
Ciudad habitable

PID_00272061

Jacob Cirera
Javier Ortigosa

Tiempo mínimo de dedicación recomendado: 2 horas



Jacob Cirera

Licenciado en Ciencias Ambientales por la Universidad de Girona y máster en Aplicación de los sistemas de información geográfica y la teledetección a la gestión del territorio, por el Instituto Catalán de Tecnología. Su experiencia laboral, en las empresas TECNOMA, Barcelona Regional y actualmente el Servicio de redacción del PDU del Área Metropolitana de Barcelona (AMB) se ha centrado en el tratamiento de los aspectos ambientales en el planeamiento urbanístico, y en especial en aquellos relacionados con la evaluación ambiental estratégica, el verde urbano, el medio natural y el metabolismo urbano. Ejerce de docente en la UOC, en el máster Ciudad y Urbanismo, especialización Ciudad y territorios sostenibles.

Javier Ortigosa

Ingeniero de Caminos por la UPC (2007), máster en Gestión de transporte y logística por la Chalmers UT (Göteborg) y doctor en Ingeniería de tráfico por la ETH Zürich (2015). Ha hecho investigación sobre redes y entramados urbanos, control macroscópico del tráfico, y gestión del espacio viario. En Zürich, ha sido docente en el máster de planificación territorial, co-supervisando estudiantes de arquitectura y colaborando con el estudio *Urban Think Tank*. Ha trabajado en el centro de investigación CENIT-UPC en proyectos nacionales e internacionales sobre transportes y logística. Desde 2016 forma parte del Servicio de redacción del PDU del AMB coordinando los temas de movilidad e infraestructuras de transporte.

La revisión de este recurso de aprendizaje UOC ha sido coordinada por la profesora: Mirela Fiori (2020)

Tercera edición: marzo 2020
Autoría: Jacob Cirera, Javier Ortigosa
Licencia CC BY-NC-ND de esta edición, FUOC, 2020
Av. Tibidabo, 39-43, 08035 Barcelona
Realización editorial: FUOC



Los textos e imágenes publicados en esta obra están sujetos –excepto que se indique lo contrario– a una licencia de Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada (BY-NC-ND) v.3.0 España de Creative Commons. Podéis copiarlos, distribuirlos y transmitirlos públicamente siempre que citéis el autor y la fuente (FUOC. Fundació para la Universitat Oberta de Catalunya), no hagáis de ellos un uso comercial y ni obra derivada. La licencia completa se puede consultar en <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/es/legalcode.es>

Índice

1. Ciudades habitables.....	5
2. La calidad del aire.....	8
2.1. Problemas de calidad del aire	8
3. El ruido.....	11
3.1. Fuentes de ruido en la ciudad	11
3.2. La variable del ruido en la planificación urbanística	12
4. El efecto isla de calor.....	14
5. Calidad urbana y movilidad.....	17
5.1. Los impactos de la movilidad	18
5.2. Medidas para una mayor calidad urbana	19
5.3. Planificación urbanística	19
5.4. Planificación y gestión del transporte	21
5.5. Mecanismos de restricción y control de tráfico	22
6. Indicadores e índices de calidad ambiental urbana.....	24
6.1. Indicadores que describen variables	24
Bibliografía.....	27

1. Ciudades habitables

A escala territorial, una ciudad es, entre muchas otras cosas, una concentración de relaciones, flujos de movilidad, de información, y también de flujos metabólicos, consumos, transformaciones y residuos derivados del uso de recursos como el agua, la energía y los materiales. Recursos que, a diferencia de otros vectores, tienen una obligada distribución territorial y ciclos de renovación más o menos lentos que los hacen renovables o no a diferentes escalas temporales.

Este hecho transfiere a la ciudad una necesidad de relaciones de entrada y salida de flujos ambientales que muchas veces llegan a tener una escala incluso planetaria, y que si la traducimos a nivel de superficie, multiplican la superficie ocupada por la ciudad.

La huella ecológica del área metropolitana de Barcelona, por ejemplo, representa en ha globales entre 275 y 550 veces su superficie.

¿Quiere decir esto que las ciudades son insostenibles y un modelo negativo para la conservación del medio ambiente?

Si consideramos un ámbito regional concreto, la conclusión es la contraria. La organización, partiendo de centralidades urbanas, entendidas como núcleos urbanos con concentración de población (densidad), concentración de relaciones de proximidad (compacidad) y diversidad de usos (complejidad), como las define Jordi Borja en su artículo «Comercio, ciudad y cultura», ha demostrado ser un modelo mucho más eficiente en la utilización de los recursos, que la organización que parte de tejidos urbanos dispersos. Es más, ha permitido una menor ocupación del suelo y la presencia de áreas agrícolas y forestales mejor conservadas en el exterior de los núcleos urbanos.

No obstante, esta densidad, concentración de relaciones y diversidad e intensidad de usos puede derivar en un ambiente urbano poco amable que genere estrés psicológico, un ambiente contaminado y poco saludable, unas calles con niveles acústicos molestos y, en definitiva, una menor habitabilidad.

La habitabilidad de una ciudad es un concepto con una elevada carga subjetiva, no obstante, son múltiples las aproximaciones realizadas a nivel internacional, a partir de índices, a este concepto. Estos índices acaban clasificando, en formato de ranking, qué ciudades del mundo son las más y las menos habitables, es decir, en qué ciudades se vive mejor, con una mayor calidad de vida.

Ranking de habitabilidad de la EIU

Un ejemplo es la aproximación realizada por la Unidad de Inteligencia Económica (EIU) de la revista *The Economist*, en 2019, que analizaba 140 ciudades mundiales a partir de cinco macroindicadores (cultura y medioambiente, educación, estabilidad, infraestruc-

Referencia bibliográfica

Borja, J. (2014). Comercio, ciudad y cultura. O como el urbanismo especulativo degrada la ciudad y empobrece a la ciudadanía. <http://ciudad.blogs.uoc.edu/post/86204406685/comercio-ciudad-y-cultura>

tura y salud) y de treinta subindicadores (la delincuencia, amenaza de conflicto militar, accesibilidad a la sanidad pública, climatología, corrupción, educación pública y privada, calidad de la red de carreteras, etc).

El ranking de las diez ciudades más habitables del planeta que mostraba la EIU en 2019 es el siguiente:

- 1) Viena, Austria.
- 2) Melbourne, Australia.
- 3) Sidney, Australia.
- 4) Osaka, Japón.
- 5) Calgary, Canadá.
- 6) Vancouver, Canadá.
- 7) Toronto, Canadá.
- 8) Tokio, Japón.
- 9) Copenhague, Dinamarca.
- 10) Adelaida, Australia.

Sorprende, no obstante, que muchas de las ciudades del TOP10 sean ciudades con grandes extensiones de tejidos de baja densidad, con casas unifamiliares y extensos jardines privados y, por tanto, con un notable impacto ambiental a nivel territorial. Su nexos común, aunque el índice utilizado no consideraba ningún subíndice de verde urbano, es precisamente que todas estas ciudades tienen una elevada superficie de zonas vegetadas.

