

Tercera conferencia europea de nowcasting

► INTRODUCCIÓN

A finales del pasado mes de abril, se celebró en la sede central de AEMET la Tercera Conferencia Europea de Nowcasting, evento auspiciado por el proyecto ASIST de EUMETNET. El proyecto ASIST, y su continuación *EUMETNET – Nowcasting Project*, E-NWC, tiene como principal objetivo el intercambio de conocimientos y experiencias en materia de nowcasting y predicción a muy corto plazo. El proyecto aspira a coordinar las actividades de investigación y desarrollo en estas materias, a evaluar las distintas técnicas y sistemas, y a fomentar la formación y el entrenamiento. E-NWC pretende servir de plataforma desde donde mejorar las capacidades de cada miembro de EUMETNET, y afrontar los desafíos en temas de nowcasting y de predicciones sin costuras en estos rangos. Para ello, una de las actividades que fomenta el proyecto son conferencias bienales donde exponer los retos abordados por los miembros. Las ediciones anteriores fueron albergadas por el ZAMG austriaco y el DWD alemán. En esta última edición, además de una sesión de apertura, los temas tratados fueron: la observación como base para el nowcasting; la predicción sin costuras, con especial atención a la asimilación de datos; técnicas, sistemas y productos de nowcasting; verificación e impactos sociales; y aspectos relativos a los usuarios. A la conferencia asistieron 108 participantes de 22 países, y se expusieron 38 ponencias y 36 pósteres.

► SESIÓN DE APERTURA

Tras la bienvenida del director de Producción e Infraestructuras de AEMET, José Antonio Fernández Monistrol, Manuel Palomares y Dick Blaauboer repasaron las novedades de la nueva fase del programa de EUMETNET (*European National Meteorological and Hydrological Services Network*), con especial énfasis en el área de predicción. Estelle de Coning, del *Working Group on Nowcasting Research*, WWRP, de la Organización Meteorológica Mundial, OMM, destacó la importancia del nowcasting en el programa de investigación del tiempo de la OMM, mientras que Yong Wang, del WWRP y *Project Manager* del proyecto ASIST, destacó los retos a los que se debe enfrentar la comunidad meteorológica: colaborar con expertos para que los productos de predicción que se desarrollen cubran las necesidades de los usuarios internos y externos; cooperar para elaborar predicciones sin costuras. Finalmente, Franziska Schmid, *Project Manager*, revisó las tareas del proyecto E-NWC.

► OBSERVACIÓN COMO BASE PARA EL NOWCASTING

El WWRP de la OMM definió en 2010 el término nowcasting como “predicción con detalle local, por cualquier método, desde el presente hasta las primeras 6 horas, incluyendo una descripción detallada del estado actual del tiempo”. Las herramientas de nowcasting están enraizadas en las observaciones con gran detalle espacial y temporal, y de ahí la importancia de esta sesión.

Las principales herramientas de nowcasting están basadas en la observación a distancia con radares meteorológicos de partículas de tamaño precipitante. Se presentan (Saltikoff del FMI finlandés) las nuevas líneas de producción del proyecto OPERA de EUMETNET: Cirrus, que compondrá productos de radares europeos cada 5 minutos; Stratus, donde se recopilarán los volúmenes radar para los sistemas

