

1. Configuración de la ciudad y el cambio climático



LUZ ARIADNA VELASCO MONTIEL¹

DOI: <https://doi.org/10.52501/cc.384.01>

Resumen

El cambio climático (CC) es uno de los mayores desafíos para el bienestar del planeta y todos sus habitantes. En los últimos años, se ha visto cómo los fenómenos meteorológicos están impactando en la población con mucha intensidad, entre ellos, la presencia de olas de calor que se pronostica serán eventos cada vez más frecuentes. Si bien, algunos países están actuando en mayor o menor medida para reducir la emisión de gases de efecto invernadero, reconocidos como una de las principales causantes del CC, los esfuerzos no han sido suficientes y el proceso de temperatura sigue en ascenso, por lo que se hace necesario implementar estrategias que ayuden a mitigar los efectos negativos de este fenómeno. A escala local se ha detectado que el aumento de pavimentos y la reducción de la vegetación urbana generan modificaciones en el microclima, que se reflejan en mayores temperaturas locales, lo que provoca incomodidad térmica y, en algunos casos, se estima que, aunados a las olas de calor, pueden poner en riesgo la salud de la población. Por tanto, son cada vez más las voces que abogan por redirigir la visión de hacer ciudad, aumentando la vegetación urbana, reduciendo la cantidad de pavimentos impermeables y propiciando la filtración de la lluvia a través del suelo, entre otras recomendaciones.

Palabras clave: *vegetación, olas de calor, cambio climático, mitigación.*

¹ Arquitecta con Maestría en Diseño Industrial. Docente en la Universidad Veracruzana, México. ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-2863-7934> ; correo electrónico: luvelasco@uv.mx

Introducción

La relación entre el cambio climático y la ciudad es clara y significativa. El crecimiento de las ciudades y la mayor demanda de energía y recursos para la vida cotidiana contribuyen de manera notoria al aumento de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), lo que ha provocado cambios en las condiciones del clima mundial y el aumento en la frecuencia de eventos extremos que vulneran a la población y provocan pérdidas materiales muy importantes. La concentración de superficies impermeables y materiales como el asfalto y el concreto absorben y retienen calor, elevando las temperaturas en comparación con las zonas rurales, aumentando los efectos de las olas de calor para la población. Al mismo tiempo, la disminución paulatina de vegetación urbana reduce la capacidad de regulación térmica y la falta de suelos permeables provoca mayor susceptibilidad a inundaciones. El aumento en la frecuencia de eventos extremos pone en evidencia la urgencia de tomar acciones concretas que reduzcan la vulnerabilidad de las ciudades, por lo que una planificación urbana atendiendo a las nuevas condiciones ambientales es clave para mitigar los efectos negativos y a la vez adaptar la ciudad a los cambios actuales.

Cambio climático (CC)

El cambio climático es el mayor reto al que se enfrenta la humanidad, con impactos devastadores y de largo alcance para las personas, el medio ambiente y la economía. Afecta a todas las regiones del mundo y a todos los sectores de la sociedad.

Esta es una realidad ineludible que aqueja tanto a las ciudades como a los entornos naturales, y México no es la excepción. Los efectos del cambio climático son de las mayores amenazas que enfrenta el planeta en la actualidad. Las ciudades, en particular, encaran retos únicos debido a su alta densidad poblacional y a la concentración de infraestructura que se ve afectada ante el impacto de meteoros con una intensidad imprevista. Entre las principales repercusiones del cambio climático en las zonas urbanas se

encuentran las precipitaciones extremas, inundaciones, sequías y olas de calor, fenómenos que se han vuelto más frecuentes y severos debido al aumento de la temperatura global. Esta realidad demanda una respuesta inmediata y coordinada desde diversos frentes, incluyendo la planificación urbana, la regulación ambiental y el desarrollo de infraestructuras resilientes.

Para el año 2050 se espera un incremento sustancial en la ocurrencia de olas de calor letales, exacerbadas por el fenómeno de la isla de calor urbana y las alteraciones climáticas dentro de las ciudades, lo que resalta la urgencia de abordar este tema (Tejeda, 2020).

Uno de los principales efectos del cambio climático en las ciudades es la intensificación del fenómeno de la isla de calor urbana. Este fenómeno se refiere al incremento de las temperaturas en áreas urbanizadas en comparación con sus alrededores rurales y se origina por la acumulación de calor en superficies como asfalto y concreto, así como por la reducción de áreas verdes en las zonas urbanas. En combinación con el aumento global de las temperaturas, la isla de calor agrava la incomodidad térmica de los habitantes, incrementa la demanda energética para refrigeración y tiene serias implicaciones en la salud pública, especialmente en poblaciones vulnerables como niños y adultos mayores.

La isla de calor ha sido referida desde hace tiempo por investigadores como Luke Howard en la década de 1810 y más tarde, en 1929, el alemán Peppler emplea este término específico por primera vez en la literatura (*städtische Wärmerinsel*). Posteriormente en 1947 lo retoman en inglés (*urban heat island*) Balchin y Pye (Pérez, 2023), y si bien no es un fenómeno nuevo, el aumento de temperatura en las ciudades debido al cambio climático hace urgente la búsqueda e implementación de estrategias de mitigación y adaptación.

Las ciudades enfrentan alteraciones en sus patrones de precipitación debido al aumento de la temperatura. Si bien las precipitaciones anuales se mantienen en sus promedios históricos, la caída de lluvia ha modificado su distribución, pues en lugar de lluvias ligeras por un lapso relativamente prolongado es frecuente que ocurran precipitaciones intensas en lapsos muy cortos. Esto impide que los escurrimientos transiten y se absorban de manera normal, provocando corrientes intensas y acumulación de agua en

lugares donde no sucedía, lo que genera inundaciones muchas veces inesperadas. En estas condiciones las lluvias torrenciales afectan la infraestructura, el transporte y la calidad de vida de los ciudadanos. Por otro lado, se presentan periodos prolongados de sequía que pueden comprometer el abastecimiento de agua potable y la sostenibilidad de los ecosistemas urbanos. Estos cambios en la disponibilidad de recursos hídricos requieren estrategias de gestión del agua que integren la captación pluvial, la reutilización y el uso eficiente de este recurso vital, así como estrategias de mitigación de los efectos negativos generados por las lluvias intensas.

