

***ESTADO DEL CONOCIMIENTO ECOSISTÉMICO,
SANITARIO, AMBIENTAL Y OCEANOGRÁFICO
ASOCIADO A LAS POBLACIONES DE CETÁCEOS DE
LA MACARONESIA***



Interreg

Fondo Europeo de Desarrollo Regional



CAPÍTULO VI

MEDICIÓN DE CONTAMINACIÓN ACÚSTICA: RUIDO AMBIENTE NATURAL Y ANTROPOGÉNICO

Informe realizado por

Eric Delory

Tabla de contenidos:

1	Introducción	2
1.1	Marco Comunitario - Directiva marco sobre la estrategia marina	2
1.2	Naciones Unidas	4
1.3	Estándares técnicos	4
1.4	Formatos de datos	5
2	Mediciones - Ejemplo de implementación	7
3	Referencias	10

1. Introducción

La observación oceánica *in-situ* ha ido respondiendo a un creciente número de necesidades científicas, económicas y sociales a lo largo de las últimas décadas. La temática ha sido objeto de grandes avances en metodología y tecnología, resultando en un conjunto de herramientas y prácticas que permiten medir desde la acidez de las aguas con una incertidumbre del orden de la milésima de pH, concentraciones de todo tipo de nutrientes, contaminantes, fito- y zooplancton, etc. Hoy se pueden llevar conjuntos de sensores miniaturizados a grandes profundidades con el uso de *drones*, incluyendo más recientemente, y ese es el objeto de esta sección, la potencialidad de realizar mediciones de sonido de forma autónoma. De particular interés en Marcet están los sistemas autónomos denominados *gliders*, los cuales han sido recientemente puestos a prueba en varios ámbitos e iniciativas, tanto en Europa como por el otro lado del atlántico (1-5).

El ruido y las tecnologías asociadas son el objeto de esta sección, cuya intención es describir, bien brevemente, el estado del arte, con la región macaronésica como foco geográfico, en cuanto a disponibilidad de datos y/o capacidades, y área de trabajo del proyecto Marcet. Relacionaremos la disponibilidad y los últimos avances tecnológicos con las necesidades técnicas y estratégicas, en particular las derivadas de Europa y áreas periféricas, marco de este proyecto, como son la Directiva marco sobre la estrategia marina (6) y la necesidad de armonizar y estandarizar el acceso a datos (7).

1.1 Marco Comunitario - Directiva marco sobre la estrategia marina

La directiva tiene como objetivos:

- Establecer un planteamiento común y objetivos para la prevención, protección y conservación del medio marino ante el daño ocasionado por las actividades humanas
- Obligar a los países de la Unión Europea (UE) a elaborar estrategias destinadas a lograr un «buen estado medioambiental»* en 2020 a más tardar. Las estrategias, que abarcan ciclos de seis años, deben incluir medidas para proteger el ecosistema marino y garantizar que las actividades económicas vinculadas con el medio marino sean sostenibles.
- Subrayar la necesidad de cooperación de los países de la UE con sus vecinos de las regiones marinas (Noroeste del Océano Atlántico, Mar Báltico, Mar Mediterráneo y Mar Negro), especialmente al elaborar y aplicar sus estrategias marinas. Por ello, el uso de las

estructuras existentes de gobernanza regional, como los convenios marinos regionales, es un elemento importante que los países de la UE deben tener en cuenta.

- Reconocer la importancia de las medidas de protección espacial para el medio marino, con lo que contribuye a la creación de una red mundial de zonas marinas protegidas.

Se han establecido 11 descriptores, de los cuales el descriptor 11 incluye la introducción de energía en el medio marino, incluyendo la acústica, refiriéndose de forma general a la necesidad de controlar y reducir el ruido antropogénico submarino en el medio marino. Indicadores se han derivado en (8-10) y se resumen en la Ilustración 1.1.

Text Box 1: Extract of the indicators for Descriptor 11 (Noise/Energy) from EC Decision 2010/477/EU

Descriptor 11: Introduction of energy, including underwater noise, is at levels that do not adversely affect the marine environment.

