



EKINBERRI 2006

Fomento de la Innovación y de la Mejora de la Competitividad en Bizkaia

OCEANTEC

DESARROLLO TECNOLÓGICO DE UN SISTEMA DE APROVECHAMIENTO DE LA ENERGÍA DE LAS OLAS

INFORME PUBLICABLE

Nº de expediente: 7/12/EK/2005/16 OCEANTEC

4 de Mayo de 2007

Índice

1.	Resumen	2
2.	Contexto del Proyecto.....	3
3.	Proyecto OCEANTEC.....	4
4.	Trabajo Realizado.....	5
5.	Principales Resultados Obtenidos	9
6.	Conclusiones	12

1. RESUMEN

El proyecto titulado “OCEANTEC: DESARROLLO TECNOLÓGICO DE UN SISTEMA DE APROVECHAMIENTO DE LA ENERGÍA DE LAS OLAS” ha sido un proyecto financiado por la Diputación Foral de Bizkaia durante los años 2005 y 2006.

Este proyecto se enmarca dentro del ámbito de la generación de electricidad a partir de fuentes de energía renovables. Su objetivo principal es el desarrollo de tecnologías para el aprovechamiento óptimo de la energía de las olas en la costa vizcaína. Para lograr este objetivo se han realizado tanto actividades de desarrollo tecnológico como actividades facilitadoras de innovación.

Dentro del primer grupo de actividades se ha realizado un análisis exhaustivo del estado de la tecnología de captación, una especificación de requisitos funcionales, así como la selección y diseño del sistema de aprovechamiento de la energía de las olas. Por otra parte, en lo que respecta a las actividades facilitadoras de innovación, se ha analizado el impacto de las energías marinas y el marco regulatorio pertinente.

Los resultados demuestran la viabilidad de la tecnología y, por lo tanto, se va a iniciar la fase de construcción de un prototipo a escala mar. La ejecución de esta nueva fase permitirá elevar la capacidad tecnológica e innovadora de las empresas vizcaínas y promover la creación de un tejido empresarial innovador.

2. CONTEXTO DEL PROYECTO

Como es sabido, la CE se ha fijado el objetivo de duplicar la cuota de las energías renovables en el consumo global de energía, para pasar del 6% en 1997 al 12% en 2010. Este reto es asimismo asumido por el EJ-GV en sus nuevas directrices energéticas. Ante este reto y el incremento imparable del precio del petróleo, el mercado va a contemplar receptivamente la posibilidad de desarrollo tecnológico en nuevas energías renovables además de las más consolidadas (eólica, solar, biomasa).

El mar tiene un potencial energético muy alto pudiéndose utilizarse de diversos modos. La **energía de las olas** se presenta como la de más potencial aprovechable, especialmente en mar abierto, por su menor impacto. Se trata de una energía renovable y con capacidad de predicción bastante mayor que otras. Además, a medio plazo el coste de producción puede situarse a un precio igual o inferior al obtenido por fuentes convencionales.

Otra de las facetas que la hace más atractiva es que el potencial maremotriz del Cantábrico presenta unos niveles medio-altos, sólo superados en Europa por los Países Nórdicos y Reino Unido. La clasificación INRI nos sitúa como la 2ª o 3ª ubicación con mayor potencial del mundo.



Media anual kW/m

Fuente: "Wave Energy Utilization in Europe", European Thematic Network on Wave Energy

Los estudios de prospectiva en energías del mar apuntan a que en el entorno de 2010 la energía de las olas en mar abierto (off-shore) será comercialmente viable, y que en 2020 se comercializará a gran escala.

Más aún, aunque en el campo de la energía de las olas se viene investigando desde hace varias décadas, ninguna tecnología se ha impuesto todavía. Nos encontramos en el típico momento de divergencia tecnológica en el arranque de una actividad.

Consciente de ello, TECNALIA ha establecido un programa de investigación estratégica en energías marinas dotándolo con unos fondos propios aproximados de 2 M€ entre 2005-2009. Dicho programa tiene por objetivo el desarrollo tecnológico de equipos e infraestructuras para el aprovechamiento de la energía de las olas, lo cual, a su vez, permitirá constituirse en una Corporación de referencia en energías marinas, crear oportunidades de desarrollo y reconversión industrial, y apoyar el aprovechamiento del recurso energético en la costa vizcaína.

