

# WAVENERGY

*La energía del Océano*



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

# *La energía del Océano - Introducción*

- *La energía de los océanos se presenta con una gran perspectiva de futuro, ya que el recurso de los mares es el menos explotado y el que presenta mayor superficie de aplicación (los océanos cubren las 4 / 5 partes del planeta).*
- *Esta energía se puede dividir en:*
  - ***E térmica.** Diferencias de  $T$  a diferentes profundidades*
  - ***E de las mareas.** Movimiento de la masa de agua por atracción gravitatoria*
  - ***E de las corrientes marinas.** Movimiento de la masa de agua por diferencias de  $T$*

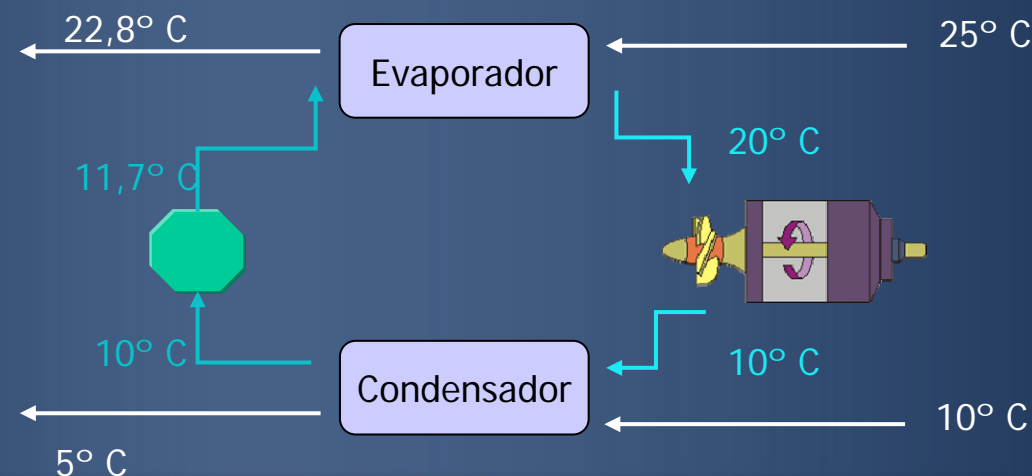
# *Energía térmica*

- *Calentamiento desigual del volumen de agua*
- *La eficiencia es máxima cuanto mayor sea la diferencia de T. Zonas tropicales*



## *E. Térmica – Principio de funcionamiento*

- *Los conversores de E térmica aprovechan el diferencial de temperatura para producir energía haciendo uso del ciclo de Rankine (conversión de E térmica en mecánica)*

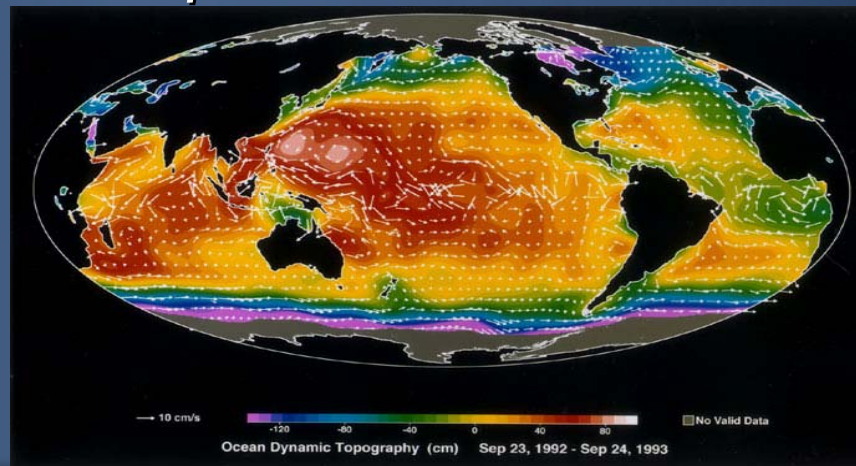


## *E. Térmica - Viabilidad*

- *Requiere una gran estructura que ha de ser construida en alta mar, en aguas profundas. Grandes costes.*
- *Prototipo construido en Hawai*
- *En Europa no existe perspectiva de posible aplicación en un futuro próximo*