La contaminación del aire es otro problema agravado por el cambio climático. De acuerdo con los especialistas (EPA, 2025), el incremento de temperaturas favorece la formación de ozono troposférico y la concentración de partículas en suspensión, lo que deteriora la calidad del aire y aumenta la incidencia de enfermedades respiratorias y cardiovasculares.

A pesar de la desestimación en algunos medios de difusión (Molina, 2017), los especialistas del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático o IPCC (Intergovernmental Panel for Climate Change), bajo los auspicios de la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) (Fernández, 2009), han denunciado desde hace décadas aumentos de temperatura que ponen en riesgo la vida en el planeta, y actualmente esta crisis se hace más evidente ante la presencia de eventos climáticos extremos, cada vez más intensos y frecuentes. Por ello, es urgente buscar estrategias que permitan amortiguar sus impactos negativos y adecuar las ciudades y edificaciones a estas nuevas circunstancias.

Ante este panorama, es imprescindible que las políticas urbanas incorporen estrategias de adaptación al cambio climático. La planificación urbana con enfoque climático es esencial para mitigar los impactos del cambio climático en las ciudades de México. El diseño de ciudades resilientes debe incluir la expansión de espacios verdes, el desarrollo de infraestructuras sostenibles, el fomento del transporte público y la reducción de emisiones contaminantes. Estas acciones no solo minimizarán los impactos negativos del calentamiento global, sino también mejorarán la calidad de vida de los habitantes.

Principales causas del cambio climático

El efecto invernadero causado por CO_2 y otros gases es esencial para la vida en la Tierra (NASA, 2024a), pero las emisiones de origen humano han aumentado las cantidades de estos gases en la atmósfera, los cuales atrapan el calor que se irradia desde la Tierra y reducen su salida hacia el espacio, generando un desequilibrio en todo el planeta que se hace evidente en el aumento de temperatura global. De acuerdo con los especialistas, aunque el Sol ha desempeñado un papel en los cambios climáticos del pasado, la evidencia muestra que no puede explicarse así el calentamiento actual (NASA, 2024a).

La NASA describe en su página web (NASA, 2024a) que los cinco principales GEI son el CO_2 , el óxido nitroso, el metano, los clorofluorocarbonos y el vapor de agua, y actúan en conjunto para aumentar la temperatura del planeta, como se describe a continuación.

Dióxido de carbono

Aunque es un componente natural en la atmósfera que se libera a través de procesos naturales como las erupciones volcánicas, las actividades humanas como la quema de combustibles fósiles y la deforestación han aumentado la cantidad de CO_2 en la atmósfera en un 50 % a partir de la Revolución Industrial (s. XVIII), siendo el factor más importante del cambio climático desde entonces.

Metano

También proviene de fuentes naturales y humanas. De manera natural se genera por la descomposición de la materia vegetal en los humedales, y por causas antropogénicas se libera de los vertederos y del cultivo de arroz. El ganado emite metano de su digestión y estiércol. Las fugas durante la producción y el transporte de combustibles fósiles son otra fuente importante

de metano, y el gas natural contiene entre un 70 % y un 90 % de metano. Aunque su porcentaje en la atmósfera no es tan alto como el del CO₂, desde la época preindustrial su presencia ha aumentado a más del doble (NASA, 2024a).

Óxido nitroso

Es un potente gas de efecto invernadero que se produce debido a las prácticas agrícolas actuales. Este se libera durante la producción y uso de fertilizantes comerciales y orgánicos. También proviene de la quema de combustibles fósiles y de vegetación y ha aumentado un 18 % en los últimos cien años (NASA, 2024a).

Clorofluorocarbonos (CFC)

Estos compuestos químicos son únicamente de origen industrial. Se usaban como refrigerantes, solventes y propulsores de latas de aerosol. A partir del Protocolo de Montreal se reguló su uso debido al daño causado a la capa de ozono, y aunque al inicio fue de manera lenta, las emisiones se redujeron drásticamente a partir de 2018 (NASA, 2024a).

Vapor de agua

Se considera un gas de efecto invernadero y es el más abundante debido a que el calentamiento del océano aumenta su cantidad en nuestra atmósfera. Aunque no es causante directo del cambio climático, a medida que cambia la temperatura global hay mayor evaporación de agua, lo que amplifica el cambio climático.

La generación de electricidad y calor a través de los combustibles fósiles provoca una gran cantidad de emisiones globales (NASA, 2024a). La mayoría de la electricidad se genera todavía con la combustión de carbón o gas, lo que produce dióxido de carbono y óxido nitroso; estos son poten-

tes gases de efecto invernadero que cubren el planeta y atrapan el calor proveniente del sol. A nivel global, algo más de un cuarto de la electricidad proviene de fuentes de energía renovables, tales como eólicas y solares que, al contrario que los combustibles fósiles, emiten poca o ninguna cantidad de gases o contaminantes en el aire durante su funcionamiento, aunque sí durante su fabricación.

La minería y los procesos industriales para la fabricación de cemento, hierro, acero, componentes electrónicos, ropa y casi todos los bienes que consumimos emiten grandes cantidades de CO_2 y otros GEI a la atmósfera (NASA, 2024a).

La pérdida de bosques por el desmonte para la agricultura y el crecimiento de las ciudades, la industria y otras actividades humanas también ha contribuido al aumento en las concentraciones de gases de efecto invernadero y al aumento de temperatura de la atmósfera. Los bosques actúan como sumideros de carbono, absorbiendo CO_2 del aire. La tala de bosques provoca efectos altamente negativos, pues se deja de capturar carbono a través de ellos, lo que limita la capacidad de la naturaleza para mantener estas emisiones fuera de la atmósfera (NASA, 2024a).

