

## DIAGNÓSTICO DE CONFORT ACÚSTICO EN ZONAS SUSCEPTIBLES DE CONVERTIRSE EN ISLAS SONORAS

PACS: 43.50.Sr, 43.50.Rq, 89.65.Lm

Igone García, Karmele Herranz, Itziar Aspuru

Fundacion Tecnalia Research & Innovation

Parque Tecnológico de Bizkaia,

Edificio 700,

48160 DERIO

E-mail: [igone.garcia@tecnalia.com](mailto:igone.garcia@tecnalia.com), [karmele.herranz@tecnalia.com](mailto:karmele.herranz@tecnalia.com), [itziar.aspuru@tecnalia.com](mailto:itziar.aspuru@tecnalia.com),

### ABSTRACT

La comunicación presenta el diagnóstico del confort acústico de dos espacios urbanos de interés elegidos por parte del Ayuntamiento de Bilbao como espacios que van a ser objeto de renovación urbana. Para ello se combinan metodologías acústicas y psicosociales de percepción sonora y del lugar para valorar en cada uno de los espacios la posibilidad de crear Islas Sonoras, concepto definido por el Ayuntamiento de Bilbao.

El análisis permitirá definir unos retos sonoros a los que responder en el futuro proceso de renovación e integrar las ideas que los concreten en los correspondientes proyectos urbanos.

### 1 CONCEPTO DE ISLAS SONORAS

El trabajo del Área de Obras y Servicios del Ayuntamiento de Bilbao responde, desde hace varios años, al reto de mejorar la calidad de vida y el bienestar de la ciudadanía a través del desarrollo de espacios urbanos excelentes. Abordar este reto requiere atender a varias cuestiones ambientales y de confort entre las que la dimensión acústica es un requisito más, que resulta fundamental en entornos urbanos acústicamente contaminados.

El interés de ofrecer a la ciudadanía espacios urbanos que permitan, por un lado, huir de entornos ruidosos y, por otro, reducir el estrés a través del desarrollo de actividades relajantes lleva al Ayuntamiento a abordar cuestiones relacionadas con el confort acústico y, por lo tanto, con la percepción de los sonidos en el contexto urbano en el que se generan, es decir, con el paisaje sonoro de los lugares.

En este sentido, y como un paso más avanzado al que representan las Zonas Tranquilas, el Departamento de Obras y Servicios define la marca Islas Sonoras como espacios urbanos cuyo paisaje sonoro invita a relajarse.

Es objetivo municipal el poner al servicio de la ciudadanía una red de Islas Sonoras (en el ámbito urbano) que sean accesibles y estén distribuidas de forma equitativa por la ciudad para que puedan ser disfrutadas por cualquier vecino o vecina de la villa.

## **2. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DEL PAISAJE SONORO EN LOS ESPACIOS URBANOS**

La metodología que se aplica surge de varios trabajos de investigación desarrollados por Tecnalia, que han permitido colocar al centro tecnológico a la vanguardia tecnológica europea en el campo de confort ambiental acústico. Esta metodología consta de tres elementos principales: la caracterización de los elementos de diseño urbano, y análisis de los espacios urbanos aplicando una aproximación Físico-Acústica, y análisis desde una aproximación Psico-Social.

### **2.1 Caracterización de los elementos de diseño urbano**

La aplicación de la metodología de evaluación del paisaje sonoro en espacios urbanos diseñada por Tecnalia comienza con la segmentación de los espacios en unidades de análisis que se consideren homogéneas. El objetivo es que cada sub-zona de análisis cuente con un comportamiento homogéneo en términos de paisaje sonoro. Esto se manifiesta, además de en las características físicas del espacio, en sus funciones y en los usos que la ciudadanía hace del mismo, lo que deriva en un paisaje sonoro concreto que lo caracteriza.

Los criterios de segmentación se apoyan en las variables del modelo de experiencia ambiental desarrollado por Tecnalia [1], diferenciando los aspectos relativos al lugar, de los referidos a las personas que lo usan, como dos grandes bloques de cuya interacción resulta la experiencia ambiental en ese paisaje sonoro.

