“El ejemplo más completo es el de Boston, la primera ciudad del mundo que planteó los parques, jardines, espacios verdes y zonas forestales como proyecto de conjunto. Sólo así podemos concebir los urbanistas los espacios libres. No basta sobre un plano un jardín. Es algo más que todo eso. Es una relación armónica y orgánica de todos los espacios libres.

“Hagamos que los espacios libres sean un conjunto orgánico y que el parque forestal se pueda unir al de la ciudad por calles que les den su fisonomía propia.”

“El espacio verde ha de responder a una concepción orgánica de conjunto: grandes avenidas, grandes plazas, que enlazan todos los espacios verdes de tal manera que, por ejemplo, el jardín de Barriada está a 500 metros de distancia y permite a los habitantes de la zona ir a disfrutar de él. Quedan los parques, que son las reservas de verde que rodean la ciudad. Esto es, a mi entender, lo que deber ser un sistema de espacios verdes de la ciudad, enlazados todos por medio de grandes avenidas. Así concebido el espacio verde, forma parte del conjunto urbano de la ciudad..”

Intervención del arquitecto Giralt Casadesus, R., Valencia, 1952, en el Día Mundial del Urbanismo



Ciudad Verde ¿ Utopía o realidad?

Jose Llopis

ETSAV - Valencia

Objeto y ámbito de estudio:

La civilización actual enfrenta una crisis climática y ecológica producto de la actividad humana en el planeta. La presión sobre los ecosistemas es cada vez mayor con una población creciente en número y en uso de recursos per cápita. Vivimos además en un mundo urbanizado donde 2 de cada 4 habitantes del planeta ya vive en ciudades. Las ciudades son el principal motor de consumo y emisiones por lo que la batalla climática y ambiental se juega en ellas.

Las ciudades por definición son entidades parasitarias del territorio ya que su huella ecológica y ambiental es varias veces el tamaño de la misma. Sin embargo debemos encaminarnos hacia ciudades con una autosuficiencia cada vez mayor. En el ámbito del urbanismo se admite que debemos dejar de ocupar nuevos espacios y que la única vía posible es rehabilitar, redefinir, redensificar y tranformar los espacios ya construidos, en algunos casos edificios o barrios vacíos o infrautilizados, producto de la crisis inmobiliaria de la década anterior (2008).

Por lo tanto el urbanismo del futuro, más que construir nuevos espacios eficientes, verdes y ecológicos, debe transformar aquellos espacios existentes, aquellas ciudades obsoletas e ineficientes en lugares más diversos, más ricos, ecológicos y sociales.

Este estudio pretende averiguar si las soluciones basadas en la naturaleza (SbN) se pueden convertir en una herramienta eficaz para convertir las ciudades en lugares más ecológicos, sostenibles y resilientes, transformar los ecosistemas urbanos y modificar (reducir) el metabolismo urbano. De ser una estrategia eficaz, se propone la creación de una guía o catálogo de SbN como manual de buenas prácticas para el urbanismo ecológico. Una guía digital que permita a aquellos enclaves urbanos con menos recursos transformar sus espacios en lugares más ecológicos y eficientes.

El término SbN fue presentado a finales de la década de 2000 por UICN y el Banco Mundial y posteriormente por los responsables de formular políticas en la UE (especialmente la Comisión Europea). Los desafíos globales como la emergencia climática y locales como desastres naturales pueden ser abordados mediante las SbN y convertidos en oportunidades de innovación que optimicen las sinergias entre naturaleza, sociedad y economía.

Marco teórico y conceptual:

Los teóricos del urbanismo de principios del siglo XX trataban de dar respuesta a las necesidades de la sociedad del momento: hacinamiento, falta de salubridad, necesidad habitacional para las nuevas clases obreras, etc… Con la aparición del automóvil y de la clase media, los centros urbanos se empezaron a despoblar y la suburbanización se convirtió en el nuevo paradigma de la modernidad y el progreso. Después en los años 60´-70´ del siglo XX, empezaba a haber una preocupación por la creciente deshumanización de las ciudades, las grandes distancias recorridas en el día a día, la ocupación insostenible del territorio y la pérdida de identidad del ciudadano.

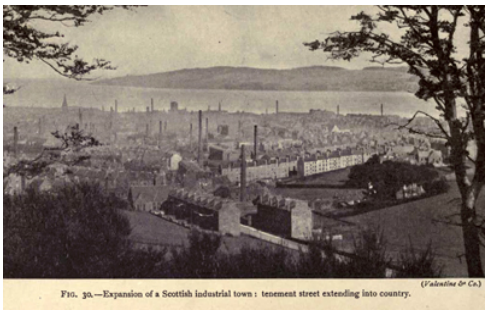
Entre los teóricos precursores de estos movimientos encontramos a P.Geddes, ˈCities in Evolutionˈ (1915), Lewis Mumford, ˈThe Culture of Citiesˈ (1938), Jane Jacobs, ˈLife and Death of American

Cities' (1961) y 'Design with Nature' de Ian McHarg (1969) considerado el precursor del planeamiento regional usando sistemas naturales.

Para Geddes, toda planificación debería empezar por el estudio de “las regiones naturales” donde estaban enclavadas las ciudades. Radical en su momento, proponía que la única forma de planificar un territorio era entenderlo y, para ello, toda la sociedad debe estar implicada en la toma de decisiones. Era fundamental pues, la educación de esta sociedad. Pretendía crear identidad entre territorio y ciudadano.

Lewis Mumford anticipaba lo que podría llamarse después el urbanismo ecológico, rechazando la megalópolis y el suburbanismo, y preconizando una urbanización equilibrada y polinuclear, integrada en su entorno natural y regional, que recupere valores e instituciones apropiadas para una convivencia equilibrada y participativa.

Jacobs reivindicaba planteamientos ecologistas, hablaba de seguridad ciudadana, métodos de planificación más humana, la importancia del espacio público, la reivindicación de la urbanidad frente a la construcción de la ciudad especulativa… Sin hablar de sostenibilidad, existe en su propuesta una gran coincidencia con los criterios que deben seguir las ciudades sostenibles: mezcla de usos, variación en las tipologías edificatorias, densidades que permitan mantener una vida urbana a escala humana o calles frecuentadas y seguras.







