



INFORME TÉCNICO FINAL
IX CONVOCATORIA UCM (2012)

Título de Proyecto	Actualización de Recursos del Laboratorio de Física de la Atmósfera y el Océano Simeon Fongang en UCAD (Senegal)		
Fecha real de inicio	10 mayo 2013	Fecha de finalización	1 octubre 2014
Localización geográfica	Dakar (Senegal) y Madrid (España)		
Responsable del Proyecto	<u>Elsa Mohino Harris</u>		

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO REALIZADO Y DE SUS MECANISMOS DE EJECUCIÓN, CON EXPLICACIÓN, EN SU CASO, DE LAS MODIFICACIONES REALIZADAS, SOBRE EL PROYECTO ORIGINAL

El principal motor del proyecto consiste en la cooperación para mejorar los recursos del Laboratorio de Física de la Atmósfera y del Océano Simeon Fongang (LPAO-SF) de la Universidad Cheikh Anta Diop de Dakar (Senegal). El proyecto se ha estructurado en tres grandes ejes de trabajo: científico, académico y técnico.

Eje científico:

El eje científico original estaba basado en una colaboración previa del equipo UCM y el LPAO-SF a través del proyecto VR101//11 subvencionado por la Universidad Complutense de Madrid (UCM) en la convocatoria 2011. En esta colaboración previa se desarrolló un modelo estadístico de predicción de la lluvia a partir de las anomalías de la temperatura de la superficie del mar. En el actual proyecto se propusieron dos líneas de investigación en las que se aplicaba el mismo principio de predicción estadística a dos ámbitos diferentes: la pesca y la salud pública.

La primera de las líneas tenía por objetivo realizar un modelo de predicción estadístico para la variabilidad de los afloramientos costeros en la región de Senegal. Estos afloramientos de aguas frías aportan ricos nutrientes y son regiones de gran pesca. En la costa senegalesa se encuentra uno de los cuatro mayores afloramientos de aguas frías del mundo, por lo que la pesca es un motor importante de la economía del país. La variabilidad de estos afloramientos de aguas profundas depende de factores climáticos atmosféricos como los vientos en superficie que, a su vez, están conectados con patrones de anomalías de las temperaturas de la superficie del mar en regiones remotas.

La segunda línea de investigación estaba centrada en la predicción de la malaria. La malaria es una enfermedad endémica en la región de África tropical con una alta mortalidad. El parásito responsable de la malaria se transmite a través de la picadura del mosquito Anófeles. La transmisión de la enfermedad depende de factores climáticos como la temperatura o la precipitación, ya que el mosquito Anófeles necesita unas condiciones particulares de estas variables para poder reproducirse. La variabilidad climática de la temperatura y precipitación en la región de Senegal también está relacionada con patrones de anomalías de las temperaturas de la superficie del mar en regiones remotas.

Durante el desarrollo del proyecto, se abrió una tercera línea de investigación no contemplada en la solicitud inicial. Se trata del estudio de la variabilidad intra-estacional de la convección en el Sahel y su relación con uno de los principales patrones de variabilidad tropical en estas escalas temporales, conocido como la oscilación de Madden-Julian (MJO). Esta escala temporal es de gran relevancia para el sector agrícola, ya que las características intra-estacionales (como por ejemplo, comienzo del monzón o duración de episodios secos/húmedos) marcan los cultivos más convenientes para obtener un adecuado rendimiento agrícola.

Para desarrollar este eje científico, en la solicitud original se propusieron varios mecanismos. Por una parte, la concesión de una beca para realizar una estancia de dos meses de duración en la UCM para el investigador post-doctoral Malik Wade del LPAO-SF (que investiga la variabilidad de los afloramientos costeros) y otra, no asignada en el proyecto



original, que se concedió a la estudiante de doctorado Coumba Niang (cuya tesis estudia el impacto de la MJO en la variabilidad intra-estacional del monzón africano). Por otra parte, se proyectó una estancia de Roberto Suárez en el LPAO-SF de dos meses de duración. Roberto Suárez y Belén Rodríguez han desarrollado la anterior herramienta de predicción estadística de la precipitación en la que se puede basar los sistemas de predicción de afloramiento costero y malaria. También se contempló la supervisión del trabajo de investigación del estudiante de doctorado Ibrahima Diouf por parte de Belén Rodríguez y del resto del equipo UCM en su estancia con nosotros financiada con el programa europeo Erasmus-Mundus. El trabajo de Ibrahima Diouf está enfocado al estudio del impacto de la variabilidad climática en la malaria.

