

# Marinemet



## DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

19 abril 2016

## ÍNDICE

<b>1. Introducción .....</b>	<b>3</b>
1.1. Antecedentes .....	3
1.2. Objetivos de MARINEMET .....	3
1.3. Resultados esperados .....	3
<b>2. Descripción del proyecto.....</b>	<b>4</b>
2.1. Equipamiento adquirido .....	4
2.1.1. Equipos de observación meteorológica y oceanográfica .....	4
2.1.2. Equipos informáticos .....	6
2.2. Difusión de los datos de observación y archivo .....	7
2.3. Productos de teledetección.....	7
2.4. Modelos numéricos .....	8
2.5. Herramienta web de visualización .....	9
2.6. Capacitación .....	9
<b>3. Tabla de costes.....</b>	<b>10</b>
<b>ANEXO I. Documento de diseño del proyecto (agosto 2010) .....</b>	<b>11</b>
<b>ANEXO II. Descripción técnica de los equipos de observación .....</b>	<b>12</b>
<b>ANEXO III. Manual de usuario del modelo SAPO .....</b>	<b>13</b>
<b>ANEXO IV. Manuales de usuario y administrador de la herramienta Web .....</b>	<b>14</b>

## 1. Introducción

Este documento describe el proyecto MARINEMET tal y como está estructurado en el momento de su entrega a los países participantes durante la VI Conferencia de Directores de los Servicios Meteorológicos e Hidrológicos del África del Oeste (AFRIMET), en Nouakchott, el 20 de abril de 2016.

### 1.1. Antecedentes

En el marco del programa de cooperación AFRIMET para el que España mantiene un fondo fiduciario en OMM, se lanzó el proyecto piloto de meteorología marítima, MARINEMET, con la aprobación de todos los representantes de la I Conferencia de Directores.

El proyecto tiene su inicio en la reunión de expertos mantenida en Dakar (Senegal), del 27 al 29 de febrero de 2008. En ella, Mauritania, Cabo Verde, Marruecos, Senegal y Costa de Marfil presentaron un diagnóstico de la situación en sus regiones con respecto a la meteorología marítima, lo que proporcionó una valiosa información para identificar sus necesidades. Los requerimientos de estos países sentaron las bases para diseñar un proyecto de mejora de los servicios de meteorología marítima de apoyo a la seguridad en el mar y a la gestión de las pesquerías.

En la II Conferencia de Directores (Niamey, 2008) se aprobaron los términos de referencia de MARINEMET, que se configuró como un proyecto piloto en el que participan cuatro países costeros del oeste de África: Cabo Verde, Gambia, Mauritania y Senegal. Por parte de España, participan junto con AEMET, el organismo público Puertos del Estado (PE) y la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (ULPGC). El proyecto está coordinado por OMM y financiado enteramente por el fondo fiduciario que España posee en este organismo. En el anexo I, se adjunta el documento de diseño, aprobado por OMM en agosto de 2010.

### 1.2. Objetivos de MARINEMET

El principal objetivo de MARINEMET es mejorar la capacitación en meteorología marina y oceanografía de los Servicios Meteorológicos e Hidrológicos Nacionales (SMHN) de los países participantes; dotándolos de herramientas específicas para la mejora de los productos y servicios de apoyo a la seguridad marítima y a la gestión de bancos de pesca. Asimismo, se busca fortalecer al Centro Meteorológico Regional Especializado de Dakar con el desarrollo de aplicaciones de meteorología marítima.

### 1.3. Resultados esperados

Los resultados que se esperan del proyecto se dividen en tres bloques diferenciados:

#### 1. Mejora de la vigilancia:

- Instalación de 6 mareógrafos o estaciones de nivel del mar y 10 estaciones meteorológicas automáticas con transmisión a los países vía telefonía móvil, y diseminados internacionalmente vía EumetCast.
- Validación y control de calidad en tiempo cuasi real de las observaciones en remoto frente a los datos in-situ disponibles (estaciones de nivel del mar y estaciones meteorológicas automáticas).
- Generación de productos básicos relacionados con el nivel del mar: constantes de marea, niveles medios, extremos, carreras de marea, etc

## 2. Desarrollo de modelos numéricos de predicción:

- Desarrollo y operación de modelos de predicción de meteorología marítima experimentales, pre-operacionales y operacionales.
- Validación continua en tiempo cuasi real de los modelos experimentales y pre-operacionales frente a datos in-situ (boyas, radares al nivel del mar, estaciones meteorológicas automáticas) y frente a observaciones de satélite (temperatura del agua del mar, olas, termoclina,...)