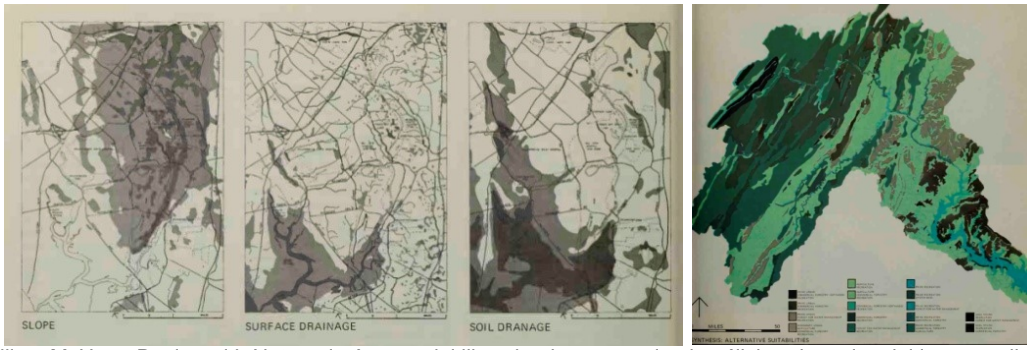
Ciudad industrial escocesa, Imagen del libro: Cities in Evolution, P. Geddes.
El Nueva York de Mumford, 1932, Fuente: Wikicommons
Mid-Manhattan Expressway, proyecto que enfrentó a J. Jacobs con P. Moses. Fuente: NYC Urbanism

Las ciudades deben ser vistas como organismos complejos y el intercambio de información como la forma de mejorar la gestión de los recursos urbanos (metabolismo urbano). Este concepto prestado de la biología y en concreto de la teoría de sistemas sirve para enfrentar el problema de la insostenibilidad urbana. Ya las primeras teorías orgánicas de la ciudad, como las de P. Geddes, L. Mumford y McHarg, conectan con la teoría de sistemas y comparan la ciudad con un organismo viviente.

El concepto de metabolismo urbano ejemplifica y describe los procesos de consumo y transformación de materiales, energía y recursos que tiene lugar en las ciudades. Es un proceso de intercambio con el medio. Las ciudades son sistemas abiertos en constante cambio. Con un consumo de energía y materia y una producción de información y desechos, los cuales son cada vez más difíciles de absorber por el medio físico circundante. Por lo tanto el metabolismo urbano debe ser reducido y reintegrado en el ecosistema. Esto requiere un replanteamiento de las infraestructuras, el urbanismo y la arquitectura.

La aparición de las cartografías digitales en los 90´ y el uso de los SIG (sistemas de información geográfica) han tenido un impacto considerable en la sensibilidad ecológica a la hora de gestionar el uso del territorio. Con la aparición del software de diseño asistido, el urbanismo y el planeamiento urbano entraron en la era informática y de las tecnologías de la información. Los SIG han ayudado a un planeamiento más práctico, preciso y económico que nunca. Sin embargo aunque es de gran importancia saber los límites hasta los que una ciudad puede crecer o no y los lugares en los que no debe asentarse ninguna actividad humana, esto no es suficiente para resolver los problemas del metabolismo urbano.

Por lo tanto las ciudades deben integrar el verde como parte fundamental de su estructura, una necesidad que los principales teóricos del urbanismo pusieron de manifiesto. Pues tendremos ciudades más saludables, más democráticas, más equilibradas e integradas en el medio. El verde además ayuda a que el metabolismo urbano sea más eficiente, pues los productos de la actividad urbana pueden reintegrarse en los ciclos de materiales y energía de la ciudad. Empezamos a ver el papel fundamental que las SbN pueden jugar en convertir las ciudades en entornos más verdes, más humanos y resilientes. Facilitan la integración de la economía circular en la ciudad, son de fácil aplicación y en su implantación puede participar el ciudadano.



William McHarg, Design with Nature: imágenes del libro donde se aprecia el análisis exhaustivo del lugar mediante mapas del territorio

Indicadores de Sostenibilidad Urbana

Los principios del urbanismo ecológico definidos por S. Rueda, se establecen en cuatro ejes que permiten cuantificar cuan sostenibles son los tejidos urbanos analizados. Estos ejes son la compacidad en su estructura, la complejidad en su organización, la eficiencia de su metabolismo y la cohesión social. Se trata de convertir los sistemas urbanos en ecosistemas (pues comprende seres vivos en él) cada vez más complejos y eficientes.

Se debe maximizar la entropía en términos de información según se definiría desde el ámbito ecológico: intentar reducir el consumo de energía (recursos) a la vez que aumentamos la diversidad o complejidad urbana (información). Esto se plasma en la función guía de la sostenibilidad o ecuación de la eficiencia urbana (recursos/organización) la cual debe reducirse con el paso del tiempo. Para ello S. Rueda establece 50 indicadores, relacionados en mayor o menor grado con la función guía que acabamos de comentar (E/nH), estos indicadores son capaces de clasificar la sostenibilidad de tejidos urbanos consolidados o en proyecto.

Se busca conseguir que la mayor parte del espacio público tenga la totalidad de usos y funciones potenciales que le son propias. La ciudad debe buscar la compacidad en su morfología, complejidad en su organización, la eficiencia metabólica y la cohesión social, tanto en la transformación de tejidos existentes como en la creación de nuevos desarrollos.



Las SbN impactan directamente en 30 de los 50 indicadores. Fuente: Agencia de Ecología Urbana de Barcelona

Vemos que para aumentar la complejidad, debemos en principio aumentar el denominador de la función (la n y la H). Esto lo podemos conseguir entre otras formas de la siguiente manera: 1) Aumentar la diversidad y la mezcla de usos, 2) Aumentar las funciones urbanas, 3) Aumentar la autosuficiencia, 4) Aumentar el capital social, 5) Aumentar el número de actividades densas en conocimientos y actividades TIC, 6) Aumentar las redes de relaciones, la creatividad y la innovación, 7) Crear nuevas áreas de centralidad y hacer más maduras las existentes, 8) Aumentar el número de ciudadanos ocupando el espacio público y 9) Alargar la vida urbana, en la calle. Para todos estos puntos, las soluciones basadas en la naturaleza nos pueden ayudar.

Si conseguimos que más lugares de la ciudad sean usados y habitados, como espacios obsoletos, abandonados o con pocos usos, azoteas, solares, vacios urbanos, áreas asfaltadas, etc… Si además estos espacios nos ayudan en el metabolismo urbano, cuando antes lo dificultaban, si además conseguimos que esos espacios sean un lugar de encuentro, productivos y ayuden en la eficiencia energética y de recursos, estamos consiguiendo las ciudades ecológicas que los teóricos precursores del urbanismo ecológico recomendaban.

Otro de los principios del urbanismo ecológico de Rueda, es que éste se desarrolla en tres planos; el plano de superficie, el plano en altura y el plano del subsuelo, lo que permite que todas las variables que hemos visto en los indicadores tengan cabida en la definición urbanística. Se genera un espacio tridimensional para que la función metabólica sea tenida en cuenta en las células básicas urbanas. Y aquí de nuevo vemos como las SbN pueden colonizar las tres dimensiones del urbanismo; superficies planas y verticales, azoteas y subsuelo, interior de edificios y perímetros

urbanos. Las SbN por su versatilidad en escalas y ubicaciones pueden disponerse en cualquier enclave urbano.