Los ecosistemas urbanos, la infraestructura verde urbana, como hemos visto en el módulo «Ciudad territorio», tienen un papel fundamental para mejorar la calidad de soporte a la provisión de servicios ambientales. Todos estos servicios son fundamentales para que las ciudades sean espacios realmente habitables y, de hecho, este es el objetivo fundamental a nivel ambiental de las metrópolis, y uno de los más complejos de conseguir, compatibilizar los beneficios a nivel de eficiencia en la utilización de los recursos que representan la densidad, compacidad y complejidad de las centralidades urbanas, con la habitabilidad y calidad de vida de estos espacios.

Sin embargo, no se le puede pedir a la ciudad que actúe como un ecosistema agroforestal; será difícil, por ejemplo, que podamos llenar nuestra cesta de setas en la ciudad si no las compramos. Los huertos urbanos nunca tendrán una relación producción-uso de recursos equiparable a la mayoría de espacios rurales, y yendo más lejos, la conservación de determinadas especies silvestres en la ciudad puede suponer una relación coste-beneficio enormemente mayor que determinadas actuaciones en entornos agroforestales o zonas críticas para la funcionalidad de redes ecosistémicas.

Desde el punto de vista ambiental, hay otros factores, aparte del verde urbano, sumamente relevantes para generar una mayor calidad de vida y una mejora del espacio público, como pueden ser la mejora de la calidad del aire o la reducción del ruido. Aspectos que se desarrollan en los capítulos posteriores.

Las ciudades son una pieza fundamental para que el mosaico territorial, la matriz biofísica, pueda albergar una especie como la nuestra, la humana, que consume gran cantidad de recursos sin que se afecte de manera extensiva e indiscriminada a las redes ecológicas y sus servicios ecosistémicos. Pero para que esta situación ideal se materialice, hace falta que las ciudades sean funcionales y organizadas dentro de sus límites y permitan cierta calidad de vida, para que no exporten sus necesidades de ocupación de suelo, movilidad, recursos, energía y ocio de forma dispersa y más impactante al resto del territorio.

La autosuficiencia de las ciudades pasa, en primer lugar, por asegurar sus funciones urbanas y su calidad de vida. Dotar de urbanidad y, por consiguiente, de habitabilidad las ciudades es trabajar para conservar la naturaleza.

2. La calidad del aire

2.1. Problemas de calidad del aire

En las grandes metrópolis, buena parte de la salud de los ciudadanos está afectada por la calidad del aire. La concentración de un gran número de actividades generadoras de gases y diferentes compuestos contaminantes en las ciudades (tráfico, calefacción, industrias, etc.) provoca que se altere la calidad del aire, lo que supone episodios contaminantes que se pueden agravar por las condiciones climatológicas. Estos episodios son especialmente graves para determinados sectores de la población, como los enfermos crónicos, ancianos y niños.

Muchos estudios epidemiológicos y la OMS (Organización Mundial de la Salud) consideran las enfermedades gastrovasculares y cerebrovasculares como las razones más comunes atribuibles a la contaminación atmosférica y como responsables del 80 % de las muertes prematuras. Las siguen las enfermedades pulmonares y el cáncer de pulmón. Más allá de los casos de muerte prematura, la contaminación del aire aumenta la probabilidad de padecer otras enfermedades, con efectos a corto y largo plazo sobre la salud. También hay estudios que muestran una asociación con la pérdida de fertilidad, problemas en el embarazo y en los bebés. Estos estudios incluyen efectos negativos en el desarrollo neuronal y en las capacidades cognitivas, que, además, pueden afectar al rendimiento escolar y a la productividad y calidad de vida de las personas.

Los sistemas urbanos tienen en el tráfico el factor contaminante más importante. Cada año millones de personas de todo el mundo se ven afectados por las emisiones contaminantes originadas por la combustión de gases de los combustibles fósiles de los diferentes vehículos.

Las emisiones contaminantes atmosféricas tienen una propagación horizontal y, por tanto, sus efectos se propagan más allá del lugar de origen, hasta alcanzar niveles regionales y globales. Estas emisiones se convierten en niveles de inmisión, es decir, las concentraciones de contaminantes en un determinado punto, que son las que afectan o bien a las personas o incluso a las edificaciones y monumentos. De hecho, las grandes ciudades tienen un efecto sobre la climatología: en las zonas urbanas se crean las denominadas «islas de calor» porque la temperatura en las ciudades es siempre unos cuantos grados superior a la de las periferias. El aire caliente producido por la ciudad, al ser menos denso, se levanta por encima de ella cargado de gases y partículas hasta formar una cúpula.

Cuando esta cúpula se enfría de noche, el aire cae hacia la periferia de la ciudad o es arrastrado mucho más lejos exportando contaminantes. Por su parte, este proceso se culmina absorbiendo la ciudad aire «fresco» de la periferia.

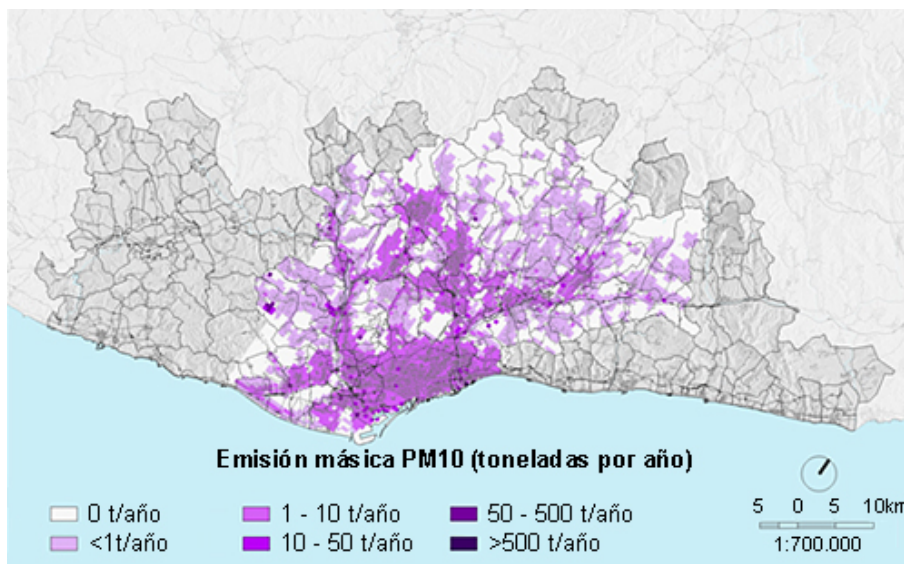
Por ejemplo, en Barcelona, en determinadas épocas del año se producen pequeños episodios de ozono; aunque mayoritariamente se debe a las emisiones de los vehículos, parte procede de las comarcas próximas e incluso de las zonas industriales del alejado golfo de León en Francia.

