

MICROCLIMAS Y SENSACIÓN TÉRMICA EN LA AVENIDA DELTA, GUAYAQUIL

El impacto Post-Pandémico de la Regeneración Urbana

Microclimates and Thermal Sensation on Delta Avenue, Guayaquil

The Post-Pandemic Impact of Urban Regeneration

Ghyslaine Manzaba Carvajal

Facultad de Arquitectura y Urbanismo; Universidad de Guayaquil, Ecuador
ghyslaine.manzabacar@ug.edu.ec

Ricardo Valencia Robles

Facultad de Arquitectura y Urbanismo; Universidad de Guayaquil, Ecuador
ricardo.valenciar@ug.edu.ec

María Sánchez Padilla

Facultad de Arquitectura y Urbanismo; Universidad de Guayaquil, Ecuador
maria.sanchezpa@ug.edu.ec

Jorge Macías Pérez

Facultad de Arquitectura y Urbanismo; Universidad de Guayaquil, Ecuador;
jorge.maciaspe@ug.edu.ec

RESUMEN

Este estudio examina cómo la regeneración urbana en la Av. Delta, Guayaquil proporciona una base técnica para evaluar el impacto post-pandémico en el medio ambiente y el bienestar de los usuarios, según el diseño y la gestión de esta importante arteria vial. La investigación utiliza una metodología cuantitativa para estudiar la incidencia de la regeneración urbana en los microclimas locales y el índice de calor en espacios peatonales, al realizar mediciones in situ de humedad, temperatura ambiental y específica de las superficies en aceras, variables según las especies vegetales presentes y materiales utilizados. Los resultados indican que, la regeneración urbana generó cambios en la sensación térmica local, cuyas estrategias de diseño en ciertos tramos de la Av. Delta, se podría replicar en la acera este donde no se aplicó esta intervención.

Palabras clave: Regeneración urbana, microclimas, sensación térmica, índice de calor.

Bloque temático: Ciudad – ciudad y medioambiente

ABSTRACT

This study examines how urban regeneration on Av. Delta, Guayaquil provides a technical basis for assessing the post-pandemic impact on the environment and user well-being, according to the design and management of this important road artery. The research uses quantitative methodology to study the impact of urban regeneration on local microclimates and heat index in pedestrian spaces, by conducting in situ measurements of humidity, environmental temperature and specific surface temperatures on sidewalks, variables according to the present plant species and materials used. The results indicate that urban regeneration has led to changes in local thermal sensation whose design strategies in certain sections of Av. Delta could be replicated on the east sidewalk where this intervention was not applied.

Keywords: urban regeneration, microclimates, thermal sensation, heat index.

Topic: City - city and environment

1. Introducción

Según Liévanos Díaz & Liévanos Díaz (2023): “La crisis que generó la pandemia COVID-19 dejó expuestas diversas deficiencias en el espacio público como la accesibilidad, flexibilidad, diseño, los materiales utilizados, gestión y mantenimiento del espacio, la conectividad y la distribución equitativa en la ciudad. Por lo que es necesario diseñar y crear agendas políticas e instrumentos que permitan desarrollar una planeación urbana estratégica que involucre a la comunidad, salud pública, construcciones amigables con el ambiente, entre otros factores (ONU-HA-BITAT, 2020)”.

En efecto, dicha planeación urbana en épocas de pandemia se vio implementada en un sitio de predominancia histórica y educativa en la ciudad de Guayaquil como lo es la Av. Delta, una intervención definida en tres ejes principales de diseño, los cuales se sintetizan en el aumento de las áreas-cruces peatonales y de ciclovía, recuperación y aumento de áreas verdes, y la adaptación de una zona de equipamiento comercial con paraderos de buses y mobiliario de descanso. Sin embargo, estas mejoras urbanas se aplicaron en la acera oeste de la avenida, quedando relegada la acera opuesta, que únicamente dispone de una superficie de rodadura peatonal inferior a 1,20 metros, y en la que es perceptible la calidad de experiencia urbana en ambos tramos.

El análisis pormenorizado de cada variable contextual de este sitio está direccionado a la tipología de estrategia urbana aplicable en la intervención, cuya solución a los problemas detectados deben medirse técnicamente a partir de un análisis exploratorio, con la toma de datos in situ. La síntesis de esta investigación se centra en medir el índice de calor en los microclimas generados de la Avenida Delta, sitio que ha sufrido varias intervenciones urbanas en los últimos 15 años y cuyo último proyecto fue desarrollado en época de pandemia (2020), analizando el confort térmico de los peatones al transitar en las aceras oeste (intervenida) y este (no intervenida) de esta vía.