En el urbanismo ortodoxo la ciudad dispone de zonas, generalmente en las áreas perimetrales o límite, que se destinan a la transformación o gestión de los resultantes propios de la actividad humana, como depuradoras, transformación de residuos, generación de alimentos, etc… de esta forma el metabolismo se confía a un área exclusiva que por lo tanto debe tener un tamaño considerable. Si las células urbanas más pequeñas consideran dentro de su ámbito esos procesos metabólicos, estamos reduciendo el numerador (la E) de la función guía y aumentando el denominador (la complejidad). Ya podemos tratar las aguas y los residuos en nuestro ámbito edificatorio. Podemos generar energía, alimentos y reducir el consumo de recursos a la escala de barrio o incluso de calle. Supone la transformación total del metabolismo urbano.

Se mejora también el espacio de ruido, de contaminación, de accidentes, con una mejoría estética y visual, se democratiza el espacio y se hace más accesible.



Urbanismo ecológico en 3 niveles donde las SbN encajan perfectamente. Fuente: Agencia de Ecología Urbana de Barcelona

El verde urbano, parques, bosques, techos verdes, cauces fluviales y jardines comunitarios, proveé además de servicios ecosistémicos críticos. El espacio verde promueve la actividad física, bienestar psicológico y la salud en general a los habitantes de las ciudades. Muchos estudios demuestran que la distribución de tales espacios a menudo desproporcionadamente beneficia mayoritariamente a las clases más altas. Con las SbN se puede democratizar el acceso al verde. Ya no es requisito crear caros parques en enclaves privilegiados. Con las SbN se puede crear una red interconectada de verde urbano en tres niveles y a la vez mejorar las condiciones de vida de los ciudadanos.

El acceso al verde es por lo tanto reconocido como un tema de salud y justicia ambiental. Con las SbN se facilita el reverdecimiento de vacíos urbanos y la reutilización de infraestructuras obsoletas. A la vez que mejora el metabolismo urbano, la creación de nuevo verde parece atacar problemas de justicia social y hacer los barrios más justos saludables y atractivos. Si se crea una red homogénea verde por toda la ciudad, se pueden evitar los problemas de incremento del precio de la vivienda, de gentrificación o desplazamiento de los residentes originales que los grandes proyectos urbanos verdes pueden provocar. Así cualquier vecino puede acceder al verde incluso si vive a las afueras. Pues lugares residuales como pueden ser las infraestructuras grises o los bordes urbanos pueden ser transformados más fácilmente.





Muros verdes (fuente: Helix Pflanzensysteme) Cubierta Verde Intensiva (fuente: landsrl.com) Depósito suds (fuente: Land8 Media LLC)

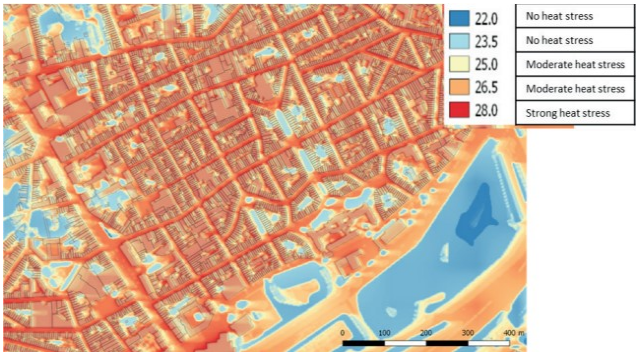
La importancia de la calle como espacio público y social y cómo hacerla más atractiva para el uso y disfrute de toda la ciudadanía es una cuestión clave también. Es indudable la importancia de la densidad urbana y de las diferentes cualidades del espacio público como lugar de encuentro local. En el mundo occidental tenemos una sociedad cada vez más envejecida y hay más necesidades de espacio público cercano para la tercera edad, personas que requieren cuidados, o personas en situaciones de diversidad funcional. Es fundamental estudiar espacios accesibles, socialmente cohesivos y cercanos. Muchas calles de nuestras ciudades son lugares inhóspitos, sin verde, sin sombra, sin lugares donde estar, completamente grises y asfaltados pero a la vez difíciles de transformar o reverdecer por la cantidad de infraestructuras en el subsuelo.

Las soluciones basadas en la naturaleza ayudan a transformar esos espacios construidos con menores costes económicos y de tiempo, menor ocupación del espacio y con una capacidad significativa de transformación. Ayudan además a combatir así los efectos de la emergencia climática como son las temperaturas urbanas en aumento, la necesidad de aire limpio, la mejora en la biodiversidad, el tratamiento de las aguas de escorrentía entre otros muchos beneficios.

SIG y *Smart Cities*

Los datos obtenidos mediante satélite y gestionados con SIG pueden servir para la toma de decisiones en ámbitos locales y globales: monitorear la expansión urbana y la eficiencia del uso del suelo, observar la superficie sellada, la superficie vegetada, áreas con riesgo de convertirse en islas de calor, la distribución de la renta media, relacionar la calidad del aire con el paso de vehículos, vincular el crecimiento urbano con el ciclo del agua en la ciudad, la gestión de residuos, el consumo energético y un largo etcétera que están ayudando a una mejor gestión y planificación en las ciudades:





Comparación entre tª e ingresos en zonas urbanas (Fuente:landsat) Efecto isla de calor en calles (fuente: envi.met.com)

Las superficies altamente impermeables, como el hormigón, el asfalto y las cubiertas de los edificios, evitan que la precipitación se infiltre en los suelos. Se altera el régimen hidrológico y obligan a las ciudades a disponer de depósitos de emergencia y canalizaciones de aguas residuales cada vez más grandes y a tratar esas aguas en grandes depuradoras que producen lodos contaminantes.



Parque inundable Copenhague. Enghaveparken Park. Fuente: Municipalidad de Copenhague. Una SbN de escala urbana

Los materiales de construcción como el hormigón, los metales y el asfalto absorben, reflejan, emiten y almacenan el calor de manera diferente a los árboles o la tierra cubierta de vegetación. Las ciudades durante el día absorben calor y lo disipan poco a poco por la noche por lo que la temperatura sobre una ciudad que puede ser varios grados Celsius más alta que las temperaturas en las áreas rurales circundantes. Este efecto conocido como isla de calor puede ser seguido mediante imagen térmica satelital e indica claramente dónde se acumula más calor, siendo más fácil decidir qué áreas necesitan medidas urgentes para combatir estos efectos como la disposición de más verde urbano.

Si este mapa de calor se superpone con un mapa de calidad del aire se pueden obtener mapas de zonas altamente insalubres dentro de la ciudad y con peores condiciones de habitabilidad para la ubicación de determinadas actividades como colegios, centros de salud o residencias de mayores. El aumento de la temperatura de la superficie terrestre está asociado con la disminución de la vegetación y ambos parámetros están relacionados con áreas ocupadas por un mayor porcentaje de poblaciones vulnerables. Las poblaciones socioeconómicamente vulnerables corren un mayor riesgo de experimentar efectos de calor urbano.