La radiación solar provoca que se produzcan reacciones fotoquímicas en las que participan los óxidos de nitrógeno, con lo que se producen una multitud de sustancias químicas que forman los contaminantes secundarios. Este proceso es lo que se conoce como «smog fotoquímico» y uno de los principales contaminantes es el ozono, un gas muy oxidante.

En determinadas condiciones climatológicas, sobre todo en invierno y con situaciones anticiclónicas, se forma una inversión de temperaturas. Los contaminantes quedan atrapados cerca de la superficie hasta que al día siguiente la radiación solar deshace la inversión. Pero, en ocasiones, cuando persiste en una determinada área un fuerte anticiclón con presiones elevadas durante unos días, la inversión anterior persiste, lo que produce una situación peligrosa, ya que se acumulan los contaminantes principalmente de las emisiones de calefacción y de los motores de los vehículos. La concentración de humo y niebla persiste y contaminantes como el ozono o el CO₂ pueden llegar a ser nocivos.

Ejemplo

Ciudades como México padecen frecuentemente estos problemas hasta el punto de que se han de tomar medidas como la restricción del uso de vehículos.



Emisión de PM10 en el entorno metropolitano de Barcelona, zona afectada por el Plan de actuación para reducir la contaminación atmosférica

Los motores de los vehículos emiten entre otros contaminantes óxidos de nitrógeno, sobre todo NO e hidrocarburos. A lo largo de la mañana se incrementan las concentraciones hasta que el sol disocia el NO; el oxígeno sirve para formar NO₂, que llega a las máximas concentraciones al mediodía, al mismo tiempo que el ozono. Mientras se va formando el ozono, la masa de aire se desplaza por las brisas (sobre todo en poblaciones costeras) desplazando los contaminantes hacia la periferia de la ciudad. Cuando baja la radiación solar, la tasa de reacción disminuye y el ozono reacciona con los óxidos de nitrógeno y su concentración es mínima en las ciudades, ya que las concentraciones de NO₂ son abundantes. También se forma N₂O₅, que al disociarse con el vapor de agua forma ácido nítrico acidificando las nieblas matinales.

En determinadas zonas de concentración de industrias, a estos contaminantes se añaden el plomo, el dióxido de nitrógeno, el dióxido de azufre, partículas sólidas, compuestos orgánicos volátiles y sustancias alergógenas. Estos producen verdaderos episodios de alergia sobre todo en la primavera, cuando el nivel de semillas en el aire es elevado.

En Barcelona, por ejemplo, en los años ochenta se produjo un episodio que provocó 26 muertes por descargas de soja en el puerto de la ciudad.

Otro de los problemas en las ciudades es la emisión de gases de efecto invernadero. Los principales focos son los motores y la gestión de los residuos (vertederos), responsables en determinadas zonas de entre el 60 y el 70 % de estos gases; el resto procede de las climatizaciones de los edificios y de las industrias. Ni que decir tiene la importancia de eliminar los gases de efecto invernadero debido a su relación con el incremento de la temperatura de la tierra y, por tanto, con los fenómenos del deshielo y el aumento del nivel del mar.

Problemas de salud por causa de la contaminación

La contaminación causa diferentes problemas de salud, desde conjuntivitis y alergias hasta problemas respiratorios que afectan a sectores de la población más sensibles, como gente mayor, enfermos crónicos o niños.

El dióxido de azufre

Antiguamente era uno de los principales contaminantes por la utilización en los sistemas de calefacción doméstica y en la industria de carbón.

3. El ruido

El ruido como factor de contaminación medioambiental es, con toda seguridad, uno de los principales problemas que afectan negativamente a la calidad de vida de los ciudadanos y cada vez más las ciudades tienen en la contaminación acústica uno de sus mayores problemas.

El ruido ambiental es un importante problema de salud pública, especialmente en entornos urbanos. Según los datos de la Agencia Europea del Medio Ambiente, la contaminación acústica es uno de los principales problemas ambientales en muchas ciudades europeas y se detecta que en la población expuesta al ruido esta contaminación acústica tiende a aumentar, entre otros aspectos, el estrés.

Se entiende por ruido¹ todo aquel sonido no deseado que suele tener origen en una actividad humana. Físicamente, el sonido es una vibración mecánica transmitida por el aire que puede ser percibida por el órgano auditivo. La transmisión del sonido provoca desplazamientos en las partículas del aire produciendo una oscilación alrededor de su posición de equilibrio. Los sonidos quedan, pues, caracterizados por un determinado período (T) y una determinada frecuencia (F)². La medida de la variación de presión en un punto determinado define la presión sonora de la onda. Esta se determina utilizando los sonómetros.

⁽¹⁾El nivel de presión sonora se expresa en decibelios (dB), de manera que para una presión sonora de 2,10-4μ bar (sonido audible) le corresponde un nivel de presión sonora de 0 dB.

⁽²⁾La frecuencia es inversamente proporcional al período y se expresa en Herz.

3.1. Fuentes de ruido en la ciudad

El tráfico rodado, la construcción y las obras en la calle, el tráfico aéreo y ferroviario, las industrias y las actividades realizadas por la población son las principales fuentes de ruido en las ciudades. El modo como se produce depende de muchos factores: tipo de calle, las reflexiones que producen los elementos urbanos, el terreno y las condiciones atmosféricas.

Muchas normativas en el ámbito local y estatal establecen umbrales para la contaminación acústica. La OMS establece que el nivel de ruido por encima del cual hay efectos adversos para la salud es de 53 decibelios en el periodo Lden. Para el periodo nocturno, sitúa el límite en 45 decibelios, ya que niveles superiores están relacionados con efectos adversos para el sueño. Los niveles establecidos por la OMS son notoriamente inferiores a los establecidos por norma, lo que indirectamente indica el nivel de presión acústica que suele haber en entornos urbanos.

El ruido en Europa

A partir de datos sobre la exposición de ruido en Europa se estima que entre el 17 y el 22 % (cerca de 80 millones de personas) están expuestas durante el día a niveles de ruido continuo, producidos por el tráfico rodado, superiores a los que generalmente se consideran aceptables (65 dB).

La principal fuente de ruido en las ciudades es el tráfico rodado. Calles con un tráfico diario superior a los 10.000 vehículos/día superan los 70dBA. Como es lógico, la reducción del número de vehículos disminuye el nivel sonoro total, aunque esta reducción sigue una función logarítmica. Según datos de la Agencia Europea del Medio Ambiente, se estima que entre el 70 y el 80 % del ruido de las aglomeraciones urbanas proviene del tráfico rodado. Actualmente, unos 125 millones de europeos, es decir 1 de cada 4, están expuestos a niveles de ruido Lden procedentes del tráfico rodado superiores a los 55 dB(A).