2. Antecedentes

2.1. Ubicación y Condicionantes climáticas



Fig. 01. Trazado urbano del sitio de estudio. Fuente: Manzaba et al. (2023).

En la Ciudadela Universitaria (Fig. 01) en el sector centro de la ciudad de Guayaquil, Ecuador se sitúa el contexto de esta investigación sobre las variaciones del índice de sensación térmica en las aceras este y oeste de la Av. Delta, con longitud de 530 metros. Sus coordenadas geográficas Latitud 2.82394 S, Longitud 79.895978 W (Google Maps, 2023) y su proximidad a la línea equinoccial del planeta permiten que las variables de temperatura media y radiación solar sean constantes y regulares durante todo el año. La temperatura promedio y humedad relativa a nivel local es de 24°C a 31°C y 86%, respectivamente, tomado desde la estación meteorológica Aeropuerto Internacional José Joaquín de Olmedo (Weather Spark, 2023).

2.2. El antes y después del Proyecto Delta

Hablar del Proyecto Delta, implica establecer una relación histórica por más de 157 años con la “Ciudadela Universitaria Salvador Allende”, lugar que ha sido testigo de las actividades educativas de la Universidad de Guayaquil, centro académico cuyo acceso principal se establece desde la Av. Delta.

Y precisamente este sector predominantemente educativo, ha sido partícipe de múltiples intervenciones de mejora infraestructural, pavimentación y señalización; sin embargo, en correspondencia con el derecho al espacio público, el malestar ciudadano ha sido evidenciado desde inicios del S. XXI hasta el inicio de la pandemia del Covid-19, por la insuficiencia de cruces peatonales y superficie de tránsito peatonal en la Av. Delta, con las condiciones adecuadas de circulación y confort térmico (Fig. 02).



Fig. 02. Avenida Delta previo a la implementación de Proyecto Delta. Fuente: Acosta, E (2017).

Intentos por limitar el uso del espacio público y establecer barreras físicas y visuales entre ambas aceras de la avenida, se han visto implementados desde el año 2017, con la implementación de un cruce peatonal sobre los 530 metros de longitud de este transepto de vía, así como la instalación de una baranda metálica (Fig. 03.) en el parterre, dividiendo la acera este y oeste de la Ciudadela Universitaria.

Ante estas decisiones urbanas que generaron mayores problemas de circulación y ocupación del espacio público, surge el Proyecto Delta, una intervención urbana como circuito ecológico y turístico en las colindancias norte y este de la Ciudadela Universitaria, cuya primera fase de ejecución data hacia el año 2019 (Torres, 2023) y finaliza 5 años después, en presencia de una crisis post-pandémica que incidió en el

normal desarrollo de las actividades educativas, comerciales y de transporte predominantes en el sitio de estudio.



Fig. 03. Baranda Metálica en parterre de Avenida Delta. Fuente: Departamento Tecnología de Información y Comunicación FAU (2024).

Las principales características de esta intervención, aplicada en la acera oeste, consistieron en el cambio de material de piso adoquinado en las aceras ensanchadas, adaptación de una berma de buses urbanos, aumento de las áreas verdes, nuevo carril de ciclovía y mobiliario de descanso, mejoras infraestructurales y, diseño de los accesos peatonales y vehiculares hacia la ciudadela universitaria (Figura 04).



Fig. 04. Acceso peatonal a la Ciudadela Universitaria desde la Av. Delta regenerada. Fuente: Departamento Tecnología de Información y Comunicación FAU (2024).

2.3 Escenarios post-pandémicos a nivel sociocultural y comercial

La presente investigación da continuidad a un estudio preliminar desarrollado sobre variables socioculturales en la Av. Delta, dentro de un contexto post-pandémico en el artículo “Escenarios Post-pandémicos de la Regeneración Urbana en Avenida Delta, Guayaquil”, 2023. El análisis revela una intervención prioritaria en la acera Oeste de la Avenida Delta, limitada por una verja que afecta la imagen urbana. El espacio público y las actividades comerciales en la acera Este se ven relegadas debido al alto flujo de personas y comercios itinerantes (Fig. 05); en ese sentido, la teoría de la ciudad compacta de 15 minutos se cumple parcialmente en la Av. Delta, debido a la cercanía de recursos e infraestructura que mejoran la experiencia urbana en algunos tramos (Manzaba et al., 2023).