TECNALIA reúne condiciones únicas para garantizar la alta calidad del proyecto al disponer en su seno de amplias capacidades multidisciplinares en campos tecnológicos como mecánica, electricidad, energía, naval y medio marino.

3. PROYECTO OCEANTEC

El objetivo principal del proyecto ha sido el desarrollo de tecnologías para el aprovechamiento óptimo de la energía de las olas en la costa vizcaína, cuyas singularidades más destacables son:

- La dirección del oleaje preferente en el Cantábrico es el Oeste y el Noroeste.
- Plataforma continental estrecha, a pocas millas (entre 6 y 15 millas) la profundidad supera los 1.000 metros.
- Son habituales temporales importantes, especialmente en los meses de invierno. En cualquier mes del año pueden producirse temporales con olas de más de 4 metros de altura.
- Gran tránsito de buques, tanto mercantes como pesqueros, los cuales faenan en una parte significativa en la zona.
- Costa relativamente abrupta, con ríos pequeños pero caudalosos.
- Costa muy poblada, con importante presión antropogénica, tanto de ocupación del territorio como de uso y aprovechamiento de los recursos costeros.

Teniendo en cuenta estas consideraciones previas, TECNALIA se ha centrado en definir un sistema de aprovechamiento de las olas con ciertas características iniciales:

- Off-Shore, fuera de la costa.
- Flotante, ya que es difícil y costoso ubicar un sistema que se apoye en el fondo marino sin acercarse mucho a la costa.
- Fácilmente fondeable.
- Diseñado para maximizar la energía extraída en una dirección.
- Preferentemente sin sistemas mixtos hidráulico-mecánicos.
- Transformación directa del movimiento mecánico en eléctrico.
- Sistema que minimice al máximo los elementos móviles.
- Uso extensivo de nuevas tecnologías enfocado a la minimización del mantenimiento y el aumento de la vida útil.

Se trata de un sistema de aprovechamiento de la energía de las olas totalmente novedoso. No se conoce hasta el momento ningún dispositivo de captación que combine en un mismo sistema de aprovechamiento de energía de las olas todas estas características:

- Bajo impacto ambiental y rechazo social.
- Alto rendimiento por unidad de peso del convertidor.
- Gran robustez y supervivencia.
- Instalación y mantenimiento sencillos.

4. TRABAJO REALIZADO

El proyecto se ha ejecutado durante los años 2005-2006 y se ha realizado en colaboración con 3 Centros Tecnológicos vizcaínos (ROBOTIKER, LABEIN y AZTI), para disponer de conocimientos y experiencia en todos los aspectos técnicos, industriales y de gestión claves para el desarrollo del mismo.

Para lograr el objetivo principal del proyecto se han contemplado dos grupos de actividades:

4.1 ACTIVIDADES DE DESARROLLO TECNOLÓGICO

Estas actividades han tenido por objetivo definir el sistema de aprovechamiento de la energía de las olas.

Análisis del estado actual de la tecnología

Se ha realizado un análisis exhaustivo de las tecnologías de aprovechamiento de la energía de las olas, los principales equipos actualmente en desarrollo y las empresas más destacadas a escala tanto nacional como internacional. Dicho análisis ha consistido en una revisión de fuentes de información sobre energías marinas, un análisis estadístico de patentes registradas internacionalmente desde el año 1980, y un evaluación tecnológica de los principales sistemas empleados, sus ventajas e inconvenientes.

Durante la ejecución del proyecto se ha mantenido activado un proceso de vigilancia tecnológica a fin de actualizar dichos análisis.