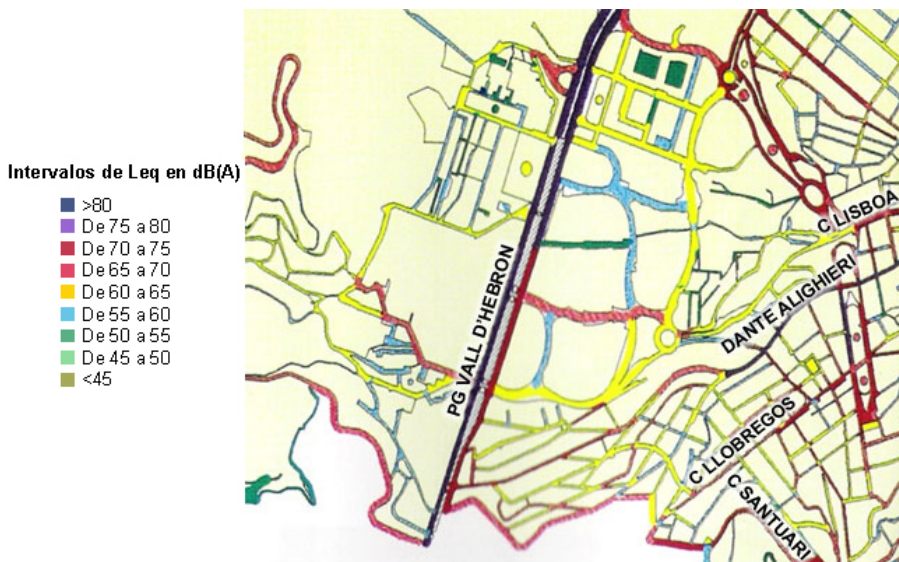
Ejemplo

Para reducir 10 dBA habría que reducir el tráfico existente unas 10 veces. Con esta magnitud ya se ve que para disminuir los niveles sonoros a condiciones aceptables (por debajo de 55 dB) se necesita una drástica disminución de la circulación, lo que obliga a una jerarquización de las calles. Asimismo, es necesario realizar una monitorización y un seguimiento de los vehículos a motor para controlar las emisiones acústicas de coches, camiones y motos. En este sentido, la obligación de controles o inspecciones técnicas de los vehículos puede facilitar la detección de vehículos y motocicletas que superen los umbrales previstos por la legislación.

3.2. La variable del ruido en la planificación urbanística

Es evidente que es necesario incorporar la variable del ruido tanto en la planificación urbanística como en la normativa para la construcción de edificios. En el proceso planificador es conveniente limitar el ruido en determinadas zonas sensibles de la ciudad como las zonas sanitarias y residenciales frente a otras como las comerciales e industriales. Para ello, es muy importante realizar mapas de ruido con el fin de detectar los principales focos fijos y móviles y realizar una zonificación acústica de la ciudad.

Es necesario actuar desde el punto de vista urbanístico para reducir el ruido. La planificación del tráfico con la pacificación de la circulación en barrios residenciales con velocidades de 30-40 km/h, así como la creación de zonas peatonales en los centros históricos y comerciales de las ciudades, son medidas destinadas a reducir el impacto acústico.



Mapa de ruido de la ciudad de Barcelona

En la construcción de edificios sería muy útil una normativa para fijar aislamientos acústicos, materiales flexibles y porosos para absorber las ondas sonoras, usos de pantallas, aislamientos aéreos, etc. con tal de garantizar las medidas preventivas contra el ruido y las vibraciones.

Además, como el ruido es producto de la actividad humana, es necesario llevar a cabo campañas de educación e información sobre el ruido y las molestias que produce. De la misma manera, es necesario cooperar de manera intersectorial en la lucha contra el ruido. Una de las prioridades que se han introducido en la normativa mediante la Directiva Europea 2002/49, sobre evaluación y gestión del ruido ambiental, ha sido el análisis de la población expuesta. La finalidad es determinar las zonas con niveles más elevados de ruido donde exista población para poder posteriormente llevar a cabo un plan de acción. Esta misma directiva establece unos criterios metodológicos generales para todos los países europeos de cara a poder calcular los niveles de ruido, así como la obligación de que todos los mapas estratégicos de ruido calculen su población afectada para los distintos rangos de ruido.

Ejemplo

Por ejemplo, esto es muy importante en determinadas zonas de ocio de las ciudades, en donde los locales como terrazas y bares pueden ocasionar molestias por las noches a los residentes de esa zona.

4. El efecto isla de calor

Las ciudades tienen tendencia a presentar unas temperaturas más elevadas que sus entornos rurales y forestales, especialmente durante la noche. Esta diferencia de temperatura es la que recibe el nombre de efecto de isla de calor.

A causa de la presencia de edificios y del asfalto de las calles se alteran las condiciones de temperatura, radiación, humedad y las propiedades aerodinámicas de la superficie, ya que los materiales de construcción tienden a absorber y almacenar energía térmica durante el día, que posteriormente se va liberando a la atmósfera, especialmente por la noche. El resultado es que las zonas urbanas se enfrían a un ritmo mucho más lento por la noche que las zonas menos urbanizadas.

Para analizar con detalle este efecto, es necesario diferenciar entre el efecto isla de calor atmosférico y el efecto isla de calor de superficie.

El efecto isla de calor de superficie se refiere al calor captado y emitido por las diferentes superficies urbanas. Su intensidad está asociada al grado de urbanización del territorio, al tipo de tejido urbano y al material mayoritario.

La isla de calor de superficie se produce cuando las zonas urbanas expuestas a la radiación solar registran temperaturas superiores a las del aire. Estas pueden oscilar entre 27 y 60 grados, mientras que en zonas de sombra, superficies húmedas o entornos rurales o forestales la superficie sigue mostrando temperaturas similares a la del aire.

En general, la isla de calor de superficie se puede producir tanto de día como de noche, pero tiende a ser más fuerte de día, cuando el sol impacta directamente sobre la superficie de los materiales urbanos. De media, la diferencia de temperaturas superficiales durante el día entre zonas urbanas y rurales suele ser de 10 a 15 °C, mientras que por la noche suele ser de entre 5 y 10 °C. No obstante, la magnitud de las islas de calor de superficie varía con las estaciones del año y es más intensa en verano.

La isla de calor atmosférica está muy condicionada por el calor que emiten las superficies urbanas, y por ello su efecto es más notable durante la noche, cuando los materiales liberan el calor acumulado durante el día a la atmósfera. Este aumento de temperatura es el que más perciben los ciudadanos y el que más impactos puede tener sobre la salud.

La isla de calor atmosférica provoca diferencias entre zonas urbanas y rurales que pueden oscilar entre 1 y 7 °C.

Diversos estudios demuestran la relación que tiene el microclima urbano con la sensación de bienestar y el uso de los distintos espacios urbanos. Los espacios demasiado soleados y calurosos son abandonados en busca de espacios con sombra, interiores o con sistemas de refrigeración.

