta situación con anterioridad, resulta fácil proporcionar información meteorológica precisa de un área determinada, incluso puede resultar relativamente sencillo dar una previsión más o menos acertada de la misma, que será menos ambigua que la referida a un área mucho más grande. El caso que ha puesto como ejemplo, el valle de Arán, el mismo caso que un CENAD, es un área dedicada al deporte del esquí, en el que la información meteorológica resulta beneficiosa para el negocio y la seguridad de los deportistas; el coste que supondría una estructura meteorológica en un área muy extensa no sería compensado por el beneficio obtenido, especialmente cuando se trata de áreas poco transitadas. En este caso, es necesario incluir en los planes de entrenamiento el desenvolverse con la ambigüedad de estas previsiones meteorológicas y, por supuesto, saber en qué límites meteorológicos es posible desarrollar actividades.

Comentario de un encuestado: «La información es abundante y relativamente exacta, pero le falta la especificidad para el aire; por ejemplo, meteorología en el TGT, no solo en bases aéreas, que se puede conseguir de otras fuentes en internet, estudio de luminosidad nocturna en relación con las nubes, etc.». De nuevo es posible comprobar que algo que

se exige es la precisión en un área pequeña y determinada y el recurso a internet cuando los datos no son generales. En esta ocasión, cuando el encuestado se refiere a «especificidad para el aire», no se puede decir que en el Ejército del Aire (ni en las Fuerzas Armadas) no se suministre ni se tenga acceso a la información meteorológica aeronáutica. A través de AEMET se proporcionan todos los informes establecidos; si, en este caso, fuesen necesarios más datos, habría que solicitarlos. Si hay un problema añadido es el hecho de que en intranet, aunque muy exacta, la información meteorológica solo se refiere al ámbito nacional, cuando en la actualidad las misiones en el exterior siguen en aumento. No significa esto que no se pueda solicitar ni obtener información de otras bases o aeropuertos extranjeros, pero el acceso sencillo y cómodo que supone ser intranet no existe.

Conveniencia de información meteorológica de carácter específicamente militar

El resultado de la sexta y última pregunta de la encuesta es el que muestra la siguiente tabla:

¿Resultaría conveniente información meteorológica de carácter específicamente militar?				
	Ejército de Tierra	Armada	Ejército del Aire	Total encuestados
Mucha	66,67%	91,30%	51,72%	67,92%
Relativa	29,63%	8,70%	24,14%	23,58%
Poca	1,85%		13,79%	4,72%
Ninguna			3,45%	0,94%
Sin comentarios	1,85%		3,45%	1,89%

Ante esta cuestión, se detecta una percepción de necesidad de una información específica militar. El problema se origina porque, en realidad, los organismos civiles y militares comparten una información que es necesaria para operar. Hay datos que pueden ser decisivos para las operaciones militares pero, simplemente, no se pueden obtener. En otros casos, la precisión necesaria para un militar no se puede obtener y, por ello, no se puede proporcionar. Se puede saber la iluminación que va a haber en un área determinada, pero no la que habrá en un punto determinado que, además, puede estar bajo un árbol. Aunque todos los militares percibamos que es necesario un formato específico militar, siempre habrá que definirlo: ya sea un formato o una serie de formatos; de carácter conjunto

o específico; diversos formatos que se enfoquen en un formato terrestre, marítimo o aéreo... En realidad, se abren posibilidades para solicitar tanto informes para actividades militares como para actividades civiles, la diferencia puede radicar en que el informe militar necesite algún o algunos datos más.

Por esta razón, más que solicitar un informe específico militar, se trata de añadir a un informe estándar datos de carácter militar. Ello implica una revisión de los productos que ya proporciona AEMET, que son los siguientes⁶:

