

## LA PROTECCIÓN DE LA BIODIVERSIDAD MARINA FRENTE AL RUIDO SUBACUÁTICO: ¿ES NECESARIO INCORPORAR VALORES UMBRAL?<sup>1</sup>

*Marine biodiversity protection versus underwater noise pollution: is necessary to incorporate underwater noise levels?*

**POR: DR. ESTEBAN MORELLE HUNGRÍA**  
*Investigador colaborador en Derecho público*  
*Universitat de les Illes Balears*  
[esteban.morelle@uib.es](mailto:esteban.morelle@uib.es)

**RESUMEN:** La contaminación acústica es considerada como el ruido de origen antrópico vinculado a determinadas actividades humanas. Se ha posicionado como un contaminante incorporado a los mecanismos jurídicos de protección de los ecosistemas acuáticos a nivel internacional. Los mecanismos adoptados en diversos países para frenar este tipo de polución se habían orientado con un claro enfoque antropocéntrico, priorizando cuando los afectados eran los propios seres humanos, sin embargo, surgió una tendencia hacia un ecocentrismo que ha posibilitado la ampliación de esa protección hacia otras especies. La ciencia ha evidenciado un impacto directo e indirecto de este tipo de contaminación que ha sido tenido en cuenta por el legislador para establecer mecanismos de protección integral, como pueden ser las estrategias marinas. Con este tipo de instrumentos se ha culminado un proceso en aras de incrementar aún más la protección del medio marino y optimizar los ya existentes. Con esta aportación nos introducimos sobre este tipo de contaminante analizando los últimos mecanismos de protección integral frente a esta problemática para ello, nos centramos en la necesidad de implantar los conocidos como valores umbral, los cuales pueden ser un elemento principal en la mitigación y prevención del daño ambiental que puede generar.

**PALABRAS CLAVE:** ordenación espacial marítima, descriptor 11, ruido, estrategias marinas, valores umbral

**ABSTRACT:** Noise pollution is considered as noise of anthropic origin linked to certain human activities. It has positioned itself as a pollutant incorporated into the legal mechanisms for the protection of aquatic ecosystems at the international level. The mechanisms adopted in various countries to curb this type of pollution had been oriented with a clear anthropocentric approach, prioritizing when those affected were human beings themselves, however, a trend towards an ecocentrism emerged that has made it possible to extend that protection to other species. Science has evidenced a direct and indirect impact of this type of contamination that has been taken into account by the legislator to establish comprehensive protection mechanisms, such as marine strategies.

---

<sup>1</sup> \* Recibido para publicación: 16 de julio de 2020  
Enviado para evaluación externa: 17 de de julio de 2020  
Recibida evaluación externa positiva: 9 de diciembre de 2020  
Aceptado para publicación: 9 de diciembre de 2020

With this type of instrument, a process has been completed in order to further increase the protection of the marine environment and optimize the existing ones. With this contribution, we are introduced to this type of pollutant, analyzing the latest comprehensive protection mechanisms against this problem, for this, we focus on the need to implement the so-called threshold values, which can be a main element in the mitigation and prevention of environmental damage it can generate.

**KEYWORDS:** maritime spatial planning, descriptor 11, noise, marine strategies, threshold values

**SUMARIO:** I.- INTRODUCCIÓN. II.- LA CONTAMINACIÓN ACÚSTICA SUBMARINA. 1.- EL RUIDO UNA AMENAZA DEL PRESENTE PARA LA BIODIVERSIDAD MARINA. A) *Impactos sobre grandes cetáceos: afección directa a odontocetos y misticetos.* B) *Perspectiva ecosistémica y efecto dominó.* 2.- PRINCIPALES ACTIVIDADES ANTRÓPICAS EMISORAS. A) *Actividad comercial marítima.* B) *Construcción.* C) *Estudios sísmicos de hidrocarburos.* III.- EL DERECHO AMBIENTAL FRENTE A ESTA PROBLEMÁTICA. IV.- LA ORDENACIÓN MARÍTIMA. 1.- LA ESTRATEGIA MARINA: EL INSTRUMENTO BÁSICO DE ORDENACIÓN. V.- CONCLUSIONES. VI.- REFERENCIAS.

## I.- INTRODUCCIÓN

La pérdida de la biodiversidad<sup>2</sup> parece ir asociada al uso indiscriminado y abusivo de los recursos naturales por parte de una única especie animal, la humana. Una evidencia científica sobre esta afirmación radica en la actual situación de extinción de especies, no únicamente animales. La velocidad con la que se están extinguiendo las especies no solo es lo que debería preocuparnos pues, la desaparición está conllevando un peligro para la seguridad alimentaria, al afectar a la capacidad de resiliencia de la agricultura frente a problemas de bioseguridad<sup>3</sup>. Algunos lectores se preguntarán cual es la vinculación para

---

<sup>2</sup> En la Convención de Río de 1992, se elaboró el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB), uno de los principales hitos en la protección ambiental en la historia reciente, donde se define en su artículo 2 este concepto como: “la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otros, los ecosistemas terrestres y marinos y otros ecosistemas acuáticos, y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas.” Tal como afirma el profesor Allí Turrillas, se compone de los factores biológicos, denominada riqueza o diversidad biológica junto con el medio abiótico. Vid. ALLI TURRILAS, J-C. (2016). *La protección de la biodiversidad*. Madrid: Dykinson, p. 35.

<sup>3</sup> IPBES (2019). Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. S. Díaz, J. Settele, E. S. Brondízio E.S., H. T. Ngo, M. Guèze, J. Agard, A. Arneth, P. Balvanera, K. A. Brauman, S. H. M. Butchart, K. M. A. Chan, L. A. Garibaldi, K. Ichii, J. Liu, S. M. Subramanian, G. F. Midgley, P. Miloslavich, Z. Molnár, D. Obura, A. Pfaff, S. Polasky, A. Purvis, J. Razaque, B. Reyers, R. Roy Chowdhury, Y. J. Shin, I. J. Visseren-Hamakers, K. J. Willis, and C. N. Zayas (eds.). IPBES secretariat, Bonn, Germany. 56 pages. También en MORELLE HUNGRIA, E. (2020). New challenges for Criminology in the “New Normal” phase of the response to the COVID-19 pandemic and thereafter: wildlife trafficking as a cybercrime and a biosecurity problema. *Revista General de Derecho Animal y Estudios Interdisciplinarios de Bienestar Animal/Journal of Animal Law & Interdisciplinary Animal Welfare Studies*, 6, p. 4.

tal argumentación y, con el presente trabajo se analizan brevemente algunas de las evidencias que, según nuestro criterio de forma contundente vienen a sostener tal exposición. Que estamos ante una extinción masiva<sup>4</sup> no es algo novedoso ni que nos pueda sorprender, lo que si la diferencia de otras situaciones similares el factor causal, la especie humana o antropo, como elemento nuclear del panorama desolador al que nos enfrentamos.

La contextualización de la era del Antropoceno<sup>5</sup> está asentada en la sociedad y una muestra de ello son las presiones a las que sometemos al resto de especies, a los recursos naturales e inclusive, a los ecosistemas en su conjunto, acciones que están llegando a un extremo que los científicos alertan de un punto de no retorno. Tal como sugiere Arias Maldonado<sup>6</sup>, "...el reconocimiento de que los seres humanos han transformado de forma masiva la naturaleza sugiere que ahora tienen una responsabilidad hacia el planeta: como hogar de la especie humana, como hábitat para otras especies..."

Con el cambio climático tenemos uno de los grandes problemas existentes y no solo por los efectos que puede ocasionar a nivel ambiental, sino aquellos derivados de éstos, que pueden alterar la convivencia por problemas graves en la convivencia o bien por fuertes consecuencias económicas, entre otras. El cambio climático entre otras muchas cuestiones puede suponer que, en primer lugar, se incrementen los problemas ambientales existentes y, en segundo, la aparición de nuevas situaciones de riesgo<sup>7</sup>, no obstante, en ambas situaciones se pueden enlazar los impactos directos e indirectos antes mencionados.

Este problema global afecta de forma directa a la diversidad biológica, tanto terrestre como sobre los sistemas marinos, tal como señala el IPBES<sup>8</sup>, una de las posibles consecuencias es que se modificarán sustancialmente los biomas terrestres y ello afectará gravemente a las regiones polares, entre otras. Ante ello, hemos visto como se han adaptado mecanismos e instrumentos orientados hacia dos vertientes, mitigación y adaptación<sup>9</sup>. No obstante, parece ser que el cambio climático no es el único desafío a tener

---

<sup>4</sup> Vid. CEBALLOS, G. y EHRLICH, P-R. (2002). Mammal population losses and the extinction crisis. *Science*, 296, pp. 904-907. Y CEBALLOS, G., GARCIA, A., y EHRLICH, P-R. (2010). The sixth extinction crisis: loss of animal populations and Species. *Journal of Cosmology*, 8, pp. 1821-1831.

<sup>5</sup> Todavía en 2020 se discute a nivel geológico (estratigráfico) la decisión de pasar "oficialmente" a esta nueva era geológica defendida por Paul Crutzen hace veinte años en otra de esas cumbres geológicas. Vid. CRUTZEN, P-J. (2002). Geology of mankind. *Nature*, núm. 415, vol. 23. doi: 10.1038/415023a

<sup>6</sup> Vid. ARIAS MALDONADO, M. (2020). Antropoceno. pArAdigmA, Revista Universitaria de Cultura, núm. 23, marzo, p. 23.

<sup>7</sup> Uno de los problemas con relación al cambio climático y el ruido antrópico se ubica en el Ártico. Si bien es cierto que hasta la fecha los niveles de ruido antrópico allí eran menores como consecuencia del aumento de las temperaturas ligado al cambio climático ha supuesto un revulsivo, pues se han detectado cambios ocasionados por esta nueva problemática. Vid. HALLIDAY, W.D., PINE, M.K, INSLEY, S.J. (2020). Underwater noise and Arctic marine mammals: review and policy recommendations. *Environmental Reviews*, 28 (4). doi: 10.1139/er-2019-0033

<sup>8</sup> *Ibidem*, nota 1, p. 40.

<sup>9</sup> Una de las principales estrategias se ha llevado a cabo a nivel internacional, desde las Naciones Unidas hasta la Unión Europea. La Convención Marco sobre el Cambio Climático (CMNUCC) con el Protocolo de Kioto o bien a través del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) como principal organismo experto asesor. La Unión Europea ha trazado una línea clara en la lucha contra

en cuenta, como indican algunas investigaciones la extinción de especies, el cambio climático y otros factores están vinculados a ese elemento nuclear antes mencionado, nuestra especie, y la conservación de la biodiversidad será una de las cuestiones de mayor relevancia y, donde debemos poner un mayor énfasis para establecer políticas públicas ambientales eficaces y eficientes, a la mayor brevedad posible<sup>10</sup>.

