

Previsión meteorológica estacional: Los servicios de Monitorización del Océano de GMES ayudan a mejorar los servicios meteorológicos

Por el Dr Nicolas Ferry*

EL HECHO DE ESCUCHAR EL PARTE METEOROLÓGICO O NAVEGAR POR INTERNET PARA DESCUBRIR SI MAÑANA HARÁ SOL O LLOVERÁ, SE HA CONVERTIDO EN UNA ACTIVIDAD RUTINARIA PARA LA MAYORÍA DE NOSOTROS. LA HISTORIA DE LAS PREVISIONES METEOROLÓGICAS FIABLES EMPEZÓ HACE UNOS TREINTA AÑOS CON EL LANZAMIENTO DE LOS PRIMEROS SATÉLITES METEOROLÓGICOS OPERATIVOS, PRINCIPALMENTE PARA MEJORAR LA SEGURIDAD DE LA AVIACIÓN CIVIL. LOS SERVICIOS DE PREVISIÓN FIABLES Y EN TIEMPO REAL AHORA SE OFRECEN CONTINUAMENTE. LAS PREVISIONES METEOROLÓGICAS SE HAN CONVERTIDO EN UN ELEMENTO DE NUESTRA VIDA DIARIA Y NADIE PARECE PREGUNTARSE CÓMO DICHS SERVICIOS PUEDEN SUMINISTRAR INFORMACIÓN FIABLE Y PRECISA.

La investigación sobre las previsiones meteorológicas sigue avanzando. Hoy en día, avanzados modelos y tecnologías innovadoras están abriendo nuevos horizontes: la previsión meteorológica con una antelación de varios meses, la llamada previsión estacional, se está convirtiendo en una realidad. Los servicios de monitorización del océano, como aquéllos desarrollados en GMES (Servicio Base Marino), desempeñan un importante papel a la hora de asistir a los institutos meteorológicos en el desarrollo de dichos servicios.

Breve resumen sobre la previsión meteorológica estacional

La previsión meteorológica estacional (o la previsión de temporada) consiste en prever con una antelación de varios meses, los parámetros climáticos como la temperatura del aire a 2 metros o las precipitaciones sobre una gran escala espacial, típicamente a nivel regional como el sur de Europa, y en suministrar la media durante una temporada determinada. No se trata de emitir previsiones meteorológicas detalladas como las que emiten a diario los centros nacionales de meteorología, en las que la temperatura y las precipitaciones de un determinado lugar se prevén con varios días de adelanto. Más bien, aquí se pretende determinar el "promedio" de las condiciones climáticas (o meteorológicas) a varios meses vista. Para ello, se utiliza un método estadístico, que indica un nivel de probabilidad de que el clima

de un determinado lugar se acerque o se aleje del clima normal en dicha temporada (por ejemplo, si el clima será más templado o más lluvioso de lo normal). Así pues, las previsiones estacionales realizadas en abril, permitirán determinar por ejemplo, el tipo de clima que primará en Europa occidental a finales del verano siguiente.

El papel de los modelos

Las previsiones estacionales de última generación se llevan a cabo combinando los resultados de una serie de Modelos de Circulación General atmosférica y oceánica. Dichos modelos cuentan, por lo general, con una resolución espacial grosera, lo que permite que sean ejecutados rápidamente. Esto es necesario ya que cada uno es integrado por largos periodos (varios meses) y en múltiples ocasiones, partiendo cada una de ella de distintas condiciones iniciales.