- METREP ALFA (mensaje básico sobre información y predicción general, incluyendo alertas meteorológicas).
- METREP BRAVO (mensaje específico orientado al planeamiento de operaciones y ejercicios).
- METREP CHARLIE (mensaje específico orientado a operaciones de desembarco aéreo, aeromóviles o paracaidistas).
- Mensaje NBQ BWR (sustituye al METREP DELTA) (mensaje específico sobre vientos en altura para caso de conflicto armado con riesgo de explosiones nucleares).
- Mensaje NBQ CDR (sustituye al METREP ECHO) (mensaje específico a efectos de defensa NBQ).
- Mensaje NBQ EDR (sustituye al METREP FOXTROT) (mensaje específico rutinario para la defensa NBQ).
- METREP GOLF (mensaje normalizado para calculador de artillería).
- METREP HOTEL (mensaje meteorológico balístico normalizado).
- METREP INDIA (mensaje normalizado para adquisición de objetivos).
- Boletín de sobrevuelo del Estrecho.
- Boletín meteorológico marítimo-costero.
- Boletín de predicción marítima de alta mar (DIANA).
- Boletín unificado de predicción para buques.
- Boletín para la prevención y lucha contra los incendios.
- METAR (observación ordinaria de aeródromo).
- SPECI (observación especial de aeródromo).
- SIGMET (aviso de condiciones meteorológicas adversas).
- TAF (pronóstico de aeródromo).
- GAMET (pronóstico de área para aviación a baja cota).
- AIRMET (aviso de condiciones meteorológicas adversas para aviación a baja cota).
- Rutas aeronáuticas.
- TEMP (observación ordinaria en altitud).
- WINTEM (pronóstico de viento y temperatura en altitud).

⁶ Manual de apoyo meteorológico a las Fuerzas Armadas. Capítulo 6: «Tipo de Información meteorológica», págs. 14, 15 y 16.

- MAFOR (pronóstico para la navegación marítima).
- WEAX (pronóstico de tiempo significativo).
- Boletín de pronóstico de rompientes.
- Mapas de superficie.
- Topografías isobáricas.
- Mapas de tiempo significativo.
- Mapa de viento y temperatura en altura.
- Mapas de oleaje.
- Mapa de temperatura de la superficie del mar (SST).
- Mapas de trayectorias, retrotrayectorias y difusión de contaminantes.
- Mapas de estelas de condensación.
- Imágenes de satélite.
- Imágenes de radar.
- Imágenes de descargas eléctricas (rayos).
- Imágenes combinadas.
- Informes climatológicos.

Este catálogo se puede considerar bastante completo, aunque también se debe admitir que quizá sea necesario algún dato más. No obstante, hay que tener claro que el dato que se solicite debe estar bien definido.

En ciertas ocasiones se considera información específica militar la previsión exacta en un lugar determinado (ya se ha indicado anteriormente) y en un momento preciso, olvidando que las previsiones se hacen para áreas determinadas y las descripciones exactas y precisas son para puntos concretos en los que se cuenta con los equipos de medición necesarios.

Lo que se pretende hacer notar es que, a fin de cuentas, los informes meteorológicos no cuentan otra cosa que lo que se ve y lo que se sabe, en ocasiones lo que se supone, pero no se puede pretender que se cuente o adivine lo que no se sabe.

Teniendo en cuenta estas premisas, siempre debe ser posible solicitar la información o el dato que se considere necesario. Algo que debería resultar fácil, pero que no siempre es así, pues aunque existe la posibilidad de solicitar la información meteorológica, el flujo de información no llega directamente al usuario (en los arsenales y cuarteles no resulta sencillo el acceso a una oficina meteorológica), lo que puede provocar retrasos si no se ha considerado esta necesidad en el planeamiento. Esto debería considerarse en la actualización del manual.

También hay que considerar que AEMET difunde informes normalizados, exigidos por agencias, organismos e instituciones nacionales e internacionales. Se emiten periódicamente con la frecuencia que señalan esos organismos. Tenemos entonces que la petición de informes específicamente militares debería ser realizada por el Estado Mayor de la Defensa,

estableciendo su periodicidad. La solicitud de un dato más quedaría sujeta a la disponibilidad del mismo en una oficina meteorológica. Esta circunstancia se agrava en el caso de operaciones multinacionales; AEMET podría ser la agencia encargada de suministrar el apoyo meteorológico en el caso de que España fuese la nación anfitriona o se comprometiese a prestarlo fuera de nuestras fronteras.

