

Análisis de los efectos ambientales de la generación de energía undimotriz en el puerto Quequén, provincia de Buenos Aires, República Argentina

Jorge Martín Jauregui¹, Pablo Alejandro Haim¹, Ana Julia Liftschitz², Mario Alberto Pelissero¹

¹Universidad Tecnológica Nacional. Facultad Regional de Buenos Aires
Proyecto Energía Undimotriz. SeCTIP. Medrano 951 (CP1179AAQ)
Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Argentina

²Universidad Tecnológica Nacional. Rectorado. Sarmiento 517 (CP1041AAK) Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Argentina

undimotriz@gmail.com

Recibido el 29 de octubre de 2016, aprobado el 24 de noviembre de 2016

Resumen

Desde hace dos siglos se produce una vertiginosa utilización de los recursos energéticos no renovables, es por ello que varios países se están volcando hacia tecnologías que hagan uso de las energías alternativas sustentables para la generación de energía eléctrica, siendo éstas objeto de estudio y experimentación. No obstante los beneficios que otorgan estas energías, es necesario estudiar y analizar los impactos ambientales potenciales, tanto positivos como negativos, producto de la instalación y operación de los dispositivos que las generan. El presente artículo aborda la identificación y ponderación de los impactos ambientales potenciales que podrían producirse por la instalación de un dispositivo electromecánico capaz de aprovechar la energía undimotriz (proveniente de las ondas de mar) en la escollera sur del puerto Quequén, provincia de Buenos Aires.

PALABRAS CLAVE: ENERGÍA RENOVABLE MARINA - ENERGÍA UNDIMOTRIZ - IMPACTO AMBIENTAL

Abstract

For two centuries there was an intense use of non-renewable energy resources that is the reason which several countries are turning to technologies that make use of sustainable alternative energy for power generation, these being the subject of study and experimentation. However the benefits granted by these energies, it is necessary to study and analyze the potential environmental impacts, both positive and negative, resulting from the installation and operation of the devices that generate them. This article deals with the identification and weighting of potential environmental impacts that could result from the installation of an electromechanical device capable of harnessing wave energy (from sea waves) in the south jetty of puerto Quequén, province of Buenos Aires.

KEYWORDS: MARINE RENEWABLE ENERGY - WAVE ENERGY - ENVIRONMENTAL IMPACT

Introducción

Desde hace dos siglos se produce una vertiginosa utilización de los recursos energéticos no renovables (carbón, petróleo y gas) a fin de satisfacer la urgente demanda mundial de energía, situación que trae aparejado el cambio de las condiciones climáticas en nuestro planeta y además hace peligrar el desarrollo de las próximas generaciones debido a la consecuente disminución de las reservas mundiales de estos recursos.

Casi un 82% corresponde a energéticos fósiles. Debido a sus consecuencias ambientales, este uso intensivo de fósiles lleva a organismos, agencias y expertos a buscar otras formas de producción de energía que mitiguen o detengan la creciente producción de gases de efecto invernadero.

Para los países importadores de energía, la "diversificación de fuentes" se ha planteado como una necesidad estratégica, con el resultado del aumento del uso de las fuentes renovables. Es por ello que desde hace muchos años varios países optan por tecnologías que hagan uso de las energías alternativas sostenibles para la generación de energía eléctrica.

Los avances en energía eólica y solar son indicios del camino que se está tomando; ahora es necesario buscar otras alternativas que resultan de potenciales indiscutidos tal como aquellas derivadas del mar. La energía undimotriz posee una elevada densidad energética, superior a la energía solar y eólica. Esto se debe a que los fuertes vientos que soplan en los mares y océanos ceden parte de su energía al agua generando una perturbación y deformación de la superficie denominada onda.

Como la generación de energía eléctrica por fuentes de energías renovables depende de la climatología y es necesario suplir la demanda energética las 24 h del día los 7 días de la semana, es conveniente que las matrices energéticas integradas por fuentes de energías renovables sea lo más variada posible. Por ejemplo, en ausencia de radiación solar y viento es posible que haya energía undimotriz disponible ya que las ondas marinas se trasladan cientos de kilómetros casi sin perder energía.

La situación mundial

Estas energías oceánicas son objeto de estudio y experimentación en muchas partes del mundo como una fuente alternativa de provisión de energéticos ambientalmente sostenibles. Más de 100 dispositivos en estudio, prueba o construcción, han sido o están siendo ensayados. Existen numerosas publicaciones de prototipos, y equipos diseñados para aprovechar no solo la energía de las olas sino corrientes, mareas, gradientes térmicos y otras manifestaciones del potencial energético que ofrecen los océanos. Los sistemas gradiente térmico y salino están aún en etapa de investigación. En cuanto a los de generación mediante mecanismos para la captación de olas, de turbinas sumergidas en el seno de corrientes marinas o fluviales y de centrales eléctricas mareomotrices, hay equipos que superaron la etapa experimental, se pueden citar los casos de España, Noruega y Portugal (Catálogo Energías del Mar, 2014).

Proyecto UTN.BA

En el año 2009 en la Facultad Regional Buenos Aires de la Universidad Tecnológica Nacional (UTN.BA), se creó un proyecto de carácter multidisciplinario, desarrollado sobre la base de un conjunto de profesionales de distintas especialidades.

El objetivo de ese proyecto es generar una tecnología técnicamente viable, económicamente factible y de bajo impacto ambiental capaz de transformar la energía undimotriz en energía eléctrica. El presente trabajo es fruto de la colaboración iniciada en 2014 dentro del mencionado grupo.

Evaluación del Impacto Ambiental (EIA)

El estudio de impacto ambiental (EsIA) es el documento técnico que, incorporado en el procedimiento de la EIA, está destinado a predecir, identificar, valorar y corregir, las consecuencias o efectos ambientales que determinadas acciones pueden causar sobre la calidad de vida del hombre y su entorno. Se trata de presentar la realidad objetiva, para conocer en que medida repercutirá sobre el entorno la puesta en marcha de un proyecto y con ello, la magnitud del sacrificio que aquel deberá soportar. Solo 10 o 15 dispositivos había en operación en el mar

hacia 2005, por lo que hay cierta incertidumbre relacionada con sus aspectos socioeconómicos y ambientales. Sin embargo, ya se han efectuado algunas generalizaciones en base a los estudios y proyectos piloto (Twidell y Weir, 2006).

La energía undimotriz, aún en fase de investigación y desarrollo tecnológico, se considera una industria emergente. Si bien vamos sabiendo cada vez más acerca de sus ventajas, en general, se sabe poco sobre su impacto en el medio marino (Corral Bobadilla *et al.*, 2013).

Se realizó una búsqueda de documentos con origen en los países de mayor desarrollo de esta tecnología (Gran Bretaña, España, Portugal y Estados Unidos) que tratan la problemática ambiental a partir de la instalación y/o funcionamiento de dispositivos para la captación de olas, como así también los estudios/proyectos creados con el fin de recabar información; la gran mayoría fueron previamente colectados por el Grupo Undimotriz en su sitio web:

(<http://www.mecanica.frba.utn.edu.ar/energiaundimotriz/noticias>)

Uno de las fuentes consultadas fue "Efectos ambientales de los desarrollos de energía marina alrededor del mundo". Sistema de Energía Oceánica (OES por sus siglas en inglés) creada por la Agencia Internacional de Energía (IEA, por sus siglas en inglés) Anexo IV reporte final, 2013.

Este Anexo es un proyecto de colaboración internacional con el fin de examinar los efectos ambientales de los dispositivos de energía marina a través de la iniciativa del OES; a saber:

1. La interacción de los animales marinos con las aspas de las turbinas de dispositivos mareomotrices.
2. Los efectos del sonido producido por los dispositivos de mareas y olas sobre los animales marinos.
3. Los efectos ambientales del desarrollo de la energía marina sobre los sistemas físicos.

Asimismo, resultaron de gran utilidad, dos guías para llevar a cabo estudios de impacto ambiental de proyectos relacionados con las energías marinas:

a) Protocolo para la realización de los estudios de impacto ambiental en el medio marino, 2003, Azti, Tecnalia.

b) Guía para la elaboración de los estudios de impacto ambiental de proyectos de energías renovables marinas, 2013. Informe técnico realizado en el marco del proyecto nacional de I+D CENIT- E OCEAN LIDER.

Marco legal

La Ley 26.190 (Régimen de fomento nacional para el uso de fuentes renovables de energía destinada a la producción de energía eléctrica), modificada por la Ley 27.191, menciona cuáles son las fuentes renovables de energía no fósiles idóneas para ser aprovechadas de forma sustentable en el corto, mediano y largo plazo: energía eólica, solar térmica, solar fotovoltaica, geotérmica, mareomotriz, undimotriz, de las corrientes marinas, hidráulica, biomasa, gases de vertedero, gases de plantas de depuración, biogás y biocombustibles, con excepción de los usos previstos en la ley 26.093.

El estudio del marco legal es un apartado clave en la elaboración de un Estudio de Impacto Ambiental, por cuanto define el ámbito normativo en el que se llevará a cabo su implementación, tanto en lo referente a aspectos puramente constructivos y/o urbanísticos, como en lo referente a las limitaciones administrativas del proyecto en sus distintas fases (Tomás Sánchez, 2014).

Desde el año 1972, en que se desarrolló la primera reunión de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano, en la ciudad de Estocolmo, Suecia, y luego se creara el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), se han venido celebrando y aprobando una serie de conferencias y tratados internacionales que conforman lo que podemos denominar el derecho ambiental internacional.

La República Argentina ha colaborado en la elaboración y es parte en un gran número de estos tratados internacionales que, al haber sido ratificados por leyes nacionales, resultan de aplicación a nivel interno (art. 31 y art. 75 inc. 22 de la Constitución Nacional).

Por otra parte, un gran número de estos tratados ha servido de antecedente jurídico para la elaboración de normas ambientales nacionales.

Podemos mencionar a modo de ejemplo la declaración de Naciones Unidas de Río 92 sobre medio ambiente y desarrollo y su influencia sobre el texto de la ley general del ambiente, ley nacional N° 25.675.

Argentina, entre otros países, ha expresado su interés y compromiso al firmar protocolos internacionales bajo los cuales se han sancionado leyes que intentan fomentar el desarrollo y la utilización de energías renovables, entre ellas la más significativa es la conferencia internacional sobre fuentes de energías renovables, realizada en Bonn, Alemania, entre el 1 y 4 de junio del año 2004.

El objetivo de dicha conferencia fue crear un marco en el cual se pudieran aunar esfuerzos tendientes a contribuir a la expansión de las fuentes de energías renovables a nivel mundial. Allí se crearon compromisos políticos entre países desarrollados y en desarrollo.

Proyecto del dispositivo undimotriz

Localización

El lugar previsto para el montaje del dispositivo es la escollera sur del Puerto Quequén. Los estudios que condujeron a esta decisión ya fueron publicados (Gyssels *et al.*, 2016).

En julio de 1993 se sancionó la Ley 11.414 de la provincia de Buenos Aires, creando el Consorcio de Gestión del Puerto Quequén, dando a Quequén una administración portuaria autónoma. El 1° de marzo de 1994 se produjo el traspaso del Puerto Quequén de la órbita de la Nación a la provincia de Buenos Aires, haciéndose cargo de la administración y explotación el Consorcio de Gestión del Puerto Quequén.

Durante el año 2007 se concretó una importante obra que le brindaría rápidamente a Puerto Quequén una serie de beneficios comerciales de vital importancia para su desarrollo a futuro: la reparación, remodelación y prolongación de la escollera sur en aproximadamente 400 metros.

Las ventajas obtenidas por los efectos de dicha obra se vieron reflejadas rápidamente por un incremento sustancial del volumen de cargas operadas en el puerto, pasando en el término de dos años de 4,5 millones de toneladas a 6 millones, significando un aumento del 25% (www.puertoquequen.com, septiembre 2014).

Precisamente dentro del nuevo sector construido, en la cara sur de dicha escollera, del lado opuesto al canal de acceso (flecha roja en la Figura 1), y en el punto donde finaliza el camino de pavimento que sobre ella existe, se ubicará el dispositivo undimotriz, cuyas boyas operarían en un sector con profundidades entre los 5 y los 10 metros.

