

Proyecto: **Plan de desarrollo regional para el uso de la energía proveniente del oleaje atlántico**



Fecha: 15/01/07
25/02/07

Autor: Instituto Tecnológico y de Energías Renovables, SA (ITER, SA)

**Con la participación de la Unión Europea.
Proyecto cofinanciado por el FEDER**



ESPAÑA ESPACIO ATLÁNTICO
FRANCE ESPACE ATLANTIQUE
IRELAND ATLANTIC AREA
PORTUGAL ESPACO ATLÁNTICO
U.K. ATLANTIC AREA

TAREA I.4

DEFINICIÓN DE CRITERIOS DE UBICACIÓN

TABLA DE CONTENIDO

1	<i>Introducción</i> _____	1
2	<i>Sistemas de aprovechamiento de la energía del mar</i> _____	2
2.1	Viento de ultramar _____	3
2.2	Descargas de las mareas _____	3
2.3	Energía de las corrientes marinas _____	3
2.4	Conversión de la energía térmica _____	4
2.5	Diferencias de presión osmótica _____	4
2.6	Energía de las olas (undimotriz) _____	4
2.7	Impacto ambiental _____	4
2.7.1	Caracterización del impacto ambiental _____	5
3	<i>Infraestructuras necesarias para el aprovechamiento de la energía undimotriz</i> _____	7
3.1	Definición del sistema undimotriz _____	7
3.1.1	Energía de la ola _____	7
3.1.2	Tipos de dispositivos _____	7
3.2	Elemento de interfaz _____	8
3.2.1	Infraestructuras _____	9
3.3	Sistema de extracción _____	9
3.3.1	Infraestructuras _____	9
3.4	Sistema de transporte _____	10
3.4.1	Infraestructuras _____	10
4	<i>Criterios de ubicación de sistemas de generación de energía undimotriz</i> _____	11
4.1	Impacto ambiental y urbano _____	12
4.2	Características del espacio físico _____	13
4.3	Disponibilidad y coste del suelo _____	13
4.4	Vulnerabilidad y riesgo _____	13
4.5	Complementariedad con otros proyectos e infraestructuras _____	13
4.6	Compatibilidad con planes de desarrollo regional o local _____	14
4.7	Potencial para detonar un desarrollo regional o local _____	14
4.8	Impacto económico regional _____	14
4.9	Requerimientos y disponibilidades de financiación a corto, medio y largo plazo _____	15
4.10	Viabilidad y coste técnico – constructivo _____	15
4.11	Compatibilidad de operación como parte del sistema de generación y suministro eléctrico de la región _____	16
5	<i>Conclusiones</i> _____	17



1 INTRODUCCIÓN

Esta definición de criterios de ubicación ha sido desarrollada en el marco del proyecto WAVENERGY (Plan de desarrollo regional para el uso de la energía proveniente del oleaje atlántico), financiado por la Unión Europea a través de fondos FEDER, dentro del programa INTERREG IIIB – Espacio Atlántico.

El principal objetivo del proyecto es la elaboración de un plan que defina las acciones y prioridades a llevar a cabo para el desarrollo de la energía proveniente de la fuerza de las olas. Este plan será de utilidad para regiones que deseen apostar seriamente por este tipo de energía. El proyecto prestará especial atención a los puertos, dado que se trata de infraestructuras que tienen un gran impacto ambiental asociado y cuyas instalaciones pueden ser aprovechadas para la construcción de sistemas de generación de energía undimotriz.

Para ello se definirá la metodología de estudio de la viabilidad para la implantación de sistemas de captación de energía del oleaje en diversos puertos. Esta metodología será probada en el caso particular del puerto industrial de Granadilla, proyecto previsto en el sur de Tenerife.

Este informe se centra en el estudio de las variables que se deben tener en cuenta a la hora de ubicar las infraestructuras necesarias para la generación de energía undimotriz.



2 SISTEMAS DE APROVECHAMIENTO DE LA ENERGÍA DEL MAR

Las emisiones de gases de efecto invernadero han aumentado en los últimos años en la gran mayoría de países europeos y se prevé que sigan haciéndolo en el futuro. Aunque muchos países europeos han adoptado programas nacionales para reducir las emisiones, algunos de ellos seguirán teniendo dificultades para cumplir con los objetivos de Kyoto.

El Protocolo de Kyoto, dentro de la Convención marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, y su primer período de compromiso sólo representa un primer paso para afrontar el cambio climático.

