

# STEAM 3D ACADEMY



## STEAM 3D GUIDE



Cofinanciado por  
la Unión Europea



## Contenidos

Información del proyecto	2
Proyecto STEAM3D Academy	4
El propósito de la Guía	4
Introducción	4
Reconquistando espacios públicos entrelazando diseño, inclusión y sustentabilidad	6
¿Qué es la infraestructura verde y por qué es importante?	7
Estándares de diseño sostenible	7
Sostenibilidad en la arquitectura	8
Evaluación de ciclo de vida y energía incorporada	9
Sistemas de Clasificación de Edificios Ecológicos/ Programas de Mejora del Desempeño Ambiental	9
Fundamentos de temas relacionados con la ingeniería	11
Diseño sostenible de espacios abiertos	15
Guía y herramientas del plan de ecologización urbana	17
Cómo garantizar el éxito de la aplicación	18
Referencias	19



# Proyecto STEAM3D Academy

El proyecto STEAM3D Academy tiene como objetivo aumentar el interés de los estudiantes y profesores de secundaria y de formación profesional (FP), ya que tendrán demanda en el mercado laboral. El objetivo específico del proyecto es aumentar el interés en las carreras STEAM (Science-ciencia-, technology-tecnología-, Engineering-ingeniería-, Arts-arte- and Math-matemáticas-) y alentar a los estudiantes a desarrollar habilidades profesionales y transversales, así como competencias no triviales que los diferencien de otros solicitantes de empleo.

Hay varias carreras que se pueden seguir dentro de STEAM y este proyecto se enfoca principalmente en el campo de la ingeniería.

## El propósito de la Guía

El término *diseño sostenible* se usa muy frecuentemente. Si bien se han presentado algunas definiciones bastante variadas y complejas, preferimos que la sostenibilidad signifique "satisfacer las necesidades del presente sin restar valor a la capacidad de satisfacer las necesidades del futuro".

Aunque es una definición general y sencilla, cuando se aplica a temas ecológicos, resulta difícil aplicarla de manera significativa, sin ser arbitraria, a temas de ingeniería (edificación, automóvil, diseño urbano, yacimiento petrolífero, plantas industriales, etc.).

Esta guía es un medio para inducir a los estudiantes, estudiantes de FP de ingeniería, profesores y educadores, así como a diseñadores del entorno construido, aquellas estrategias que se pueden utilizar para desarrollar un "diseño verde/sostenible" y establecer algunas técnicas prácticas para ayudar a los futuros profesionales lograr el objetivo del diseño verde y, por lo tanto, hacer una contribución significativa a la sostenibilidad de los emplazamientos urbanos.

El proceso de planificación ambiental es de aplicación internacional. Cada sitio, sin embargo, es diferente; el uso que la gente necesita hacer de él también es diferente y los recursos disponibles pueden variar. Por estas razones, siempre puede ocurrir que la solución sostenible y apropiada localmente sea diferente en cada sitio, y que se consiga tras un examen exhaustivo de las condiciones locales y de las personas implicadas.



# Introducción

A medida que más y más europeos eligen vivir y trabajar en ciudades, pueblos y suburbios, Europa se está convirtiendo en un continente más urbanizado. La calidad del medio ambiente circundante tiene un impacto significativo en la calidad de vida en los entornos metropolitanos. Depende del nivel del aire y del agua, la accesibilidad a la naturaleza y la biodiversidad, la cantidad de contaminación acústica y cada vez más, la capacidad de mantener un ambiente fresco a medida que aumentan las temperaturas.

La mayor parte del uso de los recursos se produce en las zonas urbanas, donde también se plantean muchos problemas medioambientales. A medida que las personas viven y trabajan más cerca unas de otras, administran y comparten recursos de manera efectiva utilizando los conceptos de la economía circular, reducen su dependencia del transporte motorizado privado y viven en estructuras más eficientes energéticamente, las ciudades también presentan la oportunidad de abordar los desafíos ambientales.

La Unión Europea es consciente de que las ciudades son esenciales para cumplir los objetivos del Pacto Verde Europeo, que incluyen la creación de una sociedad con bajas emisiones de carbono, eficiente en el uso de los recursos, sostenible y resiliente. La Comisión apoya una amplia gama de actividades y proyectos centrados en el aire, el agua, el ruido, la protección y restauración de espacios verdes, el impulso de la economía circular y una mejor gestión de los residuos. Las ciudades de la UE y sus gobiernos locales son colaboradores cruciales a la hora de poner en práctica leyes, políticas y programas contra la contaminación.

## ¿Cuáles son las ventajas de un enfoque verde?

Las ventajas de un enfoque verde para el diseño urbano están siendo reconocidas por ciudades de todo el mundo, ya que tiene el potencial de reducir las temperaturas urbanas, reducir la contaminación del aire y aumentar la resiliencia medioambiental. Entre las diez principales prioridades de planificación urbana, el Consejo de la Agenda Global sobre el Futuro de las Ciudades del Foro Económico Mundial enumeró la expansión de la cubierta vegetal.

**"Plantar vegetación, ante todo, es una forma de reducir la temperatura ambiente exterior". Pero no es solo eso. "Una ciudad verde y cercana a la naturaleza también ofrece una mayor habitabilidad".** *Kok Yam Tan, subsecretario de la oficina de la Nación Inteligente y el Gobierno Digital de Singapur*

¿Por qué los espacios públicos verdes son importantes para las ciudades y sus habitantes?