Descripción técnica

El diseño del dispositivo es simple y pensado especialmente para aprovechar con la mayor eficiencia posible las grandes ventajas que ofrece el Mar Argentino para explotar ésta energía. Sus detalles constructivos se encuentran publicados (Pelissero *et al.* 2011 y 2014).

Está constituido por un brazo de palanca que apoya uno de sus extremos sobre una plataforma ubicada en la escollera sur, junto al cual también se aloja el sistema electromecánico que, unido a un generador, transformará el mencionado movimiento en energía eléctrica. En el extremo opuesto tiene adosada una boya que es la que captura la energía del movimiento ondular del mar. El brazo de palanca posee una longitud de 7 metros, construido en acero naval. La boya mide 3 metros de diámetro, también de acero naval, hueca por dentro rellena de poliuretano expandido.

La plataforma que soportará al dispositivo descansará sobre unos pilotes previamente enterrados en el lecho del mar por un equipo flotante de colocación de pilotes junto a la base de la escollera. El acceso equipo será por medio de una pasarela de 2,50 metros de ancho y con una longitud aproximada a los 40 metros construida por encima de la escollera, la misma apoyará su otro extremo en la parte superior del muro original, el acceso será por medio de una escalera desde la calle.

El equipo está dimensionado para que la variación de altura de mareas no afecte su funcionamiento, es por ello que para cada ubicación del equipo es necesario realizar un estudio oceanográfico de la zona para que el equipo funcione con la marea más baja registrada históricamente y la más alta. En el caso de este equipo se regula modificando el largo de los brazos, lo cual permite que se adapte a alturas de mareas como las de Quequén o cualquier lugar de la Patagonia.



Fig. 1. Vista de la escollera sur con la obra ya finalizada y la ubicación del dispositivo undimotriz

Fuente: www.panoramio.com

Metodología

La base sobre la cual se trabajó fueron las investigaciones realizadas desde el año 2009 hasta la fecha por el Grupo de Investigación de la Energía Undimotriz. UTN.BA. Fueron publicadas en los artículos ya mencionados de

Pelissero y Gysens.

En simultáneo con la elaboración de este trabajo se formó el Grupo GEMA (grupo de interés en energías del Mar Argentino), iniciativa de la Academia del Mar¹ que tiene por objetivo establecer una red informal de contactos, que

¹ Asociación Civil de carácter científico y sin fines de lucro, con domicilio legal en la ciudad de Buenos Aires. Uno de sus principales propósitos es: investigar, dilucidar y prestigiar las cuestiones referentes al mar, en su más amplia acepción, a fin de contribuir al crecimiento del país y al bienestar de sus habitantes (artículo 2 inciso a del Estatuto)

vincule especialistas, instituciones y organizaciones que estén trabajando o estudiando la Energía del Mar, específicamente mareas, corrientes y olas. Este grupo se planteó como primera tarea la elaboración de un catálogo de grupos de estudios, instituciones, profesionales interesados, iniciativas y proyectos referidos a energías del Mar Argentino, el cual fue presentado durante el SIEMAR². Del mencionado catálogo se obtuvo información actualizada de los antecedentes de la materia a nivel nacional, donde refiere a las investigaciones encaradas por instituciones y particulares en proyectos de características innovadoras para nuestro país y región.

Posteriormente, la investigación se orientó a buscar y analizar evaluaciones de impacto ambiental (EIA), estudios de impacto ambiental (EsIA) y tesis inherentes a la temática, para determinar acciones causantes de impacto y factores ambientales susceptibles de recibir esos impactos.

Para concretar el diagnóstico ambiental se contó con información y material fotográfico relevado por los integrantes del Grupo Undimotriz del sector de emplazamiento del dispositivo.

También se obtuvo numerosa información de campo del análisis de una tesis de Licenciatura perteneciente a María Cecilia Gareis (2010), la cual evaluó los impactos ambientales potenciales que podrían producirse por la instalación y funcionamiento de un Parque Eólico en la ciudad de Necochea. Dada la proximidad de ambos proyectos, muchos datos de esta tesis contribuyeron al desarrollo del diagnóstico ambiental y para la interpretación y ponderación de los impactos.

Para elaborar el estado del arte de las metodologías de evaluación de impactos ambientales y comprender las subjetividades e incertidumbres que manejan, se contó con la información aportada por dos tesis doctorales desarrolladas en España, la de José Enrique de Tomás Sánchez y la de Luís Alberto García Leyton: ambas analizan la evolución y rasgos de los estudios de impacto ambiental y promueven a su vez

metodologías que minimicen las incertidumbres y ayuden a la toma de decisiones.

Ponderación específica de cada impacto

Como se expuso anteriormente, para la identificación y ponderación de los impactos se adoptó como metodología una combinación del método de matrices causa-efecto, matriz de Leopold, que da resultados cualitativos y del método del Instituto Batelle-Columbus, que aporta resultados cuantitativos.

La ponderación que recibió cada impacto ambiental 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. Dichos criterios se desarrollan en la Tabla 1.

a) Naturaleza (SIGNO): hace alusión al carácter beneficioso o perjudicial de la acción que va a actuar sobre el factor considerado: + Positivo; -Negativo

b) Intensidad (I): se refiere al grado de incidencia de la acción sobre el factor, en el ámbito específico en que actúa, expresa el grado de destrucción del factor en el área en el que se produce el efecto.

c) Extensión (EX): es el área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto (% de área, respecto al entorno, en que se manifiesta el efecto).

d) Momento (MO): es el plazo de manifestación del impacto, es decir, el tiempo que transcurre entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto sobre el factor del medio considerado.

e) Persistencia (PE): se refiere al tiempo que, supuestamente, permanecería el efecto desde su aparición y, a partir del cual, el factor afectado retornaría a las condiciones iniciales previas a la acción por medios naturales, o mediante la introducción de medidas correctoras. La persistencia es independiente de la reversibilidad.

² Primer Seminario Internacional de Energías Marinas (SIEMAR), organizado por la UTN Unidad Académica de Mar del Plata conjuntamente con la Secretaría de Relaciones Internacionales (RRII) del Rectorado de la Universidad Tecnológica Nacional (UTN) y el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (MinCyT). El encuentro que congregó a prestigiosos investigadores y científicos del país y del mundo, se llevó a cabo el 26 y 27 de Noviembre de 2014, en el Sheraton Hotel de la Ciudad de Mar del Plata, Provincia de Buenos Aires, Argentina.

Tabla 1. Importancia del impacto

Fuente: Conesa Fernández-Vitora, 2010

| NATURALEZA Impacto beneficioso + Impacto perjudicial - | |
|---|--|
| INTENSIDAD (IN) (Grado de destrucción) | EXTENSION (EX) (Área de influencia) |
| Baja o mínima 1 | Puntual 1 |
| Media 2 | Parcial 2 |
| Alta 4 | Amplio o extenso 4 |
| Muy Alta 8 | Total 8 |
| Total 12 | Crítico (+4) |
| MOMENTO (MO) (Plazo de manifestación) | PERSISTENCIA (PE) (Permanencia del efecto) |
| Largo plazo 1 | Fugaz o efímero 1 |
| Medio plazo 2 | Momentáneo 1 |
| Corto plazo 3 | Temporal o 2 |
| Inmediato 4 | transitorio 3 |
| Crítico (+4) | Pertinaz o 4 |
| | persistente |
| | Permanente y constante |
| ACUMULACIÓN (AC) (Incremento progresivo) | EFEECTO (EF) (Relación causa-efecto) |
| Simple 1 | Indirecto o 1 |
| Acumulativo 4 | secundario 4 |
| | Directo o primario |
| PERIODICIDAD (PR) (Regularidad de la manifestación) | RECUPERABILIDAD (MC) (Reconstrucción por medios humanos) |
| Irregular (aperiódico y esporádico) 1 | Recuperable de manera inmediata 1 |
| Periódico o de regularidad intermitente 2 | Recuperable a corto plazo 2 |
| Continuo 4 | Recuperable a medio plazo 3 |
| | Recuperable a largo plazo 4 |
| | Mitigable, sustituible y compensable 4 |
| | Irrecuperable 8 |
| Importancia del impacto I: ± [3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC] | |

f) Reversibilidad (RV): se refiere a la posibilidad de reconstrucción del factor afectado por el proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, por medios naturales, una vez que aquella deja de actuar sobre el medio.

g) Recuperabilidad (MC): es la posibilidad de reconstrucción, total o parcial, del factor afectado como consecuencia del proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la actuación, por medio de la intervención humana (introducción de medidas correctoras). En ciertas ocasiones es posible, mediante la aplicación de medidas co-

rectoras, disminuir el tiempo de retorno a las condiciones iniciales previas a la implantación de la actividad, por medios naturales, o sea, acelerar la reversibilidad y, consecuentemente, disminuir la persistencia.

h) Sinergia (SI): este atributo contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples. La componente total de la manifestación de los efectos simples, provocados por acciones que actúan simultáneamente, es superior a la que cabría de esperar de la manifestación de efectos cuando las acciones que las provocan actúan de manera independiente y no simultánea.

i) Acumulación (AC): da idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto, cuando persiste de forma continuada o se reitera la acción que lo genera.

j) Efecto (EF): se refiere a la relación causa-efecto, o sea a la forma de manifestación del efecto sobre un factor, como consecuencia de una acción.

k) Periodicidad (PR): se refiere a la regularidad de manifestación del efecto, bien sea de manera cíclica o recurrente (efecto periódico), de forma impredecible en el tiempo (efecto irregular), o constante en el tiempo (efecto continuo).

La importancia del impacto toma valores entre 13 y 100. Los impactos con valores de importancia inferiores a 25 son irrelevantes. Los impactos moderados presentan una importancia entre 25 y 50. Serán severos cuando la importancia se encuentre entre 50 y 75 y críticos cuando el valor sea superior a 75. Ver Tabla 2.

Resultados del Diagnóstico ambiental

En el diagnóstico ambiental se trata de inventariar todos los factores en la caracterización del medio, previsiblemente afectados por la ejecución del proyecto. Se encuentra conformado por una descripción del sistema natural, tanto el ambiente físico (agua y tierra), como biótico (fauna) y perceptual (paisaje) y otro del sistema socioeconómico-cultural del medio afectado.

• Ubicación

El Partido de Necochea se encuentra ubicado al SE de la provincia de Buenos Aires, linda al W con el Partido de San Cayetano, al N con el Partido de Benito Juárez y al E con los Partidos de Tandil y Lobería.

La ciudad de Necochea, cabecera del Partido, se encuentra ubicada en el vértice SE, a los 38° 34' Latitud Sur - 58° 40' Longitud Oeste. Cuenta con una superficie total de 4791,57 km², 479.157 Ha. (Figura 2)

Descripción del subsistema natural: Ambiente físico

• Geología y geomorfología

La provincia de Buenos Aires posee dos tipos de costas: costas de dunas y costas cohesivas. Las primeras se extienden al norte de la laguna de Mar Chiquita (Figura N° 10). Se caracterizan por un campo de dunas de 3,5 km de ancho. La costa presenta una duna costera activa que regula el equilibrio de la playa durante las tormentas. Ver Figura 3.

Las costas cohesivas, son de erosión y muestran en su mayor extensión acantilados activos labrados sobre arenas no consolidadas (dunas) o sobre limolitas calcáreas con intercalaciones de calcretes "tosca". Un campo de dunas colgadas, por lo general inactivo se desarrolla en el sector superior de los acantilados. Las playas asociadas a acantilados activos son angostas y desarrollan configuraciones variadas (Marcomini y López, 2006).

Para evaluar el riesgo de erosión costera, se construyeron los índices de peli-grosidad y vulnerabilidad mediante la selección de indicadores. Ver Figura 4. Los indicadores utilizados para evaluar la peligrosidad fueron tasas de erosión/acreción, geomorfología, efecto de los temporales de oleaje y aporte de sedimentos (Merlotto et al., 2011).

• Hidrodinámica

En la actualidad se dispone de un conocimiento físico bastante bueno sobre la marea y la onda

Tabla 2. Ponderación que puede tomar cada impacto.