Especificación de requisitos

Se ha realizado la especificación de requisitos funcionales de primer nivel del sistema de aprovechamiento de energía de las olas. Esta especificación tiene en cuenta las necesidades y exigencias que tiene que cumplir el sistema tales como:

- Identificación de los diferentes clientes y sus expectativas así como de las condiciones impuestas externamente (p.e. especificidades del Mar Cantábrico),
- Distintas fases del ciclo de vida: diseño, fabricación, instalación, uso, mantenimiento, retirada.
- Formas de uso: producción de energía, otros aprovechamientos
- Funciones de servicio o funciones que tiene que desempeñar durante su vida útil.
- Criterios de valor para dichas funciones: prestaciones del sistema de captación y transformación de energía tales como rendimiento, vida útil, disponibilidad, coste objetivo, impacto medioambiental,...

Selección de la solución técnica

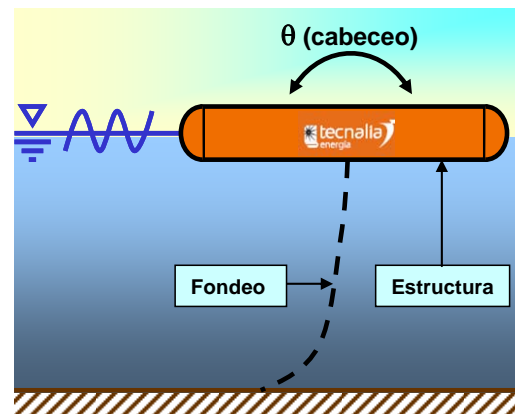
Su objetivo ha sido producir varios conceptos rupturistas para el sistema de captación de energía de las olas que permitan una innovación radical en el producto y proporcionen una ventaja competitiva frente a otros sistemas en desarrollo.

Para ello se ha contado con la experiencia acumulada en los análisis preliminares (tareas anteriores), la aplicación de métodos de creatividad y la participación de un equipo multidisciplinar.

Este proceso ha producido 38 ideas innovadoras que se han evaluado en base a 6 criterios: rendimiento, impacto, novedad, fiabilidad, coste y mantenimiento. Para los conceptos mejor valorados, se ha analizado también su patentabilidad y el posicionamiento tecnológico con otras alternativas externas de aprovechamiento de energía de las olas.

La tecnología por la que se ha apostado es la de aprovechamiento de la energía de las olas off-shore (fuera de la costa), del tipo atenuador (estructura alargada/esbelta), flotante y con principio de captación basado en el movimiento relativo inercial de un volante de inercia.

La estructura flotante se somete a un movimiento de cabeceo periódico provocado por las olas. El sistema de fondeo permite que el convertidor siempre se mantenga orientado en la dirección del oleaje. Las principales ventajas de esta tecnología son que el sistema captador (situado en el interior) está totalmente encapsulado y sin contacto con el mar, su rendimiento es elevado y su coste de inversión competitivo.



Esta tecnología es totalmente innovadora y, en paralelo a las actividades de este proyecto, TECNALIA ha procedido a registrar la patente mundial del sistema de aprovechamiento (*Patente PCT "Instalación y Método para el Aprovechamiento de la Energía de las Olas", n° de serie ES2006/000549 20061003*).

Diseño en detalle del sistema de aprovechamiento de energía de las olas

Por último, se ha realizado la definición, diseño, análisis y simulación de todos los grupos de coste que conforman el sistema de aprovechamiento de energía de las olas:

- Sistemas mecánicos: captador de energía, sistema de extracción de la energía y equipos auxiliares mecánicos.
- Sistemas eléctricos: generador, motor, transformador, protecciones, sistemas de potencia/control y sistemas auxiliares eléctricos/comunicaciones.
- Sistemas navales: estructura, fondeo y equipamiento naval diverso.

El trabajo ha consistido en un gran número de tareas cíclicas: modelado, simulación, optimización, rediseño, iniciando de nuevo el ciclo hasta conseguir un diseño lo más óptimo posible y fabricable.

Se han generado diversos modelos funcionales del convertidor que han permitido validar el principio de captación y ajustar los parámetros fundamentales de diseño de convertidor. Los modelos numéricos se han implementado con ayuda del programa de simulación MATLAB/SIMULINK. Además, se han utilizado diversos sistemas informáticos de ingeniería para la realización de cálculos y análisis, así como para la simulación de sistemas marinos.

