
Artículos

Análisis comparativo del año típico meteorológico medido y simulado en Córdoba Argentina mediante el Software Urban Weather Generator



Comparative analysis of the measured and simulated typical meteorological year in Córdoba, Argentina, using the Urban Weather Generator Software

Oga Martínez Lautaro

Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Argentina
lautaro.oga.martinez@gmail.com

Sulaiman Halimi

Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Argentina
drahsulaiman@gmail.com

ARQUITECNO

núm. 26, p. 24 - 31, 2025
Universidad Nacional del Nordeste, Argentina
ISSN: 0328-0896
ISSN-E: 2668-3988
Periodicidad: Semestral
revistas@unne.edu.ar

Recepción: 14 noviembre 2025
Aprobación: 02 diciembre 2025

DOI: <https://doi.org/10.30972/arq.269035>

URL: <https://portal.amelica.org/ameli/journal/674/6745501004/>

Resumen: Debido al impacto de la isla de calor urbana en la demanda energética de edificios el objetivo del presente trabajo es generar un año típico meteorológico simulado (TMY simulado) de la mayor zona climática local (LCZ) de Córdoba capital argentina respecto al TMY medido disponible. Este trabajo es en el marco de la investigación para generar una metodología de optimización del diseño de edificios en grandes urbes. En principio se caracterizan las LCZ considerando la densidad urbana, altura promedio, calor antropogénico y cobertura vegetal (método World Urban Data base And Portal Tools). Se determina el TMY simulado con el software Urban Weather Generator 2.0 y se calibra la temperatura respecto uno del otro. Los resultados muestran que la LCZ analizada alcanza una precisión >70% y el TMY sumado valores anuales de NMBE y CVRMSE del -0,30 % y 27,78 % respectivamente, cumpliendo con los requisitos de la norma ASHRAE.

Palabras clave: Zona Climática Local, Simulación urbana, Mapas satelitales, Modelado 3D, Metodología.

Abstract: Due to the impact of the urban heat island on building energy demand, the objective of this study is to generate a simulated Typical Meteorological Year (TMYsim) for the largest Local Climate Zone (LCZ) of Córdoba city, Argentina, compared to the available measured TMY. This work is part of research aimed at developing a methodology for optimizing building design in large cities. First, the LCZs are characterized by considering urban density, average height, anthropogenic heat, and vegetation cover (using the World Urban Database and Access Portal Tools (WUDAPT) method). The TMYsim is determined using the Urban Weather Generator 2.0 software and calibrated for temperature. The results show that the analyzed LCZ achieved accuracies greater than 70%, and the simulated TMY obtained annual NMBE and CVRMSE values of -0.30% and 27.78%, respectively, meeting ASHRAE standard requirements.

Keywords: Local Climate Zone, Urban Simulation, Satellite Maps, 3D Modeling, Methodology.

INTRODUCCIÓN

La isla de calor urbana (UHI) es el aumento de temperaturas en zonas urbanas frente a áreas rurales, causado por la sustitución de vegetación por superficies artificiales, emisiones de calor y menor albedo (Almeida et al., 2021). Este fenómeno agrava el estrés térmico, la demanda energética y la contaminación, afectando la salud pública, como se ha evidenciado en ciudades colombianas (Ramírez-Agudelo et al., 2022). Entre las medidas de mitigación destacan el enverdecimiento urbano y estrategias de diseño urbano basadas en la clasificación de zonas climáticas locales (LCZ) (Stewart y Oke, 2012; WUDAPT, 2025). En Córdoba, Argentina, las UHI han impactado significativamente la calidad de vida, registrándose en 2023 temperaturas máximas 1 °C superiores a las del año anterior y el menor nivel de lluvias en décadas (La Voz del Interior, 2024). Se han propuesto estrategias de mitigación, como aumentar la vegetación, superficies reflectantes y rediseñar espacios urbanos (Boccolini, 2022), respaldadas por la sanción de una ordenanza que incorpora cubiertas y muros verdes, pese a la resistencia de los constructores locales (Medios Cifras, 2024). Además, el uso de herramientas como ENVI-met (Bruse, 1999) y Urban Weather Generator (UWG) (Ladybug Tools, 2022) permite simular la UHI y evaluar su impacto, complementándose con estudios de LCZ en ciudades como Mendoza (Colli, Correa y Martínez, 2020). Este trabajo se enmarca en una tesis doctoral cuyo objetivo es desarrollar una herramienta metodológica para el diseño urbano sustentable en grandes urbes argentinas, mediante la identificación de LCZ en Córdoba (usando WUDAPT) y la simulación climática con UWG.

METODOLOGÍA

Se zonifica el área municipal de Córdoba según las 17 LCZ definidas en la herramienta WUDAPT, clasificando las zonas por tipo de construcción y cobertura urbana. Se utilizan Google Earth y Google Maps para seleccionar muestras representativas, siguiendo las clases de cobertura terrestre de Stewart y Oke (2012) e implementando un proceso de clasificación supervisada con imágenes de entrenamiento (Colli, Correa y Martínez, 2020) y el índice NDVI complementado por un mapa de densidad urbana (Carbajal-Morán y Onofre-Enriquez, 2020). Cabe mencionar que el método admite la creación de nuevas subclases de LCZ.