Fuente: Elaboración propia a partir de Conesa Fernández-Vitora, 2010.

| | | |
|------------------------------|------------------------------|---------|
| Impacto Positivo Crítico | Impacto Negativo Crítico | > 75 |
| Impacto Positivo Severo | Impacto Negativo Severo | 50 - 75 |
| Impacto Positivo Moderado | Impacto Negativo Moderado | 25 - 50 |
| Impacto Positivo Irrelevante | Impacto Negativo Irrelevante | < 25 |

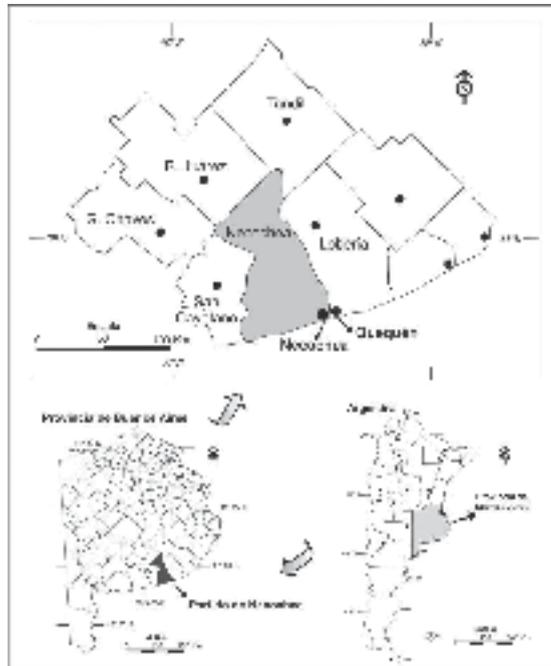


Fig. 2. Provincia de Buenos Aires: localización del partido de Necochea y del núcleo urbano Necochea-Quequén
 Fuente: Andersen y Zulaica, 2012



Fig. 3. Mapa de ubicación donde se muestran los sitios correspondientes a antiguas explotaciones mineras. Pueden observarse los distintos tipos de costa que caracterizan la región, los rangos de retroceso y la deriva litoral neta.
 Fuente: Marcomini y López, 2006

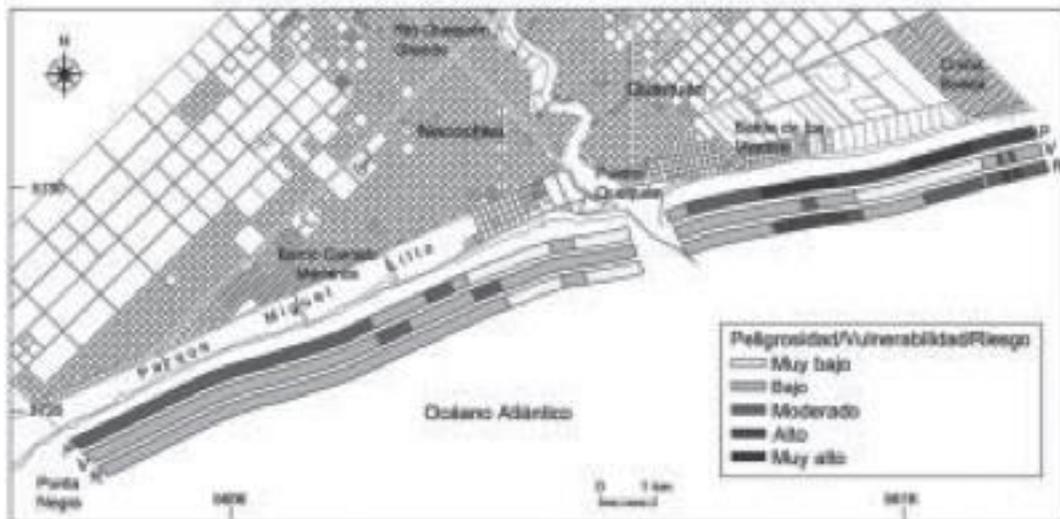


Fig. 4. Distribución de la peligrosidad (P), vulnerabilidad (V) y riesgo de erosión costera (R)

Fuente: Merlotto, Bértola y Piccolo, 2011

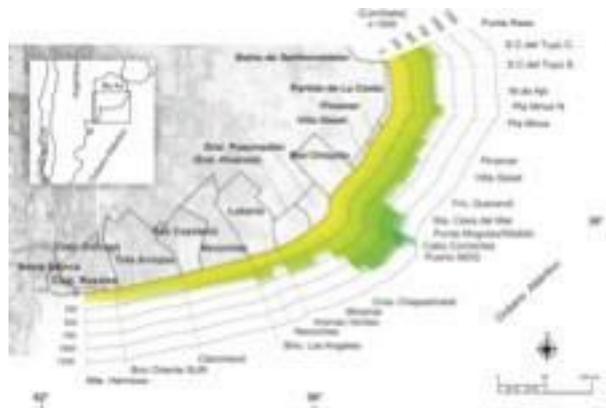


Fig. 5. Segmentación del área de estudio y estimaciones de Transporte Potencial Neto Anual de Sedimentos (Q) para cada segmento analizado. Las líneas perpendiculares a la costa representan el eje de la variable Tasa de Transporte.

Fuente: Verón y Bértola, 2014

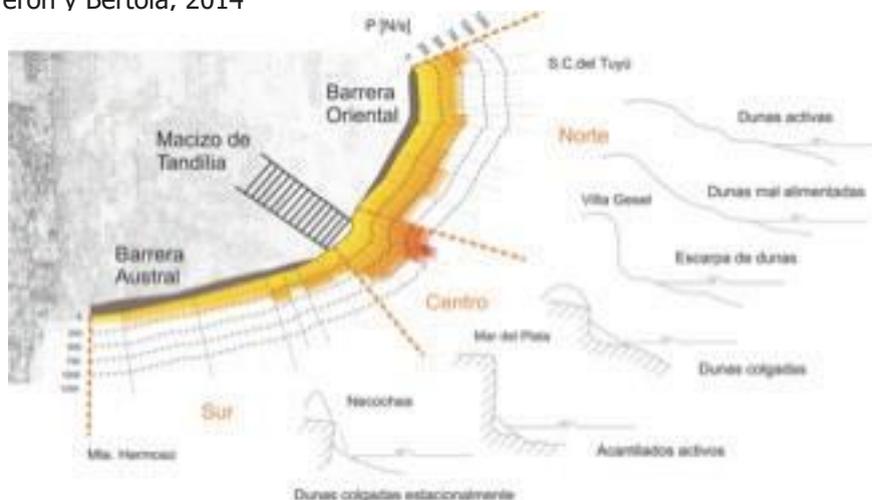


Fig. 6. Flujo de Energía Neto (PI) a lo largo de la costa y distribución de geformas características de la costa bonaerense según Isla et al. (2001a)

Fuente: Verón y Bértola, 2014

de tormenta en la zona costera de la provincia de Buenos Aires (Fiore *et al.*, 2009). En la zona de Necochea-Quequén la marea tiene una amplitud media de 1,02 m (con una máxima amplitud de 1,78 m). Desde 2006 en Puerto Quequén se están relevando los parámetros de olas con un ológrafo ubicado del lado W de la escollera sur, que es donde se instalará el equipo; sin embargo a la fecha, la cantidad de datos disponible no permite elaborar una estadística o climatología confiable.

- **Dinámica costera**

La ausencia de un monitoreo ambiental costero sistemático, fundamentalmente de parámetros de olas, entre el estuario de Bahía Blanca y Puerto Quequén, hace que prácticamente no se disponga de trabajos científicos concernientes a la dinámica costera de esta región (Pérez, 2014).

Las mareas son micromareales con un régimen de tipo semidiurno con desigualdades diurnas, esto es dos pleamares y dos bajamares diarias, distintas entre sí, cuya amplitud media es de 0,82 m. Las playas están expuestas a la acción directa del oleaje con dos direcciones principales de incidencia de los trenes de ola, las provenientes principalmente del sur y sudeste, que origina una corriente de deriva litoral neta hacia el norte. En la costa de Buenos Aires estos registros corresponden a sudestadas o tormentas del oeste que provocan ascensos de hasta 1,5 m sobre el nivel de marea esperado.

En el medio marino costero la energía que hace posible la dinámica sedimentaria litoral llega principalmente en trenes de ondas superficiales que rompen sobre la costa en forma de olas de rompiente. El ángulo de incidencia de los frentes de olas y el gradiente energético de las mismas a lo largo de la costa determinan un flujo neto de masa paralelo, el cual conforma una corriente longitudinal. Esta componente es mayormente responsable de las alteraciones morfológicas de playas y del transporte de sedimentos entre sistemas costeros consecutivos y regionales. Este transporte longitudinal (*deriva litoral*) es responsable del movimiento de miles y hasta millones de metros cúbicos de

arena cada año. Verón y Bértola (2014) representaron una estimación del transporte potencial de sedimentos, resultado de la aplicación del método de flujo de energía (CERC, 2002), desde la ciudad balnearia de Monte Hermoso hasta Punta Rasa (Provincia de Buenos Aires, Argentina) durante el año 2009.

Tanto el flujo de energía como la tasa potencial asociada presentan, en promedio anual, dirección preferencial al noreste (Figuras 5 y 6). Desde el extremo sur del área de estudio (Monte Hermoso) hasta el partido de General Alvarado, la energía crece paulatinamente desde 87 N/s a 354 N/s, generando un transporte potencial de entre 10^5 m³/año en el extremo cercano a Bahía Blanca, hasta unos 4×10^5 m³/año en Miramar.

- **Ruido submarino**

El sonido proveniente de transportes y barcos varía con el tipo de embarcación, la velocidad de tránsito y otros factores, incluyendo el calado del barco y las condiciones hidrometeorológicas; la amplitud del sonido es continua y ocurre generalmente dentro de un particular rango de frecuencia. Las fuentes de ruido provenientes del tráfico marítimo pueden variar entre los 150 dB para barcos pequeños tales como embarcaciones pequeñas de pesca comerciales y los 195 dB o $1 \mu\text{Pa}^3$ para grandes buques contenedores y buques-tanques (Bassett 2010; Bassett et al. 2010; Scrimger et al. 1990).

Ambiente biótico

- **Avifauna**

Como habitantes del ambiente marino, las aves marinas se encuentran afectadas por las diferentes actividades humanas en el mar y sus ambientes costeros, expresadas a través del desarrollo de actividades industriales, comerciales y de recreación. El deterioro crónico de los hábitats marinos y costeros de la provincia de Buenos Aires podría tener efectos a largo plazo sobre muchas especies, más serios que muchos de los graves efectos que dominan la atención pública. Ver Tabla 3.

- **Ictiofauna**

³ La exposición potencial de los animales al sonido submarino es evaluado empleando distintas mediciones, siempre en referencia a un específico nivel de presión, en micropascales (μPa). Una de estas mediciones incluye el parámetro denominado Nivel de Presión de Sonido (SPL por sus siglas en inglés) el cual mide la efectiva presión del sonido, convertida a decibeles y expresada en dB re $1 \mu\text{Pa}$, para sonidos submarinos.

La fauna del área costera bonaerense presenta características propias y en el caso de los peces, queda definida por especies dominantes como son el conjunto de la familia de la corvina (Sciénidos) compuesto por pescadilla de red, pescadilla real, pargo y corvina negra.

Conjuntamente con ellas están presentes otras

especies, que desde el punto de vista de estudio se tratan como conjuntos ícticos o desde una visión comercial u operativa, se conocen como el "variado"⁴, entre los cuales el lenguado, gatuzo, besugo, palometa, pez palo, brótola, mero, salmón de mar, tiburones y rayas resultan las más importantes (Lasta *et al.*, 2001).

• Comunidad del bentos

Tabla 3. Frecuencia de ocurrencia relativa de las familias y especies de aves marinas y playeras registradas en Bahía de los Vientos, provincia de Buenos Aires. También se muestran los valores del estatus de residencia de las especies.

