



RUIDO AMBIENTAL Y PAISAJE SONORO. SINERGIAS EN EL MEDIO URBANO



Universidad de Valladolid

Escuela Técnica Superior de Arquitectura

Máster de Investigación en Arquitectura

Trabajo Fin de Máster

RUIDO AMBIENTAL Y PAISAJE SONORO. SINERGIAS EN EL MEDIO URBANO

Autora:

Carolina Rodrigues Alves Monteiro

Tutor Académico:

Luis Santos Ganges

Valladolid, Septiembre de 2013

Resumo

Dentro del ambiente sonoro urbano, habitualmente se evalúa el ruido ambiental a través de mapas de ruido, que se basan en mediciones y modelos predictivos. Los resultados ofrecidos por estas herramientas determinan las zonas de conflicto y la población afectada, lo que condiciona las directrices para la aplicación de los Planes de Acción contra el ruido. El enfoque de Paisaje Sonoro sugiere explorar ruido en su complejidad y su ambivalencia cambiando el foco hacia el sonido. Se consideran las condiciones y finalidades de su producción, la percepción y evaluación por parte de los usuarios para una evaluación de ruido / sonido desde una perspectiva integral.

A menudo, el enfoque de la Ingeniería de Control de Ruido relega a un segundo plano la valoración de la percepción del ruido por los ciudadanos, Se presenta una propuesta de arquitectura de sistema de gestión del ambiente sonoro urbano que tiene en cuenta la participación ciudadana. La idea central es favorecer la construcción de una red colaborativa dónde los usuarios aporten información al sistema de gestión acústica de la ciudad, vista como una herramienta para la transformación urbana y la participación social

Índice

1	Introducción.....	1
2	El enfoque predominante: Ingeniería de Control de Ruido.....	7
2.1	Marco Legal.....	8
2.2	Mapas de Ruido	14
2.3	Planes de Acción	16
2.4	Limitaciones del enfoque de Ingeniería de Control de Ruido	18
3	Un enfoque holístico: Paisaje Sonoro.....	27
3.1	Comprendiendo el Paisaje Sonoro	28
3.2	Evaluando el Paisaje Sonoro	32
3.3	Actuando en el Paisaje Sonoro.....	36
4	Propuesta: Herramienta de gestión integral	43
4.1	?Ciudad inteligente o gestión inteligente?	44
4.2	Arquitectura del sistema de gestión integral	48
5	Conclusiones.....	55
6	Bibliografía	59

Vivimos en un mundo de ciudades (Vergara & de las Rivas, 2004). El fenómeno urbano es una derivación de la esencia social del hombre, que hace con que la mayor parte de la población mundial, más de 50% (United Nations Population Fund., 2012) viva en asociaciones urbanas de mayor o menor tamaño y nivel de desarrollo.

Por su complejidad especial, el ambiente urbano merece, una atención pormenorizada en cuanto a sus potencialidades y conflictos, principalmente en lo que se refiere a la calidad del medio, factor de difícil definición ya que engloba características físicas, humanas, sociales, económicas, ecológicas y todos los aspectos que tienen su origen en el ambiente urbano de que se trate.

Desde el Congreso Mundial del Medio Ambiente de Estocolmo de 1972, organizado por la O.N.U., el ruido ha sido declarado como agente -físico y socioeconómico - contaminante que influye en la calidad del medio. Desde 1980 el problema del ruido ambiental es abordado por la Organización Mundial de Salud y sigue con la publicación de las Guías para el Ruido Urbano (BERGLUND, 1999), relacionadas con la salud, que hasta hoy consisten en la base para preparar normas teniendo como referencia el manejo del ruido.

En estas guías se señala que aproximadamente la mitad de los ciudadanos comunitarios (UE 15) residen en zonas que no garantizan una comodidad acústica a sus habitantes: alrededor de 40 % de la población está expuesta al ruido ambiental con un nivel equivalente de presión sonora que excede de 55 dBA durante el día.

En 2012 la OMS-Europa ha publicado un informe (WHO Regional Office for Europe, 2012) que resume la evidencia científica que relaciona el ruido ambiental con diversos efectos en la salud, tales como las enfermedades cardiovasculares, el deterioro cognitivo, los trastornos del sueño, y diversas molestias, como el zumbido de oídos: El estudio presenta la carga de la enfermedad debida al ruido ambiental por medio de la cuantificación de años de vida perdidos. En la parte occidental de Europa, por lo menos un millón de años de vida se pierden cada año por el ruido ambiental.

Tantos impactos negativos han sido objeto de debate a nivel global y el resultado se ha reflejado en la Directiva Europea 2002/49/CE (European Parliament, Council, 2002) sobre evaluación y gestión del ruido ambiental, que obliga a los Estados miembros a elaborar mapas de ruido y planes de acción contra el ruido en las aglomeraciones de más de 250.000 habitantes. Esta Directiva se centra en la exposición de los ciudadanos al ruido, complementando la política europea relativa al control de las emisiones acústicas.

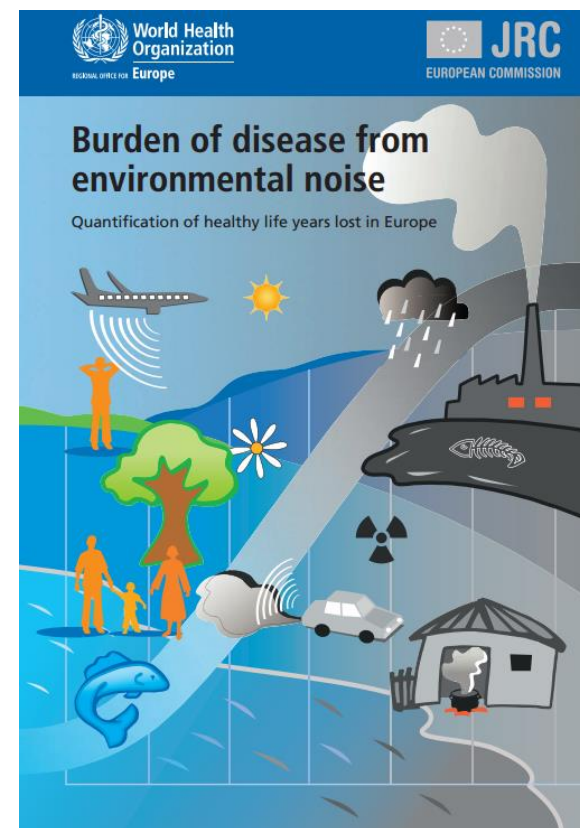


Figura 1: Portada del Informe sobre la Carga de la Enfermedad debida al Ruido Ambiental (WHO, 2012)

Tratado como contaminante , el ruido es un agente muy fácil de producir – se requiere mínima energía - y muy difícil de abatir, ya que las medidas son siempre costosas no sólo en lo económico sino también en lo social, pues además de implicar medidas de ingeniería y arquitectura sofisticadas pueden requerir la modificación de hábitos, usos o costumbres.

El desarrollo urbano y el desarrollo de los niveles de ruido están estrechamente ligados. Por esta razón la planificación del uso del suelo y la planificación del desarrollo urbano pueden contribuir de manera significativa a aumentar o reducir la exposición de los habitantes al ruido. La planificación urbanística es una herramienta de gran utilidad para prevenir los problemas de ruido, pero generalmente es difícil de aplicar en territorios ya consolidados o ciudades compactas, como son la mayoría de las ciudades

Actualmente, es común entre instituciones públicas y especialistas utilizar el enfoque de *smart cities* a la hora de proponer medidas de gestión de los asuntos urbanos. Esta perspectiva busca comprender la manera cómo funcionan las ciudades por medio de coleccionar lo máximo posible de información sobre la vida urbana y gestionar estos datos con modelos inteligentes para predecir el comportamiento de los diferentes sistemas urbanos, como pueden ser el de movilidad urbana, o la red de distribución energética.

En lo que respecta al ruido urbano, este es por lo general evaluado por medio de mapas de ruido, basados en modelos predictivos y medidas in situ. Los resultados provenientes de estas herramientas determinan las directrices para la implementación de los Planes de Acción Contra el ruido.

Habitualmente este enfoque de Ingeniería de Control de Ruido, relega a un segundo plano la fundamental evaluación de la percepción del ruido por los ciudadanos, generalmente consultados por medio de laboriosas y costosas encuestas. Ya en los procesos de planificación urbana, la participación de los ciudadanos muchas veces se confunde con el simple derecho a información en el proceso administrativo de aprobación de planes.

Este trabajo tiene como objetivo presentar un enfoque holístico a la hora de tratar el ruido ambiental como unos de los sistemas urbanos y su integración en los instrumentos de planificación. Se presenta una propuesta de arquitectura de sistema de gestión del ambiente sonoro urbano que tiene en cuenta la participación ciudadana. La idea central es favorecer la construcción de una red colaborativa dónde los usuarios aporten información al sistema de gestión acústica de la ciudad, vista como una herramienta para la transformación urbana y la participación social.

2 El enfoque predominante: Ingeniería de Control de Ruido

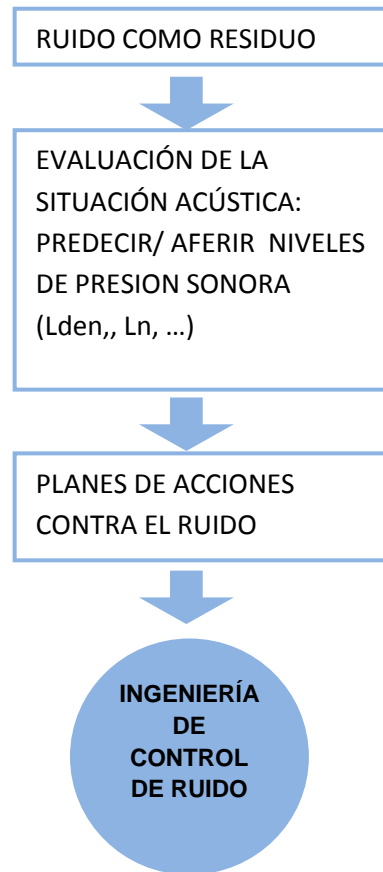


Figura 2: Esquema del enfoque de la Ingeniería de Control del Ruido (Autora, 2013)

A la hora de tratar el tema del ruido ambiental en las ciudades en el mundo y en España, el enfoque predominante es el conocido como Ingeniería de control de ruido, metodología en la que se basan gran parte de la normativa relacionada a este tema. Sus principales características están descritas en la Figura 2. El ruido ambiental es considerado un residuo y la principal fuente considerada es el ruido de tráfico. Para el diagnóstico y evaluación de la situación acústica existente, el nivel de presión sonora – por medio de descriptores anuales como L_{day} , $L_{evening}$ y L_{night} (dB) , que serán explicados a seguir – es el principal parámetro que se tiene en cuenta a la hora de computar la población afectada.

A continuación se describen las principales características de esta dinámica de evaluación del ruido ambiental en el ámbito europeo y español.

2.1 Marco Legal

En Europa, la obligación de actuar empieza en 2002, cuando se aprobó la Directiva 2002/49 del Parlamento Europeo y del Consejo sobre evaluación y gestión del ruido ambiental. La Directiva describe el ruido ambiental como “el sonido exterior no deseado o nocivo generado por las actividades humanas, incluido el ruido emitido por los medios de transporte, por el tráfico rodado, ferroviario y aéreo y por emplazamientos de actividades industriales” (European Parliament, Council, 2002).

El objetivo principal de la Directiva es proporcionar una base común para abordar el problema del ruido en toda la UE, atendiendo a cuatro principios fundamentales:

- Supervisar el problema medioambiental: las autoridades competentes de los Estados miembros están obligadas a elaborar ‘mapas estratégicos de ruido’ correspondientes a las principales carreteras, vías ferroviarias, aeropuertos y aglomeraciones, utilizando los indicadores de ruido armonizados L_{den} (nivel equivalente día-tarde-noche) y L_{night} (nivel equivalente noche). Estos mapas se usarán para evaluar el número de personas que sufren molestias y alteraciones del sueño como consecuencia del ruido.
- Informar y consultar con el público: es necesario informar y consultar con el público acerca de la exposición al ruido y sus efectos, así como las medidas estudiadas para luchar contra el ruido, de acuerdo con los principios del Convenio de Aarhus.

- Abordar las cuestiones relacionadas con el ruido local: en función de los resultados del cartografiado del ruido, las autoridades competentes están obligadas a elaborar planes de acción para reducir el ruido allí donde sea necesario y conservar la calidad del ruido ambiental allí donde sea adecuada. La Directiva no establece valores límite ni prescribe las medidas que deben utilizarse en los planes de acción.
- Desarrollar una estrategia comunitaria a largo plazo: incluir los objetivos de reducir el número de personas afectadas por el ruido a más largo plazo y establecer un marco de desarrollo de la política comunitaria vigente en materia de reducción del ruido desde su origen.