Eje técnico:

El eje técnico consiste, por una parte, en la mejora de las infraestructuras existentes en el LPAO-SF para adecuar la red meteorológica del laboratorio a los requisitos exigidos por la Organización Meteorológica Mundial. Por otra parte, se pretendía formar al personal del LPAO-SF en aspectos relacionados con el diseño, mantenimiento y control de calidad de redes meteorológicas. Para llevar a cabo esta línea de actuación en el proyecto original se proponía la participación de la empresa Internet Redes y Sistemas como empresa donante. Esta empresa, dirigida por Luis Durán, propuso cuatro mecanismos de ejecución: 1) la donación de sensores meteorológicos; 2) la auditoría de las instalaciones existentes y la propuesta de optimización; 3) la instalación de los nuevos sensores donados y la re-ubicación de los ya existentes que no cumplieran los requisitos de la Organización Meteorológica Mundial; 4) la formación en gestión de redes meteorológicas al personal del LPAO-SF. En la propuesta original se contemplaban dos visitas de cinco días que finalmente se han concentrado en una sola visita de una semana a las instalaciones del LPAO-SF realizada por Luis Durán (1-8 junio 2014). En esta visita se llevaron a cabo diversas instalaciones del material donado por la empresa InterMet Redes y Sistemas, se cambió el emplazamiento de varios sensores meteorológicos en una nueva estación meteorológica instalada en el campus de UCAD y se impartió un seminario a los miembros del LPAO-SF sobre redes meteorológicas. Aunque no estaba previsto en la solicitud original, también se llevó a cabo la conexión telemática a través de radio-módem de dos de las estaciones de medida meteorológica remotas del LPAO-SF, la recién instalada en el campus de UCAD y otra estación del LPAO-SF en la isla de Gorée.

Eje académico:

El eje académico propuesto consiste en la impartición del curso "Computation applied to data processing and statistics" de 20 horas presenciales por Belén Rodríguez y Elsa Mohino. El curso está inscrito en el máster de *Meteorología, Oceanografía y Gestión de Medios Áridos* del LPAO-SF y está orientado a aportar a los alumnos del programa de máster herramientas para el análisis de la variabilidad climática. Además de unos rudimentos sobre programación, incluyendo entrada/salida, preprocesado (cálculo de anomalías, eliminación de tendencias) y representación gráfica de datos en Matlab, en el curso hemos abarcado los temas de análisis de series temporales y filtrado, análisis de componentes principales, análisis de máxima co-varianza, predicción estadística y contraste de hipótesis. Además de los 4 alumnos del máster, también han asistido al curso 7 estudiantes de doctorado del LPAO-SF. Para impartir este curso se proyectó una visita de 10 días de duración de las dos ponentes del curso que finalmente se redujeron a 7 días, concentrándose el curso en 5 días. Aunque no estaba proyectado en la propuesta original, también se impartió un seminario científico para los miembros del LPAO-SF.

Difusión de la cooperación:

Además de estos tres ejes antes descritos, en la propuesta original se propuso realizar un documental corto sobre el proyecto para difundir sus resultados y, con ello, la cooperación para el desarrollo que se lleva a cabo en la UCM. Para llevarlo a cabo, se cuenta con la productora "Producciones Divinas" que ha donado todas las labores relacionadas con el citado documental (confección del guión, grabación, edición y montaje, subtítuloado). Aunque no estaba explícitamente contemplado en la propuesta original, durante todo el transcurso del proyecto se ha aprovechado las visitas del personal del LPAO-SF a la UCM para realizar entrevistas y grabaciones para el documental. También se ha llevado a cabo la visita proyectada en la solicitud original del equipo de rodaje a Dakar para la grabación de imágenes y entrevistas a miembros del LPAO-SF.

DESCRIPCIÓN DE LOS OBJETIVOS PREVISTOS Y GRADO DE CUMPLIMIENTO

El objetivo general del proyecto es la mejora de las capacidades y recursos académicos, investigadores y técnicos del Laboratorio de Física de la Atmósfera y el Océano Siemon Fongang de UCAD (Senegal). A continuación se resumen los objetivos específicos, que están organizados en torno a los tres ejes que estructuran el proyecto:

1. Eje científico:

1.1 Análisis de la variabilidad de los afloramientos pesqueros de Senegal y aplicación del modelo de predicción de lluvias para ser usado en la predicción del afloramiento.

→ Este objetivo está cubierto. Con el trabajo de Malik Wade (en su estancia en UCM becada con el proyecto), Roberto Suárez (con sus dos estancias en UCAD, Senegal, financiadas con el proyecto), Belén Rodríguez y el apoyo de Alban Lazar (científico del IRD) el modelo se ha adaptado para el estudio de la predictabilidad del afloramiento de aguas frías en la región costera de Senegal y Mauritania, obteniendo resultados acordes a lo esperado tras ser comparados con otros estudios referentes a esta variable oceanográfica.

1.2 Análisis de la variabilidad de los parámetros relacionadas con la Malaria (número de mosquitos, número de infectados, ...) y creación de un modelo simple de regresión entre estas variables y las temperaturas de la superficie del mar.

