



CIUDAD PLANIFICADA: BGI EN SONGDO

GINGLES NII AFFUL¹, KEON-HO LEE², ALEX WORDEN³

¹ UNIVERSIDAD DE UTAH, EEUU

²UNIVERSIDAD DE MÍCHIGAN, EEUU

PALABRAS CLAVE

Infraestructura azul-verde
Ciudades inteligentes
Ciudad Internacional de Songdo
Desarrollo urbano
Biodiversidad
Ciudad planificada

RESUMEN

En las últimas décadas, la infraestructura azul-verde (BGI) se ha convertido en uno de los pilares del desarrollo urbano sostenible, equilibrando la restauración ecológica, la resiliencia climática y el bienestar humano. Las ciudades de todo el mundo tienen diferentes marcos políticos, prioridades de diseño y estructuras de gobernanza que determinan la implementación de los sistemas BGI. En Corea del Sur, en particular, el diseño de Songdo destaca cómo una ecociudad planificada de arriba abajo integra la BGI con tecnologías de ciudad inteligente y medidas de adaptación al clima. En la ciudad de Nueva York, la implementación descentralizada y las asociaciones público-privadas han sido fundamentales para ampliar la BGI. En Singapur, el Estado-nación ilustra un enfoque coordinado a nivel nacional, posicionando la BGI como infraestructura ecológica y como estrategia crítica de adaptación al clima. Viena ofrece un modelo europeo contrastante, donde la BGI está estrechamente relacionada con las tradiciones de planificación a largo plazo. En conjunto, estos diversos modelos de gobernanza ponen de relieve cómo la BGI puede adaptarse a los contextos ambientales, sociales y políticos locales, al tiempo que contribuye a la resiliencia climática global y al disfrute humano.

RECIBIDO: 06 / 09 / 2025

ACEPTADO: 07 / 10 / 2025

1. Introducción

La infraestructura verde (GI) es un enfoque de planificación urbana que integra los ecosistemas naturales con los entornos construidos para mejorar la sostenibilidad y la resiliencia. Introducida inicialmente como alternativa a la infraestructura gris tradicional, la GI hace hincapié en el uso de espacios verdes y estrategias de vegetación para abordar los retos urbanos. Con el tiempo, el concepto se ha ampliado a la infraestructura azul-verde (BGI), incorporando elementos verdes como parques y bosques, y sistemas de gestión del agua como ríos, humedales y soluciones para aguas pluviales. La BGI tiene como objetivo restaurar el equilibrio ecológico, mitigar los efectos del cambio climático y mejorar la habitabilidad urbana mediante la gestión eficiente de los recursos hídricos y el fomento de la biodiversidad. Songdo, una ciudad inteligente de Corea del Sur, fue diseñada como un centro de negocios global. A diferencia de las ciudades convencionales, que evolucionan gradualmente, Songdo se construyó sobre terrenos ganados al mar, lo que permitió una integración planificada de los principios de la BGI. La ciudad emplea tecnologías avanzadas para optimizar la eficiencia energética, al tiempo que da prioridad a la sostenibilidad medioambiental. Características clave como el Central Park y una red de canales de agua de mar ejemplifican el esfuerzo de Songdo por incorporar soluciones basadas en la naturaleza en la planificación urbana. Sin embargo, a pesar de su diseño progresista, Songdo se enfrenta a retos para aprovechar plenamente el potencial de BGI, entre los que se incluyen la biodiversidad limitada, la dependencia excesiva de soluciones tecnológicas en lugar de procesos ecológicos y las dudas sobre la sostenibilidad medioambiental y social a largo plazo.

2. Metodología

Para examinar el estado actual y la dirección futura de la BGI en Songdo, este estudio extrae conclusiones comparativas de tres casos de estudio globales: la ciudad de Nueva York, Singapur y Viena. Estas ciudades no se seleccionaron únicamente por su reconocimiento internacional en la implementación de la BGI, sino también porque comparten similitudes estructurales, procedimentales o experimentales con Songdo que las hacen relevantes para la comparación. Nueva York ofrece un punto de referencia significativo en términos de morfología urbana: una ciudad costera densa y de uso mixto que se enfrenta a retos similares relacionados con las inundaciones y las islas de calor. Proyectos como Central Park, High Line y las iniciativas de gestión de aguas pluviales en toda la ciudad que integran funciones ecológicas y sociales demuestran estos valores. Singapur ofrece una perspectiva basada en un modelo de desarrollo planificado de forma centralizada y dirigido por el Estado, reflejando los orígenes impulsados por el gobierno de Songdo. Singapur ejemplifica aún más el avance de la BGI a través de su programa nacional ABC Waters y proyectos emblemáticos como el parque Bishan-Ang Mo Kio, que refuerzan la infraestructura verde y azul para la biodiversidad y la resiliencia climática. Por último, Viena, en particular a través de su distrito Aspern Seestadt, ilustra cómo una ciudad puede designar una zona experimental estratégica para poner a prueba estrategias integradas de BGI, en paralelo al papel de Songdo como banco de pruebas de infraestructuras medioambientales innovadoras en el contexto más amplio de la metrópoli de Incheon. La ciudad de Viena ha publicado visiones y políticas medioambientales que hacen enfatizar la integración de cinturones verdes y corredores ecológicos.

Aunque Songdo es bien conocida como una ciudad inteligente y planificada, hay relativamente pocos estudios que se centren en sus estrategias de BGI en comparación con otros casos globales. Teniendo en cuenta que Songdo fue diseñada con sistemas integrados de gestión del agua y espacios verdes ecológicos desde su creación, la investigación y el análisis de su marco de BGI proporcionaría información valiosa para comprender el papel de las ciudades planificadas en el avance del desarrollo urbano sostenible.

Este estudio examina las estrategias actuales de BGI de Songdo, identificando tanto los éxitos como las deficiencias en el fomento de la sostenibilidad a largo plazo, la resiliencia ecológica y la inclusión social. En concreto, el estudio evalúa el desarrollo de Songdo a través de tres dimensiones clave:

- Análisis factual: una revisión objetiva de la implementación actual de BGI en Songdo, evaluando sus fortalezas y debilidades.
- Consideraciones basadas en valores: análisis de las implicaciones ambientales, sociales y económicas más amplias de la BGI en Songdo.
- Perspectivas orientadas a las políticas: estrategias para futuras mejoras, gobernanza y planificación de la sostenibilidad a largo plazo.

A través de este análisis estructurado, la investigación contribuye al debate en curso sobre la planificación urbana sostenible, ofreciendo ideas sobre cómo Songdo puede mejorar su resiliencia urbana y su sostenibilidad ecológica aprendiendo de las mejores prácticas a nivel mundial.

3. Resultados

3.1. Estudio de caso de Nueva York

Como la ciudad más grande de Estados Unidos y posiblemente el puerto más importante de América del Norte, Nueva York constituye la contraparte estadounidense en un estudio de caso sobre la planificación de la infraestructura azul-verde de Songdo. Desarrolladas como ciudades inteligentes cercanas al océano, ambas enfrentan desafíos similares, como el alto nivel freático, el espacio limitado y una gran población. Esta similitud se ve confirmada por la historia del diseño coreano, influenciado por la ciudad de Nueva York, con la inauguración del Seoul Sky Garden ocho años después de la finalización de la primera sección del Highline. Por estas razones, parece que se tuvieron en cuenta elementos del diseño de Nueva York a la hora de planificar el nuevo desarrollo de Songdo.

El diseño de Central Park, adjudicado mediante concurso a Frederick Olmsted, ha influido en gran parte del diseño de los parques estadounidenses. El estilo de diseño de los jardines ingleses permitió a Olmstead crear una conexión armoniosa con la naturaleza, ocultando carreteras y caminos detrás de elementos acuáticos, colinas onduladas y zonas boscosas. Un estilo que más tarde se replicó en el diseño de Prospect Park y en espacios verdes de todo Estados Unidos, lo que suscitó un debate sobre la evolución del papel de los parques y las necesidades de la población al considerar los parques urbanos más recientes, como el Highline. El Highline de Nueva York representa uno de los futuros de los parques, ubicado en un espacio urbano en desuso, serpenteando entre edificios y extendiéndose a lo largo de varias manzanas. Este nuevo enfoque aporta beneficios sociales a una infraestructura obsoleta, ofreciendo espacios de encuentro y creando caminos peatonales seguros, alejados del constante flujo del tráfico. ¿Por qué las ciudades maduras se alejan del modelo de Central Park y optan por propuestas como el Highline? ¿Qué nos revela sobre los deseos de la población cuando los parques pasan de ser extensiones de césped a estructuras de acero e hiedra: es solo otro refugio para escapar de la velocidad de la calle o representa algo completamente distinto?

En 2020, la Asociación Americana de Planificación (APA) otorgó al sistema de parques de la ciudad de Nueva York el Premio Nacional a la Excelencia en Planificación por el Fomento de la Diversidad y el Cambio Social en honor a Paul Davidoff (APA, 2023). Creado en 2014, este premio reconoce la planificación equitativa y las mejoras sociales en zonas históricamente infrafinanciadas, incluyendo el desarrollo de nuevos espacios verdes para promover la justicia ambiental. En el momento de la concesión del premio, el 99% de los neoyorquinos vivía a menos de 10 minutos (media milla) a pie de un parque, según los mapas GIS del Trust for Public Land. Desde que se ganó este premio, se han

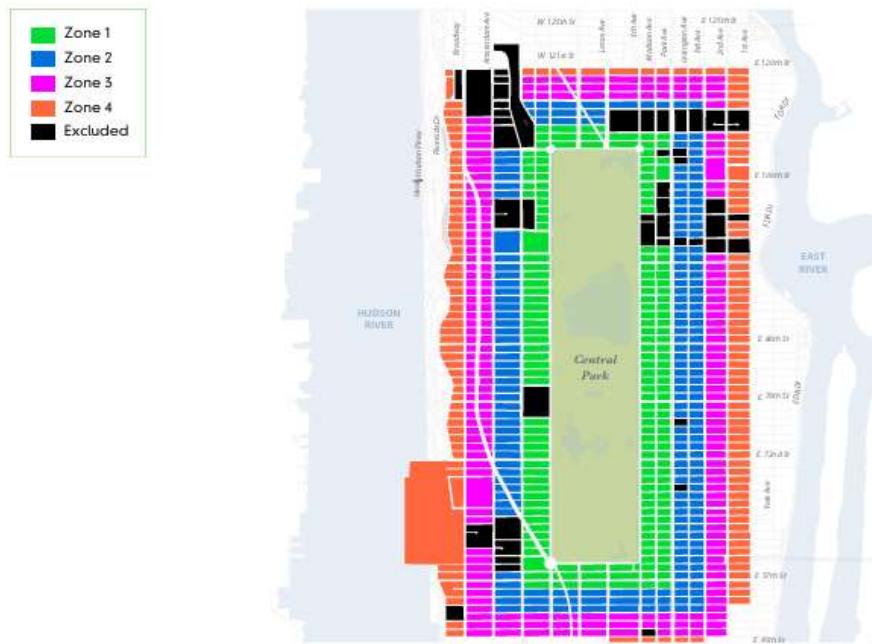
propuesto 70 nuevos parques, lo que ha creado un acceso 100% equitativo. En un estudio realizado en 2015 por el Trust for Public Land, los residentes de Nueva York declararon visitar los parques de la ciudad 527 millones de veces al año; solo Central Park cuenta con más de 41 millones de visitas anuales, lo que equivale a aproximadamente 115 000 personas al día. Al conectar con la naturaleza mientras se camina, se corre o se monta en bicicleta, el estudio de Trust for Public Land estima un ahorro de 54 millones de dólares en cuotas de gimnasio y 1100 millones de dólares en gastos sanitarios cada año.