En relación con la demanda energética, la isla de calor supone un aumento de las temperaturas urbanas y, en consecuencia, un aumento de la energía destinada a la refrigeración de muchos edificios en épocas estivales. El problema del enfriamiento de edificios en climas cálidos es importante, ya que en las últimas décadas el consumo eléctrico para refrigeración se ha disparado. Por contra, también se detecta una reducción de la demanda en climatización en invierno.

La isla de calor tiene efectos sobre la salud de las personas, ya que reduce el confort y afecta al descanso nocturno, sobre todo en población sensible, como gente mayor o bebés.

Hay varios elementos que intervienen e influyen en la generación o la atenuación de las islas de calor urbanas:

- En primer lugar, las fuentes de calor que llegan a la superficie, considerando no solo la radiación solar, sino también el calor generado por la actividad antropogénica y la reemisión hacia la superficie de la radiación como consecuencia de la contaminación atmosférica.
- En segundo lugar, los materiales superficiales de las fachadas de los edificios y sus propiedades térmicas y radiativas. Aspectos como el albedo, la inercia térmica y la morfología urbana son determinantes.
- Por último, la presencia de elementos naturales en el suelo de las ciudades, principalmente vegetación y agua, y sus propiedades refrigerantes del entorno.

Para poder reducir el efecto isla de calor, es interesante promover la ventilación natural mediante la disposición de la edificación y la composición de la morfología urbana. Se debe facilitar la circulación del aire generando cañones de ventilación urbanos que suavicen las temperaturas. También es importante incrementar la presencia de verde urbano y regenerar los suelos para que puedan retener más agua y sean más permeables. Otro aspecto que se puede tratar es el uso de materiales fríos y que reflejen la radiación solar.

El uso del verde urbano es la medida más efectiva para reducir el efecto isla de calor, ya que la vegetación actúa como reguladora de la temperatura del ambiente. Los árboles y los espacios verdes permiten disponer de superficies de evapotranspiración que influyen en la reducción de temperaturas, así como en la generación de corrientes de aire fresco.

5. Calidad urbana y movilidad

Existe una conexión obvia entre modos y servicios de transporte, la estructura urbana y territorial de las ciudades, las características de la movilidad (accesibilidad, velocidad, etc.) y sus impactos asociados. Los territorios y las ciudades se han estructurado a partir de los sistemas de transporte que se han ido desarrollando.

Por ejemplo, hace siglos, cuando la movilidad se basaba en ir a pie o con pequeños carros, las ciudades eran muy compactas, con unos entramados tortuosos que minimizaban los recorridos. Fuera de esos núcleos, la movilidad interurbana era más escasa y solo existía una red de caminos que conectara las ciudades.

Más adelante, ya en los siglos XVII, XVIII y sobre todo XIX, las ciudades empiezan a tener modos de transporte de mayor capacidad (con tracción animal y después eléctrica o a vapor) y las estructuras urbanas tienden también a presentar calles más anchas y con patrones más regulares tipo retícula. El ferrocarril es la gran infraestructura de movilidad terrestre que conecta ciudades y crea una mayor expansión en el territorio y una estructuración a partir de estaciones. En lo urbano, los tranvías se popularizan en la mayoría de las grandes ciudades; transcurren por calles y avenidas, y comparten el espacio con peatones y con carros y otro tipo de vehículos.

No obstante, es con la aparición del automóvil, a principios del siglo XX, y con su posterior expansión después de la Segunda Guerra Mundial cuando cambia completamente tanto la movilidad urbana como la interurbana. El automóvil ocupa el espacio en las ciudades, al pavimentarse completamente para este y restringir espacio y jerarquía al peatón. Además, también en muchas ciudades, los sistemas de transporte público eléctricos como tranvías y trolebuses desaparecen en aras de la modernidad que supone, en teoría, el motor de combustión de los nuevos autobuses.

Este efecto es mucho más crítico a nivel interurbano, ya que comienza un *boom* de construcción de infraestructuras para el automóvil que permiten la expansión alrededor del territorio. Este hecho produce una gran ocupación del territorio porque posibilita a las personas una flexibilidad espacial y temporal que los otros modos de transporte no proporcionan. Sin embargo, a su vez también dispersa y segrega los usos del suelo en el territorio, lo que crea una mayor demanda de movilidad y un mayor uso del automóvil. Las inversiones diferenciadas entre infraestructuras viarias y el resto, así como la principal jerarquía del automóvil en el espacio y en las normativas, hacen que este gane la partida al resto de los modos de transporte.

5.1. Los impactos de la movilidad

Los costes de la movilidad se pueden clasificar en internos (que asume el usuario) y externos (que asume la sociedad en general). Estos costes externos o externalidades son básicamente los impactos que generan los distintos modos de transporte sobre la sociedad y el medio ambiente. Naturalmente, los diferentes modos de transporte resultan muy útiles a los usuarios, al permitir realizar unas actividades llegando a sus destinos, pero también producen unos impactos negativos. Estos impactos los generan tanto el uso de estos modos de transporte como el hecho de construir infraestructuras que los soporten. La mayoría de estos efectos negativos están relacionados con el tráfico de vehículos privados, coches e infraestructuras asociadas a estos.

Algunas de estas externalidades, clasificadas según a qué/quién afectan, principalmente son:

1) Entorno natural y clima. Todos aquellos que afectan al planeta (a la matriz biofísica) y sus recursos:

- Cambio climático, con la emisión de gases de efecto invernadero, especialmente CO₂, fruto, sobre todo, de los motores de combustión.
- Consumo de recursos naturales, energía y materiales para la fabricación de una enorme cantidad de vehículos.
- Repercusión sobre ecosistemas y la conectividad ecológica, ocupación del territorio y espacio de infraestructuras del transporte y su efecto barrera.
- Contaminación del subsuelo debido a elementos contaminantes en pavimentos que se infiltran en el terreno con la lluvia.
- Efectos sobre la escorrentía superficial, cambios de los niveles de permeabilidad debidos a las infraestructuras de transporte que afectan a crecidas y avenidas.
- Etc.

2) Salud de las personas. Son los relativos a los costes sanitarios y sociales de accidentes y enfermedades causadas por el transporte:

- Muertos y heridos en accidentes de tráfico. Actualmente esta cifra ha bajado mucho con respecto a la década de los noventa (según la DGT, en España murieron 1.806 personas en 2018), pero continúa siendo un grave problema, especialmente para ciclistas, peatones y motoristas.
- Mortalidad y morbilidad causada por enfermedades provocadas por las emisiones de partículas y otros gases, así como por el ruido que generan los medios de transporte (analizados en las secciones anteriores). Estos impactos son muy difíciles de evaluar, pero cada vez hay más estudios que advierten del gran impacto que tienen.
- La temperatura y el efecto de la isla de calor, en el que las ciudades experimentan un incremento de las temperaturas por la noche, también afectan a la salud de las personas en verano.

- Otra externalidad que no es directa pero sí indirecta es el sedentarismo y todas sus enfermedades asociadas. En otras palabras, la falta de actividad física al utilizar modos de transporte inactivos. En algunos países, como Estados Unidos, este factor es absolutamente crítico y el principal causante de enfermedades como la diabetes tipo 2 o las enfermedades coronarias. Según la OMS, entre el 60 y el 85 % de la población mundial no realiza suficiente ejercicio.

