

Convocatoria de ayudas de Proyectos de Investigación Fundamental no orientada

MEMORIA TÉCNICA PARA PROYECTOS TIPO A o B

1. RESUMEN DE LA PROPUESTA (Debe rellenarse también en inglés)

INVESTIGADOR PRINCIPAL: Juan Luis Herrera Cortijo

TÍTULO DEL PROYECTO: Mediciones Oceanográficas mediante **RADar** de **Alta** frecuencia en la Ría de Vigo (**MORADA**)

RESUMEN

(breve y preciso, exponiendo solo los aspectos más relevantes y los objetivos propuestos)
La explotación de datos de corriente superficial y oleaje de alta resolución espacial y temporal provenientes de medidas de HF Radar supone un importante salto cualitativo en el conocimiento de la circulación superficial oceánica y en la capacidad de gestión socio-económica de las regiones costeras.

Estos sistemas, que ya cuentan con más de una década de uso en países como Estados Unidos, han comenzado a instalarse en las costas españolas en los últimos años, lo que abre una nueva vía para el estudio de los procesos oceanográficos superficiales en nuestro país.

La Ría de Vigo combina en su entorno una importante actividad económica derivada de la pesca y el tráfico portuario con áreas de relevante valor ecológico como es el Archipiélago de las Islas Cíes. Esto la convierte en un lugar de especial interés para los estudios de la circulación superficial, tanto para aplicaciones científicas como de gestión del litoral. En el último año la Universidad de Vigo ha instalado dos radares HF de alta definición que permitirán dichos estudios.

Es por ello que el objetivo fundamental de esta propuesta es emplear por primera vez la tecnología HF radar para analizar con alta resolución espacio-temporal, las corrientes superficiales y el oleaje del sistema de afloramiento de la Ría de Vigo.

PROJECT TITLE: Oceanographic measurements using high frequency radar technology in the Ría of Vigo

SUMMARY

(brief and precise, outlining only the most relevant topics and the proposed objectives)

High spatial and time resolution surface currents and wave HF Radar data operation entails a qualitative advance in oceanic surface circulation knowledge and in coastal areas socio-economical management capabilities.

HF Radar technology, which has already been in use in countries like USA since more than ten years ago, has been recently introduced in Spain. This sets up a new channel for surface oceanographic processes research in our country.

The Ría of Vigo combines an important economical activity coming from fisheries and harbour activities with highly valuable ecological areas like Cies Islands. This makes the Ría of Vigo a place of special interest for surface circulation studies both for scientific and coastal management applications. During the last year the University of Vigo has installed two HF radar antennae that will allow those studies.

Therefore, the main objective of this proposal is to use, for the first time, the HF Radar technology to analyse with high space and time resolution the surface currents and waves in the Ria of Vigo upwelling system.

2. INTRODUCCIÓN

(máximo 5 páginas)

Deben tratarse aquí: la finalidad del proyecto; los antecedentes y estado actual de los conocimientos científico-técnicos, incluyendo la bibliografía más relevante; los grupos nacionales o internacionales que trabajan en la misma materia específica del proyecto o en materias afines.

La conservación de los ecosistemas y recursos marinos es un objetivo importante de nuestra sociedad actual y también un requisito imprescindible para garantizar un desarrollo sostenible de las áreas litorales. Es un hecho que las actividades antropogénicas afectan negativamente a la conservación de las zonas costeras, tanto las consideradas menos nocivas como las de índole grave (p.e. alteración del litoral, vertidos contaminantes). Es claro que dichas alteraciones se deben intentar minimizar, ya que nuestro objetivo no es impedir las actividades de desarrollo, sino que éstas redunden en la menor alteración posible del medio litoral. Parece obvio que la implementación de mecanismos de control ha de estar basada en un conocimiento apropiado del medio físico en el que se sustenta el ecosistema, ya que de otra manera serían absolutamente ineficaces.

Estas consideraciones cobran especial relevancia en aquellas zonas donde las actividades en el entorno costero son la principal fuente de recursos económicos. En concreto, la concentración de actividades económicas que se da en las Rías de Galicia es un ejemplo de que debemos conciliar la conservación de un entorno paisajístico único con una notable calidad de aguas, con un desarrollo económico y poblacional muy elevado en la franja costera. Para lograr este objetivo es necesario un conocimiento apropiado del medio litoral y, cuando hablamos del medio marino, el factor determinante que engloba tanto el transporte de contaminantes, la degradación de la zona litoral, o la propia calidad de aguas, en definitiva la hidrodinámica. Es el conocimiento de la hidrodinámica del sistema lo que nos permitirá establecer los mecanismos de control para un desarrollo sostenible y racional del medio litoral, y nos dará los elementos necesarios para actuar eficazmente en caso de vertidos contaminantes.

La directiva 2008/CE/58 sobre la Estrategia Marina del Parlamento Europeo prioriza la consecución o el mantenimiento de un buen estado ecológico del medio marino comunitario y la perseverancia en su conservación y protección evitando nuevos deterioros. Esta directiva reconoce que diversos aspectos del estado ecológico del medio marino todavía no han sido abordados directamente por la DMA 2000/60/CE y contempla que “las aguas litorales, incluido su lecho marino, son parte integral del medio marino, y como tales deben estar cubiertas por la presente Directiva”. La directiva establece un marco en el que los Estados Miembros deberán adoptar las medidas necesarias para lograr o mantener un buen estado ecológico del medio marino en el año 2020 a lo más tardar.

Estas medidas al máximo rango europeo conforman una estrategia que comienza por una evaluación inicial del estado ecológico actual de las aguas marinas objeto de la directiva y del impacto medioambiental de las actividades humanas en dichas aguas. Junto con la evaluación inicial la directiva establece que, a lo más tardar el 15 de julio de 2012, se debe definir un conjunto de características que correspondan a un buen estado ecológico. Para ello, la Directiva insta a la elaboración de criterios y normas metodológicas. Dicha evaluación y definición comportan tanto la recopilación bibliográfica y de datos históricos relativos al medio sobre el que se va a plantear la estrategia como la realización de nuevos estudios que aporten el conocimiento suficiente.

La etapa siguiente debe ser la definición de objetivos medioambientales y la instauración de programas de seguimiento a efectos de una evaluación continua, que permitan evaluar periódicamente el estado de las aguas marinas.

La explotación de los datos obtenidos mediante la tecnología de radar de alta frecuencia (**radar HF**) en otras regiones del mundo, como por ejemplo las costas estadounidenses, ha mejorado notablemente el conocimiento de su sistema de corrientes, y por tanto sienta las bases para explicar la producción primaria y dispersión larvaria en regiones de afloramiento, **mejorando la gestión** de estos **ecosistemas** de gran **riqueza ecológica y comercial**.