En proyectos de rehabilitación y reforma urbana se pueden utilizar los resultados para identificar las ubicaciones y diseñar estrategias de mitigación, como la creación de más infraestructuras verdes (SbN) para reducir los impactos del calor en la salud. Estas mismas infraestructuras verdes sirven para reducir el consumo de energía, filtrar contaminantes del aire, mejorar la calidad del ciclo hidrológico y aumentar la sensación de bienestar y el confort.

Soluciones Basadas en la Naturaleza

Las Soluciones Basadas en la Naturaleza (SbN) son un nuevo concepto que abarca a todas las acciones que se apoyan en los ecosistemas y los servicios que estos proveen, para responder a diversos desafíos de la sociedad como el cambio climático, la sostenibilidad urbana o el riesgo de desastres. La UE establece que las SbN están “inspiradas y respaldadas por la naturaleza, que son rentables, que simultáneamente proporcionan beneficios ambientales, sociales y económicos y ayudan a construir la resiliencia, a través de intervenciones localmente adaptadas, eficientes en el uso de los recursos”



Jardín de lluvia (https://vaswcd.org/rain-garden)



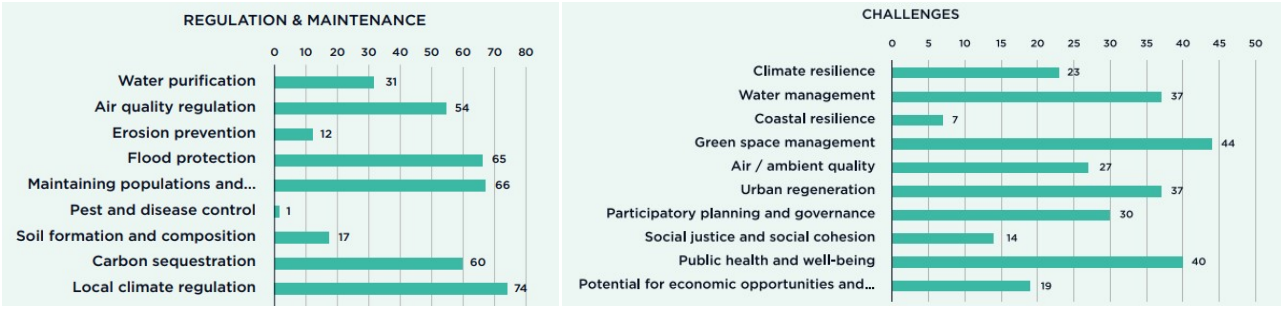
Bioswales: Portland,Kevin Robert Perry, ASLA

Son una forma rentable de reformular los espacios urbanos con un enfoque más verde, más sostenible y más económico al poder incluir la economía circular en las ciudades y cerrar el círculo de materiales y energía dentro del metabolismo urbano. Los flujos de materia y energía en las ciudades son generalmente lineales, debido a la disponibilidad de una fuente de energía que aún es barata; los combustibles fósiles.

En la naturaleza, todos los flujos ocurren en ciclos (economía circular) donde los residuos se convierten en recursos. Deberíamos imitar dichos ciclos naturales en las ciudades para evitar el colapso. Así, en cierto modo, las ciudades y áreas urbanas deben de ser similares a un organismo vegetal, donde todo está descentralizado, tiene una estructura modular, colaborativa y distribuida, sin órganos principales, y puede absorber y sobrevivir a impactos externos sin sufrir demasiado.

Las SbN forman parte de la vida diaria de las personas que viven en ciudades, por lo tanto, su opinión en el diseño e implementación de las mismas es crítica. Incorporar las percepciones y los valores de la comunidad sobre los espacios verdes es fundamental para el éxito de las actuaciones en el espacio urbano, la apropiación por parte del ciudadano de las soluciones llevadas a cabo en la ciudad aseguran su mantenimiento posterior. Es necesario por lo tanto dotar al ciudadano de más información sobre lo que son las SbN para la toma de decisiones por parte del mismo en una planificación y gestión sostenibles del territorio.

Las SbN proporcionan varios tipos de servicios ambientales y ecosistémicos: El primero de aprovisionamiento, como alimentos, materias primas, agua y medicina (“edible landscapes” o paisajes comestibles, donde los residentes se hacen cargo de los jardines en la ciudad y obtienen algo a cambio). En segundo lugar proporcionan servicios de regulación como el clima (efecto isla de calor), la regulación de la calidad del aire, la protección frente a inundaciones, la disminución de la contaminación acústica, almacenamiento de CO2, filtrado del ciclo del agua y aumento de la biodiversidad de especies. Por último y no menos importante, los servicios culturales a través de la recreación, el apoyo a la salud mental y física, el confort ambiental, la apreciación estética y la inspiración.



Nº de SbN que proveen un servicio ecosistémico específico. Nº de SbN que mejoran un reto específico.
Fuente: Somarakis, G., Stagakis, S., & Chrysoulakis, N. (2019). ThinkNature NBS Book

Las SbN tienen un impacto positivo en ecosistemas desequilibrados como los urbanos. Así para reducir la población de mosquito tigre es útil disponer de cestas nido para murciélagos u hoteles

para insectos beneficiosos a la hora de reducirlos. Determinadas plantas como las gramíneas fijan co² a través de las raíces más rápido que los árboles. Por lo tanto un buen uso temporal de solares y descampados sería utilizándolos como praderas.

Los sistemas urbanos de drenaje sostenibles (suds) se pueden combinar con depósitos subterráneos y captación de agua de las azoteas para hacer barrios más resilientes en caso de sequías extremas. Dentro de las cubiertas verdes existen unas tipologías con musgos y líquenes que no requieren de sistema de riego y que funcionan bien en climas áridos o con lluvias erráticas.



Suds (fuente: museumofthecity.org)

En urbanizaciones informales dispersas o en zonas sin urbanización y vulnerables, los filtros verdes pueden ayudar a la depuración de las aguas grises y negras. Las fachadas vegetales con sensores ayudan a regular el riego reduciendo el gasto de agua al mínimo imprescindible y conociendo la humedad del muro en tiempo real. Si nos vamos a una escala menor tenemos una serie de herramientas dentro de la microbiología para tratar los residuos y compostarlos sin necesidad de acudir a centros de tratamiento lejos de las ciudades o para mejorar suelos contaminados o erosionados.