Con el mapa de LCZ, se identifica la ubicación del observatorio de Córdoba y se selecciona un área urbana dentro de la misma LCZ para generar un TMY simulado. Para ello, se construye en el software Rhino (McNeel y Associates, 2018) un modelo 3D de 1 km² que incluye edificaciones, calles, áreas verdes y árboles, el cual se procesa con DragonFly (2020) y Grasshopper (McNeel, 2020) para definir los parámetros del software de simulación urbana UWG. Se incorpora además el TMY rural medido en el aeropuerto local para generar el TMY urbano simulado según las características de la LCZ.

Finalmente, la validación se realiza comparando curvas diarias con resolución horaria y horarias promedio mensual de temperatura del aire mediante Dview 1.0 (National Renewable Energy Laboratory [NREL], 2023) y calculando, en Python, las métricas NMBE (Error de Sesgo Medio Normalizado) y CVMRMSE (Coeficiente de Variación del Error Cuadrático Medio) recomendadas por ASHRAE Guideline 14 (2014) para modelos de simulación.

DESARROLLO

Etapas 1: Caracterización de las zonas climáticas locales Córdoba

Antes de caracterizar las LCZ es necesario presentar las características de la propia ciudad. Esta se localiza en la provincia de Córdoba Argentina de la cual es la capital (Latitud: 31° 25' 1" Sur Longitud: 64° 10' 59" Oeste) y pertenece a la zona bioclimática IIIa, de clima templado cálido con grandes amplitudes térmicas. Además, presenta 538 mm/año de precipitación y vientos predominantes provenientes del este, nordeste y sudoeste según lo especifica la Norma IRAM 11603 y el TMY rural. Su trama urbana posee rasgos de ciudad difusa donde se identifica claramente un área central, intermedia y periférica de alta, intermedia y muy baja densidad respectivamente, las cuales son atravesadas por dos cursos hídricos, el Río Suquía y el arroyo La Cañada.

Para caracterizar según el método WUDAPT el área municipal de Córdoba capital, se realizó en primera instancia los mapas de NDVI y de densidad edilicia mediante imágenes satelitales e información georreferenciada usando el software libre Qgis (2019) para procesar los datos. Estos mapas sirven como apoyo para seleccionar las imágenes de entrenamiento.

Para determinar el NDVI, primero se deben obtener las bandas satelitales (B) correspondientes según el satélite que las provea. En este caso se utilizaron las B4 (rojo) y B5 (NIR-infrarrojo cercano) del satélite Landsat 9, aplicadas a la siguiente fórmula para calcular el índice:

$$NDVI = \frac{NIR - Red}{NIR + Red}$$

(1)

Donde:

NDVI: Índice de vegetación normalizado.

NIR: Banda de infrarrojo cercano.

Red: Banda del espectro rojo

El NDVI se obtiene dividiendo la diferencia entre la reflectancia en el infrarrojo cercano (NIR) y la reflectancia en la banda roja (Red) por la suma de ambas.

Estos datos satelitales son de acceso libre y, en este caso, se obtienen del portal web Earth Explorer. Luego de la descarga, las bandas se cargan en el software de información geoespacial QGIS, donde, mediante la herramienta Calculadora ráster, se utiliza la fórmula de NDVI para generar el mapa. No obstante, para interpretar adecuadamente las condiciones de la vegetación, es necesario aplicar posteriormente un renderizado del tipo pseudocolor monobanda, que permite visualizar la radiación reflejada en diferentes colores.

La figura 1 (a) muestra el mapa resultante, donde se aprecia que la zona central de la ciudad se encuentra en rojo intenso, indicando áreas con vegetación escasa o nula, característico de zonas urbanizadas con alta densidad de construcciones y poca cobertura vegetal. En el anillo peri-céntrico, hay una transición de rojo a naranja y luego a amarillo, mostrando la presencia de espacios con algo de vegetación, correspondiente a la parte suburbana, donde la trama es más dispersa con mayor cantidad de terrenos baldíos. Finalmente, en las afueras de la ciudad, especialmente en zonas rurales y agrícolas, predominan los tonos verdes y azules, correspondiente a una mayor densidad de vegetación. Sin embargo, dentro del anillo de Av. circunvalación, también se observan zonas en verde que corresponden principalmente con los grandes parques urbanos, barrios cerrados y la ribera de ciertas partes del río Suquia y el arroyo la Cañada.

Dicho porcentaje expresa la intensidad de ocupación del suelo edificado en relación a la manzana y se calcula mediante la siguiente expresión:

$$\text{Porcentaje edificado} = \sum \frac{\text{superficie_edificada}}{\text{superficie_Parcelas}}$$

(2)

Donde:

Porcentaje edificado: Porcentaje de superficie edificada.

Superficie edificada: Metros cuadrados de superficie edificada en la manzana.

Superficie parcelas: Metros cuadrados de superficie de parcelas en la manzana.

El porcentaje edificado se obtiene mediante la sumatoria de la superficie edificada dividida la superficie de las parcelas.

Para realizar el mapa, los datos se cargan en el software Qgis mediante una capa vectorial en formato shape (.shp) que contiene los polígonos con su correspondiente porcentaje edificado. Luego, se le aplica una representación de valores graduado para ver en escala de color las diferentes densidades edilicias y de esta manera obtener el mapa de densidad. En la Figura 1 (b) se observa claramente una disminución de la densidad que va desde el centro de la ciudad hacia la periferia. Se ve como el centro (negro) y peri-centro (violeta) concentran la mayor densidad, seguidas por un área de densidad intermedia que se extiende principalmente hacia el oeste, norte y este (naranja) coincidente con los llamados barrios pueblo (General Paz, Alta Córdoba, Güemes y Alberdi). El resto de la trama urbana se caracteriza por una baja densidad (amarillo) que se extiende hacia el anillo de circunvalación y fuera de este.