En paralelo se ha trabajado conjuntamente con las empresas para definir los requisitos técnicos de todos los elementos que componen el sistema y que en este momento no son objetivo de este proyecto: estimación de costes de fabricación, identificación de la normativa técnica aplicable, medidas de protección y seguridad en funcionamiento (criterios de fallo), restricciones de montaje, transporte y/o instalación, así como estimación de necesidades de mantenimiento (tiempos y costes).

4.2 Actividades Facilitadoras De Innovación

Estas actividades han tenido por objetivo investigar los aspectos no tecnológicos clave para el éxito de la implantación de los sistemas de aprovechamiento de energía de las olas.

Impacto social y ambiental

Se ha desarrollado una metodología para la evaluación de ubicaciones en base a los siguientes requisitos:

- Facilidad de acceso.
- Exposición al oleaje: potencial teórico y aprovechamiento técnico.
- Bajo impacto: morfología de fondos, interferencia con otros usos o recursos costeros, impacto ambiental.
- Existencia de infraestructuras complementarias (p.e. conexión a red eléctrica).

Impacto en el tejido empresarial

Se han analizado aspectos tales como del impacto económico en el tejido empresarial, el modelo de negocio más apropiado para su explotación y otros aprovechamientos posibles. Los resultados son:

- Identificación de la cadena de valor de las energías marinas y las oportunidades para el tejido empresarial local, así como en la cuantificación del mercados nacionales e internacionales.
- Visión del negocio a medio plazo más apropiada para la explotación, estrategias de inversión y alianzas, así como fases de desarrollo de la tecnología a escala industrial.

- Se ha identificado el suministro de agua potable y otras aplicaciones para incrementar el valor del agua marina, tales como el bombeo de agua en altura (p.e. para piscifactorías) y la oxigenación/depuración del agua (p.e. en zonas contaminadas).

Marco Regulatorio

En el caso de instalaciones de aprovechamiento de energía de las olas, la regulación no está suficientemente desarrollada. La tramitación se realizará a través del departamento de Costas del Ministerio de Medio Ambiente, excepto en el caso de situarse en las áreas competencia de los puertos con organismos autónomos (p.e. Bilbao y Pasajes).

No obstante, dado el desarrollo incipiente del sector, todavía no existen procedimientos específicos para la realización de proyectos piloto o de explotación de aprovechamiento de las energías marinas, por lo que la aprobación de otras autoridades puede ser también necesaria (p.e. responsables autonómicos y ayuntamientos). En consecuencia, la tramitación de permisos puede prolongarse en el tiempo afectando a la viabilidad de la explotación de las tecnologías de captación.

Por otra parte, al tratarse de un sector de las energías renovables actualmente en fase de desarrollo, el establecimiento de primas a la producción energética ayudan a paliar los altos costes de inversión iniciales.

En esta tarea se ha trabajado conjuntamente con el APPA (la asociación estatal de productores autónomos de energías renovables) para establecer un marco regulatorio favorable a las energías marinas en una doble vertiente:

- Tarifas energéticas. El apoyo a la generación de electricidad en régimen especial debería equiparar las primas a las energías marinas con el apoyo que se está proporcionando a la energía solar fotovoltaica, ya que sus costes son muy similares.
- Tramitación de permisos. Propuesta de ventanilla única para la obtención de permisos de ubicación de plantas de energía de las olas.

Difusión

En los aspectos relativos a la comunicación, se han presentado los resultados del proyecto al tejido empresarial vinculado a los sectores energético y marítimo en diferentes reuniones bilaterales. En todos los casos, las empresas ha presentado un gran interés en las investigaciones que se están realizando.

Por último, se han realizado diversas tareas de difusión en revistas, cursos y conferencias, entre las que cabe destacar la co-organización junto con el EVE de un seminario internacional de energía de las olas a celebrarse en 27/01/2007 en paralelo a las ferias EUROFISHING y SINAVAL en el BEC.

5. PRINCIPALES RESULTADOS OBTENIDOS

A continuación se presentan los principales resultados del proyecto:

Diseño conceptual del sistema de aprovechamiento de la energía de las olas: El diseño comprende elementos como el principio de captación, el sistema de extracción de la energía, la estructura o casco y el sistema de fondeo.