## *La E de las mareas*

- *Las mareas son movimientos periódicos de elevación y descenso del nivel del mar debido a las atracciones gravitatorias que ejercen la Luna, el Sol y los demás cuerpos astrales. Su intensidad está en íntima relación con las posiciones relativas que el Sol y la Luna tienen respecto a la Tierra*



## *La E de las mareas - Viabilidad*

- *El obstáculo principal para la explotación de este tipo de energía es el económico, al ser los costes de inversión altos con respecto al rendimiento.*
- *Esta fuente de energía es sólo aprovechable en lugares de mareas largas y en los que el cierre no suponga construcciones demasiado costosas.*

## *La E de las corrientes marinas*

- *Las corrientes que se producen en el océano son debidas a las diferencias de temperaturas que existen entre aguas en zonas tropicales y aguas en zonas polares.*
- *La energía cinética de las corrientes puede ser aprovechada usando técnicas similares a las usadas en la energía eólica. Debido a la relativa alta densidad del agua se puede obtener un nivel de potencia alto con bajas velocidades.*



## *La E de las corrientes marinas - Ventajas*

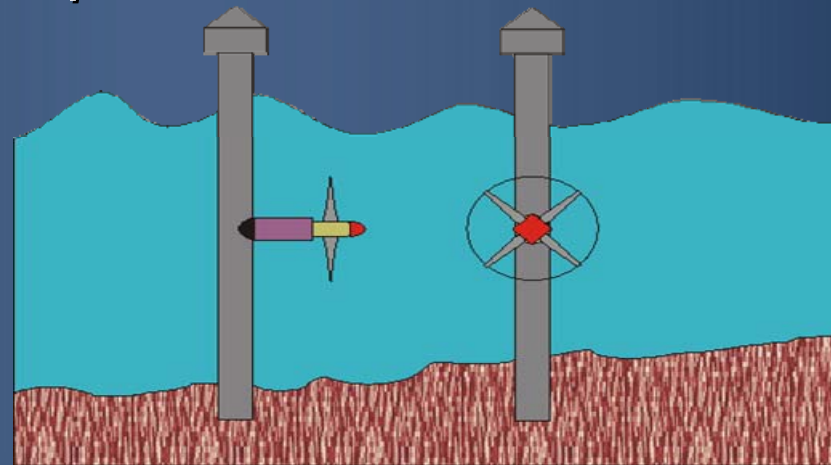
- *Su disponibilidad puede ser claramente predecible*
- *Bajo impacto ambiental sin contaminación, sin ruidos y con pequeño impacto visual (si existiera)*
- *La intensidad de energía que poseen las corrientes marinas está más concentrada que en el resto de las E.E. R.R.*
- *Pueden llegar a suministrar una importante fracción de la demanda de energía en el futuro*



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

# *La E de las corrientes marinas - Tecnología*

- *La técnica más extendida es el uso de un rotor de turbina conectado a un generador, situado perpendicularmente a la dirección del flujo de corriente y montado en una estructura, la cual puede estar localizada sobre el lecho marino o suspendida desde una plataforma flotante*