de nowcasting; y Nimbus, que procesará los datos Doppler y gestionará el control de calidad. Se analizan estrategias para integrar los datos radar y de estaciones meteorológicas automáticas, EMA, con otras fuentes de datos, y obtener así un campo continuo de la precipitación (*Quantitative Precipitation Estimation*, QPE), bien con métodos geostatísticos (*Kriging with External Drift*, KED) y el apoyo de datos satelitales y de modelos numéricos de predicción del tiempo, NPT, (Oria de AEMET et al.), bien estimando la precipitación en el haz más bajo del radar (*Hybrid Surface Rainfall*, HSR) y realizando interpolaciones multi-cuadráticas para ajustar la QPE a los datos de EMA (Choi, del KMA coreano, et al.). Se explora el potencial de los datos radar para estimar la masa de hielo en las células convectivas y predecir así las descargas eléctricas una media de 13.5 minutos antes de su ocurrencia (Ruzanski, de VAISALA, et al.). Se presenta el proyecto SPICE (*Solid Precipitation Inter-Comparison Experiment*) con el que, entre otros avances, se está mejorando la medida de la precipitación en forma de nieve (Buisan et al.). Desde el DWD alemán, se presenta (Böhme et al.) un método para obtener parámetros de nieve en superficie a partir de datos radar con polaridad dual y modelos NPT con el algoritmo HYMEC (*HydroMETeor Classification*).

Otro elemento clave en el nowcasting es la observación desde satélites. Se presenta el potencial del futuro satélite Meteosat Tercera Generación, MTG, (Bojinski et al.) que, además de imágenes, realiza sondeos de temperatura y humedad cada 30 minutos, así como observaciones de la actividad eléctrica. Por otra parte, se presentan algunas mejoras de los productos del SAF (*Satellite Application Facility*) de nowcasting, NWCSAF, como el cálculo de más vientos en capas bajas del producto HRW (*High Resolution Wind*), la inclusión de la probabilidad de tropopausa plegada, ASII-TF, de presencia de ondas gravitatorias, ASII-GW, o el cálculo en horas nocturnas de los productos de precipitación PC-Ph y CRR-Ph (Rípodas de AEMET et al.). También se presenta una herramienta complementaria al NWCSAF, el PGE00, con la que, entre otras posibilidades, se interpolan vertical, espacial y temporalmente los perfiles de un modelo NPT generando así los productos de humedad e inestabilidad, iSAHI, en todos los píxeles, nubosos o despejados (Martínez de AEMET et al.). La versión de 2018 del producto RDT (*Rapid Development Thunderstorms*) incluye la detección de aumentos bruscos en el ritmo de descargas eléctricas (modelo conceptual de *lightning jumps*, LJ), y mejoras en el producto *Convection Initiation*, CI (Moisselin de Météo-France et al.). Por otra parte, se presenta un método para aumentar la cantidad y resolución de las observaciones de vapor de agua y de la inestabilidad en la capa límite planetaria, combinando medidas satelitales de la radiación en microondas con medidas de superficie con un LIDAR (*Laser Imaging Detection and Ranging*) de absorción diferencial, DIAL (Löhnert de la U. de Colonia, Alemania).

Una prometedora y nutrida fuente de observaciones de la capa límite, y especialmente útil para el nowcasting, proviene de la colaboración con otras comunidades mediante el crowdsourcing. Se presenta un proyecto para mejorar los perfiles verticales de temperatura y humedad en capas bajas, la clasificación de hidrometeoros y la estimación de precipitación radar, usando datos meteorológicos de alta resolución espacial y temporal medidos desde vehículos en movimiento, tras ser sometidos a controles de calidad (Riede del DWD alemán et al.).



Para la práctica de la vigilancia meteorológica y el nowcasting resulta clave una visualización adecuada de las distintas fuentes de observación: radar, satélite, EMA, rayos, etc. Se presenta una herramienta de visualización georreferenciada de observaciones y otras fuentes de datos, que facilitan la labor de vigilancia de los predictores (Marcos de AEMET et al.).