1. **Mejora de la calidad de vida:** según el C40, la contaminación del aire afecta en particular a los niños que tienen enfermedades como el asma y provoca alrededor de 4,5 millones de muertes prematuras al año. Las áreas forestales metropolitanas tienen el potencial de mejorar la calidad del aire cuando se planifican correctamente, lo que destaca la necesidad de dispersar árboles en las áreas urbanas sin contribuir a las disparidades de salud existentes.
2. **Salud física y mental enriquecida:** según las recomendaciones de la OMS, las áreas verdes pueden ayudar a mejorar la salud mental. Según un estudio realizado en Londres, hubo 1,18 recetas menos para la depresión por cada 1000 residentes por cada unidad con mayor densidad de árboles por kilómetro de calle. En términos de salud física, un estudio de la OMS encontró que la gestión de la cubierta vegetal podría prevenir entre el 23 y el 25 % de las enfermedades a escala mundial. Según varios estudios, vivir cerca de espacios verdes reduce el riesgo de morir joven.



3. **Mayor resiliencia e igualdad como parte de una estrategia de adaptación:** algunas regiones ahora corren un riesgo mucho mayor por los efectos del cambio climático como resultado de la deforestación. Plantar árboles aumenta la resiliencia de una ciudad al ayudar a protegerla contra deslizamientos de tierra e inundaciones frecuentes. Eliminar las disparidades en la cantidad de árboles y espacios verdes en diferentes partes de una ciudad disminuye la desigualdad porque promueve la salud y el bienestar de todos. La falta de espacios verdes, generalmente en las regiones de bajos ingresos de una ciudad, hace que los vecindarios sean más cálidos y vulnerables al riesgo climático.
4. **Reducción de emisiones para acercarse a los objetivos de sostenibilidad y clima del acuerdo de París:** Los espacios verdes facilitan el acercamiento al objetivo ambiental de descarbonización. Por ejemplo, los árboles cuidadosamente colocados en las áreas metropolitanas pueden reducir la temperatura del aire entre dos y ocho grados centígrados, reduciendo el efecto urbano de "isla de calor" y eliminando la necesidad de aire acondicionado en un 30%.

## Reconquistando espacios públicos entrelazando diseño, inclusión y sustentabilidad

La vida en áreas urbanas está cambiando; existe una creciente necesidad de espacios verdes públicos, y la pandemia de COVID-19 ha hecho que la calidad ambiental local y la inclusión social sean aún más importantes. Hay muchos edificios y espacios abiertos infrautilizados y abandonados en la UE y en otros lugares que podrían beneficiar a las poblaciones urbanas y rurales de diversas maneras a nivel ecológico, económico y social. La mayoría de las áreas y estructuras subutilizadas poseen un patrimonio cultural y ecológico tangible e intangible, así como un potencial considerable para la recreación, la estética, la terapia, el contacto social y el intercambio cultural. En consecuencia, tienen efectos importantes en la salud, la felicidad y el acceso a los servicios de la población local, especialmente para las personas más vulnerables. De acuerdo con los principios de la Nueva Carta de Leipzig, también ofrecen espacios para la interacción social y cultural, la implicación comunitaria y la participación en eventos sociales y culturales, todo lo cual ayuda a "reducir y prevenir nuevas formas de desigualdad social, económica, ambiental y territoriales".

Este artículo examina una serie de iniciativas y proyectos llevados a cabo en el marco de las Acciones relevantes de Uso Sostenible del Suelo, Economía Circular y Asociaciones de Cultura y Patrimonio Cultural de la Agenda Urbana para la UE (UAUE, por sus siglas en inglés). Lo hace a través de la lente de la Dimensión de Ciudad Verde de la Nueva Carta de Leipzig y el marco de la Nueva Bauhaus Europea (NEB, por sus siglas en inglés).

La Dimensión de Ciudad Verde de la Nueva Carta de Leipzig enfatiza el poder transformador de las ciudades para combatir el calentamiento global y mejorar la calidad del aire, el agua, el suelo y el uso de la tierra. Para lograr esto, se insta a las ciudades a utilizar soluciones basadas en la naturaleza (NBS, por sus siglas en inglés) para salvaguardar y regenerar ecosistemas con el fin de construir espacios verdes y azules bien planificados, mantenidos e interconectados. Esto requiere ajustes en los modos de producción y consumo, una redefinición y compromiso con el uso sostenible de los recursos, una disminución significativa en la producción de residuos y emisiones de carbono, inversiones en tecnologías puntera y efectivas y la promoción de un modelo de economía circular que abarque todos estos elementos.



La Comisión Europea adoptó la Comunicación sobre la Nueva Bauhaus Europea el 15 de septiembre de 2021. El objetivo de la UE es desarrollar lugares, bienes y formas de vida agradables, sostenibles e inclusivos mediante la fusión de un enfoque basado en el lugar, la participación ciudadana, la cooperación creación, integración y colaboración entre varias disciplinas y sectores. El enfoque holístico del NEB es la matriz de este objetivo (por ejemplo: cultura, tecnología, innovación, diseño, ingeniería, artes, ciencias sociales y ciencias naturales). Además de otras cosas, los cuatro ejes temáticos de la ruta transformadora del NEB pueden brindar una oportunidad para la creación de futuras asociaciones u otros tipos de colaboración en el marco de la UAEU. **La necesidad de un pensamiento a largo plazo y de ciclo de vida en el ecosistema industrial es uno de ellos.** Otros incluyen restablecer una conexión con la naturaleza, recuperar el sentido de pertenencia y dar prioridad a las áreas y poblaciones que más lo necesitan.

## ¿Qué es la infraestructura verde y por qué es importante?

Parques, jardines, espacios verdes, techos verdes, muros verdes, árboles en las calles, prados, humedales, ríos, canales y lagos son solo algunos ejemplos de lo que se conoce como "infraestructura verde".

En general, se entiende que la infraestructura verde debe verse como una red en lugar de un sitio único, funcionar en una variedad de escalas, desde un jardín de lluvia hasta una llanura aluvial, y ser multifuncional, lo que significa que se crea y mantiene para ofrecer varios beneficios a la vez.