## *La E de las corrientes marinas - Conclusiones*

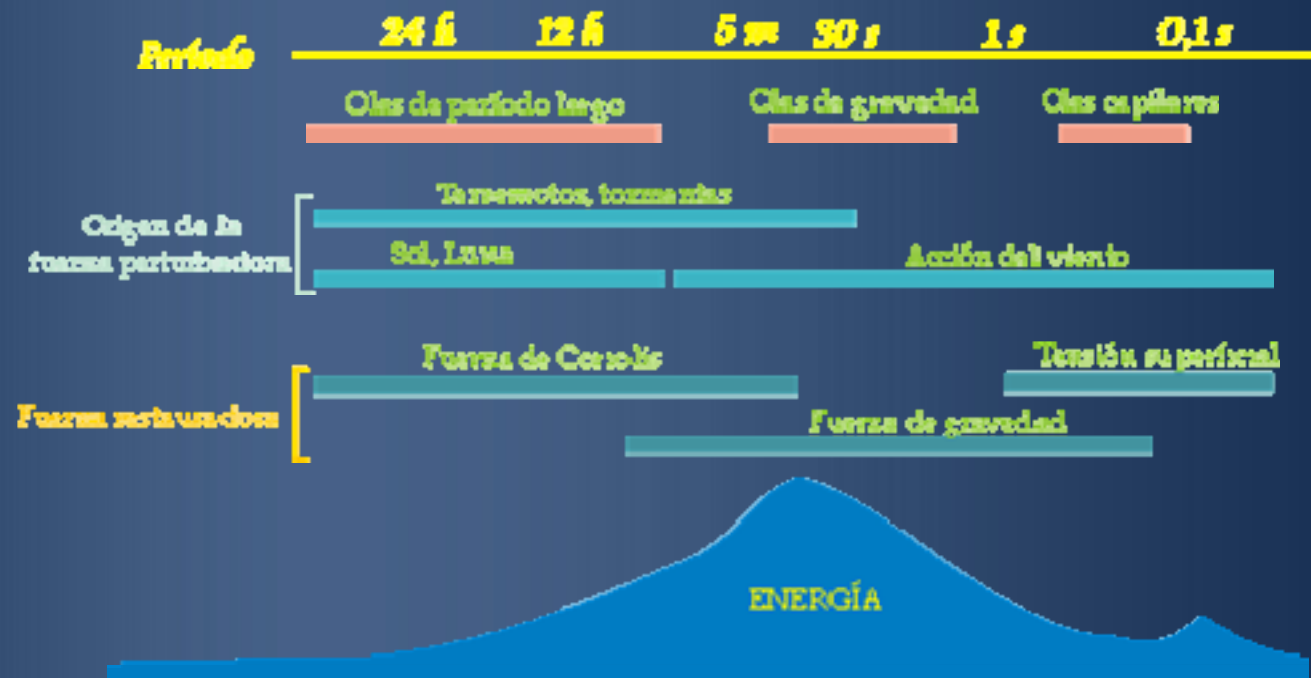
- *No existen razones técnicas significativas para no explotar este recurso a gran escala en un futuro próximo, ya que los principales aspectos que corresponden a la parte de ingeniería han sido desarrollados y bien establecidos*
- *Se debe desarrollar un programa de estudio sobre durabilidad y seguridad de las turbinas situadas en las corrientes marinas, con el fin de evaluar los costes y beneficios*

## *La E de las olas*

- *Las olas se pueden considerar como una transmisión de energía desde mar abierto hasta la costa*



