

# **DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE COLUMNAS DE AGUA OSCILANTES DISPUESTAS EN PILOTES PARA PROTECCIÓN LITORAL EN LA BAHÍA DE CÁDIZ**

**II EDICIÓN DE LOS PREMIOS ANUALES  
“TU TFM EN 3M”**

**Autor del Trabajo Fin de Máster: Enrique García Beltrán**

**Tutor: Antonio Moñino Ferrando  
Cotutor: Manuel Díez Minguito**

**Máster Universitario en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos**



**UNIVERSIDAD  
DE GRANADA**



1. MOTIVACIÓN Y OBJETIVOS

2. DEFINICIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA

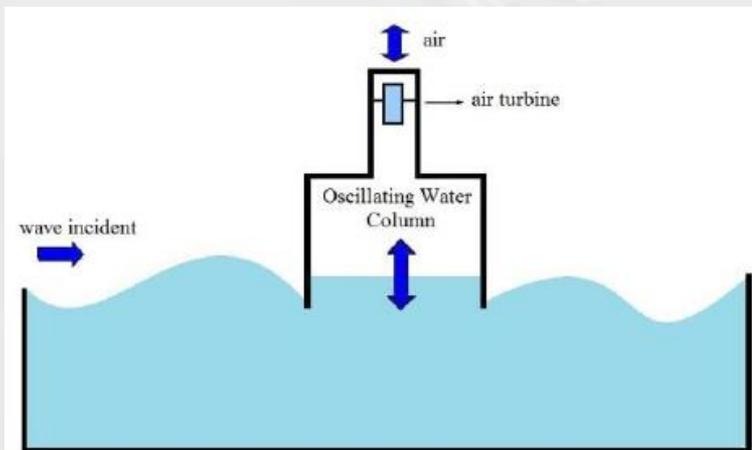
3. VALORACIÓN ECONÓMICA

4. CONCLUSIÓN

## 1. 1. MOTIVACIÓN

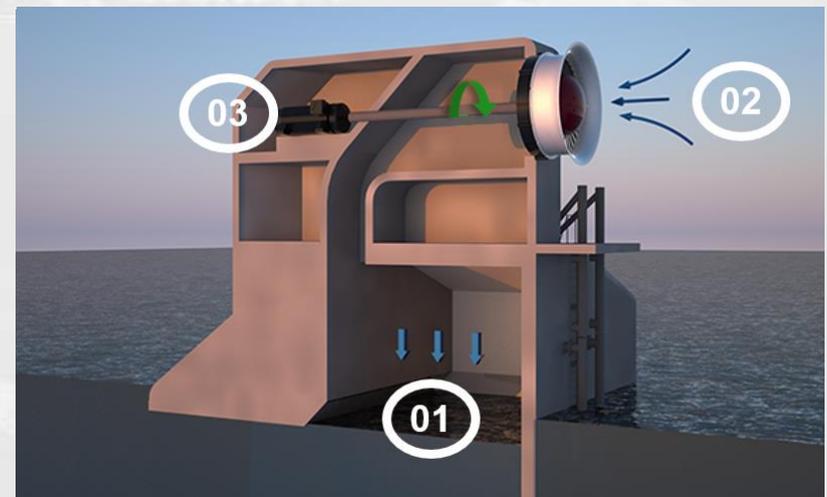
1. Las energías marinas renovables, y en particular la energía del oleaje, están llamadas a tener un papel más importante en los objetivos marcados por la UE.
2. España tiene un gran potencial para el aprovechamiento de este recurso por contar con 8.000 km de costas, oscilando la energía disponible entre 3-5 kW/m.

### DISPOSITIVOS OWCs



Fuente:

[https://www.researchgate.net/figure/280134885\\_fig1\\_Figure-1-Oscillating-Water-Column-Device](https://www.researchgate.net/figure/280134885_fig1_Figure-1-Oscillating-Water-Column-Device)



