

# VBT

## ENERGÍAS OCEÁNICAS

Boletín 2º trimestre 2019

Vigilancia Tecnológica



### Introducción

NIPO: 116-19-013-8

Las Energías Renovables Marinas constituyen en el presente uno de los conjuntos de fuentes energéticas que, poseyendo un ingente potencial, su explotación se encuentra mínimamente desarrollada. El inmenso colector de energía que conforman los mares y océanos, que ocupando el 70% de la superficie del planeta y almacenando sobre  $1,3 \cdot 10^9$  Km<sup>3</sup> de agua, es la reserva energética más grande y accesible en el planeta, siendo además de carácter renovable. De acuerdo con la red [Ocean Energy Europe](#), las fuentes de las Energías Oceánicas son las olas, las mareas, las corrientes, el gradiente térmico y el gradiente salino. La ubicación privilegiada para la captación de estas energías de los países ibéricos, Portugal y España, no se ha dejado pasar por los agentes institucionales entre cuyos objetivos está proteger e impulsar la innovación y el desarrollo industrial y económico como son las autoridades nacionales en materia de propiedad industrial de Portugal y España.

Este Boletín de Vigilancia Tecnológica (BVT) es el resultado de la colaboración hispano-lusa entre la Oficina Española de Patentes y Marcas (OEPM) y el Instituto Nacional de Propiedad Industrial de

Portugal (INPI), y tiene como objetivo proporcionar el seguimiento trimestral de las últimas novedades y publicaciones de Solicitudes de Patentes Internacionales (PCT) y Europeas (EP) en el campo técnico de las Energías Oceánicas.

En este segundo BVT de 2019 se presenta la estadística de las PCTs publicadas de enero a junio de 2019 por países de prioridad más frecuentes, y por otro lado las publicaciones EP por solicitantes, inventores y por países de prioridad más frecuentes, así como su evolución de 2014 a 2018. Están seleccionadas sobre la base de la Clasificación Internacional de Patentes (IPC) y la Clasificación Cooperativa de Patentes (CPC) identificadas con el código F03B13/12 con los que se clasifican a nivel internacional las energías marinas, fundamentalmente las energías mareomotriz y undimotriz. También se presentan noticias y eventos en esta área técnica recogidos en el pasado trimestre a nivel de los países ibéricos y sus islas, así como un artículo sobre el equipo de Energía Renovable Marina del Centro de Investigación Marina y Ambiental de la Universidad del Algarve.

Este BVT se publica en portugués y en castellano en las correspondientes páginas web de ambas Oficinas Nacionales.

sumario

Energía Mareomotriz

Energía Undimotriz

Energías Oceánicas diversas

anexos

Estadísticas

Noticias del sector

Entrevistas

## Energía Mareomotriz

Las mareas son una fuente renovable de energía absolutamente predecible cuyo aprovechamiento conlleva grandes retos técnicos y cuyo desarrollo comparado con otros aprovechamientos renovables es claramente incipiente. La Península Ibérica posee una costa apta para el aprovechamiento de la energía mareomotriz y las invenciones en este campo técnico son el medio para optimizar aprovechamiento minimizando al mismo tiempo el impacto ambiental y los costes económicos. A continuación, las publicaciones de solicitudes internacionales PCT en este campo técnico.

#	Publicación	Solicitante	Título
1	<a href="#">EP3467302</a>	YOO WONKI YOO SARANG YOO HYUNJUNG	Tidal current generator
2	<a href="#">WO2019061841</a>	UNIV HOHAI	Multi-stage tidal current energy water turbine based on real-time adjustable guide cover rotation angle
3	<a href="#">WO2019086877</a>	INYANGA TECH LTD	Apparatus and method
4	<a href="#">WO2019110573</a>	TECHNISCHE UNIV MUENCHEN	Guide vane for an axial turbine
5	<a href="#">WO2019068361</a>	LOMBARD PETER THOMAS	Area of use in tidal manipulation
6	<a href="#">WO2019061840</a>	UNIV HOHAI	Compound multi-stage tidal current energy power generation water turbine
7	<a href="#">EP3464878</a>	TIDAL GENERATION LTD	Water current power generation systems
8	<a href="#">EP3464880</a>	TIDAL GENERATION LTD	Water current power generating systems
9	<a href="#">EP3497321</a>	VERDERG RENEWABLE ENERGY LTD	Bidirectional system and apparatus for generating power
10	<a href="#">EP3495654</a>	TECHNISCHE UNIV MUENCHEN	Guide vane for an axial kaplan turbine
11	<a href="#">EP3499031</a>	SKF AB	Bearing assembly
12	<a href="#">EP3464879</a>	TIDAL GENERATION LTD	Deploying submerged equipment
13	<a href="#">WO2019061839</a>	UNIV HOHAI	Tidal water turbine having energized rotary wheel
14	<a href="#">WO2019068275</a>	KRUPP STEFAN	Device for utilisation of flow energy of fluids
15	<a href="#">WO2019098843</a>	REPPE FRODE	Tidal-driven seawater pump
16	<a href="#">WO2019101102</a>	LI YIBO	Hydroelectric generator in low flow rate conditions
17	<a href="#">EP3503137</a>	OPENHYDRO IP LTD	Inductive power connector

## Energía Undimotriz

Las olas de los mares y océanos son una fuente renovable de energía con un alto potencial para las costas atlánticas. Que ya en el siglo XVIII se propusieran invenciones para aprovechar la energía de las olas no le resta perspectiva a las diversas tecnologías que hoy en día se proponen para instalaciones tanto en tierra como en estructuras flotantes. Las invenciones en este campo técnico plantean cada vez mayores rendimientos en el aprovechamiento de la energía undimotriz y un mayor respeto al medio ambiente marino. A continuación, las publicaciones de solicitudes internacionales PCT en este campo técnico.

#	Publicación	Solicitante	Título
1	<a href="#">WO2019102412</a>	ALMA MATER STUDIORUM UNIV DI BOLOGNA	A device for wave energy conversion
2	<a href="#">WO2019064080</a>	KUMWENDA MISHECK HARRIS	Method and apparatus of extracting energy from water waves to generate electric power
3	<a href="#">WO2019077563</a>	TORPEDINE S R L	Buoy and method for the generation of electrical energy
4	<a href="#">WO2019081659</a>	SEATURNS	Floating wave energy device
5	<a href="#">WO2019091717</a> Solicitante español	SENER INGENIERIA Y SIST S A	Air turbine for extracting energy from oscillating water column devices
6	<a href="#">WO2019056738</a>	LI XIAOLIANG	Wave power generator with tapering passage
7	<a href="#">EP3491235</a>	BARDEX CORP	Wave energy converter with a depth adjustable paravane
8	<a href="#">EP3469208</a>	NOVIGE AB	Apparatus for harvesting energy from waves
9	<a href="#">EP3483423</a> Solicitante español	SENER INGENIERIA Y SIST S A	Air turbine for extracting energy from oscillating water column devices
10	<a href="#">WO2019090803</a>	UNIV DALIAN TECH	Oscillating water column and oscillating float combined wave energy conversion apparatus
11	<a href="#">EP3464877</a>	WESTBY TOV SKOTTE ASBJOERN	Balanced wave power converter system
12	<a href="#">EP3498586</a>	ELTA SYSTEMS LTD	Stabilized floating platform structure
13	<a href="#">EP3494303</a>	ENSEA S R L	Device for conversion of mechanical energy from sea waves to electric energy
14	<a href="#">WO2019117711</a>	UNIV GRONINGEN	Underwater energy storage system
15	<a href="#">WO2019063724</a>	DROCHE EMILE	Rotor for a device for recovering hydraulic wave energy
16	<a href="#">WO2019088442</a>	LIM CHAE KYUNG	Wave energy converter fixed to coast
17	<a href="#">WO2019102188</a>	AXIS ENERGY PROJECTS GROUP LTD	Buoy and installation method for the buoy
18	<a href="#">WO2019104432</a>	DICKIE ROBERT G PEAREN CHRIS DICKIE PAIGE ELYSE	Method and apparatus for generating electricity
19	<a href="#">WO2019075655</a>	UNIV DALIAN TECH	Single pile platform-based vertical axis wind turbine and vertical-horizontal bidirectional wave energy power generation integrated structure
20	<a href="#">WO2019111040</a>	TORINO POLITECNICO MASSACHUSETTS INST TECHNOLOGY WAVE FOR ENERGY S R L	System for generating electrical energy from the wave motion of the sea
21	<a href="#">WO2019056739</a>	LI XIAOLIANG	Wind power and wave power generator
22	<a href="#">WO2019080779</a>	BEIJING INST NANOENERGY & NANOSYSTEMS	Wave energy generator