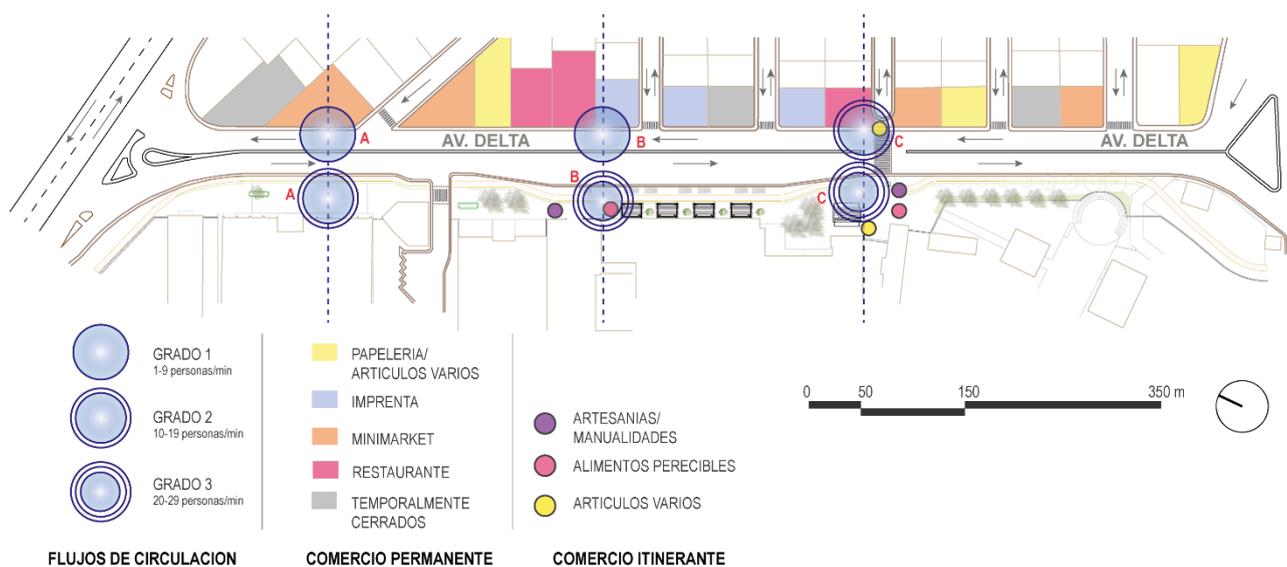


Fig. 05. Grados de frecuencia de personas por minuto en Av. Delta. Fuente: Manzaba et al. (2023)

3. Objetivos

3.1. Objetivo General

Determinar el índice de calor en las aceras este y oeste de la Avenida Delta, mediante la medición de temperatura y humedad relativa in situ con la finalidad de identificar los microclimas y sensación térmica generados por los criterios de diseño en la elección de materiales de pisos y especies vegetales.

3.2. Objetivos Específicos

-Realizar un estudio de campo en la medición de los indicadores climáticos en áreas sombreadas y descubiertas de la Av. Delta.

-Establecer las características físicas y propiedades de los materiales de piso y especies vegetales proyectados en las aceras este y oeste de la Av. Delta.

-Calcular el índice de calor en diferentes tramos del sitio e identificar la relación entre las características físicas y los indicadores climáticos de la avenida intervenida.

4. Hipótesis

La Regeneración Urbana de la Av. Delta, a través de la elección de materiales de piso y la proyección de especies vegetales, ha generado microclimas que alteran la sensación térmica en áreas peatonales sombreadas y descubiertas (Fig. 06). Se investiga si estos cambios térmicos son uniformes a lo largo de la Av. Delta o si varían significativamente en diferentes transectos.



Fig. 06. (izq.) Acera oeste regenerada y cubierta de árboles de Av. Delta; (der.) Acera este no intervenida y descubierta de la Av. Delta. Fuente: Departamento Tecnología de Información y Comunicación FAU (2024).

5. Preguntas de investigación

- ¿Cómo varía la temperatura en las zonas peatonales en función de la capacidad calórica de los materiales de piso exterior utilizados? ¿Cómo se puede cuantificar el impacto de esta estrategia en el confort térmico de los usuarios de estas áreas?