La tecnología radar HF se fundamenta en la propagación de ondas electromagnéticas a través de un medio no conductor, el aire, sobre un medio altamente conductor como es la superficie del mar (siempre que la salinidad sea superior a 8. En estas condiciones una señal electromagnética polarizada verticalmente se propaga a lo largo de grandes distancias, con pérdidas negligibles, incluso más allá de la línea de horizonte. La señal radar HF no penetra la superficie del mar, pero el dato obtenido es representativo de una columna cuya profundidad depende de la frecuencia; al emitir una señal 48 MHz se obtienen datos de los 0.5 m superiores de la columna de agua. Aquellas olas en la superficie que tienen como longitud de onda la mitad de la longitud de onda de la onda electromagnética de la señal incidente (dispersión de Bragg) generan una señal reflejada que se suma de forma coherente y que es identificada en la antena receptora del radar (Paduan y Graber, 1997). El efecto Doppler causado por el movimiento de la fuente de reflexión hace que la señal recibida tenga un desfase en frecuencia con respecto a la señal emitida. La señal recibida se procesa obteniendo datos de corrientes superficiales (mapa de vectores bidimensional con un alcance de 200 km de la costa) y parámetros de oleaje (altura significativa, dirección y periodo). Se requiere un mínimo de tres componentes radiales de velocidad procedentes de al menos dos estaciones de HF Radar para calcular los vectores de corriente superficial por un método de mínimos cuadrados (Lipa y Barrick, 1983; Barrick y Lipa, 1986). La principal **ventaja** que presentan **los datos derivados** de las medidas realizadas por **esta tecnología** respecto de los obtenidos con otras tecnologías de medida es que presentan una **combinación única y óptima**

de alta resolución espacial, amplia cobertura horizontal y alta resolución temporal que los datos derivados de **ninguna otra metodología actualmente conocida puede alcanzar**.

La importancia de las corrientes oceánicas superficiales son críticas en muchos aspectos, incluyendo su influencia en la navegación, la ecología de plancton y los transportes de energía. Cerca de la costa, estas corrientes superficiales adquieren una especial relevancia por su influencia en las actividades de ocio, operaciones de rescate y transporte de materiales peligrosos. La obtención de medidas de corrientes en el océano es complejo y entraña costes elevados, particularmente en los primeros metros de la columna de agua debido al efecto de interferencia que suponen el oleaje y el viento. En las regiones costeras los daños ocasionados en el instrumental debido a colisiones accidentales de embarcaciones con fondeos superficiales representa una serie limitación. E incluso, si estas dificultades se consiguen solventar, no es posible conseguir observaciones sinópticas de un área suficiente de forma continua empleando instrumentos fondeados, a la deriva o en embarcaciones.

El empleo de esta nueva tecnología permite **obtener datos** y estudiar, con una elevada resolución espacial y temporal, **una sección de la columna de agua** que hasta el momento **los sistemas tradicionales** de medida (ADCPs, correntímetros mecánicos, etc) **no podían muestrear** eficazmente.

Actualmente la tecnología **radar HF** cuenta **en España** con **instalaciones en Galicia, Cataluña y el País Vasco**. En el año 2006 se implantaron en Galicia dos estaciones radar HF SeaSonde de Codar Ocean Sensors, para el seguimiento remoto de corrientes y oleaje entre los faros de Finisterre y Silleiro. A estas estaciones de largo alcance se suman en el **año 2009, 2 estaciones más** de corto alcance y alta resolución en la **Ría de Vigo** instaladas **por la Universidad de Vigo**, lo que supone que **Galicia** se convierte en **pionera** en la implantación de **nuevas tecnologías** en el ámbito de la **monitorización oceanográfica**. Debido a la muy reciente instalación de estas dos últimas estaciones **en la Ría de Vigo no existe aún una explotación de los datos que permita aprovechar todo el potencial que para la sociedad y la ciencia puede ofrecer esta tecnología**. Dicha instalación en la Ría de Vigo cuenta con dos antenas que, trabajando a una frecuencia de 48 MHz, permiten obtener **mapas horarios** de corriente superficial representativa del primer medio metro de la columna de agua con una **resolución espacial horizontal entre los 250 m y los 1000 m**.

En **otros países los datos** derivados de la tecnología **HF Radar** han permitido un **análisis detallado de la circulación superficial en áreas costeras**, y por tanto establecer el control que la circulación costera ejerce en los blooms de fitoplancton, además de determinar cómo la circulación afecta al destino de estos blooms. La estimación de convergencias y divergencias a partir de los datos de corriente superficial de los radares HF permiten localizar zonas de flujo vertical (afloramiento) y zonas de acumulación de nutrientes y clorofila en zonas de sombra en torno a salientes costeros. Se trata, por tanto, de una **herramienta crucial** para explicar la importancia relativa del transporte y los procesos de producción in situ en la productividad primaria de un área costera (Paduan & Rosenfeld, 1996, Roughan, et al. 2005, Kaplan & Largier 2006, Lippard, et al. 2006, Ryan et al. 2008).

Este conocimiento de la circulación adquirido a través de la **explotación de datos** obtenidos a partir de la tecnología **radar HF** es esencial para **evaluar los efectos** de la **instalación** de

plataformas o hábitats artificiales como pueden ser las **bateas**. El asentamiento larvario en una plataforma artificial o en el hábitat natural dependerá del balance entre tres factores: localización de la plataforma, la circulación de corrientes local y la distribución en el hábitat natural. El análisis de las trayectorias de partículas (particle tracking) desarrollada a partir de datos de radar HF es una pieza clave para el establecimiento de este balance (Emery et al., 2006) y por lo tanto **permite una gestión más eficaz** de los **polígonos de bateas**.

El cálculo del transporte lagrangiano desde los **datos de radar HF** ha permitido el **análisis, seguimiento y predicción** del destino de **contaminantes químicos** y/o poblaciones biológicas que alcanzan o se liberan en entornos semicerrados de otros países con periodicidades conocidas. La estimación de los tiempos de residencia a partir de los datos de HF Radar es clave para determinar los tiempos “óptimos” de liberación de partículas en el sistema. De este modo se mitigan los efectos nocivos de sustancias contaminantes liberados en un entorno costero semicerrado al dejar el mismo de un modo más eficiente (Couliette et al., 2009)

Para el aprovechamiento de la tecnología HF Radar en **estas** y otras **aplicaciones** de igual interés científico, social y económico en la Ría de Vigo, **es necesaria** una labor previa por la que se establecen los **protocolos** para el **procesado** de los **datos** para la región concreta abarcada por el radar. Por otro lado es necesario **tender un puente entre esta nueva tecnología y otras** más tradicionales con el fin de compatibilizar y cumplimentar antiguos y nuevos estudios basados en otras metodologías de medición de corrientes. Finalmente **es importante** la realización de un **estudio básico de la variabilidad** contenida en los datos que ofrece esta nueva tecnología que nos permita identificar los principales fenómenos que se desarrollan a nivel de circulación superficial y relacionarlos con los principales forzamientos de la región. Todo ello **con el objetivo** de **asentar las bases** del **conocimiento** del medio físico que **otras aplicaciones requieren** para su desarrollo.

REFERENCIAS

- Barrick, D.E., and Lipa, B. 1986. An evaluation of least-squares and closed-form dual-angle methods for CODAR surface-current applications, IEEE J. Oceanic Eng., 11, 322–326.
- Couliette, Chad, et. al., 2007. Optimal pollution mitigation in Monterey Bay based on coastal radar data and nonlinear dynamics, Environ. Sci. Technol., vol. 41, no. 18, 6562-6572.
- Emery, B.M., L. Washburn, M. Love, M.M. Nishimoto, and J.C. Ohlmann, 2006. Do oil and gas platforms off California reduce recruitment of bocaccio (*Sebastes paucispinis*) to natural habitat? An analysis based on trajectories derived from high frequency radar, Fisheries Bulletin, 104:391-400.
- Kaplan, D.M., and Largier, J.L. 2006. HF radar-derived origin and destination of surface waters off Bodega Bay, California, Deep Sea Res. Part II, 53(25-26),2906-2930, doi:10.1016/j.dsr2.2006.07.012.
- Lipa, B. J., and Barrick, D. 1983. Least squares methods for the extraction of surface currents from CODAR crossed-loop data: Application at ARSLOE, IEEE J. Oceanic Eng., 8, 226–253.