Fuente: Gareis, 2010

| Familia | Especie | Características | Nombre común | Frecuencia de ocurrencia relativa |
|-------------------|-------------------------|--------------------------------------|----------------------------|-----------------------------------|
| Charadriidae | Charadrius falklandicus | Visitante estival | Chorlito doble collar | 5,6 |
| Chionididae | Chionis alba | Visitante invernal | Paloma antártica | 44,4 |
| Hematopodidae | Hematopus palliatus | Residente | Ostrero común | 55,6 |
| | Larus atlanticus | Visitante invernal | Gaviota de Olrog | 45,8 |
| | Larus cirrocephalus | Residente | Gaviota capucho gris | 9,7 |
| Laridae | Larus cirrocephalus | Residente | Gaviota capucho gris | 9,7 |
| | Larus dominicanus | Residente | Gaviota cocinera | 81,9 |
| | Larus maculipennis | Residente | Gaviota capucho café | 97,2 |
| Phalacrocoracidae | Phalacrocorax olivaceus | Residente | Biguá | 45,8 |
| Podicipedidae | Podiceps major | Residente | Macá grande | 2,8 |
| Procellariidae | Macronectes gigantus | Visitante invernal | Petrel gigante común | 9,7 |
| Rynchopidae | Rynchops niger | Visitante estival | Rayador sudamericano | 1,4 |
| Scolopacidae | Calidris fuscicollis | Migrador neártico, visitante estival | Playerito rabadilla blanca | 2,8 |
| Spheniscidae | Spheniscus magellanicus | Visitante invernal | Pingüino patagónico | 1,4 |
| | Sterna hirundinacea | Visitante invernal | Gaviotín sudamericano | 2,8 |
| | Sterna máxima | Visitante invernal | Gaviotín real | 1,4 |
| | Sterna eurygnatha | Visitante invernal | Gaviotín pico amarillo | 5,6 |
| | Sterna trudeaui | Residente | Gaviotín lagunero | 11,1 |

⁴ El artículo 3° de la resolución 7/2005 del Consejo Federal Pesquero brinda la definición del "variado costero" y la nómina de las especies que lo integran.

La evaluación del impacto en los bentos es un componente estándar de todos los desarrollos marinos, pero los impactos esperados de los desarrollos de energía de las olas están limitados en gran parte a la etapa de construcción y relacionados con los trastornos del hábitat, incremento en los sedimentos en suspensión, sedimentación, socavación, abrasión y liberación de contaminantes. Los posibles impactos operacionales incluyen cambios en las hidrodinámicas y la introducción de nuevos tipos de hábitats debido a los cimientos de las estructuras y otros equipos sumergidos. La experiencia proveniente de los centros experimentales de evaluación de impacto ambiental sugiere que los efectos de la implementación de convertidores de energía de las olas en procesos y geología costera no es representativa comparada con los procesos naturales que ocurren en esos sitios (SOWFIA, 2013).

Ambiente perceptual

- Paisaje

Por paisaje se entenderá cualquier parte del territorio tal como la percibe la población, cuyo carácter sea el resultado de la acción y la interacción de factores naturales y/o humanos⁵. Relacionado con esta definición, en la costa bonaerense se encuentran los destinos turísticos de sol y playa de primer orden de Argentina, sin embargo el paisaje en éstos es el resultado de una intensiva intervención humana y son escasos los espacios estrictamente naturales (López, Bertoni y Testa, 2012).

Se descarta la influencia de la construcción urbana (edificios, casas) ya que su mayor influencia y crecimiento en los últimos 40 años fue entre los 100 y los 200 m de la costa, por lo que su acción sobre la playa (porque la barrera medanosa está fijada desde hace años y no interfiere en la dinámica actual de la costa) es baja.

Únicamente desde los edificios de la ciudad de Necochea (a 2,8 km el más cercano) se puede tener una visual destacada de la zona de la escollera pero no un punto de observación significativo del emplazamiento del dispositivo debido a su tamaño y a la distancia involucrada.

Descripción del subsistema socio-económico y cultural

Ambiente económico

- Actividad pesquera

Las artes de pesca utilizadas son redes de arrastre con portones y a la pareja para la pesca del variado, red de media agua y de cerco para anchoita y cornalito, redes de enmalle para tiburones.

En el período 1992-1997, se observa una tendencia a la disminución de la cantidad de embarcaciones menores a 18 metros y un aumento en la participación en los desembarques totales del estrato de barcos más grandes (Lasta et al., 2001).

Actualmente la flota pesquera ocupa el sector denominado Giro 7 y 8 sobre la margen Necochea, en forma exclusiva. La riqueza ictícola presente en el Río Quequén y en proximidades de las escolleras y playas, brinda a la ciudad de Necochea y Quequén, una gran cantidad y variedad de lugares aptos para la pesca deportiva, ocupando un sitio de privilegio entre los destinos pesqueros de la costa atlántica, de la provincia y del país (portal Necocheanet).

- Turismo

El turismo constituye el segundo renglón de ingresos que tiene la ciudad, después del agropecuario y primordialmente ha contribuido a la expansión edilicia y a la jerarquía de la edificación (Anduaga, 2008).

Necochea cuenta con la posibilidad de brindar distintos tipos de productos turísticos que la diferencian del resto de las localidades de la costa de similares características, ya que cuenta con cuatro elementos que conviven en un mismo espacio y tiempo: playa-parque, puerto, campo y río.

La oferta de otros productos que son complementarios a los de sol y playa, como el turismo cultural, turismo rural, turismo deportivo, entre otros, fortalecen la imagen de la ciudad y en conjunto incentivan la afluencia de visitantes a la zona (Anduaga, 2008).

La creación del Ente Necochea de Turismo (ENTUR) en el año 2010, se centró en el reconoci-

⁵ Art. 1 Inc. a) del Convenio Europeo del Paisaje que entró en vigor en España el 1 de marzo de 2008.

miento de la actividad turística como factor de desarrollo del partido y planteó nuevos retos en la política turística.

Con respecto al impacto económico del turismo, su cuantificación presenta dificultades metodológicas específicas, debido a que la actividad se vincula con una gran cantidad de actividades de producción de bienes y servicios, sin que sea posible delimitar un conjunto específico como sector turístico. El gasto de los turistas se distribuye en un conjunto muy variado de actividades económicas, muchas de ellas compartidas con los residentes (Consejo Federal de Inversiones, 2013).

Ambiente cultural

La estrategia metodológica elegida se basó en la metodología de investigación acción participativa. Se trabajó con técnicas y dinámicas de grupo. Se planteó un debate abierto sobre la necesidad de concretar un plan estratégico de turismo. Para lo cual se consultó al colectivo de los participantes qué temas eran los que se debían tratar y cómo. De este modo aparecieron "ejes emergentes" desde los que se debían proponer un conjunto de acciones y sus estrategias particulares. En lo que se refiere al Eje Medio Ambiente, se propuso lo siguiente:

Objetivo general 1: Impulsar mejores condiciones de calidad ambiental

Objetivos específicos: Fomentar la integración puerto-ciudad, revitalizando turísticamente el espacio portuario

Objetivo general 2: Extender la cultura sobre la problemática ambiental

Objetivos específicos:

- Sensibilizar e informar para la adopción de comportamiento pro ambientales.
- Implementar instancias de educación ambiental y avanzar en la asunción de compromisos por la sostenibilidad.

De los objetivos planteados se aprecia la aceptación que tendría el proyecto que nos ocupa

dado el realce que le daría al sector del puerto, concretamente a la esollera, resultando una forma de acercamiento concreto de la gente a las actividades portuarias.

Por otro lado, de la mano de lo planteado en el objetivo general 2 y aplicando el concepto del *scoping*⁶, el Grupo Undimotriz de la UTN.BA, como parte de las visitas técnicas a la ciudad de Necochea para registrar datos en el lugar del futuro emplazamiento del dispositivo y tomar contacto con las autoridades del Consorcio de Gestión del Puerto Quequén, aprovechó la oportunidad para organizar un encuentro en el Centro de Estudiantes de la Delegación Quequén de la Universidad Nacional del Centro de la provincia de Buenos Aires, a fin de difundir a los presentes acerca de las energías marinas y el aprovechamiento de la energía a través de un dispositivo undimotriz.

En este encuentro se expuso a los participantes el equipo escala 1:10 desarrollado en el año 2014 y se invitó a contestar una breve encuesta para que expresaran su interés en la temática. A través de la misma, todos manifestaron:

- a) Considerar la posibilidad de instalación en la ciudad de un equipo para la captación de la energía marina.
- b) La disposición a presenciar seminarios de estas características en un futuro inmediato.
- c) La intención de recomendar a un colega la concurrencia a estos seminarios.

Entre las sugerencias colectadas, se propuso mayor presencia del tema en los medios locales, difusión del tema energético en la web (especialmente sobre energía undimotriz y corrientes marinas) y firma de convenios con la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires y con empresas de energía.

Ambiente infraestructura

- Accesibilidad

El núcleo urbano, ocupa una posición estratégica en la provincia de Buenos Aires, con buena accesibilidad y conectividad respecto de otras

⁶ *Scoping*: La participación pública durante la fase de *scoping* es un aspecto considerado como fundamental dentro del proceso de EIA y su objetivo no es otro que involucrar a la sociedad en el proyecto a realizar y conseguir que el consenso sobre las cuestiones medioambientales que se vean afectadas sea el máximo posible, de manera que la ciudadanía comprenda el alcance de la actividad y sus repercusiones. (Solaun et al, 2003)



Fig. 7. Líneas de alta tensión

Fuente: sitio web Ageera

áreas productivas y urbanas. La comunicación vial con los asentamientos del corredor atlántico es a través de las rutas 11 y 88 (Mar del Plata a 127 km.); con Buenos Aires por las rutas 227, 55 y autovía 2 (Buenos Aires a 530 km.); con el sur por las rutas nacional 228 y 3 (Bahía Blanca a 345 km.); con el norte y centro del país por las rutas 86 y 3. No cuenta con servicio ferroviario (fuera de servicio desde el año 2003), pero sí con acceso marítimo (a partir del Puerto Quequén) y aéreo (aeródromo provincial).

- Servicio de electricidad

La provincia de Buenos Aires es altamente dependiente de energía. Ésta es generada en otras provincias para luego ser transportada a grandes distancias por líneas de alta tensión (de 500 kV y 525 kV). Con posterioridad la energía se distribuye por medio de líneas de menor tensión. A Necochea la energía llega por medio de líneas de 132 kV y 138 kV.

El servicio eléctrico para Necochea-Quequén y zonas rurales es provisto por el sistema interconectado nacional. En la ciudad de Necochea existe una central térmica cerca del puerto, su producción se integra al Sistema Interconectado, mientras que Quequén cuenta con una estación transformadora (Gareis, 2010). Ver Figura 7.

Ambiente social

- Características de la población

La población total del partido de Necochea es de 92.933 habitantes⁷, siendo el porcentaje de varones del 47,8 % y de mujeres del 52,2 %. Según el Censo Nacional del INDEC del 2010 el 23,2% de la población total corresponde a personas menores de 15 años de edad y el 14,7% la población mayor de 65 años. El índice de dependencia potencial es del 61,0 %⁸.

⁷ Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2010. Fuente. <http://www.indec.gov.ar/>

⁸ Es la proporción de población potencialmente no económicamente activa (niños de 0 a 14 años y ancianos de 65 años y más) con respecto al total de la población potencialmente económicamente activa (de 15 a 65 años) Fuente. www.indec.gov.ar

Identificación de elementos del ambiente susceptibles de ser impactados

A raíz de la elaboración y análisis del proyecto del dispositivo undimotriz como así también del diagnóstico ambiental (sistema natural y socioeconómico-cultural), los factores ambientales que se identificaron como potencialmente afectados o impactados, tanto por la naturaleza de los mismos como por las características del proyecto, son:

Sistema natural

- Ambiente físico
- Aire: contaminación sonora y emisión de gases. Las obras de ingeniería consistentes en la construcción de la pasarela, colocación de los pilotes y ubicación del muelle, el uso de maquinaria pesada y el tráfico de vehículos generarán ruido y gases.
- Agua: contaminación. El desarrollo de las acciones de enterramiento de los pilotes con un equipo montado sobre una barcaza o embarcación similar y/o utilización de una grúa flotante puede ocasionar contaminación del agua marina.
- Ambiente biótico
- Fauna: alteración del ecosistema. El desarrollo de las obras durante la etapa de construcción de los pilotes y muelle y el funcionamiento del dispositivo pueden provocar alteraciones de la fauna bentónica e ictícola.
- Ambiente perceptual
- Paisaje: modificación del entorno y la vista. La ubicación del dispositivo sobre la escollera alterarán la fisonomía normal de la escollera e implicará una modificación a la vista a la que está acostumbrada la población local.

