



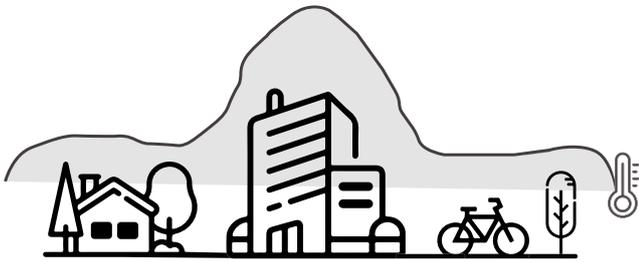
IberAtlas

Atlas Climático Urbano de Iberoamérica

Con el apoyo de:



MADRID



IberAtlas

Atlas Climático Urbano de Iberoamérica

Con el apoyo de:



MADRID

Créditos

Este documento fue elaborado a partir de una consultoría realizada por ICLEI, en el marco del Proyecto de Cooperación Técnica UCCI “IberAtlas: Atlas Climático de Iberoamérica”, financiado por la UCCI, el Ayuntamiento de Madrid e ICLEI América del Sur.

Unión de Ciudades Capitales Iberoamericanas (UCCI)

Almudena Maíllo de Valle, *Secretaria General*

Luciana Binaghi Getar, *Directora General*

Francisco Mugaburu, *Subdirector de Relaciones Internacionales y Cooperación*

María Pilar García Plorutti, *Área de Relaciones Internacionales y Cooperación*

Johanna Fernández, *Área de Relaciones Internacionales y Cooperación*

ICLEI - Gobiernos Locales por la Sustentabilidad

Rodrigo Perpétuo, *Secretario Ejecutivo (ICLEI América del Sur)*

Rodrigo Corradi, *Secretario Ejecutivo Adjunto y Director Ejecutivo (ICLEI Brasil)*

Bianca Cantoni, *Coordinadora de Relaciones Institucionales y Advocacy*

Vinícius Guimarães, *Asistente de Relaciones Institucionales y Advocacy*

Gil Scatena, *Gerente Técnico (ICLEI América del Sur)*

Marília Israel, *Asesora de Proyectos (ICLEI América del Sur)*

Luísa Acauan Lorentz, *Analista de Biodiversidad (ICLEI América del Sur)*

Letícia Borges, *Analista de Bajo Carbono (ICLEI América del Sur)*

Rodrigo Nehara, *Asistente de Biodiversidad (ICLEI América del Sur)*

Tiago Mello, *Asistente de Medición, Reporte y Verificación (ICLEI América del Sur)*

Ciudades UCCI-ICLEI

Ayuntamiento de Barcelona

Prefeitura Municipal de Belém do Pará

Alcaldía Mayor de Bogotá

Gobierno de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires

Câmara Municipal de Lisboa

Ayuntamiento de Madrid

Intendencia de Montevideo

Municipio Metropolitano de Quito

Prefeitura Municipal do Rio de Janeiro

Município de San Salvador Centro

Prefeitura Municipal de São Paulo

Iberoamérica, 2025

Depósito Legal: M-3934-2025



En un mundo en crisis y transformación, la creciente urbanización es un fenómeno global que se manifiesta con fuerza en las ciudades. Aproximadamente el 70% de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) provienen de las urbes que en su conjunto representan más del 80 % del producto interno bruto mundial (ONU-Hábitat). Con ello, los efectos del cambio climático como los fenómenos meteorológicos extremos, olas de calor, aumento del nivel del mar e inseguridad alimentaria e hídrica se abordan desde el territorio, con la ciudadanía.

Las ciudades, por tanto, son clave a la hora de liderar el avance hacia un desarrollo sostenible, resiliente e inclusivo; y emprender acciones urgentes y transformadoras, multiactor y multinivel, para abordar la mitigación y adaptación al cambio climático.

En el marco de la Década de Acción y el lustro de cara a la implementación de los Objetivos de Desarrollo Sostenibles (2025-2030), urge también reconocer el rol de los gobiernos locales iberoamericanos como sujetos políticos y agentes de cambio. Así como el poder de la cooperación fortalecida y de las alianzas estratégicas para alcanzar estos objetivos.

Sin datos contextualizados y fidedignos, que arrojen claridad y fiabilidad sobre los retos y oportunidades de las ciudades, será más complejo definir las prioridades de acción e implementar políticas públicas efectivas que atiendan a soluciones integrales para alcanzar los objetivos climáticos y el desarrollo sostenible.

Con este propósito, la Unión de Ciudades Capitales Iberoamericanas e ICLEI-Gobiernos Locales por la Sostenibilidad, junto con 11 ciudades miembro con doble membresía impulsan el Atlas Climático Urbano de Iberoamérica: IberAtlas. Una herramienta de visibilización, posicionamiento e incidencia de nuestra región sobre el efecto de las islas de calor urbanas como problemática prioritaria, sirviendo como hoja de ruta rumbo a la COP 30 de Belém do Pará.

Comprometidos con llevar la voz de los gobiernos locales iberoamericanos al centro de las decisiones globales, y poniendo en valor el peso de las alianzas, como fue reflejado en el Primer Encuentro de Ciudades Iberoamericanas (31 de octubre de 2024, Madrid), la UCCI e ICLEI presentamos este IberAtlas, un instrumento pionero de gestión del conocimiento y un aporte concreto a la aceleración de los compromisos climáticos.

Además, acompañando un llamado a la acción de los gobiernos locales como protagonistas, elevando la visión de nuestra región en materia de acción climática, financiamiento sostenible y conservación de la biodiversidad y del patrimonio natural y cultural, para garantizar una mejor calidad de vida para las personas que habitan nuestras ciudades y para las generaciones futuras. Una comunidad con más de 76 millones de personas unidas a ambos lados del Atlántico, que representan una enorme fuerza demográfica con influencia decisiva en la gobernanza global para un desarrollo próspero, humano y sostenible.

Luciana Binaghi Getar,

Directora General

ICLEI AMÉRICA DEL SUR

La complejidad del mundo contemporáneo requiere acciones coordinadas entre distintos niveles de gobierno para buscar las mejores soluciones para retos globales como la crisis climática. Las redes de ciudades cumplen un importante rol en ese sentido, permitiendo la incidencia colectiva de gobiernos locales en el sistema internacional, el intercambio horizontal de experiencias, y la identificación y sistematización de buenas prácticas en la ruta de la implementación.

El espacio iberoamericano guarda un potencial enorme para ese tipo de colaboración, y es por eso por lo que la alianza entre redes potentes como UCCI y ICLEI es tan importante y estratégica. La firma de un Acuerdo de Cooperación Institucional para la creación del “IberAtlas: Atlas Climático Urbano de Iberoamérica” para la COP 30 en Belém do Pará, Brasil (2025), cuyo objetivo es fortalecer las políticas públicas de acción climática en las ciudades iberoamericanas y su posicionamiento conjunto en espacios estratégicos de impacto, es un ejemplo de las posibilidades de impacto que dicha alianza suele generar.

Se prevé que las olas de calor y la frecuencia de temperaturas extremas, tanto diurnas como nocturnas, aumentan como consecuencia del cambio climático, tal y como indica el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático –IPCC. Estos fenómenos se ven agravados por la densificación de la población y las pautas de urbanización, como la verticalización, el asfaltado, y la supresión y la distribución inadecuada de zonas verdes, que contribuyen a aumentar el malestar térmico, el deterioro de la calidad del aire y la aparición de enfermedades respiratorias. Las islas de calor y las olas de calor causan graves problemas de salud y afectan al bienestar de la población, especialmente entre menores ingresos, ancianos y niños.

En este escenario, el Acuerdo de Cooperación Institucional es esencial para invertir en acciones transformadoras, basadas en una cooperación técnica eficaz, para analizar el contexto local específico de cada ciudad, así como el nivel regional, en relación con los riesgos del cambio climático global, con énfasis en los impactos asociados a las islas de calor. Así, el objetivo de este estudio es evaluar los cambios en los regímenes de temperatura y sus efectos territoriales en las ciudades.

ICLEI se enorgullece de haber participado en otro importante proyecto que involucra a ciudades relevantes en el contexto climático global: Barcelona, Belém do Pará, Bogotá, Buenos Aires, Lisboa, Madrid, Montevideo, Quito, Rio de Janeiro, San Salvador y São Paulo. Esperamos que sirva de inspiración para la acción. Una herramienta de apoyo que contribuya a fortalecer las recomendaciones estratégicas para el contexto iberoamericano, a ser presentadas ante organismos multilaterales de alto nivel.

¡Buena lectura!

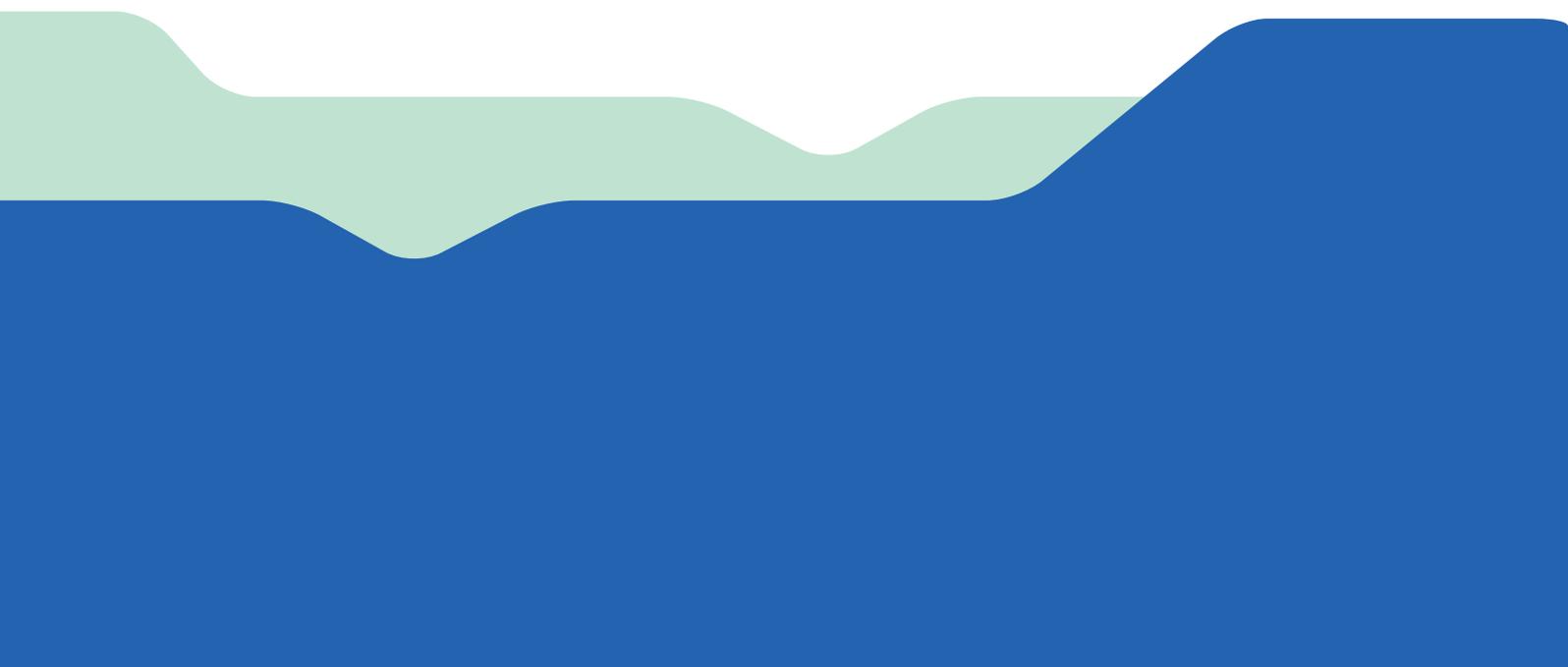
Rodrigo Perpétuo,

Secretario Ejecutivo

Lista de figuras

Figura 1: Esquema conceptual del efecto de las islas de calor urbanas	14
Figura 2: Posibles capas de referencia para la recopilación de información y posterior evaluación de islas de calor	15
Figura 3: Zonas Climáticas Locales	18
Figura 4: Zonas Climáticas Locales de Barcelona	22
Figura 5: Distribución de las Zonas Climáticas Locales en Barcelona	23
Figura 6: Temperaturas de Superficie en Barcelona	24
Figura 7: Comportamiento de Islas de Calor por Tipología de Paisaje en Barcelona	25
Figura 8: Zonas Climáticas Locales de Belém do Pará	27
Figura 9: Distribución de las Zonas Climáticas Locales en Belém do Pará	28
Figura 10: Temperaturas de Superficie en Belém do Pará	29
Figura 11: Comportamiento de Islas de Calor por Tipología de Paisaje en Belém do Pará	30
Figura 12: Zonas Climáticas Locales de Bogotá	31
Figura 13: Distribución de las Zonas Climáticas Locales en Bogotá	32
Figura 14: Temperaturas de Superficie en Bogotá	33
Figura 15: Comportamiento de Islas de Calor por Tipología de Paisaje en Bogotá	34
Figura 16: Zonas Climáticas Locales de Buenos Aires	36
Figura 17: Distribución de las Zonas Climáticas Locales en Buenos Aires	37
Figura 18: Temperaturas de Superficie en Buenos Aires	38
Figura 19: Comportamiento de Islas de Calor por Tipología de Paisaje en Buenos Aires	39
Figura 20: Zonas Climáticas Locales de Lisboa	40
Figura 21: Distribución de las Zonas Climáticas Locales en Lisboa	41
Figura 22: Temperaturas de Superficie en Lisboa	42
Figura 23: Comportamiento de Islas de Calor por Tipología de Paisaje en Lisboa	43
Figura 24: Zonas Climáticas Locales de Madrid	45
Figura 25: Distribución de las Zonas Climáticas Locales en Madrid	46
Figura 26: Temperaturas de Superficie en Madrid	47

Figura 27: Comportamiento de Islas de Calor por Tipología de Paisaje en Madrid	49
Figura 28: Zonas Climáticas Locales en Montevideo	50
Figura 29: Distribución de las Zonas Climáticas Locales en Montevideo.....	51
Figura 31: Comportamiento de Islas de Calor por Tipología de Paisaje en Montevideo	52
Figura 32: Zonas Climáticas Locales de Quito	54
Figura 33: Distribución de las Zonas Climáticas Locales en Quito	55
Figura 34: Temperaturas de Superficie en Quito	57
Figura 35: Comportamiento de Islas de Calor por Tipología de Paisaje en Quito	58
Figura 36: Zonas Climáticas Locales de Rio de Janeiro	59
Figura 37: Distribución de las Zonas Climáticas Locales en Rio de Janeiro	60
Figura 38: Temperaturas de Superficie en Rio de Janeiro	61
Figura 39: Comportamiento de Islas de Calor por Tipología de Paisaje en Rio de Janeiro	62
Figura 40: Zonas Climáticas Locales de San Salvador	63
Figura 41: Distribución de las Zonas Climáticas Locales en San Salvador	65
Figura 42: Temperaturas de Superficie en San Salvador	66
Figura 43: Comportamiento de Islas de Calor por Tipología de Paisaje en San Salvador	67
Figura 44: Zonas Climáticas Locales de São Paulo	68
Figura 45: Distribución de las Zonas Climáticas Locales en São Paulo	70
Figura 46: Temperaturas de Superficie en São Paulo	71
Figura 47: Comportamiento de Islas de Calor por Tipología de Paisaje en São Paulo	72



Resumen

Presentación	11
1. Introducción	12
1.1 Olas de Calor	13
1.2 Islas de Calor	13
2. Metodología	15
2.1 Identificación de Islas de Calor	15
2.2 Urbanización, Morfología e Islas de Calor	16
3. Ciudades UCCI-ICLEI	20
3.1 Barcelona, España	21
3.1.1 Análisis de las Zonas Climáticas Locales	21
3.1.2 Distribución de las Zonas Climáticas Locales	22
3.1.3 Análisis de las Islas de Calor	23
3.1.4 Comportamiento de Islas de Calor por Tipología de Paisaje	24
3.2 Belém do Pará, Brasil	26
3.2.1 Análisis de las Zonas Climáticas Locales	26
3.2.2. Distribución de las Zonas Climáticas Locales	27
3.2.3 Análisis de las Islas de Calor	28
3.2.4 Comportamiento de Islas de Calor por Tipología de Paisaje	29
3.3 Bogotá, Colombia	30
3.3.1 Análisis de las Zonas Climáticas Locales	31
3.3.2 Distribución de las Zonas Climáticas Locales	32
3.3.3 Análisis de las Islas de Calor	33
3.3.4 Comportamiento de Islas de Calor por Tipología de Paisaje	34
3.4 Buenos Aires, Argentina	35
3.4.1 Análisis de las Zonas Climáticas Locales	35
3.4.2 Distribución de las Zonas Climáticas Locales	36
3.4.3 Análisis de las Islas de Calor	37
3.4.4 Comportamiento de Islas de Calor por Tipología de Paisaje	38
3.5 Lisboa, Portugal	39
3.5.1 Análisis de las Zonas Climáticas Locales	40
3.5.2 Distribución de las Zonas Climáticas Locales	41
3.5.3 Análisis de las Islas de Calor	42
3.5.4 Comportamiento de Islas de Calor por Tipología de Paisaje	43

3.6 Madrid, España	44
3.6.1 Análisis de las Zonas Climáticas Locales	44
3.6.2 Distribución de las Zonas Climáticas Locales	45
3.6.3 Análisis de las Islas de Calor	47
3.6.4 Comportamiento de Islas de Calor por Tipología de Paisaje	48
3.7 Montevideo, Uruguay	49
3.7.1 Análisis de las Zonas Climáticas Locales	50
3.7.2 Distribución de las Zonas Climáticas Locales	51
3.7.3 Análisis de las Islas de Calor	52
3.7.4 Comportamiento de Islas de Calor por Tipología de Paisaje	53
3.8 Quito, Ecuador	54
3.8.1 Análisis de las Zonas Climáticas Locales	55
3.8.2 Distribución de las Zonas Climáticas Locales	56
3.8.3 Análisis de las Islas de Calor	57
3.8.4 Comportamiento de Islas de Calor por Tipología de Paisaje	58
3.9 Rio de Janeiro, Brasil	59
3.9.1 Análisis de las Zonas Climáticas Locales	60
3.9.2 Distribución de las Zonas Climáticas Locales	61
3.9.3 Análisis de las Islas de Calor	62
3.9.4 Comportamiento de Islas de Calor por Tipología de Paisaje	62
3.10 San Salvador, El Salvador	64
3.10.1 Análisis de las Zonas Climáticas Locales	64
3.10.2 Distribución de las Zonas Climáticas Locales	65
3.10.3 Análisis de las Islas de Calor	66
3.10.4 Comportamiento de Islas de Calor por Tipología de Paisaje	67
3.11 São Paulo, Brasil	69
3.11.1 Análisis de las Zonas Climáticas Locales	69
3.11.2 Distribución de las Zonas Climáticas Locales	70
3.11.3 Análisis de las Islas de Calor	71
3.11.4 Comportamiento de Islas de Calor por Tipología de Paisaje	72
4. Principales Hallazgos	74
5. Conclusiones	76
5.1 Recomendaciones estratégicas	76
5.2 Iniciativas en marcha en las ciudades iberoamericanas	78
5.3 Diagnóstico de estrategias locales para el clima	79
5.4 El rol e incidencia de los gobiernos locales y sus redes en las Conferencias Globales de Clima	80
6. Referencias	84

Presentación

El proyecto “IberAtlas: Atlas Climático Urbano de Iberoamérica”, en el marco de la Convocatoria de Proyectos de Cooperación Técnica UCCI 2024, bajo el liderazgo de Unión de Ciudades Iberoamericanas (UCCI) e ICLEI-Gobiernos Locales por la Sostenibilidad, se ancla en el desarrollo de un atlas iberoamericano de temperaturas en entornos urbanos, con base técnico-científica y con alcance a 11 ciudades socias con carácter de doble membresía: Barcelona, Bogotá, Buenos Aires, Lisboa, Madrid (miembro UCCI), Montevideo, Quito, Rio de Janeiro, San Salvador, São Paulo e Belém do Pará (miembro ICLEI).

El trabajo de investigación se propone analizar el contexto local en particular de cada ciudad, así como a nivel regional iberoamericano, sobre los riesgos del cambio climático global. Con enfoque en los elementos del impacto de islas de calor, el objetivo es evaluar los cambios de los regímenes de temperatura y sus efectos en nivel territorial en las ciudades. Así como una reflexión sobre cómo las llegadas de las olas de calor pueden hacer que estos territorios sean más frágiles.

Por otro lado, el componente de incidencia política del proyecto consistió en la construcción y presentación de un Documento de Posicionamiento/Call to Action, lanzado en el marco de la COP 29 en Bakú, Azerbaiyán, en presencia de representantes políticos, expertos, autoridades municipales y redes de ciudades. El documento se ancló en el intercambio de experiencias sobre políticas públicas sostenibles en respuesta a los impactos del cambio climático generados por las islas de calor urbanas, y sirvió como herramienta estratégica para el posicionamiento político de los gobiernos locales iberoamericanos ante los retos globales de la agenda climática.

En el marco de las actividades del proyecto, se realizaron dos talleres virtuales de sensibilización diseñados como conversatorios virtuales sobre facilitación de intercambio de experiencias y de ejemplos de acciones adaptativas de las ciudades socias ante el aumento de las temperaturas, sirviendo como proceso de recopilación de información para la herramienta IberAtlas.

A lo largo de estos encuentros se abordó la metodología del IberAtlas, sus resultados preliminares y se organizaron grupos de discusión con preguntas disparadoras para la redacción colectiva del Documento de Posicionamiento/Call to Action, acerca de recomendaciones estratégicas concernientes al ámbito iberoamericano, para elevarse a instancias multilaterales de alto nivel.

A continuación, se presenta una introducción sobre el contexto urbano centrado en ciudades, las islas de calor y olas de calor, el enfoque metodológico del IberAtlas y las fichas técnicas de cada ciudad con datos fehacientes y actualizados.

1. Introducción

Las ciudades son espacios con más amplia oferta de servicios esenciales como educación, salud y ocio, así como más oportunidades culturales, sociales y laborales. En ese sentido, si en el año 1960 aproximadamente 34% de la población mundial - en ese momento 1.02 billones de personas - vivían en centros urbanos, actualmente, viven alrededor de 57% - 4,52 billones. Se espera que este número aumente hasta el 68% para finales de 2050 (ONU-Habitat, 2022, Our World in Data, 2022).

Al mismo tiempo, como resultado de la forma que se produce y reproduce el espacio, el cambio climático, dinámica antropogénica relacionada a las emisiones de gases de efecto invernadero, afecta más intensamente las áreas urbanizadas. En este sentido, la calidad de vida en las ciudades se espera que empeore en las próximas décadas debido al aumento y mayor intensidad de eventos extremos que pueden representar riesgos significativos en términos de salud pública y de pérdidas humanas y de biodiversidad (Jabbar *et al.*, 2023; Marinaccio *et al.*, 2019; Urban *et al.*, 2022).

Entre las amenazas climáticas derivadas de los procesos de urbanización, examinaremos las islas de calor y cómo estos territorios pueden estar más fragilizados ante los efectos de las olas de calor, que son cada vez más recurrentes con el cambio climático.

1.1 Olas de Calor

Las olas de calor son un efecto natural asociado a variaciones en los patrones atmosféricos y fluctuaciones climáticas. Tales fenómenos pueden influir en los patrones climáticos globales, dando lugar a períodos de temperaturas más altas en determinadas regiones. Las olas de calor se producen cuando una región experimenta un período prolongado de temperaturas excepcionalmente altas, normalmente durante varios días o semanas. Aunque no exista una definición exacta del período que caracteriza a una ola de calor, la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Organización Meteorológica Mundial (OMM) consideran que un evento climático extremo ya puede considerarse después de 2 o 3 días consecutivos que la temperatura del aire es extremadamente alta, en comparación con los valores promedios de las temperaturas máximas diarias en el período de referencia (Organización Meteorológica Mundial, OMM).

Sin embargo, aunque las olas de calor sean fenómenos naturales, su frecuencia, intensidad y duración han aumentado en las últimas décadas debido al cambio climático provocado por las actividades humanas. El calentamiento global está elevando las temperaturas promedio globales, haciendo que las olas de calor sean más comunes y severas. Es decir, a pesar de que los discursos sobre el cambio climático a menudo se centran en las temperaturas medias globales, lo que las personas realmente experimentan con el cambio climático son temperaturas extremas. Esto significa que las temperaturas más elevadas que antes eran inusitadas serán cada vez más frecuentes.

Es importante destacar que, las “Olas” son causadas exclusivamente por los fenómenos climáticos y pueden surgir en áreas rurales, donde existe la posibilidad de sequías e incendios, mientras que las “Islas de Calor” son exclusivamente urbanas.

Además, es importante considerar que el planeta no es uniforme y que las olas de calor se amplifican en ciertas partes del mundo y también se ven afectadas por la forma en que ocupamos el espacio y organizamos nuestras sociedades. En este sentido, la urbanización se encuentra entre los factores que aumentan los impactos de las olas de calor, particularmente debido a la superposición con los efectos del fenómeno de las islas de calor urbanas.

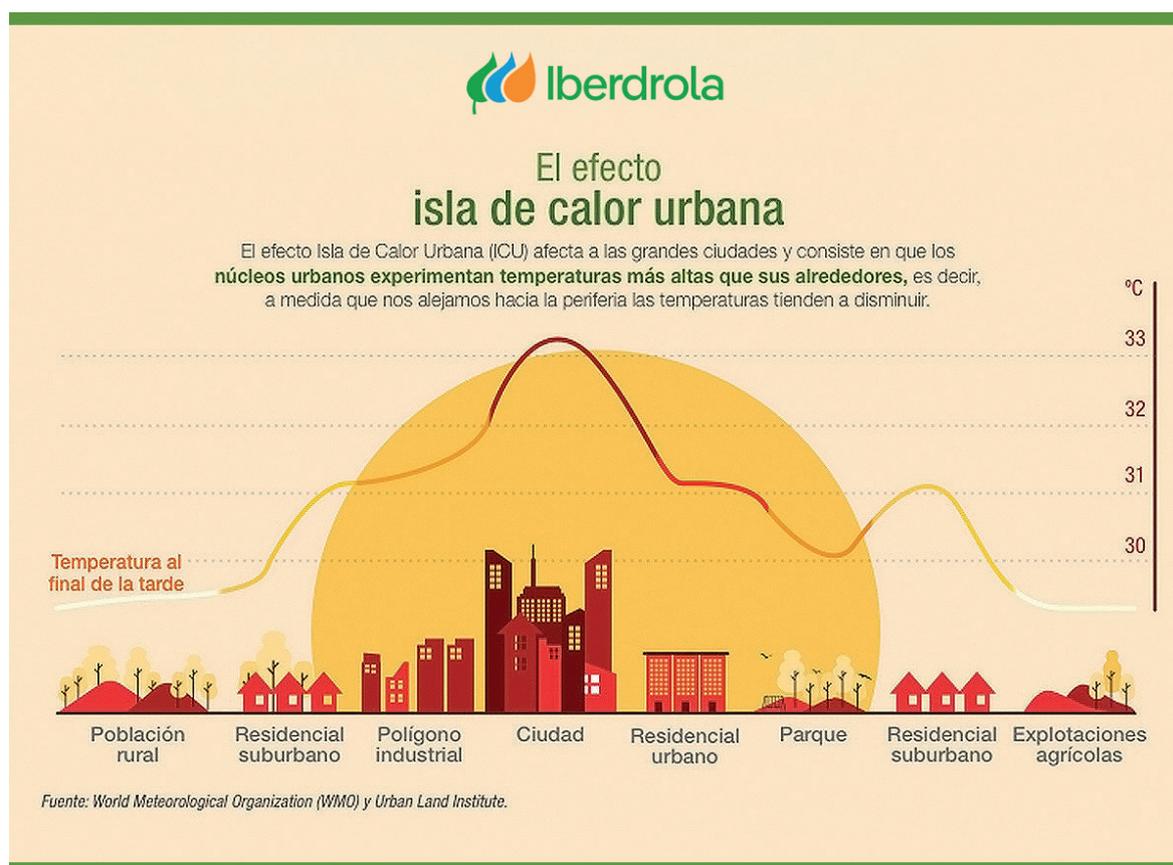
1.2 Islas de Calor

Al revés de las olas de calor, que son eventos meteorológicos extremos relacionados a la temperatura del aire y a procesos a gran escala, las islas de calor son dinámicas necesariamente urbanas. Se denomina isla de calor una zona urbanizada que, en comparación con un área no-urbana o rural, se nota

más calurosa en función de sus características morfológicas, ambientales y funcionales (Oke et al., 2017).

En ese sentido, barrios, distritos o regiones con menos vegetación, más áreas impermeables, con edificaciones más compactas y densas, y con materiales constructivos más impactantes en términos de conductividad térmica (i.e., vidrio, metales, asfalto) van a presentar islas de calor más intensas que zonas con características inversas. En general, a medida que se aleja a los alrededores de los núcleos urbanos, se disminuyen las temperaturas (Figura 1).

Figura 1: Esquema conceptual del efecto de las islas de calor urbanas.



Fuente: World Meteorological Organization (WMO) y Urban Land Institute.

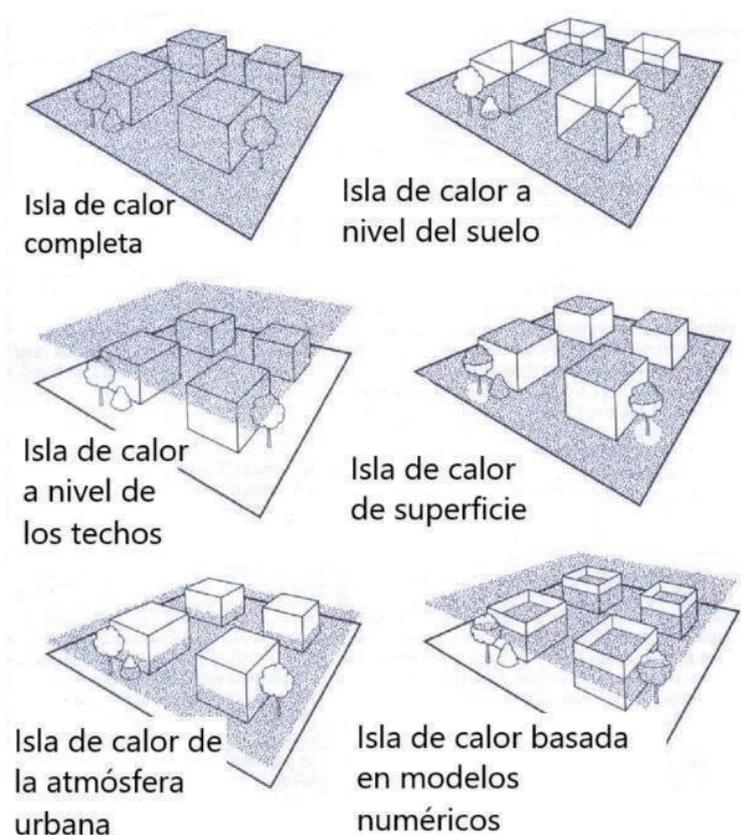
Esta investigación está enfocada en las islas de calor urbanas, pues las ciudades son el objeto de este Atlas y son estas las zonas con mayor concentración de población humana. La sección siguiente detalla cómo el concepto fué implementado en la metodología utilizada.

