

# Actualización de las actividades del Proyecto Undimotriz. Diez años de desarrollo en el sector energético marino

**Mario Pelissero; Pablo Alejandro Haim; Federico Gallo ,Roberto Tula<sup>1</sup>**

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Buenos Aires,  
Departamento de Ingeniería Mecánica. Medrano 951, (CP1179AAQ)  
Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina

*undimotriz@gmail.com*

*Recibido el 28 de julio de 2020, aprobado el 1° de septiembre de 2020*

## Resumen

La energía undimotriz, energía de ondas marinas, es un recurso energético aun no aprovechado comercialmente por la industria energética mundial. Desde el 2009, la UTN.BA está trabajando en un proyecto de investigación, desarrollo e innovación de tecnología con el objetivo de aprovechar esta energía. Esta presentación reúne la información nacional e internacional del tema junto con el trabajo realizado por el equipo a lo largo de estos últimos años; se muestran los dispositivos construidos, los ensayos realizados y la evaluación del impacto ambiental además de la patente del mecanismo del equipo y la situación actual del proyecto en escala real a instalar en la costa bonaerense.

**PALABRAS CLAVE:** OLAS – ENERGÍA – PROTOTIPO – PATENTE – ENSAYOS

## Abstract

Wave energy, sea wave energy, is an energy resource not yet commercially exploited by the world energy industry. Since 2009, the UTN.BA has been working on a technology research, development and innovation project with the aim of harnessing this energy. This presentation brings together national and international information on the subject together with the work carried out by this team over the last few years; The devices built, the tests carried out and the evaluation of the environmental impact are shown, as well as the patent of the equipment mechanism and the current situation of the full-scale project to be installed on the state of Buenos Aires coast.

**KEYWORDS:** WAVE – ENERGY – PROTOTYPES – PATENT - TESTING

---

<sup>1</sup> Han colaborado también en calidad de autores de este trabajo: Nicolás Ceciaga; Ana Julia Lifschitz, Nahuel Maldonado; Emiliano Cirelli; Sebastián Bagnasco; Gustavo De Vita; Nicolás Benítez; Rubén Bufanio; Macarena Balbiani; Griselda Carreras; Eliana Canepa; Federico Muiño; Paolo Gyssels; Martin Jáuregui y Leandro Pittón.

## Introducción

La energía undimotriz es la energía que poseen las ondas marinas que son generadas principalmente por los vientos que deforman la superficie del agua. Esta energía en forma de onda es capaz de transportar su energía cientos de kilómetros con una pérdida de energía muy baja. Es por ello que las densidades energéticas promedio mundiales son mayores que la energía solar y eólica.

## Historia

Los primeros testimonios sobre la utilización de la energía de las olas se encuentran en China, donde, en el siglo XIII, empiezan a operar molinos por acción del oleaje. Al principio del siglo XX, el francés Bouchaux-Pacei suministra electricidad a su casa en Royan mediante un sistema neumático, parecido al sistema de columna de agua oscilante. En esa misma época, se prueban sistemas mecánicos en California y en 1920 en Japón se ensaya un motor de péndulo. Uno de los pioneros en el campo del aprovechamiento de la energía de las olas, fue el japonés Yoshio Masuda que empezó sus investigaciones en

1945 y en 1947 ensayó en el mar el primer prototipo de una plataforma flotante (*raft*).

A partir de 1960, se desarrolla un sistema neumático para la carga de baterías en boyas de navegación con una turbina de aire de 60 W, se alcanzaron a vender más de 1200 unidades. La investigación a gran escala del aprovechamiento de la energía de las olas se inicia a partir de 1974 en varios centros del Reino Unido, donde se estudian complejos sistemas para este aprovechamiento, esta actividad cesa totalmente en 1982 por falta de recursos económicos. Sin embargo, a mediados de 1980, se ponen en marcha varias plantas piloto en Europa y Japón.

## Equipos instalados

En los últimos 20 años se han desarrollado e instalado en el mar numerosos dispositivos para el aprovechamiento de la energía undimotriz, países como Noruega, Portugal, Reino Unido, España y Dinamarca son los principales desarrolladores de equipos pre comerciales. Uno de los más destacados fue el Pelamis de 750 kW que se puso en funcionamiento en la costa de Portugal en 2004.

**Tabla 1. Cuadro comparativo de la potencia por unidad de superficie de las energías renovables más utilizadas con respecto a la energía undimotriz**

Fuente: P. Ibañez 2008

Fuente energética	Potencia por cada unidad de superficie (W/m <sup>2</sup> )
Biomasa	0,6
Solar	200
Eólica	400 a 600
Undimotriz	2.000 a 3.000



**Fig. 1. Pelamis**



**Fig. 2. Boya de Ocean Power Technology**



**Fig. 3. Equipo undimotriz en Brasil**

Ocean Power Technology desarrolló una mono boya que fue instalado en las costas de Hawaii en el 2009, su potencia fue de 866 kW.

un brazo que accionaba un sistema hidráulico de pistones que enviaba agua a presión a una turbina Pelton.

En las costas de Brasil en el Puerto de Pecem en Ceará se instaló un prototipo de boya con

En Dinamarca, en el 2010 se instaló un laboratorio de pruebas para ensayar un equipo undi-



**Fig. 4. Equipo Wave Star. Dinamarca**

motriz montado sobre 4 columnas que se desplazan verticalmente para protección contra tormentas y se ajustan a la altura del mar por la variación de la marea.