La UE propone como objetivo la reducción de las emisiones globales hasta un 50 % en el año 2050 a fin de limitar el aumento de las temperaturas hasta un máximo de 2 °C por encima de los niveles preindustriales, necesario para evitar impactos insostenibles a causa del cambio climático en el futuro.

La contaminación atmosférica, originada fundamentalmente por partículas finas y ozono troposférico, sigue suponiendo una importante amenaza para la salud: reduce la esperanza media de vida en Europa occidental y central en casi un año y afecta al desarrollo saludable de los niños. Según la Agencia Europea de Medio Ambiente (EEA, <http://local.es.eea.europa.eu/>).

Puede argumentarse que en el origen de los mayores problemas ambientales que sufre el planeta, como son la lluvia ácida y el cambio climático, se encuentra la actividad del ser humano, entre la que podemos destacar la generación, transporte y consumo de energías convencionales. Sin llegar a decir que esos efectos no existen en las renovables, sí es cierto, en cambio, que son sensiblemente menores y siempre reversibles.

Esta agencia señala al consumo de energía, en la actualidad, como la principal fuente de emisiones de gases de efecto invernadero, a pesar de que la emisión de contaminantes se ha reducido de un modo significativo gracias a la adopción de combustibles más limpios y al tratamiento de los gases de combustión.

Pero mientras no disminuya el protagonismo de los combustibles fósiles, los gases de efecto invernadero seguirán aumentando. Mayor eficiencia energética y un incremento del uso de las energías renovables son vistos por la EEA como parte de la solución.

Después de los buenos resultados obtenidos por la energía eólica y del espectacular despegue de la energía fotovoltaica, se está dedicando un mayor esfuerzo al estudio de otro de los grandes campos de recursos energéticos, el océano.

Aproximadamente el 71% de la superficie terrestre está ocupada por agua marina. La profundidad media es de unos 4 km que, comparados con los 362×10^6 km² de superficie



aproximada que abarcan, nos hacen ver que son delgadas capas de agua sobre la superficie del planeta.

En la actualidad, el océano representa para la humanidad la mayor fuente de recursos naturales sobre el planeta. El Sol, la acción del viento y las interacciones gravitatorias entre la Tierra y la Luna, principalmente, dan lugar a las diferentes manifestaciones de la energía acumulada en los océanos. Las mareas, las corrientes marinas, los gradientes térmicos, las olas, forman parte de dichos recursos, de los que es posible extraer energía mediante los dispositivos adecuados.

A continuación se describen, de forma resumida, las diferentes técnicas de transformación de la energía del océano. Se puede encontrar más información sobre las mismas en los diferentes documentos generados en el desarrollo del proyecto, y que se pueden descargar desde la web www.wavenergy.es.

2.1 VIENTO DE ULTRAMAR

Para el aprovechamiento de la energía del viento de ultramar se emplea una tecnología similar a la terrestre. Cuenta con la ventaja de que, en general, los vientos sobre la superficie del mar son más fuertes y constantes.

Las diferencias entre las máquinas terrestres y las marinas se centran, principalmente, en las dimensiones del generador y la redundancia en componentes e instrumentación.

2.2 DESCARGAS DE LAS MAREAS

Un recurso importante en el océano es el fenómeno de la marea, movimiento de agua del mar por el que las orillas de los continentes quedan cubiertas o descubiertas en intervalos de tiempo particulares.

Son principalmente causadas por el movimiento de los océanos y están gobernadas por la interacción de los campos gravitacionales de la Tierra, el Sol y la Luna.

En la actualidad se han empleado centrales mareomotrices, en las que grandes turbinas transforman la energía de las mareas en energía eléctrica, en estuarios o en otras ensenadas semi-cerradas.

2.3 ENERGÍA DE LAS CORRIENTES MARINAS

El término “corrientes marinas” engloba diferentes tipos de corrientes oceánicas. Por un lado están las originadas por el viento, que afectan a la zona superficial de los océanos. Por otro lado, las originadas por los gradientes térmicos y de salinidad, corrientes generalmente lentas y de aguas profundas. Independientemente de su origen, este tipo de corrientes son menos



propicias para el aprovechamiento energético que las originadas por las mareas, ya que en general son más lentas que estas últimas.

En el caso de que este recurso se explotara satisfactoriamente, la tecnología desarrollada sería una importante base para una era industrial de producción de energía limpia.