Together with underwater noise, which is highlighted throughout Directive 2008/56/EC, other forms of energy input have the potential to impact on components of marine ecosystems, such as thermal energy, electromagnetic fields and light. Additional scientific and technical progress is still required to support the further development of criteria related to this descriptor, including in relation to impacts of introduction of energy on marine life, relevant noise and frequency levels (which may need to be adapted, where appropriate, subject to the requirement of regional cooperation). At the current stage, the main orientations for the measurement of underwater noise have been identified as a first priority in relation to assessment and monitoring, subject to further development, including in relation to mapping. Anthropogenic sounds may be of short duration (e.g. impulsive such as from seismic surveys and piling for wind farms and platforms, as well as explosions) or be long lasting (e.g. continuous such as dredging, shipping and energy installations) affecting organisms in different ways. Most commercial activities entailing high-level noise levels affecting relatively broad areas are executed under regulated conditions subject to a license. This creates the opportunity for coordinating coherent requirements for measuring such loud impulsive sounds.

11.1. Distribution in time and place of loud, low and mid frequency impulsive sounds

- Proportion of days and their distribution within a calendar year over areas of a determined surface, as well as their spatial distribution, in which anthropogenic sound sources exceed levels that are likely to entail significant impact on marine animals measured as Sound Exposure Level (in dB re 1 $\mu\text{Pa}^2 \cdot \text{s}$) or as peak sound pressure level (in dB re 1 μPa peak) at one metre, measured over the frequency band 10 Hz to 10 kHz (11.1.1)

11.2. Continuous low frequency sound

- Trends in the ambient noise level within the 1/3 octave bands 63 and 125 Hz (centre frequency) (re 1 μPa RMS; average noise level in these octave bands over a year) measured by observation stations and/or with the use of models if appropriate (11.2.1).

Ilustración 1.1 Descriptor 11 de la Directiva marco sobre la estrategia marina (En)

1.2 Naciones Unidas

- **Convención sobre Especies Migratorias**

Dicha convención, entre otras recomendaciones « Insta a las Partes y a los estados no Partes y que ejercen jurisdicción sobre una porción del área de distribución de las especies que figuran en los apéndices de la CMS, o sobre los navíos que batan su pabellón que se encuentran en o fuera de los límites nacionales jurisdiccionales, a tomar especial cuidado, donde convenga y sea posible y, esforzarse en controlar el impacto de la contaminación sonora antropogénica en el hábitat de especies vulnerables y en zonas donde los mamíferos marinos u otras especies en peligro pueden estar concentradas y cuando sea adecuado realizar evaluaciones pertinentes sobre la introducción de sistemas cuyo uso pueda suscitar riesgos sonoros asociados para los mamíferos marinos;>> (11)

- **UNCLOS – United Nations Convention on Law of the Sea**

UNCLOS divide al océano en una serie de zonas de jurisdicción. Se refiere a esta convención como Constitución de los Océanos (12). En 2006 y en el marco de UNCLOS, la Asamblea General de Naciones Unidas motiva “la realización de nuevos estudios y la consideración de los impactos del ruido oceánico sobre los recursos vivos marinos”.

Parte del trabajo hasta la fecha ha consistido en documentar los impactos, entre otros métodos, via la centralización bibliográfica de artículos que documentan el impacto del ruido sobre cetáceos.

http://www.un.org/depts/los/general_assembly/noise/noise_belgium.pdf

http://www.un.org/depts/los/general_assembly/noise/noise_USA.pdf

http://www.un.org/depts/los/general_assembly/noise/OceanNoise_Bibliography_updated_2015_final.pdf

1.3 Estándares técnicos

Tal y como están recogidos en un informe reciente del National Physical Laboratory (NPL, Reino Unido) (13), varios estándares existen en relación con la medición del sonido en el medio marino, entre ellos:

ANSI/ASA S12.64-2009/Part 1, 2009. *Quantities and Procedures for Description and Measurement of Underwater Sound from Ships - Part 1: General Requirements*, American National Standard Institute, USA, 2009

ANSI/ASA S1.20-2012, *Procedures for Calibration of Underwater Electroacoustic Transducers*, American National Standard Institute, USA, 2012.

IEC 1995 (EN 61260), *Electroacoustics - Octave-band and fractional-octave-band filters*, International Electrotechnical Commission, Geneva, Switzerland, 1996.

IEC60565: 2006 *Underwater acoustics-Hydrophones - Calibration in the frequency range 0.01 Hz to 1 MHz*, IEC 60565 - 2006 (EN 60565: 2007, BS60565:2007), International Electrotechnical Commission, Geneva, 2006.

IEC 60050:1994, *International Electrotechnical Vocabulary, part 801: Acoustics and Electroacoustics*, (section 801-32 covers terms for underwater acoustics), International Electrotechnical Commission (IEC), Geneva, 1994.