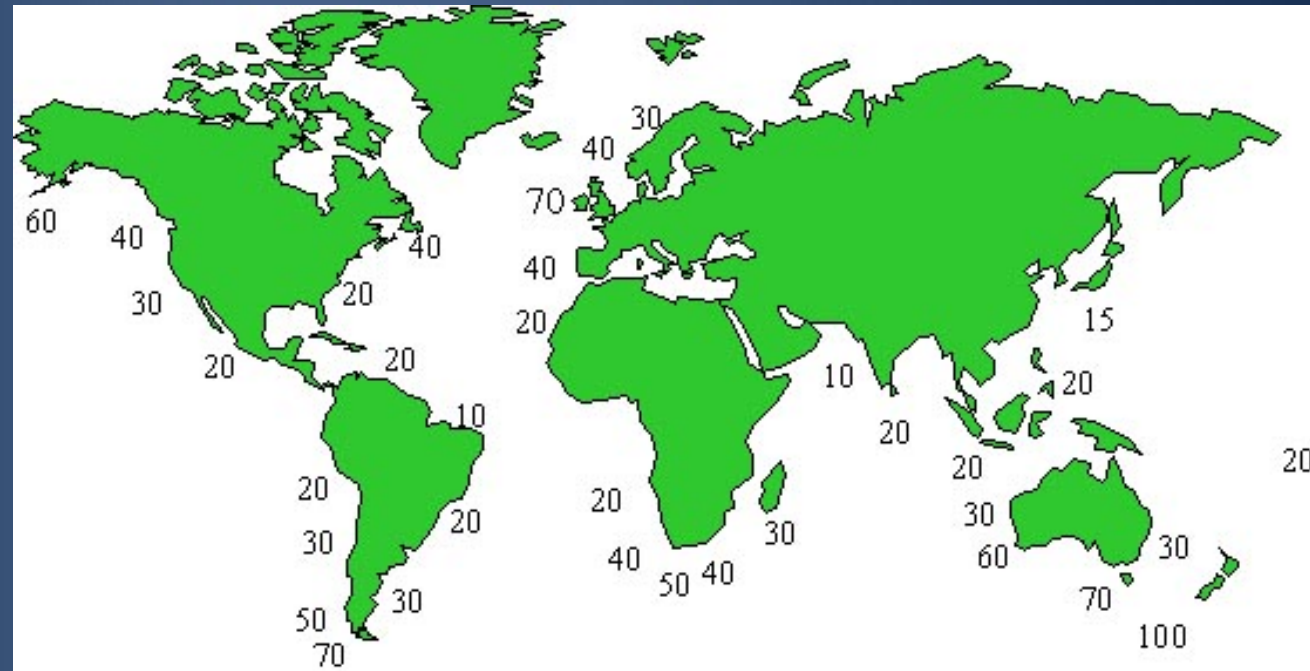
# La E de las olas - Tipos



- Entre los diferentes tipos de olas oceánicas, las generadas por el viento son las que tienen la máxima concentración de energía.

# La E de las olas - Recursos

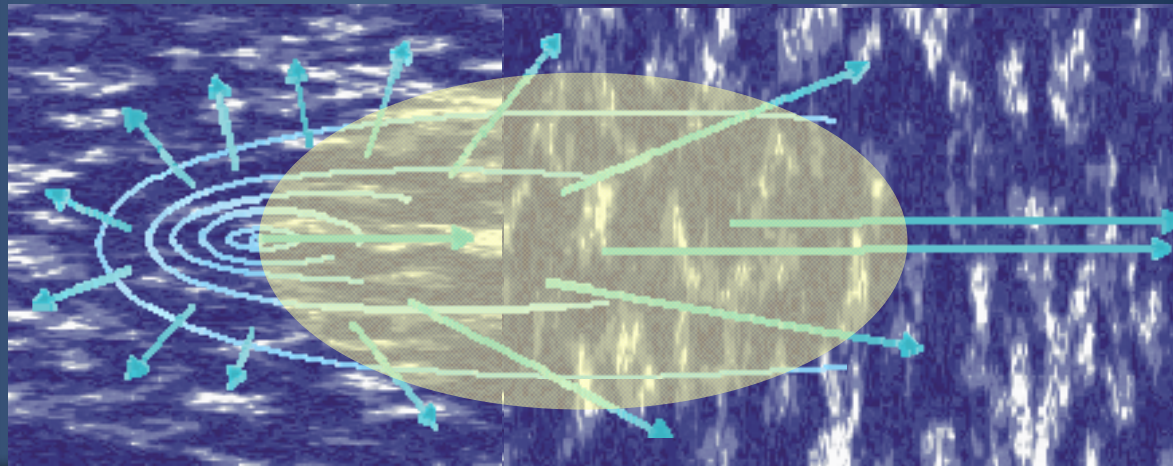
- *Distribución mundial de la energía de las olas, kW/m longitud de la ola*



# *La E de las olas – Olas generadas por el viento*

- *Este tipo de olas se forma cuando el viento sopla sobre la superficie marina. Ésta actúa como un acumulador de energía, transportándola al tiempo que la almacena.*

Zona de crecimiento      de      Mar totalmente desarrollado      Cambio a mar tendida