Numerosos estudios han demostrado que la infraestructura verde tiene numerosas ventajas para la economía, la sociedad y el medio ambiente. Estas ventajas incluyen: mejorar la salud mental y física de las personas; reducir la contaminación atmosférica y mejorar la calidad del agua; prevenir el cambio climático, por ejemplo, reduciendo el riesgo de inundaciones; almacenar agua durante períodos secos; almacenar carbono; o prevenir la erosión del suelo; creación de puestos de trabajo; impulsar la competitividad económica; etc.

La infraestructura verde de alta calidad también aumenta el valor de las propiedades y hace que las ubicaciones sean más atractivas para los inversores. El "capital natural" de la tierra, o los recursos que la naturaleza nos brinda y de los cuales depende nuestra economía y forma de vida, incluye la infraestructura verde como un componente importante. Los recursos naturales como la tierra, los minerales, el suelo, el agua, el aire y todos los seres vivos se consideran capital natural.

Según la Unión Europea (UE), la infraestructura verde debe incorporarse a la mayoría de las políticas de la UE y es crucial para el uso más efectivo de las herramientas de ordenación del territorio. Además, debe tenerse en cuenta en las evaluaciones de impacto ambiental (EIA, por sus siglas en inglés) y las evaluaciones ambientales estratégicas (EAE, por sus siglas en inglés). Las infraestructuras verdes son reconocidas por ayudar a permitir un crecimiento inteligente y sostenible.



# Estándares de diseño sostenible

En 2015, más del 55% de la población mundial vive en áreas urbanas, según declaraciones de la ONU, y se espera que aumente hasta el 66% en 2050. La respuesta al cambio climático global es aún más relevante en áreas urbanas con las mayores demandas de recursos (para estimular la producción y los impactos ambientales asociados en otros lugares) y en las que la salud de los ciudadanos y la infraestructura urbana son cada vez más vulnerables.

Un enfoque integrado y sostenible para el diseño de emplazamientos urbanos y edificios será fundamental para mitigar los efectos negativos de la urbanización no planificada y sus implicaciones para el uso de recursos, la biodiversidad y el clima. Y las “ciudades y comunidades sostenibles” comienzan por lugares urbanos diseñados de forma sostenible.

Al hacer hincapié en la importancia del contexto local, el diseño, la educación y la integración, esta guía pretende inspirar a todas las partes interesadas involucradas en la planificación y la prestación de servicios a pensar de manera diferente y brindarles las herramientas necesarias para pasar a la acción.

Los principios de diseño sostenible consisten en la capacidad de:

- optimizar el potencial del emplazamiento.
- minimizar el uso de energía no renovable.
- usar productos de preferencia medioambiental.
- proteger y preservar el agua;
- mejorar la calidad del ambiente interior.
- Optimizar las prácticas de funcionamiento y mantenimiento.

El uso de una filosofía de diseño sostenible promueve la toma de decisiones en cada fase del proceso de diseño que reduzca el impacto negativo sobre el medio ambiente y la salud de los ocupantes, sin comprometer el resultado final. Es un enfoque integrado y holístico de las compensaciones. Este enfoque integrado tiene un impacto positivo en todas las etapas del ciclo de vida de un emplazamiento urbano, incluido el diseño, la construcción, la explotación y el desmantelamiento.

Pero esto requiere un cambio holístico en el proceso educativo, especialmente en la enseñanza técnica y profesional. Los planes de estudio y las competencias adquiridas por los estudiantes deben orientarse hacia el desarrollo sostenible.

## Sostenibilidad en la arquitectura

La sostenibilidad no era el objetivo de los arquitectos del pasado. Sin embargo, algunas de las estructuras resultantes parecen haber logrado una combinación admirable de gran longevidad y sostenibilidad en la construcción, el funcionamiento y el mantenimiento. Sería interesante comparar la huella ecológica (un concepto discutido más adelante en esta guía) de, digamos, estructuras romanas de hace dos milenios calentados por suelos radiante con una estructura del siglo XX de tamaño, emplazamiento y uso comparables.

Con el paso del tiempo, se desarrollaron tecnologías más complicadas y el método científico,



y surgió la disciplina de la ingeniería surgió separada de la arquitectura. Este cambio no fue arbitrario ni deliberado, sino que se debió a la creciente complejidad de las herramientas de diseño y las tecnologías de construcción y a la creciente variedad de materiales y técnicas disponibles. Esta complejidad siguió creciendo a lo largo del siglo XX y continúa en la actualidad. Con el arquitecto transformado de maestro de obras a consultor principal de diseño, la mayoría de las prácticas de ingeniería realizaban trabajos principalmente como subconsultores del arquitecto, cuya empresa, a su vez, era contratada por el cliente. De la mano de estas tendencias surgió la doctrina del siglo XX de "edificios sobre la naturaleza", un enfoque que todavía es muy demandado por los clientes y proporcionado por las empresas de arquitectura e ingeniería.

Bajo este enfoque—edificios diseñados bajo la dirección del arquitecto como consultor principal siguiendo el paradigma de “edificios sobre la naturaleza”—el arquitecto concibe primero los conceptos de diseño interior y exterior. Solo entonces el arquitecto recurre a los ingenieros estructurales, luego a los de calefacción, ventilación y aire acondicionado, luego a los ingenieros eléctricos, etc.

## Evaluación de ciclo de vida y energía incorporada

Los materiales de construcción utilizados en la construcción y el funcionamiento de edificios tienen energía incorporada en ellos debido a los procesos de fabricación, transporte e instalación para convertir las materias primas en productos finales. El proceso de selección de materiales también debe considerar el impacto ambiental de la demolición y eliminación después de la vida útil de los productos. Las bases de datos y herramientas de evaluación del ciclo de vida (ECV) se utilizan para calcular y comparar la energía incorporada de materiales y productos de construcción más comunes. Los diseñadores deben dar preferencia a los materiales eficientes en el uso de los recursos y reducir los desechos mediante el reciclaje y la reutilización siempre que sea posible.