## 3. Transferencia de tecnología y conocimiento.

- Adquisición de 6 ordenadores personales para ejecución de los modelos, 4 a instalar en los países participantes, y 2 de respaldo en España.
- Actividades de capacitación: plan de formación para meteorólogos, predictores y usuarios, orientado a los Servicios Meteorológicos participantes.

## 2. Descripción del proyecto

Durante el desarrollo del proyecto se han producido algunas modificaciones con respecto al diseño inicial de 2010. A continuación se describe la situación actual en cada una de las componentes.

### 2.1. Equipamiento adquirido

#### 2.1.1. Equipos de observación meteorológica y oceanográfica

Con objeto de mejorar la observación meteorológica y oceanográfica se han adquirido e instalado los siguientes equipos, incluyendo 4 años de mantenimiento y monitorización por parte de la empresa Sutron, a contar desde el 1 de enero 2014.

- **10 estaciones meteorológicas automáticas**, que miden los siguientes parámetros:
  - Temperatura del aire,
  - Humedad relativa,
  - Presión atmosférica,
  - Velocidad y dirección del viento

- Precipitación,
- Radiación solar y horas de sol.
- Indicaciones de fecha, hora (segundos).

Incluyen software para adquisición de datos, gestión, y comunicaciones vía GSM, GPRS-IP, Ethernet o WI-FI.




- **6 estaciones de nivel del mar:** constituidas por dos sensores de nivel del mar, uno principal de tecnología radar y uno secundario, de presión. En 2 de las estaciones los sensores radar instalados proporcionan simultáneamente medidas de oleaje (sensor Miros). Todos ellos tienen la capacidad de transmitir sus datos vía satélite a centros internacionales de datos como por ejemplo el centro global GLOSS (Global Sea Level Observing System). En la actualidad esta transmisión se hace vía AEMET- Puertos del Estado. Miden las siguientes variables:

- Nivel de mar (resolución mm e intervalo de muestreo 5 min)
- Oleaje en el puerto o agitación (solo sensores Miros)

Los equipos están ubicados en los siguientes emplazamientos, y sus características técnicas se describen en el anexo II.

ESTACIONES METEOROLÓGICAS AUTOMÁTICAS Y MAREÓGRAFOS	
Senegal	Mole3
	Carabane
	St. Louis
Cabo Verde	Palmeira
	Praia
	Mindelo
Mauritania	Mamghar
	Arkiess
	Nouadhibou
Gambia	Banjul

### Leyenda

-  Estación automática
-  Estación automática + Mareógrafo
-  Estación automática + Mareógrafo Miros

## 2.1.2. Equipos informáticos

La empresa Sutron ha instalado sendos equipos (PCs) en cada uno de los 4 SMHN para visualización y almacenamiento de los datos de los mareógrafos y estaciones meteorológicas automáticas.

