

Convocatoria de ayudas de Proyectos de Investigación

MEMORIA TÉCNICA PARA PROYECTOS DE LA CONVOCATORIA DE I+D TIPO B

1. RESUMEN DE LA PROPUESTA

INVESTIGADOR PRINCIPAL: Dr. Xavier Rodó López (LRC-PCB)

TITULO DEL PROYECTO:

Predicción climática estacional en el Área mediterránea combinando multimodelos Dinámicos, proyecciones estadísticas, modelos Oceánicos Regionales y experimentos climáticos tipo mArcapaso (PANDORA**)**

RESUMEN:

La disponibilidad de predicciones climáticas estacionales fiables ayudaría a gestionar de manera mas eficiente muchos aspectos de nuestra vida cotidiana. La variabilidad oceánica proporciona una cierta capacidad de anticipación climática a medio plazo y por ello se ha de tener en cuenta al obtener predicciones climáticas estacionales ya sea mediante aproximaciones estadísticas o con modelos dinámicos. A diferencia de otras zonas del planeta, en la región mediterránea aun no se ha evaluado de manera exhaustiva la capacidad predictiva de los distintos sistemas de predicción. El papel crítico del océano y de las teleconexiones como posible fuente de capacidad predictiva da una especial relevancia a la manera cómo los modelos representan la interacción entre la atmósfera y el océano. La manera que se está demostrando mas efectiva para entender estos procesos a nivel regional es el método pacemaker que prescribe el forzamiento oceánico de manera continua en la región de interés y deja libre para evolucionar el resto de las áreas oceánicas. Los pacemaker pueden ser alimentados con observaciones pero potencialmente también podrían ser inicializados con las SST producidas por un modelo oceánico dinámico de alta resolución como los modelos oceánicos regionales de última generació.

En PANDORA lo que pretendemos es desarrollar un meta-sistema de predicción climática estacional fiable para el área mediterránea que permita anticipar el clima general de la Península Ibérica con unos meses de antelación, a base de la utilización y mejora de las técnicas mas prometedoras que actualmente existen en el campo de la predicción climática estacional. Para ello primero obtendremos predicciones estacionales mediante multimodelos dinámicos y métodos estadísticos. A continuación implementaremos un sistema de modelado que espamos mejore la capacidad predictiva estacional al introducir explícitamente en el pronóstico la dinámica oceánica regional. Este sistema tendrá dos pasos, el primero será un modelo oceánico regional (ROM) que se alimentará de predicciones estacionales y generará SST dinámicas, mientras que el segundo será un pacemaker que dará lugar a nuevas predicciones estacionales a partir de las SSTs proporcionadas por el ROM. Finalmente y también en una aproximación novedosa se combinarán los diferentes sistemas de predicción estacional generados en el proyecto mediante la técnica de la asimilación de pronósticos (forecast assimilation) para conseguir en principio alguna mejora adicional de la capacidad predictiva.

PROJECT TITLE:

“Seasonal climate Prediction in the Mediterranean Area combining Dynamical multimodel ensembles, statistical forecasts, Regional ocean models and Pacemaker experiments” (PANDORA)

SUMMARY:

A more efficient management of multiple aspects of our daily life can be improved when reliable seasonal climate forecasts are on hand. Ocean variability provides some degree on mid-term climate anticipation and should be considered for securing good seasonal climate predictions either those obtained through statistical techniques or from the output of dynamical models. Unlike other regions, in the Mediterranean area we still lack a clear skill evaluation of different seasonal forecast systems. The critical role of the ocean and the teleconnections as a possible source of prediction skill gives special relevance to the way the models deal with the ocean-atmosphere interactions. The pacemaker method has evolved into the most efficient method to model these processes at the regional level. In a pacemaker experiment the ocean forcing is prescribed continuously in the area of study while the remaining oceanic areas are free to evolve. Pacemakers can be fed with observations and, at least in theory, also with the outputs from a last generation high resolution regional ocean model.

In PANDORA we want to develop a seasonal climate prediction meta-system reliable for the Mediterranean area, able to forecast the Iberian Peninsula climate several months in advance. For this we want to use and improve the best available techniques in the field. First we will get seasonal climate predictions using statistical methods and multimodel ensembles. Next we will develop a modeling system to explicitly use the regional ocean dynamics to improve the predictions. This system will comprise two steps. First a regional oceanic model (ROM) for the Mediterranean to be fed with the previous seasonal forecasts and providing high-resolution dynamical SSTs. Second a pacemaker prescribed with the output from the ROM and giving new seasonal predictions. Finally, we will combine the different seasonal prediction systems developed in the project into a single and improved scheme by means of the forecast assimilation technique.

2. INTRODUCCIÓN

Contexto científico de la propuesta

La variabilidad climática en distintas escalas temporales, tales como la diaria, mensual o estacional, afecta a procesos socio-económicos como el rendimiento de ciertas cosechas o la incidencia de algunas enfermedades tropicales infecciosas. La existencia de predicciones climáticas capaces de pronosticar las condiciones meteorológicas predominantes con varias semanas e incluso meses de antelación, ayudaría a gestionar de una manera mucho más eficiente estos y otros aspectos tan o más importantes en nuestras vidas cotidianas. Sin embargo, el carácter caótico de la dinámica meteorológica determina una imposibilidad básica en la capacidad de producir predicciones detalladas con una antelación superior a dos semanas. Lo que si es posible, al menos potencialmente, es la predicción de los valores climáticos promedio mensuales, estacionales e incluso anuales. Esta capacidad para conocer la evolución del clima en el futuro a medio y largo plazo, nace de las fluctuaciones en las características estadísticas del tiempo meteorológico que la variabilidad oceánica estacional a interanual puede llegar a provocar en determinadas circunstancias.

Dado que el océano juega un papel fundamental en la predicción a medio y largo plazo, se requieren modelos en los que se representan tanto la atmósfera como el océano, así como su acoplamiento. Estos sistemas de predicción pueden ser de dos tipos. Por un lado tenemos los modelos empíricos que se obtienen a partir de las relaciones estadísticas observadas en la evolución de las condiciones climáticas y que tienen las desventajas habituales de todos los modelos estadísticos cuando se utilizan para hacer predicción. Y por otro lado, tenemos los modelos dinámicos donde se representan los procesos físicos reales mediante un programa informático que intenta emular el funcionamiento del sistema climático. En los modelos dinámicos, la calidad de las predicciones a escala estacional se ven afectada por dos fuentes de incertidumbre: la imprecisión de las condiciones iniciales y la que resulta de la formulación del modelo. Para disminuir la incertidumbre ligada a las condiciones iniciales, se realizan varias predicciones variando ligeramente las condiciones iniciales. La incertidumbre del modelo se origina al discretizar las ecuaciones de movimiento, las de continuidad y las de termodinámica así como durante la parametrización de procesos que ocurren en escalas espaciales inferiores a la resolución del modelo. En la actualidad, no hay un formalismo adecuado para tener abordado directamente la incertidumbre del modelo. Sin embargo los modelos climáticos globales (GCM) que se utilizan han sido desarrollados independientemente en instituciones diferentes, de tal manera que se puede considerar que el conjunto de modelos explora buena parte del espacio de incertidumbre. En la práctica se ejecutan de manera simultánea varios modelos bajo las mismas condiciones. A esta práctica se la denomina predicción por conjunto multimodelo (ensemble). Aunque mediante ensambles ya se producen predicciones estacionales operativas todavía se está investigando como combinar óptimamente múltiples predicciones con aproximaciones tan prometedoras como el forecast assimilation (Stephenson et al 2005)

La predicción del clima a escala estacional e interanual basada en métodos dinámicos ofrece la máxima calidad en las zonas ecuatoriales y tropicales, principalmente debido al efecto batuta o director que sobre la dinámica tropical tiene transitoriamente el fenómeno de El Niño - Oscilación del Sur (ENSO). La calidad de las predicciones, sin embargo, decrece significativamente en las regiones subtropicales y latitudes medias debido a la gran magnitud de variabilidad atmósfera en estas zonas y a la decreciente influencia de los trópicos mediante teleconexiones cada vez más débiles. En este sentido, la región mediterránea, junto al cono sur americano, Europa y Asia central, es una de las zonas del planeta donde esta predecibilidad es más baja. En estas zonas los métodos estadístico-empíricos ofrecen niveles de predicción aun más bajos, aunque ello no significa que puedan tener una cierta utilidad. En la región mediterránea todavía no se ha llevado a cabo una evaluación exhaustiva de la capacidad predictiva de los distintos sistemas de predicción, dinámicos o estadísticos, de los que actualmente disponibles. Resultados previos sugieren que la calidad de las predicciones de temperatura y precipitación alcanza un máximo en las estaciones equinocciales, con un comportamiento diferenciado entre el Mediterráneo Occidental y Oriental. Además, la temperatura muestra un alto grado de predecibilidad en verano, fundamentalmente debido a la persistencia de la capacidad calorífica del mar.

El papel crítico del océano y de las teleconexiones en relación a la predictabilidad climática da especial relevancia a cómo los modelos climáticos reproducen la interacción entre la atmósfera y el océano. Algunos autores prefieren simular sólo el compartimento atmosférico y fuerzan el modelo con una climatología global de la temperatura superficial del agua de mar (SST, Graham et al. 1994).