La gestión de los contaminantes es una parte importante del mantenimiento de la salud física. El Departamento de Protección Ambiental de Nueva York (NYC DEP) cumple esta función gestionando aproximadamente 75 cinturones azules urbanos para preservar los corredores de drenaje natural. El uso de sistemas ecológicos de tratamiento de aguas pluviales, una serie de sistemas de alcantarillado, jardines de lluvia, tejados verdes, cuencas de infiltración, calles verdes, pavimentos permeables, arroyos, estanques y humedales, minimiza la intervención de las instalaciones de tratamiento. Aprovechando el tratamiento natural, la ralentización de la escorrentía de aguas pluviales para reducir los caudales máximos y la depuración de muchos de los contaminantes nocivos, Nueva York ahorra aproximadamente 2500 millones de dólares al año (Clinton et al., 2022).

Utilizando la densidad media de los cinco distritos (29 302 personas/milla cuadrada), alrededor de 40 000 personas podrían vivir, trabajar y divertirse en los aproximadamente 3,37 km² que ocupa Central Park. Además de ayudar a aliviar el efecto isla de calor urbano y funcionar como sumidero de carbono para una ciudad con la tercera huella de carbono más grande del mundo (Moran et al., 2018), Central Park aporta un valor casi incalculable a la salud y la identidad de Nueva York. Un estudio realizado en 2017 por el Jardín Botánico de Nueva York identificó 438 especies de flora en sus aproximadamente 341 hectáreas. En un estudio de 2014 de la Universidad de Colorado, Ramírez et al. encontraron 160 000 tipos de microbios en el suelo, «la mayoría de los cuales eran desconocidos para la ciencia». Además, se encontraron más de 250 tipos de vertebrados y más de 100 especies de invertebrados, todos con nichos específicos para mantener ecosistemas saludables (Ramirez et al., 2014). Central Park actúa como un hábitat secreto y un espacio de conservación para cientos de especies fundamentales para un ecosistema saludable.

El mantenimiento de Central Park tiene ventajas para los interesados en las finanzas de Manhattan, ya que el parque tiene un enorme impacto en el valor de los inmuebles. En 1873, el primer año desde la finalización del parque, las propiedades situadas en su perímetro experimentaron un aumento del valor inmobiliario del 15%. Un aumento mucho mayor que el de sus vecinos más alejados del parque, hasta tal punto que ahora la zona de Central Park representa el 18% del valor inmobiliario de todos los distritos (Clinton et al., 2022). El mismo estudio del Trust for Public Land estima que el valor de las propiedades situadas a menos de 152 metros del parque ha aumentado en más de 30 000 millones de dólares, alcanzando un valor inmobiliario total superior a 303 000 millones de dólares (Clinton et al., 2022).

Figuras 1 y 2. Grupos de lotes fiscales y valor medio por pie cuadrado del lote, según la distancia a Central Park, 2014

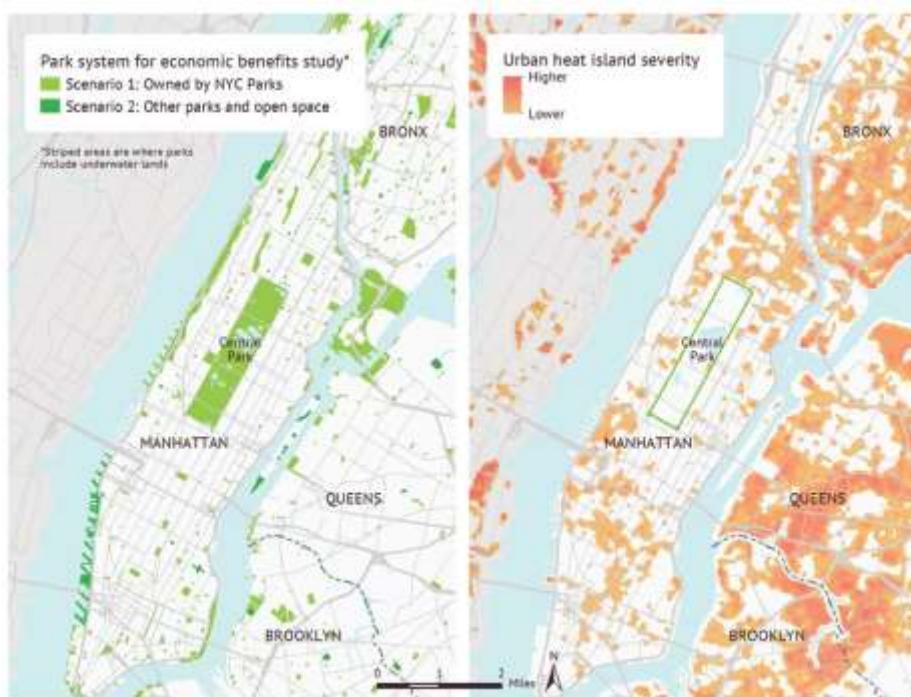


Fuente(s): Central Park Conservancy, 2015, pg 36-37.

Además de ser la ciudad más grande de Estados Unidos, Nueva York es también la más densamente poblada. Si bien este tipo de densidad es precisamente lo que Jane Jacobs defendía en su libro *The Economy of Cities* (Jacobs, 1969), la realidad cotidiana de acoger a esta población no está exenta de retos, y la experiencia de Nueva York ofrece ideas sobre cómo abordarlos. Según el Departamento de Protección Ambiental de Nueva York, la ciudad recibe cada día mil millones de galones de agua potable provenientes de los embalses del norte del estado (aproximadamente 3 785 millones de litros) y genera una huella de carbono estimada en 223 millones de toneladas al año (Moran et al., 2018). Un estudio de 2023 de la Universidad de Columbia ha descubierto que la vegetación urbana absorbe entre el 40% y el 85% de las emisiones diarias de carbono, dependiendo

de la estación (Krajick, 2023). Esto se debe en parte a la gran cobertura del dosel urbano, del 22%, que se debe al éxito de las leyes de protección medioambiental aprobadas por los senados de la ciudad y del estado. En la legislatura estatal, *el capítulo 43-B* (Senado de Nueva York, 2025) abarca la protección medioambiental en Nueva York y describe las restricciones y los métodos para mejorar la salud ecológica. *El capítulo 43-B* incluye más de 70 artículos para mejorar la infraestructura azul-verde dentro de la ciudad y, por lo tanto, la calidad de vida. Cada uno de ellos representa una consideración especial y un objetivo relevante, respaldado por referencias concretas en la política medioambiental, como el artículo 3 sobre conservación de árboles y silvicultura urbana, el artículo 16 sobre control de inundaciones, el artículo 21 sobre control de la contaminación, el artículo 49 sobre protección de la belleza natural y artificial, así como diversas leyes sobre bonos de calidad medioambiental promulgadas en 1972, 1986, 1996 y 2023. Muchas de estas políticas son antiguas y han sido probadas a lo largo del tiempo, trabajando continuamente para mejorar las condiciones medioambientales. Una política medioambiental sólida y específica es fundamental para la salud urbana, y Nueva York sirve como un marco de alta calidad sobre el que basarse para desarrollar nuevas condiciones de política urbana.

Figuras 3A y 3B. Central Park y sus alrededores (izquierda), y mapa de islas de calor urbanas proporcionado por Trust for Public Land (derecha).



Fuente(s). Clinton et al., 2022, p. 23.

3.2. Estudio de caso de Singapur

Figura 4. El Plan Verde Azul surgido del Plan Conceptual de 1991.



Fuente(s): Rowe & Hee, 2019, p. 116.

Figuras 5-A y 5-B. De una «ciudad jardín» a una «ciudad en la naturaleza»



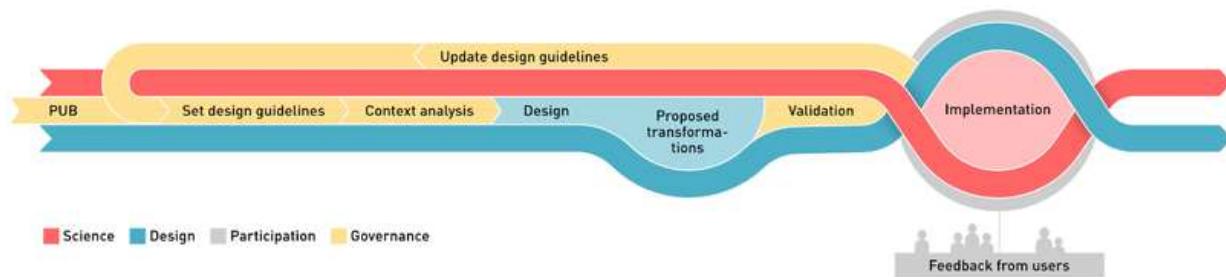


Fuente(s): Rowe & Hee, 2019, p. 117.

En las últimas décadas, Singapur ha avanzado significativamente en su infraestructura urbana, posicionándose como líder mundial en desarrollo urbano sostenible. Un componente central de este progreso es la implementación, por parte de la ciudad-estado, de una infraestructura azul-verde que integra los sistemas hídricos naturales y los paisajes vegetales en el tejido urbano. Este enfoque sistemático no solo aborda los retos medioambientales y climáticos más apremiantes, sino que también mejora la habitabilidad y la resiliencia de la ciudad (Lum y Xenarios, 2021).

La piedra angular de la estrategia de infraestructura azul-verde de Singapur es el programa *Active, Beautiful, Clean Waters* (ABC Waters), puesto en marcha en 2006 por la PUB, la agencia nacional del agua. Esta iniciativa representa un cambio de paradigma en la gestión de las aguas pluviales, pasando de soluciones convencionales de ingeniería pesada, como los canales de hormigón, a soluciones basadas en la naturaleza que adoptan una filosofía de desarrollo de bajo impacto (LID) (PUB, 2020). Para 2030, se espera que más de 100 emplazamientos en todo Singapur incorporen características del programa ABC Waters, como biofiltros, jardines de lluvia, tejados vegetales y estanques de retención, todos ellos diseñados para ralentizar la escorrentía, filtrar los contaminantes y aumentar la biodiversidad (URA y NParks, 2021). La BGI de Singapur también abarca una vasta red de 8000 kilómetros de vías fluviales, 32 ríos y 17 embalses, que cumplen funciones tanto ecológicas como infraestructurales.