La serie de normas 14000 de la Organización Internacional de Normalización (ISO) sobre gestión ambiental sirve como método para regir el desarrollo de estas herramientas. Las herramientas ECV están disponibles tanto en fuentes comerciales privadas como gubernamentales o de dominio público. La herramienta BEES (siglas en inglés que quieren decir “construir para la sostenibilidad medioambiental y la economía”) fue desarrollada por el Instituto Nacional de Estándares y Tecnología (NIST) de los Estados Unidos con el apoyo de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA). TRACI (Herramientas para la Reducción y Evaluación de los Impactos Químicos y Otros Impactos Ambientales) de la EPA se centran principalmente en las emisiones químicas y el uso de materias primas en los productos.



# Sistemas de Clasificación de Edificios Ecológicos/ Programas de Mejora del Desempeño Ambiental

Existe dos tipos de programas generales para fomentar el diseño de edificios ecológicos. Un tipo podría denominarse sistema de calificación y el otro una guía o programa para alentar y ayudar a los diseñadores a lograr un diseño de edificios ecológicos.

**Sistemas de clasificación de edificios ecológicos:** hay varios sistemas de clasificación desarrollados por organizaciones de prestigio. Todos ellos proporcionan herramientas útiles para identificar y priorizar cuestiones medioambientales clave. Estas herramientas incorporan un método coordinado para la realización, validación y evaluación comparativa de proyectos diseñados de manera sostenible.

El método de clasificación líder en los Estados Unidos es el programa LEED, creado por el USGBC (Consejo de Construcción Ecológica de Estados Unidos). LEED es liderazgo en energía y diseño medioambiental. Evalúa el desempeño medioambiental desde una perspectiva de "todo el edificio" durante el ciclo de vida de un edificio, proporcionando un estándar numérico para lo que constituye un "edificio verde". Su objetivo es crear conciencia sobre los beneficios de la construcción ecológica, que está transformando el mercado. LEED se ha aplicado a numerosos proyectos en una variedad de niveles de certificación de proyectos, y su uso ha crecido rápidamente en los últimos años. Los sistemas de clasificación ahora están en vigor para construcciones nuevas (LEED-NC), edificios existentes (LEED-EB), construcción de núcleo y cubierta (LEED-CS) e interiores comerciales (LEED-CI). Para proyectos residenciales, también se están desarrollando programas LEED para viviendas nuevas (LEED-H) y urbanizaciones (LEED-ND). LEED también cualifica a las personas como consultores LEED, aunque no requiere dichos consultores en proyectos que buscan calificación LEED.

Otro método de clasificación que se desarrolló originalmente en el Reino Unido es el "Método de Evaluación Medioambiental del Establecimiento de Investigación de Edificios (BREEAM)". Se trata de un programa de evaluación voluntario, basado en el consenso y orientado al mercado. Con un área de evaluación obligatoria y dos opcionales, BREEAM fomenta y evalúa los edificios de oficinas diseñados de forma sostenible. El área de evaluación obligatoria es el impacto ambiental potencial del edificio; las dos áreas opcionales son el proceso de diseño y el funcionamiento/mantenimiento. Otros países y regiones han desarrollado o están desarrollando iniciativas relacionadas inspiradas en BREEAM.

La Comisión Europea presentó su propuesta sobre una Directiva de Informes de Sostenibilidad Corporativa en abril de 2021. Ya en 2018, el Parlamento pidió una revisión de la NFRD (Directiva sobre información no financiera) y en 2020 estableció sus recomendaciones sobre gobierno corporativo sostenible. El CSRD es una de las piedras angulares del Pacto Verde Europeo y la Agenda de Finanzas Sostenibles y forma parte de una política más amplia de la UE para comprometer a las empresas a respetar los derechos humanos y reducir su impacto en el planeta.

La Directiva de Informes de Sostenibilidad Corporativa (CSRD) hará que las empresas sean más responsables públicamente al obligarlas a divulgar periódicamente información sobre su impacto social y ambiental. Esto terminaría con el "lavado verde", fortalecería la economía social de mercado de la UE y sentaría las bases para las normas de información de sostenibilidad a nivel mundial.



Estas reglas abordan las deficiencias de la legislación existente sobre la divulgación de información no financiera, percibida en gran medida como insuficiente y poco confiable. La CSRD introduce requisitos de información más detallados sobre el impacto de las empresas en el medio ambiente, los derechos humanos y las normas sociales, sobre la base de criterios comunes acordados con los objetivos climáticos de la UE. La Comisión adoptará el primer conjunto de normas antes de junio de 2023.

Las reglas comenzarán a aplicarse entre 2024 y 2028:

- A partir del 1 de enero de 2024 para las grandes empresas de interés público (con más de 500 empleados) ya sujetas a la directiva de información no financiera, con informes que deberán presentarse en 2025;
- A partir del 1 de febrero de 2025 para las grandes empresas que actualmente no están sujetas a la directiva de información no financiera (con más de 250 empleados y/o 40 millones de euros en facturación y/o 20 millones de euros en activos totales), con informes que vencen en 2026;
- A partir del 1 de enero de 2026, las PYME y otras empresas que cotizan en bolsa, deberán presentar sus informes en 2027. Las pymes pueden optar por no participar hasta 2028.

## Fundamentos de temas relacionados con la ingeniería

Comprender los principios básicos que definen la profesión del ingeniero es imprescindible para un diseño meditado. Aunque esta Guía no pretende servir de libro de texto de ingeniería, resulta útil repasar los fundamentos clave de la ingeniería que influyen en el diseño de edificios y emplazamientos urbanos sostenibles desde la perspectiva de la profesión y el estudio de una ingeniería. Entre ellos se incluyen la primera y la segunda ley de la termodinámica, la transferencia de calor y los sistemas de fluidos. De este modo, el lector podrá comprender mejor las posibilidades de ahorro energético y otras oportunidades de diseño de edificios ecológicos.

### Leyes de la termodinámica

Las leyes de la termodinámica constituyen el núcleo del análisis y el diseño de los sistemas energéticos. Esta sección resume brevemente la primera y la segunda ley y sus implicaciones en el diseño ecológico.