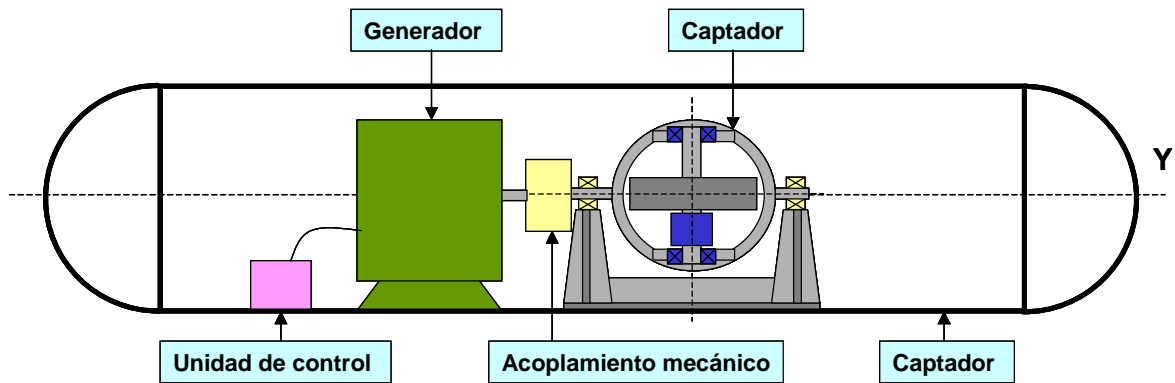


Figura 1: Esquema de subsistemas del convertidor

Modelo funcional de la dinámica del convertidor: Modelo numérico sencillo que incorpora las características fundamentales del principio de captación del convertidor y los elementos básicos de la futura estrategia de control.

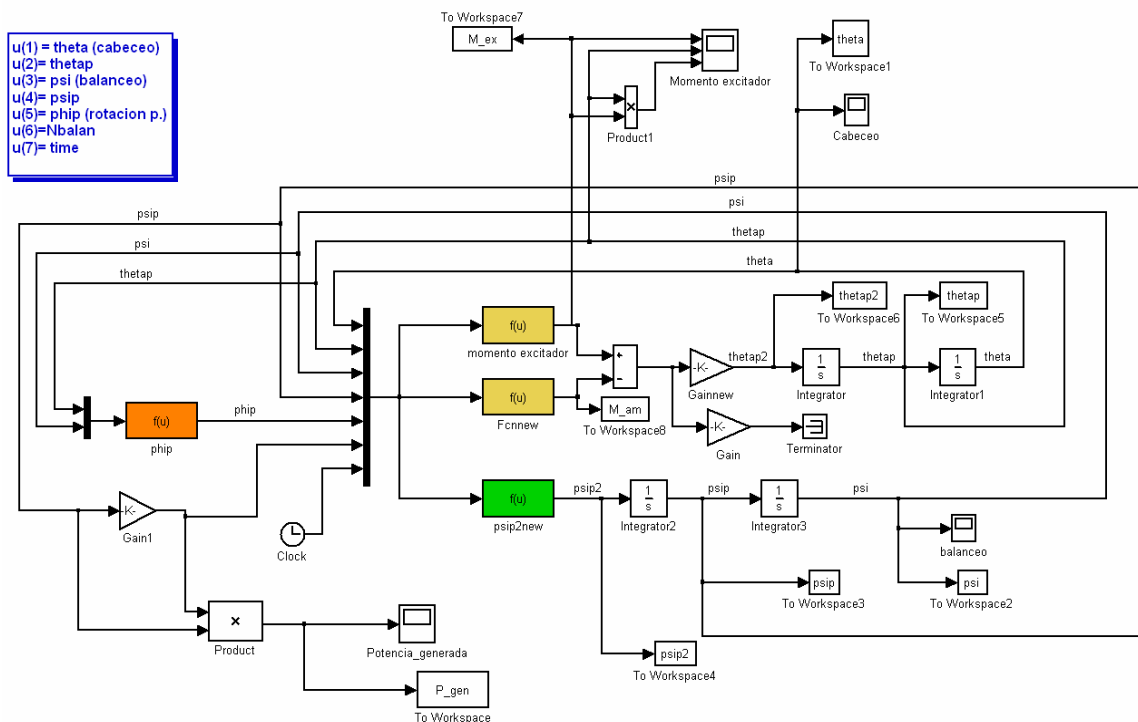


Figura 2: Diagrama de bloques (MATLAB)