#	Publicación	Solicitante	Título
23	<a href="#">WO2019063725</a>	DROCHE EMILE	Submerged casing for a device for recovering hydraulic energy from swell
24	<a href="#">WO2019075658</a>	UNIV DALIAN TECH	Tension leg platform-based vertical axis wind turbine-bidirectional wave energy device-tidal current energy device integrated structure
25	<a href="#">WO2019090804</a>	UNIV DALIAN TECH	Pendulum wave power generation device integrated into floating breakwater
26	<a href="#">WO2019093945</a>	ZIGRID AB	Movement transfer mechanism, drive assembly comprising a movement transfer mechanism and a system for generating power from a plurality of linear movements with the movement transfer mechanism
27	<a href="#">EP3480452</a>	BEYLIN GEORGIY VOLODIMIROVICH PETRENKO SERGIY YRIIOVICH	Floating installation for utilizing wave energy and autonomous catamaran with such an installation
28	<a href="#">EP3494302</a>	NOYEK MATTHEW	Wave energy converter
29	<a href="#">EP3464881</a>	HANSMANN CARL LUDWIG	Energy harvesting from moving fluids using mass displacement
30	<a href="#">WO2019095104</a>	LIN SHIH SYUAN	Screw-type kinetic energy generation device using waves
31	<a href="#">WO2019103510</a>	LOGOSWARE INC	Capsule buoy type wave energy converter
32	<a href="#">WO2019102449</a>	ECO WAVE POWER LTD	Effective wave power plant for production of clean electricity or clean water from the waves, or a combined system
33	<a href="#">WO2019117484</a>	YOO WON IND CO LTD	Rotary vane pump for wave power generation
34	<a href="#">EP3468921</a>	ONEKA TECH	System and method for desalination of water by reverse osmosis
35	<a href="#">EP3484761</a>	FOBOX AS	Mooring assembly for a floating vessel

## Energías oceánicas diversas

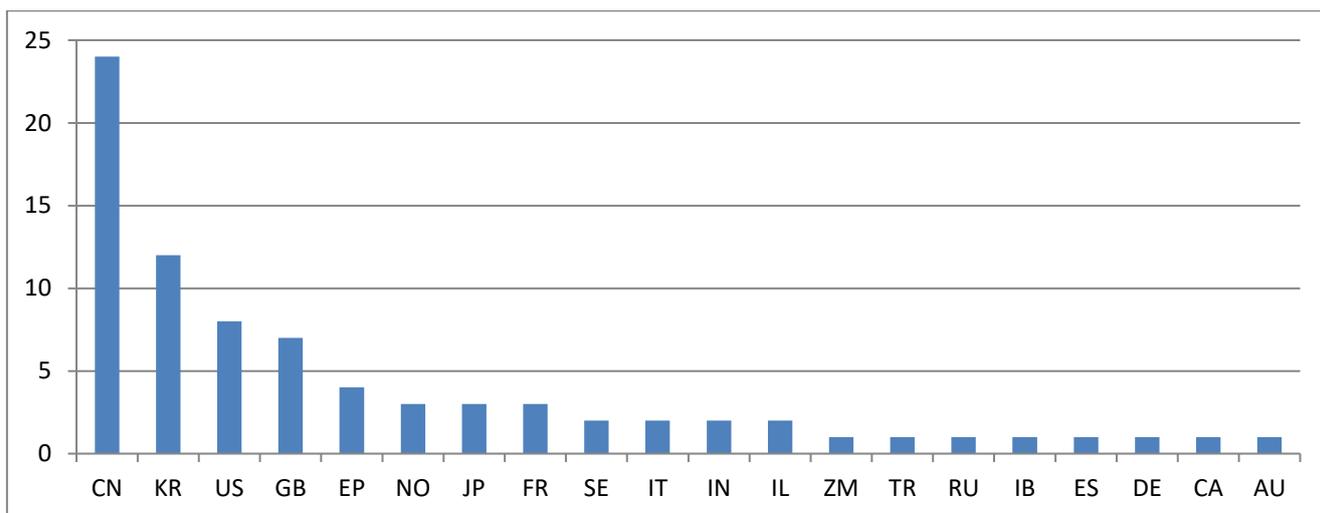
En esta sección figuran las solicitudes internacionales PCT que se refieren a tecnologías que pueden aplicarse tanto a la energía de las olas como de las mareas.

#	Publicación	Solicitante	Título
1	<a href="#">EP3494304</a>	SHELDON COULSON GARTH ALEXANDER MOFFAT BRIAN LEE	Mooring system for drifting energy converters
2	<a href="#">WO2019091022</a>	UNIV DALIAN TECH	Single-pile integrated wind, wave, and tidal energy power generation system

# ESTADISTICAS

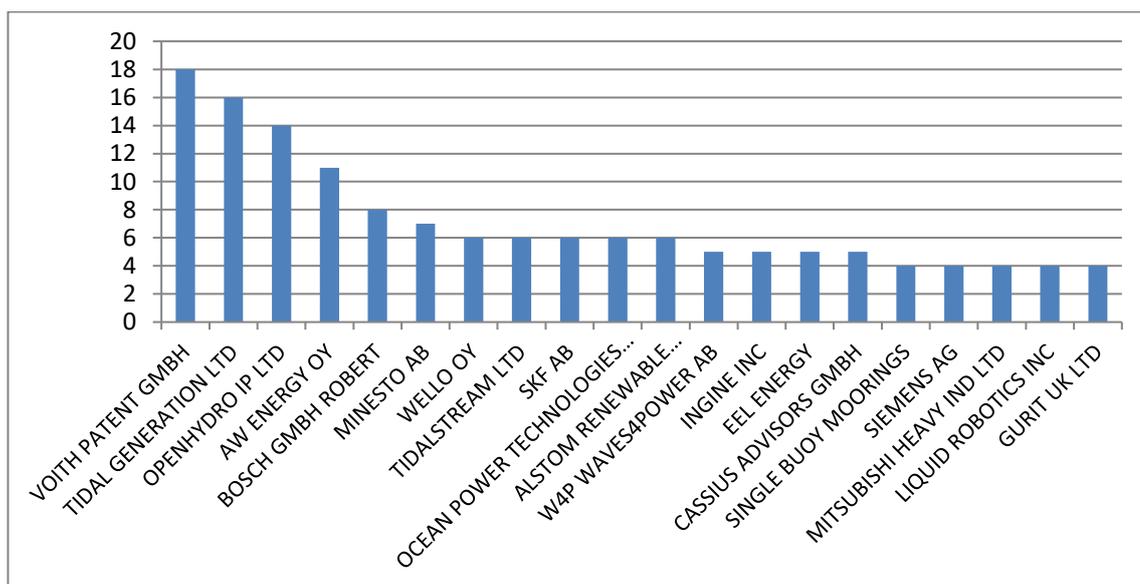
En este BVT se presentan en primer lugar en las publicaciones PCT relativas a la energía de las olas y las mareas del primer semestre de 2019 por país de prioridad PCT. Además, se presenta una visión a escala europea con datos estadísticos relativos a las publicaciones de solicitudes de patente europea (EP) efectuadas entre 2014 y 2018, lo que permite analizar las tendencias regionales e identificar quiénes son los principales jugadores en esta área técnica. Se presentan datos estadísticos relativos a las publicaciones EP de los solicitantes más frecuentes, de los inventores más frecuentes y de los países de prioridad más frecuentes. En este BVT se presentan estadísticas extraídas de la herramienta Global Patent Index ([GPI-EPO](#)).