3) Impactos sobre el entorno urbano y el espacio. Este tipo de impactos son los relativos a la existencia de infraestructuras en entornos urbanos:

- Muchas infraestructuras crean una segregación entre barrios. La falta de conectividad es un factor clave porque impide muchos desplazamientos que se podrían realizar a pie o en medios más sostenibles.
- Espacios de mala calidad urbana y, a menudo, de problemas sociales, inseguros, etc.
- Ocupación del espacio público, que podría ser destinado a otros usos. Este coste de oportunidad es muy considerable y se pone de manifiesto cuando se realizan operaciones para la recuperación del espacio urbano.
- Deterioro sobre las fachadas de los edificios y otros elementos comunes por efecto del tráfico.

5.2. Medidas para una mayor calidad urbana

Como se comentaba al principio del apartado, la movilidad es el resultado de un modelo de asentamiento urbano (donde se localizan los usos del suelo) que condiciona la demanda de esta. Por otra parte, la movilidad también cambia en función de la oferta o de la presencia de infraestructuras y servicios de transporte para desplazarse de un punto a otro. Un cambio de modelo de movilidad, entonces, pasa por toda una serie de medidas de diversa índole para influir sobre estos sistemas, sobre la demanda y la oferta, para lograr una movilidad más sostenible. Es un proceso difícil que requiere actuaciones de carácter transversal que afectan a muchos ámbitos distintos. En este apartado, hablamos principalmente de medidas relativas a la planificación urbanística, a las infraestructuras y servicios de movilidad sostenible, así como a los mecanismos y políticas existentes para controlar el tráfico en las ciudades.

5.3. Planificación urbanística

Como se comentaba, el primer nivel es el de actuar sobre la demanda de movilidad o los usos del suelo, que determinarán dónde se localizan las actividades. Este tipo de medidas están muy relacionadas con la planificación urbanística, que tiene la potestad de determinar los usos del suelo y sus intensidades. No se trata de dejar de moverse o de no realizar actividades, sino de planificar un territorio que garantice una mayor accesibilidad a las diferentes actividades y que facilite que la movilidad se realice de manera más sostenible.

1) **Densificación y mixtificación:** una mayor densidad implica una mayor proximidad entre personas, ya sea por residencia o actividad, y, por lo tanto, una mayor probabilidad de realizar desplazamientos a pie. Además, esta densidad debe ser acompañada de una mixtura en los tipos de usos del suelo y equilibrios entre residencia y actividad. De esta manera, se podría tender hacia una mayor autosuficiencia de desplazamientos o, al menos, a que la actividad y los centros atractores se distribuyan más homogéneamente en el territorio y no solo en la ciudad central –lo que genera un efecto radial, al concentrar la actividad en el centro y expulsar el lugar de residencia a las afueras. La mixtura social y de actividades también puede ser un fenómeno importante para romper ciertos patrones de movilidad y crear diferentes tipologías de ocupación y consumo. Evidentemente, las densificaciones deben garantizar espacios de calidad en los tejidos urbanos con una buena proporción entre el espacio construido y el público.

2) ***Transit oriented development* (TOD):** el concepto desarrollado por Calthorpe (1992) consiste en relacionar la edificabilidad con la accesibilidad al transporte público. De esta manera, se concentran usos urbanos en aquellos lugares en los que existen mejores conexiones al transporte público, y se posibilita, pues, que la gente viva y trabaje en determinados lugares con una menor dependencia del automóvil.

3) **Centralidades y puntos intermodales:** los puntos de centralidad son elementos de la planificación urbanística. Se trata de poder planear estas centralidades alrededor de las estaciones de transporte público, especialmente si son intercambiadores de modos de transporte de una red regional. Estos puntos pueden tener también aparcamientos disuasorios y articular la movilidad regional.

4) **Entramados urbanos y redes de calles y carreteras:** la estructuración de los territorios suele hacerse a partir de la jerarquía viaria y el nivel de servicio que se entrega al automóvil. Así, pensamos en autopistas y autovías, carreteras primarias, secundarias, urbanas, etc. Conviene reconsiderar estas redes para conseguir una movilidad más sostenible (transporte público, movilidad activa), una menor fragmentación del territorio y recuperar espacio urbano para el ciudadano. El recurso de espacio que representan estas vías es importantísimo en las ciudades contemporáneas. No se trata, así, de realizar grandes inversiones de forma masiva (por ejemplo, soterrando infraestructuras), sino de cambiar su uso para nuestro beneficio. A un nivel más urbano, es muy necesario recuperar la calidad de vida en las calles y avenidas urbanas y metropolitanas que han ido perdiendo por culpa de un espacio exagerado para el tráfico. Ya en 2004 la Comisión Europea alertaba de la necesidad de reclamar las calles para los ciudadanos. Esto implica dar más espacio al peatón, al suelo permeable, a la vegetación urbana, a la movilidad más activa (como la bicicleta) y, evidentemente, al transporte público colectivo. Este cambio en los entramados urbanos ha de ir acompañado de cambios en los tejidos (densidades, usos, etc.).

5.4. Planificación y gestión del transporte

Evidentemente, para reducir la movilidad individual motorizada es necesario ofrecer alternativas a los usuarios para que tengan unos niveles de servicio de medios sostenibles adecuados. Al mismo tiempo, es necesario penalizar la opción motorizada para propiciar el cambio modal. En resumen, eso significa apostar por la movilidad a pie y en bicicleta, así como por el transporte público. Tal como se detallaba anteriormente, el modelo de expansión territorial ha condicionado mucho la movilidad actual. Será imposible, en ciertos tipos de urbanización dispersa, poder ofrecer un nivel de servicio en movilidad sostenible equiparable al del coche. En cualquier caso, no se aboga por la eliminación del uso del automóvil, sino por un cambio en los repartos modales globales.