El caso de operaciones internacionales, hoy por hoy el escenario más probable para el futuro, requiere un apoyo distinto, ya que un informe específicamente militar debe ser aprobado por un cuartel general internacional y por las naciones. En este caso hay dos opciones: que la Fuerza cuente con el apoyo meteorológico y estructure el flujo de la información meteorológica, o que este apoyo meteorológico sea recibido como algo estrictamente nacional. Ambos casos exigirían el diseño del flujo de la información y una previsión de los productos que van a ser necesarios. Hay que recordar la función del ya mencionado MCWG (METOC) en la Agencia de Normalización de la OTAN (NSA): tratar sobre los temas de normalización meteorológica para las operaciones; su función es progresar, desarrollar y coordinar la normalización e interoperabilidad de la información y los servicios meteorológicos y oceanográficos con el objetivo de mejorar la efectividad de las fuerzas de la OTAN. La existencia de esta agencia indica que hay un sentimiento de que sí es necesario tener una información específicamente militar. No obstante, conviene hacer algunas consideraciones:

- La normalización en cuanto al apoyo y los servicios meteorológicos a las actividades, ya sean civiles o militares, marítimas, terrestres o aéreas, se ha alcanzado.
- Una operación debe ser concebida como una serie de actividades coordinadas que deben recibir un apoyo meteorológico diferente y que dependen de distintas condiciones meteorológicas. En este caso, cualquier fenómeno meteorológico es un factor que puede poner en dificultades la capacidad de coordinación.
- La información específica militar que parece ser necesaria es la que facilite esa coordinación de actividades, que considere a la fuerza como un todo y que informe de cómo resultará influenciada su capacidad por los fenómenos meteorológicos. Se está hablando de una información que facilite la ejecución y conducción de las operaciones.

Resulta necesario, por tanto, que España participe en este grupo de trabajo, o al menos se mantenga al día de lo que se hace en el mismo. Los procesos en la OTAN son lentos, pero marcan el camino a seguir, el futuro está ahí, y todo parece indicar que la mayoría de las operaciones militares en las que deba intervenir España se realizarán en este contexto, de forma que el futuro del apoyo meteorológico a las operaciones en España no debe estar muy alejado del futuro apoyo que se realice en el entorno

OTAN. Pero se trata de algo que, de momento, está por determinarse. El borrador del AWP-2(A) no contempla el apoyo meteorológico como algo continuo, sino como algo que debe ser consecuencia de la operación que debe realizarse, algo paralelo al planeamiento de la operación.

Comentario de un encuestado: «La información ofrecida por AEMET. Los GAMET y demás productos en general son buenos, pero existen ciertas áreas en las que se necesita una meteo específica para operaciones.

Existen herramientas que se nutren de la información meteorológica, como las que ayudan a las tomas de decisiones, de las que carecemos y resultan inexistentes (thermal crossover's⁷, etc.).

Para las operaciones, además de la meteorología clásica, empieza a ser esencial la climatología, e incluso salir del ámbito normal e ir al denominado Space WX (meteorología espacial), donde la influencia del mismo en las operaciones es habitualmente olvidado y tiene una amplia repercusión (calidad GPS, etc.).».

El encuestado deja un aviso: hay que mantenerse al día en cuanto a las posibilidades que se pueden ir desarrollando con respecto al apoyo meteorológico; no se trata de actualizar un documento, sino de investigar y tener en cuenta que es un apoyo para aquellas actividades que, como muchas de las militares, no son rutinarias. Esta es la clave: no se trata de lo específico de una operación o actividad, se trata de la rutina. Dentro de esta, el apoyo meteorológico, por ley general, siempre será el adecuado; fuera de la rutina, el apoyo deberá ser específico.

Conclusiones

Para el desarrollo de las conclusiones se recurrirá, como punto de partida, al comentario de un encuestado:

«Considero que la información meteorológica es fundamental para el planeamiento de las misiones aéreas.

A lo largo de mi vida operativa, siempre he recibido (en España) el consiguiente briefing meteorológico, echando un poco de menos información a nivel táctico.

No estoy en disposición de evaluar el apoyo de AEMET porque desconozco la relación entre los meteorólogos de las unidades y la agencia estatal. Nunca he recibido un briefing a este respecto.