## 1.- Publicaciones PCT por países de prioridad más frecuentes Enero-Junio 2019.

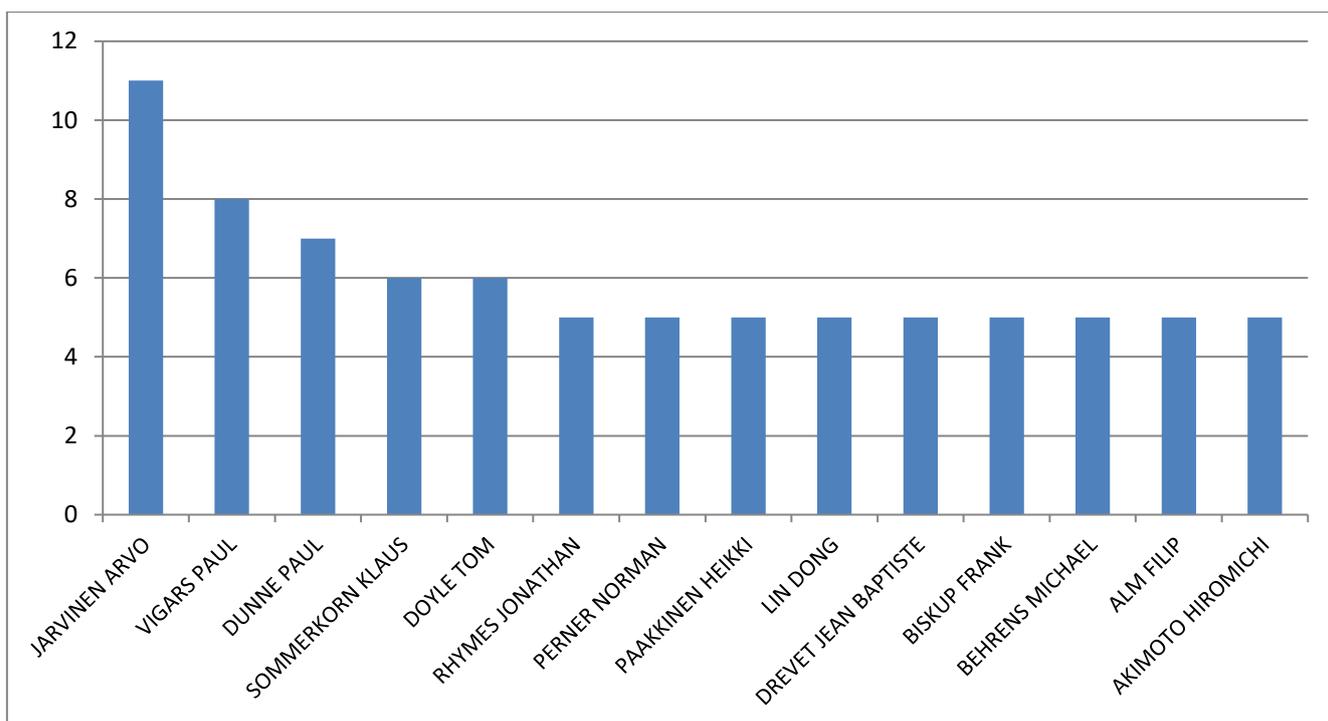


## 2.- Publicaciones de Solicitudes de Patente Europea (EP)

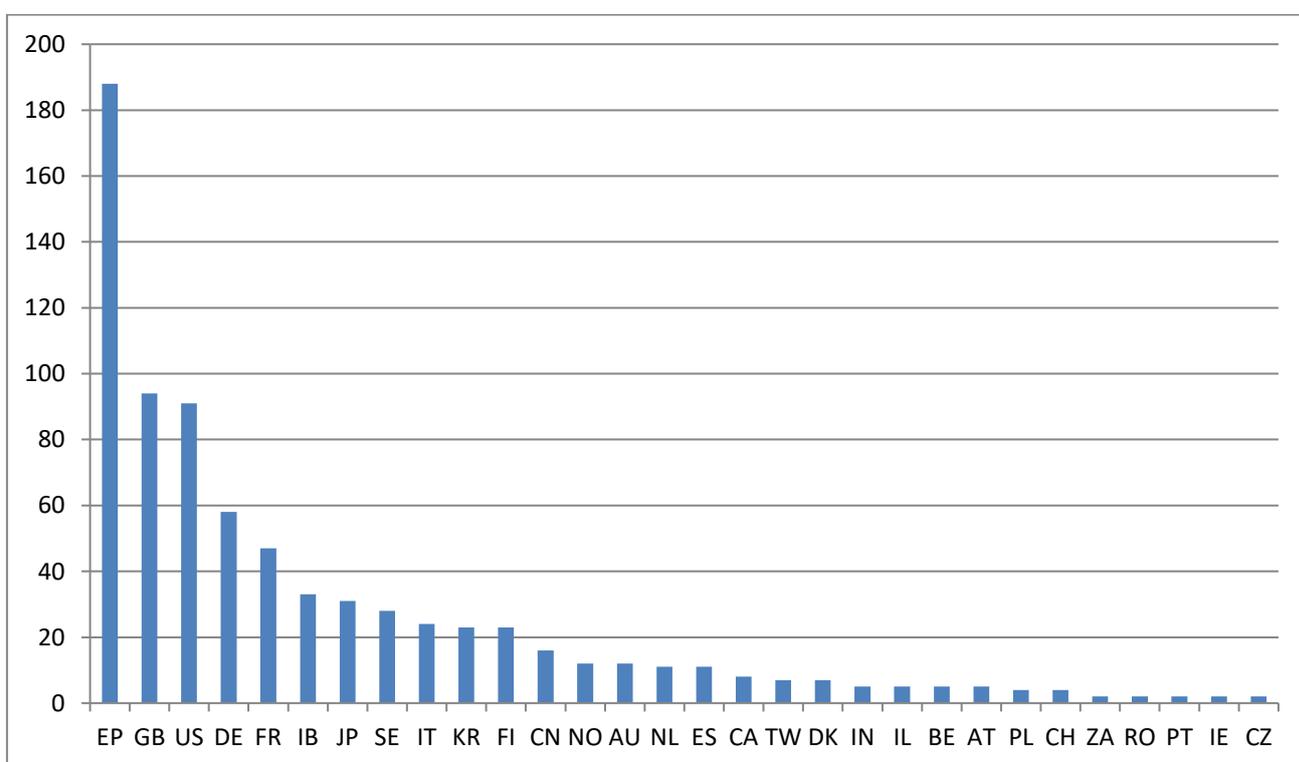
### A) Publicaciones EP de los solicitantes más frecuentes 2014-2018



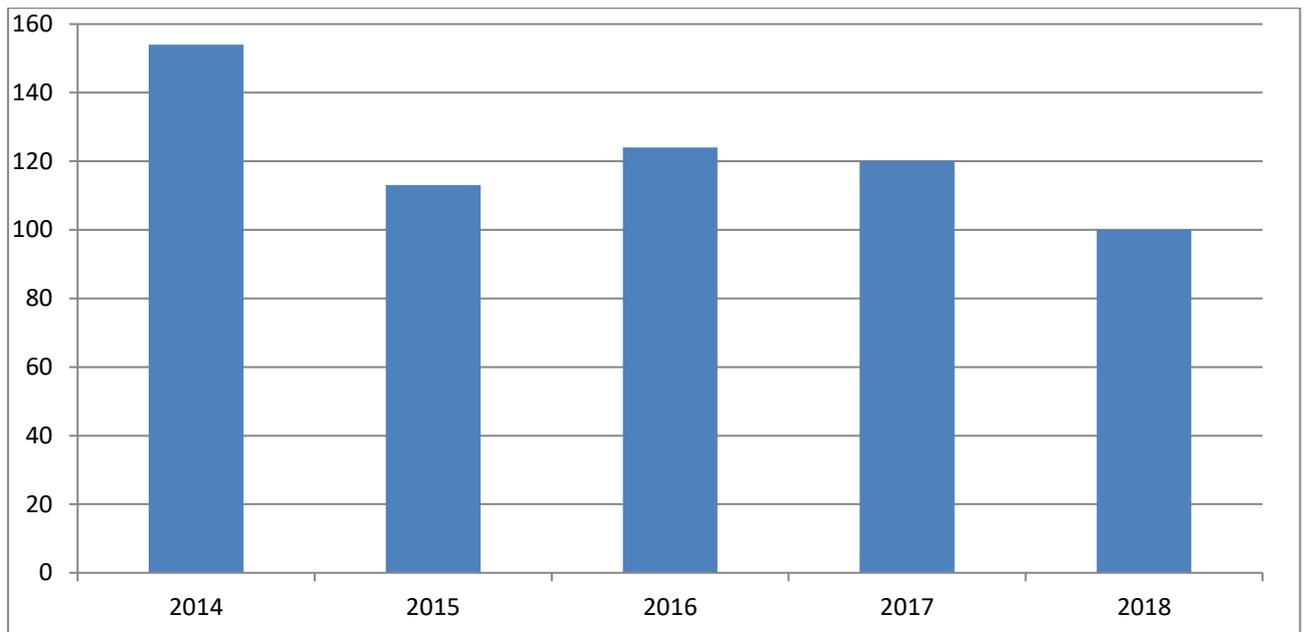
## B) Publicaciones EP de los inventores más frecuentes 2014-2018