2. Metodología

El marco metodológico del IberAtlas está basado en el enfoque y análisis titulado Evaluación de Islas de Calor Urbano a través de Zonas Climáticas Locales¹ (Rech *et al.*, 2024), que toma como punto de partida la utilización de imágenes satelitales asociadas a un marco de clasificación de tipologías de paisajes para la evaluación estadística de islas de calor. El estudio considera la influencia de parámetros como vegetación, morfología urbana, permeabilidad del suelo y materiales de construcción en la existencia e intensidad del dicho fenómeno urbano. A continuación se detalla con más precisión los resultados que se explican en las Fichas técnicas de las ciudades UCCI/ICLEI priorizadas, con información particular para cada una de ellas.

2.1 Identificación de Islas de Calor

Figura 2: Posibles capas de referencia para la recopilación de información y posterior evaluación de islas de calor



Fuente: Fialho, 2012. Traducción por Rodrigo Nehara, Asistente de Biodiversidad, ICLEI América del Sur.

¹ Traducción propia al español.

Las islas de calor pueden ser evaluadas a partir de distintos métodos y por distintas capas de referencia (Figura 2). La capa sensible a las personas es conocida como la capa del dosel urbano, que es nada más que la temperatura del aire entre las superficies terrestres y las cubiertas de las construcciones en estos espacios.

Para una evaluación completa de la presencia e intensidad de islas de calor, se necesitan mediciones de la temperatura en varios puntos de un sitio urbano. Mediciones directas in situ utilizando las estaciones meteorológicas, por ejemplo, pueden capturar periódicamente la temperatura del aire cerca de la superficie. Sin embargo, esos equipajes son, en general, muy aislados, posiblemente costosos y en muchas regiones, incluida América Latina y El Caribe, no muy disponibles.

Por lo tanto, los datos térmicos de teledetección se utilizan ampliamente para investigar la dinámica de la temperatura en espacios urbanos, especialmente debido a su amplia cobertura espacial y accesible disponibilidad. En este caso, debido al uso de la temperatura de la superficie terrestre (en inglés, Land Surface Temperature - LST) derivada de imágenes satelitales en lugar de la temperatura del aire en sí, se denomina el fenómeno como islas de calor de superficie² (en inglés, Surface Urban Heat Islands - SUHI) (Gallo *et al.*, 1995; Rao, 1972; Zhou *et al.*, 2019). Las colecciones de imágenes Landsat son la principal fuente de datos para análisis SUHI de alta resolución espacial (Abdullah *et al.*, 2020; Reiners *et al.*, 2023), y, por eso, fueron la fuente de datos elegida para esta investigación. Se utilizó una imagen satelital de referencia, trabajada de acuerdo con la amplitud térmica, para capturar las variaciones de temperatura dentro del área de estudio, representando las características de calor urbano en ese momento específico.

2.2 Urbanización, Morfología e Islas de Calor

La urbanización puede variar a nivel mundial en términos de forma, tipología y proporción territorial, siendo así un fenómeno no homogéneo. Los fenómenos urbanos, en consecuencia, no se limitan a las barreras político-administrativas de las ciudades. Sin embargo, las políticas de planificación urbana tienden a limitarse a tales barreras administrativas, que pueden no tener en cuenta la extensión total de fenómenos como las islas de calor, ya que ellas pueden afectar también áreas más allá de estos límites (Marandola Jr., 2013).

Tal selección de fronteras que no cubren completamente los fenómenos investigados puede obstaculizar la implementación práctica de estrategias asertivas. También puede dar lugar a conceptos erróneos que se observan

² La temperatura del aire y la temperatura de la superficie terrestre no se pueden relacionar indistintamente, pues no son variables que influyen solas una sobre la otra - es decir qué los vientos, la conductividad y emisividad de las superficies, etc. también impactan las temperaturas del aire y de las superficies.

comúnmente en la planificación urbana de grandes ciudades conurbadas. Así, el uso de un perímetro de la expansión urbana como referencia para los estudios de islas de calor proporciona una comprensión más completa de su comportamiento. Esta área adicional, conocida como el perímetro periurbano, permite considerar las interacciones térmicas más allá de los límites estrictos de la ciudad. Este perímetro alrededor de la ciudad es fundamental para capturar el efecto de la isla de calor en toda su extensión, ya que las variaciones de temperatura pueden propagarse más allá de las zonas urbanas densas y afectar áreas adyacentes. Para definir este perímetro periurbano, utilizamos los siguientes cálculos (ecuación 1, 2 y 3) (Sobrino *et al.*, 2020):

Ecuación 1: Cálculo del perímetro de adyacencia urbana.

$$WUa = 0,25AUM^{1/2}$$

Ecuación 2: Cálculo del perímetro de futura adyacencia urbana.

$$WUa = 0,25AWU^{1/2}$$

Ecuación 3: Cálculo del perímetro periurbano final (límite expandido).

$$WPUa = 1,5UM^{1/2} - WFUa - WUa$$

En que:

A: área total de la ciudad

WUa: perímetro de adyacencia urbana

WFUa: perímetro de futura adyacencia urbana

WPUa: perímetro periurbano final (límite expandido)

Además, para cubrir la heterogeneidad urbana y evaluar con más precisión dicho fenómeno, se puede aplicar el marco metodológico de las Zonas Climáticas Locales (en inglés, Local Climate Zones - LCZ; Figura 3). Esta metodología de clasificación del paisaje fue desarrollada por Stewart y Oke (2012) como un sistema estandarizado para la clasificación de tipologías basadas en la estructura de la superficie, función, cobertura del suelo, metabolismo urbano y otras características asociadas.

La clasificación LCZ proporciona un entendimiento más profundo de la composición urbana y permite la comprensión de su impacto en la dinámica climática local (Borges *et al.*, 2022; Kaloustian y Bechtel, 2016; Xia *et al.*, 2022). Actualmente, se encuentra disponible gratuitamente un mapa de clasificación global de LCZ (Demuzere *et al.*, 2022), que permite estudiar las SUHI a escala global. Dicha clasificación fue utilizada como base en todos los estudios de caso del Iber Atlas.

Figura 3: Zonas Climáticas Locales



Fuente: Picone 2019 (solo disponible en inglés).

Siguiendo las pautas metodológicas antes mencionadas, para cada ciudad asociada al proyecto se produjo: *(i)* un mapa de Zonas Climáticas Locales (LCZ), para comprender la estructura del paisaje local³; *(ii)* gráficas relativas a su distribución en el territorio de la ciudad, para tener en cuenta el porcentaje y predominio de cada LCZ; *(iii)* un mapa de las Temperaturas de Superficie, que brinda la identificación de la amplitud térmica - zonas más frías y más cálidas; y *(iv)* gráficas estadísticas con la densidad e intensidad de Islas de Calor de Superficie (SUHI) con el uso de una propuesta de adaptación⁴ del Índice de Variación del Campo Térmico Urbano (en inglés, Urban Thermal Field Variance Index - UTFVI) por LCZ urbano - para estimar el efecto de cada tipología en el clima local. Además, para el panorama de las ciudades evaluadas en este documento, fueron enviadas encuestas para recopilación de información sobre los temas gobernanza, gestión de riesgos y planificación urbana-ambiental.

Para este trabajo, fueron considerados los gobiernos locales de las ciudades:

- Barcelona, España;
- Belém do Pará, Brasil;
- Bogotá, Colombia;
- Buenos Aires, Argentina;
- Lisboa, Portugal;
- Madrid, España;
- Montevideo, Uruguay;
- Quito, Ecuador;
- Rio de Janeiro, Brasil;
- San Salvador, El Salvador;
- São Paulo, Brasil.

³ Es necesario resaltar que los mapas de LCZ parten de una base de datos con resolución espacial de 100m y cada pixel representa lo que hay en mayor cantidad en este espacio. Sin embargo, estudios de clima urbano como el de este Atlas no se detienen en el microclima o clima intrabarrío, y cuentan con algún grado de abstracción para la comprensión de dinámicas al nivel de la ciudad. Así, investigaciones más detalladas pueden ser hechas posteriormente a partir de principios similares, pero con datos de mayor resolución.

⁴ El UTFVI está basado en la estimación de la diferencia de las temperaturas en una imagen termal desde una mirada promedia de los datos. En este trabajo, la propuesta es de una mirada desde las temperaturas promedio del arbolado presente en las ciudades UCCI-ICLEI (LCZA y LCZB), pues conceptualmente son esas las zonas con potencial capacidad de enfriamiento urbano.

3. Ciudades UCCI-ICLEI

En este apartado se presentan las fichas técnicas para cada ciudad asociada al proyecto incluyendo: un mapa de Zonas Climáticas Locales, un mapa de islas de calor - Índice de Variación del Campo Térmico Urbano (en inglés, Urban Thermal Field Variance Index - UTFVI) y gráficas estadísticas, incorporando un análisis sobre los datos obtenidos para dar contexto localizado sobre cada ciudad.

Para reforzar la disponibilidad de datos completos, se ha contado con los aportes de las ciudades a través de encuestas en profundidad para la recopilación de información sobre los temas gobernanza, gestión de riesgos y planificación urbana-ambiental. Además, las áreas de gobierno especializadas, con competencias temáticas han remitido otros documentos estratégicos relativos a acción climática, así como las normales climatológicas locales - temperatura del aire, humedad relativa del aire, precipitación - y gráficas del consumo mensual de energía eléctrica.

Es importante destacar que las ciudades UCCI-ICLEI aquí analizadas presentan áreas y proporciones urbano-vegetación muy distintas - ver Cuadro 1. Es necesario que se tenga en cuenta tal heterogeneidad a lo largo del análisis.

Cuadro 1: Proporción de áreas en las ciudades del IberAtlas

Ciudad	Área Total ~ km ²	Área del Paisaje Urbano (LCZ 1-10)		Área de Cobertura Vegetal (LCZ A-B)	
		%	~ km ²	%	~ km ²
Barcelona	102 km ²	84,88	86	14,16	14
Belém do Pará	1.059 km ²	39,36	417	56,05	594
Bogotá	1.636 km ²	24,44	400	57,23	936
Buenos Aires	200 km ²	93,39	187	3,85	8
Lisboa	100 km ²	87,25	87	9,26	9
Madrid	604 km ²	45,56	281	17,59	106
Montevideo	530 km ²	59,55	315	31,67	168
Quito	420 km ²	62,61	263	30,3	127
Rio de Janeiro	1.200 km ²	55,12	662	38,12	457
San Salvador	1.412 km ²	72,1	1018	27,88	394
São Paulo	1.521 km ²	62,16	945	33,97	515

Fuente: Datos enviados por los gobiernos locales y mapeo de LCZ (WUDAPT, 2020).



Foto de Barcelona: Freepik

3.1 Barcelona, España

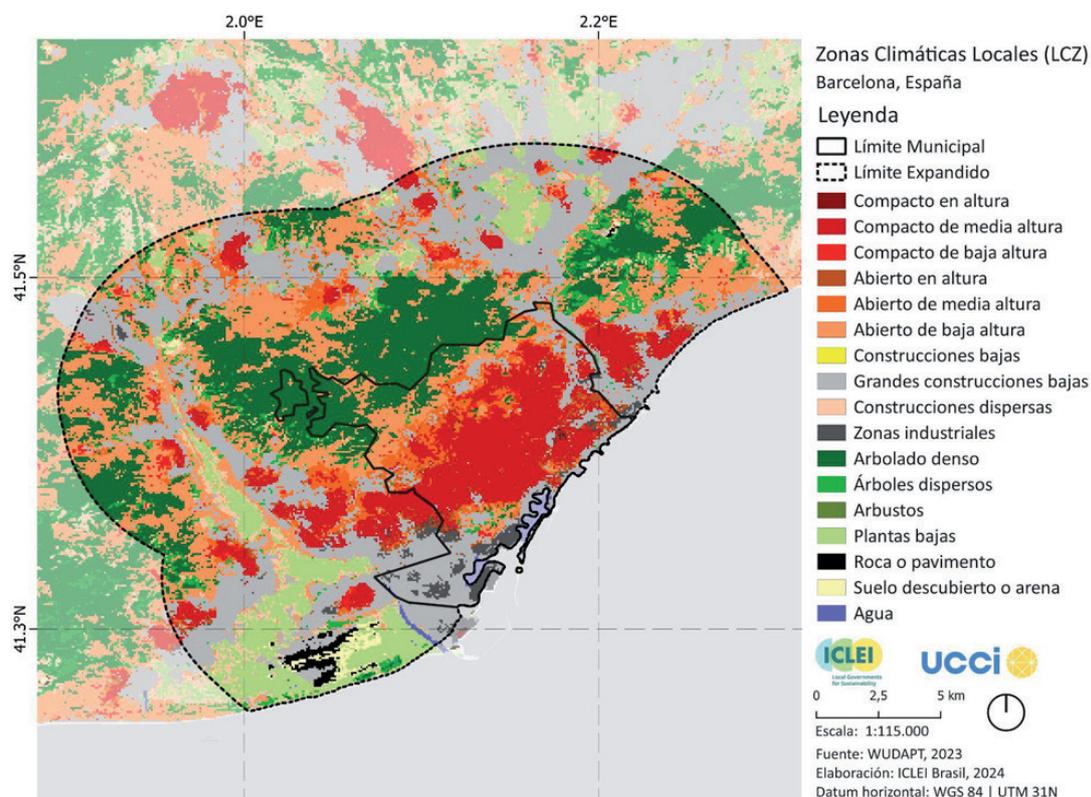
Barcelona, una de las principales ciudades de España, tiene una población de 1.702.814 habitantes y una extensión de 101,7 km². La ciudad cuenta con un fuerte compromiso en la lucha contra el cambio climático, con organismos gubernamentales y consejos que incluyen representantes de la sociedad civil para abordar la agenda climática. Además, Barcelona dispone de un Plan de Acción Climática y un Análisis de Riesgo para islas y olas de calor, contando con recursos financieros destinados a estas acciones. La ciudad también posee áreas protegidas bajo su responsabilidad, como el Parc de la Collserola, y múltiples estaciones de monitoreo meteorológico distribuidas estratégicamente.

3.1.1 Análisis de las Zonas Climáticas Locales

Barcelona, una de las principales ciudades de Europa y una de las más grandes de España, presenta una notable diversidad de tipologías de paisajes urbanos en su perímetro municipal, lo que impacta directamente en la formación e intensidad de las islas de calor. Las áreas de paisajes compactas en altura y compactas de media altura dominan gran parte de la ciudad, lo que puede contribuir a la retención de calor y a la creación de islas de calor intensas, especialmente en las zonas más densamente urbanizadas.

En el sur de la ciudad, cerca del límite municipal y de la costa, se observa una extensa zona gris caracterizada por grandes construcciones bajas y áreas industriales. Esta área corresponde a la Zona Franca, que incluye el puerto de Barcelona y está dominada por infraestructuras logísticas y depósitos, lo que genera un entorno propicio para la acumulación de calor. Por otro lado, las zonas de arbolado denso y arbolado disperso se concentran principalmente en el límite norte de la ciudad, en el Parc de la Collserola. Este parque natural protegido, que forma parte de la red Natura 2000, desempeña un papel crucial como mitigador térmico, al reducir las temperaturas en los alrededores y contrarrestar los efectos de las áreas urbanas más cálidas (Figura 4).

Figura 4: Zonas Climáticas Locales de Barcelona



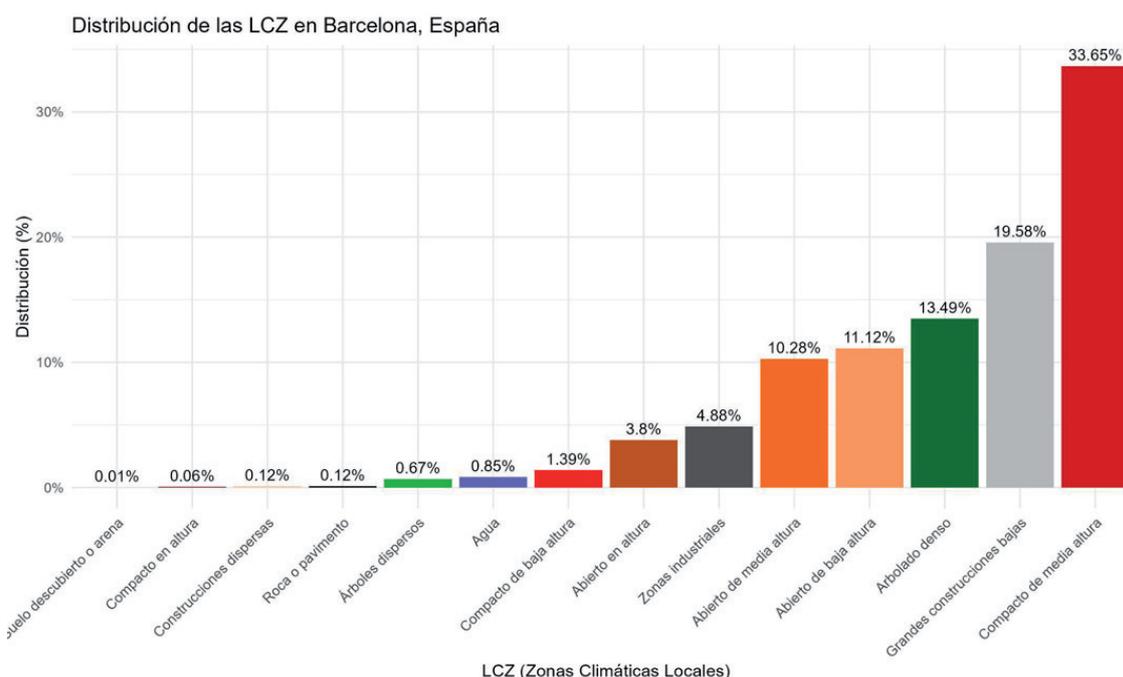
3.1.2 Distribución de las Zonas Climáticas Locales

Cerca de 85% del área de la ciudad corresponde a tipologías de paisaje urbano - aproximadamente 86km²; mientras la cobertura de arbolado denso representa menos de 15% del territorio municipal - aproximadamente 14km². Es importante resaltar que las masas de arbolado no se notan tan representativas en el medio de la urbanización. Tales zonas se concentran sobre todo hacia el norte. Según el gráfico de distribución de las LCZ en Barcelona en la Figura 5, se observan las siguientes características:

- **Compacto de media altura (33.65%):** Esta es la LCZ predominante en Barcelona. Representa bloques densamente urbanizados, con edificaciones en muchas veces sin alejamientos laterales y frontales, típicos del diseño de la ciudad. Aún que tengan a principio vegetación asociada en las aceras, el volumen construido de los bloques puede intensificar el efecto de las islas de calor debido al predominio de materiales de construcción con alta capacidad de retención de calor, como el concreto y el asfalto;
- **Grandes construcciones bajas (19.58%):** Aproximadamente el 20% del área de Barcelona está compuesto por áreas con esta tipología de paisaje urbano. Tal cual el paisaje con predominancia de edificaciones compactos de media altura, este tipo de LCZ puede intensificar el efecto de islas de calor;

- **Arbolado denso (13.49%):** Estas zonas actúan como importantes reguladores térmicos, ayudando a reducir la temperatura superficial y mitigando los efectos de las islas de calor en las áreas circundantes. Sin embargo, las mayores masas de vegetación densa se encuentran fuera de la zona con más intensa urbanización;
- **Agua (0.85%):** Esta es la segunda LCZ natural más representativa en Barcelona. Las superficies con masas de agua están localizadas al sur de la ciudad, en la cercanía del puerto de la ciudad.

Figura 5: Distribución de las Zonas Climáticas Locales en Barcelona



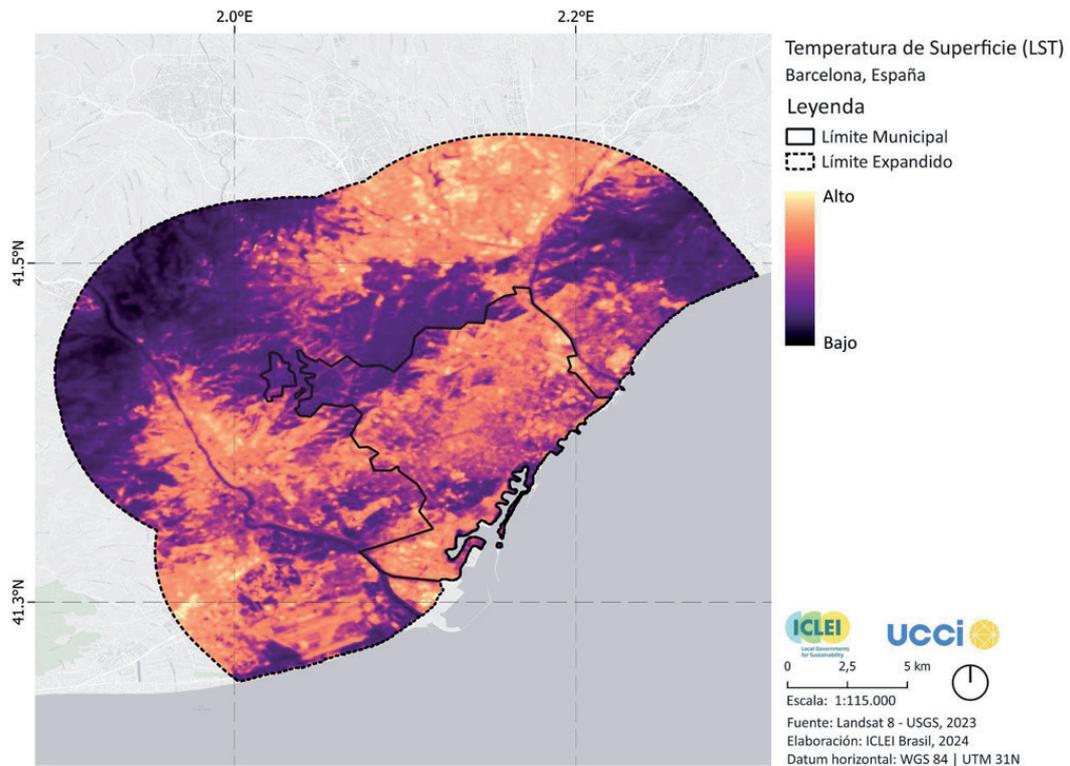
3.1.3 Análisis de las Islas de Calor

El mapa de LST en Barcelona presenta la amplitud térmica en la ciudad. Las áreas más cálidas, representadas en amarillo, se ubican al sur de los límites municipales, coincidiendo con las zonas industriales y el puerto de la ciudad; y al norte, en los polígonos del Eix Besòs, donde predominan grandes construcciones bajas, concentrando actividad industrial y económica. Las áreas en naranja rosado, también retentoras de calor se corresponden mayormente con las zonas urbanas densamente edificadas, de construcción compacta y en altura, como se refleja en el mapa de LCZ.

Por otro lado, las áreas identificadas como más frías, marcadas en azul oscuro y violeta, se localizan principalmente fuera de los límites municipales - en las áreas de vegetación densa - y en zona compacta de media altura. Barcelona se beneficia de una urbanización bastante uniforme en toda la ciudad, con edificaciones de media altura y bloques con arborización en su interior,

además de una notable cantidad de vegetación en las calles. Esta vegetación desempeña un papel crucial en la mitigación térmica, lo que puede reducir significativamente los efectos de las islas de calor. Como resultado, gran parte de la urbanización se encuentra en zonas fuera de los extremos.

Figura 6: Temperaturas de Superficie en Barcelona



3.1.4 Comportamiento de Islas de Calor por Tipología de Paisaje

- **Zonas industriales:** Las zonas industriales en Barcelona presentan algunos de los valores más altos, con una notable concentración en la categoría muy fuerte e incluso algunas áreas clasificadas como extrema. Estas áreas industriales, aunque no son extensas en superficie, generan una contribución significativa a las islas de calor debido a la densidad de infraestructuras, la falta de vegetación y la gran cantidad de superficies artificiales que retienen el calor.
- **Compactos de baja y media altura:** Estas tipologías también muestran una fuerte contribución a las islas de calor, con una gran parte de su densidad concentrada en la clasificación moderada y fuerte. Las áreas compactas de altura, como los rascacielos o edificios altos, al no tener una adecuada ventilación o suficientes espacios verdes, tienden a intensificar el fenómeno de las islas de calor, lo que es evidente en los valores más altos de este gráfico.

- **Abiertos en altura, media altura y baja altura:** Estas tipologías muestran un comportamiento relativamente similar, con valores concentrados principalmente en las categorías de leve a moderada. Aunque estas zonas presentan mejor ventilación debido a la separación entre edificios, lo que ayuda a mitigar parcialmente el calor, aún se observan picos de retención de calor en algunas áreas. La falta de vegetación significativa en ciertos puntos contribuye a que estas zonas mantengan una temperatura elevada, aunque en general su impacto térmico es menor en comparación con las áreas más compactas.
- **Construcciones dispersas:** Esta clase presenta un patrón más distribuido y sus valores se concentran mayormente en las categorías leve a moderada. Este tipo de tipología, con su menor densidad de construcciones y mayor presencia de vegetación, actúa como un amortiguador del fenómeno de las islas de calor, aunque aún se observan algunos puntos con contribución moderada.

Figura 7: Comportamiento de Islas de Calor por Tipología de Paisaje en Barcelona

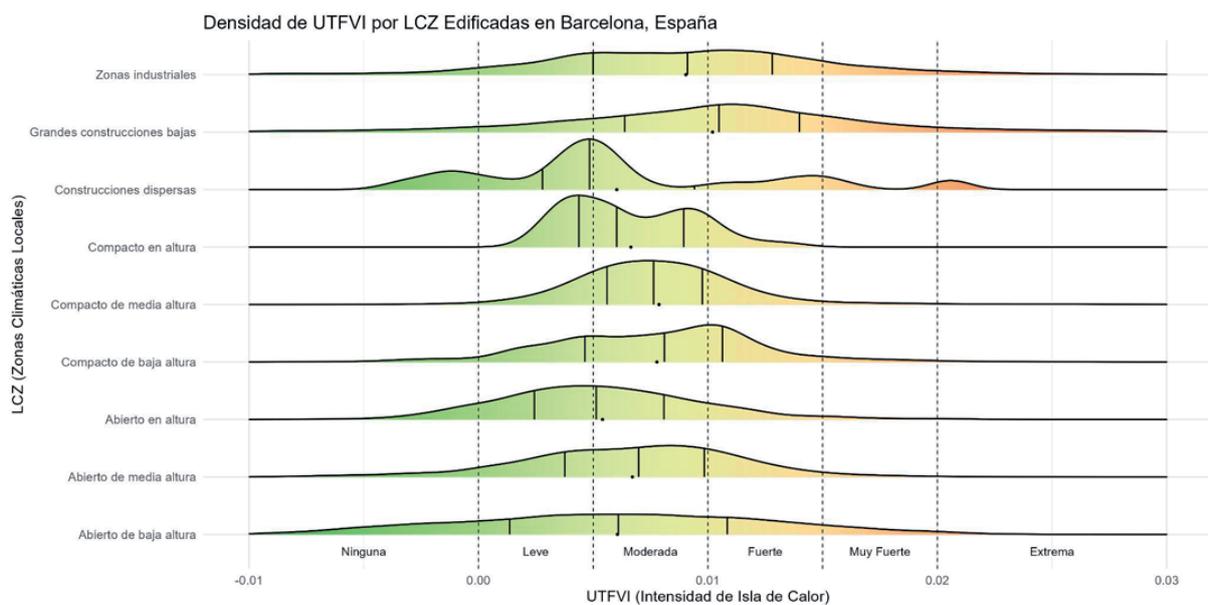




Foto de Belém do Pará: Bruna Brandão - MTUR

3.2 Belém do Pará, Brasil

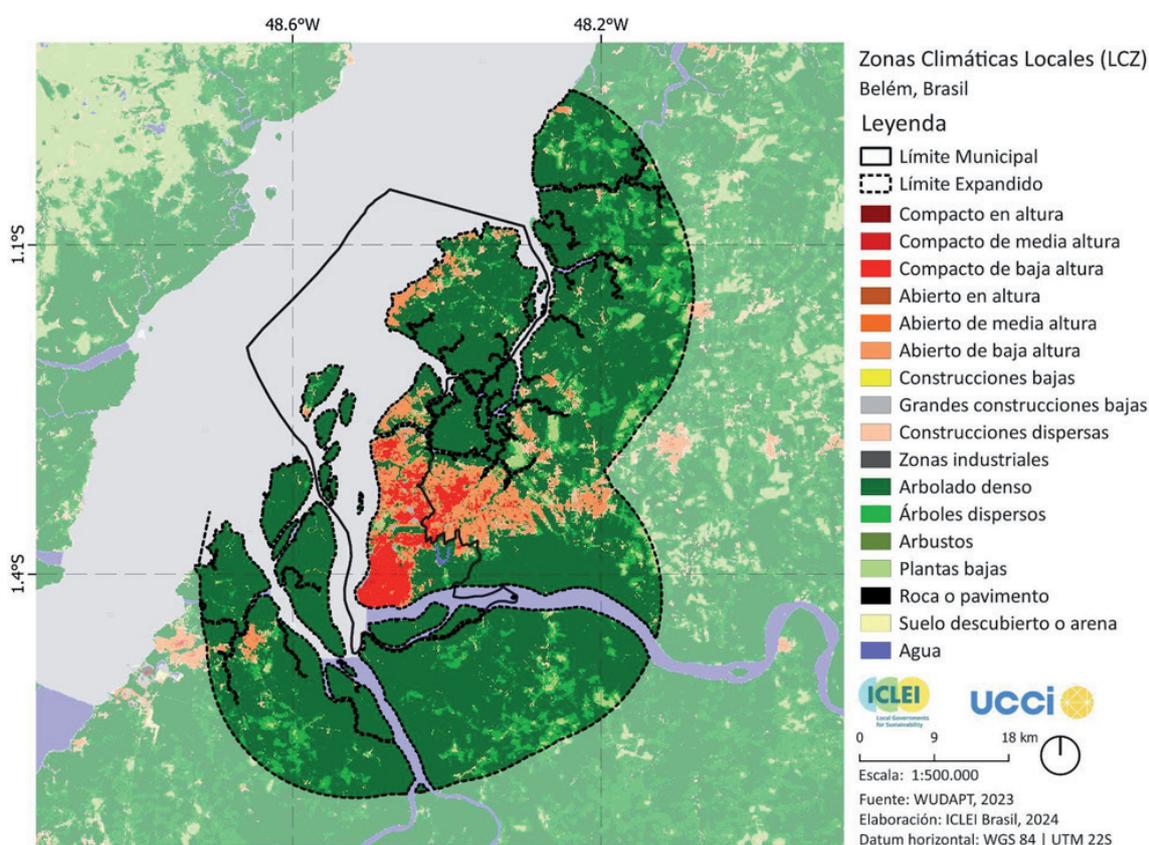
Belém do Pará, situada en la región amazónica de Brasil, abarca una superficie de 1.059,458 km² y cuenta con una población de 1.303.403 habitantes (IBGE, 2022). El municipio tiene una estructura gubernamental que aborda la agenda climática y está comprometido con la coordinación de acciones para la prevención y gestión de desastres. Aunque Belém do Pará no cuenta con un análisis de riesgo específico para olas de calor, sí tiene algunas medidas para la conservación ambiental, como áreas verdes públicas y un plan de arborización urbana. Sin embargo, la falta de recursos específicos destinados a la agenda climática sigue siendo uno de los mayores desafíos para el desarrollo de planes y acciones relacionados con el tema.