### Recurso energético

#### Situación mundial

La energía undimotriz se puede calcular mediante una expresión matemática (1) donde la potencia es directamente proporcional a la altura al cuadrado y al periodo de la onda.

$$P=980 \times H^2 \times T \quad (1)$$

Siendo:

P = potencia en Watt/metro lineal de frente de onda

H = altura de la onda en metros

T = periodo de la onda en segundos

Se estima que el recurso mundial técnicamente explotable con la tecnología actual para la energía de las olas es del orden de 45000 TWh por año (European Renewable Energy Council, 2010). Los valores energéticos en distintas costas oceánicas del mundo oscilan entre 10 a 100 kW/m de frente de una onda, siendo el valor medio 20 kW/m.

#### Situación Nacional

La superficie continental de nuestro país lo

posiciona en octavo lugar entre los países del mundo. Este hecho se potencia al considerar los 5.000 km de longitud de sus costas oceánicas y la enorme extensión de la jurisdicción marina que nos corresponde. En efecto, frente a los casi 2,8 millones de km<sup>2</sup> de territorio continental se adicionan 4,8 millones de km<sup>2</sup> de aguas bajo soberanía jurisdiccional que van desde las 200 millas y el agregado de 1,8 millones de km<sup>2</sup> correspondientes a la superficie comprendida entre esas 200 millas y el límite del talud de la plataforma, este nuevo enfoque fue presentado y aceptado en la ONU por la Comisión de Límites de la Plataforma Continental. Es decir que el mar jurisdiccional de la República Argentina es 2,35 veces mayor que el extenso territorio continental.

Los valores teóricos de energía de las ondas de nuestro mar varían entre los 29 kW/m a 97 kW/m de onda.

El sur de la Provincia de Buenos Aires presenta condiciones muy favorables para la instalación de equipos de energía undimotriz debido a su recurso propiamente dicho, a la poca variabilidad de altura de marea (no superior a los 2 m) en cercanía de puertos como Mar del Plata, Necochea y Bahía Blanca es decir ciudades costeras con buen consumo eléctrico con líneas de alta tensión para su inyección a red además en alguna de ellas con industrias metal mecánica como astilleros, para la construcción de los equipos en la zona de instalación, finalmente

la poca pendiente del lecho marino que facilita la instalación de los equipos.

### Recurso energético undimotriz de Necochea – Quequén

El puerto de Quequén tuvo en funcionamiento un olígrafo que midió las condiciones marinas durante el periodo del 2006 al 2012; los datos obtenidos fueron procesados por nosotros para obtener el gráfico de frecuencia de ocurrencia de altura de ola (Fig. 5). El olígrafo pertenecía al Consorcio del Puerto de Quequén.

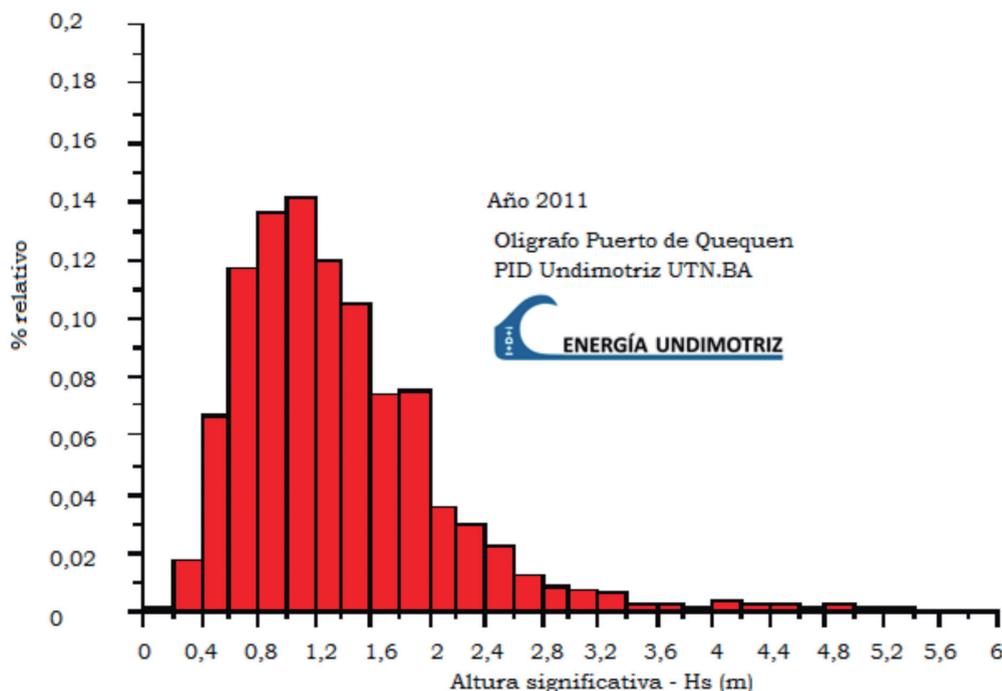
Además, se realizaron modelaciones numéricas del oleaje en las costas cercanas al Puerto de Quequén para estimar la potencia de energía undimotriz. Para realizar este estudio se plantearon los siguientes objetivos:

- Realizar propagaciones de oleajes medios desde aguas profundas según los datos disponibles. Se agregó la generación de oleaje en la malla de cálculo teniendo en cuenta condiciones de velocidad de viento constante y siempre en la misma dirección; esta condición se denomina *fetch*; se toma una distancia de aproximada de 200 km con vientos locales medios.

- Realizar propagación de oleajes máximos medios según los datos disponibles. Se agregó la generación de oleaje en la malla de cálculo teniendo en cuenta condiciones de velocidad de viento constante y siempre en la misma dirección; se toma una distancia de aproximada de 200 km con vientos locales máximos medios.

- Realizar propagación del oleaje característico durante las "sudestadas". Se agregó la generación de oleaje en la malla de cálculo teniendo en cuenta condiciones de velocidad de viento constante y siempre en la misma dirección; se toma una distancia de aproximada de 200 km con vientos locales típicos de la sudestada. En esta aproximación se asocia la sudestada a un oleaje que repite cada 2 años.