Cada año se destruyen aproximadamente 12 millones de hectáreas de bosques. Esta pérdida, junto con la agricultura y otros cambios en la utilización de los suelos, es responsable de aproximadamente un cuarto de las emisiones de gases de efecto invernadero (Naciones Unidas, 1999).

La gran mayoría de medios de transporte funcionan con combustibles fósiles. Esto hace que el transporte sea uno de los que más emisiones de dióxido de carbono genera, siendo responsable de cerca de una cuarta parte de las emisiones de dióxido de carbono relacionadas con la energía a nivel global (NASA, 2024a).

La producción de alimentos provoca emisiones de metano, dióxido de carbono y otros gases de efecto invernadero. La deforestación, el uso extensivo de tierras para la agricultura y el pastoreo, la alimentación del ganado bovino y ovino, la producción y uso de fertilizantes y el abono utilizado para los cultivos, el envasado y la distribución de los alimentos, además la energía que hace funcionar equipos en granjas y barcos pesqueros es generada con combustibles fósiles. Todo esto hace que la producción de alimentos

sea también uno de los sectores que contribuyen más al cambio climático (Comisión Europea, s.f.).

Por su parte, los edificios residenciales y comerciales consumen más de la mitad de la electricidad globalmente (ONU, s.f.). La creciente demanda de sistemas de calefacción y climatización, junto con el aumento en el uso de aparatos de aire acondicionado, ventilación, iluminación y dispositivos eléctricos y electrónicos contribuye significativamente las emisiones de dióxido de carbono relacionadas con la energía y tiene su origen en las edificaciones, aunado a los procesos de extracción, elaboración, transporte de materiales y la construcción de edificios (ONU, 2020).

Algunas consecuencias en el planeta y el bienestar de los seres vivos

Si bien el clima de la Tierra ha cambiado a lo largo de la historia, pues en los últimos 800 000 años ha habido ocho ciclos de glaciaciones y periodos más cálidos, el cambio climático presente desde mediados del siglo xx no tiene precedentes en milenios. La mayoría de estos cambios se atribuyen a variaciones muy pequeñas en la órbita de la Tierra que cambian la cantidad de energía solar que recibe nuestro planeta. Sin embargo, de acuerdo con el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, “La evidencia científica actual del calentamiento del sistema climático es inequívoca” y revela que el calentamiento actual ocurre aproximadamente diez veces más rápido que la tasa promedio de calentamiento después de una edad de hielo. La causa principal es el dióxido de carbono, producto de las actividades humanas que provoca un aumento unas 250 veces mayor que el de las fuentes naturales después de la última Edad de Hielo, lo que pone en evidencia que las causas del aumento actual son antropogénicas (NASA, 2024b).

El planeta presenta situaciones que ponen a todos los países en alerta sobre la urgencia de tomar acciones. Los científicos exponen que: “Los datos sobre el calentamiento global siguen demostrando que éste se acelera. La conjunción del cambio climático y el fenómeno de *El Niño* hizo que 2023 fuese el año más caluroso registrado en al menos 100 000 años”. De

junio de 2023 a mayo de 2024, la temperatura media global ha aumentado 1.63 °C por encima de la media preindustrial de 1850-1900, según el Servicio de Cambio Climático (C3S) de Copernicus, lo que significa doce meses seguidos con récord de temperatura (Pallarés, 2024). El océano ha absorbido gran parte de este aumento de calor, por lo que los 100 metros superiores del océano muestran un calentamiento de más de 0.33 grados Celsius (0.6 grados Fahrenheit) desde 1969 (NASA, 2024b). La Tierra almacena el 90 % de la energía adicional en el océano.

La masa de las capas de hielo de Groenlandia y la Antártida han disminuido de acuerdo con datos del Gravity Recovery and Climate Experiment de la NASA, que indica que Groenlandia perdió un promedio de 279 000 millones de toneladas de hielo por año entre 1993 y 2019, mientras que la Antártida perdió alrededor de 148 000 millones de toneladas de hielo por año (Velicogna et al., 2020). Las observaciones satelitales revelan que la cantidad de nieve primaveral en el hemisferio norte ha disminuido en las últimas cinco décadas y la nieve se está derritiendo antes (NASA, 2024b). Asimismo, el hielo marino del Ártico está disminuyendo rápidamente tanto en extensión como en grosor en las últimas décadas (NSIDC, 2020).

Los eventos atmosféricos extremos son más frecuentes. Se observa que la cantidad de eventos de temperatura alta récord en el mundo ha aumentado en los últimos años (Climate Science Special Report, 2017). En los Estados Unidos la cantidad de eventos de temperatura baja récord ha disminuido desde 1950. También ha sido testigo de un número creciente de eventos de lluvia intensa (NASA; 2024b). Esto ha generado que en casi todas las zonas se produzcan más olas de calor y días calurosos. La elevación de las temperaturas es preocupante, pues provoca aumentos en las enfermedades relacionadas con el calor y la incomodidad térmica, se producen incendios incontrolados con mayor facilidad y se extienden más rápidamente cuando el ambiente es más cálido (NASA, 2024b).

Las tormentas destructivas se han vuelto más intensas y frecuentes en muchas regiones del mundo. Las altas temperaturas evaporan mayor humedad, las cuales posteriormente se precipitan con gran intensidad causando inundaciones extremas. El calentamiento del océano también afecta la frecuencia y magnitud de las tormentas tropicales, ciclones, huracanes y tifones (NASA, 2024b).

El calentamiento global está modificando la disponibilidad de agua y genera escasez en regiones ya de por sí secas, lo que incrementa las sequías agrícolas y ecológicas que afectan a cultivos y aumentan la vulnerabilidad de los ecosistemas. Las sequías también pueden provocar grandes tormentas de arena y polvo capaces de desplazar millones de toneladas de arena de un continente a otro, aumentan la desertificación y disminuyen las tierras aptas para el cultivo (NASA, 2024b).