3.2.1 Análisis de las Zonas Climáticas Locales

Belém do Pará, una de las ciudades más importantes de la región amazónica de Brasil, se distingue por su peculiar ubicación, que abarca tanto una zona continental como un conjunto de 42 islas dentro de su límite municipal. En la zona continental, el mapa de Zonas Climáticas Locales muestra principalmente áreas de compacto en altura y compacto de media altura, representadas en tonos rojos y naranjas, que se concentran en la parte más urbanizada de la ciudad. Estas zonas densamente edificadas son las que contribuyen en mayor medida a la formación de islas de calor.

En contraste, las áreas de arbolado denso, representadas en verde, predominan en las islas, aunque también hay algo de urbanización dispersa, especialmente en el norte del mapa, que incluye la Ilha de Caratateua y la Ilha do Mosqueiro. Al sur de la zona continental, se encuentra una extensa área verde que corresponde al Parque Estadual do Utinga Camillo Vianna, una importante zona de protección ambiental, que actúa como una barrera natural contra el aumento de las temperaturas en esa región (Figura 8).

Figura 8: Zonas Climáticas Locales de Belém do Pará



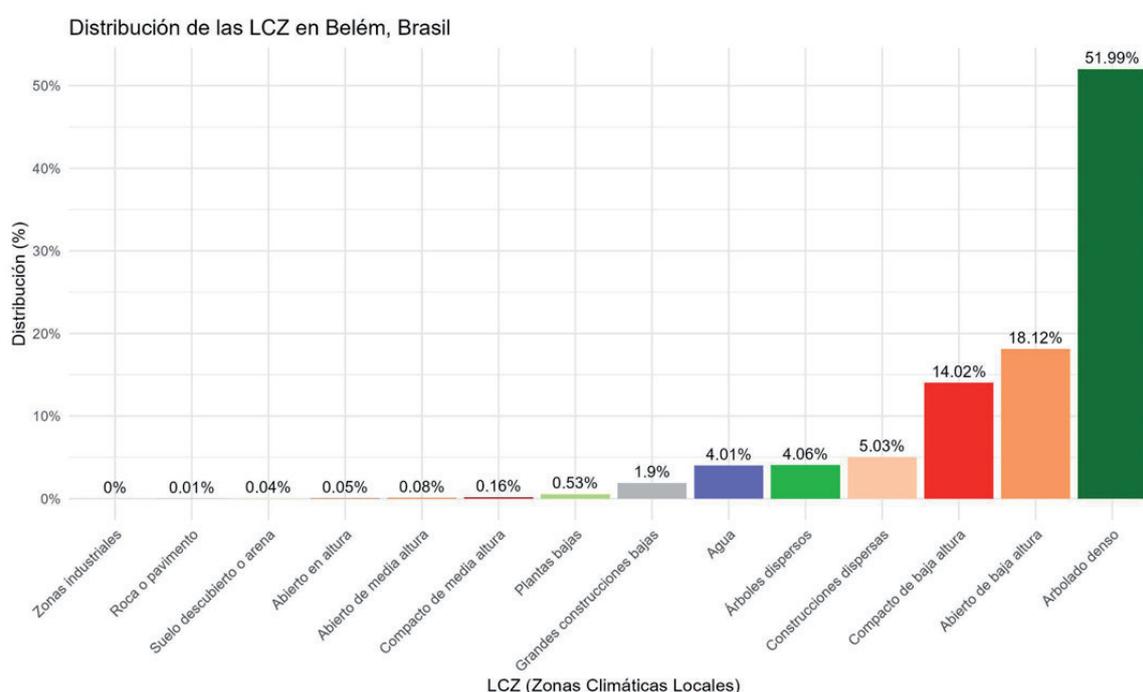
3.2.2. Distribución de las Zonas Climáticas Locales

Cerca de 40% del área de la ciudad corresponde a tipologías de paisaje urbano - aproximadamente 417km² -, mientras más de 50% de todo el territorio municipal tiene cobertura vegetal densa - aproximadamente 550km². Es importante resaltar que las masas de arbolado no se notan tan representativas en el medio de la urbanización. Tales zonas se concentran sobre todo a los bordes. Según el gráfico de distribución de las LCZ en Belém do Pará en la Figura 9, se observan las siguientes características:

- **Arbolado denso (51.99%):** Es la tipología predominante en Belém do Pará. Representa zonas de vegetación del bioma amazónico, naturalmente muy densas y robustas. Cumplen importante rol en términos de enfriamiento. Sin embargo, se debe tener en cuenta que las temperaturas del aire promedio, así como la humedad relativa en esta región son demasiado altas, lo que significa decir que son esas también zonas cálidas en términos generales - aunque más frescas que zonas urbanas;
- **Abierto de baja altura (18.12%):** Es el principal paisaje urbano de la ciudad. Su carácter menos compacto permite la existencia de masas de arbolado, que pueden favorecer el enfriamiento urbano;

- **Compacto de baja altura (14.02%):** Las áreas de baja altura compacta son tipologías muy comunes en las ciudades brasileñas. Son caracterizadas por edificaciones de alta densidad y pocos espacios abiertos. La ausencia de vegetación en estas zonas puede intensificar la retención de calor;
- **Árboles dispersos (4.06%):** La presencia de vegetación en estas zonas puede ayudar a mantener temperaturas más frescas. Sin embargo, están localizadas, en general, fuera de las manchas de urbanización de Belém do Pará.

Figura 9: Distribución de las Zonas Climáticas Locales en Belém do Pará

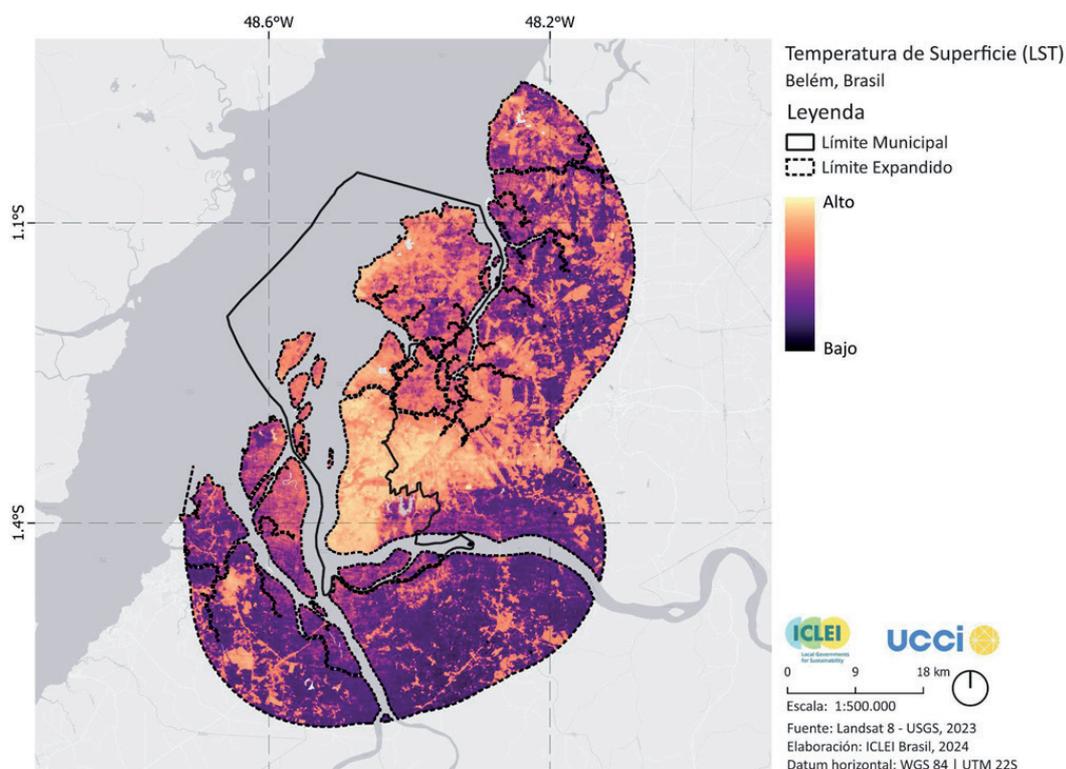


3.2.3 Análisis de las Islas de Calor

El mapa del LST en Belém do Pará destaca la amplitud térmica en la ciudad. Las áreas más cálidas, representadas en amarillo, coinciden en gran medida con las zonas urbanas densamente edificadas, como las de compacto en altura y compacto de media altura en el centro de la ciudad, identificadas en el mapa de LCZ.

Por otro lado, las áreas identificadas como más frías, marcadas en azul oscuro y violeta, corresponden principalmente a las zonas de arbolado denso y arbolado disperso, ubicadas en las regiones fuera de la ciudad. En estas zonas, la presencia de vegetación actúa como un factor de mitigación térmica.

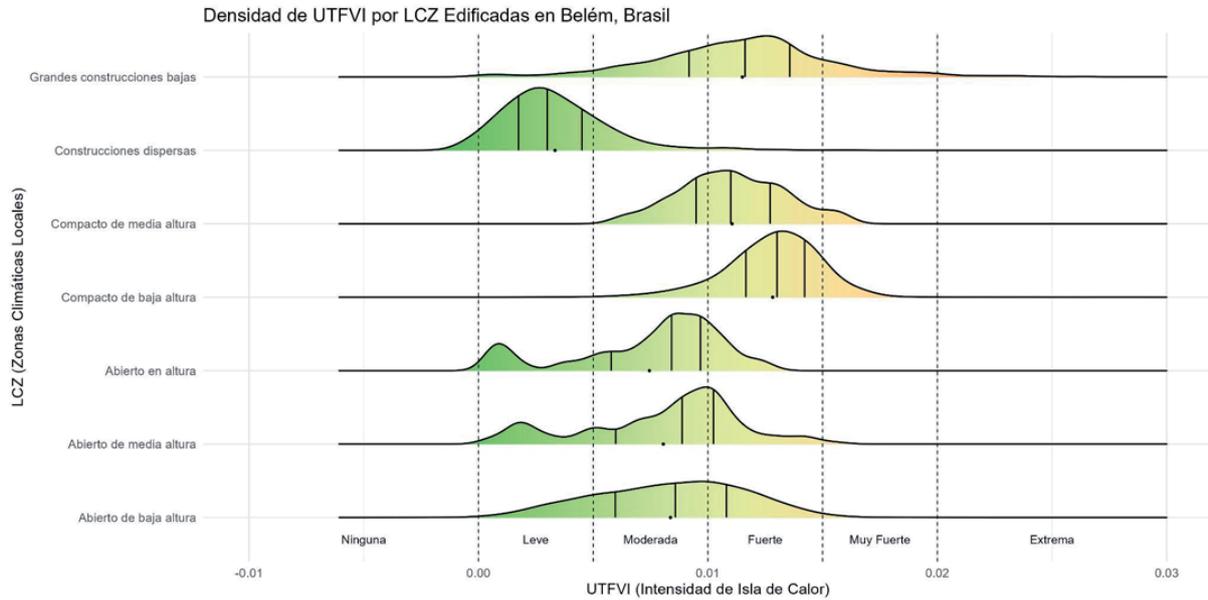
Figura 10: Temperaturas de Superficie en Belém do Pará



3.2.4 Comportamiento de Islas de Calor por Tipología de Paisaje

- **Grandes construcciones bajas y compacto de baja y media altura:** Estas tipologías presentan una notable concentración de valores en fuerte, lo que sugiere que las áreas con construcciones bajas y medias contribuyen significativamente a la formación de islas de calor. La retención de calor en estas zonas es alta debido a la gran cantidad de superficies impermeables y la limitada vegetación.
- **Abiertos de baja, media y en altura:** Las tipologías presentan valores concentrados en las categorías de leve a fuerte, lo que indica que estas áreas, debido a su menor densidad constructiva y mayor ventilación, tienen un menor impacto en la formación de islas de calor. La circulación de aire en estas zonas ayuda a mitigar el aumento de la temperatura.
- **Construcciones dispersas:** En esta tipología, los valores están principalmente en la categoría leve, lo que indica que estas áreas, aunque urbanizadas, tienen una menor densidad de construcciones y una mayor ventilación, lo que ayuda a reducir el impacto térmico.

Figura 11: Comportamiento de Islas de Calor por Tipología de Paisaje en Belém do Pará



3.3 Bogotá, Colombia

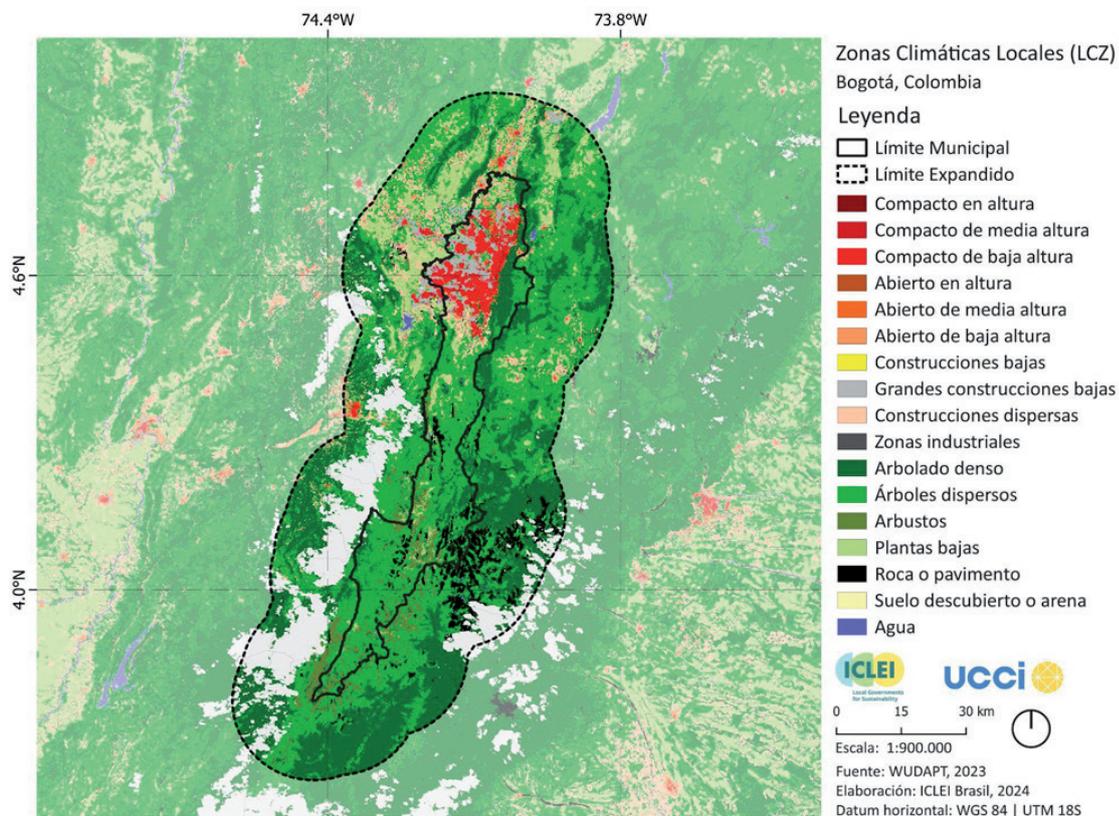
Bogotá, con 1.636,36 km² y 7.929.539 habitantes (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2021; DANE, 2024), cuenta la institucionalidad para abordar la agenda climática, además de consejos distritales y locales y grupos de trabajo. La ciudad dispone de una Política de Acción Climática, Plan de Ordenamiento Territorial, Análisis de Riesgo Climático, y bosques urbanos y áreas protegidas, además de 19 estaciones de monitoreo de calidad del aire e hidrometeorológico. Aunque tiene recursos para la agenda climática y medidas para la gestión de desastres, no se registraron olas de calor ni muertes relacionadas en los últimos cinco años.

3.3.1 Análisis de las Zonas Climáticas Locales

Bogotá, la capital y mayor ciudad de Colombia, presenta en su zona urbanizada, al norte del límite municipal, una concentración de áreas compactas de baja y media altura, así como zonas con grandes construcciones bajas. Próximas a los límites de la urbanización, se encuentran áreas con construcciones dispersas y de planta baja.

Al este de la densa mancha urbana, se extiende una zona de arbolado denso y disperso que corresponde a los Cerros Orientales. Estos no solo actúan como una barrera vegetal, sino también física, ya que forman un conjunto de montañas que constituyen una barrera natural para la ciudad. Al sur, predominan áreas con arbolado disperso, pequeñas manchas de arbolado denso, superficies rocosas o pavimentadas, y construcciones de baja altura. Esta área, al sur de Bogotá y que abarca parte del páramo de Sumapaz, corresponde a la mayor parte de la zona rural de la ciudad, la cual representa el 75% de su territorio total.

Figura 12: Zonas Climáticas Locales de Bogotá



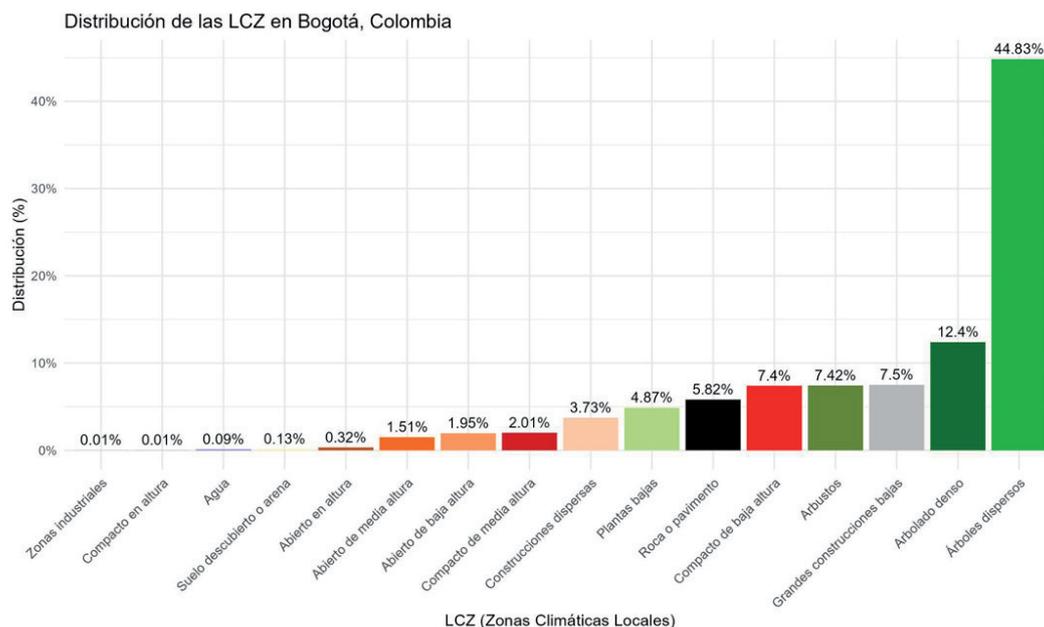
5 La Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá (RFPBOB) cuenta con una extensión aproximada de 13.140 hectáreas, y es un área protegida nacional.

3.3.2 Distribución de las Zonas Climáticas Locales

Cerca de 25% del área de la ciudad corresponde a tipologías de paisaje urbano - aproximadamente 400km², mientras casi 60% de todo el territorio municipal tiene cobertura vegetal - de los cuales más de 12% son de arbolado denso - aproximadamente 203km². Es importante resaltar que las masas de arbolado no se notan tan representativas en el medio de la urbanización. Además, algunas áreas no pudieron ser mapeadas con precisión debido a la presencia excesiva de nubes en las imágenes satelitales, lo que impidió la caracterización adecuada de esas zonas. Según el gráfico de distribución de las LCZ en Bogotá en la Figura 13, se observan las siguientes características:

- **Árboles dispersos (44.83%):** Esta es la tipología predominante en Bogotá. La municipalidad es la más grande en términos de área entre las ciudades analizadas en este Atlas. La vegetación, tanto dispersa como densa se encuentra, en general fuera de las zonas urbanas;
- **Arbolado denso (12.4%):** Hay un gran macizo denso al este de la mancha urbana, que tiene potencial de disminución de las temperaturas cercanas;
- **Grandes construcciones bajas (7.5%):** Es la tipología de paisaje urbano más significativa de la ciudad, y corresponde a casi 123km². Pueden favorecer la intensificación del efecto de islas de calor, por su carácter denso;
- **Compacto de baja altura (7.4%):** Tienen área similar a la tipología de grandes construcciones bajas y efecto similar en términos de retención térmica, pues no son comúnmente asociadas a vegetación expresiva.

Figura 13: Distribución de las Zonas Climáticas Locales en Bogotá

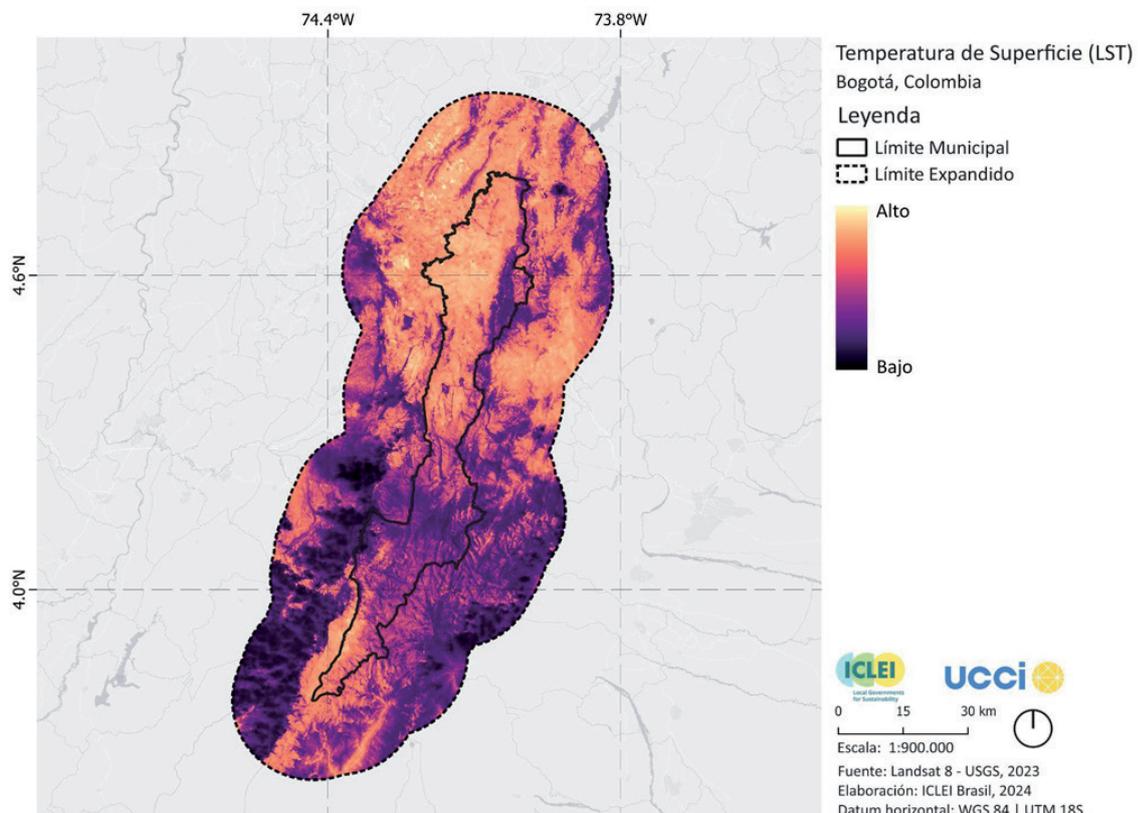


3.3.3 Análisis de las Islas de Calor

En el mapeo de LST de Bogotá, se observa una predominancia de temperaturas más altas en las zonas de urbanización más densas de la ciudad. Esta intensidad térmica no solo afecta las áreas verticales, sino que también se extiende hacia el sur, avanzando sobre las zonas rurales más cercanas a la urbanización.

En el extremo sur de la municipalidad, se observan las zonas más cálidas. Aunque esta área no está urbanizada, la presencia de rocas expuestas parece ser un factor determinante, ya que estas superficies acumulan y retienen gran cantidad de calor, contribuyendo significativamente a los altos niveles de temperatura en la región. Esto resalta cómo no sólo la urbanización, sino también las características geográficas, pueden influir en la formación de islas de calor. Otro punto de atención es la característica geomorfológica en los límites municipales y el expandido analizado en este Atlas, pues hay área de sierra vegetada que influyen en términos de temperatura - zonas más frías - que pueden interferir en la estimación del efecto de islas de calor por teledetección.

Figura 14: Temperaturas de Superficie en Bogotá



3.3.4 Comportamiento de Islas de Calor por Tipología de Paisaje

- **Grandes construcciones bajas:** Según el análisis, esta es la tipología de paisaje que más genera e intensifica el efecto de las islas de calor en Bogotá. Como antes mencionado, es una morfología urbana muy densa y que corresponde a más de 120km² - un área muy considerable;
- **Compacto de baja altura:** Tal cuál la tipología anterior, esta LCZ es muy recurrente en Bogotá, con iguales aproximados 120km² de extensión. Su insuficiencia en términos de espacios verdes tiene como consecuencia la intensificación del fenómeno de las islas de calor. Es un paisaje urbano común en Latinoamérica;
- **Compacto de media altura:** Presenta mayor distribución en términos de concentración de calor, aunque gran parte de su área corresponde a los más altos índices de intensidad del efecto de las islas. Su característica en términos de altimetría puede generar bloqueos y corredores para corrientes de vientos.

Figura 15: Comportamiento de Islas de Calor por Tipología de Paisaje en Bogotá

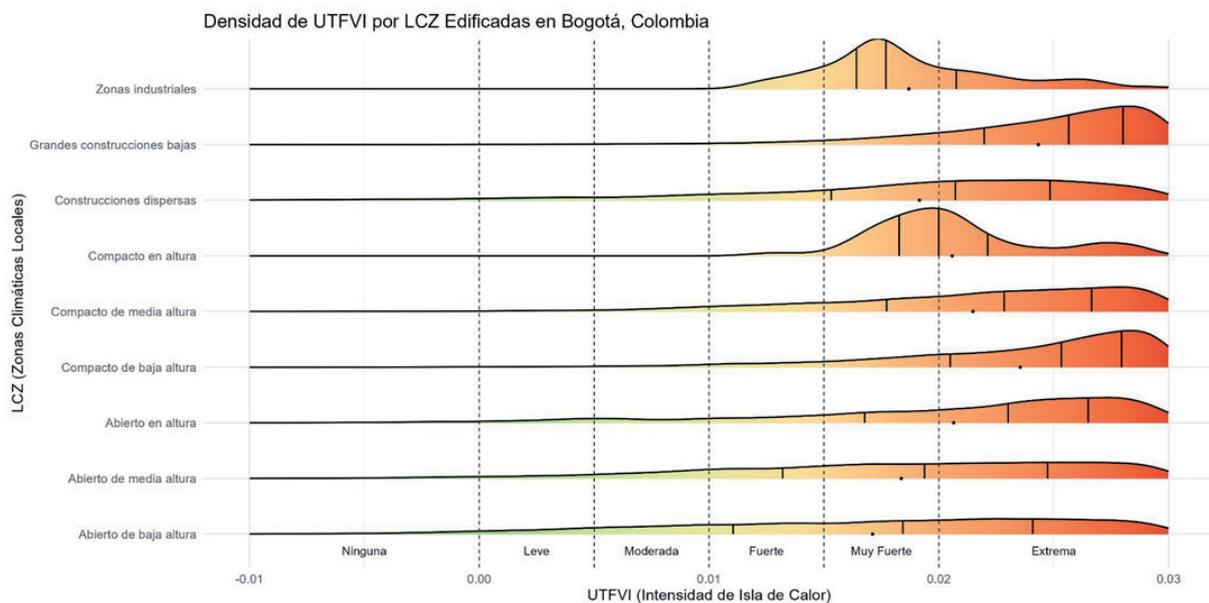




Foto de Buenos Aires: buenosaires.gob.ar

3.4 Buenos Aires, Argentina

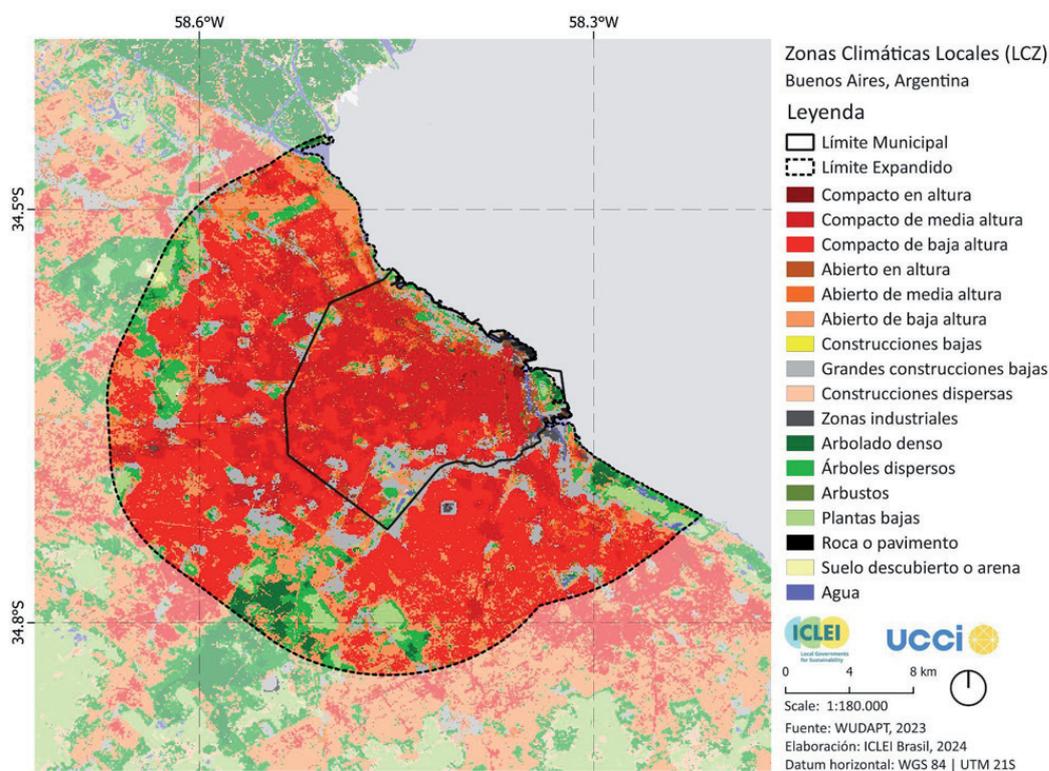
La Ciudad Autónoma de Buenos Aires, con una superficie de 200 km² y una población de 3.121.707 habitantes (Censo 2022), cuenta con una sólida estructura institucional para abordar la agenda climática. La Ciudad dispone de organismos gubernamentales, consejos con representación de la sociedad civil y comités que integran diferentes departamentos en su enfoque hacia el cambio climático. La Ciudad Autónoma de Buenos Aires ha implementado su tercer Plan de Acción Climática e incluye en su análisis de riesgo a las olas de calor, así como la gestión de áreas protegidas. Además, cuenta con espacios abiertos y cerrados que funcionan como refugios climáticos y un Plan de Arbolado. Para la supervisión ambiental, se dispone de equipos de medición de calidad del aire y del agua, asegurando así un enfoque integral y responsable frente a los desafíos climáticos.