La cuantificación de la diversidad biológica en el planeta no ha sido datada, sin embargo, estudios como los aportados por Mora y, otros<sup>11</sup>, sostienen que todavía queda mucho por descubrir de las más de 1.2 millones de especies catalogadas la gran mayoría queda a la espera de su catalogación científica. La situación en los ecosistemas acuáticos todavía parece ser peor que en los terrestres pues, el mar, ha sido una de fuentes de recursos que nuestra especie ha considerado ilimitada y los abusos detectados en algunas prácticas como la sobrepesca, suponen una gran amenaza para la biodiversidad marina. La FAO alerta que, pese al descenso de los niveles de capturas relativos a la pesca a nivel mundial, en comparación con los registros máximos de 1988, existe cierta controversia pues se detectan que los países en desarrollo han incrementado su producción en el periodo de 1950 a 2013. Este hecho evidencia que todavía queda mucho recorrido para alcanzar uno de los objetivos de desarrollo sostenible (meta 14.4), que conlleva garantizar de forma sostenible las poblaciones existentes de peces, con el objetivo de poner fin a la sobrepesca y a actividades como la pesca ilegal, no declarada y no reglamentada (INDNR). No se puede obviar que la actividad pesquera constituye una de las principales actividades comerciales en determinados países, reconocido como uno de los principales pilares de la economía a escala mundial y, por lo tanto, la gestión sostenible de estos recursos debe estar como prioridad en toda política pública en esta materia. Para alcanzar este objetivo de sostenibilidad las especies deben garantizarse dentro de unos niveles considerados óptimos a escala sostenible y, pese a esta estabilización en las capturas los datos parecen indicar que no se alcanzará el objetivo planteado como ODS.<sup>12</sup>

En la sociedad actual vinculada a la frenética actividad antrópica que se ejerce sobre el medio marino aparecen nuevas formas de contaminación detectadas y que ponen en peligro a especies marinas. La contaminación acústica ha sido uno de los contaminantes más conocidos no solo a nivel general, tanto a nivel técnico como jurídico se ha analizado ampliamente, sin embargo, cuando se ocasiona en el medio marino no fue hasta hace unas décadas cuando se empezaron a articular mecanismos para abordarlo. Por este motivo

---

el cambio climático, con Libro Verde y Blanco donde se articulan de forma clara las estrategias, en especial, de resiliencia frente a los impactos derivados de esta problemática. Muchos países, como España, han venido adoptando pasos en aras de avanzar en la misma línea, donde el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC) marca el primer hito en la adaptación de nuestro país, se han sucedido muchos cambios desde el inicio de este plan ambicioso, y en la actualidad, vemos como las Leyes contra el cambio climático se están aprobando por varias comunidades autónomas, como Cataluña (Llei 16/2017, de 1 de agosto) y las Illes Balears (Ley 10/2019, de 22 de febrero), que han tomado la iniciativa a la espera de una norma nacional.

<sup>10</sup> Vid. CEBALLOS, G. y ORTEGA-BAES, P. (2011). La sexta extinción: la pérdida de especies y poblaciones en el Neotrópico. In Conservación biológica: perspectivas de Latinoamérica, J. Simonetti y R. Dirzo (eds.). Editorial Universitaria. Chile. p. 105.

<sup>11</sup> Mora, C., Tittensor, D.P., Simpson, A.G.B., Worm, B. (2011). How Many Species Are There on Earth and in the Ocean? *PLoS Biol* 9(8): e1001127. doi: 10.1371/journal.pbio.1001127

<sup>12</sup> Vid. FAO. (2020). El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2020. La sostenibilidad en acción. Roma. doi: 10.4060/ca9229es

podemos realizar un símil afirmando que estamos ante un “viejo” conocido que se presenta en un “nuevo” formato y que esta presentación nos hace replantearnos todo lo que hasta la fecha nos ha venido guiando. Por este motivo el presente trabajo nos introduce en este tipo de contaminación como un peligro real y evidente para la biodiversidad marina. Realizaremos un breve recorrido por algunos fundamentos básicos para comprender la importancia de este tipo de contaminación cuando se propaga por el medio acuático. Las principales fuentes antrópicas de contaminación y como ha emergido con fuerza para consolidarse como un auténtico peligro que afecta no solo a determinadas especies que se encuentran en lo más alto de las cadenas tróficas, sino que también se ven afectadas otras especies lo que supone una alteración del equilibrio biológico.

Una vez tengamos este marco introductorio sobre la contaminación acústica submarina o subacuática, analizaremos como desde el Derecho ambiental se han venido incorporando toda una serie de mecanismos e instrumentos que de forma integral vienen a mitigar los efectos que pueden ocasionar estas ondas sobre las especies afectadas. Realizando un breve recorrido por el marco normativo existente para detenernos en los principales mecanismos introducidos por el legislador, las estrategias marinas y los planes de ordenación marítima. Sin embargo, ello lo hacemos sobre un planteamiento inicial, si a la vista de los estudios realizados por diferentes países, es viable incorporar niveles umbral y cómo debemos plantearlo en la planificación marítima.

## II.- LA CONTAMINACIÓN ACÚSTICA SUBMARINA

La complejidad de este tipo de contaminante precisa detenernos, aunque sea de forma genérica y, sin entrar en tecnicismos, en algunos conceptos básicos de física para poder matizar y comprender cierta terminología utilizada en la literatura científica analizada para el desarrollo del presente trabajo. En primer lugar, observamos como el sonido se refiere a un fenómeno físico en el que en un medio elástico (habitualmente el aire), se ocasiona una alteración mecánica de las moléculas que se encuentran en vibración transmitiendo a las moléculas colindantes y esa vibración de la molécula de aire ocasiona una variación de la presión sonora. Ésta se define como la variación existente en cierto instante entre las presiones, la existente y la atmosférica, con ello aparece la sonoridad, como sensación percibida por el oído humano ante la alteración o variación de presión acústica<sup>13</sup>. El nivel de presión sonora se mide en una unidad denominada decibelio (dB), y se determinará el nivel de presión que realiza la onda con relación al medio en el que se propaga. Como vemos se trata de energía que se introduce en un determinado medio que determinará ciertos parámetros, como la velocidad, en su propagación. De esta forma podemos afirmar que el sonido es una sensación, al ser una forma de energía emitida por el emisor que es percibida por el receptor utilizando para esa propagación un medio que determinará otros preceptos o características como su velocidad.

En segundo lugar, intensidad y potencia sonoras tienden a confundirse o, en ocasiones, se utilizan como sinónimos. Por intensidad se comprende a la cantidad energética

---

<sup>13</sup> Vid. MITECO. (2013). Conceptos básicos de ruido ambiental. Madrid. Consultado el 29 de septiembre de 2020 en [https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/contaminacion\\_acustica\\_tcm30-185098.pdf](https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/contaminacion_acustica_tcm30-185098.pdf)

transmitida en una dirección determinada en un espacio, se mide en vatios por metro cuadrado ( $w/m^2$ ); la potencia es la cantidad de energía emitida por una determinada fuente, su unidad es el watio (w). Por último, debemos referirnos también a la frecuencia, siendo el número de pulsaciones por segundo que pueden ser emitidas, se mide en hercios (Hz) y podemos distinguir frecuencias bajas o graves y altas o agudas<sup>14</sup>.

De esta forma podemos definir el ruido, al ser una forma de sonido, estaríamos ante la emisión de energía por una determinada fuente que ocasiona un fenómeno vibratorio, el cual se percibe por una determinada especie – habitualmente mediante el sistema auditivo - ocasionando una sensación que es percibida como desagradable y/o molesta. Como vemos nos referimos pues a una sensación auditiva al estar ante un sonido complejo lo que nos permite diferenciar las variables que permitirán distinguir determinados ruidos, atendiendo a diferentes características, como su intensidad, frecuencia, etc. Con ello podemos distinguir algunos de los más conocidos en acústica, el ruido impulsivo y el ruido continuo. El primero de ellos, se refiere a un registro elevado de nivel de presión sonora en un corto periodo de tiempo (es considerado como simple), también puede aparecer de forma reiterativa o repetitiva, registrando esos niveles elevados durante periodos muy cortos de tiempo de forma repetitiva. El ruido continuo es constante en el tiempo, el cual puede variar en su nivel de presión acústica, existen también atendiendo al emisor varios subtipos, como el intermitente.

#### 1.- EL RUIDO, UNA AMENAZA DEL PRESENTE PARA LA BIODIVERSIDAD MARINA

Como se ha visto la propagación del ruido como energía que es, precisa de un medio para su transmisión, en el mar atendiendo las características físico-químicas de su composición variará la velocidad de propagación del sonido, en especial, atendiendo a la temperatura, salinidad y presión. El agua es un medio en el que la velocidad del sonido aumenta, debido entre otras cuestiones a que tiene una menor pérdida de energía que en otros medios, como pasa en el aire. Unido a las diferencias detectadas tanto a nivel de zonas dentro de un mismo mar o bien, en los diferentes territorios donde se ubican mares y océanos, la velocidad de transmisión de las ondas variará<sup>15</sup>.

A continuación, trataremos de introducir al lector en la extensa literatura científica que viene sosteniendo la afección por este tipo de contaminación a los ecosistemas acuáticos en su conjunto, analizaremos como desde una perspectiva ecosistémica, no solamente se verán afectadas aquellas especies que de forma directa se ven afectadas por este contaminante.

##### *A) Impactos sobre grandes cetáceos: afección directa e indirecta, inclusive a otras especies*

<sup>14</sup> Vid. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. (2012). Introducción al sonido, en Documento técnico sobre impactos y mitigación de la contaminación acústica marina. Madrid. pp.25 y ss.

<sup>15</sup> No obstante, no son las únicas características a tener en cuenta, pues existen dentro de la física se tienen en cuenta otros conceptos como reflexión y refracción los cuales son procesos que interfieren también en la propagación del sonido. Vid. Biblioteca Digital ILCE. Consultado el 30 de octubre de 2020 en [http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen1/ciencia2/17/htm/sec\\_8.html](http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen1/ciencia2/17/htm/sec_8.html)

Si existen especies marinas sobre las que existe una mayor documentación en cuanto a los efectos que el ruido antrópico puede ocasionar, éstas se encuentran dentro del orden denominado cetacea<sup>16</sup>, que incluye aproximadamente noventa especies diferenciadas. Estas especies se encuentran agrupadas en dos parvódenes que en total suman once familias repartidas en odontocetos y mysticetos<sup>17</sup>. Las principales diferencias entre ambos subórdenes radican, principalmente, en la presencia o no de dientes<sup>18</sup> en su anatomía, no obstante, existiendo otras diferencias<sup>19</sup>, la clasificación general se realiza por esa vía, al disponer los mysticetos de un sistema de alimentación mediante barbas que permite la filtración.