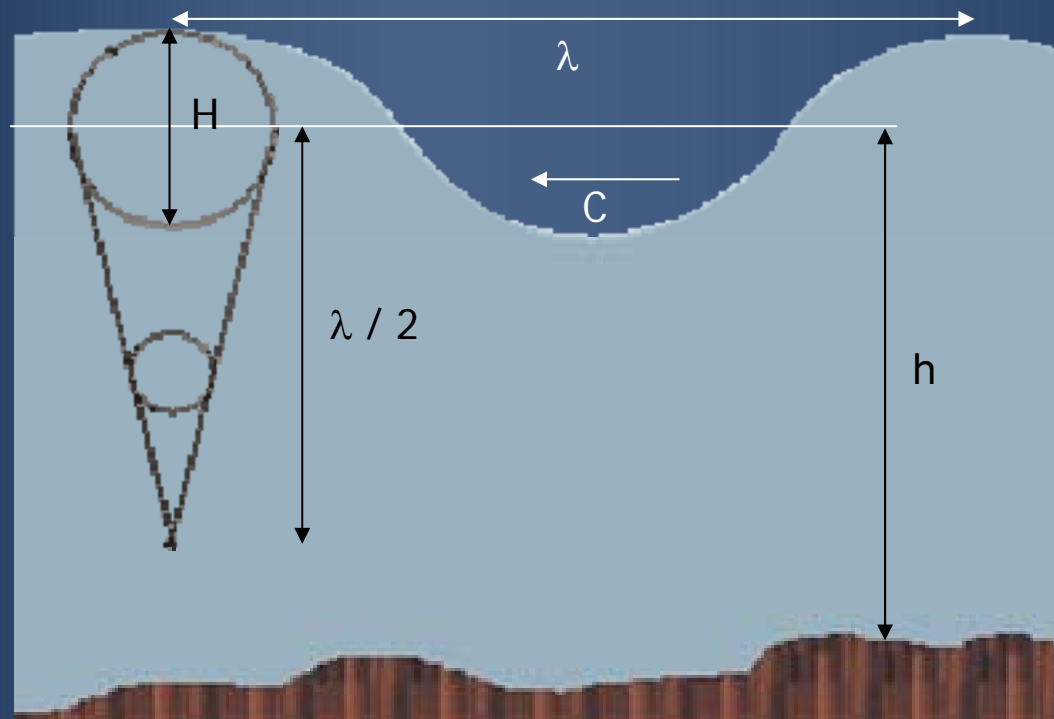
## *La E de las olas - Características*

- *Las olas se trasladan, pero no las partículas de agua, que se mueven en trayectorias elípticas o circulares.*
- *En las ondas largas (mareas) el desplazamiento horizontal de las partículas es igual en la superficie y en el fondo, describiendo órbitas del mismo radio en la misma horizontal, pero de distinta fase. Sobre la vertical las órbitas son de la misma fase pero disminuye el radio con la profundidad.*
- *Si no existe suficiente profundidad, el fondo afecta al desplazamiento vertical de las órbitas, que tendrán forma de elipses. Si la profundidad es muy pequeña, el movimiento vertical queda totalmente impedido.*



# La E de las olas – Teoría de ondas lineales

- *Olas cortas: c independiente de h, pero dependiente de  $\lambda$*



$$y = \frac{H}{2} \cos\left(\frac{2\pi x}{\lambda} - \frac{2\pi t}{T}\right)$$

$$T = \frac{2\pi}{\sqrt{\frac{2\pi g}{\lambda} \operatorname{tgh}\left(\frac{2\pi h}{\lambda}\right)}} = \frac{2\pi}{\omega}$$

$$\lambda = \frac{gT^2}{2\pi} \operatorname{tgh}\left(\frac{2\pi h}{\lambda}\right) \quad c = \frac{\lambda}{T}$$

## *La E de las olas – E de la onda lineal*

- *En una ola cada partícula está dotada de energía cinética y potencial*
- *En las olas regulares  $\lambda$  y  $T$  permanecen constantes*

$$E = E_p + E_c = \frac{\rho g \lambda b H^2}{8} = \frac{\gamma \lambda b H^2}{8} \text{ Kgm}$$

$\gamma$ : peso específico del agua Kg/m<sup>3</sup>

$b$ : longitud del frente de ondas



## *La E de las olas – Modificación de la E*

- **Refracción.** Cambio de dirección que experimenta la ola cuando se acerca a una zona de menor profundidad.
- **Reflexión.** Choque de la ola contra un obstáculo vertical, la ola se refleja con muy poca pérdida de  $E$ .
- **Difracción.** Dispersión de la  $E$  del oleaje a sotavento de una barrera.

# *La E de las olas – Técnicas de aprovechamiento*

- *Los convertidores GEOs son dispositivos que transforman la energía del oleaje en energía útil; tienen que ser capaces de resistir los embates del mar y funcionar eficientemente para las amplias gamas de frecuencia y amplitud de las olas*



## *La E de las olas - GEOs*

- *Son muchas las modalidades de GEOs que permiten obtener E del oleaje, aunque no está todavía claro cuáles son las opciones más favorables.*
- ***Conversión primaria.*** *Extracción de la E 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, generalmente electricidad.*