**en colaboración con Jean-François Guérémy (Météo France), Alberto Troccoli (European Centre for Medium-Range Weather Forecasts – ECMWF –, UK), Anthony Weaver (Centre Européen de Recherche et Formation Avancée en Calcul Scientifique, France), Silvio Gualdi (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia – INGV –,Italia) y Isabelle Charon (Météo France)*

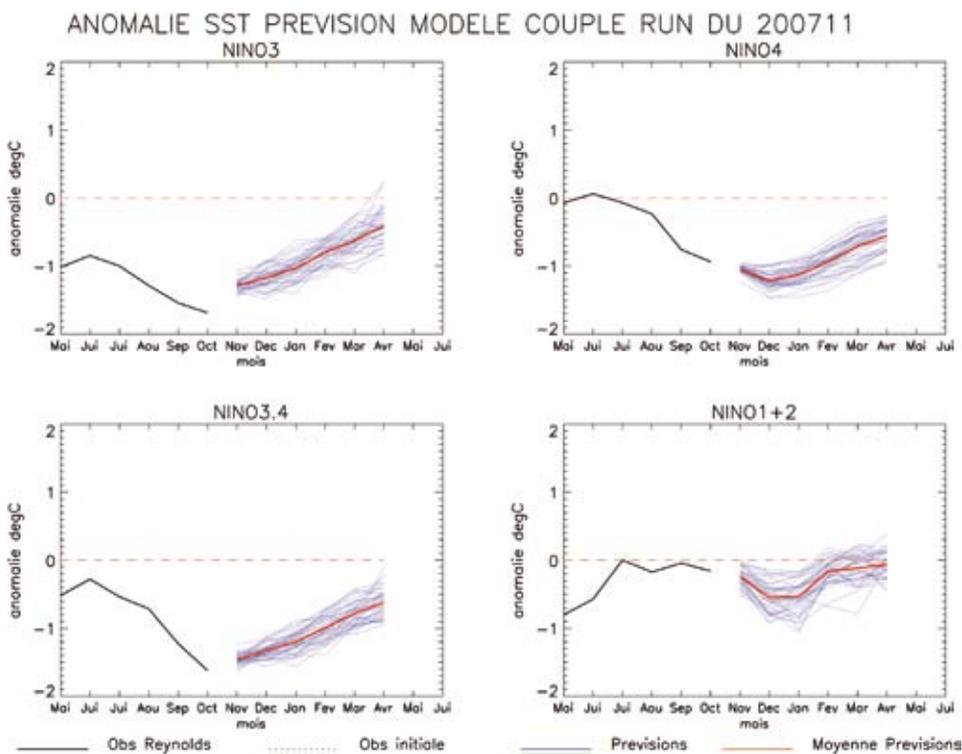
Además, se deben realizar integraciones pasadas o retroanálisis sobre periodos extensos (de varios años) a fin de calibrar las previsiones de modelos combinados. A modo de ejemplo, Météo France, el instituto meteorológico francés, emite previsiones estacionales utilizando el modelo atmosférico ARPEGE-Climate con una resolución horizontal de aproximadamente $\sim 2,8^\circ$, combinado con el modelo oceánico OPA-ORCA2 (de una resolución horizontal de unos $\sim 2^\circ$).

Los retos de la previsión climática estacional

Como la estructura oceánica varía a ritmo muy inferior al de la atmósfera, una parte de la previsión atmosférica procede del estado inicial del océano. Por ejemplo, determinadas condiciones oceánicas pueden respaldar el desarrollo de una actividad de bloqueo anticiclónico en Europa, o justificar alternativamente un importante ciclo génesis.

Por lo tanto, uno de los desafíos de la previsión climática estacional consiste en iniciar correctamente el modelo oceánico, que contiene, hasta cierto punto, la memoria del motor climático (el océano y la atmósfera). Es en este punto particular del inicio del estado oceánico, donde Mercator Océan, el centro francés de oceanografía operativa, contribuye realizando nuevos análisis oceánicos con una asimilación de datos y suministrando las Condiciones Iniciales del océano (CI) a los centros de previsión meteorológica numérica para las previsiones estacionales. Por último, como se señaló, como las previsiones estacionales son de naturaleza probabilísticas, por lo que los centros de emisión de previsiones no se conforman con una sola previsión meteorológica, lo que constituiría una aproximación determinista. Exigen varias previsiones (por lo general, varias decenas) con objeto de tener en cuenta la naturaleza caótica del sistema climático y los errores que puedan surgir en el modelo