Figura 6. Resumen del proceso de diseño del programa ABC Waters en Singapur. (PUB es la Agencia Nacional del Agua de Singapur).



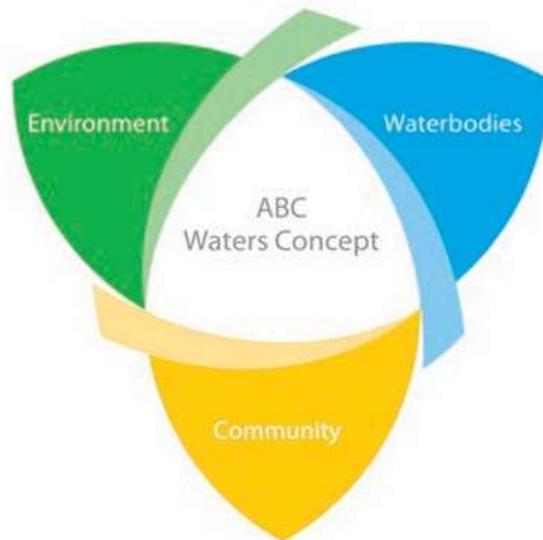
Fuente(s): Salliou et al., 2023.

Figura 7. Mapa azul de Singapur «Con más de 8000 km de vías navegables y 17 embalses, Singapur tiene un gran potencial para integrar los espacios azules en el desarrollo urbano». Diagrama cortesía de PUB, la Agencia Nacional del Agua de Singapur.



Fuente(s): The Active, Beautiful, Clean Waters Programme: Water as an Environmental Asset, n.d., p. 2.

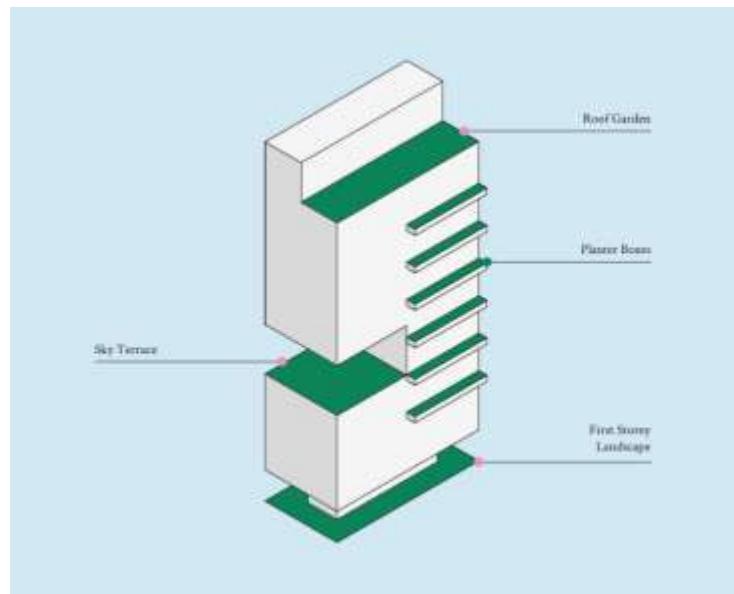
Figura 8. El concepto ABC Waters. «El programa ABC Waters tiene como objetivo integrar el medio ambiente, las masas de agua y la comunidad de forma armoniosa para crear nuevos espacios comunitarios alrededor de las masas de agua existentes». Diagrama cortesía de PUB, la Agencia Nacional del Agua de Singapur.



Fuente(s): The Active, Beautiful, Clean Waters Programme: Water as an Environmental Asset, n.d., p. 44.

La transformación del parque Bishan-Ang Mo Kio es un ejemplo emblemático: un canal que antes era de hormigón se rediseñó para convertirlo en un río naturalizado y serpenteante, que ofrece tanto mitigación de inundaciones como oportunidades recreativas (Tan y Jim, 2018).

Esto ejemplifica la evolución de la relación de Singapur con el agua, desde un modelo utilitario que alejaba a las personas de las vías fluviales hasta una filosofía de diseño integrada que vuelve a conectar a las comunidades urbanas con los espacios azules. Los paisajes verdes de Singapur se dividen, en términos generales, en dos categorías: (1) ecosistemas naturales, como bosques autóctonos y cuencas hidrográficas, y (2) paisajes construidos, que incluyen parques urbanos, jardines en azoteas, paisajes urbanos verdes y terrazas junto a los canales (NParks, 2019).

Figura 9. Diseño biofílico de integración de elementos naturales.

Fuente(s): Rowe & Hee, 2019, p. 111.

La integración de estos elementos en la planificación urbana, gracias a los esfuerzos coordinados entre la Autoridad de Reurbanización Urbana (URA) y la Junta de Parques Nacionales (NParks), ha reportado beneficios cuantificables: reducción de las inundaciones urbanas, mejora de la calidad del agua, mayor confort térmico y enriquecimiento de la biodiversidad (Chong et al., 2021). A pesar de las limitaciones que plantean la densa urbanización y el cambio climático, Singapur sigue adaptándose e innovando dentro de su marco de BGI, demostrando cómo la colaboración holística entre múltiples organismos y la planificación a largo plazo pueden dar lugar a ciudades resilientes y ecológicamente integradas.

El enfoque de Singapur respecto a la BGI refleja un paradigma ético y con visión de futuro del desarrollo urbano, que da prioridad a la gestión medioambiental, el bienestar humano y la equidad intergeneracional. Al rechazar la dicotomía convencional entre la naturaleza y el entorno construido, Singapur ha demostrado que los sistemas ecológicos pueden integrarse armoniosamente incluso en los paisajes urbanos más densamente desarrollados (Tan et al., 2020). Este espíritu integrador refuerza una poderosa afirmación de valores: el crecimiento sostenible y la prosperidad urbana no son mutuamente excluyentes, sino que se refuerzan mutuamente.

El BGI en Singapur es más que una simple solución técnica; representa un compromiso moral y cívico. Iniciativas como el programa *Active, Beautiful, Clean Waters* (ABC Waters) subrayan la creencia en las ciudades como espacios inclusivos y multifuncionales que satisfacen tanto las necesidades ecológicas como las sociales (PUB, 2020).

Figura 10. Características principales del parque Bishan-Ang Mo Kio.



Fuente(s): Koh et al., 2022, p. 3.

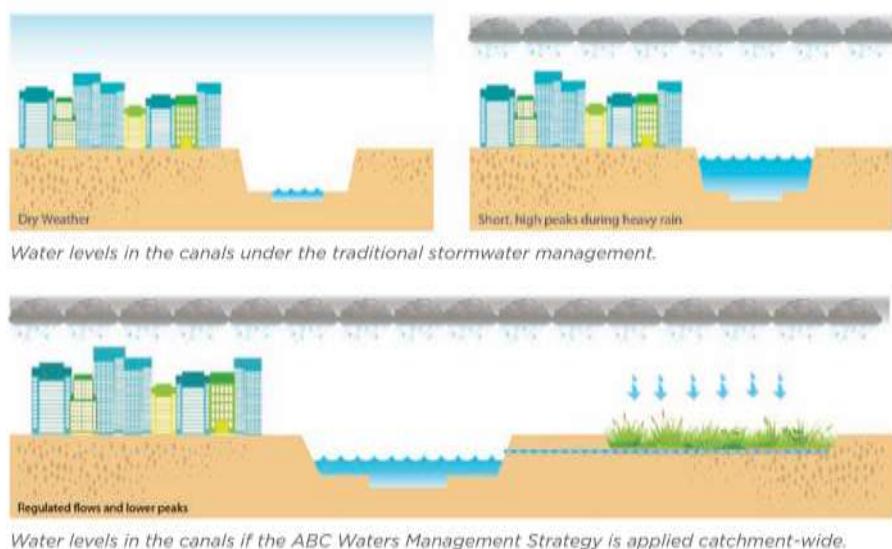
Estas intervenciones respaldan una visión holística de la vida urbana, en la que se fusionan la belleza, la funcionalidad y la sostenibilidad. Es importante destacar que los beneficios sociales de la BGI se extienden a los ámbitos económico y cultural. Las estimaciones sugieren que los espacios azules y verdes de Singapur generan entre 100 y 220 millones de dólares singapurenses al año a través de servicios recreativos, socioculturales y relacionados con el turismo (Tan y Jim, 2019). Estas cifras no solo validan la justificación financiera de las soluciones basadas en la naturaleza, sino que también afirman su valor para fomentar el orgullo cívico, la salud mental y la cohesión social, intangibles esenciales para una alta calidad de vida urbana. En esencia, la inversión de Singapur en BGI refleja una ética de cuidado profundamente arraigada, tanto por el medio ambiente como por las generaciones futuras. Al priorizar la resiliencia climática a largo plazo sobre la comodidad inmediata, Singapur se convierte en un ejemplo convincente para las naciones de rápida urbanización que enfrentan presiones medioambientales similares. La estrategia BGI defiende valores fundamentales como el bienestar colectivo, la responsabilidad pública y la innovación ante la incertidumbre climática global (URA y NParks, 2021). El modelo de Singapur revela una profunda lección: la responsabilidad ecológica no obstaculiza la vida moderna, sino que refuerza la identidad nacional, la dignidad de la comunidad y la esperanza de un futuro urbano más sostenible. En este sentido, la estrategia urbana de Singapur no solo es eficaz, sino también ejemplar. Presenta una visión de la creación de ciudades basada no solo en la eficiencia, sino también en la previsión ética y el propósito colectivo.

La BGI de Singapur se erige como un modelo de política de importancia mundial, que muestra cómo una planificación integral, aplicable y multisectorial puede integrar la sostenibilidad en los cimientos mismos del desarrollo urbano. En el centro de esta estrategia se encuentra el Programa *Aguas Activas, Bonitas y Limpias* (ABC Waters). Esta iniciativa no es meramente aspiracional, sino que

está respaldada por instrumentos legislativos como la *Ley de Drenaje* y la *Ley de Control de Edificios*, aprobadas en 2014, que exigen que los nuevos desarrollos incorporen zanjas de biorretención, biotopos de limpieza y jardines de lluvia en el diseño de sus emplazamientos (PUB, 2020). Estas normativas garantizan que las nuevas licencias de construcción estén supeditadas a un diseño urbano sensible al agua.

Figura 11. Diagrama cortesía de PUB, la Agencia Nacional del Agua de Singapur.

Differences in canal water levels under the traditional stormwater management and the ABC Waters Management Strategy:



Fuente(s): The Active, Beautiful, Clean Waters Programme: Water as an Environmental Asset, n.d., p. 92.