2.4 CONVERSIÓN DE LA ENERGÍA TÉRMICA

Es una técnica para extraer energía de la diferencia de temperatura entre la superficie del mar y las zonas de mayor profundidad. Para el aprovechamiento es necesaria una diferencia mínima de 20 °C, lo que limita mucho sus posibilidades de desarrollo y el número de instalaciones.

2.5 DIFERENCIAS DE PRESIÓN OSMÓTICA

Las características más importantes del agua de mar son su salinidad, temperatura y densidad. La salinidad del agua de mar se determina principalmente midiendo su conductividad eléctrica, método que resulta bastante exacto.

La salinidad es más variable en regiones costeras debido a la influencia de los ríos locales y del escurrimiento de aguas subterráneas. En los puntos en los que el agua de los ríos entra a raudales en el mar se produce una gran liberación de energía. Esta energía se obtiene al diluirse el agua salada por la irrupción del agua dulce, en realidad es una devolución de la energía del sol que ha evaporado el agua del mar y que vuelve a él a través del ciclo hidrológico.

2.6 ENERGÍA DE LAS OLAS (UNDIMOTRIZ)

El oleaje se entiende como un derivado terciario de la energía solar. El calentamiento desigual de la atmósfera terrestre genera viento, y el viento genera olas. Únicamente el 0,01 % del flujo de la energía solar se transforma en energía de las olas.

La energía contenida en las olas varía de un sitio a otro pero, en general, cuanto más alejadas del ecuador estén, más energía contendrán. Aunque condiciones locales, tales como, tipo de costa, lugar donde se generen y profundidad del océano, tienen una gran importancia en la definición de la cantidad de energía.

2.7 IMPACTO AMBIENTAL

Las diferentes tecnologías descritas implican, en todos sus casos, la construcción de infraestructuras que tendrán un efecto sobre el medio. El cómo afecten dependerá estrechamente del tipo de dispositivo utilizado.

Así, se afectará a la vida del litoral, bien de forma directa debido a la ubicación del dispositivo o bien indirectamente, debido a la creación de vías de servicio. Se genera, por tanto, una destrucción o modificación del hábitat de especies vegetales y animales.

La vida en el mar también se verá afectada dependiendo del sistema empleado. Se puede llegar a destruir, a nivel local, el hábitat de especies tanto vegetales como animales.

El impacto no se limita exclusivamente a la vida tanto terrestre como marina, la morfología del litoral también puede verse afectada. Por ejemplo, debido a modificaciones en los mecanismos de sedimentación.

Aparte, es posible que se produzcan impactos visuales, sonoros, así como sobre otras actividades humanas que se desarrollen en las zonas de las instalaciones.

2.7.1 Caracterización del impacto ambiental

A continuación se presenta las tablas de caracterización del impacto ambiental de las diferentes tecnologías de aprovechamiento de la energía del océano, desarrolladas para el proyecto WAVENERGY. En la primera tabla se han agrupado todas las tecnologías a excepción del aprovechamiento undimotriz.

	VIDA	VIDA MAR			MORF	VISUAL	SONORO
	LITORAL	SUPRA	MESO	SUB	LITORAL		
Viento ultramar	BAJO	MEDIO	MEDIO	--	BAJO	MEDIO	BAJO
Descarga mareas	MEDIO	MEDIO	--	--	ALTO	ALTO	MEDIO
Corrientes marinas	BAJO	MEDIO	--	--	BAJO	BAJO	BAJO
E. Térmica	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	BAJO	BAJO	BAJO

Tabla 2.1. Caracterización del impacto ambiental de distintos aprovechamientos de la energía del mar. Fuente: ITER, SA.

La zona litoral está comprendida por la parte supralitoral, la intermareal y la sublitoral. La parte supralitoral está constituida por la zona azotada por el rocío de las olas y el aerosol del agua salada que la baña. Constituye un hábitat para cierto número de especies marinas.

La parte intermareal o mesolitoral propiamente dicho, está enmarcada por las líneas de pleamar y bajamar, es decir, constituye la franja costera que cubre y descubre periódicamente la marea.



Finalmente, la parte sublitoral se extiende desde la línea de la bajamar hasta el borde de la plataforma continental.

Con respecto a la energía undimotriz, se ha realizado la siguiente distinción. Por un lado, estos sistemas pueden ser agrupados según su distancia a la costa, distinguiendo entre los que se encuentren en la orilla y los que están mar adentro. Por otro lado, si atendemos al principio del aprovechamiento, podemos dividirlos en: terminadores, atenuadores o absorbedores puntuales.

