

# PROPUESTA PRELIMINAR PARA LA CREACIÓN DE UN LABORATORIO NATURAL EN MANZANILLO, COLIMA

María Monserrat Guzmán González<sup>#1</sup>, Manuel Gerardo Verduzco Zapata<sup>#1</sup>, Francisco J. Ocampo-Torres<sup>#2</sup>

<sup>#1</sup>Facultad de Ciencias Marinas, Universidad de Colima, Carretera Manzanillo-Barra de Navidad km 19.5 Colonia El Naranjo. C.P. 28868, Manzanillo, Colima, México. [manuel\\_verduzco@ucol.mx](mailto:manuel_verduzco@ucol.mx)

<sup>#2</sup>Departamento de Oceanografía Física, Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Carretera Ensenada-Tijuana 3918, Ensenada, Baja California, México.

## RESUMEN

A nivel global, existen varios institutos u observatorios equipados con el propósito de desarrollar tecnologías y métodos novedosos que permitan diseñar dispositivos extractores de energía del océano en sus diferentes modalidades: mareas, corrientes, oleaje, gradiente térmico, gradiente salino e inclusive eólico en ambientes marinos, los cuales juegan un papel importante en el diseño de dispositivos. Estos observatorios también son conocidos como Laboratorios Naturales, haciendo referencia a un espacio no confinado en un área específica dentro del mar, acondicionado con el equipo necesario para realizar mediciones con una determinada resolución espacio-temporal. En este trabajo se estudiaron una variedad de casos exitosos de laboratorios naturales a nivel global para conocer más a fondo sus características, área de cobertura, sensores utilizados y servicios que ofrecen, esto con el objetivo de poder identificar las distintas áreas de oportunidad para implementar un laboratorio natural en las costas mexicanas. Como resultado de dicha investigación, se propuso la configuración de un laboratorio natural en la playa de Campos, localizada en Manzanillo Colima y sus características se describen en el presente escrito.

## INTRODUCCIÓN

Es necesario desarrollar tecnologías y métodos novedosos que permitan diseñar dispositivos extractores de energía del océano en sus diferentes modalidades: mareas, corrientes, oleaje, gradiente térmico, gradiente salino e inclusive eólico en ambientes marinos. Este desarrollo de tecnología será gracias a herramientas de vanguardia que permitan llevar a cabo tanto experimentos numéricos como de laboratorio, con la finalidad de evaluar el comportamiento hidrodinámico de cada dispositivo y su respuesta bajo distintos estados de mar, y con ello evaluar su capacidad para extraer energía.

Sin embargo, es necesario llevar a cabo pruebas en campo a escala real con el objetivo de validar los resultados obtenidos mediante los métodos antes referidos, los cuales por sus propias limitaciones pueden llegar a sobre-simplificar el efecto de variables complejas presentes en el océano y cuyos procesos físicos se desconocen o no son del todo comprendidos.

Por tal motivo se reconoce la necesidad de realizar experimentos en ambientes de naturaleza aleatoria pero totalmente equipados con instrumentos y sensores de vanguardia que permitan identificar y cuantificar los diferentes procesos espaciales y temporales que ocurran al momento de realizar las pruebas de diversos dispositivos extractores de energía y con ello evaluar su respuesta y eficiencia ante estos escenarios. Estos espacios se les conoce como laboratorios naturales

Desde hace algunos años atrás, ciertas partes del mundo han equipado áreas en el mar con las tecnologías necesarias para medir la eficiencia de los dispositivos captadores de energía.

## ANTECEDENTES

Alrededor del mundo existen países que, en conjunto con instituciones de investigación, han acondicionado un área específica del mar con aparatos que les permiten tener datos en tiempo real de las diferentes variables oceanográficas existentes con el paso del tiempo, en estas mismas áreas han nido acondicionando e implementado nuevas tecnologías para la extracción de energía del océano, ya sea oleaje, de corrientes, gradientes térmicos, salinos, etc., una de las regiones más avanzadas en este tema se encuentra en Europa, ya que en varios de sus países ya se encuentran operando laboratorios naturales. En España, se encuentra EMEC (Centro Europeo de Energía Marítima) (Figura 1) fundado en el año 2003 es el primero y único centro de este tipo en el mundo que ofrece a los desarrolladores de convertidores de energía de olas y mareas instalaciones

