



Introducción a la Ecología Acústica

Carlos Iglesias Merchan

Asociación Técnica de Ecología del Paisaje y Seguimiento Ambiental (ECOPÁS)
y Universidad Politécnica de Madrid (UPM)

ST-30 Contaminación acústica





Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido.

Artículo 3. Definiciones.

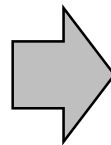
...

- q) Zonas tranquilas en las aglomeraciones: los espacios en los que no se supere un valor, a fijar por el Gobierno, de un determinado índice acústico.
- r) Zonas tranquilas en campo abierto: los espacios no perturbados por ruido procedente del tráfico, las actividades industriales o las actividades deportivo-recreativas.

Artículo 7. Tipos de áreas acústicas.

...

- g) Espacios naturales que requieran una especial protección contra la contaminación acústica.



Fuente: BOE 2003, 2007

Artículo 21. Reservas de sonidos de origen natural.

Las comunidades autónomas podrán delimitar como reservas de sonidos de origen natural determinadas zonas en las que la contaminación acústica producida por la actividad humana no perturbe dichos sonidos.

Asimismo, podrán establecerse planes de conservación de las condiciones acústicas de tales zonas o adoptarse medidas dirigidas a posibilitar la percepción de aquellos sonidos.

Real Decreto 1367/2007

... existencia de zonas de cría de la fauna o de la existencia de especies cuyo hábitat se pretende proteger...

Asimismo, se incluirán las zonas tranquilas en campo abierto que se pretenda mantener silenciosas por motivos turísticos o de preservación del medio.

... zonas tranquilas ... índices de inmisión de la tabla A, del anexo II, disminuido en 5 decibelios...



Diccionario de la lengua española Edición del Tricentenario Actualización 2023

RAE.es

Acústico, ca

2. adj. Perteneciente o relativo al sonido.
7. f. Parte de la física que trata de la producción, control, transmisión, recepción y audición de los sonidos, ultrasonidos e infrasonidos.

Ecología

1. f. Ciencia que estudia los seres vivos como habitantes de un medio, y las relaciones que mantienen entre sí y con el propio medio.

Acoustic Ecology

Bioacoustics

Ecoacoustics

Soundscape

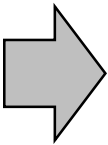
Soundscape Ecology

...



1960-70s

Raymond M. Schafer
Barry Truax
et al.

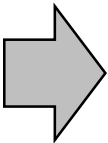


Simon Fraser University

World Soundscape Project

Bernie Krause

Wild Sanctuary



Soundscape

Acoustic Ecology

“The Tuning of the World”

“The Book of Noise”

“Handbook for Acoustic Ecology”

...

The World Forum for Acoustic Ecology (1993)

“Soundscape: The Journal of Acoustic Ecology” (2000)



“Acoustic Ecology Review” (2023)

Biophony

Geophony

Anthropophony



David MONACCHI

Fragments of Extinction & Eco-acoustic Theatre

Bryan PIJANOWSKI

Global Soundscapes

Soundscape Ecology

Almo FARINA et al.

International Society of Ecoacoustics (ISE)

Ecoacoustics

Carlos DE HITA

El sonido de la naturaleza

Rafael MÁRQUEZ

Fonoteca Zoológica (2002)

Museo Nacional de Ciencias Naturales (CSIC)

Eloïsa MATHEU

Alosa, sonidos de la naturaleza (actualmente Museo de Ciencias de Barcelona)

...

Bioacoustics?

...



Bioacoustics as a scientific discipline was established by the Slovene biologist **Ivan Regen** who began systematically to study insect sounds. **In 1925** he used a special stridulatory device to play in a duet with an insect.

Ivan Regen

25 languages

Article Talk

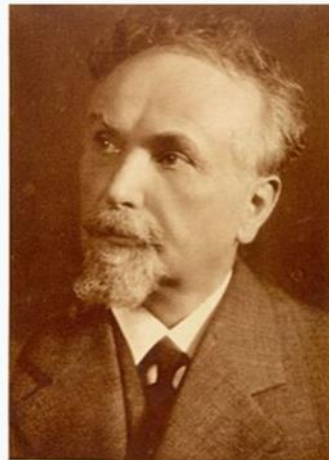
Read Edit View history Tools

From Wikipedia, the free encyclopedia

Ivan (or **Janez**) **Regen** (known also as **Johann Regen**) (December 9, 1868 – July 27, 1947) was a **Slovenian biologist**, best known for his studies in the field of **bioacoustics**.

Regen was born in the hamlet of Lajše in **Trata** (today part of **Gorenja Vas, Slovenia**)^[1] and became interested in **insect** sounds as a child. His family couldn't afford to pay for his schooling, so he studied first at the local **seminary** for which he received a scholarship, and slowly saved enough funds for the tuition fee in Vienna. There he studied

Ivan Regen



Born

December 9, 1868



The Journal of the Acoustical Society of America

Since 1929, The Journal of the Acoustical Society of America (JASA) has been the leading source of theoretical and experimental research results in the broad interdisciplinary subject of sound.

The journal serves physical scientists, life scientists, engineers, psychologists, physiologists, architects, musicians, and speech communication specialists.

Subjects include:

Linear and nonlinear acoustics

Aeroacoustics

Underwater sound and acoustical oceanography

Ultrasonics and quantum acoustics

Architectural and structural acoustics and vibration

Speech, music, and noise

Psychology and physiology of hearing

Engineering acoustics, sound transducers, and measurements

Bioacoustics, animal bioacoustics, and bioresponse to vibration

<https://en.wikipedia.org/wiki/Bioacoustics>

https://en.wikipedia.org/wiki/Ivan_Regen

<https://pubs.aip.org/asa/jasa/pages/about>



Ecología del Paisaje

Carl Troll, 1939

Ecotopo o tesela es la unidad homogénea mínima de paisaje cartografiable

Schmithüsen, 1948 y Troll, 1950

Ecología

Ecotono zona de transición entre dos o más ecosistemas distintos y adyacentes o entre dos comunidades bien diferenciadas

Clements, 1905

Soundscape Ecology

Sonotopo tesela sonora resultante de la superposición sonidos de un paisaje

Soundtope potencial subdivisión del “sonotopo” exclusivamente compuesto por sonidos del medio biótico

Sonotone zona de transición, encuentro o tensión acústica entre dos “soundtopes”

Farina, 2014

Sonotopo

Fonotopo

Fonotono

¿Sonotono?

Iglesias Merchán, 2014



ISO 12913-1. Soundscape. Part 1



- - -



MEDIOAMBIENTE SONORO

BIOFONÍA

ANTROPOFONÍA

GEOFONÍA

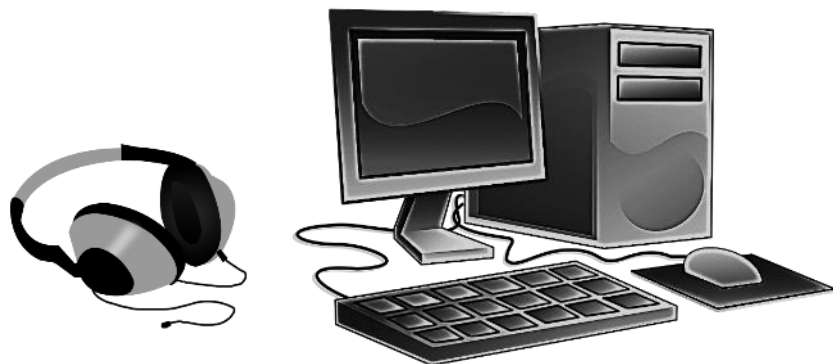
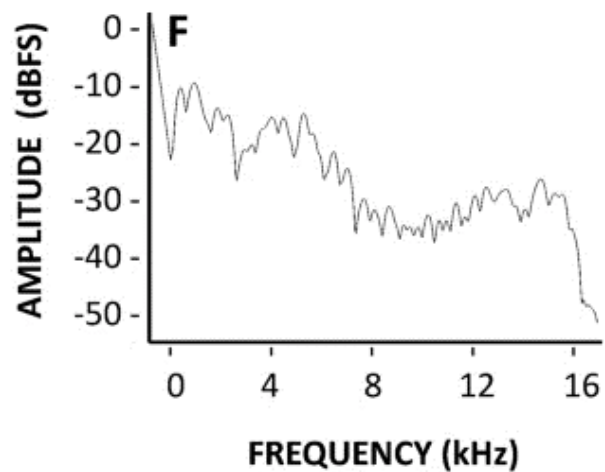
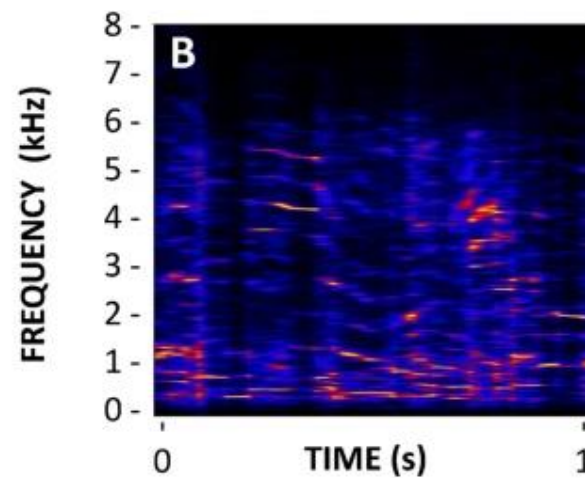
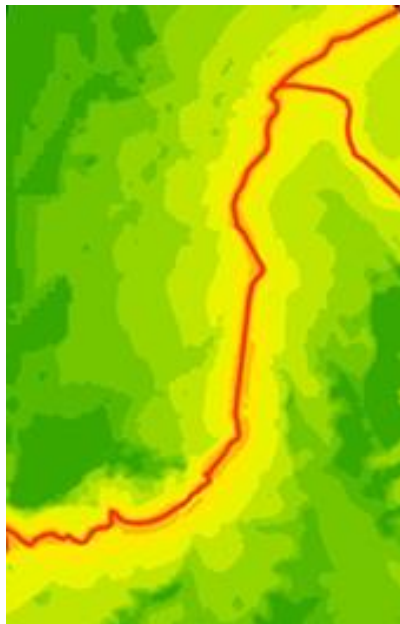


PAISAJE SONORO



PAISAJE SONORO

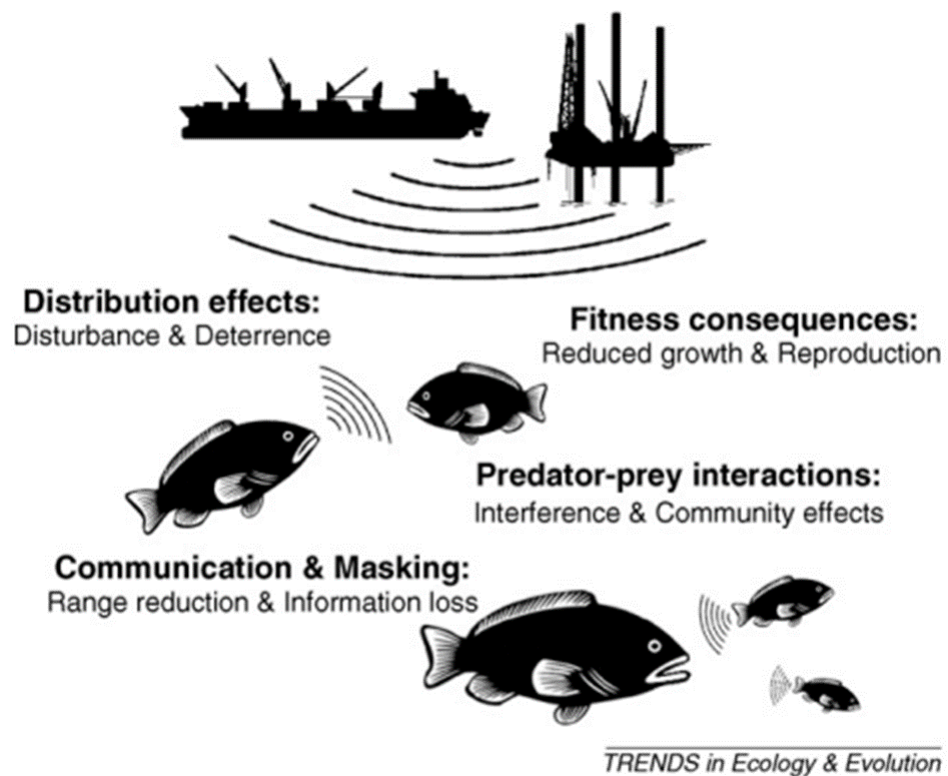




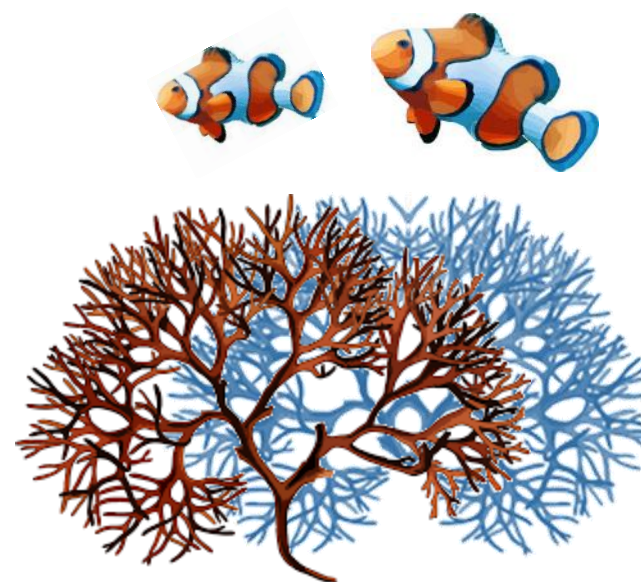
#CONAMA2024	Congreso Nacional del Medio Ambiente	<i>Amp_{tow}</i> Average signal amplitude	
SOPA DE ÍNDICES	<i>Noise_{tow}</i> Background noise	<i>SPL_{rms}</i> Root mean square sound pressure level	
	<i>SPL_{pp}</i> Peak-to-peak sound pressure level	<i>GS</i> (Gini–)Simpson spectral entropy	<i>NP</i> Number of peaks
<i>M</i> Amplitude index = median of the amplitude envelope	<i>TE</i> Temporal entropy	<i>SE</i> (Shannon) Spectral entropy	
	<i>BI</i> Bioacoustic index = relative abundance	<i>AEI</i> Acoustic evenness index	
<i>H</i> Acoustic entropy index = total entropy		<i>AR</i> Acoustic richness (index)	<i>ADI</i> Acoustic diversity index
<i>ACI</i> Acoustic complexity index		<i>L₅</i> Level exceed for 5% of the time	
<i>NDSI</i> Normalized difference soundscape index		<i>L₉₅</i> Level exceed for 90% of the time	
	<i>L₅₀</i> Level exceed for 50% of the time	<i>H_f</i> Spectral entropy	
<i>H_{f1kHz}</i> Spectral entropy over 1 kHz octave band	<i>H_t</i> Temporal entropy		
<i>AveDur_{tow}</i> Average duration of acoustic events		Fuente: Kendrick et al. 2016 Raick et al. 2023	