Rendimiento del convertidor para una ubicación tipo en la costa vizcaína: En base a este modelo se ha obtenido la matriz de potencias del convertidor de energía y se ha estimado su rendimiento esperado en distintas ubicaciones tipo.

POTENCIA MEDIA GENERADA (kW)													
ALTURA OLA (m)	PERIODO DE OLA (s)												
	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1,0	84,7	87,3	59,3	39,4	25,3	16,1	10,4	6,8	4,5	3,1	2,2	1,5	1,1
1,5	190,5	196,1	133,1	88,6	56,8	36,2	23,3	15,3	10,2	7,0	4,8	3,4	2,5
2,0	338,5	348,0	234,1	157,5	100,9	64,4	41,4	27,1	18,1	12,4	8,6	6,1	4,4
2,5	500,0	500,0	363,9	245,2	157,8	100,5	64,7	42,4	28,3	19,3	13,4	9,5	6,9
3,0	500,0	500,0	500,0	337,3	227,5	144,5	93,1	61,0	40,8	27,8	19,3	13,7	9,9
3,5	500,0	500,0	500,0	419,5	309,2	196,5	126,7	83,1	55,4	37,8	26,3	18,6	13,4
4,0	500,0	500,0	500,0	500,0	401,4	258,1	166,0	108,5	72,4	49,3	34,3	24,3	17,5
4,5	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	326,4	210,3	137,5	91,7	62,4	43,4	30,7	22,1
5,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	383,0	259,2	169,9	113,2	77,0	53,5	37,9	27,3
5,5	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	389,3	307,5	204,8	136,9	93,2	64,7	45,8	33,0

Figura 3: Matriz de potencias (potencia pico = 500 kW; factor de capacidad = 2.350 h)

Diseño en detalle del sistema de aprovechamiento de energía de las olas: Los subsistemas del convertidor se han organizado en función de distintos Grupos de Coste incluyendo distintos subniveles de desagregación. Para cada uno de los grupos de coste se han definido sus dimensiones principales, disposición dentro del convertidor (Centro de Gravedad), peso y coste estimado.

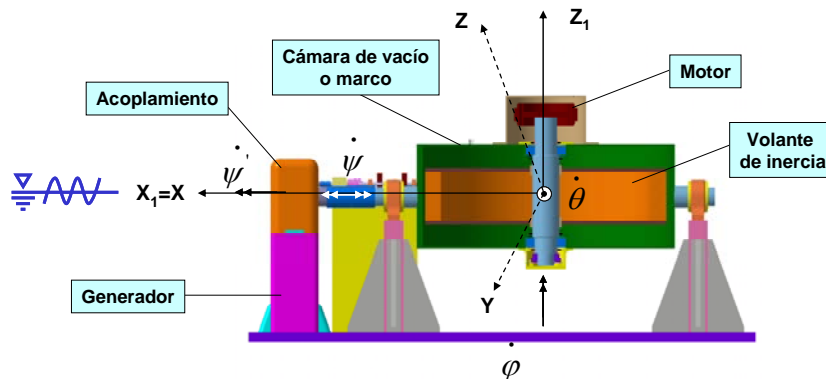


Figura 4: Detalle del Captador y Sistema de Extracción

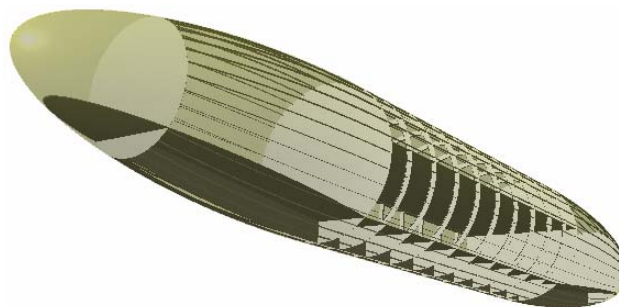


Figura 5: Modelo 3D del casco (eslora = 52 m; manga = 7,5 m)