⁷ Thermal Crossover: el fenómeno natural que ocurre normalmente dos veces al día cuando las condiciones de temperatura son tales que en las imágenes infrarrojas hay una pérdida de contraste entre dos objetos adyacentes (The natural phenomenon that normally occurs twice daily when temperature conditions are such that there is a loss of contrast between two adjacent objects on infrared imagery).

Sería conveniente explicar en unidades y cuarteles generales la estructura del apoyo meteorológico a las unidades y bases (no solamente por pertenecer a los grupos de apoyo)».

La meteorología es un factor más a tener en cuenta. Aunque se admite la importancia del apoyo meteorológico, solo se le da un valor cuando resulta determinante y es demasiado tarde para que resulte útil para el planeamiento de las operaciones. Generalmente, el apoyo meteorológico solo se utiliza para el planeamiento de actividades que se pueden considerar del nivel táctico. Este apoyo solo se considera necesario para el nivel táctico de las operaciones, considerando que un cuartel general no tiene gran necesidad del mismo. Esta idea impide considerar planes alternativos.

Se puede percibir desconocimiento, y en ocasiones un aparente desinterés, por parte de los componentes de las Fuerzas Armadas en todo lo relativo al apoyo meteorológico, desde los informes que facilita AEMET hasta la documentación y las publicaciones que lo regulan, pasando por su ubicación en la red de propósito general del Ministerio de Defensa.

En realidad, el apoyo meteorológico se centra en actividades militares, lo que significa que se limita al nivel táctico, pero no solo en España, pues se extiende en el ámbito OTAN. De esta forma, solo se contempla la rutina de las operaciones diarias, pero no hay un se ha establecido un apoyo meteorológico como parte de los planes de contingencia.

Es necesario, por no decir imperativo, garantizar el enlace entre el generador de la información y el usuario, de ahí la conveniencia de integrar el apoyo meteorológico en el concepto NEC (Network Enable Capability: Capacidad de Trabajar en Red).

El apoyo meteorológico es capaz de proporcionar una información muy especializada, pero que entra dentro de lo rutinario; resulta muy valiosa para llevar a cabo actividades, pero puede presentar lagunas cuando se trata del planeamiento operacional, donde hay que coordinar diferentes medios y más cantidad de recursos en áreas muy extensas. En este caso, el apoyo que puede prestar AEMET se circunscribe al territorio español.

El recurso a internet es más habitual que recurrir a la red de propósito general del Ministerio de Defensa, lo que significa manejar una información menos precisa y unas predicciones más ambiguas que, en la mayoría de los casos, no están respaldadas por un experto o, simplemente, son una copia de la información que pueda proporcionar AEMET.

La discreción es un imperativo cuando un informe meteorológico pueda facilitar una relación entre la fuerza y aquellos datos que, por seguridad, puedan comprometer al personal o a la fuerza. En este sentido hay que considerar la habilitación del personal relacionado con el apoyo meteorológico y la necesidad de saber de este personal.

La mayoría de los miembros de las Fuerzas Armadas tienen la percepción de que la información es insuficiente, así se ha estimado a lo largo de este trabajo, lo que obliga a considerar nuevos formatos de informes específicamente militares, desarrollados en el seno de la OTAN en beneficio de la normalización necesaria que imponen las operaciones internacionales. Hay que tener en cuenta que las previsiones se hacen para un área; no hay que confundir esta posibilidad con la capacidad de predecir la información exacta de un lugar preciso en un momento determinado.

El documento PDC-3.11.1 *Manual de apoyo meteorológico a las Fuerzas Armadas* necesita ser revisado y modificado para que se establezca el flujo e intercambio de comunicación entre AEMET (generador de la información) y las unidades del Ministerio de Defensa (usuarios finales de la misma); no solo eso, además debe establecer los formatos de los informes de información específica militar que se estimará necesaria. La OTAN también está avanzando en el mismo sentido y resultaría una duplicación que España lo hiciese en paralelo, por lo que también se estima necesario integrar el futuro apoyo meteorológico en el seno de la OTAN, dado que en uno y otro caso se comparten las mismas necesidades: agilidad en la revisión de documentación, normalización de informes y apoyo a nivel operacional.