► PREDICCIONES SIN COSTURAS

Las herramientas de nowcasting tienen capacidades predictivas que varían desde menos de una hora a varias horas, por lo que deben combinarse con otras de muy corto plazo para ofrecer la mejor predicción posible de las primeras horas, de una forma continua, facilitando al usuario su interpretación. Son cada vez más los servicios meteorológicos ocupados en ensamblar sus herramientas de predicción a distintos rangos y, además, darles carácter probabilístico. El servicio meteorológico austriaco, ZAMG, presenta su proyecto SAPHIR (*Seamless Analysis & Prediction for High Resolution*) con el que se pretende ensamblar las observaciones con el nowcasting probabilístico y, estas a su vez, con las predicciones de los modelos NPT de *ensembles*, EPS (*Ensemble Prediction System*), ofreciendo análisis y predicciones sin costuras de las primeras 72 horas (Wang et al.). Se presenta la parte dedicada al ensamblaje de extrapolaciones probabilísticas de la herramienta INCA (*Integrated Nowcasting Through Comprehensive Analysis*) con los miembros del EPS del AROME-EPS (Atencia del ZAMG et al.), y se destaca el reto que supone mantener los valores extremos y la varianza en las funciones de distribución de la precipitación. Desde el servicio meteorológico alemán, DWD, se presenta el proyecto SINFONY (*Seamless INtegrated FOrecastiNg system*) para desarrollar un sistema de predicción probabilística sin costuras en escalas convectivas de las primeras 12 horas, con el foco puesto en los eventos convectivos severos veraniegos, ensamblándose tanto campos radar como objetos convectivos en radar (Wapler et al.). Se presentan algunos trabajos relacionados con SINFONY. Se considera necesaria la transición a probabilistas de las extrapolaciones del campo radar de la herramienta POLARA (*Polarimetric Radar Algorithms*), para lo que se analizan las fuentes de incertidumbre (Schultze et al.). Igualmente, se estudia (Feger et al.) la transición a probabilista del producto de identificación, seguimiento y extrapolación de objetos convectivos, KONRAD3D (herramienta presentada por Werner et al.), proponiéndose variar parámetros para estimar la incertidumbre en la posición prevista de la célula. También se presenta un trabajo para la estima de probabilidades en la evolución de la intensidad de la célula mediante un estudio climatológico de áreas de células, tamaños máximos y tiempos de vida (Wapler et al.). Se pre-

senta el método de calibración de las reflectividades radar observadas y de las sintéticas previstas por un modelo NPT, para su posterior ensamblado (Marsigli et al.). SINFONY incluirá el desarrollo de un EPS con ciclos horarios de ejecución, RUC (*Rapid Update Cycle*) y 40 miembros, con asimilación de datos radar, satélite, rayos, y el nowcasting de objetos convectivos (Wapler et al.). Para el ensamblaje de los objetos convectivos observados con los previstos por el modelo RUC-EPS, se presenta un método que aplica el algoritmo EMVORADO (*Efficient Modular Volume scanning RADar Operator*) a las reflectividades previstas por el modelo para simular células con la misma resolución que las observadas, y posteriormente se aplica KONRAD3D tanto a los objetos observados como simulados (Posada et al.). El servicio meteorológico finlandés, FMI, aborda también un ambicioso plan de desarrollo de un sistema de predicción sin costuras de las primeras 6 horas, ULJAS en sus siglas finlandesas (Nuottokari et al.), cuyos objetivos son: combinar observaciones y análisis de manera óptima y ensamblarlos con productos de nowcasting y modelos; poner en marcha un RUC; implementar un control de calidad; y asegurar la producción y operatividad. Météo-France presenta el método de ensamblaje PIAF (*Prévision Immédiate Agrégée Fusionnée*) entre las extrapolaciones del campo radar con la herramienta 2PIR, y los equivalentes del modelo tipo RUC AROME-NOWCASTING (Moisselin et al.), con mayor o menor contribución de cada parte en función del tipo de precipitación dominante. Desde el Met Office del Reino Unido se presenta IMPROVER, el futuro sistema de posprocesos para ensamblar el nowcasting probabilístico del campo radar extrapolado por MONOW (*Met Office Nowcasting*) al que se aplica técnicas de vecinos, con un EPS *time-lagged*, o de "hombre pobre", del modelo UKV, y este, a su vez, con los miembros del EPS del MOGREPS-UK entre las 6 y 12 horas, y más allá con los del modelo ENS del Centro Europeo. Los sistemas sin costuras se aplican principalmente a los campos de precipitación, pero son igualmente válidos con otras variables. AEMET presenta NowcRadiation (Martínez-Sánchez et al.), un sistema sin costuras para el flujo horario de radiación solar acumulado en las primeras cuatro horas de predicción, y actualizado cada quince minutos, haciendo uso de la extrapolación del producto Tipo de Nube del NWCSAF, EXIM, y la radiación del HARMONIE-AROME.