Para los cálculos se tomó en cuenta la hipótesis de que los datos de oleajes en el contorno son oleajes de tipo mar de fondo (en idioma inglés *sea swell*). En la práctica se considera que los datos de la National Oceanic & Atmospheric Administration (NOAA). Este ente de EEUU se dedica mediante datos satelitales, al registro de las condiciones climáticas oceánicas mundiales a partir de esta información se estableció que en los nodos en aguas profundas tengan en



**Fig. 5. Frecuencia de ocurrencia de altura de oleaje del 2011 del puerto de Quequén**

cuenta los efectos del oleaje de mar de fondo y del oleaje local se deban a vientos actuantes sobre la malla de cálculo teniendo en cuenta condiciones de velocidad de viento constante y siempre en la misma dirección.

Para realizar la simulación matemática de la propagación del oleaje actuante se utilizó el módulo de oleaje del sistema de modelado costero DELFT3D. (<http://oss.deltares.nl/web/delft3d>) que es de libre acceso, el que utiliza el modelo de oleaje espectral SWAN (<http://swanmodel.sourceforge.net/>).

El oleaje oceánico o de aguas profundas, se determinó mediante el procesamiento de registros de la NOAA y se basó en datos recogidos cada 3 horas de la Serie Histórica 1997-2006, para la altura significativa ( $H_s$ ), período y la dirección de incidencia de las olas. La altura significativa ( $H_s$ ) es la altura media del tercio mayor de las ondas de esa malla de cálculo, desde el punto de vista de esta evaluación energética se considera como la altura representativa de la banda de máxima energía de un determinado conjunto de ondas marinas.

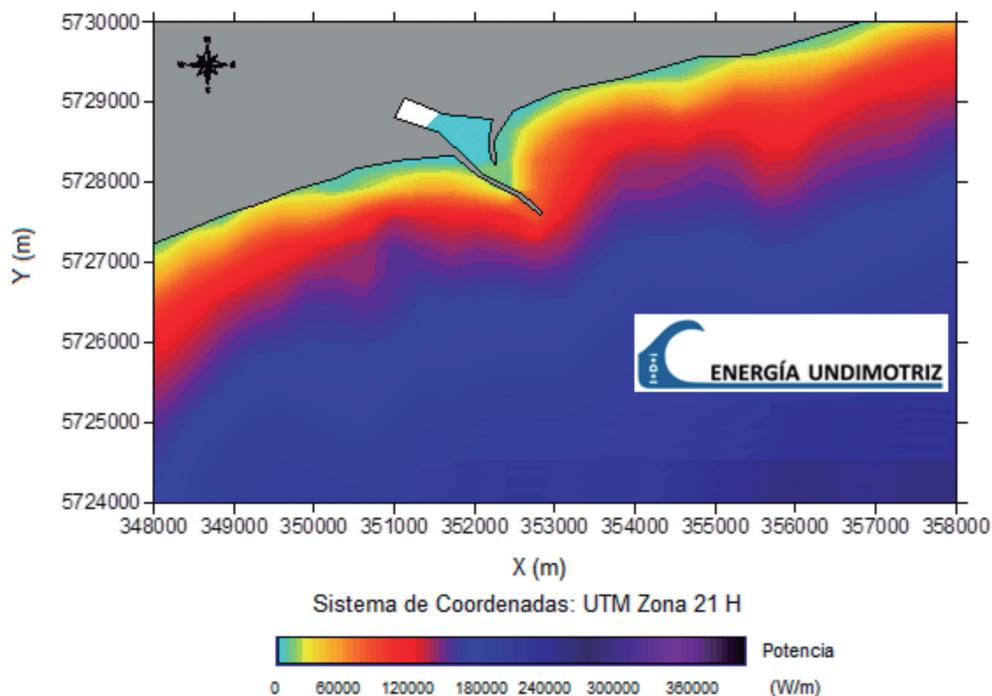
Los valores atmosféricos se determinaron mediante datos de la estación de monitoreo del clima, que tomó las medidas de temperatura, presión, humedad, dirección y velocidad del viento, desde el 20 de mayo hasta el 30 de septiembre de 1996 (Universidad Nacional de Mar del Plata, 1998).

### Potencia máxima de la energía undimotriz en la costa de Necochea - Quequén expresada en W/metro de onda

A continuación, se presenta un gráfico de la potencia undimotriz que presenta el sector costero de Necochea - Quequén; el sector analizado llamado Zona 21 H se obtuvo del Google Earth donde la abscisa y la ordenada se expresan en la forma de coordenadas UTM en metro y cada cifra esta antecedita en el caso de la abscisa por la latitud y en el caso de la ordenada por la longitud.

Como conclusiones del estudio se determinó que:

- Con formulaciones de aguas profundas: La potencia entregada por el oleaje medio en el



**Fig. 6. Potencia máxima de la energía undimotriz en la costa de Necochea Quequén expresada en W/metro de onda**

lado este del dique de abrigo del puerto oscila entre 10-15 kW/m con dirección del oleaje medio del sur y entre 2-5 kW/m con dirección del oleaje medio del este-noreste. Los oleajes máximos medios desarrollarían una potencia de entre 40-80 kW/m por oleajes del sur y entre 15-35 kW/m por oleajes del este-noreste. Las "sudestadas" pueden generar potencias entre 75-200 kW/m.