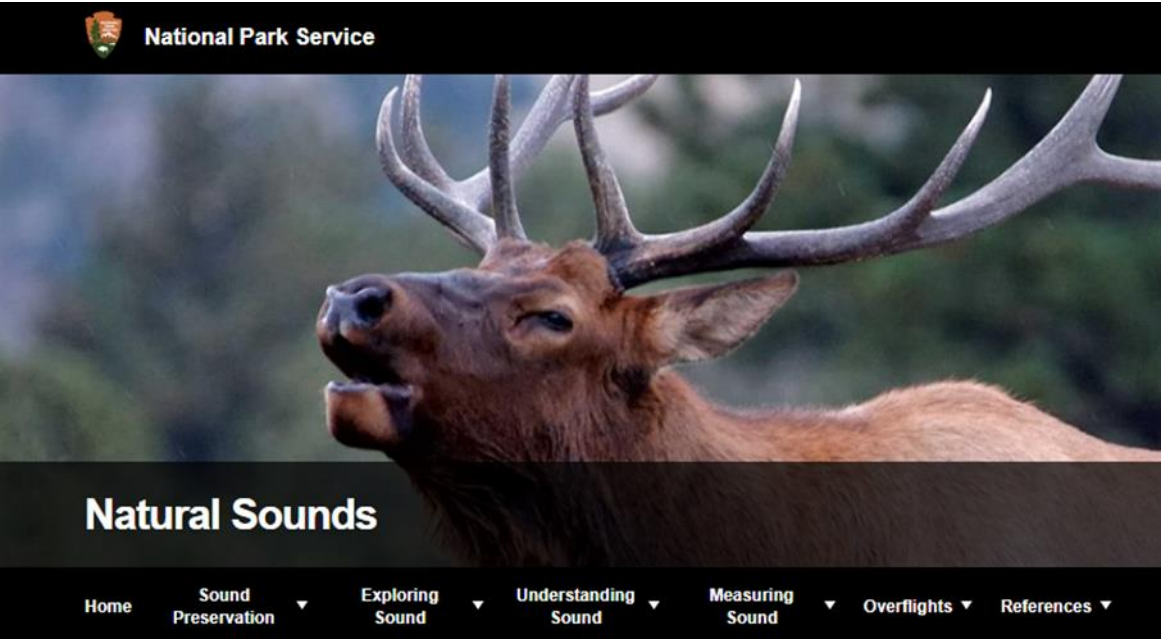
¡ Medio marino !



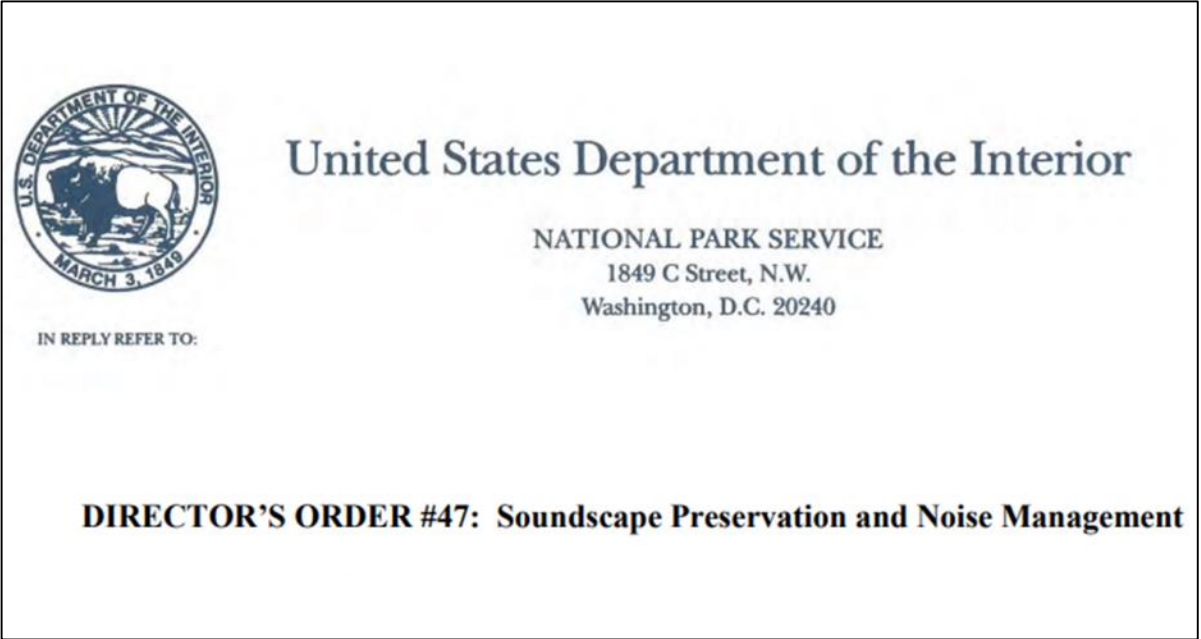
Slabbekoorn et al., 2010



Parmentier et al., 2015



Fuente: www.nps.gov

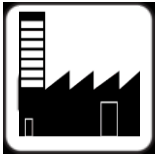


Fuente: www.nps.gov





Directiva 2002/49/CE sobre Evaluación y Gestión del Ruido Ambiental



ISO 9613-2



ECAC.CEAC
Doc. 29



NMPB
Routes'96



RMR'96

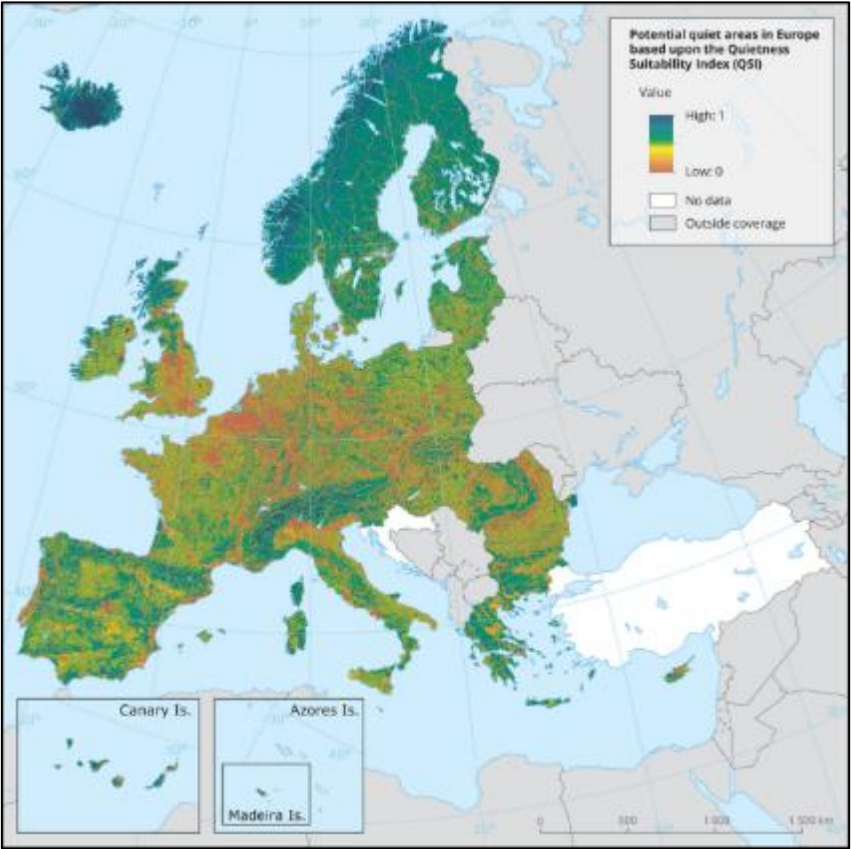
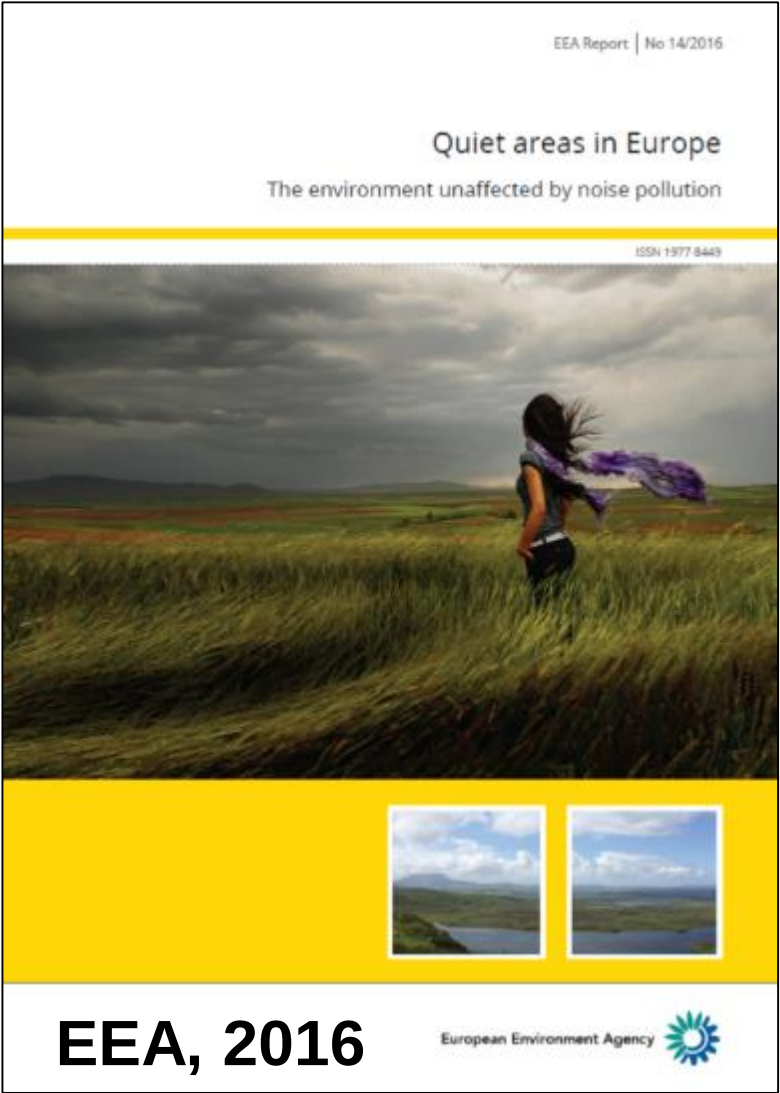
Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido

Directiva (UE) 2015/996 por la que se establecen métodos comunes de evaluación del ruido en virtud de la Directiva 2002/49/CE

CNOSSOS-EU

RD 1513/2005, de 16 de diciembre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, del Ruido, en lo referente a la evaluación y gestión del ruido ambiental.

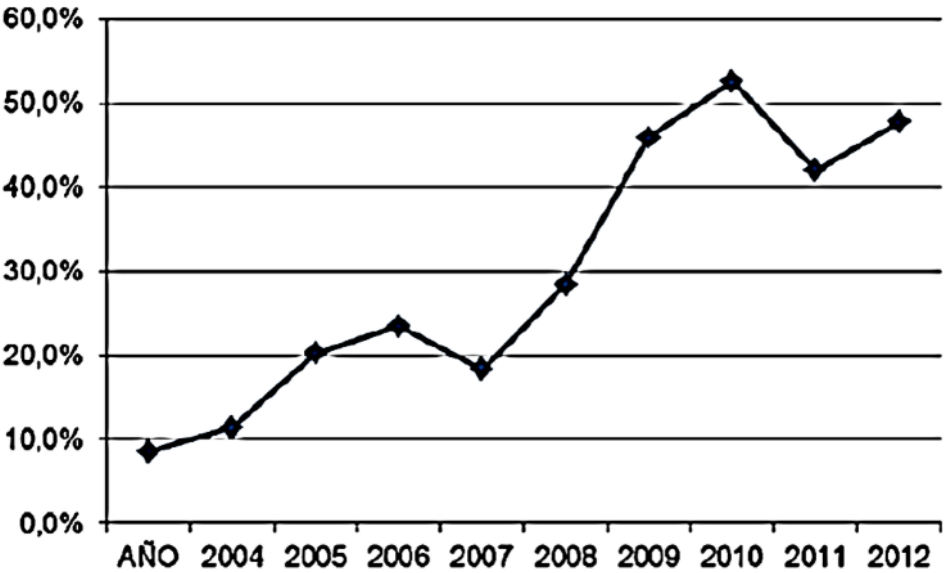
RD 1367/2007, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas.