- El primer grupo de medidas consiste en garantizar espacios públicos continuos de calidad para el peatón con la suficiente amplitud y comodidad, con la existencia de espacios de estancia y de verde urbano. Asimismo, se han de proporcionar redes continuas para bicicletas y otros tipos de vehículos personales activos y de baja velocidad. La importancia de la completitud de estas redes es capital, ya que deben asegurar el máximo de viajes posibles y muchos de ellos se pueden dejar de realizar por la falta de algunos tramos. En resumen, este tipo de medidas, que se realizan sobre todo en centros más urbanos, tiene como principal objetivo recuperar el espacio público para el ciudadano. Aquí se incluyen todas las transformaciones hacia la pacificación de la mayoría de los centros urbanos, o los cambios de sección de muchas calles para proporcionar una mayor presencia de la movilidad activa.
- El segundo grupo de políticas consiste en incrementar la oferta y las prestaciones de los sistemas de transporte público colectivos. Empezando por los que requieren menos inversión infraestructural, como los sistemas de autobuses. Para lograr buenas velocidades comerciales (próximas a 20 km/h) es necesario tener itinerarios lo menos tortuosos posibles, evitando giros a la izquierda, en una red mallada para facilitar la máxima cobertura, una separación entre paradas lo más alta posible (alrededor de 400-600 m) y, sobre todo, medidas para priorizar los flujos de autobús tanto a nivel de espacio (carriles bus) como a nivel de capacidad en semáforos. Estos aspectos son clave porque sin prioridad espacial y semafórica los autobuses son afectados del mismo modo por la congestión del tráfico y nunca podrán ganar una ventaja competitiva que pueda llevar a un mayor cambio modal. Los sistemas de tranvías, que se están recuperando en muchas ciudades españolas, se comportan de manera similar, aunque pueden ofrecer mayores capacidades (pasajeros/hora). En ciudades europeas, por ejemplo Zúrich, la prioridad semafórica de estos modos de transporte es total, así que cualquier autobús o tranvía tiene prioridad sobre el resto de los vehículos al aproximarse a una intersección. Este aspecto, aunque parezca una banalidad, es esencial para lograr una red de transporte público competitiva.

- Las infraestructuras ferroviarias conllevan toda una serie de rigideces en su operativa (prioridad de paso, rigidez del trazado) y en su inversión (coste de las estaciones) que hacen que el transporte público en ellas tenga un nivel de servicio (capacidad, tiempo de viaje, comodidad...) muy competitivo con respecto al automóvil. Así, casi doscientos años después de las primeras líneas ferroviarias, y después de muchos años priorizando las inversiones viarias, las grandes ciudades están volviendo a apostar e invirtiendo muchos recursos en nuevas líneas ferroviarias (Londres, Berlín, París) que añaden conexiones a los ya de por sí complejos sistemas de metro y estructuran los nuevos territorios metropolitanos que no disponían de conexiones tan buenas como otros. Todo parece indicar que el ferrocarril será la pieza clave en la organización territorial de las ciudades metropolitanas del futuro. También a nivel nacional y europeo, este modo está viviendo un resurgir a partir de los trenes de alta velocidad, primero, y las preocupaciones con respecto al impacto que generan los aviones.
- Otro grupo de medidas es la de realizar desplazamientos intermodales entre la movilidad privada y el transporte público. Los aparcamientos disuasorios o *park and ride* son plazas de aparcamiento situadas en estaciones de transporte público a las afueras de las ciudades centrales para que los usuarios aparquen el vehículo y accedan a la ciudad por medio del transporte público. Este tipo de políticas se han llevado a cabo desde hace muchas décadas en países como Reino Unido, Suecia, Alemania, etc.

5.5. Mecanismos de restricción y control de tráfico

Como se comentaba anteriormente, el incremento del nivel de servicio de los sistemas de movilidad sostenible ha de ir en detrimento del nivel de servicio al tráfico privado. Esta contraprestación es necesaria por dos motivos.

- Primero, porque muchos de los sistemas de movilidad sostenible comparten espacio con los sistemas de movilidad privada y, por lo tanto, la mejora de uno implica el empeoramiento del otro.
- En segundo lugar, porque independientemente de las alternativas, el elevado número de vehículos en las ciudades crea unos impactos que deben ser reducidos, y para ello es fundamental reducir el tráfico. El tráfico es un fenómeno no lineal, lo que significa que, en una vía aparentemente descongestionada, con pequeños incrementos de flujo de vehículos, y en la que se crea congestión, se multiplicarán los efectos negativos del tráfico.

Existen diferentes mecanismos para intentar reducir el número de vehículos en las ciudades. Evidentemente, las actuaciones urbanísticas que tratan de recuperar espacio público y de pacificar entornos urbanos, la priorización de sistemas de transporte público (carril bus, priorización semafórica) o los carriles bici quitan espacio viario al coche y dificultan su circulación, con lo que

se reduce así, con el tiempo, su uso. No obstante, parte de la demanda se va a otros modos, mientras que la otra parte acepta los costes impuestos por la congestión.

Por otro lado, están las políticas de acceso de vehículos a las ciudades. Este tipo de medidas consisten en prohibir ciertos vehículos en zonas urbanas. En algunas ciudades, dependiendo del día, se prohibía circular a vehículos según su número de matrícula (por ejemplo, si acaba en par o impar), pero estas medidas en muchos casos acababan incrementando el parque automovilístico. Actualmente, se han popularizado en muchas ciudades europeas medidas para restringir los vehículos según distintivos ambientales relacionados con el tipo de motor. Los nuevos motores de combustión bajo especificaciones EUR6 emiten muchas menos sustancias contaminantes que los motores EUR2 o EUR3, por ejemplo. Estas denominadas zonas de bajas emisiones pueden ser una buena primera medida para reducir aquellos vehículos más contaminantes, pero si no se acompañan de otras medidas, la propia actualización del parque automovilístico acaba reduciendo su efecto (en cuanto a menor cantidad de coches). Muchas ciudades de Alemania ya han aplicado este tipo de restricción, por ejemplo.

Asimismo, algunas ciudades han optado por medidas de restricción del tráfico pasante en los centros de la ciudad, y se permite el paso únicamente a residentes (es el caso de Madrid Central). Finalmente, otra medida que puede resultar muy efectiva es la de controlar el acceso de vehículos a la ciudad regulando dinámicamente los semáforos en las vías de entradas. Este es el caso, por ejemplo, de la ciudad de Zúrich, donde al detectar congestión en el centro urbano, se reduce el tiempo de luz verde de los semáforos en las vías de acceso a la ciudad.

Las medidas que resultan más efectivas son las que implican una tarificación o una tasa al usuario de coche para internalizar las externalidades y también reducir la demanda. Este tipo de medidas ya hace muchos años que se aplican en la mayoría de las ciudades en lo relativo al aparcamiento urbano (zonas azules o verdes). En 2003, la ciudad de Londres implementó el Congestion Charge o peaje urbano, y desde entonces otras ciudades han seguido este modelo. Consiste en cobrar una tasa a los vehículos que entran en una zona central de la ciudad. Esta tasa reduce considerablemente la demanda (las experiencias de ciudades como Londres o Estocolmo hablan de reducciones de más del 20 % de los vehículos) sin los efectos negativos de la congestión. En otras palabras, el tráfico se reduce en la fuente, ya que el usuario decide utilizar otros modos o no realizar el viaje para evitar pagar la tasa. Aunque esta medida es *a priori* regresiva (afecta a todos los usuarios por igual independientemente de su nivel de renta), ahorra costes sociales (impactos de la congestión), mejora la eficiencia del transporte público y, además, permite recaudar recursos que pueden ser reinvertidos en la ciudad.

6. Indicadores e índices de calidad ambiental urbana

Tradicionalmente, los indicadores son buenas herramientas de evaluación y de hecho se utilizan en multitud de disciplinas para poder conocer la evolución temporal de un determinado proceso o la comparativa entre ciudades o países. Efectivamente, muchos indicadores suelen incluso utilizarse para evaluar anticipadamente determinadas tendencias.