## C) Publicaciones EP de los países de prioridad más frecuentes 2014-2018



## D) Publicaciones EP por años 2014-2018



# Noticias del sector

## Lanzarote se apunta a la energía de las olas

La isla de Lanzarote va a probar un sistema de energía de las olas basado en la tecnología [mWave \(video\)](#), de la australiana [Bombora Wave](#), para generar energía y reducir su alta dependencia actual del diésel. El proyecto está impulsado por el Cabildo insular, a través de la Consejería de Energía, y lo lidera la compañía india [Enzen](#), dueña de Bombora.

El sistema se instalará en la zona norte de la isla, donde el recurso undimotriz es "consistente y permanente", según la información facilitada por el Cabildo. Para ello, se va a sumergir un convertidor mWaveTM de Bombora Wave, que opera por debajo de la superficie del agua y a una profundidad suficiente para que no afecte al tránsito marino ni cualquier otra actividad náutica. La energía generada se transferirá a la isla a través de un cable submarino. SEPSSEP



Según ha declarado Harish Gopa, CEO de Enzen Spain, la empresa promotora del proyecto, el convertidor a instalar en esta primera fase tendrá 1,5 MW de potencia. "El sistema undimotriz se utilizará para complementar el suministro eléctrico existente en la isla, que en la actualidad se produce en su mayor parte mediante una central eléctrica alimentada con diésel", ha declarado Gopa.

Ángel Vázquez, Consejero de Energía, ha explicado que "este ambicioso proyecto para

generar electricidad es una de las principales líneas de actuación que estamos llevando a cabo en el Cabildo tras el acuerdo de colaboración firmado hace ahora un año con la empresa especializada en el sector energético Enzen".

Desde el Cabildo explican que durante este año de trabajo se ha avanzado en los aspectos relativos a la solicitud de conexión a red, los estudios de viabilidad del proyecto y la evaluación del recurso energético, así como los estudios de impacto ambiental, entre otros. También se está trabajando en el desarrollo de un proyecto de eólica marina que contempla la instalación de un aerogenerador marino flotante.

"Desde el Cabildo Insular continuamos trabajando en la integración de las energías renovables en la isla, explorando todas las vías posibles, lo que nos permite también generar mayores conocimientos y empleo", concluye el consejero del Área de Energía. SEPSSEP

Para Bombora Wave, el proyecto de Lanzarote supone otro gran paso adelante en la comercialización de su tecnología. Su tecnología mWave ha despertado gran interés en Europa. En Gales, la compañía está en proceso de instalar un sistema demostrativo de 1,5 MW en el Área de Pruebas de Energía Marina frente a la costa de Pembrokeshire, y en Portugal hay una propuesta para desplegar una serie de centrales undimotrices basadas en este sistema.

Fuente: [Energías Renovables](#)

Fecha: 29/04/19

## El Centro de Ingeniería y Desarrollo de Productos CEiiA funda una red internacional de la ONU de aceleración de 'startups' para la sostenibilidad de los océanos.

Envisible (EEUU), Katapult Ocean (Noruega) y MIT (EEUU), Sea Ahead (EEUU) y Startup Chile (Chile) fueron las entidades fundadoras seleccionadas para la creación de esta plataforma.



"El Pacto Mundial de las Naciones Unidas (UNGC), a través de su plataforma de los océanos, acaba de crear una red internacional de aceleración para promover el desarrollo de soluciones tecnológicas que fomenten la sostenibilidad de los océanos. Esta iniciativa, que será coordinada por el UNGC, desarrollará su trabajo durante los próximos 24 meses, con la presentación de los primeros resultados esperados para junio de 2020, durante la Conferencia de los Océanos de las Naciones Unidas que se celebrará en Lisboa", según un comunicado de CEiiA.

"A finales de 2019, tres entidades más estarán involucradas: una de Japón, una de Singapur y otra de Sudáfrica", según avanza CEiiA.

Erik Giercksky, responsable de la Plataforma Empresarial Oceánica Sostenible de la ONU, afirma que "la creación de una red internacional para acelerar la innovación es crucial para vincular al sector privado con el mundo académico y el universo de emprendedores y nuevas empresas, y seguramente los esfuerzos conjuntos serán muy interesantes y positivos para un océano más sostenible, según la Agenda 2030 de la ONU".

Según José Rui Felizardo, CEO de CEiiA, "la participación en la plataforma Sustainable Ocean Business representa el reconocimiento del trabajo de nuestro país, en particular CEiiA, en el área de los océanos y creará nuevas oportunidades comerciales para la tecnología desarrollada en Portugal".

Fuente: [Jornal Económico](#)

Fecha: 02/05/2019

## El Clúster Marítimo Marino de Andalucía analiza en Cádiz las experiencias desarrolladas en materia de energías renovables marinas

El Clúster Marítimo-Marino de Andalucía ([CMMA](#)) ha organizado en Cádiz el III Blue Energy Lab. Energías marinas: proyectos piloto y casos de éxito, una jornada que ha tenido lugar en la sede de la Confederación de Empresarios de Cádiz ([CEC](#)) y en la que expertos en la materia han analizado las posibilidades que ofrece el mar Mediterráneo en el desarrollo de energías.

El Blue Energy Lab ha sido inaugurado por la secretaria general de la [Confederación de Empresarios de Cádiz](#), Carmen Romero Matute; el presidente del [Clúster Marítimo Naval de Cádiz](#), Diego Chaves; el rector de la [Universidad de Cádiz](#), Eduardo González Mazo; el director gerente de la [Agencia Andaluza de la Energía](#), Jorge Jiménez Luna, y el presidente del [Clúster Marítimo Marino de Andalucía](#), Javier Noriega.



En su intervención, Javier Noriega ha resaltado que Andalucía en general y Cádiz en particular tiene enormes posibilidades de desarrollo mediante el aprovechamiento de los recursos marinos: "Lo que aunamos hoy es un punto de encuentro entre las últimas tendencias a nivel internacional y la necesidad de mirar a las energías marinas renovables, que además de ser limpias, son fundamentales de cara a la competitividad en el futuro". En este III Blue Energy Lab –los anteriores se celebraron en Málaga y Almería– "hablamos de energía con emprendedores, con el mundo del conocimiento y con experiencias pioneras a nivel interregional con otros

puertos", ha señalado Noriega, quien considera que Cádiz "es punta de lanza en muchas materias de la economía azul y la energía limpia y sostenible, un tema que tiene que estar en la agenda".

En la presentación de la jornada, el director gerente de la Agencia Andaluza de la Energía, Jorge Jiménez Luna, ha destacado el potencial de la comunidad en la generación de energías renovables. “El reto principal que tenemos por delante es la descarbonización de la economía en un tiempo record”, y Andalucía tiene recursos para abastecer no sólo las necesidades propias, sino también las de España y parte de Europa. Para ello, “necesitamos mucha red de evacuación para exportar esa energía, que pretendemos que cubra prácticamente el 45% de los objetivos nacionales en 2030”.