-¿La diversidad y densidad de especies vegetales en las áreas peatonales contribuyen a una mayor cobertura de sombra, y por lo tanto, a una disminución en la sensación térmica y un aumento en la humedad relativa?

-¿Cómo los criterios de diseño aplicados en escenarios post-pandémicos influyen en la generación de microclimas en una ubicación geográfica determinada?

6. Marco teórico

De manera paulatina y radical, determinados espacios urbanos han experimentado cambios desde su morfología, densificación y caracterización física hasta la más mínima muestra de adaptación de los recorridos urbanos en respuesta a los cambios que ha sufrido el planeta, primordialmente en variables climáticas y de salubridad. Por lo que el impacto del COVID-19 en la gestión de ciudades recurre a la aplicación de nuevas estrategias urbanas asociadas a la utilización de vegetación, suelos y recursos hídricos para la creación de microclimas más saludables (Rosa Suriñach, 2021).

El Banco de Desarrollo de América Latina CAF destaca en su documento “HDR6 Parques Urbanos y Espacio Público” durante la Sesión 6 Intercambio de Experiencias 2020, la respuesta que ha tenido la resiliencia urbana en pandemia, al develar vulnerabilidades crónicas de las urbes a nivel regional (Equipo iniciativa Ciudades con futuro de CAF & Equipos Red de Ciudades Resilientes, 2020), cual manera de mitigar y controlar los efectos post-pandémicos es por medio de la participación activa de entidades municipales y la ciudadanía en efectuar buenas prácticas combinando las funciones residenciales y comerciales (United Nations Human Settlements Programme, 2021) con los espacios públicos e inclusivos para mejorar el ecosistema urbano y la salud pública.

Colateralmente, la experiencia investigadora aborda diferentes retos en la disciplina urbanística que se deben enfrentar en estos escenarios post-pandémicos, al ser cuestiones de atención primordial el contexto temporal, los efectos a corto y mediano plazo de un programa urbanístico contemporáneo y el cambio de modelo para el futuro (Peremiquel, 2020). Y precisamente las consecuencias de estas tres decisiones conllevan al desarrollo más sostenible e inclusivo a gran escala con interés colectivo, en el que su sistema de proximidad destaque las dimensiones humanas y su conectividad con el territorio, servicios, relaciones y oportunidades.

Para Galluzo, L y Borin, Ambra (2021), es vital en este tipo de estrategias la aplicación de diseños que apunten a la reversibilidad de la intervención y su futura adaptabilidad, a fin de experimentar espacios públicos con actividades imprevistas, ajustados a los inevitables cambios en la sociedad (Galluzo & Borin, 2021).

Según el Informe de Soluciones basadas en la naturaleza para los desafíos urbanos del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), los autores destacan que: *“Las ciudades son las primeras en experimentar las consecuencias del cambio climático y son, de hecho, la primera línea y el campo de batalla donde se busca paliar este fenómeno.”* (Szkop et al., 2021). Se destaca la importancia de conservar la diversidad biológica adaptada al cambio climático a partir de soluciones basadas en la naturaleza (SbN) presentado por el Banco Mundial, en el año 2008. Este enfoque se integra en un panorama más amplio en el que se disponga de una infraestructura ecológica como un tejido de zonas naturales, parcial y totalmente, hábiles para proporcionar una amplia gama de servicios ecosistémicos en aras de conservar la diversidad biológica y bienestar de los seres humanos.

Parte de ese equilibrio en el uso del espacio público dotado de infraestructura verde, ha maximizado los problemas ambientales y sociales que, según la ONU: “Los estudios científicos demuestran que el cambio climático puede tener profundas repercusiones y consecuencias para el microclima de las zonas urbanas. La temperatura urbana depende del desarrollo mundial. En las ciudades, el aumento de las temperaturas en todo el mundo se ve complementado y fortalecido por otros factores derivados de la ciudad en sí.” (Szkop et al., 2021). Y de este precepto se fundamentan las principales causales al efecto de la isla de calor, considerando el uso de materiales para superficies de piso como el asfalto, el decrecimiento de las superficies vegetales y superficies permeables de gravilla o tierra, así como la producción de calor por la actividad antropogénica.