El origen de los indicadores en el mundo medioambiental nace con el ya comentado informe del Club de Roma del año 1972, *Los límites del crecimiento*. Este informe, aparte de resaltar la insostenibilidad ambiental, entre otros motivos, por el agotamiento de los recursos, tenía la virtud de aportar un enfoque predominantemente cuantitativo de las problemáticas que abordaba.

Después de la Cumbre de Río, la Carta de Aalborg, también ya mencionada anteriormente, es el primer evento que recoge explícitamente el realizar un seguimiento de los procesos locales mediante indicadores de sostenibilidad.

Los indicadores de sostenibilidad están orientados a abrir una nueva perspectiva, dando una visión dinámica de la realidad compleja. No suelen ser simples indicadores que muestren una determinada situación, sino que plantean tendencias aplicables a aspectos socioambientales.

De todas maneras, los indicadores de sostenibilidad, son y se deben tomar como indicadores de una determinada situación temporal o como un valor que sirve para comparar ciudades o países. Es necesario comprender muy bien el origen de un determinado indicador para saber valorar exactamente lo que expresa. Conocer los datos sobre los que se basa el indicador nos permitirá saber el grado de error con el que trabajamos.

6.1. Indicadores que describen variables

Algunos indicadores son expresiones sencillas que analizan diferentes variables, mientras que otros interrelacionan diferentes variables y comparan situaciones más complejas, con lo que se convierten en índices.

Existen diferentes modelos de indicadores según la manera de describir las variables. Entre ellos, tenemos los siguientes:

- El modelo PER (presión, estado, respuesta) adoptado de la OCDE. este indica toda una secuencia gracias a tres tipos de indicadores:
 - Los que indican una presión sobre el medio derivada de la acción antrópica.

Referencia bibliográfica

Versión actualizada: Meadows, D.; Randers, J. (2006). *Los límites del crecimiento 30 años después*. Editorial Galaxia Gutenberg.

- Los de estado evalúan la situación de la variable ante esa presión.
- Los de respuesta miden la capacidad de reacción ante la perturbación en cuestión.
- El modelo MFC (modelo, flujo, calidad), que es el utilizado por la Agencia Europea de Medio Ambiente. este se adapta más al sistema urbano por la información proporcionada por sus tres indicadores:
 - Los indicadores de modelo proporcionan información sobre la estructura del municipio.
 - Los de flujo aportan información sobre los ciclos de energía y materia basados en el metabolismo urbano.
 - Los de calidad aportan información sobre el estado de las variables del sistema urbano.

Los indicadores de calidad ambiental urbana se enmarcarían en la categoría de indicadores de calidad.

Estos indicadores pueden estar constituidos por expresiones sencillas de una única variable o por índices más o menos complejos, compuestos por varias variables que intentan aproximarse a la calidad ambiental urbana global.

Seguidamente se ejemplifican algunos indicadores interesantes para el seguimiento y la evaluación de la calidad ambiental urbana.

Indicadores e índices acústicos

Los indicadores de calidad acústica del espacio urbano pueden ser indicadores simples de seguimiento y evaluación de la calidad ambiental urbana de un determinado espacio.

Estos indicadores suelen representarse a nivel de índices de niveles equivalentes ($L_{Aeq, T}$), niveles de presión sonora continuos equivalentes ponderados A , en decibelios, determinados sobre un intervalo temporal de T segundos. El intervalo de tiempo suele referirse al período diurno o nocturno. ($L_{Aeq, d}$ o $L_{Aeq, n}$).

A nivel global, suele utilizarse el indicador o índice L_{den} , que se expresa también en decibelios (dB), y muestra el ruido asociado a la molestia global. Este indicador aglutina los indicadores L_d (nivel sonoro medio a largo plazo, determinado a lo largo de todos los períodos de día de un año), L_e (nivel sonoro medio a largo plazo determinado a lo largo de todos los períodos de tarde de un año) y L_n (nivel sonoro medio a largo plazo determinado a lo largo de todos los períodos de noche de un año).

En la representación de los mapas de ruido estratégicos de ciudades, se utilizan los índices L_{den} y L_n .

Indicadores e índices de verde urbano

Seguramente el índice más utilizado para aproximarse a la vegetación existente que hay en un determinado lugar de la ciudad es el índice NDVI (índice de vegetación de diferencia normalizada). Este indicador estima tanto la cantidad como la calidad y el desarrollo de la vegetación basándose en la medición, por medio de sensores remotos satelitales o de dispositivos aéreos, de la intensidad de radiación de ciertas bandas del espectro electromagnético que la vegetación emite o refleja (infrarrojo cercano y rojo).

$$\text{NDVI} = \frac{(\text{IRCercano} - \text{ROJO})}{(\text{IRCercano} + \text{ROJO})}$$

Indicadores e índices compuestos

La suma o ecuación de varios indicadores o índices de calidad ambiental urbana simples pueden generar una aproximación a la calidad ambiental de un determinado espacio urbano, y pueden ser útiles para determinar qué factores de presión pueden ser interesantes de atacar para generar una mejora de la habitabilidad de una zona determinada de la ciudad.

Por ejemplo, juntar los índices NDVI y *Lden*, con índices de inmisión de contaminación atmosférica, nos puede mostrar los lugares más amables del tejido urbano y los lugares más duros y poco habitables.

Un ejemplo de indicador agregado es el PEQI (*Pedestrian Environmental Quality Index*), del Sant Francisco Department of Public Health, que intenta representar la accesibilidad y amabilidad que el espacio público y el sistema de calles tiene para el peatón, desarrollando un listado de variables que evalúan los tramos de calle y los cruces de una ciudad desde el punto de vista de los desplazamientos a pie.

Bibliografía

Referencias bibliográficas

Appleyard, D. (1982). *Livable Streets*. University of California Press.

Barber, A. (2005). *Green Future: A Study of the Management of Multifunctional Urban Green Spaces in England*. GreenSpace Forum.

Borja, J. (2014). *Comercio, ciudad y cultura. O como el urbanismo especulativo degrada la ciudad y empobrece a la ciudadanía*. <http://ciudad.blogs.uoc.edu/post/86204406685/comercio-ciudad-y-cultura>

Calthorpe, P. (1993). *The next American metropolis. Ecology, community, and the American Dream*. Princeton Architectural Press.

Falcón, A. (2007). *Espacios verdes para una ciudad sostenible. Planificación, proyecto, mantenimiento y gestión*. Ed. GG. Barcelona.

Marshall, S. (2004). *Streets and Patterns*. Routledge.

Meadows, D.; Randers, J. (2006). *Los límites del crecimiento 30 años después*. Editorial Galaxia Gutenberg.

Rueda, S. (2009). *El verd urbà: com i per què?: un manual de ciutat verda*. Fundació Territori i Paisatge.