### **2.2 Aproximación Físico-Acústica: indicador ESEI**

Tecnalia ha definido el indicador ESEI (Environmental Sound Experience Indicator) para evaluar el paisaje sonoro de una zona, combinando dos tipos de variables:

- Índices acústicos del sonido obtenidos durante una medida.
- Valoración subjetiva que hacen los expertos en paisaje sonoro o los usuarios de esa zona, de las fuentes sonoras existentes.

Para obtener este indicador se realizan campañas de medida de niveles sonoros en las zonas estudiadas y se analizan los datos en combinación con los resultados de los cuestionarios para detectar y valorar la presencia de eventos sonoros.

### **2.3 Aproximación Psico-Social: cuestionario de Percepción**

La percepción del ambiente sonoro se evalúa por medio de un cuestionario. Este cuestionario ha sido desarrollado por Tecnalia para evaluar Paisaje Sonoro y posteriormente se ha adaptado para aplicarlo a la evaluación de Islas Sonoras. Su diseño se ha basado en el principio de parsimonia, buscando su optimización, tanto en su aplicación en campo, como en su relación contenido-tiempo.

El cuestionario permite evaluar la percepción del paisaje sonoro de las personas que usan un determinado espacio público y, además, ofrece resultados respecto a su evaluación general del espacio, así como con cuestiones asociadas a las propias personas y al uso que éstas hacen del lugar analizado.

Algunas de las cuestiones claves en el cuestionario, por su capacidad de caracterización del paisaje sonoro, son:

1. Percepción del ambiente sonoro.
2. Tiempo medio de permanencia en el lugar objeto de evaluación.

3. Motivos para el uso de la zona, incluidos usos de descanso.
4. Tipo de sonidos percibidos y su valoración.
5. Percepción del lugar (escala de diferencial semántico).
6. Percepción del paisaje sonoro (escala de diferencial semántico).

Los cuestionarios de percepción se aplican de forma simultánea a la elaboración de las medidas y grabaciones de la aproximación físico-acústica para que la información de ambos análisis pueda relacionarse en términos causa-efecto para la extracción de conclusiones.

## 2.4 Label de Isla Sonora

La estrategia para crear una red de Islas Sonoras en Bilbao requiere la definición de un “Label” de Isla Sonora que recoge los requisitos de calidad sonora que debe satisfacer un espacio urbano para el desarrollo de actividades que permitan la restauración del estrés y la relajación, es decir los requisitos para ser una Isla Sonora. Estos requisitos se definen frente a los siguientes parámetros:

1. Valor máximo del indicador ESEI.
2. Valor máximo de nivel LAeq (nivel originado por focos contaminantes).
3. Valor máximo de nivel LAeq global (nivel LAeq medido).
4. Valor mínimo de encuestados que usaría la zona para relajarse.
5. Valor mínimo de encuestados que valoran la zona como tranquila.

## 3. RESULTADOS

Cada uno de estos espacios públicos de Bilbao se analizó el último trimestre de 2012 en cuanto a sus características estéticas, geográficas, funcionales y de presencia de elementos urbanos y fuentes sonoras. El propósito de este análisis fue identificar cada una de las subzonas que presentan características homogéneas en lo que al paisaje sonoro se refiere, para posteriormente seleccionar en cada Plaza la que podría ser susceptible de convertirse en Isla Sonora y sobre la que se realizó el análisis.

### 3.1 Plazoleta de la plaza Levante (San Ignacio)

Se realizó un estudio del **uso de la plazoleta**: las actividades que se desarrollan en ella y los flujos de paso a su través.