Fuente: <https://www.aquanetpower.com/how-it-works>

1. MOTIVACIÓN Y  
OBJETIVOS

2. DEFINICIÓN DE  
LA SOLUCIÓN  
ADOPTADA

3. VALORACIÓN  
ECONÓMICA

4. CONCLUSIÓN

## 1. 2. OBJETIVO

Objetivo Principal



**Construcción de una granja de dispositivos OWCs frente a la playa de la Costilla (Rota)**

Aprovechamiento  
energético

Protección del  
Litoral

1. MOTIVACIÓN Y OBJETIVOS

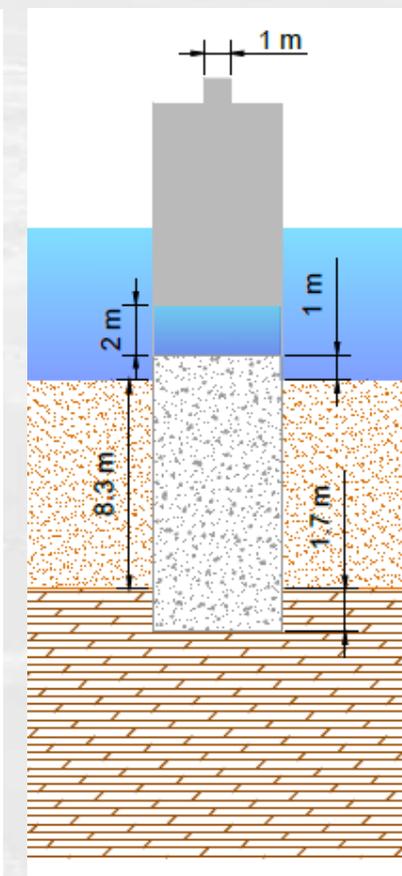
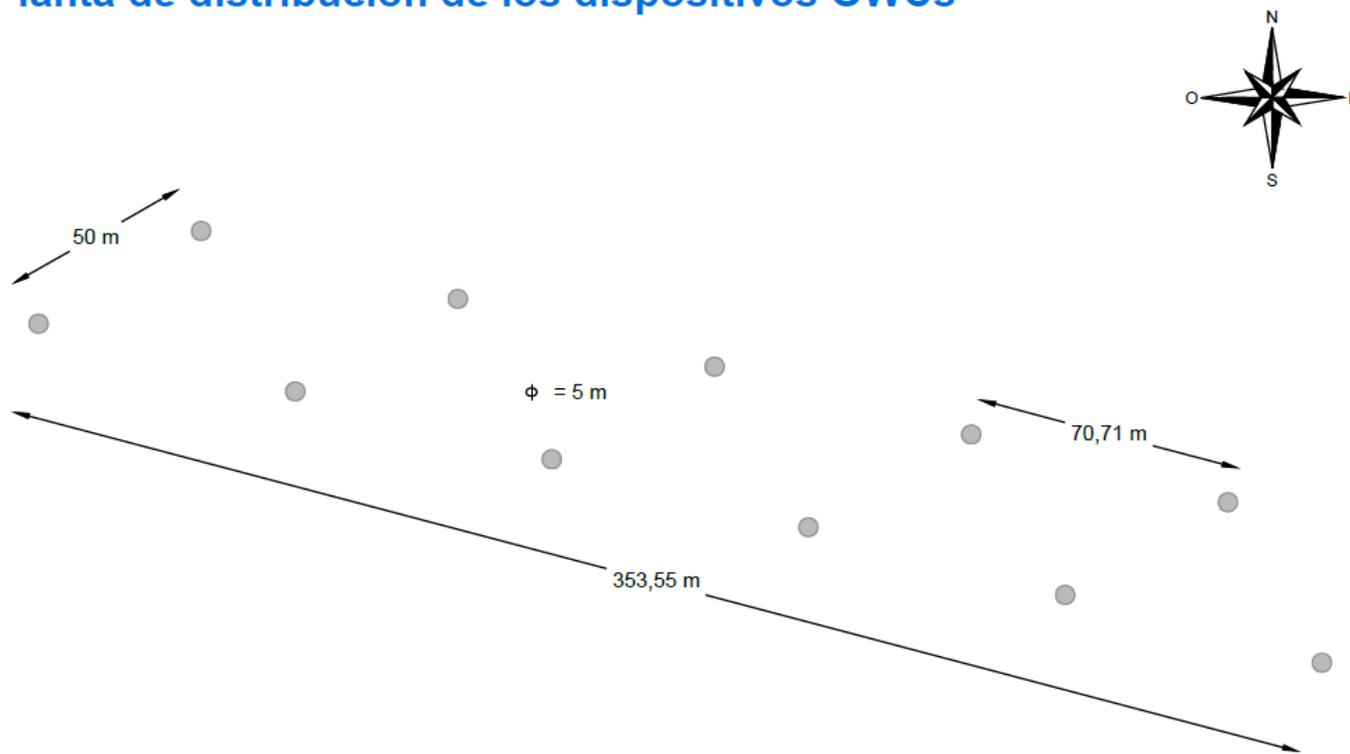
2. DEFINICIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA

3. VALORACIÓN ECONÓMICA

4. CONCLUSIÓN

## 2. 1. DEFINICIÓN DE LA OBRA MARÍTIMA

### Planta de distribución de los dispositivos OWCs



Distribución de los dispositivos OWC en planta y sección transversal tipo. Fuente: Elaboración propia con AutoCAD

1. MOTIVACIÓN Y  
OBJETIVOS

2. DEFINICIÓN DE  
LA SOLUCIÓN  
ADOPTADA

3. VALORACIÓN  
ECONÓMICA

4. CONCLUSIÓN

## 2. 2. POTENCIA EXTRAIDA POR EL DISPOSITIVO

- 1) Potencia del Oleaje  $\longrightarrow P_w = 37,849 \text{ kW / OWC}$
- 2) Potencia Neumática  $\longrightarrow P_{\text{pneum.}} = 10,136 \text{ kW / OWC}$
- 3) Rendimiento Final  $\longrightarrow \eta = 14,42 \%$

Potencia Generada Anual = 525.827,76 kWh

Reducción Emisiones CO<sub>2</sub> (331gCO<sub>2</sub> /kWh)= 174,05 ton CO<sub>2</sub> /año

Producción Energética = 525.827,76 kWh x 0,13 €/kWh = 68.357,61 €/año

1. MOTIVACIÓN Y OBJETIVOS

2. DEFINICIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA

3. VALORACIÓN ECONÓMICA

4. CONCLUSIÓN

## 2. 3. PROTECCIÓN FRENTE A LA EROSIÓN E INUNDACIÓN



Perfiles seleccionados. Fuente: Elaboración propia con Google Earth

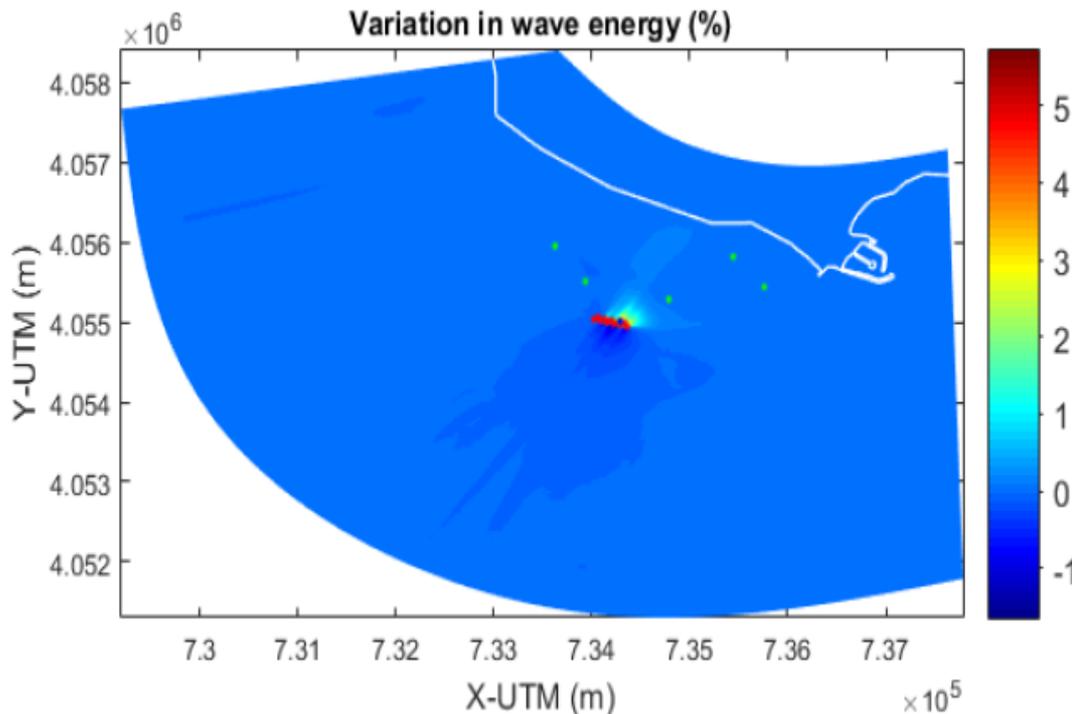
1. MOTIVACIÓN Y  
OBJETIVOS

2. DEFINICIÓN DE  
LA SOLUCIÓN  
ADOPTADA

3. VALORACIÓN  
ECONÓMICA

4. CONCLUSIÓN

## 2. 3. PROTECCIÓN FRENTE A LA EROSIÓN E INUNDACIÓN



Coste Regeneración Playa  
de la Costilla en el año 2016  
= 1.525.609,50 €



Ahorro Medio Anual =  
=  $0,0942 \times 1.525.609,50 \text{ €} =$   
143.712,41 € / año

Disminución de la Energía tras la colocación de los OWCs (%).  
Fuente: Elaboración propia con Matlab

1. MOTIVACIÓN Y OBJETIVOS

2. DEFINICIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA

3. VALORACIÓN ECONÓMICA

4. CONCLUSIÓN

### INVERSIÓN TOTAL

<b>PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL</b>	<b>1.960.812,90 €</b>