En efecto, las soluciones para la mitigación de los impactos climáticos parten del tipo de decisiones o estrategias de diseño contempladas para la infraestructura verde urbana (IVU) y gris, que desempeñan un papel importante en la adaptación al cambio climático y de la salud humana, puntualizando la plantación de árboles y el aumento de áreas sombreadas para reducir el índice de calor o sensación térmica; o el considerar redes de transporte público multimodal o soluciones de drenaje y suministro de agua más eficientes y amigables con el medioambiente (Libertun & Peciña, 2024).

Es escenarios situados en un contexto latinoamericano, estudios revelan como este índice de calor variable en diferentes ecosistemas urbanos de una ciudad pueden desequilibrar la salud generada por los elevados niveles de temperatura, que en casos experimentales se ha podido observar como una alta densidad poblacional con poca vegetación presenta los valores más altos de temperatura y humedad relativa (Salazar Ceballos & Alvarez Miño, 2019). En correspondencia con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la ONU, debe existir un equilibrio entre el desarrollo local, ecosistemas urbanos y salud pública, con miras hacia la planificación de ciudades sostenibles y control del cambio climático.

7. Metodología

La evaluación de los emergentes escenarios urbanos post-pandémicos en la Av. Delta y la repercusión del índice de calor acorde a las diferentes variables de contexto se mide a partir de un enfoque de investigación cuantitativo.

El procedimiento de la exploración considera el % de sombra por especies vegetales y la capacidad calórica de los materiales de pisos aplicados en la Regeneración urbana de esta avenida, considerando sus características y propiedades. Se continúa con el estudio de campo in situ en la toma de datos de temperatura y humedad, lo que permite calcular el índice de calor por tramos, y su relación con la superficie de área cubierta por árboles y el índice de inercia térmica de los materiales de piso existentes en las aceras Este y Oeste de la Av. Delta. La Tabla 01 ilustra un esquema del **proceso de investigación exploratorio** (Hernández et al., 2007) aplicando un estudio de alcance explicativo, cual método facilita la recolección de datos en sitio que pretende establecer las causas de sucesos o fenómenos que inciden al problema de estudio.

FASE	CUANTITATIVA			
VARIABLE DE ESTUDIO	Tipología de especies vegetales	Materialidad de piso exterior	Temperatura de superficie de piso	Temperatura ambiental y humedad relativa
INDICADOR	% de sombra por área de intervención	-Índice de inercia térmica de materiales	-Grados centígrados en material de pisos	-Grados centígrados y % de humedad relativa

Tabla 01. Esquema del diseño exploratorio explicativo. Fuente: Elaboración propia (2024).

El enfoque de trabajo comprende la definición precisa del área de estudio, junto con la exactitud de las herramientas de estudio y el análisis de cada etapa, que se detallan a continuación.

7.1. Delimitación del sitio de estudio

En el marco descriptiva de la recolección de datos cualitativos, la identificación de materiales de piso y especies vegetales se centrará en toda la extensión de las aceras este y oeste de la Av. Delta, con una longitud aproximada de 530 metros de cada lado. Consecuentemente, en la fase cuantitativa, se han definido tres puntos (Fig. 07) de toma de temperatura y humedad en las zonas peatonales, explícitamente en cada acera (este y oeste) de la Av. Delta; la separación en estos tres tramos es de 120 metros entre sí.