El impacto político del Programa ABC Waters se refleja en proyectos exitosos como el parque Bishan-Ang Mo Kio y la naturalización del río Kallang, ambos impulsados por mandatos estatales y no por iniciativas privadas de ecologización. Estas intervenciones ejemplifican cómo la coordinación legal y de infraestructuras puede transformar activos utilitarios en bienes públicos multifuncionales (Tan et al., 2021). Más allá de la PUB, la alineación entre organismos también es evidente en el *Plan Verde de Singapur 2030*, en particular en su pilar «Ciudad en la naturaleza». Esta agenda nacional incluye objetivos cuantificables, como plantar un millón de árboles, aumentar los parques en un 50% y garantizar que todos los hogares estén a menos de 10 minutos a pie de un espacio verde para 2030 (Ministry of Sustainability and the Environment, 2021). Estos objetivos se han incorporado a la planificación espacial y son aplicados por la Autoridad de Reurbanización Urbana (URA) a través del Plan Maestro de 2019. El Plan Maestro de 2019 exige la integración de la BGI en la zonificación municipal, de modo que los nuevos distritos, como Tengah y el Punggol Digital District, incorporen un diseño ecológico y redes azules y verdes en el trazado urbano (URA, 2019). Esto se complementa con el *Plan Maestro de Edificios Verdes 2030* de la Autoridad de Edificación y Construcción (BCA), cuyo objetivo es lograr la certificación Green Mark para el 80% de los edificios de Singapur. Los criterios de Green Mark incluyen infraestructura de tratamiento de aguas pluviales, tejados vegetales y características de refrigeración pasiva, todos ellos directamente relacionados con los resultados de la política de BGI (BCA, 2020).

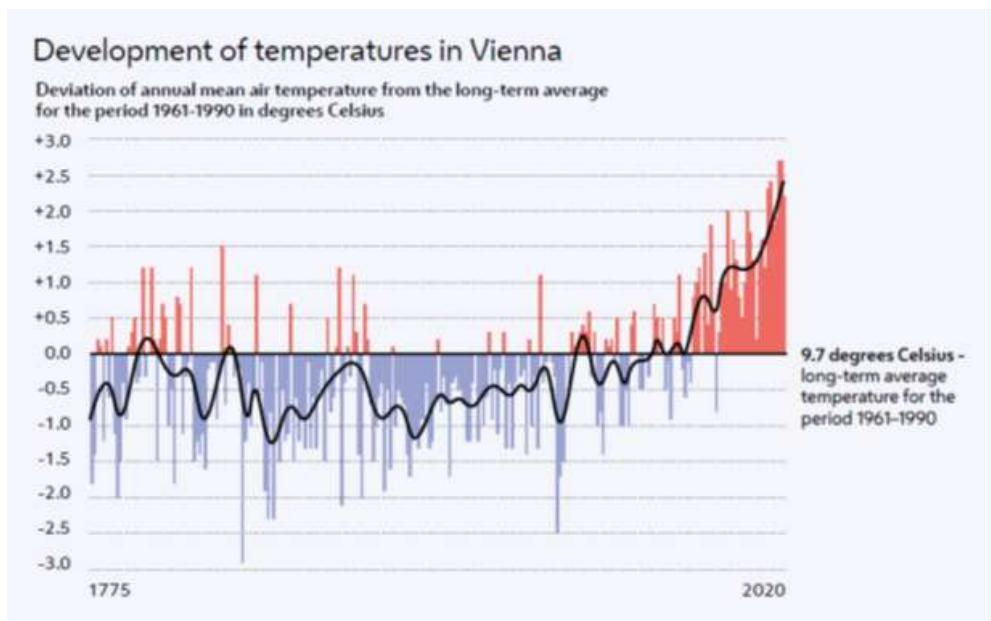
Además, el compromiso de Singapur con la BGI se extiende a la política de resiliencia climática a través del *Plan de Protección Costera y Resiliencia ante Inundaciones* de la PUB. Esto incluye el

Proyecto Long Island, que fusiona la defensa costera con el diseño urbano ecológico, lo que supone un cambio de las infraestructuras reactivas a una planificación anticipatoria que combina la recuperación de terrenos con soluciones basadas en la naturaleza (PUB, 2023). Este nivel de integración confirma que la BGI en Singapur no es una serie de proyectos medioambientales inconexos, sino una prioridad de desarrollo nacional coordinada y a largo plazo integrada en la legislación, la gobernanza y los sistemas urbanos. En resumen, la estrategia de BGI de Singapur es un poderoso caso de estudio de políticas en materia de gobernanza urbana. Ilustra cómo una ciudad-estado puede institucionalizar la sostenibilidad mediante una combinación de mandatos legales, coordinación entre organismos, integración de la planificación espacial y estrategias de resiliencia climática. La coherencia, la escalabilidad y la aplicabilidad de la política de Singapur proporcionan un modelo replicable para otros gobiernos urbanos que buscan integrar la infraestructura azul-verde en sus marcos legislativos y de planificación.

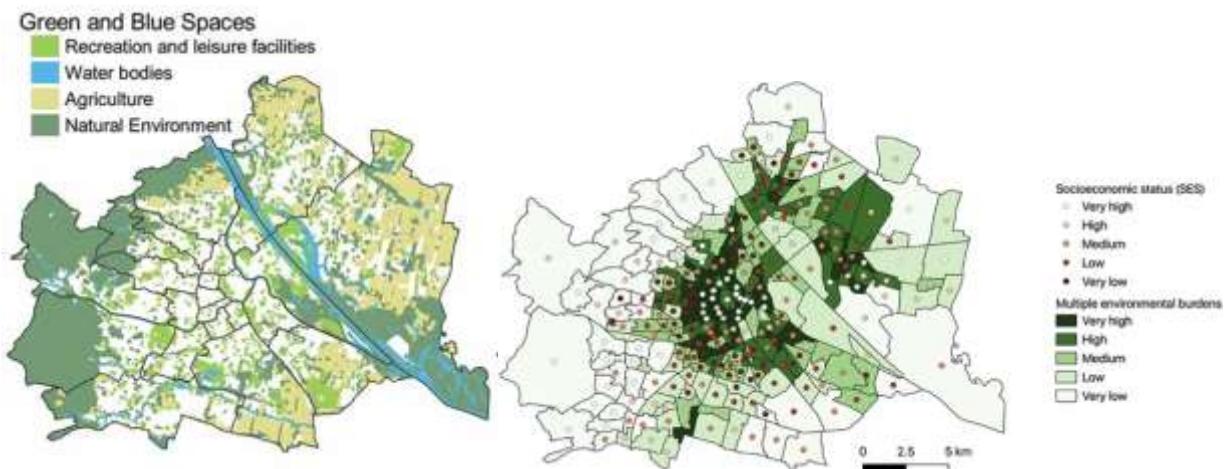
3.3 Viena

Viena está considerada una de las ciudades líderes en el avance de la BGI. La ciudad ha realizado esfuerzos para mitigar el efecto isla de calor urbano mediante políticas obligatorias sobre zonas verdes. Más allá de la expansión de los espacios verdes, Viena ha implementado una infraestructura azul integrada, es decir, sistemas diseñados para absorber, retener, filtrar y recargar el agua de lluvia (Reinwald et al, 2021). Este enfoque de «ciudad esponja» permite a la ciudad gestionar las aguas pluviales de forma sostenible, vinculando la infraestructura verde y la azul. Como resultado, Viena es reconocida como pionera no solo en la conservación ecológica, sino también en el diseño urbano sensible al agua.

La isla de calor urbana (UHI) se refiere a la diferencia de temperatura entre las ciudades y las zonas rurales circundantes. En Viena, esta diferencia puede alcanzar hasta 12 °C debido a las superficies impermeables, la densidad urbana y la falta de espacios verdes. Las poblaciones vulnerables, como las personas mayores, corren un riesgo especial (Reinwald et al, 2021). A medida que las ciudades crecen y se densifican, se pierden espacios verdes y abiertos, lo que agrava aún más el efecto UHI.

Figura 12. Evolución de las temperaturas en Viena

Source(s): Towards a Climate-Friendly City Vienna Climate Guide, 2022, p.15.

Figuras 13-A y 13-B.

Fuente(s): (izquierda) (Friesenecker et al., 2023, p. 10) (derecha) (Khomenko et al., 2020, p. 8)

Viena ha desarrollado una estrategia para toda la ciudad con el fin de hacer frente al calor urbano. *El Plan Estratégico contra las Islas de Calor Urbanas* (desarrollado entre 2011 y 2014) combina infraestructuras verdes para reducir las temperaturas y mejorar la resiliencia (Gantner et al., s. f.). Incluye más parques, árboles en las calles, tejados verdes y fachadas verdes. Los parques más grandes (especialmente los de más de 40 hectáreas) tienen un notable efecto refrescante en su entorno (Žuvela et al., 2016).

El sistema de aguas pluviales de bajo impacto (LID) se utiliza como infraestructura azul para las ciudades esponja. Aspern Seestadt, una zona situada al este de Viena, probó un modelo de doble infiltración que permite que las aguas pluviales limpias se filtren y recarguen las aguas subterráneas, mientras que las escorrentías contaminadas se tratan por separado, restaurando la salud del agua y reduciendo el UHI. Bajo las calles, capas porosas de grava y tierra y biofiltros capturan y almacenan las aguas pluviales, que pueden liberarse para su tratamiento controlado o infiltrarse gradualmente en el suelo, donde son consumidas por la vegetación (Reinwald et al., 2021). El agua contaminada por las sales de deshielo se desvía a alcantarillas separadas. Este concepto de LID equilibra la seguridad vial en invierno con los objetivos ecológicos. El sistema reduce los caudales máximos de aguas pluviales, favorece la salud de las plantas durante los períodos de sequía, mejora la refrigeración urbana y contribuye a la recarga de las aguas subterráneas. Ha demostrado su estabilidad operativa sin hundimientos de carreteras.