Fuente:  European Environment Agency



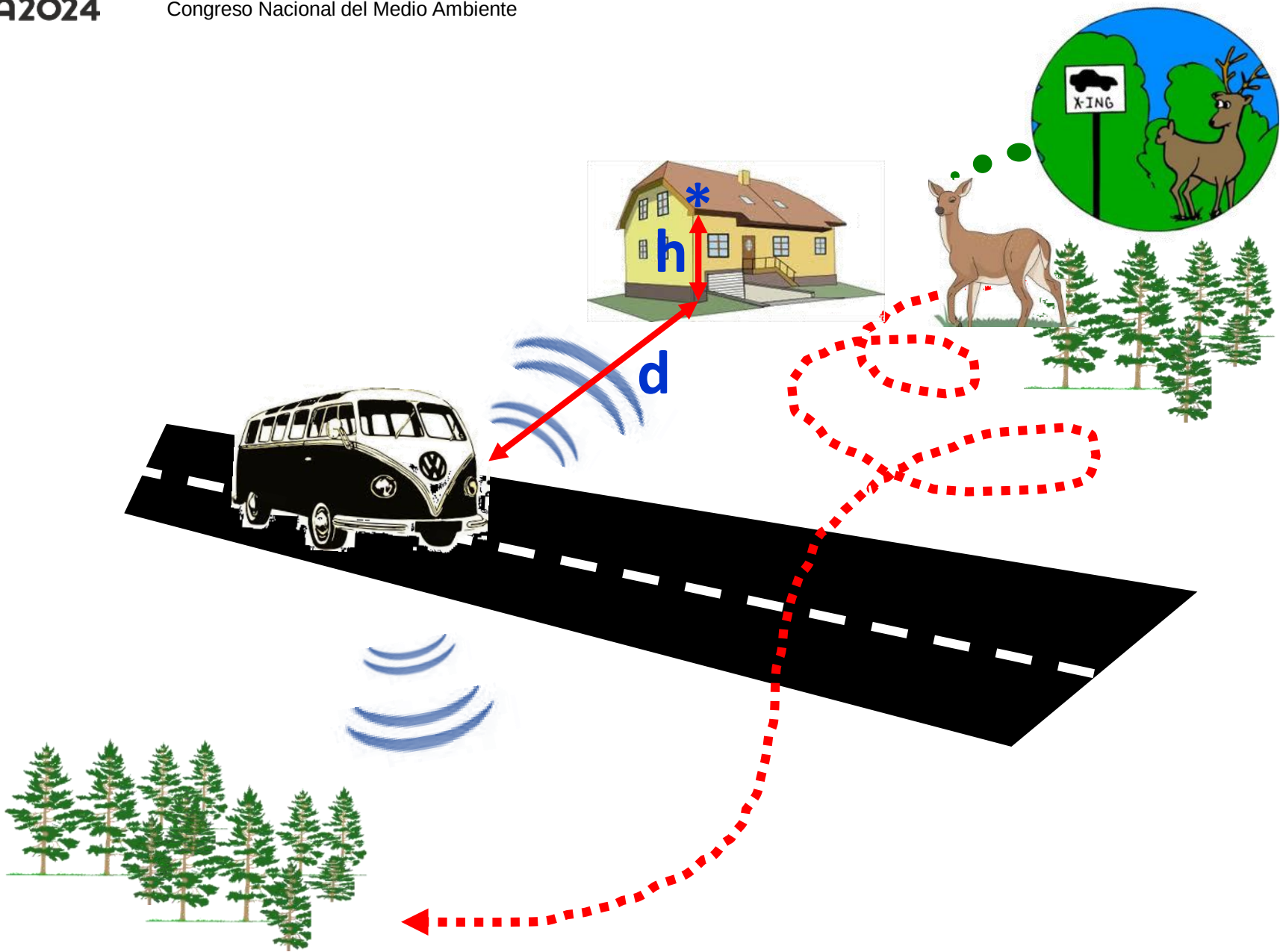
Evolución histórica del porcentaje de DIAs (BOE) con referencia al impacto ruido-fauna (2003-2013)

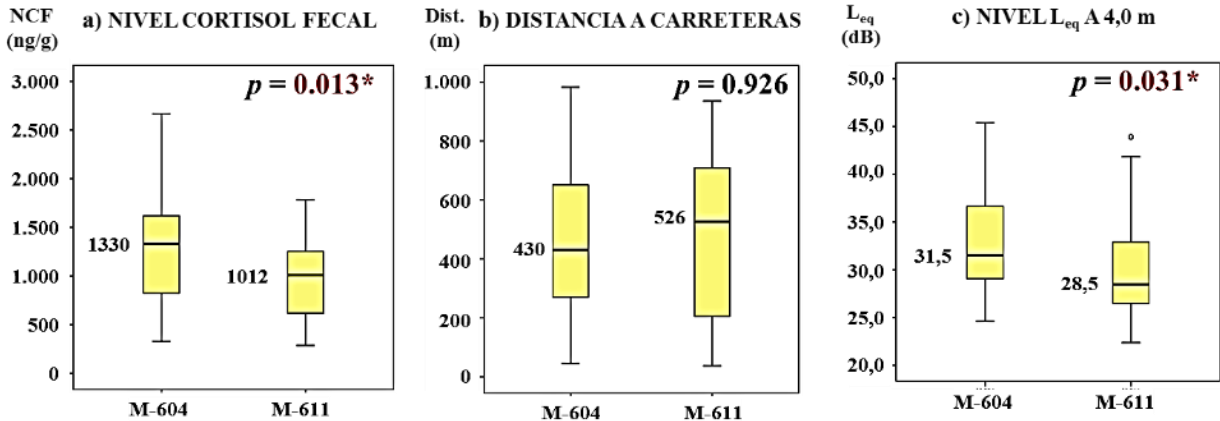
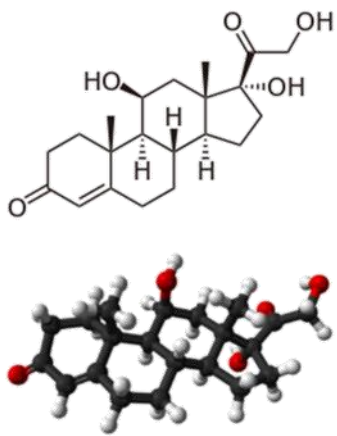
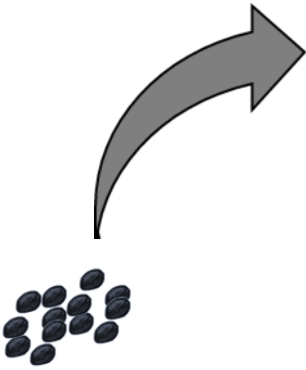
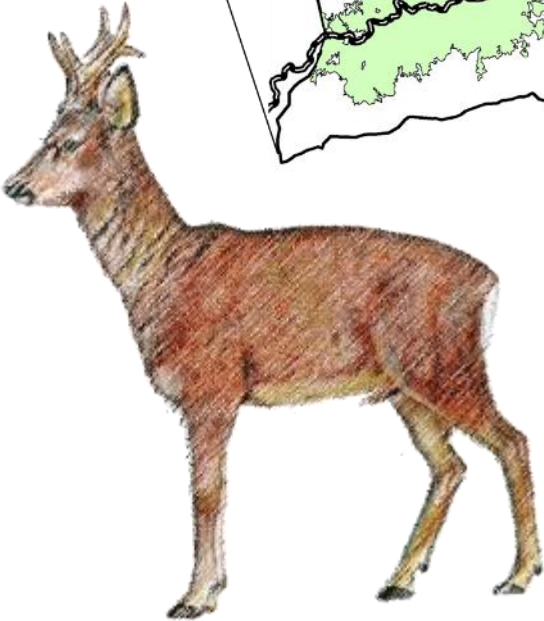
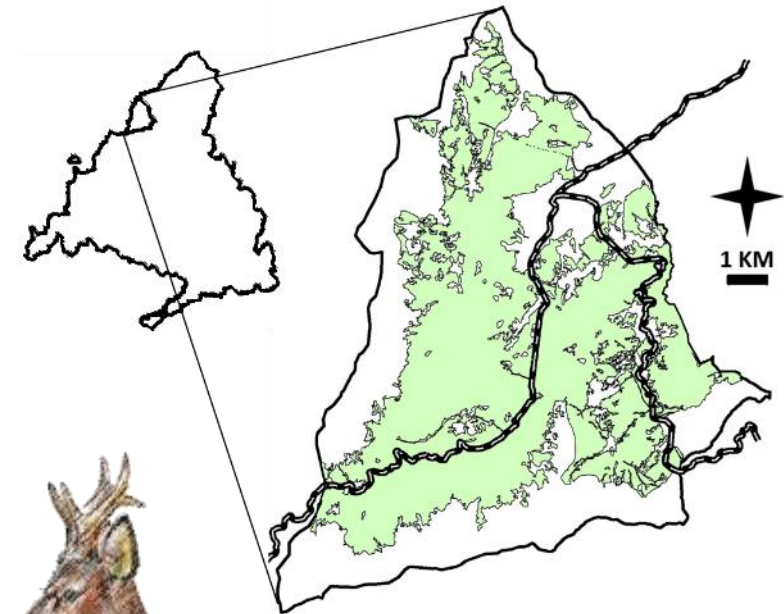


Grijota Chousa, 2014

Gestión del ruido en espacios naturales protegidos

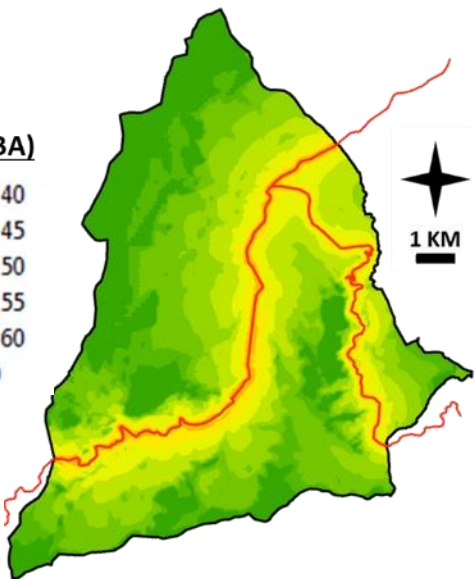
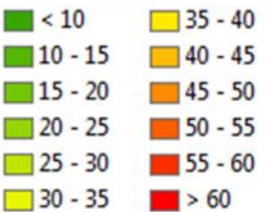






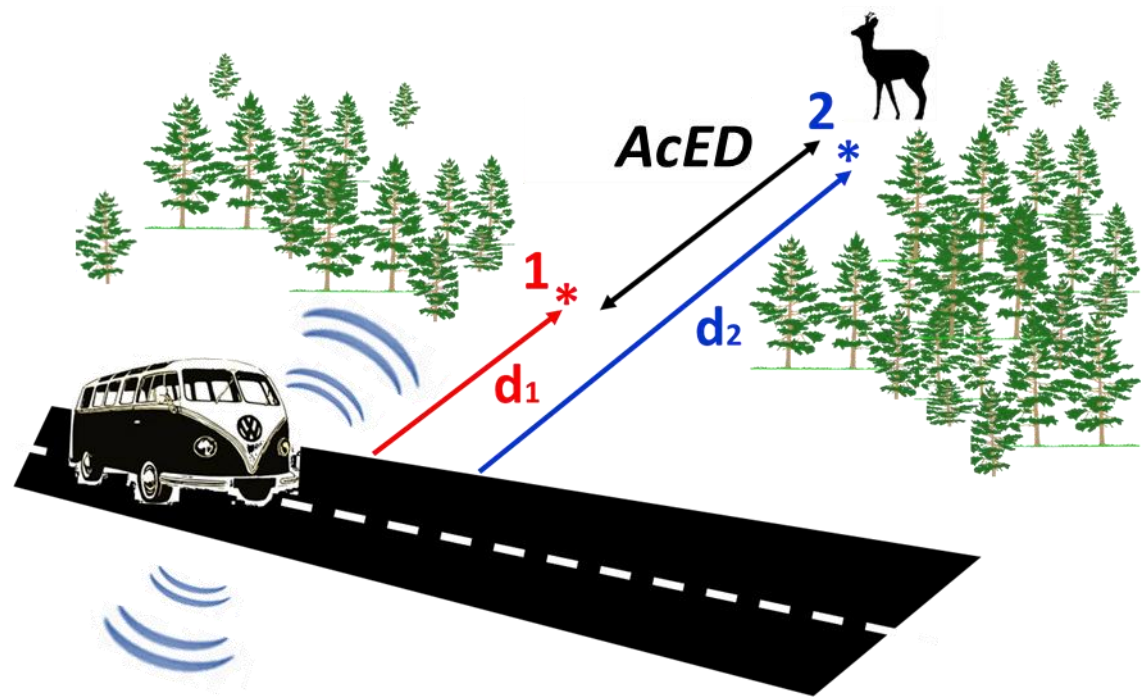
T test

L_{eq} intervalos (dBA)





The Acoustic Escape Distance (*AcED*)

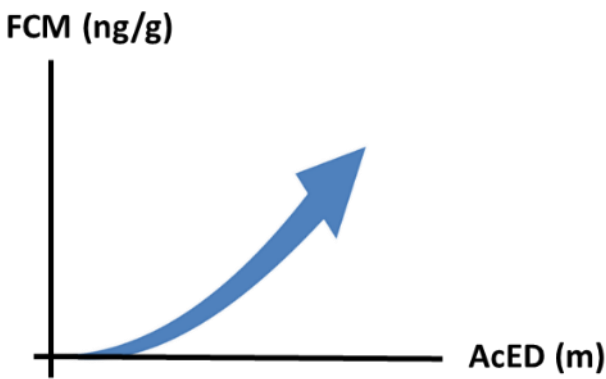
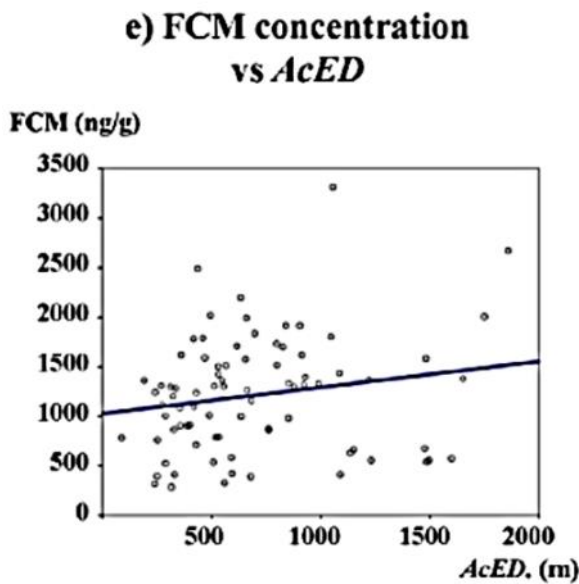