3.4.1 Análisis de las Zonas Climáticas Locales

La Ciudad Autónoma de Buenos Aires es una ciudad autónoma y Capital Federal de la Argentina, y se localiza en la orilla sur del Río de la Plata. El mapa de Zonas Climáticas Locales (LCZ) de Buenos Aires presenta una fuerte predominancia de áreas urbanizadas en el límite jurisdiccional y también en el periurbano, especialmente de media y baja altura, destacadas en tonos rojos.

Al sureste de la ciudad, se observa una zona dominada por grandes construcciones bajas y dispersas, con algunas áreas de árboles dispersos. En la zona más cercana al margen del Río de la Plata, predomina un paisaje similar, donde grandes construcciones bajas y dispersas se combinan con mayor presencia de árboles y plantas bajas. Esta región incluye estructuras clave como el aeropuerto, la Ciudad Universitaria, el puerto, además de numerosas plazas y parques.

Figura 16: Zonas Climáticas Locales de Buenos Aires



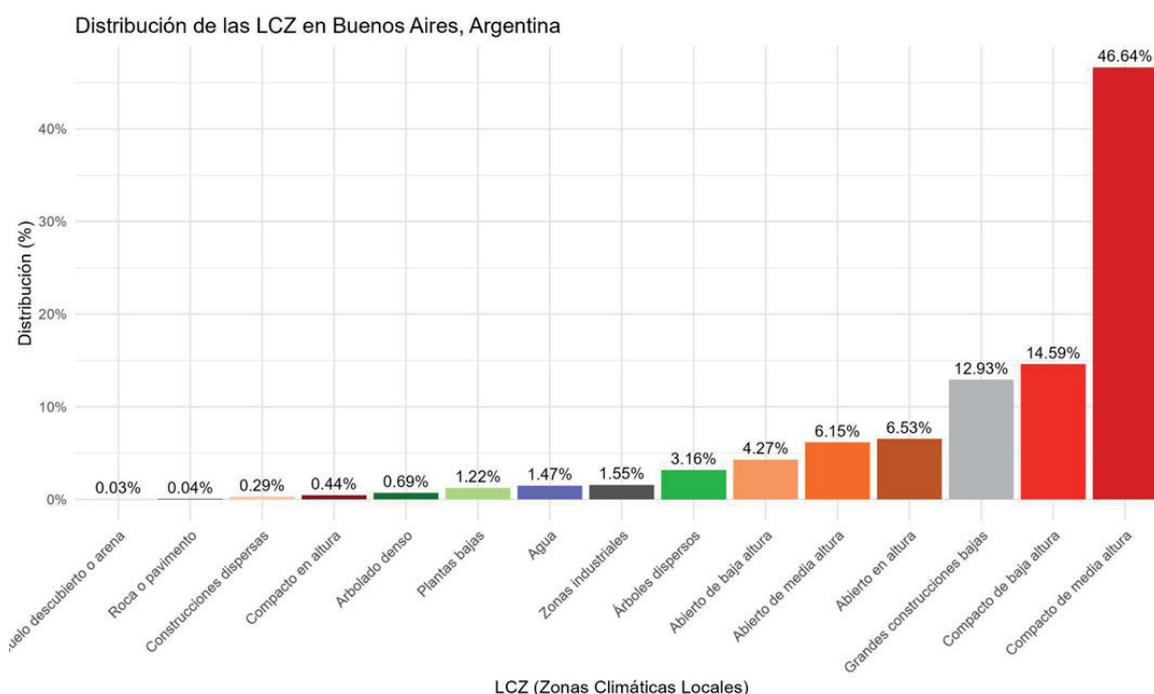
3.4.2 Distribución de las Zonas Climáticas Locales

Más de 93% del área de la ciudad corresponde a tipologías de paisaje urbano - aproximadamente 187km² -, mientras menos de 5% de todo el territorio es caracterizado como tipología de cobertura vegetal - aproximadamente 8km². Es importante resaltar que las masas de arbolado no se notan tan representativas en el medio de la urbanización. Sin embargo, la Ciudad de Buenos Aires tiene muchos parques y arborización en las calles. Según el gráfico de distribución de las LCZ en Buenos Aires en la Figura 17, se observan las siguientes características:

- **Compacto de media altura (46.64%):** La Ciudad de Buenos Aires es muy adensada en términos de ambiente construido. Gran parte de su superficie es caracterizada por la presencia intensiva de edificaciones de hasta 12 pisos, en general sin alejamiento frontal o lateral;
- **Compacto de baja altura (14.59%):** En general, son zonas residenciales con edificaciones unifamiliares en la ciudad, dónde hay baja presencia de grandes torres. Sin embargo, son también zonas muy densas y con baja permeabilidad del suelo;

- **Árboles dispersos (3.16%):** El esquema de tipología indica baja presencia de vegetación en la ciudad, y los árboles dispersos son la tipología de paisaje natural con área más significativa. Sin embargo, como antes mencionado, cada píxel del mapa de LCZ tiene 100m de resolución - cerca de un bloque de la ciudad, que tiene más construcción que vegetación - y, por lo tanto, es sensible al arbolado de las calles.
- **Agua (1.47%):** Es la segunda tipología natural más recurrente en la ciudad. Corresponden, en general, a los lagos al sur y al Río Dársena Sur, que corta la región de Puerto Madero.

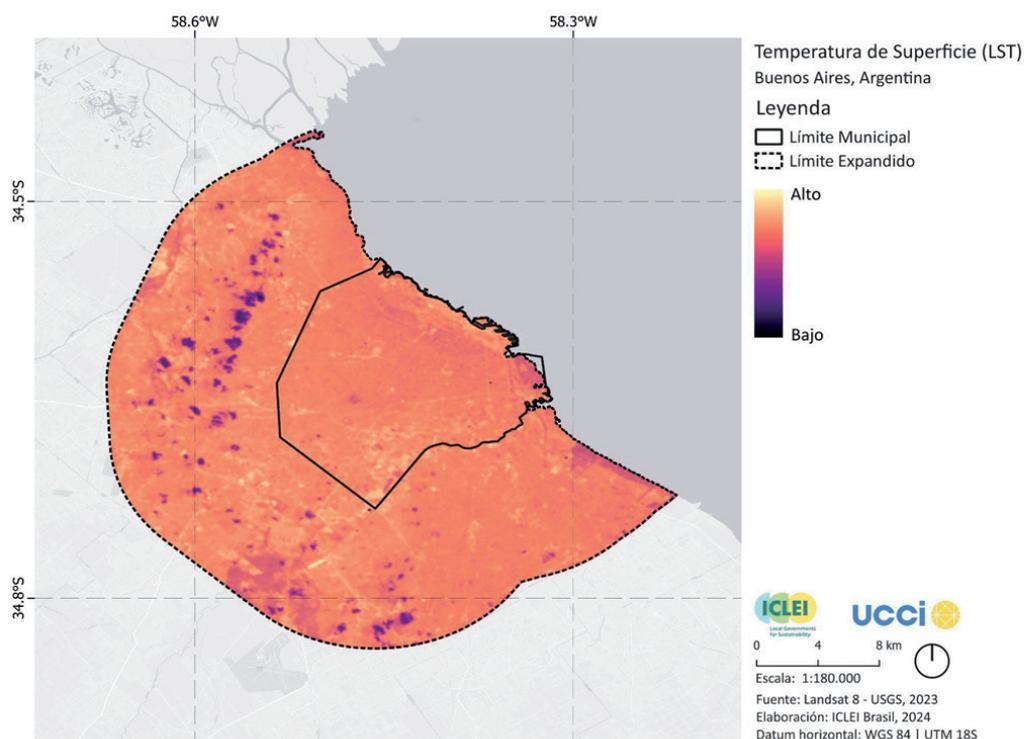
Figura 17: Distribución de las Zonas Climáticas Locales en Buenos Aires



3.4.3 Análisis de las Islas de Calor

El mapa de LST en Buenos Aires presenta la amplitud térmica en la ciudad. Es importante señalar que, diferente de las otras ciudades de este Atlas, la Capital Federal de Argentina y sus límites expandidos - según los criterios adoptados - se encuentran casi enteramente urbanizados. Así que no se nota expresividad de los tonos violeta oscuros, que indican bajas temperaturas. Estas zonas se mostraron muy puntuales y están, en general, asociadas a vegetación o al sombreado de las edificaciones. Las áreas más cálidas, representadas en amarillo, se ubican a lo largo de grandes ejes viarios, como las avenidas 9 de Julio y 25 de Mayo. Al revés, las zonas menos cálidas se observan en barrios más arbolados, como Palermo, o cerca del Río de la Plata, como Puerto Madero.

Figura 18: Temperaturas de Superficie en Buenos Aires

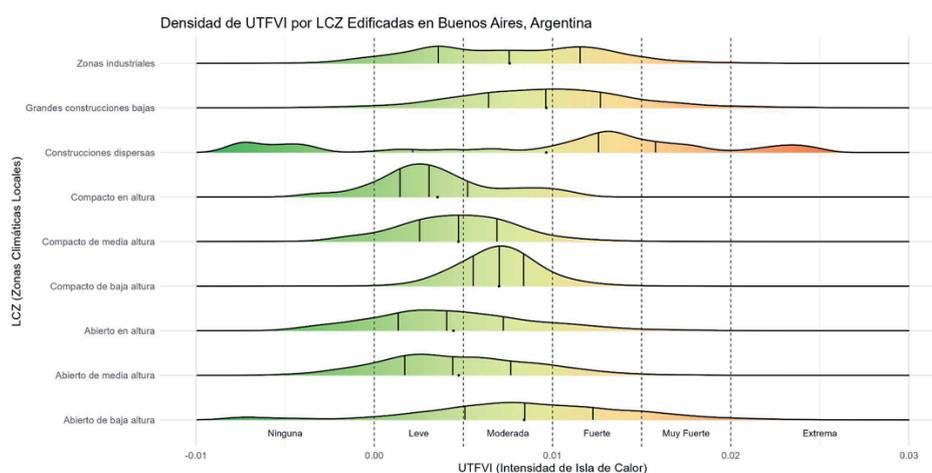


3.4.4 Comportamiento de Islas de Calor por Tipología de Paisaje

- **Zonas industriales:** Esta tipología muestra una mayor concentración de valores en las categorías de moderada a fuerte, lo que sugiere una contribución significativa a las islas de calor. La falta de vegetación y la predominancia de superficies impermeables intensifican la retención de calor en estas zonas.
- **Compactos y Abiertos (en altura, media altura y baja altura):** Estas tipologías muestran un comportamiento mayormente concentrado en las categorías de leve a fuerte, lo que indica una retención de calor significativa pero no tan extrema como en las zonas industriales. La ventilación es limitada en las áreas compactas, pero los edificios más altos proporcionan algo de sombra, lo que ayuda a reducir un poco las temperaturas, aunque no lo suficiente para mitigar el fenómeno de las islas de calor.
- **Grandes construcciones bajas:** Los valores se distribuyen principalmente en las categorías de leve a fuerte, con una menor retención de calor en comparación con las zonas industriales. Sin embargo, la falta de vegetación y la presencia de edificios bajos siguen contribuyendo al fenómeno de las islas de calor.

- **Construcciones dispersas:** En Buenos Aires, esta tipología presenta una oscilación interesante en sus valores, con una notable concentración en las categorías de leve y algunos picos en fuerte y muy fuerte. Este comportamiento refleja una retención de calor menor en comparación con otras tipologías más densas, gracias a la mayor separación entre edificaciones y la presencia de más áreas abiertas. La oscilación en los valores indica que, aunque en general estas áreas son más frescas, existen puntos específicos donde la falta de vegetación o superficies pavimentadas pueden contribuir a una mayor retención de calor de lo esperado.

Figura 19: Comportamiento de Islas de Calor por Tipología de Paisaje en Buenos Aires



3.5 Lisboa, Portugal

Lisboa, capital de Portugal, cuenta con una población de aproximadamente 547.773 habitantes y una superficie de cerca de 100 km² (INE, 2022). Aunque la ciudad ha demostrado un fuerte compromiso con temas urbanos y ambientales en diversas plataformas internacionales, no se ha recibido

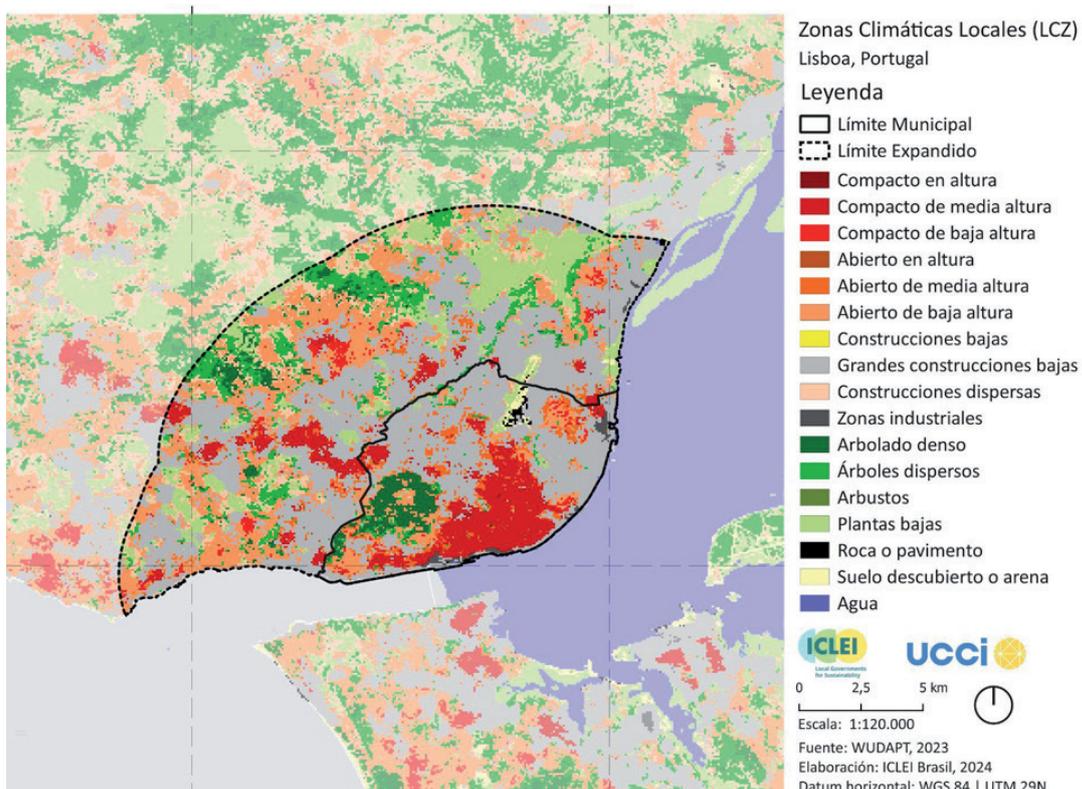
respuesta de las autoridades locales a la encuesta enviada sobre gobernanza climática, gestión de riesgos y planificación urbano-ambiental en el marco de este estudio.

3.5.1 Análisis de las Zonas Climáticas Locales

Lisboa, la ciudad más grande y capital de Portugal, se sitúa en la margen norte del Río Tajo. Toda el área dentro de su límite municipal está urbanizada. En el mapa LCZ, se destaca una gran mancha central roja que representa una zona compacta de media altura, correspondiente al área más central de la ciudad, que incluye el centro y el centro histórico. Esta área es caracterizada por edificaciones densas y de importancia histórica.

En la zona occidental de la ciudad, donde se encuentran los barrios de Ajuda, Belém y Alcântara, se observa una extensa mancha verde que corresponde al Parque Florestal de Monsanto, una de las áreas de arbolado denso más significativas. Más cerca del río, las zonas clasificadas como “abierto de media altura”, junto con grandes construcciones bajas y dispersas, representan grandes infraestructuras urbanas como la Universidad de Lisboa, el Estadio, el Monasterio de los Jerónimos, varios palacios, museos y otras importantes infraestructuras culturales. Al norte de la ciudad, predomina una urbanización más dispersa con grandes construcciones bajas y espacios abiertos, caracterizada por edificios largos y menos compactos.

Figura 20: Zonas Climáticas Locales de Lisboa

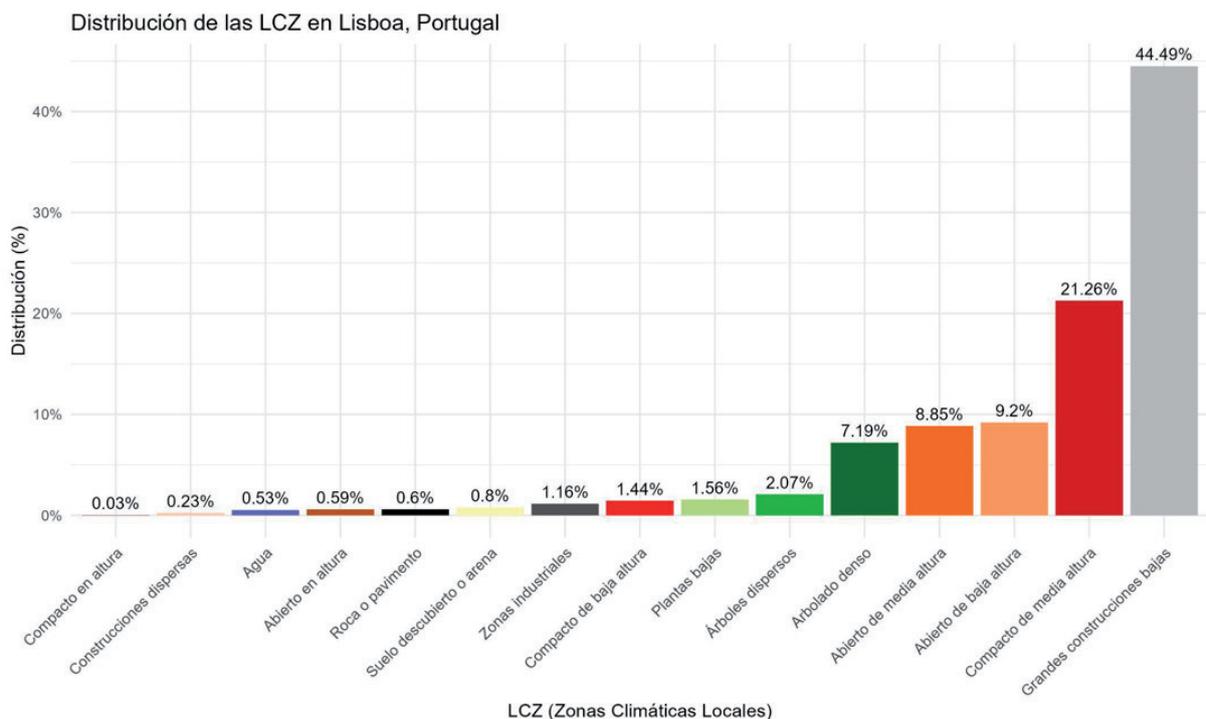


3.5.2 Distribución de las Zonas Climáticas Locales

Más de 87% del área de la ciudad corresponde a tipologías de paisaje urbano - aproximadamente 87km² -, mientras menos del 10% de todo el territorio municipal tiene cobertura vegetal - aproximadamente 9km². Es importante resaltar que las masas de arbolado no se notan tan representativas en el medio de la urbanización. La más grande zona arbolada es un parque urbano. Según el gráfico de distribución de las LCZ en Lisboa en la Figura 21, se observan las siguientes características:

- **Grandes construcciones bajas (44.49%):** Es la tipología predominante, y representa áreas densamente urbanizadas, con macizos de edificación que recorren los bloques. Este tipo de morfología potencializa el efecto de las islas de calor;
- **Compacto de media altura (21.26%):** Tal cual las grandes construcciones bajas, es una tipología urbana recurrente en Portugal. Es caracterizada pela densidad de áreas edificadas con baja presencia de vegetación;
- **Arbolado denso (7.19%):** Gran parte del macizo de vegetación densa corresponde al Parque Florestal de Monsanto, que detiene grande potencial de enfriamiento;
- **Árboles dispersos (2.07%):** Es la segunda tipología de paisaje natural más observada en Lisboa. Se nota cerca del Parque Florestal y alrededor de la mancha de urbanización.

Figura 21: Distribución de las Zonas Climáticas Locales en Lisboa

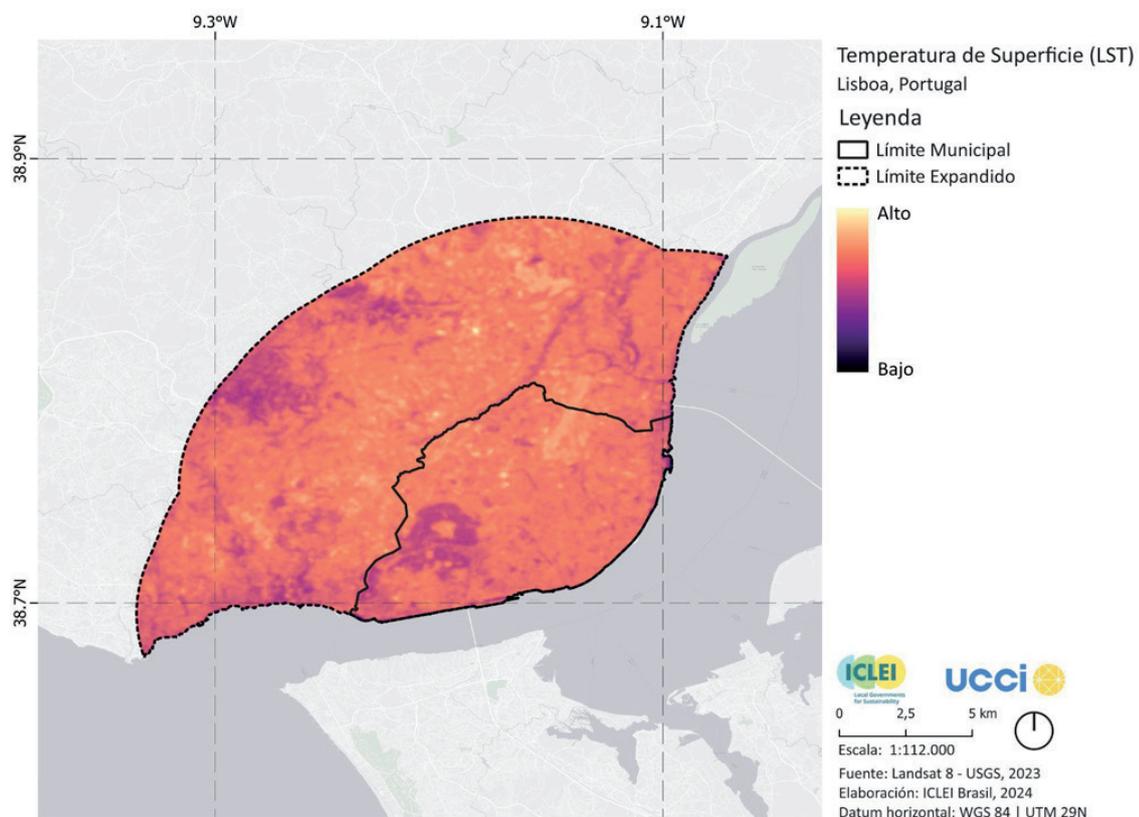


3.5.3 Análisis de las Islas de Calor

El mapa de LST presenta la amplitud térmica en la ciudad. Las áreas más cálidas, representadas en amarillo, se ubican en regiones con rocas expuestas y de campos y plantas bajas. Las áreas en naranja rosado, también retentoras de calor se distribuyen por toda la urbanización, que por su morfología de carácter más uniforme, tiene un comportamiento similar. Las diferencias observadas pueden tener relación con la forestación urbana y con la presencia de plazas u otros espacios abiertos.

Por otro lado, las áreas identificadas como más frías, marcadas en azul oscuro y violeta, se localizan principalmente en zonas de LCZ urbanas de construcciones dispersas o abiertas de baja altura - sobre todo hacia el norte - y, en los límites de la ciudad, en regiones como a la del Parque Florestal de Monsanto o de corredores verdes - lo que refuerza su importancia como zona de regulación de temperaturas.

Figura 22: Temperaturas de Superficie en Lisboa



3.5.4 Comportamiento de Islas de Calor por Tipología de Paisaje

- **Zonas industriales:** Esta tipología presenta una alta concentración de valores en las categorías de moderada a fuerte, lo que indica que las zonas industriales son grandes contribuyentes a las islas de calor. La falta de vegetación y la gran cantidad de superficies impermeables intensifican la retención de calor en estas áreas.
- **Compacto en altura:** Esta tipología tiene una concentración de valores notable en moderada, lo que indica una menor acumulación de calor considerable que las otras tipologías abiertas, aunque la presencia de edificios altos podría generar sombras y disminuir la retención de calor en estas áreas.
- **Compactos de media altura y baja altura:** Estas tipologías presentan valores de fuerte a muy fuerte, pero su retención de calor sigue siendo considerable debido a la densidad de los edificios compactos y la falta de sombra adecuada. La ausencia de vegetación significativa y las superficies que absorben el calor contribuyen a que estas áreas se calienten más, ya que los edificios no proporcionan sombra suficiente para mitigar el efecto de las islas de calor.
- **Grandes construcciones bajas:** Los valores en estas zonas se distribuyen principalmente entre fuerte y muy fuerte, lo que sugiere que estas áreas también son fuentes importantes de calor debido a la ausencia de vegetación y la prevalencia de superficies pavimentadas.
- **Construcciones dispersas:** Esta tipología muestra una oscilación interesante, con la mayoría de los valores concentrados en fuerte y algunos picos en muy fuerte. Aunque estas áreas tienen mayor ventilación gracias al espaciado entre construcciones, todavía existen puntos donde la retención de calor es considerable, posiblemente debido a la falta de vegetación en ciertas partes.

Figura 23: Comportamiento de Islas de Calor por Tipología de Paisaje en Lisboa

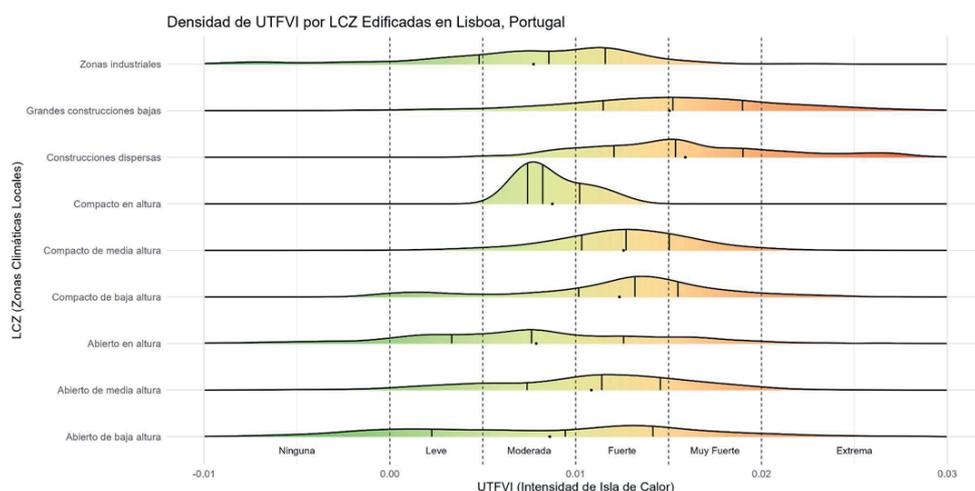




Foto de Madrid: Pixabay

3.6 Madrid, España

Madrid, con una superficie de 604.3 km² y una población de 3.460.491 habitantes (2024), ha establecido una infraestructura robusta para enfrentar los desafíos climáticos. El municipio cuenta con organismos gubernamentales y comités interdepartamentales dedicados a la Agenda Climática, aunque no tiene un consejo específico de la sociedad civil para abordar esta cuestión. Madrid ha implementado un Plan de Acción Climática y dispone de análisis de riesgo relacionados con olas de calor. Además, cuenta con 24 estaciones de monitoreo que miden diversas variables climáticas, asegurando un seguimiento continuo de la calidad del aire y otras condiciones ambientales. La ciudad también ha desarrollado un Plan de Forestación Urbana y tiene áreas verdes diseñadas como refugios climáticos, aunque no se registraron muertes por olas de calor en los últimos cinco años, lo que sugiere una gestión continua de los riesgos.

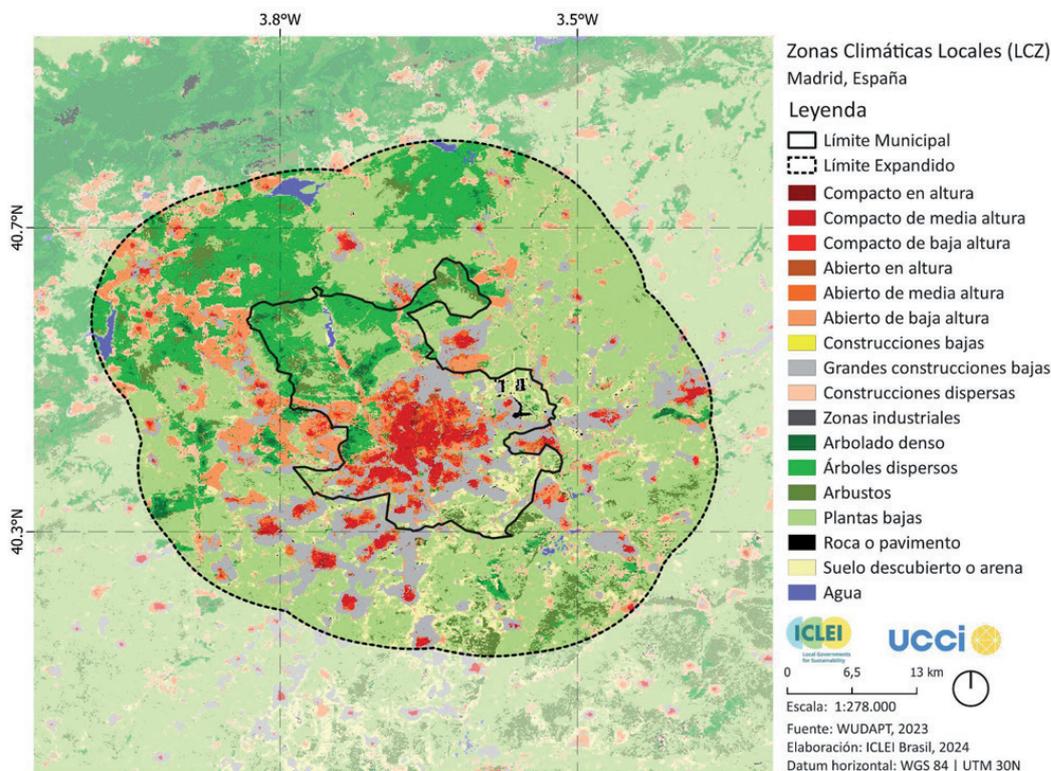
3.6.1 Análisis de las Zonas Climáticas Locales

Madrid, la capital y ciudad más grande de España, se sitúa en el centro de la Península Ibérica sobre una meseta predominantemente llana. El mapa de Zonas Climáticas Locales (LCZ) de la ciudad revela un centro denso con áreas compactas de media y baja altura, especialmente en barrios como el Centro Histórico y Chamberí. Zonas de compacto en altura, como la de Tetuán cerca del Paseo de la Castellana, contribuyen significativamente a la retención de calor y a la formación de intensas islas de calor en esa región. En las áreas más periféricas, como Vallecas y Carabanchel, predominan los edificios de baja altura, mientras que hacia los límites de la ciudad aparecen edificios más dispersos.