► TÉCNICAS, SISTEMAS Y PRODUCTOS DE NOWCASTING

La principal herramienta de nowcasting identifica las células convectivas que superan un umbral en la señal de radar, las sigue en suce-

→ sivas exploraciones para, finalmente, extrapolar su desplazamiento. Se presentan varios de estos sistemas orientados a objetos convectivos. El DWD presenta KONRAD3D, ya citado. El servicio meteorológico coreano presenta FAST (*Fuzzy logic Algorithm for Storm Tracking*), y algunas aproximaciones para combinarlo con extrapolaciones de todo el campo radar (Choi et al.). AEMET presenta el sistema PAD (*Potential Adversity Parameter*) en 2 y 3 dimensiones, aún en modo experimental, que advierte a los predictores sobre las células con mayor potencialidad de severidad (Marcos et al.). Asimismo, se presenta un proyecto para ensamblar las herramientas orientadas a objetos convectivos de Météo France (ASPOC-3D), DWD (NowCastMIX) y Met Office (UKPP) bajo el proyecto CESAR (Turner de Météo France, et al.). MeteoSwiss presenta COALITION-3, un algoritmo de emisión de avisos automáticos por fenómenos potencialmente severos de su sistema dedicado a objetos convectivos, TRT (*Thunderstorm Radar Tracking*). Para mejorar la capacidad predictiva de este tipo de herramientas, resulta clave el estudio climatológico del comportamiento de las células convectivas. Desde el CHMI checo se presenta un estudio de los predictores que más intervienen en la posible evolución a severidad de una célula convectiva (Valachová et al.), destacando el aumento brusco en el número de descargas eléctricas (*lightning jump*), el valor del ECHOTOP, el área del núcleo de la célula en radar, y la mínima temperatura de brillo en IR10.8. También se analizaron 15 años de datos (Novak et al.) radar, rayos y objetos para mejorar sus sistemas COTREC y CELTRACK de seguimiento de tormentas, concluyendo, por ejemplo, que el 61 % de los rayos fueron de nube a tierra y el 39 % nube a nube, así como que el 83 % fueron negativos.

El modelo conceptual de *lightning jump*, LJ, indica que estos pueden ocurrir desde unos pocos minutos a decenas de minutos antes de que la tormenta muestre síntomas de severidad, lo que resulta clave en la vigilancia y el nowcasting. MeteoSwiss presenta un estudio para identificar automáticamente los LJ (Hering et al.) que muestra que estos aparecen una media de 18 minutos antes de que los algoritmos radar den probabilidades de granizo (TRT) mayores al 80 %. Similar sistema es el presentado por el Servei Meteorològic de Catalunya (Mateo et al.) que, ante la presencia de LJ emite avisos al predictor y a usuarios especializados de las posible zonas afectadas por la severidad de la tormenta.