La primera ley en su forma básica es:

$$Q - (W_{flow} + W_{shaft}) = \Delta U + \Delta E_{potential} + \Delta E_{kinetic}.$$

Para un sistema en estado estacionario y sustituyendo en los términos de energía interna, potencial y cinética se llega a lo siguiente:

$$Q - W = m \left[ (u_2 - u_1) + (p_2 v_2 - p_1 v_1) + (V_2^2 - V_1^2) / 2 + g(z_2 - z_1) \right]$$



¿Dónde?	
Q	calor transferido hacia o desde el sistema; el símbolo de puntos se refiere a la velocidad de transferencia de calor
E	energía contenida en el sistema (potencial o cinética)
W	trabajo producido o requerido por el sistema; el símbolo de puntos se refiere a la tasa de trabajo realizado
U	energía interna del fluido (agua, vapor, aire, refrigerante) por unidad de masa
M	masa del fluido
PV	producto de la presión y el volumen específico del fluido
V	velocidad del fluido en el sistema
H	entalpía del fluido por unidad de masa, expresada como (u + pv)
Z	altura o energía potencial del fluido 1 y 2 = subíndices que indican los estados anterior y posterior del parámetro
(Nota: un punto sobre un símbolo significa "la velocidad de transferencia de").	

Los términos de energía interna (u) y energía de flujo (pv) pueden combinarse en la entalpía del fluido, dada por

$$h = u + pv$$

La segunda ley está representada por varias ecuaciones que implican el cambio de entropía del fluido, pero a efectos de la toma de decisiones sobre energía y diseño ecológico, resulta especialmente útil estudiar el ciclo de Carnot, representado en coordenadas de temperatura-entropía.

Una aplicación común de la ecuación de primera ley a un sistema energético son los procesos de combustión que generan calor para elevar la temperatura de un fluido con el fin de proporcionar calor a un edificio. Cuando se consideran los medios de calefacción, ya sea una caldera, un generador de agua caliente o un horno de aire caliente, los términos de trabajo

(W), los cambios en la energía cinética  $(V_2^2 - V_1^2)/2$  y la energía potencial  $(z_2 - z_1)$  son pequeños en comparación con la diferencia de entalpía, por lo que la primera ley se convierte

en:  $Q \cong m(h_2 - h_1)$



## Implicaciones de las leyes termodinámicas en el diseño ecológico

Existen dos tipos de energía: la energía almacenada (potencial) y la energía del movimiento, denominada energía cinética. Sin embargo, independientemente de su forma, siempre se aplica la primera ley de la termodinámica. Para un sistema cerrado, en esencia, dice:

*La energía no puede crearse ni destruirse.*

Un sistema cerrado es aquel en el que la energía y los materiales no fluyen a través de los límites del sistema. La primera ley explica por qué la eficiencia energética y el diseño ecológico son una necesidad. Si pudiéramos crear energía, no habría razón para conservarla. Debemos ser conscientes de que dependemos en gran medida de fuentes de energía cuyo suministro es finito.

Por lo tanto, es lógico utilizar menos energía de este tipo como norma y avanzar hacia fuentes de energía renovables y más eficientes en general.

Si la energía es la capacidad de hacer trabajo, ¿qué ocurre cuando aprovechamos ese potencial? El resultado es triple: trabajo, calor y entropía. El trabajo es la transferencia de energía por medios mecánicos, como un ventilador o una bomba. El calor se refiere a la transferencia de energía de un objeto a otro debido a una diferencia de temperatura. Y la entropía, en pocas palabras, es un indicador del estado de desorden de un sistema.

La segunda ley de la termodinámica nos ayuda a apreciar aún más la relevancia del diseño sostenible:

*Todos los procesos aumentan irreversiblemente la entropía de un sistema y de su entorno.*

Si comprendemos que la Tierra es nuestro sistema, nos daremos cuenta de que la cantidad limitada de energía utilizable que se nos ha concedido (primera ley) acabará convirtiéndose irreversiblemente en energía inutilizable (segunda ley), lo que nos lleva a cerrar el círculo. Por supuesto, la Tierra no es un sistema completamente cerrado en el que la energía entra (a través de la radiación solar) y sale (por ejemplo, la Tierra irradia energía al espacio). En cualquier caso, nuestra dependencia de la energía en una forma útil y las leyes inmutables de la naturaleza marcan la pauta para un diseño (ecológico) adecuado: utilizar la energía con criterio y eficacia.

### Fundamentos de la transferencia de calor

El calor viaja por tres vías: conducción, convección y radiación. Observa las siguientes correlaciones generales:

Conducción ≈	Transferencia de calor por movimiento molecular dentro de un material o entre materiales en contacto directo.
Convección ≈	Intercambio de energía por contacto entre un fluido en movimiento y un sólido
Radiación ≈	No requiere contacto; transferencia de calor por ondas electromagnéticas



En situaciones reales, la transferencia de calor se produce a través de los tres modos al mismo tiempo. Dependiendo del tipo de problema, uno o dos de estos modos dominarán generalmente la tasa de transferencia de calor en un momento dado. Pero para simplificar las cosas, hablaremos de cada modo de transferencia de calor por separado.

**Conducción.** Consideremos la transferencia de calor a través de una parte de la envolvente del edificio (pared, ventana, puerta, suelo o tejado). El proceso puede expresarse de la siguiente manera:

$$Q = UA\Delta T$$

donde Q es la cantidad de calor transferida, A es la superficie expuesta y la temperatura delta ( $\Delta T$ ) es la diferencia entre los dos límites del (aire exterior y aire interior).

La velocidad a la que se transfiere el calor por conducción está controlada por el coeficiente global de transferencia de calor U:

$$U = 1 / \Sigma R$$

donde  $\Sigma R$  es la resistencia térmica global de las capas de material del sistema en cuestión.