→ Este objetivo está parcialmente cubierto. Con el trabajo de Ibrahima Diouf (en su estancia en UCM becada con el programa Erasmus-Mundus) y la colaboración de Belén Rodríguez se ha conseguido generar una gran base de datos para diversas características de la malaria a partir de la aplicación del modelo de malaria de Liverpool (LMM, del inglés Liverpool Malaria Model) y de los productos de reanálisis ERA40, NCEP, ERA-Interim y 20CR. Se ha publicado parte de los resultados en Diouf et al. (2013) (referencia: Diouf, I., A. Deme, J.-A. Ndione, A. T. Gaye, B. Rodríguez-Fonseca, M. Cissé, 2013: Climate and health: Observation and modeling of malaria in the Ferlo (Senegal). C.R. Biologies, 336, 253-260. doi: 10.1016/j.crv.2013.04.001). Se pretende continuar estos trabajos durante la estancia de un mes (1 a 30 de julio 2014) que Ibrahima Diouf realizará en la UCM financiada con este proyecto).

Aunque no estaba previsto en la solicitud inicial, se añade también el siguiente objetivo científico:

1.3 Análisis del impacto de la MJO en la variabilidad intra-estacional del monzón Africano.

→ Este objetivo surge a partir de la estancia de la estudiante de doctorado del LPAO-SF Coumba Niang en la UCM en mayo-junio 2013 financiada con este proyecto. En ella y en colaboración con Elsa Mohino y Belén Rodríguez se ha estudiado el impacto de la MJO sobre el monzón Africano a partir simulaciones de modelos de última generación. Este objetivo está parcialmente cubierto: se han desarrollado los algoritmos y aplicado a varios modelos. Esperamos que se complete el estudio durante la estancia que Coumba Niang está realizando en UCM becada con el programa ICOOP del CSIC.



Figura 1. Instalación de la nueva estación meteorológica en el campus de UCAD. Izquierda: traslado de parte de los componentes por Alban Lazar (izquierda) y Luis Duran (derecha). Derecha: colocación en la nueva estación (de izquierda a derecha: la estudiante de doctorado Mame Diarra Bousou Dieng, Luis Duran de Internet Redes y Sistemas, Alban Lazar de LOCEAN, Francia).

2. Eje técnico:

2.1 Mejora de las infraestructuras existentes mediante la incorporación de nuevos sensores y la optimización de los existentes con objeto de que la red existente cumpla los requisitos de la Organización Meteorológica Mundial

→ Este objetivo ha sido abordado durante la estancia de una semana (1 al 8 de junio 2014) en Dakar de Luis Durán de la empresa Internet Redes y Sistemas financiada con el proyecto. Durante ésta, se ha construido una nueva estación meteorológica en el campus de UCAD, modificado la ubicación de diversos pluviómetros y sensores de temperatura y humedad (Fig. 1). Se ha conectado esta estación con el LPAO-SF a partir de dos equipos de radio-módem (uno en la nueva estación y otro en la base del LPAO-SF) y una antena de radio también donadas por Internet Redes y Sistemas. También se ha conectado la estación del LPAO-SF localizada en la isla de Gorée a través de un sistema de radio. Para ello, se ha donado con cargo al proyecto dos antenas de radio, una colocada en la isla de Gorée y otra en el punto base del LPAO-SF (Fig. 2).

2.2 Formación del personal de la UCAD en aspectos relacionados con el diseño, mantenimiento y control de calidad de redes meteorológicas

→ Este objetivo se ha cubierto con la impartición de un seminario de 2 horas sobre redes meteorológicas el 6 de junio de 2014 ofrecido por Luis Durán (de Internet Redes y Sistemas) a los miembros del LPAO-SF en general, y a los alumnos de máster y doctorado de este laboratorio en particular. Asimismo, se ha formado específicamente a Mamadou Drame y Cheikh Dione, miembros del LPAO-SF, para que puedan mantener y gestionar las estaciones del laboratorio.

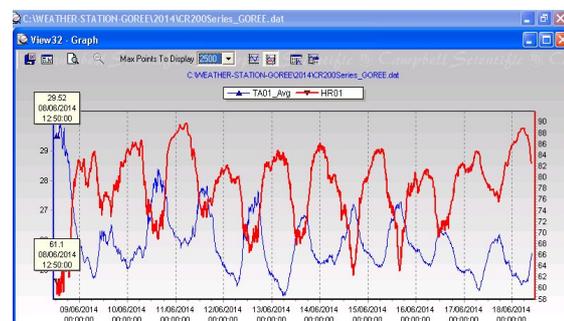


Figura 2. Derecha: estación meteorológica de la isla de Gorée, donde está instalada una de las antenas donadas por el proyecto. Izquierda: datos de temperatura y humedad relativa registrados en la isla y enviados telemáticamente a la base en el LPAO-SF.

3. Eje académico:

El objetivo específico consistía en mejorar la formación de los alumnos de máster del LPAO-SF en relación al manejo de datos climatológicos y su tratamiento estadístico. Este curso se pretendía dar en el marco del máster de *Meteorología, Oceanografía y Gestión de Medios Áridos* del LPAO-SF para complementar la formación práctica de los alumnos.