Una de las técnicas de nowcasting de la precipitación es la denominada persistencia lagrangiana, por la que se extrapola el campo radar a partir del análisis de su movimiento previo. Desde el DWD alemán se presenta el sistema de extrapolación de campos POLARA, basado en la ecuación del flujo óptico. Desde el ZAMG austriaco se presenta el sistema INCA que extrapola el campo radar y el de nubes observadas desde satélite para ensamblarlos con predicciones de modelos. Desde Met Office del Reino Unido, además del MONOW ya comentado, se exponen algunas de las pruebas llevadas a cabo para mejorar el producto de extrapolación de campos radar STEPS (*Short-Term Ensemble Prediction System*). Desde el servicio meteorológicos coreano, KMA, se presentan varias mejoras en el sistema de extrapolación de campos radar MAPLE (*McGill Algorithm for Precipitation nowcasting by Lagrangian Extrapolation*), como la inclusión de términos de difusión para suavizar los vectores de desplazamiento, y la ecuación de Burger para permitir su evolución (Lee et al.); o la mejora de los desplazamientos en zonas de bloqueo incluyendo análisis de un modelo (Kim et al.). Desde el FMI finlandés se presenta la herramienta de libre uso Pysteps para extrapolar campos radar de manera probabilis-

tica aplicando perturbaciones estocásticas al campo de precipitación radar y al de advección (Pukkinen et al.).

Algunos de los productos satelitales no solo contribuyen al diagnóstico mesoescalar, sino que ofrecen capacidad predictiva en el rango del nowcasting. Los productos EXIM (*Extrapolated Imagery*) realizan una extrapolación cinemática de imágenes satelitales con vectores de movimiento obtenidos en el producto HRW (*High Resolution Winds*) del NWCSAF (Jann del DWD et al.). Desde el KMA coreano se presentan comparaciones de EXIM con extrapolaciones de nubes mediante MAPLE (Jeong et al.) que utiliza un sistema semilagrangiano basado en VET (*Variational Echo Tracking*), el mismo con el que están probando los productos de extrapolación del futuro satélite coreano GEO-KOMSAT-2A (Lee et al.). En este apartado, cabe volver a citar productos como el CI y el RDT, que llegan a ofrecer capacidad predictiva en situaciones convectivas. Las predicciones en el rango del nowcasting deben estar disponibles cuanto antes para mantener su utilidad. Se presenta el proyecto EO-ALERT H2020 para incluir en futuros satélites procesadores de imágenes y de objetos convectivos cuyos resultados se enviarían a tierra en menos de 5 minutos desde la observación (Fiengo et al.).

Muchos sistemas de nowcasting y muy corto plazo mejoran tras un posproceso, que bien puede ser un clásico MOS (*Model Output Statistic*), o algoritmos más modernos del denominado *machine learning* como las redes neuronales artificiales (ANN en sus siglas en inglés), el *Support Vector Machine* (SVM) o el *Random Forests*, entre otros. MeteoSwiss presenta un algoritmo de ANN para, a partir de estadísticos medidos en el entorno de una célula detectada (media, desviación típica, etc.) de predictores obtenidos de datos radar, satélite, rayos y modelos NPT, prever la intensidad de la célula en los próximos 45 minutos (Hering et al.). También presenta un método basado en *machine learning* para mejorar los valores de viento previstos por su sistema de nowcasting INCA, con mayor pericia en las rachas y sobre puntos con medida de viento (Buzzi et al.). Igualmente, presenta un proyecto de posprocesos para la predicción probabilística de uso general a partir de observaciones y datos de modelos NPT (Moret et al.). Desde el servicio meteorológico de Singapur, MSS, se presenta (Becker et al.) un técnica basada en ANN para predecir la precipitación en la próxima hora basada en las 10 imágenes de radar previas, que parece funcionar mejor en situaciones de forzamiento a gran escala con precipitaciones menores a 10 mm/h. Desde el ZAMG se presentan: el ZiANN, un posproceso basado en ANN para mejorar el nowcasting de viento en estaciones, basado en la ejecución repetitiva de un modelo NPT variando las condiciones iniciales de forma aleatoria; otro sistema basado en SVM para la predicción de viento en las primeras seis horas; y un tercer sistema ANN para mejorar el nowcasting de la precipitación veraniega en los Alpes (Kann et al.).