En la Directiva se describen los valores límite, establecidos por el Estado miembro que, de superarse, obliga a las autoridades competentes a prever o a aplicar medidas. Establece dos indicadores de ruido diferentes para su uso en los mapas de ruido obligatorios: L_{den} (día-tarde-noche) y L_{night} . L_{den} es el nivel sonoro medio a largo plazo determinado a lo largo de todos los períodos, diurnos, vespertinos y nocturnos del año, mientras que L_{night} sólo cubre el período nocturno. La Directiva señala que al día le corresponden 12 horas, a la tarde 4 y a la noche 8. El Estado miembro decidirá cuándo empieza el día (y, por consiguiente, cuándo empiezan la tarde y la noche). Los valores por defecto que establece la Comisión Europea son 7.00-19.00 (día), 19.00-23.00 (tarde) y 23.00-7.00 (noche).

Los valores de Lden y Lnight se pueden determinar mediante cálculos o por mediciones

Esta directiva también establece los plazos y requisitos mínimos para la elaboración de Mapas estratégicos, e Planes de Acción contra el Ruido. Los planes de acción deben corresponder, en cuanto a su alcance, a los ámbitos territoriales de los mapas de ruido, y tienen por objeto afrontar globalmente las cuestiones relativas a contaminación acústica, fijar acciones prioritarias para el caso de incumplirse los objetivos de calidad acústica y prevenir el aumento de contaminación acústica en zonas que la padezcan en escasa medida.

En España, la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, (España, 2003) , que incorpora parcialmente al derecho interno las provisiones de la citada Directiva, y los decretos que la desarrollan, RD 1367/2007 (España, 2007) y RD 1513/2005 (España, 2005), regulan la contaminación acústica. De la Ley del Ruido, cabe destacar las siguientes proposiciones cuanto a la planificación territorial y planeamiento urbanístico:

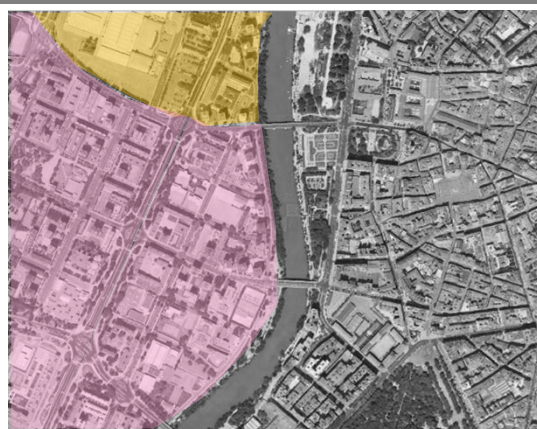
- Deben tener en cuenta los objetivos de calidad acústica de cada área acústica a la hora de desarrollar procesos de clasificación del suelo y aprobación de planeamiento.

Tabla 1: Objetivos de calidad acústica para ruido aplicables a áreas urbanizadas existentes (España, 2007)

	TIPO DE ÁREA ACÚSTICA	INDICES (dBA)		
		Ld	Le	Ln
e	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso sanitario, docente y cultural que requiera una especial protección contra la contaminación acústica.	60	60	50
a	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso residencial.	65	65	55
d	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso terciario distinto del contemplado en c).	70	70	65
c	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso recreativo y de espectáculos.	73	73	63
b	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso industrial.	75	75	65
f	Sectores del territorio afectados a sistemas generales de infraestructuras de transporte, u otros equipamientos públicos que los reclamen. (1)	(2)	(2)	(2)

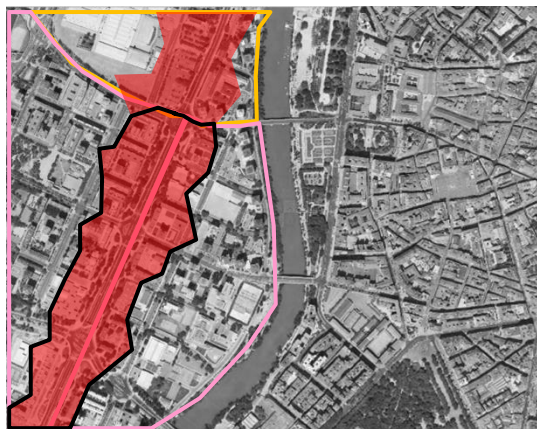
(1) En estos sectores del territorio se adoptarán las medidas adecuadas de prevención de la contaminación acústica, en particular mediante la aplicación de las tecnologías de menor incidencia acústica de entre las mejores técnicas disponibles.

(2) En el límite perimetral de estos sectores del territorio no se superarán los objetivos de calidad acústica para ruido aplicables al resto de áreas acústicas colindantes **con ellos**.



Área Acústica Residencial ($L_n < 55 \text{ dBA}$)

Área Acústica Uso Terciario ($L_n < 65 \text{ dBA}$)



Área de Conflicto ($L_n > 55 \text{ dBA}$)

Figura 3: Esquema evaluación Acústica por Ingeniería de Control de Ruido (Autora, 2013)

- Queda prohibido, salvo excepciones, la concesión de licencias de construcción de edificaciones destinadas a viviendas, usos hospitalarios, educativos o culturales si los índices de inmisión incumplen los objetivos de calidad acústica que sean de aplicación a las correspondientes áreas acústicas.
- Se propone la creación de reservas de sonido de origen natural, que pueden ser objeto de planes para la conservación o mejora de sus condiciones acústicas.

El Real Decreto 1367/207, contiene las distintas áreas acústicas que deben ser delimitadas y establece los objetivos de calidad acústica para cada área, como puede ser observado en la Tabla 1. Basándose en esta clasificación, se debe proceder a la Zonificación acústica del territorio, de manera esquemática representada en la imagen superior de la Figura 3. Cuando se elaboran los Mapas Estratégicos de Ruido, estos objetivos de calidad de cada área acústica son comparados con los datos obtenidos en la predicción o medida de la situación acústica existente – imagen inferior de la figura 3. De esta manera, son identificadas las zonas de conflicto y la población expuesta.

La zonificación acústica, es una etapa que debe ser un paso previo a la ejecución del mapa estratégico de ruido, pero en muchas ciudades todavía no se ha elaborado y constituirá en uno de los pasos de la elaboración del plan de acción contra el ruido a nivel local.

La zonificación acústica de una localidad debe ir en función de aquellas áreas de la misma en las que se pretenda que exista una calidad acústica homogénea (Zonas de Sensibilidad Acústica). La delimitación territorial de las áreas acústicas y su clasificación se basará en los usos actuales o previstos del suelo.

Este criterio para la determinación de las Zonas de Sensibilidad Acústica implica en la utilización de los instrumentos de planificación territorial o del planeamiento urbanístico para la identificación de los usos predominantes, siendo el Plan General de Ordenación Urbana el más utilizado en la mayoría de los casos.

El Real Decreto 1513/2005 trata de la evaluación y gestión del ruido ambiental. Establece los métodos de evaluación de los índices de ruido ambiental, de los efectos nocivos y los procedimientos administrativos para la elaboración de Mapas Estratégicos de Ruido y Planes de Acción. Dentro de los requisitos mínimos de los Planes de Acción, cabe destacar los siguientes:

- Valores límite establecidos con arreglo al artículo 5.4 de la Directiva 2002/49/CE.
- Resumen de los resultados de la labor de cartografiado del ruido
- Evaluación del número estimado de personas expuestas al ruido, determinación de los problemas y las situaciones que deben mejorar

- Medidas que ya se aplican para reducir el ruido y proyectos en preparación.
- Actuaciones previstas por las autoridades competentes para los próximos cinco años
- Estrategia a largo plazo.
- Información económica (si está disponible): presupuestos, evaluaciones coste-eficacia o costes-beneficios.
- Disposiciones previstas para evaluar la aplicación y los resultados del plan de acción.

En este mismo real decreto también se proponen algunas medidas que pueden ser tomadas por las autoridades competentes:

- Regulación del tráfico.
- Ordenación del territorio.
- Aplicación de medidas técnicas en las fuentes emisoras.
- Selección de fuentes más silenciosas.
- Reducción de la transmisión de sonido.
- Medidas o incentivos reglamentarios o económicos.

2.2 Mapas de Ruido

Los mapas de ruido identifican y cuantifican los problemas relacionados con el ruido a nivel local e informan a los urbanistas dónde se han superado los límites y la población afectada. Es el fundamento para el desarrollo de planes de acción locales contra el ruido.

La evaluación de las zonas donde se han excedido los objetivos de calidad acústica teniendo en cuenta el número de personas afectadas permite establecer prioridades en las medidas para combatir el ruido. Los mapas de ruido constituyen una herramienta para establecer objetivos más reales de reducción del ruido ambiental y para la planificación urbana futura, con el fin de reducir el ruido generado a partir de las nuevas fuentes acústicas, proteger los nuevos emplazamientos sensibles al ruido de las fuentes emisoras existentes e identificar, proteger y crear zonas tranquilas.

Los mapas también se pueden utilizar como una herramienta de información pública tanto para profesionales relacionados con el ruido, como para políticos y la población en general.

Además de los mapas de ruido e de los mapas estratégicos de ruido, hay otro tipo de mapa de ruido, que no está desarrollado en el contexto jurídico y que se denomina Mapa de Ruido Dinámico.

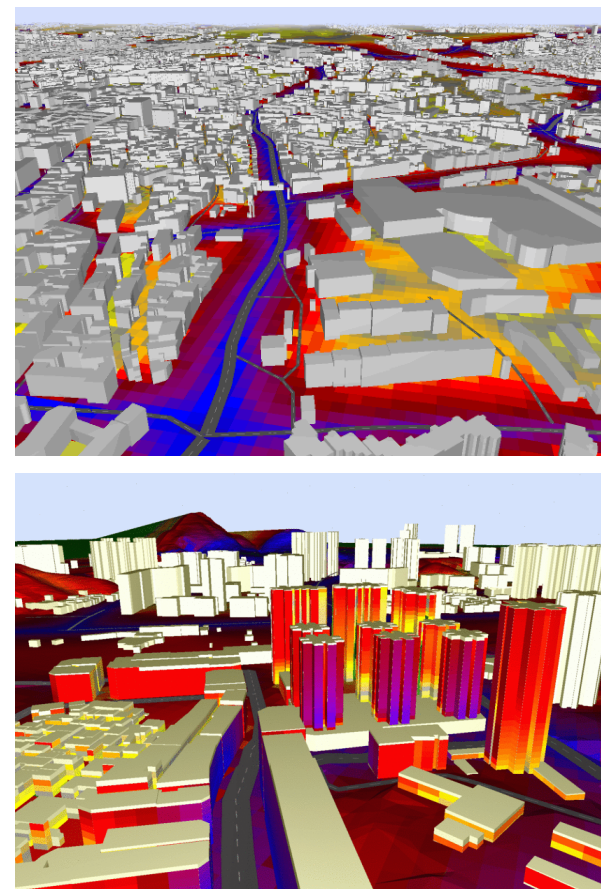


Figura 4: Ejemplos de imágenes de Mapas de Ruido (www.datakustic.com, 2013)

Así como los demás mapas de ruido, el dinámico consiste en una herramienta que permite la estimación del nivel de ruido existente en una zona a partir del cruce entre medidas reales tomadas en puntos concretos de la misma, mediante los cuales se realiza la estimación del nivel existente en el resto de puntos de la cuadrícula designada para el cálculo.

Para este tipo de mapa de ruido se requiere la instalación de registradores continuos de nivel situados en varios puntos de la localidad de modo estratégico. A partir de relaciones preestablecidas entre los diferentes viales, se ubican los registradores y se puede obtener un mapa de ruido descriptor de cualquier período temporal. Tanto los mapas a largo plazo requeridos por la ley (un año), como mapas de un día y hora específicos para conocer mejor la realidad acústica de la zona en cada instante, poder estudiar su evolución y proponer medidas correctoras.



Figura 5: Ejemplos de sensor de medida de Ruido Ambiental (www.ecudap.com, 2013)

Teniendo en cuenta que los mapas de ruido estáticos habitualmente utilizados apenas representan la realidad de un instante, como una fotografía, este tipo de herramienta resulta más versátil y flexible, pues con este procedimiento se puede conocer la evolución de la realidad acústica como un video en tiempo real de la situación sonora.

2.3 Planes de Acción

Los planes de acción contra el ruido en el ámbito local deben ser una herramienta de apoyo incorporada a los instrumentos de planificación urbana a fin de establecer los objetivos de reducción de ruido estratégicamente. Cabe resaltar que consiste en todo un reto compaginar los intereses de la población y de los agentes relacionados al tema del ruido e del desarrollo urbano.

Mediante el levantamiento de datos y la evaluación de la situación acústica y los conflictos hallados, los planes de acción contra el ruido a escala local contribuyen a estructurar y a situar entre las prioridades las medidas de reducción del ruido y la participación de las partes interesadas y el público.