GASTOS GENERALES (13% P.E.M.)	254.905,68€
BENEFICIO INDUSTRIAL (6% P.E.M.)	117.648,77€
<b>PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA</b>	<b>2.333.367,35 €</b>
I.V.A. (21% P.E.C.)	490.007,15 €
<b>PRESUPUESTO GLOBAL DE LICITACIÓN</b>	<b>2.823.374,50 €</b>
GASTOS DE REDACCIÓN DEL PROYECTO (3% DEL P.E.M.)	58.824,39 €
ASISTENCIA TÉCNICA (6% DEL P.E.M.)	117.648,78 €
I.V.A. (21%)	37.059,37 €
<b>INVERSIÓN TOTAL</b>	<b>3.036.907,04 €</b>



GASTOS DE EXPLOTACIÓN ANUALES	
<b>PERSONAL</b>	20.000,00 €
<b>EMBARCACIÓN</b>	10.000,00 €
<b>MEDIOS NECESARIOS</b>	5.000,00 €
<b>TOTAL</b>	<b>35.000,00 €</b>

### SUBVENCIÓN TOTAL (50%)

PROGRAMA OPERATIVO FEDER ANDALUCÍA (80%)	1.214.762,82€
CONSEJERÍA DE EMPLEO, EMPRESA Y COMERCIO (20%)	303.690,70€
<b>SUBVENCIÓN TOTAL</b>	<b>1.518.453,52 €</b>



### INGRESOS DE EXPLOTACIÓN ANUALES

<b>ENERGÍA PRODUCIDA (kWh)</b>	525.827,76
Precio energía producida (€/kWh)	0.13
<b>INGRESOS POR PRODUCCIÓN ENERGÉTICA</b>	<b>68.357,61 €</b>
<b>INGRESOS POR AHORRO REGENERACIÓN</b>	<b>143.712,41 €</b>
<b>TOTAL</b>	<b>212.070,02 €</b>

1. MOTIVACIÓN Y  
OBJETIVOS

2. DEFINICIÓN DE  
LA SOLUCIÓN  
ADOPTADA

3. VALORACIÓN  
ECONÓMICA

4. CONCLUSIÓN

**Vida útil = 20 años**



<b>RESULTADO FLUJOS NETOS DE CAJA</b>	
<b>TIR</b>	<b>6,013 %</b>
<b>VAN</b>	<b>282.581,24 €</b>

1. MOTIVACIÓN Y  
OBJETIVOS

2. DEFINICIÓN DE  
LA SOLUCIÓN  
ADOPTADA

3. VALORACIÓN  
ECONÓMICA

4. CONCLUSIÓN

**Los dispositivos OWCs colocados frente a la línea de costa pueden considerarse una alternativa a las formas convencionales de protección litoral, lo cual mejoraría la viabilidad de este tipo de obras marítimas para el aprovechamiento energético del oleaje.**

**GRACIAS POR SU  
ATENCIÓN**



**UNIVERSIDAD  
DE GRANADA**