Una información detallada sobre los distintos tipos de dispositivos puede encontrarse en el documento de la acción I.2 (Estudio del estado del arte en cuanto a sistemas de generación undimotriz existentes) del proyecto WAVENERGY.

Atendiendo a su ubicación tenemos

	VIDA	VIDA MAR			MORF	VISUAL	SONORO
	LITORAL	SUPRA	MESO	SUB	LITORAL		
Olas							
Orilla	ALTO	ALTO	MEDIO	MEDIO	ALTO	ALTO	MEDIO
Mar adentro	BAJO		MEDIO		BAJO	BAJO	BAJO

Tabla 2.2. Caracterización del impacto ambiental de los sistemas de generación undimotriz atendiendo a su ubicación. Fuente: ITER, SA.

Si atendemos al tipo de aprovechamiento, tendremos la siguiente tabla:

	VIDA LITORAL	VIDA MAR	MORF. LITORAL	VISUAL	SONORO
Terminadores					
Costa	ALTO	MEDIO	ALTO	ALTO	MEDIO
Próximos a costa	BAJO	MEDIO	BAJO	MEDIO	BAJO
Atenuadores					
Flotantes	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO	BAJO
Semi sumergidos	BAJO	MEDIO	BAJO	BAJO	BAJO
Absorbedores puntuales					
	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO

Tabla 2.3. Caracterización del impacto ambiental de las diferentes tecnologías de aprovechamiento de la energía undimotriz. Fuente: ITER, SA.



3 INFRAESTRUCTURAS NECESARIAS PARA EL APROVECHAMIENTO DE LA ENERGÍA UNDIMOTRIZ

3.1 DEFINICIÓN DEL SISTEMA UNDIMOTRIZ

Un sistema de aprovechamiento de energía undimotriz es un dispositivo concebido para el aprovechamiento de la energía de las olas del océano. Si bien son muchos los tipos de olas oceánicas, nosotros centraremos nuestro interés en las olas originadas por el viento, lo que se conoce como oleaje.

Dichas olas se denominan ondas de gravedad, ya que ésta es la fuerza restauradora. La interacción del viento con el mar provoca una transferencia de parte de la energía del viento sobre la superficie marina, que se deforma dando origen a las olas. Además del viento, existen otros factores que influyen en menor medida, como la presión atmosférica, la profundidad, la configuración y tipo de fondo, la temperatura, la salinidad o las corrientes marinas.

3.1.1 *Energía de la ola*

La energía contenida en las olas varía de un sitio a otro pero, en general, cuanto más alejadas del ecuador estén, más energía contendrán.

Una de las propiedades características de las olas es su capacidad de desplazarse a grandes distancias sin apenas pérdida de energía. Por ello, la energía generada en cualquier parte del océano acaba en el borde continental. Dicho de otra manera, su energía se concentra en las costas.

Hay que tener en cuenta que la viscosidad del agua del mar se opone a este proceso de transferencia energética. Para vencer esta oposición y generar ondas apreciables son necesarias velocidades de viento superiores a 5 nudos.

Para comprender los diferentes principios de captación de los sistemas undimotrices hay que centrarse en la energía asociada a las partículas que forman las olas. En cada ola, las partículas están dotadas de energía cinética y potencial, debido a los cambios de posición que experimenta, por lo que la energía asociada a la ola es una función tanto de su altura como de la frecuencia del movimiento.

3.1.2 *Tipos de dispositivos*

Existe un gran número de dispositivos pensados para el aprovechamiento de la energía del oleaje oceánico. Estos sistemas emplean alguna o varias de las técnicas siguientes:



- Empuje de la ola. La energía de las olas puede ser absorbida usando, por ejemplo, un pistón.
- Variación de la altura de la superficie con la ola. Se emplea el efecto de bombeo que proporciona un flotador.
- Variación de la presión bajo la superficie de la ola. Se suele emplear una cámara abierta al mar, que encierra un volumen de aire que se comprime y expande.
- Sistema de rebosamiento. Depósito de agua en altura que se llena a través de una rampa con las olas incidentes.

Todo sistema de aprovechamiento de la energía de las olas, la conversión de la energía se lleva a cabo en dos etapas:

- Conversión primaria: Extracción de la energía de las olas mediante sistemas mecánicos o neumáticos, convirtiendo el oleaje en el movimiento de un cuerpo o en un flujo de aire.
- Conversión secundaria: Conversión de movimientos mecánicos o neumáticos en energía utilizable.