- Con formulaciones de aguas cercana a la costa (someras): la potencia entregada por el oleaje medio en el lado este del dique de abrigo del puerto oscila entre 10-20 kW/m con dirección del oleaje medio del sur y entre 2-6 kW/m con dirección del oleaje medio del este-noreste. Los oleajes máximos medios desarrollarían una potencia de entre 40-80 kW/m por oleajes del sur y entre 20-40 por oleajes del este-noreste. Las "sudestadas" pueden generar hasta 300 kW/m.

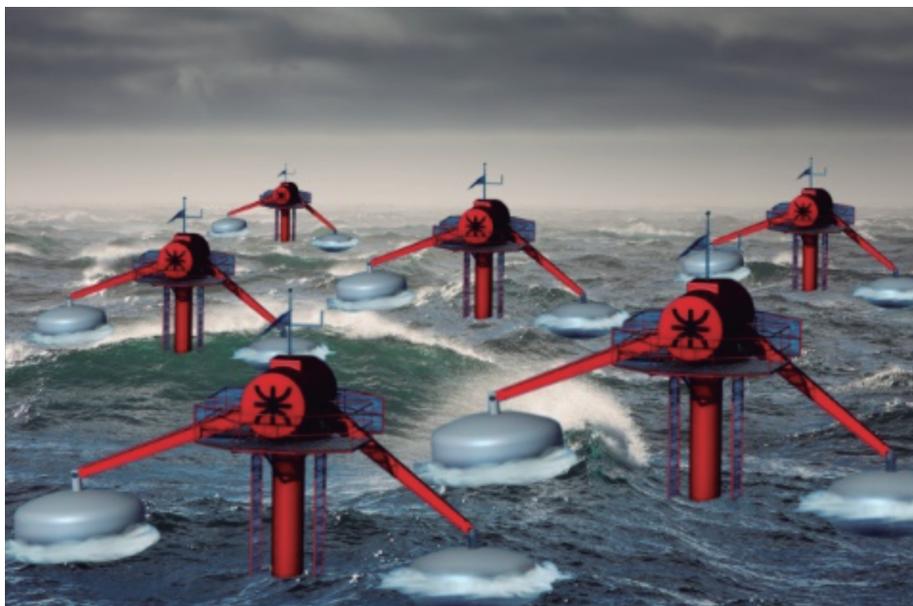
## Parte experimental

En el 2009 la Facultad Regional Buenos Aires de la Universidad Tecnológica Nacional formalizó el estudio sobre la energía undimotriz de los investigadores Alejandro Haim, Roberto Tula y Mario Pelissero mediante un proyecto de investigación, desarrollo e innovación. En el transcurso de los últimos 10 años se fue desarrollando el proyecto planteado en varias etapas,

algunas de ellas se desarrollaron en paralelo, como por ejemplo: estudio del estado del arte a nivel internacional, estudio de recurso undimotriz mundial, nacional y provincial, diseño del dispositivo de aprovechamiento de energía undimotriz, patentamiento del equipo, construcción a escala 1:20, construcción a escala 1:10, pruebas y ensayos en canales de olas, modelaciones y simulaciones numéricas para validar los modelos a escala; cálculo y dimensionamiento del equipo a escala real, calculo y dimensionamiento de la obra civil para instalar el equipo en escolleras de la costa atlántica bonaerense, análisis de impacto ambiental, simulaciones del recurso undimotriz en las ciudades de Mar del Plata y Necochea de la Provincia de Buenos Aires (PBA).

## Descripción y funcionamiento del equipo

El equipo capaz de transformar la energía undimotriz en energía eléctrica consiste en una boya de acero hueca cuyo peso y medidas puede ser variables de 2 a 20 toneladas y de 3 a 10 metros de diámetro, según las dimensiones del equipo la potencia podrá variar entre 30 a 200 kW por boya. La boya es la encargada de captar la energía undimotriz mediante un movimiento ascendente y descendente generado por las ondas y transmitirlo a un brazo de palanca que acciona un mecanismo que transforma el movi-



**Fig. 7. Imagen probable de una granja de equipo para la captación de energía undimotriz**



**Fig. 8. Equipo a escala 1:10 en el canal de olas del Instituto Nacional del Agua**



**Fig. 9. Equipo a escala 1:10 en el canal de olas del Instituto Nacional del Agua**

miento del brazo (movimiento oscilatorio variable en amplitud y periodo) en un movimiento circular cuasi uniforme, para luego acoplarse a un generador eléctrico multipolo de imanes de neodimio. Este sistema fue patentado por este grupo de investigación en el Instituto Nacional de Propiedad Industrial bajo el nombre: "Mecanismo de accionamiento para una máquina

electromecánica transformadora de energía undimotriz en energía eléctrica"<sup>2</sup>.

#### **Prototipo a escala ensayado en el canal de olas**

Luego de registrar la idea en una patente se construyeron 2 prototipos a escala 1:20 y 1:10.

<sup>2</sup> El proyecto fue presentado el 27/09/11 bajo el n° 20110103542 y publicada en el Boletín N° 725 de Patentes del Instituto Nacional de Propiedad Industrial (INPI) del 6 de febrero de 2013. El otorgamiento de la patente fue en febrero del 2019, publicado por el Instituto Nacional de Propiedad Industrial bajo el número de ISSN-0325-6545, pág. 35. N° de patente: AR083174B1 por disposición GDE N°DI-2018-190-APN-ANP#INPI

El primer prototipo a escala 1:20 se realizó para verificar la hipótesis planteada de transformar el movimiento que puede generar la onda al desplazar una boya en forma vertical y con ese movimiento poder transformarlo en energía eléctrica.

La hipótesis fue verificada en el año 2012 al encenderse en forma continua un conjunto de lámparas LED conectados al generador eléctrico. El paso siguiente fue construir el equipo en escala 1:10 para poder determinar el rendimiento del equipo además de las pérdidas mecánicas, determinar su factor de capacidad, valores de tensión y corriente para obtener la potencia en función de las variables de altura de ola y período y determinar la curva de potencia del equipo.