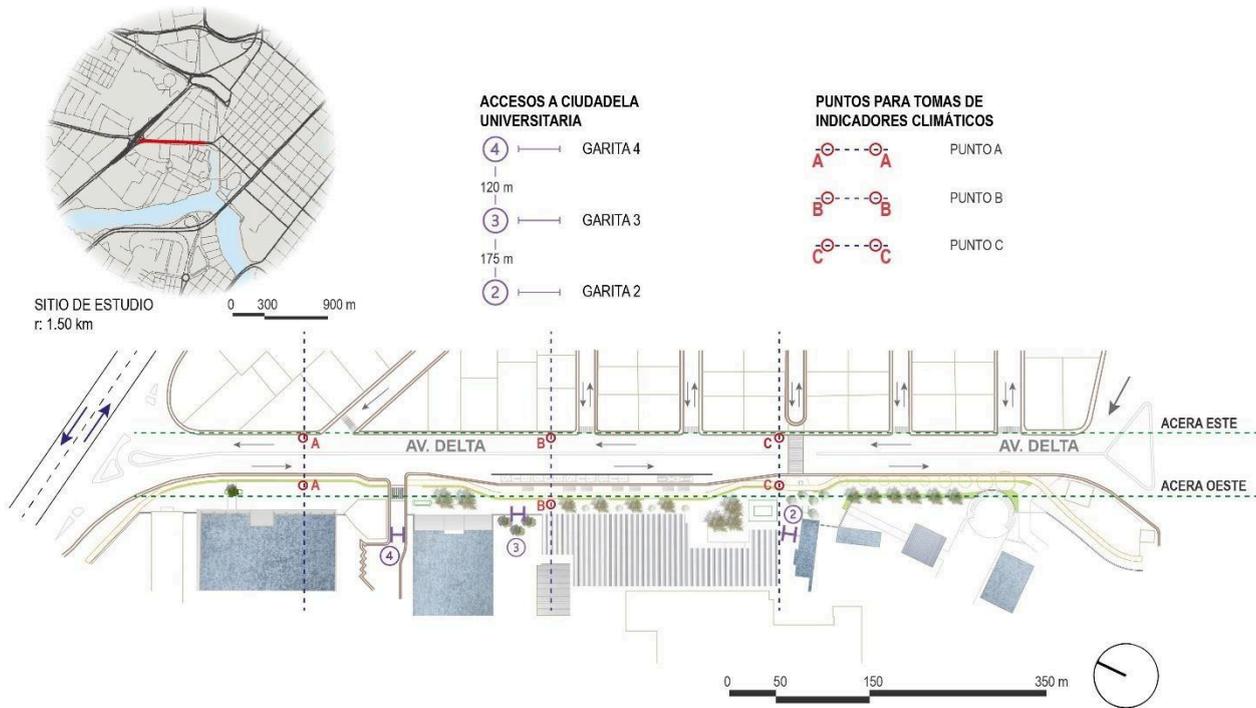


Fig. 07. Sitio de estudio y puntos físicos para la toma de indicadores climáticos. Fuente: Elaboración propia (2024).

7.2. Fases de estudio y análisis

Se analizan 4 variables físico-bióticas con enfoque **cuantitativo** en el sitio de estudio; aquellos tramos en aceras con variaciones en la cobertura vegetal y en el índice de inercia térmica de pisos permiten diagnosticar diversos microclimas urbanos, a pesar de estar en la misma ubicación geográfica.

- Tipología de especies vegetales: altura, ancho de copa y familia, que serán medibles en % de sombra proyectada por área de intervención.
- Materialidad de piso exterior: Su variabilidad será medida según el índice o coeficiente de inercia térmica que permite establecer baremos de capacidad calórica de un material.
- Temperatura de superficie de suelo: Se mide la radiación térmica de los materiales de piso utilizando un termómetro de superficie.
- Temperatura ambiental y humedad relativa: corresponde a la medición de indicadores climáticos in situ que serán expresados en grados centígrados y % de humedad relativa; para ambos casos, se tomaron muestras el 21 de marzo (día equinoccio) y 21 de diciembre (día solsticio) de 2023 a las 12h00, momentos en los que el sol se encuentra perpendicular a la línea equinoccial, es decir, Ecuador al estar ubicado sobre este centro geométrico, la radiación solar se recibe directamente con mayor intensidad y el aumento de temperatura es mayor en estas fechas. Los equipos de medición utilizados son termómetro ambiental e higrómetro.