Se emplearon mapas de NDVI y densidad edilicia para seleccionar imágenes de entrenamiento en Google Earth usando la plantilla “WUDAPT-L0-Training-template” (WUDAPT, 2025). Se marcan polígonos regulares para cada categoría de LCZ, cumpliendo criterios de:

- Distancia mínima: 100 m entre muestras.
- Tamaño mínimo: 200 m en el punto más estrecho para asegurar homogeneidad, considerando que el tamaño del píxel de las imágenes Landsat es de 100 a 120 m.

Se requiere obtener entre 5 y 15 muestras por categoría para reflejar las variaciones internas de cada LCZ. En total, se tomaron 309 muestras correspondientes a las LCZ 1, 2, 3, 6, 8, 9, 10, A, B, C, D, E, F y G, además de crear una nueva subclase 3b, definida como área con edificación compacta de baja altura y árboles dispersos. Asimismo, se amplió el área de selección más allá del radio municipal para clasificar también categorías no urbanas, como campos de cultivo y espejos de agua. Se observó que algunas clases, por ejemplo, LCZ 1 y 2, se concentran en determinadas zonas por su densidad edilicia, mientras que otras, como LCZ 3b y 6, se distribuyen de manera más dispersa.

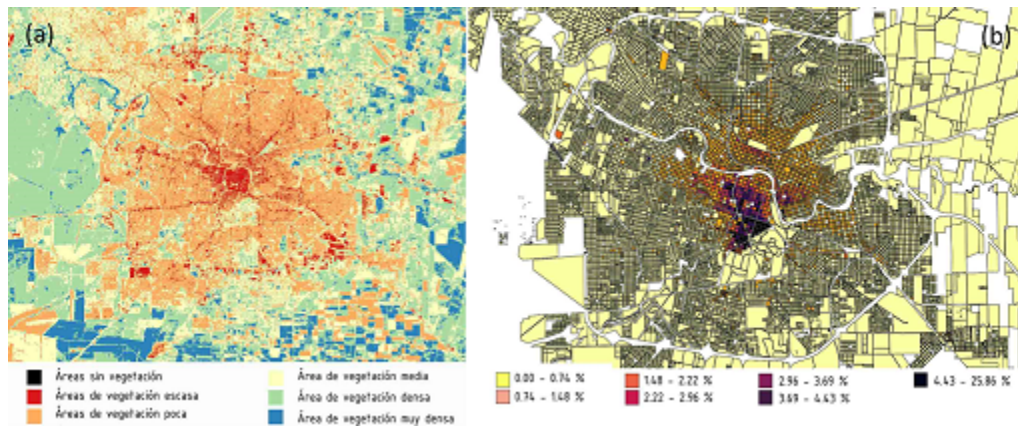


Figura 1

Índice de Vegetación Normalizada (NDVI) radio municipal Córdoba (a) y Mapa de Densidad edilicia ciudad de Córdoba (b)
Elaboración propia.

El mapa resultante tras la caracterización de LCZ en Córdoba Capital se muestra en la figura 2 donde se aprecia una correspondencia general con los mapas de NDVI y densidad edilicia.

La clasificación de las LCZ refleja en general una buena correspondencia con los mapas NDVI y de densidad edilicia, aunque requiere ajustes en ciertos sectores como la Universidad Nacional de Córdoba, erróneamente clasificada en la LCZ 9 en lugar de la LCZ 6. Las LCZ 1, 2 y 3 presentan tramas compactas con variaciones en la densidad y vegetación, mientras que la LCZ 3b predomina en la ciudad con baja altura y vegetación escasa a media. La LCZ 6 se asocia con barrios de trama abierta y vegetación media a densa, y la LCZ 9 con edificaciones separadas y abundante cobertura vegetal. Se detectó un error en la clasificación de la LCZ F en el sureste, donde campos de cultivo fueron confundidos con suelo descubierto, sugiriendo mejoras en la toma de muestras. Este mapa es un punto de partida clave para la simulación del clima urbano y la obtención de un TMY simulado para cada LCZ.