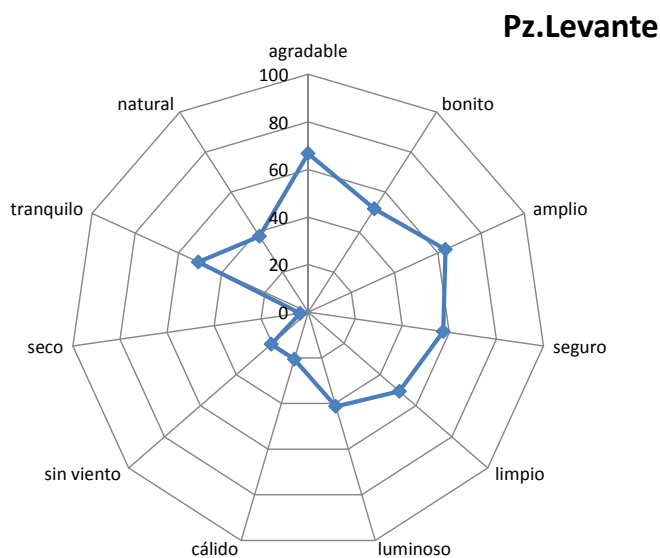
La frecuencia de uso de este lugar es muy alta (el 81% de los entrevistados lo usan diariamente). El motivo principal de estancia en la plazoleta el día de la entrevista fue “estar de paso” y solo un 3,2% lo estaban usando para relajarse. Ahora bien, la mayoría (79%) afirman que usarían este lugar para relajarse o desestresarse. Los motivos más aducidos para ello son: que se trata de un lugar agradable, tranquilo y cercano, aunque también destacan que permite el descanso por sus equipamientos o la costumbre de su uso.

**Figura 1.** Plano de la sub-zona analizada de la plaza Levante con indicación del flujo de peatones durante media hora (de 11:22 a 11:52 de la mañana)



La **aproximación Psico-Social** del análisis deriva en que las personas usuarias perciben la plazoleta principalmente como agradable, amplia y segura, y también como bonita, limpia y tranquila.

**Figura 2.** Percepción (lugar) de la plazoleta de la plaza Levante en San Ignacio



Las fuentes sonoras más percibidas son las relacionadas con el tráfico rodado (92%), que son valoradas negativamente (47%), aunque se consideran congruentes (53%). Las personas entrevistadas consideran que es la fuente sonora más congruente con el entorno donde se produce.

Otras fuentes sonoras percibidas frecuentemente (68-70%) son las sociales, como gente, niños y voces, las cuales son valoradas como agradables y congruentes con el entorno. También se perciben sonidos

asociados a elementos naturales, como viento, las hojas de los árboles y agua (68%), que son considerados algo más agradables que los sociales.

Globalmente, el paisaje sonoro percibido en la plazoleta de la plaza Levante se considera congruente (69,3%) con el entorno en el que se produce.

Este paisaje sonoro se describe como familiar (65%), común (54%) y claro (47%), y también agradable, natural, continuo, relajante y que facilita la conversación.

Lo que menos caracteriza el paisaje sonoro de la plazoleta de la plaza Levante es su capacidad de activación y así, menos del 20% de las personas entrevistadas lo consideran divertido o vibrante. Tampoco se caracteriza por su capacidad de información. Mientras que lo que más le caracteriza es su carácter familiar seguido de su agradabilidad y tranquilidad.

Aplicando la **aproximación Física-Acústica** se realizaron campañas de medida de niveles sonoros en la plazoleta seleccionada de la plaza de Levante para obtener los resultados del Indicador ESEI de confort acústico. Para ello se tienen en cuenta los resultados de los cuestionarios desarrollados en cada zona respecto a cuáles son las fuentes dominantes en el entorno y cómo estas son valoradas por los encuestados en relación con su agradabilidad. A continuación se presentan los resultados de la campaña de medidas acústicas realizadas. El rango del indicador es de 0 a 12 puntos.

