



## 6º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL

---

**6CFE01-484**

---

Montes: Servicios y desarrollo rural  
10-14 junio 2013  
Vitoria-Gasteiz



---

Edita: Sociedad Española de Ciencias Forestales  
Vitoria-Gasteiz, 10-14 junio de 2013  
ISBN: 978-84-937964-9-5  
© Sociedad Española de Ciencias Forestales

## Metodología para la planificación acústica de paisajes sonoros en áreas rurales

MAREY-PÉREZ, M.F.<sup>1,2</sup>, LÓPEZ-URIBARRI, L.<sup>1</sup>, DÍAZ-VARELA, E.R.,

<sup>1</sup> Instituto de Estudos e Desenvolvimento de Galicia (IDEGA).

<sup>2</sup> GI-1716 Proyectos y Planificación. Departamento de Enxeñería Agroforestal. Universidade de Santiago de Compostela. E.P.S. Campus Universitario de Lugo. 27002. Manuel.marey@usc.es

### Resumen

Cada zona rural, cada área tranquila, tiene su paisaje sonoro característico, un valor natural que hay que conservar. Su ambiente acústico está dominado por el ruido de la naturaleza, el murmullo que emiten las copas de los árboles, el cantar de los pájaros, los ríos, la fauna, etc. No obstante, el hombre tiene su papel en la configuración de este entorno. En las zonas rurales también existen infraestructuras, industrias, núcleos poblacionales, actividad agrícola y forestal o zonas de recreo, etc. cuyo ruido emitido se considera no debe dominar para configurar un área tranquila, en la que sí que existen eventos sonoros procedentes en su mayoría de fuentes antrópicas, pero siempre en relación armónica con el ruido producido por la naturaleza. Se plantea una metodología para caracterizar el paisaje sonoro de las zonas rurales. El estudio se desarrolla en un área rural del municipio de Láncara, en la provincia de Lugo (Galicia). A partir de la obtención de datos de campo se lleva a cabo la representación del paisaje sonoro existente. Finalmente somos capaces de establecer áreas consideradas como tranquilas, esas áreas en las que el ruido de la naturaleza es claramente dominante y los bajos niveles sonoros caracterizan el lugar.

### Palabras clave

Metodología de planificación acústica, áreas rurales, áreas tranquilas

### 1. Introducción

Las directivas y políticas europeas de muchos países, abogan por la conservación y gestión de las denominadas “áreas tranquilas”, concepto definido en la Directiva 2002/49/CE sobre evaluación y gestión del ruido ambiental como “un área, delimitada por la autoridad competente, que no es molestada por el ruido de tráfico, industria o actividades recreativas”. Según BOTTELDOOREN y DE COENSEL (2006a) puede definirse como “el área que es más silenciosa que el entorno que le rodea y tiene un efecto de descanso psicológico en la gente que la visita”; KARVINEN Y SAVOLA (2004), las definen como áreas en las que los sonidos dominantes son los de la naturaleza y los niveles sonoros de las actividades humanas están claramente por debajo de los valores límite de referencia; WAUGH et al (2003) también coinciden en proponer una definición donde los sonidos “no deseados” no tienen cabida dentro de estas áreas, principalmente los sonidos procedentes de fuentes de origen antrópico. Así, los sonidos dominantes deberían ser los de la naturaleza.

Debido a que la tranquilidad o el silencio no es la principal característica de estas áreas, BROWN (2007) considera que más que áreas tranquilas deberían definirse como áreas de elevada calidad acústica. Distingue 3 tipos de áreas (áreas naturales, áreas no urbanas o rurales y áreas urbanas), estableciendo que todas ellas deberían conservar su buena calidad acústica.

Hoy en día, el ruido constituye uno de los factores más dañinos de la calidad, confortabilidad, y salud de nuestro entorno vital. La necesidad de concienciarse de la importancia de la conservación de las áreas tranquilas o elevada calidad acústica como recurso medioambiental es cada vez mayor.

Para preservar las áreas tranquilas es necesario tenerlas en cuenta en el proceso de planificación como entidades separadas. Para ello se deben identificar previamente y analizar las amenazas que comprometen su existencia (KARVINEN y SAVOLA, 2004). Conocer el uso predominante de la zona tiene una gran influencia sobre esta percepción cualitativa de tranquilidad. Son varios los autores, SYMONDS GROUP (2003), BOTTELDOOREN y DE COENSEL (2006ab), BRAMBILLA y MAFFEI (2006), PEDERSEN y WAYE (2008), que afirman que el contexto en el que el ruido es escuchado tiene una gran influencia en la respuesta a ese ruido. La planificación del territorio como herramienta para conservar la calidad acústica de estas áreas también nos ofrece la posibilidad de actuar directamente sobre la fuente sonora, sobre su ubicación, y definirla dentro de un contexto determinado. Por ejemplo, los aerogeneradores normalmente se ubican en áreas rurales, donde la presión acústica ambiental es baja y por lo tanto la intrusión del sonido se espera que sea elevada. El impacto visual también está relacionado con el impacto acústico, es por ello que las propiedades visuales de los aerogeneradores juegan un papel importante en cómo es escuchado el sonido. PEDERSEN y WAYE (2008) estudiaron el impacto acústico de los parques eólicos en dos contextos diferentes: urbano y rural. Encontraron que la molestia al ruido era mayor cuando más natural fuera el entorno en el que se desarrolla el ruido.