Desde el comienzo de la Revolución Industrial, la acidez de las aguas superficiales del océano ha aumentado aproximadamente un 30 % debido a mayores emisiones de dióxido de carbono a la atmósfera que, en parte, han sido atrapadas por el océano. Este ha absorbido del 20 % al 30 % de las emisiones antropogénicas totales de dióxido de carbono en las últimas décadas, lo que significa de 7 200 a 10 800 millones de toneladas métricas al año (Ocean acidification, 2017), lo que pone en peligro tanto a las especies marinas como a los arrecifes de coral.

El océano absorbe la mayor parte del calor generado por el calentamiento global. El ritmo al que se ha elevado el calentamiento del océano ha aumentado considerablemente durante las últimas dos décadas a todas las profundidades. A medida que se calienta el océano, su volumen aumenta porque el agua se expande, este fenómeno aunado al deshielo de las placas de hielo y los icebergs provoca que se eleve el nivel del mar. Este nivel subió unos 20 centímetros en el último siglo, sin embargo, la tasa en las últimas dos décadas es casi el doble que la del siglo pasado y se acelera ligeramente cada año, lo que representa una amenaza para las comunidades litorales e insulares (Climate Science Special, 2017).

El cambio climático pone en riesgo la supervivencia de las especies terrestres y oceánicas. Estos riesgos aumentan a medida que ascienden las temperaturas; debido al cambio climático tan intenso, el ritmo de extinción de especies en el mundo es 1000 veces mayor que en cualquier otra época de la que se tenga constancia en la historia humana. Incendios forestales, clima extremo e invasión de plagas con la aparición de enfermedades se conjuntan como amenazas y solo algunas especies tendrán la capacidad de

adaptarse. Se calcula que un millón de especies están en riesgo de extinguirse en las próximas décadas (NASA, 2024b).

Las modificaciones en el clima, incluyendo el aumento de condiciones meteorológicas extremas, provocan un aumento global de desnutrición en las poblaciones más pobres. Los recursos pesqueros, los cultivos y el ganado pueden desaparecer o volverse menos productivos debido a esta condición. A causa del aumento de la acidificación del océano, los recursos marinos que alimentan a millones de personas están en riesgo. El calor extremo puede disminuir el agua y el alimento destinados a la ganadería, afectando el suministro de alimentos para la población humana (NASA, 2024b).

El cambio climático también representa una amenaza para la salud de la humanidad a través de la contaminación, las enfermedades, los fenómenos meteorológicos extremos, los desplazamientos forzados, las presiones en la salud mental, así como un aumento del hambre y la desnutrición en lugares donde las personas no pueden producir o encontrar alimentos suficientes (NASA, 2024b).

El cambio climático aumenta los factores que llevan y mantienen a la gente en la pobreza, tales como inundaciones que pueden arrasar barrios marginales, destruyendo comunidades, hogares y el poco patrimonio que poseen con secuelas sanitarias muy intensas. Del 2010 al 2019 un promedio de 23.1 millones de personas al año se desplazó por sucesos relacionados con el clima (NASA, 2024b).

Acciones globales ante el cambio climático

El cambio climático es uno de los principales retos globales a los que nos enfrentamos. Es un fenómeno que no tiene fronteras y, en consecuencia, requiere soluciones acordadas a nivel internacional. Esto ha impulsado la creación de diversas convenciones y acuerdos internacionales que buscan

reducir las emisiones antropogénicas de CO₂, mitigar sus efectos y promover la adaptación (Barreira, 2022).

El papel de los organismos internacionales es fundamental, pues establecen reglas a través de tratados internacionales por los que deben regirse todos los países y organizaciones firmantes, denominados “partes”. Uno de los organismos internacionales más importantes es la Organización de las Naciones Unidas, cuya misión principal es estimular la cooperación internacional en asuntos económicos, sociales, culturales y medioambientales (Barreira, 2022).

Ante la crisis ambiental, en el año 1988 la ONU decidió crear el Panel Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático, cuya función es evaluar la situación mundial periódicamente y enviar sus conclusiones a los responsables políticos que serán los encargados de establecer acciones encaminadas a lograr las metas establecidas. Este grupo de expertos publicó su primer informe en el año 1990 y sirvió para impulsar el primer tratado en materia de cambio climático, es decir, la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático, que se firmó en la Cumbre de la Tierra de Río de Janeiro en 1992 (Barreira, 2022).

La finalidad de la convención era lograr la reducción de los gases de efecto invernadero que se concentran en la atmósfera a un nivel que impida consecuencias devastadoras en el sistema climático. Ese nivel debía lograrse en un plazo suficiente para permitir que los ecosistemas se adapten naturalmente al cambio climático, para asegurar que la producción de alimentos no se vea amenazada y permitir que el desarrollo económico prosiga de manera sostenible, sin embargo, eran solo obligaciones de carácter general. Por ello, la Convención necesitaba un acuerdo que ayudara a hacerla realmente operativa. Es así como en 1997 nace el Protocolo de Kioto, que entró en vigor en el año 2005. Este fue el primer acuerdo vinculante que comprometió a los países industrializados a reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero y aunque aparentemente representó un avance significativo, su alcance real aún ha sido limitado y la ausencia de compromisos por parte de algunas naciones redujeron su eficacia (Barreira, 2022).