Sistema socio-económico y cultural

- Ambiente infraestructura
- Eléctrica: en la etapa de funcionamiento se incorporará energía a la red interconectada, lo que repercutirá sobre la infraestructura eléctrica y el servicio eléctrico.
- Accesibilidad y tránsito: el inicio del funcionamiento del dispositivo implicará colocación de señalamiento, control de mayor afluencia de vehículos y posible habilitación de estacionamientos.
- Ambiente cultural

• Valores culturales y humanos: valores didácticos y educativos. La presencia del dispositivo en la ciudad será una inmejorable oportunidad de transmitir la importancia de las energías renovables y el aprovechamiento de los recursos naturales. Infinidad de establecimientos educativos del ámbito local, provincial, nacional e investigadores podrán concurrir a conocerlo.

- Ambiente social
- Población: empleo. Tanto en la construcción como en la etapa de funcionamiento se generarán puestos de trabajo, lo que impactará en la población.
- Ambiente económico
- Economía: turismo. El hecho que la ciudad cuente con el primer dispositivo undimotriz de la Argentina redundará en beneficios económicos debido a la atracción turística.

Interpretación y ponderación de los impactos ambientales

Los factores del ambiente que potencialmente se verán afectados, se ordenaron en forma de árbol mostrando verticalmente la relación existente entre los diferentes factores. Siguiendo lo propuesto por Conesa Fernández-Vitora, (2010), los niveles del árbol de factores se clasificaron de la siguiente manera:

- Primer nivel: sistema.
- Segundo nivel: subsistema.
- Tercer nivel: componente.
- Cuarto nivel: factor.

A continuación, se presenta el desarrollo metodológico realizado para ponderar cada uno de los impactos potenciales que se generarán a partir del desarrollo de las acciones del proyecto sobre los componentes y factores del sistema natural y socioeconómico - cultural.

- Sistema: natural
- Subsistema: ambiente físico
- Componente: aire
- Factor: contaminación sonora

Las actividades que impactarán sobre el confort sonoro son: circulación de maquinaria pesada, construcción de la pasarela, enterramiento de los pilotes, colocación de la plataforma, instalación de los dispositivos, movimiento vehicular en ambas etapas, construcción de la subestación transformadora y la operación de los

dispositivos. No se dispone de datos del nivel de ruido que puede generar este dispositivo. Sin embargo, se pueden hacer las siguientes consideraciones:

- Los dispositivos ubicados cerca de la costa o en ella, producirían niveles de ruido que pueden llegar a constituir una molestia. Cuando el dispositivo está en pleno funcionamiento, el ruido que produce sea probablemente enmascarado por el ruido del viento y las olas, siempre y cuando el sonido de éste sea aceptable. Cuando evalúa la magnitud del ruido acústico le otorga el valor más pequeño (Thorpe, 1999).
- Uno de los impactos negativos de los dispositivos ubicados en la costa o cercanos a ella son los niveles de ruido incómodos para la población vecina (Huertas-Olivares et al., 2006).
- El ruido emitido por un dispositivo variará bajo diferentes condiciones de ola y operación. A la fecha, hay pocos datos disponibles de cualquier clase acerca del ruido producido por cualquier tipo de convertidor de energía de ola (SOWFIA, 2013).
- En lo que respecta al ruido producido por los dispositivos de energía marina (olas y mareas), la bibliografía ahonda principalmente en los efectos y consecuencias que el ruido submarino tiene sobre los animales marinos y peces.
- El sonido proveniente de un convertidor de energía de olas (WEC, por sus siglas en inglés)

puede variar en amplitud y frecuencia con las características de las olas (Bassett 2010; Bassett et al., 2010; Scrimger et al., 1990).

Antes de evaluar la contribución de ruido de estos dispositivos, hay que conocer los ruidos básicos que existen en el lugar donde van a ser instalados. Esto incluye ruidos naturales (olas, viento y movimiento de sedimentos) y ruidos antropogénicos (embarcaciones y lanchas de pilotaje). Estos pueden variar, entre otras cosas, por el oleaje, las condiciones meteorológicas, estación del año, velocidad y dirección de la corriente.

Es necesario efectuar un programa básico de monitoreo para conocer la variación de estos parámetros. Los instrumentos y la metodología utilizada tienen que ser capaces de distinguir entre el ruido producido durante la instalación/funcionamiento del dispositivo y otros ruidos, como los que se mencionaron anteriormente y de la turbulencia (SOWFIA, Streamlining of Ocean Wave Farms Impact Assessment, 2013).

Se puede hacer una aproximación del nivel de los ruidos que podemos encontrar en el área de ubicación del dispositivo:

- El oleaje puede alcanzar valores entre 40 y 80 dB. (Figura 8)

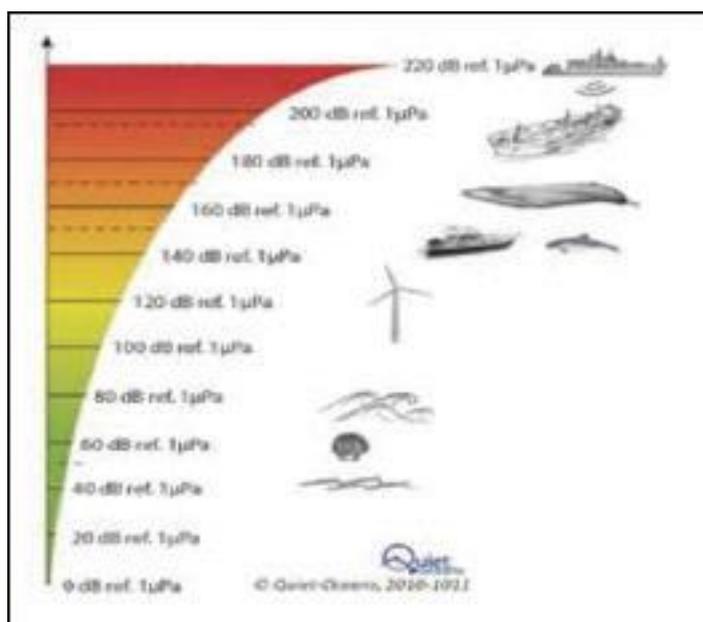


Fig. 8. Control del ruido en instalaciones de energía de las olas

Fuente: SOWFIA, 2013

• Las fuentes de ruido provenientes del tráfico marítimo pueden variar entre los 150 dB para barcos pequeños tales como embarcaciones pequeñas de pesca comerciales y los 195 dB o 1 μ Pa para grandes buques contenedores y buques-tanques (Bassett *et al.*, 2010; Scrimger *et al.*, 1990).

Por lo expuesto anteriormente y teniendo en cuenta:

- La ubicación del dispositivo en la escollera sur.
- El nivel de ruido de las olas como marco referencial (80 dB).
- La distancia a puntos significativos de la costa donde puede registrarse concentración de gente: escollera norte (522 m) e inicio del 1er Balneario de Necochea (2500 m).
- El ruido cae en 6 dB cuando se duplica la distancia a la fuente (Gareis, 2010), con lo cual a

los 512 metros, el ruido producido por el oleaje que se prevé "disimule" al producido por el dispositivo, se percibiría un nivel semejante al ambiente del campo. Solo una persona que circule en proximidades del dispositivo recibirá un nivel de ruido semejante al de las olas.

El ruido que se produciría por el funcionamiento del dispositivo undimotriz generaría un impacto negativo sobre el confort sonoro, el cual tendrá una extensión puntual porque afectará un sector concreto de la escollera sur, se manifestará en forma inmediata, con una persistencia que se espera sea permanente, reversible en el corto plazo, el ruido se manifestará en forma continua, pero recuperable de manera inmediata una vez que cese el funcionamiento del dispositivo. Ponderación: Impacto negativo moderado.

Tabla 4. Valor de importancia del impacto sobre el factor contaminación sonora

Fuente: Elaboración propia. Aclaración en orden de las referencias: Intensidad (IN), Extensión (EX), Momento (MO), Persistencia (PE), Reversibilidad (RV), Sinergia (SI), Acumulación (AC), Efecto (EF), Periodicidad (PR), Recuperabilidad (MC).

| Valor de importancia del impacto sobre el factor contaminación sonora | | | | | | | | | | | | |
|---|--|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-------------------------|
| Criterios de ponderación de impactos | | IN | EX | MO | PE | RV | SI | AC | EF | PR | MC | Importancia del impacto |
| ACCIONES DEL PROYECTO | | | | | | | | | | | | |
| ETAPA DE CONSTRUCCION | Circulación de maquinaria pesada | 6 | 4 | 4 | 1 | 1 | 2 | 1 | 4 | 1 | 1 | 25 |
| | Construcción de la pasarela | 3 | 2 | 4 | 1 | 1 | 2 | 1 | 4 | 1 | 1 | 20 |
| | Enterramiento de los pilotes en el agua | 6 | 2 | 4 | 1 | 1 | 2 | 1 | 4 | 1 | 1 | 23 |
| | Colocación de la plataforma | 3 | 2 | 4 | 1 | 1 | 2 | 1 | 4 | 1 | 1 | 20 |
| | Instalación de los dispositivos | 3 | 2 | 4 | 1 | 1 | 2 | 1 | 4 | 1 | 1 | 20 |
| | Movimiento vehicular. | 3 | 4 | 4 | 1 | 1 | 2 | 1 | 4 | 1 | 1 | 22 |
| | Construcción Sub-Estación Transformadora | 3 | 2 | 4 | 1 | 1 | 2 | 1 | 4 | 1 | 1 | 20 |
| ETAPA DE FUNCIONAMIENTO | Operación de los dispositivos. | 3 | 2 | 4 | 4 | 1 | 2 | 1 | 4 | 4 | 1 | 26 |
| | Mantenimiento de las instalaciones. | | | | | | | | | | | |
| | Movimiento vehicular. | 3 | 4 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 21 |

Tabla 5. Valor de importancia del impacto sobre el factor emisión de gases

Fuente: Elaboración propia. Aclaración en orden de las referencias: Ídem Tabla 4.

| Valor de importancia del impacto sobre el factor emisión de gases | | | | | | | | | | | | |
|---|--|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-------------------------|
| Criterios de ponderación de impactos | | IN | EX | MO | PE | RV | SI | AC | EF | PR | MC | Importancia del impacto |
| ACCIONES DEL PROYECTO | | | | | | | | | | | | |
| ETAPA DE CONSTRUCCION | Circulación de maquinaria pesada | 3 | 2 | 4 | 1 | 1 | 2 | 1 | 4 | 1 | 1 | 20 |
| | Construcción de la pasarela | 3 | 2 | 4 | 1 | 1 | 2 | 1 | 4 | 1 | 1 | 20 |
| | Enterramiento de los pilotes en el agua | 3 | 2 | 4 | 1 | 1 | 2 | 1 | 4 | 1 | 1 | 20 |
| | Colocación de la plataforma | 3 | 2 | 4 | 1 | 1 | 2 | 1 | 4 | 1 | 1 | 20 |
| | Instalación de los dispositivos | 3 | 2 | 4 | 1 | 1 | 2 | 1 | 4 | 1 | 1 | 20 |
| | Movimiento vehicular. | 3 | 2 | 4 | 1 | 1 | 2 | 1 | 4 | 1 | 1 | 20 |
| | Construcción Sub-Estación Transformadora | | | | | | | | | | | |
| ETAPA DE FUNCIONAMIENTO | Operación de los dispositivos. | | | | | | | | | | | |
| | Mantenimiento de las instalaciones. | | | | | | | | | | | |
| | Movimiento vehicular. | 3 | 2 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 19 |