Atendiendo a estas etapas, los dispositivos pueden dividirse en dos componentes principales: un elemento de interfaz y el sistema de extracción de la energía. El estudio de las infraestructuras se realizará en base a esta división, que se explica de forma más detallada a continuación.

3.2 ELEMENTO DE INTERFAZ

La energía cinética y potencial de las partículas del agua es transformada en otro tipo de energía directamente utilizable por el ser humano, generalmente electricidad. Un elemento de interfaz, que es actuado directamente por las olas, permite una primera transformación de la energía de dichas partículas.

En el caso de un sistema de cavidad resonante, es ésta misma la encargada de transformar el movimiento de vaivén de la ola en energía neumática. Puede encontrarse información más detallada sobre el funcionamiento de estos sistemas en el documento perteneciente a la acción I.2 de este proyecto.

En los sistemas de flotación o balanceo, el elemento de interfaz lo forman los propios flotadores, que son arrastrados o girados por la propia acción de las olas.



3.2.1 Infraestructuras

Las infraestructuras serán diferentes en el caso de que sean equipos instalados en la orilla o en el mar.

En el caso de los sistemas flotantes o semi-sumergidos, aparte del propio sistema de captación primaria es necesario añadir balizamientos y boyas de señalización de las instalaciones, con el fin de evitar el paso de embarcaciones.

Así mismo, resultan necesarios los amarres, normalmente anclados al fondo marino. Estos amarres pueden ser tanto rígidos como flexibles, o emplear boyas auxiliares, que permiten el movimiento de los sistemas con las mareas.

Los sistemas instalados en la orilla, al igual que los que se instalan sobre el lecho marino, las infraestructuras consisten en la construcción de una estructura de varias toneladas de peso en la que se integran todos los equipos encargados de realizar las conversiones energéticas necesarias, tanto la primaria como la secundaria.

El suelo sobre el que se asientan estas infraestructuras debe ser capaz de soportar tanto el peso de las mismas, como las tensiones a las que se ven sometidas por el empuje de las olas y corrientes.

En el caso de instalaciones submarinas, deben señalizarse convenientemente, para evitar accidentes con embarcaciones.

En el caso de instalaciones terrestres, deben de proveerse los accesos necesarios para la maquinaria necesaria para la construcción de los mismos, así como para el mantenimiento.

3.3 SISTEMA DE EXTRACCIÓN

Esta parte del dispositivo se encarga de realizar la conversión secundaria, absorbiendo el movimiento de la interfaz. Suelen emplearse turbinas de aire o sistemas hidráulicos de alta presión, usando generalmente aceites, o de baja presión, generalmente agua de mar.

Existen dispositivos ideados para la obtención directa de agua de mar desalada, aunque los más comunes son aquellos en los que la entrada del sistema de extracción es energía neumática o mecánica y a la salida se obtiene energía eléctrica.

3.3.1 Infraestructuras

En aquellos sistemas en los que los sistemas de conversión primaria y secundaria se encuentren integrados en el sistema no será necesario añadir ningún tipo de infraestructura.



En caso contrario, es posible que haya que construir una subestación, normalmente sumergida. Como ocurría en el apartado anterior, hay que asegurar que el lecho submarino soporta el peso de la infraestructura, así como que ésta será capaz de resistir la fuerza de las olas y las corrientes.

Dependiendo de los sistemas, la electricidad producida puede tener la tensión y frecuencia necesaria para ser inyectada en red o deberá ser transformada. Las infraestructuras necesarias pueden variar dependiendo de cual sea el caso.

3.4 SISTEMA DE TRANSPORTE

Una vez obtenida la energía eléctrica, ésta deberá ser integrada en el sistema de suministro eléctrico. Para ello es necesario contar con un equipamiento terrestre, formado por el centro de seccionamiento y el equipo de inyección a la red de distribución

3.4.1 *Infraestructuras*

Las infraestructuras necesarias estarán formadas por algunos de los elementos que se describen a continuación.

Tendido de los conductores eléctricos, tanto submarinos como terrestres, cuando aplique, con sus correspondientes canalizaciones y conexiones.

Los centros de seccionamiento, que deberán de contar con sus correspondientes celdas, tanto de línea como de protección. Trafos, en el caso de que sean necesarios. También deberá de contar con un cuadro de tensión normalizado y puentes de alta y baja tensión, según corresponda.

Por norma general estos equipos suelen ir instalados en una caseta prefabricada.