En este caso las alteraciones de la SST inducidas por la dinámica atmosférica son ignoradas (Doblas-Reyes et al. 2003). Otros autores modelan sólo las interacciones atmósfera-océano en las regiones tropicales porque en ellas, y a diferencia de otras latitudes, los procesos físicos dominantes son los intercambios de calor latente y sensible. Comparando los resultados obtenidos con las observaciones se puede inferir qué procesos físicos están bien o mal representados y a continuación corregirlos para mejorar las predicciones (Moura et Hastenrath 2004). Aquí hay que entender que la comprensión de cómo el océano afecta la atmósfera es necesaria para identificar los mecanismos de transmisión mas efectivos y para determinar cómo será la respuesta atmosférica, especialmente si lo que se desea simular es un forzamiento extratropical (Lau et Nath 1996). Aun en el caso que las interacciones estén bien representadas, en los modelos climáticos completamente acoplados que actualmente utilizan la mayoría de los investigadores, la naturaleza caótica del sistema determina una rápida divergencia a nivel local entre la simulación y las observaciones aunque el modelo sea capaz de reproducir correctamente las características climáticas globales promedio. Sin embargo, prescribiendo la dinámica de las SST en la región de interés (por ejemplo el Mediterráneo) nos podemos asegurar la presencia continua del forzamiento oceánico que consideramos crítico y en general se consigue localmente una mejor correspondencia entre la simulación y las observaciones. Esta aproximación a la prescripción del forzamiento oceánico se la denomina marcapasos (pacemaker, Wu and Kirtman 2004)

Hasta ahora los estudios con pacemaker han utilizado observaciones de SST para prescribir el forzamiento en la región de interés (Ej. Lau and Nath 2002, Kirtman and Shukla 2002, Wu and Kirtman 2004, 2005), pero potencialmente se podrían utilizar las SST producidas por un modelo oceánico dinámico de alta resolución. La resolución espacial de los modelos numéricos globales de circulación oceánica es demasiado baja para ser de utilidad en este tipo de estudios regionales pero no ocurre lo mismo con los modelos oceánicos regionales (ROM, Shchepetkin and McWilliams 2005, Wilkin and Lanerolle 2005). Actualmente ya es posible inicializar un modelo oceánico regional con observaciones o con datos equivalentes (como por ejemplo las predicciones de un modelo climático). Tras el proceso de asimilación el ROM se halla preparado para iniciar la simulación en un estado coherente con los datos introducidos que, si se trataba de observaciones, tendrá un elevado grado de realismo. En el mediterráneo todavía no se han implementado modelos regionales de circulación oceánica

En resumen, en el contexto planteado se ha identificado unas necesidades y circunstancias científicas que presentan un cierto grado de relación:

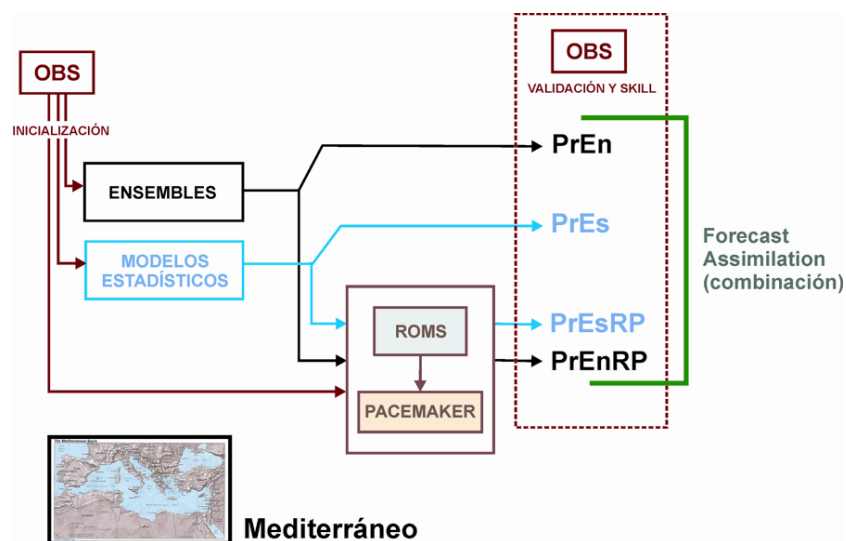
- 1) La existencia de predicciones climáticas estacionales fiables ayudaría a gestionar de una manera mucho más eficiente muchos aspectos importantes de nuestras vidas cotidianas.
- 2) En la región mediterránea todavía no se ha llevado a cabo una evaluación exhaustiva de la capacidad predictiva de los sistemas de predicción climática estacional dinámicos y estadísticos que actualmente están disponibles
- 3) Es posible combinar varias predicciones climáticas estacionales.
- 4) Toda mejora en la descripción de la dinámica oceánica incrementa la capacidad predictiva estacional de los modelos climáticos.
- 5) El uso de la prescripción de forzados oceánicos mediante el método pacemaker mejora localmente la incorporación de la dinámica oceánica a los modelos climáticos y ayudar a reducir la divergencia entre la simulación y las observaciones.
- 6) El método pacemaker se podría acoplar a un modelo oceánico dinámico de alta resolución.
- 7) Es posible inicializar un modelo oceánico regional con las predicciones generadas por un modelo climático.
- 8) Todavía no se han implementado ningún ROM en la cuenca mediterránea

Finalidad científica de la propuesta

Basándonos en el contexto científico descrito en la sección anterior y resumida en el último párrafo, hemos una propuesta de investigación que podría ayudar a dar respuesta a las necesidades detectadas aprovechando para ello las oportunidades científicas identificadas.

La finalidad científica básica y última de PANDORA ("Predicción climática estacional en el área mediterránea combinando multimodelos dinámicos, proyecciones estadísticas, modelos oceánicos regionales y experimentos climáticos tipo marcapaso") es el desarrollo de un meta-sistema de predicción climática estacional fiable para el área mediterránea que permita anticipar el clima general de la Península Ibérica con unos meses de antelación, a base de la utilización y mejora de las

técnicas mas prometedoras que existen en la actualidad en el campo de la predicción climática estacional. La siguiente figura reproduce el esquema conceptual de lo que representa PANDORA:



Partiendo de ideas bien conocidas y ya desarrolladas el proyecto se plantea en primer lugar obtener predicciones estacionales para la región mediterránea mediante multimodelos dinámicos y métodos estadísticos. La aproximación dinámica consistirá simplemente en la obtención y adaptación para el área mediterránea de los resultados públicos producidos por ENSEMBLES, un proyecto integrado financiado por la UE entre 2004-2009 (<http://ensembles-eu.metoffice.com/index.html>), que produce predicciones de estacionales (**PrEn**) a interanuales para el continente europeo mediante un ensemble de modelos acoplados cuya incertidumbre se reduce mediante diversas aproximaciones (ver antecedentes). Las predicciones estacionales empíricas (**PrEs**) se obtendrán tras la exploración de los métodos estadísticos mas habituales como son la regresión lineal simple o múltiple, el análisis de correlación canónica (CCA), la descomposición en valores singulares (SVD), o el uso de “composites” de situaciones observadas previamente que presentan evoluciones muy probables. También se explorarán métodos estadísticos menos habituales como los modelos AR de los principales modos de variabilidad y otras más relacionados con los mecanismos físicos subyacentes como el estudio de la persistencia de ciertas anomalías. en modelos

Con **PrEn** y **PrEs** tendremos por primera vez una caracterización específica para el área mediterránea de las técnicas de predicción estacional existentes en la actualidad. El siguiente paso que daremos será la implementación de un sistema de modelado que quizás permita mejorar la capacidad predictiva de **PrEn** y **PrEs** a introducir la dinámica oceánica regional, y que será completamente novedoso. Este sistema tendrá dos pasos, primero un modelo oceánico regional (ROM) para el Mediterráneo que generará SST dinámicas que a su vez alimentarán un modelo atmosférico ejecutado en modo pacemaker para dar lugar a nuevas predicciones estacionales. Este sistema que llamaremos RP (de ROM y Pacemaker) será la parte mas dificultosa de implementar del proyecto. Por una parte primero habrá que desarrollar un ROM específico para el Mediterráneo a partir de un modelo ROM general del Institute of Marine and Coastal Sciences de la Universidad de Rutgers (<http://marine.rutgers.edu/roms>) en New Jersey (Estados Unidos). A continuación habrá que desarrollar los procedimientos para inicializar el ROM Mediterráneo con **PrEn** y **PrEs** y resto de datos que necesita asimilar. El paso siguiente será definir los procedimientos para forzar el pacemaker, en nuestro caso el COLA AGCM v.3, con los campos dinámicos de SST producidos por el ROM. Cuando alimentemos el sistema RP con **PrEn**, obtendremos unas predicciones estacionales de base dinámica supuestamente mejoradas tras considerar la dinámica oceánica regional, **PrEnRP**. Las otras predicciones que obtendremos serán equivalentes pero con una base estadística, **PrEsRP**.

Lógicamente durante la creación de cada una de las predicciones estacionales se realizarán las pertinentes validaciones y cálculos de skill que nos permitirán conocer entre otras cosas si la sofisticada introducción de la dinámica oceánica regional que hemos realizado nos permite mejorar el skill de alguna zona concreta del Mediterráneo. No olvidemos que estamos hablando de una región con baja predecibilidad climática y donde toda mejora, por pequeña, representará una mejora significativa que será muy bien recibida.

Finalmente y también en una aproximación novedosa intentaremos combinar los sistemas de predicción estacional producidos mediante la técnica de la asimilación de pronósticos (forecast assimilation, ver antecedentes) para ver si con ello conseguimos alguna mejora adicional de la capacidad predictiva. Si todo ocurre en los términos previstos al final del proyecto se dispondrá de un meta-sistema operativa para obtener predicciones estacionales en la región mediterránea que se podrá utilizar para generar pronósticos de manera rutinaria y para realizar estudios que permitan comprender mejor aspectos concretos de la dinámica climática en la región mediterránea (ver el apartado 5, "Beneficios del proyecto" donde se describen algunas propuestas)

Antecedentes y estado actual de los conocimientos científico-técnicos en torno a la propuesta

Predicción estacional con multimodelos dinámicos y conjuntos de simulaciones

En una predicción por conjuntos (ensemble) la incertidumbre se reduce mediante una aproximación probabilística al realizar un conjunto de simulaciones que parten cada una de ellas de condiciones iniciales ligeramente diferentes. Otra fuente de incertidumbre es la que resulta del modelo que se utiliza y de su forma de representar y parametrizar el sistema climático. Partiendo de exactamente las mismas condiciones iniciales dos modelos diferentes predicen resultados dispares. La aproximación multimodelo, que consiste en realizar simultáneamente simulaciones con modelos diferentes, es una manera pragmática de intentar reducir y controlar la incertidumbre asociada a los modelos. Ensamblados y multimodelos se pueden combinar en un sistema muy efectivo para gestionar la incertidumbre. El método denominado multimodelo ensemble (Palmer et al., 2004) produce los pronósticos más fiables y con mayor skill del estado futuro de la atmósfera y del océano de que disponemos en la actualidad. En Europa el sistema está siendo llevado a la práctica mediante el proyecto integrado europeo ENSEMBLES que implementa un sistema multimodelo ensemble con 7 GCM acoplados con 9 miembros en el ensemble de cada uno de ellos. A este sistema básico se añaden 2 GCM no acoplados con 9 miembros cada uno donde se perturba la manera en que se definen los procesos físicos y un GCM acoplado, también con 9 miembros, donde se perturban los elementos físicos estocásticos del modelo. Para inicializar y validar los modelos de ENSEMBLES se utilizan la SST de Reynolds, la temperatura y precipitación cercanas a la superficie de CMAP.