Precisamente, ha anunciado que hoy mismo se ha enviado al Ministerio de Industria el denominado Plan de Desarrollo de Red, en cuyo marco se ha realizado un estudio sobre el potencial de la energía marina. Jiménez Luna ha explicado que “hemos efectuado un análisis del potencial de aprovechamiento de toda la energía marina, no solamente eólica off shore sino también mareomotriz y undimotriz, y el cálculo que nos sale, siendo muy conservadores, es de 12.000 megavatios. Para que se hagan una idea, las previsiones de crecimiento que hay para España para 2030 son de 57.000 megavatios, y 12.000 podrían salir de las costas andaluzas”.

El rector de la Universidad de Cádiz, Eduardo González Mazo, ha destacado que “nuestra situación geográfica tiene unas oportunidades de desarrollo sostenible muy importantes”, en especial el estrecho de Gibraltar, donde confluyen el Mediterráneo y el Atlántico y existen “unas corrientes internas realmente importantes”. Desde la UCA, impulsora del Campus de Excelencia Internacional del Mar (CEI Mar), “creemos que tenemos que estar ahí el mundo del conocimiento y de la empresa y entre todos avancemos en una planificación marina en el ámbito español que permita dedicar a distintos usos el océano” y se traduzca en “desarrollo económico para la provincia y los ciudadanos, empleo y crecimiento en el marco de lo sostenible”.

El presidente del Clúster Marítimo Naval de Cádiz, Diego Chaves, ha recordado que Cádiz “lleva 3000 años ligado al mar y, como lobby empresarial, nosotros vemos en la economía azul un nicho de empleo”. Jornadas como las celebradas hoy en Cádiz “son las que realmente van abriendo ojos para que veamos cuáles son las oportunidades que nos vienen, comprobar realmente el músculo empresarial de la provincia, conocer las grandes y pequeñas empresas que tenemos, capaces de invertir en investigación y desarrollo y, sobre todo, buscar nuevos nichos de empleo para una zona tan castigada como la bahía de Cádiz”.

Por último, la secretaria general de la Confederación de Empresarios de Cádiz, Carmen Romero Matute, expresó su satisfacción por acoger esta jornada en Cádiz, “una provincia que tiene 260 kilómetros de costa y, por lo tanto, con grandes posibilidades de desarrollo en esta materia”. “Creemos que debemos empezar a trabajar desde ya con el apoyo de todos para poder tener un futuro donde la energía tenga otro trato y se desarrollen sobre todo las fuentes alternativas”.



## Ponencias

La jornada se ha desarrollado a través de varias ponencias y mesas redondas. La primera parte ha estado centrada en conocer el [Proyecto MAESTRALE](#), impartida por Alicia Blanco, coordinadora de proyectos europeos del CMMA; el [Proyecto Orpheo](#), a cargo de María José Legaz (Universidad de Cádiz); [Eólica Marina: Capacidades de Navantia](#), con Pilar Blanco (Jefe de Proyecto IACV de [Navantia](#)), y el [Proyecto Poseidom](#), expuesto por Cristina Plaza ([EnerOcean](#)).

Tras el descanso, los asistentes han escuchado otras tres ponencias: Proyecto [Odyssea-H2020](#), de Mercedes de Juan (Jefa de Proyectos de la Fundación ValenciaPort); Plataforma W2Power: el futuro de las energías marinas”, de José Muñoz ([EnerOcean](#)), y [Sabella D10](#): energía de las corrientes a cargo de Patricio Delgado ([Sabella Tidal](#)). Por último, el presidente del CMMA, Javier Noriega, ha moderado una mesa redonda en la que han participado todos los ponentes de la jornada.

El III Blue Energy Lab forma parte del Proyecto Maestrale del programa Interreg MED, cofinanciado por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional, y está organizado por el CMMA, con la colaboración de la Agencia Andaluza de la Energía, el Clúster Marítimo Naval de Cádiz, la Universidad de Cádiz y la Confederación de Empresarios de Cádiz.

Fuente: [Agencia Andaluza de la Energía](#)

Fecha: 31/05/19

## El dispositivo WaveRoller de AW-Energy's recibió un certificado de fabricación de Lloyd's Register.

Lloyd's Register ha emitido un certificado de fabricación a AW-Energy para su dispositivo de energía marina WaveRoller que actualmente utiliza energía de las olas para generar electricidad en el nuevo Proyecto SURGE 2 en Peniche, Portugal.



WaveRoller es un dispositivo que convierte la energía de las olas del océano en electricidad y que opera en áreas cercanas a la costa a profundidades de entre 8 y 20 metros. Dependiendo de las condiciones de las mareas, está parcial o totalmente sumergido y fijado al fondo marino. Una sola unidad WaveRoller (una combinación de panel y toma de fuerza) tiene una capacidad de entre 350 kW y 1000 kW, con un factor de capacidad del 25 al 50 por ciento según las condiciones de las olas en el sitio del proyecto. La tecnología se puede implementar como unidades individuales o en granjas y proporciona una fuente fiable y predecible de energía renovable para el sistema que complementa las tecnologías más intermitentes, como la eólica y la solar.

El proyecto SURGE2 sigue al exitoso proyecto SURGE, donde AW-Energy demostró la tecnología con un dispositivo conectado a la red que produce electricidad a la Red Eléctrica Portuguesa desde un sitio totalmente expuesto a las tormentas oceánicas.

Este proyecto, SURGE2, designado como proyecto FOAK (First of a Kind, primero en su clase), se ha diseñado para cumplir con los requisitos de WestWave de ESB. Los componentes principales para esta nueva industria (iniciada en 2016) se ha adquirido en todo el mundo: Canadá, Finlandia, Italia, Portugal, España, Turquía y Reino Unido. Los subsistemas principales son la base, la toma de fuerza, el panel y los cojinetes del panel.

Fuente: [Renewable Energy Magazine](#)

Fecha: 01/05/2019

# Artículo

## MORE - Equipo de Energía Renovable Marina del Centro de Investigación Marina y Ambiental

Este documento presenta el trabajo científico del equipo de Energía Renovable Marina del Centro de Investigación Marina y Ambiental de la Universidad de Algarve (MÁS - Energía Renovable Marina Offshore). MORE se creó en 2013/2014 para evaluar el recurso de energía marina disponible para su captación y respaldar las pruebas de nuevos prototipos de energías marinas en aguas portuguesas y europeas, colaborando con empresas del sector renovable en la evolución en la escala TRL (Technology Readiness Level) de madurez tecnológica. La evaluación teórica de los recursos energéticos constituyó un importante marco para la primera evaluación de los recursos energéticos de las mareas en Portugal (Energy [1]) y demostró el potencial de Ría Formosa para la captación de esta fuente de energía, fundamental para la promoción local como área futura de pruebas de prototipos, así como para el desarrollo de métodos numéricos para optimizar la instalación de parques de energía de las mareas utilizando plataformas flotantes, en Escocia y en Portugal, que han sido publicadas en la prestigiosa revista Applied Energy [2,3]. El equipo también publicó en la revista Energy [4] la primera evaluación del recurso eólico marino para la costa suroeste de Portugal, validando los pronósticos numéricos con datos medidos in situ. Los resultados permitieron demostrar la imprecisión de los métodos empíricos en la evaluación del recurso eólico y establecer la comparación entre los diferentes dispositivos de turbina eólica basados en el factor de capacidad y de producción de energía, concluyendo que la producción de energía depende principalmente del factor de capacidad de la turbina eólica menos que de su diámetro.