de prueba de mar abierto acreditadas por ISO / IEC 17020. Se encuentra ubicado en el archipiélago de las islas Orcadas y cuenta con cuatro laboratorios de prueba: uno para oleaje, uno para mareas y dos laboratorios a escala donde se pueden probar los dispositivos en condiciones menos agresivas que las experimentadas en los sitios de prueba de marea y oleaje. El sitio de prueba donde se pueden realizar experimentos de prototipos a escala 1:1 está localizado en Billia Croo, Strommes, es una zona con un oleaje promedio de 2 a 3 metros, pero llegando a extremos de 17 metros.

El sitio de prueba de dispositivos para la captación de energía por medio de mareas se encuentra en Fall of Warness, que se encuentra en un estrecho canal entre el Westray Firth y Stronsay Firth. El sitio fue elegido por sus corrientes marinas de alta velocidad que alcanzan casi 4 m / s (7,8 nudos) en las mareas de primavera

El sitio de prueba de oleaje a escala está localizado es Scapa Flow, al sur de Kirkwall, fue elegido por sus aguas relativamente tranquilas que alcanzan casi 0,35 m de altura de ola significativa.

El sitio de marea a escala está localizado en Shapinsay sound, al noreste de Kirkwall, corrientes marinas de velocidad bastante benigna con una marea máxima de 1.5 m/s.

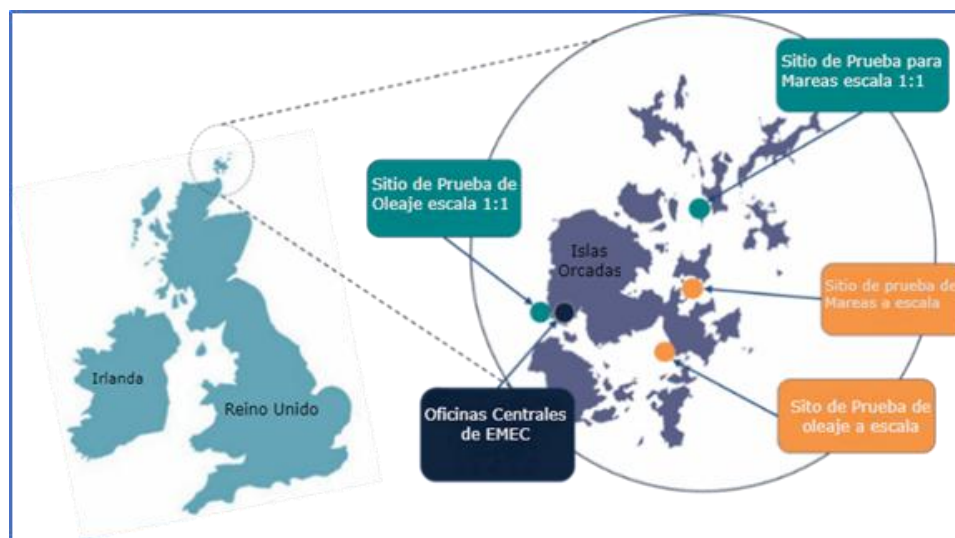


Figura 1 Localización de los Laboratorios de EMEC, imagen adaptada de <http://www.emec.org.uk/facilities/>

También localizado en España, más específicamente en las costas de Bizkaia, en la localidad de Armintza-Lemoiz, se encuentra BIMEP (Biscay Marine Energy Platform) (Figura 2). Este laboratorio ensaya prototipos de energías renovables de origen marino, como pueden ser las energías de las olas, las corrientes o la eólica en mar abierto, para demostrar su viabilidad técnica y económica.