Según las recomendaciones del Proyecto Silence (Kloth, et al., 2009), el proceso de elaboración de un plan de acción local debe tener por objeto:

- Someter los resultados del cartografiado del ruido a una evaluación cuantitativa y cualitativa para detectar los puntos conflictivos y establecer las prioridades de intervención.
- Implicar a los departamentos pertinentes de las autoridades locales, a otros agentes relevantes y al público local en el proceso de evaluación.
- Vincular el proceso de planificación de la acción a otros planes y estrategias locales.



Figura 6: Portada del Manual del profesional para la elaboración de Planes de Acción contra el Ruido a nivel I (Kloth, et al., 2009)



- Desarrollar soluciones para los problemas relacionados con el ruido en colaboración con las autoridades locales, las partes interesadas y el público.
- Poner en marcha las medidas elegidas con ayuda de todos los actores implicados.

Las etapas habituales que se siguen en la elaboración de los planes de acción locales contra el ruido se sintetizan en el esquema que se presenta en la Figura 7, basado en los requisitos presentados por la Directiva 2002/49/CE y las recomendaciones del Proyecto Silence. Ejecutar estas etapas paso a paso constituye una tarea casi imposible, ya que cada localidad tiene sus especificidades, y en general varias etapas son realizadas al mismo tiempo.

Otra característica básica de los Planes de Acción contra el Ruido son sus límites. Las actuaciones se limitan a lo establecido en el marco jurídico y organizativo de las normativas regionales, nacionales y europeas. Otros límites son las competencias limitadas de las autoridades locales, por lo que las autoridades responsables por el control de infraestructuras importantes como ferrovías y autopistas tienen que estar implicadas en el proceso. Además hay el límite económico en la ejecución de las medidas correctoras, lo que hace normalmente sólo puedan ser implementadas gradualmente.

Figura 7: Etapas a seguir en la elaboración de Planes de Acción contra el Ruido (European Parliament, Council, 2002) (Kloth, et al., 2009)

2.4 Limitaciones del enfoque de Ingeniería de Control de Ruido

Es comúnmente observado que la simple reducción del nivel de ruido en el espacio urbano no necesariamente aumenta el grado de confort acústico (Yang and Kang, 2005b). Mientras los responsables por la planificación urbanística se esfuerzan para incluir la evaluación humana de la calidad del medio, evaluaciones subjetivas no forman parte de la normativa existente y tampoco están sistematizadas en la práctica habitual de los responsables por el Control del Ruido Urbano.

De acuerdo con lo presentado a lo largo de este capítulo, se observa que una medida o predicción de un nivel de presión sonora es el parámetro más común para la medida de molestia provocada por el ruido. La cuestión, es que es a partir de esos datos es muy difícil interpretar el real impacto en la población, sin información adicional sobre la naturaleza de la fuente sonora y el contexto en el que está inmersa.

La percepción del medio no consiste en una función modular donde cada modalidad sensorial actúa de manera independiente y, consecuentemente, la satisfacción con el ambiente sonoro no está estrictamente correlacionada a reducir niveles de ruido. Al evaluar la situación acústica del espacio urbano es necesario adoptar un enfoque más abrangente que permita identificar, además de las propiedades físicas, las propiedades perceptuales y afectivas que contribuyen para la experiencia en el ambiente sonoro (Hall, et al., 2013).



Figura 8: Parque eólico (www.endesa.com, 2013).



Figura 9: Discoteca (http://imagenesdefondohd.blogspot.com.es, 2013)



Figura 10: Arbolado (Autora, 2010).

Como ilustración, se pueden comprar dos situaciones distintas. En la Figura 8 está el caso de un parque eólico, como ejemplo actividad controlada y que cumple con los límites de ruido establecidos por la normativa. Sin embargo, casi siempre provoca reacciones por parte de la población. La Figura 9 representa los locales de ocio nocturnos, que en la mayoría de los casos exceden los límites establecido, pero veces provoca reacción por parte de los usuarios que están en su interior.

Cuanto a las medidas correctoras, una intervención en el ambiente urbano puede tener un impacto insignificante de acuerdo con la normativa, pero presentar un impacto significativo en la población, como puede ser la colocación de árboles – Figura 10. Así mismo, puede tener un gran impacto en la reducción del ruido, y ser despreciada por la población, como puede ser la colocación de barreras acústicas – Figura 11.



Figura 11: Barrera Acústica (www.isonor.com, 2013).

Estudios recientes (Jennings and Cain, 2012) confirman que hay muchos más componentes que influyen en la percepción humana de un ambiente sonoro como deseable. Es posible que una persona pueda caracterizar como “agradables” zonas sometidas a altos niveles sonoros, por la influencia de otros parámetros físicos así como comparación subjetiva con otras zonas ruidosas que haya experimentado anteriormente.

Otro inconveniente del enfoque de Ingeniería de Control de Ruido es que a la hora de involucrar la población en las cuestiones relacionadas al ambiente sonoro, no hay una política de elaborar documentos, mapas y representaciones accesibles a este público no experto.

En la figura 14 está representado un mapa de conflicto – no cumplimiento de los objetivos de calidad acústica presentados en la Tabla 1– elaborado por la autora en la herramienta Trasgunet®, y que podría formar parte de la documentación del Plan de Acción contra el Ruido local. Para esta simulación, se presentan los conflictos relacionados al parámetro L_{night} – Figura 13, basado en la Zonificación Acústica del Municipio de Miranda de Ebro – Castilla y León –propuesta por la autora en la Figura 12.

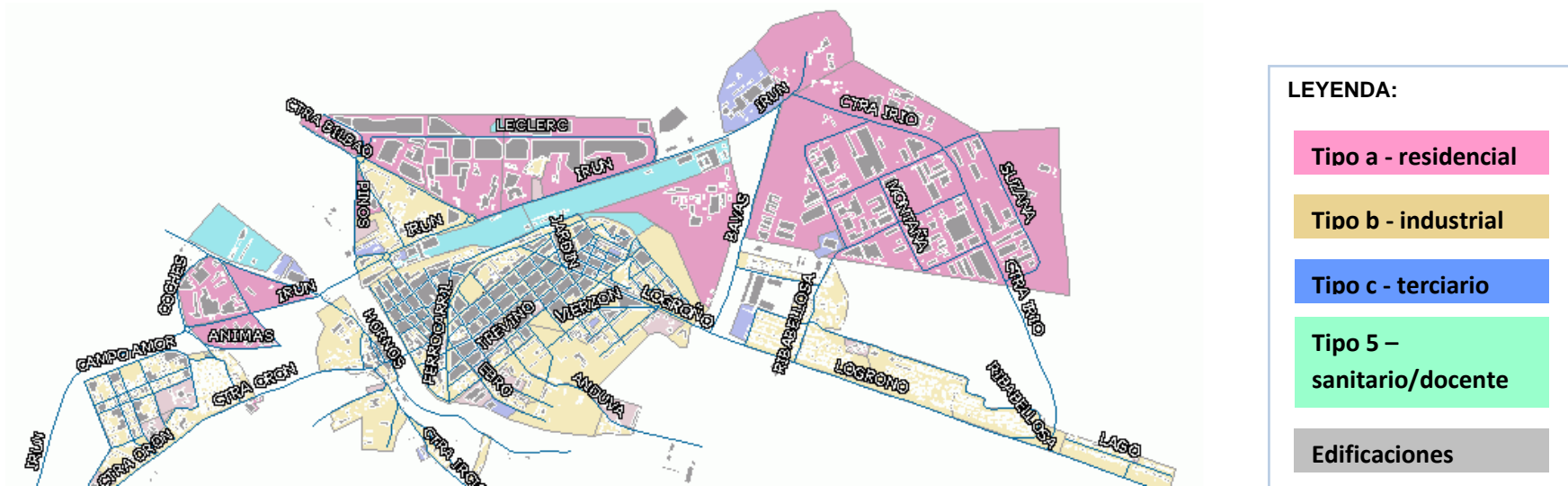


Figura 12: Zonificación Acústica del municipio de Miranda de Ebro (Herramienta: Trasgunet - autora,2013)

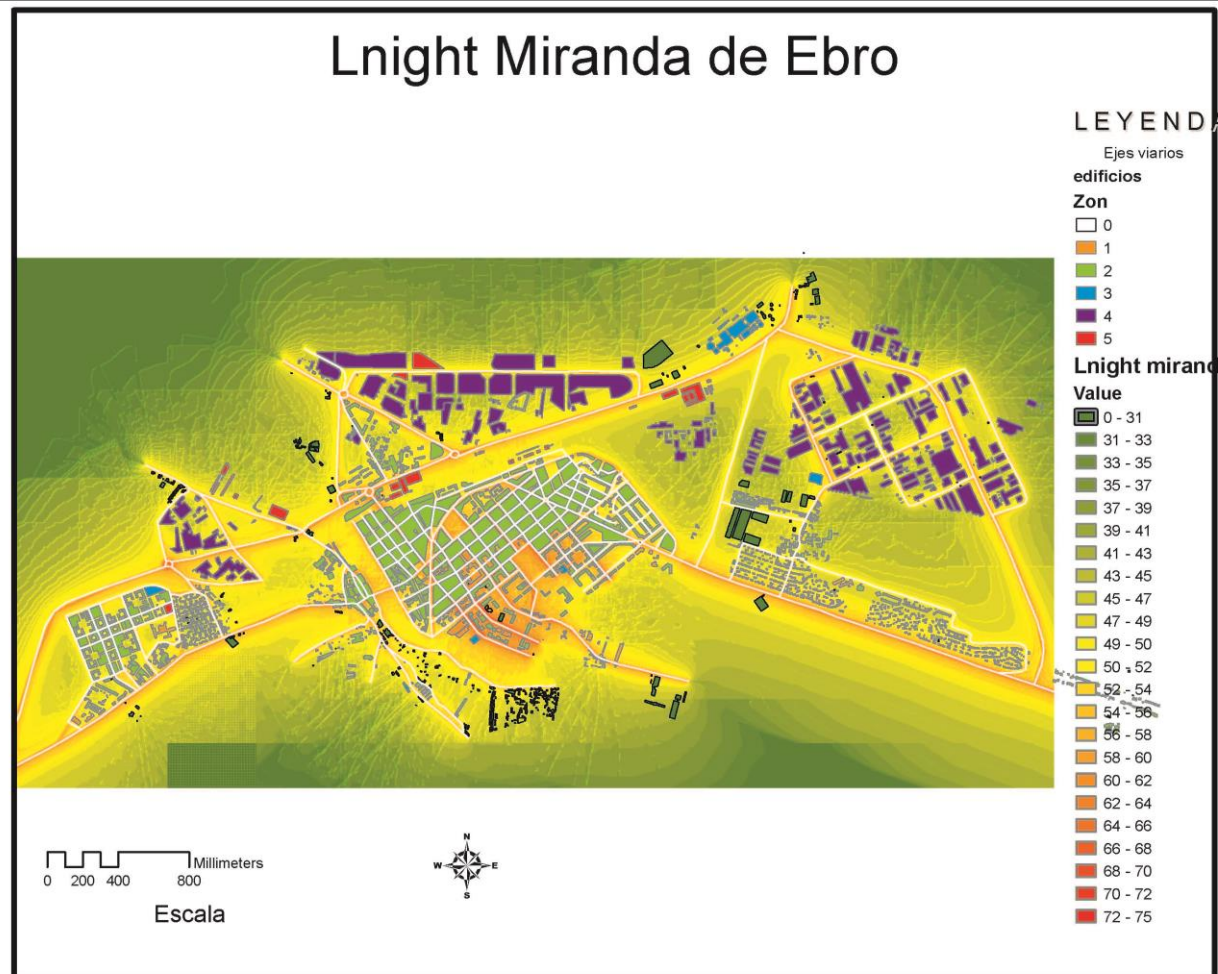


Figura13: Lnight - municipio de Miranda de Ebro (Herramienta: Trasgunet - autora,2013)