La planificación del paisaje sonoro no conseguirá por si sola reducir el impacto acústico al que está expuesta la población actual. Los lugares y escala de trabajo donde se aplica la planificación acústica implican que sólo podrá tener efectos directos a pequeña escala. Pero sin embargo, aspira a provocar un efecto más amplio, tratando de cambiar la mentalidad de los planificadores, urbanistas, arquitectos, paisajistas, ingenieros y otros profesionales del diseño, de tal manera que tengan presente la acústica ambiental como un elemento positivo dentro de su trabajo (BROWN, 2007).

## 2. Objetivos

El objetivo general del trabajo es el desarrollo y validación en una zona del territorio de una metodología para la caracterización del paisaje sonoro rural. En concreto pretendemos mostrar las características sonoras de los paisajes forestales.

## 3. Metodología

### 3.1. Área de estudio

El área en la que se desarrolla el presente trabajo se ubica al Oeste del término municipal de Láncara, Provincia de Lugo, Comunidad Autónoma de Galicia (figura 1). El municipio de Láncara se trata de un territorio con una variada orografía que marca las condiciones climáticas del municipio. Se alternan las llanuras y zonas montañosas por donde discurren una gran cantidad de pequeños cursos fluviales. Las zonas más elevadas se localizan en el Sur, descendiendo a medida que avanzamos hacia el norte. En las zonas más bajas se localizan los principales núcleos de población, alrededor de los cuales los terrenos se dedican principalmente a la ganadería y en menor medida a la agricultura, mientras que las zonas más

montañosas albergan masas arboladas naturales dominadas por frondosas y otras artificiales de coníferas de rápido crecimiento con vocación maderera.



Figura 1 : Marco territorial del área de estudio

El territorio de Láncara posee una muy baja densidad de población (24 hab/km<sup>2</sup>), no obstante ésta se encuentra repartida en 151 diseminados. A Pobra de San Xiao constituye la capital del municipio y es el núcleo que cuenta con más habitantes (699) La población del municipio se trata de una población envejecida y en retroceso cuyo crecimiento anual desciende año tras año. Y, su principal fuente de economía, es el sector primario.

Considerando las diferentes definiciones de “ruralidad”, el municipio de Láncara se puede clasificar como un municipio eminentemente rural. Entre otras características, su densidad de población es menor a 100 hab/km<sup>2</sup>, su número de habitantes es inferior a 5.000 y el sector primario es la principal fuente de economía. También se puede considerar un municipio con elevado valor natural, lo cual se confirma por su biodiversidad y pertenencia a la Reserva de la Biosfera Terras do Miño. Ambas características, le hacen merecedora de una correcta gestión de su paisaje sonoro natural.

Según datos obtenidos de las visitas de campo y del Mapa de cultivos y aprovechamientos (2000-2009) publicado por el SIGA (Sistema de Información Geográfica de Datos Agrarios), en lo que respecta a la vegetación actual, dominan en Láncara las masas de frondosas, que, en muchas ocasiones aparecen acompañadas minoritariamente por coníferas. En consonancia con la vegetación climática, la especie más representada es el *Quercus robur*, seguida por el *Quercus pyrenaica* y en menor grado por el *Castanea sativa* y *Betula alba*. No obstante, las dos especies de roble aparecen distribuidas por todo el municipio. La vegetación de ribera la conforman principalmente *Alnus glutinosa* y *Salix alba*, que, en ocasiones aparecen acompañadas de *Populus alba*, abedul o carballo. Las masas de

coníferas son masas artificiales destinadas al aprovechamiento maderero. Domina *Pinus pinaster*, seguido por *Pinus radiata*. En las mayores altitudes estas dos especies dejan su espacio a *Pinus sylvestris*. En la tabla 1 se muestra la distribución de los usos del suelo del municipio y en la figura 2 su distribución en el área de estudio.

Tabla 1 Distribución de los usos del suelo en el municipio de Láncara y en el área específica de estudio

Uso del suelo	Superficie en Ha.	
	Láncara	Área de estudio
Coníferas	622,7	94,5
Frondosas	1.613,2	2,7
Coníferas y otras frondosas	2.181,1	306,9
Matorral	1.422,4	57,1
Matorral-coníferas	23,6	0,0
Matorral-frondosas	48,3	0,0
Pastizal-matorral	82	0,0
Prados naturales	707,9	49,7
Labor secano	5.181,6	143,0
Huertas	4,8	4,8
Agua	21,7	3,6
Improductivo	262,5	55,8

\*Fuente: Elaboración propia a partir de datos del SIGA. Mapa de cultivos y aprovechamientos (2000-2009).