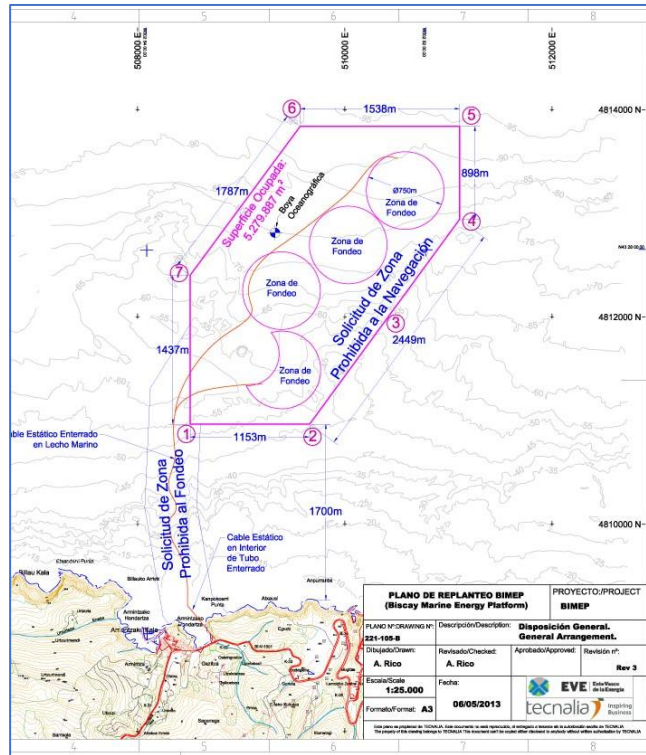


Figura 2 Localización del Laboratorio de BIMEP, imagen adaptada de <http://bimep.com/wp-content/uploads/2013/06/Bimep-plano-de-replanteo.jpg>

Otro lugar en donde se tiene registros de un laboratorio Natural es en las Islas Canarias donde se encuentra PLOCAN (Plataforma Oceánica de las Canarias) (Figura 3), cuyo principal objetivo a desarrollar en su banco de ensayos son el aprovechamiento de energías renovables marinas (olas, mareas, corrientes y viento), la observación oceánica, desarrollo de vehículos, instrumentos y máquinas submarinas, acuicultura fuera de costa y estudio de comportamiento de materiales en ambientes extremos.

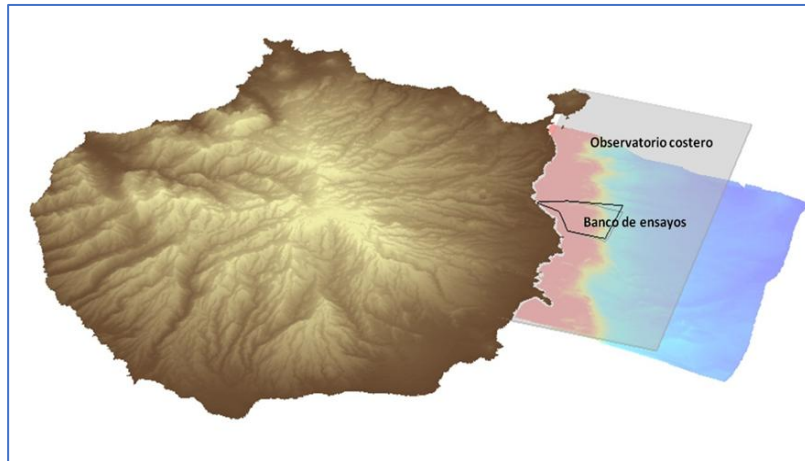


Figura 3 Localización del Banco de ensayos de PLOCAN, imagen obtenida de <http://observatorios.plocan.eu/images/costero/descripcion/observatorio-costero.jpg>

Por otro lado, en Irlanda también está creciendo su interés por las energías Renovables, creando así dos laboratorios naturales: AMETS (Figura 4) y Galway Bay Marine (Figura 4). AMETS cuenta con dos sitios de prueba, uno a escala 1:1 y uno a escala, pero en este caso los dos sitios de prueba están enfocados a la captación de energía del oleaje, al igual que Galway Bay Marine.



Figura 4 Localización de los sitios de prueba de AMETS, imagen adaptada de <http://www.arcgis.com/apps/OnePane/basicviewer/index.html?webmap=4ba5af2cac30433b8e4f98a2377d54ac>



Figura 5 Localización del sitio de Prueba de Galway Bay Marine, imagen adaptada de <http://www.arcgis.com/apps/OnePane/basicviewer/index.html?webmap=11a4359eef4f40539b4bfb83d145b88>

Cabe mencionar que, en América, hasta el momento no se tiene zonas definidas para la captación de energías marinas renovables, pero si existen varios países como Puerto Rico, y algunos estados de Estados Unidos de América como California, Oregon, Carolina del Norte y Sur, Georgia, Florida, etc. tienen equipos colocados en toda la costa como boyas oceanográficas, estaciones meteorológicas, radares costeros HF, planeadores submarinos, boyas a la deriva, entre otros equipos que les ayudan en operaciones marítimas, riesgos costeros, calidad del agua, cambio climático, corrientes de retorno, etc.