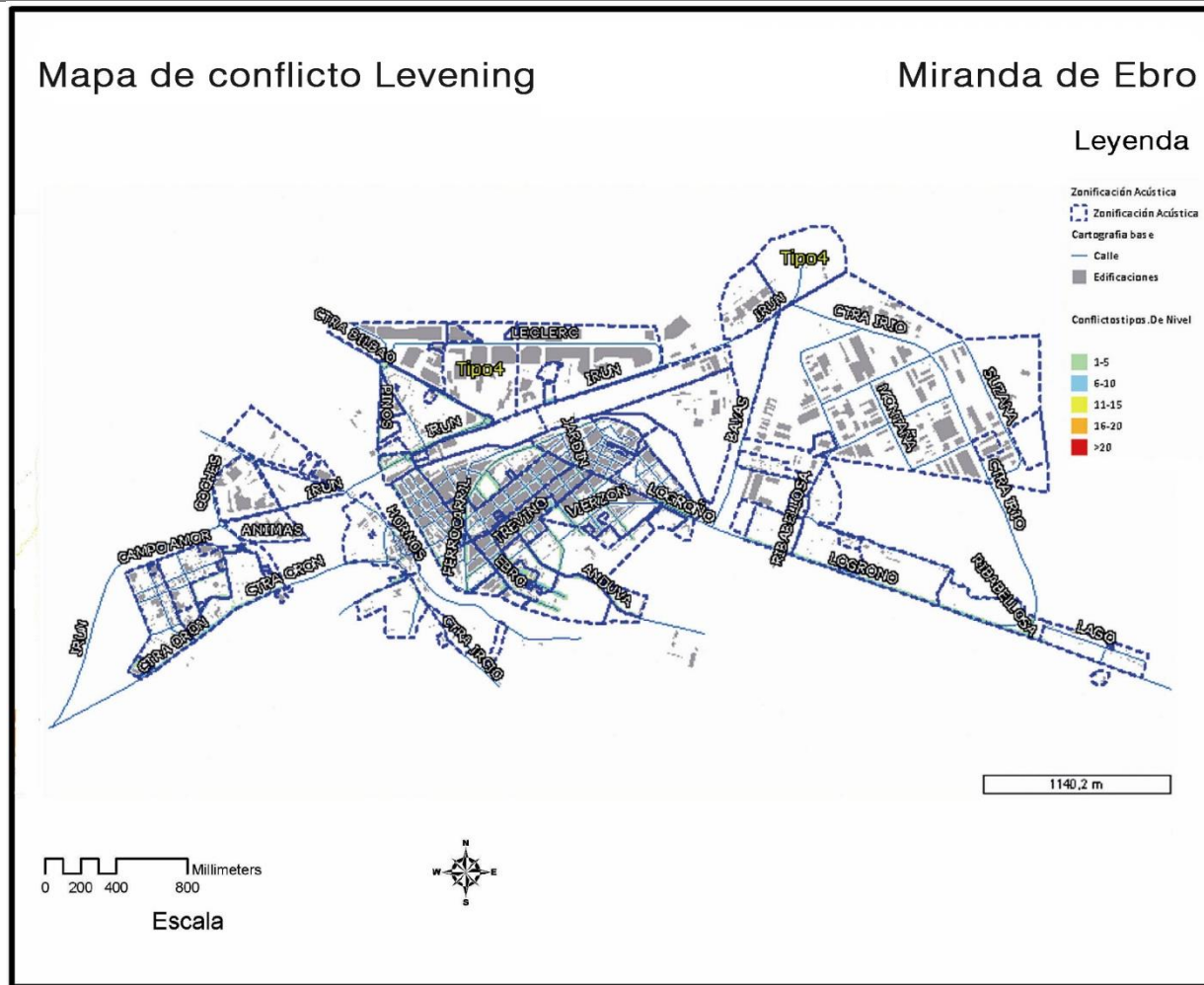


Figura14: Conflicto Lnight - municipio de Miranda de Ebro (Herramienta: Trasgunet - autora,2013)

Aparte del problema de visualización causado por la adecuación de los planos a este documento, se puede percibir que desde esta herramienta – como muchas disponibles en el mercado – no se obtienen mapas de fácil comprensión para no expertos ya que las representaciones se restringen a los requisitos mínimos determinados por la normativa.

También otra limitación importante de este enfoque es en lo que se refiere a los modelos de predicción utilizados por las herramientas de cálculo, a la hora de simular las situaciones acústicas. El procedimiento para la modelización funciona de manera semejante en la mayoría de los programas informáticos disponibles en el mercado:

- Creación del modelo físico: topografía, edificaciones etc.
- Asignación de fuentes de ruido: carreteras, ferrocarriles, industrias etc.
- Asignación de datos a las edificaciones :uso, población
- Cálculo del modelo basado en métodos de predicción estándar
- Presentación de resultados: mapas, representaciones 3D, videos etc.

A pesar de que la dinámica de generación de estos mapas sea muy parecida y la normativa especifique requisitos mínimos, hay un margen muy amplio a la hora de introducir los datos necesarios para la creación y cálculo del modelo.

La consecuencia es que resulta muy difícil comparar y analizar desde mapas de ruido de distintos países en Europa hasta mapas elaborados por distintas consultorías acústicas en municipios vecinos.

Considerando apenas el ruido de tráfico, hay nueve métodos de predicción usados frecuentemente en Europa:

- NMPB-Routes-96 (Francia, EC-Interim)
- RLS-90, VBUS (Alemania)
- DIN 18005 (Alemania)
- RVS 04.02.11 (Austria)
- STL 86 (Suiza)
- SonRoad (Suiza)
- CRTN (Reino Unido)
- TemaNord 1996:525 (Escandinavia)
- Czech Method (República Checa)

El método francés NMPB-Routes-96 es el comúnmente adoptado para la elaboración de Mapas de Ruido y Planes de Acción en España.

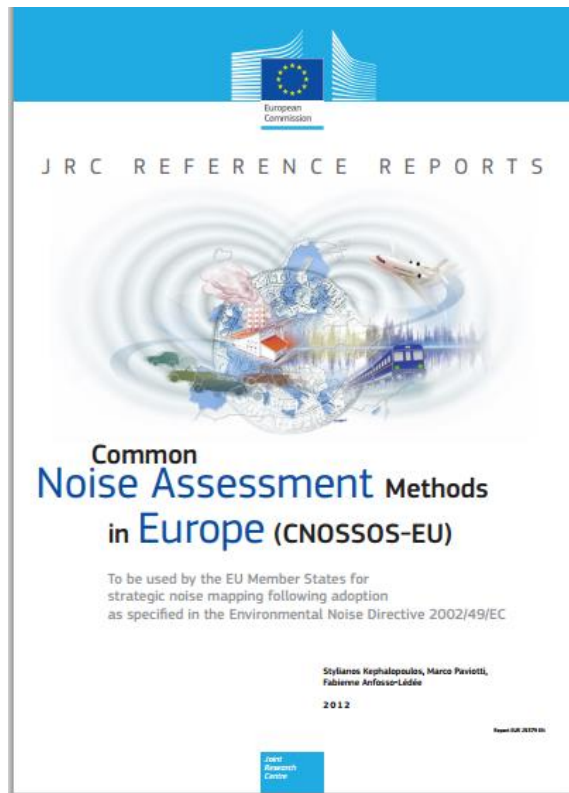


Figura15: Portada del Informe del JCR sobre el proyecto CNOSSOS (Kephelopoulou, et al., 2012)

Para colaborar en la solución de este problema, y observadas inconsistencias en la primera ronda de Mapas Estratégicos de Ruido, la Comisión Europea viene llevando a cabo desde 2009 el proyecto denominado CNOSSOS-EU, que tiene como objetivo mejorar la coherencia y la comparabilidad de los resultados de la evaluación del ruido en todos los estados miembros de la UE. Estos métodos comunes de evaluación del ruido en Europa evaluarán el ruido del tráfico rodado, ferroviario y aéreo y de la industria, y proporcionarán datos sobre los niveles de ruido a los que están expuestas las personas en toda la UE. Los Estados miembros tendrán que empezar a utilizar los nuevos métodos para la siguiente ronda de mapas estratégicos de ruido de Europa en 2017.

Algunos de los valores añadidos proporcionados por este proyecto son (Kephelopoulou, et al., 2012) :

- Permite utilizar las bases de datos de entrada existentes a nivel nacional y su integración en la Base de Datos CNOSSOS-EU.
- Permite una aplicación consistente en todos los EM de la UE mediante la Guidance for competent use de CNOSSOS-EU.
- Permitir una estimación mejor del efecto del ruido ambiental en la salud (OMS).
- Proporciona una aproximación coherente para una mejor evaluación de la exposición al ruido.

3 Un enfoque holístico: Paisaje Sonoro

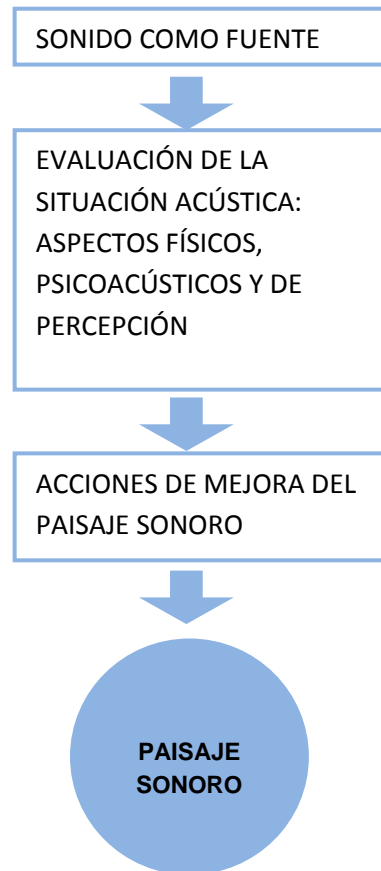


Figura 16:Esquema del enfoque de Paisaje Sonoro
(Autora,2013)

La noción de Paisaje Sonoro ha surgido en un ámbito dónde se buscaba repensar la evaluación del ruido y sus efectos. La idea es explorar el **ruido** en su complejidad y su ambivalencia y cambiar el enfoque hacia el **sonido**.

Dadas las limitaciones del enfoque de Ingeniería de Control de Ruido, esta manera de tratar el ambiente sonoro urbano adopta un enfoque holístico que busca evaluar el significado de los sonidos y establecer la evaluación de la percepción humana como tema clave.

3.1 Comprendiendo el Paisaje Sonoro

El concepto de paisaje sonoro¹, frecuentemente utilizado en su forma en lengua inglesa, Soundscape, ha sido definido por Raymond Murray Schafer a finales de los años 70:

El Paisaje Sonoro es el entorno sonoro concreto de un lugar real determinado, y es intrínsecamente local y específico a cada lugar (Schafer, 1994)

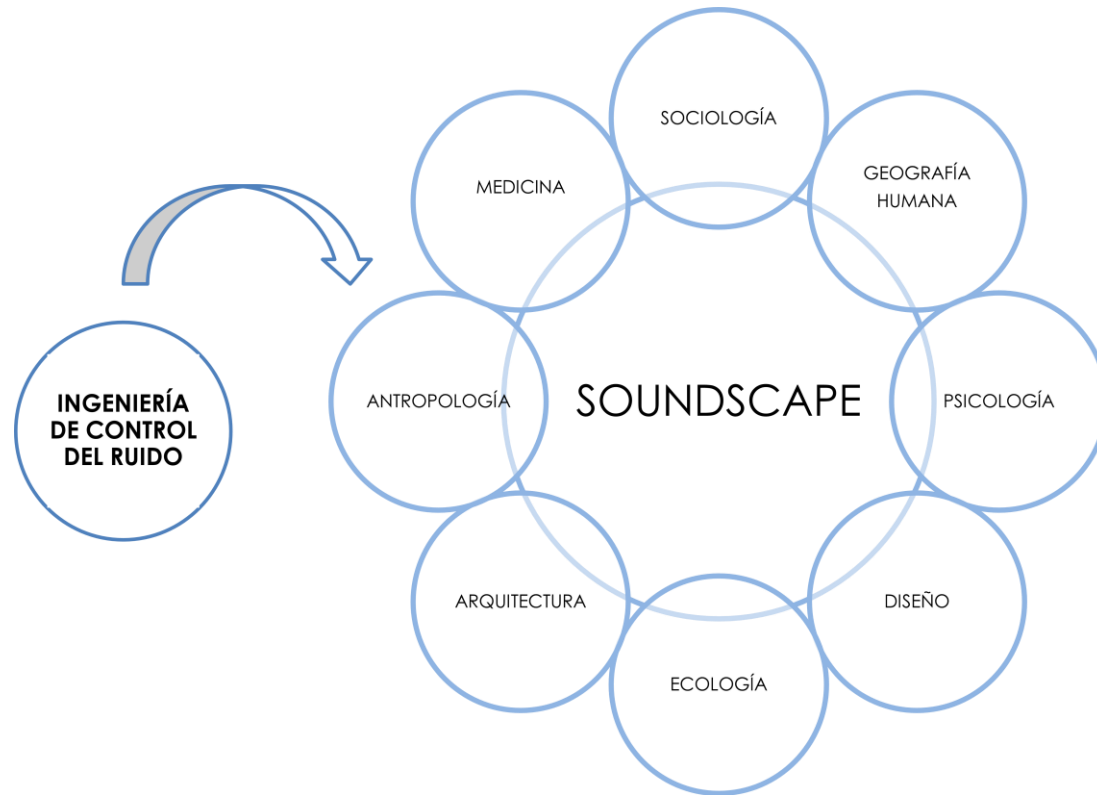
En la misma época, crea con sus colaboradores el World Soundscape Project, cuyo principal trabajo ha sido documentar ambientes acústicos, y generar una conciencia pública sobre la importancia del paisaje sonoro. El trabajo de Schafer y del WSP ha sido fundamental para introducir la acústica en el programa ambiental y sentar las bases de los estudios de Paisaje Sonoro actuales. El foco está en cómo las personas perciben de manera consciente el ambiente sonoro que les envuelve.