Al oeste de la ciudad, la ocupación tiende a ser residencial y dispersa, especialmente al otro lado del parque Casa de Campo, que actúa como una importante zona verde. En el norte, se destacan las áreas de árboles densos,

especialmente en el distrito de Fuencarral-El Pardo, donde se encuentra el Monte de El Pardo, que representa el 26,4% de la superficie de la ciudad. Las zonas rurales se concentran principalmente al sur y noreste de la ciudad, identificadas como áreas de plantas bajas, algunas separadas por arbustos o suelo desnudo. Aunque la resolución del mapeo no permite ver los cuerpos de agua, como el Río Manzanares, parques urbanos importantes como El Retiro contribuyen a mitigar el efecto de las islas de calor en el área urbana (Figura 24).

Figura 24: Zonas Climáticas Locales de Madrid



3.6.2 Distribución de las Zonas Climáticas Locales

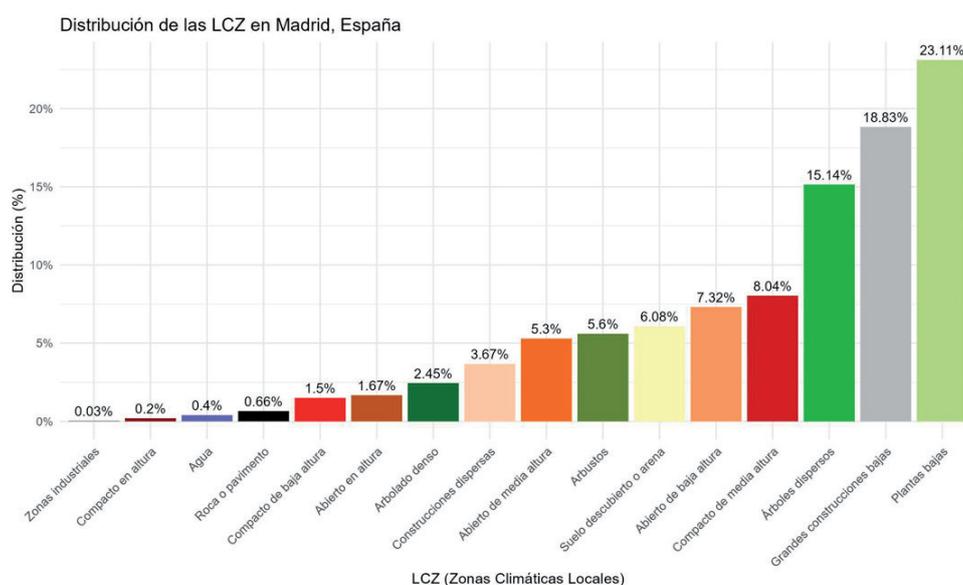
Más de 45% del área de la ciudad corresponde a tipologías de paisaje urbano - aproximadamente 281km² -, mientras casi 18% de todo el territorio municipal presenta cobertura vegetal - aproximadamente 106km². Es importante resaltar que las masas de arbolado no se notan tan representativas en la urbanización, relacionado al bioma de la región. Tales zonas se concentran sobre todo hacia el norte. Según el gráfico de distribución de las LCZ en Madrid en la Figura 25, se observan las siguientes características:

- **Plantas bajas (23.11%):** Esta es la tipología predominante en el territorio de la ciudad. Esa LCZ representa paisajes dominados por cultivos, plantas bajas y/o césped, con pocos árboles. Incluye también zonas de parques urbanos con poca vegetación. Zonas de césped o campado no brindan

gran permeabilidad al suelo, y no son capaces de resfriar sus alrededores como masas de vegetación densa. Son un foco importante del aumento de las temperaturas urbanas, especialmente en los barrios residenciales con alta proporción de superficies impermeables y vegetación generalmente limitada, aunque presenten una intensidad de las islas de calor más moderadas que zonas de ocupación más compacta o rascacielos, por ejemplo. Algunas de esas zonas se encuentran en colinas, sobre todo al sur;

- **Grandes construcciones bajas (18.83%):** Recurrente también en Lisboa y Barcelona, esta tipología de paisaje urbano es la más observada en Madrid. Caracterizada por la alta densidad construida asociada a vegetación puntual, tiene potencial de calentamiento local;
- **Árboles dispersos (15.14%):** Es la segunda tipología de paisaje natural más recurrente en Madrid, característica de la región donde se encuentra la ciudad. Es observada al norte, alrededor de la Presa de El Pardo. Son espacios con árboles distribuidos de forma irregular, que suelen encontrarse en parques, plazas o a lo largo de calles. A pesar de que los árboles ayudan a reducir el efecto isla de calor, la distribución dispersa limita su impacto positivo en el microclima. En Madrid, áreas verdes como el Parque Forestal de Valdebebas, el Parque Juan Carlos I y El Retiro sirven como micro oasis urbanos, ofreciendo alivio térmico en pequeñas superficies, pero con capacidad limitada para neutralizar el calor a gran escala;
- **Compacto de media altura (8.04%):** Así como las grandes construcciones bajas, esta tipología de paisaje es caracterizada por alta impermeabilidad del suelo, alto volumen construido y consecuente potencialización del efecto de las islas de calor.

Figura 25: Distribución de las Zonas Climáticas Locales en Madrid

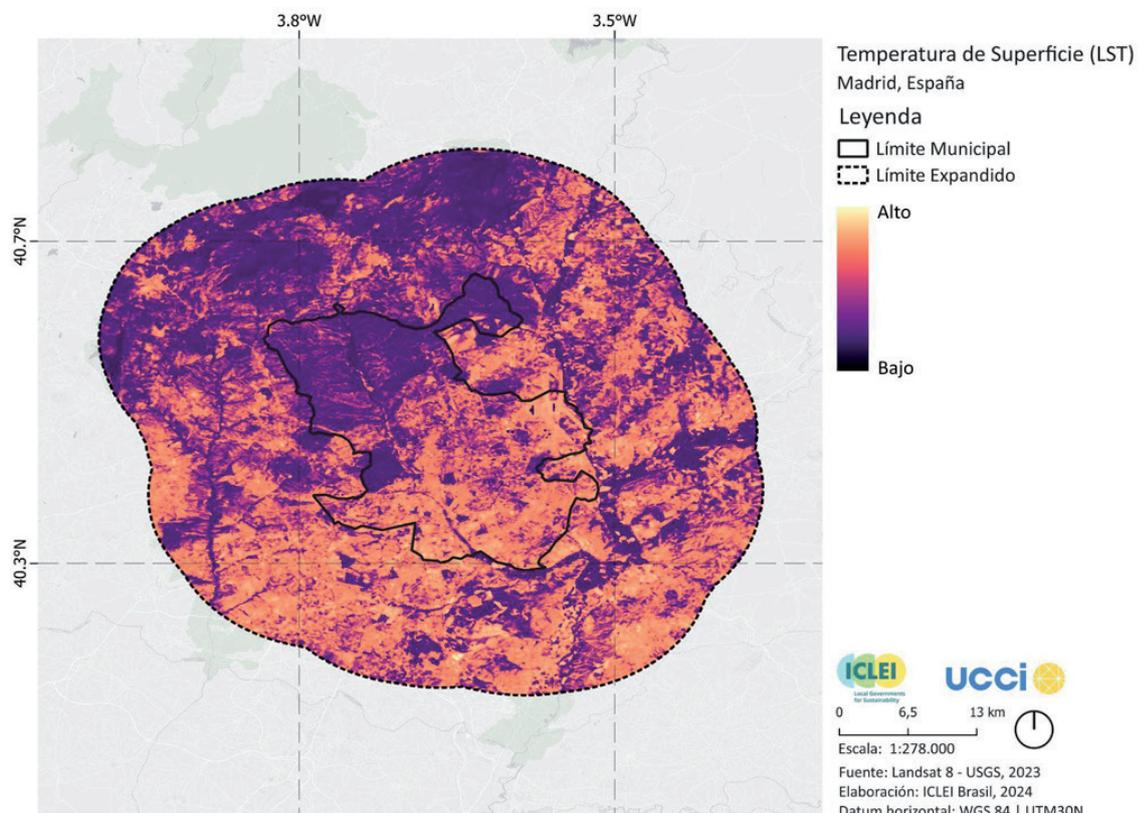


3.6.3 Análisis de las Islas de Calor

El mapa de LST destaca las áreas más y menos cálidas en Madrid, con una notable diferencia entre las regiones periféricas al oeste-noroeste y este-sureste - Figura 26. Las regiones más cálidas, representadas en amarillo, se concentran en el sureste del perímetro periurbano, lo que puede estar relacionado no sólo al tipo de ocupación, marcada por suelos expuestos y zonas con cierta densidad constructiva, pero principalmente por el tipo de materiales de estas construcciones, con alta capacidad térmica. Estas regiones indican una acumulación considerable de calor.

El centro de Madrid muestra una predominancia de la clasificación moderada - tonos violetas anaranjados. Aunque no tan extremas como las zonas más industriales o de suelo desnudo, estas áreas aún sufren de gran retención térmica debido a la alta densidad de edificaciones y superficies impermeables, típicas de una gran metrópolis. En contraste, la parte noroeste es donde se localizan las zonas más frescas. Estas regiones, gracias a su amplia cobertura vegetal, presentan una mitigación notable de los efectos del calor.

Figura 26: Temperaturas de Superficie en Madrid



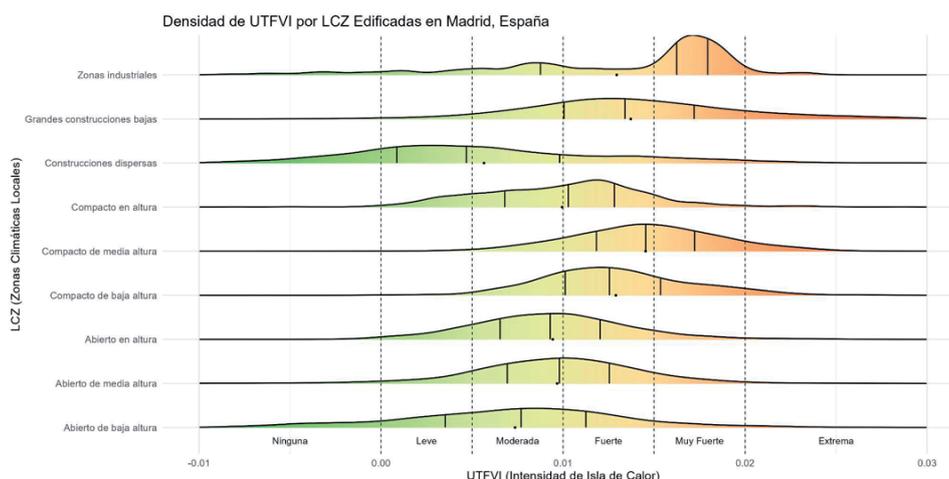
3.6.4 Comportamiento de Islas de Calor por Tipología de Paisaje

El gráfico revela la intensidad de las islas de calor en diferentes LCZ. El UTFVI indica la severidad de las islas de calor, con clasificaciones que varían de “ninguna” hasta “Extrema” (Figura 27).

- **Zonas industriales:** Esta tipología presenta algunos los valores más altos, con clasificaciones que llegan a Muy fuerte y Extrema. Estas áreas, aunque no sean las con más grande expresión en la ciudad, son focos de islas de calor más intensas y por eso también requieren atención, más aún al considerarse su eventual relación con otros impactos socioambientales como la contaminación.
- **Grandes construcciones bajas:** En esta tipología los valores de están distribuidos principalmente en la categoría fuerte. Esto sugiere que las áreas con construcciones bajas tienen una construcción significativa al fenómeno de las islas de calor, pero no tan intensas como las áreas más compactas o industriales.
- **Compactos y Abiertos (en altura, media altura y baja altura):** las tipologías de Rascacielos, tanto compacto como abierto, presentan un patrón similar, concentrándose en la clasificación moderada y fuerte, llegando también a Muy fuerte, de forma ligeramente más pronunciada para los rascacielos compactos. Por otro lado, se observa que la LCZ planta baja, a pesar de presentar también una concentración en las clasificaciones Moderado y fuerte, presenta un patrón menos pronunciado, lo que se relaciona con una mayor capacidad de enfriamiento al ser compuestas de áreas generalmente con al menos cierta presencia de vegetación. En la misma línea, categorías como la baja altura abierta y, más aún, la construcción dispersa, que generalmente acoge zonas intraurbanas con mayor vegetación, mostraron mejores resultados.
- **Construcción dispersa:** Esta clase presenta valores más moderados, principalmente entre las categorías de leve a moderada. Aunque estas áreas suelen tener una mayor presencia de vegetación y un menor grado de urbanización, lo que reduce la intensidad de las islas de calor, aún contribuyen al fenómeno, especialmente en zonas donde la dispersión de las construcciones es insuficiente para permitir un enfriamiento natural significativo.

Teniendo en cuenta la combinación de factores naturales y antrópicos, que favorecen la formación de islas de calor en la ciudad, sería importante invertir más fuertemente en un patrón de urbanización que incorpore el verde de forma más distribuida y estratégica, teniendo en cuenta las especies adaptadas a las condiciones locales y a favor de la biodiversidad.

Figura 27: Comportamiento de Islas de Calor por Tipología de Paisaje en Madrid



3.7 Montevideo, Uruguay

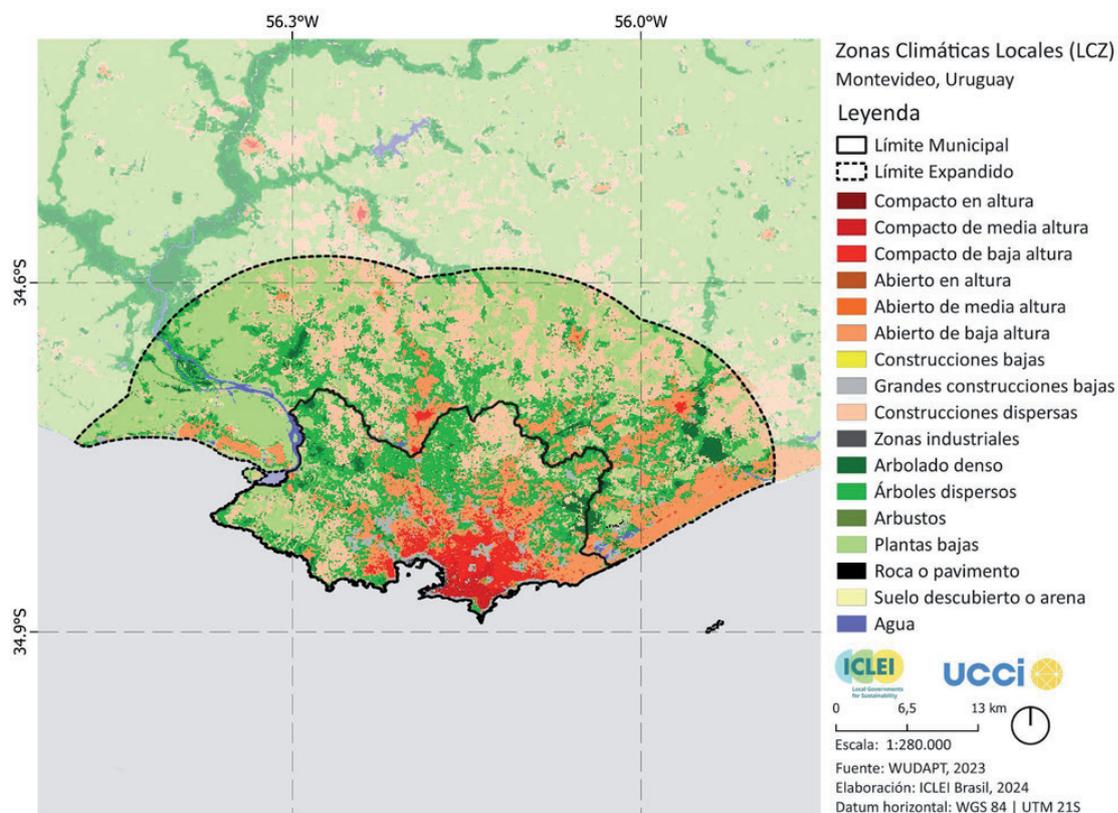
Montevideo, cuenta con una superficie de 530 km² y una población estimada de 1.383.965 habitantes (Instituto Nacional de Estadística, 2022). La ciudad ha desarrollado un enfoque integral para abordar los retos climáticos, con organismos gubernamentales y comités interdepartamentales que facilitan la implementación de la Agenda Climática, aunque no posee un consejo específico con representación de la sociedad civil. Se ha establecido un Plan de Acción Climática y se registran 6 estaciones que monitorean diversas variables ambientales, como temperatura, humedad relativa y precipitaciones. Sin embargo, no se han documentado olas de calor ni muertes relacionadas en los últimos cinco años, lo que refleja una gestión continua de los riesgos. Además, Montevideo dispone de áreas protegidas y ha implementado un Plan de Forestación Urbana, apoyando así la conservación de sus espacios verdes.

3.7.1 Análisis de las Zonas Climáticas Locales

Montevideo, la capital de Uruguay, se encuentra en el sur del país, con costa sobre el Río de la Plata. En el mapa de Zonas Climáticas Locales (LCZ) de la ciudad, las zonas compactas y abiertas se concentran principalmente en la parte centro-sur del área municipal, que coincide con la urbanización más consolidada. Se puede observar una gradación de colores que refleja la transición desde las zonas centrales compactas de media y baja altura, pasando por áreas más abiertas y finalizando en zonas vegetadas y construcciones dispersas. Las manchas grises de grandes construcciones bajas corresponden en su mayoría por zonas predominantemente industriales o de grandes infraestructuras.

En las áreas al norte y oeste del límite municipal, predominan las construcciones dispersas y las zonas vegetadas, que corresponden a los Departamentos de Canelones al este, y San José al oeste. Ambas zonas son predominantemente rurales y cuentan con una legislación de uso de suelo mixto que combina usos agrícolas y la protección ambiental, asegurando un equilibrio entre el desarrollo y la conservación.

Figura 28: Zonas Climáticas Locales en Montevideo

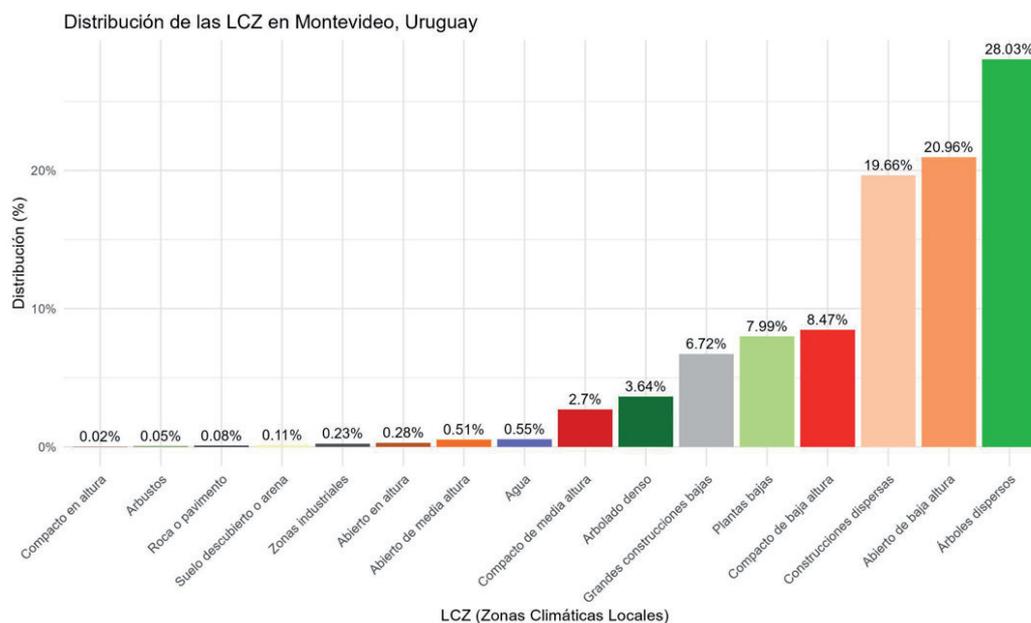


3.7.2 Distribución de las Zonas Climáticas Locales

Casi 60% del área de la ciudad corresponde a tipologías de paisaje urbano - aproximadamente 315km² -, mientras más de 30% de todo el territorio municipal tiene cobertura vegetal - aproximadamente 168km². Es importante resaltar que las masas de arbolado no se notan tan representativas en el territorio de la ciudad - y en el límite expandido -, pues esta es una característica del bioma local, el Pampa. Según el gráfico de distribución de las LCZ en la Figura 29, se observan las siguientes características:

- **Árboles dispersos (28.03%):** El área de la ciudad no corresponde solamente a la urbanización. En ese sentido, el arbolado disperso - característico del bioma de Pampa - es identificado cómo la tipología de paisaje más recurrente en Montevideo.
- **Abierto de baja altura (20.96%):** Entre las tipologías urbanas, esta es la más recurrente. Estas son zonas con edificación alejadas y calidad ambiental en términos de permeabilidad del suelo y presencia de vegetación. En consecuencia, son menos susceptibles a las islas de calor;
- **Construcciones dispersas (19.66%):** Es una tipología de paisaje urbano con bajo impacto en términos de retención térmica. Las zonas más densas y verticales, que se comportan a esa manera, son menos representativas en Montevideo;
- **Plantas bajas (7.99%):** Los campos y zonas cubiertas por césped natural, tal cual los árboles dispersos, son endémicos en el bioma de Pampa. Esta es la segunda tipología de paisaje natural más recurrente en la ciudad, y no posee capacidad de enfriamiento urbano.

Figura 29: Distribución de las Zonas Climáticas Locales en Montevideo

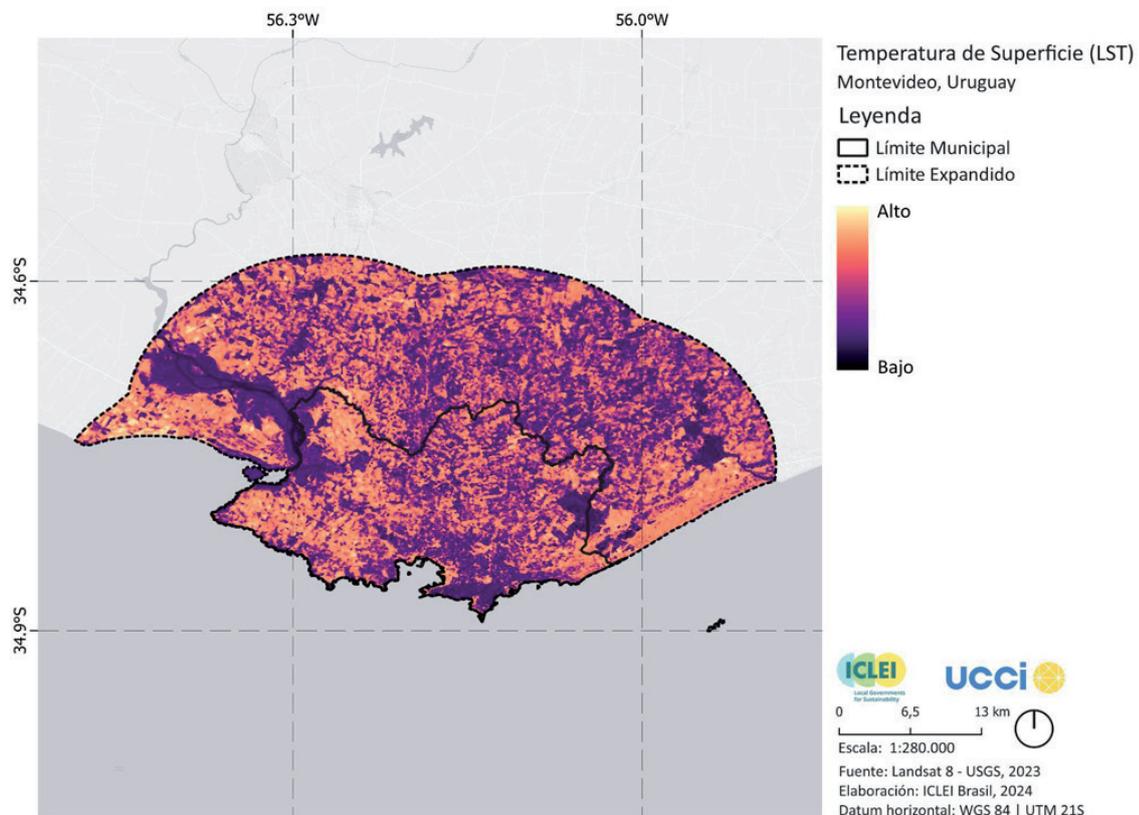


3.7.3 Análisis de las Islas de Calor

El mapa de LST en Montevideo presenta la amplitud térmica en la ciudad. Las áreas más cálidas, representadas en amarillo, se ubican en zonas de campo y plantas bajas, relacionadas a áreas de cultivo - muy expresivas hacia el norte. Las áreas en naranja rosado, también retentoras de calor son muy largas en la costa este.

El centro de la ciudad, más verticalizado y urbanizado, indica bajas temperaturas en comparación a otras zonas urbanas de la ciudad. Sin embargo, es importante destacar que eso tiene relación con las sombras generadas por las torres, lo que puede impactar el análisis - sobre todo porque la radiación en estas zonas tiene menor capacidad de disipación a la noche por la cantidad de obstáculos en el ambiente construido. Por otro lado, las áreas identificadas como más frías, marcadas en azul oscuro y violeta, se localizan principalmente a lo largo del Río Santa Lucía y en otras zonas de arbolado más denso, como el Jardín Botánico.

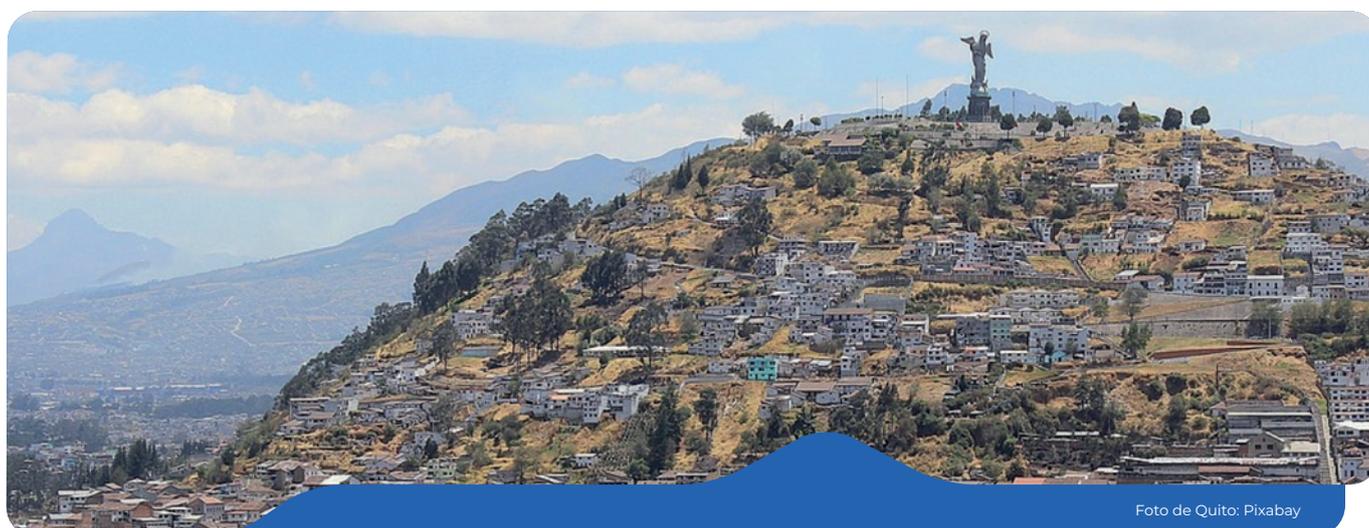
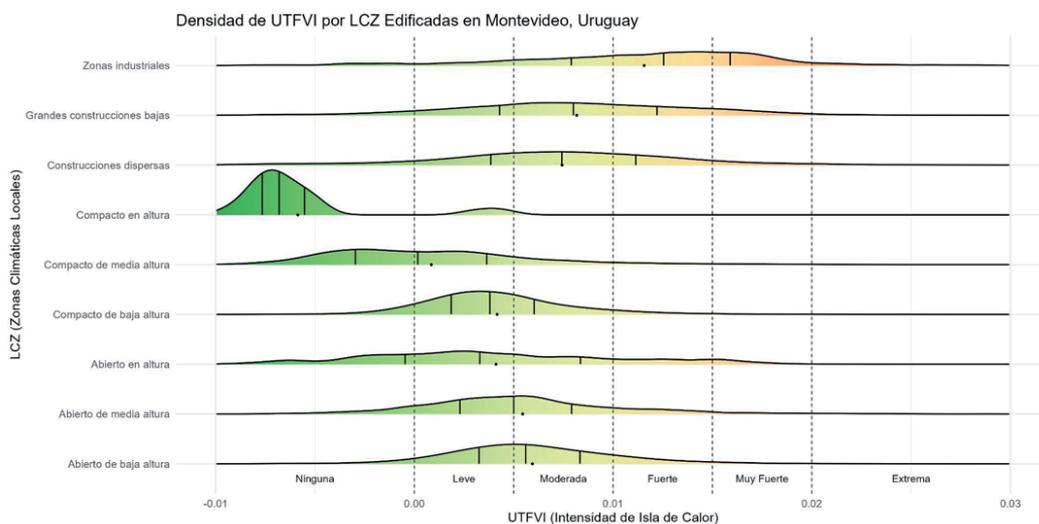
Figura 30: Temperaturas de Superficie en Montevideo



3.7.4 Comportamiento de Islas de Calor por Tipología de Paisaje

- **Zonas industriales:** Estas áreas presentan una concentración notable de valores en las categorías de fuerte y muy fuerte, lo que indica que las zonas industriales son grandes contribuyentes al fenómeno de las islas de calor en Montevideo. La combinación de superficies impermeables y la escasa vegetación intensifican la retención de calor en estas zonas.
- **Abierto en altura:** Esta tipología muestra valores principalmente en la categoría de leve, indicando que estas áreas, aunque densamente construidas, no retienen tanto calor como otras tipologías. Esto se debe a que los edificios altos generan sombras que ayudan a reducir la exposición directa al sol, atenuando el calentamiento en algunas zonas. A pesar de la densidad constructiva, las sombras proyectadas por los edificios más altos permiten que estas áreas sean menos cálidas en comparación con las zonas más bajas y compactas, donde la falta de sombra aumenta la retención de calor.
- **Abiertos de altura, media altura y baja altura:** Las zonas abiertas presentan una distribución de valores en las categorías de ninguna y moderada, lo que indica una mejor ventilación y menor retención de calor en comparación con las áreas más compactas. Sin embargo, en algunos puntos, la falta de vegetación o sombra puede hacer que estas áreas acumulen calor de manera moderada.
- **Compactos de media altura y baja altura:** Estas tipologías muestran un comportamiento bastante homogéneo, con la mayoría de los valores concentrados en las categorías de leve a moderada. Esto indica una retención de calor notable, aunque no tan extrema como en las zonas industriales. La densidad de las edificaciones y la falta de sombra suficiente provocan que estas áreas se calienten, especialmente en días soleados, cuando la ventilación limitada no es suficiente para disipar el calor acumulado. La ausencia de vegetación y las superficies que retienen calor intensifican este efecto, haciendo que estas zonas contribuyan al fenómeno de las islas de calor en la ciudad.