En el caso de contar con elementos en media tensión, también será necesario contar con una cabina para la apartamentada de distribución secundaria, formada por las celdas de línea y las de protección. Además de la unidad de protección, control y medida, el cuadro de maniobra en baja tensión y el trafo eléctrico de distribución.

4 CRITERIOS DE UBICACIÓN DE SISTEMAS DE GENERACIÓN DE ENERGÍA UNDIMOTRIZ

Según se desprende del estudio del recurso natural de la energía de las olas, las costas atlánticas europeas se encuentran situadas en latitudes óptimas para su aprovechamiento como fuente de energía undimotriz.



Figura 4.1. Distribución de la potencia del oleaje en aguas europeas. Fuente: CRES, año 2002.

Europa cuenta con 43000 km de costa, aproximadamente, que se caracterizan por la abundancia de istmos, existencia de fiordos y un abundante número de penínsulas, la cual determina una configuración física muy peculiar.

Es indudable que existen multitud de lugares, a lo largo de la zona costera, que podrían satisfacer los requisitos y necesidades de las explotaciones undimotrices. La selección óptima para la ubicación de estos dispositivos se debe llevar a cabo por medio de una metodología comprensiva que permita definir:

1. Las características críticas y las componentes de diseño de ingeniería.
2. Desarrollar un criterio ambiental de ubicación, con el propósito de identificar aquellas áreas geográficas que pudieran acomodar la instalación, cumpliendo con el criterio ambiental establecido.
3. Evaluar a fondo cada potencial ubicación para identificar aquella en la que resulte más fácil obtener los permisos necesarios y la que minimice o evite probables impactos ambientales adversos



Este criterio de selección debe ser imparcial y abarcar toda la zona costera. En base a un minucioso análisis deben seleccionarse las mejores áreas para la ubicación del proyecto. Las zonas preseleccionadas deben pasar un análisis más detallado, con el fin de asegurar que pueden acomodar razonablemente las infraestructuras necesarias.

Junto con la evaluación de los criterios, deberán evaluarse una serie de alternativas respecto a la ubicación del proyecto, y a su diseño y distribución, así como evaluar la alternativa de no tomar ninguna decisión al respecto.

La trascendencia de este tipo de decisiones obliga, más allá de la argumentación en pro o en contra, a llevar a cabo una revisión cuidadosa y exhaustiva de todas las variables relacionadas con la operación de este tipo de instalaciones. De esta manera es posible establecer los criterios que permitirán evaluar y comparar de manera objetiva los costos y beneficios que ofrecerá cada una de las instalaciones. Así se podrá evitar la parcialidad que implica una visión sectorial.

Tomando en consideración la situación particularmente compleja, debido sobre todo al estado de desarrollo, de estas tecnologías, se propone considerar una serie de criterios estratégicos tanto económicos, como energéticos, como ambientales.

Estos elementos de estudio abren la posibilidad de iniciar un análisis riguroso que permita llegar a la definición de la mejor localización de un sistema de las características necesarias. Su desarrollo y aplicación a las opciones de localización propuestas, debe ser llevado a cabo por un grupo asesor interdisciplinar, formado por empresas y expertos nacionales e internacionales, lo que permitirá llegar a una solución razonable que ofrezca la transparencia y legitimidad necesarias para dar solidez y continuidad al proyecto.

Los criterios propuestos se describen a continuación.

4.1 IMPACTO AMBIENTAL Y URBANO

La instalación de este tipo de dispositivos generará un impacto tanto en el territorio sobre el que se instale, como en las comunidades que se relacionen con dicho medio.

El territorio es el espacio geográfico adscrito a un ser, a una comunidad, a un ente de cualquier naturaleza, física o inmaterial: el espacio de vida de un animal, el área de aparición de una especie vegetal, el ámbito de difusión de una lengua o de cualquier otra práctica social, etc. Cuando se atribuye a un grupo humano complejo (un pueblo, una nación, una sociedad) se convierte en uno de los integrantes fundamentales de su proyecto común: en soporte y recurso básico, ámbito de vida, paisaje propio e invariante en la memoria personal y colectiva. En definitiva en el espacio geográfico en el que se vive y que corresponde manejar y administrar para bien de los individuos y del conjunto de la comunidad.



Una primera aportación de esta tecnología sería la de contribuir a que las actividades humanas se ubiquen espacialmente de forma tal que la relación tecnología - ambiente sea, en cada caso, compatible con la necesidad de conservar el capital natural que les permite existir.