→ Este objetivo ha sido completamente cubierto con el curso de 20 horas titulado "Computation applied to data processing and statistics". Este curso fue impartido por Belén Rodríguez y Elsa Mohino en el LPAO-SF en la semana del 2 al 6 de junio de 2014 (Fig. 3). Asistieron los 4 alumnos del máster además de otros 7 alumnos de doctorado.



Figura 3. Belén Rodríguez impartiendo una de las clases del curso "Computation applied to data processing and statistics" del MOGMA.

Difusión de la cooperación:

Además de estos objetivos específicos, en la memoria original se propuso la elaboración de un documental explicativo del proyecto. El principal objetivo de este documental es dar visibilidad al proyecto de cooperación, en particular, y a la cooperación de la UCM, en general.

→ Este objetivo está todavía en fase de desarrollo. La primera etapa de grabación de imágenes y entrevistas está realizada casi por completo. Falta la grabación de imágenes del monzón de este año, que se ha acordado se realizarán por personal de UCAD (Fig. 4). En total se han obtenido unas 15 horas de metraje y el documental está en fase de montaje. Se espera que esté listo a finales de Septiembre.

EXPLICACIÓN DETALLADA DE LOS RESULTADOS PREVISTOS Y GRADO DE CUMPLIMIENTO

De acuerdo con el proyecto original, los resultados esperados se organizaron en tres ejes:

1. Eje científico:

1.1. Aplicación del modelo estadístico de predicción estacional al afloramiento de Senegal. Evaluación de la predictabilidad estacional de este afloramiento.

→ Se ha realizado un estudio preliminar de la influencia remota del océano en la región del afloramiento de Mauritania Senegal y se ha encontrado que el Niño del Pacífico influye positivamente con más de 6 meses de antelación en la variabilidad de la temperatura local del afloramiento durante la estación de febrero-marzo-abril. Esta influencia no es estacionaria y tiene lugar en determinados periodos bajo la acción de los vientos de gran escala y su aporte al flujo de calor neto.

→ Estos resultados se han aplicado para realizar unas simulaciones con el S4CAST, que se ha adaptado para poder ejecutarse con datos de la variable a predecir relativos al afloramiento de Senegal. De este modo se ha confirmado que un calentamiento en el Pacífico ecuatorial mejora la predicción del afloramiento en la estación de máxima variabilidad del mismo (de febrero a abril)

1.2. Mejora de la predicción estacional de malaria que se tiene hasta ahora en la región de Senegal a partir de la aplicación de un modelo estadístico

→ En primer lugar se ha elaborado una base de datos de parámetros de la malaria, obtenidos en toda la región del Sahel, calculados con un modelo de malaria elaborado en la Universidad de Liverpool (LMM). Estos datos sintéticos se han analizado con el fin de poder ser usados como variable a predecir con el modelo S4CAST. Los resultados de este estudio se están describiendo en una publicación que se va a enviar a una revista de alto impacto. Se ha encontrado cómo el máximo de incidencia de esta enfermedad ocurre dos meses después de la estación de lluvias para todas las bases de datos, lo cual es importante también a la hora de conocer la estacionalidad de la enfermedad en la región.

→ Se ha realizado un estudio preliminar con objeto de analizar la influencia del océano sobre los parámetros de la malaria. Se ha encontrado cómo la influencia remota del océano sobre los parámetros de la misma tiene lugar de forma no estacionaria y que, cuando ésta tiene lugar, el calentamiento del océano Pacífico influye en la disminución de la incidencia de esta enfermedad.

→ No se han realizado todavía ninguna ejecución del modelo S4CAST, pero sí que se ha comenzado a modificar el modelo con el fin de adaptarlo a su uso con variables a predecir relativas a los parámetros de la malaria. De este modo, se ha establecido una metodología en la que S4CAST podría usarse cambiando la variable a predecir por parámetros característicos de la malaria y manteniendo el océano como variable predictora. Ya se han establecido las estaciones de estudio y los desfases a considerar a la hora de hacer una predicción y se prevé que en octubre puedan comenzar a realizarse dichas simulaciones.

Gracias a este proyecto y a los resultados del mismo se ha conseguido que a Ibrahima Duiof se le haya extendido el periodo de la beca ERASMUS MUNDUS desde los concedidos 10 meses iniciales a 26 meses. Se prevé que Ibrahima continúe su estancia hasta marzo de 2015.

2. **Eje técnico:**

Mejora de la gestión de los recursos técnicos y capacidades humanas del LPAO-SF de Dakar.

→ Se han mejorado la gestión de los recursos técnicos: se ha cambiado el emplazamiento de diversos sensores meteorológicos creando una nueva estación meteorológica en el campus de UCAD (Fig. 1). Se ha conectado telemáticamente esta estación y otra remota en la isla de Gorée con el punto base del LPAO-SF a través de un sistema de radio-módem y antenas (Fig. 2). Se ha donado dos equipos de radio-módem y una antena (Internet Redes y Sistemas) y dos antenas más (financiadas con el proyecto). Se ha formado al personal del LPAO-SF en el manejo de redes meteorológicas y se ha impartido un curso general para los estudiantes del laboratorio.