Bibliografía y documentación empleada

- Manual M-3-3-7. Tablas de Meteorología para Artillería, 1976.
- Acuerdo marco de relaciones Instituto Nacional de Meteorología-Defensa entre la Secretaría de Estado para las políticas del agua y el medio ambiente (MOPT) y el Estado Mayor de la Defensa (MD). 10 de marzo de 1993.
- Acuerdo específico de colaboración entre el Ministerio de Defensa/Ejército del Aire y la Agencia Estatal de Meteorología sobre servicios, información y datos de carácter meteorológico que dicha agencia debe suministrar al Ejército del Aire para la provisión de servicios de tránsito aéreo que presta a la aviación civil (bases abiertas al tráfico civil o de utilización conjunta) y los servicios de búsqueda y salvamento en el marco del Cielo Único Europeo. 9 de diciembre de 2011.
- AJP-3.11. Allied Doctrine for Meteorological and Oceanographic Support to Joint Forces. Agosto de 2004.
- Instrucción Permanente de Operaciones n.º 32 (IPO-32). Información Meteorológica en la Armada.
- Manual M-3-3-7. Tablas de Meteorología para Artillería, 1976.
- Manual de usuario del portal de información meteorológica. (<<http://www.oc.mdef.es/meteorologia/documentos/ManualUsuario.pdf>>).

- Norma operativa de empleo de las oficinas meteorológicas móviles de Defensa (NOP OMMD). Junio de 2001.
- PDC-3.11.1. Manual de apoyo meteorológico a las Fuerzas Armadas. Abril de 2008.
- PD4-410. Publicación doctrinal. Inteligencia y reconocimiento de ingenieros. 16 de febrero de 2012.
- Revised Draft AWP-2(A). Meteorological Support Manual. Febrero de 2014.

Reflexiones a modo de conclusión

Una vez leído el trabajo, es posible comprobar que el apoyo meteorológico a las operaciones del siglo XXI no exigirá ni grandes cambios en la organización ni esfuerzos extraordinarios en la producción de informes meteorológicos. Aunque sí será necesaria una evolución en cuanto al flujo de información entre las Fuerzas Armadas y los meteorólogos que trabajan en la misma y que son el enlace entre las primeras y AEMET.

Se tiene que dar respuesta a la necesidad de una revisión continua de las relaciones entre AEMET y el Estado Mayor de la Defensa para que el personal de las Fuerzas Armadas sea consciente de la capacidad del apoyo que puede prestar la Agencia y, a la vez, que esta identifique las necesidades de apoyo que se originen en las Fuerzas Armadas, que en muchas ocasiones excederán de la información necesaria para realizar una actividad. Debe mantenerse un ambiente de colaboración mutua capaz de integrarse en el ámbito OTAN como protagonista de la normalización de los productos y como elemento que dirige el avance del apoyo meteorológico que se estime necesario en las operaciones que lleve a cabo.

Debe fomentarse el flujo de la información, entendiendo por tal los productos de AEMET y el asesoramiento que pueda prestar, garantizando las comunicaciones que den respuesta a la necesidad de conocer y las necesidades que se deben satisfacer. Deben crearse grupos de trabajo para mantener al día la documentación correspondiente, que no es

más que mantener al día el buen funcionamiento derivado de una buena colaboración.

Por último, es importante señalar la creciente importancia que van adquiriendo las tecnologías de información y comunicación (TIC) en las operaciones, por lo que estas deben reflejarse en el apoyo meteorológico, incluyéndolo en las redes de comunicaciones que se establezcan para una operación.

Composición del grupo de trabajo

Antonio A. Palacio López-Villaseñor

*Jefe del Servicio de Aplicaciones para la Defensa
Agencia Estatal de Meteorología*

Beatriz Sanz y Fernández-Cuevas

*Jefe del Centro Nacional de Predicción para la Defensa
Agencia Estatal de Meteorología*

Luis Fernando Ruano Ramos

*Teniente coronel del Cuerpo General del Ejército del Aire
Escuela Superior de las Fuerzas Armadas. Departamento
de Inteligencia y Seguridad*