Para la selección del lugar propuesto para este trabajo, se tomaron en cuenta los aspectos que se describen anteriormente, tome como base estos laboratorios ya que son los que tiene más tiempo funcionando, e inclusive algunos de ellos ya están produciendo energía eléctrica a partir de la energía de las olas, en la siguiente tabla se visualizan algunos de los que se consultaron (Tabla 1).

Tabla 1 Lista de Laboratorios Naturales consultados

LABORATORIO	SITIO WEB
SOCIB	<a href="http://www.socib.es/">http://www.socib.es/</a>
JAMSTEC	<a href="http://www.jamstec.go.jp/e/">http://www.jamstec.go.jp/e/</a>
CARICOOS	<a href="http://www.caricoos.org/">http://www.caricoos.org/</a>
CeNCOOS	<a href="http://www.cencoos.org/">http://www.cencoos.org/</a>
SECOORA	<a href="http://secoora.org/">http://secoora.org/</a>
MARACOOS	<a href="http://maracoos.org/">http://maracoos.org/</a>
NERACOOS	<a href="http://www.neracoos.org/">http://www.neracoos.org/</a>
PacIOOS	<a href="http://www.pacioos.hawaii.edu/">http://www.pacioos.hawaii.edu/</a>
AOOS	<a href="http://www.aos.org/">http://www.aos.org/</a>
NANOOS	<a href="http://www.nanoos.org/">http://www.nanoos.org/</a>
SCCOOS	<a href="http://www.sccoos.org/about/technologies/">http://www.sccoos.org/about/technologies/</a>
GCOOS	<a href="http://gcoos.org/">http://gcoos.org/</a>

## METODOLOGIA

La metodología se basó en la revisión de literatura relacionada con Laboratorios Naturales, que tomaron en cuenta para la localización del laboratorio, las condiciones oceanográficas, el equipo con el que cuentan, la localización dentro del laboratorio, etc.

## RESULTADOS

Como resultado de la revisión de la literatura, se escogió la playa de Campos (Figura 6, 7 y 8) localizada en Manzanillo para la propuesta preliminar, la profundidad promedio es de 43 metros con profundidades máximas de 86 metros y menores a 10 metros cerca de la línea de costa. La ubicación del laboratorio será aproximadamente a 460 metros de la costa con las coordenadas descritas a continuación, (Tabla 2) al no pertenecer a la Bahía de Manzanillo o Santiago, el oleaje llega más directo a la costa, cerca se encuentra el CRIP (Centro Regional de Investigación Pesquera en Manzanillo) cuyas instalaciones pueden servir para el monitoreo de los equipos colocados en el área mencionada antes, aunado a esto, está la posibilidad de que la empresa israelita Eco Wave Power coloque su primera planta para la creación de energía eléctrica a partir de las olas en la playa de Cuyutlán-Tepalcates, así el laboratorio podrá proporcionar a la planta las variables oceánicas que requieran en tiempo real.