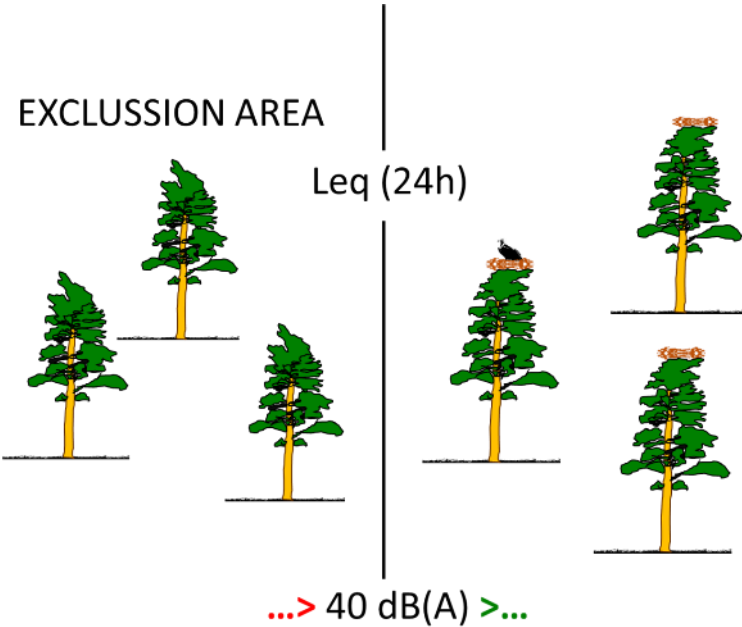
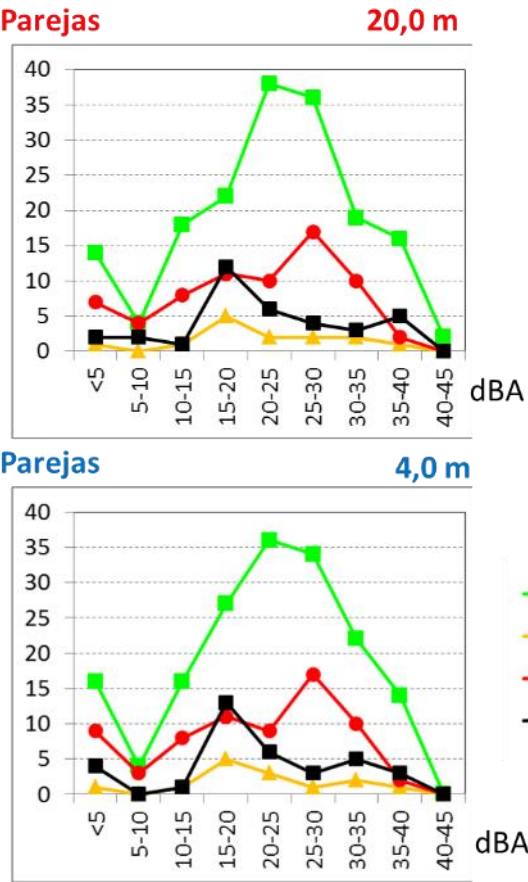
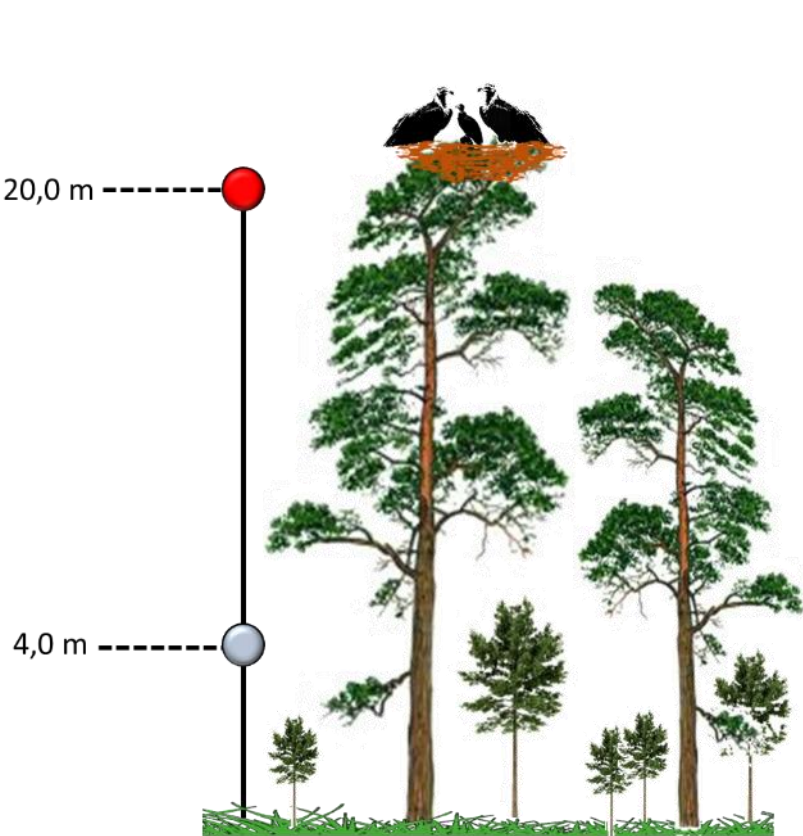
$$N = 10 \log_{10} \left(\frac{d_2}{d_1} \right)$$

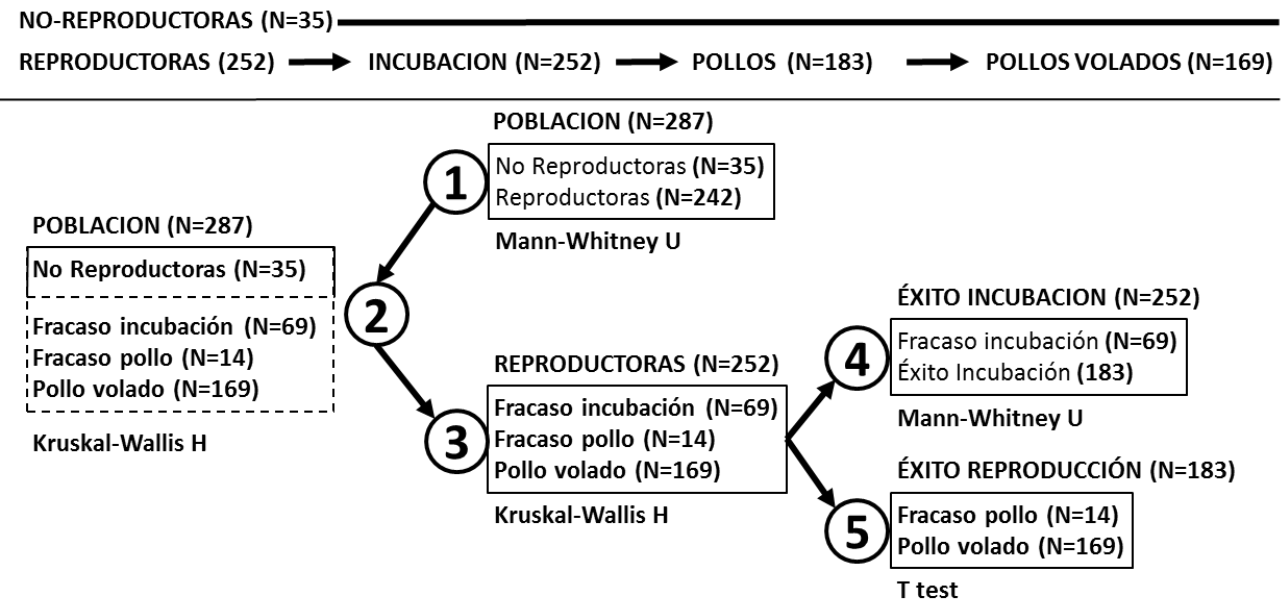
$$d_2 = 10^{\left(\left(\frac{N}{10} \right) + \log_{10}(d_1) \right)}$$

$$AcED = (d_2 - d_1)$$

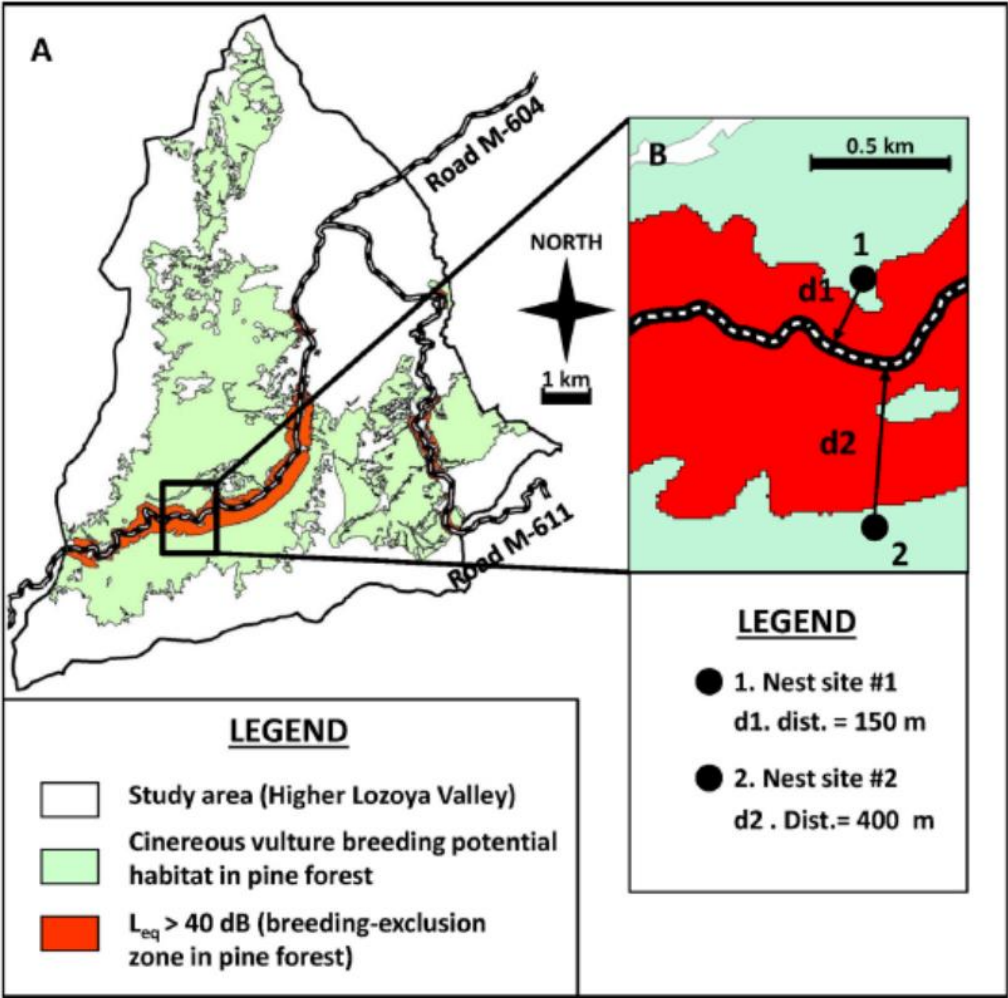
Iglesias-Merchan et al., 2018







Iglesias-Merchan et al., 2016

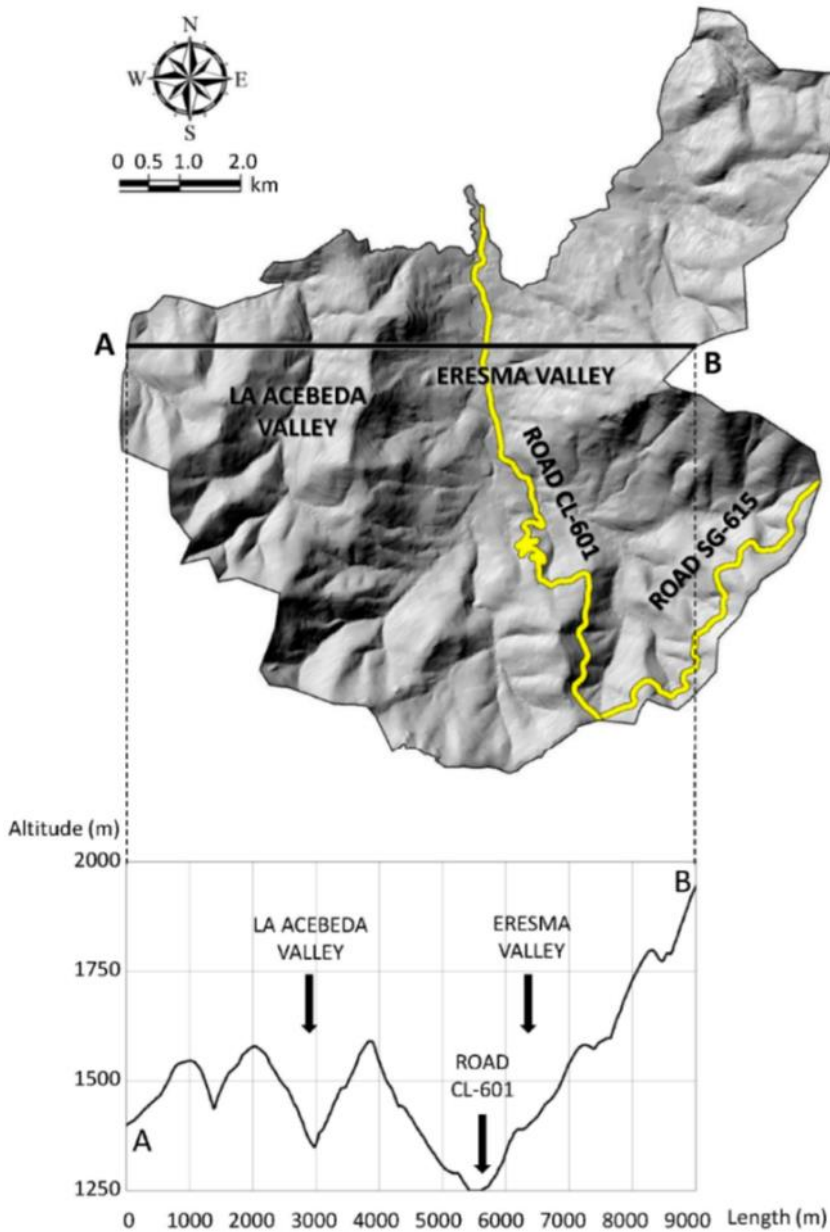
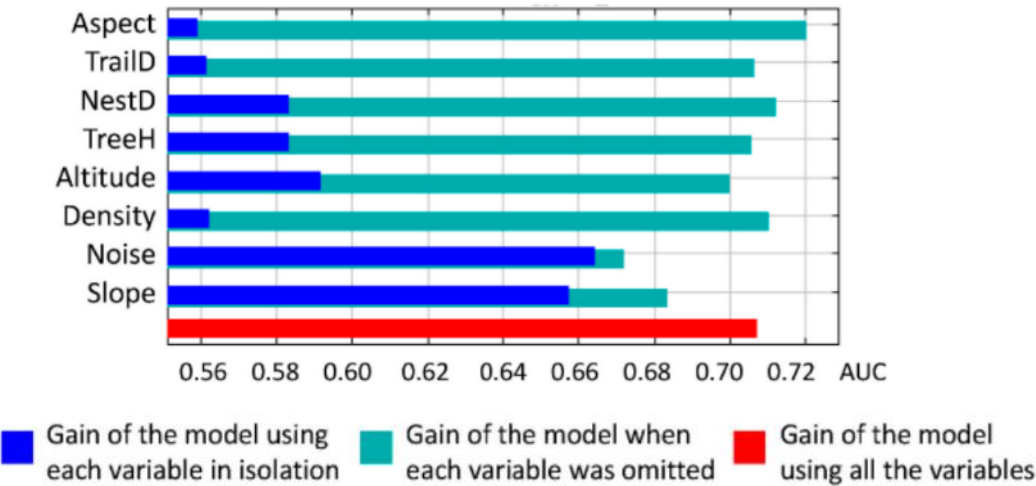