- Lipphardt, B. L. Jr., D. Small, A. D. Kirwan, Jr., S. Wiggins, K. Ide, C. E. Grosch, and J. D. Paduan (2006), Synoptic Lagrangian maps: Application to surface transport in Monterey Bay, *Journal of Marine. Res.*, vol. 64, pp. 221-247.
- Paduan, J.D. and Rosenfeld, L.K. 1996. Remotely sensed surface currents in Monterey Bay from shore-based HF radar (CODAR), *Journal of Geophysical Research*, 101: 20,669-20,686.
- Paduan, J. D., and Graber, H.C. 1997. Introduction to high-frequency radar: Reality and myth, *Oceanography*, 10, 36–39.
- Roughan, M., E.J. Terrill, J.L. Largier, and M.P. Otero (2005) "Observations of divergence and upwelling around Point Loma, California". *J. Geophys. Res.*, vol 110, C04011, doi:10.1029/2004JC00262
- Ryan, J. P., M. A. McManus, J. D. Paduan, and F. P. Chavez (2008), Phytoplankton thin layers within coastal upwelling system fronts, *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 354, 21– 34.

3. OBJETIVOS DEL PROYECTO

(máximo 2 páginas)

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

(máximo 20 líneas)

La Ría de Vigo, además de formar parte del conjunto de las Rías Baixas y por tanto ser una importante área de producción marisquera y pesquera, alberga en su interior uno de los principales puertos comerciales de la zona y está limitada por las Islas Cíes, archipiélago incluido en el Parque Nacional de las Islas Atlánticas con sede en Vigo. Por lo tanto aúna, junto a las indudables ventajas que se derivan de cada una de estas circunstancias, las complicaciones de gestión y peligros potenciales de la proximidad de tres actividades tan diferentes.

La reciente instalación de dos estaciones de HF Radar en la Ría de Vigo supone una excelente oportunidad para, desde **el presente proyecto**, sentar las **bases** tanto **metodológicas** como **científicas** que contribuyan a **mejorar el conocimiento** científico de los **ecosistemas** de las Rías Baixas **y** que permitirán en el futuro **desarrollar aplicaciones** en ámbitos como el del Observatorio Oceánico del Margen Ibérico (RAIA) que contribuyan al **avance** de la **sociedad** y la **economía** de la región. Dichas bases se asentarán mediante el estudio con alta resolución espacio-temporal de las corrientes superficiales del sistema de afloramiento de la Ría de Vigo mediante la tecnología HF Radar.

Puesto que la tecnología **HF Radar** es una **tecnología floreciente** en las costas de nuestro país y cuya implantación se inició en el año 2006, **este proyecto, pionero en España**, arrojará muchos **resultados** metodológicos **transferibles a otras instalaciones** de características similares de nuestras costas.

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

El desarrollo científico de la explotación de datos de HF Radar ha supuesto una mejora en el conocimiento de la oceanografía en numerosas zonas costeras a nivel de superficie que otra instrumentación no permite. El hecho queda patente en las numerosas técnicas estadísticas que pueden ser aplicadas, al disponer de una batería de datos superficiales en continuo para la amplia malla superficial que constituye la zona de cobertura de radar (Paduan et al. 1996, Kaplan et al. 2005, 2006, 2009).

Tal y como se expuso en el apartado introductorio de la presente memoria técnica, la explotación de los datos generados por esta tecnología supone un salto cualitativo en la posibilidad de desarrollo de herramientas de gestión en diversos aspectos sociales y económicos de las zonas costeras.

Por último hay que destacar el empuje que la explotación de los datos de HF Radar supone para el conocimiento del medio marino con la publicación de más de 20 artículos científicos anualmente directamente relacionados con este tipo de medidas y que abarcan diversas disciplinas de las ciencias marinas.

3.3. Enumerar brevemente, pero con claridad, precisión y de manera realista (es decir, acorde con la duración prevista del proyecto) los **objetivos concretos** que se persiguen. 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

Tal y como se ha subrayado en el apartado 3.1 de la presente memoria el **objetivo general** del presente proyecto es estudiar con alta resolución espacio-temporal las corrientes superficiales y el oleaje del sistema de afloramiento de la Ría de Vigo mediante la tecnología HF Radar. Dicho objetivo general se desglosa en los siguientes **objetivos concretos**:

1. Establecer los protocolos concretos para la obtención de campos de corriente superficial y oleaje a partir de las mediciones de las estaciones HF Radar recientemente instalados en la Ría de Vigo.
2. Comparar los campos superficiales de corriente y oleaje medidos empleando la tecnología HF Radar presente en la Ría de Vigo con datos obtenidos en la misma ría mediante fondeos de correntímetros perfiladores, sensores de oleaje y campañas oceanográficas dentro del área de cobertura de los radares HF.
3. A partir de mapas de alta resolución espacial y temporal elaborados empleando los datos obtenidos a partir de las mediciones realizadas por estaciones de HF Radar instaladas en la Ría de Vigo, describir comparativamente la circulación superficial y el campo de oleaje en el área de la Ría de Vigo cubierta por la instalación.
4. Determinar, a partir de los mapas de alta resolución espacial y temporal mencionados en el objetivo 3, los tiempos de residencia y posibles áreas de acumulación de partículas, contaminantes y nutrientes transportados en superficie en el área de cobertura de la instalación de

Radar HF.

5. A partir de los mapas obtenidos en el objetivo 3, descomponer la variabilidad del campo de corriente superficial y de oleaje en el área de cobertura de la instalación HF Radar, en modos de variación y cuantificar el grado de relación de los mismos con los principales forzamientos de la región.

4. METODOLOGÍA Y PLAN DE TRABAJO

(en el caso de proyectos coordinados deberá abarcar a todos los subproyectos)

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

- El plan de trabajo debe desglosarse en actividades o tareas, fijando los hitos que se prevé alcanzar en cada una de ellas. En los proyectos que empleen el Hespérides o se desarrollen en la zona antártica, deberán también incluir el plan de campaña en su correspondiente impreso normalizado.

- En cada una de las tareas, deben indicarse el centro ejecutor y las personas (ver apartados 2.1, 2.2 y 2.3 del formulario de solicitud) involucradas en la misma. Si en el proyecto participan investigadores de otras entidades no relacionados en el apartado 2.3 del formulario de solicitud, deberán exponerse los méritos científicos que avalan su participación en el proyecto.

- Si solicita ayuda para personal contratado, justifique claramente su necesidad y las tareas que vaya a desarrollar. Recuerde que sólo podrá solicitar costes de personal en régimen de contratación, **no se podrán asignar becarios con cargo al capítulo de personal** del proyecto.

La adecuación de la metodología, diseño de la investigación y plan de trabajo en relación con los objetivos del proyecto se mencionan explícitamente en los criterios de evaluación de las solicitudes.