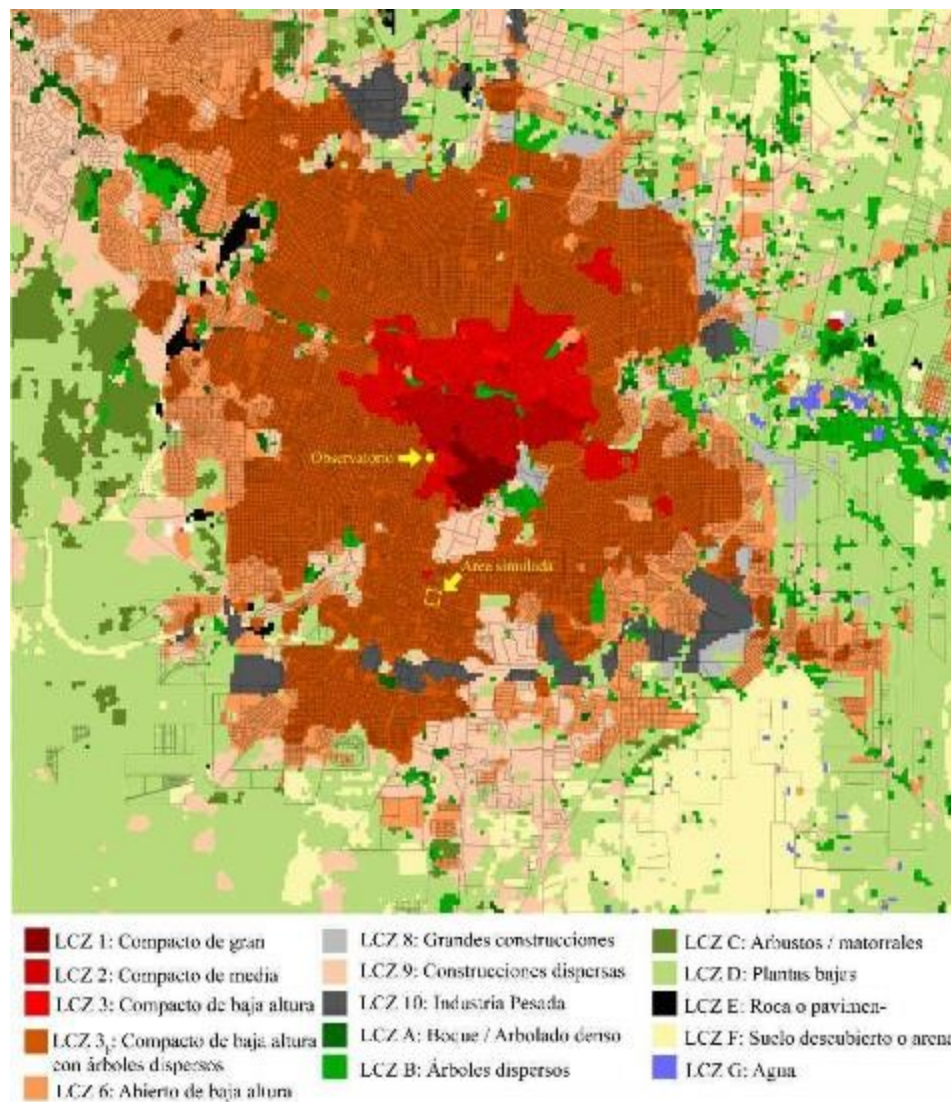


Figura 2
 Mapa de LCZs Córdoba Capital
 Elaboración propia en base a resultados del generador LCZ

La clasificación muestra una precisión (tabla 1) entre distintas zonas urbanas (OAu) del 68,00% resultando aceptable, mientras que entre clases urbanas y coberturas vegetales (OAbu) es del 93,00% de éxito. Por último, el OAw de 92,00% significa que el modelo clasifica correctamente ese porcentaje de píxeles. Dicha métrica aplica diferentes pesos a la matriz de datos para reflejar la similitud entre clases, esto indica que si el modelo confunde zonas muy diferentes (por ejemplo, una ciudad con un bosque), el impacto en la precisión es mayor, mientras que si confunde clases similares (distintos tipos de áreas urbanas), el error afecta menos al resultado final.

Tabla 1. Precisión de la clasificación LCZ. Fuente: Elaboración propia en base a resultados del generador LCZ.

Ítem	Métrica	Valoración	Interpretación
Precisión general para clases urbanas (OAu)	68,00%	Aceptable	La clasificación de zonas urbanas se encuentra entre el 66 y 70 %
Precisión general de clases construidas vs. naturales (OAbu)	93,00%	Alta	Se distingue muy bien entre áreas construidas y naturales con una precisión superior al 70%.
Precisión ponderada (OAw)	92,00%	Alta	Los errores cuando ocurren se dan entre clases muy similares.

Tabla 1
Precisión de la clasificación LCZ.
Elaboración propia en base a resultados del generador LCZ.

En términos de precisión, la LCZ 3b (figura 3) supera el 70,00% con una media del 80,00%, lo cual valida la comparación entre el TMY medido y el TMY simulado en esta clase.

La figura 3 muestra que 7 de las 15 LCZ (1, 2, 3b, 6, A, D y G) alcanzan precisiones medianas superiores al 70%, reflejando una clasificación estable y correcta en la mayoría de casos. En contraste, las clases 3, 8, 9, 10, B, C, E y F presentan precisiones inferiores al 60%, con desempeños especialmente bajos en las LCZ 8 y B. El análisis de dispersión indica que clases como 1, A y G tienen distribuciones homogéneas, mientras que C, D, E y F exhiben alta variabilidad y valores atípicos, lo cual sugiere que su precisión depende de condiciones específicas relacionadas con la calidad y cantidad de muestras de entrenamiento. En conjunto, aunque las métricas globales muestran un buen desempeño diferenciando áreas urbanas y naturales, la variabilidad observada en clases como C y F señala la necesidad de mejorar la clasificación ajustando y depurando el conjunto de entrenamiento.