### Simulación y modelación numérica

Los costos de construcción y prueba del equipo en tamaño real son muy elevados, para conocer como el equipo se comportaría en el mar se realizaron simulaciones y modelaciones nu-

méricas mediante el software Simulink de Matlab, esto permitió validar los ensayos realizados en el canal de olas.

Las condiciones iniciales tomadas para la simulación se ilustran en la Fig. 10. fueron:

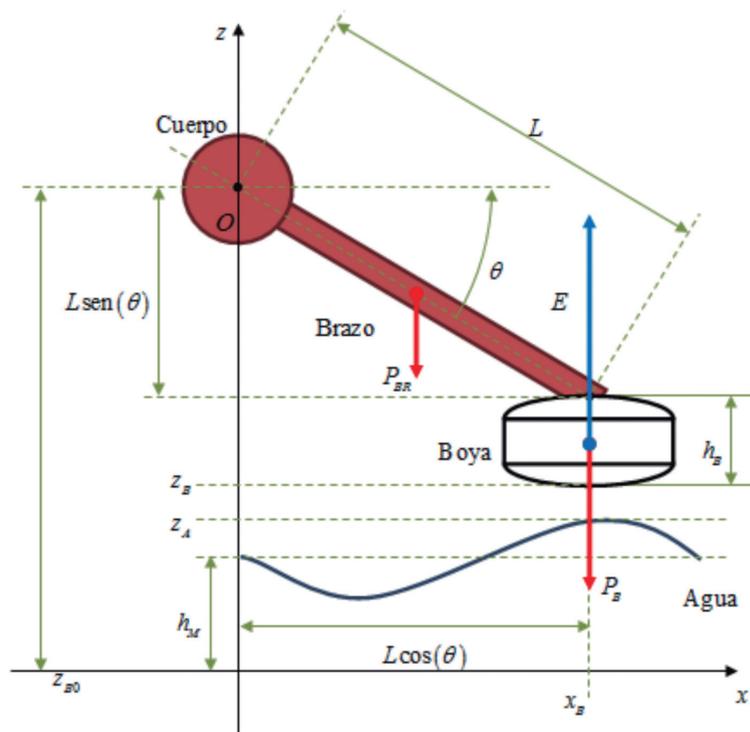
- Peso del brazo =  $P_{BR} = m_{BR}g$ [N]
- Largo =  $L$ [m]
- Peso de la boya =  $P_B = m_Bg$ [N]
- Altura =  $h_B$ [m]
- Distancia al punto de referencia del extremo del brazo =  $Z_B$ [m]

Aplicando la segunda ley de Newton (2)

$$\sum_{i=1}^N F_i d_i + \sum_{i=1}^K T_i = J \frac{d^2\theta}{dt^2} \quad (2)$$

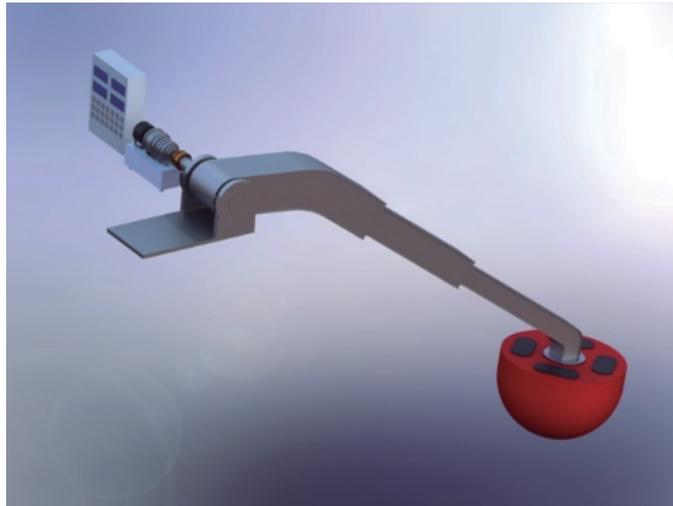
Se obtiene la siguiente expresión (3):

$$E x_B - P_B x_B - P_{BR} \frac{x_B}{2} - T'_E - T_R = J \frac{d^2\theta}{dt^2} \quad (3)$$

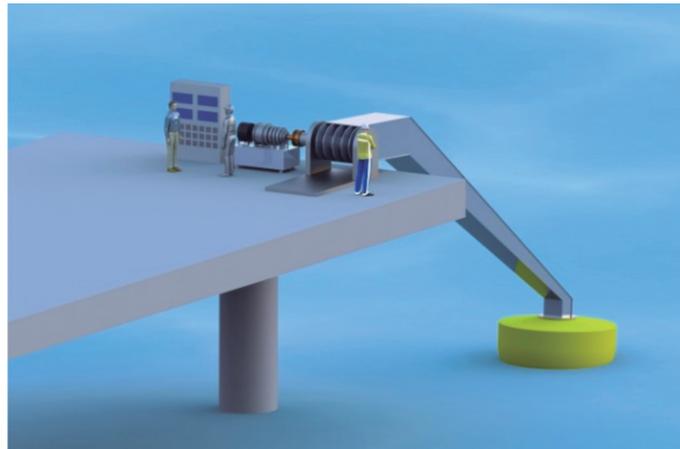


**Fig. 10. Condiciones de borde planteadas en la simulación**





**Fig. 13. Imagen 3D del conjunto brazo, boya, y sistema electromecánico**



**Fig. 14. Imagen figurada del equipo montado sobre una plataforma en el agua**

al mejor diseño del equipo. Lo que cabe señalar es que la simulación respondió a lo descrito en el modelo teórico. De este modo, se logró convertir el movimiento oscilatorio variable originado por las ondas marinas en un movimiento cuasi constante en la misma dirección dentro del equipo. Por otra parte, pudo comprobarse que el funcionamiento del generador eléctrico se encuentra dentro del rango de trabajo previsto y de esta forma se puede generar energía eléctrica de manera más eficiente.