Para 2015, durante la COP21 (21ª Conferencia de las Partes) en París, 195 países adoptaron el denominado Acuerdo de París, que es un pacto

global para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero donde las naciones se declaran:

Conscientes de que el cambio climático representa una amenaza apremiante y con efectos potencialmente irreversibles para las sociedades humanas y el planeta y, por lo tanto, exige la cooperación más amplia posible de todos los países y su participación en una respuesta internacional efectiva y apropiada, con miras a acelerar la reducción de las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero. (Convención Marco sobre Cambio Climático, 2015, p. 1)

El principal objetivo de este Acuerdo es frenar el aumento de la temperatura mundial y mantenerla como mínimo por debajo de los 2 °C, preferiblemente en 1.5 °C, con respecto a los niveles preindustriales, reconociendo que ello reduciría considerablemente los riesgos y los efectos del cambio climático y busca promover la resiliencia al clima y un desarrollo con bajas emisiones de gases de efecto invernadero, de un modo que no comprometa la producción de alimentos (Convención Marco sobre Cambio Climático, 2015).

Asimismo, busca promover un desarrollo sostenible que limite de forma drástica las emisiones de gases de efecto invernadero. Establece que los países desarrollados se comprometen a reducir sus emisiones mientras que los países en desarrollo inicialmente buscarán medidas de mitigación y, más adelante, también la reducción de emisiones. Incentiva a los países desarrollados a apoyar económicamente a los países en desarrollo para alcanzar las dos metas anteriores a través de medidas de mitigación, adaptación, apoyo financiero y transferencia de tecnología de forma transparente (Convención Marco sobre Cambio Climático, 2015).

Configuración de la ciudad y cambio climático

En el siglo xx las ciudades han crecido de manera importante y actualmente acogen a más de la mitad de la población mundial, lo que supone un total de 4 400 millones de habitantes, y se prevé que la población urbana se

duplique para 2050. Esto significa que para entonces casi siete de cada diez personas en el mundo vivirán en ciudades.

De acuerdo con ONU-HÁBITAT (2022) el mundo tardó 125 años en pasar de 1 000 a 2 000 millones de habitantes, pero solo de 2010 a 2022 pasó de 7 000 a 8 000 millones. En 2022 más de la mitad de la población mundial ya vivía en ciudades y pueblos, y se estima que para 2050 esta cifra alcanzará el 70 %, lo que representa mayor expansión de las ciudades, demanda de infraestructura, energía y recursos.

El cambio climático representa uno de los desafíos más urgentes del siglo XXI, afectando de manera significativa las áreas urbanas donde reside la mayor parte de la población mundial (ONU-Hábitat, 2022). La configuración de las ciudades, es decir, su diseño, infraestructura y planificación, representa una importancia indiscutible en los efectos que el cambio climático puede generar en la ciudad. Diversos elementos de la configuración urbana influyen en la vulnerabilidad de la población frente al cambio climático.

El asfalto, los edificios y el trazado de la red viaria modifican los balances de radiación entre el suelo y el aire, reducen la evaporación, aumentan la escorrentía superficial y disminuyen la velocidad del viento, a la vez que aumenta la turbulencia. Todo ello se traduce en un clima urbano característico, cuyo rasgo más destacable es el aumento de las temperaturas en la ciudad en relación con las áreas vecinas más frías (Fernández, 2009).

El diseño y la planificación urbana serán determinantes en la manera como una ciudad enfrenta y resiste los efectos del cambio climático. La presencia o ausencia de vegetación, la elección de materiales, la configuración y disposición de edificios, calles y espacios abiertos puede influir en la circulación del aire, la acumulación de calor y la gestión del agua. Una mala planificación puede acentuar fenómenos como las islas de calor urbanas, el impacto de las olas de calor y aumentar la vulnerabilidad a inundaciones, el deterioro de la salud e incluso pérdidas humanas (Barrera et al., 2022).

Los materiales utilizados en la construcción urbana, como el asfalto, el concreto y materiales pétreos, poseen una alta capacidad para absorber y retener calor, contribuyendo al aumento de las temperaturas en las ciudades, manifestadas especialmente en los centros de estas, como

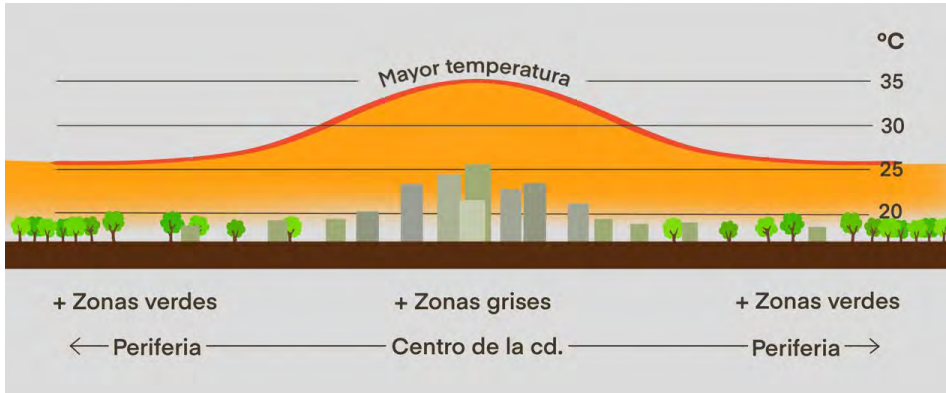
se ha comentado anteriormente, lo que incrementa el consumo de energía y afecta la salud de los habitantes. Además, la impermeabilización del suelo como consecuencia del uso de materiales pétreos y asfálticos dificulta la infiltración del agua, aumentando el riesgo de inundaciones y cancelando la posibilidad de recuperación de los mantos freáticos. La ONU destaca que las ciudades consumen el 78 % de la energía mundial y producen más del 60 % de las emisiones de gases de efecto invernadero, a pesar de ocupar menos del 2 % de la superficie terrestre (Naciones Unidas, 2020).

Diversos estudios demuestran que la presencia de áreas verdes en las ciudades es esencial para mitigar los efectos del cambio climático. Los árboles y parques urbanos ayudan a regular la temperatura, mejorar la calidad del aire y gestionar el agua de lluvia. Sin embargo, el crecimiento urbano con frecuencia reduce estos espacios al hacer modificaciones en las vialidades o desarrollar nuevos asentamientos, reduciendo significativamente su capacidad para mitigar fenómenos climáticos extremos. Un estudio reciente destaca la importancia de una planificación urbana sensible al clima mediante la optimización de la ubicación de los árboles para mejorar el confort térmico humano (Schrodi, 2023).