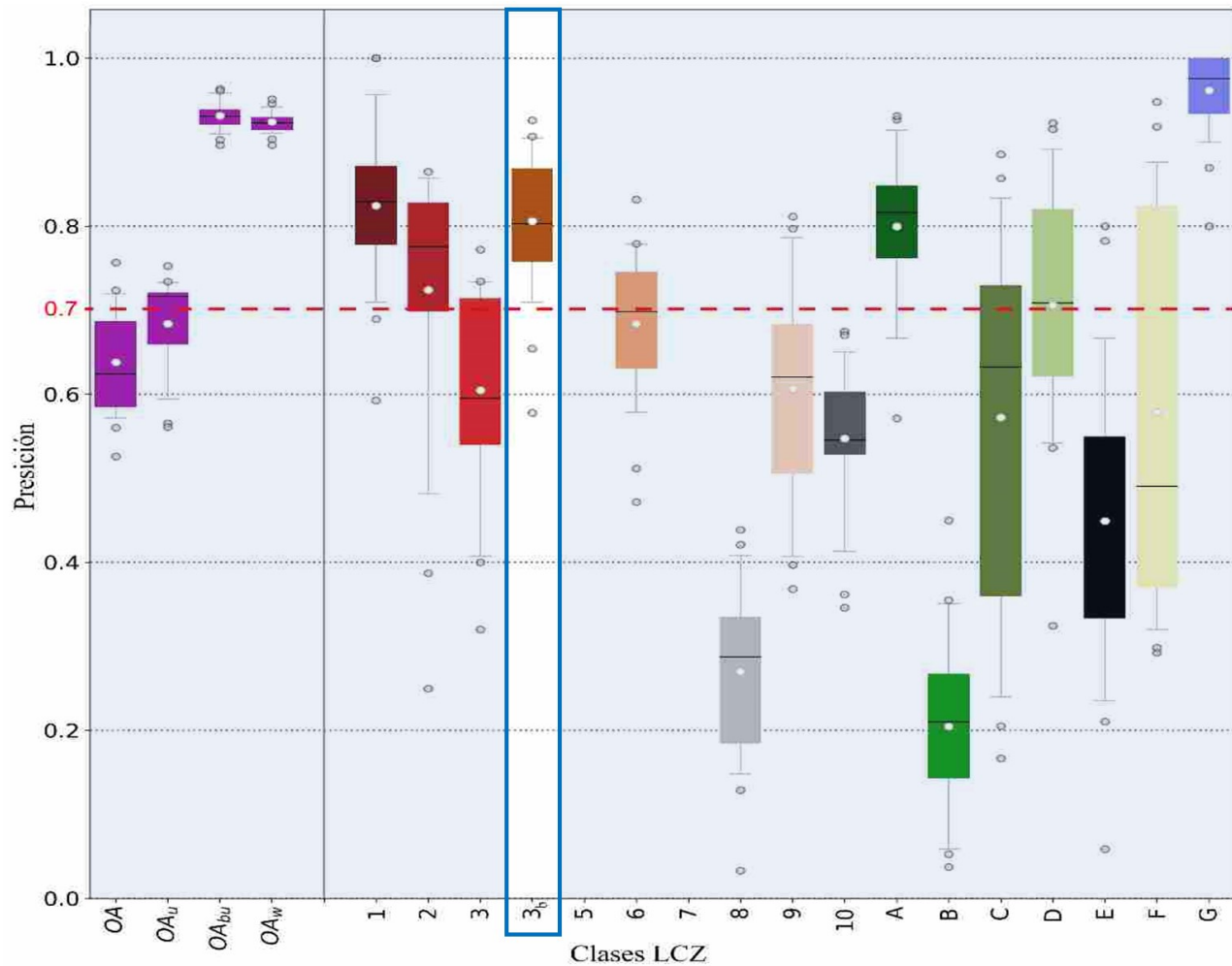


Figura 3.

Métrica de precisión por clase de LCZ
Elaboración propia en base a resultados del generador LCZ

Etap 2: Simulación del clima urbano en UWG.

Para la simulación del clima y la generación de un TMY simulado, es fundamental disponer de dos insumos principales: (1) un TMY rural, que se utiliza como referencia base al no estar influenciado por las condiciones urbanas, y (2) un modelo del entorno urbano, el cual permite evaluar su impacto en las condiciones climáticas mediante la simulación. En primer lugar, el TMY rural se obtuvo a partir del repositorio de acceso libre Climate.OneBuilding (2024), cuyos datos abarcan el período 2009-2023, medidos por la estación meteorológica Taravella AP.873440. En segundo lugar, previo a la modelización del área urbana, se seleccionó un sector de 1 km², ubicado dentro de la misma LCZ en la que se encuentra el observatorio (ver figura 2). El tamaño del área asegura que se incluyan suficientes características urbanas para que UWG calcule con precisión las interacciones entre el entorno urbano y el clima, Stewart y Oke (2012).

A continuación, se extrajo un recorte del mapa fotogramétrico del área definida a partir del geo-portal IDECOR (2025). La imagen fue procesada mediante un algoritmo de umbralización de color en Adobe Photoshop (Adobe Systems Incorporated, 2012), generando una capa en escala de grises donde la vegetación se representa en negro y el resto en blanco, lo cual permitió identificar el arbolado urbano y diferenciar con mayor precisión las construcciones. Con estas imágenes procesadas, se elaboró en Rhinoceros (McNeel y Associates, 2018) un modelo 3D del área urbana (figura 4), utilizando superficies para vegetación, espacios abiertos y calles, y polisuperficies sólidas cerradas para las edificaciones, clasificadas en tres alturas: uno, dos y tres niveles.