Granja Urbana (Fuente: HumanHabitat)



Noise barrier (Fuente: Eskyiu)

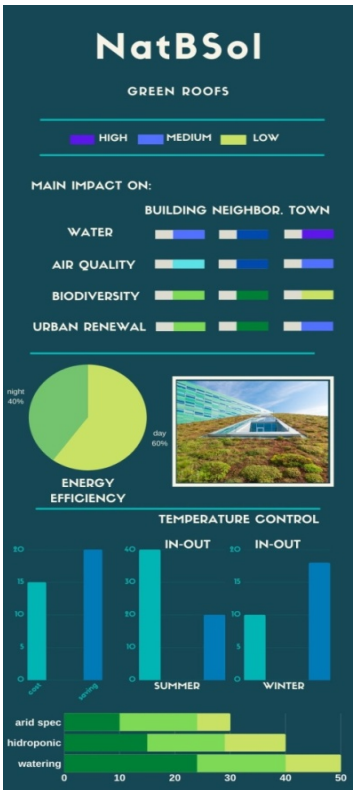


Air filter (Fuente:Greencity)

Objetivos y Metodología a seguir:

Ya hemos visto como los SIG nos pueden ayudar a ubicar las zonas más necesitadas de infraestructura verde. Por otro lado en el cálculo de los índices de sostenibilidad su uso es fundamental. Se propone la creación de un catálogo digital de SbN aplicables en entornos urbanos para la mejora de infraestructura verde y del índice de sostenibilidad urbana. El catálogo muestra las aplicaciones, sus beneficios, lugares donde se ha aplicado con éxito y datos que puedan cuantificar o medir su impacto positivo en el entorno. El catálogo de SbN junto con los índices de sostenibilidad nos permitirá calcular y mejorar el grado de sostenibilidad de un enclave urbano para conseguir crear “ciudades circulares”.

Se establece una clasificación en función de la escala de aplicación (calle, barrio, ciudad), lugar de ubicación (cubierta, fachada, espacio público, infraestructuras urbanas), el medio al que impacta (biodiversidad, calidad del aire, ciclo del agua, temperatura, eficiencia energética), elemento que metaboliza (materiales, residuos, agua, aire, nutrientes), la posibilidad de que exista implicación ciudadana en su creación o mantenimiento, la posibilidad de interacción mediante dispositivos SIG y sensores y su correcta integración en el espacio urbano, público o privado.



La lista de SbN es amplia. Podemos ver en la tabla anterior un repertorio de SbN y el número de indicadores de sostenibilidad urbana en los que cada solución impacta. De este modo podemos calcular el índice de sostenibilidad urbana mejorado aplicando las SbN.

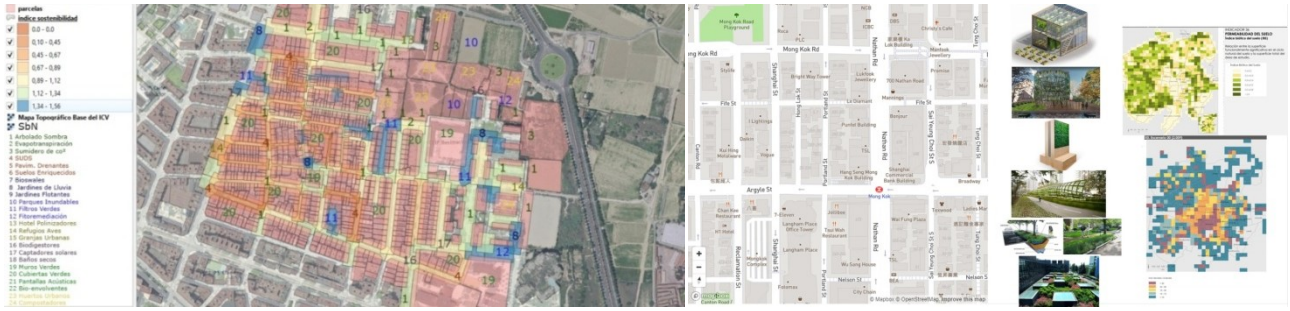
SbN	Índice de Sostenibilidad
Arbolado Sombra	05,06,07,08,09,23,35,37,39,40,41,43
Veg. Evapotransp	05,07,08,09,23,37,39,40,43
Veg Sumidero de co^2	05,08,09,35,37,39,40,43
SUDS	07,08,09,18,23,24,36
Pav. Drenantes	07,08,09,23,25,36
Suelos Enriquecidos	27,28,36
Bioswales	08,09,25,26,40,43
Jardines de Lluvia	07,08,09,25,26,36,39,40,43
Jardines Flotantes	08,09,25,26,40,43
Parques Inundables	07,08,09,18,23,25,26,36,37,39,40,41,43
Filtros Verdes	08,09,18,23,25,26,39,40,43
Fitoremediación	25,26,27,37,40
Hoteles Polinizadores	18,27,38,43
Refugios Aves	18,38,43
Granjas Urbanas	08,18,27,28,38,43
Muros Verdes	05,06,07,08,09,23,24,35,37,39,43
Cubiertas Verdes	05,06,07,08,09,23,24,25,26,27,34,35,36,37,39,43
Pantallas Acústicas	05,06,07,08,09,41
Huertos Urbanos	08,09,18,27,28,34,35,37,39,40
Compostadores	09,18,23,24,27,28,31,32,33,34,35
Paisajes Comestibles	08,09,18,27,28,34,37,39,40

Así para un tejido urbano dado podemos calcular el índice de sostenibilidad urbana antes y después de la aplicación de las soluciones basadas en la naturaleza que se considere adecuado según los objetivos establecidos, las necesidades del lugar y las posibilidades reales de aplicación.

El cálculo del índice de sostenibilidad se realiza mediante software GIS, en este caso QGIS que es de distribución gratuita. Los indicadores y sus fórmulas son de acceso público gracias a la gran labor de difusión que ha realizado la Agencia de Ecología Urbana de Barcelona dirigida por Salvador Rueda. Con varios estudios urbanos realizados en España y America Latina entre otros y con varios manuales de urbanismo ecológico publicados para el Gobierno de España como el Libro Verde de Sostenibilidad Urbana y Local o el catálogo de Certificación del Urbanismo Ecológico.

Por otro lado la Unión Europea está desarrollando una vasta labor de investigación en SbN en varias ciudades europeas como los proyectos Grow Green, Unalab, Urban Green Up, Urbinat, etc… Publicando catálogos como ThinkNature Handbook y plataformas digitales como Oppla donde hay una gran investigación en SbN y se contrastan experiencias entre ciudades europeas.

Nuestro objetivo es unir los trabajos realizados en ambas experiencias en una herramienta digital de licencia compartida.



Cálculo del índice de sostenibilidad para un tejido dado mediante SIG y aplicación de SbN para la mejora del índice. Fuente propia
Imagen final de la interfaz de mapbox junto al catálogo de SbN y el índice de sostenibilidad del tejido. Fuente propia

Se busca aglutinar toda esta información en una herramienta de mapas tipo MapBox que sirva a ciudades o territorios de cualquier lugar y tamaño, a conocer el índice de sostenibilidad de su metabolismo urbano y saber cómo poder mejorarlo aplicando estas SbN. En la actualidad existen herramientas similares tipo calculadora, que permiten a un usuario conocer la sostenibilidad de su vivienda o edificio. El cálculo de la sostenibilidad de un tejido es algo mucho más complejo que requiere más datos. Afortunadamente cada vez más municipios disponen de datos abiertos de la mayoría de cuestiones fundamentales, tipo población, mobiliario urbano, ubicación de contenedores, farolas, arquetas, árboles, etc… Esta información junto a los datos proporcionados por los satélites, de acceso gratuito (landsat, copernicus-sentinel) más la cartografía del lugar es todo lo que necesitamos para ese cálculo. Se trata de simplificar el procedimiento y mecanizarlo para que una villa o ciudad tanto de tamaño pequeño en Europa, como de tamaño medio en África pueda manejarlo y democratizar así el acceso a información privilegiada para los que estudiamos estas soluciones urbanas.