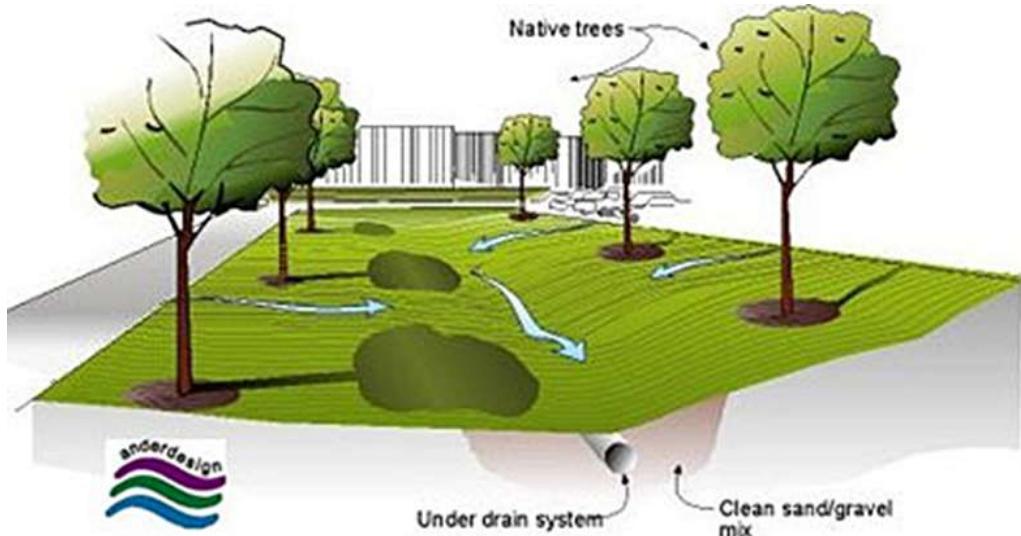
Más allá de la gestión del agua, el BGI también ha demostrado ser especialmente eficaz para mitigar el estrés térmico mediante la introducción de vegetación y agua en el paisaje urbano. Los mayores beneficios de enfriamiento se producen en zonas densamente construidas, pero es importante destacar que el estudio demostró que la reducción de la temperatura en toda la ciudad requiere una amplia implementación del BGI. Los resultados de la simulación realizada por Žuvela-Aloise et al. (2016) sugieren que solo unas medidas amplias y combinadas —por ejemplo, reducir la densidad de los edificios en un 10%, disminuir las superficies pavimentadas en un 20% y aumentar las zonas verdes o acuáticas en un 20%— producen un enfriamiento sustancial a escala urbana. En la práctica, esto significa que las intervenciones verdes aisladas no son suficientes; es necesario tejer una red de parques, árboles en las calles, tejados verdes y masas de agua en todo el entorno urbano para contrarrestar de forma notable el calor. De hecho, los urbanistas de Viena han adoptado esta idea: un proyecto reciente ha desarrollado un conjunto de herramientas de varios niveles que combina modelos de simulación climática con la planificación de infraestructuras verdes para determinar cuánta vegetación se necesita a diferentes escalas de la ciudad para alcanzar objetivos específicos de enfriamiento (Reinwald et al., 2021). Estos estudios de caso en Viena subrayan que la BGI es una piedra angular de la resiliencia climática, ya que ayuda a la ciudad a adaptarse a las olas de calor cada vez más frecuentes al enfriar de forma natural los barrios y reducir el estrés térmico de los residentes.

Al mismo tiempo, muchas medidas de BGI contribuyen a la mitigación del cambio climático al favorecer la captura de carbono. La plantación de árboles en las calles, por ejemplo, no solo proporciona sombra, sino que también absorbe dióxido de carbono. Por ejemplo, el diseño de la nueva «ciudad esponja» de Aspern, en Viena, incluye 330 árboles recién plantados que capturarán carbono y proyectarán amplias sombras a medida que maduren (TIME, 2022). Se espera que estos árboles, junto con otras zonas verdes, hagan que la zona sea significativamente más fresca y agradable durante los calurosos veranos, lo que demuestra cómo se puede lograr un enfriamiento natural junto con otros beneficios climáticos.

El desarrollo de la «ciudad esponja» de Aspern, en Viena, incorpora un diseño sensible al agua, como se puede ver en este canal y en el espacio verde adyacente, para absorber las aguas pluviales y mitigar las inundaciones. Las infraestructuras azules y verdes, como los humedales, los embalses de retención y los paisajes permeables, ayudan a replicar el ciclo natural del agua en los barrios urbanos (Reinwald et al., 2021). Viena ha puesto un gran énfasis en el uso de las infraestructuras azules y verdes para la gestión de las aguas pluviales y la resiliencia ante las inundaciones. Este enfoque se describe a veces como la creación de una «ciudad esponja», en la que el paisaje urbano está diseñado para absorber las fuertes lluvias en lugar de simplemente canalizarlas. El objetivo es reducir la escorrentía, evitar el desbordamiento de las alcantarillas y proteger la ciudad contra las inundaciones durante fenómenos meteorológicos extremos. En las ciudades convencionales, las extensiones de asfalto y hormigón repelen el agua, lo que provoca que las precipitaciones se acumulen y desborden

los desagües. Por el contrario, la infraestructura azul-verde de Viena utiliza procesos naturales —suelo, vegetación y aguas abiertas— para retener y liberar lentamente el agua de lluvia.

Figura 14. Ciudad esponja



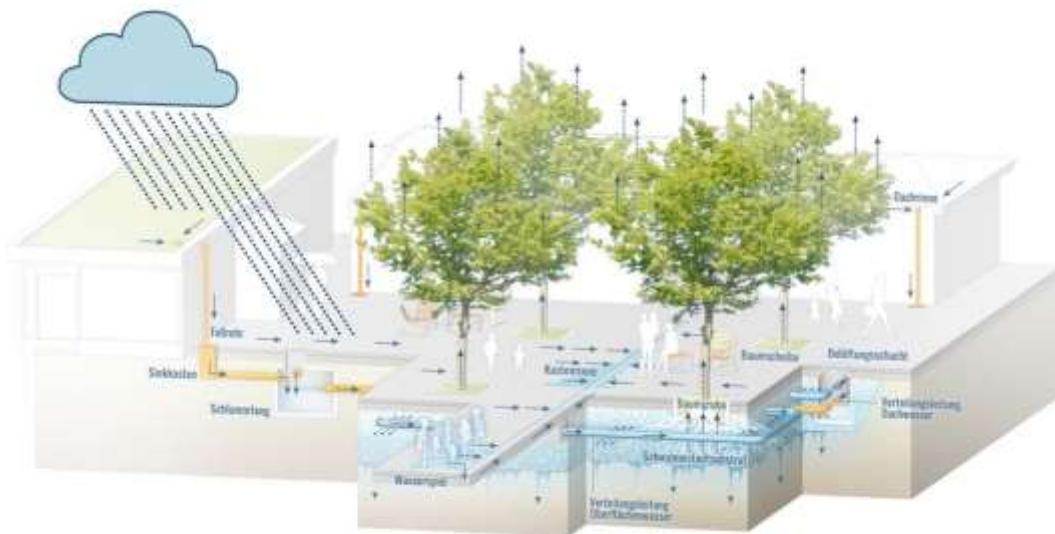
Fuente(s): (Swales-diagram, s. f.).

Figura 15. Estrategias de ciudad esponja (Schwammstadt) en el barrio «Am Seebogen», Viena.



Fuente(s): (Swales-diagram, s. f.).

Figura 16. Principio de la ciudad esponja para los árboles



Source(s): Isopp, 2022.

Ya en 1905, la ciudad introdujo la *Ley de Protección de los Cinturones Forestales y Praderas* (*Schutzgesetz Wald- und Wiesengürtel*) para preservar los espacios verdes que rodeaban el área urbana. Tras la devastación de la Segunda Guerra Mundial, Viena promulgó la *Ley de Conservación de la Naturaleza de Viena* para evitar la expansión urbana descontrolada y gestionar y ampliar sistemáticamente su sistema de cinturones verdes (Terada et al., 2008).

En 1999, la ciudad de Viena creó un ambicioso y comprometido programa medioambiental con su Programa de Protección del Clima (KLIP I). Su objetivo era evitar la emisión de 2,6 millones de toneladas de dióxido de carbono (CO₂), lo que resultó ser un éxito en 2006 (Ciudad de Viena, s. f.).

Había 36 programas KLIP y 241 medidas individuales en las áreas de calefacción urbana y generación de electricidad, vivienda, empresas, administración municipal y movilidad. Su objetivo era reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y mejorar la calidad de vida de Viena (City of Vienna, s. f.).

El 18 de diciembre de 2009, el ayuntamiento de Viena actualizó el Programa de Protección Climática (KLIP II), válido hasta finales de 2021. Incluía medidas individuales en cinco ámbitos de actuación:

- Suministro de energía
- Uso de la energía
- Movilidad y estructura urbana
- Adquisiciones, gestión de residuos, agricultura y silvicultura, conservación de la naturaleza
- Relaciones públicas

Las medidas de protección climática de Viena fueron eficaces. Las emisiones de gases de efecto invernadero per cápita fueron un 39% más bajas en 2019 que en 1990, superando con creces el objetivo del KLIP para 2020 (una reducción del 21% en los valores per cápita de 1990) (City of Vienna, s. f.).

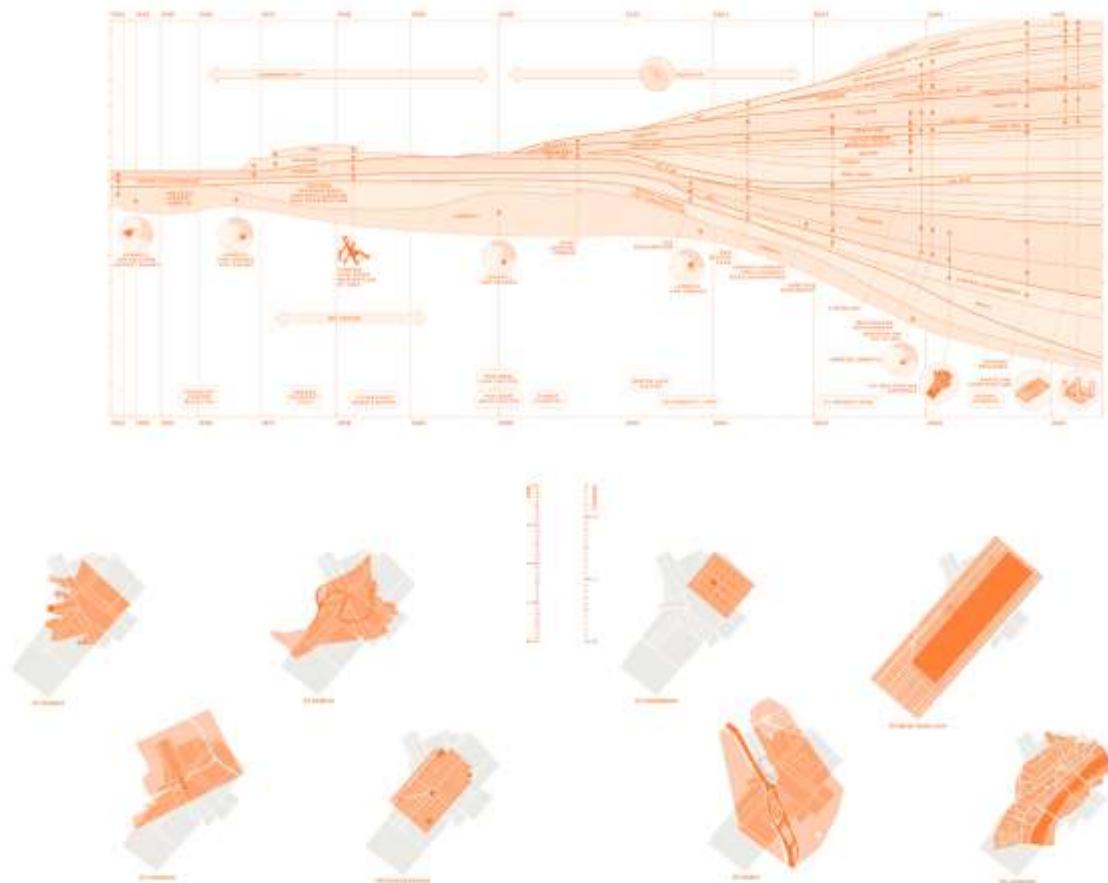
4. Debate

4.1.1. Songdo

El modelo de desarrollo de Songdo sugiere una tendencia en el urbanismo y puede servir como referencia comparativa entre los ideales urbanísticos presentes en los libros de texto y la planificación en la práctica. Songdo, una especie de “ciudad radiante” al estilo de Le Corbusier, equilibra la densidad urbana con la investigación contemporánea sobre los servicios y beneficios de los ecosistemas, entrelazando de manera experta los espacios verdes y azules entre el acero y el hormigón que sustentan la vida urbana.