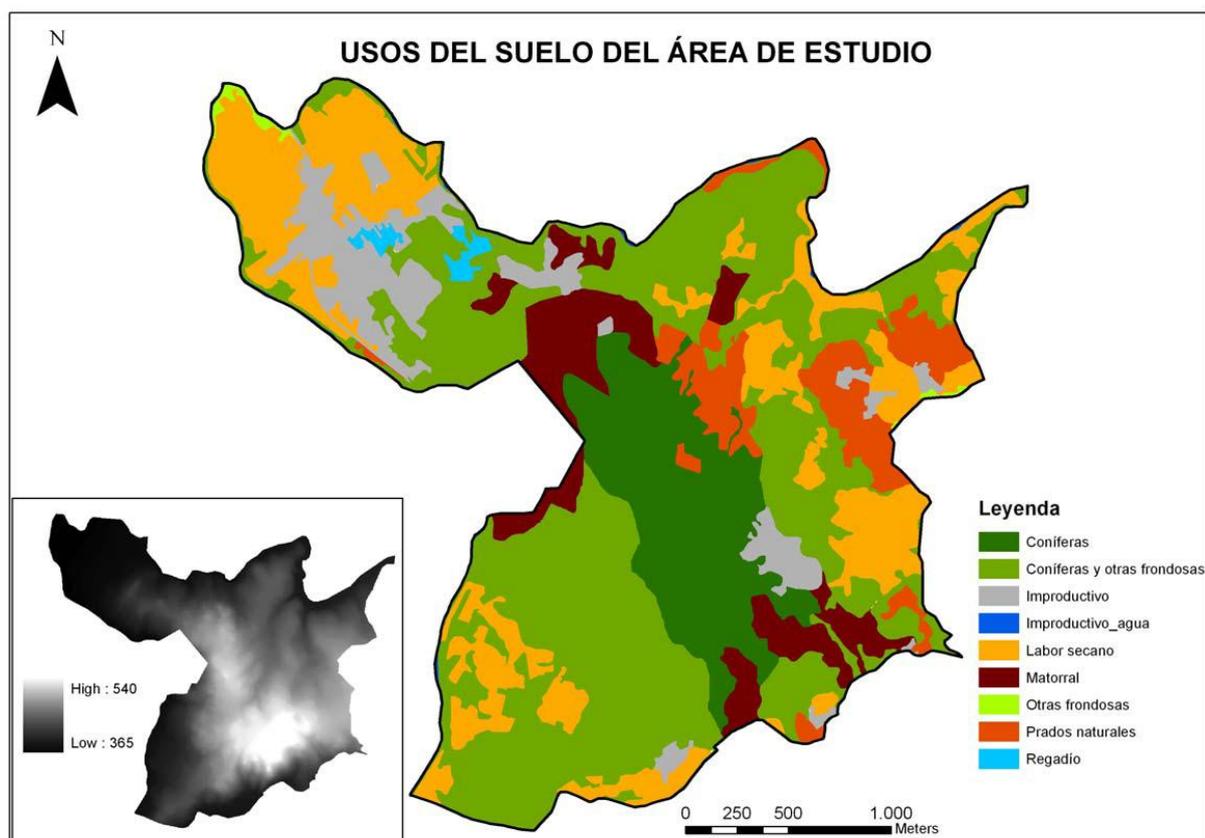


Figura 2 : Distribución de los usos del suelo en el área de estudio

El ambiente sonoro será diferente en las proximidades de los cursos fluviales, de los núcleos de población o en zonas montañosas. La propagación del sonido se verá influenciada además por el relieve, que en algunos casos constituirán barreras a su avance y en otros favorecerán su propagación y por los distintos usos del suelo, que aportan un ambiente sonoro específico e influyen en el avance del ruido. Las actividades del sector primario también se dejan notar en el paisaje sonoro, especialmente las actividades mecanizadas como es el caso de la forestal.

### 3.2. Métodos

La representación cartográfica de los ruidos puede usarse para identificar los límites de las áreas tranquilas y representar cómo el ruido antrópico puede influir en ellas (WAUGH et al., 2003). La Directiva del Ruido exige a los estados miembro que creen sus mapas estratégicos de ruido representando la contaminación acústica con el empleo de los indicadores más comunes del ruido:  $L_{den}$ ,  $L_{day}$ ,  $L_{evening}$  y  $L_{night}$ . Este estudio se lleva a cabo integrando todas las fuentes sonoras existentes, pero la elevada cantidad de sonidos naturales, fuentes biofónicas, geofónicas y antrópicas, la convierten en una tarea imposible.

Se propone, por lo tanto, basar el mapeo acústico en un número representativo de puntos de muestreo en el área de estudio. Basándose en esta muestra de puntos, se tratará de aproximar los niveles sonoros en el interior de toda el área por métodos de interpolación. Para establecer la metodología de toma de datos en campo y los indicadores acústicos más apropiados se ha efectuado una revisión bibliográfica exhaustiva de los principales estudios y legislación existente al respecto. Finalmente, se cotejarán los resultados obtenidos con la simulación teórica de la propagación del sonido en el área de estudio en función de diversos factores y a partir del ruido emitido por las fuentes sonoras identificadas durante el muestreo de campo. Para ello, se empleará la herramienta SPreAD-GIS de ArcGis 9.3.

La mayor parte de los estudios existentes en relación con la caracterización acústica de paisajes sonoros de áreas rurales y tranquilas se basan en establecer una serie de indicadores útiles para su descripción. El paisaje sonoro de las áreas rurales lo forman una compleja mezcla de sonidos naturales y antrópicos que están constantemente cambiando minuto a minuto, hora a hora, día a día, y según la época del año. Por ello, la elección de un indicador apropiado para estas áreas de la zona rural caracterizadas por su tranquilidad, entraña más dificultad que la elección de los índices adecuados para medir el sonido en las áreas tranquilas de las aglomeraciones. SYMONDS GROUP (2003), DE COENSEL y BOTTELDOOREN (2006), BOTTELDOOREN & DE COENSEL (2006b), BRAMBILLA & MAFFEI (2006), estudiaron el paisaje sonoro en un contexto rural, usando diferentes indicadores, adaptando tanto la naturaleza de estos indicadores como sus valores límite a las condiciones existentes y proponiendo un sistema multicriterio para caracterizar dicha área.