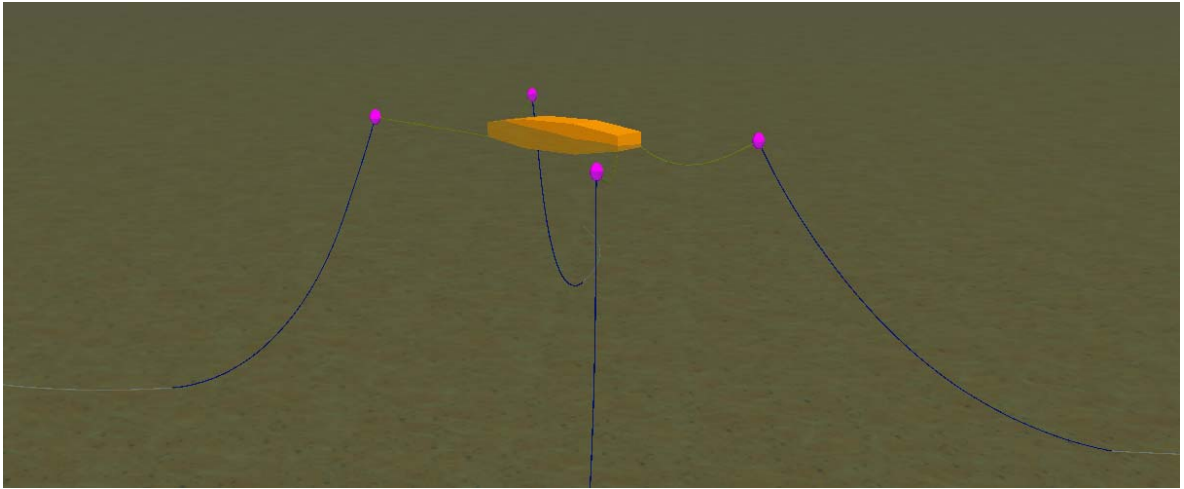


Figura 6: Configuración del sistema de fondeo

6. CONCLUSIONES

Los resultados demuestran la viabilidad de la tecnología y, por lo tanto, se va a iniciar la fase de construcción de un prototipo a escala mar. La ejecución de esta nueva fase permitirá elevar la capacidad tecnológica e innovadora de las empresas vizcaínas y promover la creación de un tejido empresarial innovador.

Al tratarse de un proyecto multidisciplinar, impacta en diversos sectores tradicionales de actividad de la economía de Bizkaia tales como, el sector metal-mecánico, naval y electrónico. La fabricación de sistemas de aprovechamiento de energía de las olas supone un negocio adicional en base a capacidades y saber hacer actuales. Los resultados obtenidos permitirán que empresas vizcaínas expandan su campo de actuación y generen nuevas oportunidades empresariales. Entre las empresas que se podrán beneficiar del desarrollo del proyecto caben destacar:

- Empresas dedicadas a la fabricación de elementos mecánicos para la captación de energía de las olas, turbinas, fabricación de estructuras submarinas;
- Empresas dedicadas al suministro de materiales o recubrimientos especiales para su utilización en ambientes corrosivos;
- Empresas del sector eléctrico especializadas en el suministro de sistemas eléctricos, conversión y acondicionamiento de la energía eléctrica generada, conexión a la red eléctrica;
- Empresas dedicadas al control de equipos remotos, adquisición de datos;
- Empresas dedicadas a la construcción, gestión y mantenimiento de instalaciones marinas off-shore.

Además del obvio interés económico de los anteriores, se pueden deducir beneficios sociales relativos al mantenimiento del empleo en sectores como el naval y pesquero, la promoción de nuevas actividades económicas sostenibles y la mejora en la calidad de vida de la sociedad al mitigar las emisiones de CO₂.