Entre los líderes mundiales que están experimentando con la implementación a gran escala de la BGI se encuentra el Distrito Internacional de Negocios (IBD) de Songdo, en Corea del Sur. Diseñado como una ciudad inteligente construida expresamente en terrenos ganados al mar, Songdo ha atraído la atención internacional por integrar tecnologías medioambientales, espacios verdes y sistemas urbanos inteligentes en un único desarrollo planificado de forma maestra. En esta sección se examina críticamente el marco de BGI de Songdo, evaluando su diseño, la reutilización del agua, el rendimiento de las emisiones y la lógica de planificación. A continuación, se compara el modelo de Songdo con otros referentes mundiales —Singapur, Nueva York y Viena— para destacar tanto las innovaciones como los retos que plantean los sistemas BGI tecnocráticos y planificados de forma centralizada.

Figura 17. Presentación virtual del plan maestro de Songdo





Fuente(s): KPF Songdo City - TM/R Design, 2023.

4.1.2. El modelo de infraestructura azul-verde de Songdo

La visión de la infraestructura azul-verde de Songdo se basa en su identidad como ciudad ecológica de alta tecnología. Aproximadamente el 40% de su superficie está dedicada a espacios verdes, una cifra impresionante para un nuevo desarrollo urbano (KPF, 2021). En su centro se encuentra Central Park, un oasis urbano de aproximadamente 41 hectáreas que incorpora un canal de agua de mar impulsado por energía eólica, el cual se renueva cada 24 horas. Este sistema contribuye a la refrigeración pasiva, favorece la biodiversidad y ofrece instalaciones recreativas a los residentes, lo que demuestra el potencial de las funciones ecológicas para coexistir con las comodidades urbanas (Tomorrow Water, 2022). Además de la vegetación en superficie, todos los aparcamientos residenciales se encuentran bajo tierra, lo que permite que los caminos peatonales y los paisajes tipo parque no se vean interrumpidos. El diseño de la ciudad promueve la accesibilidad a pie en 15 minutos, con calles arboladas, tejados verdes e infraestructuras para bicicletas que mejoran su tejido ecológico y social. La ciudad también emplea un sistema neumático de recogida de residuos y redes energéticas inteligentes, supervisadas a través de un Centro de Operaciones Integrado, alineando su infraestructura verde con sus aspiraciones más amplias de ciudad inteligente.

Figura 18. Planta de reutilización de aguas residuales de Songdo

Facility Detail				
Capacity: 5.28 MGD				
Area: 1,571 m ²				
Treatment Process:				
Chemical coagulation/flocculation + Bio-filtration + Ozone Oxidation + Disinfection				
Water Quality Summary:				
	BOD	SS	T-N	T-P
Influent (mg/L)	10.0	10.0	20.0	2.0
Effluent (mg/L)	3.0	5.0	10.0	0.5

Fuente(s): Park, 2019.

Una de las contribuciones más notables de Songdo al BGI es su avanzado sistema de reutilización de aguas residuales. La planta de reutilización de aguas residuales de Songdo, con una capacidad de aproximadamente 20 millones de litros al día, trata el agua para usos no potables, como la descarga de inodoros, el riego y el mantenimiento de parques. Este sistema reduce la dependencia del agua potable y recorta significativamente las emisiones de gases de efecto invernadero, lo que contribuye a una reducción estimada del 70% de las emisiones en comparación con desarrollos de escala similar (Shin y Park, 2020).

Figura 19. La característica clave del urbanismo de Songdo es su énfasis en los entornos aptos para peatones y los barrios de uso mixto.



Fuente(s): KPF, s.f.

4.2. Análisis fáctico de perspectivas comparativas

4.2.1. Songdo frente a la ciudad de Nueva York

El modelo BGI de Nueva York difiere significativamente del marco descendente de Songdo. Durante las últimas dos décadas, Nueva York ha apostado por una infraestructura verde descentralizada e impulsada por la comunidad, con más de 5000 instalaciones, entre las que se incluyen biofiltros, tejados verdes y jardines pluviales (NYC DEP, 2023). Programas como *Cool Neighborhoods NYC* se dirigen activamente a los barrios vulnerables con proyectos de mitigación del calor urbano. Mientras que Songdo destaca en el rendimiento de las infraestructuras, Nueva York lidera la innovación orientada a la equidad. Los programas de mitigación de la vulnerabilidad al calor y de participación comunitaria de Nueva York contrastan con el enfoque tecnocrático e impulsado por los promotores inmobiliarios de Songdo. Sin embargo, los esfuerzos de Nueva York se ven a menudo obstaculizados por la fragmentación burocrática y la limitada cohesión entre organismos, mientras que Songdo se beneficia de una visión de desarrollo unificada.

4.2.2. Songdo frente a Singapur

Singapur comparte con Songdo el énfasis en la BGI coordinada de forma centralizada y basada en las infraestructuras. A través de iniciativas como el Programa *Aguas Activas, Bonitas y Limpias* (ABC Waters) y el Plan Verde 2030, Singapur exige el uso de biofiltros, biotopos de limpieza y sistemas de gestión de aguas pluviales en los nuevos desarrollos (PUB, 2022). Al igual que en Songdo, la BGI de Singapur está cuidadosamente planificada, con espacios verdes diseñados para maximizar la funcionalidad, la estética y la resiliencia. Sin embargo, el enfoque de Singapur es más maduro en cuanto a su autenticidad ecológica e integración legal. *La Ley de Drenaje, la Ley de Control de Edificios* y el Plan Maestro de la Autoridad de Reurbanización Urbana de la ciudad-estado incorporan los requisitos de BGI en la legislación, lo que garantiza el cumplimiento y la adaptación a largo plazo. Mientras que Songdo ofrece una implementación rápida y única, Singapur demuestra el valor de una planificación iterativa y legalmente consolidada, así como una alineación cultural más amplia con los objetivos ecológicos.

4.2.3. Songdo frente a Viena

Viena presenta un enfoque más gradual, pero más integrado desde el punto de vista ecológico. La ciudad mantiene más del 50% de espacios verdes, incluidas las llanuras aluviales del Danubio y los

bosques protegidos que funcionan como corredores ecológicos y amortiguadores climáticos (ONU-Hábitat, 2021). La infraestructura verde en Viena no se impone al paisaje, sino que surge a través de una planificación participativa, a menudo vinculada a la construcción de viviendas sociales y a las necesidades del vecindario. A diferencia de la BGI de Songdo, diseñada y orientada al rendimiento, el modelo de Viena hace hincapié en la continuidad ecológica a largo plazo y la cohesión social. Depende menos de soluciones tecnológicas y más de procesos naturales, como las llanuras aluviales de los ríos para la gestión del agua y la refrigeración pasiva. Sin embargo, este modelo puede ser menos replicable en regiones en rápida urbanización, donde desarrollos totalmente nuevos como Songdo pueden desplegar infraestructuras a gran escala desde el principio.

4.3. Reclamo de valor de Songdo

Limitada por su superficie, Corea del Sur ha estado experimentando con sistemas urbanos innovadores, como Oceanix Busan, la ciudad flotante, y Songdo, la ciudad inteligente. Recuperados del fondo del océano, los 53,4 km² incluyen 9,29 millones de m² de desarrollo planificado, de los cuales 929 000 m² corresponden al Central Park planificado y otros espacios verdes integrados. «Los promotores promovieron una visión de barrios transitables, densos y de uso mixto con todas las comodidades...» (Jung, 2024). Esta visión fue un éxito, ya que Songdo fue la primera ciudad en obtener la certificación LEED. Los espacios verdes públicos representan el 32,4% del 40% del terreno destinado a parques públicos, aproximadamente el doble del porcentaje de terreno asignado en la ciudad de Nueva York. (Ayral y Cha, 2024) En consonancia con la definición de ciudad inteligente, una amplia red de sensores recopila datos sobre todos los aspectos de la vida urbana y los agrupa para comodidad de la población. Los sistemas de tubos neumáticos y la gran cantidad de contenedores públicos de residuos han eliminado casi por completo la basura y la necesidad de recogerla, clasificando automáticamente los residuos urbanos para enviarlos a la planta de tratamiento adecuada. La infraestructura de tubos neumáticos es inviable de modernizar, lo que hace improbable su implementación en ciudades más antiguas. Nueva York sería la ciudad que más se beneficiaría de este tipo de sistema de recogida de basura. La Sanitation Foundation, socio oficial sin ánimo de lucro del Departamento de Sanidad de Nueva York, descubrió en un estudio de 2025 que el 80% de los neoyorquinos consideraba que la basura era un problema importante en su comunidad. (Dreyfus Advisors, 2025) La integración de las condiciones hidrológicas y forestales urbanas proporciona muchos de los beneficios ecosistémicos necesarios, como el control de la temperatura y la humedad, junto con el calor urbano, y suaviza la rigidez visual que puede aparecer en las construcciones rectilíneas. La incorporación de un parque central rompe aún más la rigidez de la cuadrícula urbana, proporcionando un espacio de respiro dentro de la red de calles de la ciudad. Con 24 kilómetros de carril bici urbano y una línea de tren pesado (Garfield, 2017), Songdo está mejorando el transporte alternativo, acercándose a los estándares establecidos por las otras ciudades del estudio de caso. A pesar de este objetivo de promover la movilidad peatonal, la población de Songdo sigue dependiendo en gran medida de los coches particulares para desplazarse a Seúl por motivos de trabajo. El futuro de la política de transporte de Songdo debería centrarse en reducir los desplazamientos a Seúl y ayudar a los residentes a trabajar dentro de la comunidad en la que viven.

4.4 Reclamo de la política de Songdo

Songdo, un desarrollo patrocinado por el Estado, ha tenido muy en cuenta desde el principio la prioridad nacional de la BGI. En este estudio, las políticas relacionadas con la BGI se dividen en dos categorías: las aplicadas durante el proceso de planificación urbana y las utilizadas para el funcionamiento de la ciudad. Las primeras se centran en las zonas verdes, como el Central Park de

Songdo, mientras que las segundas se refieren a los sistemas operativos de la ciudad relacionados con la BGI.