Figura 4. Reunión para coordinar la grabación de imágenes del monzón entre Javier Rodríguez, de “Producciones Divinas” y Prof. Boye en el LPAO-SF



3. Eje académico:

3.1. Adecuación a las nuevas tecnologías informáticas: mejora de las destrezas en manejo y análisis de datos de los alumnos del Máster MOGMA de UCAD.

→ Se ha impartido un curso de 20 horas sobre el manejo de datos climáticos y su análisis en el LPAO-SF para los alumnos tanto de máster como de doctorado del LPAO-SF (Fig. 3).

3.2. Mejora de la formación de los estudiantes del LPAO-SF de Dakar a través de las becas para estancias de alumnos en el Dpto. de Física de la Tierra, Astronomía y Astrofísica I (UCM).

→ Se han concedido dos becas de dos meses de duración para realizar sendas estancias en el Dpto. de Física de la Tierra, Astronomía y Astrofísica I (UCM) a la estudiante de doctorado Coumba Niang y al investigador postdoctoral Malick Wade. Se ha asesorado la investigación del estudiante de doctorado Ibrahima Diouf que, gracias a las becas Erasmus-Mundus, ha realizado una estancia en el mismo departamento de 20 meses de duración. Se va a financiar otro mes de estancia del mismo estudiante.

Difusión de la cooperación:

Además de estos resultados, como se ha explicado anteriormente, se proyectó en la solicitud original la elaboración de un cortometraje resumen del proyecto.

→ Se ha realizado la grabación de unas 15 horas de metraje. Se espera que durante este verano, personal de UCAD filme imágenes del monzón para añadirlas al documental (Fig. 4). Actualmente el documental está en fase de montaje. Se espera que esté terminado a finales de septiembre de 2014.

RELACIÓN DETALLADA DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS Y GRADO DE EJECUCIÓN

En el proyecto original, las actividades se dividieron por tareas. Seguiremos aquí también el mismo esquema:

Tarea 1.1. Impartición del curso “Manejo de datos y análisis estadístico con Matlab”.

→ Durante la semana del 1 al 8 de junio de 2014 Belén Rodríguez y Elsa Mohino impartieron el curso titulado “Computation applied to data processing and statistics” en el LPAO-SF (Fig. 3). El curso, de 20 horas presenciales de duración, consistió en exposiciones teóricas y ejercicios prácticos con el programa de análisis de datos Matlab. En el curso se mostró a los estudiantes algunos fundamentos teóricos para el análisis de series temporales, análisis multidiscriminante, predicción estadística, inferencia estadística y contraste de hipótesis. También se analizaron casos prácticos relacionados con la variabilidad de la temperatura de la superficie del mar en la cuenca Atlántica y la precipitación en África Occidental.

El curso está inscrito en el máster de *Meteorología, Oceanografía y Gestión de Medios Áridos* del LPAO-SF y a él asistieron en total 11 alumnos, 4 de máster y 7 de doctorado. Tras el curso, Roberto Suárez hizo una breve presentación del modelo de predicción estadística S4CAST como ejemplo complejo y completo de aplicación de los contenidos del curso. Por último, a petición del LPAO-SF, se ofreció un seminario científico basado en las investigaciones de Belén Rodríguez y Elsa Mohino.

Tarea 1.2. Selección de un alumno para dotación de beca de 2 meses para cooperar en la mejora de su investigación.

→ De entre todos los estudiantes de doctorado, se escogió a la alumna Coumba Niang, cuyo tema de investigación es próximo a las líneas de investigación de TROPA. En particular, Coumba Niang está interesada en el impacto de la oscilación de Madden-Julian sobre la convección intra-estacional en África Occidental. Durante su visita (20 mayo 2013 a 20 de julio 2013) Coumba colaboró con Elsa Mohino y Belén Rodríguez para analizar esta esta escala temporal en las simulaciones de diversos modelos climáticos acoplados de última generación. Esta colaboración se mantiene actualmente, gracias al programa de ayudas ICOOP del CSIC, que está financiando una nueva estancia de 6 meses (17 de marzo 2014 a 20 de septiembre 2014) de Coumba Niang en UCM.

Tarea 2.1 Aplicación del modelo de predicción estadístico al caso de los afloramientos de Senegal: a) Compilación y determinación de predictores oceánicos; b) Adecuación del código; c) Validación y mejora del modelo.

→ Esta tarea ha sido llevada a cabo a lo largo de todo el proyecto. Se realizó la tarea 2.1.a durante el verano-otoño 2013, principalmente por Malick Wade (antes y durante su estancia de dos meses en UCM en noviembre y diciembre de 2013, financiada gracias a este proyecto), Belén Rodríguez y Alban Lazar. La adecuación del código (tarea 2.1b) fue llevada a cabo principalmente por Roberto Suárez en su estancia de 1 mes de duración en Dakar (Senegal) (20 febrero a 20 de marzo 2014), financiada con el proyecto. En ella, junto con Malick Wade y Alban Lazar, y asesorada desde Madrid por Belén Rodríguez se mejoró el código del modelo S4CAST y se adaptó a los afloramientos costeros. La tarea 2.1.c. se ha llevado a cabo por los mismos componentes del proyecto, durante la segunda estancia de Roberto Suárez en Dakar (17 de mayo al 8 de junio 2014), coincidiendo con la estancia de Belén Rodríguez (1 a 8 de junio de 2014), ambas financiadas



con el proyecto.