Los índices de larga duración como  $L_{Aeq\ 24horas}$ ,  $L_{den}$ ,  $L_{eq}$  han sido muy utilizados por los estudiosos en la materia para delimitar las áreas tranquilas y caracterizar el paisaje acústico. Existen varios estudios que demuestran que, la correlación entre la percepción de la tranquilidad y este índice es muy elevada (DE COENSEL, 2005; WAUGH et al, 2003; SYMONDS GROUP, 2003; FLEMING et al, 1998). Sin embargo, durante la medición ocurren frecuentemente eventos sonoros. En las áreas rurales, el nivel de ruido ambiental será bajo, lo que hace que los sonidos intrusos sean más audibles y obvios. El sonido de un área rural tranquila se caracterizará por un ruido de fondo de baja intensidad y la intrusión de otras

fuentes de mayor nivel sonoro. Es por eso que el uso del  $L_{Aeq\ 24horas}$ ,  $L_{den}$ ,  $L_{eq}$ , u otro índice de larga duración, por sí solo únicamente informará de parte del escenario. Consecuentemente, cualquier índice que utilicemos para cuantificar el ruido debería reflejar ambos aspectos, el ruido de fondo y el número de intrusiones sonoras. (SYMONDS GROUP, 2003; BOTTELDOOREN & DE COENSEL, 2006a; DE COENSEL & BOTTELDOOREN, 2006; BROWN, 2007; MILLER, 2007).

Se considera que el valor de  $L_{eq}$  está bien relacionado con el grado de molestia percibida siempre y cuando no predominen los eventos sonoros. Cuanto mayor es la diferencia entre  $L_{90}$  y  $L_{10}$  ó  $L_{50}$  y  $L_{eq}$ , mayor es la influencia de los eventos sonoros. En este caso, el valor de  $L_{50}$  ó  $L_{90}$  serían indicadores más adecuados para evaluar el nivel de ruido ambiental. Hay diferentes maneras para que las intrusiones sonoras también queden reflejadas en un índice. No sólo basta con considerar los eventos sonoros como característica del ruido, sino que además es importante identificar la fuente de emisión, tanto del ruido de fondo como de estos eventos. Por ejemplo, SYMONDS GROUP (2003) considera que los eventos de origen natural acentúan la tranquilidad en vez de ponerla en peligro. Son varios los autores (WAUGH et al., 2003; SYMONDS GROUP, 2003; AMBROSE & BURSON, 2004; BOTTELDOOREN & DE COENSEL, 2006ab; BROWN, 2007; MILLER, 2007) que consideran necesario, para caracterizar correctamente un área, establecer criterios que evalúen el nivel sonoro (evaluación cuantitativa) y, por otro lado, criterios cualitativos basados en la percepción del sonido, identificar la fuente sonora y distinguir entre sonidos naturales o antrópicos, deseados o no deseados, molestos o no molestos etc.

Para la ejecución del trabajo de campo se seleccionaron una serie de puntos de muestreo, y en cada uno de ellos se tomaron datos durante el el periodo día (de 7:00h a 19:00h). Se realizaron:3 mediciones por serie de 15 minutos cada medición y 5 minutos entre mediciones. Para la selección de estos puntos de muestreo, se recurrió a un muestreo sistemático de arranque aleatorio. Se cubrió el 1% del territorio empleando una malla de 50 m de lado. En total, se seleccionaron 31 puntos. No obstante, debido a la imposibilidad de muestreo de varios de ellos principalmente por razones de acceso o de propiedad de terreno, algunos de los puntos se desplazaron hasta la ubicación más próxima donde fue posible efectuar la toma de datos. En la figura 3 se muestra la totalidad de los puntos muestreados:

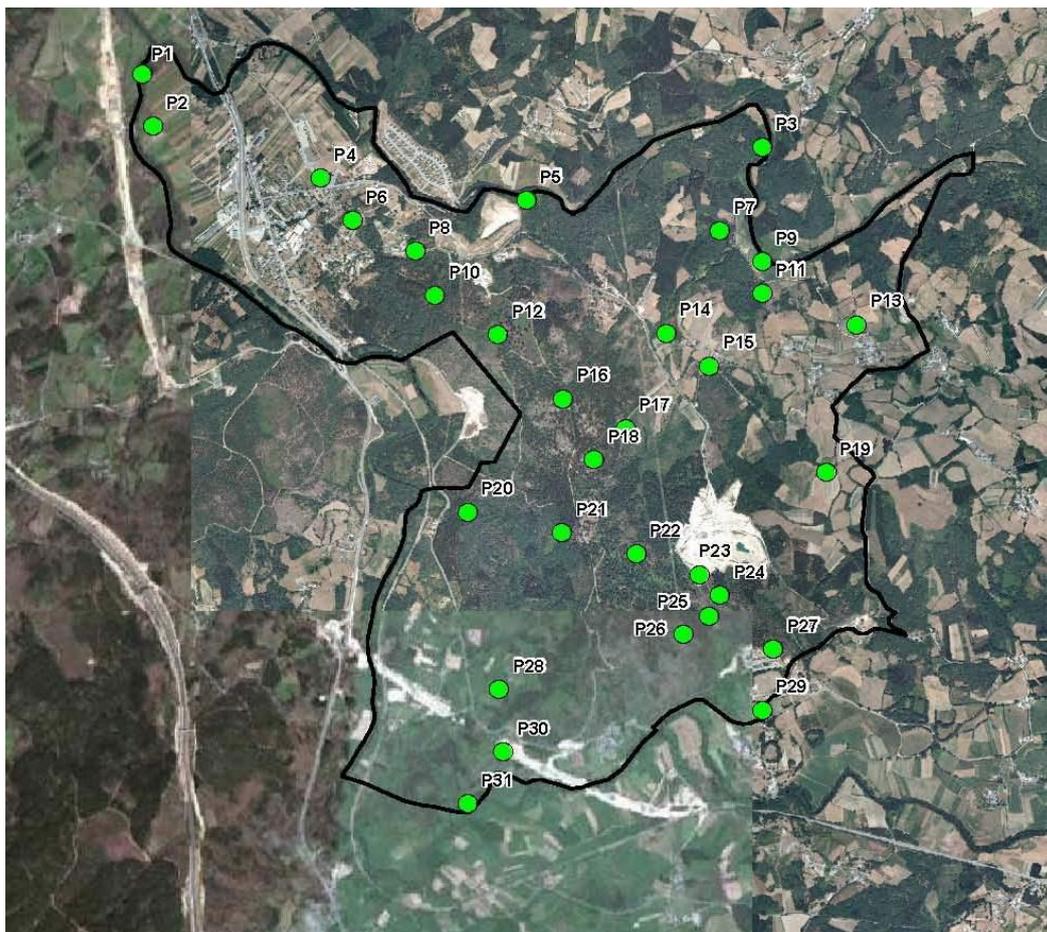


Figura 3 : Distribución de los puntos de muestreo en el área de estudio

En cuanto a la metodología empleada para el cartografiado del paisaje sonoro obtendremos dos tipos de mapas sonoros en función del procedimiento empleado: 1° - Mapa de nivel sonoro: será representativo del  $L_{eq,d}$ ,  $L_{90,d}$ ,  $L_{50,d}$  ó  $L_{10,d}$  y se elabora en base los datos cuantitativos obtenidos en campo. 2° - Mapa de la propagación del sonido y mapa de exceso de ruido: la identificación de las fuentes sonoras durante la campaña de medición, nos proporciona una base real para poder simular la propagación del sonido desde estos focos. En la figura 4 se muestra el punto de muestreo número 23, situado en un ámbito forestal.



*Figura 4 : Toma de datos con el sonómetro en un punto de muestreo*

Las herramientas utilizadas para la obtención de esta cartografía son: 1º – Los datos obtenidos en campo, 2º El software ArcGis 9.3, 3º - La herramienta de aplicación en ArcGis 3D Analyst. 4º - La herramienta de aplicación en ArcGis SPreAD-GIS version 2.0 (REED et al. 2010). Los mapas de niveles sonoros los obtenemos con los datos cuantitativos obtenidos en cada punto de muestreo realizamos la interpolación de los datos con la herramienta de ArcToolbox, 3D Analyst, Raster Interpolation. Existen múltiples métodos de interpolación, entre este caso usaremos el método IDW, que interpola los valores asignando valores inferiores a medida que nos alejamos de los puntos de referencia. Por lo tanto, es aplicable en casos en los que la variable disminuye a medida que aumenta la distancia desde el punto inicial, como por ejemplo el ruido.

## **5. Resultados**

### **5.1. Niveles sonoros**

En la tabla 2 se exponen los datos promediados para el periodo día por punto de muestreo.

Tabla 2 Niveles sonoros promediados para el periodo día por punto de muestreo y fuente/s emisora/s

PUNTO	L <sub>eq</sub> (dBA)	L <sub>90</sub> (dBA)	L <sub>50</sub> (dBA)	L <sub>10</sub> (dBA)	FUENTES EMISORAS
					Día
1	55,5	54,3	55,3	56,3	Obras AVE; Naturaleza: río
2	52,2	48,9	50,7	54,2	Obras AVE; Naturaleza: río
3	44,8	44,0	44,6	45,5	Naturaleza: río
4	57,9	44,9	50,1	62,6	Tráfico rodado ;Gente
5	55,8	54,9	55,8	56,3	Naturaleza: río
6	50,6	41,3	45,6	52,9	Asentamiento rural: perros
7	45,8	44,9	45,6	46,6	Naturaleza: río; Trabajos forestales
8	64,0	31,2	35,5	59,3	Tráfico rodado
9	48,0	46,8	47,4	49,0	Naturaleza: río; Trabajos forestales
10	39,0	33,8	36,6	40,6	Naturaleza; Tráfico rodado y ferroviario
11	44,1	40,1	41,3	44,7	Trabajos forestales; Naturaleza: pájaros, río
12	39,6	35,1	38,6	42,1	Naturaleza; Tráfico rodado y ferroviario
13	35,2	29,8	32,1	38,9	Naturaleza: pájaros; Trabajos forestales
14	53,1	40,1	43,7	48,9	Cantera; Asentamiento rural: perros, gente
15	46,6	39,2	42,5	48,5	Cantera; Tráfico rodado; Asentamiento rural: perros, gente; Naturaleza
16	27,1	24,5	25,7	28,4	Naturaleza: pájaros; Cantera; Ferrocarril
17	39,1	36,3	38,2	41,0	Cantera; Asentamiento rural: perros, gallos
18	33,3	30,8	32,6	35,0	Cantera
19	47,9	44,7	47,6	49,3	Cantera
20	33,7	29,2	32,4	36,4	Naturaleza; Tráfico rodado
21	32,5	29,1	31,2	34,7	Naturaleza; Tráfico rodado y ferroviario
22	35,0	30,3	33,1	36,1	Naturaleza
23	34,9	30,8	33,1	36,5	Naturaleza
24	31,6	27,7	29,1	32,1	Naturaleza; Tráfico rodado y ferroviario
25	39,6	30,2	33,1	43,4	Naturaleza; Tráfico rodado y ferroviario
26	35,1	30,8	33,0	36,8	Naturaleza; Tráfico rodado y ferroviario
27	42,5	34,8	39,5	44,4	Naturaleza: pájaros; Trabajos agrícolas; Ferrocarril; Asentamiento rural: gallos, perros
28	45,6	38,3	42,1	49,2	Asentamiento rural: perros; Tráfico rodado; Obras AVE
29	45,9	32,5	37,4	46,9	Asentamiento rural: perros, tractor agrícola, gente, gallos; Tráfico rodado
30	44,9	41,2	43,0	47,2	Naturaleza; Obras AVE
31	38,9	36,5	37,9	40,7	Naturaleza; Obras AVE; Tráfico rodado