**Cuadro 1.** Evaluación del indicador acústico en la plazoleta de la plaza Levante

Periodos de medida	PLAZA LEVANTE					
	MAÑANA			TARDE		
	1	2	3	1	2	3
LAeq	58	57	58	59	60	60
Densidad de eventos negativos	0,03	0,1	0,07	0,07	0,07	0,03
Densidad eventos positivos	0	0	0	0,27	0,37	0
ESEI	<b>7,8</b>	<b>7,6</b>	<b>7,4</b>	<b>7,3</b>	<b>7,3</b>	<b>6,6*</b>
	<b>7,6</b>			<b>7,1</b>		
	<b>7,3</b>					

\* En el último periodo de la tarde el paso de una ambulancia con un SEL de 81 dBA ha hecho que el valor del ESEI de la tarde sea menor.

La campaña de medidas y de encuestas se llevó a cabo el 12 de diciembre de 2012. Las medidas se efectuaron de 12 a 13:30 por la mañana y de 17 a 18:30 por la tarde.

La calificación del Indicador ESEI refleja un nivel óptimo en lo que a confort acústico se refiere. Así, atendiendo a la dimensión acústica, la zona estaría dentro de la categoría de Isla Sonora. Centrándonos en los resultados puramente acústicos se resalta que en esta zona existe:

- Un nivel sonoro compatible con la relajación en entorno urbano (< 60 dBA).
- Una configuración de la atmósfera sonora con una composición equilibrada entre focos agradables y desagradables.
- Baja densidad de eventos (negativos y positivos).

Ahora bien, si observamos los resultados psicosociales tenemos que decir que no se cumplen los criterios relativos a la percepción del espacio, principalmente respecto a la consideración de la plazoleta como un lugar agradable y tranquilo. En relación con los resultados referidos al uso de esta zona para la relajación, los resultados se localizan muy cerca del umbral definido como criterio.

Estos resultados colocan a la zona en el rango de situaciones acústicas en las que la mejora del paisaje sonoro estará más centrada en cuestiones relacionadas con la percepción y la incorporación de sonidos positivos que con la reducción de los niveles de contaminación. En resumen, la reflexión respecto a los resultados obtenidos permite definir unos retos a tener en cuenta en la renovación del espacio para crear una Isla Sonora:

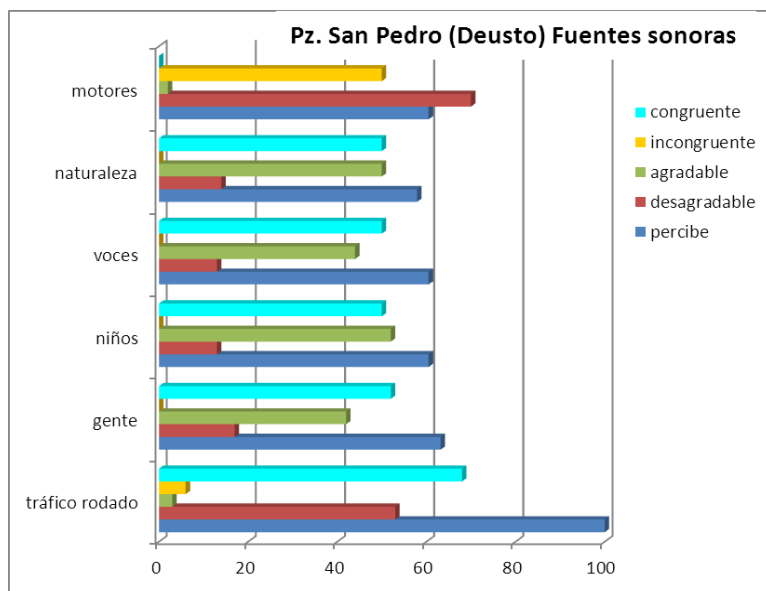
- La necesidad de mantener los usos orientados a la relajación.
- La necesidad de mantener, al menos, las condiciones acústicas como variable crítica en el diseño.
- La necesidad de profundizar en aspectos visuales y elementos urbanos para ponerlos en consonancia con el uso deseable (isla sonora) y mejorar la valoración del espacio.