Los modernos sistemas de predicción numérica del tiempo con asimilaciones, al menos, horarias (*Rapid Update Cycle* o *Rapid Refresh*) están aumentando su capacidad para cubrir las necesidades del nowcasting a pesar de sus deficiencias en las primeras horas, principalmente debidas a los efectos del llamado spin-up, o a la elevada latencia por el coste computacional. Para salvar los efectos del spin-up, desde la Universidad de Atenas (Katsafados et al.) se presenta un esquema de advección para el nowcasting de tres horas del sistema de asimilación LAPS (*Local Analysis and Prediction System*). Similar técnica presenta el FMI (Ylbäisi et al.), que aplica un método de extrapolación con método del flujo óptico a los análisis de LAPS. Desde el Servei Meteo-

rògic de Catalunya se presentan (Moré et al.) un método para elaborar análisis de alta resolución cada 30 minutos, y el desarrollo de un RUC *time-lagged* o de ensemble de “hombre pobre” a partir del modelo WRF-ARW en ejecución trihoraria.

► VERIFICACIÓN E IMPACTOS SOCIALES & APLICACIONES Y ASPECTOS DE USUARIOS

Uno de los principales usuarios de la predicción de la precipitación con el detalle espacial y temporal del nowcasting son los responsables de cuencas hidrológicas, que lo usan directamente o lo introducen en modelos hidrológicos. El Met Office del Reino Unido plantea (Sandford et al.) la necesidad del Centro de Predicción de Inundaciones (FCC en sus siglas en inglés) de disponer de escenarios realistas espacial y temporalmente de la precipitación prevista para simular la respuesta de los ríos. Meteo-Swiss muestra (Jordan et al.) un sistema que acopla el nowcasting de la precipitación de la herramienta INCA con un simulador de respuesta de descarga de los ríos, resultando de especial utilidad para las cuencas de respuesta rápida, de 30 minutos a 2 horas, en las que la predicción estaría disponible 1.5 veces antes el tiempo de respuesta. Desde Italia, la fundación CIMA presenta (Poletti et al.) el desarrollo de un sistema de nowcasting que extrapola las imágenes radar con el sistema PhaSt (*Phase Stochastic*) para ensamblarlas con un modelo RUC de ciclo horario, y un modelo hidrológico (CONTINUUM) para las predicciones de descarga.

Los gestores de las carreteras son usuarios de las predicciones meteorológicas, incluidas las de nowcasting. Para satisfacer sus necesidades, AEMET presenta MeteoVIAS (García et al.), que visualiza la predicción de las condiciones meteorológicas en las carreteras con la ayuda del modelo de predicción de carreteras METRo (*Model of the Environment and Temperature of Roads*), que se ejecuta sobre puntos de observación, y utiliza forzamientos meteorológicos del Harmonie-Arome, así como características locales. El CHMI checo presenta un sistema por el que suministra predicciones de tiempo invernal para las carreteras (Uhlíková et al.), incluidas varias técnicas de nowcasting. El DWD alemán presenta el proyecto FloWkar que, conjuntamente con

Audi, explora el mutuo beneficio del intercambio de datos (Riede et al.), y analiza la utilidad de la información de numerosos vehículos mediante técnicas de crowdsourcing.

El usuario aeronáutico es vulnerable a las condiciones meteorológicas en vuelo y pista. Desde el instituto de radar meteorológico ruso, IRM, se presenta (Bazlova et al.) un sistema, MeteoTrassa, para el nowcasting de la precipitación a partir de datos radar, AMDAR y EMA; y otro sistema, MeteoExpert, para predecir la evolución de los perfiles verticales en la capa límite. Croatia Control Ltd. presentó (Zoldos et al.) un método estadístico de autocorrelación de primer orden para predecir la formación y disipación de la niebla a partir de las observaciones aeronáuticas METAR, combinando climatología y persistencia.