Tarea 2.2. Aplicación del modelo de lluvias a la malaria: a) compilación de datos epidemiológicos y estudio de su variabilidad; b) creación de un modelo simple de regresión para la malaria; c) Validación y mejora del modelo.

→ La tarea 2.2 ha sido desarrollada por Ibrahima Diouf y Belén Rodríguez durante la estancia del primero en UCM de octubre de 2012 a mayo de 2014, financiada con el programa de becas Erasmus-Mundus. Durante su estancia, el resto del equipo UCM también ha ayudado asesorando en aspectos puntuales, principalmente al comienzo de la estancia. Como se explicó en el informe de seguimiento, la metodología inicialmente propuesta se cambió debido a que el modelo de malaria necesita datos diarios, mientras que el modelo de predicción de lluvias S4CAST sólo provee con datos mensuales. Por ello, la tarea 2.2. se ha desarrollado en tres fases: la primera ha consistido en la generación de datos de malaria con el modelo LMM empleando datos diarios de variables meteorológicas (precipitación, temperatura máxima en superficie) obtenidas con los reanálisis ERAinterim, ERA40 y 20CR. La segunda fase de la tarea ha consistido en el análisis de la variabilidad de los parámetros relacionadas con la malaria (número de infecciones, número de picaduras...) y su relación con las anomalías de temperatura de la superficie del mar en las distintas cuencas. En particular, se ha encontrado en ciertos períodos una relación entre anomalías positivas en el Pacífico y una reducción de la incidencia de la enfermedad. La tercera fase consiste en la adaptación del modelo S4CAST a la malaria empleando como variable a predecir los parámetros de malaria obtenidos en la primera fase y como variable predictora la temperatura de la superficie del mar. De esta tarea se han llevado a cabo las dos primeras fases y se espera que la tercera se afronte durante la visita de Ibrahima Diouf programada para Julio de 2014, financiada con el proyecto y se termine durante la siguiente visita de 6 meses becada con el programa Erasmus-Mundus para octubre de 2014.

Tarea 3. Actuaciones técnicas. Donación de sensores meteorológicos. Auditoría de las instalaciones existentes para optimización. Instalación de nuevos sensores y reubicación de los existentes. Formación en gestión de redes meteorológicas.

→ Esta tarea fue llevada a cabo durante la estancia de una semana (1 al 8 de junio de 2014) de Luis Durán de la empresa Internet Redes y Sistemas, financiada con el proyecto. Previamente a esta visita, el LPAO-SF había especificado su preferencia por conseguir la conexión telemática de las estaciones. Por ello, aunque originalmente se hubiese proyectado la donación de sensores meteorológicos, se decidió donar el material necesario para realizar esta conexión. En particular, Internet Redes y Sistemas donó dos equipos de radio-módem y una antena de radio y con el proyecto de cooperación se sufragaron otras dos antenas. Durante la visita de Luis Durán, se revisó la instalación de diversos pluviómetros y sensores de temperatura y humedad que se decidieron reubicar. Para ello, se instaló una nueva estación meteorológica en el campus de UCAD (Fig. 1). Además, se dotó a esta estación y a otra estación del LPAO-SF de la conexión telemática con el laboratorio a través de un sistema de radio (Fig. 2). Una vez hecha la inversión inicial, este sistema de comunicación no requiere mantenimiento a partir de contratos con compañías que suministren otros servicios como GRPS. Por último, se formó a Mamadou Drame y Cheikh Dione para que puedan mantener las estaciones del laboratorio y Luis Durán impartió un seminario al personal del LPAO-SF sobre mantenimiento y gestión de redes meteorológicas.

Tarea 4. Actuaciones de coordinación.

→ En la memoria original se proyectaron dos eventos para esta tarea, una primera visita de Elsa Mohino y Belén Rodríguez al LPAO-SF coincidiendo con el curso (tarea 1.1) y una segunda visita de un miembro del LPAO-SF a Madrid al final del proyecto para una reunión en UCM. Sin embargo, dado que la mejor fecha para la impartición del curso era junio de 2014, se decidió unificar ambos eventos en uno solo al final del proyecto con una reunión de coordinación durante la visita de Elsa Mohino y Belén Rodríguez al LPAO-SF (1 a 8 de junio 2014, financiada con el proyecto). Durante esta visita ha sido posible hablar del desarrollo del proyecto y las futuras líneas con Amadou Thierno Gaye, director del LPAO-SF, y con Alban Lazar (LOCEAN, Francia) que también ha hecho coincidir una visita suya a Dakar en las mismas fechas. Por una parte, se ha acordado la co-participación de Belén Rodríguez en la dirección de la tesis de Ibrahima Diouf y la de Elsa Mohino en la tesis de Coumba Niang. También se ha acordado buscar fondos para poder mantener el curso "Computation applied to data processing and statistics" de Belén Rodríguez y Elsa Mohino en el LPAO-SF en los próximos años académicos. Se han coordinado diversas actuaciones relacionadas con el rodaje del cortometraje. En particular, se ha acordado la grabación de imágenes del monzón de esta próximo verano por parte de profesor de UCAD Abdelaziz Boye (Fig. 4) y la donación de imágenes rodadas por personal del IRD en una campaña de medidas de afloramiento de aguas frías realizada en barco.