### 3.2 Arboleda de la plaza de San Pedro (Deusto)

En este caso la subzona seleccionada fue la arboleda cercana a la iglesia existente en la plaza. El desarrollo de la campaña de medidas y del estudio de percepción fue simultáneo, procurando que no se influyeran mutuamente.

La frecuencia de **uso de este lugar** es muy alta, ya que el 79% de los entrevistados lo usan diariamente. El motivo principal de estancia en la plazoleta el día de la entrevista es “estar de paso” (68%) o yendo y viniendo del trabajo o estudio (18%), y solo un 11% lo están usando para relajarse. Ahora bien, cuando se pregunta a las personas si usarían este lugar para relajarse o desestresarse, algo más de la mitad (53%) responde afirmativamente. Los motivos más aducidos para ello son: que se trata de un lugar agradable, tranquilo y adecuado para el descanso y también destacan la costumbre y su cercanía.

La arboleda se percibe principalmente como agradable y también como bonita, amplia, luminosa, limpia y segura. Lo que más les gusta del lugar a las personas entrevistadas es la presencia de elementos naturales (37%), mientras que el tráfico rodado existente es lo que menos les gusta (26%). En más de la mitad de las entrevistas (53%) se considera que el lugar es agradable, si bien el 42% lo considera ruidoso y el 41% se encuentran molestos por el ruido existente en el lugar.



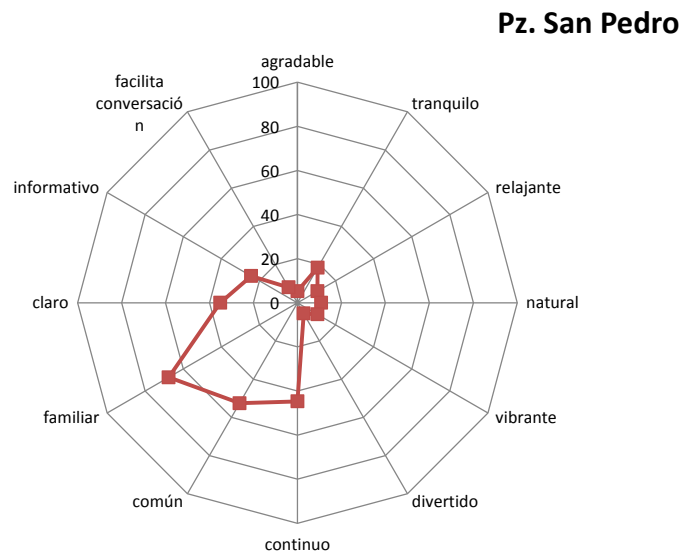
**Figura 3.** Tipos de sonidos percibidos y su valoración en la plaza de San Pedro

Las **fuentes sonoras** más percibidas son las relacionadas con el tráfico rodado; percibidas por todas las personas entrevistadas y valoradas negativamente por más de la mitad (53%), aunque el 68% lo considera congruente con el entorno donde se produce, como se aprecia en la figura.

Globalmente, lo que más caracteriza el paisaje sonoro de la arboleda de la plaza de

San Pedro es su familiaridad y, en menor medida, su carácter informativo, quizá por la presencia cercana de la iglesia y el sonido de sus campanadas. Mientras que lo que menos la caracteriza es, tanto su carácter de activación, como el de relajación-tranquilidad, posiblemente debido al alto nivel de ruido de este entorno.

**Figura 4.** Percepción del paisaje sonoro de la plaza de San Pedro en Deusto



Aplicando la **aproximación Física-Acústica**, se analizaron los resultados de la campaña de medida de niveles sonoros y se calculó el Indicador ESEI de confort acústico.

**Cuadro 2.** Evaluación del indicador acústico para la arboleda de la plaza de San Pedro

	PLAZA SAN PEDRO			
	MAÑANA	TARDE		
		1	2	3
LAeq	66	65	66	65
Densidad de eventos negativos	0,1	0,03	0	0
Densidad eventos positivos	0	0,03	0	0
ESEI	4,3	5,2	5,3	5,5
	4,3	5,3		

Como se observa, la calificación del Indicador ESEI refleja un nivel bajo en lo que a confort acústico se refiere. Este resultado coloca a la zona en el rango de situaciones acústicas en las que la mejora del paisaje sonoro debe focalizarse como punto de partida en la reducción de los niveles de contaminación acústica ambiental. Resulta complejo extraer conclusiones en el indicador que vayan más allá, ya que no es posible atender a otras posibles fuentes sonoras en la zona dada la dominancia del tráfico rodado.