Los objetivos enumerados en el apartado 3 se alcanzarán mediante un plan de trabajo que se estructura en 5 actividades. En cada una de las actividades se remarca en negrita la persona responsable del correcto desarrollo de la misma.

Actividad 1: PROCESADO Y CONTROL DE CALIDAD. (Universidad de Vigo: **Silvia Piedracoba**, personal contratado)

Dado que es la primera vez que se explotan científicamente los datos obtenidos del HF Radar de corto alcance instalado en la Ría de Vigo, se hace necesaria una primera fase de control de calidad de los datos del mismo y el establecimiento de un protocolo de procesado de datos

específico para la Ría de Vigo que permita el máximo aprovechamiento de los mismos en fases posteriores del proyecto. Esta instalación en la Ría de Vigo cuenta con dos antenas que, trabajando a una frecuencia de 48 MHz, permiten obtener **mapas horarios** de oleaje y de corriente superficial representativa del primer medio metro de la columna de agua con una **resolución espacial horizontal entre los 250 m y los 1000 m**. El área cubierta por esta instalación se muestra en la siguiente figura.



En esta actividad se procederá a la aplicación de una batería de programas en Matlab que han sido adaptados para el estudio de *estadísticos espacio-temporales* en los datos **radiales** procedentes de cada estación y en los **vectores totales** generados por combinación de los radiales. Estos estadísticos se basan en la aplicación de una mezcla de derivadas temporales y comparaciones espaciales para cuantificar la **aceptabilidad** de una medida de corriente. Así mismo se procederá a aplicar una batería de programas para el control de calidad de los datos de oleaje medidos por la instalación.

La presente actividad se divide en las siguientes subtareas:

Subtarea 1.1. Diseño de la base de datos que albergará los datos radiales, los datos de corriente total y los datos de oleaje y de la que se servirá el resto de las actividades del proyecto.

Subtarea 1.2. Adaptación de los algoritmos de control de calidad a las particularidades de la instalación para su ejecución de forma operacional.

Subtarea 1.3. Estudio y determinación de los parámetros de calidad adecuados para la instalación y para el área de muestreo.

El personal contratado asistirá al equipo investigador en las subtareas 1.1 y 1.2

La persona responsable de esta actividad, Silvia Piedracoba, cuenta con dos años de experiencia en la realización de estas tareas en el Bodega Marine Laboratory (University of California, Davis, USA).

Los trabajos realizados en esta actividad conducirán al cumplimiento del objetivo número 1 citado en el apartado 3.3 de la presente memoria técnica.

Entregables: Algoritmos operacionales de control de calidad de los datos de HF radar. Base de datos.

Actividad 2: VALIDACIÓN Y ANÁLISIS DE LA VARIABILIDAD ESPACIO TEMPORAL.
(Universidad de Vigo: **Juan Luis Herrera**, personal contratado)

En el transcurso de la actividad 2, se realizarán una serie de campañas de medidas de la corriente y oleaje por métodos tradicionales a fin de estudiar la compatibilidad y la complementariedad de este tipo de información con las medidas de HF Radar. Estas campañas incluirán fondeos de correntímetros perfiladores acústicos doppler (ADCPs), algunos de ellos equipados con sensores de oleaje, y campañas de registro de corrientes a lo largo de diferentes secciones empleando un ADCP instalado en un buque oceanográfico.

Por otro lado, una vez establecidos los protocolos para la obtención de datos de corriente superficial y oleaje a partir de las medidas del HF Radar, se extraerán y representarán series eulerianas de corrientes superficiales y de oleaje coincidentes en el espacio y el tiempo con los datos obtenidos por métodos tradicionales.

Finalmente, durante esta actividad se extraerá la componente subinercial de la corriente en un conjunto de datos de HF Radar que abarque un ciclo anual. Este conjunto de datos subinercial servirá de base para los trabajos que se realizarán en las Actividades 3 y 4.

El trabajo dentro de esta actividad se organizará en las siguientes subtareas:

Subtarea 2.1. Preparación y realización de fondeos de ADCPs.

Subtarea 2.2. Preparación y realización de campañas oceanográficas de medidas de corriente. Con el fin de poder extraer la componente mareal de los datos de corriente obtenidos en el buque, las campañas oceanográficas se diseñarán de forma que se repita un mismo transecto a intervalos regulares durante al menos 48 horas. Este periodo de muestreo será suficiente para poder extraer la componente semidiurna de la marea que es la predominante en el área de estudio.

Subtarea 2.3. Procesado de los datos generados tanto en los fondeos como en las campañas.

Subtarea 2.4. Comparación de la calidad de los datos de corriente y oleaje obtenidos por la tecnología HF Radar con los sistemas tradicionales.

Subtarea 2.5. Elaboración de algoritmos para la extracción de las componente mareal y subinercial de los datos de corriente total medidos por el HF Radar.

Subtarea 2.6. Caracterización y comparación de la relevancia en los datos de corriente, tanto de HF radar como de ADCPs, de los procesos oceanográficos en las bandas de frecuencia subinercial y en la banda mareal (diurna, semidiurna e inercial).

El personal contratado asistirá al equipo de investigación en las subtareas 2.1, 2.2, 2.3 y 2.5

El equipo investigador tiene una amplia experiencia en el procesado y uso para fines científicos de los métodos tradicionales de medida de corriente (Piedracoba et al., 2005; Herrera et al, 2005, 2008a, 2008b). En particular, la persona responsable del desarrollo de esta actividad, Juan Luis Herrera, tienen experiencia en el tratamiento de datos de ADCP en sus diversas modalidades y en el análisis de marea tanto de series temporales como de campos de corriente (Herrera et al. 2008a). Por otro lado, los miembros del equipo investigador han realizado trabajos conducidos al estudio estadístico de las condiciones de oleaje de la región en el contexto del proyecto "Análise das Evidencias e Impactos do Cambio Climático en Galicia (CLIGAL)" (Rosón et al., 2009)

Los trabajos realizados en esta actividad conducirán al cumplimiento del objetivo número 2 citado en el apartado 3.3 de la presente memoria técnica.

Entregables: Datos de campañas oceanográficas y series temporales de corrientes obtenidas durante los fondeos.

Actividad 3: DESCRIPCIÓN DE LA CIRCULACIÓN SUPERFICIAL. (Universidad de Vigo: **Silvia Piedracoba**, personal contratado)

Durante la actividad 3 se elaborarán mapas horizontales a diferentes escalas temporales (horarios, diarios, semanales, mensuales) de la corriente subinercial obtenida en la actividad 2. A partir de ellos:

- Se realizará, con la asistencia de los datos de correntímetros obtenidos en la actividad 2, una descripción comparativa de la circulación superficial en la Ría de Vigo. En esta descripción se buscará, junto con los nuevos hallazgos que arroje la aplicación de esta tecnología, complementar y cotejar los resultados de trabajos previos realizados en la Ría de Vigo y publicados hasta la fecha.

- Se realizarán un estudio lagrangiano para determinar el tiempo de residencia de una partícula en el área de cobertura del Radar HF y delimitar aquellas zonas en las que las partículas tiendan a acumularse. Se evaluará la influencia que los forzamientos en diferentes épocas del año tienen sobre dichos tiempos de residencia y zonas de acumulación. Este estudio arrojará importantes resultados en lo que a la determinación del destino e identificación de posibles zonas de acumulación de nutrientes y contaminantes superficiales se refiere.