De esta manera, el diseño, construcción y funcionamiento de estos dispositivos deben regirse por las legislaciones pertinentes respecto al medio ambiente y ordenación territorial, tanto a nivel local, como nacional, como europeo.

4.2 CARACTERÍSTICAS DEL ESPACIO FÍSICO

Parte de las infraestructuras de estos sistemas van en tierra firme, por lo que resulta imprescindible conocer los fenómenos generadores de los procesos geomorfológicos, tanto endógenos como exógenos, resultado de la dinámica geográfica. Habrá que conocer y estudiar, por tanto, los fenómenos atmosféricos y climáticos, hidrográficos, pedológicos, biológicos y geológicos.

En el caso de que parte de las instalaciones vayan en el medio marino, habrá que añadir además estudios batimétricos, de corrientes marinas. Junto con la dinámica geográfica del fondo marino sobre el que se vaya a actuar.

4.3 DISPONIBILIDAD Y COSTE DEL SUELO

A través de la planificación territorial es posible conocer el coste del suelo, así como definir un espacio temporal y físico predecible, con un compromiso de cumplimiento. De esta forma se dota de calidad al suelo.

La disponibilidad y coste del suelo definirá la competitividad del sistema frente a otras opciones del mercado de abastecimiento energético.

4.4 VULNERABILIDAD Y RIESGO

Por un lado, estas instalaciones son susceptibles de sufrir daños debido a las inclemencias meteorológicas. Estos daños pueden repercutir tanto en el funcionamiento de la propia instalación como en otras infraestructuras o sobre el medio en el que se encuentran instaladas.

En el caso de sistemas marinos, la propia presencia de la instalación puede suponer un riesgo tanto para el tráfico marino como para actividades de ocio que se realicen en la zona.

4.5 COMPLEMENTARIEDAD CON OTROS PROYECTOS E INFRAESTRUCTURAS

A la hora de diseñar el dispositivo hay que contar con la posibilidad de integrarlo en otros proyectos previstos en la zona, de esta forma se minimizará tanto el impacto sobre el medio ambiente como el impacto económico del mismo.



En este sentido, las instalaciones en tierra firme pueden aprovecharse de otras infraestructuras, como pueden ser muelles o barreras de protección de costas. Así mismo, pueden emplearse otros servicios generales y especiales adecuados, como los puntos de conexión a la red de distribución.

Para los sistemas marinos, es posible aprovechar la existencia de cultivos marinos de peces o de parque eólicos off-shore.

4.6 COMPATIBILIDAD CON PLANES DE DESARROLLO REGIONAL O LOCAL

La energía eléctrica, más concretamente, la seguridad del abastecimiento eléctrico, es un factor clave en todo plan de desarrollo, bien sea a nivel nacional, regional o local.

Las energías renovables contribuyen simultáneamente a mejorar la seguridad del aprovisionamiento, tienen un impacto medioambiental menor, tienen un carácter descentralizado, lo que favorece su incorporación en sistemas insulares y zonas aisladas, y tienen también un importante componente social.

En el caso de que los planes energéticos locales o regionales no contemplen el uso de este tipo de energías, el planteamiento de este tipo de infraestructuras servirá de vehículo para su planteamiento y posterior desarrollo.

4.7 POTENCIAL PARA DETONAR UN DESARROLLO REGIONAL O LOCAL

La necesidad de disponer de un espacio adecuado para su explotación, así como la disponibilidad de servicios generales y especializados adecuados, incluyendo la tecnología, repercutirá en la necesidad de disponer de mano de obra cualificada.

Así mismo, actuará positivamente sobre la región al disminuir la dependencia energética con el exterior.

4.8 IMPACTO ECONÓMICO REGIONAL

Una actuación sobre el suministro y uso de la energía lleva a asociado un impacto sobre la economía de la región en que esta actuación se realice.

La necesidad de mano de obra especializada es uno de los factores que deben de evaluarse a más largo plazo. Otro de los aspectos a destacar es la mejora en el sector servicios.

Sin embargo, la evolución económica de la región se verá condicionada por cómo afecte este tipo de infraestructuras a su equilibrio socio económico, es decir, a la agricultura, la pesca, manufactura, otras industrias, etc.. Pueden existir desplazamientos de mano de obra o de recursos que generen un desequilibrio, afectando negativamente al conjunto de la región.