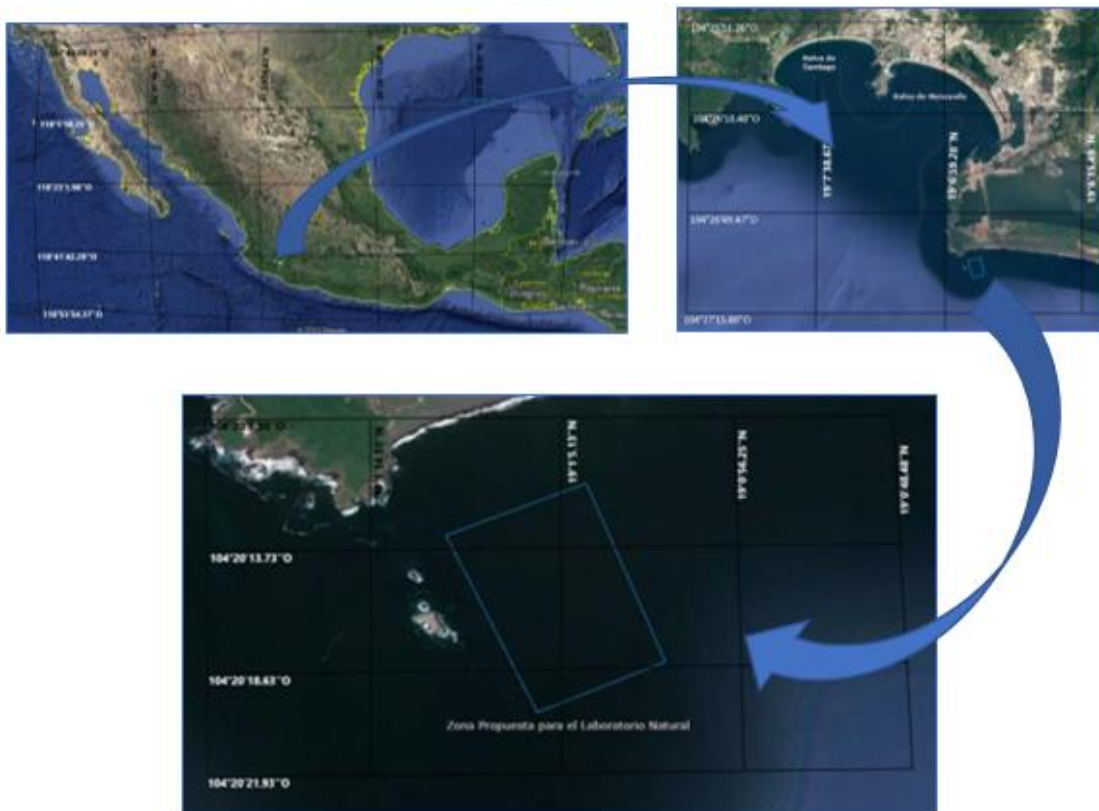


Figura 6, 7 y 8 De izquierda a derecha, localización de la zona propuesta para el laboratorio natural imágenes adaptadas de Google Earth Pro

Tabla 2 Coordenadas del Laboratorio Natural propuesto

punto	latitud	Longitud
1	19°0'54.73''N	104°19'42.08''O
2	19°0'54.79''N	104°19'20.69''O
3	19°0'28.27''N	104°19'20.57''O
4	19°0'28.29''N	104°19'39.27''O

La mayoría de los laboratorios consultados cuentan con equipamiento muy similar, usan Radares Costeros HF para medición de oleaje, se encuentran delimitados por diferentes tipos de boyas, como lo son las Boyas de deriva, oceanográficas, de Balizamiento, etc., y dependiendo de la extensión de sus áreas de estudio pueden contar con buques oceanográficos o planeadores submarinos. Para la medición de mareas, cuentan con perfiladores de corriente, y para la transmisión de datos en tiempo real cuentan con estaciones fijas de medición, que proporcionan datos como temperatura, salinidad, presión, calidad del agua, entre otros aspectos y usan cables submarinos para mantener monitoreados a los equipos que se estén ensayando.

En la siguiente tabla se muestra la información recabada en cuanto a equipamiento de cada laboratorio citado anteriormente (tabla 3).



Tabla 3 Resumen de equipos usados en los laboratorios

Información	EMEC	PLOCAN	AMET	GALWAY	BIMEP
Área (km <sup>2</sup> )	6.5	23	6.9	0.37	5.3
Años de operación.	14	10	11	11	
Laboratorios a escala	X		X		
Radares HF.	X		X		
Planeadores submarinos (ej.: Gliders, WaveGliders, Sailbuoy, Seabotix, etc.).		X			
Boyas de deriva y/o boyas Argo.	X			X	X
Boyas oceanográficas.	X		X	X	
Boyas de balizamiento	X		X		X
Monitoreo de playas.					
Buque oceanográfico.		X			
Estaciones fijas de mediciones (temperatura, salinidad, presión y/o calidad de agua).	X	X	X	X	
Plataforma oceánica.		X			
Laboratorios terrestres.	X	X			X
Cámara hiperbárica.		X			
Centro de tecnología.	X	X			
Estaciones meteorológicas.			X	X	
Perfiladores de corrientes.	X			X	
Modelos.			X	X	X
Datos satelitales.					
Cableado Submarino	X	X	X	X	X