Los trabajos de la presente actividad se subdividirán en las siguientes subtareas:

Subtarea 3.1. Elaboración de algoritmos para la generación automática y de forma operacional de mapas de corriente superficial a partir de la base de datos creada en la actividad 1.

Subtarea 3.2. Elaboración de algoritmos para simulaciones "particle tracking" a partir de la base de datos creada en la actividad 1.

Subtarea 3.3. Descripción comparativa de la circulación superficial en la Ría de Vigo.

Subtarea 3.4. Realización de simulaciones "particle tracking" para la determinación de los tiempos de residencia y áreas de acumulación en la zona de cobertura del HF Radar.

El personal contratado asistirá al equipo investigador en las subtareas 3.1 y 3.2.

El tema de la tesis doctoral de Silvia Piedracoba (Piedracoba 2006) versó sobre la variabilidad de la dinámica en la Ría de Vigo a partir de métodos de medida tradicionales, lo que, junto con sus publicaciones científicas relacionadas con el tema (Piedracoba et al., 2005,2008a, 2008b) y la experiencia en el uso de datos de HF Radar adquirida durante su estancia de dos años en el Bodega Marine Laboratory de la Universidad de California la convierte en la persona adecuada para liderar esta actividad.

Los trabajos realizados en esta actividad conducirán al cumplimiento de los objetivos números 3 y 4 citados en el apartado 3.3 de la presente memoria técnica.

Entregables: algoritmos para la generación de mapas de corriente superficial, mapas de corriente superficial a diferentes escalas temporales durante un año, algoritmos para simulaciones "particle tracking"

Actividad 4: ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS MODOS DE VARIABILIDAD DE LA CORRIENTE RESIDUAL Y DEL OLEAJE. (Universidad de Vigo: **Juan Luis Herrera**, Eva Aguiar, personal contratado)

El total de la variabilidad de la dinámica y de la hidrografía que se puede apreciar en el medio marino puede descomponerse en una serie de procesos o modos de variabilidad, cada uno con una contribución diferente a la variabilidad total. Una vez realizada dicha descomposición de la variabilidad total es posible estudiar y cuantificar si dichos procesos están o no relacionados con los principales forzamientos. Los resultados de este tipo de estudios arrojan una valiosa información relativa al funcionamiento general de los sistemas naturales marinos y a las interacciones entre los procesos que se dan en ellos y sus causas. Asimismo, esta información es clave a la hora de desarrollar e implementar modelos numéricos de predicción ya que ofrece a los desarrolladores de los mismos un punto de partida al indicar cuales son los factores que gobiernan el sistema y en los que la modelización debe centrarse para poder predecir la mayor variabilidad posible.

Dicha descomposición de la variabilidad y la posterior relación de los procesos encontrados con los forzamientos locales se realiza mediante la aplicación de las técnicas de análisis de Funciones Empíricas Ortogonales y de Correlación Canónica. Dichas técnicas han sido aplicadas con éxito al estudio de los procesos oceanográficos en la plataforma continental adyacente a la ría objeto de estudio en este proyecto (Torres et al., 2003; Sanchez et al. 2007) y en particular por miembros del equipo de investigación de este proyecto (Herrera et al., 2005; 2008).

Durante la Actividad 4 se aplicarán dichas técnicas analíticas a los campos de oleaje y de corriente superficial residual obtenidos a partir de los datos de HF Radar. Esta aplicación se desglosa en las siguientes subtareas:

Subtarea 4.1. Adaptación de los algoritmos de análisis estadístico de variables oceanográficas existentes en el equipo de investigación para su uso con la base de datos creada en la actividad 1.

Subtarea 4.2 Descripción de los principales modos de variabilidad del oleaje y del flujo de la corriente residual.

Subtarea 4.3. Cuantificación de las relaciones existentes entre los principales forzamientos (viento, nivel de mar, escorrentía) y los modos de variabilidad obtenidos.

Subtarea 4.4. Estudio de las las diferencias estacionales en los mecanismos de respuesta de las corrientes residuales a los principales forzamientos.

El personal contratado asistirá al equipo investigador en la subtarea 4.1

Los trabajos realizados en esta actividad conducirán al cumplimiento del objetivo 5 citado en el apartado 3.3 de la presente memoria técnica.

Entregables: mapas de funciones ortogonales empíricas y series temporales de pesos resultantes del análisis de funciones ortogonales empíricas, mapas canónicos y series temporales de las variables canónicas resultado del análisis de correlaciones canónicas.

Actividad 5: DIVULGACIÓN DE RESULTADOS. (Universidad de Vigo: **Juan Luis Herrera**, Silvia Piedracoba, Gabriel Rosón, Ramiro Varela, Eva Aguiar, personal contratado)

En concordancia con la finalidad de las ayudas que se conceden en el subprograma de proyectos de investigación fundamental no orientada, la actividad 5 estará dedicada a la publicación de los resultados obtenidos a lo largo del proyecto en foros de alto impacto científico y tecnológico. Esta difusión se realizará según las siguientes subtareas:

Subtarea 5.1. Los miembros del equipo investigador presentarán los avances alcanzados en aquellas reuniones científicas, tanto nacionales como internacionales, relacionadas con la temática del proyecto y que acontezcan durante el desarrollo del mismo.

Subtarea 5.2. Los miembros del equipo investigador elaborarán artículos de carácter científico que se presentarán para su publicación en las revistas de alto impacto especializadas en el área de conocimiento del proyecto. A continuación se presenta una lista no exhaustiva de los trabajos que se espera poder publicar a partir de los resultados del proyecto, junto con posibles revistas a las que remitirlos y las actividades del proyecto que arrojarán los resultados necesarios para su elaboración.

Título	Revistas	Actividad del proyecto relacionada
Characterizing observed environmental variability with HF Radar surface current mappers and Acoustic Doppler current profilers in the Ría de Vigo (Spain)	J. Atmos. Oceanic Technol., IEEE Journal of Oceanic Engineering, Sea Technology	Actividad 1
Comparison of Radar Data with Acoustic Doppler Current Profiler, Local and Remote Winds in the Ría de Vigo (Spain)	J. Atmos. Oceanic Technol., IEEE Journal of Oceanic Engineering, Sea Technology	Actividad 1, actividad 2
Remotely sensed surface currents in the Ría de Vigo (Spain) from short range HF radar.	Continental Shelf Research, Journal of Marine Research, Journal of Geophysical Research, Journal of Physical Oceanography	Actividad 3

HF radar-derived origin and destination of surface waters in the Ría de Vigo (Spain)	Continental Shelf Research, Journal of Marine Research, Journal of Geophysical Research, Journal of Physical Oceanography	Actividad 3
Observations of surface circulation in the outer ría de Vigo. Differences between upwelling and relaxation seasons	Continental Shelf Research, Journal of Marine Research, Journal of Geophysical Research, Journal of Physical Oceanography	Actividad 2,Actividad 3, actividad 4
Wintertime transport processes in the Ría de Vigo investigated by HF radar currents measurements	Continental Shelf Research, Journal of Marine Research, Journal of Geophysical Research, Journal of Physical Oceanography	Actividad 2, Actividad 3, actividad 4
Seasonal differences in wind driven circulation from short range HF radar in the ría de Vigo	Continental Shelf Research, Journal of Marine Research, Journal of Geophysical Research, Journal of Physical Oceanography	Actividad 2, Actividad 3, actividad 4

Subtarea 5.3. Junto a los mencionados medios de divulgación se elaborará una página web en la que se dará difusión a los resultados del proyecto.