Tabla 6. Valor de importancia del impacto sobre el factor contaminación del agua

Fuente: Elaboración propia. Aclaración en orden de las referencias: Ídem Tabla 4.

| Valor de importancia del impacto sobre el factor contaminación del agua | | | | | | | | | | | | |
|---|--|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-------------------------|
| Criterios de ponderación de impactos | | IN | EX | MO | PE | RV | SI | AC | EF | PR | MC | Importancia del impacto |
| ACCIONES DEL PROYECTO | | | | | | | | | | | | |
| ETAPA DE CONSTRUCCION | Circulación de maquinaria pesada | | | | | | | | | | | |
| | Construcción de la pasarela | | | | | | | | | | | |
| | Enterramiento de los pilotes en el agua | 3 | 2 | 3 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 16 |
| | Colocación de la plataforma | | | | | | | | | | | |
| | Instalación de los dispositivos | | | | | | | | | | | |
| | Movimiento vehicular. | | | | | | | | | | | |
| | Construcción Sub-Estación Transformadora | | | | | | | | | | | |
| ETAPA DE FUNCIONAMIENTO | Operación de los dispositivos. | | | | | | | | | | | |
| | Mantenimiento de las instalaciones. | | | | | | | | | | | |
| | Movimiento vehicular. | | | | | | | | | | | |

Tabla 7. Valor de importancia del impacto sobre el factor alteración del ecosistema

Fuente: Elaboración propia. Aclaración en orden de las referencias: Ídem Tabla 4.

| Valor de importancia del impacto sobre el factor alteración del ecosistema | | | | | | | | | | | | |
|--|--|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-------------------------|
| Criterios de ponderación de impactos | | IN | EX | MO | PE | RV | SI | AC | EF | PR | MC | Importancia del impacto |
| ACCIONES DEL PROYECTO | | | | | | | | | | | | |
| ETAPA DE CONSTRUCCION | Circulación de maquinaria pesada | 3 | 2 | 4 | 1 | 1 | 2 | 1 | 4 | 1 | 1 | 20 |
| | Construcción de la pasarela | 3 | 2 | 4 | 1 | 1 | 2 | 1 | 4 | 1 | 1 | 20 |
| | Enterramiento de los pilotes en el agua | 6 | 1 | 4 | 3 | 1 | 2 | 1 | 4 | 1 | 1 | 24 |
| | Colocación de la plataforma | 3 | 2 | 4 | 1 | 1 | 2 | 1 | 4 | 1 | 1 | 20 |
| | Instalación de los dispositivos | 3 | 2 | 4 | 1 | 1 | 2 | 1 | 4 | 1 | 1 | 20 |
| | Movimiento vehicular. | 3 | 2 | 4 | 1 | 1 | 2 | 1 | 4 | 1 | 1 | 20 |
| | Construcción Sub-Estación Transformadora | | | | | | | | | | | |
| ETAPA DE FUNCIONAMIENTO | Operación de los dispositivos. | 6 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 4 | 2 | 1 | 22 |
| | Mantenimiento de las instalaciones. | | | | | | | | | | | |
| | Movimiento vehicular. | | | | | | | | | | | |

Factor: emisión de gases

Las actividades que impactarán sobre la conformación gaseosa de la atmósfera son: circulación de maquinaria pesada, construcción de la pasarela, enterramiento de los pilotes, colocación de la plataforma, instalación de los dispositivos y el movimiento vehicular en ambas etapas. Todas estas acciones generarán impactos con intensidad baja, afectando una zona puntual del área de influencia, ya que todas se dan dentro del área de la escollera, se manifestará de manera inmediata y directa sobre la atmósfera afectando su composición de forma momentánea, por lo que es reversible, aperiódico y recuperable de manera inmediata. Ponderación: Impacto negativo bajo.

Componente: agua

Factor: contaminación

La única actividad que impactará sobre el fac-

tor agua es la maniobra de enterramiento de los pilotes, sobre los cuales se colocará la plataforma que sostendrá al dispositivo. La maniobra debe ser llevada a cabo por un equipo flotante mantenida en el lugar por una embarcación tipo remolcador, si es que ella no posee medios propios para desplazarse. Esta máquina efectuará las perforaciones en suelo marino a través de una barrena, tarea que permitirá luego el posicionamiento e hincado de los pilotes. Posteriormente por medio de un martillo neumático se realizará su enterramiento en la posición indicada según diseño.

Durante la obra de remodelación y prolongación de la escollera sur (2004-2006), se realizaron monitoreos de la calidad del agua de mar con sonda multi sensor Horiba U-10 midiendo los parámetros que brinda este equipo. Los resultados del monitoreo indicaron que el sistema no presentó disfunciones en su producción

biológica, ni efectos mensurables por acción de contaminantes disueltos. Esta conclusión coincidió con los resultados del monitoreo de fitoplankton solicitado. Los valores de turbidez hallados, demostraron que los efectos producidos por el vuelco de rocas, no incidieron en la calidad de las aguas de baño del sector de playas de Necochea (Müller, 2008).

Subsistema: ambiente biótico

Componente: fauna

Factor: alteración del ecosistema

Las actividades que impactarán sobre las aves, especialmente debido al ruido serán: circulación de maquinaria pesada, construcción de la pasarela, enterramiento de los pilotes, colocación de la plataforma, instalación de los dispositivos y movimiento vehicular en ambas etapas.

Las actividades que impactarán sobre la riqueza ictícola y la comunidad del bentos serán: enterramiento de los pilotes y la operación de los dispositivos.

- Afectación de peces

Varias especies marinas usan el sonido para comunicarse, navegar, encontrar presas y evadir predadores (Richardson et al., 1995) son las más probables de ser afectadas por los ruidos producidos por los dispositivos de olas y mareas debido a su susceptibilidad a los sonidos y su probable proximidad a los dispositivos de energía marina (Pelc y Fujita 2002; Cummings and Thompson, 1971).

El entendimiento de los efectos que la firma de ruido específico de los dispositivos de mareas y olas tendrá sobre la audición de los animales marinos, su conducta y/o otros daños potenciales, es esencial para predecir cómo los dispositivos podrían afectar a las poblaciones marinas, y de esta manera diseñar la mitigación apropiada, si fuera necesaria (OES, 2013) Por eso, es necesario conocer la firma de sonido del dispositivo y su propagación (alcance y profundidad) (Wave Energy Centre, 2009).

Un estudio reciente sobre el control de ruido de un convertidor de energía de olas efectuado en el Centro de Testeo de Lysekil, Suecia, reveló que el riesgo a la integridad física de los mamíferos marinos por exposición a corto plazo al ruido generado por el diseño de un convertidor era casi

inexistente (SOWFIA, 2013).

- Afectación de la comunidad del bentos

El agregado de sustratos duros en los hábitats de fondo blando (tales como los anclajes de los dispositivos de olas) puede tener efectos indirectos sobre los organismos bentónicos al cambiar las corrientes locales, la abundancia de nutrientes, la acumulación de materia orgánica y vegetación marina. Estos efectos pueden cambiar la abundancia de la macrofauna cerca del sustrato introducido, o pueden atraer a depredadores que promuevan cambios en el bentos (OES, 2013).

La bibliografía remarca el escaso conocimiento a la fecha de la afectación de los dispositivos sobre peces y mamíferos marinos. Se efectúan numerosas pruebas de modelado en laboratorio para calcular los posibles efectos de campos de dispositivos.

Las pocas observaciones encontradas aluden a dispositivos instalados dentro del agua, es decir que, para sistemas montados directamente sobre la tierra como el que pretende instalarse en Puerto Quequén, con boyas que toman contacto con el agua, se presume que la afectación sería despreciable.

Subsistema: ambiente perceptual

Componente: paisaje

Factor: modificación entorno y vista

Las acciones que impactarán sobre el paisaje son: construcción de la pasarela, enterramiento de los pilotes, colocación de la plataforma, instalación de los dispositivos, construcción de la sub-estación transformadora y la operación de los dispositivos.

Las acciones antes mencionadas provocarán un impacto negativo con una intensidad media (excepto la pasarela que será alta) y una extensión puntual porque se ubican en un sector definido con respecto al entorno y afectarán una zona bien localizada.

Si bien serán estructuras discordantes con la forma original de la escollera e implican una variación a la naturalidad del ambiente, teniendo en cuenta la ubicación del conjunto en la escollera, sus dimensiones y las distancias a puntos notables de la costa⁹, hace que su presencia se

⁹Distancia del dispositivo a la Escollera Norte, 510 m, a la Baliza Roja/Blanca, 890 m y al Primer edificio en la línea de playa de Necochea, 2700 m.



Fig. 9. Visual a la escollera desde el primer edificio de la ciudad
 Fuente: Google Herat



Fig. 10. Visual a la escollera a nivel de playa
 Fuente: Google earth

disimule con respecto a la escollera que le sirve de base.

La presencia de la plataforma y el dispositivo quedarán fuera de la visual de los que circulan por sus proximidades debido a la presencia de una obra artística de 180 m de largo y 5,30 m de altura. Solo ascendiendo por una escalera se tendrá acceso a la pasarela para observar el equipo.

Del lado de la ciudad de Necochea, a través de la Figura 9 se puede apreciar la visual que se tiene de la escollera sur desde lo alto del primer edificio de la línea de costa ($38^{\circ} 35' 4.5'' S / 58^{\circ} 43'$

$34.99'' O$) situado aproximadamente a 2800 m de distancia; apenas se logra apreciar la línea de la escollera y con dificultad se podrá distinguir una estructura de la misma altura que ella, pudiendo inclusive disimularse aún más si posee el mismo color que el entorno.

Una segunda visual de la escollera se puede apreciar a través de la Figura 10, a 2900 m de distancia ($38^{\circ} 35' 1.24'' S / 58^{\circ} 43' 36.49'' O$) pero a nivel de la playa.

Será un impacto que se manifestará de forma inmediata, continua, permanente, irrecuperable e irreversible, afectando directamente el paisaje.

Ponderación: Impacto negativo moderado. La operación del dispositivo producirá un impacto negativo con una intensidad media y una extensión puntual y crítica. Las valoraciones responden al hecho de que el dispositivo tendrá similar altura que la escollera, siendo la longitud de los brazos 7 m y el diámetro de las boyas 3 m.

Como se pudo apreciar en las figuras anteriores, el dispositivo undimotriz será difícilmente visible a una distancia de 2700 m, que es la correspondiente al primer edificio y el más cercano de los construidos en la línea de la costa y más difícil aún a nivel de la playa, lo que implica un reducido impacto visual al entorno. Será un impacto que se manifestará de forma inmediata, continua, permanente, irrecuperable e irreversible, afectando directamente el paisaje. Ponderación: Impacto negativo moderado.

La construcción de la obra civil de la subestación transformadora impactará negativamente sobre el paisaje con una intensidad media, por ser un lugar de circulación constante de turistas, pescadores y habitantes locales, con una extensión puntual, ya que será una construcción de tamaño reducido y afectará una zona bien localizada. El impacto se manifestará de manera inmediata sobre el paisaje, de forma permanente, irreversible e irrecuperable, con manifestación continua. Ponderación: Impacto negativo moderado.

Sistema: socio-económico y cultural
Subsistema: ambiente infraestructura

Componente: infraestructura eléctrica
Las acciones que impactarán sobre la infraestructura eléctrica son: la operación del dispositivo y el mantenimiento de las instalaciones.

Para ambos casos la valoración que se obtuvo se debe a que la intensidad del impacto será media, ya que con el funcionamiento del dispositivo en potencial nominal se estaría entregando al sistema interconectado unos 40 kW¹⁰ de potencia eléctrica. El impacto se manifestará de forma inmediata apenas comience a generarse la energía a partir de la captación y transformación que realizará el dispositivo, el impacto será permanente dado que mientras funcione el dispositivo se espera que suministre de forma constante energía al sistema, excepto en los momentos en que se realicen las pertinentes tareas de mantenimiento.

El efecto del impacto sobre la infraestructura eléctrica es directo y se manifestará en forma continua. Ponderación: Impacto positivo moderado.