Pese a las diferencias de ambos parvódenes, los dos disponen de un elemento en común, su capacidad auditiva. Pese a las diferencias anatómicas y fisiológicas que existen entre ambos, pueden emitir sonidos de alta y baja frecuencia. Los odontocetos pueden comunicarse mediante la producción de sonidos en altas frecuencias y también ultrasonidos<sup>20</sup>, en los mysticetos se ha detectado la producción de sonidos de baja frecuencia, incluso infrasonidos<sup>21</sup>. Las interferencias que se pueden detectar en el medio marino por los sonidos tanto naturales como antrópicos son de diversa índole, tal es así, que el propio medio marino contiene numerosos ejemplos de sonidos calificados como naturales a los que se debe añadir aquellos que nuestra especie ha introducido. Esta introducción de energía alertó a los científicos hace casi dos décadas, cuando la Sociedad Europea de Cetáceos impulsó un estudio sobre los efectos que causaba este tipo de contaminante para poder dotar de evidencia empírica a algunos estudios que venían alertando de datos preocupantes<sup>22</sup>. En la actualidad, existe gran variedad de literatura científica que describen daños a estas especies, los cuales podemos clasificar en tres

<sup>16</sup> Vid. ERBÉ, C. (2012). Effects of underwater noise on marine mammals. *Springer ed. The Effects of noise on aquatic life*, pp. 17-22. JOHNSTON, D. et al. (2007). Responses of cetaceans to anthropogenic noise. *Mammal Review*, 37 (2), pp. 81-115.

<sup>17</sup> Vid. MEDRANO GONZÁLEZ, L. (2013). La evolución de los cetáceos: moléculas, anatomías y mares. *Cuadrivicio. Hic et Vbiqve*, agosto, p. 2.

<sup>18</sup> Tal como señalan algunos autores, los mysticetos también poseían dientes planos, pero como consecuencia de la evolución y su adaptación acabaron por desaparecer dando lugar a las barbas actuales. *Ibidem*, nota 14, p. 6 y ss.

<sup>19</sup> La fisiología y anatomía varía entre ambos subgrupos, otra de las peculiaridades es que los odontocetos presentan un único orificio denominado espiráculo, por el contrario, los mysticetos disponen de dos.

<sup>20</sup> Se pueden utilizar también para la ecolocalización, utilizando frecuencias entre 5 a 150 kHz, los cuales se vienen detectando mediante lo que se denominan pulsos. Vid. JANIK, V. Y SAYIGH, L. (2013). Communication in bottlenose dolphins: 50 years of signature whistle research. *Journal of Comparative Physiology A: Neuroethology, Sensory, Neural, and Behavioral Physiology*, 199 (6), pp. 479-489. doi: 10.1007/s00359-013-0817-7. Se utilizan también los silbidos los cuales pueden ser utilizados para diferencias individuos e inclusive, tal como apuntan algunos investigadores pueden realizarlo simultáneamente. Vid. SÁNCHEZ, J. (2016). *Utilización de la bioacústica como herramienta para la detección de cetáceos en la costa uruguaya: características acústicas de los delfines franciscana (Pontoporia blainvillei) y nariz de botella (Tursiops truncatus)*. Uruguay: Universidad de la República. RAMA TORRES, P. (2020). Revisión bibliográfica: Estudio sobre los mecanismos de comunicación de los cetáceos. Trabajo Final de Grado. Coruña: Universidad da Coruña.

<sup>21</sup> Se han detectado emisiones en un espectro de bajas frecuencias, entre 20 Hz y 60 kHz, que permiten clasificar en tres los sonidos realizados atendiendo a su duración y frecuencia utilizada. Vid. DUDZINSKI, K., THOMAS, J. Y GREGG, J. (2009). Communication in marine mammals. En *Encyclopedia of Marine Mammals*. 2n Editio. Canada: Academic Press, pp. 260-269. doi: 10.1016/B978-0-12-373553-9.00064-X

<sup>22</sup> Vid. MORELLE HUNGRIA, E. (2019). Ordenación y planificación marítima frente al ruido de actividades antrópicas. *Revista Aranzadi de Derecho Ambiental*, núm. 42, p. 4.

grandes bloques<sup>23</sup>: efectos sobre su fisiología<sup>24</sup>, pérdida auditiva y enmascaramiento<sup>25</sup>, y efectos sobre su comportamiento<sup>26</sup>. No obstante, los daños generados y la evidencia señalada que, no solamente afecta a los cetáceos, sino que supone una amenaza para todos los ecosistemas acuáticos. Se han detectado gran variedad de efectos sobre otras especies como invertebrados y vertebrados marinos, éstos son similares a los ya mencionados en los cetáceos, pero aparecen otros que también se vienen dando en todas las especies afectadas por este contaminante, migraciones masivas de especies, alteraciones del comportamiento con afección a los patrones de apareamiento y reproducción<sup>27</sup>. Pese a esta evidencia existen cuestiones que todavía son debatidas a nivel científico, pues los estudios que se vienen realizando son de tal complejidad que existen diferencias entre aquellos que se realizan en entornos abiertos, semi-abiertos o cerrados<sup>28</sup>, no obstante, podemos indicar que si existen indicios que pueda establecer esa relación de causalidad entre esta contaminación y los efectos que genera<sup>29</sup>.

### B) Perspectiva ecosistémica y efecto dominó

El Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB) establece la definición de ecosistema, como “complejo dinámico de comunidades vegetales, animales y de microorganismos y su medio no viviente que interactúan como una unidad funcional”. En el año 2000, tuvo lugar la Conferencia de las Naciones Unidas, COP5, en Nairobi, evento de importancia al dar inicio a lo que conocemos como enfoque ecosistémico<sup>30</sup>. De forma innovadora se implanto una nueva perspectiva donde a través de una gestión integrada de todo el

<sup>23</sup> Vid. RAKO-GOSPIC, N., Y PICCIULIN, M. (2019). Underwater noise: sources and effects on marine life. *World Seas: An Environmental Evaluation*, pp. 367-389. doi: 10.1016/b978-0-12-805052-1.00023-1

<sup>24</sup> Vid. AGUILAR DE SOTO, N., Y KIGHT, C. (2016). Physiological effects of noise. In M. Solan & N. Whiteley (Eds.), *Communication in fishes* (pp. 71-105). Enfield: Science Publishers. FORNEY, K.A., SOUTHALL, B.L., SLOOTEN, E., DAWSON, S., READ, A.J., BAIRD, R.W., et al. (2017). Nowhere to go: noise impact assessments for marine mammal populations with high site fidelity. *Endangered Species Research*, 32, pp. 391-413.

<sup>25</sup> El ruido antrópico puede ocasionar sobre algunos cetáceos un enmascaramiento e inclusive daño fisiológico en el sistema auditivo, ello debido a los cambios bioquímicos y hormonales como respuesta al estrés que el ruido genera. Vid. *Ibíd.*, nota 22, pp. 380 y 381.

<sup>26</sup> Vid. SIVLE, L.D., KVADSHEIM, P.H., CURÉ, C., ISOJUNNO, S., WENSVEEN, P.J., LAM, F-P.A., et al. (2015). Severity of expert-identified behavioral responses of humpback whale, minke whale, and northern bottlenose whale to naval sonar. *Aquatic Mammals*, 41, pp. 469-502. doi: 10.1578/AM.41.4.2015.469. DUNLOP., R.A., NOAD, M.J., McCAULEY, R.D., KNIEST, E., PATON, D., Y CATO, D.H., (2015). The behavioural response of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) to a 20 cubic inch air gun. *Aquatic Mammals*, 41 (4), pp. 412-433.

<sup>27</sup> Vid. DI FRANCO, E., PIERSON, P., DI LORIO, L., CALÒ, A., COTTALORDA, J.M., DERIJARD, B., GUIDETTI, P. (2020). Effects of marine noise pollution on Mediterranean fishes and invertebrates: A review. *Marine Pollution Bulletin*, 159, 111450. doi: 10.1016/j.marpolbul.2020.111450

<sup>28</sup> Vid. PURSER, J., BRUINJES, R., SIMPSON, S-D., RADFORD, A-N. (2016). Condition-dependent physiological and behavioral responses to anthropogenic noise. *Physiology Behavioral*, 155, pp. 157-161. doi: 10.1016/j.physbeh.2015.12.010. NEO, Y.Y., HUBERT, J., BOLLE, L., WINTER, H.V., TEN CATE, C., SLABBEKOORN, H. (2016). Sound exposure changes European seabass behavior in a large outdoor floating pen: effects of temporal structure and a ramp-up procedure. *Environmental Pollution*, 214, PP. 26-34. doi: 10.1016/j.envpol.2016.03.075

<sup>29</sup> *Ibíd.*, nota 20, p. 6.

<sup>30</sup> COP5, Convenio sobre la Diversidad Biológica, Decisión V/6 párrafo 7.A.1. Disponible en <https://www.cbd.int/decision/cop/?id=7148> .

conjunto (tierra, agua y recursos naturales) se insta a un sistema de utilización sostenible donde la equidad es uno de los principios a tener en cuenta.

Estamos ante el sistema de confluencia entre la ciencia y otros mecanismos de gestión para la conservación de los recursos naturales y ecosistemas atendiendo al conjunto en sí mismo. Mediante el empleo de metodologías científicas, como la ecología, se permite comprender los diferentes estadios organizativos en los diferentes sistemas biológicos, con ello podemos analizar los procesos e interacciones entre los componentes del ecosistema<sup>31</sup>. En esta importante cita (COP5) se configuraron los principios para la aplicación de este nuevo enfoque que luego fueron complementados con cinco fases prácticas en aras de incrementar la efectividad de este sistema de gestión<sup>32</sup>.

Con este enfoque se pretende que, en la gestión ambiental, o en la actualidad, la gobernanza ambiental, se detecten en el conjunto del sistema ambiental, aquellas situaciones que pueden suponer un riesgo o peligro para el mismo sistema, con ello, a través de esta visión integrada del conjunto, nos permitirá implementar medidas e instrumentos que aumenten la sostenibilidad de nuestro ecosistema. En la protección del medio marino se expone y evidencia esa necesidad con mayor énfasis, pues las relaciones alimentarias también denominadas tróficas, así como otras, interaccionan de forma directa e indirecta, pues en esas conexiones que existen lo que afecte a una especie puede repercutir en otra, pudiendo llegar a ocasionar cierto efecto dominó. Muestra de esa importancia es la incorporación de instrumentos normativos tanto comunitarios como nacionales de protección del medio marino, la Directiva 2008/56/CE, por la que se establece un marco para la acción comunitaria para la política del medio marino (conocida como Directiva Marco sobre las Estrategias Marinas), adoptada por la Decisión 1600/2002/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 22 de julio de 2002, que introducen en el nuevo enfoque un nuevo instrumento que de forma integrada configura un sistema integrado de protección<sup>33</sup>.

## 2.- PRINCIPALES ACTIVIDADES ANTRÓPICAS DE EMISIÓN

Las actividades antrópicas son las que han generado la aparición de estas nuevas situaciones de riesgo para las especies que habitan en ecosistemas marinos. La intensidad a la que estamos sometiendo a estos biomas parece no tener límite, simplemente basta con levantar la vista y atender a los medios de comunicación, con ello, entenderemos la magnitud de esta problemática. Ello es una muestra de que la actividad humana en el uso de los recursos naturales parece no tener ese freno que podríamos indicar que significa la sostenibilidad. Sí, freno pues atendiendo a lo descrito anteriormente, entendemos que es necesario parar y reajustar todo un modelo por el bien no solo de mares y océanos, sino por el bien del propio planeta.