El enfoque de Paisaje Sonoro representa un cambio de paradigma que combina métodos físicos, sociales y psicológicos y considera los sonidos ambientales como un recurso en lugar de un residuo. Como se puede observar en la Figura 18, los procedimientos realizados en el marco de la Ingeniería de Control de Ruido, constituyen apenas una parte de esta perspectiva integral.



Figura 17: Raymond M. Schafer realizando grabaciones de paisajes sonoros (Schafer, 1994)

¹ Para los objetivos de este trabajo, el término Paisaje Sonoro con en mayúsculas se refiere al enfoque de análisis del ambiente sonoro, y en minúsculas al paisaje sonoro como tal.



Los estudios de campo realizados por Schafer y el World Soundscape Project constituirán medidas de nivel sonoro, grabaciones binaurales del paisaje sonoro y una colección de características sonoras basadas en la experiencia de las personas.

Figura18: Paisaje Sonoro (Autora,2013)

Desde finales de los años noventa en enfoque de Paisaje Sonoro empezó a moverse hacia el ámbito del gerenciamiento del ruido urbano, pero el enfoque basado en Mapas de Ruido y Planes de Acción sigue prevaleciendo. En las Figuras 19 y 20 y en la Tabla 2 se esquematizan las diferencias de las dos formas de considerar el ambiente sonoro:

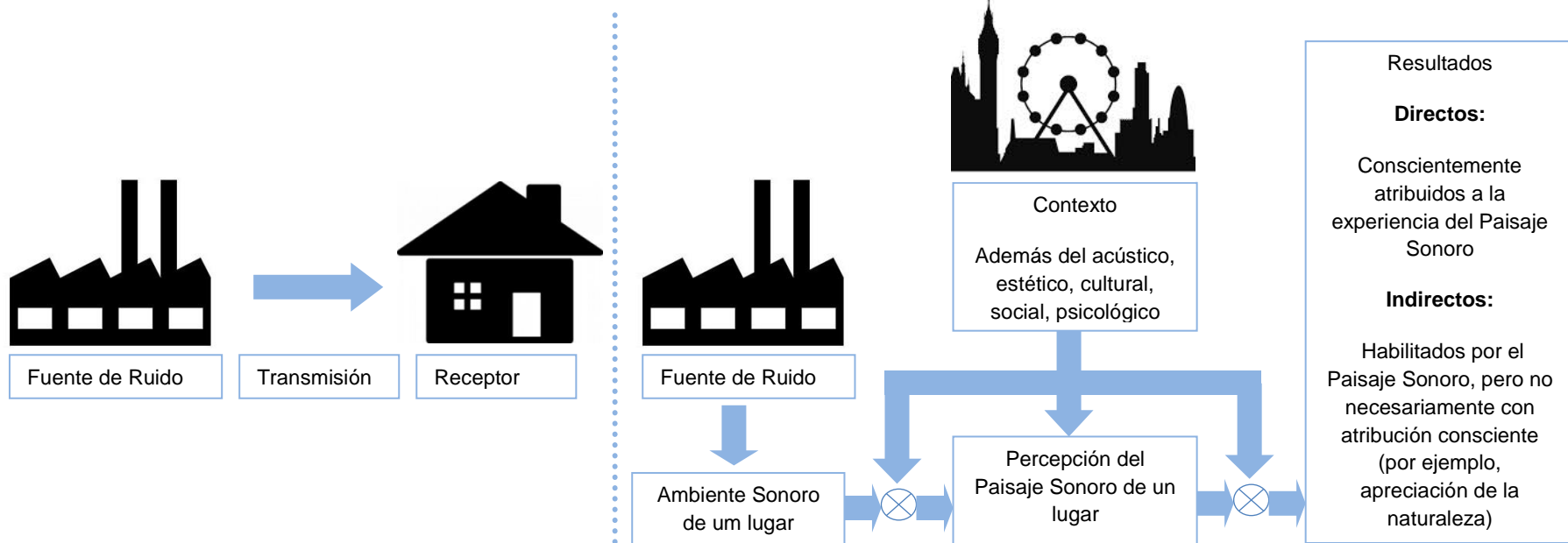


Figura 19:Esquema enfoque de Ingeniería de Control de Ruido (Autora,2013)

Figura 20:Esquema enfoque de Paisaje Sonoro ,(Autora,2013), basada en (Schomer at al, 2009)

Como ya comentado antes, el enfoque de Control de Ruido no necesariamente conlleva a una mejora de la calidad de vida y satisfacción de la población, al no tener en cuenta la percepción por parte del usuario. Es fundamental introducir un enfoque holístico para evitar que con frecuencia las acciones tomadas por parte de los responsables no sean factibles ni rentables.

Tabla 2: Comparativa entre los dos enfoques presentados

ENFOQUE CONTROL DE RUIDO	ENFOQUE DE PAISAJE SONORO
Ruido como residuo - molestia	Ruido como fuente - preferencia
Respuesta humana relacionada A nivel de ruido	Respuesta humana no relacionada a nivel de ruido (el objetivo no es el silencio)
Medida del nivel de ruido Integrando todas las fuentes	Requiere diferenciación de las fuentes (sonidos deseados x no deseados)
Gestión dedicada a reducción de ruido	Gestión dedicada a además de reducir el ruido, identificar los sonidos deseados

3.2 Evaluando el Paisaje Sonoro

Para los profesionales de la Acústica, el concepto de Paisaje Sonoro resulta muy atractivo ya que se adecua mejor de los niveles sonoros a los diversos factores que influyen en la experiencia humana en el medio ambiente. La desventaja está en caracterizar todos estos factores, explicar cómo interactúan entre ellos y cómo afectan el comportamiento humano.

Según Kozo Hiramatsu, la evaluación del paisaje sonoro *no se dedica a evaluar sólo la situación acústica, sino también las modalidades sensoriales, estéticas, geográficas, sociales, psicológicas y culturales, basadas en la percepción, en el contexto de la actividad humana a través del espacio, el tiempo y la sociedad*². (Hiramatsu, 2004).

Dado de que la experiencia y las expectativas de los usuarios son un parámetro fundamental, esta evaluación integral requiere una extensa colección de datos para análisis. También en los últimos años, ha habido algún progreso en la creación de modelos teóricos de percepción del paisaje sonoro, que serán abordados más adelante.

Para mejor comprensión de la base del análisis, Schulte-Fortkamp (Schulte-Fortkamp and Voigt, 2012) propone una estrategia de triangulación como esquematizado en la Figura 21.



Figura 21: Triangulación para análisis del paisaje sonoro (Autora, 2013), basada en (Schulte-Fortkamp and Voigt, 2012)

² Traducido por la autora

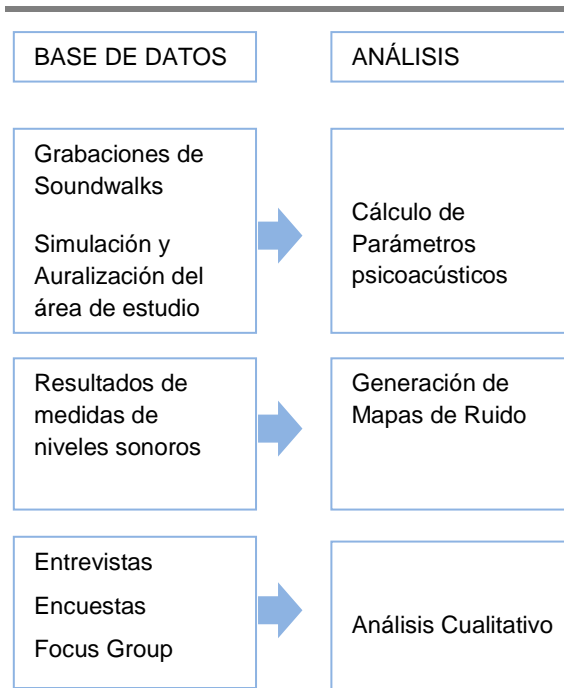


Figura 22: Ejemplo de Fuentes de datos y análisis del paisaje sonoro (Autora,2013), basada en (Schulte-Fortkamp, 2011)

Uno de los principales objetivos de este análisis es llegar a una correspondencia entre los criterios físicos-acústicos y descriptores perceptuales. Así que se deben introducir métodos de psicología y sociología al trabajo Ingenieril.

Desde esta perspectiva integral, el análisis se lleva a cabo sobre una base de datos provenientes de diversas fuentes, como se demuestra en la Figura 22, basada en la metodología presentada en el proyecto de rehabilitación de la Nauener Platz en Berlín (Schulte-Fortkamp, 2011). A continuación se hace un breve comentario sobre algunos conceptos menos habituales para el público no experto:

- **Soundwalks o “Paseos Sonoros”:** Un método desarrollado por Schafer que consiste en que un “paseante sonoro” – soundwalker – siga una ruta específica de la zona estudiada y recoja los sucesos sonoros que se producen. Las grabaciones se realizan con un sistema de micrófonos binaurales que permiten analizar el sonido de un modo estereofónico (como en funcionamiento del oído humano) y por tanto crea una imagen más realista de la percepción que tienen los usuarios del paisaje sonoro. La ventaja de este tipo de grabación frente a las mediciones simples del nivel de presión sonora es que permite identificar cada fuente exclusivamente, y por tanto, analizar su calidad (frecuencias, intensidad, efecto espacial, etc.).

- **Simulación y Auralización del paisaje sonoro:** Trátase del proceso mediante el cual en una sala de simulación virtual se simula la sensación de escuchar sonido tridimensional, para fuentes sonoras determinadas, en la posición relativa del oyente y de la(s) fuente(s). Su ventaja es la posibilidad de llevar a cabo estudios de percepción de distintos paisajes sonoros existentes sin el desplazamiento del usuario. Además, es posible simular situaciones futuras y obtener la evaluación de percepción antes de la intervención física. Algunas desventajas son la grande carga computacional exigida y la parcialidad que un ambiente artificial puede traer a la percepción humana del paisaje sonoro.
- **Parámetros Psicoacústicos:** La Psicoacústica es una rama de la ciencia que estudia los factores físicos y psicológicos que intervienen en el proceso de audición en el ser humano. Para el análisis del paisaje sonoro se utilizan índices (Zwicker and Fastl, 1999) que, a partir de magnitudes físicas objetivas como los niveles presión sonora, representan sensaciones acústicas concretas. Los índices más habituales, utilizando la terminología inglesa habitual, son Roughness, Sharpness y
 - **Loudness** - La manera como percibimos la amplitud del sonido. La percepción de la sonoridad está influenciada tanto por la frecuencia como el timbre, de manera que para los seres humanos clasificaren sonidos con el mismo volumen, la cantidad de energía necesaria para producirlos en una frecuencia puede ser completamente diferente de otra. En la ISO 226 (Din Iso, 2006) se presenta una gráfica que representa nuestra percepción de la intensidad frente a las frecuencia de los tonos.

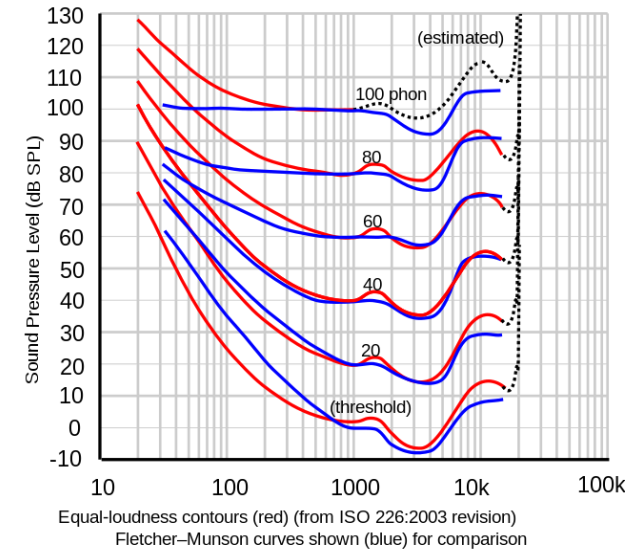


Figura 23: Curvas Isofónicas – (Dominio Público)

Una vez colectados los datos y realizados los cálculos y análisis correspondientes, se pueden obtener tres tipos de mapas de evaluación del paisaje sonoro, como ejemplificado en la rehabilitación acústica de la Nauener Platz en Berlín (Schulte-Fortkamp, 2011):

- Mapas de Ruido: Ayudan a identificar con fiabilidad los puntos críticos: zonas de conflicto por superación de niveles y por percepción.
- Mapas Psicoacústicos: Proporcionan soporte adicional en la determinación de las medidas de reducción del ruido requeridos
- Mapa mentales: Recogen la percepción de los usuarios, posibilitando identificar molestias, preferencias y significados.