La resistencia térmica global incluirá normalmente términos para las resistencias de transferencia de calor por convección en efecto tanto en la superficie interior como en la exterior.

**Convección.** Existen numerosas fórmulas que describen la transferencia de energía por convección. El manual *ASHRAE Handbook-Fundamentals* proporciona al menos 12 factores utilizados para determinar los coeficientes de transferencia de calor por convección y enumera no menos de 25 ecuaciones para calcular la transferencia de calor por convección forzada. Limitaremos esta discusión a la comparación entre convección natural y forzada.

La convección natural suele denominarse convección libre y se debe principalmente a las diferencias de densidad y a la acción de la gravedad. Para ver la convección en acción, observa una lámpara de LAVA. La "lava" recibe calor de la bombilla y asciende; al enfriarse, vuelve a descender. Sustituye la bombilla por un tubo lleno de agua caliente y cambia la "lava" por aire, y tendrás una idea aproximada de cómo funciona la convección en una aplicación de calefacción. La lección que se extrae de este ejemplo bastante obvio es que la convección natural es una ley sencilla de la naturaleza que puede utilizarse en beneficio del diseñador de varias maneras. La convección forzada se produce cuando el movimiento del fluido (aire, agua, etc.) se realiza a través de un motor externo, como un ventilador o una bomba.

**Radiación.** La transferencia de calor por radiación supone un reto y una oportunidad únicos para el diseñador. Todos hemos estado alguna vez junto a una ventana fría y hemos sentido frío, aunque la temperatura ambiente fuera agradable. Lo mismo ocurre en los días soleados, en los que uno puede calentarse demasiado, aunque el termostato diga que todo va bien.

La forma simplificada de la ecuación que describe la transferencia de calor radiante es:

$$Q = \epsilon \sigma A (T_1^4 - T_2^4)$$

donde  $\epsilon$  es la emisividad,  $\sigma$  es la constante de Stefan-Boltzmann, A es la superficie y los términos de temperatura (T) es la diferencia absoluta de temperatura entre el objeto radiante (subíndice 1, con emisividad  $\epsilon$ ) y su entorno (subíndice 2, un cuerpo negro).

La emisividad es una propiedad que refleja la capacidad de ese material para emitir energía de radiación térmica en relación con el máximo teóricamente posible a la temperatura del



material. La emisividad depende tanto del propio material como de las condiciones de la superficie. Una superficie negra mate, como el carbón vegetal, tiene una emisividad cercana a 1 (la de un cuerpo negro), mientras que las superficies metálicas brillantes tienen valores más bajos, más en el rango de 0,1 a 0,4. Una propiedad relacionada con la radiación térmica es la absorptividad del material, que refleja su capacidad para absorber la radiación térmica entrante. Un material con una absorptividad de 0,8 absorberá el 80% de la radiación térmica entrante. En general, se puede considerar que la absorptividad y la emisividad del material tienen el mismo valor.

Las superficies con mayor emisividad absorberán y emitirán más energía térmica. Pero fíjate en la gran variación que puede suponer cambiar la diferencia de temperatura; la velocidad a la que un objeto irradia o absorbe calor es proporcional a la diferencia de las cuartas potencias de las temperaturas absolutas implicadas.

Cuando el diseñador se enfrenta al reto de minimizar el calor transferido por medios radiantes, se pueden seguir los siguientes pasos para situaciones en las que dominan las cargas de refrigeración:

- Explorar la posibilidad de eliminar o reducir drásticamente la superficie (A) expuesta directamente a la fuente radiante mediante sombreado u otros medios. Para la mayoría de las aplicaciones en edificios, la fuente radiante es el sol, que puede tratarse como un objeto que emite energía a 5800 K, o 10.000 °F.
- Recomendar el uso de tecnologías de "techo frío" que equilibren la emisividad y la absorptividad de la superficie para minimizar la ganancia neta de calor solar en el tejado.
- Con el acristalamiento, el diseñador debe evaluar la conveniencia de utilizar un material de baja emisividad con otros revestimientos selectivos (reflectantes).
- Evitar los colores oscuros en el exterior del edificio, que suelen tener una mayor emisividad y absorben más calor.
- Limitar las exposiciones este y oeste, especialmente las que tienen una gran cantidad de vidrio.
- Compensar la carga radiante. Por ejemplo, en un gran atrio con una gran exposición acristalada y/o muros exteriores, compensar las ganancias radiantes de la envolvente con refrigeración radiante en el suelo producirá un efecto neto significativamente más confortable para el ocupante.

### **Fundamentos del flujo de fluidos**

El análisis del flujo de fluidos y sistemas es también un concepto fundamental para los diseñadores de sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado. Para un fluido incompresible de flujo constante, rige la ecuación de Bernoulli. Esta ecuación se basa en el principio de conservación de la energía y establece que entre los puntos 1 y 2 de un sistema existe la siguiente relación:



$$0 = \frac{P_2 - P_1}{\rho g} + \frac{V_2^2 - V_1^2}{2g} + (z_2 - z_1)$$

donde P es la presión del fluido, V es la velocidad del fluido y z es la elevación en los puntos 1 y 2.

Cuando un fluido pasa por un ventilador o una bomba, se introduce energía adicional en el sistema en forma de aumento de la presión y quizás, de la velocidad del fluido. La potencia necesaria para mover un fluido es, en esencia, una modificación de la ecuación de Bernoulli, en la que el lado izquierdo no es cero, sino que refleja la energía adicional aportada al fluido.

## Diseño sostenible de espacios abiertos

Tanto para las personas como para el medio ambiente, los espacios verdes urbanos -desde parques y jardines hasta tejados verdes y granjas urbanas- ofrecen diversas ventajas. Ofrecen un espacio esencial para la salud física y mental, así como un hogar esencial para la vida silvestre, incluidas las aves y los polinizadores. Además de otros muchos beneficios, los espacios verdes protegen contra las olas de calor, las sequías y la contaminación atmosférica, hídrica y acústica.