De tal modo, se propone la siguiente configuración preliminar: el área de estudio que contara con 2.74 Km<sup>2</sup>, como se mencionó anteriormente, se localizara a 460 metros de la costa, el área de prueba se encontrara delimitada por boyas de señalización, contará con boyas de marcado para ubicar los puntos donde se encuentren equipos submarinos, para monitorear las condiciones oceanográficas del área se tendrá una boya oceanográfica, que transmitirá los datos en tiempo real. (Tabla 4)



Tabla 4 Equipo Propuesto para el Laboratorio Natural

Laboratorio Natural en Manzanillo, Colima.	
Equipo	Descripción
Área (km <sup>2</sup> )	2.80
Distancia a la costa (m)	460
Boyas de balizamiento	Boyas que contarán con un sistema de luces, batería, sistema auxiliar de energía solar, marcadores y GPS.
Boyas de marcado	Las cuales se conectarán mediante cables a los equipos que se estén ensayando, estas boyas pueden transmitir datos de manera inalámbrica
Boya Oceanográfica	oceanográfica la cual proporcionara datos meteorológicos, oceanográficos y de calidad de agua en tiempo real
Perfilador Acústico de corrientes Doppler ADP	que contara con sensor de temperatura y un GPS para referencias del fondo, un radar costero localizado en punta campos para medición de oleaje.
Pesos Muertos	Compuestos de hormigón, que se utilizarán para los amarres de los diferentes equipos que se ensayaran en el laboratorio
Cableado Submarino	Para la transmisión de energía, control y/o comunicación de las boyas

## DISCUSIONES

Con base en la literatura consultada, la zona seleccionada si es apta para la colocación del laboratorio natural, ya que cuenta con un rango de profundidades que van desde los 20 hasta los 59 metros de profundidad con una altura de ola de 3 metros y un periodo de 16 segundos y un rango de mareas de 90 cm. Aproximadamente, es una zona con muy poco o nulo tráfico marítimo, aparte de que la elección de esta zona por parte de la empresa israelita Eco Wave Power para la instalación de la primera planta de generación de energía eléctrica a partir de las olas en México, nos da la idea de la capacidad que tiene esta zona, es conveniente tener un laboratorio a escala para poder probar este tipo de equipos y poder estudiar su funcionamiento, ya que estos requieren una gran inversión.

## CONCLUSIONES

Muchos países alrededor del mundo están optando por alternativas más ecológicas para crear energía eléctrica, claramente Europa lleva mucha ventaja en este tema, ya que varios de los laboratorios que actualmente están en funcionamiento en diferentes países de Europa llevan más de 10 años ensayando tecnologías para la captación de energía proveniente del mar, principalmente del oleaje y de las mareas, eso no quiere decir que en América estemos atrasado en ese tema, ya que existen instituciones que llevan mucho tiempo investigando y recolectando información de los océanos con equipo que tienen instalado en las costas, el siguiente paso, es que esas mismas instituciones tengan un espacio definido para poder probar nuevas tecnologías para la captación de energía proveniente del océano.

Las costas mexicanas también tienen un gran potencial en este aspecto, no lo desaprovechemos.

## REFERENCIAS

- Emec- Centro Europeo de Energia Marina (2017) recuperado de <http://www.emec.org.uk/>
- Bimep - Área de ensayos de energía marina de Arminza. (2017) recuperado de <http://bimep.com/>
- Plocan-Plataforma Oceanica de las Canarias (2017) recuperado de <http://www.plocan.eu/index.php/es/>
- Seai-Welcome to the Sustainable Energy Authority of Ireland (2015) recuperado de <http://seai.ie/>
- Galicia Pérez M. A., Heberto Rodríguez J. y Torres Orozco E. (2008). Aspectos de la circulación marina y el oleaje en la bahía de Manzanillo. *Iridia*, 3(2), 42