Los predictores meteorológicos, como usuarios internos de los productos de nowcasting son los responsables de analizar las situaciones meteorológicas de alto impacto, y obtener de ellas modelos conceptuales. Desde AEMET se presentan tres situaciones especialmente severas, la del 1 de julio de 2018 (San Ambrosio et al.) con convección profunda en el entorno de Zaragoza y rachas de hasta 157 km/h; la del 9 de octubre de 2018 (Cuevas et al.) que afectó a Mallorca con acumulados de precipitación de hasta 230 mm, infravalorados por los modelos; y la del 28 de octubre de 2018 (Esterellas et al.), que afectó a Menorca con un reventón convectivo, sugiriéndose la conveniencia de implantar algoritmos de detección automática de patrones como los mesociclones en radar Doppler. Por otra parte, se plantearon algunas sugerencias para facilitar a los predictores meteorológicos la práctica de la vigilancia y el nowcasting (Bañón).

También se presentaron algunos trabajos orientados al público general. Desde la empresa francesa Meteorage, un análisis de accidentes relacionados con descargas eléctricas para comprobar si las actuales técnicas de vigilancia anticipan correctamente el riesgo de tormenta (Schmitt). Desde el DWD, se presenta el proyecto WEXICOM (Wapler et al.) para investigar si la sociedad hace un uso óptimo de las predicciones y avisos de tormenta.

Luis Bañón

8º taller GEWEX G-VAP

Madrid 13-14 de junio de 2019

Durante los días 13 y 14 de junio de 2019 se celebró el octavo Workshop del GEWEX G-VAP en los Servicios Centrales de AEMET en Madrid. Asistieron al Workshop científicos internacionales procedentes de la Universidad de Miami, Universidad de Bremen, Laboratoire de Météorologie Dynamique, NOAA, EUMETSAT entre otros. El G-VAP (<http://gewex-vap.org/>) es un grupo internacional perteneciente a GEWEX (<https://www.gewex.org/>) que se dedica a dos funciones fundamentales:

- Evaluar el estado del arte de las mediciones del vapor de agua en la atmósfera.
- Generar series de medidas de vapor de agua globalmente consistentes.

El vapor de agua, aun no siendo un forzamiento climático, es, de largo, el gas de efec-

to invernadero más importante de la atmósfera. El vapor de agua absorbe unas cuatro veces más radiación infrarroja que el dióxido de carbono. El vapor de agua actúa como retroalimentación positiva en el incremento de la temperatura de la tierra a medida que la concentración de dióxido de carbono aumenta en la atmósfera. Muy aproximadamente, la retroalimentación positiva del vapor de agua duplica los incrementos de temperatura que causaría el dióxido de carbono por sí solo.

Por todo ello, la correcta medida del vapor de agua en la atmósfera es fundamental a la hora de cuantificar el calentamiento climático antropogénico. Debido a su alta variabilidad en la atmósfera y la dificultad en su medida, no es nada sencillo generar series



➔ Cartel del 8º GEWEX G-VAP Workshop

Reuniones y congresos

→ climáticas homogéneas y globalmente consistentes. Es por ello que es necesario evaluar el estado de las medidas de vapor de agua y, en lo posible, mejorarlas. Este es uno de los objetivos del grupo G-VAP. Otro objetivo es generar series climáticas de vapor de agua lo más consistentes posible.

De este Workshop se pueden destacar dos recomendaciones que se realizan para la comunidad:

- Los satélites meteorológicos se han diseñado hasta ahora pensando en el tiempo, y no tanto en el clima. Los instrumentos se calibran con la precisión suficiente para que los datos y productos derivados de satélites sean útiles para el tiempo. Con frecuencia ocurre que, con el paso del tiempo, los instrumentos van cambiando gradualmente sus características de forma que ya no se comportan como lo hacían inicialmente antes de ser enviados al espacio. Es lo que se conoce en términos meteorológicos como pérdida de la trazabilidad de una medida. Este efecto, que es un tema menor para la predicción del tiempo, hace que sea extremadamente difícil realizar series temporales homogéneas de variables climáticas provenientes de datos de diferentes satélites. Por ello, es importante poner en un lugar más prominente la calibración de instrumentos y la comparación de datos medidos con diferentes técnicas, to-



mados tanto desde el espacio como desde tierra. Esta es una de las recomendaciones que surgió de este Workshop.