Los valores del nivel sonoro equivalente ( $L_{eq}$ ), oscilan entre los 27,1dB y 64,0dB, alcanzando el mayor valor en el punto número 8 donde se registró el ruido del tráfico rodado, dominando el tráfico de camiones procedentes de la cantera. Los valores del nivel percentil 90 ( $L_{90}$ ), oscilan entre los 24,6dB y 54,9dB. El mayor valor se alcanza en el punto número 5, donde el ruido dominante es el procedente del río. Los valores del nivel percentil 50 ( $L_{50}$ ), oscilan entre 25,7dB y 55,8dB, el mayor nivel sonoro se alcanza, al igual que el  $L_{90}$  en el punto de muestreo número 5. Los valores del nivel percentil 10 ( $L_{10}$ ) oscilan entre los 28,4dB

y 62,6dB. El mayor valor se alcanza en el punto número 4, en el núcleo de A Pobra de San Xiao y donde domina el ruido del tráfico rodado y la gente del pueblo. Los valores más bajos de ruido ambiental se registran en todos los casos, en el punto número 16, donde domina el ruido de la naturaleza y únicamente se distingue el ruido de la cantera y del ferrocarril pero de manera muy lejana.

En la figura 5 se representan en el eje X los valores obtenidos en intervalos de 5 dB(A), y en el eje Y la representación de cada nivel en cada intervalo de valores en función del número de puntos muestreados sobre el total de los resultados obtenidos dentro del intervalo correspondiente.

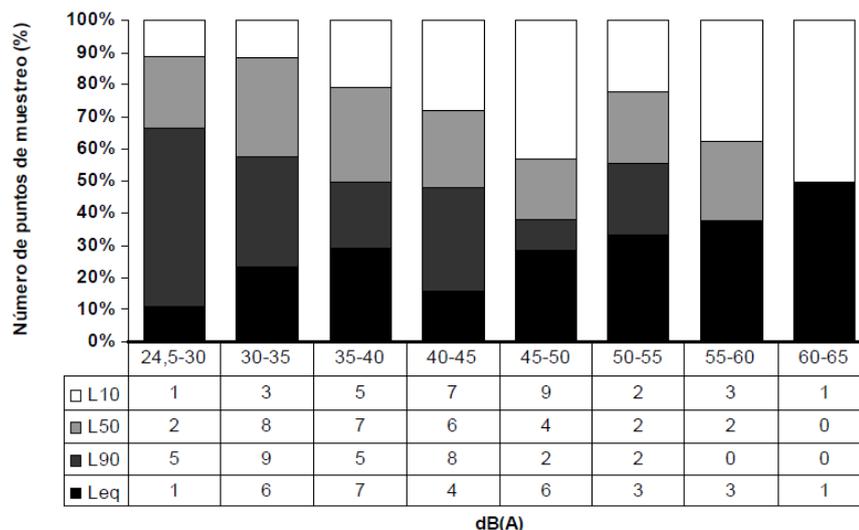


Figura 5 : Distribución de los valores obtenidos para cada nivel sonoro

## 5.2. Mapas sonoros

En la figura 6 aparecen las coberturas del suelo asociadas a la sonoridad intrínseca de cada una. En la figura 7 se muestra el mapa global de propagación del sonido. Los valores más elevados de ruido, entre los 50dB y 65dB, se alcanzan en el extremo Noroeste del territorio alcanzando hasta el punto número 8. En esta área y en sus proximidades se encuentran el núcleo de A Pobra de San Xiao, la zona 1 de las obras del AVE y se concentra mayor número de infraestructuras de tráfico rodado y ferroviario. Por el contrario, la zona donde menos nivel sonoro equivalente se registra es en la zona montañosa del centro-sur del área, con valores comprendidos entre los 24,5dB y 40dB. En esta zona se localizan las principales masas arbóreas.