Predicción estacional con métodos estadísticos

Los modelos estadísticos estudian los registros de observaciones tratando de identificar relaciones entre situaciones climáticas que suceden en momentos diferentes. Desde un punto de vista estadístico ciertas variables se designan como predictores mientras que otras, las que van a ser pronosticadas, se consideran como predictandos. Un predictor típico es el campo de anomalías de SST de los meses anteriores en aquellas zonas que se considera que pueden afectar al predictando. Predictandos típicos son la temperatura o la precipitación en nuestra área de interés. Los métodos estadísticos más típicos son la regresión lineal simple, la múltiple o su equivalente multivariante, el CCA (canonical correlation analysis) y la descomposición en valores singulares (SVD). A menudo se utiliza la amplitud de las funciones empíricas ortogonales (EOFs) de los campos predictores en lugar de los valores originales para concentrar los datos en un número menor de variables. Un método estadístico menos sofisticado es el de los "composites". Un composite es un sumario cuantitativo de lo que en el pasado ocurrió en circunstancias similares o equivalentes a las que estamos estudiando. Para ello se usa un criterio objetivo que identifica los datos del pasado análogos a la situación presente con un cierto margen de tolerancia. Los datos así identificados son a continuación descritos mediante su función de distribución que son asimilables a probabilidades de ocurrencia que se pueden utilizar con fines predictivos una vez se ha determinado en que parte del dominio de la variable nos encontramos. Un método muy parecido y también de amplio uso es el de los análogos. En este caso solo se seleccionan las situaciones del pasado que más se parecen a la que estamos analizando y seguidamente se analizan igual que los composites. El único riesgo de los análogos es que habitualmente se encuentran muy pocos que se puedan considerar razonablemente buenos y como consecuencia la predicción resultante tiene una gran incertidumbre.

Modelos oceánicos regionales (ROMs)

Los principales esfuerzos para producir sistemas que caractericen el océano a escala regional se concentran en torno a la iniciativa Regional Ocean Modeling System de la Universidad de Rutgers en New Jersey, Estados Unidos (<http://marine.rutgers.edu/roms>, Shchepetkin and McWilliams 2005). El

kernel computacional de ROMs utiliza una interpolación vertical basada en splines parabólicos conservativos combinada con una interpolación temporal que permite la conservación exacta de los trazadores y que proporciona una separación precisa y estable de los modos baroclínicos y barotrópicos en aquellas regiones con una batimetría de inclinación muy pronunciada. Clave para proporcionar a ROMs su capacidad como sistema de reanálisis es la utilización de una aproximación lineal tangencial que proporciona el jacobiano de los operadores dinámicos tangentes a la trayectoria de las soluciones del sistema no lineal. El adjunto de este jacobiano proporciona información sobre la sensibilidad del sistema respecto al estado del modelo, las condiciones de contorno y de forzado, o los parámetros del modelo. Conocer la sensibilidad es relevante para la asimilación de datos, el análisis de estabilidad y en la predicción por conjuntos. La integración simple de las ecuaciones adjuntas informa sobre el gradiente en una función escalar de los parámetros del modelo en todos y cada uno de los puntos de la malla y los pasos temporales. Cuando el modelo realiza predicciones o reanálisis, esta función es una medida de la falta de ajuste entre el modelo y las observaciones y su adjunto informa de la sensibilidad de las soluciones a las perturbaciones de las condiciones iniciales y las de contorno. La asimilación de datos es variacional y en 4 dimensiones (4DVar). Consiste en un algoritmo iterativo que mejora las variables de control para conseguir una mayor correspondencia entre el modelo y las observaciones. Cuando el algoritmo converge, la falta de ajuste es mínima y el modelo representa el mejor reanálisis posible de las condiciones oceánicas para el periodo de análisis. ROMs también implementa algoritmos de transporte de sedimentos y una amplia gama de submodelos ecológicos que difieren en su grado de complejidad. Gracias a su capacidad de asimilación de datos ROMs se puede utilizar para la predicción en tiempo real de la circulación de mesoescala. También se puede usar para caracterizar la circulación regional de manera consistente con todas las observaciones disponibles y con la física del modelo. Esta estimación óptima del estado del océano, conocida como “reanálisis”, se puede utilizar para realizar estudios de tipo diverso: ecológicos, intercambio de nutrientes con la zona costera, dispersión de contaminantes, redistribución de sedimentos, o para caracterizar la circulación regional una vez se ha producido un determinado cambio climático

Experimentos marcapasos (pacemaker)

Los modelos regionalmente acoplados o “pacemaker”, son una aproximación alternativa a la más común de los GCM exclusivamente atmosféricos (AGCMs) y los GCM completamente acoplados (CGCMs). En lugar de especificar la SST en cada punto de la malla como en los AGCMs o representarla con un modelo oceánico como en los CGCMs, los modelos pacemaker son un híbrido entre las dos metodologías. En el marco de los pacemakers las SSTs se prescriben únicamente en una región determinada. Fuera de los límites de la zona de forzamiento, el océano se representa mediante un modelo que permite que la SSTs evolucione de manera consistente según la dinámica de los flujos atmósfera-océano. El método pacemaker ha proporcionado mejores resultados que los modelos donde la SST se especifica completamente en la representación del monzón de India (Ej., Lau and Nath 2000, Wu and Kirtman 2004 y 2005), gracias a su representación mejorada de los intercambios atmósfera-océano en el Océano Índico. En los GCM atmosféricos habituales, la atmósfera no puede influir en la evolución oceánica, solo puede responder a ella. Los flujos de calor y de momento de la atmósfera hacia el océano son simplemente ignorados, dando lugar a inconsistencias en el balance energético superficial que a su vez pueden dar a grandes errores en la relación simulada entre la lluvia monzónica y las SSTs (Ej. Lau and Nath 2002, Kirtman and Shukla 2002, Wu and Kirtman 2004 y 2005). Uno de los modelos más utilizados es la versión 3 del GCM atmosférico de COLA (Center for Ocean-Land-Atmosphere en New Jersey, Estados Unidos). En la implementación habitual se utiliza un ensamble numeroso de simulaciones que se inician con unas condiciones iniciales relativamente arbitrarias y un forzado débil en la región de interés. Cuando los flujos se han estabilizado entonces se introduce el forzamiento real que se desea estudiar. De esta manera se consigue minimizar el shock que supondría directa del forzamiento.

Combinación de predicciones (forecast assimilation)

Las predicciones procedentes de diferentes modelos o de diferentes sistemas de predicción se pueden combinar buscando coeficientes que den mayor o menor importancia a unas o a otras en función de la calidad de las predicciones pasadas. A esta aproximación conceptual unificada recibe el nombre de asimilación de predicciones (forecast assimilation, Stephenson et al 2005). Por las mismas razones que hacen necesaria la asimilación de datos en los modelos numéricos de predicción, se deben asimilar las predicciones individuales en un sistema único bien calibrado con pesos ajustados a la calidad de cada predicción en cada lugar y en cada momento y que posee un skill superior a las predicciones individuales. Para ello se utilizan métodos de calibración de uso generalizado como el downscaling estadístico.

Aspectos novedosos de la propuesta

La realización del proyecto PANDORA en los términos descritos en la presente propuesta implicaría una serie de aproximaciones y actividades científicas que resultarían claramente novedosas. Son las que listamos a continuación:

- 1) El uso de predicciones estacionales producidas con el método de ensamblajes de multimodelos en la región Mediterránea
- 2) El uso de predicciones estacionales con métodos estadísticos para el Mediterráneo
- 3) El uso de un ROM para modelar el Mediterráneo
- 4) La asimilación de predicciones estacionales para inicializar un ROM
- 5) El uso de las SSTs modeladas por un ROM para prescribir el forzado en un experimento pacemaker
- 6) El uso de un ROM en un protocolo de predicción estacional
- 7) El uso del método pacemaker en un protocolo de predicción estacional
- 8) La investigación de la posible mejora del skill de las predicciones estacionales al añadir al sistema predictivo una contribución más realista de la dinámica oceánica y de su influencia sobre la evolución climatológica en la zona.
- 9) La combinación de las predicciones estacionales procedentes de sistemas dinámicos y estadísticos en un único metasisistema predictivo (mejora de la técnica del forecast assimilation)

Grupos nacionales e internacionales que trabajan en la misma materia específica del proyecto

En estado español trabajan en predicción climática estacional el Departamento de Física de la Tierra, Astronomía y Astrofísica II de la Universidad Complutense de Madrid, el Departamento de Métodos Estadísticos de la Universidad de Zaragoza, la Universidad de Castilla la Mancha, el Departamento de Física Aplicada de la Universidad de Granada, el Grupo Mixto de Investigación en Meteorología Aplicada de la Universidad de Cantabria, el Departamento de Física de la Universidad de Alcalá, la Universidad de Jaen y el Departamento de Física Aplicada de la Universidad del País Vasco. A nivel internacional hay infinidad de grupos que han promovido y promueven iniciativas como DEMETER, EUROSIP y ENSEMBLES. Los más destacables son el CFS de NCEP (<http://cfs.ncep.noaa.gov/>), la Met Office (http://www.metoffice.gov.uk/research/seasonal/template_ssi.html), Meteo-France, APCC (<http://www2.apcc21.net/about/about03.php>) y algunos centros de investigación de la NASA, la Universidad de Florida o el MPI-Hamburg. A destacar sin embargo el grupo de predicción estacional del ECMWF (<http://www.ecmwf.int/products/forecasts/seasonal/documentation/index.html>) de Reading (Reino Unido) que gestiona el proyecto ENSEMBLES y que participa en la presente solicitud en forma de EPO interesada en los resultados finales del proyecto. El ECMWF, en la persona de F.J. Doblas también darán soporte consultivo de cara al uso de los productos generados por ENSAMBLES y para la implementación de la forecast assimilation.