El mantenimiento de las instalaciones obtuvo una menor valoración en lo que respecta persistencia ya que se deberán reiterar las actividades de mantenimiento con una periodicidad aún no determinada, por lo que la permanencia del efecto será temporal, y afectará de manera indirecta ya que las mejoras se realizarán en el mismo dispositivo undimotriz pero que repercutirán de forma positiva en la infraestructura eléctrica. Ponderación: Impacto positivo irrelevante.

Tabla 8. Valor de importancia del impacto sobre el factor modificación entorno y vista

Fuente: Elaboración propia. Aclaración en orden de las referencias: Ídem Tabla 4.

| Valor de importancia del impacto sobre el factor modificación entorno y vista | | | | | | | | | | | | |
|---|--|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-------------------------|
| Criterios de ponderación de impactos | | IN | EX | MO | PE | RV | SI | AC | EF | PR | MC | Importancia del impacto |
| ACCIONES DEL PROYECTO | | | | | | | | | | | | |
| ETAPA DE CONSTRUCCION | Circulación de maquinaria pesada | | | | | | | | | | | |
| | Construcción de la pasarela | 12 | 2 | 4 | 4 | 4 | 2 | 1 | 4 | 4 | 8 | 45 |
| | Enterramiento de los pilotes en el agua | 6 | 2 | 4 | 4 | 4 | 2 | 1 | 4 | 4 | 8 | 39 |
| | Colocación de la plataforma | 6 | 2 | 4 | 4 | 4 | 2 | 1 | 4 | 4 | 8 | 39 |
| | Instalación de los dispositivos | 6 | 2 | 4 | 4 | 4 | 2 | 1 | 4 | 4 | 8 | 39 |
| | Movimiento vehicular. | | | | | | | | | | | |
| ETAPA DE EJECUCION | Construcción Sub-Estación Transformadora | 6 | 2 | 4 | 4 | 4 | 2 | 1 | 4 | 4 | 8 | 39 |
| | Operación de los dispositivos. | 6 | 2 | 4 | 4 | 4 | 2 | 1 | 4 | 4 | 8 | 39 |
| | Mantenimiento de las instalaciones. | | | | | | | | | | | |
| | Movimiento vehicular. | | | | | | | | | | | |

¹⁰ Dato provisto por Grupo Undimotriz UTN.BA

Tabla 9. Valor de importancia del impacto sobre el factor infraestructura eléctrica

Fuente: Elaboración propia. Aclaración en orden de las referencias: Ídem Tabla 4.

| Valor de importancia del impacto sobre el factor infraestructura eléctrica. | | | | | | | | | | | | |
|---|--|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-------------------------|
| Criterios de ponderación de impactos | | IN | EX | MO | PE | RV | SI | AC | EF | PR | MC | Importancia del impacto |
| ACCIONES DEL PROYECTO | | | | | | | | | | | | |
| ETAPA DE CONSTRUCCION | Circulación de maquinaria pesada | | | | | | | | | | | |
| | Construcción de la pasarela | | | | | | | | | | | |
| | Enterramiento de los pilotes en el agua | | | | | | | | | | | |
| | Colocación de la plataforma | | | | | | | | | | | |
| | Instalación de los dispositivos | | | | | | | | | | | |
| | Movimiento vehicular. | | | | | | | | | | | |
| | Construcción Sub-Estación Transformadora | | | | | | | | | | | |
| ETAPA DE FUNCIONAMIENTO | Operación de los dispositivos. | 6 | 2 | 4 | 4 | 1 | 2 | 1 | 4 | 4 | 1 | 29 |
| | Mantenimiento de las instalaciones. | 6 | 2 | 4 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 23 |
| | Movimiento vehicular. | | | | | | | | | | | |

Tabla 10. Valor de importancia del impacto sobre el factor infraestructura, componente accesibilidad y tránsito

Fuente: Elaboración propia. Aclaración en orden de las referencias: Ídem Tabla 4.

| Valor de importancia del impacto sobre el factor infraestructura, componente accesibilidad y tránsito. | | | | | | | | | | | | |
|--|--|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-------------------------|
| Criterios de ponderación de impactos | | IN | EX | MO | PE | RV | SI | AC | EF | PR | MC | Importancia del impacto |
| ACCIONES DEL PROYECTO | | | | | | | | | | | | |
| ETAPA DE CONSTRUCCION | Circulación de maquinaria pesada | 6 | 4 | 4 | 1 | 1 | 2 | 1 | 4 | 1 | 1 | 25 |
| | Construcción de la pasarela | | | | | | | | | | | |
| | Enterramiento de los pilotes en el agua | | | | | | | | | | | |
| | Colocación de la plataforma | | | | | | | | | | | |
| | Instalación de los dispositivos | | | | | | | | | | | |
| | Movimiento vehicular. | 3 | 2 | 4 | 1 | 1 | 2 | 1 | 4 | 1 | 1 | 20 |
| | Construcción Sub-Estación Transformadora | | | | | | | | | | | |
| ETAPA DE FUNCIONAMIENTO | Operación de los dispositivos. | | | | | | | | | | | |
| | Mantenimiento de las instalaciones. | | | | | | | | | | | |
| | Movimiento vehicular. | 3 | 2 | 4 | 1 | 1 | 2 | 1 | 4 | 1 | 1 | 20 |

Componente: accesibilidad y tránsito

Las acciones que impactarán sobre la accesibilidad y el tránsito son la circulación de maquinaria pesada y el movimiento vehicular tanto para la etapa de construcción como para la etapa de funcionamiento.

La circulación de maquinaria pesada será una acción puntual que se producirá solo al principio y al final de las obras ya que mientras tanto las máquinas permanecerán en la escollera. La maquinaria en cuestión se refiere principalmente a las grúas que se utilizarán para el desembarco de las distintas partes de la pasarela ya prefabricada y su colocación, la ubicación de la plataforma sobre los pilotes y la ubicación del dispositivo. La circulación de estas grúas se realizará sin inconvenientes a través de la calle de circulación que posee la escollera en toda su extensión y eventualmente puede requerir que personal de Prefectura controle el tránsito de vehículos momentánea-

mente por seguridad, debido al tamaño de la grúa, hasta que ésta acceda al sector donde va a operar, al extremo del camino (donde finaliza la obra artística). El impacto resultante será de una intensidad media, de extensión parcial, que se manifestará de forma inmediata, pero que será de persistencia fugaz, reversible a corto plazo y recuperable de manera inmediata apenas se retiren las mismas. Ponderación: Impacto negativo moderado.

El movimiento vehicular tanto en la etapa de construcción como en la etapa de funcionamiento obtuvo valoraciones bajas para cada uno de los criterios, lo que se debe a que se emplearán un número reducido de camionetas para la etapa de construcción y únicamente para el transporte del personal, utilizándose un solo vehículo durante la etapa de mantenimiento. Ponderación: Impacto negativo irrelevante.

Subsistema: ambiente cultural
Factor: valores culturales y humanos

Tabla 11. Valor de importancia del impacto sobre el factor cultural, componente valores didácticos y educativos

Fuente: Elaboración propia. Aclaración en orden de las referencias: Ídem Tabla 4.

| Valor de importancia del impacto sobre el factor cultural, componente valores didácticos y educativos | | | | | | | | | | | | |
|---|--|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|-------------------------|
| Criterios de ponderación de impactos | | | | | | | | | | | | |
| ACCIONES DEL PROYECTO | | | | | | | | | | | | Importancia del impacto |
| ETAPA DE CONSTRUCCION | Circulación de maquinaria pesada | | | | | | | | | | | |
| | Construcción de la pasarela | | | | | | | | | | | |
| | Enterramiento de los pilotes en el agua | | | | | | | | | | | |
| | Colocación de la plataforma | | | | | | | | | | | |
| | Instalación de los dispositivos | | | | | | | | | | | |
| | Movimiento vehicular. | | | | | | | | | | | |
| | Construcción Sub-Estación Transformadora | | | | | | | | | | | |
| ETAPA DE FUNCIONAMIENTO | Operación de los dispositivos. | 12 | 8 | 4 | 4 | 4 | 1 | 1 | 4 | 4 | 2 | 44 |
| | Mantenimiento de las instalaciones. | | | | | | | | | | | |
| | Movimiento vehicular. | | | | | | | | | | | |

Tabla 12. Valor de importancia del impacto sobre el factor empleo

Fuente: Elaboración propia. Aclaración en orden de las referencias: Ídem Tabla 4.

| Valor de importancia del impacto sobre el factor empleo. | | | | | | | | | | | | |
|--|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|-------------------------|
| Criterios de ponderación de impactos | | | | | | | | | | | | |
| ACCIONES DEL PROYECTO | | | | | | | | | | | | Importancia del impacto |
| ETAPA DE CONSTRUCCION | Circulación de maquinaria pesada | | | | | | | | | | | |
| | Construcción de la pasarela | 3 | 2 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 19 |
| | Enterramiento de los pilotes en el agua | 3 | 2 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 19 |
| | Colocación de la plataforma | 3 | 2 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 19 |
| | Instalación de los dispositivos | 3 | 2 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 19 |
| | Movimiento vehicular. | | | | | | | | | | | |
| | Construcción Sub-Estación Transformadora | 3 | 2 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 19 |
| ETAPA DE FUNCIONAMIENTO | Operación de los dispositivos. | 3 | 2 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 19 |
| | Mantenimiento de las instalaciones. | 3 | 2 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 19 |
| | Movimiento vehicular. | | | | | | | | | | | |

Tabla 13. Valor de importancia del impacto sobre el factor turismo

Fuente: Elaboración propia. Aclaración en orden de las referencias: Ídem Tabla 4.

| Valor de importancia del impacto sobre el factor turismo. | | | | | | | | | | | | |
|---|--|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|-------------------------|
| Criterios de ponderación de impactos | | | | | | | | | | | | |
| ACCIONES DEL PROYECTO | | | | | | | | | | | | Importancia del impacto |
| ETAPA DE CONSTRUCCION | Circulación de maquinaria pesada | | | | | | | | | | | |
| | Construcción de la pasarela | | | | | | | | | | | |
| | Enterramiento de los pilotes en el agua | | | | | | | | | | | |
| | Colocación de la plataforma | | | | | | | | | | | |
| | Instalación de los dispositivos | | | | | | | | | | | |
| | Movimiento vehicular. | | | | | | | | | | | |
| | Construcción Sub-Estación Transformadora | | | | | | | | | | | |
| ETAPA DE FUNCIONAMIENTO | Operación de los dispositivos. | 12 | 8 | 4 | 4 | 4 | 1 | 1 | 4 | 4 | 2 | 44 |
| | Mantenimiento de las instalaciones. | | | | | | | | | | | |
| | Movimiento vehicular. | | | | | | | | | | | |

Componente: valores didácticos y educativos
La acción que impactará sobre los valores didácticos y educativos será la operación del dispositivo. La adopción de la tecnología que utiliza la energía alternativa sustentable para la generación de energía eléctrica, constituye un hecho inédito para nuestro país, una oportunidad para educar a muchos chicos, enfocándolos en una mayor preocupación hacia el cuidado del ambiente y siendo esto un disparador para la in-

vestigación y crecimiento de esta tecnología. La valoración obtenida corresponde a un impacto positivo con una intensidad alta y una extensión amplia, que se registrará de forma inmediata, permanente, irreversible, continua e irrecuperable. Ponderación: impacto positivo moderado.