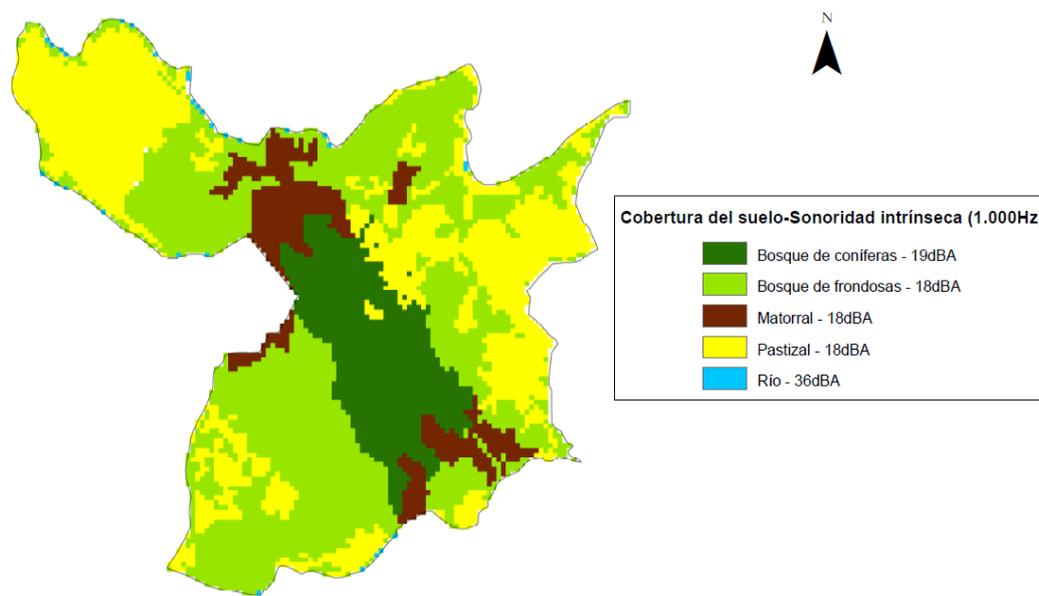


Figura 6 : Mapa de la cobertura del suelo y la sonoridad intrínseca

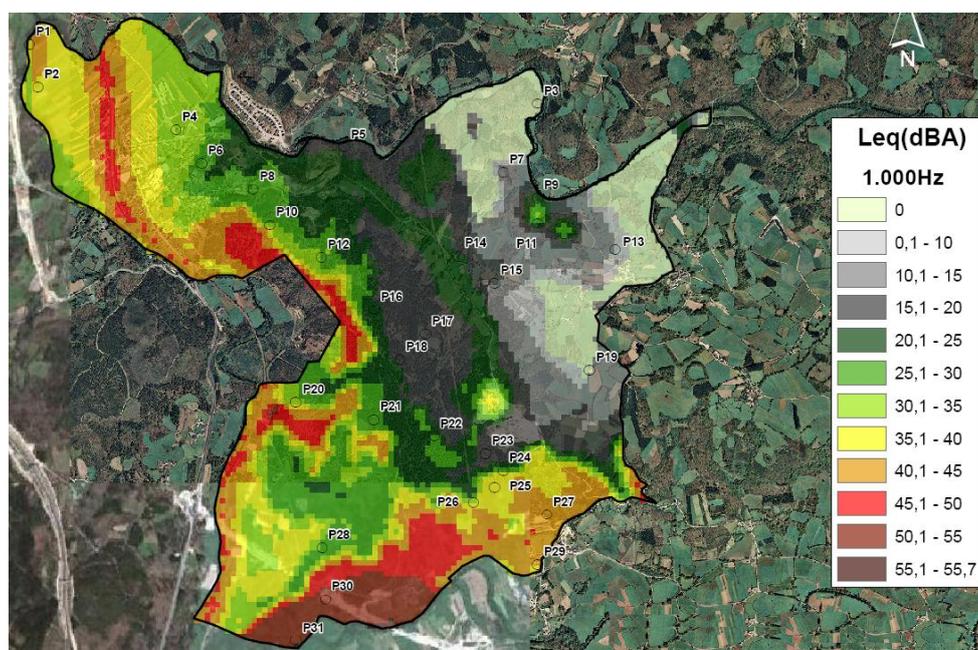


Figura 7 : Mapa global de propagación del sonido para el indicador Leq(dBA)

El ruido producido por las labores de aprovechamiento maderero, se reduce a un área de aproximadamente 40 ha, y una pequeña área de 1 ha en el extremo Noreste. Se alcanzan valores de 30,2 dB máximo confinados en los punto de emisión y de entre 20-25dB en el extremo Noreste. Si tenemos en cuenta el ruido de fondo, la influencia en el paisaje sonoro del área es mucho menor, superando al ruido de la naturaleza en como máximo 12,5dB alrededor de los focos emisores. Durante el trabajo de campo, se registró esta fuente en los puntos 9 y 11 principalmente, y más débilmente en los puntos 7 y 13, coincidiendo con el área de propagación del sonido.

Si consideramos las zonas tranquilas no como aquellas ausentes de ruido, sino en las que domina el ruido de la naturaleza, se ubicarían en el Nor-noreste, Centro y Centro-este del área, donde, a pesar de que la influencia de las fuentes antrópicas es leve o nula, sí que existen puntos donde se registran niveles sonoros de alrededor de 50dB por el ruido ejercido por la naturaleza, principalmente el río. En el Centro del área domina el ruido de las masas arbóreas, en el Norte el del río, y, en el Noreste y Centro-Este, el piar de los pájaros. Sí que se detecta también el ruido antrópico del tráfico rodado, ferroviario y la cantera aunque de manera muy lejana, así como los aprovechamientos forestales y algunos asentamientos rurales, cuya incidencia en el territorio es reducida.

Sin embargo, si nos basamos en los estudios realizados por FLEMING *et al* (1998) o KARVINEN y SAVOLA (2004) entre otros, y limitamos el ruido existente a un valor de  $L_{eq}$  de 45dB en periodo diurno y, el emitido por las fuentes de origen antrópico a un  $L_{eq,1000Hz}$  de 20dB, obtenemos las áreas tranquilas delimitadas en la figura 8.