Son desarrolladores de ROMs la Universidad de Rutgers en New Jersey, la de UCLA en California, el Energy Research Center de Patten (Holanda), el Institute of Marine Research en Bergen (Noruega), la Universidad de California en Santa Bárbara, la Stony Brook University, el Georgia Tech de Atlanta, la Oregon State University, la Universidad de Princeton, el NIWA neozelandés, el PMEL de la NOAA, la Universidad de Texas, el Jet Propulsion Laboratory de Pasadena, la Universidad de Colorado en Boulder, la Universidad de Cape Town en Sudáfrica, el Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS), la Woods Hole Oceanographic Institution, la Universidad de Stanford, y una lista de varias decenas de usuarios disponible en <http://www.myroms.org/index.php?model=toms&page=RomsUsers>. Indicar que dos investigadores del Ocean Modeling Group del Institute of Marine and Coastal Sciences de la State University of New Jersey, Javier Zavala y John Wilkins, han aceptado participar en este proyecto con el permiso de su institución.

La metodología pacemaker de momento la utilizan exclusivamente el Geophysical Fluid Dynamics Laboratory (GFDL) de Princeton y el Center for Ocean-Land-Atmospheres (COLA) en Calverton. Dos investigadores de COLA, Ben Cash y el director del centro James L. Kinter III también participan en la presente solicitud.

Bibliografia

- Doblas-Reyes F.J., V. Pavan and D.B. Stephenson (2003) The skill of multi-model seasonal forecasts of the wintertime North Atlantic Oscillation. *Climate Dynamics*, 21, 501-514.
- Graham N.E., T.P. Barnett, R. Wilde, M. Ponater and S. Schubert (1994) On the Roles of Tropical and Midlatitude SSTs in Forcing Interannual to Interdecadal Variability in the Winter Northern Hemisphere Circulation. *Journal of Climate*, 7, 1416-1441.
- Kirtman B. and J. Shukla (2002) Interactive coupled ensemble: A new coupling strategy for GCMs. *Geophys. Res. Lett.*, 29, 1029-1032.
- Lau N.C. and M.J. Nath (1996) The Role of the "Atmospheric Bridge" in Linking Tropical Pacific ENSO Events to Extratropical SST Anomalies. *Journal of Climate*, 9, 2036-2057.
- Lau N.C. and M.J. Nath (2000) Impact of ENSO on the variability of the Asian–Australian monsoons as simulated in GCM experiments. *J. Climate*, 13, 4287–4309.
- Moura A.D. and S. Hasterath (2004) Climate Prediction for Brazil's Nordeste: Performance of Empirical and Numerical Modeling Methods. *Journal of Climate*, 17, 2667-2672.
- Palmer T.N., A. Alessandri, U. Andersen, P. Cantelaube, M. Davey, P. Décluse, M. Déqué, E. Díez, F.J. Doblas-Reyes, H. Feddersen, R. Graham, S. Gualdi, J.-F. Guérémy, R. Hagedorn, M. Hoshen, N. Keenlyside, M. Latif, A. Lazar, E. Maisonave, V. Marletto, A. P. Morse, B. Orfila, P. Rogel, J.M. Terres and M. C. Thomson (2004) Development of a European multi-model ensemble system for seasonal to inter-annual prediction (DEMETER). *Bulletin of the American Meteorological Society*, 85, 853-872.
- Shchepetkin A.F. and J.C. McWilliams (2005) The regional oceanic modeling system (ROMS): a split-explicit, free-surface, topography-following-coordinate oceanic model. *Ocean Modelling*, 9, 4, 347-404.
- Stephenson D.B., C.A.D.S. Coelho, F.J. Doblas-Reyes and M. Balmaseda (2005) Forecast assimilation: a unified framework for the combination of multimodel weather and climate predictions. *Tellus A*, 57, 253-264
- Wilkin J. and L. Lanerolle (2005) Ocean Forecast and Analysis Models for Coastal Observatories, In *Ocean Weather Forecasting: An Integrated View of Oceanography*, E. Chassignet and J. Verron, Eds., 549-572, Springer.
- Wu R., and B. P. Kirtman (2004) Impacts of the Indian Ocean on the Indian summer monsoon-ENSO relationship. *J. Climate*, 17, 3037-3054
- Wu R., and B. P. Kirtman (2005). Roles of Indian and Pacific Ocean air-sea coupling in tropical atmospheric variability. *Climate Dynamics*, 25, 155-170.

3. OBJETIVOS DEL PROYECTO

3.1 Describir brevemente las razones por las cuales se considera pertinente plantear esta investigación y, en su caso, la **hipótesis de partida** en la que se sustentan los objetivos del proyecto

La necesidad social de predicciones climáticas estacionales fiables para mejorar nuestra capacidad de anticipación de los impactos climáticos determina el contexto en el que se plantea la presente solicitud de proyecto. Nuestra pretensión de desarrollar un meta-sistema de predicción climática estacional fiable para el área mediterránea que permita anticipar el clima de la Península Ibérica con unos meses de antelación se basa en las siguientes hipótesis:

- a) La introducción explícita de una mejor descripción de la dinámica oceánica regional en un sistema de predicción climática estacional incrementa su capacidad predictiva
- b) La combinación de un modelo oceánico regional (ROM) y un modelo atmosférico pacemaker permite introducir de manera explícita la dinámica oceánica regional en el sistema de predicción climática estacional
- c) Es técnicamente posible con inicializar un ROM con la predicciones de multimodel ensemble o de una predicción estadística y a continuación un pacemaker con la SST generada por el ROM
- d) El método de la asimilación de previsiones (forecast assimilation) permite combinar diferentes sistemas de predicción climática estacional en un esquema único con mayor capacidad predictiva

Teniendo en cuenta que en el área mediterránea no se ha llevado a cabo una evaluación exhaustiva de la capacidad predictiva de los sistemas de predicción climática estacional, resulta lógico verificar todas y cada una de las hipótesis de partida para así conseguir desarrollar el meta-sistema de predicción climática estacional que proporcione las predicciones que tanto se necesitan

3.2. Indicar los **antecedentes y resultados previos**, del equipo solicitante o de otros, que avalan la validez de la hipótesis de partida

En PANDORA combinamos cinco elementos dispares en un meta-sistema de predicción estacional. Hay que demostrar que cada uno de los elementos podrá llegar a ser operativo:

- 1) Predicciones climáticas estacionales con modelos dinámicos. Están ya implementadas en la iniciativa ENSEMBLES de la UE. En PANDORA solo habrá que conseguir los datos que son públicos. Además nos asesorará el ECMWF, el centro que gestiona ENSEMBLES, que además se persona en PANDORA como EPO interesada en los resultados finales
- 2) Predicciones climáticas estacionales con aproximaciones estadísticas. Son métodos con una larga tradición en estudios climatológicos y que están disponibles en libros de texto. Los datos sobre los que se aplicarán están en bases de datos de acceso público.
- 3) ROMs. El regional ocean model desarrollado por la Universidad de Rutgers cuenta ya con cientos de usuarios. Nunca a sido implementado para el Mediterráneo pero en PANDORA participan dos investigadores de Rutgers, Javier Zavala y John Wilkins, con amplia experiencia en el desarrollo y uso del modelo
- 4) Pacemakers. La aproximación pacemaker ha aparecido recientemente en la literatura y de momento solo la utilizan dos grupos de investigación americanos que gracias al método han mejorado la interpretación de los mecanismos dinámicos subyacentes en las teleconexiones climáticas. En PANDORA participan dos investigadores de COLA (Center for Ocean-land-Atmospheres), uno de los dos centros que aplican el método. COLA también se adhiere al proyecto en forma de EPO interesada en los resultados finales.
- 5) Forecast assimilation. Se trata de una técnica nueva y aun en desarrollo. Por suerte PANDORA contará con el asesoramiento de uno de los autores del método, F.J. Doblas, nuestro contacto en el ECMWF.

3.3. Enumerar brevemente y describir con claridad, precisión y de manera realista (es decir, acorde con la duración prevista del proyecto) los **objetivos concretos** que se persiguen, los cuales deben adecuarse a las líneas temáticas prioritarias del Programa Nacional al que se adscribe el proyecto (ver *Anexo de la convocatoria*).

La novedad y relevancia de los objetivos (así como la precisión en la definición de los mismos) se mencionan explícitamente en los criterios de evaluación de las solicitudes (ver *apartado Noveno de la Convocatoria*)

La ejecución de PANDORA será un éxito si se consiguen alcanzar los siguientes objetivos concretos. *[En general los objetivos se engloban dentro de las líneas siguientes líneas temáticas del programa nacional: 8.2 – Estudio de la predecibilidad de los patrones de circulación de la atmósfera y el océano, así como sus interacciones y teleconexiones. Desarrollo, validación y aplicación de técnicas de predicción climática estacional; 9.3. Desarrollo, adaptación, validación y comparación de modelos climáticos; 10.1. Obtención de escenarios de cambio climático, bajo hipótesis estándar, de variables climáticas y con resoluciones temporales o espaciales adecuadas. Desarrollo y adaptación de métodos dinámicos y estadísticos de la previsión regional del clima]*

01. Crear una base de datos de precipitación y temperatura observada para la región mediterránea que se pueda utilizar para validar, calibrar y calcular el skill las diferentes predicciones estacionales desarrolladas en PANDORA

02. Implementar métodos estadísticos para la predicción estacional en la región mediterránea

03. Obtención de las predicciones de ENSEMBLES para la región Mediterránea y hacer el downscaling a la escala que precisan los otros elementos del proyecto

04. Implementar, calibrar y ejecutar un ROM para el Mediterráneo. Establecer los procedimientos para alimentar el ROMs con las predicciones climáticas estacionales obtenidas a partir de los modelos dinámicos y de los métodos estadísticos.