---

<sup>31</sup> Vid. SCAGLIOTTI RAVERA, J.P., Mac AULIFFE MENCHACA, F. (2019). Enfoque por ecosistemas en las medidas de compensación de biodiversidad en el marco del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental. *Revista de Derecho Ambiental*, 12, pp. 161-187, doi: 10.5354/0719-4633.2019.54157

<sup>32</sup> Vid. SHEPHERD, G. (2006). *El enfoque ecosistémico: cinco pasos para su implementación*. Suiza: UICN.

<sup>33</sup> Vid. ORTIZ GARCÍA, M. (2011). La Ley de protección del medio marino: hacia la gobernanza marítima. *Revista Catalana de Derecho Ambiental*, Vol. II, núm. 2, pp. 1-31.

Las actividades humanas generan diferentes tipos de impactos sonoros que como analizaremos afectan a los ecosistemas acuáticos. Tal como señalan estudios recientes las tres principales actividades antrópicas que generan un mayor impacto sobre ecosistemas acuáticos como fuente de ruido son: actividad comercial marítima, construcción y la extracción de hidrocarburos<sup>34</sup>.

#### A) Actividad comercial marítima

Las actividades pesqueras y el tráfico marítimo, son el primer sector a analizar. Las rutas comerciales que se vienen utilizando son una de las principales problemáticas que están surgiendo, en especial, en algunas zonas como el Ártico<sup>35</sup>. Algunos estudios apuntan a que el crecimiento de la actividad del transporte marítimo generará un nivel de presión sonora aún mayor al actual<sup>36</sup>. Las grandes embarcaciones y buques que realizan estas actividades vienen emitiendo a bajas frecuencias, entre 100 a 300 Hz<sup>37</sup>, frecuencias que pueden interferir y ocasionar ciertos efectos fisiológicos y de comportamiento a diversas especies incluidas dentro de las cadenas tróficas donde se sitúan los cetáceos<sup>38</sup> en lo más alto, pero detectándose también efectos sobre peces<sup>39</sup>. Otros impactos ligados a la actividad comercial son los sistemas de sónares utilizados, que también emiten sonidos a otras frecuencias, se distinguen de dos tipos, los utilizados por embarcaciones militares y a nivel comercial, emiten en frecuencias entre 1 a 4 kHz las primeras<sup>40</sup>, y, de 0.1 a 10 kHz, las segundas que tienen otro problema, el efecto acumulativo<sup>41</sup>.

#### B) Construcción

Con la llegada de la revolución industrial se vino a incrementar la actividad de construcción, en especial, en zonas del litoral y costas, no solo por la actividad industrial que puede generarse sino también por la extensión del turismo vinculado a este tipo de

<sup>34</sup> Vid. MERCHANT, N.D. (2019). Underwater noise abatement: Economic factors and policy options. *Environmental Science and Policy*, 92, pp. 116-123. doi: 10.1016/j.envsci.2018.11.014

<sup>35</sup> *Ibidem*, nota 6.

<sup>36</sup> Vid. KAPLAN, M.B., SOLOMON, S. (2016). A coming boom in commercial shipping? The potential for rapid growth of noise from commercial ships by 2030. *Mar. Policy* 73, 119–121. doi: 10.1016/j.marpol.2016.07.024. y también lo descrito por MERCHANT, N.D. (2019).

<sup>37</sup> Vid. NRC/NATIONAL RESEARCH COUNCIL. “Ocean Noise and Marine Mammals”. The National Academies Press. 2003. 192 pp. Y lo descrito por ANDREW, R.K., HOWE, B.M., MERCER, J.A., DZIECIUCH, M.A. (2002). Ocean ambient sound: comparing the 1960s with the 1990s for a receiver off the California coast. *Acoust. Res. Lett. Online* 3, 65. doi: 10.1121/1.1461915.

<sup>38</sup> ROLLAND, R.M., PARKS, S.E., HUNT, K.E., CASTELLOTE, M., CORKERON, P.J., NOWACEK, D.P., WASSER, S.K., KRAUS, S.D. (2012). Evidence that ship noise increases stress in right whales. *Proc. R. Soc. B Biol. Sci.* 279. doi: 10.1098/rspb.2011.2429.2363–8.

<sup>39</sup> Vid. FEWTRELL, J. et al. “Anthropogenic Sound: effects on the behavior and physiology of fishes”. *Marine Technology Society Journal*. 2003-2004, 37 (4), pp. 35-40.

<sup>40</sup> Vid. KVADSHEIM, P-H., DERUITER, S., SIVLE, L.D., GOLDBOGEN, J., ROLAND-HANSEN, R., MILLER, P.J-O., LAM, F-P.A., CALAMBOKIDIS, J., FRIEDLAENDER, A., VISSER, F., TYACK, P.L., KLEIVANE, L., SOUTHALL, B. (2017). Avoidance responses of minke whales to 1–4kHz naval sonar, *Marine Pollution Bulletin*, 121, Issues 1–2, pp. 60-68. doi: 10.1016/j.marpolbul.2017.05.037.

<sup>41</sup> Vid. MORELLE HUNGRIA, E. (2018). El ruido en el mar como amenaza de la conservación de la biodiversidad y su concepción como delito ambiental. Congreso Nacional de Medio Ambiente. Libro de Actas. ISBN: 978-84-09-07670-3. Madrid: CONAMA.

zonas. Con la construcción se generan ruidos de diferentes frecuencias que también vienen afectando a los ecosistemas acuáticos. Las herramientas utilizadas en este tipo de actividad vienen generando un rango de frecuencias en torno a 40 - 2000 Hz<sup>42</sup>, otras técnicas utilizadas como los denominados dragados, oscilan sobre 100 Hz<sup>43</sup>. En la actualidad, uno de los sistemas de generación de energías limpias que vienen implantándose, plataformas eólicas, también se consideran como una fuente de emisión, por un lado, en la construcción de las mismas y en segundo lugar, por las vibraciones emitidas una vez en funcionamiento las aspas que se utilizan para la obtención de este tipo de energía, se califican como infrasonidos debido a su frecuencia que oscila entre 1-2 kHz<sup>44</sup> aunque tal como apuntan algunos estudios las nuevas metodologías han venido implementando técnicas que reducen el impacto sonoro percibido<sup>45</sup>.

### C) Estudios sísmicos de hidrocarburos

La actividad previa a la extracción de hidrocarburos precisa de la utilización de técnicas de monitoreo, mapeo y estudio del fondo marino. Para ello, se utilizan pistolas de aire comprimido sísmicas que descargan columnas de aire, emitiendo sonido de bajas frecuencias, <200Hz<sup>46</sup>, para poder obtener imágenes de alta precisión. Se han detectado efectos vinculados al sonido generado a estas frecuencias como puede ser lesiones en sistemas auditivos<sup>47</sup>, migraciones ocasionadas por el ruido<sup>48</sup> o por falta de alimento<sup>49</sup>, no podemos obviar que esta técnica presenta unos impactos muy agresivos<sup>50</sup>, sin embargo, se está empleando otra técnica que genera niveles de ruido inferiores lo que mitigaría los efectos descritos denominada vibraseis marina<sup>51</sup>.

---

<sup>42</sup> *Ibidem*, nota 40.

<sup>43</sup> Vid. DEFRA/Department for Environment, Food and Rural Affairs. (2003). Preliminary investigation of the sensitivity of fish to sound generated by aggregate dredging and marine construction. Project AE0914, Final report.

<sup>44</sup> Vid. HENRIKSEN, O.D., TOUGAARD, J., MILLER, L., DIETZ, R. (2003). Underwater noise from offshore wind turbines: expects impacts on harbor seals and harbor porpoises. ECOUS Symposium, Texas.

<sup>45</sup> Vid. DÄHNE, M., TOUGAARD, J., CARSTENSEN, J., ROSE, A., NABE-NIELSEN, J. (2017). Bubble curtains attenuate noise from offshore wind farm construction and reduce temporary hábitat loss for harbour porpoises. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 580, 221–237. doi: 10.3354/meps12257.

<sup>46</sup> Vid. GOOLD, J.C., COATES, R.F.W. (2006). Near source, high frequency air-gun signatures. IWC-SC/58/E30.

<sup>47</sup> Vid. PAXTON, A.B., TAYLOR, J.C., NOWACEK, D.P., DALE, J., COLE, E., VOSS, C.M., PETERSON, C.H. (2017). Seismic survey noise disrupted fish use of a temperate reef. *Mar. Policy* 78, 68–73. doi: 10.1016/j.marpol.2016.12.017.

<sup>48</sup> Vid. THOMPSON, P.M., BROOKES, K.L., GRAHAM, I.M., BARTON, T.R., NEEDHAM, K., BRADBURY, G., MERCHANT, N.D. (2013). Short-term disturbance by a commercial two-dimensional seismic survey does not lead to long-term displacement of harbour porpoises. *Proc. Biol. Sci.* 280, 20132001. doi: 10.1098/rspb.2013.2001.

<sup>49</sup> Vid. MCCAULEY, R.D., DAY, R.D., SWADLING, K.M., FITZGIBBON, Q.P., WATSON, R.A., SEMMENS, J.M. (2017). Widely used marine seismic survey air gun operations negatively impact zooplankton. *Nat. Ecol. Evol.* 1, 195.

<sup>50</sup> *Ibidem*, nota 33.

<sup>51</sup> Vid. MERCHANT, N.D. (2019), pp. 120, y lo descrito por DUNCAN, A.J., WEILGART, L.S., LEAPER, R., JASNY, M., LIVERMORE, S. (2017). A modelling comparison between received sound levels produced by a marine Vibroseis array and those from an airgun array for some typical seismic survey scenarios. *Mar. Pollut. Bull.* doi: 10.1016/j.marpolbul.2017.04.001.

## II.- EL DERECHO AMBIENTAL FRENTE AL RUIDO SUBACUÁTICO

Como se ha venido exponiendo la transformación de mares y océanos tiene esa impronta humana, un hecho característico y es evidente tras la literatura científica analizada. Por suerte, la ciencia está revolucionando el conocimiento científico y a través de ese enfoque ecosistémico es incorporado al Derecho. La finalidad es única y necesaria, establecer un mecanismo de protección del medio marino sólido y configurado para dar respuesta a los retos que van surgiendo con instrumentos que permitan una dualidad, la prevención y la mitigación de los efectos que pueden conllevar. Esa respuesta a través del Derecho también se ha iniciado, por suerte, disponemos de un marco jurídico sólido para hacer frente a esos nuevos desafíos ambientales, no obstante, deberíamos haber incorporado antes algunos de los mecanismos ya en funcionamiento a la vista de la situación actual<sup>52</sup>. Como han apuntado algunos autores, el Derecho ambiental no es una disciplina hermética, sino que debe tener esa capacidad de adaptación propia de ese enfoque ecosistémico<sup>53</sup>. Los primeros instrumentos jurídicos ambientales que señalaron la problemática del ruido en mares y océanos, fueron de carácter internacional. Existen diferentes mecanismos que reconocen de forma explícita la contaminación acústica subacuática, sin embargo, debemos detenernos en tres de los hitos más reconocidos a nivel internacional.

La Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar de 1982 (UNCLOS<sup>54</sup>), reconoce como contaminación la introducción antrópica de sustancias o energía en el medio marino, inclusive de forma involuntaria, siempre que tengan efectos negativos o la probabilidad de tenerlos sobre los recursos vivos y la vida marina, con interferencia en otras actividades vinculadas a la actividad humana. Como se observa, aunque de forma expresa no se hace alusión al ruido, como ya hemos comentado en, el sonido es energía y, por ende, se incluye en tal definición. La convención establece que los estados deben de realizar las medidas necesarias para la conservación y protección de ecosistemas frágiles, así como especies en situación de protección o amenaza, incluyendo a los hábitats. Desde su aprobación hemos visto como ese enfoque ecosistémico se ha dejado visibilizarse a través de las diferentes resoluciones que han mostrado como el ruido antropogénico es una amenaza real y que los estados deben de implementar mecanismos de protección eficaces y eficientes<sup>55</sup>. Posteriormente se han venido desarrollando por las Naciones Unidas diferentes Convenios sobre mares regionales que han implementado lo

---

<sup>52</sup> Vid. MORELLE HUNGRIA, E. (2020). Reconstruyendo la protección ambiental: la necesaria adaptación de las normas ecosistémicas. *Medio Ambiente & Derecho: Revista electrónica de derecho ambiental*, 36.

<sup>53</sup> El profesor Jordano Fraga indica que el Derecho ambiental está influido por diversas áreas de conocimiento como cuestiones socioeconómicas, tecnológicas y culturales y la respuesta jurídica debe adaptarse. Vid. JORDANO FRAGA, J. (2002). El derecho ambiental del siglo XXI. *Revista Aranzadi de Derecho Ambiental*, 1, pp. 95-116.

<sup>54</sup> Adoptada por España en 1997, dispone de un capítulo específico para la protección del medio marino donde se hace especial reconocimiento a todo tipo de contaminación del medio marino.

<sup>55</sup> Al respecto podemos ver como las Resoluciones 61/222 (2006), A62/215 (2007), A63/L.42 (2008), A66/70 (2011) han puesto de manifiesto la importancia de seguir avanzando científicamente para tener un mayor conocimiento sobre efectos del ruido en los ecosistemas marinos. Vid. *Ibidem*, nota 13, p. 12.

descrito por esta Convención y han incorporado diferentes instrumentos para dotar a los firmantes de una esfera proactiva más óptima frente a esta contaminación<sup>56</sup>.

El Convenio Internacional para prevenir la contaminación por buques de 1973 (MARPOL), y la implementación del protocolo de 1978, se centran en la contaminación del medio marino como consecuencia del funcionamiento de buques. En este convenio no está incluida la referencia a la energía como contaminante, ni tampoco al ruido submarino. Esta podría ser una de las principales críticas y posibilidades de incrementar la eficacia de este mecanismo de protección frente a una de las actividades que, como se ha evidenciado, emite este tipo de contaminación<sup>57</sup>. No obstante, algunos acuerdos regionales adoptados si que incluyen medidas específicas para hacer frente al ruido antrópico emitido por el tráfico marítimo<sup>58</sup>.

La Organización Marítima Internacional (IMO), a través del Comité de Protección del Medio Ambiente Marino, también reconoce el ruido de forma expresa<sup>59</sup> como uno de los vertidos que pueden emitir embarcaciones y buques. En 2014, se publicaron unas directrices<sup>60</sup> para mitigar y reducir el ruido subacuático del tráfico comercial marítimo, son sin duda un instrumento muy importante pues reconocen los impactos adversos a corto y largo plazo sobre los ecosistemas marinos, pero presentan un hándicap, no son vinculantes. Asimismo, tal como se dispone en el articulado quedan excluidas actividades

---

<sup>56</sup> Tal como establece el documento técnico sobre impactos y mitigación de la contaminación acústica marina del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (2012): El Convenio OSPAR para la protección del Medio Ambiente Marino del Atlántico del Nordeste, establece la obligación de los estados de mitigar los impactos del ruido submarino, llegando a incorporar restricciones geográficas para proteger a determinadas especies frente a diferentes impactos sonoros. El Convenio de Barcelona, también introduce medidas para reducir y mitigar esta contaminación, reconociendo la obligación de que actividades que precisan de autorización nacional precisarán de una evaluación de impacto ambiental; se ha reforzado con diversos protocolos que también de forma específica recoge la preocupación por diversas actividades humanas y su impacto ambiental, para ello incorpora el enfoque ecosistémico en la gestión ambiental a través de la Decisión IG 17/6 aprobado en la COP de 2008. El Convenio de Bonn sobre Especies Migratorias de Animales Silvestres, donde en la resolución 10.24 (2011) alude a la reducción del ruido en aras de proteger a cetáceos y otras especies migratorias. Este convenio dio paso a uno de los acuerdos de mayor importancia con relación al ruido antropogénico, el Acuerdo para la Conservación de los Cetáceos del mar Negro, el mar Mediterráneo y el Área Atlántica Vecina (ACCOBAMS), que han aprobado diferentes resoluciones sobre el impacto del ruido antrópico sobre algunas especies, incluyendo modelos de gestión de estos impactos. Vid. Resolución 2.16. Evaluación de Impacto del Ruido Antropogénico. ACCOBAMS, 2004. Resolución 2.12. Directrices para el uso de instrumentos de disuasión acústica. ACCOBAMS, 2004. Resolución 1.11. Directrices para las actividades de observación de cetáceos en el área ACCOBAMS, 2002.

<sup>57</sup> Vid. SOLANGI, H-R. (2019). Undersea Noise Pollution and Harm: Source, Impacts and International Legal Control. *Chinese Journal of Environmental Law*, 3, pp. 203-224.

<sup>58</sup> En el MOP 5 (2006) de la reunión del Acuerdo para la conservación de los pequeños cetáceos del mar Báltico, el nordeste Atlántico, el mar de Irlanda y el mar del Norte (ASCOBANS) se introducen que los estados deben comprometerse a incorporar medidas correctoras, así como los estudios de impacto ambiental de aquellas actividades que puedan suponer un riesgo para el medio marino. Posteriormente, también en la MOP-6 (2009) se alude a los posibles impactos de la construcción de parques eólicos en el mar y, más recientemente, la Resolución 9 del MOP-8 (2016) también reconoce el efecto acumulativo que puede tener el ruido como impacto antrópico.

<sup>59</sup> Vid. Resolución A.982 (24) (2005).

<sup>60</sup> Vid. IMO Guidelines for the Reduction of Underwater Noise from Commercial Shipping to Address Adverse Impacts on Marine Life (MEPC. 1/Circ. 833/2014).

que introducen energía submarina ocasionada por buques navales o la realizada intencionadamente para otros fines como sonar o actividades sísmicas<sup>61</sup>.

Como podemos observar los instrumentos jurídicos internacionales han sido una herramienta esencial en el desarrollo y conocimiento de los efectos del ruido subacuático y como adoptar medidas de mitigación y prevención. No obstante, también es evidente que algunas de estas propuestas no son vinculantes ni tampoco de aplicación a todos los países, por lo que la eficacia puede ser limitada. Precisamos de mecanismos holísticos e integrales y, debido a la complejidad técnica, instrumentos adaptables a la situación determinada de cada ecosistema. Habida cuenta de esas premisas se han articulado en el derecho comunitario instrumentos y mecanismos desde esta perspectiva, a través de la ordenación y planificación espacial marítima, sin olvidar uno de los principales activos, la evaluación de impacto ambiental.

#### IV.- LA ORDENACIÓN MARÍTIMA

La Política Marítima Integrada de la Unión Europea se sostiene, principalmente, gracias a cinco bloques que entrelazan la construcción de un marco transversal de cooperación: el crecimiento azul, la ciencia como fuente de conocimiento, la ordenación marítima, la visión integrada y las estrategias marítimas regionales. De todos ellos, nos detendremos en el breve análisis de la ordenación debido a que, atendiendo a nuestro estudio, es uno de los pilares básicos en la lucha contra la contaminación acústica subacuática.

En 2014, se aprueba la Directiva 2014/89/UE del Parlamento y del Consejo de 23 de julio, por la que se establece un marco para la ordenación del espacio marítimo. Un instrumento jurídico esencial al incrementarse los usos y actividades que pueden interaccionar sobre el medio marino, pues con esta norma se pretende fomentar el uso sostenible de los espacios marinos a la par que la utilización de los recursos marinos se practica a través de ese aprovechamiento sostenible necesario para garantizar el futuro de los ecosistemas acuáticos. Es esencial dentro de la ordenación marítima porque se basa en ese enfoque ecosistémico que ya hemos comentado, al incorporar el equilibrio ecológico en la búsqueda de un instrumento básico de gestión ambiental. Además, dispone de esa visión multinivel que precisan los mecanismos integrales de planificación espacial y, como se trata de una herramienta que servirá para gestionar los usos y la interacción antrópica con el entorno marino, debe de ser participativa, en aras de alcanzar la máxima efectividad posible<sup>62</sup>. En España se incorpora al ordenamiento interno gracias al Real Decreto 363/2017, de 8 de abril, por el que se establece un marco para la ordenación del espacio marítimo, siguiendo la senda ecosistémica iniciada gracias a la Ley 41/2010, de 29 de diciembre, de protección del medio marino, mediante esta transposición se establece la necesaria aplicación de cinco planes de ordenación específicos a las demarcaciones marinas establecidas por la ley de protección del medio marino. En la actualidad, están publicados los borradores de cada uno de estos planes atendiendo a su demarcación, los

---

<sup>61</sup> *Ibidem*, nota 56, p. 218.

<sup>62</sup> Vid. Estrategias Marinas. Documento marco, evaluación inicial, buen estado ambiental y objetivos ambientales. Madrid. 2012. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

cuales están en fase de revisión, contienen con relación al ruido o contaminación acústica subacuática las siguientes referencias<sup>63</sup>:

- En el borrador en la demarcación Levantino-Balear<sup>64</sup>, se establece la prohibición de actividades náuticas de competición o entrenamiento que impliquen emisión de ruidos que alteren los valores ambientales dentro del Parque Natural de Ses Salines d'Eivissa y Formentera. En el Parque Natural de Cabrera, también se establece la “evitación” de ruidos excesivos para no alterar las colonias de aves y se establece la velocidad máxima de dos nudos con dirección al puerto.
- En la demarcación de Canarias<sup>65</sup>, no se ha encontrado alusión o expresión alguna al ruido o contaminación acústica.
- En la demarcación del Estrecho y Alborán, el borrador del plan de usos y actividades<sup>66</sup> establece que, en la Zona Especial de Conservación el Estrecho Oriental (LIC ES6120032) se prohíbe en lo relativo a la acuicultura, la utilización de dispositivos acústicos de disuasión. Asimismo, se establece la prohibición en todo este espacio protegido incluido en la Red Natura 2000, el uso de cañones de aires comprimido, sistema de sónar de baja y media frecuencia (con alguna excepción, por ejemplo, con fines científicos o investigación o bien cuando se garantice la inocuidad para los ecosistemas protegidos. También se reconoce y se analiza el impacto dentro del sector energético de las energías renovables marinas, señalando a la energía eólica, entre otras, como una de las fuentes a tener en cuenta al estar en fase embrionaria donde se indica la necesidad de seguir estudiando esta vía a través de estudios complementarios, sin embargo, no se hace referencia a los impactos adversos que, como se ha observado, pueden tener sobre los ecosistemas acuáticos.
- La demarcación marina noratlántica<sup>67</sup> dispone de 33 espacios naturales protegidos, de ellos dispone de un Parque Nacional, en el mismo, en su ámbito marítimo se establece la limitación de velocidad máxima a 4 nudos, para evitar emitir ruidos excesivos de cualquier fuente de emisión, incluido música, con el objetivo de no ocasionar cambios de comportamiento ni alteraciones en especies de aves y mamíferos marinos, señalando algunas especies concretas: cormorán, moñudo, delfín mular y marsopa común. Con relación a la obtención de energía renovable a través de algunas fuentes que pueden emitir energía, se detalla que

---

<sup>63</sup> Análisis efectuado al realizar la búsqueda de los términos ruido o contaminación acústica en los borradores expresados. Debemos tener en cuenta que los planes de ordenación del espacio marítimo deben de contener una distribución espacial y temporal de usos, actividades que existen y pueden existir en las aguas marinas, con la finalidad de analizar la interacción humana frente al entorno.