Documentos de Seguridad y Defensa

1. Visión española del África Subsahariana: Seguridad y Defensa
2. Futuro de Kosovo. Implicaciones para España
3. Actuación de las Fuerzas Armadas en la consolidación de la paz
4. El futuro de la OTAN después de Riga
5. La cooperación militar española con Guinea Ecuatorial
6. El control de los flujos migratorios hacia España: situación actual y propuestas de actuación
7. Posible evolución de Afganistán. Papel de la OTAN
8. Modelo español de Seguridad y Defensa
9. Posibles escenarios de los *battlegroups* de la Unión Europea
10. Evolución geopolítica del norte de África: implicaciones para España
11. La aportación de las Fuerzas Armadas a la Economía Nacional
12. Reflexiones sobre la evaluación del conflicto de Irlanda del Norte
13. Fuerzas Armadas y medio ambiente
14. La configuración de las Fuerzas Armadas como entidad única en el nuevo entorno de Seguridad y Defensa
15. Seguridad y Defensa en Iberoamérica: posibilidades actuales para la cooperación
16. España y el conflicto del Líbano

17. La aproximación estratégica a la Europa del Este
18. La crisis energética y su repercusión en la Economía, Seguridad y Defensa Nacional
19. Seguridad y estabilidad en la cuenca mediterránea
20. La intervención de las Fuerzas Armadas en el apoyo a catástrofe
21. Medidas de confianza en el campo de la seguridad en el área euromediterránea
22. Las Fuerzas Armadas y la legislación tributaria
23. Dimensión ético-moral de los cuadros de mando de los Ejércitos
24. Iniciativa norteamericana de misiles y su repercusión en la Seguridad Internacional
25. Hacia una estrategia de Seguridad Nacional para España
26. Cambio climático y su repercusión en la Economía, la Seguridad y la Defensa
27. Respuesta al reto de la proliferación
28. La seguridad frente a artefactos explosivos
29. La creación de UNASUR en el marco de la Seguridad y la Defensa
30. El laberinto paquistaní
31. Las nuevas tecnologías en la seguridad transfronteriza
32. La industria española de defensa en el ámbito de la cooperación internacional
33. El futuro de las fuerzas multinacionales europeas en el marco de la nueva política de seguridad y defensa
34. Perspectivas del personal militar profesional. Ingreso, carrera profesional y sistema de responsabilidades
35. Irán como pivote geopolítico
36. La tercera revolución energética y su repercusión en la Seguridad y Defensa
37. De las operaciones conjuntas a las operaciones integradas. Un nuevo desafío para las Fuerzas Armadas
38. El liderazgo motor del cambio
39. El futuro de las relaciones OTAN-Rusia
40. Brasil, Rusia, India y China (BRIC): una realidad geopolítica singular
41. Tecnologías del espacio aplicadas a la industria y servicios de la Defensa

42. La cooperación estructurada permanente en el marco de la Unidad Europea
43. Los intereses geopolíticos de España: panorama de riesgo y amenazas
44. Adaptación de la fuerza conjunta en la guerra asimétrica
45. Posible evolución del escenario AF-PAK ante las nuevas estrategias
46. Relaciones OTAN-Unión Europea a la vista del nuevo Concepto Estratégico de la Alianza
47. Sistemas no tripulados
48. La lucha contra el crimen organizado en la Unión Europea
49. Tecnologías asociadas a sistemas de enjambre UAV
50. La logística conjunta en los nuevos conflictos
51. El enfoque multidisciplinar en los conflictos híbridos
52. La estabilidad y la seguridad en el Mediterráneo: el papel de la OTAN y de la UE. Implicaciones para España
53. La energía nuclear después del accidente de Fukushima
54. España y su posible papel en las iniciativas de «Partenariado» Iberoamericano en OTAN e iniciativas CSDP en la UE
55. El proceso hacia unas fuerzas armadas europeas: realizaciones y desafíos
56. Enfoque multinacional al desarrollo de capacidades de Defensa
57. Situación de crisis en la UE. Conducción de crisis y reforma del sector de la seguridad
58. Energía y clima en el área de la seguridad y la defensa
59. Las revueltas árabes en el norte de África: implicaciones para la Unión Europea y para España
60. Las revueltas árabes en el norte de África: implicaciones para la Unión Europea y para España
61. Estrategia de la información y seguridad en el ciberespacio
62. Yihadismo en el mundo actual
63. Perspectivas para el desarrollo futuro de la estrategia de seguridad