05. Implementar, calibrar y ejecutar experimentos tipo pacemaker para generar predicciones atmosféricas a partir outputs oceánicos del ROM para el Mediterráneo

06. Comparar el skill de los diferentes sistemas de predicción y aplicar el procedimiento de la asimilación de predicciones (forecast assimilation) para combinarlos en un único meta-sistema con capacidad predictiva mejorada.

4. METODOLOGÍA Y PLAN DE TRABAJO

Se debe **detallar y justificar con precisión la metodología y el plan de trabajo** que se propone y debe exponerse la planificación temporal de las actividades, incluyendo cronograma (se adjunta un posible modelo a título meramente orientativo).

Plan de trabajo

Las diferentes actividades que forman el plan de trabajo que sigue a continuación se corresponden con cada uno de los objetivos concretos que se describieron en el apartado 3.3. Todos excepto, lógicamente la actividad de coordinación.

Los acrónimos de los investigadores del LRC-PCB que participan en PANDORA son los siguientes:

XR = Xavier Rodó, LRC-PCB. Investigador principal

MA = Miquel Angel Rodriguez-Arias, LRC-PCB. Investigador

JB = Joan Ballestar, LRC-PCB. Becario doctoral

X = corresponde al contrato de investigador que se solicita en el presupuesto a media jornada

Participan también los siguientes investigadores que no son del centro y que tienen permiso de sus instituciones

JZ = Javier Zavala, Institute of Marine and Coastal Sciences, Universidad de Rutgers. Investigador

JW = John Wilkins, Institute of Marine and Coastal Sciences, Universidad de Rutgers. Investigador

BC = Benjamín Cash, Center for Ocean-Land-Atmosphere. Investigador

JK = James L Kinter III. Center for Ocean-Land-Atmosphere. Director e investigador

[M7] significa, el séptimo mes del proyecto. Este tipo de comentarios aparecen siempre en el apartado temporal del proyecto

A0. Coordinación

A0.1. Seguimiento del proyecto, elaboración de informes, solución de incidencias, gestión del proyecto

Participan: XR, MA

Duración: 3 años [M1 – M36]

A0.2. Reuniones de seguimiento

Participan: XR, MA, JB, X, JZ, JW, BC, JK

Duración: Un kick-off meeting [M1], y otras dos reuniones a principio del segundo [M15] y tercer año [29]

A1. Crear una base de datos de precipitación y temperatura

A1.1. Localización y obtención de los datos

Participan: MA, JB, X

Duración: 6 meses [M1 – M6]

A1.2. Tratamiento y adaptación de los datos para su uso en las calibraciones, validaciones y cálculos de skill

Participan: MA, JB, X

Duración: 6 meses [M7 – M12]

A2. Implementar métodos estadísticos para la predicción estacional

A2.1. Localización y obtención de las bases de datos

Participan: JB, X

Duración: 6 meses [M1 – M6]

A2.2. Estudio bibliográfico

Participan: JB, X

Duración: 6 meses [M1 – M6]

A2.3. Aplicación de los métodos estadísticos y obtención de las predicciones

Participan: XR, JB, X

Duración: 18 meses [M3 – M21]

A3. Obtención y adaptación de las predicciones de ENSEMBLES

A3.1. Gestión y obtención de las predicciones en el ECMWF

Participan: MA, X

Duración: 6 meses [M1 – M6]

A3.2. Downscaling o técnica equivalente para poder inicializar ROM con las predicciones

Participan: XR, MA, JB, X

Duración: 12 meses [M3 – M15]

A4. Implementar, calibrar y ejecutar un ROM para el Mediterráneo

A4.1. Formación del investigador que implantará el sistema

Participan: X, JZ, JW

Duración: 1 mes [M2]

A4.2. Compra del equipo y del software acompañante

Participan: X, XR, MA, JZ, JW

Duración: 3 meses [M3 – M5]

A4.3. Implementación del ROM para el Mediterráneo

Participan: JZ, JW, X, XR, MA

Duración: 14 meses [M6 – M19]

A4.4. Simulación con las entradas procedentes de los modelos estacionales

Participan: X

Duración: 14 meses [M20 – M33]

A5. Implementar, calibrar y ejecutar experimentos tipo pacemaker

A5.1. Adaptación de los outputs de ROMs al pacemaker

Participan: BC, JK

Duración: 3 meses [M20-22]

A5.2. Ejecución de los pacemakers

Participan: BC, JK

Duración: 8 meses [M23 – M30]

A6. Comparar el skill de los diferentes sistemas de predicción y aplicación de la forecast assimilation

A6.1. Cálculo del skill y comparación entre sistemas de predicción

Participan: XR, MA, JB

Duración: 3 meses [M29-M31]

A6.2. Forecast assimilation

Participan: XR, MA, JB

Duración: 6 meses [M30 – M35]

Justificación de la solicitud de personal contratado a cargo del proyecto

Para la correcta ejecución del proyecto se precisa de un investigador junior contratado a media jornada (el contrato se le complementaría con financiación procedente de otros proyectos de investigación). Se trataría de alguien familiarizado con oceanografía física, el análisis de datos y con conocimientos de programación. Se encargaría básicamente de la implantación y mantenimiento de ROMs en el LRC-PCB. Una vez puesto en funcionamiento no hay mucho que programar y casi todo se podría hacer en Matlab. Sin embargo la salida del modelo es en formato NetCDF, así que sea necesario que esté familiarizado con manejo de este formato de datos. Se trataría por tanto de alguien capacitado, que le guste estar enfrente de un ordenador ejecutando experimentos numéricos y analizando los resultados. JZ y JW ayudarían a formar al investigador junior en el uso de ROMS y también le echarían una mano en el análisis de resultados. También le ayudarán en la parte científica del set-up del modelo y del algoritmo de asimilación de datos, aunque la persona en cuestión tendría que ser eventualmente autosuficiente en ciertas cuestiones técnicas como el diseño de la malla, la instalación de librerías de compilación, la instalación del modelo, etc. serían cosas que el técnico tendría que hacer.

4.1 CRONOGRAMA

Las actividades que se han descrito para cada una de las tareas anteriores se realizarán siguiendo el esquema temporal que sigue. Bajo "Tarea" se indica el código de la actividad, mientras que bajo "Personal" se lista a los investigadores involucrados resaltando en negrita al responsable de la actividad.

PANDORA			
Tarea	Personal¹	1^{er} año	2^o año
A0.1	XR, MA	X X X X X X X X X X X X	X X X X X X X X X X X X
A0.2	TODOS	X	X
A1.1	MA, JB, X	X X X X X X	
A1.2	MA, JB, X		X X X X X X
A2.1	JB, X	X X X X X X	
A2.2	JB, X	X X X X X X	
A2.3	XR, JB, X	X X X X X X X X X X X X	X X X X X X X X X X X X
A3.1	MA, X	X X X X X X	
A3.2	XR, MA, JB, X	X X X X X X X X X X X X	
A4.1	JZ, JW, X	X	
A4.2	MA, JZ, JW, XR, X	X X X	
A4.3	MA, JZ, JW, XR, X	X X X X X X X X X X X X	
A4.4	X		X X X X X X X X X X X X X X
A5.1	BC, JK		X X X
A5.2	BC, JK		X X X X X X X X X X
A6.1	XR, MA, JB		X X X
A6.2	XR, MA, JB		X X X X X X X

¹Los investigadores se nombran por sus iniciales.

5. BENEFICIOS DEL PROYECTO, DIFUSIÓN Y EXPLOTACIÓN EN SU CASO DE LOS RESULTADOS

Novedades y beneficios

La realización del proyecto PANDORA en los términos de la presente propuesta daría lugar a una serie de aproximaciones y actividades científicas que resultarían claramente novedosas algunas en un ámbito regional, concretamente en el área mediterránea, mientras que otras lo serían a nivel mundial. Las novedades más destacables en el ámbito de mediterránea serían la generación por primera de predicciones estacionales, tanto las producidas mediante modelos dinámicos como las obtenidas con aproximaciones estadísticas o la implantación del primer ROM mediterráneo. A nivel global lo más destacable será la primera asimilación de predicciones estacionales para inicializar un ROM, el uso de las SSTs generadas en un ROM para prescribir el forzado en un experimento pacemaker, la aplicación de ROM y pacemaker en un protocolo de predicción estacional, la investigación de la posible mejora del skill de las predicciones estacionales al añadir al sistema predictivo una contribución más realista de la dinámica oceánica y de su influencia sobre la evolución climatológica en la zona, y finalmente la combinación de las predicciones estacionales procedentes de sistemas dinámicos y estadísticos en un único metasisistema predictivo (mejora de la técnica del forecast assimilation).

En resumen de PANDORA surgirá un potente sistema de predicción estacional que aunque obviamente aún podrá ser mejorado, no dejará de ser prácticamente operativo. En este sentido PANDORA se podrá aplicar de manera inmediata en estudios como:

- a) la evaluación exhaustiva de la calidad de las predicciones sobre la región mediterránea, en particular para las regiones costeras que son las más habitadas
- b) Examinar la predicibilidad de sucesos extremos, como los veranos muy calurosos o los otoños muy lluviosos.
- c) Realizar estudios de sensibilidad a ciertas anomalías de SST del Mediterraneo en aquellos puntos donde se observa o bien cierta predicibilidad o bien grandes fallos del sistema predictivo

Adecuación a las prioridades de la convocatoria.