## *La E de las olas – Características de los GEOs*

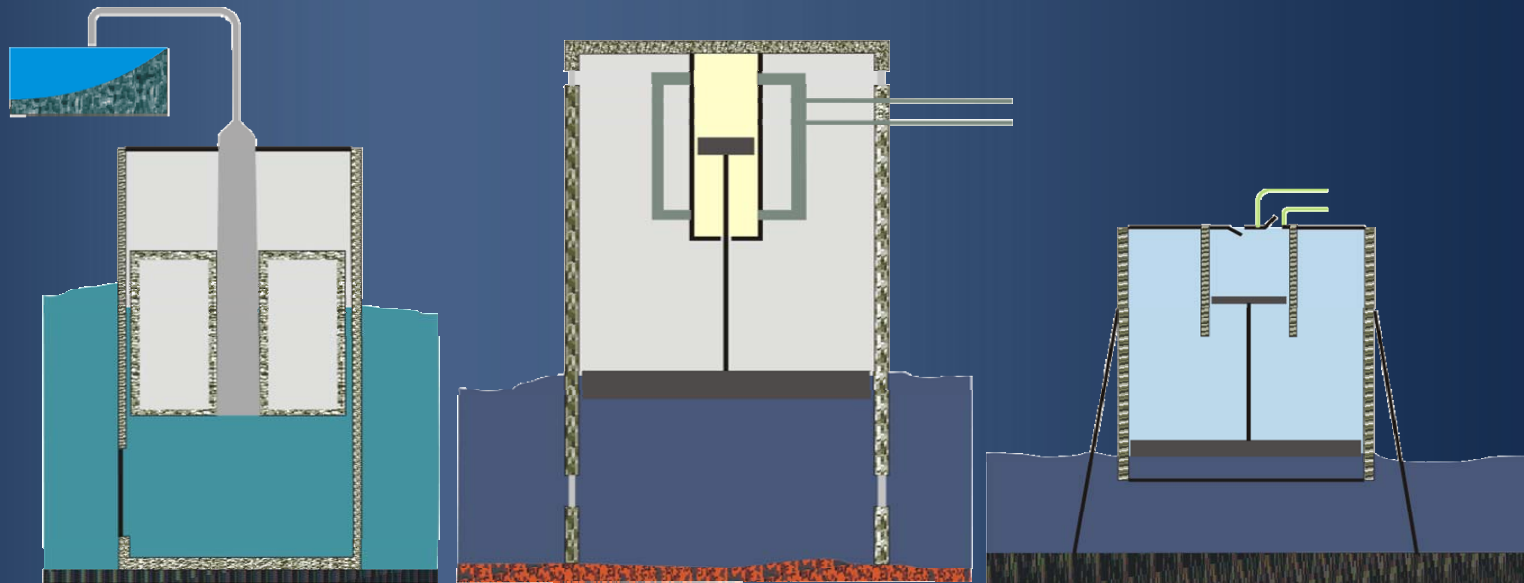
- *Posición relativa a la costa*
- *Capacidad de producción energética*
- *Posición relativa a la dirección del oleaje*
- *Posición relativa al agua*

## *La E de las olas – Técnicas de utilización*

- ***Empuje de la ola. La E de las olas se absorbe utilizando un pistón.***
- ***Variación de la altura de la superficie con la ola. Efecto de bombeo proporcionado por un flotador.***
- ***Variación de la presión bajo la superficie de la ola. Cámara abierta al mar que encierra un volumen de aire que se comprime y expande.***