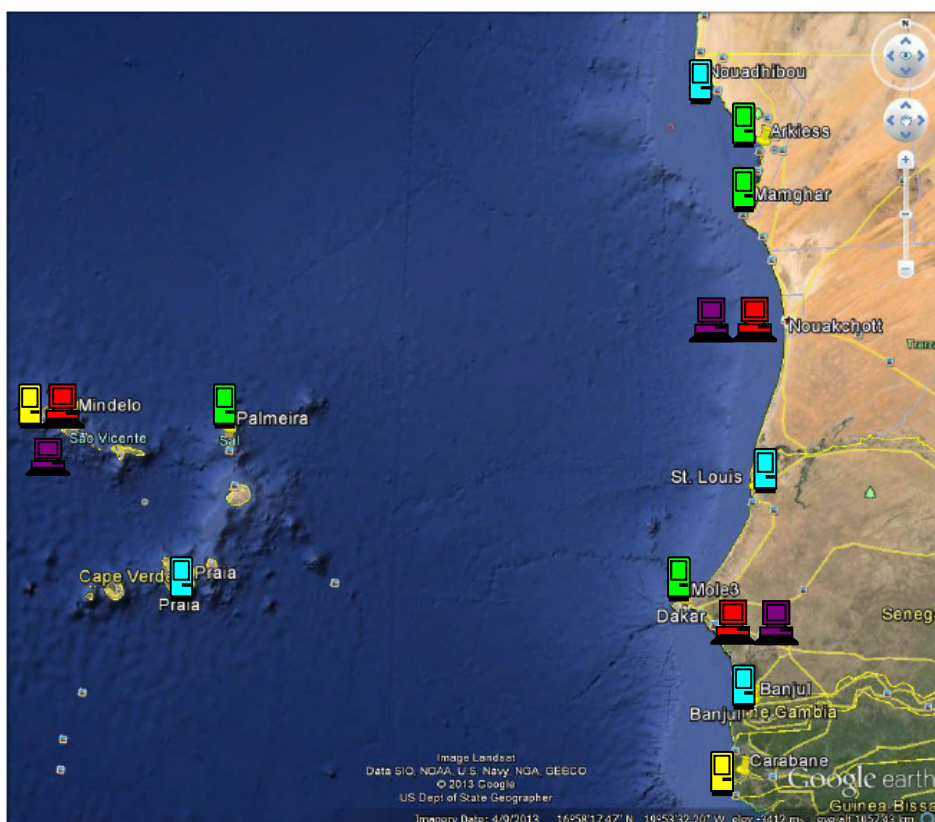
Por otra parte, se han adquirido otros 8 PCs. Cuatro de ellos están dedicados a ejecutar los modelos numéricos: aguas profundas y SAPO (ver apartado 2.4), y están distribuidos en la siguiente forma:






- PC1, ubicado en Dakar,
- PC2, ubicado en Nouakchott,
- PC3, ubicado en Mindelo,
- PC4, ubicado en Santa Cruz de Tenerife, que actúa como back-up.

Otros tres están ubicados temporalmente en Santa Cruz de Tenerife dedicados a la generación de productos:

- PC5, genera productos de estaciones y mareógrafos,
- PC6, genera productos de satélite,
- PC7, contiene la aplicación que genera productos de teledetección y que no está operativa (ver apartado 2.3).
- PC8, albergará el concentrador de datos cuando se traslade a Dakar.

Con esto, la distribución del equipamiento adquirido es la siguiente:



	Estación automática
	Estación automática + Mareógrafo
	Estación automática + Mareógrafo Miros
	Puesto de predicción (aguas profundas+SAPO)
	Concentrador datos raw de mareógrafos y EMA

## 2.2. Difusión de los datos de observación y archivo

Los datos de los mareógrafos y estaciones meteorológicas automáticas se transmiten por GPRS (excepto la estación de Arkies, que no dispone de cobertura), recibándose en el PC, instalado para tal fin en cada SMHN, dedicado específicamente para su visualización y almacenamiento. Cada país recibe únicamente los datos de las estaciones instaladas en su territorio en formato raw.

Adicionalmente, los datos en formato raw son enviados a los Servicios Centrales de AEMET a través de EUMETCAST, recibándose en un servidor (propiedad de AEMET), donde son procesados, generándose los formatos CREX, ESEO-XML y XML. Los boletines CREX se difunden por el sistema internacional GTS, el formato ESEO-XML se envía a Puertos del Estado y el formato XML se envía al servidor donde se aloja la herramienta web de visualización.

Los datos de las estaciones de nivel del mar (nivel del mar, oleaje, presión atmosférica y viento) se visualizan además en el sistema de monitorización y predicción marina Portus, de Puertos del Estado, donde se les aplica un control de calidad en tiempo cuasi-real. Desde Puertos del Estado se envían automáticamente por el momento los datos de nivel del mar al portal de datos asociado a GLOSS, en Oostende: (Sea Level Station Monitoring Facility, IOC, UNESCO). La visualización de datos en Puertos del Estado se realiza a través de “widgets”, que han permitido su integración automática en páginas web desarrolladas específicamente para cada uno de los centros nacionales.