En lo que respecta a la adecuación al Programa Nacional de Biodiversidad, Ciencias de la Tierra y Cambio Global, Subprograma Nacional de Atmosfera, Clima y Cambio Climático del Plan Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación tecnológica 2004-2007, PANDORA contribuye a tres de los subobjetivos Temáticos:

- a) Dentro del objetivo 8 (Apoyo a la caracterización de la variabilidad climática y desarrollo de la capacidad de predicción climática), el subobjetivo 8.2:
Estudio de la predicibilidad de los patrones de circulación de la atmósfera y el océano, así como sus interacciones y teleconexiones. Desarrollo, validación y aplicación de técnicas de predicción climática estacional
- b) Dentro del objetivo 9 (Promoción del conocimiento y simulación y simulación de los procesos e interacciones que regulan el cambio climático a escala regional), el subobjetivo 9.3:
Desarrollo, adaptación, validación y comparación de modelos climáticos
- c) Dentro del objetivo 10 (Obtención de escenarios para la evaluación de impactos y riesgos climáticos)
Obtención de escenarios de cambio climático, bajo hipótesis estándar, de variables climáticas y con resoluciones temporales o espaciales adecuadas. Desarrollo y adaptación de métodos dinámicos y estadísticos de la previsión regional del clima]

Plan de difusión y/o explotación.

Como en cualquier otro proyecto de investigación, se procurará difundir los resultados mediante publicaciones en revistas internacionales o nacionales incluidas en el Science Citation Index, mediante presentaciones a congresos o a conferencias internacionales, o mediante la realización de tesis doctorales y DEAs (Diploma de Estudios Avanzados). Es decir, la difusión de los resultados, hasta cierto punto, está pre-programada. Aunque existen numerosas revistas importantes en la temática del proyecto, aquellas a las que con mayor probabilidad se enviarán los resultados son las principales revistas de la materia '*Climate Dynamics*' y '*Journal of Climate*'. También nos planteamos la realización de una página web donde ofrecer al público las predicciones climáticas estacionales una vez estén operativas.

6. HISTORIAL DEL EQUIPO SOLICITANTE EN EL TEMA PROPUESTO (En caso de Proyecto Coordinado, los apartados 6. y 6.1. deberán rellenarse para cada uno de los equipos participantes) (máximo dos páginas)

LRC-PCB

El Laboratori de Recerca del Clima (LRC-PCB) está actualmente ubicado en el Parque Científico de Barcelona (PCB) y nació a partir de una iniciativa del Dr. X. Rodó desde el Dep. de Ecología de la Universitat de Barcelona en el año 1998. El GRC no obstante tuvo como embrión el Grupo de Análisis del Impacto Climático de la misma universidad, que se constituyó alrededor de 1993, dirigido por el Dr. F. Comín. El GRC tiene una notable experiencia en el análisis y modelado de la variabilidad climática, tanto a una escala global como regional (principalmente en el área mediterránea). El análisis de los componentes climáticos de baja frecuencia (interanual a interdecadal) ha centrado la atención de sus investigadores, tanto a partir de resultados de modelos, datos instrumentales, como de registros 'proxy' (dendrocronologías, sondeos, etc...). En este sentido, las relaciones entre el clima en el Mediterráneo y la dinámica de fenómenos como el ENSO y la AO (en relación o no a forzamientos de gases de efecto invernadero, dinámicas transitorias, de umbral, etc...) es uno de nuestros principales objetos de investigación.

El **Dr. X. Rodó**, investigador principal de la presente propuesta y coordinador del Grup de Recerca del Clima de la Universitat de Barcelona (PCB-UB) es biólogo y obtuvo su doctorado en Ciencias Biológicas a través del Dep. de Ecología de la Univ. de Barcelona. Ha realizado diversas estancias postdoctorales, entre las hay que destacar la realizada en 1998-99 en la Universidad de Princeton (EEUU). Ha centrado su actividad científica en el análisis y modelado de la variabilidad climática de baja frecuencia y en particular en la dinámica de teleconexiones con fenómenos como El Niño-Southern Oscillation (ENSO) y la North Atlantic Oscillation (NAO) y en la transmisión de los flujos de energía entre diversas cubetas oceánicas. Su experiencia básica consiste en el desarrollo de nuevas técnicas y herramientas para la localización y caracterización de señales transitorias tanto en series climáticas como en campos meteorológicos y en el desarrollo de funciones de transferencia estadísticas y dinámicas entre el clima y los ecosistemas. El Dr. Rodó tiene más de 10 años de experiencia directa en el análisis y el modelado del clima y de las interacciones entre este y los ecosistemas y actualmente está colaborando en distintos proyectos con grupos europeos, asiáticos y de los EEUU. Entre estos últimos destacan las colaboraciones con la Universidad de Princeton y el prestigioso Prof. SGH. Philander, con el cuál lleva a cabo desde 1997 una línea de investigación referente a las teleconexiones extratropicales del fenómeno ENSO, así como una reciente investigación sobre los ciclos de Milankovitch. También está colaborando muy activamente con la Universidad de Michigan y Baltimore, estudiando la influencia del clima y el cambio global en las epidemias de cólera en el sub-continente indio (proyectos financiados por la NOAA/NSF).

Publicaciones LRC-PCB (2000-2006)

- Cash, B., X. Rodó, J. Kinter (2006) "Uncertainty in Bangladesh Summer Rainfall: Implications for Prediction", *Geophysical Research Letters*, submitted (A)
- Rodó, X., M.J. Bouma, M.A. Rodriguez-Arias, M. Roy and M. Pascual (2006) "A new strain as the likely origin of the 6th cholera pandemic in the early XXth century and the role of climate in facilitating the establishment of new pathogens. *Emerging Infectious Diseases*, submitted (A)
- Pascual, M., J. Ahumada, X. Rodó, L.F. Chaves and M. Bouma (2006) "Malaria resurgence in East African Highlands: temperature trends revisited", *PNAS*, 103(15):5829-5834 (A)
- Rodo, X. and M.A. Rodriguez-Arias (2006) "Detecting transitory processes in the climate system with the scale-Dependent Correlation (SDC) Analysis: An application to remote El Niño forcings", *Climate Dynamics*, 27:441-458 (A)
- Rodó, X., M.A. Rodriguez-Arias and J. Ballester (2006) "The role of ENSO in foresting teleconnection patterns between the Tropical North Atlantic and the Western Mediterranean Basin", *CLIVAR Exchanges*, 37, 11(2):27 (S)
- Lionello, P., P. Malanotte-Rizzoli, P. Alpert, V. Hártaie, R. Bóscolo, R. García-Herrera, C. Kull, L. Li, J. Luterbacher, T. Oguz, W. May, S. Planton, X. Rodó, A. Teochanis, R. Trigo, M. Tsimplis and U. Ulbrich (2006) "MedCLIVAR: Mediterranean Climate variability and predictability project", *CLIVAR Exchanges*, 36, 11(1):23 (S)
- Koelle K., X. Rodó, M. Pascual, M.D. Yunus and G. Mostafa (2005) "Refractory periods and environmental forcing in cholera dynamics", *Nature*, 436:696-700 (A)
- Trigo R., E. Zorita, J. Luterbacher, E. Xoplaki, S.O. Krichak, P. Alpert, J. Jacobeit, J. Saenz, F. GonzalezRouco, R. Garcia-Herrera, X. Rodó, J.C. Gonzalez-Hidalgo, M. Türkes, L. Gimeno, P. Ribera, M. Brunet, M. Crepon and A. Mariotti (2005). "Relations between variability in the Mediterranean region and midlatitude variability", in: "Mediterranean Climate Variability", P. Lionello, R. Boscolo and P. Malanotte-Rizzoli (eds.), Elsevier, London (CL)

- Alpert, P., M. Baldi, R. Ilani, S. Krichak, C. Price, X. Rodó, H. Saaroni, B. Ziv, P. Kishcha and J. Barkan (2005). "Relations between Climate Variability in the Mediterranean Region and the Tropics: ENSO, the Indian and the African Monsoons, Hurricanes and Saharan Dust", in: "Mediterranean Climate Variability", P. Lionello, R. Boscolo and P. Malanotte-Rizzoli (eds.), Elsevier, London (CL)
- X. Rodó and M.A. Rodríguez-Arias (2005) "El forçament antropogènic i els canvis del clima", in: "El canvi climàtic a Catalunya", J.J. Llebot and J. Jorge (eds.), IEC i Departament de Medi Ambient de la Generalitat de Catalunya, Barcelona (CL)
- X. Rodó and M.A. Rodríguez-Arias (2004) "El Niño - Southern Oscillation: Absent from the early Holocene?", *Journal of Climate*, 17(3):423-426 (A)
- M.A. Rodríguez-Arias and X. Rodó (2004) "A primer on the study of transitory dynamics in ecological series using the scaledependent correlations analysis". *Oecologia*, 138:485-504 (A)
- Rodó, X. and F.A. Comín (editors) (2003) *Global Climate: Current Research and uncertainties in the Climate System*, Springer-Verlag, Berlín (L)
- Rodó, X. (2003) "Interactions between the Tropics and Extratropics: A bit on theory, results and prospects for future predictability", in: "Global Climate: Current Research and uncertainties in the Climate System", X. Rodó and F.A. Comín (editors), Springer-Verlag, Berlín (CL)
- Rodó, X., M. Pascual, G. Fuchs and A.S.G. Faruque (2002) "ENSO and cholera: A nonstationary link related to climate change?". *PNAS*, 99:12901-12906 (A)
- Rodó, X., S. Giralt, F.A. Comín and R. Julià (2002) "High resolution saline lake sediments as enhanced tools for reconstructing proxy climatic data series". *Sedimentary Geology*, 148:203-220 (A)
- Rodó, X. (2002) "El Cólera y El Niño. Bangladesh como ejemplo". *Investigación y Ciencia*, 304:34-36 (R)
- Rodó, X. (2001) "Reversal of three global atmospheric fields linking changes in SST anomalies in the Pacific, Atlantic and Indian oceans at tropical latitudes and midlatitudes". *Climate Dynamics*, 18:203-217 (A)
- Rodó, X. and F.A. Comín (2001). "Fluctuaciones clima Mediterráneo: conexiones globales y consecuencias regionales", in: "Ecosistemas Mediterráneos: Análisis Funcional", R. Zamora and J. Puigdefàbregas (eds.), CSIC-AEET, Granada (CL)
- Pascual, M., X. Rodó, S. Ellner, R. Colwell and M. Bouma (2000) "Cholera dynamics and the El Niño Southern Oscillation". *Science*, 289:1766-1769 (A)
- Rodó, X. and F.A. Comín (2000) "Links between largescale anomalies, rainfall and wine quality in the Iberian Peninsula during the last three decades". *Global Change Biology*, 6:267-273 (A)

Investigadores externos

Tanto el Center for Ocea-Land-Atmospheres (COLA) como el Institute of Marine and Coastal Sciences de la Universidad de Rutgers son centros de reconocido prestigio internacional y quedaría fuera de lugar utilizar el prestigio completo de los centros. Nos remitimos únicamente a las publicaciones mas recientes (entre 2000 y 2006) de los investigadores que participan en PANDORA con el permiso de sus instituciones

Ben Cash.