#### **Desarrollo del equipo a instalar y probar en el Mar Argentino**

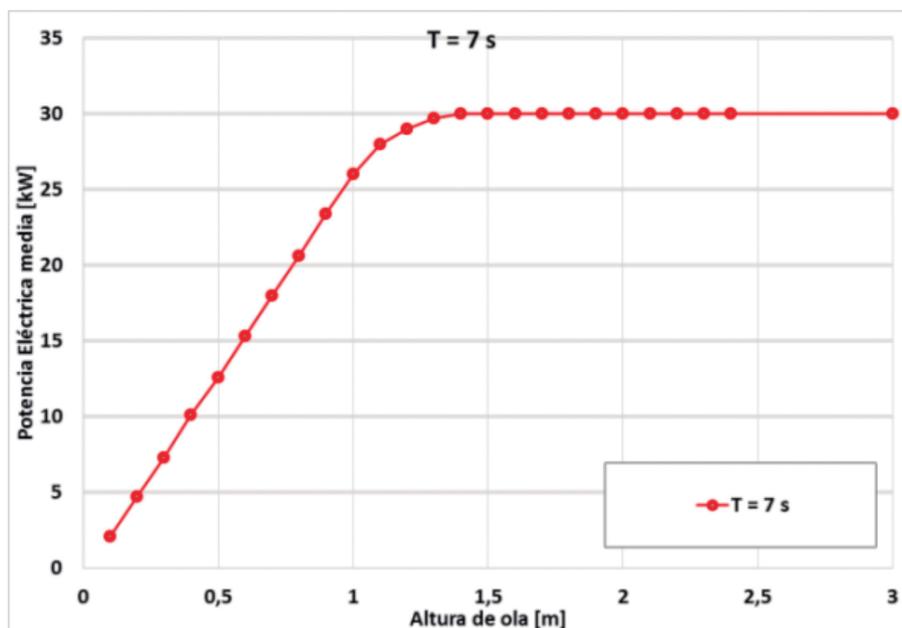
El criterio utilizado de diseño se basó en el modelo a escala 1:10, probados en el Instituto Nacional del Agua y los resultados obtenidos en la simulación. Las condiciones de borde fue-

ron definidas por el tamaño de la boya, el largo de brazo y el diámetro primitivo del sistema multiplicador de engranajes. Siendo el diámetro externo de la boya de 3 m, con una altura total de 2 m y un peso total (boya + lastre) de 2 ton, un largo de brazo de 12 m con un peso total de 6 ton, el diámetro externo de la cadena cinemática es de 0,40 m y 1 m de largo. La potencia nominal de equipo es de 30 kW y en la costa de Necochea es capaz de producir 131 MWh/año.

La relación del peso de la boya, el peso del brazo y el empuje generado por la boya cumple con la condición que el momento de torsión entregado en el eje de salida del brazo sea el mismo cuando la boya sube o baja, de esta manera se entrega potencia en ambos movimientos de manera igualitaria, lo que genera una mayor estabilidad en el funcionamiento de la cadena



**Fig. 15. Imagen figurada del equipo montado sobre la escollera norte del Puerto de Mar del Plata**



**Fig. 16. Curva de potencia del equipo para un periodo promedio de 7 segundos**

cinemática, mayor aprovechamiento del recurso y mayor estabilidad en la energía generada.

El largo del brazo está diseñado en función de la amplitud máxima de mareas (2 m como máximo para la Provincia de Buenos Aires), la altura máxima de oleaje durante el funcionamiento del equipo (4,5 m) y la altura de la base donde estará apoyado el equipo. Es importante para que la boya no quede colgando en caso de

una bajamar extrema o que el oleaje no sobre pase el equipo en una tormenta combinada con una pleamar.

Los colores utilizados en el equipo están basados en la normativa naval de señales mediante boyado, es por ello que se utiliza el color rojo y amarillo.

La pendiente inicial de la curva de potencia del equipo responde una curva cuadrática según la

formula (1) expresada al inicio del documento, donde la potencia es directamente proporcional al cuadrado de la altura y periodo de la onda, una vez alcanzada la potencia nominal, la curva se plancha en 30kW. El valor medio de oleaje para el sur de la Provincia de Buenos Aires es de 1,2 m de altura de ola y un período de 7 s, es por ello que el generador hace constante la potencia a partir de los 1,2 m.

## Discusión

### Impacto Ambiental

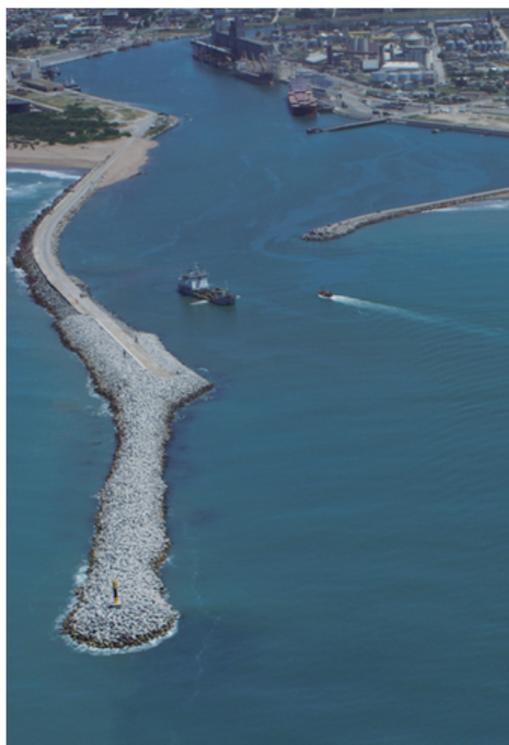
Toda actividad humana tiene consecuencias en el ambiente es por ello que es necesario determinar su impacto ambiental. En este caso, el aprovechamiento de la energía undimotriz de nuestro proyecto sirvió para poder brindar herramientas de decisión a la hora de optar por tecnologías amigables con el ambiente o mejor dicho la menos perjudicial para el mismo. Bajo este contexto se realizó la evaluación de nuestra propuesta por medio de una tesis en el marco de la Maestría de Ingeniería Ambiental de la UTN titulada: "Análisis de los efectos ambientales de la generación de energía undimotriz en