Figura 1: Temperatura anormal de la superficie del mar prevista en 4 regiones del océano Pacífico tropical. La previsión estacional se realizó en noviembre de 2007. Línea negra: observación. Líneas azules: 41 simulaciones numéricas del sistema combinado de previsión estacional de Météo France. Línea roja: Media del conjunto



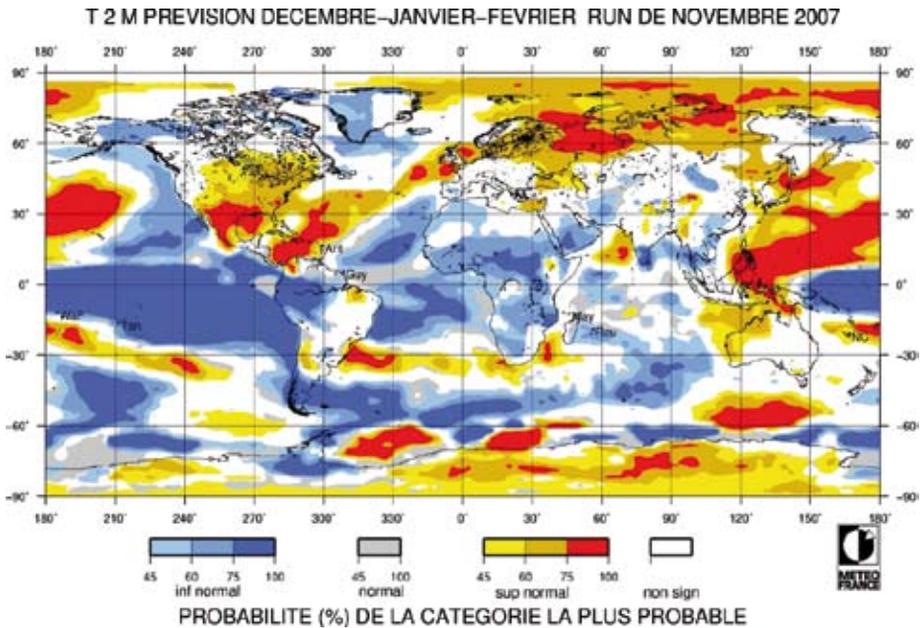


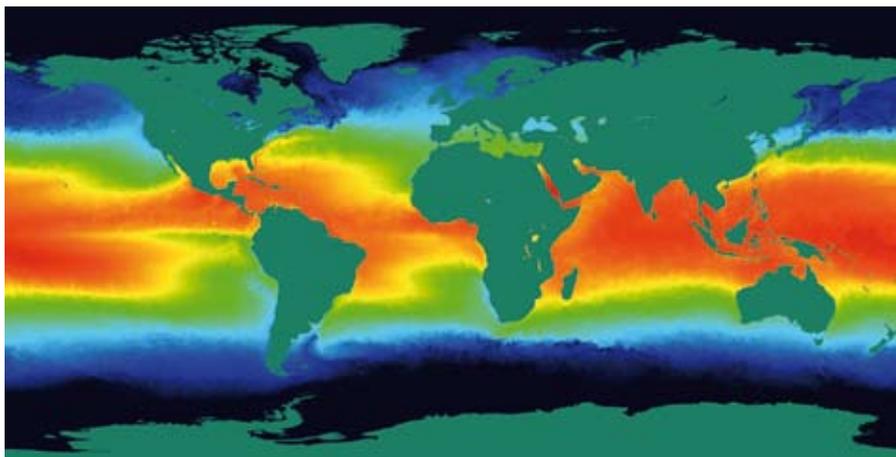
Figura 2: Mapa de probabilidad de temperaturas anormales a una altura de 2 m previstas en noviembre de 2007 para los meses de enero, febrero y marzo de 2008. Los colores rojos (a diferencia de los azules) indican una mayor probabilidad de registrar temperaturas más altas (o más bajas para los azules) de lo normal (derechos: Météo France)

de previsión climática (véase la figura 1), consiguiendo el objetivo en obtener una descripción del estado de la atmósfera más probable en el futuro (figura 2).