Investigador asociado de COLA

- Cash, Benjamin A., Edwin K. Schneider, and Lennart Bengtsson, 2005: Origin of regional climate differences: Role of boundary conditions and model formulation in two GCMs. *Climate Dynamics*, 25, 709-723
- Cash, Benjamin A., Paul J. Kushner, and Geoffrey K. Vallis, 2005: Zonal asymmetries, teleconnections, and annular modes in a GCM. *J. Atmos. Sci.*, 62, 207-219.
- Cash, Benjamin A., Paul J. Kushner, and Geoffrey K. Vallis, 2004: Reply to "Comments on the structure and composition of the Annular Modes in an Aquaplanet General Circulation Model.", *J. Atmos. Sci.*, 61, 954-956.
- Vallis, Geoffrey K., Edwin P. Gerber, Paul J. Kushner, and Benjamin A. Cash, 2004: A Mechanism and Simple Dynamical Model of the North Atlantic Oscillation and Annular Modes. *J. Atmos. Sci.*, 61, 264-280.
- Cash, Benjamin A., Paul J. Kushner, and Geoffrey K. Vallis, 2002: The structure and composition of the Annular Modes in an Aquaplanet General Circulation Model. *J. Atmos. Sci.*, 57, 3399-3414.
- Cash, Benjamin A., and Sukyoung Lee. 2001: Observed Nonmodal Growth of the Pacific-North American Teleconnection Pattern. *J. Climate*, 14, 1017-1028.
- Cash, Benjamin A., and Sukyoung Lee. 2000: Dynamical Processes of Block Evolution. *J. Atmos. Sci.*, 57, 3202-3218.
- Andreas, Edgar L., and Benjamin A. Cash, 1999: Convective heat transfer over wintertime leads and polynyas. *JGR*, 104(C11): 25,721-25,734.
- Andreas, Edgar L., and Benjamin A. Cash, 1996: A New Formulation for the Bowen Ratio over Saturated Surfaces. *J. App. Meteo.*, 35, 279-1290.

James L. Kinter III

Director de COLA

- Shukla, J., T. DelSole, M. Fennessy, J. L. Kinter III, and D. Paolino, 2006: Climate model fidelity and projections of climate change. *Geophys. Res. Lett.*, 33, doi:10.1029/2005GL025579.

- Shukla, J. and J. L. Kinter III, 2005: Predictability of seasonal climate variations: A pedagogical review. In *Predictability of Weather and Climate*, T. Palmer and R. Hagedorn, eds. (Cambridge University Press, Cambridge, UK, 702 pp.), 306-341.
- Wu, R., J. L. Kinter III and B. P. Kirtman, 2005: Discrepancy of interdecadal changes in the Asian region between the NCEP-NCAR reanalysis and observations. *J. Climate*, 18, 3048-3067.
- Hu, Z.-Z., R. Wu, J. L. Kinter III, and S. Yang, 2005: Connection of summer rainfall variations in south and east Asia: role of El Niño Southern Oscillation. *Int. J. Climatology*, 25, 1279-1289.
- Yang, S., K.-M. Lau, S.-H. Yoo, J. L. Kinter III, K. Miyakoda and C.-H. Ho, 2004: Upstream subtropical signals preceding the Asian summer monsoon circulation. *J. Climate*, 17, 4213-4229.
- Kinter III, J. L., M. J. Fennessy, V. Krishnamurthy and L. Marx, 2004: An evaluation of the apparent interdecadal shift in the tropical divergent circulation in the NCEP-NCAR reanalysis. *J. Climate*, 17, 349-361.
- Miyakoda, K., J. L. Kinter III and S. Yang, 2003: The role of ENSO in the south Asian monsoon and pre-monsoon signals over the Tibetan Plateau. *J. Meteor. Soc. Japan*, 81, 1015-1039.
- Huang, B. and J. L. Kinter III, 2002: Interannual variability in the tropical Indian Ocean. *J. Geophys. Res.*, 107, doi:10.1029/2001JC001278.
- Krishnamurthy, V. and J. L. Kinter III, 2003: The Indian monsoon and its relationship to global climate variability. In *Global Climate: Current Research and Uncertainties in the Climate System*, X. Rodó and F. Comín, eds. (Springer-Verlag, Berlin, 286 pp), 186-236.
- Huang, B., J. L. Kinter III, and P. Schopf, 2002: An ocean data assimilation system with intermittent analyses and continuous model error correction. *Advances in Atmos. Sci.*, 19, 965-992.
- Kinter III, J. L., K. Miyakoda and S. Yang, 2002: Recent changes in the connection from the Asian monsoon to ENSO. *J. Climate*, 15, 1203-1215.
- Kirtman, B. P., D. A. Paolino, J. L. Kinter III, and D. M. Straus, 2000: Impact of tropical subseasonal SST variability on seasonal mean climate simulations. *Mon. Wea. Rev.* 129, 853-868.
- Shukla, J., D. A. Paolino, D. M. Straus, D. G. DeWitt, M. J. Fennessy, J. L. Kinter III, L. Marx and R. Mo, 2000: Dynamical seasonal predictions with the COLA atmospheric model. *Quart. J. Roy. Meteor. Soc.*, 126, 2265-2292.

John L. Wilkin

Investigador del Institute of Marine and Coastal Sciences, Universidad de Rutgers

- Choi, B.-J., and J. L. Wilkin (2006), The effect of wind on the dispersal of the Hudson River plume, *Journal of Physical Oceanography*, accepted.
- Wilkin, J., and W. Zhang, (2006), Modes of mesoscale sea surface height and temperature variability in the East Australian Current, *Journal of Geophysical Research*, in press.
- Edson, J., T. Crawford, J. Crescenti, T. Farrar, N. Frew, G. Gerbi, C. Helmis, T. Hristov, D. Khelif, A. Jessup, H. Jonsson, M. Li, L. Mahrt, W. McGillis, A. Plueddemann, L. Shen, E. Skyllingstad, T. Stanton, P. Sullivan, J. Sun, J. Trowbridge, D. Vickers, S. Wang, Q. Wang, R. Weller, J. Wilkin, D. Yu, and C. Zappa (2006), The Coupled Boundary Layers and Air-Sea Transfer Experiment in Low Winds (CBLAST-LOW), *Bulletin of the American Meteorological Society*, accepted.
- Wilkin, J. (2006), Modeling the summertime heat budget and circulation of southeast New England shelf waters, *Journal of Physical Oceanography*, in press.
- He, R. and J. L. Wilkin (2006). Barotropic tides on the southeast New England shelf: A view from a hybrid data assimilative modeling approach. *Journal of Geophysical Research*, 111, C08002, doi:10.1029/2005JC003254.
- Fennel, K., J. Wilkin, J. Levin, J. Moisan, J. O'Reilly and D. Haidvogel (2006), Nitrogen cycling in the Middle Atlantic Bight: Results from a three-dimensional model and implications for the North Atlantic nitrogen budget, *Global Biogeochemical Cycles*, 20, GB3007, doi:10.1029/2005GB002456
- Wilkin, J., and L. Lanerolle, (2005), Ocean Forecast and Analysis Models for Coastal Observatories, In *Ocean Weather Forecasting: An Integrated View of Oceanography*, E. Chassignet and J. Verron, Eds., 549-572, Springer.
- Wilkin, J.L., H. G. Arango, D. B. Haidvogel, C. S. Lichtenwalner, S. M. Glenn and K. S. Hedström (2005), A Regional Ocean Modeling System for the Long-term Ecosystem Observatory, *J. Geophys. Research*, 110, C06S91, doi:10.1029/2003JC002218.
- Bowen, M. M., J. L. Wilkin, and W. J. Emery (2005), Variability and forcing of the East Australian Current, *J. Geophys. Res.*, 110, C03019, doi:10.1029/2004JC002533.
- Moisan, J. R., A. J. Miller, E. Di Lorenzo and J. Wilkin (2004), Modeling and Data Assimilation, In: *Remote Sensing in Coastal Aquatic Environments*, p. 229-257, Miller, R. L., C. E. Del Castillo, B. A. McKee (Eds.), Springer, New York.
- Chiswell, S., J. Wilkin, J. D. Booth and B. Stanton (2003), Trans-Tasman Sea larval transport: Is Australia a source for New Zealand lobsters? *Marine Ecology Progress Series*, 247, 173-182.
- Bowen, M. M., W. J. Emery, J. L. Wilkin, P. C. Tildesley, I. J. Barton and R. Knewton (2002), Extracting multi-year surface currents from sequential thermal imagery using the Maximum Cross Correlation technique, *Journal of Atmospheric and Oceanic Technology*, 19, 1665-1676.
- Ridgway, K.R., J. R. Dunn J. and J. Wilkin (2002), Ocean interpolation by 4-dimensional weighted least squares: Application to the waters around Australasia, *J. Atmos. Oceanic Tech.*, 19, 1357-1375.
- Wilkin, J. L., M. M. Bowen and W. J. Emery (2002), Mapping mesoscale currents by optimal interpolation of satellite radiometer and altimeter data, *Ocean Dynamics*, 52, 95-103.