el Puerto Quequén", su tesista fue el Lic. Martín Jáuregui, su director el Mg. Ing. Alejandro Haim y su co-director la Mg. Lic. Ana Julia Lifscithz.

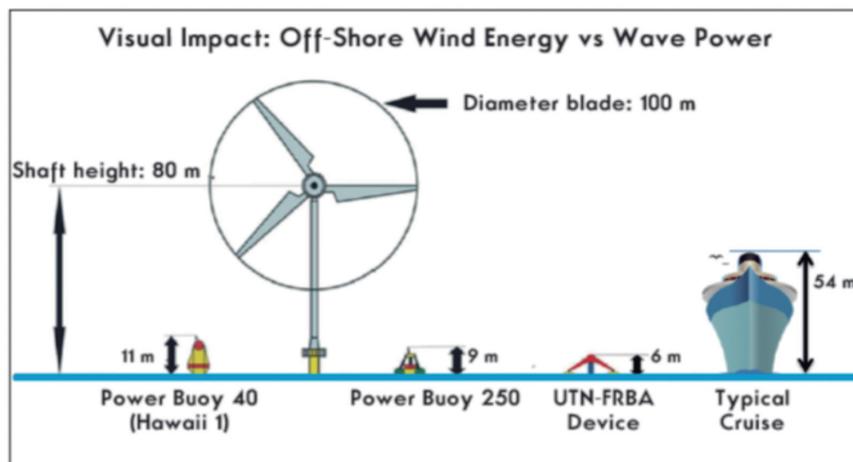
El objetivo principal de la tesis fue "realizar el estudio para evaluar el impacto ambiental potencial que podría producirse por la instalación y funcionamiento de un dispositivo electromecánico capaz de aprovechar la energía undimotriz en la escollera sur del Puerto Quequén, Provincia de Buenos Aires", y el resultado fue que "los potenciales impactos ambientales negativos producidos por la instalación de un dispositivo electromecánico capaz de aprovechar la energía undimotriz en la escollera sur del Puerto Quequén, no resultan significativos y resulta viable su ubicación."

La metodología utilizada se basó en la identificación y ponderación de los impactos se adoptó una combinación del método de matrices causa-efecto, se utilizó la matriz de Leopold, que da resultados cualitativos y también el método del Instituto Batelle-Columbus, que aporta resultados cuantitativos.

La ponderación que recibió cada impacto am-



**Fig. 17. Vista de la escollera sur del puerto de Quequén**



**Fig. 18. Cuadro comparativo del impacto visual de las instalaciones y de las embarcaciones marinas**

biental se obtuvo a partir de valores otorgados individualmente a cada uno de los criterios que luego en conjunto dieron cuenta de la importancia del impacto que una acción determinada generaría sobre un factor específico.

Como conclusiones de los métodos aplicados se obtuvieron los siguientes resultados:

a) Los impactos negativos se darán en las dos etapas que componen el proyecto, es decir construcción y puesta en marcha, principalmente durante la primera.

b) Los impactos negativos se registrarán especialmente en el sistema natural, en todos sus ambientes (físico, biótico y perceptual) y en el sistema socio-económico y cultural solo en uno de los cuatro ambientes que la componen (infraestructura).

c) Los impactos negativos de mayor valor registrado fueron de carácter moderado y se reflejan en los siguientes componentes:

- Contaminación sonora
- Modificación del entorno y vista
- Accesibilidad y tránsito

d) Se registraron impactos negativos de carácter irrelevante en los siguientes componentes:

- Contaminación sonora
- Emisión de gases

- Contaminación del agua
- Alteración del ecosistema
- Accesibilidad y tránsito

e) El componente paisaje es el que obtuvo el mayor valor de negatividad (moderado), a causa de la afectación que provoca en el entorno la presencia de la pasarela, la plataforma y el dispositivo. Un ejemplo claro comparativo del impacto visual del equipo en el mar con otras tecnologías se puede ver en la Fig. 18.

f) En lo que respecta a los impactos positivos, los mismos se originarán únicamente sobre el subsistema socio-económico y cultural, de carácter irrelevante y moderado, sobre los siguientes componentes:

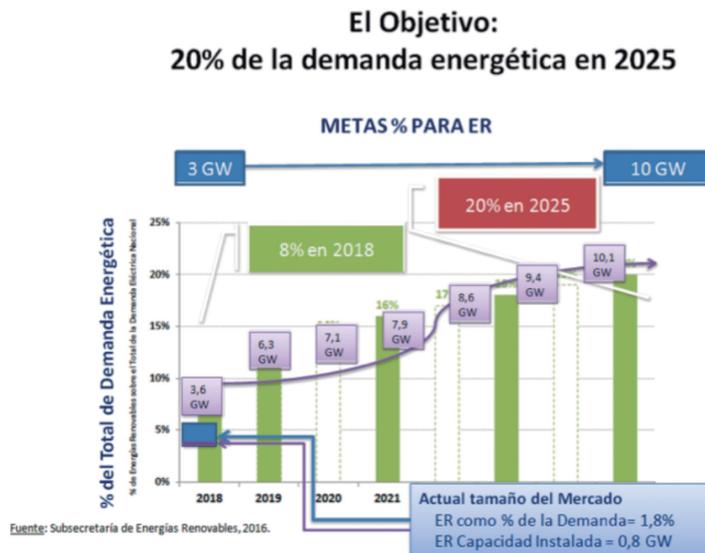
- Valores didácticos y educativos
- Turismo
- Infraestructura eléctrica
- Empleo