Figura 31: Comportamiento de Islas de Calor por Tipología de Paisaje en Montevideo



3.8 Quito, Ecuador

La ciudad de Quito, situada en el Distrito Metropolitano, abarca 420,09 km² y tiene una población de 2,679,722 habitantes (INEC, 2022). Su compromiso con la Agenda Climática se evidencia en la existencia de organismos gubernamentales dedicados a esta causa, aunque carece de un consejo de sociedad civil y de un comité interdepartamental. Quito cuenta con su Análisis de Riesgo Climático 2020 (ARC), el cual determina los potenciales impactos climáticos de Sequías, Olas de calor, Inundaciones y Movimientos en masa. Dicho ARC fue elaborado como insumo para la construcción del Plan de Acción de Cambio Climático de Quito 2020. La ciudad posee áreas protegidas, el Subsistema Metropolitano de Áreas Naturales Protegidas (SMANP) y espacios verdes públicos como refugios climáticos, además de un Plan de Forestación Urbana. La Red Metropolitana de Monitoreo Atmosférico

de Quito (REMMAQ) opera con 9 estaciones que ofrecen datos en tiempo real sobre clima, complementadas por 89 estaciones de la Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento (EPMAPS), una importante herramienta de monitoreo climático.

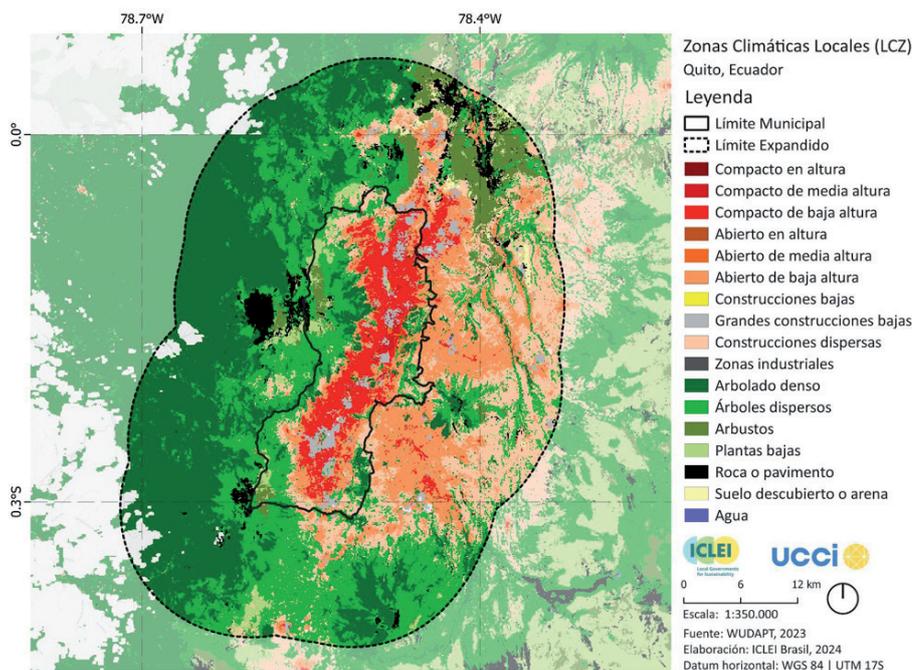
3.8.1 Análisis de las Zonas Climáticas Locales

El mapa de Zonas Climáticas Locales en Quito revela una concentración significativa de áreas de compacto en altura y compacto de media altura, especialmente en el centro y este de la ciudad, que representa la zona más urbanizada. Estas áreas densamente edificadas son las principales responsables de la retención de calor, lo que coincide con las zonas más cálidas observadas en el mapa de UTFVI.

Por otro lado, las zonas de arbolado denso y disperso se encuentran principalmente al oeste, en las faldas del volcán Guagua Pichincha, y al este, en parroquias como Ñaquito, Itchimbía y Puengasí. Estas zonas corresponden a áreas residenciales más dispersas, con construcciones de baja altura y una significativa presencia de áreas verdes, como el Parque Metropolitano Guangüiltagua.

Además, las zonas de abierto de baja altura y abierto de media altura sirven como áreas de transición entre las zonas más compactas y las áreas verdes periurbanas. Aunque estas zonas también retienen calor, lo hacen en menor grado que las áreas urbanas más densas, proporcionando un amortiguador que ayuda a mitigar los efectos de las islas de calor en los sectores más densamente construidos.

Figura 32: Zonas Climáticas Locales de Quito

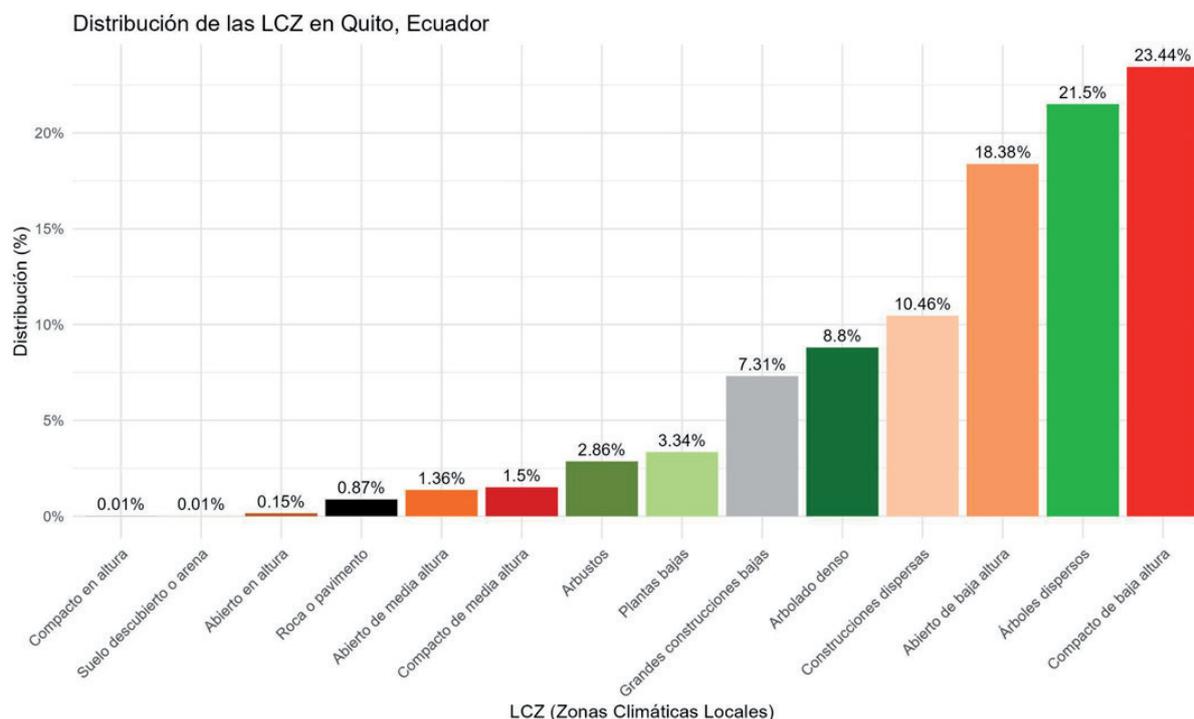


3.8.2 Distribución de las Zonas Climáticas Locales

Más de 60% del área de la ciudad corresponde a tipologías de paisaje urbano - aproximadamente 263km² -, mientras más de 30% de todo el territorio municipal tiene cobertura vegetal - aproximadamente 127km². Es importante resaltar que las masas de arbolado no se notan tan representativas en el medio de la urbanización. Tales zonas se concentran sobre todo a los bordes. Según el gráfico de distribución de las LCZ en Quito en la Figura 33, se observan las siguientes características:

- **Compacto de baja altura (23.44%):** Esta es la tipología predominante en Quito. Las áreas con edificaciones de baja altura y alta densidad son responsables de la mayor retención de calor debido a la falta de vegetación y la abundancia de superficies impermeables. Estas zonas contribuyen directamente al fenómeno de las islas de calor en la ciudad;
- **Arbolado disperso (21.5%):** Las áreas con arbolado disperso cubren una parte considerable del territorio, especialmente en las zonas periurbanas y en áreas al este de la ciudad. Aunque no tan eficientes como las zonas de arbolado denso, estas áreas ayudan a reducir la acumulación de calor en comparación con las zonas urbanizadas, moderando los efectos de las islas de calor;
- **Abierto de baja altura (18.38%):** Las zonas abiertas con edificaciones de baja altura ofrecen una mezcla de urbanización y espacios abiertos. Estas áreas están ubicadas principalmente en la zona sur y este del área urbana. Aunque contribuyen a la retención de calor, lo hacen en menor medida que las zonas compactas. Estas áreas funcionan como una transición entre las zonas densamente edificadas y las áreas verdes;
- **Arbolado denso (8.8%):** Aunque menos extendido, el arbolado denso es crucial para la mitigación del calor. Estas áreas están ubicadas principalmente en el noroeste y sureste de la ciudad. Las áreas con vegetación densa actúan como reguladores térmicos creando microclimas más frescos en sus alrededores y contrarrestando los efectos de las zonas urbanas más calientes.

Figura 33: Distribución de las Zonas Climáticas Locales en Quito

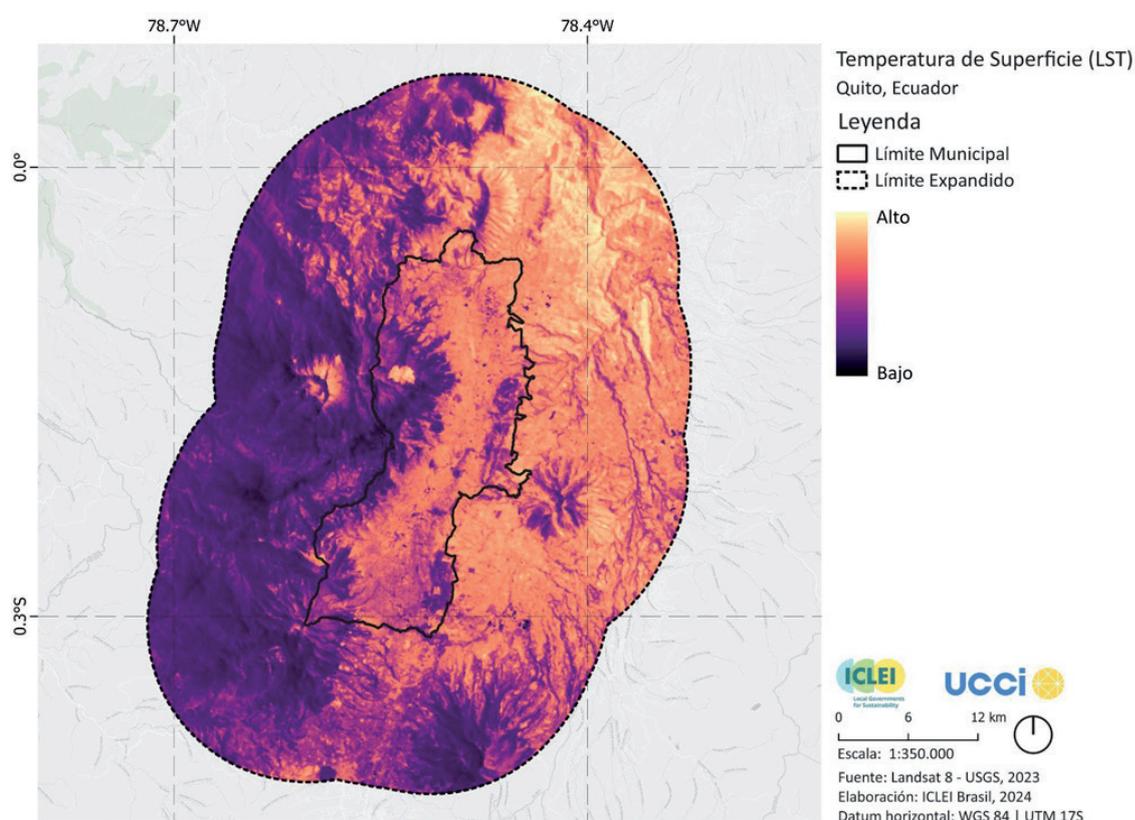


3.8.3 Análisis de las Islas de Calor

El mapeo de LST en Quito, Ecuador, muestra que las zonas más cálidas se concentran principalmente en el área central, este de la ciudad y perímetro urbano. Estas zonas corresponden a áreas urbanas edificadas, donde la alta densidad de construcciones y la falta de vegetación contribuyen a una mayor acumulación de calor.

En contraste, las áreas marcadas en violeta oscuro se encuentran predominantemente en las zonas sur y oeste del área periurbana. En estas áreas, la vegetación y la menor densidad de edificaciones ayudan a mitigar los efectos del calor, proporcionando un entorno más fresco en comparación con las zonas urbanizadas. Sin embargo, son también zonas caracterizadas por la presencia de sierras, que pueden interferir en la estimación del efecto de islas de calor por teledetección.

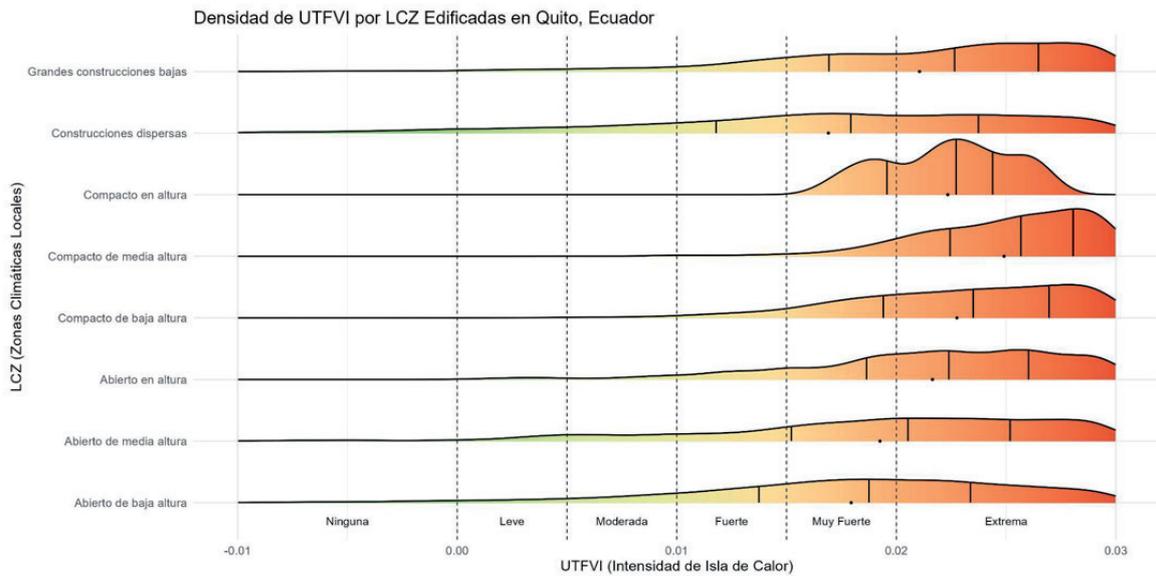
Figura 34: Temperaturas de Superficie en Quito



3.8.4 Comportamiento de Islas de Calor por Tipología de Paisaje

- **Compacto en altura:** Es la tipología más densa y vertical del paisaje de Quito, caracterizada por la presencia de rascacielos. Aunque no llegue a los 1% del área total de la ciudad, corresponde a las zonas con mayor concentración de la clasificación extrema según el índice UTFVI;
- **Compacto de media altura:** Aunque correspondan a cerca de 1.5% del área total de los límites de Quito, esta tipología de paisaje urbano, en términos de retención de calor, influye mucho en el aumento del efecto de las islas. Presente el en centro geográfico de la zona urbana, es caracterizada por la falta de espacios abiertos y verdes, y por el bloqueo y generación de corredores de vientos;
- **Grandes construcciones bajas:** Esta clase presenta un patrón más distribuido y sus valores de UTFVI se concentran mayormente en las categorías Extrema y Muy fuerte. Esta tipología también no presenta gran presencia de vegetación, y su carácter macizo se refleja en el impacto sobre el efecto de islas de calor.

Figura 35: Comportamiento de Islas de Calor por Tipología de Paisaje en Quito



3.9 Rio de Janeiro, Brasil

La ciudad de Rio de Janeiro, con una superficie de 1.200,329 km² y una población de 6,211,223 habitantes (IBGE, 2022), muestra un compromiso notable hacia la Agenda Climática. El municipio cuenta con instancias gubernamentales y consejos que involucran a la sociedad civil en esta temática, así como un comité intersecretarial para abordar estos asuntos. También posee una entidad responsable de coordinar acciones de prevención y gestión de desastres y dispone de recursos financieros para la agenda climática. Rio de Janeiro ha realizado análisis de riesgo ante islas y ondas de calor y cuenta con un Plan de Acción Climática. La ciudad cuenta con áreas protegidas y parques que sirven como refugios climáticos, y se esfuerza por mantener un Plano de Arborización Urbana. Adicionalmente, dispone de 149

estaciones pluviométricas, de las cuales 8 también funcionan como estaciones meteorológicas, y cuenta con una equipo de fiscalización ambiental equipada para asegurar el cumplimiento de normativas.

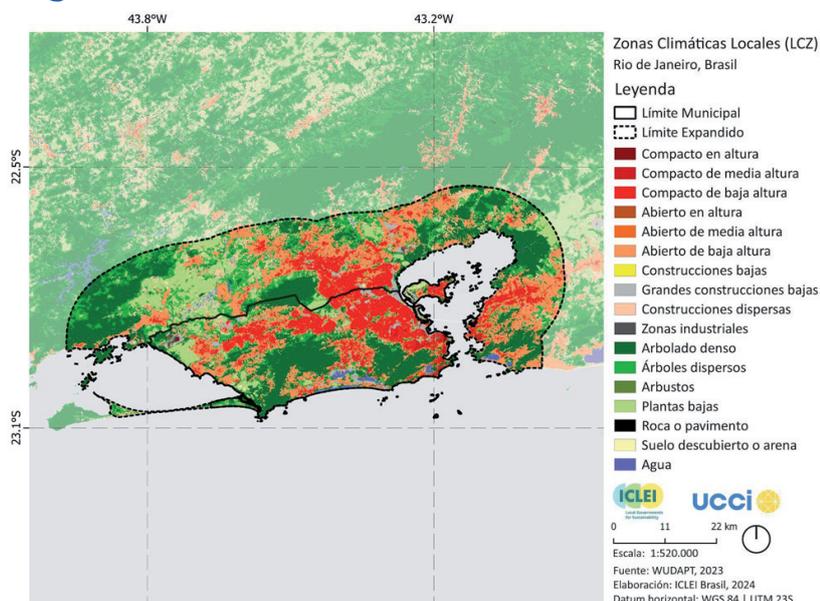
3.9.1 Análisis de las Zonas Climáticas Locales

Rio de Janeiro, una de las principales ciudades de Brasil, exhibe una notable diversidad de tipologías urbanas dentro de su perímetro municipal. El mapa de Zonas Climáticas Locales (LCZ) muestra una clara concentración de áreas compactas de baja y media altura en el núcleo urbano de la ciudad, donde las construcciones densas son responsables de una gran parte de la retención de calor, lo que contribuye significativamente a la formación de islas de calor.

En contraste, las áreas de arbolado disperso se localizan predominantemente en la zona suroeste de la ciudad, especialmente en el barrio de Santa Cruz, una región poco urbanizada que alberga un distrito industrial con ocupaciones dispersas. Las áreas de arbolado denso, representadas por dos grandes manchas verdes en el centro del mapa, corresponden al Parque Estadual da Pedra Branca, hacia el oeste, y al Parque Nacional da Tijuca, al este. Estas áreas no solo actúan como barreras térmicas, sino también como barreras topográficas que limitan la expansión urbana debido a su terreno montañoso.

Asimismo, las zonas de “abierto de baja y media altura” ocupan una parte significativa de la ciudad, sirviendo como áreas de transición entre las zonas densamente edificadas y las áreas verdes. Sin embargo, en algunas áreas no existe una transición gradual, ya que la urbanización llega hasta los límites posibles, donde la topografía montañosa y la densa vegetación impiden una mayor expansión, lo que subraya el papel crucial de estas barreras naturales en la configuración urbana de Rio de Janeiro.

Figura 36: Zonas Climáticas Locales de Rio de Janeiro

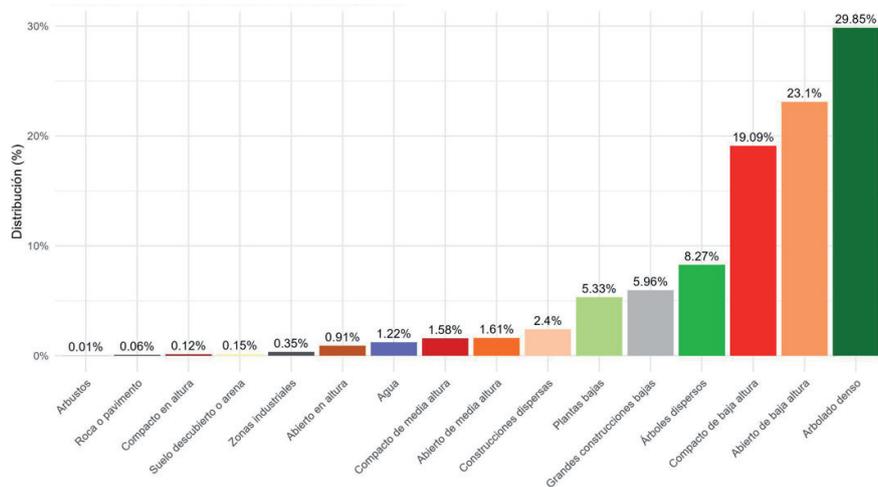


3.9.2 Distribución de las Zonas Climáticas Locales

Cerca de 55% del área de la ciudad corresponde a tipologías de paisaje urbano - aproximadamente 662km² -, mientras casi 40% de todo el territorio municipal presenta cobertura vegetal - aproximadamente 457km². Tales zonas se concentran en zonas protegidas, como el Parque Nacional da Tijuca y el Parque Estadual da Pedra Branca, y en algunas veces están asociadas a colinas. Según el gráfico de distribución de las LCZ en Rio de Janeiro en la Figura 37, se observan las siguientes características:

- **Arbolado denso (29.85%):** Aproximadamente el 30% del área de Rio de Janeiro está compuesta por áreas con vegetación densa. Estas zonas actúan como importantes reguladores térmicos, ayudando a reducir la temperatura superficial y mitigando los efectos de las islas de calor en las áreas circundantes;
- **Abierto de baja altura (23.1%):** Esta es la tipología urbana predominante en Rio de Janeiro. Representa áreas densamente urbanizadas con edificaciones de baja altura y alta impermeabilización del suelo. Estas zonas están directamente relacionadas con intensas islas de calor debido a la falta de vegetación significativa y al predominio de materiales de construcción con alta capacidad de retención de calor, como el concreto y el asfalto;
- **Compacto de baja altura (19.09%):** Las áreas de baja altura abierta están caracterizadas por edificaciones de baja densidad y espacios abiertos. La presencia de vegetación en estas zonas ayuda a mantener temperaturas más frescas en comparación con las zonas compactas;
- **Árboles dispersos (8.27%):** Son áreas de campo ubicadas sobre todo al extremo oeste de la ciudad, y no desempeñan gran función de regulación climática. Sin embargo, pueden ser sustituidas por suelo urbano en procesos de expansión formales o informales, que pueden no tener en cuenta la calidad ambiental.

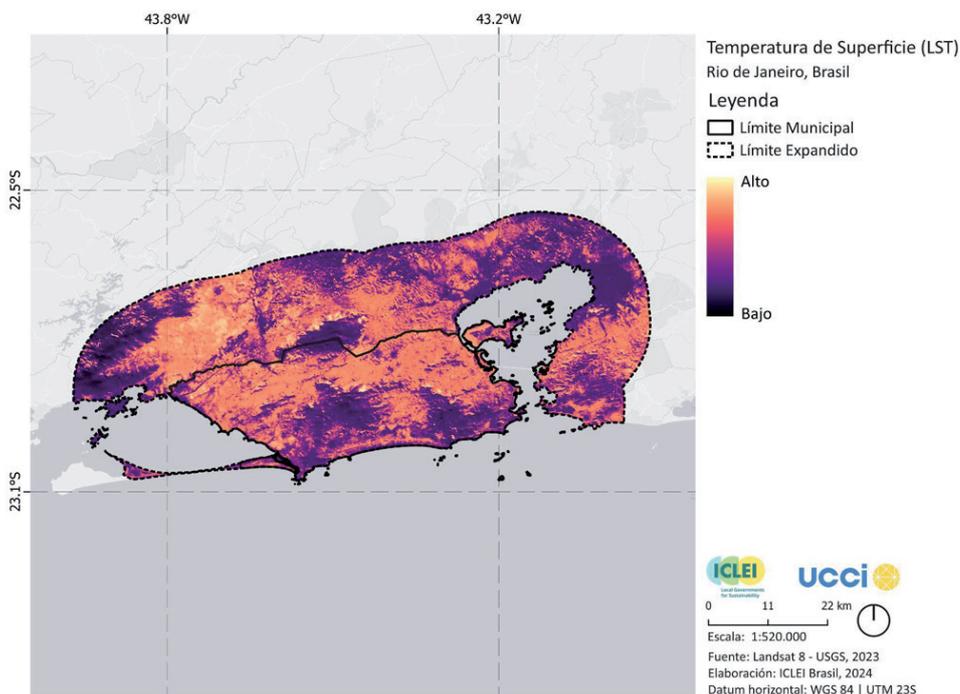
Figura 37: Distribución de las Zonas Climáticas Locales en Rio de Janeiro



3.9.3 Análisis de las Islas de Calor

El mapa de LST en la ciudad muestra que las zonas más cálidas se concentran en las áreas urbanas densamente edificadas, especialmente en el norte de la ciudad. Estas zonas están asociadas con la alta densidad de edificaciones y la escasez de vegetación, lo que favorece la acumulación de calor. Por otro lado, las áreas marcadas en violeta se localizan principalmente en la región sur de la ciudad, donde se encuentran las áreas costeras y diversas áreas protegidas clasificadas como arbolado denso, así como en el perímetro periurbano, lo que contribuye significativamente a la mitigación del calor en la zona.

Figura 38: Temperaturas de Superficie en Rio de Janeiro



3.9.4 Comportamiento de Islas de Calor por Tipología de Paisaje

- **Zonas industriales:** Estas áreas presentan valores notables, concentrados principalmente en las categorías de moderada a muy fuerte. Las zonas industriales, con una densidad de superficies pavimentadas y poca vegetación, son puntos clave para la formación de islas de calor en la ciudad. La falta de sombreado y la alta retención de calor en los materiales industriales aumentan su impacto térmico.
- **Compactos y Abiertos (en altura, media altura y baja altura):** Estas áreas muestran una retención de calor significativa, con valores principalmente en las categorías de leve a moderada. Los edificios altos generan algo

de sombra, pero no suficiente para mitigar completamente el calor, especialmente en zonas con menos vegetación y ventilación limitada. El abierto en altura presenta un comportamiento particular, con una mayor dispersión de valores, lo que sugiere una mejor ventilación, pero aún con puntos de retención de calor en áreas específicas.

- **Grandes construcciones bajas:** Los valores en estas zonas se distribuyen principalmente en las categorías de leve a fuerte, lo que sugiere que estas áreas también contribuyen al fenómeno de islas de calor, aunque en menor medida que las zonas industriales.
- **Construcciones dispersas:** Las áreas con construcciones dispersas presentan valores concentrados mayormente en la categoría de leve. Esto indica que, debido a la mayor separación entre edificaciones y la posible presencia de vegetación, estas zonas tienden a retener menos calor y contribuyen de manera más limitada al fenómeno de las islas de calor.

Figura 39: Comportamiento de Islas de Calor por Tipología de Paisaje en Rio de Janeiro

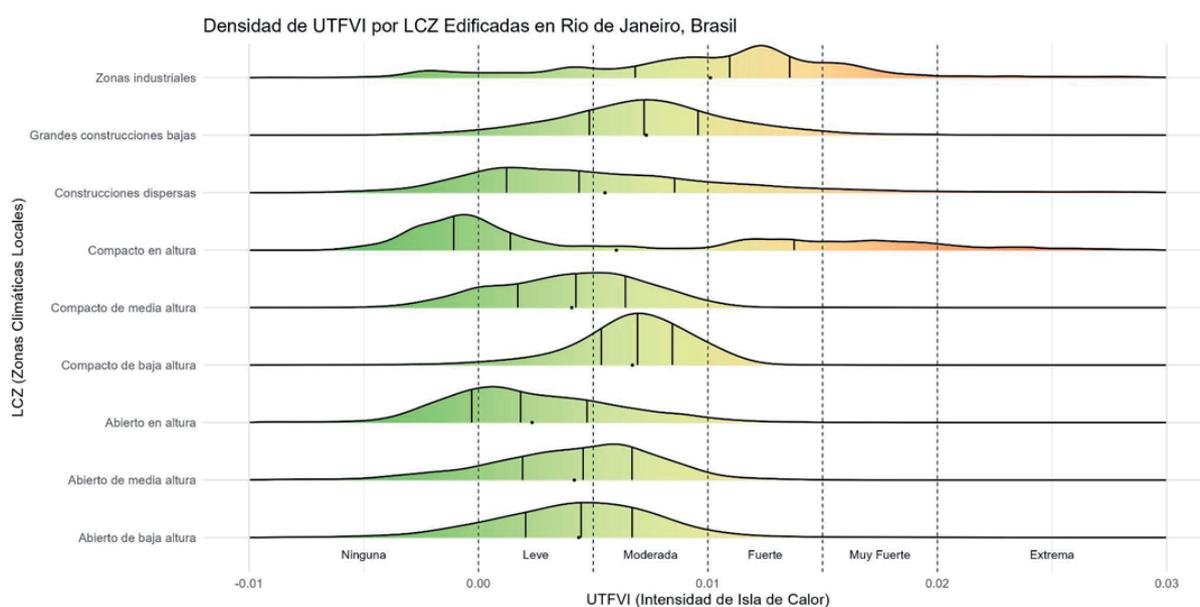




Foto de San Salvador: Envato

3.10 San Salvador, El Salvador

La ciudad de San Salvador, con una superficie de 141,6 km² y una población de 705,858 habitantes según estimaciones de 2023 (ONEC), presenta un panorama desafiante en relación con la Agenda Climática. Aunque el municipio cuenta con una entidad responsable de coordinar acciones de prevención y gestión de desastres, no dispone de organismos gubernamentales ni consejos con representación de la sociedad civil para abordar esta agenda. Además, no hay comités, grupos de trabajo o foros que integren diferentes departamentos para tratar estos temas. No se han reportado olas de calor ni muertes relacionadas en los últimos cinco años, pero la ciudad sí cuenta con áreas protegidas. A pesar de no tener un Plan de Forestación Urbana ni leyes específicas para la conservación de áreas verdes, San Salvador dispone de equipos para medir variables ambientales, aunque la información sobre su cantidad y tipo no se ha especificado. Sin embargo, la falta de recursos específicos destinados a la agenda climática sigue siendo uno de los mayores desafíos para el desarrollo de planes y acciones relacionados con el tema.