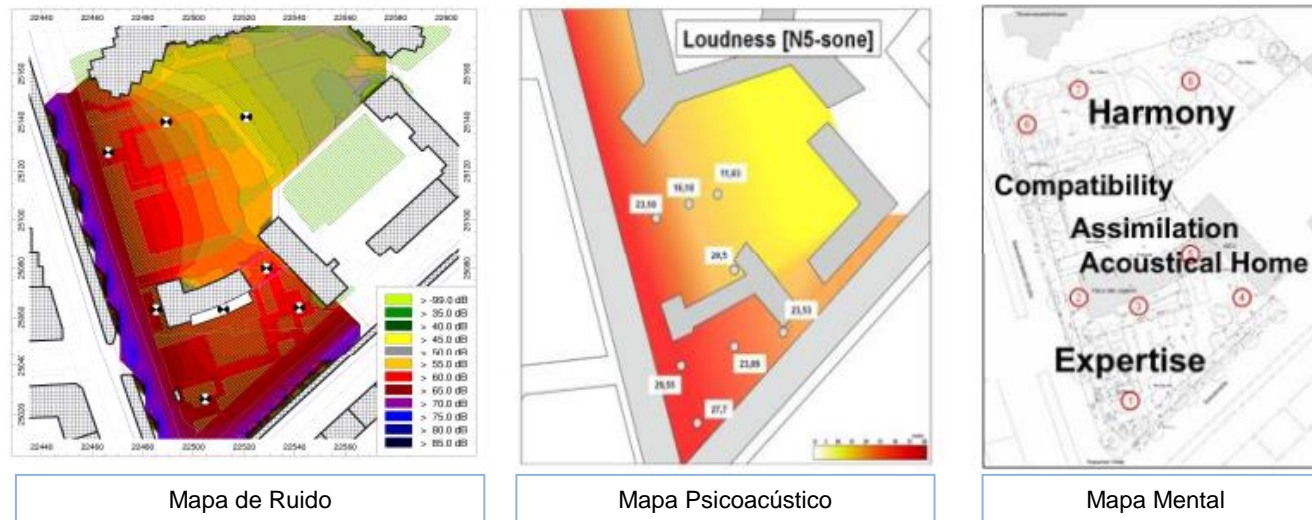


Figura 24: Mapas para Análisis bajo el enfoque de Paisaje Sonoro (Schulte-Fortkamp, 2011)

3.3 Actuando en el Paisaje Sonoro

Visto que el medio urbano es el foco de este trabajo, cabe hablar de intervenciones en el paisaje sonoro de los espacios públicos abiertos de la ciudad (plazas, calles, paseos, parques, mercadillos etc.). Es creciente la atención dada por los planificadores arquitectos y consultores al confort físico en estos espacios, y como ya se ha comentado, es importante considerar los efectos de los aspectos sociales y psicológicos en la evaluación de este confort por parte de los usuarios.

Como consecuencia a la hora de actuar en los espacios públicos urbanos, se deberán identificar los principales factores que caracterizan el paisaje sonoro, dada su complejidad. Diferentemente de la dinámica de los mapas de ruido, las acciones llevadas a cabo bajo este enfoque no se centrarán simplemente en medidas para la reducción de niveles de ruido. Tratase de intervenciones basadas en la colaboración entre los diversos actores, buscando equilibrar evaluaciones acústicas, planeamiento urbano/arquitectónico y las habilidades de los usuarios para una nueva comprensión del espacio público.

De acuerdo con los principios del proyecto The Positive Soundscape Project (WJ Davies, 2007), además de combatir el ruido, las acciones deberán buscar gestionar y promover la calidad del sonido, como se observa en la Figura 25.

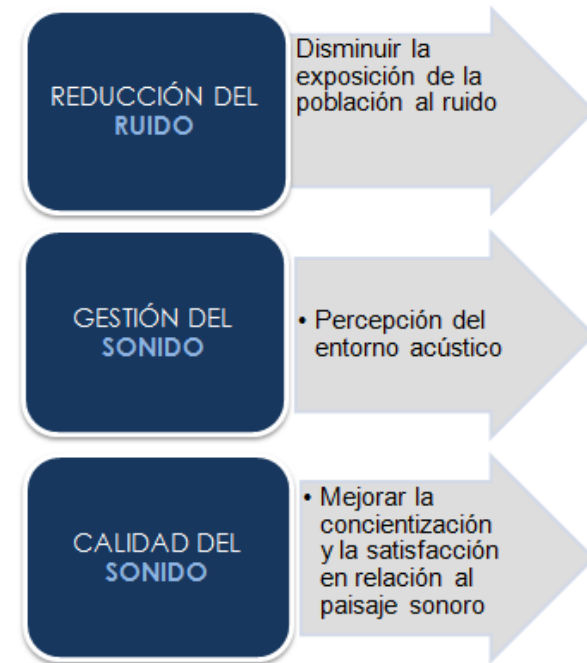


Figura 25: Esquema de Acciones y sus objetivos desde el enfoque de Paisaje Sonoro (Autora,2013)



Figura 26: Detalles del Proyecto de Gold Route (Kang, 2011)

Un ejemplo actuación de éxito es el proyecto coordinado por el Profesor Jian Kang en la ciudad de Sheffield, Inglaterra. Dentro del proceso de regeneración del centro urbano se propuso crear conjunto de espacios públicos, denominado Gold Route, conectados por elementos de agua.

En la evaluación del paisaje sonoro se han llevado a cabo los siguientes análisis:

- Estudio de los cambios en frecuencia y tiempo de paisajes con agua en movimiento.
- Análisis de parámetros psicoacústicos.
- Análisis de percepción por medio de encuestas.

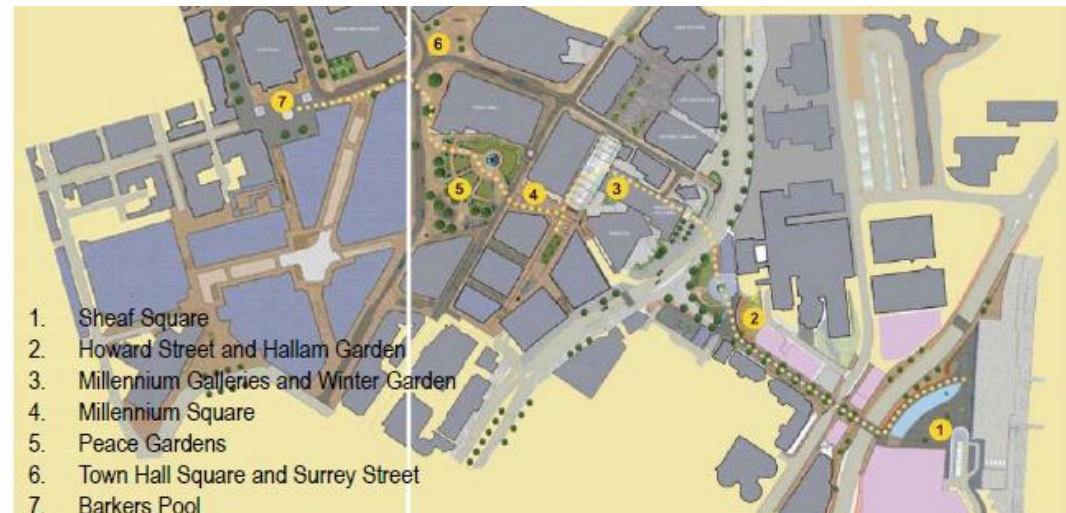


Figura 27: Proyecto de Gold Route (Kang, 2011)

Para los objetivos de este trabajo, se comentará la intervención en el punto número 1 del mapa de la Figura 27, Sheaf Square.

Cuanto al análisis de percepción, uno de los resultados destacados es la preferencia, en un universo de 1000 encuestados, por el sonido del agua en el paisaje sonoro, como se puede observar en la Figura 28. Además, la ciudad de Sheffield tiene una relación histórica con elementos de agua.

La Sheaf Square es una plaza ubicada justo a las puertas de la estación de trenes y da inicio a la Gold Route. Basado en el análisis de percepción, el diseño del nuevo espacio ha incorporado cuatro elementos con agua en movimiento - ver Figura 29:

- 1. Big fountain - grande fuente
- 2. Small cascade – cascada pequeña
- 3. Medium cascade – cascada mediana
- 4. Steel barrier - barrera acústica de acero con caídas de agua

A continuación se presentan algunos los resultados de los análisis de niveles de ruido y parámetros psicoacústicos.

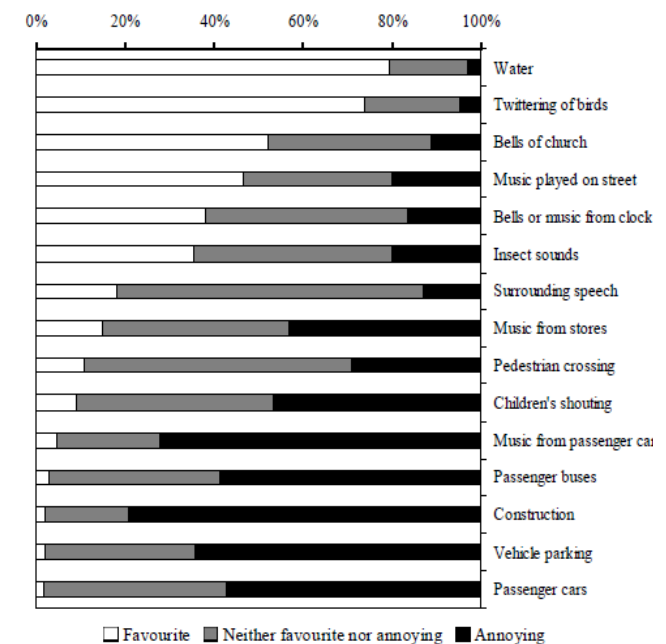


Figura 28: Preferencia en el paisaje sonoro (Kang, 2011)



Figura 29: Sheaf Square (Kang, 2011)



Figura 30: Sheaf Square (Kang, 2011)

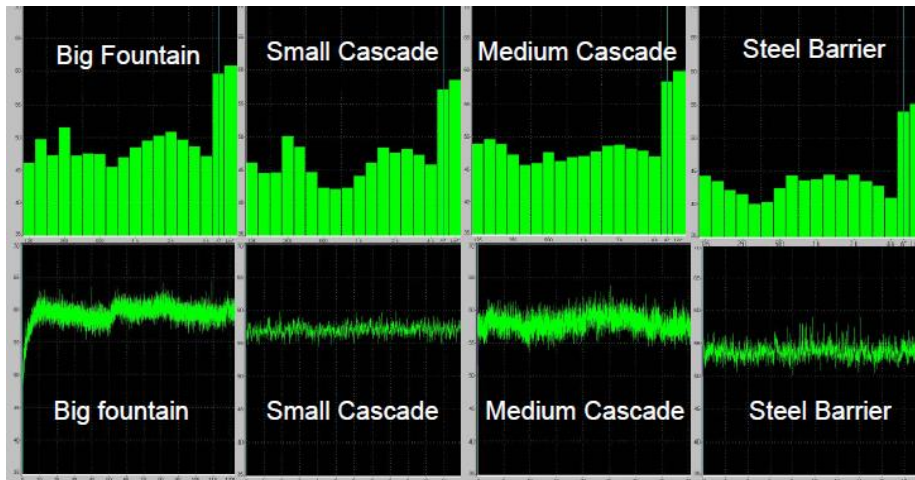


Figura 31: Niveles de ruido en frecuencias y en dominio temporal (Kang, 2011)

Psychoacoustic indices	Fluctuation Strength vacil	Loudness (FFT / ISO 532 B) soneGF	Roughness asper	Sharpness (FFT / ISO 532 B, Aures) acum
Water				
Medium Cascade	0.0363	24.6	2.70	3.26
Steel Barrier	0.0110	19.9	2.45	2.67
Big Fountain	0.0111	25.2	2.67	3.29
Small Cascade(L1)	0.00956	24.2	2.64	3.29
Small Cascade(L3)	0.0189	22.5	2.45	3.17
Traffic Noise	0.0112	24.6	2.69	2.17

Figura 33: Resumen de parámetros psicoacústicos(Kang, 2011)

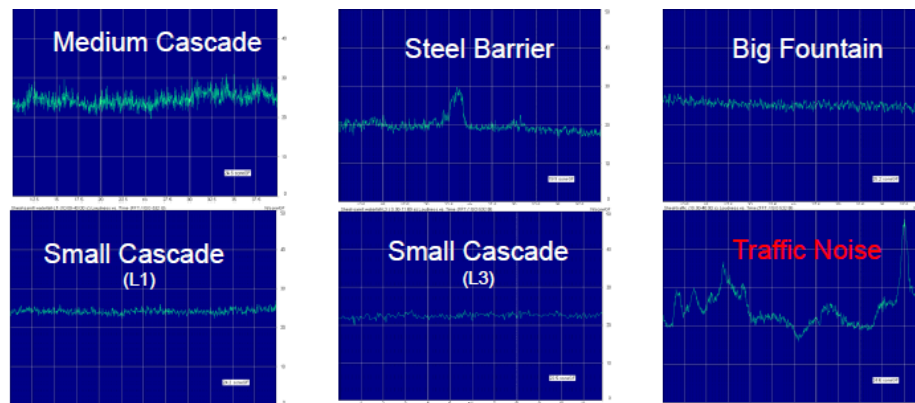


Figura 32: Loudness en el dominio del tiempo(Kang, 2011)

El proyecto constituye un ejemplo de interacción entre diseño urbano y Paisaje Sonoro. Además de su función de reducir la molestia por el ruido, mejora la calidad del ambiente y valora las marcas sonoras consideradas como valores culturales. El objetivo de las acciones no es llegar al silencio, situación casi imposible de ser experimentada fuera de una cámara anecóica., sino a un estado de calidad de vida.