Con respecto a las tecnologías de extracción, es obligado destacar la primera prueba de un prototipo de energía de las mareas en aguas portuguesas (Figura 1), realizada bajo el SCORE - Sostenibilidad del uso de las corrientes de Ría Formosa en la producción de energía renovable, financiada por la Fundación para la Ciencia y Tecnología (FCT - PTDC / AAG-TEC / 1710/2014). El objetivo principal de SCORE fue evaluar el funcionamiento de un dispositivo de extracción de energía de las mareas en el ambiente de los estuarios, es decir, la eficiencia de extracción y los posibles impactos que la extracción de energía de las corrientes podría tener en las comunidades ecológicas, los patrones de transporte

de sedimentos y la circulación de agua. El carácter innovador del proyecto SCORE radica precisamente en las características únicas del sitio de prueba: la Ría Formosa, una laguna costera protegida por un sistema de barrera ubicado en el sur de Portugal en el Algarve. Es un lugar poco profundo y representativo de la mayoría de las áreas costeras poco profundas del mundo donde se podrían instalar dispositivos de extracción en el futuro. Por lo tanto, es ideal para analizar la eficiencia de extracción de energía y los posibles impactos que la extracción de energía tendrá en las comunidades ecológicas y los componentes físicos de estos sistemas.

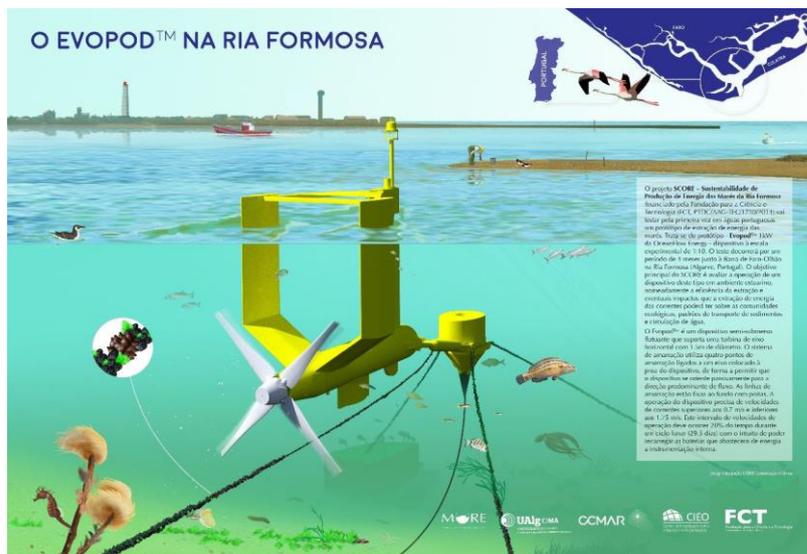


Figura 1. El prototipo EVOPODTM 1kW probado por el equipo MORE-CIMA en la barra de Faro-Olhão, Ria Formosa, bajo el proyecto SCORE financiado por FCT

Evopod™ es un dispositivo flotante para la generación de electricidad a partir de corrientes costeras, estuarios, ríos y corrientes oceánicas (Figura 1). Es un equipo que utiliza cuatro puntos de amarre para orientarse pasivamente hacia la dirección predominante del flujo. Este movimiento tiene lugar alrededor de un eje de rotación colocado en la proa del dispositivo. Las líneas de amarre se fijan al fondo con anclajes. La turbina es de paso fijo y de baja velocidad y cuenta con un generador controlado por un sistema que impulsa un inversor a una potencia de salida uniforme. El prototipo E1 (1 kW de potencia a una velocidad nominal de 1,6 ms<sup>-1</sup>) consiste en un cuerpo cilíndrico horizontal flotante positivo de 2 m de largo y 0,4 m de diámetro al cual se unen tres aletas de estabilización dispuestas en un triángulo. Cada aleta mide aproximadamente 1,2 m de largo por 0,1 m. a 0,4 m de ancho. El cuerpo principal está construido de acero y pintado de amarillo. Cuando se instala en el agua, alrededor de 0,4 m de las tres aletas amarillas son visibles sobre la superficie del agua. Este cuerpo flotante semi-sumergido sirve como soporte para una turbina de 1.5 m de diámetro de 4 palas compuestas que giran entre 20-55 rpm, alcanzando una velocidad máxima de punta de 4.3 ms<sup>-1</sup>.

El ancho de la pala es de aproximadamente 0,1 m y la profundidad entre la superficie del mar y el punto más alto del rotor es de 0,45 m. Las dimensiones horizontales del equipo son equivalentes a las de un bote pequeño. El funcionamiento del dispositivo requiere tasas de corriente superiores a 0.7 ms<sup>-1</sup> y menores de 1.75 ms<sup>-1</sup>. Este rango de velocidades de operación debería ocurrir el 20% del tiempo durante un ciclo lunar (29,5 días) para recargar las baterías que suministran energía a la instrumentación interna. No hubo conexión del prototipo a la red y el excedente de energía se disipó en calor al agua por medio de resistencias.

El prototipo fue instalado exitosamente el 8 de junio de 2017 por el equipo de SCORE (Figura 2), que incorpora investigadores de tres centros con sede en la Universidad de Algarve: CIMA - Centro de Investigación Marina y Ambiental (entidad proponente), CCMar - Centro de Ciencias Marinas y CIEO - Centro de Investigación y Organizaciones Espaciales. El equipo multidisciplinar incluye oceanógrafos, ingenieros costeros, ingenieros mecánicos, geólogos, biólogos marinos y economistas. El punto de partida del SCORE fue realizar un estudio con base marina que incluya geofísica, hidrodinámica y caracterización ecológica del sitio de prueba. El análisis de estos datos permitió definir las mejores ubicaciones para la instalación de turbinas de captación (capacidad de generación de energía, área de captura y relación de energía / flujo), así como para estimar el recurso energético asociado con las corrientes (kWm<sup>-2</sup>) para diferentes amplitudes de la marea. Los datos hidrodinámicos permitieron validar un modelo hidrodinámico de Ría Formosa, esencial para diseñar un plan conceptual de un parque de turbinas para Ría Formosa, definiendo el espacio óptimo entre dispositivos para una instalación comercial. Este modelo fue validado utilizando los datos de extracción del prototipo que operó durante 4 meses desde Ría Formosa y, por lo tanto, incluye el funcionamiento operativo de dichas turbinas. La validación de este modelo con datos reales fue esencial para cuantificar los impactos en la circulación del agua y los patrones de sedimentos derivados de la extracción de energía y para mapear el impacto acústico asociado con la instalación comercial de dichas turbinas, lo que permite una evaluación global muy precisa del impacto que el funcionamiento de estos dispositivos puede tener en comunidades ecológicas.

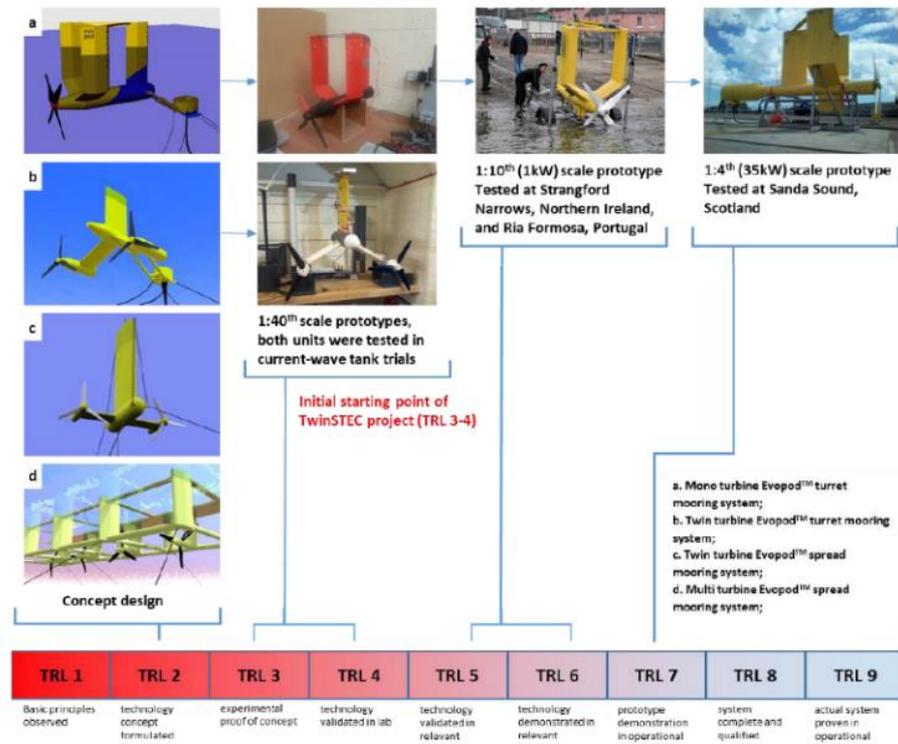
Los resultados del proyecto SCORE se publicaron y presentaron en las principales revistas y conferencias internacionales en el área [5-8], y están disponibles en una base de datos de acceso gratuito para investigadores y posibles inversores. Estos datos también permitieron un mayor desarrollo de un modelo de optimización para la producción eléctrica de energía de las mareas [3,8], utilizando el estudio de caso de la isla de Culatra en la Ría Formosa, que constituye la base del estudio socioeconómico en curso sobre la Análisis costo-beneficio de la inversión en esta tecnología de captación [9].