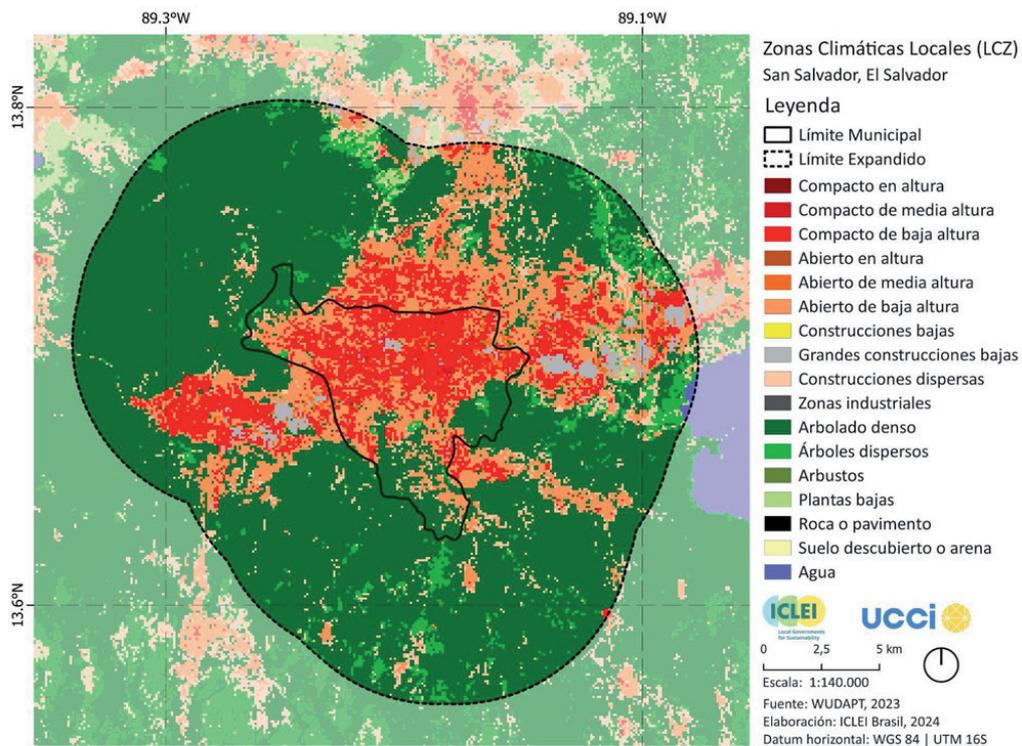
3.10.1 Análisis de las Zonas Climáticas Locales

San Salvador, la capital y mayor ciudad de El Salvador, presenta en su mapa de LCZ una marcada concentración de áreas de compacto de baja altura. Esta aglomeración urbanizada se extiende más allá del límite de la ciudad, evidenciando una alta densidad de edificaciones y una limitada presencia de vegetación, factores que contribuyen de manera significativa a la retención de calor y a la formación de islas de calor. En el centro del mapa, se distingue una zona en gris que representa grandes construcciones bajas, como centros comerciales, hospitales y edificios gubernamentales.

En contraste, las áreas de arbolado denso se localizan principalmente en las zonas noroeste y sur del área urbanizada, correspondientes a regiones menos desarrolladas cercanas a cerros y áreas de mayor relieve. Estas zonas son fundamentales para la mitigación térmica, ya que la vegetación desempeña

un papel crucial en la reducción de la temperatura superficial. Además, las áreas de “abierto de baja altura” cubren una parte importante del territorio y están asociadas a una ocupación menos densa en comparación con el núcleo urbano, proporcionando cierto alivio térmico en contraste con las zonas más compactas de la ciudad.

Figura 40: Zonas Climáticas Locales de San Salvador



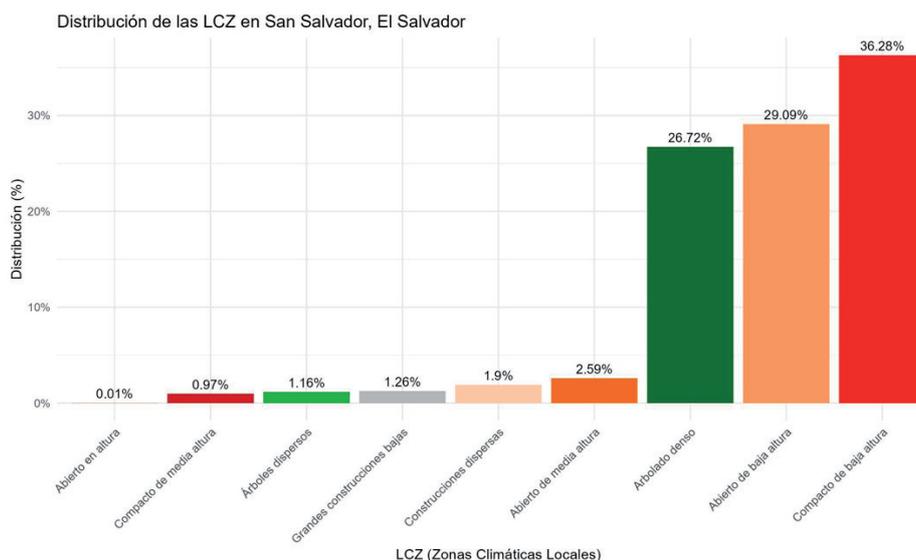
3.10.2 Distribución de las Zonas Climáticas Locales

Más de 70% del área de la ciudad corresponde a tipologías de paisaje urbano - aproximadamente 102km² -, mientras casi 28% de todo el territorio municipal tiene cobertura vegetal - aproximadamente 40km². Es importante resaltar que las masas de arbolado no se notan tan representativas en el medio de la urbanización. Tales zonas se concentran sobre todo a los bordes. Según el gráfico de distribución de las LCZ en San Salvador en la Figura 41, se observan las siguientes características:

- **Compacto de baja altura (36.28%):** Esta es la tipología predominante en San Salvador, cubriendo más de un tercio del territorio. Las áreas compactas de baja altura son las principales responsables de la formación de islas de calor en la ciudad debido a la alta densidad de edificaciones y la escasez de vegetación. La abundancia de superficies impermeables contribuye a una mayor retención de calor, generando temperaturas más elevadas en estas zonas;

- **Abierto de baja altura (29.09%):** Las áreas abiertas de baja altura representan una proporción significativa del territorio de San Salvador. Estas zonas aunque urbanizadas, presentan una menor densidad que las áreas compactas, lo que ayuda a moderar la acumulación con las zonas más densas. Funcionan como una transición entre las áreas compactas y las zonas verdes, contribuyendo a un cierto alivio térmico;
- **Arbolado denso (26.72%):** Las áreas de arbolado denso son esenciales para la mitigación térmica en San Salvador, ocupando una parte importante del territorio. Estas zonas, caracterizadas por una gran cantidad de vegetación, ayudan a reducir la temperatura superficial y contrarrestar los efectos de las islas de calor, proporcionando microclimas más frescos;
- **Árboles dispersos (1.16%):** Es la segunda tipología de paisaje natural más recurrente en la ciudad, no presentando un padrón de distribución. No desempeñan gran función en términos de regulación climática, pero pueden ser sustituidas por suelo urbano.

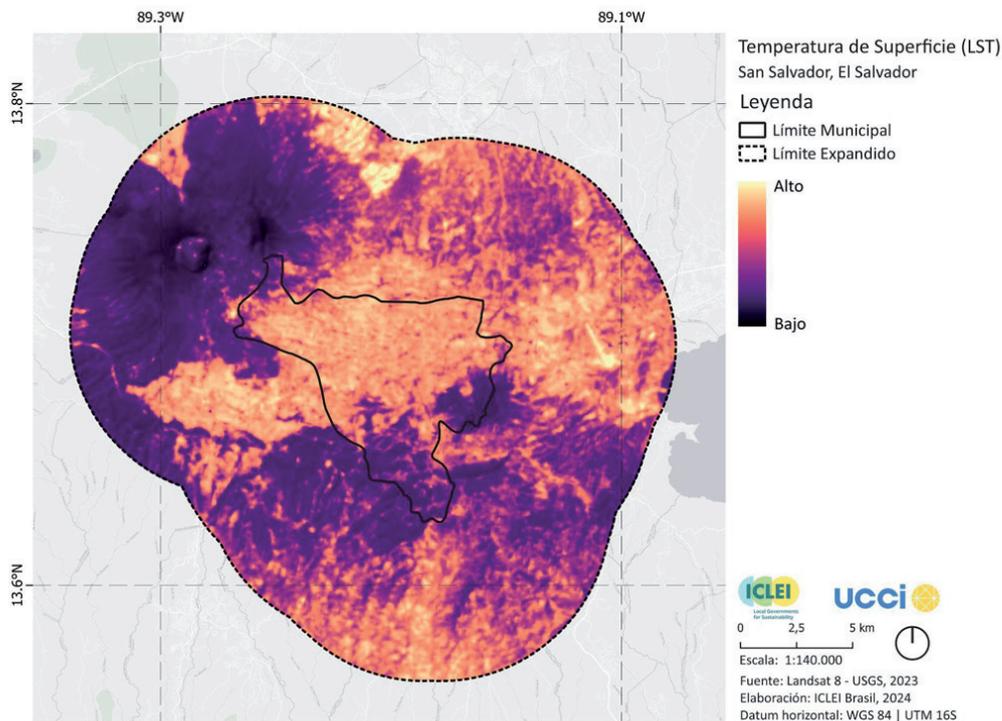
Figura 41: Distribución de las Zonas Climáticas Locales en San Salvador



3.10.3 Análisis de las Islas de Calor

El mapa de LST revela que las zonas más cálidas en el San Salvador se concentran principalmente en el centro de la ciudad, coincidiendo con las áreas de compacto en altura y compacto de baja altura. Estas áreas presentan una alta densidad de edificaciones y superficies impermeables, lo que favorece la acumulación de calor. Por otro lado, las áreas periféricas, marcadas en violeta, se corresponden con las zonas de arbolado denso, donde la vegetación ayuda a mitigar los efectos del calor, proporcionando un entorno más fresco.

Figura 42: Temperaturas de Superficie en San Salvador

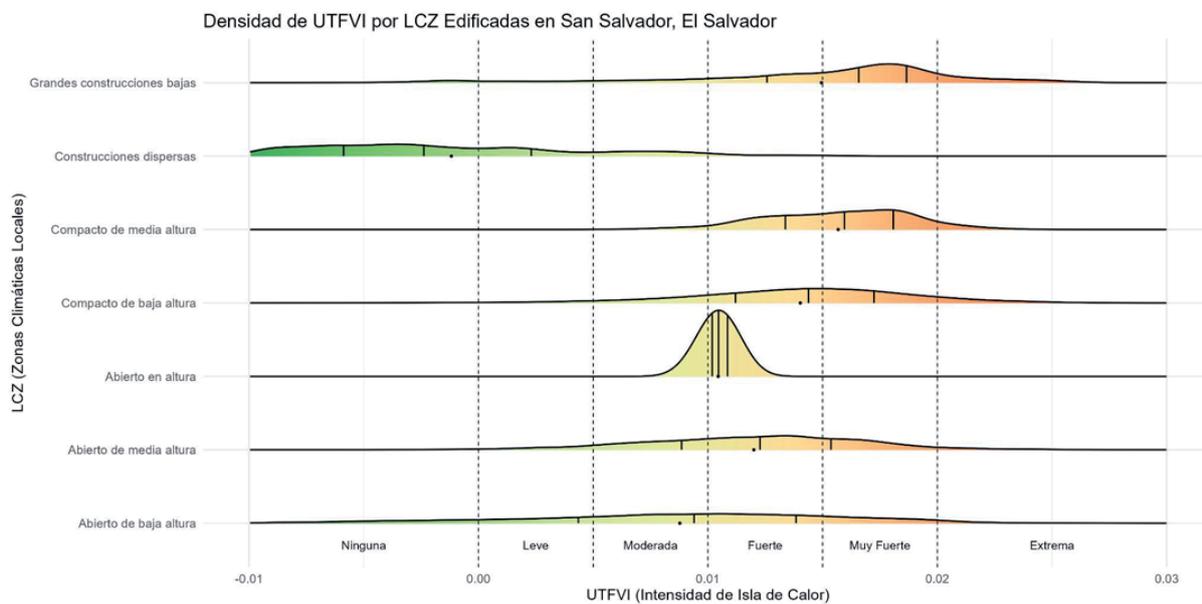


3.10.4 Comportamiento de Islas de Calor por Tipología de Paisaje

- **Grandes concentraciones bajas, compactos de baja y media altura:** Presentan valores entre fuerte y muy fuerte, lo que demuestra que las áreas con grandes construcciones bajas y medias contribuyen significativamente a las islas de calor. La falta de sombreado adecuado y la alta cantidad de superficies pavimentadas intensifican el efecto térmico en esta zona.
- **Abiertos de baja, media y en altura:** Estas tipologías están entre las que presentan los valores intermediarios, con la mayoría concentrada en las categorías de moderada a muy fuerte. El espaciado entre construcciones permite una mayor circulación de aire, lo que ayuda a mitigar en cierta medida la formación de islas de calor. Aunque todavía hay retención de calor debido a las superficies pavimentadas, estas áreas son un poco más frescas en comparación con las zonas compactas, que suelen tener una mayor densidad y menor ventilación.
- **Construcciones dispersas:** Esta tipología presenta valores principalmente en la categoría de ninguna, con algunos pocos registros en leve. Esto indica que las áreas con construcciones dispersas, debido a la mayor ventilación y posiblemente mayor presencia de vegetación, tienden a retener menos calor en comparación con las zonas más densamente construidas. Aunque contribuyen a las islas de calor, su impacto es menor, lo que sugiere que

estas áreas cuentan con mejores condiciones para la disipación del calor y la reducción de las temperaturas superficiales.

Figura 43: Comportamiento de Islas de Calor por Tipología de Paisaje en San Salvador



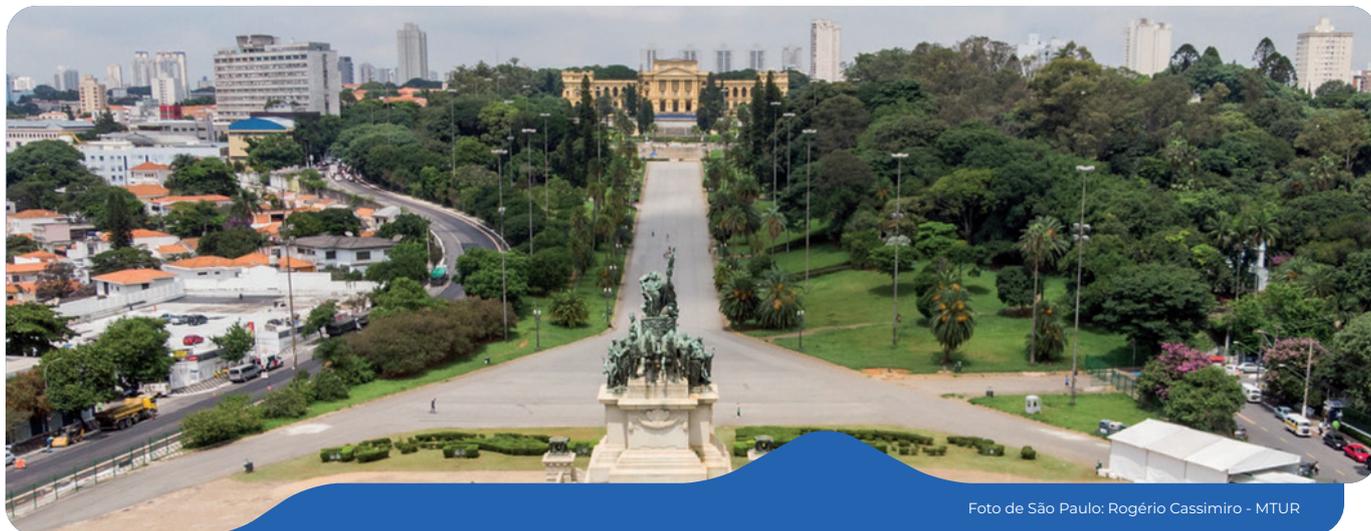


Foto de São Paulo: Rogério Cassimiro - MTUR

3.11 São Paulo, Brasil

La ciudad de São Paulo, con un área de 1.521,202 km² y una población de 11.451.999 habitantes (IBGE, 2022), presenta una serie de iniciativas relacionadas con la Agenda Climática.

El municipio cuenta con órganos gubernamentales, comités y grupos de trabajo dedicados a este tema, además de una entidad responsable de coordinar acciones de prevención y gestión de desastres.

São Paulo dispone de recursos financieros para la agenda climática y realiza análisis de riesgo relacionados con islas de calor y olas de calor, habiéndose registrado estas ocurrencias en los últimos cinco años.

La ciudad cuenta con áreas protegidas y espacios verdes públicos que funcionan como refugios climáticos, además de un Plan de Arborización Urbana y legislación orientada a la conservación y recuperación de espacios verdes.

En términos de monitoreo ambiental, la ciudad dispone de 35 estaciones para medir la temperatura, la humedad y otras variables climáticas. También cuenta con un equipo de fiscalización ambiental que utiliza diversas herramientas, como un canal de denuncias y un sistema automatizado para la aplicación de sanciones.

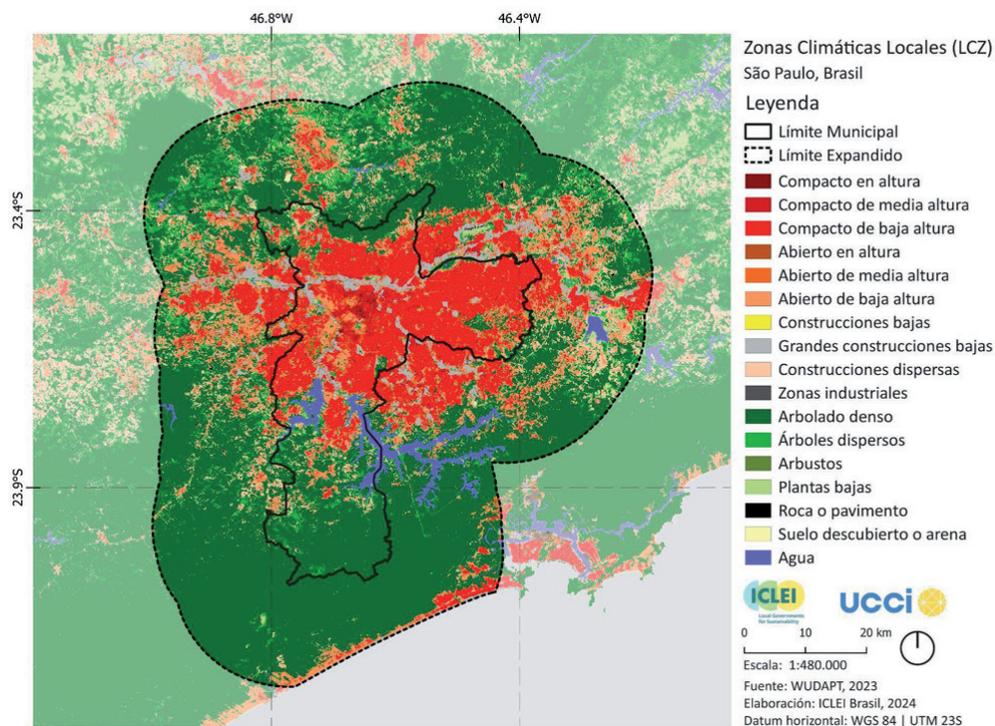
3.11.1 Análisis de las Zonas Climáticas Locales

São Paulo, una de las metrópolis más grandes de América Latina, presenta una notable diversidad de paisajes urbanos dentro de su perímetro municipal, lo que influye significativamente en la formación y la intensidad de las islas de calor urbanas. En el área central del municipio, predomina la presencia de zonas compactas en altura y media altura, que corresponden al centro expandido de la ciudad, caracterizado por una urbanización vertical. Este patrón de densidad contribuye a la retención de calor y a la creación de

intensas islas de calor urbanas. La zona gris lineal en el centro norte del mapa indica las márgenes del Río Tietê, un área ocupada por vías expresas y grandes construcciones bajas, mayormente comerciales y depósitos.

Por otro lado, las áreas de árboles densos se concentran principalmente cerca de los límites norte y sur de la ciudad. Al norte, la zona arbolada corresponde al Parque Estadual de la Serra da Cantareira, una región forestal con topografía montañosa que actúa como una barrera natural, limitando la expansión urbana. Al sur, se encuentra una mezcla de urbanizaciones dispersas y de baja altura junto a áreas de protección ambiental, que forman parte de la zona rural del municipio. Estas áreas verdes en los extremos de la ciudad son esenciales para la mitigación térmica, ya que ofrecen un contraste con las áreas más densamente edificadas del centro.

Figura 44: Zonas Climáticas Locales de São Paulo

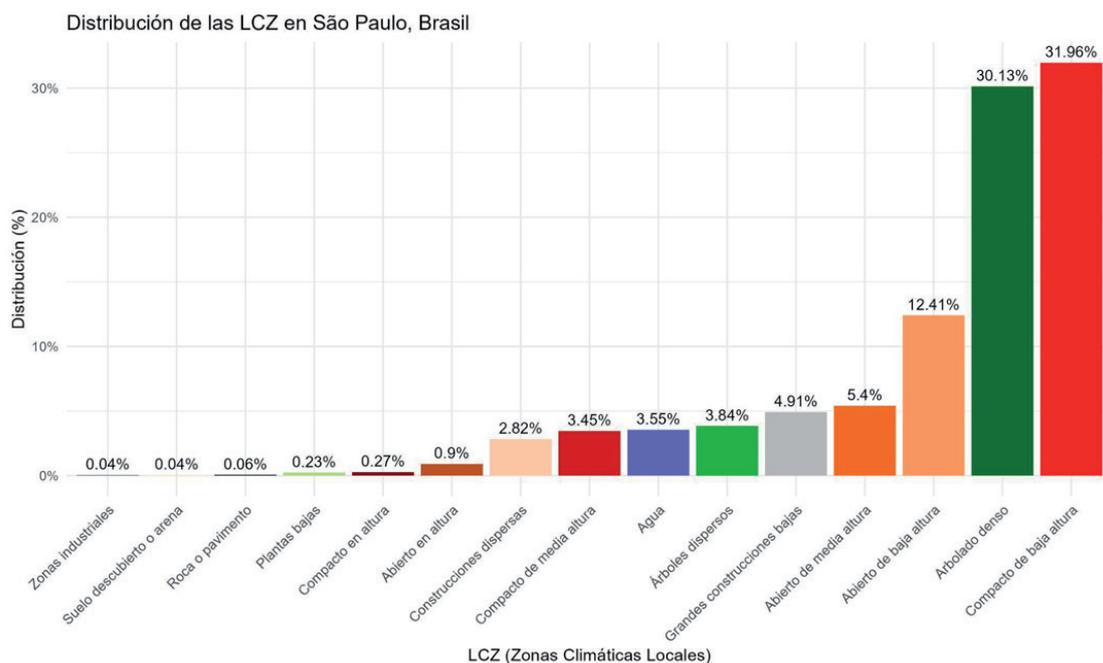


3.11.2 Distribución de las Zonas Climáticas Locales

Más de 60% del área de la ciudad corresponde a tipologías de paisaje urbano - aproximadamente 945km², mientras casi 34% de todo el territorio municipal tiene cobertura vegetal - aproximadamente 517km². Es importante resaltar que las masas de arbolado no se notan tan representativas en el medio de la urbanización. Tales zonas se concentran sobre todo a los bordes y hacia el sur. Según el gráfico de distribución de las LCZ en São Paulo en la Figura 46, se observan las siguientes características:

- **Compacto de baja altura (32.22%):** Esta es la tipología predominante en São Paulo. Representa áreas densamente urbanizadas con edificaciones de baja altura y alta impermeabilización del suelo. Estas zonas están directamente relacionadas con intensas islas de calor debido a la falta de vegetación significativa y al predominio de materiales de construcción con alta capacidad de retención de calor, como el concreto y el asfalto;
- **Arbolado denso (29.93%):** Aproximadamente el 30% del área de São Paulo está compuesta por áreas con vegetación densa. Estas zonas actúan como importantes reguladores térmicos, ayudando a reducir la temperatura superficial y mitigando los efectos de las islas de calor en las áreas circundantes;
- **Abierto de baja altura (12.36%):** Las áreas de baja altura abierta están caracterizadas por edificaciones de baja densidad y espacios abiertos. La presencia de vegetación en estas zonas ayuda a mantener temperaturas más frescas en comparación con las zonas compactas;
- **Árboles dispersos (3.84%):** Esta tipología de paisaje natural no realiza gran función en términos de enfriamiento urbano. Están ubicadas normalmente en espacios públicos de uso colectivo, como parques.

Figura 45: Distribución de las Zonas Climáticas Locales en São Paulo



3.11.3 Análisis de las Islas de Calor

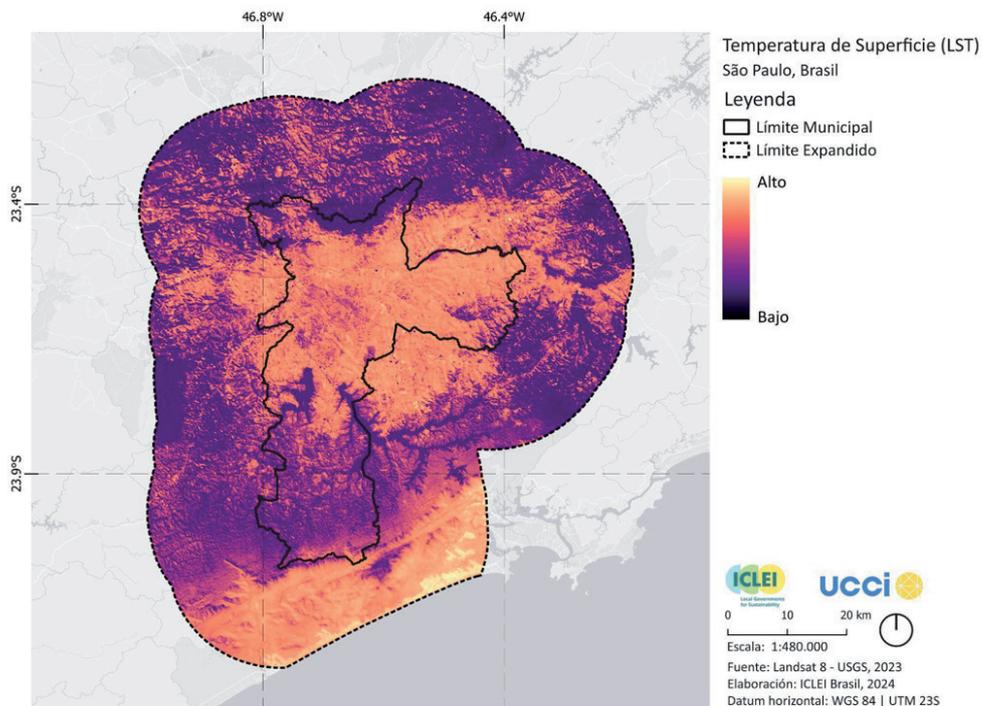
El mapa de LST de São Paulo destaca claramente una notable diferencia entre el núcleo urbano y las regiones periféricas - Figura 46. Las regiones más cálidas, representadas en amarillo, se concentran en el sureste del perímetro

periurbano, especialmente en zonas cercanas a la costa. Estas regiones indican una acumulación considerable de calor.

En contraste, el centro de São Paulo muestra una predominancia de temperaturas moderadas. Aunque no tan extremas como las zonas costeras, estas áreas aún sufren de retención térmica debido a la alta densidad de edificaciones y superficies impermeables, típicas de una gran metrópolis.

Por otro lado, las zonas más frescas, identificadas en violeta, se localizan principalmente en los alrededores de la ciudad y en áreas con mayor vegetación. Estas regiones presentan una mitigación notable de los efectos del calor, gracias a la cobertura vegetal más abundante y a la menor presencia de construcciones.

Figura 46: Temperaturas de Superficie en São Paulo



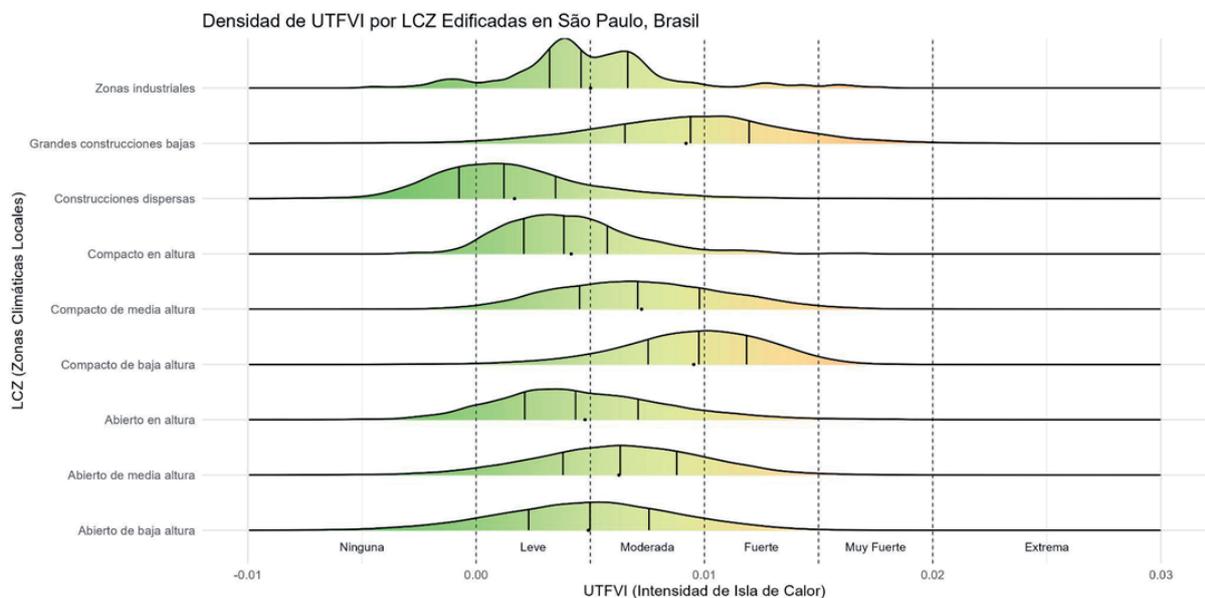
3.11.4 Comportamiento de Islas de Calor por Tipología de Paisaje

El gráfico revela la intensidad de las islas de calor en diferentes LCZ. El UTFVI indica la severidad de las islas de calor, con clasificaciones que varían de “ninguna” hasta “Extrema” (Figura 47).