<sup>64</sup> Ministerio de Transición Ecológica, borrador de la demarcación marina de Levante-Balear, consultado el 4 de noviembre de 2020 en, [https://www.miteco.gob.es/es/costas/temas/proteccion-medio-marino/borradordefinitivopoemlevantinobalearnov2020\\_tcm30-517404.pdf](https://www.miteco.gob.es/es/costas/temas/proteccion-medio-marino/borradordefinitivopoemlevantinobalearnov2020_tcm30-517404.pdf)

<sup>65</sup> Ministerio de Transición Ecológica, borrador de la demarcación marina de Canarias, documento consultado el 4 de noviembre de 2020 en [https://www.miteco.gob.es/es/costas/temas/proteccion-medio-marino/borradordefinitivopoemcanarianov2020\\_tcm30-517400.pdf](https://www.miteco.gob.es/es/costas/temas/proteccion-medio-marino/borradordefinitivopoemcanarianov2020_tcm30-517400.pdf)

<sup>66</sup> Ministerio de Transición Ecológica, borrador de la demarcación marina del Estrecho-Alborán documento consultado el 4 de noviembre de 2020 en [https://www.miteco.gob.es/es/costas/temas/proteccion-medio-marino/borradordefinitivopoemestrechoalborannov2020\\_tcm30-517403.pdf](https://www.miteco.gob.es/es/costas/temas/proteccion-medio-marino/borradordefinitivopoemestrechoalborannov2020_tcm30-517403.pdf)

<sup>67</sup> Ministerio de Transición Ecológica, borrador de la demarcación marina noratlántica, consultado el 4 de noviembre de 2020 en, [https://www.miteco.gob.es/es/costas/temas/proteccion-medio-marino/borradordefinitivopoemnoratlanticanov2020\\_tcm30-517401.pdf](https://www.miteco.gob.es/es/costas/temas/proteccion-medio-marino/borradordefinitivopoemnoratlanticanov2020_tcm30-517401.pdf)

- existe una plataforma en aguas del País Vasco, con una zona de ensayos en mar abierto. Se remarca la importancia del aprovechamiento de la energía eólica offshore por la ubicación y detección de condiciones óptimas para este desarrollo.
- El borrador de la demarcación marina sudatlántica<sup>68</sup>, no ha encontrado alusión o referencia al ruido o contaminación acústica.

Cabe mencionar que los documentos analizados no son definitivos al estar en fase de revisión por las administraciones competentes, por lo que se espera sean modificados al poderse incorporar durante la consulta pública los agentes interesados<sup>69</sup>. Además, debemos mencionar el hecho de que con estos planes no se busca el buen estado ambiental<sup>70</sup> (BEA) de mares, sino que se centra en el crecimiento sostenible de la economía azul, a través del uso sostenible y para ello, debe de garantizar ese BEA por lo que se encuentran interconectados con otro de los instrumentos básicos en la ordenación marítima, las estrategias marinas, atendiendo a ese enfoque ecosistémico.

## 1.- LA ESTRATEGIA MARINA: EL INSTRUMENTO BÁSICO DE ORDENACIÓN

A través de la Directiva 2008/56/CE<sup>71</sup> por la que se establece un marco de acción comunitaria para la política del medio marino se introducía la obligación a los estados de adoptar las medidas necesarias que garantizaran alcanzar, o bien mantener, el BEA del medio marino con una fecha límite, a más tardar el 2020. Es necesario recordar que esta normativa fue modificada por la Directiva 2017/845<sup>72</sup> donde se introdujeron aportaciones sobre la contaminación acústica antropogénica, no obstante, la transposición a nuestro ordenamiento jurídico se realizó por la Ley 41/2010, de 29 de diciembre, de protección del medio marino, el Real Decreto 957/2018, de 27 de julio, que modifica el anexo I de la Ley 41/2010, y por el Real Decreto 1365/2018, de 2 de noviembre, por el que se aprueban las estrategias marinas, donde se cierra un ciclo iniciado en 2010. Con esta se aumenta la eficacia de una de las principales normas que incorporan el enfoque holístico e incorporan instrumentos que se centran en la sostenibilidad<sup>73</sup>.

---

<sup>68</sup> Ministerio de Transición Ecológica, borrador de la demarcación marina sudatlántica, consultado el 4 de noviembre de 2020 en, [https://www.miteco.gob.es/es/costas/temas/proteccion-medio-marino/borradordefinitivopoesudatlanticanov2020\\_tcm30-517402.pdf](https://www.miteco.gob.es/es/costas/temas/proteccion-medio-marino/borradordefinitivopoesudatlanticanov2020_tcm30-517402.pdf)

<sup>69</sup> Vid. <https://www.miteco.gob.es/es/costas/temas/proteccion-medio-marino/ordenacion-del-espacio-maritimo/default.aspx>

<sup>70</sup> Tal como establece el propio Ministerio de Transición Ecológica el buen estado ambiental se puede definir como “Estado en el que océanos y mares son ecológicamente diversos y dinámicos, limpios, sanos y productivos en el contexto de sus condiciones intrínsecas, y en el que la utilización del medio marino sea sostenible, quedando así protegido su potencial de usos, actividades y recursos por parte de las generaciones actuales y futuras.” Vid. MITECO. (2019). Ordenación del espacio marítimo. Catálogo de publicaciones oficiales. [https://www.miteco.gob.es/es/costas/temas/proteccion-medio-marino/ordenacion\\_espacio\\_maritimo\\_tcm30-505774.pdf](https://www.miteco.gob.es/es/costas/temas/proteccion-medio-marino/ordenacion_espacio_maritimo_tcm30-505774.pdf)

<sup>71</sup> Vid. DIRECTIVA 2008/56/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 17 de junio de 2008, disponible en [https://www.miteco.gob.es/es/costas/temas/proteccion-medio-marino/Directiva200856\\_tcm30-130857.pdf](https://www.miteco.gob.es/es/costas/temas/proteccion-medio-marino/Directiva200856_tcm30-130857.pdf)

<sup>72</sup> Vid. DIRECTIVA (UE) 2017/845 DE LA COMISIÓN de 17 de mayo de 2017, disponible en <https://www.boe.es/doue/2017/125/L00027-00033.pdf>

<sup>73</sup> Vid. MORELLE HUNGRÍA, E. (2019). Comentarios al Real Decreto 1365/2018, de 2 de noviembre, por el que se aprueban las estrategias marinas. Actualidad Jurídica Ambiental, 88, Comentarios de legislación, p. 7.

La Decisión (UE) 2017/848, de 17 de mayo de 2017, aprueba los criterios y metodología normalizada para garantizar el buen estado ambiental de las aguas marinas. Este instrumento ya reconoce la importancia que pueden tener los valores umbral, para ello, a través de mecanismos de cooperación regional o subregional deben de analizarse para descriptores como el que contiene el ruido submarino, el descriptor 11<sup>74</sup>, todo ello desde la configuración de las estrategias marinas aprobadas en 2008. Una vez se disponga de estos valores a nivel comunitario o bien atendiendo a cada uno de las zonas regionales o subregionales, deberán pasar a ser considerados como uno de los valores a tener en cuenta en el mantenimiento del BEA, además hasta su incorporación se pueden tener en cuenta aproximaciones, o valores umbral nacionales inclusive basados en presión o bien tendencias utilizadas.

Se establecen diferentes criterios dentro del descriptor 11, atendiendo a las características y complejidad de este tipo de contaminación, tal como se ha analizado. La Decisión de 2017 establece el sonido impulsivo antropogénico (D11C1) al que se le atribuye como criterio que la distribución espacial y extensión temporal, así como los niveles emitidos de sonido impulsivo no deben superar niveles que ocasionen o puedan afectar negativamente a poblaciones de animales marinos. Para el sonido continuo antropogénico de baja frecuencia (D11C2) también se establece en esos criterios, espacial y temporal, en cuanto a que los niveles emitidos no pueden afectar adversamente a especies animales marinas. Para ambos tipos de sonido se establece que los Estados deben establecer los valores umbral mediante mecanismos de cooperación comunitaria atendiendo a cada una de las especificaciones y características particulares de cada región o subregión. Asimismo, establece los usos metodológicos de los criterios establecidos, D11C1 y D11C2, donde atendiendo a la extensión temporal de un año para las fuentes de ruido impulsivo por área espacial si se alcanzan los valores umbral. Por el contrario, en el D11C2, se establece la media anual de ruido adecuada a la región, por unidad de superficie y distribución espacial<sup>75</sup>.

En algunas regiones se encuentran ya en funcionamiento mecanismos de cooperación adecuados a la búsqueda de incorporar esos valores umbral. En la región de la demarcación del Mediterráneo, a través del proyecto QUIETMED2<sup>76</sup>, realiza una búsqueda de una metodología para establecer valores umbral en el descriptor D11C1 para complementar el registro establecido en el área de ACCOBAMS. Algunos estudios en este aspecto vienen a reforzar la importancia de este tipo de registros sobre ruido impulsivo, en especial, complementándose los registros obtenidos con mapas de presencia de especies sensibles a este tipo de contaminante (D11C1)<sup>77</sup>.

---

<sup>74</sup> La legislación estatal de referencia, Ley 41/2010, establece once descriptores que vienen a agrupar los diferentes tipos de contaminación existentes a tener en cuenta en la protección del medio marino.

<sup>75</sup> *Ibidem*, nota 70.