Por lo mencionado en el punto c), al concluir que la instalación y funcionamiento de un dispositivo undimotriz provocaría solo impactos negativos moderados, confirma la hipótesis planteada para la presente tesis.

En los últimos años, la reformulación de la ley nacional 26.190 por la ley 27.191 y los programas de fomento de energías renovables (RenovAr) que estableció la Subsecretaría de Energías Renovables, generó un crecimiento

IMPACTO POSITIVO CRÍTICO	IMPACTO NEGATIVO CRÍTICO
IMPACTO POSITIVO SEVERO	IMPACTO NEGATIVO SEVERO
IMPACTO POSITIVO MODERADO	IMPACTO NEGATIVO MODERADO
IMPACTO POSITIVO IRRELEVANTE	IMPACTO NEGATIVO IRRELEVANTE

**Fig. 19. Conclusiones de impactos positivos y negativos**



**Fig. 19. Proyección del crecimiento de la energía renovables al 2025**

exponencial de instalación de equipos de energías renovables como parques eólicos, plantas solares fotovoltaicas, pequeños aprovechamientos hidroeléctricos y plantas de biomasa, cuyo objetivo (Fig. 19.) es cubrir el 20% en el 2025 de la demanda de energía eléctrica, con una potencia instalada de 10 GW.

La perspectiva de crecimiento proyectada y la necesidad de nuevos proyectos de energías renovables, abren un abanico de posibilidades de incorporación de tecnología marina para lograr con el cumplimiento de las metas pactadas al 2025.

El programa RenovAr, se ha planteado en varias etapas, la última fue la 3er etapa, donde el componente nacional va teniendo cada vez más peso, siendo esta una de las virtudes del proyecto undimotriz donde tiene un componente nacional casi del 95%. Además, la

incorporación de nuevas tecnologías que aprovechan otros recursos, especialmente del mar, permiten diversificar aún más la matriz eléctrica nacional además surge la necesidad de ocupar un espacio tan grande como es nuestro mar, reafirmando nuestra soberanía sobre el territorio marítimo.

## Conclusiones

Este trabajo resume 10 años de investigación, desarrollo e innovación para la generación de una nueva tecnología cuyo objetivo principal es el aprovechamiento de la energía undimotriz en la Argentina. El estudio del arte realizado nos permitió concluir que es una tecnología en estado de desarrollo experimental lo que nos permite competir con otros desarrollos a nivel mundial sobre el desarrollo de equipos confiables, seguros y de costos competitivos. Este estudio también nos permitió plasmar nuestra idea

en una patente ya que no se encontraron registros de equipos como el que presentamos en este trabajo, ya sea patentados o instalados en todo el mundo. Los estudios realizados respecto del recurso undimotriz nacional evidencia un potencial energético muy abundante y atractivo para la instalación de equipos convertidores de energía. Los resultados obtenidos del equipo a escala 1:10 en el canal de olas y las simulaciones computacionales, verificaron las hipótesis planteadas sobre la conversión de energía undimotriz a energía eléctrica, que nos permite

llegar al mejor diseño del equipo a escala real para ensayarlo en el Mar Argentino. El impacto ambiental de esta tecnología es muy bajo y su parte significativa es durante su instalación ya que para ello se utilizan barcos y maquinas que se movilizan con combustibles fósiles, que emiten gases de efecto invernadero y ruidos molestos, pero el equipo en si no perturba la flora ni la fauna marina durante su funcionamiento, no requiere el uso de combustibles ni genera ninguna contaminación sonora.

## Referencias

- GYSSELS, P.; HAIM, P. y PELISSERO, M. "Estudio básico del potencial Undimotriz en el litoral próximo al puerto de Quequén. Pcia. Buenos Aires. RA". Revista Proyecciones con referato. Vól. 14 N°2 octubre 2016. Págs. 47 a 67. ISSN 1667 8400
- JÁUREGUI, J.; HAIM, P.; PELISSERO, M. y LIFSCHITZ, A. "Análisis de los efectos ambientales de la generación de energía undimotriz en el puerto de Quequén. PBA. RA." Revista Proyecciones con referato. Vól. 15. N° 1. abril 2017. Pág. 23 a 50. ISSN 1667-8400
- PELISSERO, M.; HAIM, A. y MUIÑO, F. "Energía undimotriz". Revista "Mundo Eléctrico". Colombia. N°99. ISSN 1692-7052 abril - junio 2015. Artículo Págs. 86 a 92.
- PELISSERO, M.; HAIM, P.; MUIÑO, F.; GALIA, F. y TULA, R. "Descripción del dispositivo de aprovechamiento de la energía undimotriz°. Parte II. Revista Proyecciones con referato. Abril 2014
- PELISSERO, M.; HAIM, P.; MUIÑO, F.; GALIA, F. y TULA, R. "Desarrollo de un modelo teórico matemático y simulación del sistema electromecánico para la captación de la energía undimotriz. Revista Proyecciones con referato. República Argentina Vol. 13, N° 2, octubre 2015. Págs. 59 a 67.