Aunque algunos espacios verdes urbanos están ahora mejor protegidos, a medida que más gente elige vivir en las ciudades, los espacios verdes salen perdiendo con frecuencia en la carrera por la propiedad disponible. Se pretende invertir estas tendencias y proteger y restaurar nuestros inestimables ecosistemas urbanos en el marco de la Estrategia de Biodiversidad para 2030.

### El Factor Espacio Verde

El Factor de Espacios Verdes es un método para calcular la cantidad de infraestructura verde necesaria para las nuevas construcciones. Se utiliza en las políticas de muchos municipios para imponer condiciones a los promotores antes de conceder la licencia urbanística para una ubicación. El objetivo es garantizar que la infraestructura verde se diseñe desde el principio cuando se construyen lugares. En toda Europa se han introducido diversas modificaciones en el Factor de Espacios Verdes. Su versatilidad, que permite modificarlo para adaptarlo a diversos entornos políticos, urbanísticos y culturales, ha sido una de las razones por las que se ha transportado eficazmente de una ciudad a otra.

Dicho Factor funciona estableciendo en la política urbanística de un municipio las normas sobre el grado de respeto al medio ambiente que debe tener una nueva urbanización para recibir la autorización urbanística, centrándose tanto en la calidad como en la cantidad de los componentes verdes ofrecidos. La política de estos Factores asigna "factores" (entre 0 y 1) a las distintas formas de cubierta superficial; las superficies duras y selladas reciben una puntuación de 0, mientras que las superficies más verdes y naturales reciben una puntuación de 1. La superficie del tipo de cubierta superficial se multiplica por el factor asociado para determinar la puntuación de los Factores de un lugar concreto. Se obtiene una puntuación global entre 0 y 1 sumando las puntuaciones de cada tipo de cubierta superficial y dividiendo el resultado por el tamaño de todo el emplazamiento.

Los municipios pueden fijar distintos umbrales de expectativas. El principio fundamental del enfoque es desempeñar el papel de facilitador fomentando los debates entre promotores y municipios sobre cómo alcanzar una puntuación objetivo y crear comunidades fantásticas en las que las personas puedan prosperar.



Una de las ventajas del Factor es que fomenta el trabajo cooperativo entre los sectores público y comercial al proporcionar una herramienta de planificación flexible y fácil de usar para implantar infraestructuras verdes en las nuevas urbanizaciones. Todas las partes implicadas en el proceso de desarrollo pueden beneficiarse del método. Dentro de un marco político definido, los promotores pueden modificar los planes maestros y los diseños para satisfacer necesidades y condiciones cambiantes. Para alcanzar sus objetivos, los municipios pueden interactuar proactivamente con los promotores y la comunidad. Las comunidades, tanto nuevas como antiguas, se benefician de los proyectos de construcción que aprovechan los múltiples usos de la infraestructura verde.

El Factor es especialmente importante para las ciudades que deben densificarse para hacer frente al crecimiento. El GSF puede garantizar que la infraestructura verde se incorpore al entorno construido, contrarrestando así algunos de los efectos negativos de la creciente densidad en zonas donde hay presión sobre el uso del suelo y donde el espacio para parques y zonas verdes tradicionales es más escaso. El GSF también puede ayudar a los legisladores y responsables políticos de otros ámbitos políticos a comprender las ventajas potenciales de la infraestructura verde para sus jurisdicciones, lo que les motivará a apoyar el argumento a favor de un mayor verdor urbano.

## Guía y herramientas del plan de ecologización urbana

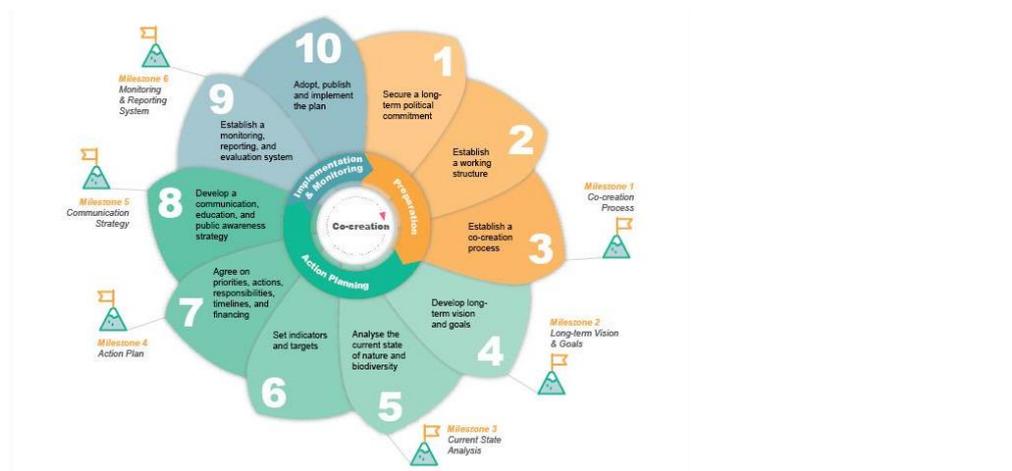
La Comisión ha instado a las ciudades europeas de al menos 20.000 habitantes a "*desarrollar ambiciosos planes de reverdecimiento urbano*" que incluyan "*medidas para crear bosques, parques y jardines urbanos biodiversos y accesibles; granjas urbanas; tejados y muros verdes; calles arboladas; praderas urbanas; y setos urbanos*" como parte de la Estrategia de Biodiversidad, cuyo objetivo es devolver la naturaleza a las ciudades y recompensar la acción comunitaria.

Estos consejos pretenden ayudar a los gobiernos locales a alcanzar este objetivo. Fue creado en colaboración con Eurocities e ICLEI y es el resultado de conversaciones con numerosos gobiernos locales que ya han diseñado y puesto en marcha con éxito programas de reverdecimiento urbano.