Actuaciones de difusión. Elaboración de un documental explicativo del proyecto donado por la empresa Producciones Divinas.

→ Durante el desarrollo del proyecto se han realizado diversas reuniones con el equipo de Producciones Divinas para explicar el proyecto y definir las líneas generales del documental. En varias sesiones repartidas a lo largo del año, se han rodado en la UCM numerosas reuniones y presentaciones científicas, así como entrevistas tanto con personal del equipo UCM (Roberto Suárez, Belén Rodríguez, Elsa Mohino), como con miembros externos a la UCM (Ibrahima Diouf, Alban

Lazar, Coumba Niang, Malick Wade). Se ha financiado con el proyecto una visita para tres personas del equipo de "Producciones Divinas" (directores-guionistas Javier Rodríguez y Jorge Rodríguez y la fotógrafa María Anel) a Dakar que se ha hecho coincidir con las visitas de Belén Rodríguez y Elsa Mohino (tareas 1.1, 2.1.c y 4), Roberto Suárez (tareas 1.1 y 2.1c) y de Luis Durán (tarea 3). En ella se ha rodado diverso material para el documental. En particular entrevistas al personal del LPAO-SF (entrevista al director del LPAO-SF Amadou Thierno Gaye; a los coordinadores del programa de máster MOGMA, profesor Saidou de UCAD y Alban Lazar; a los estudiantes del LPAO-SF que han seguido el curso impartido), entrevistas a miembros UCM al final del proyecto (Luis Durán para que describa el eje técnico, Roberto Suárez sobre su contribución a la parte científica, Belén Rodríguez y Elsa Mohino sobre el conjunto del proyecto). También se han rodado numerosos recursos sobre el LPAO-SF, Dakar y sus alrededores, y en particular sobre la pesca (Fig. 5). Las actividades de difusión aún no han concluido. Está acordado el rodaje de más recursos relacionados con el monzón por parte del personal de UCAD durante este verano (Fig. 4). Asimismo, el documental se encuentra en estos momentos en fase de producción. Se han de editar las aproximadamente 15 horas de metraje realizadas, organizarlas, seleccionarlas y montarlas. Se ha acordado no doblar las entrevistas (están realizadas en diversas lenguas) y subtitarlas. Se espera que el cortometraje esté preparado a finales de septiembre. En ese momento pasaremos a dar difusión al cortometraje empleando diversos canales como concursos de cortos de divulgación científica y de cooperación, difusión a través de la página web del grupo, canales institucionales UCM, entre otros.



Figura 5. Barcas de pesca típicas de Senegal. Izquierda, imagen tomada por Javier Rodríguez, derecha imagen tomada por María Anel.

BENEFICIARIOS: DESCRIPCIÓN Y CUANTIFICACIÓN. GRADO DE PARTICIPACIÓN EN EL PROYECTO

Los beneficiarios directos del proyecto son los integrantes del LPAO-SF.

Por una parte los investigadores del LPAO-SF han participado activamente en él:

- el director del LPAO-SF, profesor Amadou Thierno Gaye, ha sido una pieza clave para la coordinación del proyecto en UCAD, facilitando en todo momento la ejecución de las actividades técnicas, docentes y de difusión (rodaje del cortometraje). Asimismo ha colaborado científicamente con las líneas de investigación de malaria (investigación de tesis de Ibrahima Diouf) y variabilidad intra-estacional del monzón Africano (investigación de tesis de Coumba Niang).
- el director del máster MOGMA, profesor Saidou, ha coordinado la programación del curso "Computation applied to data processing and statistics" dentro del programa de máster.
- el investigador post-doctoral Malick Wade ha participado activamente en las tareas 2.1, relacionadas con la predicción del afloramiento costero en Senegal y ha sido beneficiario de una beca de 2 meses para una estancia en UCM sufragada con el proyecto.