- **Zonas industriales:** Esta tipología presenta una concentración de valores en las categorías de leve a moderada. La alta concentración de materiales que retienen calor, junto con la escasa presencia de vegetación, hace que estas áreas sean de islas de calor.

- **Grandes construcciones bajas:** En esta tipología los valores están distribuidos principalmente en las categorías moderada y fuerte, lo que indica que estas áreas contribuyen al fenómeno de las islas de calor. La falta de vegetación en combinación con la presencia de edificios bajos aumenta significativamente la retención de calor.
- **Compactos y Abiertos (en altura, media altura y baja altura):** Estas tipologías muestran un comportamiento relativamente homogéneo en cuanto a la intensidad de calor, con valores predominantemente entre las categorías leve y moderada, con el compacto de baja altura con valores más elevados. Presentan un aumento en la retención de calor debido a la alta densidad de las edificaciones. Aunque los edificios más altos tienden a generar sombra, lo que puede disminuir ligeramente la temperatura en áreas cercanas, el diseño compacto en general contribuye significativamente al calentamiento urbano.
- **Construcciones dispersas:** Esta tipología presenta los valores más bajos, con la mayoría de los registros concentrados en las categorías de ninguna y leve. Esto sugiere que las áreas con construcciones dispersas, gracias a la mayor separación entre edificios y la posible presencia de vegetación, contribuyen mínimamente a la formación de islas de calor. Estas zonas disfrutan de una mejor circulación de aire y temperaturas más moderadas en comparación con las tipologías más densas.

Figura 47: Comportamiento de Islas de Calor por Tipología de Paisaje en São Paulo



4. Principales Hallazgos

El análisis de las 11 ciudades iberoamericanas indicó significativos resultados sobre el fenómeno de las islas de calor y su relación con las tipologías de paisaje. En áreas urbanas densamente construidas, como zonas industriales y tipologías compactas de altura, se observaron los valores más altos de temperatura de superficie. En estas regiones, la abundancia de superficies artificiales, como concreto y asfalto, junto con la escasez de vegetación, contribuye a la retención de calor. Los materiales típicos de estas áreas, con alta capacidad de absorción y radiación de calor, exacerban la creación de microclimas urbanos más cálidos, especialmente en zonas sin cobertura vegetal que podría ayudar a regular la temperatura.

Por otro lado, las tipologías de paisaje con vegetación densa y árboles dispersos desempeñan un papel fundamental en la creación de microclimas más frescos. La vegetación permite sombrear las superficies y reducir la temperatura local, lo que contribuye a disminuir el calor en su entorno. Este efecto se observa especialmente en las áreas verdes dispersas de las ciudades, donde las zonas con mayor cobertura vegetal presentan valores más bajos de temperatura de superficie, subrayando la importancia de estos espacios para la reducción de las temperaturas urbanas.

Otro factor importante a considerar es el impacto de los edificios altos en la dinámica térmica de las ciudades. Las edificaciones de gran altura pueden, por un lado, intensificar las islas de calor debido a la concentración de materiales que retienen calor, pero también pueden actuar como barreras de sombra. Ciudades como Barcelona y Montevideo son ejemplos notables donde las sombras proyectadas por los edificios altos pueden reducir la exposición directa al sol en áreas adyacentes. Como es el caso de estas ciudades, la resolución de las imágenes de Landsat puede infravalorar determinadas zonas en áreas densas y compactas. Aunque esta herramienta es muy útil y permite obtener más información para ciudades más extensas, pequeñas áreas verdes pueden no apreciarse claramente en las imágenes de Landsat.

Además, las características topo-gráficas de las ciudades también juegan un papel importante. En regiones con relieve accidentado, como en Quito y Bogotá, las montañas y colinas pueden crear sombras naturales que reducen la intensidad de la temperatura de superficie. Estas regiones montañosas proporcionan una dinámica térmica única, donde las sombras proyectadas por las elevaciones geográficas pueden atenuar la acumulación de calor en

determinadas áreas, creando climas más frescos. Esto sugiere que tanto los elementos artificiales, como los edificios altos, como los elementos naturales, como montañas y colinas, pueden influir significativamente en la distribución espacial y la intensidad de las islas de calor, dependiendo del horario del día.

Así, si las imágenes satelitales se obtienen en horas de máxima insolación, la influencia de las sombras proyectadas por los edificios será limitada, lo que resulta en una mayor intensidad observada de las islas de calor, como en el caso de São Paulo. Por otro lado, si las imágenes se capturan en momentos en los que los edificios proyectan sombras significativas, generalmente por la mañana o al final de la tarde, podría subestimar la intensidad del calor en algunas áreas.

Igualmente, es importante destacar que las capitales aquí evaluadas son muy heterogéneas en términos de localización geográfica, geomorfología, área, población, bioma, etc. En ese sentido, es importante señalar que el esquema de LCZ, que es una aproximación generalista que busca crear un patrón universal para estudios comparativos de clima urbano, no abarca específicamente las tipologías urbanas existentes en todo el mundo - como las que se observan en Latinoamérica. Los autores del método indican que para mayores aproximaciones de la realidad morfológica local, se pueden hacer ajustes como la mezcla de dos o más LCZ, observación no considerada en este Atlas por su carácter comparativo y panorámico. Además, la resolución de 100m del esquema LCZ impide que se observen y consideren los pequeños espacios verdes. Así, se recomiendan estudios específicos dentro de este esquema metodológico para que se logren resultados más detallados.

Sin embargo, una limitación importante de este estudio es que, por defecto, no se tiene control sobre la hora en que se capturan las imágenes satelitales, lo que interfiere directamente en los resultados y en la precisión del análisis de las islas de calor y, por lo tanto, algunos patrones observados. Ante esto, es fundamental que cada ciudad realice estudios más específicos y detallados. Esto permitirá superar dichas limitaciones y obtener resultados más precisos que reflejen de manera más fiel las dinámicas térmicas locales. Sin embargo, el presente estudio tiene un valor significativo al ofrecer una visión comparativa y preliminar de las islas de calor en ciudades iberoamericanas. Aporta una base útil para identificar patrones comunes y áreas prioritarias para la mitigación del calor urbano.

Si bien este análisis no pretende sustituir estudios locales exhaustivos, ofrece un marco inicial para la toma de decisiones y fomenta la importancia de realizar investigaciones más profundas a nivel local. Este enfoque puede ser clave para el desarrollo de políticas y estrategias adaptadas a las características específicas de cada ciudad, aprovechando el conocimiento regional como punto de partida.

5. Conclusiones

5.1 Recomendaciones estratégicas

Con base en los análisis realizados, fue posible identificar los principales factores que influyen en la intensidad y distribución de las islas de calor en las ciudades iberoamericanas estudiadas. Estos factores incluyen la morfología urbana, los materiales de construcción predominantes y la distribución de la vegetación. Las ciudades con áreas densamente construidas, como zonas industriales y centros urbanos compactos, enfrentan los mayores desafíos en cuanto a la retención de calor y la mitigación de las altas temperaturas. Por otro lado, los espacios que integran de manera más eficaz áreas verdes e infraestructuras de enfriamiento natural, como la arborización densa, demostraron una mayor capacidad para mitigar los efectos de las islas de calor. Además, la presencia de edificios altos y la topografía variada, como en los casos de Quito y Bogotá, contribuyen a la creación de microclimas urbanos con condiciones específicas con áreas de sombra que pueden atenuar las altas temperaturas en determinados momentos del día. Este análisis refuerza lo que ya ha sido dicho por los que abogan por un urbanismo con mayor integración entre urbanización, áreas verdes y recursos hidrológicos

Entender la ubicación y la intensidad de las áreas más cálidas dentro de las ciudades es fundamental para identificar los lugares que requieren mayor atención durante los eventos de islas de calor, en especial a los tiempos de cambio climático en que los fenómenos de Olas de Calor deben traer una significativa amenaza a estos espacios, con un aumento de las temperaturas por días subsiguientes. Estas regiones requieren medidas de mitigación y adaptación más urgentes. Monitorear estas zonas puede ayudar en la creación de políticas públicas que prioricen la arborización y la instalación de infraestructuras verdes, además de ayudar a identificar a las poblaciones más vulnerables que necesitan apoyo inmediato en situaciones de calor extremo.

Con base en estas conclusiones, podemos identificar tres tipos principales de acciones: (1) en las ciudades con planificación preventiva y estructurada, es fundamental controlar la expansión urbana, evitar la pérdida de áreas verdes y promover la creación de nuevos espacios con vegetación; (2) las acciones correctivas en las áreas urbanas ya consolidadas deben centrarse en la restauración de áreas naturales, la implementación de estructuras de enfriamiento y la creación de islas de confort térmico en zonas con mayor concentración de calor; y (3) las estrategias de apoyo para enfrentar eventos de olas de calor buscan proporcionar asistencia adecuada a las poblaciones más vulnerables ante este riesgo climático.

Estos sistemas deben estar conectados a planes de acción locales que incluyan medidas específicas para proteger la salud pública durante eventos de calor extremo. Es importante adoptar un enfoque a largo plazo, integrando acciones preventivas en la planificación urbana para reducir el impacto del calor extremo. Otro punto clave es la necesidad de utilizar redes de monitoreo climático eficaces. Las ciudades deben invertir en estaciones meteorológicas que permitan monitorear en tiempo real las condiciones de calor extremo y generar datos precisos para una respuesta rápida.

En el contexto del cambio climático, el aumento de las temperaturas globales intensifica la frecuencia y la severidad de los fenómenos de isla de calor, exacerbando los desafíos enfrentados por las áreas urbanas. Esto genera una mayor demanda de energía para enfriamiento y aumenta el consumo de agua, además de elevar las emisiones de gases de efecto invernadero si no se promueven fuentes de energía renovable y la eficiencia energética. Las ciudades, por tanto, deben invertir en fuentes de energía limpia y en estrategias de eficiencia energética para que el aumento de la demanda de enfriamiento no agrave la crisis climática. Además, la adopción de materiales constructivos con buen rendimiento térmico es una medida crucial para reducir la absorción de calor en las edificaciones y mejorar el confort térmico.

Asimismo, se destaca la necesidad de acciones estratégicas urbanas para el mejor enfriamiento urbano en las ciudades. Los planes de desarrollo urbano deben considerar la creación de superficies permeables, cuerpos de agua abiertos y aumentar la arborización urbana en lugares estratégicos. Estos elementos juegan un papel fundamental en la reducción de la temperatura ambiental y la mejora del confort térmico. Las ciudades también deben integrar proyectos de construcción que prioricen el confort térmico, garantizando que los nuevos desarrollos urbanos se diseñen de manera sostenible, teniendo en cuenta la ventilación natural y la minimización del calor retenido.

Cuando hablamos de población vulnerable, es evidente que un segmento de la población, como las personas mayores y los menores de 5 años, aquellos con enfermedades crónicas y los residentes en áreas densamente construidas, están en mayor riesgo durante eventos de calor extremo. Es esencial que las ciudades identifiquen a estas poblaciones e implementen refugios climáticos adecuados, como espacios públicos enfriados o refugios temporales para

proteger a estas personas durante las islas de calor. Además, la capacitación de profesionales de la salud y agentes comunitarios para responder a estos desafíos climáticos debe ser una prioridad, asegurando que estas poblaciones reciban la asistencia necesaria. La creación de sistemas de alerta y educación pública también es crucial para informar a los ciudadanos sobre cómo enfrentar las temperaturas extremas y protegerse de sus efectos perjudiciales para la salud.

Finalmente, es importante destacar que todas estas acciones deben coordinarse en múltiples escalas y con varios actores. La participación de diferentes sectores — como salud, planificación urbana, asistencia social y educación — es fundamental para el éxito de las estrategias de mitigación y adaptación a las olas e islas de calor. Estas recomendaciones son esenciales para garantizar que las ciudades iberoamericanas puedan enfrentar los desafíos impuestos por estos fenómenos de manera eficiente, promoviendo un entorno urbano más resiliente y sostenible.

5.2 Iniciativas en marcha en las ciudades iberoamericanas

Las ciudades iberoamericanas han desarrollado diversas iniciativas para mitigar los efectos de las islas de calor urbanas y limitar las adversidades causadas por las olas de calor, con un enfoque en políticas innovadoras y colaborativas. Ciudades como Rio de Janeiro, São Paulo, Belém do Pará, Montevideo, Madrid y Barcelona están realizando esfuerzos para enfrentar el problema de las islas de calor con estrategias locales que mezclan estrategias de salud pública y planificación urbana y ambiental. Madrid, Barcelona, Montevideo, Quito, Buenos Aires, Bogotá, Rio de Janeiro y São Paulo cuentan con análisis de riesgo y vulnerabilidad climática con enfoque en investigaciones de islas de calor, y sus Planes o Políticas de Acción de Climática presentan medidas de adaptación que influyen en la disminución del efecto. A modo de ejemplo, en los últimos años, Barcelona ha experimentado un aumento en la frecuencia de olas de calor, con 9 veranos afectados entre 2003 y 2024. La ciudad ha mapeado la distribución de las temperaturas durante estos episodios extremos, utilizando esta información como herramienta para implementar medidas de adaptación en los barrios más vulnerables al calor.

La ciudad de Montevideo enfrenta una cuestión de fragmentación del enfrentamiento al problema, una vez que las Secretarías de Salud, Planificación y Ambiente enderezan la cuestión de las islas y olas de calor, pero no de forma coordinada y transversal. Tal situación también fue observada en las ciudades UCCI-ICLEI de Brasil. Sin embargo, la financiación de proyectos es también un obstáculo a las acciones diseñadas.

De manera general, las ciudades han invertido en medidas de mitigación, como el aumento de zonas de sombra en áreas públicas y la redistribución de

horarios laborales para minimizar la exposición al calor en momentos críticos; y de adaptación, como la expansión de áreas verdes y en la implementación de soluciones basadas en la naturaleza - corredores verdes, creación de parques y aplicación de la forestación urbana.

5.3 Diagnóstico de estrategias locales para el clima

Como ya mencionado, además del mapeo y análisis del fenómeno de islas de calor, fueron enviadas encuestas a las ciudades para comprender la estructura de gobernanza y preparación de las ciudades frente a los riesgos climáticos en particular los fenómenos de islas de calor y olas de calor. Al analizar las respuestas, podemos identificar patrones importantes con respecto a la infraestructura, las políticas públicas y los recursos disponibles en las ciudades iberoamericanas.

En cuanto a la existencia de organismos gubernamentales encargados de la agenda climática, 9 de las 10 ciudades (90%) reportaron contar con algún tipo de estructura formal. Ciudades como Madrid, Buenos Aires, Quito, Barcelona, Rio de Janeiro y São Paulo también indicaron la existencia de comités interdepartamentales que tratan los temas climáticos, mientras que solo el 40% de las ciudades hispanohablantes tienen consejos que incluyen la participación de la sociedad civil, comparado con el 100% de las ciudades brasileñas encuestadas.

Con respecto a la disponibilidad de recursos financieros dedicados a la agenda climática, el 70% de las ciudades, incluyendo Madrid, Bogotá, Buenos Aires, Barcelona, Rio de Janeiro y São Paulo, indicaron que cuentan con recursos para la implementación de acciones climáticas. Este es un indicador positivo, aunque algunas ciudades como Belém do Pará y San Salvador aún enfrentan limitaciones en este aspecto.

Un dato relevante es que 6 de las 10 ciudades (60%) ya realizan un análisis de riesgos relacionados con islas de calor y/o olas de calor, entre ellas Madrid, Buenos Aires, Barcelona, Bogotá, Rio de Janeiro y São Paulo. Sin embargo, una parte considerable de las ciudades aún no ha implementado este tipo de análisis, lo que indica una brecha que debe ser atendida.

En cuanto a los planes de acción climática, 7 de las 10 ciudades (70%) reportaron tener un plan en vigor para enfrentar los desafíos del cambio climático. No obstante, en algunas ciudades, como Montevideo y Quito, no se han registrado olas de calor en los últimos cinco años, lo que podría sugerir una menor percepción del riesgo de estos eventos extremos.

Entre las ciudades encuestadas, 5 de las 10 (50%) confirmaron haber registrado olas de calor en los últimos cinco años. Este grupo incluye a Buenos Aires, Barcelona, Madrid, Rio de Janeiro y São Paulo, de las cuales 3 (30%) también

reportaron muertes asociadas a estos eventos extremos, subrayando la urgencia de implementar estrategias más robustas de mitigación y adaptación.

Con respecto a las áreas protegidas y verdes, el 80% de las ciudades tienen áreas verdes públicas pensadas o utilizadas como refugios climáticos, mientras que el 70% cuentan con algún tipo de programa de conservación y recuperación de áreas verdes. Ciudades como Madrid, Buenos Aires, Barcelona, Rio de Janeiro y São Paulo lideran en la implementación de estas áreas, fundamentales para mitigar los efectos de las islas de calor. No obstante, Belém do Pará y San Salvador todavía carecen de estos espacios diseñados específicamente para este propósito.

Finalmente, en términos de capacidad de monitoreo climático, 8 de las 10 ciudades (80%) indicaron que poseen estaciones meteorológicas para medir variables como temperatura, humedad y velocidad del viento. Madrid, Barcelona, Rio de Janeiro y São Paulo destacaron por tener redes bien desarrolladas, con 149 estaciones en Rio de Janeiro y 35 estaciones en São Paulo, distribuidas entre distintos organismos. Estas infraestructuras son esenciales para el análisis de condiciones climáticas y la gestión de riesgos.

Entre las ciudades evaluadas a partir de la encuesta, que lleva en cuenta el carácter de gestión y capacidad adaptativa de los gobiernos locales, podemos considerar que San Salvador emerge como la más vulnerable frente al riesgo de islas de calor. Con temperaturas promedio elevadas durante todo el año, la ciudad carece de un comité o consejo específico para abordar el cambio climático, lo que refleja una falta de organización estructural en este ámbito. Además, San Salvador no cuenta con recursos financieros dedicados para la agenda climática ni con un plan de acción climática o un análisis de riesgo de islas de calor, lo que disminuye su capacidad de respuesta ante estos eventos. La falta de áreas protegidas propias y la escasez de espacios verdes públicos que funcionan como refugios climáticos agravan el impacto potencial en su población, especialmente en aquellos sectores más vulnerables. Otras ciudades como Belém do Pará y Montevideo también presentan riesgos moderados, debido a carencias en infraestructura verde y la falta de un análisis de riesgos específicos para islas de calor, lo que las coloca en situaciones de riesgo considerable aunque con matices diferentes.

5.4 El rol e incidencia de los gobiernos locales y sus redes en las Conferencias Globales de Clima

Cada año, 198 países, gobiernos, organismos internacionales, empresas, y la ciudadanía global se reúnen para debatir el futuro del planeta ante la crisis climática en la Conferencia de las Partes de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, conocida como COP (por sus

siglas en inglés, Conference of the Parties). En este seno multilateral de toma de decisiones al más alto nivel, bajo el marco del Acuerdo de París, se rinden cuentas sobre los compromisos y metas climática; a la vez que se definen las prioridades más urgentes frente a los retos que plantea la adaptación y mitigación para limitar el calentamiento global y paliar sus efectos con impacto, sobre todo, desde los territorios. Desde la región iberoamericana, que abarca países de Europa y América Latina, esa comunidad ocupa 15,3% de la superficie del planeta y posee 8,7% de la población mundial (Comisión Económica para América Latina y el Caribe - CEPAL), cuenta con más del 25% de los bosques tropicales, un tercio del agua dulce y la mitad de la biodiversidad del planeta. Sus emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) son comparativamente bajas. Sin embargo, la región es una de las más afectadas por el cambio climático (SEGIB). En este camino hacia la neutralidad climática, los gobiernos locales se hallan en primera línea a la hora de ejecutar acciones concretas y eficaces junto a la ciudadanía. Impulsar la inclusión de las ciudades en el proceso de toma de decisiones sobre el cambio climático, por tanto, es crucial para articular agendas multinivel con resultados asertivos. UCCI e ICLEI junto con sus ciudades miembro presentan este IberAtlas elaborado en forma colaborativa con miras a la CO30, de Belém do Pará, Brasil (2025). Un documento estratégico con el propósito de que pueda ser ampliamente difundido y utilizado por las ciudades participantes en el proyecto y las partes interesadas en este ámbito como instrumento que informe para la toma de decisiones y facilite la puesta en marcha de acciones concretas que puedan no solo apoyar a las ciudades a proteger a su población de los efectos extremos de la crisis climática y las islas de calor, sino también inspirar a otras ciudades a seguir su ejemplo. La agenda de los gobiernos locales en las COPs gana impulso en cada edición, y este avance se puede constatar en los últimos años, en los que se han puesto en marcha varias iniciativas que dialogan con el liderazgo de ciudades y estados en la implementación de la agenda climática. En noviembre de 2023, la presidencia de la COP 27 lanzó, en colaboración con varios organismos, la Agenda de Adaptación de Sharm-El-Sheikh (SAA), que establece 30 metas globales de adaptación para 2030. Estas metas buscan aumentar la resiliencia de 4 mil millones de personas en cinco sistemas de impacto: alimentos y agricultura; agua y naturaleza; zonas costeras y océanos; asentamientos humanos e infraestructuras, además de soluciones para planificación y financiamiento. La presidencia de la COP 27 supervisa el progreso de implementación de la SSA, por consiguiente, el documento sirve como guía a la acción climática global enfocada en adaptación, otras iniciativas estratégicas, a nivel local, son la Desarrollando Ciudades Resilientes 2030 - Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres y el Pacto Global de Alcaldes para el Clima y la Energía (GCoM). En el año siguiente, en la COP 28, en Dubai, con apoyo de Bloomberg Philanthropies y respaldo de redes y organizaciones de líderes locales de todo el mundo, el evento Local Climate Action Summit (LCAS) fue la primera cumbre organizada por una presidencia de la COP que

reconoció la importancia de los líderes locales en la lucha contra el cambio climático. El objetivo de la cumbre fue reunir a líderes climáticos nacionales y locales para discutir y promover la reducción de emisiones, la gestión del riesgo climático y la adaptación. Entre los temas discutidos se incluyeron la transformación de la financiación climática, la aceleración de la transición energética y el fortalecimiento de la resiliencia y adaptación a nivel local.

De igual manera, en la COP 28, 74 gobiernos nacionales se comprometieron a unirse a la iniciativa Coalition for High Ambition Multilevel Partnerships (CHAMP) con el objetivo de mejorar la cooperación con los gobiernos locales en la planificación, financiación, implementación y seguimiento de estrategias climáticas, con el fin de promover una acción climática más efectiva. También se promovió formar coaliciones para realizar esfuerzos colectivos con el objetivo de fortalecer la adaptación y resiliencia frente al cambio climático.

En la COP 29 de Bakú, la presidencia azerbaiyana lanzó la «Vías de Acción Multisectorial (MAP) para Ciudades Resilientes y Saludables» y la «Coalición de Continuidad de Bakú para la Acción Climática Urbana», destacando cómo las asociaciones entre ciudades, actores subnacionales y gobiernos nacionales pueden apoyar el cumplimiento del Acuerdo de París. En este contexto, el 20 de noviembre de 2024, ICLEI y UCCI, junto con la Federación Internacional de Sociedades de la Cruz Roja y de la Media Luna Roja y la Secretaría Ejecutiva de Cambio Climático del Ayuntamiento de São Paulo, lanzaron el Documento de Posición/Call to Action de IberAtlas en el Pabellón de Acción Multinivel y Urbanización, ubicado en la Zona Azul gracias al apoyo de ICLEI, ONU-Hábitat y otros socios (Gobierno de Azerbaiyán, Gobierno de Turquía, Zero Waste Foundation y Bloomberg Philanthropies).

Durante el evento, Rodrigo Corradi, Secretario Ejecutivo de ICLEI América del Sur, destacó la importancia de trabajar en asociación para posicionar la voz de las ciudades al más alto nivel de las agendas climáticas. Por parte de UCCI, Francisco Mugaburu, Subdirector de Relaciones Internacionales y Cooperación, destacó el valor de IberAtlas como producto concreto de políticas públicas y análisis de datos, esencial para sensibilizar e influir a través de la cooperación.

También intervinieron José Renato Nalini, Secretario Ejecutivo de Cambio Climático de São Paulo; Ninni Nyman, Líder de Clima y Resiliencia de la Federación Internacional de Sociedades de la Cruz Roja y de la Media Luna Roja; y María Pilar García, Área de Relaciones Internacionales y Cooperación de la UCCI.



La Cumbre de la Tierra de Rio de Janeiro (1992), celebrada en la región iberoamericana, marcó un antes y un después en la conciencia global sobre la importancia de proteger tanto a las personas como al medio ambiente. En ese entonces, el mundo se unió para establecer compromisos clave en la lucha contra la degradación ambiental, el cambio climático y la limitación de las emisiones de gases de efecto invernadero, destacando la urgencia de acciones globales para asegurar un futuro más sostenible.

Más de tres décadas después, se espera que la COP 30 en Belém do Pará sea otro hito crucial en la agenda climática iberoamericana, un verdadero hito que marcará el rumbo de las negociaciones climáticas globales, además del hecho de que será la primera vez que una COP del Clima se celebra en la Amazonia. Es clave que los debates sobre adaptación y financiación se transformen en acciones concretas, especialmente en relación con el fenómeno de las islas de calor, que impactan desproporcionadamente a las zonas urbanas y a las personas más vulnerables.

Este Atlas Climático Urbano de Iberoamérica es, sin dudas, un aporte a la gestión del conocimiento sobre el contexto de las ciudades de la región para contribuir en la implementación de mejores políticas públicas locales. Y a la vez una iniciativa estratégica de cooperación entre UCCI e ICLEI para impulsar y elevar la voz de los gobiernos locales en alianza como parte del esfuerzo colectivo de avanzar en el desarrollo urbano sostenible.

6. Referencias

Badura, T., Lorencová, E. K., Ferrini, S., & Vačkářová, D. (2021). Public support for urban climate adaptation policy through nature-based solutions in Prague. *Landscape and Urban Planning*, 215, 104215. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2021.104215>.

Borges, V. O., Nascimento, G. C., Celuppi, M. C., Lúcio, P. S., Tejas, G. T., & Gobo, J. P. A. (2022). Zonas climáticas locais e as ilhas de calor urbanas: uma revisão sistemática. *Revista Brasileira de Climatologia*, 31, 98-127. <https://doi.org/10.55761/abclima.v31i18.15755>.

Comisión Económica para América Latina y el Caribe. Disponible en: <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/c1494ddc-17ff-409d-8951-6fbc12d992eb/content>

Demuzere, M., Kittner, J., Martilli, A., Mills, G., Moede, C., Stewart, I. D., ... & Bechtel, B. (2022). A global map of Local Climate Zones to support earth system modelling and urban scale environmental science. *Earth System Science Data Discussions*, 2022, 1-57. <https://doi.org/10.5194/essd-14-3835-2022>

Fernandes, Rodrigo, *et al.* "Urban Heat Island Assessment in the Northeastern State Capitals in Brazil Using Sentinel-3 SLSTR Satellite Data." *Sustainability* 16.11 (2024): 4764. <https://doi.org/10.3390/su16114764>

Fialho, E. S. (2012). Ilha de Calor: Reflexões acerca de um conceito (Heat island: reflections on a concept). *Acta Geográfica*, 61-76. DOI: 10.5654/actageo2012.0002.0004

He, B. J., Wang, J., Zhu, J., & Qi, J. (2022). Beating the urban heat: Situation, background, impacts and the way forward in China. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 161, 112350. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2022.112350>.

IBEROAMÉRICA, comprometida con el medioambiente y el desarrollo sostenible. Secretaría General Iberoamericana. Disponible en: <https://www.segib.org/iberoamerica-comprometida-con-el-medioambiente-y-el-desarrollo-sostenible/>

Jabbar, H. K., Hamoodi, M. N., & Al-Hameedawi, A. N. (2023). Urban heat islands: a review of contributing factors, effects and data. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 1129, No. 1, p. 012038). IOP Publishing. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1129/1/012038>.

Kaloustian, N., & Bechtel, B. (2016). Local climatic zoning and urban heat island in Beirut. *Procedia Engineering*, 169, 216-223.. <https://doi.org/10.1016/>

Marandola Jr, E. (2013). As escalas da vulnerabilidade e as cidades: interações trans e multiescalares entre variabilidade e mudança climática. *Mudanças climáticas e as cidades: novos e antigos debates na busca da sustentabilidade urbana e social*. São Paulo: Blucher, 93-113.

Marinaccio, A., Scortichini, M., Gariazzo, C., Leva, A., Bonafede, M., De' Donato, F. K., ... & Francesco, U. (2019). Nationwide epidemiological study for estimating the effect of extreme outdoor temperature on occupational injuries in Italy. *Environment international*, 133, 105176. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.105176>.

Oke, T. R., Mills, G., Christen, A., & Voogt, J. A. (2017). *Urban climates*. Cambridge university press.

<https://doi.org/10.1017/9781139016476>.

ONU-Habitat. (2022). *World Cities Report 2022: Envisaging the future of cities*. ONU-Habitat. <https://unhabitat.org/World-Cities-Report-2022>

Picone, N. UMEP, HERRAMIENTA PARA EL CÁLCULO DE BALANCES ENERGÉTICOS URBANOS. ANÁLISIS DE DISTINTOS ESCENARIOS DE CRECIMIENTO EN LA CIUDAD DE TANDIL Y SUS CONSECUENCIAS.

Rech, B., Moreira, RN, Mello, TAG, Klouček, T., & Komárek, J. (2024). Assessment of daytime and nighttime surface urban heat islands across local climate zones – A case study in Florianópolis, Brazil. *Urban Climate*, 55, 101954. <https://doi.org/10.1016/j.uclim.2024.101954>

Ritchie, H., Roser, M., & Ortiz-Ospina, E. (2022). *Urbanization*. Our World in Data. <https://ourworldindata.org/urbanization>

Sobrino, José Antonio, and Itziar Irakulis. "A methodology for comparing the surface urban heat island in selected urban agglomerations around the world from Sentinel-3 SLSTR data." *Remote Sensing* 12.12 (2020): 2052. <https://doi.org/10.3390/rs12122052>

Urban, A., Fonseca-Rodríguez, O., Di Napoli, C., & Plavcová, E. (2022). Temporal changes of heat-attributable mortality in Prague, Czech Republic, over 1982–2019. *Urban Climate*, 44, 101197. <https://doi.org/10.1016/j.uclim.2022.101197>.

Xia, H., Chen, Y., Song, C., Li, J., Quan, J., & Zhou, G. (2022). Analysis of surface urban heat islands based on local climate zones via spatiotemporally enhanced land surface temperature. *Remote sensing of Environment*, 273, 112972. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2022.112972>.



Con el apoyo de:



MADRID