ISO1996-1: 2006, *Acoustics - Description, measurement and assessment of environmental noise - Part 1: Basic quantities and assessment procedures*. International Organization for Standardization, Geneva, 2006.

ISO 80000-8: 2007. *Quantities and units - part 8: Acoustics*, International Organization for Standardisation, Geneva, 2007.

ISO/PAS 17208-1:2012 *Acoustics — Quantities and procedures for description and measurement of underwater sound from ships. Part 1: General requirements for measurements in deep water*, International Organization for Standardisation, Geneva, 2012.

JCGM 100:2008, *Evaluation of measurement data - Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement (GUM)*, joint publication by BIPM, IEC, IFCC, ILAC, ISO, IUPAC, IUPAP and OIML, 2008. Available from www.bipm.org

1.4 Formatos de datos

Existen varios formatos potenciales para el archivado de datos acústicos, como el formato .wav incluyendo la posibilidad de editar el encabezado para metadatos, sin embargo no existe a día de hoy ningún estándar para ello (9). En esta misma referencia, sin embargo se proponen los siguientes mínimos:

- Uso de un idioma común (e.g. Inglés)
- Uso de un formato común para fecha, siguiendo la norma ISO 8601: YYYY-MM-DD or YYYYMMDD
- Uso de un formato común para la ubicación (lat, lon, grados con decimales)
- Uso de una proyección de mapa común : e.g. WGS84
- Uso de una estructura común que especifica el orden de aparición de la información.

2. Mediciones - Ejemplo de implementación

La Plataforma Oceánica de Canarias ha realizado varios estudios de ruido acústico en el área del banco de ensayos, con varios fines: estudios base (*baseline*) y poder así documentar niveles de referencia, y estudios de impacto. Los productos de estos estudios consisten en informes y datos brutos, ambos productos pudiendo ser o no públicos según el tipo de explotación y el nivel de confidencialidad de estos trabajos. En Marcet tendremos la oportunidad de utilizar los valores de referencia siempre que sea útil para poder estimar la pertinencia de los resultados registrados (e.g. niveles generales, prueba del sistema antes de realizar transectos oceánicos).

Las ilustraciones siguientes enseñan dos elementos importantes de un ejemplo típico de una cadena de instrumentación para la realización de estos estudios: el hidrófono y el sistema de adquisición y almacenamiento. A continuación ejemplos de análisis y resultados del post-procesado de los datos adquiridos, en este caso relativos a la directiva marco: gráficas de niveles para bandas de tercio de octava en 63 y 125 Hz y 10Hz-10kHz, las cuales identifican el ruido producido por una maniobra, en particular en los horarios 12-13 horas (Ilustración 2.3), y en la Ilustración 2.4 los niveles que consideremos explotables como primeros datos *baseline*, y enfocando en las recomendaciones de la directiva europea, por tanto utilizando medias aritméticas para 63Hz, 125Hz y la banda 10Hz-10kHz.



Ilustración 2.1. Tipo de Hidrófono bajo ruido apto para medición de ruido de bajo nivel (Teledyne Reson)



Ilustración 2.2. Ejemplo de sistema de grabación autónomo, configurable, con capacidad en memoria y energía para periodos largos de monitorización sin conexión RF o cableada a tierra.