<sup>76</sup> Se puede consultar la información aportada por este proyecto en <https://quietmed2.eu>

<sup>77</sup> Vid. DRIRA, A., BOUZIDI, M., MAGLIO, A., PAVAN, G., SALIVAS, M. (2018). Modelling underwater sound fields from noise events contained in the ACCOBAMS impulsive noise register to address cumulative impact and acoustic pollution assessment. Euronoise 2018 Crete. Disponible en [https://www.researchgate.net/profile/Gianni\\_Pavan/publication/338839795\\_Modelling\\_underwater\\_sound\\_fields\\_from\\_noise\\_events\\_contained\\_in\\_the\\_ACCOBAMS\\_impulsive\\_noise\\_register\\_to\\_address\\_cumulative\\_impact\\_and\\_acoustic\\_pollution\\_assessment/links/5e2ef6cb4585152d156d9a0c/Modelling-](https://www.researchgate.net/profile/Gianni_Pavan/publication/338839795_Modelling_underwater_sound_fields_from_noise_events_contained_in_the_ACCOBAMS_impulsive_noise_register_to_address_cumulative_impact_and_acoustic_pollution_assessment/links/5e2ef6cb4585152d156d9a0c/Modelling-)

Aún con algunos estudios sobre los valores umbral y el monitoreo de esta contaminación la evidencia nos indica que todavía nos falta mucha información al respecto, inclusive se plantea la necesidad de un cambio de indicador ambiental para el ruido antrópico, llegando a establecer la necesidad de realizar los análisis mediante percentiles, una fórmula que a nivel estadístico mejoraría la comprensión y aplicación práctica para establecer mecanismos de gestión o gobernanza adecuados<sup>78</sup>.

## V.- CONCLUSIONES

El ruido se ha consolidado como uno de los principales contaminantes en el presente, su rápido avance y su inclusión en los mecanismos jurídicos ambientales pone de relevancia la importancia de los efectos nocivos que puede tener sobre la biodiversidad marina. Teniendo en cuenta las características del medio marino vemos como se convierte en uno de los medios con mayor capacidad de propagación de esta contaminación, llegando a afectar de forma directa a especies animales marinas. Con estos impactos se pueden desestabilizar algunas de las estructuras biológicas que, hasta ahora, parecían más consolidadas, pues como vemos los efectos que pueden tener sobre algunas especies pueden ser catastróficas para el conjunto del ecosistema del que forman parte. Se ha registrado daños ecológicos de diferente alcance, teniendo en cuenta la gran diversidad biológica marina, por ello, se ha remarcado la necesaria aplicación de mecanismos de control y prevención adecuados a la magnitud de los impactos.

El avance del conocimiento científico del ruido sobre ecosistemas acuáticos es una evidencia, no obstante, son necesarios un mayor número de estudios pues la complejidad de esta cuestión no hace más que reafirmarnos en la idea de esa necesaria adaptación de las normas ecosistémicas. Aún disponiendo de un marco regulador actualizado, parece que los mecanismos deben adaptarse al conocimiento científico modificando, si es necesario, los diseños metodológicos en la monitorización de este contaminante.

Pese al gran despliegue que tiene el Derecho internacional con relación al ruido antropogénico subacuático, será necesario incorporar nuevos instrumentos que obliguen a los estados a adaptarse a los datos que se van obteniendo para ir mejorando y optimizando la gestión del medio marino. Un ejemplo de esa adaptación son las estrategias marinas, que se ha incorporado como un mecanismo prioritario en la ordenación marítima y que, junto con la planificación espacial marítima, son dos de los instrumentos esenciales para afrontar esta problemática, sin embargo, los estados deben aunar esfuerzos a nivel regional y subregional dentro de ese enfoque ecosistémico. Incrementar los diferentes mecanismos de cooperación para alcanzar la necesaria aplicación de esos valores umbral que parecen no llegar. La gran complejidad técnica y esa necesidad de readaptarse y reajustarse a los datos que se van obteniendo son un

---

[underwater-sound-fields-from-noise-events-contained-in-the-ACCOBAMS-impulsive-noise-register-to-address-cumulative-impact-and-acoustic-pollution-assessment.pdf](#)

<sup>78</sup> Vid. MERCHANT, N.D., BROOKES, K.L., FAULKNER, R.C., BICKNELL, A.W.J., GODLEY, B.J., WITT, M.J. (2016). Underwater noise levels in UK waters. *Scientific Reports*, 6, 36942. doi: 10.1038/srep36942

ejemplo de la dificultad y el reto al que nos enfrentamos, sin embargo, no podemos obviar que nuestra especie es la que ha generado esa problemática y la única que puede lograr mejorar la situación actual y futura.

En los borradores de los planes de ordenación del espacio marítimo (POEM) no se ha visto representada la importancia de la contaminación acústica subacuática. Los impactos negativos que pueden tener sobre los diferentes ecosistemas de las demarcaciones establecidas apenas se reflejan, únicamente, en alguna demarcación se hace mención a medidas de prohibición adoptadas en espacios protegidos como parques naturales, sin embargo, al no estar en su versión definitiva debemos esperar para ver el alcance de estos documentos. Creemos que las diferentes actividades que se vienen desarrollando y aquellas que se quieran realizar en la zona afectada debe de contemplar un estudio de impacto acústico, pues con ello sería incrementada la eficacia de este tipo de instrumentos, en aras de lograr una óptima combinación entre la ordenación y planificación del medio marino.

El marco regulador del ruido terrestre<sup>79</sup> cuenta con valores tasados, niveles máximos de emisión e inmisión sonora. Pese al carácter antrópico de esta norma al proteger a la especie humana y la salud de las personas, también se contemplan visos ecocéntricos al incluirse también en el ámbito de aplicación a la biodiversidad o algunos elementos de ésta, sin embargo, no somos optimistas con la aplicación de esta norma sobre especie no humanas. Por ello, será necesario incrementar los sistemas de monitorización del ruido subacuático, tanto el impulsivo (D11C1) como el continuo (D11C2), con la finalidad de seguir recopilando datos en el registro de sonidos impulsivos para poder utilizar este mecanismo junto con otros como los sistemas de seguimiento de determinadas especies más vulnerables, pues con este sistema se mejorarán la ordenación marítima.

## VI.- REFERENCIAS

- AGUILAR DE SOTO, N., Y KIGHT, C. (2016). Physiological effects of noise. In M. Solan & N. Whiteley (Eds.), *Communication in fishes* (pp. 71-105). Enfield: Science Publishers.
- ALLI TURRILAS, J-C. (2016). La protección de la biodiversidad. Madrid: Dykinson.
- ANDREW, R.K., HOWE, B.M., MERCER, J.A., DZIECIUCH, M.A. (2002). Ocean ambient sound: comparing the 1960s with the 1990s for a receiver off the California coast. *Acoust. Res. Lett. Online* 3, 65. doi: 10.1121/1.1461915.
- ARIAS MALDONADO, M. (2020). Antropoceno. *pArAdigma, Revista Universitaria de Cultura*, núm. 23, marzo, p. 23.
- BIBLIOTECA DIGITAL ILCE. Consultado el 30 de octubre de 2020 en [http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen1/ciencia2/17/htm/sec\\_8.html](http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen1/ciencia2/17/htm/sec_8.html)
- CEBALLOS, G. y EHRLICH, P-R. (2002). Mammal population losses and the extinction crisis. *Science*, 296, pp. 904-907.

---

<sup>79</sup> La Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido.

- CEBALLOS, G. y ORTEGA-BAES, P. (2011). La sexta extinción: la pérdida de especies y poblaciones en el Neotrópico. In *Conservación biológica: perspectivas de Latinoamérica*, J. Simonetti y R. Dirzo (eds.). Editorial Universitaria. Chile. p. 105.
- CEBALLOS, G., GARCIA, A., y EHRlich, P-R. (2010). The sixth extinction crisis: loss of animal populations and Species. *Journal of Cosmology*, 8, pp. 1821-1831.
- CRUTZEN, P-J. (2002). Geology of mankind. *Nature*, núm. 415, vol. 23. doi: 10.1038/415023a
- DÄHNE, M., TOUGAARD, J., CARSTENSEN, J., ROSE, A., NABE-NIELSEN, J. (2017). Bubble curtains attenuate noise from offshore wind farm construction and reduce temporary hábitat loss for harbour porpoises. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 580, 221–237. doi: 10.3354/meps12257.
- DEFRA/Department for Environment, Food and Rural Affairs. (2003). Preliminary investigation of the sensitivity of fish to sound generated by aggregate dredging and marine construction. Project AE0914, Final report.
- DI FRANCO, E., PIERSON, P., DI LORIO, L., CALÒ, A., COTTALORDA, J.M., DERIJARD, B., GUIDETTI, P. (2020). Effects of marine noise pollution on Mediterranean fishes and invertebrates: A review. *Marine Pollution Bulletin*, 159, 111450. doi: 10.1016/j.marpolbul.2020.111450
- DIRECTIVA (UE) 2017/845 DE LA COMISIÓN de 17 de mayo de 2017, disponible en <https://www.boe.es/doue/2017/125/L00027-00033.pdf>
- DIRECTIVA 2008/56/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 17 de junio de 2008, disponible en [https://www.miteco.gob.es/es/costas/temas/proteccion-medio-marino/Directiva200856\\_tcm30-130857.pdf](https://www.miteco.gob.es/es/costas/temas/proteccion-medio-marino/Directiva200856_tcm30-130857.pdf)
- DRIRA, A., BOUZIDI, M., MAGLIO, A., PAVAN, G., SALIVAS, M. (2018). Modelling underwater sound fields from noise events contained in the ACCOBAMS impulsive noise register to address cumulative impact and acoustic pollution assessment. Euronoise 2018 Crete. Disponible en [https://www.researchgate.net/profile/Gianni\\_Pavan/publication/338839795\\_Modelling\\_underwater\\_sound\\_fields\\_from\\_noise\\_events\\_contained\\_in\\_the\\_ACCOBAMS\\_impulsive\\_noise\\_register\\_to\\_address\\_cumulative\\_impact\\_and\\_acoustic\\_pollution\\_assessment/links/5e2ef6cb4585152d156d9a0c/Modelling-underwater-sound-fields-from-noise-events-contained-in-the-ACCOBAMS-impulsive-noise-register-to-address-cumulative-impact-and-acoustic-pollution-assessment.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Gianni_Pavan/publication/338839795_Modelling_underwater_sound_fields_from_noise_events_contained_in_the_ACCOBAMS_impulsive_noise_register_to_address_cumulative_impact_and_acoustic_pollution_assessment/links/5e2ef6cb4585152d156d9a0c/Modelling-underwater-sound-fields-from-noise-events-contained-in-the-ACCOBAMS-impulsive-noise-register-to-address-cumulative-impact-and-acoustic-pollution-assessment.pdf)
- DUDZINSKI, K., THOMAS, J. Y GREGG, J. (2009). Communication in marine mammals. En *Encyclopedia of Marine Mammals*. 2n Editio. Canada: Academic Press, pp. 260-269. doi: 10.1016/B978-0-12-373553-9.00064-X
- DUNCAN, A.J., WEILGART, L.S., LEAPER, R., JASNY, M., LIVERMORE, S. (2017). A modelling comparison between received sound levels produced by a marine Vibroseis array and those from an airgun array for some typical seismic survey scenarios. *Mar. Pollut. Bull.* doi: 10.1016/j.marpolbul.2017.04.001.
- DUNLOP., R.A., NOAD, M.J., McCAULEY, R.D., KNIEST, E., PATON, D., Y CATO, D.H., (2015). The behavioural response of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) to a 20 cubic inch air gun. *Aquatic Mammals*, 41 (4), pp. 412-433.