Cada país archiva sus propios datos en formato raw y en AEMET se archiva una copia únicamente de los formatos procesados.

Cabe destacar que en una segunda fase del proyecto, la recepción, procesado y archivo de todos los datos, que actualmente se realiza en un servidor de AEMET, se realizará en el PC8 que se ubicará en Dakar.

## 2.3. Productos de teledetección

Inicialmente se contemplaba el desarrollo de productos biofísicos de teledetección a partir de una constelación de sensores satelitales multi-espectrales IR y VIS en tiempo cuasi real, obtenidos a través de una antena de banda-L. La obtención de estos productos requiere del pago de una licencia. Se costeó dicha licencia durante año y medio, pero debido a la dificultad de mantener el suministro en el futuro, se decidió desarrollar estos productos de

teledetección a partir de datos libres.

Se ha desarrollado una aplicación que calcula los siguientes productos: temperatura del agua del mar, clorofila y frentes térmicos, que se ejecuta en el PC7. Sin embargo, en estos momentos, dicha aplicación no está operativa y no se dispone del código fuente, por lo que su recuperación supondría un alto coste. Por otra parte, el suministro de una aplicación propietaria podría tener problemas de mantenimiento en un futuro, por lo que se considera más operativo utilizar los productos del SAF de océano de EUMETSAT, dado que todos los países disponen de un receptor EUMETCAST. Por tanto, a la herramienta de visualización (ver apartado 2.5) se han incorporado los productos:

- Imágenes de clorofila, a partir de satélites de NASA,
- Temperatura del agua del mar, del SAF-océano,
- Vientos marinos, del SAF-océano,
- Flujos de calor, del SAF-océano.

## 2.4. Modelos numéricos

Otra componente del proyecto es la mejora de la predicción marítima, para ello se han desarrollado modelos numéricos de predicción de oleaje, y se han puesto en operación en los SMN de Cabo Verde, Mauritania y Senegal.

La predicción del oleaje se realiza en dos escalas:

- **Modelo de escala oceánica WaveWatch III.** Se integra toda la cuenca atlántica con una resolución de 1° y de 2,5' para el entorno de los archipiélagos. Utiliza como entrada el viento a 10 m proporcionado por el modelo Global Forecast System (GFS) del NCEP14. Como salidas proporciona predicciones de oleaje en aguas abiertas y condiciones de contorno de oleaje para los modelos portuarios.
- **Modelo a escala de puerto.** Se utiliza el modelo SWAN 4072 o SAPO (Sistema Autónomo de Predicción de Oleaje, basado en el modelo SWAN) con resolución de 500 m. Utiliza como entrada el viento a 10 m del modelo GFS del NCEP, y las condiciones de contorno del modelo Wavewatch III. El SAPO es un sistema de predicción de oleaje hasta 72 horas, desarrollado específicamente para puertos y su entorno más próximo y tiene en cuenta la forma de aproximación de las olas a la costa. El modelo se corre dos veces al día y proporciona predicciones cada hora. El manual de usuario del SAPO se incluye en el anexo III.

Los modelos regionales y SAPO se han implementado en nuevos PC, adquiridos por el proyecto, en Dakar, Mindelo y Nouakchott. Las 3 aplicaciones son iguales y funcionan de la siguiente forma: primero se descargan los forzamientos (campos de viento), luego se corre el modelo regional, después los 3 modelos de puerto y se elaboran los productos.



## 2.5. Herramienta web de visualización

Las salidas de los modelos numéricos pueden visualizarse desde el servidor por medio de un navegador web. Sin embargo, este navegador consume CPU, por lo que si las aplicaciones están trabajando al mismo tiempo que se accede, se enlentecerá el modelo. Por ello, se ha desarrollado una herramienta web para visualización de las salidas de los modelos, los datos de las estaciones de la red de observación y los productos satelitales. La herramienta es para uso de los predictores de los SMHN.

Los manuales de usuario y administrador de la herramienta se adjuntan en el anexo IV.