Las grandes distancias y el uso masivo de vehículos privados aumentan las emisiones de CO₂ y contribuyen a la contaminación del aire. Asimismo los eventos climáticos extremos, como lluvias intensas, pueden provocar inundaciones si la infraestructura de drenaje es insuficiente. La impermeabilización del suelo urbano impide la infiltración natural del agua, exacerbando este problema. Las comunidades en entornos urbanos más vulnerables suelen ser las más afectadas por el cambio climático. Generalmente se encuentran asentadas en zonas marginales, sin infraestructura y establecidos en condiciones muy precarias; además, la falta de recursos económicos limita su capacidad de adaptación y recuperación frente a desastres naturales.

Las islas de calor urbanas (ICU)

Desde hace más de doscientos años se tiene conocimiento del fenómeno denominado *isla de calor*, el cual hace referencia a la presencia de aire más

Figura 1.1. *Isla de calor urbana*

Nota: esquema representativo de las ICU. Las áreas urbanas suelen presentar una temperatura superficial más alta en comparación con las zonas suburbanas o rurales que las rodean, debido, entre otros factores, a la pérdida de vegetación y aumento de pavimentos.

Fuente: esquema cortesía de Luz Cruz basado en UNAM (2024).

caliente en algunas zonas de ciudad a diferencia de las zonas perimetrales y/o rurales que la rodean; es decir, es la diferencia térmica entre el área urbana y sus alrededores. Las ICU representan uno de los cambios en el clima del planeta más significativos inducidos por el ser humano. Tienen impacto en la vida de los residentes de las ciudades en cuanto a salud, bienestar y consumo de energía (UNAM Global, 2024).

Se establece que las ICU son causadas principalmente por dos procesos. Por una parte, la alteración de la cobertura del suelo, que cambia de ser suelo natural a uno artificialmente construido o modificado, donde se utilizan materiales con mayor inercia térmica que el terreno natural; y por otra, las actividades antropogénicas en las ciudades como la generación y consumo energético, que aumentan la temperatura local.

Las ICU pueden clasificarse en dos grupos: a) islas de calor atmosféricas (ICUA), que representan las diferencias en la temperatura del aire entre las zonas urbanas y las rurales; y b) islas de calor superficiales (ICUS), que indican la diferencia entre la temperatura registrada en los materiales ur-

banos (pavimento, aceras, tejados de los edificios, etc.) y el aire situado por encima de ellos (Fernández, 2009).

Las ICUA suelen manifestar una mayor diferencia térmica durante la noche, mientras que las ICUS lo hacen en el día (Zhou et al., 2011). Asimismo, la intensidad de la ICU de una ciudad está sujeta a las métricas empíricas e indicadores utilizados para cuantificar el fenómeno, de tal manera que, al analizar su esencia física, está determinada por una variedad de factores que se pueden clasificar a grandes rasgos en: externos, que incluyen la ubicación (latitud y longitud), el clima (en particular el viento), la proximidad a los cuerpos de agua (asociados con la circulación de la brisa del mar o lago), vegetación, etc., e intrínsecos, que son las características específicas de la ciudad como el tamaño, características de la cubierta terrestre, emisiones de calor antropogénicas, estructura funcional, etc. Sin embargo, ambas están ampliamente relacionadas con los usos de suelo y la morfología urbana, provocando contrastes térmicos en zonas expuestas a la radiación solar y al sombreado generado por las edificaciones (Fernández, 2009).

Cuando se ha analizado dicho fenómeno en ciudades de clima templado o cálido-húmedo, se ha determinado que las temperaturas más altas se presentan en las zonas céntricas y de mayor densidad edificatoria, principalmente por el tipo de materiales utilizados en las superficies, el uso de suelo, la falta de vegetación y el empleo excesivo de sistemas de refrigeración al interior de las edificaciones (Alarcón et al., 2022).

Acciones de mitigación

La configuración de las ciudades y los materiales utilizados para las construcciones de vialidades y edificios tienen ganancias térmicas que provocan incomodidad térmica en sus habitantes y pueden causar afectaciones a la salud. Múltiples estudios opinan que una estrategia de regulación térmica es aumentar las superficies verdes en las áreas urbanas, lo que ayuda a disipar el exceso de calor retenido por los materiales de construcción. Se recomienda conservar y proteger las áreas urbanas verdes de cada ciudad e implementar programas de reforestación de camellones y banquetas (Flores

de la O et al., 2018). Otra propuesta es el uso de azoteas verdes y la utilización de pinturas blancas para calles y edificios de las ciudades (Siqueiros et al., 2020).

El Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD o UNDP por sus siglas en inglés) recomienda acciones climáticas locales con inversión en infraestructuras ecológicas y resilientes al clima, la mejora de la eficiencia energética de los edificios, la ampliación del acceso a la energía limpia y el fomento del transporte con bajas emisiones de carbono. Además, recomienda que comunidades y ciudades establezcan estrategias de gestión sostenible de residuos, proponen la producción local de alimentos y mejora de los espacios verdes urbanos para mitigar el efecto de isla urbana a través de bosques, parques y jardines urbanos (PNUD, 2024).

Una ciudad con *resiliencia climática* es aquella que está mejor preparada para soportar, adaptarse y recuperarse de eventos relacionados con el clima y, por consiguiente, proteger la infraestructura y a las comunidades, su patrimonio y salud (ONU Hábitat, 2018).

Tomar acciones para mejorar la resiliencia climática en las ciudades es cada vez más urgente, ya que las áreas urbanas se ven afectadas con el aumento de temperaturas extremas, inundaciones y escasez de agua. Estas condiciones ponen en riesgo la vida, el bienestar y salud de las personas y los ecosistemas, la conservación de edificios e infraestructura, además de frecuentes pérdidas económicas para las personas y la ciudad.