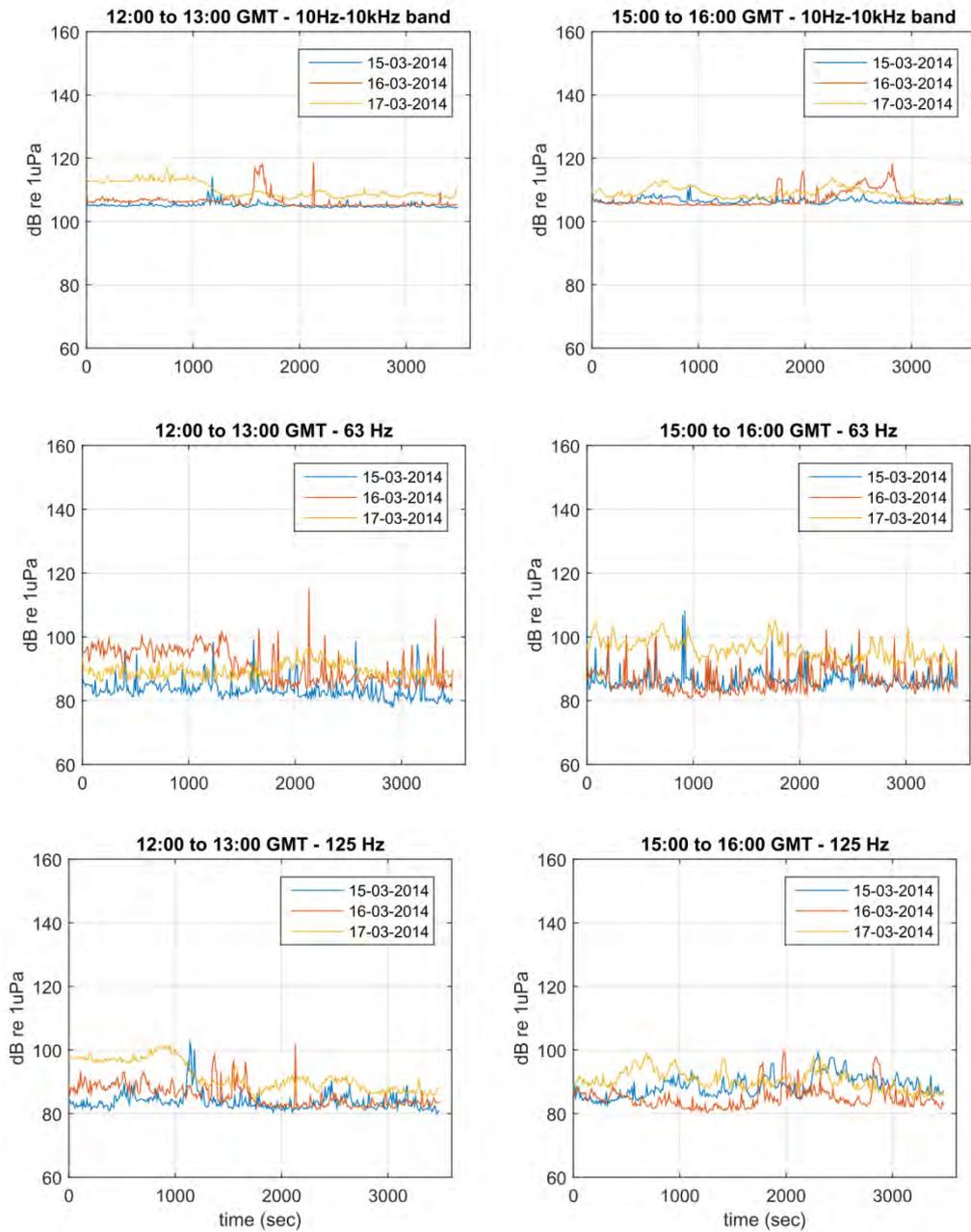


Ilustración 2.3. Extracto de niveles de presión acústica (SPL medio, 10 s) en banda 10Hz-10kHz, y tercio de octava con Fc 63Hz, 125Hz según directiva marco en horarios de 12h y 15h GMT, duración 1 hora, los días 15-16-17 de Marzo 2014 - ver texto