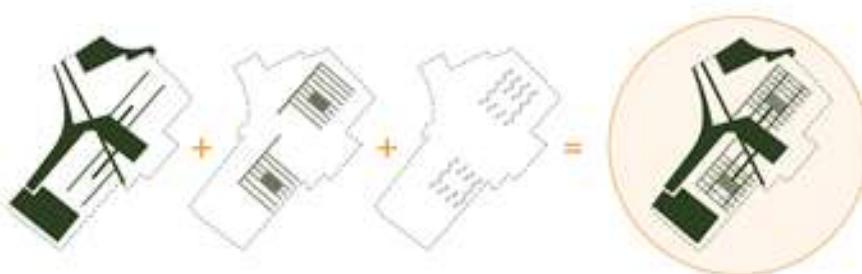
4.4.1 Inicio de la infraestructura azul-verde en Songdo

Al inicio del proyecto, fue necesario establecer nuevas directrices para la infraestructura ecológica. Aunque Corea del Sur comenzó a abordar los problemas del desarrollo desordenado después de la década de 1990, aún no existían suficientes políticas para construir una ciudad ecológica que cumpliera con los estándares mundiales. Por lo tanto, a través de diversos marcos, la ciudad trató de hacer de la planificación de la infraestructura verde la piedra angular de cada nuevo proyecto. A través de políticas, se exigió la creación de espacios verdes y se apoyó el agua desalentando el uso de materiales de pavimentación impermeables.

El manual para el desarrollo urbano respetuoso con el medio ambiente proporciona directrices sobre la ubicación de los espacios verdes para promover la construcción de ciudades ecológicas. No solo se hace hincapié en la mejora de la accesibilidad a las zonas verdes, sino que también se destaca la importancia de establecer una red verde. La red verde es un sistema diseñado para evitar la fragmentación de los hábitats de la fauna silvestre y promover la conservación de los ecosistemas y la biodiversidad. Se establece conectando sistemáticamente áreas clave, como las principales montañas y colinas, con las tierras agrícolas, los ríos y los humedales circundantes. Esta red está estructurada para conectar las zonas verdes y los recursos biológicos a lo largo de ejes urbanos como ríos y carreteras. Al atraer la fauna silvestre a las zonas urbanas a través de corredores verdes, también ofrece a los residentes de la ciudad, que pueden tener un acceso limitado a la naturaleza, oportunidades para experimentar e interactuar con el entorno natural.

Las redes verdes urbanas se basan en el concepto de coexistencia entre los seres humanos y la naturaleza. Los bosques y las zonas montañosas cercanas funcionan como reservas de biodiversidad o centros de recursos genéticos (zonas centrales), mientras que las pequeñas montañas, los parques, las granjas rurales y los humedales actúan como nodos del sistema verde. Elementos como los cinturones verdes urbanos y los arroyos sirven como corredores ecológicos. Los jardines, los jardines en azoteas, los árboles de las calles e incluso las plantas en macetas están conectados a través de estas vías, formando una red ecológica cohesionada en toda la ciudad (Ministry of Construction and Transportation & Korea Land Corporation, 2000).

Figura 20. Una característica clave del urbanismo de Songdo es su énfasis en las redes verdes.



Fuente(s): KPF (<https://www.kpf.com/project/new-songdo-city>)

Figura 21. (izquierda) Parques en Songdo (derecha) Espacios verdes en Songdo

Fuente(s): Data from Public Data Portal

4.4.2 Infraestructura verde a través de las directrices de diseño paisajístico

Como parte de la estrategia de planificación urbana de Songdo, la Zona Económica Libre de Incheon (IFEZ) ofrece orientación para los edificios de Songdo a través de sus directrices de diseño paisajístico. Aunque estas directrices se centran principalmente en los aspectos estéticos del entorno urbano, algunos elementos están estrechamente relacionados con el modelo de infraestructura azul-verde de Songdo. En particular, la promoción de los tejados verdes y la creación de zonas ajardinadas alrededor de los edificios contribuyen a aumentar la cantidad total de espacios verdes, mejorar el acceso del público a la vegetación y facilitar un drenaje más eficiente de las aguas pluviales dentro de la ciudad (Incheon Free Economic Zone Authority, 2020).

5. Conclusión

En términos comparativos, la estrategia de infraestructura verde azulada de Songdo ejemplifica el potencial de un enfoque de «pizarra en blanco», que integra desde el principio tecnologías inteligentes, reducción de emisiones y espacios verdes públicos de alta calidad. La ciudad logra avances cuantificables en materia de resiliencia climática, eficiencia energética y reutilización del agua, y ofrece un banco de pruebas convincente para los sistemas inteligentes y ecológicos integrados. Sin embargo, la falta de participación de la comunidad, el bajo crecimiento orgánico y el excesivo énfasis en la estética por encima de la ecología suscitan preocupaciones críticas. La BGI de Songdo, aunque técnicamente impresionante, puede parecer alejada de las necesidades culturales y sociales locales. Sin una sólida creación de espacios, participación pública o espontaneidad ecológica, Songdo corre el riesgo de convertirse en un símbolo de lavado verde en lugar de transformación ecológica.

El marco de infraestructura azul-verde de Songdo sienta un importante precedente al demostrar cómo la tecnología avanzada y la planificación centralizada pueden producir un rendimiento medioambiental sustancial en entornos urbanos de nueva construcción. Sin embargo, las comparaciones con Singapur, Nueva York y Viena sugieren que la infraestructura por sí sola es insuficiente. El éxito a largo plazo de la BGI depende de su capacidad para combinar la innovación tecnológica con la solidez jurídica, la participación de la comunidad y la profundidad ecológica. Las lecciones de Songdo son, por tanto, inspiradoras y cautelares, ya que ponen de relieve la promesa de

la sostenibilidad basada en el diseño y los peligros de pasar por alto las dimensiones medioambientales y humanas de un futuro urbano verdaderamente resiliente.

Songdo, una ciudad planificada en su totalidad sobre terrenos ganados al mar, incorporó la infraestructura medioambiental en su fase inicial de diseño. Esto posiciona a Songdo como un ejemplo con visión de futuro de cómo las ciudades del futuro podrían integrar la BGI directamente en su base espacial y tecnológica. Este enfoque cobra mayor importancia cuando se compara con otras ciudades reconocidas mundialmente por su innovación en materia de BGI. Ciudades como Nueva York, Singapur y Viena han adoptado estrategias de BGI solo después de que sus formas urbanas ya estuvieran establecidas. Por el contrario, Songdo integró la BGI desde el principio, lo que permitió una integración perfecta entre los sistemas ecológicos y la infraestructura urbana. Esta estrategia de «planificación primero» ofrece un modelo poco común de cómo las funciones medioambientales pueden alinearse estructuralmente con la lógica general de la construcción de ciudades.

No obstante, en la práctica, la BGI en Songdo permanece como un componente de una iniciativa más amplia de ciudad inteligente, en lugar de constituir una visión central que guíe el desarrollo urbano. La infraestructura medioambiental de la ciudad suele funcionar como un elemento de apoyo, centrado en la estética y el rendimiento, en lugar de como un sistema integrado socialmente o institucionalizado legalmente. Sin marcos normativos más sólidos o mecanismos de participación ciudadana, la BGI de Songdo corre el riesgo de estar infrautilizada o desconectada de la vida urbana cotidiana.

No obstante, el caso de Songdo ofrece una valiosa perspectiva sobre el futuro de la BGI urbana planificada. Su enfoque a gran escala, basado en las infraestructuras, demuestra cómo se puede abordar la adaptación al clima desde la base. Para aprovechar plenamente este potencial, Songdo debe ir más allá de un enfoque puramente tecnológico y desarrollar un sistema de BGI que sea moldeado y sostenido por los residentes y las comunidades locales.

6. Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

7. Agradecimientos

Según el leal saber y entender de los autores, este artículo es una investigación independiente dirigida por estudiantes que no contiene material que haya sido aceptado para su publicación, publicado anteriormente o escrito por otra persona, salvo en los casos en que se hagan referencias en el texto y en los que los autores hayan presentado el artículo. Se ha hecho todo lo posible por identificar a los titulares de los derechos de autor. Los errores u omisiones se corregirán en futuras adiciones.

Los autores reconocen el uso de ChatGPT <https://chatgpt.com/> en las secciones «Política de Viena» y «Política de Songdo» como motor de búsqueda y para comprobaciones gramaticales terciarias, pero no para ningún tipo de función generativa. Los autores también reconocen los impactos negativos que los grandes modelos lingüísticos tienen en la salud ambiental, y la ironía de utilizar la IA en un artículo sobre salud ecológica.

8. Lista de abreviaturas

<u>Abreviatura</u>	<u>Definición</u>
(ABC) Waters Programme (Programa de Agua)	Active, Beautiful, Clean (Activo, hermoso, limpio)
APA	American Planning Association (Asociación Americana de Planificación)
BCA	Building and Construction Authority (Autoridad de Edificación y Construcción)
BGI	Blue-Green Infrastructure (Infraestructura azul-verde)
GI	Green Infrastructure (Infraestructura verde)
LEED-ND	Leadership in Energy and Environmental Design for Neighborhood Development (Liderazgo en Energía y Diseño Ambiental para el Desarrollo de Vecindarios)
LID	Low-Impact Development (Desarrollo de bajo impacto)
NParks	National Parks Board (Junta de Parques Nacionales)
NYC DEP	New York Department of Environmental Protection (Departamento de Protección Ambiental de Nueva York)
URA	Urban Redevelopment Authority (Autoridad de Reurbanización Urbana)
UHI	Urban Heat Island (Isla de calor urbano)
IBD	International Business District (Distrito comercial internacional)