Los riesgos son mayores para las ciudades de los países de bajos ingresos, especialmente las que experimentan un rápido crecimiento urbano sin regulación ni infraestructura adecuada a las nuevas condiciones climáticas. El crecimiento de estas ciudades con frecuencia suele darse como una expansión descontrolada y sin planificación, y por la instalación de asentamientos informales, muchas veces en zonas de riesgo y con mayor vulnerabilidad a los eventos climáticos intensos. La planificación urbana es fundamental para aumentar la resiliencia climática de las ciudades. Al incorporar consideraciones climáticas en todos los aspectos del desarrollo urbano, los planificadores pueden diseñar ciudades mejor equipadas para hacer frente a las alteraciones climáticas.

Las zonas vulnerables deben identificarse no solo por su nivel de riesgo actual, sino en función del nivel de riesgo previsto frente al cambio cli-

Figura 1.2. *Barranquilla, Colombia*

Nota: ciudad que ha mejorado la vegetación mediante la creación de zonas verdes en el corredor portuario, la recuperación de puntos verdes y programas de restauración urbana para aumentar la biodiversidad, mejorar la calidad del aire y promover la sostenibilidad.

Fuente: fotografía de Susy Velasco.

mático y establecer y socializar las características de diseño ante el riesgo de eventos meteorológicos.

Las nuevas construcciones deben atender normativas y recomendaciones de diseño que respondan a las zonas con riesgo de inundaciones. Es recomendable implementar sistemas urbanos de drenaje sostenible (SUDS) obligatorios y exigir que los proyectos nuevos o las renovaciones incorporen infraestructuras verdes, como jardines de lluvia, techos verdes y pavi-

mentos permeables para absorber las aguas pluviales, reducir el riesgo de inundaciones y regular la temperatura.

Se debe proteger física y legalmente la *infraestructura verde y azul* (vegetación y agua, respectivamente) existente en cada ciudad, como parques, jardines de lluvia, drenajes sostenibles, estanques de retención y ríos que ayudan a mejorar la permeabilidad del exceso de agua y reducir los caudales durante un evento extremo (AEPJB, 2023).

Asimismo, se debe exigir e incentivar la construcción de edificios y la adecuación de los existentes para que utilicen tecnologías de ahorro de agua y sistemas de reutilización de aguas grises, así como incorporar sistemas de captación y almacenamiento de agua de lluvia para el riego o sanitarios (Ciudad Sostenible, 2024).

El diseño de sistemas de transporte colectivo ayuda a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y mejorar la calidad del aire en la ciudad. Al implementar infraestructuras de transporte colectivo eficiente y redes de movilidad activa, como ciclovías y aceras seguras, pueden reducirse las emisiones y mejorar la calidad de vida urbana. La planificación urbana adaptada a las nuevas condiciones ambientales es esencial para abordar los crecientes desafíos climáticos, como el aumento de las temperaturas y de precipitaciones.

Conclusiones

El cambio climático es un fenómeno complejo impulsado principalmente por actividades humanas que aumentan la concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera. La quema de combustibles fósiles, la deforestación, las prácticas agrícolas y las actividades industriales son factores clave en este proceso. Abordar eficazmente el cambio climático requiere una comprensión profunda de sus causas y la implementación de políticas y prácticas sostenibles que reduzcan las emisiones y promuevan la resiliencia climática.

Las Islas de calor Urbanas son un fenómeno complejo consecuencia de la configuración de la ciudad, los materiales de construcción utilizados y el deterioro de la vegetación urbana. La selección adecuada de estos materia-

les, junto con estrategias de diseño urbano que incorporen espacios verdes y soluciones basadas en la naturaleza, son esenciales para mitigar los efectos del aumento de temperaturas y las ICU, lo que requiere una planificación integral que considere tanto los aspectos materiales como los naturales en el diseño y desarrollo de las ciudades y la conjunción de especialistas de diversas áreas para el desarrollo de políticas y acciones integrales que sean llevadas a cabo con éxito.

La configuración de las ciudades influye directamente en la vulnerabilidad al cambio climático de la ciudad y su población. Elementos como el diseño urbano, los materiales de construcción, la presencia de espacios verdes, los sistemas de transporte y la gestión del agua determinan la capacidad de una ciudad para enfrentar y adaptarse a los desafíos climáticos.

El cambio climático está transformando de manera irreversible las condiciones ambientales de las ciudades del mundo, afectando su habitabilidad y sostenibilidad y poniendo en riesgo la vida en la ciudad. La implementación de estrategias de mitigación y adaptación es necesaria y urgente para enfrentar los desafíos climáticos y garantizar un futuro más seguro y saludable para las poblaciones urbanas. Es imperativo que las políticas urbanas integren enfoques multidisciplinarios y participativos para construir ciudades más resilientes y sostenibles.

Referencias

- AEPJP. (16 de junio de 2023). *La gestión de aguas pluviales a través de la infraestructura verde genera beneficios medioambientales*. Asociación Española de Parques y Jardines Públicos. <https://www.aepjp.es/la-gestion-de-aguas-pluviales-a-traves-de-la-infraestructura-verde-genera-beneficios-medioambientales>
- Barreira, A. (10 de febrero de 2022). *Tratados internacionales en materia de cambio climático*. Asamblea ciudadana para el clima. <https://asambleaciudadanadelcambio-climatico.es/tratados-internacionales-cambio-climatico/>
- Barrera Alarcón, I. G., Caudillo Cos, C. A., Medina Fernández, S. L., Ávila Jiménez, F. G. y Montejano Escamilla, J. A. (2022). La isla de calor urbana superficial y su manifestación en la estructura urbana de la Ciudad de México. *Revista de Ciencias Tecnológicas*, 5(3). <https://doi.org/10.37636/recit.v5n3e227>
- Ciudad Sostenible (6 de noviembre de 2024). *Adaptación y planificación urbana frente*