Destaca la importancia del proceso cooperativo de creación de un plan de reverdecimiento urbano, incluida la necesidad de colaborar con los residentes y otras partes interesadas, así como la necesidad de la colaboración interdepartamental y la integración del plan de reverdecimiento con otros aspectos del desarrollo urbano, desde la movilidad y la salud hasta la calidad del aire y el agua, la energía y la adaptación al clima.

Un plan de reverdecimiento urbano es un marco y una estrategia a largo plazo para garantizar que las ciudades sigan siendo más verdes. No es un documento aislado.

Puedes consultar el borrador de la Guía del Plan de reverdecimiento de Zonas Verdes [aquí](#).



Fuente de la imagen: [https://environment.ec.europa.eu/sites/default/files/styles/embed\\_large\\_2x/public/2022-10/Urban-Greening-Plans-graphic-10-steps-no-title\\_0.png?itok=HGmnlMQ](https://environment.ec.europa.eu/sites/default/files/styles/embed_large_2x/public/2022-10/Urban-Greening-Plans-graphic-10-steps-no-title_0.png?itok=HGmnlMQ)

Etapas del ciclo del plan de reverdecimiento urbano:

1. Compromiso político
2. Estructura de trabajo
3. Proceso de creación
4. Visión y objetivos a largo plazo
5. Estado actual de la naturaleza y la biodiversidad
6. Indicadores y objetivos
7. Prioridades, acciones, responsabilidades, plazos y financiación
8. Estrategia de comunicación, educación y sensibilización del público
9. Sistema de seguimiento, información y evaluación
10. Adopción, publicación y aplicación del plan

## Cómo garantizar el éxito de la aplicación

Reconocer los objetivos sociales y los impulsores de la sostenibilidad: Los espacios verdes deben planificarse teniendo en cuenta tanto el estado ecológico actual como el objetivo final a alcanzar para contribuir a cumplir los objetivos medioambientales. Para planificar el recorrido desde el punto de partida hasta el de destino teniendo en cuenta la dinámica cultural y social de la ciudad, es esencial esta "evaluación de impacto". Este procedimiento debe incluir la evaluación de los peligros, ya que algunas ciudades desconocen qué zonas son más vulnerables a las inundaciones.

En comparación con el centro de las ciudades, los suburbios a veces se pasan por alto cuando se trata de crear senderos y zonas verdes. Por ejemplo, un estudio realizado en Melbourne reveló que la cubierta arbórea disminuía más de un 2% por cada diez kilómetros que se alejaban del centro de la ciudad. Las regiones suburbanas pueden ser más susceptibles a los efectos del calentamiento del aire debido a la falta de arbolado urbano. Además, es crucial que la construcción de nuevas calles y parques se lleve a cabo sin desplazar a los residentes con bajos ingresos de larga duración de una comunidad. Se requiere un punto de vista integrado, ya que las estrategias de movilidad actualizadas con los incentivos adecuados para reducir el uso del coche privado deben aplicarse junto con corredores para peatones y ciclistas.



No hay que subestimar la influencia de la participación comunitaria; es esencial conseguir el apoyo de la población para un desarrollo urbano verde y habitable. Bajo los auspicios de su iniciativa Urbinact, que se apoya en los esfuerzos de participación de la comunidad, la ciudad de Oporto está estableciendo corredores saludables en Campanh. Para garantizar la participación local en los proyectos de renovación y mantenimiento, también es crucial la implicación activa de la comunidad.

Garantizar la financiación: Las limitaciones presupuestarias pueden dificultar que se dé prioridad a la cubierta vegetal. Por ello, las ciudades pueden tener en cuenta estrategias creativas de financiación de los espacios verdes. También podría recurrirse a otros instrumentos financieros convencionales.

## Referencias

- Infraestructura verde (IG) - Mejorar el capital natural de Europa. COM(2013) 249 final. Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones. Comisión Europea, mayo de 2013. [https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:d41348f2-01d5-4abe-b817-4c73e6f1b2df.0014.03/DOC\\_1&format=PDF](https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:d41348f2-01d5-4abe-b817-4c73e6f1b2df.0014.03/DOC_1&format=PDF)
- Construir una infraestructura verde para Europa. Comisión Europea, 2013. [http://ec.europa.eu/environment/nature/ecosystems/docs/green\\_infrastructure\\_broc.pdf](http://ec.europa.eu/environment/nature/ecosystems/docs/green_infrastructure_broc.pdf)
- Planificación ecológica de los espacios públicos | Deloitte Global. [en línea] Disponible en: <https://www.deloitte.com/global/en/Industries/government-public/perspectives/urban-future-with-a-purpose/green-planning-of-public-spaces.html>
- environment.ec.europa.eu. (s.f.). Plataforma para el reverdecimiento urbano. [en línea] Disponible en: [https://environment.ec.europa.eu/topics/urban-environment/urban-greening-platform\\_en](https://environment.ec.europa.eu/topics/urban-environment/urban-greening-platform_en)

### Otras:

- Ejemplos de espacios públicos - <https://www.re-thinkingthefuture.com/rtf-fresh-perspectives/a1062-10-sustainable-and-innovative-public-spaces-around-the-world/>
- Artículo: "Diseño de espacios públicos y desarrollo respetuoso con el medio ambiente" <https://indvstrvs.org/public-space-design-and-eco-friendly-development/>
- <https://www.neighbourhoodguidelines.org/> <https://www.gsa.gov/real-estate/design-and-construction/design-excellence-program-overview/sustainability/sustainable-design>
- ASHRAE GreenGuide The Design, Construction, and Operation of Sustainable Buildings; ISBN 1-933742-07-0, ISBN 978-1-933742-07-6; 2006 American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc.; 1791 Tullie Circle, NE Atlanta, GA 30329; ; [www.ashrae.org](http://www.ashrae.org); pp 17-20.



Cofinanciado por  
la Unión Europea