Para extraer los datos del modelo (figura 4) se utilizó Dragonfly (2020) que es un plugin de Ladybug Tools (2020) para facilitar la modelización y análisis de entornos urbanos en términos de clima y energía. Estos se vinculan a Rhino a través de Grasshopper (McNeel, 2020), un editor visual de código, que permite la programación de los diferentes componentes de la simulación urbana a través de módulos con entradas y salidas.



Figura 4
modelo 3D del área seleccionada correspondiente a la LCZ 3b
Elaboración propia

La figura 5 presenta el esquema de la simulación urbana en UWG. Desde el modelo 3D en Rhino se extraen datos de edificios (superficies y alturas), vegetación (árboles y pasto) y terreno, que se incorporan al motor de simulación UWG. Con DragonFly se definen los elementos constructivos (pisos, muros, techos y carpinterías) y se asignan programas de uso para ocupación, iluminación, climatización, termostatos y equipos. También se añaden datos de tráfico para representar el calor antropogénico, con programas diferenciados para días laborables y fines de semana. La simulación anual (8.760 horas) se ejecuta cargando el TMY rural y se configura la vegetación activa, mientras el resto de los parámetros se mantienen por defecto, generando el TMY simulado (epw). A continuación, los datos principales se resumen en las tablas 2 y 3.

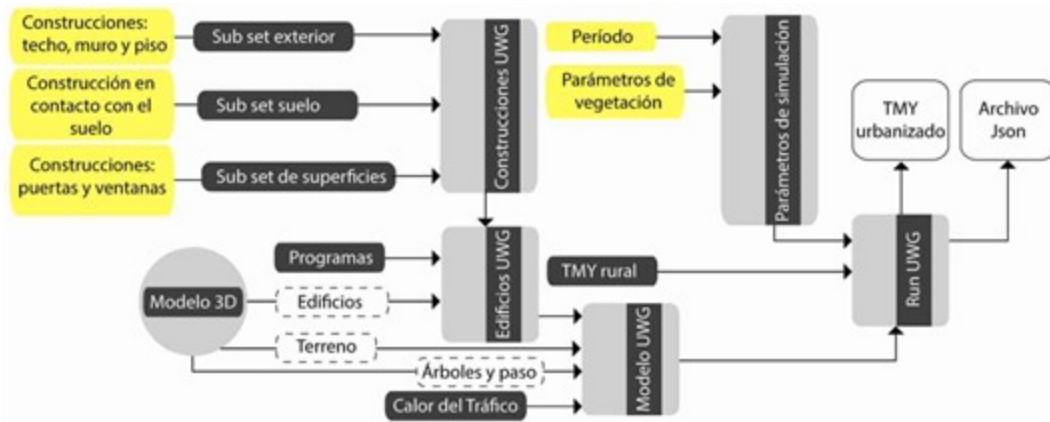


Figura 5

Esquema de simulación urbana en UWG usando módulos de Dragonfly
Elaboración propia

Tabla 2. Propiedades de los materiales que conforman las construcciones. Fuente: Elaboración propia.

Superficie	Capa	Espesor (m)	Conductividad	Densidad	Calor específico	Rugosidad
Muro	Revoque exterior	0,02	1,16	1800	1000	Media
	Ladrillo cerámico	0,18	0,39	778	840	Rugoso
	Revoque interior	0,02	0,93	1900	1000	Media
Techo	Carpeta aislante	0,05	0,12	400	960	
	Losa H°A°	0,15	2,3	2322	1000	
	Revoque interior	0,02	0,93	1900	1000	
Ventana	Vidrio común	0,006	1	No		

Tabla 2

Propiedades de los materiales que conforman las construcciones.
Elaboración propia.

Tabla 3. Parámetros del modelo urbano. Fuente: Elaboración propia.

Parámetros	Valores
Altura promedio edilicia (m)	3,80
Densidad de huella edilicia	0,37
Relación fachada / sitio	0,47
Cobertura de árboles (%)	0,25
Cobertura de pasto (%)	0,15
Tráfico (W/m^2)	6,00
Área del terreno (m^2)	1110,2
Periodo de vegetación activa (mes-mes)	9 - 6
Albedo techos (0-100)	0,30
Albedo muros (0-100)	0,50
Albedo calles (0-100)	0,40

Tabla 3
Parámetros del modelo urbano
Elaboración propia.

Etapa 3: Análisis comparativo entre TMY medido en Observatorio y TMY Simulado en UWG.

Una vez obtenido el TMY simulado es posible compararlo con el TMY medido. Para ello se utiliza el software Dview1.0 (NREL, 2023) que permite contrastar múltiples archivos de clima, pudiendo seleccionar individualmente las variables que componen los TMY. El análisis de la figura 6(a) muestra que las temperaturas diarias simuladas y medidas presentan poca dispersión, con medias muy próximas entre sí. Sin embargo, en los meses críticos surgen mayores diferencias. Por otro lado, la figura 6(b) indica que el modelo climático urbano reproduce adecuadamente la tendencia estacional, evidenciando los ciclos típicos: mínimos nocturnos entre las 5 y 8 h, máximos diurnos entre las 13 y 16 h, valores cercanos a 30 °C en verano y alrededor de 5 °C en invierno. Esto confirma que la simulación representa de forma coherente las oscilaciones estacionales observadas en el TMY medido.