- a los efectos del cambio climático. <https://www.ciudadesostenible.eu/informe-c40-planificacion-urbana/?utm>
- Comisión Europea (s.f.). *Energía, cambio climático y medio ambiente*. https://commission.europa.eu/energy-climate-change-environment_es
- Convención Marco sobre Cambio Climático (2015). *Acuerdo de París*. Naciones Unidas. <https://unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/spa/l09r01s.pdf>
- Fernández, F. (2009). Ciudad y cambio climático: Aspectos generales y aplicación al área metropolitana de Madrid. *Investigaciones Geográficas*, (49), 173-95. <https://doi.org/10.14198/INGEO2009.49.09>
- Méndez-Pérez, I., Tejada-Martínez, A., Lino-Solano, J. y Rivero, C. (2023). Vigencia de la detección de la isla de calor urbana mediante recorridos: dos ejemplos en el oriente de México. *Investigaciones Geográficas*, (112). <https://doi.org/10.14350/rig.60729>
- México ante el Cambio Climático (s.f.). *Acuerdos Internacionales*. <https://cambioclimatico.gob.mx/acuerdos-internacionales/>
- Naciones Unidas (10 de septiembre de 2020). *Las ciudades y la contaminación contribuyen al cambio climático*. <https://www.un.org/es/climatechange/climate-solutions/cities-pollution>.
- Naciones Unidas (1999). *Causas y efectos del cambio climático*. <https://www.un.org/es/climatechange/science/causes-effects-climate-change>
- NASA GISS (2025). *A Goddard Institute for Space Studies*. <https://www.giss.nasa.gov>
- NASA (2024a). *Las causas del cambio climático*. <https://climate.nasa.gov/en-espanol/datos/causas.amp>
- NASA (2024b). *¿Cómo sabemos que el cambio climático es real?* <https://ciencia.nasa.gov/cambio-climatico/evidencia/>
- NOAA (2017). *Ocean Acidification*. Pacific Marine Environmental Laboratory. <https://www.pmel.noaa.gov/co2/story/Ocean+Acidification>
- NSIDC. (2020). *Sea Ice*. <https://nsidc.org/learn/parts-cryosphere/sea-ice>
- Organización de Naciones Unidas [ONU] (16 de diciembre de 2020). *Emisiones del sector de los edificios alcanzaron nivel récord en 2019: informe de la ONU*. <https://www.unep.org/es/noticias-y-reportajes/comunicado-de-prensa/emisiones-del-sector-de-los-edificios-alcanzaron-nivel>
- Organización de Naciones Unidas [ONU] (s.f.). *Datos y cifras. Energía*. <https://www.un.org/es/actnow/facts-and-figures#:~:text=En%20todo%20el%20mundo%20C%20los,proviene%20de%20los%20combustibles%20fósiles>
- ONU-Hábitat (2018). *Ciudades Resilientes*. <https://onu-habitat.org/index.php/ciudades-resilientes>
- ONU-Hábitat (2022). *El futuro de la humanidad será urbano*. https://onu-habitat.org/index.php/el-futuro-de-la-humanidad-sera-urbano?fbclid=IwAR140e_zmyUaskW-GqxQv_gcvXglad1Ypyrs35qUaVcMyHA89WDzmPFsdIe8_aem_AfRRfBKW0X-0hALGDdjLJXLpVeXJaPRZL1uMKPzBqhxdNGMPQuGZXmrLILzNWBq7Lfo
- Pallarés, E. (8 de febrero de 2024). *La Tierra encadena 12 meses por encima de los 1,5°C de calentamiento global*. Climática. <https://climatica.coop/enero-2024-record-temperatura-media-copernicus/>

- Schrodi, S., Briegel, F., Argus, M., Christen, A. y Brox, T. (2023). *Climate-sensitive Urban Planning through Optimization of Tree Placements*. Cornell University. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2310.05691>
- Tejeda, A. (2020). *Veracruz, una década ante el cambio climático*. Editora de Gobierno del Estado de Veracruz.
- U.S. Environmental Protection Agency (11 de marzo de 2025). *Climate Change Impacts on Air Quality*. https://www.epa.gov.translate.google/ground-level-ozone-pollution/ground-level-ozone-basics?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=es&_x_tr_hl=es&_x_tr_pto=sge#wwh
- Universidad Nacional Autónoma de México [UNAM] (2024). *Islas de calor*. https://unamglobal.unam.mx/global_tv/islas-de-calor-2/
- UNDP (6 de junio de 2024). *Las ciudades tienen un rol clave en la lucha contra el cambio climático: he aquí el porqué*. <https://climatepromise.undp.org/es/news-and-stories/las-ciudades-tienen-un-rol-clave-en-la-lucha-contra-el-cambio-climatico-he-aqui-el?utm>
- Velicogna, I., Mohajerani, Y., Landerer, F., Mouginot, J., Noel, B., Rignot, E., Sutterly, T., Van den Broeke, M., Van Wessem, M. y Wiese, D. (2020). Continuity of ice sheet mass loss in Greenland and Antarctica from the GRACE and GRACE Follow-On missions. *Geophysical Research Letters*, 47(8), <https://doi.org/10.1029/2020GL087291>
- Voogt, J. A. y Oke, T. R. (2003). Thermal remote sensing of urban climates. *Remote Sensing of Environment*, 86(3), pp. 370-384. [https://doi.org/10.1016/S0034-4257\(03\)00079-8](https://doi.org/10.1016/S0034-4257(03)00079-8)
- Zhou, W., Huang, G. y Cadenasso, M. L. (2011). Does spatial configuration matter? Understanding the effects of land cover pattern on land surface temperature in urban landscapes. *Landscape and Urban Planning*, 102(1), pp. 54-63. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2011.03.009>