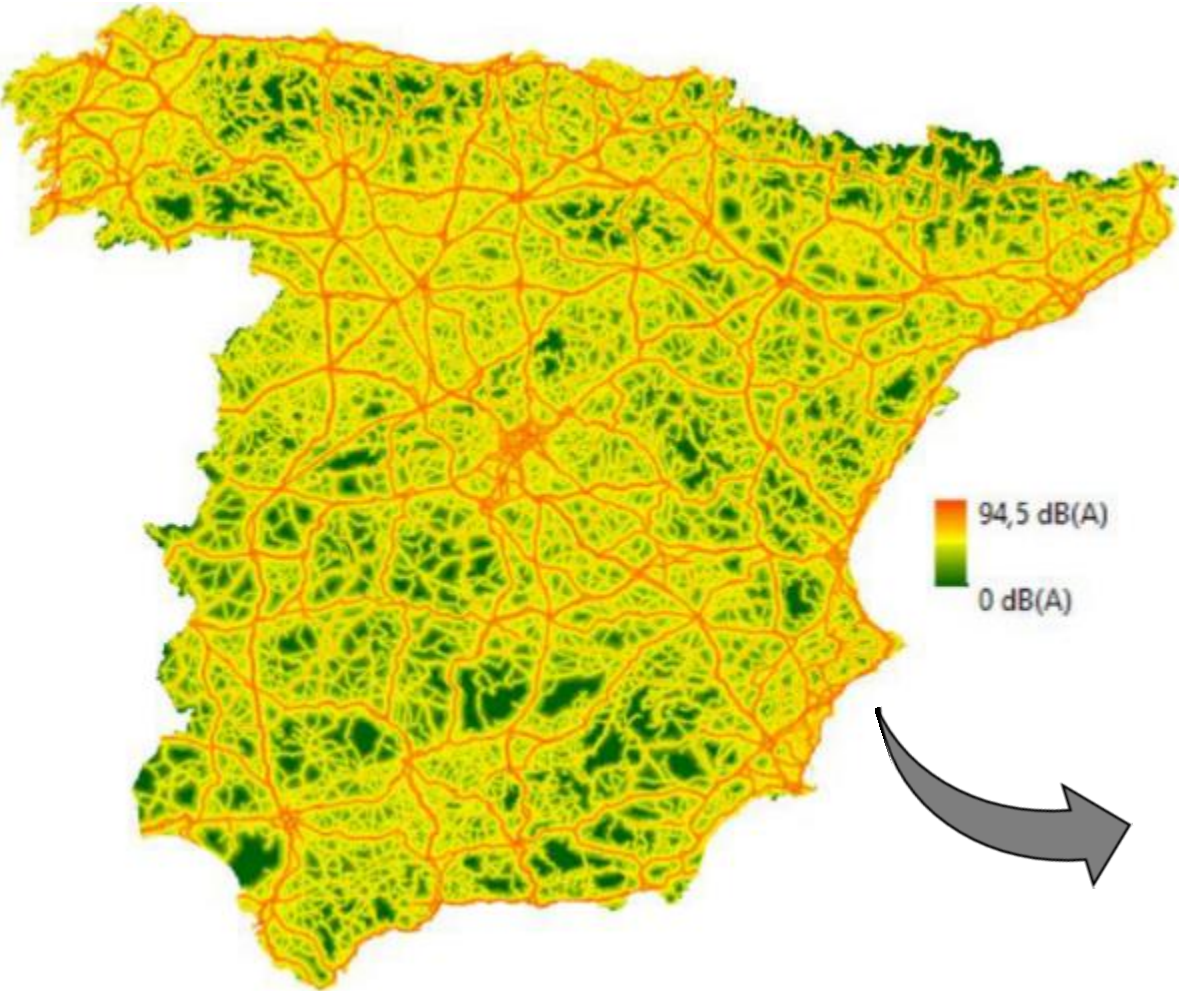
Iglesias-Merchan et al., 2016



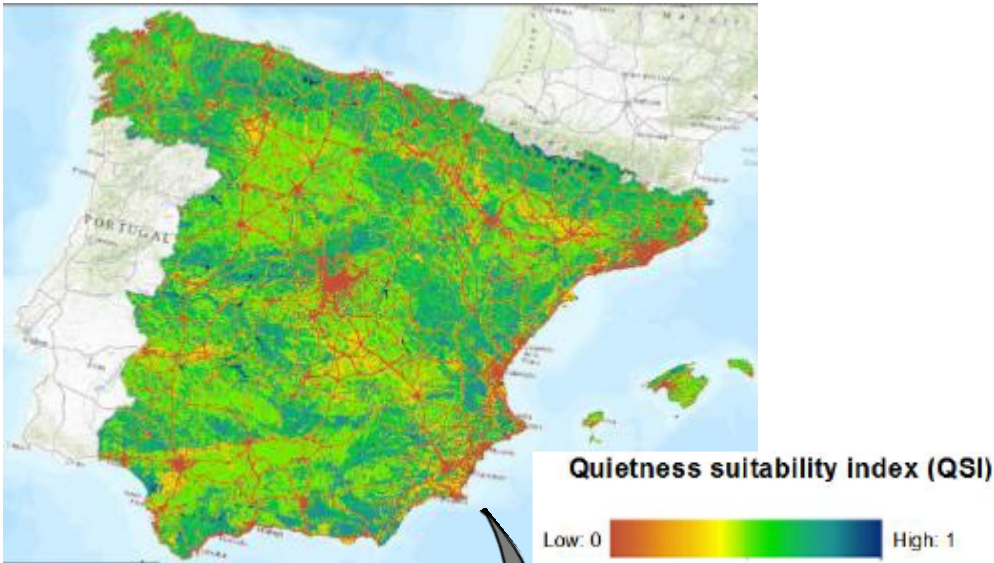
Variable Order in Scenario #1	Percent Contribution Scenario #1	Percent Contribution Scenario #2	Variable Order in Scenario #2
Slope	30.1%	31.8%	Slope
Noise	19.4%	27.0%	RoadD
NestD	14.7%	12.5%	NestD
Altitude	10.9%	7.4%	TrailD
TrailD	8.4%	6.8%	Altitude
TreeH	5.8%	5.4%	TreeH
Density	5.5%	4.8%	Aspect
Aspect	5.1%	4.3%	Density
AUC	0.71	0.71	AUC

A) Jackknife of AUC for Cinereous vulture in Scenario #1

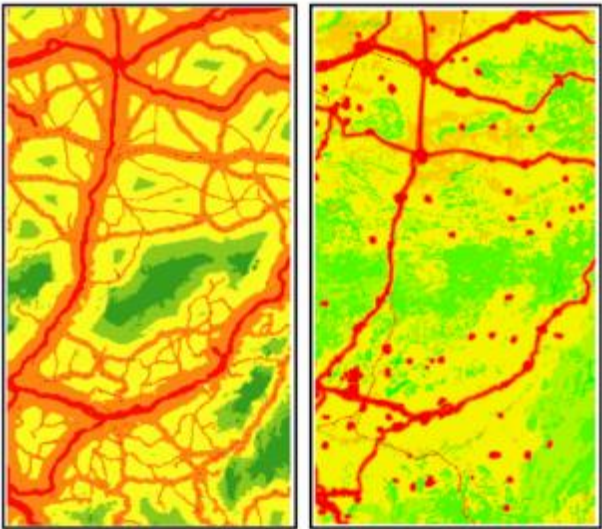


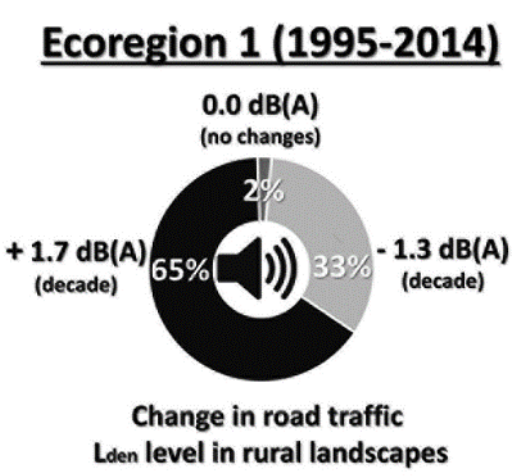
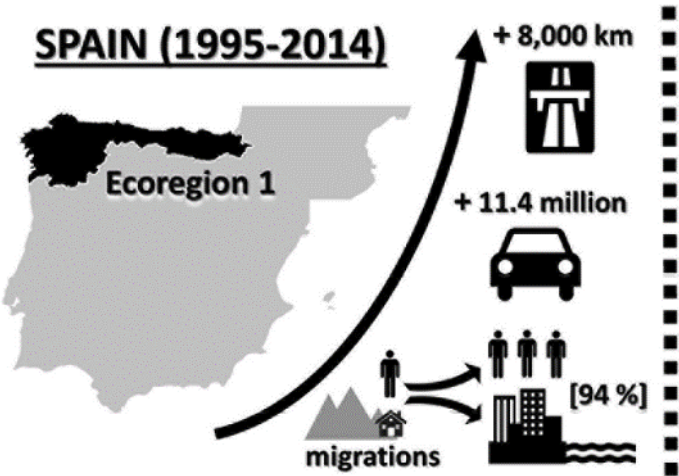
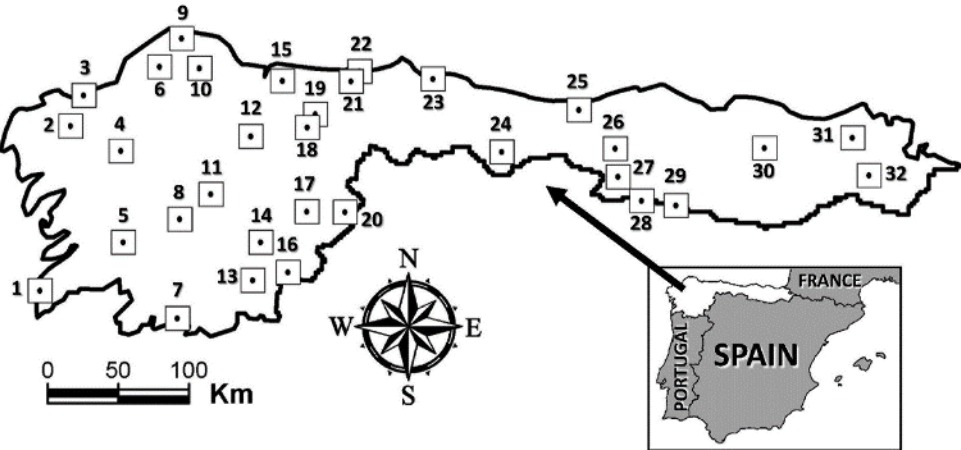
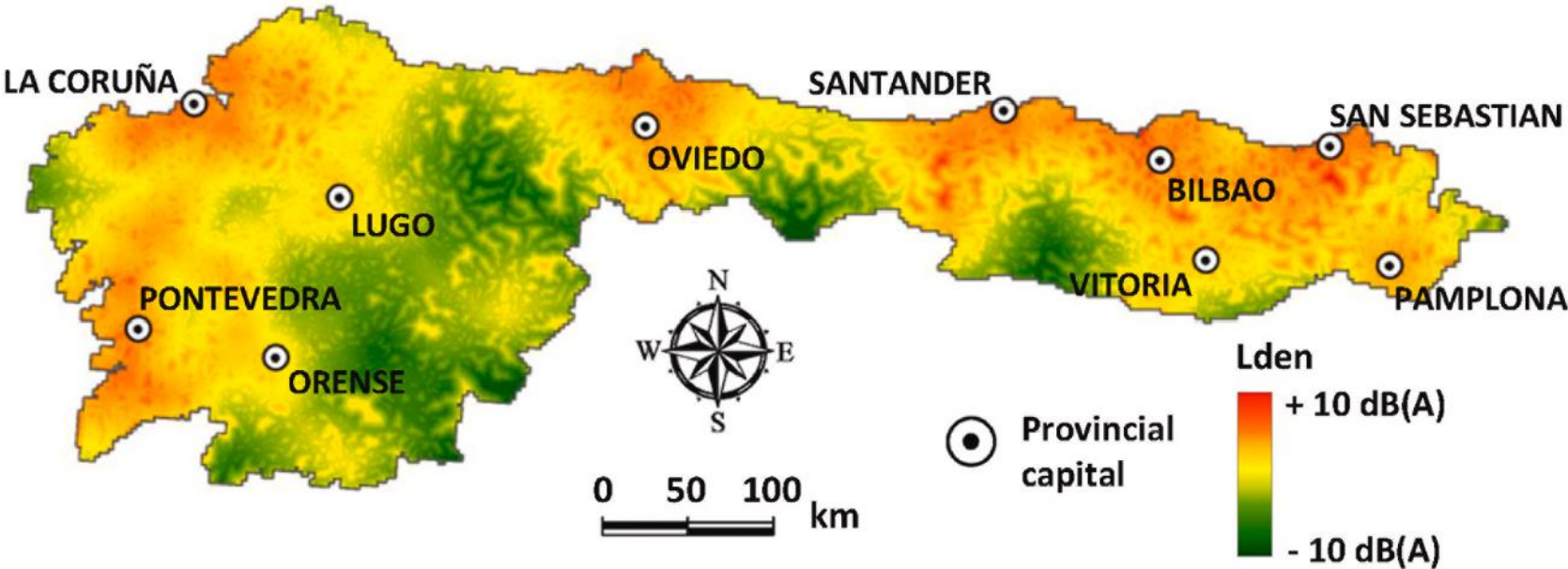