Subtarea 5.4. Para una mayor difusión de los resultados del proyecto, estos se pondrán a disposición de la comunidad científica mediante un servicio de datos vía web empleando estándares internacionales como OpenDAP o WMS.

El personal contratado asistirá al equipo investigador en las subtareas 5.3, 5.4 y en la subtarea 5.2 mediante la elaboración de productos (mapas, gráficos) necesarios para la elaboración de las publicaciones.

Entregables: publicaciones científicas mencionadas, página web, servicio de datos para acceso de los resultados del proyecto.

REFERENCIAS

- Herrera, J.L., Piedracoba, S., Varela, R.A., Roson, G., 2005. Spatial analysis of the wind field on the western coast of Galicia (NW Spain) from in situ measurements. *Continental Shelf Research* 25 (14), 1728–1748.

- Herrera, J.L., Varela, R.A., Rosón, G., 2008a. Spatial variability of the barotropic M2 constituent tidal current over the Rías Baixas Galician shelf (NW Spain). *Journal of Marine Systems* 72 (2008) 189–199
- Herrera, J.L., Rosón, G., Varela, R.A., Piedracoba, S., 2008b. Variability of the western Galician upwelling system (NW Spain) during an intensively sampled annual cycle. An EOF analysis approach. *Journal of Marine Systems* 72 (2008) 200–217
- Piedracoba, S., 2006. Variabilidad espacio-temporal de las condiciones físicas y químicas en el segmento central de la Ría de Vigo. Tesis doctoral, Universidad de Vigo.
- Piedracoba, S., Álvarez-Salgado, X.A., Rosón, G., Herrera, J.L., 2005. Short-timescale thermohaline variability and residual circulation in the central segment of the coastal upwelling system of the Ría de Vigo (northwest Spain) during four contrasting periods. *JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH*, VOL. 110, C03018, doi:10.1029/2004JC002556, 2005
- Piedracoba S., Nieto-Cid M., Souto C., Gilcoto M., Rosón G., Álvarez-Salgado X. A., Varela R., Figueiras F. G., 2008a. Physical-biological coupling in the coastal upwelling system of the Ría de Vigo (NW Spain). I: An in situ approach. *Marine Ecology Progress Series*, 353, 27-40.
- Piedracoba S., Nieto-Cid M., Teixeira I.G., Garrido J. L., Álvarez-Salgado X.A., Rosón G., Castro C.G., Pérez F.F., 2008b. Physical-biological coupling in the coastal upwelling system of the Ría de Vigo (NW Spain). II: An in vitro approach. *Marine Ecology Progress Series*, 353, 41-53.
- Rosón, G., J. M. Cabanas, F. Fernández Pérez, J. L. Herrera, M. Ruiz-Villarreal, C. G. Castro, S. Piedracoba e X. A. Álvarez-Salgado. Evidencias do cambio climático na hidrografía e a dinámica das rías e da plataforma galega. En *Evidencias e Impactos do Cambio Climático en Galicia*. Xunta de Galicia. 722 pp
- Sanchez, R.F., Relvas, P., Delgado, M., 2007. Coupled ocean wind and sea surface temperature patterns off the western Iberian Peninsula. *Journal of Marine Systems* 68 (2007) 103–127
- Torres, R., Barton, E.D., Miller, D., Fanjul, E., 2003. Spatial patterns of wind and sea surface temperature in the Galician upwelling region. *Journal of Geophysical Research* 108 (C4), 3103.

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

(máximo 1 página)

Deben destacarse, entre otros, los siguientes aspectos:

- Contribuciones científico-técnicas esperables del proyecto, beneficios esperables para el avance del conocimiento y de la tecnología y, en su caso, resultados esperables con posibilidad de transferencia ya sea a corto, medio o largo plazo.
- Plan de difusión y, en su caso, de explotación, de los resultados del proyecto, que se valorará en el proceso de evaluación de la propuesta y en el de seguimiento del proyecto.

El plan de difusión de los resultados del proyecto ya ha sido detallada en la actividad 5, dedicada por completo a este fin.

Son numerosas las publicaciones científicas que avalan el **salto cualitativo** en el **conocimiento y mejora de la gestión costera** que se deriva de la **explotación de los datos de HF Radar**. En países como Estados Unidos se han implantado centros costeros como el de la Universidad de California en la costa oeste o la Universidad de Rutgers en la costa este, en los que se generan productos a partir de los datos de HF Radar que son demandados tanto por el sector público como privado. Los **resultados de este proyecto** sentarán **las bases imprescindibles para**, entre otras, las siguientes aplicaciones en la Ría de Vigo:

Gestión de crisis ante vertidos y operaciones de salvamento y rescate

Trazar las posibles trayectorias de naufragos o de elementos contaminantes y peligrosos en tiempo real en caso de incidente/accidente marítimo y aplicaciones que, partiendo de los datos de corriente superficial recogidos con anterioridad, puedan descubrir una fuente de polución por retroanálisis de trayectorias de manchas, ya sea un vertido de una embarcación o desde tierra.

Operaciones portuarias

Disponer de información continua sobre oleaje y corrientes maximiza la seguridad en las zonas costeras en el sentido de contribuir a una mejora en las operaciones marítimas y en las operaciones portuarias.

Gestión de ecosistemas marinos y pesquerías.

La gestión del ecosistema está condicionada por el conocimiento de la variabilidad de las condiciones oceánicas, suponiendo una reducción de los riesgos debidos a una explotación excesiva de los recursos. La monitorización de las corrientes costeras superficiales es un instrumento muy útil para la gestión de ecosistemas de gran riqueza ecológica y comercial.

Ciencias marinas, ingeniería de costas y puertos

Los datos de oleaje y corriente, una vez sometidos a los controles de calidad pertinentes y una vez integrados en bases de datos oceanográficas de largo plazo, podrán estar a disposición de estudios multidisciplinares.

Calidad del agua.

Las actividades humanas desde tierra o en el mar pueden afectar a la calidad del agua. La monitorización de las corrientes en superficie a través del HF Radar no se ve afectada por las condiciones meteorológicas (niebla, lluvia) y a diferencia de otras tecnologías como los satélites, puede “leer” la superficie oceánica en presencia de nubes y por la noche.

Los ítems anteriores muestran claramente el interés de la explotación de los datos de HF Radar y el servicio que puede prestar, ya a corto plazo, tanto a la comunidad científica como a la sociedad en su conjunto. Pocas veces la tecnología ofrece un campo tan variado y fértil de aplicaciones, con un uso tan multidisciplinar. Dicho interés es el que ha suscitado que entidades representantes del sector privado como Qualitas Instruments, del sector de la administración pública como Puertos del Estado, INTECMAR o MeteoGalicia y del sector científico como el Instituto Español de Oceanografía apoyen el presente proyecto como Entes Promotores Observadores.