## 2.6. Capacitación

Se han realizado las siguientes actividades de capacitación:

### Cursos de formación en meteorología marina

- En la sede de MétéoFrance, Toulouse, entre el 22 de septiembre y el 9 de octubre de 2009, al que asisten un representante de Cabo Verde, Mauritania y Senegal.
- En la sede del MetOffice, Exeter, en mayo y junio de 2010, al que asiste un representante de Gambia.

### Curso especializado en meteorología marina

- En Las Palmas, del 15 al 19 de octubre de 2012, con asistencia de representantes de Mauritania, Senegal y Cabo Verde (Gambia y el representante del RSCM de Senegal no asisten por problemas burocráticos).

### Cursos in situ de mantenimiento y gestión del equipamiento de observación

- En Cabo Verde, impartido por Sutron, entre el 21 y el 25 de mayo de 2013, con asistencia de representantes de Gambia y Cabo Verde.
- En Senegal, impartido por Sutron, entre el **21 y el 25 de mayo de 2013**, con asistencia de representantes de Mauritania y Senegal.

### Formación sobre la aplicación que genera los modelos SAPO

- En Dakar, del 27 al 31 de julio de 2015.
- En Sal, del 3 al 6 de noviembre de 2015.
- En Nouakchott, del 16 al 19 de diciembre de 2015.

## 3. Tabla de costes

El proyecto ha sido financiado enteramente por el fondo fiduciario que España posee en OMM para el programa AFRIMET. Su coste se desglosa en la siguiente forma:

CONCEPTO	Coste (€)	%
1. Contratación de consultores .....	482.620,00	32%
1.1. Desarrollo aplicación productos satelitales marinos .....	213.750,00	14%
1.2. Gestión productos satelitales marinos .....	52.500,00	4%
1.3. Modelización SAPO .....	171.500,00	11%
1.4. Informe comunicaciones .....	8.150,00	1%
1.5. Batimetría .....	2.020,00	0%
1.6. Actualización e instalación modelos numéricos .....	4.000,00	0%
1.7. Desarrollo web uso predictores .....	14.000,00	1%
1.8. Validación de datos de mareógrafos y EMA .....	16.700,00	1%
2. Licencia uso antena L (año y medio) .....	30.000,00	2%
3. Actividades capacitación.....	30.956,00	2%
3.1. Curso en MeteoFrance. 3 expertos (C.Verde, Senegal y Mauritania)	20.956,00	1%
3.2. Curso en UKMO. 1 experto (Gambia) .....	10.000,00	1%
4. Adquisición e instalación de equipamiento más 4 años mantenimiento	946.714,71	63%
4.1. Equipamiento de Mauritania.....	201.498,86	13%
4.2. Equipamiento de Cabo Verde .....	307.471,70	21%
4.3. Equipamiento de Gambia .....	116.593,29	8%
4.4. Equipamiento de Senegal .....	311.250,86	21%
4.3. Ordenadores para los SAPO .....	9.900,00	1%
5. Viajes .....	6.800,00	
5.1. Reuniones en Madrid .....	800,00	
5.2. Instalación de los modelos en Senegal .....	2.000,00	
5.3. Instalación de los modelos en Cabo Verde .....	2.000,00	
5.4. Instalación de los modelos en Mauritania .....	2.000,00	
<b>TOTAL</b>	<b>1.497.090,71</b>	

# Marinemet



Puertos del Estado



Conferencia de Directores de los Servicios  
Meteorológicos e Hidrológicos  
Nacionales del África del Oeste

## ANEXO I. Documento de diseño del proyecto (agosto 2010)

# Marinemet



Puertos del Estado



Conferencia de Directores de los Servicios Meteorológicos e Hidrológicos Nacionales del África del Oeste

## ANEXO II. Descripción técnica de los equipos de observación

# Marinemet



Puertos del Estado

UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS  
DE GRAN CANARIA



Conferencia de Directores de los Servicios  
Meteorológicos e Hidrológicos  
Nacionales del África del Oeste

## ANEXO III. Manual de usuario del modelo SAPO

# Marinemet



Puertos del Estado



Conferencia de Directores de los Servicios Meteorológicos e Hidrológicos Nacionales del África del Oeste

## ANEXO IV. Manuales de usuario y administrador de la herramienta Web