## *La E de las olas – GEOs totalizadores*

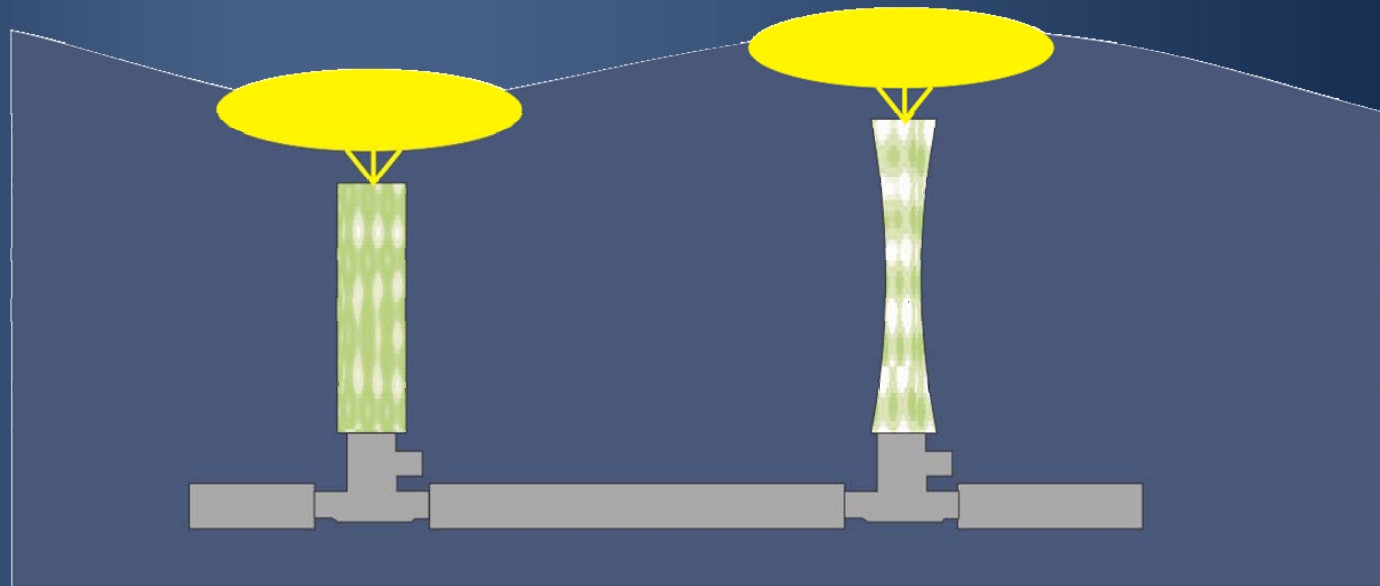
- *Situados perpendicularmente a la dirección del avance de la ola, se pretende captar la E de una sola vez*





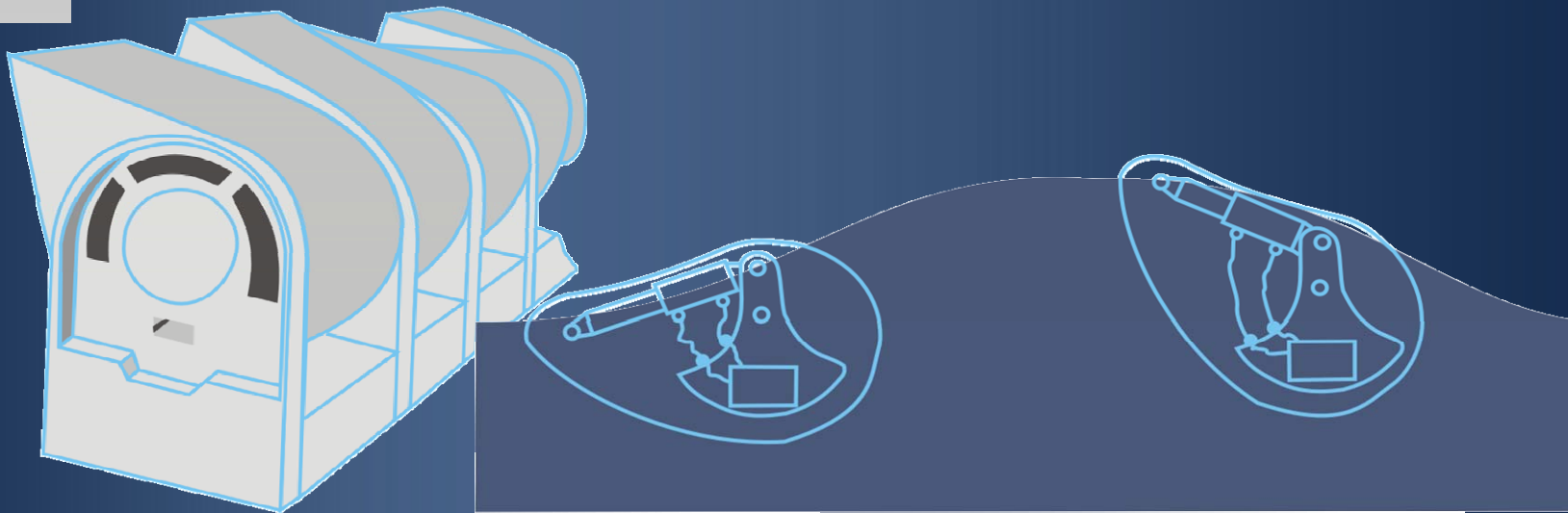
## *La E de las olas – GEOs de bombeo*

- *La bomba de manguera, desarrollada en Suecia en los años 80, aprovecha las características elásticas de una manguera de elastómetros*