Lecciones aprendidas de la investigación de GMES: la contribución del proyecto MERSEA

MERSEA, un ambicioso proyecto financiado en el marco del Programa Marco de la Comunidad Europea para acciones de investigación, desarrollo tecnológico y demostración, fue diseñado para demostrar, desde abril de 2004 hasta mediados de 2008, la capacidad europea de vigilar y prever el estado del océano a nivel global y regional, en los campos de la física, la bio-geoquímica y los ecosistemas oceánicos. En este proyecto se desarrollaron varias demostraciones de aplicaciones, entre las cuales se destaca, la *contribución a la mejora de las previsiones estacionales y la observación de la variabilidad climática*. En este contexto, un consorcio que reunía a varias organizaciones europeas de investigación y de usuarios, entre las cuales se encuentra el Centro Europeo

para las Previsiones Meteorológicas a medio plazo (ECMWF, Reino Unido), Mercator Océan (Francia), Météo France (Francia), y el Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV, Italia), establecieron un programa común de investigación y desarrollo. Entre sus objetivos se encontraba el desarrollo de nuevos métodos de inicialización de los modelos oceánicos utilizados para las previsiones combinadas estacionales. Más concretamente, se pretendía aprovechar los análisis mundiales del océano a alta resolución (1/4°) desarrollados en el marco del proyecto MERSEA, utilizándolos a modo de condiciones iniciales para las previsiones combinadas estacionales. El objetivo consistía en que dichos análisis de alta resolución se acercaran más a la realidad que los análisis oceánicos obtenidos con el modelo de resolución más grueso, que se utilizaba hasta entonces. Por otro lado, cabe señalar que uno de los principales retos en la mejora de las capacidades de previsión estacional radica en la resolución espacial utilizada en los Modelos de Circulación General atmosféricos y oceánicos, por lo que también se han realizado avances en este campo.



Temperatura media de la superficie del mar: este mapa fue creado haciendo la media de todos los datos disponibles para el año 2003. Los colores utilizados representan la temperatura de la superficie del mar, variando desde el azul oscuro (frío) hasta el rojo oscuro (calor). (Derechos: AEE - ENVISAT | Instrumento: AATSR)

Implicaciones para las aplicaciones meteorológicas

Actualmente, los centros europeos de oceanografía operativa suministran datos a una amplia variedad de usuarios, entre los cuales se distinguen los institutos meteorológicos como el ECMWF, Météo France o el UK Met Office. Tal y como se ha mencionado, el principal sujeto de esta colaboración entre los meteorólogos y los oceanógrafos radica en la previsión estacional. Por ejemplo, Mercator Océan, el centro francés de oceanografía operativa, ofrece las condiciones iniciales para las previsiones estacionales combinadas realizadas por Météo France. Estas previsiones estacionales también contribuyen al proyecto europeo de previsión temporal e interanual (Euro-SIP), un proyecto de colaboración entre EMCWF, Météo France y el UK Met Office para emitir previsiones estacionales globales, operativas, a tiempo real y de múltiples modelos.

De cómo los Servicios Base Marinos (MCS – Marine Core Service por sus siglas en inglés) mejorarán el servicio suministrado a los institutos meteorológicos y la forma en la que esto afectará a las previsiones meteorológicas estacionales

Una de las recomendaciones de los proyectos de investigación financiados en el nuevo 7º Programa Marco, consiste en realizar nuevos análisis que cubran un periodo de entre 20 y 50 años. Un retroanálisis consiste en una larga simulación del océano, con objeto de simular el clima pasado del océano a lo largo de un periodo dilatado. Para que la solución sea

realista, se realiza una asimilación de datos. Se trata de un modo inteligente de comprobar el estado del océano con múltiples observaciones tales como las medidas oceánicas del nivel del mar desde el Espacio (datos altimétricos), la temperatura de la superficie marina y datos *in situ* (perfiles de temperatura y salinidad (realizados por las boyas Argo). Por ejemplo, Mercator Océan realizó dos nuevos retroanálisis oceánicos mundiales con una resolución horizontal baja (~2°, cerca de 200 km. aprox) que cubrían varias décadas. Ambos retroanálisis nuevos se distinguían principalmente en el

Boya Argo al final del arco iris. Tomada en septiembre de 2007 desde una pequeña barca del buque McArthur II del NOAA (derechos: Adam Ú)



método utilizado para la asimilación de datos, el filtrado ampliado de Kalman frente a la visión tridimensional de variaciones (una técnica investigada en el CERFACS con la colaboración de Mercator Océan y del ECMWF).