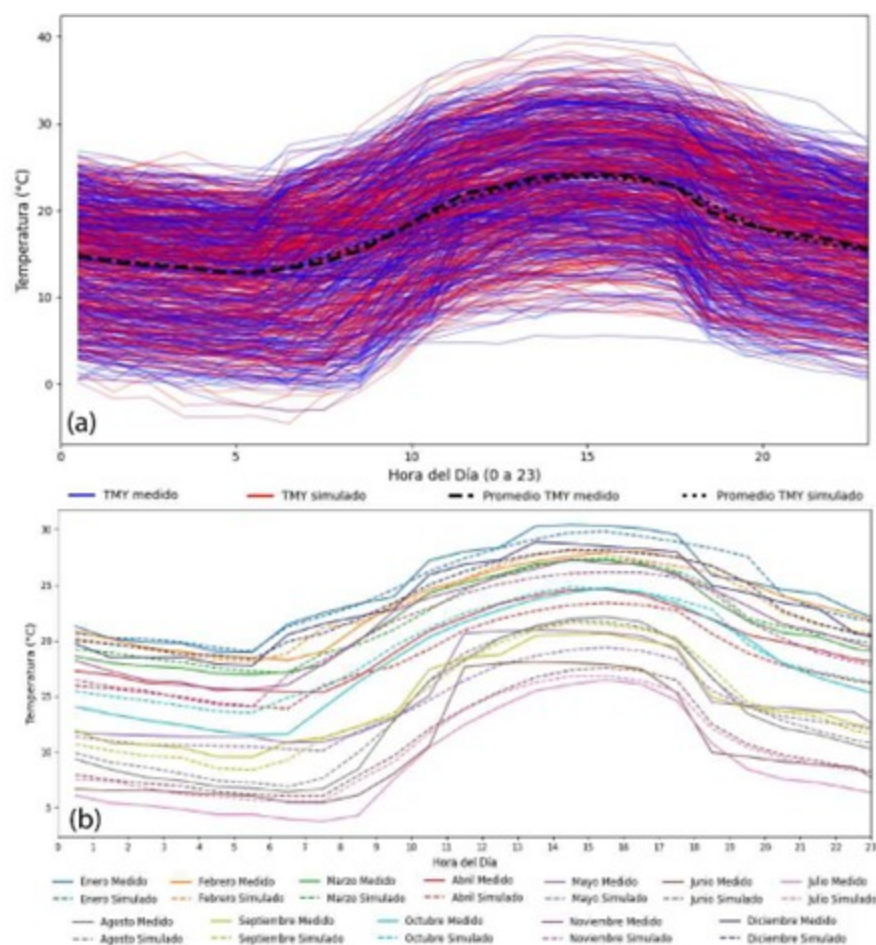


Figura 6.

Curvas de temperatura horaria de cada día del año (a) y curvas de temperatura horaria promedio mensual (b).
Elaboración propia mediante Dview1.0.

Los resultados de la Tabla 4 indican que, a nivel anual, el TMY simulado presenta un NMBE de $-0,33\%$ y un CVRMSE de $27,78\%$ para la temperatura del aire, valores dentro de los límites aceptables ($\leq \pm 10\%$ y $\leq 30\%$, respectivamente). No obstante, el NMBE negativo refleja una leve sobreestimación de las temperaturas simuladas. A escala mensual, algunos meses (mayo, julio, septiembre y octubre) superan el límite de CVRMSE, mostrando alta dispersión entre datos simulados y medidos, mientras que el NMBE mensual se mantiene dentro del rango recomendado excepto en julio ($20,35\%$). En total, 7 de los 12 meses cumplen con los parámetros aceptables, lo cual indica ausencia de desviaciones sistemáticas relevantes durante la mayor parte del año. Dado que las métricas globales del conjunto de datos (8760 horas) satisfacen los criterios de la ASHRAE Guideline 14 (2014), el TMY simulado puede considerarse representativo del clima de la LCZ 3b y válido para simulaciones higrotérmico-energéticas anuales en EnergyPlus. Además, la norma requiere el cumplimiento anual global y no mes a mes, lo cual respalda el uso del TMY simulado para las LCZ.

Tabla 4: NMBE y CVRMSE mensual y anual del TMY simulado respecto al medido. Fuente: E. propia.

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
NMBE (%)	-0,25	-0,99	0,32	-6,28	-6,00	2,23	20,35	0,38	3,27	-1,49	-2,58	-0,56	-0,33
CVRMSE (%)	18,00	17,74	21,18	9,30	42,01	40,26	54,69	10,45	43,60	38,40	27,89	21,23	27,78

Tabla 4

NMBE y CVRMSE mensual y anual del TMY simulado respecto al medido.
E. propia

Conclusiones

El artículo cumple su objetivo al comparar el TMY simulado con el medido y aplicar por primera vez la metodología WUDAPT en Córdoba, aportando datos para definir LCZ y apoyar análisis climáticos urbanos con aplicaciones edilicias y ambientales. El uso del NDVI y del mapa de densidad edilicia fue clave para diferenciar clases urbanas. La clasificación LCZ alcanzó una precisión general urbana aceptable (68%), una correcta distinción entre áreas urbanas y vegetales (93%) y una precisión general ponderada del 92%, con mayores precisiones (>70%) en LCZ 1, 2, 3b, 6, A, D y G. La comparación entre TMY medido y simulado mostró diferencias, destacándose una sobreestimación en julio; aun así, los valores anuales de NMBE (-0,33%) y CVRMSE (27,78%) cumplen los límites normativos ($\leq \pm 10\%$ y $\leq 30\%$). La metodología contribuye a estrategias de mitigación y adaptación al cambio climático y permite optimizar el diseño edilicio sustentable, demostrando la utilidad del TMY simulado generado con UWG para representar el clima de cada LCZ.