Por otra parte, los estudiantes del LPAO-SF han sido también unos participantes clave en el proyecto:

- el estudiante de doctorado Ibrahima Diouf ha participado activamente en las tareas 2.2, relacionadas con la evaluación de la variabilidad de la malaria y su relación con patrones climáticos. Ha realizado una estancia de 20 meses en UCM (desde octubre 2012) gracias al programa Erasmus-Mundus y se ha programado otra visita suya en julio de 2014, sufragada con el proyecto.
- la estudiante de doctorado Coumba Niang ha sido beneficiaria de una beca de 2 meses para una estancia en UCM sufragada con el proyecto (20 de mayo a 20 de julio de 2013), en la que ha comenzado a colaborar científicamente con Elsa Mohino y Belén Rodríguez en la línea de variabilidad intra-estacional del monzón



africano. Esta colaboración se mantiene gracias a la estancia de 6 meses que está realizando (desde el 17 de marzo de 2014) financiada con el programa ICOOP del CSIC.

- los estudiantes del LPAO-SF de máster del MOGMA Adama Sylla, Adama Badiane, Demba Ndao Niang y Cheikh Madou Noreyni Fall y los de doctorado Mame Diarra Bousso Dieng, Moustapha Tall, Dahirou Wane, Aissatou Faye, Souleyman Sy, Marie Jeanne Sambou y Lala Kounta han participado activamente en el curso "Computation applied to data processing and statistics" y en el seminario de formación en gestión de redes meteorológicas que se han ofrecido gracias a este proyecto. También han colaborado en otras tareas como la instalación de la nueva estación meteorológica (Fig. 1).

Aunque no son beneficiarios directos del proyecto, vamos a mencionar también la participación de otros colaboradores externos que han ayudado a llevarlo a cabo:

- Agradecemos la participación del investigador de LOCEAN (Paris, Francia) Alban Lazar. Por una parte, ha servido como nexo de unión con el LPAO-SF ayudando a coordinar la parte docente y técnica. Por otra parte, ha participado activamente en las tareas 2.1 sobre investigación de afloramientos en Senegal, junto con Malick Wade, Belén Rodríguez y Roberto Suárez
- El profesor Abdelaziz Boye se ha reunido en varias ocasiones con el equipo de Producciones Divinas y con Amadou Thierno Gaye para organizar la grabación del material del documental relacionado con el monzón.

VALORACIÓN GLOBAL DE LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO, PERSPECTIVAS DE VIABILIDAD/SOSTENIBILIDAD DEL PROYECTO

En términos globales estamos muy satisfechos con el desarrollo del proyecto. Hemos podido realizar la mayor parte de las actividades previstas y el grado de consecución de los objetivos iniciales es muy alto. Como se ha descrito anteriormente, hemos colaborado científicamente en las dos líneas de investigación inicialmente propuestas (malaria y afloramientos) y hemos abierto una nueva (variabilidad intra-estacional del monzón africano). Se han mejorado las instalaciones de medida meteorológica del LPAO-SF con la creación de una nueva estación en el campus UCAD cambiando la ubicación de sensores meteorológicos, la donación de diverso material y la conexión telemática de las estaciones remotas. También hemos apostado por la formación de los estudiantes, con un curso y seminarios científicos y técnicos para los estudiantes de máster y doctorado del LPAO-SF, así como la formación doctoral de los estudiantes que han visitado la UCM. Aún nos quedan algunas actividades por finalizar, como la difusión del proyecto (cortometraje, publicaciones científicas), pero consideramos que en un plazo no muy largo podremos llevarlas a cabo.

Para el futuro tenemos varias líneas de continuación del proyecto:

- Por una parte, seguiremos trabajando en las investigaciones que están en curso (variabilidad de la malaria, predicción de los afloramientos, variabilidad intra-estacional del monzón africano). Las tesis doctorales de Ibrahima Diouf y Coumba Niang serán co-dirigidas por personal del equipo UCM del proyecto y, a corto plazo, tenemos financiación para cubrir un tiempo las estancias de los dos doctorandos (Coumba Niang becada con el proyecto ICOOP hasta finales de septiembre de 2014; Ibrahima Diouf ha conseguido una ampliación de la subvención Erasmus-Mundus y esperamos contar de nuevo con él a partir de octubre 2014).
- Tenemos intención de mantener nuestra participación en el máster MOGMA del LPAO-SF con el curso "Computation applied to data processing and statistics". Tendremos que buscar financiación para ello, ya sea en la Universidad Complutense, otros programas de cooperación o quizá emplear fondos del IRD francés que subvenciona algunas estancias de profesores del máster. También queremos establecer un convenio de cooperación entre ambas universidades, si fuera posible.
- Dada la gran cantidad de material obtenido para el cortometraje, se ha estudiado la posibilidad de hacer, además, un largometraje. Para ello, se ha solicitado subvención a la FECYT dentro de la "CONVOCATORIA DE AYUDAS PARA EL FOMENTO DE LA CULTURA CIENTÍFICA, TECNOLÓGICA Y DE LA INNOVACIÓN 2014".



RELACIÓN DE ANEXOS QUE SE ADJUNTAN

No se adjunta ningún anexo.

EnMadrid.....a .26 de ...Junio.... de 2013

Firma:

Firmado:Elsa Mohino Harris.....

**Excmo. Sr. Vicerrector de Relaciones Institucionales y Relaciones Internacionales.
Universidad Complutense de Madrid**