6. HISTORIAL DEL EQUIPO SOLICITANTE EN EL TEMA PROPUESTO

(en caso de ser un Proyecto Coordinado, los apartados 6. y 6.1. deberán rellenarse por cada uno de los equipos participantes)

(máximo 2 páginas)

Indicar las actividades previas del equipo y los logros alcanzados en el tema propuesto:

- Si el proyecto es continuación de otro previamente financiado, deben indicarse con claridad los objetivos ya logrados y los resultados alcanzados.

- Si el proyecto aborda un nuevo tema, deben indicarse los antecedentes y contribuciones previas relacionadas del equipo con el fin de justificar su capacidad para llevar a cabo el nuevo proyecto.

Este apartado, junto con el 3, tiene como finalidad determinar la adecuación y capacidad del equipo en el tema y, en consecuencia, la viabilidad de la actividad propuesta.

Si bien ya se ha hecho referencia a algunos aspectos de la adecuación del equipo investigador a las tareas concretas que se han presentado en el plan de trabajo, se repetirán aquí para facilitar al evaluador la obtención de una visión global al respecto.

El Grupo de Oceanografía Física de la Universidad de Vigo (GOFUVI) pertenece al Departamento de Física Aplicada (Área de Física de la Tierra) de dicha Universidad. Aunque constituido por personal de amplia experiencia investigadora, GOFUVI es de reciente creación (1993, al amparo de la implantación de la Licenciatura de Ciencias del Mar en la Universidad de Vigo) y se puede considerar como un grupo consolidado, tanto en su infraestructura científica como en sus recursos humanos.

Algunos de sus miembros han desempeñado anteriormente labores de investigación en el CSIC (Grupo de Oceanología del IIM, GOIIM: Gabriel Rosón como Becario de PFPI durante el período 1989-1992, y Ramiro A. Varela con un contrato de reincorporación en la etapa 1994-95; Centre d'Estudis Avançats de Blanes, Ramiro Varela, durante la tesis doctoral). Los temas de investigación de GOFUVI abordan aspectos de Oceanografía Física, Química e interacciones con la oceanografía biológica, fundamentalmente en zonas cercanas a la costa gallega y en el Océano Atlántico.

El grupo está actualmente constituido por 2 Profesores Titulares de universidad, 1 Profesor Asociado, 3 licenciados contratados dentro de proyecto y un contratado postdoctoral. Hay en la actualidad 1 becario predoctoral. Sus líneas de investigación más relevantes son: Variabilidad espacio-temporal de las condiciones hidrográficas de las Rías Baixas; Dinámica y circulación estuárica; flujos biogeoquímicos; Flujos de CO₂ a través de la interfase océano-atmósfera; Modelos acoplados físico-biológicos; Modelos hidrodinámicos de circulación en la Ría de Vigo.

Por último se han dirigido 6 tesis doctorales y 1 más está actualmente en curso, y en los últimos 5 años ha publicado cerca de 20 trabajos en revistas SCI. El grupo GOFUVI constituye desde el año 2000 una Unidad Asociada al Grupo de Oceanología del Instituto de Investigaciones Marinas de Vigo (CSIC) formalizada mediante el convenio de cooperación correspondiente, en el que se expresa la compartición de los servicios comunes, infraestructura y equipamiento de ambos grupos.

Este proyecto abre una nueva línea de investigación en el grupo GOFUVI ya que no sólo se aborda el estudio de los procesos físicos oceanográficos empleando una nueva metodología, sino que además permitirá la investigación de procesos superficiales nunca estudiados en el grupo de investigación. Además queremos destacar que el presente proyecto supone la incorporación del grupo GOFUVI a un área de la investigación oceanográfica que en la actualidad presenta una alta producción científica a nivel mundial y que, debido a la reciente instalación de los primeros HF Radar en nuestras costas, en España se encuentra dando los primeros pasos. Esto situaría a los miembros del equipo investigador de este proyecto a la cabeza de la investigación española en materia de circulación costera.

Como puede observarse en el plan de trabajo la mayor parte de la responsabilidad recae sobre dos jóvenes investigadores:

Juan Luis Herrera Cortijo es un investigador postdoctoral cuya tesis se centró en el análisis de la variabilidad de los parámetros oceanográficos en la plataforma adyacente a la Ría de Vigo y la cuantificación de su relación con los forzamientos regionales y cuenta con varias publicaciones relacionadas con este tema en revistas especializadas de alto impacto. Estos trabajos implicaron

el análisis de grandes volúmenes de datos generados por las técnicas de medida con las que se compararán los datos de HF Radar. Por último ha realizado una reciente estancia laboral en el Centro Tecnológico del Mar como Técnico de Área en la que ha recibido formación en aspectos relacionados con la gestión de proyectos científicos. Todo ello le convierte en la persona adecuada para actuar como Investigador Principal del proyecto y para liderar las tareas 2,4 y 5 del plan de trabajo.

Silvia Piedracoba Varela es una investigadora postdoctoral cuya tesis versó sobre la variabilidad de la dinámica y la biogeoquímica en la Ría de Vigo y cuenta con varias publicaciones en revistas especializadas de alto impacto relacionadas con este tema. En la actualidad se encuentra realizando una estancia en el Bodega Marine Laboratory de la Universidad de California centrada en el estudio de la influencia de la circulación costera en la ecología del fitoplancton a partir de datos de HF Radar e imágenes de satélite aplicadas a proliferaciones de algas tóxicas. Su experiencia en ambas materias la convierte en la persona adecuada para liderar las tareas de las actividades 1 y 3 del plan de trabajo.

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 (2005-2009), ya sea de ámbito autonómico, nacional o internacional.

Deben incluirse también las solicitudes pendientes de resolución.

Título del proyecto o contrato	Relación con la solicitud que ahora se presenta (1)	Investigador Principal	Subvención concedida o solicitada	Entidad financiadora y referencia del proyecto	Periodo de vigencia o fecha de la solicitud (2)
			EUROS		
Contrato Programa con Grupos de Investigación de Referencia	3	Ramiro Varela Benvenuto	48.600,00	Universidad de Vigo 09VIA10	C 22/09/2009-21/09/2012
Observatorio Oceánico del Marrgen Ibérico (RAIA)	1	Ramiro Varela Benvenuto	196.800,00	Unión Europea. INTERREG 0313_RAIA_1_E	01/01/2009-31/12/2011
Agrupación Oceanografía-ECIMAT (AOE)	3	Ricardo Beiras García-Sabell	250.000,00	Axudas para a consolidación e estruturación de unidades de investigación competitivas do Sistema Universitario de Galicia 2008. Consellería de Educación, Xunta de Galicia 2008/080.	C 03/12/2008-02/11/2011