El caso de Nueva York

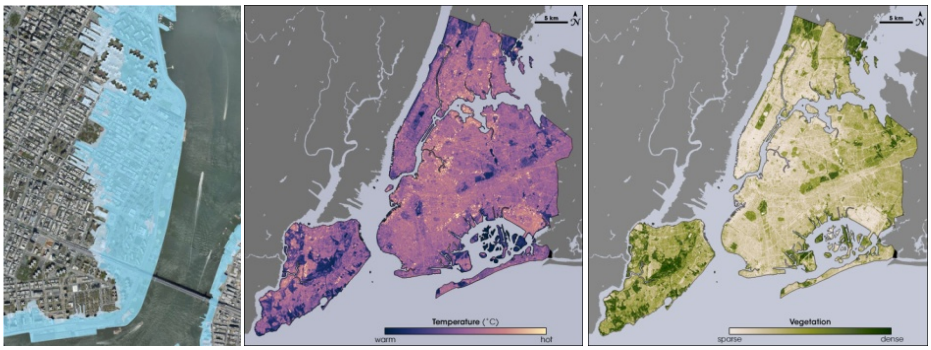
La ciudad de Nueva York es una megaciudad compleja con una población humana diversa situada en una constelación de ecosistemas estuarinos y terrestres. Con más de 20 millones de personas en la región metropolitana, Nueva York, sin embargo, tiene una rica biodiversidad que proporciona un amplio conjunto de servicios ecosistémicos.

Nueva York fue una ciudad pionera en el desarrollo de parques urbanos a mediados de 1800, incluidos Central Park y Prospect Park, diseñado por el famoso arquitecto paisajista Frederick Law Olmstead. En las décadas de 1950 y 1960, los neoyorquinos comenzaron a delinear formas de fomentar modos de vida más saludables, limpios y sostenibles. Nueva York debe su visión actual de sostenibilidad a los cimientos establecidos en parte por Jacobs, Mumford y McHarg, todos los cuales utilizaron NYC como su laboratorio para articular los objetivos de la vida y ciudades sostenibles. Nueva York es también una de las ciudades más verdes de los EE. UU. La huella ecológica relativamente pequeña de los neoyorquinos en comparación con otros residentes de ciudades estadounidenses se debe principalmente al alto uso del transporte público y a los barrios con alta densidad de viviendas.

Nueva York contiene la mayor cantidad de parques de cualquier ciudad de los EE. UU. Y actualmente alrededor del 21% de la ciudad está cubierta por árboles. PlaNYC, el plan de sostenibilidad ambiental y económica para Nueva York, estableció el objetivo de plantar un millón de árboles nuevos para 2017 (MTNY), con la esperanza de que la cobertura del dosel alcance el

30% para 2030. Sin embargo, persisten desafíos importantes para la biodiversidad local y regional, incluida la contaminación, cambio climático, aumento del nivel del mar, gestión de aguas pluviales y crecimiento de la población humana.

El efecto de isla de calor urbano, en Nueva York puede ser dramático, con temperaturas en el núcleo urbano y las áreas suburbanas circundantes que difieren en hasta 8 ° C. Los posibles aumentos futuros de las temperaturas regionales generales combinadas con las olas de calor podrían empeorar significativamente el mismo. Según el Panel de Cambio Climático de Nueva York (NYCPCC) la ciudad es vulnerable al aumento del nivel del mar, a las inundaciones por el aumento de las precipitaciones y a fenómenos meteorológicos más extremos. Para 2050, se pronostica que será más cálido, más húmedo, tendrá un nivel medio del mar más alto y experimentará inundaciones costeras y olas de calor más frecuentes e intensas.



Riesgo de inundaciones (fuente: NYC Flood Hazard Mapper) Efecto isla de calor y vegetación (fuente: earthobservatory.nasa.gov)

La escorrentía de aguas pluviales es uno de los principales contribuyentes a la degradación de la calidad del agua en las zonas urbanas. El setenta y dos por ciento de la superficie terrestre de Nueva York está cubierta por superficies impermeables. Al igual que muchas ciudades maduras, gran parte de Nueva York tiene un sistema de tratamiento de aguas residuales mixto. Durante las fuertes precipitaciones, el sistema de pluviales se desborda hacia el sistema residual, mezclando aguas pluviales y aguas residuales no tratadas, liberándolos en las vías fluviales locales. El acceso al verde urbano es significativamente variable en los vecindarios de Nueva York, y es la intención de MTNYC aumentar el acceso equitativo a los espacios verdes en los vecindarios.

La ciudad de Nueva York ya es un laboratorio de ideas donde se están poniendo en práctica SbN para resolver retos ambientales e integrando a colectivos vulnerables en su puesta en práctica. Existe hasta una guía municipal de cubiertas verdes (Cooper Union Institute for Sustainable Design), para su correcta implantación y varios incentivos fiscales para que los propietarios instales estas soluciones por los beneficios que presenta importantes para la ciudad como el efecto isla de calor, la captación de agua de lluvia, el incremento del valor de la propiedad, etc… Además es una forma de conseguir ciertas certificaciones en sostenibilidad como la certificación LEED.


Huerto urbano en azotea en NY (fuente:flickr.com/photos/inhabitat) High Line NY (fuente:Jessica-Sheridan)

El Impact Farm de Harlem es una granja urbana donde se producen alimentos en una comunidad agrícola destinada a jóvenes, desarrollada por una organización sin ánimo de lucro (harlemgrown.org). La forma en la que se ha recuperado el High Line de Nueva York como parque urbano es un ejemplo de proyecto de restauración urbana y creación de una infraestructura verde.

El Omega Center for Sustainable Living es una planta de tratamiento de aguas residuales mediante plantas. El edificio funciona con energía solar y geotérmica, por lo que no requiere energía adicional para funcionar. A diferencia de otras plantas de tratamiento de aguas residuales, no se utilizan productos químicos para tratar el agua, sino que imita los procesos de la naturaleza, como el uso de una combinación de microorganismos, algas, plantas y filtración de grava y arena para limpiar las aguas residuales y devolver agua limpia potable de vuelta al acuífero. Además el centro también funciona como un aula, para ayudar a educar e inspirar a las personas sobre el poder de la naturaleza para proporcionar soluciones. En Newton Creek se está llevando a cabo un proyecto de fitoremediación con plantas, de tierras contaminadas durante décadas por actividades industriales.