Referencias

- About ABC Waters. (n.d.). *PUB, Singapore's National Water Agency*. <https://www.pub.gov.sg/Public/Places-of-Interest/Our-Reservoirs-and-Waterways/ABC-Waters/About>
- American Planning Association. (2023). *National Planning Award Categories & Eligibility*. <https://www.planning.org/awards/categories/>
- Atha, D., Alvarez, R., Chaya, K., Catusco, J.-P., & Whitaker, E. (2020). The Spontaneous Vascular Plant Flora of New York's Central Park. *The Journal of the Torrey Botanical Society*, 147(1), 94–116. <https://doi.org/10.3159/torrey-d-19-00024>
- Atha, D., & Boom, B. (2018). *STATE OF NEW YORK CITY'S PLANTS 2018*. In New York Botanical Garden. New York Botanical Garden. https://www.nybg.org/content/uploads/2018/08/SCI_State-of-the-Citys-Plants-2018-FULL4.pdf?cp_landing_source=www.nybg&utm_source=direct
- Ayral, I., & Cha, S. (2024). Songdo: A Case Study of Underutilized Public Spaces. *International Journal of Social Science and Humanity*, 14(3). <https://doi.org/10.18178/ijssh.2024.14.3.1200>
- Building and Construction Authority (BCA). (2020). *Singapore Green Building Masterplan*. <https://www1.bca.gov.sg>
- Central Park Conservancy. (2015, November). *The Central Park Effect*. https://assets.centralparknyc.org/pdfs/about/The_Central_Park_Effect.pdf
- Chong, L., Tan, P. Y., & Tan, C. L. (2021). Urban greening and blue-green infrastructure in Southeast Asia. *Journal of Sustainable Cities and Society*, 56, 102101.
- City of Vienna (n.d.). *Vienna Climate Guide*. <https://www.wien.gv.at/english/environment/klip/program.html>
- City of Vienna. (2022). *Smart climate city Vienna: Strategy and mission statement*. Smart City Agency, Urban Innovation Vienna
- Clinton, J., Hwang, L., Egan, J., Hannon Sr., M., & Strickland, C. (2022). *Economic Benefits of Parks in New York City*. https://www.tpl.org/wp-content/uploads/2022/09/033022_Economic-Benefits-NYC_Final_v2.pdf
- Dreyfus Advisors. (2025). *The Dirty Truth: How New Yorkers Really Feel about Litter Market Research (pre-campaign wave)*. Sanitation Foundation. https://static1.squarespace.com/static/5fd14a8ad4328f0b6168fcaa/t/684ac9b7b51a3934069/ee6db/1749731768465/Litter_Research_Report_5.14.2025_VFIN.pdf
- Friesenecker, M., Thaler, T., & Clar, C. (2023). Green gentrification and changing planning policies in Vienna? *Urban Research & Practice*, 17(3), 393–415. <https://doi.org/10.1080/17535069.2023.2228275>
- Gantner, B., Alex, B., Brandenburg, C., Czachs, C., Damyanovic, D., Reinwald, F., & Preiss, J. (n.d.). *Urban Heat Islands Strategy Plan Vienna – Implementing Urban Green Infrastructure to Reduce Negative Effects of Urban Heat Islands*. University of Natural Resources and Life Sciences, Vienna & Vienna City Administration.
- Garfield, L. (2017, November 17). *This South Korean city eliminates the need to drive*. World Economic Forum; World Economic Forum. <https://www.weforum.org/stories/2017/11/south-korea-is-building-a-35-billion-city-designed-to-eliminate-the-need-for-cars/>
- Incheon Free Economic Zone Authority. (2020). *Landscape Design Guidelines for IFEZ* (in Korean). Incheon Free Economic Zone, 2025
- Isopp, A. (2022, July 15). Die „Schwammstadt“ am Voglmarkt bewährt sich. Unser Währing.at. <https://www.unser-waehring.at/die-schwammstadt-am-voglmarkt-bewaehrt-sich/>
- Jacobs, J. (1969). *The economy of cities*. Vintage Books.
- Jeon, H. R. (2021). *How South Korea's Incheon Smart City Makes Forgotten Inequalities Visible* | Columbia | Journal of International Affairs. Jia.sipa.columbia.edu. <https://jia.sipa.columbia.edu/content/how-south-koreas-incheon-smart-city-makes-forgotten-inequalities-visible>
- Jung, J. (2024). *Songdo City: Blueprint or Black Sheep?* https://chartercitiesinstitute.org/wp-content/uploads/2024/12/Songdo_Paper_Final.pdf

- Khomenko, S., Nieuwenhuijsen, M., Ambròs, A., Wegener, S., & Mueller, N. (2020). Is a liveable city a healthy city? Health impacts of urban and transport planning in Vienna, Austria. *Environmental Research*, 183, 109238. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2020.109238>
- Koh, Y. F., Loc, H. H., & Park, E. (2022). Towards a "City in Nature": Evaluating the Cultural Ecosystem Services Approach Using Online Public Participation GIS to Support Urban Green Space Management. *Sustainability*, 14(3), 1499. <https://doi.org/10.3390/su14031499>
- KPF (2021). *Songdo IBD Central Park*. <https://www.kpf.com/news/bloomberg-songdo-smart-city>
- KPF. (n.d.). *New Songdo City*. KPF. <https://www.kpf.com/project/new-songdo-city>
- KPF Songdo City-TM/R Design. (2023, October 19). *TM/R Design*. <https://tmr.design/songdo/>
- Krajick, K. (2023, January 5). *New York City's Greenery Absorbs a Surprising Amount of Its Carbon Emissions*. State of the Planet. <https://news.climate.columbia.edu/2023/01/05/new-york-citys-greenery-absorbs-a-surprising-amount-of-its-carbon-emissions/>
- Mailloux, B. J., McGillis, C., Terryanne Maenza-Gmelch, Culligan, P. J., He, M. Z., Kaspi, G., Miley, M., Komita-Moussa, E., Sanchez, T. R., Steiger, E., Zhao, H., & Cook, E. M. (2024). Large-scale determinants of street tree growth rates across an urban environment. *PLoS ONE*, 19(7), e0304447-e0304447. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0304447>
- McCosh, C. (2024, January 16). *Dollars and Sense: Economic Benefits of Community Green Spaces*. Trust for Public Land. <https://www.tpl.org/blog/dollars-and-sense-economic-benefits-of-community-green-spaces>
- Ministry of Construction and Transportation & Korea Land Corporation. (2000) *Manual for environmentally-friendly land development* [환경 친화적 토지 개발 편집]
- Ministry of Sustainability and the Environment. (2021). *Singapore Green Plan 2030*. <https://www.greenplan.gov.sg>
- Mocca, E., Friesenecker, M., & Kazepov, Y. (2020). Greening Vienna: The multi-level interplay of urban environmental policy-making. *Sustainability*, 12(4), 1577. <https://doi.org/10.3390/su12041577>
- Moran, D., Kanemoto, K., Jiborn, M., Wood, R., Többen, J., & Seto, K. C. (2018). Carbon footprints of 13,000 cities. *Environmental Research Letters*, 13(6), 064041. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aac72a>
- National Parks Board (NParks). (2019). *City in a Garden: Singapore's Green Urbanism*. Singapore Government Publications.
- National Recreation and Park Association. (n.d.). *THE ECONOMIC IMPACT OF LOCAL PARKS*. <https://www.nrpa.org/contentassets/f568e0ca499743a08148e3593c860fc5/2022economicimpactreport.pdf>
- New York Senate. (2025, August 1). *Environmental Conservation*. NY State Senate; The New York State Senate. <https://www.nysenate.gov/legislation/laws/ENV>
- NYC DEP (2023). *NYC Green Infrastructure Program*. <https://www.nyc.gov/assets/dep/downloads/pdf/water/stormwater/green-infrastructure/gi-annual-report-2023.pdf>
- Park, C. (2019). *Tomorrow Water. Tomorrow Water*. <https://www.tomorrowwater.com/reference-songdo-central-park>
- PUB (2022). *Active, Beautiful, Clean Waters Programme*. <https://www.pub.gov.sg/abcwaters>
- PUB, Singapore's National Water Agency. (2020). *ABC Waters Programme Annual Report*.
- Public Utilities Board (PUB). (2020). *ABC Waters Programme Guidelines*.
- Public Utilities Board (PUB). (2023). *Coastal Protection and Flood Resilience Roadmap*.
- Ramirez, K. S., Leff, J. W., Barberán, A., Bates, S. T., Betley, J., Crowther, T. W., Kelly, E. F., Oldfield, E. E., Shaw, E. A., Steenbock, C., Bradford, M. A., Wall, D. H., & Fierer, N. (2014). Biogeographic patterns in below-ground diversity in New York City's Central Park are similar to those observed globally. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 281(1795). <https://doi.org/10.1098/rspb.2014.1988>
- Reinwald, F., et al. (2021). Multi-level toolset for steering urban green infrastructure to support the development of climate-proofed cities (case studies in Vienna). *Sustainability*, 13(21), 12111.
- Ring, Z., Damyanovic, D., & Reinwald, F. (2021). Green and open space factor Vienna: A steering and evaluation tool for urban green infrastructure. *Urban Forestry & Urban Greening*, 62, 127131. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2021.127131>

- Rowe, P., & Hee, L. (2019). *A City in Blue and Green*. <https://isomer-user-content.by.gov.sg/50/00280a74-fd1c-428c-9843-4d6b395a9f45/a-city-in-blue-and-green-the-singapore-story.pdf>
- Salliou, N., Arborino, T., Joan Iverson Nassauer, Salmeron, D., Philipp Urech, Vollmer, D., & Grêt-Regamey, A. (2023). Science-design loop for the design of resilient urban landscapes. *Socio-Environmental Systems Modelling*, 5, 18543–18543. <https://doi.org/10.18174/sesmo.18543>
- Schwammstadt. (n.d.). <https://www.iba-wien.at/en/projekte/projekt-detail/project/schwammstadt-sponge-city>
- Shin, H., & Park, S. (2020). Smart cities and the illusion of innovation: The case of Songdo. *Urban Studies*, 57(4), 705–722.
- swales-diagram. (n.d.). *Nature Recovery Network*. <https://nature-recovery-network.org/photos/692/in/17/>
- Tan, P. Y., & Jim, C. Y. (2018). Urban ecology in Asian cities: Design for resilience. *Urban Planning and Development Review*, 4(1), 45–62.
- Tan, P. Y., & Jim, C. Y. (2019). Economic valuation of ecosystem services in Singapore's urban green-blue networks. *Environmental Research Letters*, 14(8), 084003.
- Tan, P. Y., Lee, T. H., & Yeo, S. H. (2021). Integrating ecological design into urban infrastructure: Singapore's case. *Journal of Environmental Policy and Planning*, 23(3), 354–368.
- Tan, W. Y., Lee, T. H., & Yeo, S. H. (2020). Designing nature into the city: Value-based planning approaches in Singapore. *Journal of Urban Ethics and Design*, 12(2), 65–78.
- The Active, Beautiful, Clean Waters Programme: Water As An Environmental Asset. (n.d.). <https://isomer-user-content.by.gov.sg/50/7a481fd0-e545-417e-a14b-e414efee6694/rb172978-mnd-abc-water.pdf>
- TIME. (2022, September 20). *What a 'Sponge City' Designed to Withstand Extreme Flooding Tomorrow* Water (2022). *Songdo Wastewater Reuse Plant*. Retrieved from <https://www.tomorrowwater.com/reference-songdo-central-park>
- UN-Habitat (2021). *Vienna City Profile*.
- Urban Redevelopment Authority (URA) & National Parks Board (NParks). (2021). *Integrating Nature into Urban Planning in Singapore*. Government of Singapore.
- Urban Redevelopment Authority (URA) & NParks. (2021). *Integrating Nature into Urban Planning in Singapore*. Singapore Urban Redevelopment Series.
- Urban Redevelopment Authority (URA). (2019). *Master Plan 2019: Planning for a Sustainable and Liveable City*. <https://www.ura.gov.sg>
- Wei, D., Reinmann, A., Schiferl, L. D., & Commane, R. (2022). High-resolution modeling of vegetation reveals large summertime biogenic CO₂ fluxes in New York City. *Environmental Research Letters*, 17(12), 124031. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aca68f>
- Žuvela-Aloise, M., Koch, R., Buchholz, S., & Früh, B. (2016). Modelling the potential of green and blue infrastructure to reduce urban heat load in the city of Vienna. *Climatic Change*, 135(3–4), 425–438. <https://doi.org/10.1007/s10584-016-1596-2>