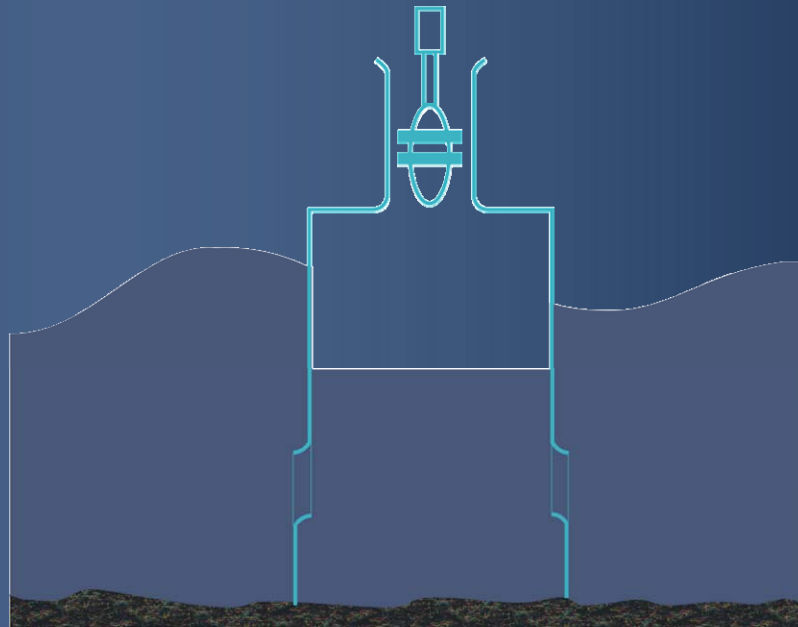
## *La E de las olas – GEOs hidráulicos*

- *GEO Duck o Pato Salter. Flotador alargado cuya sección más estrecha se enfrenta a la ola con el fin de absorber su movimiento lo mejor posible*



## *La E de las olas – GEOs columna oscilante*

- *Oscilación del agua dentro de una cámara semi-sumergida y abierta por debajo del nivel del mar. Se produce un cambio de presión del aire por encima del agua*



## *La E de las olas – Impacto Ambiental (I)*

- *Los GEOs en el litoral o cerca de él pueden tener impactos considerables sobre el medio ambiente. La absorción y modificación del oleaje puede variar la morfología de la zona y la vida marina.*
- *Pueden generar también impactos de tipo visual y sonoro.*
- *El aprovechamiento en altamar puede afectar a la vida marina ya que el oleaje asegura la circulación del oxígeno y de nutrientes en las aguas superficiales.*
- *Los efectos sobre el medio ambiente dependerán estrechamente del tipo de dispositivo utilizado.*

## *La E de las olas – Impacto Ambiental (y II)*

- *Efectos sobre el medio ambiente:*
  - *Alteración del clima marítimo (sedimentos; ecosistema)*
  - *Emisión de ruido, intrusión visual*
  - *Efectos sobre la reproducción de algunas especies*
  - *Efectos sobre la sedimentación en costas y playas*
  - *Riesgos para la navegación*

## *La E de las olas – Supervivencia de los GEOs*

- ***Tormentas.*** Tienen que sobrevivir en condiciones de olas extremas
- ***Mareas.*** Las mareas son desfavorables para el aprovechamiento del oleaje, el impacto sobre el rendimiento depende del GEO empleado

# *La E de las olas – Estado actual*

- *Aunque casi todos los GEOs necesitan todavía de una cierta investigación, algunos han alcanzado una relativa madurez comercial.*
- *GEOs mecánicos pequeños se podrían construir a medio plazo, mientras que GEOs para grandes aprovechamientos se podrán desarrollar a más largo plazo, ubicándolos en la costa o cerca de ella.*
  - *Mejoras en los rendimientos de las turbinas*
  - *Integración en la red eléctrica (fluctuaciones de potencia)*
  - *Mejoras en el rendimiento de los GEOs*
  - *Mejoras en los rendimientos de conversión hidráulica a alta presión*

# *Energía del Océano*

*Fin de la presentación*



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