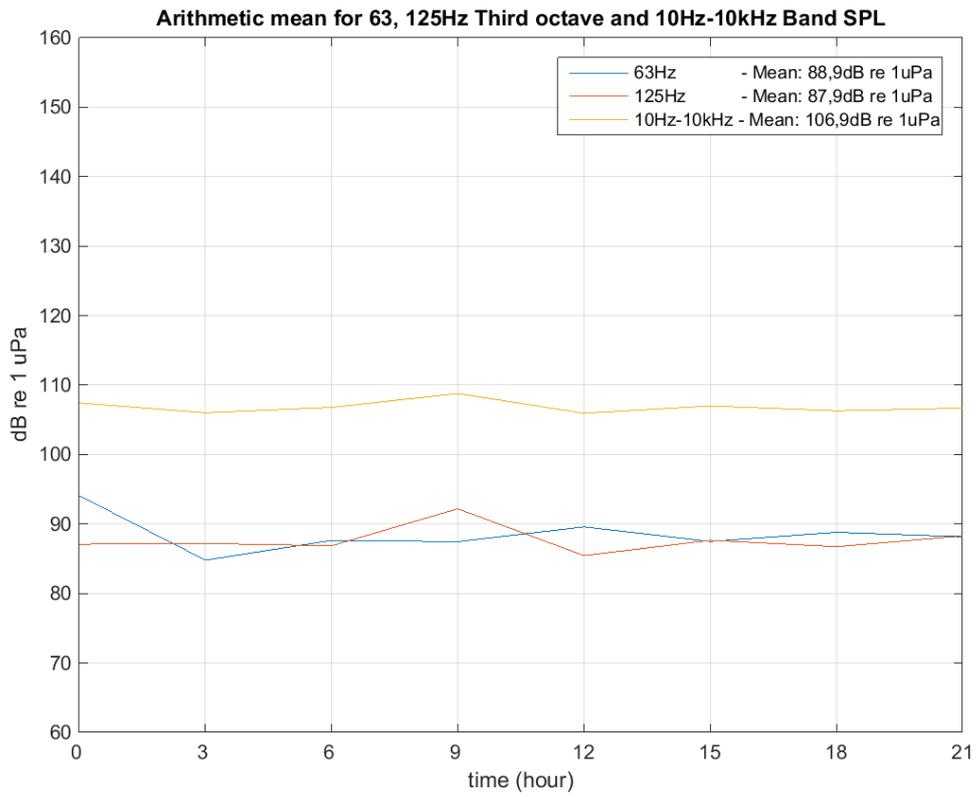


Ilustración 2.4. Medias aritméticas para 63Hz, 125Hz y la banda 10Hz-10kHz

3. Referencias

1. Küsel ET, Munoz T, Siderius M, Mellinger DK, Heimlich S. Marine mammal tracks from two-hydrophone acoustic recordings made with a glider. *Ocean Sci.* 2017;13(2):273-88.
2. Pearlman J, Jirka S, Del Rio Fernandez J, Delory E, Martinez S, O'Reilly T, editors. *Oceans of Tomorrow Sensor Interoperability for In-situ Ocean Monitoring.* IEEE Oceans; 2016; Monterey, USA.
3. Suberg L, Wynn RB, Kooij Jvd, Fernand L, Fielding S, Guihen D, et al. Assessing the potential of autonomous submarine gliders for ecosystem monitoring across multiple trophic levels (plankton to cetaceans) and pollutants in shallow shelf seas. *Methods in Oceanography.* 2014;10(0):70-89.
4. Dassatti A, van der Schaar M, Guerrini P, Zaugg S, Houegnigan L, Maguer A, et al., editors. *On-board underwater glider real-time acoustic environment sensing.* OCEANS, 2011 IEEE - Spain; 2011 6-9 June 2011.
5. Baumgartner MF, Fratantoni DM. Diel periodicity in both sei whale vocalization rates and the vertical migration of their copepod prey observed from ocean gliders. *Limnology and Oceanography.* 2008;53(5 PART 2):2197-209.
6. Directive 2008/56/EC of the European Parliament and of the Council of 17 June 2008 establishing a framework for community action in the field of marine environmental policy (Marine Strategy Framework Directive)
7. European Parliament, Council Directive 2007/2/EC of the European Parliament and of the Council of 14 March 2007 establishing an Infrastructure for Spatial Information in the European Community (INSPIRE). 2007.
8. Dekeling RPA, Tasker ML, Van der Graaf AJ, Ainslie MA, Andersson MH, André M, et al. *Monitoring Guidance for Underwater Noise in European Seas, Part I: Executive Summary.* Luxembourg: 2014 EUR 26557 EN.
9. Dekeling RPA, Tasker ML, Van der Graaf AJ, Ainslie MA, Andersson MH, André M, et al. *Monitoring Guidance for Underwater Noise in European Seas, Part III: Background Information and Annexes.* Luxembourg: 2014 EUR 265556EN.
10. Dekeling RPA, Tasker ML, Van der Graaf AJ, Ainslie MA, Andersson MH, André M, et al. *Monitoring Guidance for Underwater Noise in European Seas, Part II: Monitoring Guidance Specifications.* Luxembourg: 2014 EUR 26555 EN.
11. *Convention on the Conservation of Migratory Species of Wild Animals. Adverse Anthropogenic Marine/Ocean Noise Impacts on Cetaceans and other Biota.* 2014.
12. Firestone J, Jarvis C. *Response and Responsibility: Regulating Noise Pollution in the Marine Environment.* *Journal of International Wildlife Law & Policy.* 2007;10(2):109-52.
13. *National Physical Laboratory. Good Practice Guide for Underwater Noise Measurement - 133.* 2014.