Soto Molina y Arce Ruiz, 2023



EEA, 2016



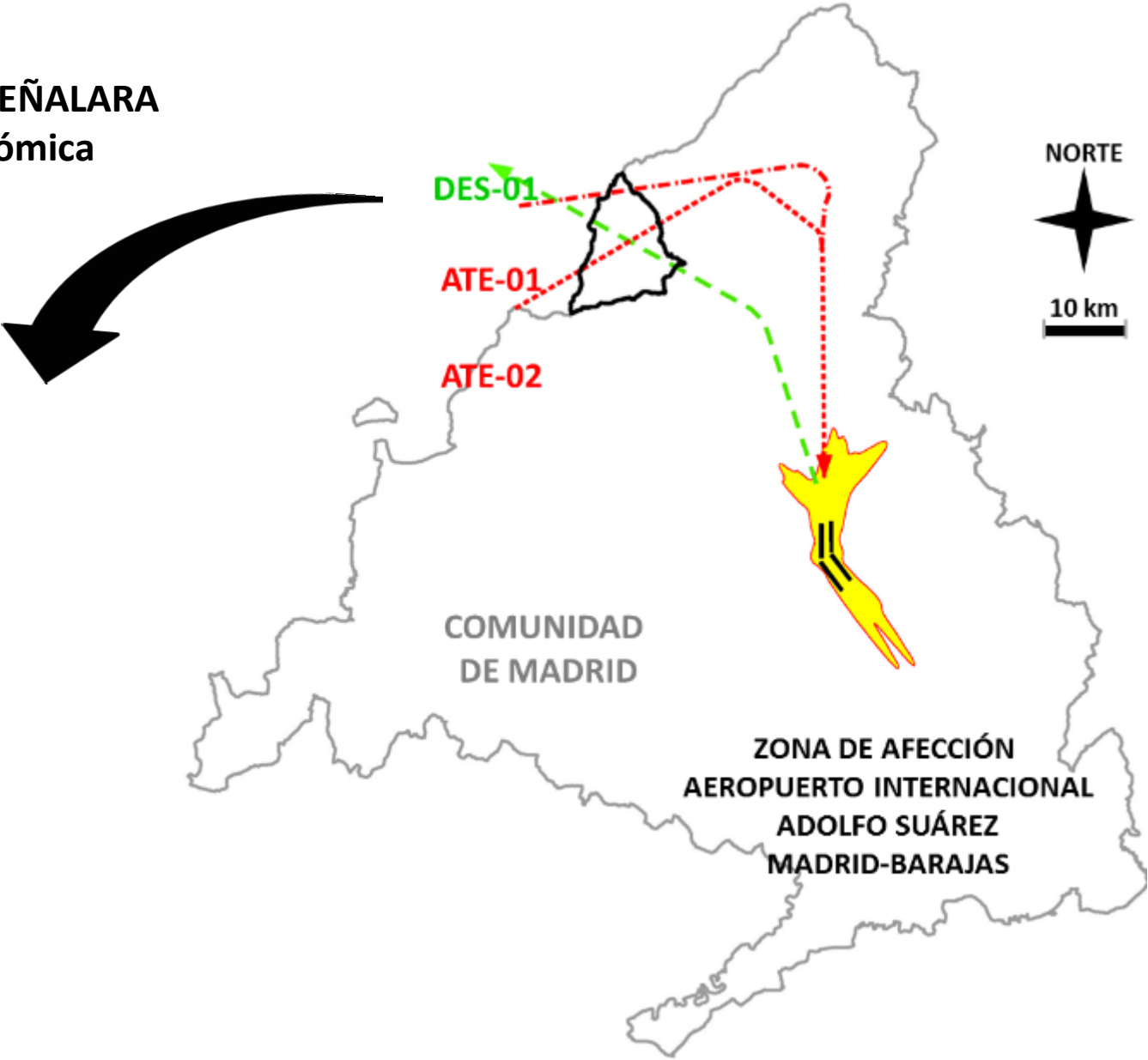


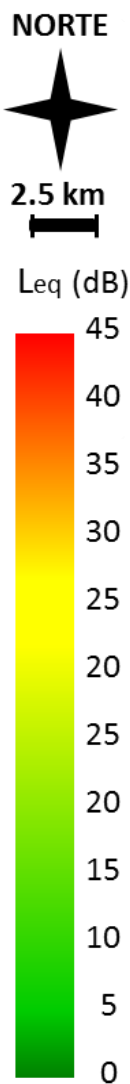
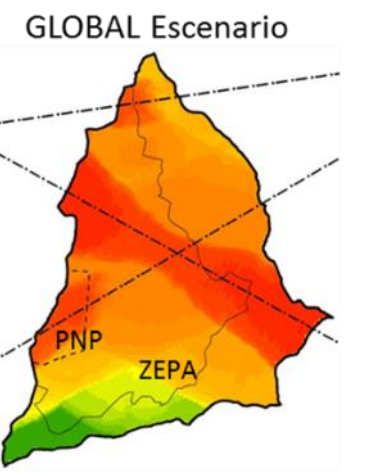
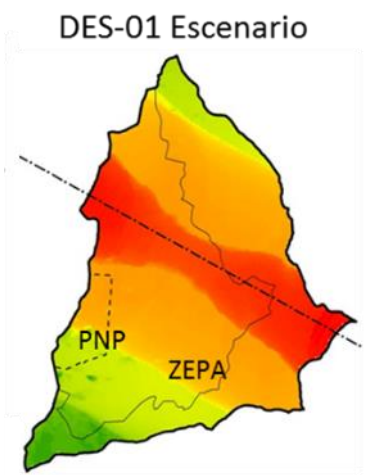
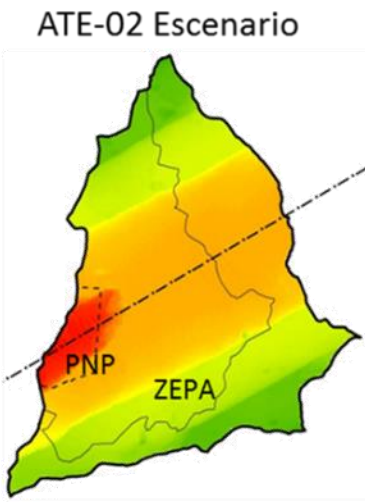
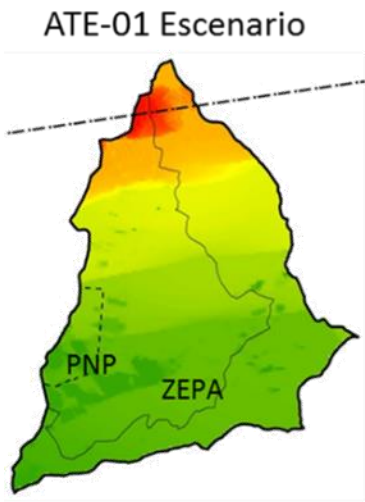
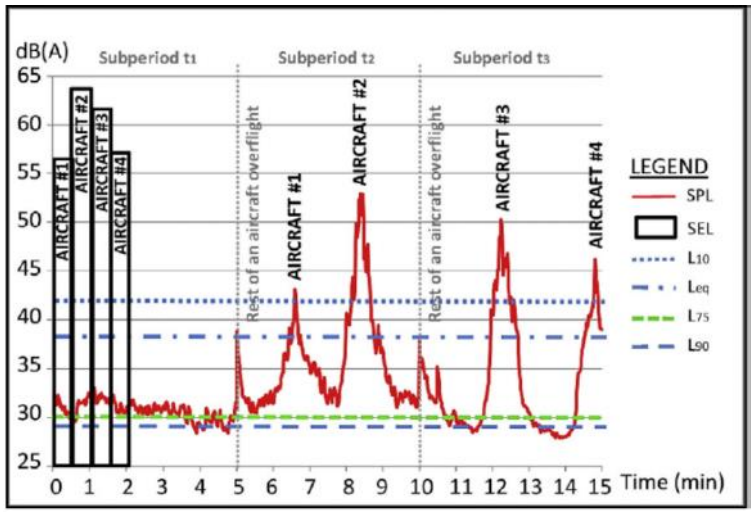
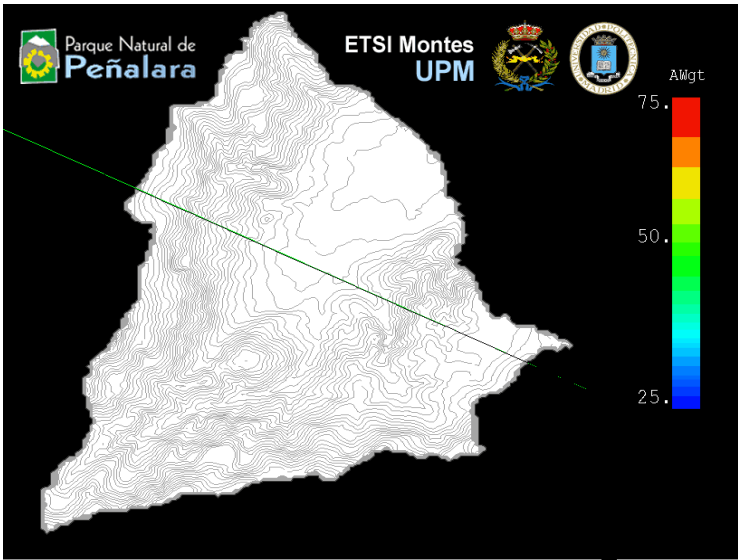


ANTIGUO PARQUE NATURAL DE PEÑALARA
(Área de Influencia Socioeconómica
y ZEPA Alto Lozoya)



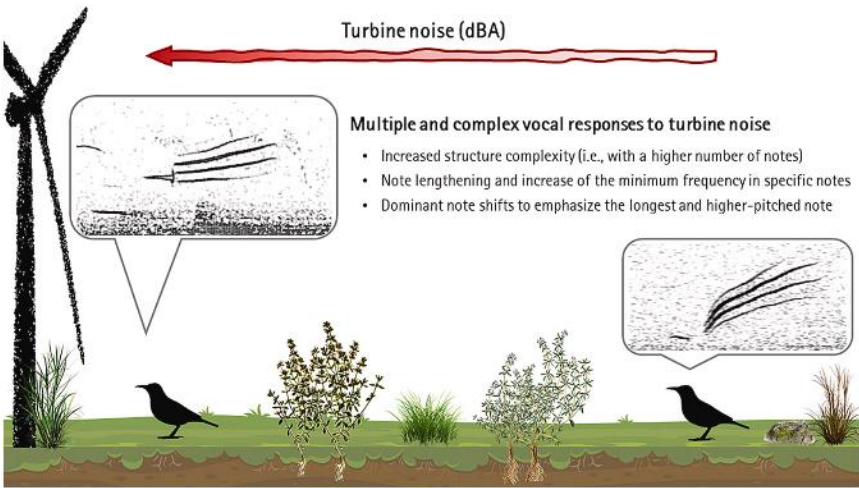
Iglesias-Merchan et al., 2015







Gil et al., 2015



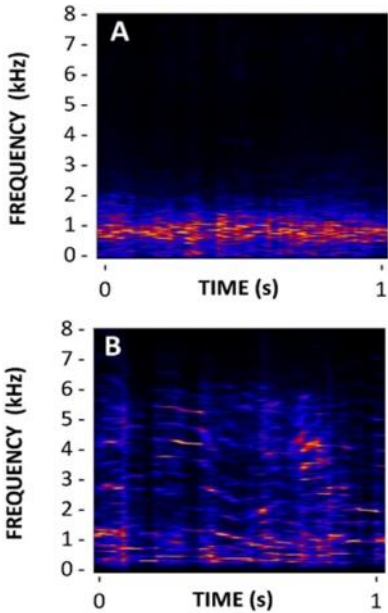
Gómez-Catasús et al., 2022



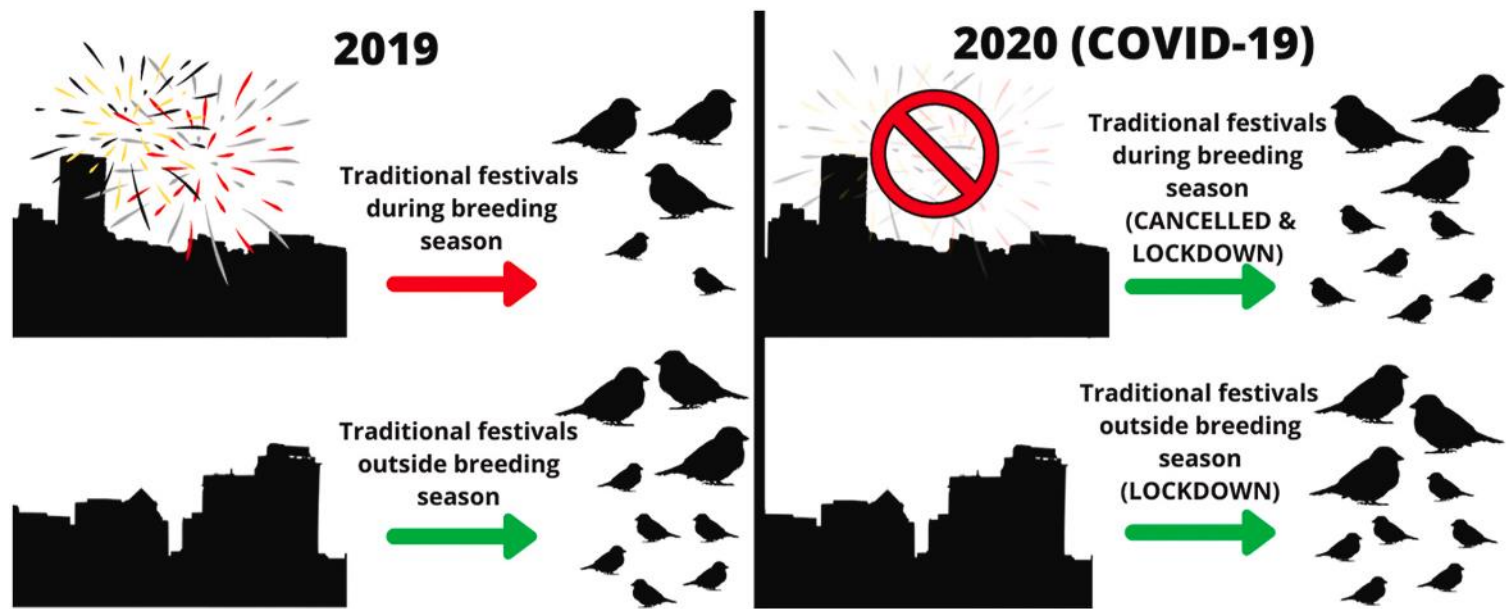
Klett-Mingo et al., 2016



www.fiebfoundation.org



Ortiz-Jiménez et al., 2021, 2022



Bernat-Ponce et al., 2021

Science

Current Issue First release papers Archive About Submit manuscript

HOME > SCIENCE > VOL. 384, NO. 6694 > PRE- AND POSTNATAL NOISE DIRECTLY IMPAIRS AVIAN DEVELOPMENT, WITH FITNESS CONSEQUENCES

RESEARCH ARTICLE NOISE POLLUTION



Pre- and postnatal noise directly impairs avian development, with fitness consequences

ALIZÉE MEILLÈRE, KATHERINE L. BUCHANAN, JUSTIN R. EASTWOOD, AND MYLENE M. MARIETTE Authors Info & Affiliations

Meillère et al., 2024

SCIENCE • 25 Apr 2024 • Vol 384, Issue 6694 • pp. 475-480 • DOI: 10.1126/science.ade5868





GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE LA PRESIDENCIA, JUSTICIA Y RELACIONES CON LAS CORTES

Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado

Castellano ▼ Buscar 🔍 Mi BOE 👤 Menú ☰

Está Vd. en > [Inicio](#) > [Buscar](#) > Documento consolidado BOE-A-2003-20976

Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido.