Omega Center: Fuente: Chris Tackett



Newton Creek. Fuente: nycurbed.com

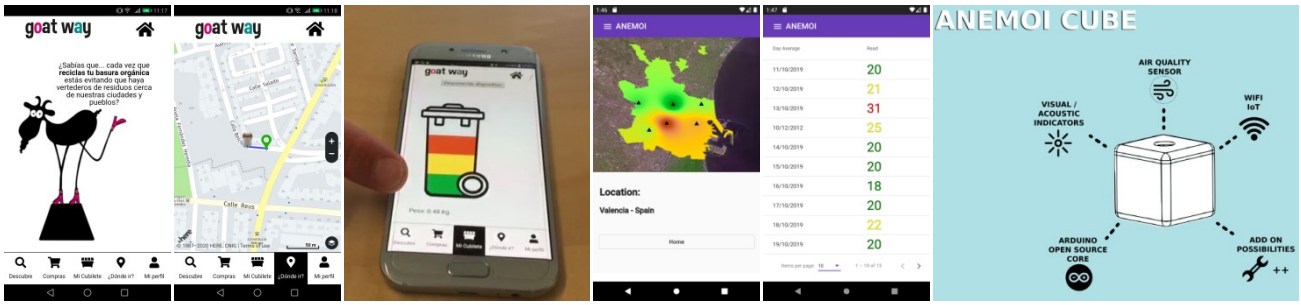
Por otro lado la escuela de Columbia -Columbia University's Graduate School for Architecture, Planning and Preservation (GSAPP)- es una escuela de arquitectura y urbanismo muy activa en cuanto al uso de SIG en proyectos de análisis y diseño urbano. Como se especifica en su web: la formación en planeamiento urbano conecta el estudio del entorno urbano construido con sólidos análisis de las condiciones socioeconómicas y políticas para poder explorar las tensiones existentes entre las fuerzas del mercado, la sociedad civil y los objetivos del planeamiento. El programa presta especial atención al potencial del análisis urbano y la importancia de la justicia social a través del planeamiento. Siendo uno de los primeros programas en los Estados Unidos en incorporar la ciencia de datos y la visualización junto al análisis espacial para responder a los problemas urbanos actuales e informar de posibles soluciones de planeamiento para el futuro. Los candidatos desarrollan programas de estudio centrados en conocimientos avanzados sobre los procesos socioeconómicos, políticos y ambientales que dan forma a las ciudades y regiones, y la calidad de vida dentro de ellos. Subyacentes a estas indagaciones están las preguntas relacionadas con la efectividad de los procesos urbanos y su justicia, democracia y ética.

En nuestro caso queremos combinar en una herramienta digital, un catálogo de soluciones verdes y una calculadora de sostenibilidad urbana, que permita a los municipios con menos recursos tener una manera de saber en qué punto están fallando y si podrían mejorar algún aspecto del metabolismo urbano, dar a conocer a sus técnicos y habitantes qué soluciones existen en el mercado y que los ciudadanos puedan participar en la toma de decisiones en la creación de la infraestructura verde de su ciudad o municipio.

Aspectos de interés:

Algunas investigaciones realizadas en el ámbito de la integración de SIG junto con SbN, para resolver retos medioambientales en ciudades realizadas por el aplicante:

“Hackathon Collab Weekend”. Espacio de Innovación de Las Naves de Valencia. Premio Open Data Ciudad de Valencia (uso de datos abiertos). Sistema para la mejor gestión de la fracción orgánica por parte de los ciudadanos en los municipios. Se trata de un cubilete para la gestión de la fracción orgánica, con unos sensores de peso y volumen integrados. Estos envían la información mediante un dispositivo “arduino” a una aplicación que recoge los datos y va cuantificando la cantidad de orgánica que se genera en el hogar. Estos kilos se convierten en puntos para incentivar a una mejor separación desde origen. La aplicación además da información y consejos sobre cómo separar bien lo que va al cubo marrón de residuos e informa mediante geolocalización cuál es el cubo marrón más cercano o punto de compostaje comunitario. Se busca que los puntos obtenidos sean una forma de beneficiar a la ciudadanía mediante descuentos en la tasa de basuras (pago por generación) o descuentos en comercios locales.



Imágenes de las aplicaciones ganadoras de los premios Open Data y Space Apps Challenge 2019

“Space Apps Challenge 2019”. Primer premio con un dispositivo que mide la calidad del aire en el hogar mediante sensores. Esta información es combinada con información en tiempo real de las estaciones de medición repartidas por la ciudad de Valencia junto con la información a escala territorial proporcionada por la NASA mediante satélites. La información se muestra en una aplicación SIG, combinada en los tres niveles, permitiendo a los residentes saber en tiempo real la calidad del aire en su ubicación y poder tomar decisiones sobre la conveniencia de abrir las ventanas o no salir a la calle en casos de baja calidad del aire.

“Grow Green. Soluciones verdes colaborativas”: 5º premio en el concurso de iniciativas verdes mediante SbN en el Barrio de Benicalap en Valencia. Entre las propuestas seleccionadas hay un bosque comestible en una parcela municipal, una instalación de sombra para el patio de un colegio que se elaborará por los propios alumnos, la creación de huertos urbanos. Nuestra propuesta consiste en acompañar todo el proyecto, de unos 6 meses, con los vecinos para que sean ellos mismos los que con sus móviles elaboren un documental. Durante este tiempo se les explicará por qué es necesario integrar el verde en la ciudad para ser más resilientes y cómo esto ayuda por ejemplo para mitigar la pobreza energética. Al final se subirá a una mapbox en GIS con todas las acciones y los videos georreferenciados para que sea totalmente público y participativo. Este proyecto va a servir como una primera prueba a pequeña escala de lo que este estudio quiere desarrollar gracias a la beca de investigación.

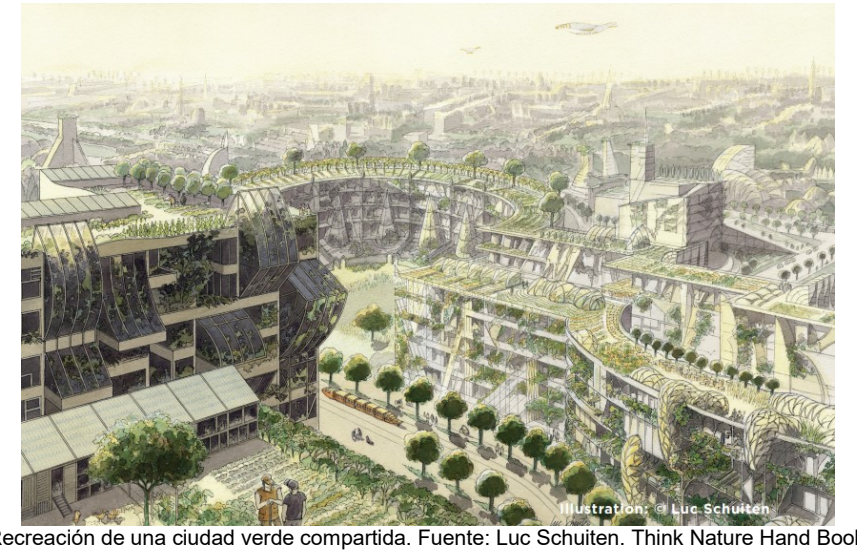
Conclusiones

Las soluciones basadas en la naturaleza son una alternativa para conseguir un urbanismo ecológico real. A causa de la pérdida y la disponibilidad limitada de infraestructuras verdes en les áreas metropolitanas, debido a la rápida urbanización de las últimas décadas, y los riesgos cada vez mayores asociados a la situación de emergencia climática se hacen necesarias actuaciones eficaces y casi de sutura en el urbanismo actual.