4.9 REQUERIMIENTOS Y DISPONIBILIDADES DE FINANCIACIÓN A CORTO, MEDIO Y LARGO PLAZO

La ejecución de un proyecto de estas características necesita de una fuente de financiación, históricamente, mediante créditos o pólizas comerciales. Para obtenerlos resulta imprescindible presentar garantías o avales, que suponen un aumento añadido del coste del proyecto, imposible de asumir por los promotores de las instalaciones.

La necesidad de buscar métodos de financiación a largo plazo, que puedan ser acometidos sin contar con la capacidad financiera necesaria, ha llevado a acrecentar la popularidad en la utilización de los “Project Finance”. De esta forma se tiene en cuenta la capacidad que tiene el proyecto para generar recursos económicos. El riesgo de la operación será soportada por el titular de los activos del proyecto, que es una estructura independiente del promotor y que cuenta con personalidad jurídica propia. Por tanto, no se incrementan los riesgos corporativos y financieros de las empresas promotoras, ya que los recursos financieros se prestan contra el propio proyecto, y se recuperan mediante el flujo de caja que éste genera. De esta forma, se sustituyen las tradicionales garantías o avales, por una serie de informes y estudios de viabilidad.

Este tipo de financiación es idóneo para proyectos que necesitan fuertes inversiones iniciales y que posteriormente generan unos ingresos brutos seguros y regulares, como es el sector energético. Sin embargo, la complejidad de diseño de este tipo de financiación implica contar con asesoramientos externos cualificados (asesoramiento de ingeniería, de impacto ambiental, financiero, jurídicos, etc.) con la finalidad de controlar todos los riesgos, lo que resulta un proceso largo y complicado, y con un elevado número de participantes.

4.10 VIABILIDAD Y COSTE TÉCNICO – CONSTRUCTIVO

Un sistema undimotriz conectado a red se4 puede asemejar a una minicentral eléctrica, en el que la energía generada es pagada por la compañía eléctrica durante todo el período de vida de la instalación.

La viabilidad económica de la misma vendrá dada por el tiempo de vida estimado y las condiciones de operación y funcionamiento, es decir, el potencial de producción del entorno en el que se encuentre la central.

Cuanto mejores sean las condiciones del recurso natural, más viable será el proyecto.

Otro factor a tener en cuenta es el de la complejidad de la instalación, que estará relacionado con la disponibilidad y el coste del suelo, junto con las características geomorfológicas del mismo.



4.11 COMPATIBILIDAD DE OPERACIÓN COMO PARTE DEL SISTEMA DE GENERACIÓN Y SUMINISTRO ELÉCTRICO DE LA REGIÓN

La diversificación de fuentes energéticas y el fomento de las energías autóctonas ha sido la respuesta tradicional más importante para mejorar la seguridad en el aprovisionamiento por lo que han sido ampliamente utilizadas en todos los países y regiones.

Todo sistema de generación eléctrica debe garantizar el suministro, al mismo tiempo que se aboga por un uso racional de la energía generada. Parte integrante de esta estrategia son las energías renovables, que dan una dimensión medio ambiental a las decisiones energéticas.

No sólo la extracción de la energía de las olas es parte de la infraestructura necesaria. Otra parte, tan importante como la anterior, es la de dotar a estos mecanismos de toda la tecnología necesaria para que el acople a la red existente en la zona se realice en óptimas condiciones.



5 CONCLUSIONES

En este informe se presentan las variables que se deben de tener en cuenta a la hora de ubicar las infraestructuras necesarias para la generación de energía undimotriz.

Al igual que ocurre con el resto de energías renovables, los proyectos de aprovechamiento de energía undimotriz engloban aspectos estratégicos de diferente naturaleza. Con el fin de enfocar los mismos con garantía de éxito es necesario plantear criterios económicos, energéticos y ambientales.

Uno de los principales objetivos perseguidos ha sido el de dotar de transparencia al proceso de selección de ubicaciones. Sin embargo, en el análisis presentado puede verse que la interrelación de las diferentes variables es muy fuerte, por lo que se hace necesaria la integración de un grupo interdisciplinar.

Un criterio de clasificación exhaustivo y excluyente para el desarrollo y aplicación a las opciones de localización del sistema undimotriz implica evaluar de forma unívoca todas y cada una de las variables presentadas. No obstante, el valor que tome cada una de ellas dependerá tanto de la localización espacial como temporal de la instalación, elementos que, a priori, no pueden ser evaluados.

De esta forma, en el presente informe se presentan y definen los puntos que deben tratarse con el fin de poder evaluar y comparar diferentes alternativas, de tal manera que la selección final resulte lo más razonable, legitimando así el proyecto.