Publicado en: «BOE» núm. 276, de 18/11/2003.
Entrada en vigor: 08/12/2003
Departamento: Jefatura del Estado
Referencia: [BOE-A-2003-20976](#)
Permalink ELI: <https://www.boe.es/eli/es/l/2003/11/17/37/con>

Seleccionar redacción: Última actualización publicada el 07/07/2011 ▼

 [PDF](#)

Artículo 21. Reservas de sonidos de origen natural.

Las comunidades autónomas podrán delimitar como reservas de sonidos de origen natural determinadas zonas en las que la contaminación acústica producida por la actividad humana no perturbe dichos sonidos.

Asimismo, podrán establecerse planes de conservación de las condiciones acústicas de tales zonas o adoptarse medidas dirigidas a posibilitar la percepción de aquellos sonidos.

BOE, 2003



NDSI (“Normalized Difference Soundscape Index”)

Tiene por objeto estimar el nivel de perturbación antropogénica del paisaje sonoro a partir del cálculo de la relación entre componentes acústicos de origen antrópico (antropofonía) y biológicos (biofonía) contenidos en las muestras sonoras de un lugar (Kasten et al., 2012).

$$\text{NDSI} = (b-a) / (b+a) \quad \left\{ \begin{array}{l} +1 \\ -1 \end{array} \right.$$

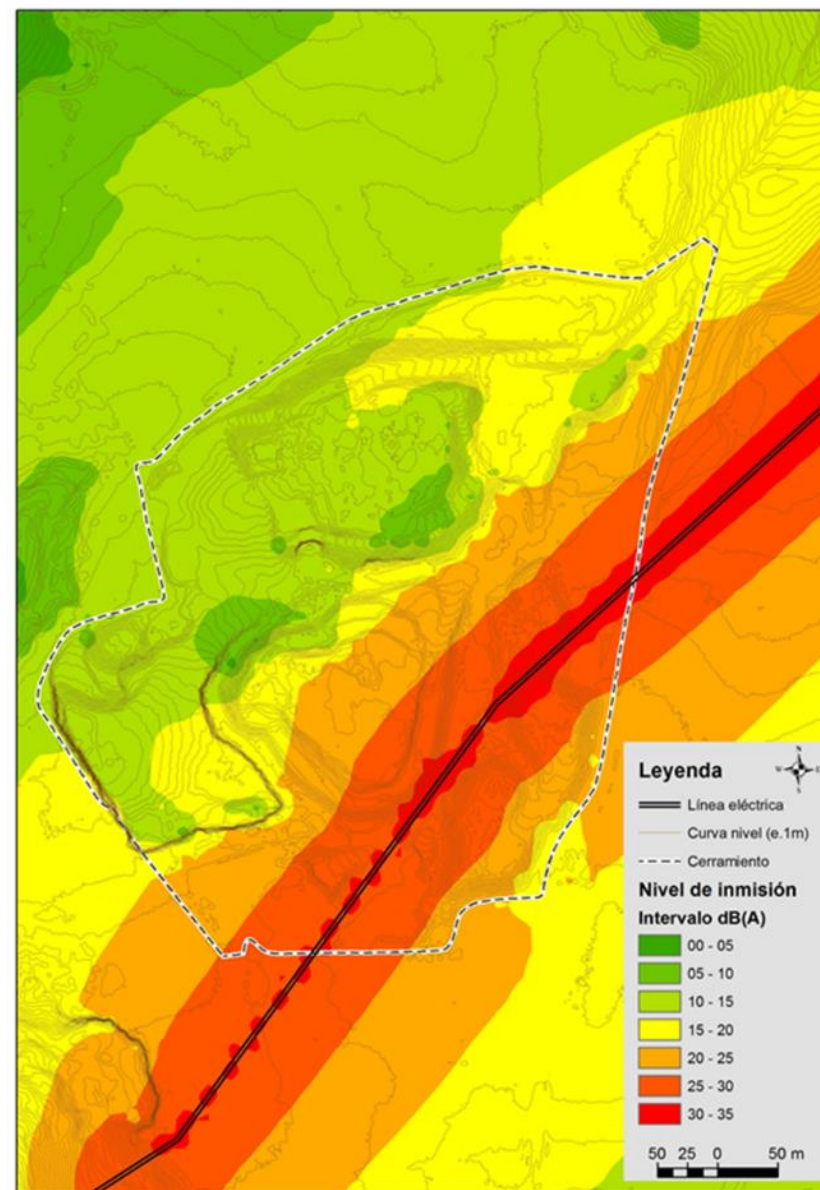
Se calcula sobre la densidad espectral de potencia (“power spectral density”, PSD) estimada en cada intervalo (“a” y “b”) de referencia.



$$LA_{eq} = 38 \text{ dBA}$$

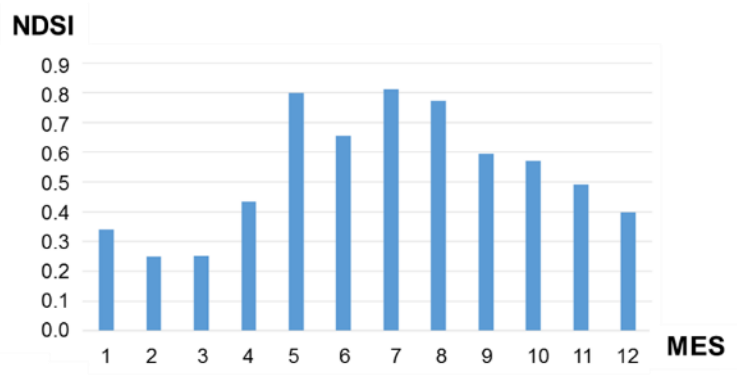
$$LA_{90} = 26 \text{ dBA}$$

Iglesias Merchán et al. 2024.

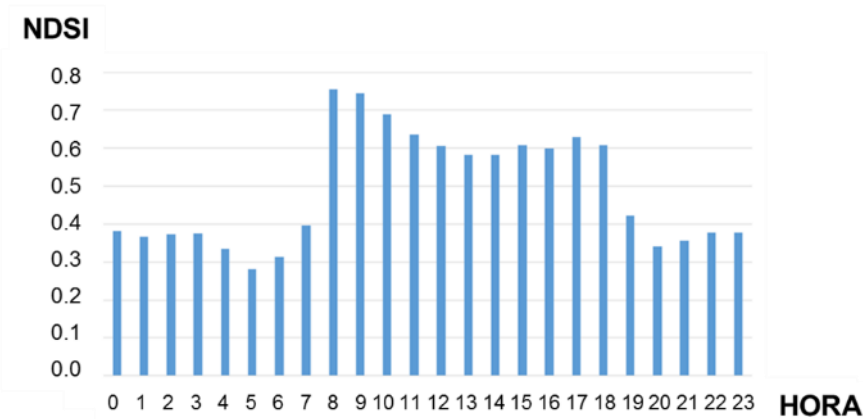




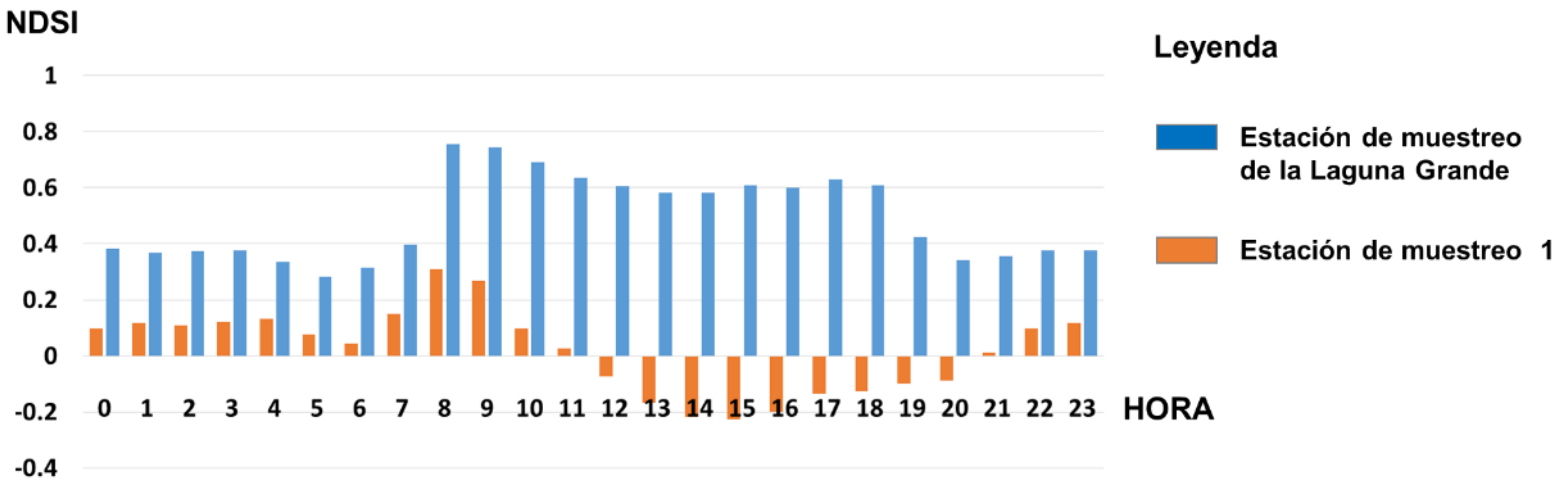
Distribución mensual de los valores promedio del índice NDSI en laguna grande de La Chanta

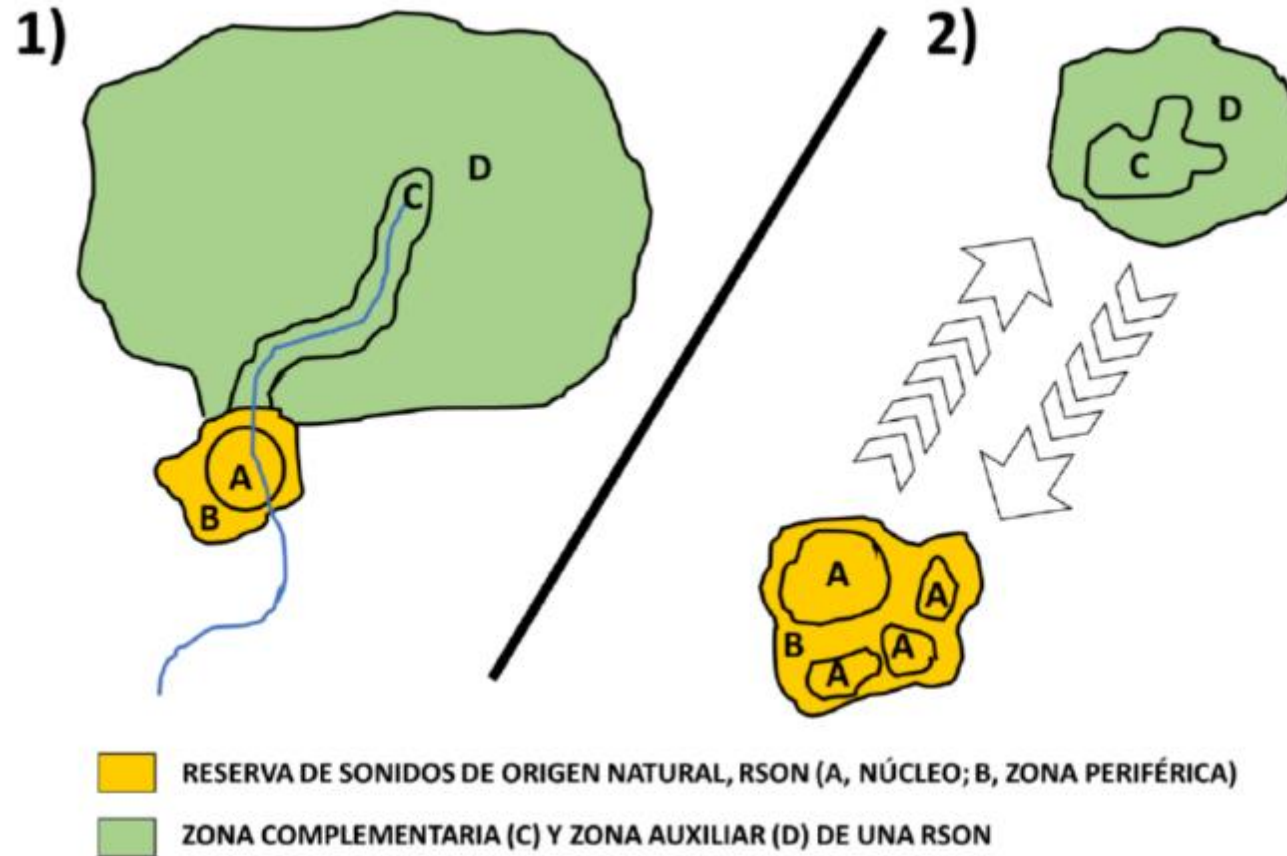


Distribución horaria de los valores promedio anuales del índice NDSI en laguna grande de La Chanta