Subsistema: ambiente social
Componente: población
Factor: empleo

Tabla 14. Matriz de ponderación numérica

| ACCIONES | | | | ETAPA DE CONSTRUCCIÓN | | | | | | | ETAPA DE FUNCIONAMIENTO | | |
|------------------------------------|--------------------------|------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|-----------------------------|---|-----------------------------|---------------------------------|-----------------------|--|--------------------------------|-------------------------------------|-----------------------|
| | | | | Circulación de maquinaria pesada | Construcción de la pasarela | Enterramiento de los pilotes en el agua | Colocación de la plataforma | Instalación de los dispositivos | Movimiento vehicular. | Construcción Sub Estación Transformadora | Operación de los dispositivos. | Mantenimiento de las instalaciones. | Movimiento vehicular. |
| MEDIO RECEPTOR | | | | | | | | | | | | | |
| Sistema natural | Ambiente físico | Aire | Contaminación sonora | 25 | 20 | 23 | 20 | 20 | 22 | 20 | 26 | | 21 |
| | | | Emisión de gases | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | | | | 20 |
| | | Agua | Contaminación | | | 16 | | | | | | | |
| | Ambiente biótico | Fauna | Alteración del ecosistema | 20 | 20 | 24 | 20 | 20 | 20 | | 22 | | |
| | Ambiente perceptual | Paisaje | Modificación entorno y vista | | 45 | 39 | 39 | 39 | | 39 | 39 | | |
| Sistema socio-económico y cultural | Ambiente infraestructura | Eléctrica | | | | | | | | | 29 | 23 | |
| | | Accesibilidad y tránsito | | 25 | | | | | 20 | | | | 20 |
| | Ambiente cultural | Valores culturales y humanos | Valores didácticos y educativos | | | | | | | | 44 | | |
| | Ambiente social | Población | Empleo | | 19 | 19 | 19 | 19 | | 19 | 19 | 19 | |
| | Ambiente económico | Economía | Turismo | | | | | | | | 44 | | |

Las acciones que impactarán sobre el empleo son: construcción de la pasarela, enterramiento de los pilotes, colocación de la plataforma, instalación de los dispositivos, construcción de la sub-estación transformadora, la operación de los dispositivos y el mantenimiento de las instalaciones.

Los impactos que generarán en el empleo las mencionadas acciones son positivas y bajas, lo que se debe principalmente a que si bien durante la etapa de construcción se requerirá mano de obra, no se emplearán un número importante de personas, ya que se estima que se requerirá de 15 trabajadores (incluido los supervisores), el empleo será de carácter fugaz en la etapa de construcción.

Debe considerarse que la duración de la etapa de construcción del dispositivo undimotriz es corta y una vez ya construido se requerirá tan solo de un operario que trabaje en el parque monitoreando el buen funcionamiento del mismo, luego se realizarán las actividades de mantenimiento que involucrarán un número reducido de empleados que, si el dispositivo funciona correctamente, solo desarrollarán las

actividades de mantenimiento una vez al año. Ponderación: impacto positivo bajo.

Subsistema: ambiente económico
Componente: economía
Factor: turismo

La acción que impactará sobre el turismo es la operación del dispositivo. La operación del dispositivo undimotriz generará un impacto positivo sobre el turismo, ya que se convertirá en un atractivo más con el que contará la localidad y que la destacará sobre las demás zonas turísticas del país. Además, se convertirá en un polo de atracción educativo y cultural al poseer el primer dispositivo undimotriz del país y el segundo en Sudamérica, lo que generará un incremento de turistas de todo el país y del extranjero. Por lo mencionado, el impacto que generará sobre el turismo tuvo una valoración en intensidad alta y con una extensión amplia, que se manifestará de forma inmediata y continua, permanente, irreversible y recuperable a corto plazo mientras se encuentre en funcionamiento el dispositivo. Ponderación: Impacto positivo moderado.

Tabla 15. Matriz de síntesis de impacto ambiental

| ACCIONES | | | | ETAPA DE CONSTRUCCIÓN | | | | | | | ETAPA DE FUNCIONAMIENTO | | | |
|------------------------------------|--------------------------|------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|-----------------------------|------------------------------------|-----------------------------|---------------------------------|-----------------------|--|--------------------------------|-------------------------------------|-----------------------|--|
| | | | | Circulación de maquinaria pesada | Construcción de la pasarela | Entierro de los pilotes en el agua | Colocación de la plataforma | Instalación de los dispositivos | Movimiento vehicular. | Construcción Sub Estación Transformadora | Operación de los dispositivos. | Mantenimiento de las instalaciones. | Movimiento vehicular. | |
| MEDIO RECEPTOR | | | | | | | | | | | | | | |
| Sistema natural | Ambiente físico | Aire | Contaminación sonora | | | | | | | | | | | |
| | | | Emisión de gases | | | | | | | | | | | |
| | | Agua | Contaminación | | | | | | | | | | | |
| | | | Fauna | Alteración del ecosistema | | | | | | | | | | |
| | | | Paisaje | Modificación entorno y vista | | | | | | | | | | |
| Sistema socio-económico y cultural | Ambiente infraestructura | Eléctrica | | | | | | | | | | | | |
| | | Accesibilidad y tránsito | | | | | | | | | | | | |
| | Ambiente cultural | Valores culturales y humanos | Valores didácticos y educativos | | | | | | | | | | | |
| | Ambiente social | Población | Empleo | | | | | | | | | | | |
| | Ambiente económico | Economía | Turismo | | | | | | | | | | | |

Conclusiones

Del análisis de las matrices resultantes (Tablas 14 y 15), se detallan a continuación las conclusiones respecto a los potenciales impactos ambientales que generarían la instalación y funcionamiento de un dispositivo undimotriz en el Puerto Quequén:

a) Los impactos negativos se darán en las dos etapas que componen el proyecto, es decir construcción y funcionamiento, 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.

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 inferirse que la instalación y funcionamiento de un dispositivo undimotriz provocaría solo impactos

negativos moderados, se concluye que los 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 hacen viable su puesta en marcha.

Referencias

- ANDERSEN, A. y ZULAICA, L., (2012). Identificación y evaluación de los principales ambientales de Puerto Quequén (Partido de Necochea, Provincia de Buenos Aires). Séptimo congreso de medio ambiente, Universidad Nacional de La Plata, 41 pp.
- BALD, J. et al., (2013). Guía para la elaboración de los estudios de impacto ambiental de proyectos de energías renovables marinas. Proyecto CENIT - OCEAN LIDER, Líderes en energías renovables oceánicas, 75 pp.
- BERTONI, M. et al., (2013). La planificación estratégica y sustentable del turismo en el partido de Necochea. Facultad de Ciencias Económicas y Sociales, Universidad Nacional de Mar del Plata, 21 pp.
- Centro de Energía de Olas. Testeo y evaluación de los dispositivos de extracción de energía marina en términos de desempeño, costo e impacto ambiental. (EQUIMAR), 2009, 77 pp.
- CONESA FERNÁNDEZ VÍTORA, V., (2010). Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental. 4ta. ed. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, 864 pp.
- Consejo Federal de Inversiones. Desarrollo y fortalecimiento de las cadenas de valor al interior de la provincia de Buenos Aires. Informe final. 2013
- CORRAL BOBADILLA, M. et al., (2013). Impacto ambiental de la energía de olas en España. 17mo. Congreso internacional de Logroño en proyectos de dirección e ingeniería. 17 al 19 de Julio de 2013, Universidad de la Rioja, España, p. 710 a 719.
- DE TOMÁS SÁNCHEZ, J. E., (2014). Tres décadas de evaluación del impacto ambiental en España. Tesis doctoral, Facultad de Ciencias, Universidad de Alicante, España, 242 pp.
- DRAGANI, W. y ALONSO, G., (2011). Erosión en playas de la provincia de Buenos Aires: modelación numérica de eventos severos. Informe Técnico. Servicio de Hidrografía Naval, Conicet, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, 14 pp.
- FERNÁNDEZ, J. M. y BÉRTOLA, G. R., (2011). Evolución de la línea de costa y de la urbanización entre Quequén y Costa Bonita. Revista geográfica digital. IGUNNE. Facultad de Humanidades. Universidad Nacional del Nordeste, año 8, n° 15, enero - junio 2011, 10 pp.
- GARCÍA LEYTON, L. A., (2004). Aplicación del Análisis Multicriterio en la Evaluación de Impactos Ambientales. Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona, España, 285 pp.
- GAREIS, M. C., (2010). Evaluación de los impactos ambientales potenciales que podrían producirse por la instalación y funcionamiento de un parque eólico en la ciudad de Necochea. Tesis (Licenciatura en Diagnóstico y Gestión Ambiental), Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Humanas, Buenos Aires, 147 pp.
- GÓMEZ OREA, D., (2003). Evaluación de impacto ambiental, 2º edición, Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, 749 pp.
- GYSSELS, P.; HAIM, P.A. y PELISSERO, M., (2016). En Proyecciones, vol. 14 n°2, octubre, 47-67.
- HUERTAS-OLIVARES, C. et al., (2006). Impacto ambiental de las centrales de energía de las olas. Centro de energía de ondas, Instituto Superior Técnico, Lisboa, Portugal, 8 pp.
- LANGHAMER, O.; WILHELMSSON, D. y ENGSTRÖM, J., (2009). Efectos del arrecife artificial y del impacto del fouling en las boyas y cimientos de los dispositivos de olas ubicados mar adentro. Un estudio piloto. Ciencia de los estuarios, costas y arrecifes. n° 82 (2), p. 426 a 432.
- LANGHAMER, O., (2010). Efectos de los convertidores de energía de olas en los alrededores de la macrofauna de fondo blando (costa oeste de Suecia). Estudio del ambiente marino, n° 69 (5), p. 374 a 381.

LASTA, C.; RUARTE, C. y CAROZZA, C., (2001). Flota costera argentina: antecedentes y situación actual. *El Mar Argentino y sus recursos pesqueros*, n° 3, p. 89 a 106.

MERLOTTO, A.; BÉRTOLA, G. R. y PICCOLO, M. C., (2012). Variaciones morfológicas y volumétricas de playas del partido de Necochea, provincia de Buenos Aires. IX Jornadas nacionales de geografía física Bahía Blanca, 19 - 21 de abril de 2012, p. 83 a 91.

MERLOTTO, A. y PICCOLO, M. C., (2009). Tendencia climática de Necochea-Quequén (1956-2006), Argentina. *Investigaciones geográficas*, n° 50, p. 143 a 167.

MÜLLER, M., (2008). Evaluación de impacto ambiental. Seminario, Maestría en ingeniería ambiental, Centro de estudios Mar del Plata, Universidad Tecnológica Nacional.

PELISSERO, M.; HAIM, P. A.; OLIVETO, G.; GALIA, F. y TULA, R., (2011). En *Proyecciones*, vol. 9, n°2, octubre.

PELISSERO, M.; HAIM, P. A.; TULA, R. ; GALIA, F. y MUIÑO, F., (2014). En *Proyecciones*, vol. 12, n°1, abril.

PÉREZ, I., (2014). Estudio del campo de olas, del flujo de energía paralelo a la costa y de sus tendencias en la región litoral, entre Bahía Blanca y Puerto Quequén. Tesis (Licenciatura en Oceanografía), Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, 60 pp.

RECALDE, S.; MINDIOLA, M. y CHANG, J., (2009). Análisis de metodologías para la evaluación ambiental de la construcción del Terminal marítimo en el sector de Monteverde, provincia de Santa Elena. Facultad de ingeniería marítima y ciencias del mar, Guayaquil, Ecuador, 11 pp.

Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable, Criterios para la elaboración de estudios de impacto ambiental: versión 2013 - 1a edición - Ciudad Autónoma de Buenos Aires, 2014.

SOLAUN, O.; BALD, J. y BORJA, Á., (2003). Protocolo para la realización de los estudios de impacto ambiental en el medio marino. Instituto tecnológico pesquero y alimentario, Tecnalía corporación tecnológica, 82 pp.

TORO CALDERÓN, J.; MARTÍNEZ PRADA, R. y ARRIETA LOYO, G., (2013). Métodos de evaluación de impacto ambiental en Colombia. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental* – Vol. 4 N° 2 – julio-diciembre, 11 pp.

Unión Europea. Coordinando las evaluaciones de impacto de los campos de olas oceánicas, Proyecto SOWFIA - IEE/09/809, Version 3, Meta 3.5 – Programa de trabajo 3 reporte final - Reporte del análisis de la experiencia de las evaluaciones de impacto ambiental de las energías marinas, 2013, 107 pp.

VERÓN, M. y BÉRTOLA, G. R., (2014). Aplicación del método de flujo de energía en el litoral de la provincia de Buenos Aires, Argentina. *Revista Latinoamericana de sedimentología y análisis de cuencas*. vol. 21 (1), p. 17 a 23.