No obstante las SbN a veces se pasan por alto en el diseño de edificios y planificación de ciudades debido a su desconocimiento y falta de investigación en las tipologías y métodos de implementación.

Las SbN son un concepto real que debe formar parte ya de las ciudades inteligentes. Hay muchos ejemplos alrededor del mundo funcionando bien. Las ciudades y entornos urbanos deben diseñarse o transformarse siguiendo ésta metodología para construir y habitar entornos más saludables, resilientes, con menos costes de mantenimiento y estéticamente bellos.

En el proceso de investigación actual personal vemos necesario aplicar estas herramientas en los entornos urbanos y aprovecharnos de las herramientas actuales que facilitan el acceso a la información desde cualquier lugar del mundo y por cualquier persona. Facilitamos su acceso si compilamos esta información y la entregamos de una forma práctica. Para ello es necesaria la participación de una institución tan a la vanguardia en el uso de estas herramientas como es la GSAPP, que aparte de disponer de expertos profesionales en el desarrollo de estas materias, son conocedores de cuáles son las mejores formas de dar a conocer el resultado final.



Recreación de una ciudad verde compartida. Fuente: Luc Schuiten. Think Nature Hand Book

Bibliografía

BoYang, ShujuanLi, Design with Nature: Ian McHarg's ecological wisdom as actionable and practical knowledge

Flores, Alejandro, Pickett, Steward T.A., Zipperer, Wayne C., Pouyat, Richard V., Pirani, Robert, Adopting a modern ecological view of the metropolitan landscape: the case of a greenspace system for the New York City region

Gaja i Díaz, Fernando, Urbanismo Ecológico, ¿sueño o pesadilla?

Gehl, Jan, La humanización del Espacio Urbano

Giddens, Anthony, Un mundo desbocado. Los efectos de la globalización en nuestras vidas

Hall, Peter, Ciudades del mañana

Jacobs, Jace, Death and Life of Great American Cities

Lehmann, Steffen, What is Green Urbanism? Holistic Principles to Transform Cities for Sustainability

McHarg, Ian, Design with Nature

Mumford, Lewis, The culture of cities

Riechmann, Jorge, Biomímesis: Respuesta a algunas objeciones

Rueda Palenzuela, Salvador, El Urbanismo Ecológico

Somarakis, G., Stagakis, S., & Chrysoulakis, N. (2019). ThinkNature Nature-Based Solutions Handbook

Wolcha, Jennifer R., Byrne, Jason, Newell, Joshua P., Urban green space, public health, and environmental justice: The challenge of making cities 'just green enough'

Agencia Ecología Urbana Barcelona, Certificación del Urbanismo Ecológico

Citaciones académicas relacionadas con las SbN

Empirical evidence for the connection between NBS and provisioning services

Marginal land can be sustainably used for biofuel production under certain conditions, e.g., low contamination (Zhao et al., 2014).
Forests provide raw materials in urban areas (Niemelä et al., 2010; Yokohari and Bolthouse, 2011).

Land conversion on brownfields offers great potential for food production, except for on polluted sites. In Chicago, gardens on vacant lots make up 27% of Chicago's urban agriculture area (Taylor and Lovell, 2012; Haase et al., 2014).
Fresh water and sea ecosystems provide food in urban areas (Niemelä et al., 2010).
Rooftop gardens could grow a large share of Bologna's vegetables (Orsini et al., 2014).

Empirical evidence for the connection between NBS and regulating services.

Enhance air quality, reduce urban heat island effect, reduce heating and cooling costs (Bohemen et al., 2008; Cook-Patton and Bauerle, 2010; Sternberg et al. 2010 and 2011; Wong et al. 2010).
Green roofs have great potential to reduce storm water runoff in low rainfall events (Mentens et al., 2006; Cook-Patton and Bauerle, 2010).
Green roofs can take up pollution form rainwater (Cook-Patton and Bauerle, 2010).
Bioswales reduce the pollution load of stormwater runoff (Pataki et al., 2011).
Street trees can store carbon under certain conditions (Novak, 2002) and Provide cooling, wind control and air pollution removal (Tyrväinen et al., 2005).
Gardens help mitigate flooding (Cameron et al., 2012).
Functioning urban wetlands contribute strongly to waste water treatment (Cairns and Palmer, 1995; Niemelä et al., 2010; TEEB, 2011).

Empirical evidence for the connection between NBS and habitat or supporting services

Diverse roofs can support diverse communities (Cook-Patton and Bauerle, 2010; Fernandez-Canero and Gonzales-Redondo, 2010).
Diverse streetscapes with native vegetation enhance abundance and richness of species (Leather, 2004; White et al., 2005; Lososová et al. 2011).
Large parks have an outstanding value for urban biodiversity (Donnelly and Marzluff, 2004; Lososová et al. 2011; Strohbach et al., 2013)
Pockets parks slightly increase number of observed bird species (Strohbach et al., 2013).
Urban forests are biodiversity hot-spots (Tyrväinen et al., 2005; Strohbach et al., 2009)

Empirical evidence for the connection between NBS and cultural services.

Green roofs can enhance overall human well-being (Cook-Patton and Bauerle, 2010).
Green roofs can enhance the aesthetic environment (Cook-Patton and Bauerle, 2010).
Gardens can provide stress relief (Cameron et al., 2012).

Positive memories of childhood are often linked to gardens and provide strong sense of place (Cameron et al., 2012).
Structurally rich riverbanks are associated with psychological well-being (Dallimer et al., 2012).
Parks contribute to the physical and psychological well-being (Fuller et al., 2007; Niemelä et al., 2010).
Small public are used primarily for rest and restitution and socialising (Peschard et al., 2012).
Gardening in community gardens is associated with health benefits (Yokohari and Bolthouse, 2011; Cameron et al., 2012).
Gardening in community gardens and allotments enhance social capital (Yokohari and Bolthouse, 2011; Cameron et al., 2012).
Urban forests can improve home and work environments and may have a strong cultural and historical value (Tyrväinen et al., 2005).
Urban forests provide recreational opportunities, and have a positive impact on psychological wellbeing (Tyrväinen et al., 2005; Niemelä et al., 2010). Urban forests are important for tourism (Tyrväinen et al., 2005).
Recreational opportunities are provided especially by water ecosystems (Niemelä et al., 2010).