Utilizando una filosofía de gestión integral del ambiente sonoro urbano se puede lograr una mayor eficiencia en la identificación de conflictos y potencialidades tanto de nivel como de percepción y proponer medidas de intervención en el espacio urbano que sean coherentes con los intereses de la población, políticos y demás entidades relacionadas al problema del ruido.

En el capítulo siguiente se proponen las bases para una herramienta que pueda facilitar esta gestión, teniendo como referencia los dos enfoques presentados en el trabajo.

4 Propuesta: Herramienta de gestión integral

A pesar de las limitaciones del enfoque de Ingeniería de Control de Ruido a la hora de gestionar el ambiente sonoro urbano, este sigue siendo la dinámica habitualmente aplicada por las administraciones responsables, visto que su principal objetivo es el cumplimiento de la normativa vigente.

Con el objetivo de facilitar la administración y divulgación de las cuestiones relacionadas al ambiente sonoro urbano, se propone una arquitectura de sistema de gestión integral para coordinar la información disponible y los agentes relacionados al tema del ruido. Esta herramienta se desarrolla desde una perspectiva más amplia que los límites del Control de Ruido, para promover la calidad de los espacios públicos, que contribuye directamente a la calidad de vida general en las ciudades (Yang and Kang, 2005a), y la participación ciudadana.

4.1 ¿Ciudad inteligente o gestión inteligente?

La arquitectura de sistema de gestión integral que se presentará a lo largo de este capítulo se basa en ICT, sigla en inglés para Tecnologías de Información y Comunicación. Los avances en esta rama ya no son ideales futuristas y el poder transformador de la tecnología está ya pasando, en la organización de las personas colectivamente, muchas veces facilitando procesos.

A lo largo de la historia, el desarrollo urbano siempre ha estado relacionado a avances de la técnica, no solamente vinculado a los avances en la información. Actualmente las ciudades están rodeadas por tecnología, sea para la movilidad, la generación y la distribución de energía, la provisión de servicios públicos, la gestión de residuos, la vigilancia y la seguridad.

No es objeto de este trabajo tratar el tema de las *smart cities* o ciudades inteligentes, sino tomar partido de algunos conceptos que orbitan alrededor de este tópico para la propuesta de herramienta de gestión del ambiente sonoro urbano.

En los últimos tiempos parece imponerse una nueva forma de entender el funcionamiento de las ciudades, la promesa de reunir toda la gama de rastros de información digital de la vida urbana y gestionar esta cantidad de datos con modelos inteligentes de predicción del comportamiento de los diferentes subsistemas urbano (Fernández, s.d.).

Esta nueva “ciencia urbana” busca dominar todo el funcionamiento, todo lo que sucede en una ciudad basándose en datos y el código, como si existieran leyes que organizan la vida en la ciudad y por medio de las nuevas técnicas cuantitativas es posible descífralas. Pero los datos no son neutrales, absolutos. Por ejemplo (Mikoleit & Pürckhauer, 2011): cómo y por qué la gente usa los espacios públicos, se reúne en las intersecciones, usa el transporte público, conoce amigos, busca el sol o se organiza en común, utiliza o deja de utilizar determinadas aceras o plazas, escoge ciertas localizaciones para sus negocios, cruza o no en ámbar, apaga las luces de una habitación cuando no hay nadie en ella, diseña los escaparates de las tiendas, se sienta en unos bancos y no en otros, rehúye ciertas calles etc. Todas estas acciones esconden un código oculto que no aparece en los resultados de predicción de comportamientos de la visión tecnológica de la ciudad inteligente.

Otra gran parte de los argumentos para apoyar la extensión de nuevas soluciones tecnológicas en el funcionamiento urbano remiten a la sostenibilidad como argumento de aceptación social. La tecnología se presenta como una solución para afrontar los retos de la sostenibilidad urbana, ofreciendo mejoras de eficiencia en el consumo de recursos o incluso la posibilidad de modificarlos patrones de comportamiento.

Pero en la mayoría de los casos el determinismo Tecnológico choca con la complejidad e imprevisibilidad de la vida urbana. Hace falta utilizar estas herramientas desde una perspectiva más amplia para que el urbanismo futuro no se reduzca a ofrecer la ciudad como espacio libre dónde aplicar los sistemas sofisticados y aplicaciones móviles desarrollados por grandes empresas de tecnología.

En la visión de la autora, el uso de las ICT constituye una oportunidad para nuevos procesos de investigación y análisis para entender mejor las ciudades y el comportamiento de sus habitantes. Pero no de manera absoluta.

El uso de tecnologías para servicios urbanos puede ser muy beneficiosos para la mejora de los servicios públicos, así como tecnologías de empoderamiento del ciudadano, que posibilitan nuevas formas de intervención digital en la creación colectiva o simplemente en las experiencias de vida en la ciudad. Se han tenido en cuenta estos dos conceptos a la hora de desarrollar la propuesta de sistema de gestión del ambiente sonoro urbano.

4.2 Arquitectura del sistema de gestión integral

El sistema de gestión integral propuesto está pensado para ser implementado por las autoridades locales en municipios que tengan como objetivo tratar el ambiente sonoro urbano desde una perspectiva más amplia que la exigida por la normativa existente. A continuación se explica de manera esquemática la arquitectura de este sistema.

Utiliza recursos sencillos y ampliamente utilizados de TIC, interacción con el usuario e sistemas de información geográfica. Dada la complejidad y dificultad primeramente de implicación por parte de las autoridades, y posterior puesta en marcha de un plan de gestión del ambiente sonoro urbano, el principal objetivo de este sistema es facilitar el cumplimiento de todos los requisitos mínimos impuestos por la normativa agregando con el valor añadido de la evaluación de percepción por parte de los ciudadanos.

En la propuesta, el sistema de información está concentrado en una herramienta web, donde los datos de entrada son los de la situación acústica de nivel (mapa de niveles sonoros), aportados por la administración y los responsables externos en Acústica y Planificación Urbana, e incorporación de componentes subjetivos (mapas de percepción) también colectados por medio de una aplicación móvil y aportados por los ciudadanos.

En una segunda etapa los datos recibidos son procesados, se configurarían los objetivos de calidad deseables o exigidos, y los resultados obtenidos serían:

- Mapas de conflicto de nivel → incumplimiento de los objetivos de calidad acústica →
- Mapas de percepción → evaluación subjetiva de molestia
- Mapas de percepción → evaluación subjetiva de preferencia
- Mapas de zonas sensibles → zonas especiales donde coinciden los conflictos por niveles y por percepción.

En esta etapa también sería posible disponer de un sistema de cálculo y predicción incorporados al sistema, mediante el cual, los responsables pudieran incorporar simulaciones de acciones futuras antes de tomar una medida correctora o preventiva.

Al ser una herramienta web, el seguimiento de todas las actividades por el público se puede llevar a cabo de forma sencilla. La representación gráfica se puede realizar a través de visor GIS, o nuevos sistemas como Carto DB (www.cartodb.com), con un nivel de complejidad adecuado al usuario que vaya a utilizar la herramienta.

A partir de los resultados se llevarían a cabo acciones dentro de un plan integral para la calidad del Paisaje Sonoro. En las Figuras 33 y 34 se esquematiza esta propuesta de sistema.

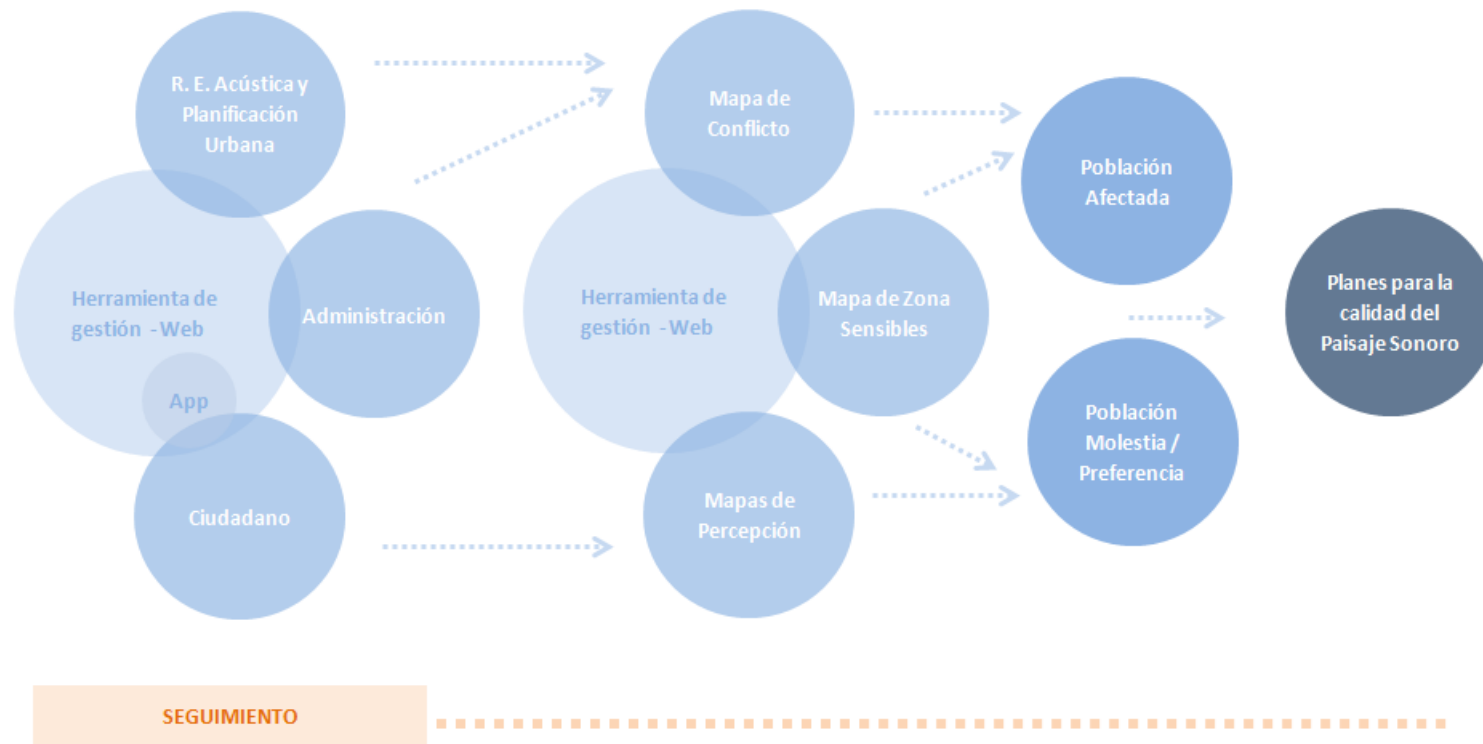


Figura 33: Sistema de gestión integral del ambiente sonoro (Autora,2013)