Distribución horaria de los valores promedio del índice NDSI en dos estaciones de monitoreo de La Chanta





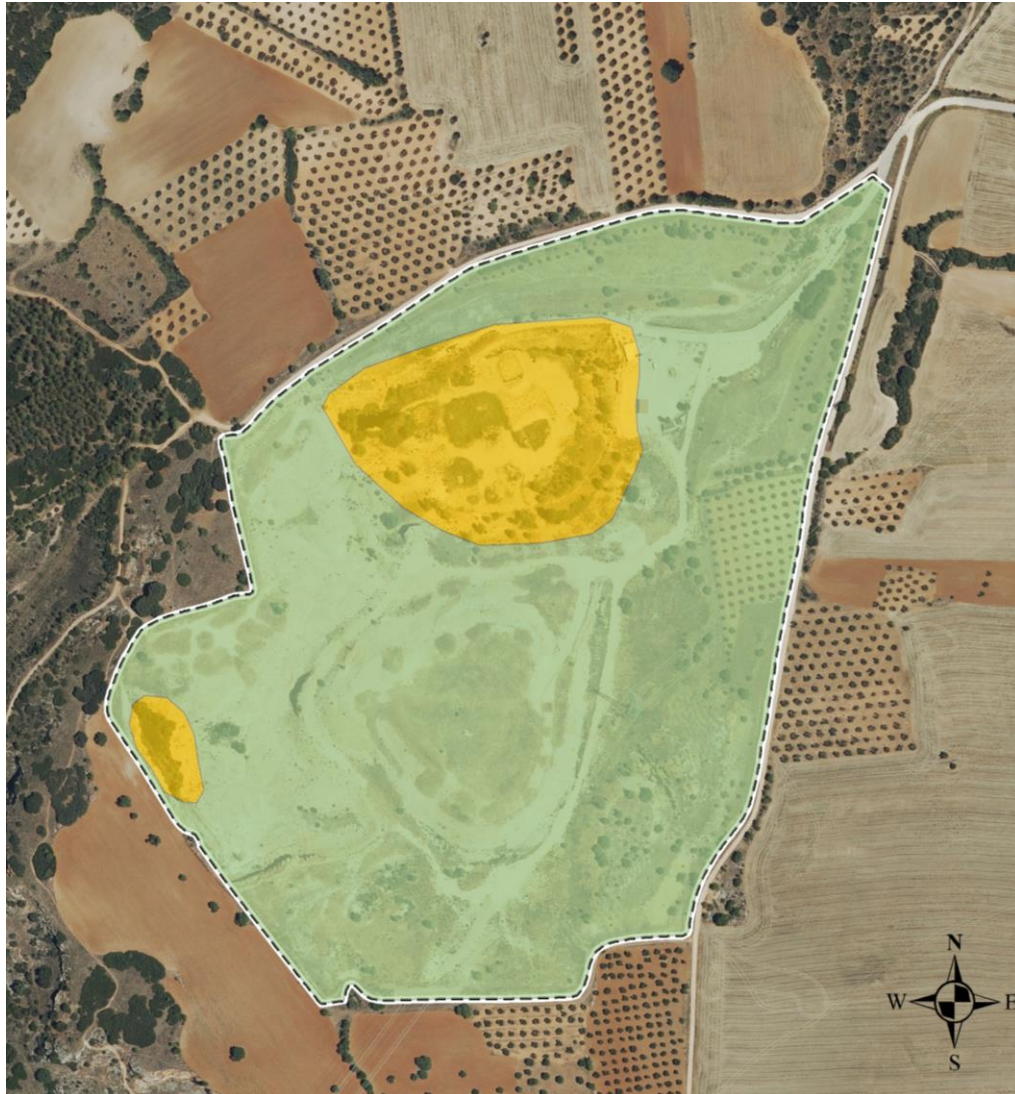
Propuesta de zonificación de las reservas de sonidos de origen natural (RSON)

Núcleo (A): La zona nuclear de la reserva, o reserva integral.

Zona periférica (B): Zona tampón.

Zona complementaria (C): Zonas o elementos del territorio necesarios para el buen estado de salud de una RSON.

Zona auxiliar (D): Zona periférica de una zona complementaria (C).



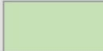
Posible zonificación de La Chanta como reserva de sonidos de origen natural (RSON)

Núcleo (A): La zona nuclear de la reserva, o reserva integral.

Zona periférica (B): Zona tampón.

Leyenda

Zona

-  A (Núcleo)
-  B (Zona Periférica)

Basado en Iglesias-Merchán 2016



Está Vd. en > [Inicio](#) > [Buscar](#) > Documento consolidado BOE-A-2022-23751

Real Decreto 1057/2022, de 27 de diciembre, por el que se aprueba el Plan estratégico estatal del patrimonio natural y de la biodiversidad a 2030, en aplicación de la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad.

Contaminación acústica.

Se revisará la normativa sobre contaminación acústica en el medio terrestre, su aplicación efectiva y su efectividad en la prevención de sus impactos sobre la fauna silvestre(79) y sobre los espacios naturales protegidos, **apoyándose en el desarrollo normativo de diferentes instrumentos de planificación acústica, tales como las reservas de sonidos de origen natural**(80) (81).

En lo relativo a los procesos de evaluación ambiental, **se elaborarán unas directrices generales sobre el impacto acústico en la fauna en los procesos de evaluación ambiental**, y se impulsarán mediciones periódicas de control de ruido durante la fase de explotación(82).

Además, se impulsarán medidas para reducir la contaminación acústica en el medio marino(83)(84), en aplicación de las estrategias marinas de España(85). En los procesos de evaluación ambiental, se revisarán los criterios y procedimientos para aquellas actividades marinas que generan ruido, atendiendo a las recomendaciones del Convenio sobre la conservación de especies migratorias de animales silvestres(86) y el Convenio de Diversidad Biológica(87). En las campañas geofísicas de prospección sísmica marina con fines industriales y científicos(88) (89), se implantarán de manera efectiva directrices de mitigación de ruido en las aguas españolas(90).

Para mejorar el conocimiento sobre el impacto del ruido sobre la biodiversidad marina(91) (92), se pondrá en marcha un registro nacional de seguimiento del ruido submarino(93) impulsivo, de acuerdo con lo previsto en el marco de las Estrategias Marinas, así como de estudios conexos sobre valores umbrales(94). Este registro empleará estándares de datos compatibles con otros organismos e iniciativas internacionales(95), lo que permitirá una transferencia de datos y un trabajo coordinado. Asimismo, en el marco de las Estrategias marinas se llevará a cabo una monitorización y mapeado del ruido continuo aguas bajo soberanía española . . .



Conclusiones

Conviene discutir el título de la Ley del Ruido, el alcance de algunas de las figuras relacionadas con espacios naturales, fauna, etc. y su relación con otros instrumentos legales y los ámbitos de competencia de las Administraciones:

- Conviene impulsar el desarrollo de figuras como las reservas de sonido de origen natural.
- Sería viable considerar, caso por caso y a través de herramientas como la EAE de planes y programas, la EIA de proyectos y la AAI de actividades, los potenciales impactos de la contaminación acústica sobre determinados paisajes, calidad de hábitats naturales, poblaciones de fauna, etc. en base a evidencias científicas o estudios específicos a desarrollar como parte de las exigencias contempladas en dichos instrumentos.



Referencias:

- Bernat-Ponce, E., Gil-Delgado, J. A., & López-Iborra, G. M. (2021). Recreational noise pollution of traditional festivals reduces the juvenile productivity of an avian urban bioindicator. *Environmental Pollution*, 286, 117247. [link](#)
- BOE. 2003. Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido. Boletín Oficial del Estado, 276, 40494-40505. [link](#)
- BOE. 2007. Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas. [link](#)
- BOE. 2022. Real Decreto 1057/2022, de 27 de diciembre, por el que se aprueba el Plan estratégico estatal del patrimonio natural y de la biodiversidad a 2030, en aplicación de la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad. [link](#)
- Clements, F.E. 1905. *Research Methods in Ecology*. University Publishing Company.
- EEA. 2016. Quiet areas in Europe. The environment unaffected by noise pollution. EEA Report No 14/2016. [link](#)
- Farina, A. 2014. *Soundscape ecology: Principles, patterns, methods and applications*, Springer, Netherlands. [link](#)
- Gil, D., Honarmand, M., Pascual, J., Pérez-Mena, E., & Macias Garcia, C. 2015. Birds living near airports advance their dawn chorus and reduce overlap with aircraft noise. *Behavioral Ecology*, 26(2), 435-443. [link](#)
- Grijota Chousa, J. 2014. Chousa, J. G. Tratamiento del impacto del ruido sobre los espacios protegidos en la Evaluación de Impacto Ambiental. Congreso Nacional del Medio Ambiente 2014 (CONAMA 2014). Fundación CONAMA, Madrid. [link](#)
- Iglesias-Merchan, C. 2014. Evaluación del ruido ambiental en espacios naturales protegidos: implicaciones para su gestión. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Madrid. [link](#)
- Iglesias-Merchan, C. 2016. Guía para la caracterización de Reservas de Sonido de Origen Natural. Congreso Nacional del Medio Ambiente 2016 (CONAMA 2016). Fundación CONAMA, Madrid. [link](#)
- Iglesias-Merchan, C., Diaz-Balteiro, L., Soliño, M. 2015. Transportation planning and quiet natural areas preservation: Aircraft overflights noise assessment in a National Park. *Transportation Research Part D* 41, 1-12. [link](#)



Referencias:

- Iglesias-Merchan, C., Diaz-Balteiro, L., de la Puente, J. 2016. Road traffic noise impact assessment in a breeding colony of cinereous vultures (*Aegypius monachus*) in Spain. *The Journal of the Acoustical Society of America* 139, 1124–1131. [link](#)
- Iglesias-Merchan, C., Horcajada-Sánchez, F., Diaz-Balteiro, L., Escribano-Ávila, G., Lara-Romero, C., Virgos, E., Planillo, A., Barja, I. 2018. A new large-scale index (AcED) for assessing traffic noise disturbance on wildlife: stress response in a roe deer (*Capreolus capreolus*) population. *Environmental Monitoring and Assessment* 190:185 [link](#)
- Iglesias-Merchan, C., Laborda-Somolinos, R., González-Ávila, S., Elena-Rosselló, R. 2021. Spatio-temporal changes of road traffic noise pollution at ecoregional scale. *Environmental Pollution* 286, 117291 [link](#)
- Iglesias Merchán, C., Martín Herranz, L., Martínez Gascón, J.M., Gegúndez Cámara, P. 2024. La ecoacústica aplicada al seguimiento ambiental en la restauración de canteras. XII Congreso Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental. CONEIA 2024. Vitoria, 10 al 12 de abril de 2024.
- ISO 12913-1. (2014). *Soundscape. Part 1: Definition and conceptual framework*. International Organization for Standardization. Switzerland, Geneva. [link](#)
- Kasten, Eric P., Stuart H. Gage, Jordan Fox, and Wooyeong Joo. 2012. The Remote Environmental Assessment Laboratory's Acoustic Library: An Archive for Studying Soundscape Ecology. *Ecological Informatics* 12: 50-67. [link](#)
- Kendrick, P., Lopez, L., Waddington, D., & Young, R. (2016). Assessing the robustness of soundscape complexity indices. In *International Congress on Sound and Vibration* (Vol. 23, pp. 1-8). [link](#)
- Meillère, A., Buchanan, K. L., Eastwood, J. R., & Mariette, M. M. (2024). Pre-and postnatal noise directly impairs avian development, with fitness consequences. *Science*, 384(6694), 475-480. [link](#)
- Klett-Mingo, J. I., Pavón, I., & Gil, D. (2016). Great tits, *Parus major*, increase vigilance time and reduce feeding effort during peaks of aircraft noise. *Animal Behaviour*, 115, 29-34. [link](#)
- Ortiz-Jiménez, L., Iglesias-Merchan, C., Barja, I. (2021). Behavioral responses of the European mink in the face of different threats: conspecific competitors, predators, and anthropic disturbances. *Scientific Reports* 11, 8266. [link](#)



Referencias:

- Ortiz-Jiménez, L., Iglesias-Merchan, C., Barja, I. (2022). Effect of intensity and duration of anthropic noises on European mink locomotor activity and faecal cortisol metabolite levels. *Current Zoology* zoab104. [link](#)
- Ortiz-Urbina, E., Diaz-Balteiro, L., Iglesias-Merchan, C. (2020). Influence of Anthropogenic Noise for Predicting Cinereous Vulture Nest Distribution. *Sustainability* 12(2), 503. [link](#)
- Parmentier, E., Berten, L., Rigo, P., Aubrun, F., Nedelec, S. L., Simpson, S. D., & Lecchini, D. (2015). The influence of various reef sounds on coral-fish larvae behaviour. *Journal of Fish Biology*, 86(5), 1507-1518. [link](#)
- Schmithüsen, J., 1948. 'Fliesengefüge der Landschaft' und 'Ökotopt'. Vorschläge zur begrifflichen Ordnung und zur Nomenklatur in der Landschaftsforschung. *Berichte zur deutschen Landeskunde* 5: 74–83.
- Slabbekoorn, H., Bouton, N., van Opzeeland, I., Coers, A., ten Cate, C., & Popper, A. N. (2010). A noisy spring: the impact of globally rising underwater sound levels on fish. *Trends in ecology & evolution*, 25(7), 419-427. [link](#)
- Soto Molina, I., Arce Ruiz, R.M. 2023. Estimación de la afección por ruido de carreteras en los espacios de la red natura 2000 en la España peninsular, y determinación preliminar de superficies con potencial para la declaración de reservas de sonidos de origen natural. *Tecniacústica* 2023, Cuenca. [link](#)
- Troll C. 1939. "Luftbildplan und ökologische Bodenforschung". *Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde*. Berlin: 241–298. *Traducción de un texto fundamental de Carl Troll en el siguiente* [link](#)
- Troll, C. 1950. Die geographische Landschaft und ihre Erforschung. In: Bauer, K.H., et al. *Studium Generale*. Springer, Berlin, Heidelberg. [link](#)
- Raick, X., Di Iorio, L., Lecchini, D., Bolgan, M., & Parmentier, E. 2023. "To be, or not to be": critical assessment of the use of α -acoustic diversity indices to evaluate the richness and abundance of coastal marine fish sounds. *Journal of Ecoacoustics*, 7(1). [link](#)

#CONAMA2024

Congreso Nacional del Medio Ambiente

¡Gracias! 