- ERBÉ, C. (2012). Effects of underwater noise on marine mammals. Springer ed. The Effects of noise on aquatic life, pp. 17-22. JOHNSTON, D. et al. (2007). Responses of cetaceans to anthropogenic noise. *Mammal Review*, 37 (2), pp. 81-115.
- FAO. (2020). El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2020. *La sostenibilidad en acción*. Roma. doi: 10.4060/ca9229es
- FEWTRELL, J. et al. Anthropogenic Sound: effects on the behavior and physiology of fishes. *Marine Technology Society Journal*. 2003-2004, 37 (4), pp. 35-40.
- FORNEY, K.A., SOUTHALL, B.L., SLOOTEN, E., DAWSON, S., READ, A.J., BAIRD, R.W., et al. (2017). Nowhere to go: noise impact assessments for marine mammal populations with high site fidelity. *Endangered Species Research*, 32, pp. 391-413.
- GOOLD, J.C., COATES, R.F.W. (2006). Near source, high frequency air-gun signatures. IWC-SC/58/E30.
- HALLIDAY, W.D., PINE, M.K, INSLEY, S.J. (2020). Underwater noise and Arctic marine mammals: review and policy recommendations. *Environmental Reviews*, 28 (4). doi: 10.1139/er-2019-0033
- HENRIKSEN, O.D., TOUGAARD, J., MILLER, L., DIETZ, R. (2003). Underwater noise from offshore wind turbines: expects impacts on harbor seals and harbor porpoises. *ECOUS Symposium*, Texas.
- IMO Guidelines for the Reduction of Underwater Noise from Commercial Shipping to Address Adverse Impacts on Marine Life (MEPC. 1/Circ. 833/2014).
- IPBES (2019). Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. S. Díaz, J. Settele, E. S. Brondízio E.S., H. T. Ngo, M. Guèze, J. Agard, A. Arneth, P. Balvanera, K. A. Brauman, S. H. M. Butchart, K. M. A. Chan, L. A. Garibaldi, K. Ichii, J. Liu, S. M. Subramanian, G. F. Midgley, P. Miloslavich, Z. Molnár, D. Obura, A. Pfaff, S. Polasky, A. Purvis, J. Razzaque, B. Reyers, R. Roy Chowdhury, Y. J. Shin, I. J. Visseren-Hamakers, K. J. Willis, and C. N. Zayas (eds.). IPBES secretariat, Bonn, Germany. 56 pages.
- JANIK, V. Y SAYIGH, L. (2013). Communication in bottlenose dolphins: 50 years of signature whistle research. *Journal of Comparative Physiology A: Neuroethology, Sensory, Neural, and Behavioral Physiology*, 199 (6), pp. 479-489. doi: 10.1007/s00359-013-0817-7.
- JORDANO FRAGA, J. (2002). El derecho ambiental del siglo XXI. *Revista Aranzadi de Derecho Ambiental*, 1, pp. 95-116.
- KAPLAN, M.B., SOLOMON, S. (2016). A coming boom in commercial shipping? The potential for rapid growth of noise from commercial ships by 2030. *Mar. Policy* 73, 119–121. doi: 10.1016/j.marpol.2016.07.024.
- KVADSHEIM, P-H., DERUITER, S., SIVLE, L.D., GOLDBOGEN, J., ROLAND-HANSEN, R., MILLER, P.J-O., LAM, F-P.A., CALAMBOKIDIS, J., FRIEDLAENDER, A., VISSER, F., TYACK, P.L., KLEIVANE, L., SOUTHALL, B. (2017). Avoidance responses of minke whales to 1–4kHz naval sonar, *Marine Pollution Bulletin*, 121, Issues 1–2, pp. 60-68. doi: 10.1016/j.marpolbul.2017.05.037.

- MCCAULEY, R.D., DAY, R.D., SWADLING, K.M., FITZGIBBON, Q.P., WATSON, R.A., SEMMENS, J.M. (2017). Widely used marine seismic survey air gun operations negatively impact zooplankton. *Nat. Ecol. Evol.* 1, 195.
- MEDRANO GONZÁLEZ, L. (2013). La evolución de los cetáceos: moléculas, anatomías y mares. Cuadrivio. *Hic et Vbiqve*, agosto, p. 2.
- MERCHANT, N.D. (2019). Underwater noise abatement: Economic factors and policy options. *Environmental Science and Policy*, 92, pp. 116-123. doi: 10.1016/j.envsci.2018.11.014
- MERCHANT, N.D., BROOKES, K.L., FAULKNER, R.C., BICKNELL, A.W.J., GODLEY, B.J., WITT, M.J. (2016). Underwater noise levels in UK waters. *Scientific Reports*, 6, 36942. doi: 10.1038/srep36942
- MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE. (2012). Introducción al sonido, en Documento técnico sobre impactos y mitigación de la contaminación acústica marina. Madrid. pp.25 y ss.
- MITECO. (2013). Conceptos básicos de ruido ambiental. Madrid. Consultado el 29 de septiembre de 2020 en [https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/contaminacion\\_acustica\\_tcm30-185098.pdf](https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/contaminacion_acustica_tcm30-185098.pdf)
- MITECO. (2019). Ordenación del espacio marítimo. Catálogo de publicaciones oficiales. [https://www.miteco.gob.es/es/costas/temas/proteccion-medio-marino/ordenacion\\_espacio\\_maritimo\\_tcm30-505774.pdf](https://www.miteco.gob.es/es/costas/temas/proteccion-medio-marino/ordenacion_espacio_maritimo_tcm30-505774.pdf)
- MORA, C., TITTENSOR, D.P., SIMPSON, A.G.B., WORM, B. (2011). How Many Species Are There on Earth and in the Ocean? *PLoS Biol* 9(8): e1001127. doi: 10.1371/journal.pbio.1001127
- MORELLE HUNGRIA, E. (2018). El ruido en el mar como amenaza de la conservación de la biodiversidad y su concepción como delito ambiental. Congreso Nacional de Medio Ambiente. Libro de Actas. ISBN: 978-84-09-07670-3. Madrid: CONAMA.
- MORELLE HUNGRÍA, E. (2019). Comentarios al Real Decreto 1365/2018, de 2 de noviembre, por el que se aprueban las estrategias marinas. *Actualidad Jurídica Ambiental*, 88, Comentarios de legislación, p. 7.
- MORELLE HUNGRIA, E. (2019). Ordenación y planificación marítima frente al ruido de actividades antrópicas. *Revista Aranzadi de Derecho Ambiental*, núm. 42, p. 4.
- MORELLE HUNGRIA, E. (2020). New challenges for Criminology in the “New Normal” phase of the response to the COVID-19 pandemic and thereafter: wildlife trafficking as a cybercrime and a biosecurity problema. *Revista General de Derecho Animal y Estudios Interdisciplinarios de Bienestar Animal/Journal of Animal Law & Interdisciplinary Animal Welfare Studies*, 6, p. 4.
- MORELLE HUNGRIA, E. (2020). Reconstruyendo la protección ambiental: la necesaria adaptación de las normas ecosistémicas. *Medio Ambiente & Derecho: Revista electrónica de derecho ambiental*, 36.
- NEO, Y.Y., HUBERT, J., BOLLE, L., WINTER, H.V., TEN CATE, C., SLABBEKOORN, H. (2016). Sound exposure changes European seabass behavior in a large outdoor floating pen: effects of temporal structure and a ramp-up procedure. *Environmental Pollution*, 214, PP. 26-34. doi: 10.1016/j.envpol.2016.03.075

- NRC/NATIONAL RESEARCH COUNCIL. "Ocean Noise and Marine Mammals". The National Academies Press. 2003. 192 pp.
- ORTIZ GARCÍA, M. (2011). La Ley de protección del medio marino: hacía la gobernanza marítima. *Revista Catalana de Derecho Ambiental*, Vol. II, núm. 2, pp. 1-31.
- PAXTON, A.B., TAYLOR, J.C., NOWACEK, D.P., DALE, J., COLE, E., VOSS, C.M., PETERSON, C.H. (2017). Seismic survey noise disrupted fish use of a temperate reef. *Mar. Policy* 78, 68–73. doi: 10.1016/j.marpol.2016.12.017.
- PURSER, J., BRUINTJES, R., SIMPSON, S-D., RADFORD, A-N. (2016). Condition-dependent physiological and behavioral responses to anthropogenic noise. *Physiology Behavioral*, 155, pp. 157-161. doi: 10.1016/j.physbeh.2015.12.010.
- RAKO-GOSPIC, N., Y PICCIULIN, M. (2019). Underwater noise: sources and effects on marine life. *World Seas: An Environmental Evaluation*, pp. 367-389. doi: 10.1016/b978-0-12-805052-1.00023-1
- RAMA TORRES, P. (2020). Revisión bibliográfica: Estudio sobre los mecanismos de comunicación de los cetáceos. Trabajo Final de Grado. Coruña: Universidade da Coruña.
- ROLLAND, R.M., PARKS, S.E., HUNT, K.E., CASTELLOTE, M., CORKERON, P.J., NOWACEK, D.P., WASSER, S.K., KRAUS, S.D. (2012). Evidence that ship noise increases stress in right whales. *Proc. R. Soc. B Biol. Sci.* 279. doi: 10.1098/rspb.2011.2429.2363–8.
- SÁNCHEZ, J. (2016). Utilización de la bioacústica como herramienta para la detección de cetáceos en la costa uruguaya: características acústicas de los delfines franciscana (*Pontoporia blainvillei*) y nariz de botella (*Tursiops truncatus*). Uruguay: Universidad de la República.
- SCAGLIOTTI RAVERA, J.P., Mac AULIFFE MENCHACA, F. (2019). Enfoque por ecosistemas en las medidas de compensación de biodiversidad en el marco del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental. *Revista de Derecho Ambiental*, 12, pp. 161-187, doi: 10.5354/0719-4633.2019.54157
- SHEPHERD, G. (2006). El enfoque ecosistémico: cinco pasos para su implementación. Suiza: UICN.
- SIVLE, L.D., KVADSHEIM, P.H., CURÉ, C., ISOJUNNO, S., WENSVEEN, P.J., LAM, F-P.A., et al. (2015). Severity of expert-identified behavioral responses of humpback whale, minke whale, and northern bottlenose whale to naval sonar. *Aquatic Mammals*, 41, pp. 469-502. doi: 10.1578/AM.41.4.2015.469.
- SOLANGI, H-R. (2019). Undersea Noise Pollution and Harm: Source, Impacts and International Legal Control. *Chinese Journal of Environmental Law*, 3, pp. 203-224.
- THOMPSON, P.M., BROOKES, K.L., GRAHAM, I.M., BARTON, T.R., NEEDHAM, K., BRADBURY, G., MERCHANT, N.D. (2013). Short-term disturbance by a commercial two-dimensional seismic survey does not lead to long-term displacement of harbour porpoises. *Proc. Biol. Sci.* 280, 20132001. doi: 10.1098/rspb.2013.2001.