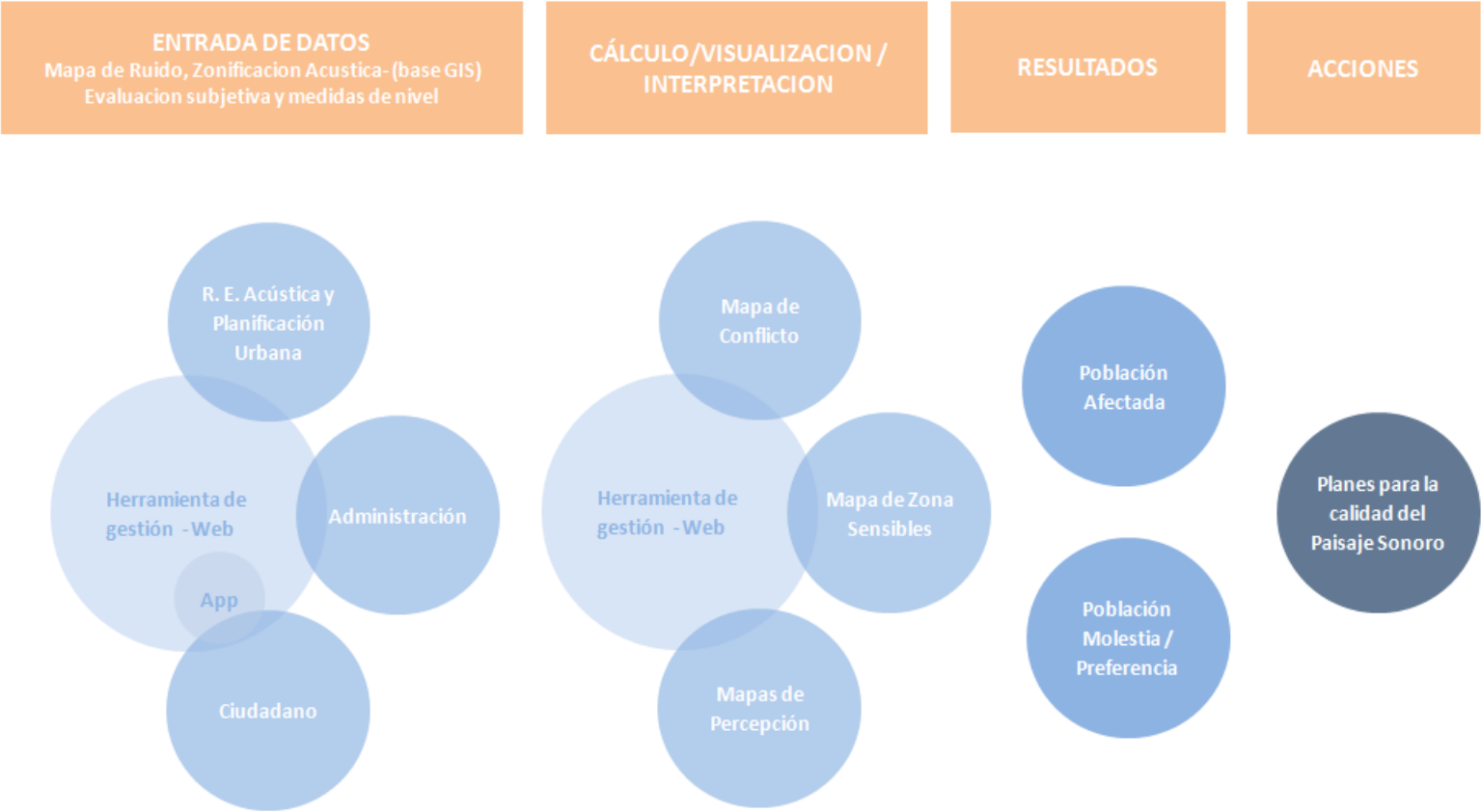


Figura 33: Sistema de gestión integral del ambiente sonoro (Autora,2013)

El esquema del sistema está presentado de forma lineal, pero en la aplicación en la realidad, las etapas constituirían un proceso continuo posibilitando la retroalimentación del sistema.

Cabe destacar que para que esta propuesta de gestión integral pueda funcionar de manera eficiente hay dos grandes desafíos en cuestión:

- ¿Cómo lograr la implicación de las autoridades en las cuestiones del ambiente sonoro, buscando calidad de vida e integración con los demás “departamentos” de las administraciones?
- ¿Cómo alcanzar los usuarios y mantenerlos comprometidos? ¿Cómo lograr que se generen procesos participativos donde los ciudadanos puedan y deseen influir en las intervenciones urbanas, además de aportar datos y recibir *feedback*?

Muchas veces el derecho a la información y la consulta pública son confundidos con participación. Ambos conceptos están reflejados en la normativa y son fundamentales para los procesos administrativos de aprobación de planes.

Por ejemplo, la Directiva Europea (European Parliament, Council, 2002) exige consultar con la población, definida como una o más personas físicas o jurídicas y, con arreglo a la legislación o práctica nacionales, sus asociaciones, organizaciones o grupos, las propuestas de los planes de acción, y brindarles la oportunidad efectiva de participar.

Según (Vergara & de las Rivas, 2004), *la participación consiste en activar procesos en los que los ciudadanos, en colaboración y orientados por especialistas, puedan incidir en las decisiones sobre el futuro de la ciudad.*

Las nuevas modalidades de comunicación y las condiciones sociales nacidas de las redes sociales permiten que el ciudadano se articule por medio de canales alternativos de interacción y desarrolle actividades de participación cívica de manera completamente independiente de la administración o especialistas. La aplicación móvil sugerida en la propuesta de sistema de gestión, además de ser un canal de colección de datos, funcionaria de manera similar a plataformas como *Mindmixer* (www.mindmixer.com) o *Play the City* (<http://www.playthecity.nl/>) entre otras. Estas herramientas favorecen la interacción de los ciudadanos con la administración, intercambio de información en las dos vías y comprometimiento.

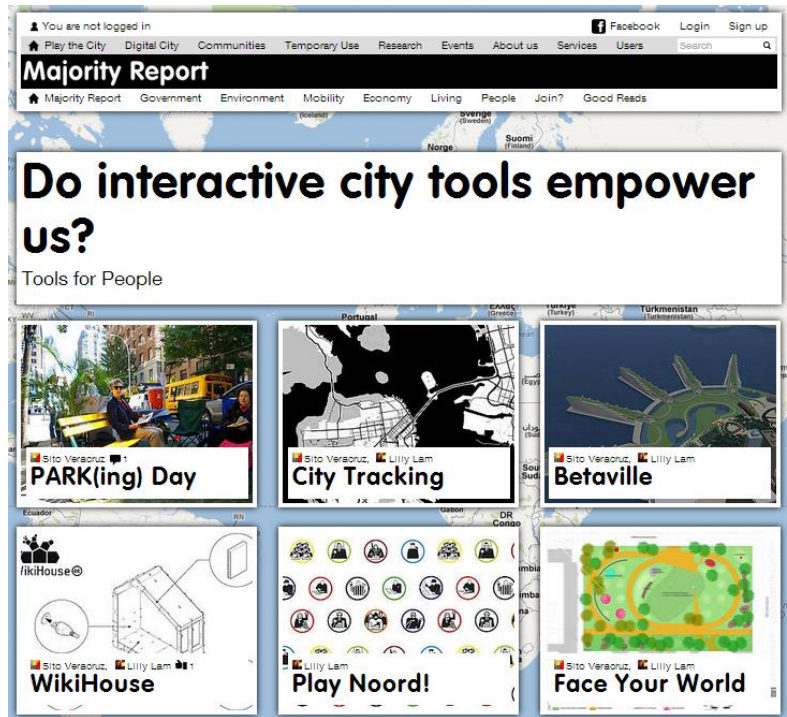


Figura 34: Ilustración de las plataformas virtuales de participación ciudadana (www.mindmixer.com, www.playthecity.nl)

5 Conclusiones

Abordados dos enfoques distintos de tratamiento del ambiente sonoro urbano, sea el de Control de Ruido o de Paisaje Sonoro, se puede comprobar que no existen fórmulas para gestionar el ruido ambiental, y siempre habrá que tener en cuenta las especificidades de cada localidad.

Dadas las limitaciones presentadas por la Ingeniería de Control de Ruido, se observa la necesidad de adoptar un enfoque más holístico y que tenga el usuario, acompañado de sus experiencias y expectativas como protagonista. Un equilibrio entre medidas acústicas, planeamiento urbano y participación de los ciudadanos conllevan a una nueva manera de comprender el espacio público y el paisaje sonoro.

Una triangulación entre Mapas de niveles de ruido, Mapas psicoacústicos y Mapas de percepción puede ser una vía de investigación para la creación de un modelo para determinar parámetros e indicadores de reduzcan las labores de medidas de campo.

Otro punto importante a destacar es la constatación de la importancia de la integración de los planes de reducción del ruido en los procesos de planificación urbanística. La facilidad actual que hay de movilizar de los recursos hace con que las ciudades tengan un carácter global, pero a pesar de este desprendimiento de barreras físicas, se mantienen las barreras tecnológicas y ambientales, las cuales pueden afectar a largo plazo la sostenibilidad del ambiente urbano.

Es necesaria la incorporación de la filosofía de gestión integral del ruido para lograr una mayor eficiencia en la identificación de conflictos tanto de nivel como de percepción, lograr la implicación de todos los agentes, y proponer medidas correctoras coherentes con los intereses de la población, políticos y demás entidades relacionadas a las cuestiones del ambiente sonoro urbano.

6 Bibliografía

- Available at: <http://www.ciudadesaescalahumana.org/>
- Available at: http://www.unfpa.org/swp#ref_state-of-world-population-2012
- BERGLUND, B. L. T. S. D. H., 1999. *WHO - Guidelines for Community Noise*, s.l.: s.n.
- Bradley, M. and Lang, P.J., 1994. MEASURING EMOTION : THE SELF-ASSESSMENT SEMANTIC DIFFERENTIAL
- Brown, G. and Weber, D., 2012. Measuring change in place values using public participation GIS (PPGIS). *Applied Geography*, 34, pp.316–324.
- MANIKIN AND THE. *Science*, 25, pp.49–59.
- Cain, R. et al., 2008. SOUND-SCAPE: A framework for characterising positive urban soundscapes. *Journal of the Acoustical Society of America*, 123, pp.3261–3264.
- Din Iso, 2006. *Akustik - Normalkurven gleicher Lautstärkepegel (ISO 226:2003)*. *Akustik Normalkurven gleicher Lautstärkepegel ISO 2262003*.
- España, 2003. *LEY 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido*. Madrid: Boletín Oficial del Estado.
- España, 2005. Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido. Madrid: Boletín Oficial de Estado
- España, 2007. Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido. Madrid: Boletín Oficial del Estado.

-
- European Parliament, Council, 2002. Directive 2002/49/EC of the European Parliament and of the Council of 25 June 2002 relating to the assessment and management of environmental noise. s.l.:Official Journal of the European Communities.
 - Fernández, M., n.d. Ciudades a Escala Humana. [Online]
 - Hall, D. et al., 2013. An exploratory evaluation of perceptual, psychoacoustic and acoustical properties of urban soundscapes. *Applied Acoustics*, Volume 74, pp. 248-254.
 - Hiramatsu, K., 2004. Soundscape: The concept and its significance in acoustics. *Internoise*, pp.205–208.
 - Jennings, P. and Cain, R., 2012. A framework for improving urban soundscapes. *Applied Acoustics*.
 - Kang, J., 2011. *Recent developments in soundscape and case studies on the waterscape/soundscape of Sheffield Gold Route*. Sheffield, Proceedings of the 5th International Symposium on Temporal Design.
 - Kephalopoulos, S., Paviotti, M. & Anfosso-Lédée, F., 2012. *Common Noise Assessment Methods in Europe (CNOSSOS-EU)*, s.l.: Europe Commission.
 - Kloth, M., Vancluysen, K. & Clement, F., 2009. *Manual del profesional para la elaboración de Planes de Acción contra el Ruido a nivel local - Recomendaciones del Proyecto Silence*, s.l.: Comisión Europea.
 - Lynch, K., 1960. *The Image of the City. Director*, p.194.

-
- Mikoleit, A. & Pürckhauer, M., 2011. Urban Code. Zurich: GTA.
 - Salesses, P., Schechtner, K. and Hidalgo, C.A., 2013. The Collaborative Image of The City: Mapping the Inequality of Urban Perception. PLoS ONE, [online] 8(7), p.e68400. Available at: <<http://dx.plos.org/10.1371/journal.pone.0068400>> [Accessed 25 Jul. 2013].
 - Schafer, M. R., 1994. The Soundscape: Our Sonic Environment and the Tuning of the World. Vermont: Destinity Books.
 - Schulte-Fortkamp, B. and Voigt, K., 2012. Why soundscape? The new approach to “measure” quality of life. Journal of the Acoustical Society of America, 131, p.3437.
 - Schulte-Fortkamp, B., 2011. Soundscape Approaches. Public Space Perception and enhancement drawing on experience. Nauener Platz. Brighton, COST Action TD0804 Workshop.
 - United Nations Population Fund., 2012. State of World Population 2012. [Online]
 - Vergara, A. & de las Rivas, J. L., 2004. Territorios Inteligentes. Madrid: Fundación Metrópoli.
 - WHO Regional Office for Europe, 2012. Burden of disease from environmental noise:Quantification of healthy life years lost in Europe, Compenhagen: WHO Regional Office for Europe.
 - WJ Davies, M. A. N. B. R. C. A. C. P. C. K. H. P. J. C. P., 2007. The Positive Soundscape Project. Madrid, ICA - Internacional Congress on Acoustics.

-
- Yang, W. and Kang, J., 2005a. Acoustic comfort evaluation in urban open public spaces. *Applied Acoustics*, 66, pp.211–229.
 - Yang, W. and Kang, J., 2005b. Soundscape and Sound Preferences in Urban Squares: A Case Study in Sheffield. *Journal of Urban Design*, 10, pp.61–80.
 - Zwicker, E. and Fastl, H., 1999. *Psychoacoustics: Facts and Models*. Information Sciences, pp.1–470.