La relación coste-beneficio del filtrado reducido de Kalman y la asimilación de las variaciones para la previsión estacional constituyen una cuestión abierta. Sin embargo, en el sistema global de previsiones, estos métodos pueden complementarse para facilitar estimaciones derivadas de forma independiente sobre el estado del océano. Esto podría constituir una forma eficaz y práctica para discernir la incertidumbre de las condiciones iniciales del océano. Por lo tanto, es posible utilizar ambos métodos combinados para mejorar la capacidad de realizar previsiones estacionales. Este esfuerzo constante contribuirá finalmente a facilitar las mejores estimaciones posibles del estado del océano y las Condiciones Iniciales (CI) precisas para las previsiones meteorológicas estacionales.

Un reto para los próximos años

El reto para los próximos años radica en realizar un nuevo análisis global del océano en una escala intermedia que se llevará a cabo con el modelo global de 1/4° en el marco del Servicio Base Marino de GMES. El objetivo consiste en describir de forma realista el océano en alta resolución (~25 km.) durante las dos últimas décadas, teniendo en cuenta todas las observaciones oceánicas disponibles. Para ello se utilizarán distintos métodos

de asimilación. Este trabajo movilizará a una gran parte de la comunidad científica europea, basándose al mismo tiempo en la experiencia previa obtenida a través de los demás proyectos europeos. El “historial climático del océano” que resulte será utilizado por varios institutos meteorológicos en Europa (CMCC – Centro Euro-Mediterráneo per i Cambiamenti Climatici, ECMWF, Météo France, UK Met Office) con vistas a validar y a evaluar la mejora de la capacidad predictiva estacional de estos análisis globales del océano de alta resolución.

Por último, podríamos señalar que la calidad de los análisis oceánicos de alta resolución, que se llevan a cabo actualmente sugiere que la combinación de la atmósfera con un modelo oceánico podría mejorar las previsiones meteorológicas a medio plazo (comprendidas normalmente entre 1 y 14 días). Esta hipótesis ha sido probada con éxito en el proyecto MERSEA uniendo el modelo global del océano de 1/4° de Mercator Océan con el modelo IFS de previsión intermedia de alta resolución del ECMWF. Los resultados reflejan que la combinación oceánica puede en determinados casos (especialmente, para los fenómenos meteorológicos extremos) mejorar la capacidad predictiva respecto de la atmósfera, o lo que es lo mismo, las capacidades de previsión. El suministro de CI oceánicas para las previsiones climatológicas intermedias también podría ser una de las actividades del Servicio Base Marino de GMES en el futuro.

Los proyectos europeos anteriores han servido para crear los imprescindibles lazos de colaboración entre los centros oceanográficos operativos y meteorológicos europeos. Partiendo de esta base, el Servicio Base Marino de GMES podrá suministrar condiciones iniciales oceánicas de alta calidad a los sistemas de previsión meteorológica, lo que repercutirá en una mejora de las capacidades de previsión estacional. Los usuarios intermedios y la sociedad en su conjunto se beneficiarán en último término de todas estas mejoras.



El Dr. **Nicolas FERRY** se incorporó al proyecto Mercator Océan en 2001, inmediatamente después de presentar una tesis doctoral sobre asimilación de datos, y desarrolló el primer sistema mundial de análisis y previsión oceánica. Su principal tarea consiste actualmente en desarrollar un conjunto óptimo de datos sobre las Condiciones Iniciales del océano para aplicaciones de previsión combinadas de océano-atmósfera. Para ello colabora con la oficina meteorológica francesa y con otras instituciones europeas en el marco del proyecto MERSEA, financiado por la UE.