Griffin, D., J. Wilkin, C. Chubb, A. Pearce and N. Caputi (2001), Ocean currents and the larval phase of Australian western rock lobster, *Panulirus cygnus*, *Marine and Freshwater Res.*, 52, 1187-1200.

Javier Zavala

Investigador del Institute of Marine and Coastal Sciences, Universidad de Rutgers

Zavala-Garay J., A. M. Moore and R. Kleeman, 2004. Influence of stochastic forcing on ENSO prediction. *Journal of Geophysical Research*, Volume 109, doi:10.1029/2004JC002406.

A. M. Moore, J. Zavala-Garay, Y. Tang, R. Kleeman, A.T. Weaver, J. Vialard, K. Sahami, D. L. T. Anderson and M. Fisher. On the low-dimensionality of ENSO as evidenced by the optimal forcing patterns of coupled models. *J. Climate*, 2005. accepted

Zavala-Garay J., A. M. Moore, C. L. Perez and R. Kleeman, 2003. The response of a coupled model of ENSO to observed estimates of stochastic forcing. *J. Climate*, 16(17), 2827-2842.

Moore A.M., Perez C.L., and J. Zavala-Garay, 2002: A non-normal view of the wind-driven ocean circulation. *J. of Physical Oceanography*. 32 (9): 2681-2705.

Zavala-Garay J., C. Zhang, A. M. Moore, A. Wittenberg, M. Harrison, A. Rosati, and J. Vialard, 2006: Sensitivity of Irbid ENSO models to uncoupled atmospheric variability. *J. Climate*, submitted.

Zavala-Garay J., C. Zhang, A. M. Moore, and R. Kleeman, 2005. The linear response of ENSO to the Madden-Julian Oscillation. *J. Climate*, 18(13) 2441-2459.

Perez C. L., A. M. Moore, J. Zavala-Garay, and R. Kleeman 2005: A comparison of the influence of additive and multiplicative stochastic forcing on a coupled model of ENSO. *J. Climate*, 18(23) 5066-5085.

Ripa P, and J. Zavala-Garay, 1999: Ocean channel modes. *Journal of Geophysical Research (Oceans)* 104 (C7): 15479-15494.

6.1 FINANCIACIÓN PÚBLICA Y PRIVADA (PROYECTOS Y CONTRATOS DE I+D) DE LOS MIEMBROS DEL EQUIPO INVESTIGADOR

Debe indicarse únicamente lo financiado en los últimos cinco años (2000-2004), ya sea de ámbito autonómico, nacional o internacional.

TITULO: "Reducción de las incertidumbres en el balance del carbono peninsular en relación a las situaciones sinópticas atmosféricas. Medidas de CO2 mediante instrumentos aerotransportados" (ICARO-II)
RELACIÓN CON LA SOLICITUD QUE SE PRESENTA: 2
IP: X. Rodó (LRC-PCB)
Subvención: 50000 euros
Entidad financiadora: Ministerio Ciencia y Tecnología
Periodo: 2007-2009 C

TITULO: "Infrastructure for Measurement of the European Carbon Cycle" (IMECC)
RELACIÓN CON LA SOLICITUD QUE SE PRESENTA: 2
IP: P. Rayner (LSCE-CNRS, Paris, França)
Subvención: 40000 euros
Entidad financiadora: EU 6th FWP, Sustainable Development, Global Change and Ecosystems
Periodo: 2007-2009 C

TITULO: "Global Earth Observation and Monitoring" (GEOMON)
RELACIÓN CON LA SOLICITUD QUE SE PRESENTA: 2
IP: P. Ciais (LSCE-CNRS, Paris, França)
Subvención: 10000 euros
Entidad financiadora: EU 6th FWP, Sustainable Development, Global Change and Ecosystems
Periodo: 2007-2009 C

TITULO: "Climate Change and Impact Research: Mediterranean Environment" (CIRCE)
RELACIÓN CON LA SOLICITUD QUE SE PRESENTA: 1
IP: A. Navarra (INGV, Bologna, Itàlia) i L. Tubirana (IDDRI, Paris, França)
Subvención: 110000 euros
Entidad financiadora: EU 6th FWP, Sustainable Development, Global Change and Ecosystems
Periodo: 2007-2009 C

TITULO: "Mantenimiento de la Red Temática CLIVAR-España"
RELACIÓN CON LA SOLICITUD QUE SE PRESENTA: 1
IP: Dr. Xavier Rodó (LRC-PCB)
Subvención: 10000 euros
Entidad financiadora: Ministerio Educación y Ciencia (Acció Complementària)
Periodo: 2005-2006 C

TITULO: "The interplay of Extrinsic and Intrinsic Factors in Epidemiological Dynamics: Cholera as a Case Study"
RELACIÓN CON LA SOLICITUD QUE SE PRESENTA: 2
IP: M. Pascual (Universitat de Michigan, Estats Units)
Entidad financiadora: National Science Fundation (NSF, Estats Units)
Periodo: 2004-2008 C

TITULO: "Cholera Across the Scales: Oceanic Links to Climate and Local Estuarine Influences"
RELACIÓN CON LA SOLICITUD QUE SE PRESENTA: 2
IP: M. Pascual (Universitat de Michigan, Estats Units)
Entidad financiadora: National Oceans and Atmosphere Administration (NOAA, Estats Units)
Periodo: 2004-2006 C

TITULO: "Assessment of the European Terrestrial Carbon Cycle"
RELACIÓN CON LA SOLICITUD QUE SE PRESENTA: 2

IP: M. Eximan (Max Plank Institute for Biogeochemistry, Alemania)
Subvención: 141000 euros
Entidad financiadora: EU 6th FWP, Sustainable Development, Global Change and Ecosystems
Periodo: 2004-2008 C

TITULO: "Reducción de las incertidumbres en el balance del carbono peninsular mediante transectos troposféricos oscilantes" (ICARO)
RELACIÓN CON LA SOLICITUD QUE SE PRESENTA: 2
IP: X. Rodó (LRC-PCB)
Subvención: 100000 euros
Entidad financiadora: Ministerio Ciencia y Tecnología
Periodo: 2004-2006 C

TITULO: "Determinación de la concentración atmosférica de CO2 en la baja troposfera para inferir el balance de carbono sobre la Península Ibérica"
RELACIÓN CON LA SOLICITUD QUE SE PRESENTA: 2
IP: X. Rodó (LRC-PCB)
Subvención: 12000 euros
Entidad financiadora: Ministerio Ciencia y Tecnología
Periodo: 2002-2003 C

TITULO: "Cholera and climate variability: towards prediction of disease incidence"
RELACIÓN CON LA SOLICITUD QUE SE PRESENTA: 2
IP: M. Pascual (Universitat de Michigan, Estats Units)
Entidad financiadora: National Oceans and Atmosphere Administration (NOAA, Estats Units)
Periodo: 2001-2004 C

7. CAPACIDAD FORMATIVA DEL PROYECTO Y DEL EQUIPO SOLICITANTE (En caso de Proyecto Coordinado deberá rellenarse para cada uno de los equipos participantes)

Este apartado sólo debe rellenarse si se ha respondido afirmativamente a la pregunta correspondiente en el cuestionario de solicitud.

Debe justificarse que el equipo solicitante está en condiciones de recibir becarios (del Programa de Formación de Investigadores) asociados a este proyecto y debe argumentarse la capacidad formativa del equipo. En caso de Proyecto Coordinado, debe rellenarse por cada subproyecto que solicite becarios de FPI.

El proyecto solicitado reúne las condiciones adecuadas para ser un proyecto con una elevada capacidad formativa debido a la claridad de sus objetivos y a su metodología estandarizada y precisa. El becario no se enfrentará a la clásica ambigüedad que rodea a la mayoría de los investigadores en formación y podrá aprender a dominar técnicas diversas en las que los miembros del equipo investigador ya han demostrado una gran experiencia a nivel internacional. En el caso de nuestros colegas americanos que participan en PANDORA los podemos catalogar incluso como investigadores de referencia a nivel mundial. La implicación directa de estos investigadores del IMCS de la Universidad de Rutgers y del COLA, asegura totalmente tanto la viabilidad del proyecto, como la de cualquier tesis doctoral que se pudiera llevar a cabo en su seno. El IMCS y COLA son centro que lideran a nivel internacional el desarrollo de modelos oceános regionales en el primer caso, y el desarrollo de todo tipo de sistema de predicción climática en el Segundo (aunque los que nos interesan en PANDORA son específicamente los experimentos pacemaker). También cabe destacar la presencia del ECMWF como EPO, centro de referencia a nivel europeo y con el que se tienen relaciones muy fluidas y de colaboración activa con varios investigadores del centro. En este sentido, cabe resaltar que en cualquiera de las líneas mencionadas, los trabajos de investigación que realizase el becario podrán tener 'a priori' un elevado impacto científico. Además, el becario llevaría a cabo su investigación en un equipo multidisciplinario formado por investigadores con especialidades muy diversas, ambiente que podría resultar potencialmente muy enriquecedor para su formación, tal y como suele ocurrir en la mayoría de los grupos dedicados a la investigación climática. La interacción con científicos y temáticas tan diversas, a bien seguro enriquecerá la formación del nuevo investigador y garantizará el adecuado avance de sus conocimientos, proceso que, sin duda, repercutirá muy positivamente en toda su trayectoria científica.

Por lo que respecta a espacios e infraestructuras, se dispone del espacio adecuado tanto en el LRC-PCB como en IMCS, COLA o ECMWF para albergar al becario. El LRC-PCB, COLA y IMCS poseen también la infraestructura y la experiencia necesaria para llevar a cabo el proyecto de investigación. En este sentido, cualquier tesis que se realizara en este contexto constituiría un trabajo de investigación pionero en el ámbito peninsular.