- Existe, también la preocupación creciente de que la recién estrenada tecnología de móviles, conocida por 5G, ocupe espectros de radiofrecuencia actualmente utilizados por satélites meteorológicos con sensores de microondas pasivos. Algunos satélites meteorológicos de órbita polar realizan medidas pasivas en microondas. Una de las bandas de observación se encuentra localizada en 23.80 GHz con un ancho de banda de 270 MHz. Esta banda se utiliza fundamentalmente para medir concentración de vapor de agua en la atmósfera. Una de las bandas 5G recientemente subastadas a las

empresas de comunicaciones llega hasta los 24.25 GHz, frecuencia demasiado cercana a 23.80 GHz utilizada por los satélites meteorológicos. Es por ello, bastante probable que dichos canales 5G invadan frecuencias utilizadas por los satélites meteorológicos y hagan muy difícil, si no imposible, las medidas de vapor de agua en estas bandas allí donde haya antenas 5G. Este hecho degradaría significativamente las actuales medidas de vapor de agua, muy útiles para la predicción meteorológica. Información más detallada aquí. <https://www.wyden.senate.gov/imo/media/doc/Navy%2024Hz%205G%20Spectrum%20Impacts.pdf>

Xavier Calbet, AEMET

PRÓXIMAS CITAS

SEPTIEMBRE

2 – 6, Riva del Garda, ITALIA – 35ª Conferencia Internacional de Meteorología Alpina (ICAM 2019)
- <https://www.rivadelgardacongressi.it/en/MS/ICAM-2019/>

8 – 12, Innsbruck, AUSTRIA – Conferencia Internacional sobre Montañas (con alguna sesión sobre meteorología o clima)
- <https://www.uibk.ac.at/congress/imc2019/>

9 – 13 Copenhague, DINAMARCA – Encuentro anual de la Sociedad Meteorológica Europea - EMS Annual Meeting 2019 - <https://www.ems2019.eu/>

16 – 20, Nara, JAPON – 35ª Conferencia Internacional sobre Radar y Meteorología
- <https://10times.com/international-conference-on-radar-meteorology>

17 – 19, Lillehammer, NORUEGA – 5th

Conference on “Modelling Hydrology, Climate & Land Surface Processes”
- <http://www.hydrologiraadet.no/5th-conference-on-modelling-hydrology-climate-and-land-surface-processes/>

23 – 25, Berlín, ALEMANIA – 2ª Conferencia Internacional “Our Climate - Our Future: Regional Perspectives on a Global Challenge”
- <https://www.reklim-conference-2019.de/>

28 – 4 octubre, Boston, EE. UU. – Conferencia conjunta de Satélites Meteorológicos de la AMS, EUMETSAT y la NOAA
- <https://www.ametsoc.org/index.cfm/ams/meetings-events/ams-meetings/2019-joint-satellite-conference/> y https://www.eumetsat.int/website/home/News/ConferencesandEvents/DAT_4063458.html

NOVIEMBRE

4 – 8, Cracovia, POLONIA - Conferencia de Tormentas Severas (ECSS 2019), organizada por el European Severe Storms Laboratory
- <https://www.essl.org/cms/european-conferences-on-severe-storms/ecss-2019/>

6 – 8, De Bilt, HOLANDA – 12th EUMETNET Data Management Workshop
- <http://www.knmi.nl/dmw2019>

XX, Barcelona, ESPAÑA – Jornadas de la Asociación Catalana de Meteorología
- <http://www.acam.cat>

ENERO 2020

12 – 16, Boston, EE. UU. – 100ª reunión anual de la American Meteorological Society
- <https://annual.ametsoc.org/index.cfm/2020/>