Bibliografía

- Adobe Systems Incorporated. (2012). Adobe Photoshop CS6 [Software]. Adobe Systems.
- ASHRAE. (2014). ASHRAE Guideline 14-2014: Measurement of energy, demand, and water savings. American Society of Heating Refrigerating and Air-Conditioning Engineers. ISSN 1049-894X.
- Almeida, C. R., Teodoro, A. C., & Gonçalves, A. (2021). Study of the Urban Heat Island (UHI) using remote sensing data/techniques: A systematic review. *Environments*, 8(10), 105. <https://doi.org/10.3390/environments8100105>.
- Boccolini, S. M. (2022). Relevamiento mensual de la Isla de Calor Urbana en el conurbano del Gran Córdoba (mayo de 2019). Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas. <http://hdl.handle.net/11336/160274>.
- Bruse, M. (1999). ENVI-met: A microscale urban climate model to simulate the interaction between the atmosphere and urban environment. Johannes Gutenberg-Universität Mainz. Retrieved January 27, 2025, from <https://www.envi-met.com>.
- Carbajal-Morán, H., & Onofre-Enriquez, F. (2020). Determinación con imágenes satelitales del índice de vegetación de diferencia normalizada del valle de Pampas-Tayacaja. *Pol. Con. (Edición núm. 51)*, 5(Especial No 1), 228-245. <https://doi.org/10.23857/pc.v5i1.1893>.
- Climate.OneBuilding.Org. (2024). CB_Cordoba. Recuperado el 13 de diciembre del 2022 de: https://climate.onebuilding.org/WMO_Region_3_South_America/ARG_Argentina/index.html
- Colli, M. F., Correa, É. N., & Martínez, C. F. (2020). Aplicación del método WUDAPT en la ciudad de Mendoza-Argentina para definir zonas climáticas locales. *Revista Urbano*, 42(42), 18–31. <https://doi.org/10.22320/07183607.2020.23.42.02>.
- Dragonfly. (2020). Dragonfly: A framework for urban modeling in the built environment [Software]. <https://www.ladybug.tools/dragonfly.html>.
- IDECOR. (2025). Instituto de Desarrollo del Corredor Regional. <https://www.idecor.gob.ar>.
- Ladybug Tools. (2022). Urban heat island modeling. In Dragonfly. Retrieved January 27, 2025, from <https://www.ladybug.tools/dragonfly.html#uhi>.
- La Voz del Interior. (2024). En 2023, Córdoba tuvo la temperatura máxima media más alta y las menores lluvias de la última década. *La Voz*. <https://n9.cl/q8km5>.
- McNeel, R & Associates. (2018). Rhinoceros 3D. Recuperado de <https://www.rhino3d.com/download/>.
- McNeel, R. (2020). Grasshopper 1.0: Visual programming for Rhino [Software]. <https://www.grasshopper3d.com/>.
- Medios Cifras. (2024). Los techos verdes serán obligatorios en la ciudad de Córdoba. *Cifras Online*. <https://n9.cl/nb8jn>.
- NREL. (2023). DView. GitHub.<https://github.com/NREL/wex/releases/tag/v1.0.0>
- QGIS Development Team. (2019). QGIS 3.10.1 [Software]. <https://qgis.org>.
- Ramírez-Agudelo, L., León, J., & Peña, J. (2022). Urban morphology and its effects on the urban heat island in tropical cities: A case study in Barranquilla, Colombia. *Building and Environment*, 207, 108414. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2021.108414>.

Stewart, I. D. y Oke, T. R. (2012). Local climate zones for urban temperature studies. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 93(12), 1879-1900.

WUDAPT. (2025). World Urban Database and Access Portal Tools. WUDAPT. <http://www.wudapt.org>.

Concejo Deliberante de la Ciudad de Córdoba. (s.f.). Ordenanza N.º 12548: Texto actualizado. Córdoba, Argentina. <https://n9.cl/kfq1n>.

AmeliCA

Disponible en:

<https://portal.amelica.org/ameli/ameli/journal/674/6745501004/6745501004.pdf>

Cómo citar el artículo

Número completo

Más información del artículo

Página de la revista en portal.amelica.org

AmeliCA

Ciencia Abierta para el Bien Común

Oga Martínez Lautaro, Sulaiman Halimi

Análisis comparativo del año típico meteorológico medido y simulado en Córdoba Argentina mediante el Software Urban Weather Generator

Comparative analysis of the measured and simulated typical meteorological year in Córdoba, Argentina, using the Urban Weather Generator Software

ARQUITECNO

núm. 26, p. 24 - 31, 2025

Universidad Nacional del Nordeste, Argentina

revistas@unne.edu.ar

ISSN: 0328-0896

ISSN-E: 2668-3988

DOI: <https://doi.org/10.30972/arq.269035>



CC BY-NC 4.0 LEGAL CODE

Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.