Las condiciones acústicas actuales de la zona la sitúan muy lejos de label de calidad fijado para las Islas Sonoras

La definición de actuaciones centradas en el paisaje sonoro dependerá de la capacidad de la intervención para reducir el nivel de contaminación. Se propone centrar los retos de la intervención en esta zona en la reducción de la contaminación acústica a través del apantallamiento desde propuestas de diseño novedosas. Para ello se considera calve el trabajo conjunto del equipo técnico municipal con expertos en modelización acústica.

#### 4. CONCLUSIONES

- La combinación de metodologías de análisis de usos, de aproximaciones físico-acústicas y psicosociales enriquecen la reflexión sobre la mejora de los espacios públicos urbanos, sin derivar en una gran complejidad en su aplicación.
- El label de Isla Sonora permite definir una línea homogénea de trabajo en el ámbito urbano, dando soporte a estrategias municipales de mejora del confort acústico de los espacios públicos.
- El concepto de Isla Sonora y la estrategia planteada por el Ayuntamiento de Bilbao para integrar el confort acústico en las intervenciones de mejora de los espacios públicos ha sido muy bien acogida por los medios de comunicación, sirviendo de altavoz a una política en favor de la calidad de vida de su ciudadanía.
- Tecnia está dando pasos para aportar un concepto de confort ambiental más amplio, basado en el modelo conceptual de experiencia ambiental, incorporando el análisis de otras variables que afectan al confort (térmicas, lumínicas, visuales...).
- Los retos sonoros que se han propuesto en cada zona analizada tienen un carácter conceptual y cuando sea necesario se podrán concretar, atendiendo además a las conclusiones relativas a los usos y a la percepción del lugar, en ideas de intervención específicas para su integración en los proyectos de renovación de las plazas.

#### 5. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Herranz-Pascual, K. Aspuru, I. García, I.: *Proposed Conceptual Model of Environmental Experience as Framework to Study the Soundscape*, Internoise, Lisboa, 2010.
- [2] Lercher, P. Shulte-Fortkamp, B.: *The relevance of soundscape research to the assessment of noise annoyance at the community level of the community*, ICBEN, Rotterdam, The Netherlands, 2003.
- [3] Pol, E. y Valera, S.: *Psicología ambiental y procesos psicosociales*, In Morales, J.F. (Coord.), *Psicología Social*, McGraw-Hill, (1999) Madrid, pp 317-334.
- [4] Aragonés, J.I. Amérigo, M. (Eds.), *Psicología Ambiental*, (1998), Ediciones Pirámide, Madrid.
- [5] Aspuru, I. García, I. Herranz-Pascual, K. García-Borreguero, I.: *Understanding Soundscape as a specific Environmental Experience: Highlighting the importance of context relevance*, POMA Volume 14, December 2011, pp. 015004.
- [6] Carles, J.L. López Barrio, I. Vicente de Lucio, J.: *Sound influence on landscape values*, *Landscape and Urban Planning* Volume 43, Issue 4, 25 January 1999, pp 191–200.
- [7] Herranz-Pascual, M.K. Iraurgi, J. García-Pérez, I. Aspuru, I. García-Borreguero, I. Herrero-Fernández, D.: *Disruptive effect of urban environmental noise on the physiological recovery response after stress testing*. ICBEN, London, UK, 2011.
- [8] Aspuru, I., Fernandez, M., García, I., Herranz-Pascual, M.K., *Soundscape within the strategy of Bilbao city to improve Quality of Public Spaces*, AIA-DAGA, Merano, Italy, 2013.