Avaliación da pesqueira da navalla da Ría de Pontevedra cara unha explotación sostible: estudio e integración dos aspectos biolóxicos e hidrodinámicos na súa explotación (NAVALLA)..	2	Gabriel Rosón Porto	25.753,00	FISMARE innovación para la Sostenibilidad S.L. (CO-051-08).	C 10/2007-12/2010
Intercambio plataforma-oceano en el ecosistema marino de las Islas Canarias-Península Ibérica (CAIBEX)	2	Gabriel Rosón Porto	47.576,00	CTM2007-66408-C02-01/MAR	C 01/12/2007-30/11/2010
Dinámica de intercambios entre las Rías de Vigo, Pontevedra y la plataforma continental.	1	Ramiro A. Varela	73.100,00	Promoción xeral da investigación INCITE- Xunta de Galicia (PGIDIT07PXIB312175PR)	C 8/11/2007-7/11/2010
Modelización de la variables ambientales en las proximidades de la CT Sabón para la predicción de entrada de algas y sedimentos en el sistema de refrigeración	2	Manuel Joaquín Reigosa Roger	48.400,00	Unión FENOSA Generación.	C 12/2007-04/2010
Sistema de monitorización de corrientes en base a estaciones Radar HF en la Ría de Vigo (Infraestructura Científica Centralizada).	0	Gabriel Rosón Porto	330.000,00	Universidad de Vigo 629.11 infraestructura FEDER 2008.	C año 2009
Contrato Programa con Grupos de Investigación de Referencia	3	Gabriel Rosón Porto	43.200,00	Universidad de Vigo 06VI1A14	C 23/08/2006-22/08/2009
Estudio Integral das Rías Altas II (Oceanografía Física, Química, Bioloxica e Xeoloxica das zonas de interese marisqueiro das Rías de Ribadeo, Foz, Viveiro, O Barqueiro E Ortigueira)	2	Gabriel Rosón Porto	101.595,00	Confraría de Pescadores de Celeiro. (CO-023-08).	C 01/2008-03/2009
Axudas para a consolidación e estruturación das unidades de investigación	3	Gabriel Rosón Porto	27.540,00	INCITE- Xunta de Galicia INCITE07PXI312118ES	C 08/11/2007-31/12/2008

competitivas do sistema galego de I+D					
Desenvolvemento Tecnolóxico dun sistema múltiple de captación e transformación complementada de enerxía a partir das ondas do mar. (PSE-MAR)	2	Gabriel Rosón Porto	10.307,00	Fundación Centro Tecnológico del Mar (CETMAR). Plan Galego- CO-0159-2008	C año 2008
Diseño, calibración, montaje y seguimiento de un sistema de medición de turbidez y corrientes en el Río Ulla para la obra: "Eje Atlántico de Alta velocidad. Tramo: viaducto del río Ulla. Plataforma"	2	Ramiro A. Varela	15.446,00	Dirección General de Ferrocarriles del Ministerio de Fomento	C 01/07/2008-30/06/2009
Analise e mantemento da rede da estación océano meteorolóxica de Rande	2	Ramiro A. Varela	9.482,00	Consellería de Medio Ambiente y Desenvolvemento sostenible de la Xunta de Galicia	C año 2008
Cambio climático en Galicia: Ambito Marino	2	Gabriel Rosón Porto		Fundación Centro Tecnológico del Mar (CETMAR)	C año 2007
Estudio Integral das Rías Altas I (Oceanografía Física, Química, Bioloxica e Xeoloxica das zonas de interese marisqueiro das Rías de Ribadeo, Foz, Viveiro, O Barqueiro E Ortigueira)	2	Gabriel Rosón Porto	48.083,00	Confrarías de Pescadores de Espesante, O Barqueiro, Celeiro, Ribadeo, Foz, Cariño e O Vicedo. (IN-109-07, IN-110-07, IN-136-07, IN-137-07, IN-138-07, IN-139-07, IN-140-07)	C 02/2007-10/2007
Mantemento e comunicacións dos sensores da plataforma océano-meteorolóxica do encoro do Río Umia	2	Ramiro A. Varela	8.620,00	Consellería de Medio Ambiente y Desenvolvemento sostenible. (IN-295-07).	C año 2007
Desenvolvemento da capacidade de modelado oceanográfico on-line coa provisión de información meteorolóxica e oceanográfica II	2	Ramiro A. Varela	43.628,00	Instituto Tecnológico para el control del medio marino (CO-085-07).	C año 2007
Desenvolvemento da capacidade de modelado oceanográfico on line coa	2	Ramiro A. Varela	32.814,87	INstituto TECNolóxico para o Control do Medio MARIño de Galicia (INTECMAR)	C 1/10/2006-28/2/2007

provisión de información meteorológica e oceanográfica					
Desenvolvemento Tecnolóxico dun sistema múltiple de captación e transformación complementada de enerxía a partir das ondas do mar. (PSE-MAR)	2	Gabriel Rosón Porto	23.210,00	Fundación Centro Tecnológico del Mar (CETMAR) (IN-172-06)	C 01/2006-03/2006
Apoyo a la campaña oceanográfica CARPOS	3	Ramiro Varela Benvenuto	6.000,00	Acción Complementaria CTM2005-24229-E/MAR. Ministerio de Educación y Ciencia	C 2006
Observación e avaliación da variabilidade climática en augas oceánicas do Atlántico Norte (VACLAN)	2	Gabriel Rosón Porto	18.000,00	Incentivo Xunta de Galicia, PGIDIT04PXIC31207PN	C 3 junio 2004– 2 junio 2005
Modelización da ría e plataforma galega (MORPLAGA)	2	Gabriel Rosón Porto	19.100,00	Incentivo Xunta de Galicia, PGIDIT04PXIC31206PN	C 3 junio 2004– 2 junio 2007
Estructura da comunidade, funcionamento trófico e taxas bioxeoquímicas do plancto na zona de transición costeira do NO de España durante o período de fundimento (ZOTRACOS)	3	Gabriel Rosón Porto	18.000,00	Incentivo Xunta de Galicia, PGIDIT04PXIC31205PN	C 3 junio 2004– 2 junio 2005
Observación y evaluación de la variabilidad climática en aguas oceánicas del Atlántico Norte (VACLAN)	2	Gabriel Rosón Porto	12.000,00	Convocatoria Xunta-UVI 2004 04XVI09	C Septiembre 2004– Octubre 2005
Estructura de la comunidad, funcionamiento trófico y tasas biogeoquímicas del plancton en la zona de transición costera del NO de España durante el período de hundimiento (ZOTRACOS)	3	Ramiro Varela Benvenuto	79.205,00	MCYT. REN2003-06633-CO3-O1	C 15 Diciembre 2003–14 Diciembre 2006
Observación y evaluación de la variabilidad climática en aguas oceánicas del Atlántico Norte (VACLAN).	2	Gabriel Rosón Porto	59.800,00	MCYT. REN2003-08193-CO3-O3	C 15 Diciembre 2003–14 Diciembre 2006
Establecimiento de un	2	Ramiro	50.000,00	MCYT.	C Enero 2004-

Establecimiento de un Sistema Español de Oceanografía Operacional (ESEOO): MOdelización de la Ría y la PLAtaforma GALlega (MORPLAGA)	2	Ramiro Varela Benvenuto	50.000,00	MCYT. VEM2003-20577-C14-04/INTER	C Enero 2004-diciembre 2006
Flujos de CARbono mediados por el Plancton en ambientes Oligotróficos Subtropicales: una aproximación lagrangiana	3	Ramiro Varela Benvenuto	138.000,00	Plan Nacional de I + D + I (2000- 2003) MCYT	C enero 2004-diciembre 2006

(1) Escribase 0, 1, 2 ó 3 según la siguiente clave: 0 = es el mismo tema; 1 = está muy relacionado; 2 = está algo relacionado; 3 = sin relación

(2) Escribase una C o una S según se trate de una concesión o de una solicitud.