**Figura 2.** Preparación, instalación y operación del prototipo de energía de marea Evopod E1 de la compañía británica OceanFlow Energy en la barra de Ría Formosa de Faro-Olhão, bajo el proyecto SCORE financiado por FCT

Las experiencias del proyecto SCORE confirmaron la necesidad de aumentar la eficiencia de producción de la unidad modular Evopod, lo que implicaría un retroceso en la escala de madurez tecnológica y un enfoque en el concepto de doble turbina desarrollado inicialmente por la compañía inglesa en 2004 (Figura 3). Este concepto, reproducido y probado a escala 1:40 en el tanque de prueba de la Universidad de Newcastle del Reino Unido, se encuentra en TRL 3-4 y representa (escala completa) un 2.4MW (2 × 1.2MW). Sin embargo, debido a problemas estructurales y de financiación, la compañía decidió centrarse en la unidad de turbina única en ese momento, recibiendo financiación de Scottish Enterprise y el apoyo del gobierno escocés para probar Evopod a escala 1:4 (es decir, capacidad de 35kW) en Sanda Sound Canal en el oeste de Escocia en 2014.

El proyecto Sanda Sound, que fue el precursor del proyecto SCORE y en el que el equipo MORE estuvo involucrado desde su fase inicial, representó un hito para la compañía que lograría el TRL7, pero también expuso las dificultades económicas y las fluctuaciones de inversión derivadas de las políticas gubernamentales. El prototipo estuvo un año en el agua, expuesto a condiciones extremas de agitación, demostrando su capacidad para sobrevivir. Durante el año 2014, el equipo MORE-CIMA en asociación con OceanFlow Energy, el Sea Science Center de la Universidad de Algarve y Orion Energy, ganó el programa de financiación de la Convocatoria conjunta OceanEra 2014 con el proyecto "WATTAGE - Workability Aspects de mareas de turbinas en la producción de energía verde ", cofinanciado por la Fundación Portuguesa para Ciencia y Tecnología y Scottish Enterprise, un proyecto que permitiría que las pruebas continuaran en la costa escocesa. Sin embargo, el programa requería una tasa de esfuerzo del 50% para las empresas participantes, una financiación que ambas compañías no pudieron obtener. A pesar de su resistencia y supervivencia en las condiciones reales de corriente y agitación marina en el Mar de Irlanda, el prototipo E35 se retiró del agua sin estar conectado a la red, lo que hace que la medición real de los datos de rendimiento sea imposible.



**Figura 3.** Evolución en la escala de madurez tecnológica del prototipo Evpod™ de la compañía británica Ocean Flow Energy Ltd

Lo que es importante destacar de la experiencia de Sanda Sound con el prototipo E35, y ambas pruebas de rendimiento E1 en Irlanda y Ría Formosa, es la capacidad de supervivencia del equipo, pero también la necesidad de aumentar la potencia instalada, apostando por un sistema de dos turbinas, con control de rotación de los rotores. La prueba SCORE en Ría Formosa también reveló la necesidad de progresar en los algoritmos de control y monitoreo de energía, así como de probar nuevos métodos de amarre que permitan una mejor orientación de las turbinas al flujo y una mayor estabilidad de la plataforma de flotación.

Estos aspectos fueron el foco de la propuesta presentada al Programa Europeo H2020 en 2018 titulado "TWINSTEC (Convertidor de energía de marea semisumergida con rotor de giro TWInSTEC con turbinas de inclinación de control). La propuesta, liderada por un investigador de MORE-CIMA incluyó como socios a OceanFlow Energy, el Centro de Ingeniería y Desarrollo (CEIIA), la Fundación de Investigación e Innovación Tecnalia (TECNALIA) y Technology From Ideas Limited (TFI), tenía como objetivo reducir los costos de capital (CAPEX - Costos de gastos de capital) y mantenimiento (OPEX - Costes de gastos operativos), aumentando el rendimiento, la fiabilidad y la supervivencia del convertidor. Con una excelente clasificación en un concurso europeo altamente competitivo, llegando a la segunda fase, la propuesta no fue financiada, imposibilitando al equipo de MORE continuar las pruebas con este prototipo innovador. Cabe destacar que el prototipo flotante de Orbital Marine Power (SR2000) es el convertidor de energía de mareas más poderoso del mundo, como lo demuestran las pruebas realizadas en 2016 en el estrecho Fall of Warness del Centro Europeo de Energía Marina (EMEC) lo que indica el trabajo vanguardista que el equipo MORE pretendía desarrollar con un concepto similar.

El equipo MORE actualmente es responsable de la prueba de dos prototipos a gran escala en aguas europeas en el marco del proyecto MONITOR (Investigación multimodelo de la confiabilidad del convertidor de energía de las

mareas) financiado por el programa Interreg del área atlántica. El objetivo del proyecto MONITOR es investigar la fiabilidad de los convertidores de potencia de marea en el océano expuesto mediante la creación de un conjunto de herramientas para anticipar y predecir fallos en los dispositivos y planificar con anticipación las operaciones de recuperación y mantenimiento de los equipos. Las tecnologías en prueba son la D10 de la compañía francesa Sabella SA en el Estrecho de Fromveur, Isla Ouessant, Bretaña - Francia (Figura 4), y la plataforma flotante ATIR de la compañía española Magallanes Renovables en prueba en la Caída de Warness, Islas Orcadas - Escocia (Figura 5), en el mismo sitio de prueba del Orbital Marine Power S2000.

El objetivo del proyecto MONITOR es que las herramientas de monitoreo puedan ser genéricas y aplicarse a cualquier concepto de extracción de energía de las mareas, desarrollando nuevos sistemas de acondicionamiento y monitoreo a imagen de los desarrollados para el sector eólico [10], permitiendo la predicción y anticipación del efecto de diferentes variables ambientales en el rendimiento de los dispositivos, como por ejemplo el efecto de la turbulencia [11] en el desgaste de las palas [12]. La posibilidad de predecir fallos técnicos contribuirá a aumentar la fiabilidad y el factor de capacidad (es decir, la energía generada como una proporción de la capacidad teórica), reduciendo los CAPEX / OPEX, desafíos cruciales que deben superarse para reducir el costo nivelado de la energía (LCOE) y demostrar la viabilidad de los dispositivos para inversores y organismos públicos. Es importante tener en cuenta que la energía producida por la plataforma ATIR de Magallanes Renovables en Fall of Warness contribuirá a la producción de hidrógeno verde desde la estación piloto instalada en la isla de Eday en el archipiélago de las Orcadas, lo que demuestra la capacidad de la energía marina en la producción de nuevos vectores de almacenamiento de energía en comunidades remotas y su efecto positivo en las economías locales. Actualmente, la energía marina contribuye por sí sola a la producción del 7% de la energía del archipiélago de Orkney, siendo que la mayor parte de la energía consumida por los habitantes es generada por el viento.



Figura 4. El dispositivo D10 de la compañía francesa Sabella SA se está probando en el estrecho de Fromveur en la isla Ouessant, frente a la costa de Bretaña (Francia), uno de los sitios más energéticos de Francia con velocidades actuales superiores a 3.8 ms<sup>-1</sup>. La isla de Ouessant aspira a ser una comunidad de energía sostenible con el uso de energía solar, mareas y viento.