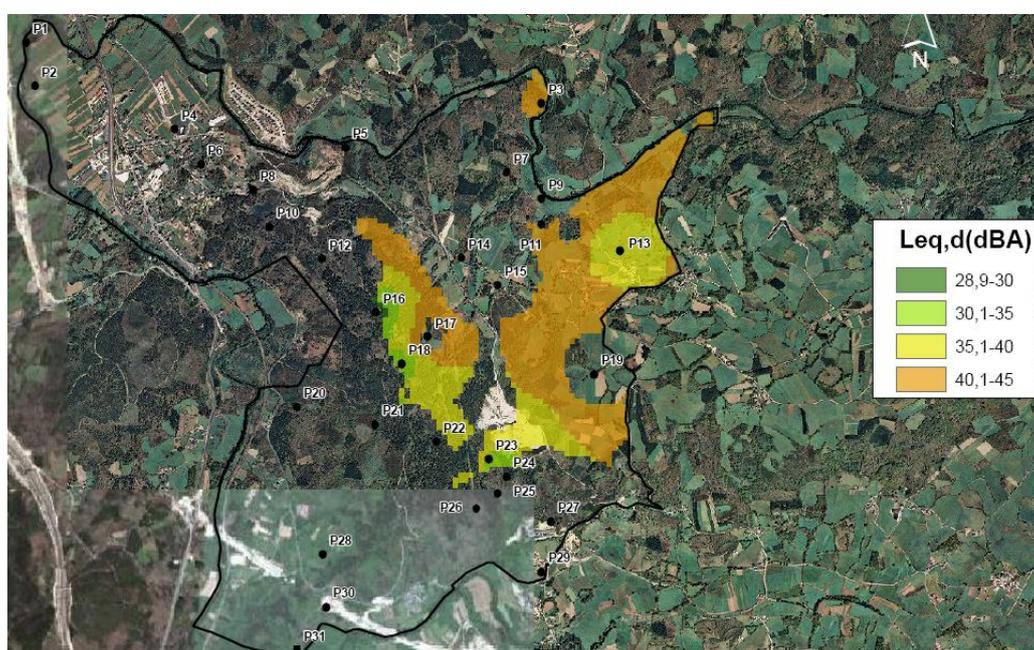


Figura 8 : Mapa de localización de las áreas tranquilas

Estas zonas donde la influencia de las fuentes antrópicas es muy baja o inexistente y el nivel sonoro equivalente en periodo diurno no sobrepasa los 45dB se localizan principalmente en el centro y este del territorio de estudio. En el centro del área domina el ruido de la naturaleza, de las masas arbóreas y fauna asociada, que, al igual que en el este, también se ve en ocasiones interrumpido por la cantera, e, incluso, el ruido del tráfico ferroviario y rodado. Obtenemos los valores más bajos de nivel sonoro diurno, el  $L_{eq}$  oscila desde aproximadamente los 30dB hasta los 45dB,  $L_{90}$  entre los 25-40dB,  $L_{50}$  entre 26-40dB y  $L_{10}$  entre 30-45dB.

## 6. Conclusiones

Este estudio presenta una aproximación a lo que podría ser un primer paso para caracterizar el paisaje sonoro de las áreas rurales. Demuestra el hecho de que para una

completa definición del paisaje acústico de estas zonas es necesario tener en cuenta criterios cuantitativos y cualitativos que caractericen las fuentes sonoras y el tipo de ruido existente y cotejar diversos índices.

Los niveles  $L_{90}$  y  $L_{50}$  caracterizan mejor el ruido ambiental o de la naturaleza, y de los ámbitos forestales. Mientras que los índices  $Leq$  y  $L_{10}$  están más influenciados por los eventos sonoros generados normalmente por las fuentes antrópicas.

El ruido de la naturaleza se presenta generalmente como un sonido constante disminuyendo la diferencia entre los distintos niveles percentiles. El ejemplo más claro es el ruido emitido por la circulación del agua del río o de las copas de los árboles con el viento.

La delimitación de las áreas tranquilas se basa en la mayor o menor contribución de las fuentes antrópicas al nivel sonoro total, y, además, ciertos autores establecen también diferentes valores límite al nivel sonoro existente. No obstante, existen zonas en que el propio ruido ejercido por la naturaleza produce elevados niveles sonoros y, la consideración de estas áreas como tranquilas o no se basa en criterios meramente subjetivos.

## 7. Bibliografía

AMBROSE, S., BURSON, S. 2004. Soundscape Studies in National Parks. *The George Wright FORUM*. Vol.21, Number 1.

BOTTELDOOREN, D., DE COENSEL, B. 2006a. Quality assessment of quiet areas: a multicriteria approach. *Euronoise 2006*. Tampere, Finland.

BOTTELDOOREN, D., DE COENSEL, B. 2006b. Quality labels for the quiet rural soundscape. *Inter-noise 2006*. Honolulu, Hawaii, U.S.A.

BRAMBRILLA, G. AND MAFFEI, L. 2006. Responses to noise in urban parks and in rural quiet areas. *Acta Acustica united with Acustica*. 92:881-886.

BROWN, A.L. 2007. Areas of High Acoustic Quality: Soundscape Planning. *14th International Congress on Sound & Vibration*. Cairns, Australia.

DE COENSEL. 2005. Dynamics in the Soundscape. *Sixth FirW PhD Symposium*, Faculty of Engineering, Ghent University, paper n°.014.

DE COENSEL, B., BOTTELDOOREN, D. 2006. The quiet rural soundscape and how to characterize it. *Acta Acustica united with Acustica*. 92: 887-897.

DOCE. 2002. Directiva 2002/49/CE sobre evaluación y gestión del ruido ambiental. UE.

FEIJÓO S. 2008. Niveles sonoros en un municipio rural. *VI Congreso Iberoamericano de Acústica-FIA 2008*. Buenos Aires.

FLEMING, G.; ROOF, C.; READ, D. 1998. Draft guidelines for the measurement and assessment of low-level ambient noise. U.S. *Department of Transportation, Research and Special Programs Administration*. Cambridge.

KARVINEN, P.A. AND SAVOLA, A. (2004). Oases of Quietness in the Satakunta Region-A pilot study of low-noise areas in Satakunta Region. *Joint Baltic-Nordic Acoustic Meeting 2004*, 8-10 June 2004, Mariehamn, Aland

MILLER, N.P. 2007. US National Parks and management of park soundscapes: A review. *Applied acoustics*. 69: 77-92.

SYMONDS GROUP LTD. 2003. European Union Service Contract. Report on Definition, Identification and Preservation of Urban and Rural Quiet Areas. Symond House: *East Grimstead, West Sussex*, UK.

WAUGH, D.; DURUCAN, S.; KORRE, A.; HETHERINGTON, O.; O'REILLY B. 2003. Environmental quality objectives, Noise in quiet areas (2000-MS-14-M1). *Synthesis Report prepared for the Environmental Protection Agency (EPA)*.Ireland.