Probar nuevos prototipos y difundir las lecciones científicas aprendidas es esencial para fomentar la confianza de los inversores y aclarar las líneas de investigación prioritarias en el sector de la energía marina. Hay pocos equipos de investigación y empresas portuguesas en esta área que son extremadamente dependientes de las inversiones públicas y las estrategias gubernamentales. Para capitalizar el potencial de estas fuentes de energía, se necesita la colaboración nacional e internacional. Las políticas y medidas para apoyar el despliegue de energía marina deben incluir apoyo financiero para el mantenimiento de unidades de investigación, investigación continua sobre nuevos conceptos y materiales, incentivos financieros y de mercado, así como esquemas para apoyar el desarrollo de almacenamiento y de la cadena de suministro.

Las comunidades costeras remotas son excelentes ejemplos de cómo diferentes tecnologías pueden contribuir a reducir los costos de energía y aumentar significativamente la producción de energía renovable marina, contribuyendo positivamente al crecimiento de la economía azul y promoviendo empleo y cohesión social. Estos ejemplos existen y deben ser replicados en las comunidades remotas portuguesas como paso principal hacia la transición energética del país, creando sistemas híbridos de producción, almacenamiento y distribución de energía, permitiendo capitalizar el potencial de energía renovable del país en combinación con otras fuentes renovables existentes, tales como la energía solar y la eólica. Islas como la isla de Culatra son excelentes ejemplos de cómo diferentes tecnologías pueden contribuir a reducir los costos de energía y aumentar significativamente la producción de energía renovable, contribuyendo positivamente al crecimiento de la economía azul y promoviendo el empleo y la cohesión social. El conocimiento generado en el proyecto SCORE constituye un importante marco y un punto de partida para la elección de la isla de Culatra como una de las 6 islas piloto que desarrollarán una Agenda de Transición de Energía Limpia en estrecha colaboración con la Secretaría de la Comisión de la UE sobre "EU Clean Energy Islands", un proyecto coordinado por un grupo de investigadores de la Universidad de Algarve. Aunque hoy en día son claras las

restricciones físicas y económicas de la extracción de energía de las mareas en la Ría Formosa, la barra de Faro-Olhão es un lugar privilegiado para la prueba de dispositivos de energía de las mareas flotantes. Este potencial debe ser habilitado por el sector de energía marina de Portugal debido a la alta incertidumbre en el acceso al sitio principal de prueba en el Centro Europeo de Energía Marina (EMEC) en el archipiélago de las Islas Orcadas, Escocia, como resultado de Brexit.



**Figura 5.** Plataforma ATIR de la compañía española Magallanes Renovables en prueba en el canal Fall of Warness frente a la isla de Eday en el archipiélago de Orkney, Escocia. La velocidad actual varía entre 3 - 4 ms<sup>-1</sup> en la marea y 1 - 2 ms<sup>-1</sup> en la marea. El prototipo está conectado a la red a través de uno de los seis puntos de conexión del Centro Europeo de Energía Marina (EMEC) y contribuye a la producción de hidrógeno verde que se utiliza en los transbordadores de pasajeros y autobuses desde las islas del archipiélago

Más información sobre el grupo: <http://w3.ualg.pt/~ampacheco/MORE/>

Página Facebook: <https://www.facebook.com/CIMAMORE/>

Vídeo de la instalación de Evopod E1 en la Ría Formosa: <https://vimeo.com/220929358>

Algunos vídeos subacuáticos del prototipo en funcionamiento y durante operaciones de mantenimiento:

<https://www.youtube.com/watch?v=vQNY90x9rO8&feature=youtu.be>

[https://www.youtube.com/watch?v=Oe1N\\_gBCe3E&feature=youtu.be](https://www.youtube.com/watch?v=Oe1N_gBCe3E&feature=youtu.be)

<https://www.youtube.com/watch?v=7dyLBNYjgXM&feature=youtu.be>

## Referencias Bibliográficas

[1] Pacheco A, Ferreira Ó, Carballo R, Iglesias G. (2014). Evaluation of the tidal stream energy production at an inlet channel coupling field data and modelling. *Energy* 71:104-117 (doi: 10.1016/j.energy.2014.04.075).

[2] Pacheco, A., Ferreira, Ó. (2016). Hydrodynamic changes imposed by tidal energy converters on extracting energy on a real case scenario. *Applied Energy* 180:369-385 (doi: 10.1016/j.apenergy.2016.07.132).

[3] Gorbeyña, E., Pacheco, A., Plomaritis, T.A, Ferreira, Ó., Sequeira, C. (2018). Estimating the optimum size of a tidal array at a multi-inlet system considering environmental and performance constraints. *Applied Energy* 232: 292-311 (doi: 10.1016/j.apenergy.2018.09.204).

[4] Pacheco, A., Gorbeyña, E., Sequeira, C., Jerez, S. (2017). An evaluation of offshore wind power production by floatable systems: A case study from SW Portugal. *Energy* 131: 239-250 (doi: 10.1016/j.energy.2017.04.149).

[5] Pacheco, A., Gorbeña, E., Plomaritis, T.A, Garel, E., Gonçalves, J.M.S., Bentes, I., Monteiro, P., Afonso, C.M.L., Oliveira, F., Soares, C., Zabel, F., Sequeira, C. (2018). Deployment characterization of a floatable tidal energy converter on a tidal channel, Ria Formosa, Portugal. Energy 158: 89-104 (doi: 10.1016/j.energy.2018.06.034).

[6] Pacheco, A., González-Gorbeña, E., Plomaritis, T.A., Gonçalves, J.M.S. 2018. "Lessons learned from E1 Evopod Tidal Energy Converter deployment at RiaFormosa, Portugal.". In Proceedings of the 7th International Conference on Ocean Energy, Cherbourg, França, 1-8. (<https://www.icoe-conference.com/publication/lessons-learned-from-e1-evopod-tidal-energy-converter-deployment-at-ria-formosa-portugal/>).

[7] Soares, C., Pacheco, A., González-Gorbeña, E., Plomaritis, H. (under review). Baseline assessment of underwater noise in the Ria Formosa. Submitted to Marine Pollution Bulletin, Elsevier Journal.

[8] González-Gorbeña E., Pacheco A., Plomaritis T.A., Ferreira Ó., Sequeira C., Moura T. (2019) Surrogate-Based Optimization of Tidal Turbine Arrays: A Case Study for the Faro-Olhão Inlet. In: Rodrigues J. et al. (eds) Computational Science – ICCS 2019. ICCS 2019. Lecture Notes in Computer Science, vol 11538. Springer, Cham (doi: 10.1007/978-3-030-22744-9\_43).

[9] Pintassilgo, P., Pacheco, A., Gorbeña, E., Plomaritis, T., Calhau, F. (under preparation). Economic feasibility for tidal energy production at a tidal lagoon, Ría Formosa, Portugal.

[10] Sequeira, C., Pacheco, A., Galego, P., Gorbeña, E. (2019). Analysis of the efficiency of wind turbine gearboxes using the temperature variable. Renewable Energy 135: 465-472 (doi: 10.1016/j.renene.2018.12.040).

[11] Pinon, G., El Hadi, C., Slama, M., Nuño, J., Mansilla, P., Nicolas, E., Marcille, J., Facq, J., Belarbi, I., Germain, G., Pacheco, A., Togneri, M. (2019). Influence of turbulence and wave flow conditions on different scaled tidal turbines. Accepted for publication and oral presentation at the 13th European Wave and Tidal Energy Conference held between 1st and 6th of September 2019 in Napoli, Italy.

[12] Togneri, M., Buck, E., MacLeod, A., Nicolas, E., Nuño, J., O'Connor, M., Pacheco, A., Pinon, G., Masters, I. (2019). Multi-model analysis of tidal turbine reliability. Accepted for publication and oral presentation at the 13th European Wave and Tidal Energy Conference held between 1st and 6th of September 2019 in Napoli, Italy.