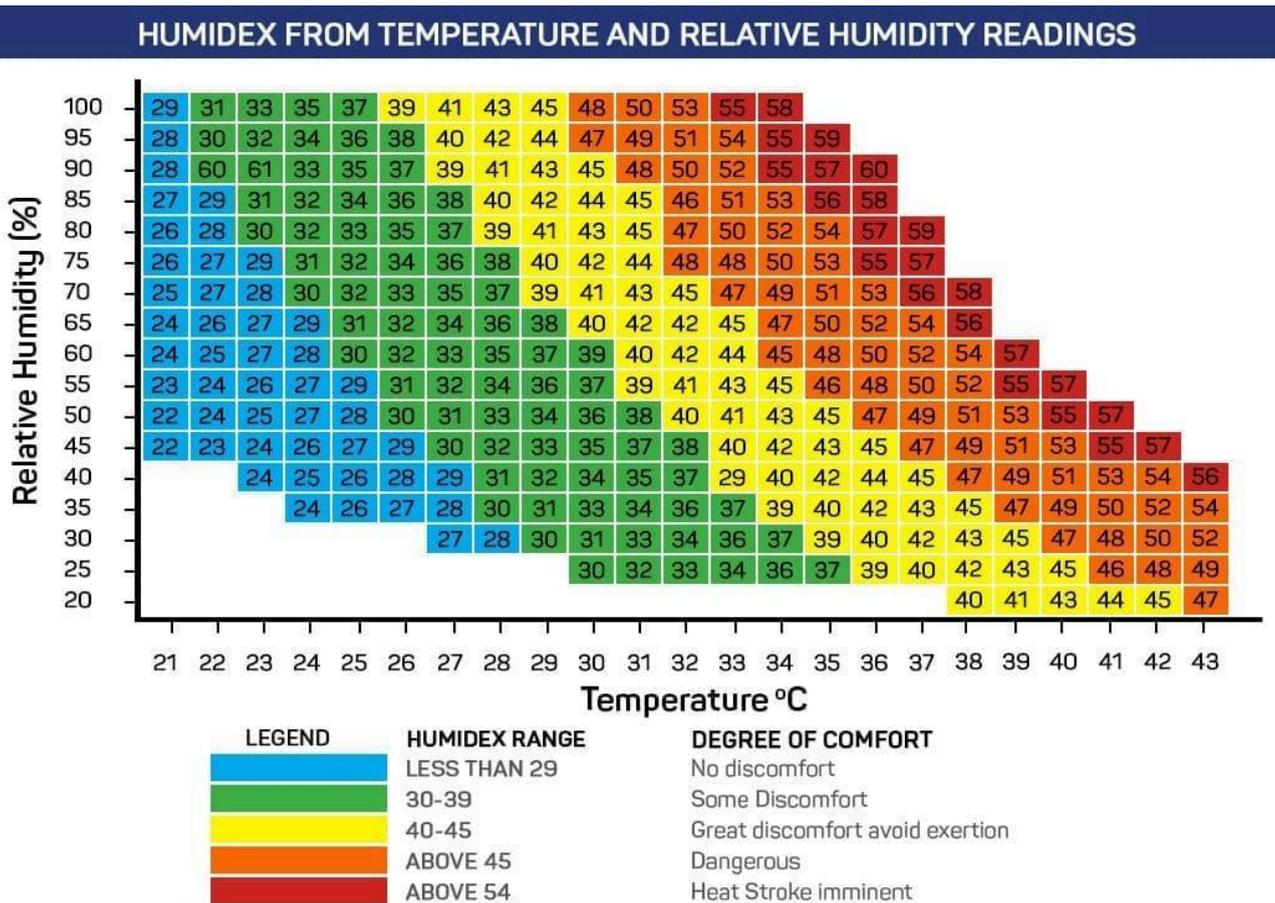


Fig. 08. Environment Canada Humidex chart. Fuente: Environment Canada (s.f.).

El análisis y discusión de resultados se basa en la escala de confort según los valores de Humidex (Fig. 08) o índice de calor en función de la temperatura y la humedad relativa, un indicador desarrollado desarrollada por J. M. Masterton y F. A. Richardson del Servicio de Ambiente Atmosférico de Canadá en 1979 (Government of Canada, 2018) que describe la influencia que ejerce la temperatura y humedad sobre el cuerpo humano.

8. Resultados

- % de sombra por área de intervención

Dentro de la tipología de especies vegetales, se han identificado los siguientes árboles existentes y nuevos.

ACERA OESTE

-Árboles existentes: en promedio 150 especies de variadas características. El 80% de los árboles tiene una altura y ancho de copa promedio de 6 metros y, el 20% restante tiene una altura promedio de 9 a 12 metros y ancho de copa de 10 metros. Entre las familias existentes se encuentran ficus benjamina, mangífera índica (Fig. 09), delonix regia, terminalia catappa, samanea saman, cassia siamea, entre otros.

-Árboles nuevos: en promedio 42 especies de similares propiedades cuyo altura y ancho de copa es de 3 y 2 metros, respectivamente. Esta propuesta de diseño paisajístico incluye árboles como terminalia catappa, cassia fístula, tabebuia caraiba, tabebuia heteróphylla, caesalpinia glabrata, prosopis juliflora, handroanthus chrysanthus, entre otros.

ACERA ESTE

Es inexistente la implantación de especies vegetales, tipo arbustos, árboles u ornamentales en este lado de la avenida (Fig. 09).



Fig. 09. (izq.) Árbol de Mango en acera oeste; (centro) Árbol nuevo en acera oeste; (der.) Acera Este. Fuente: Elaboración propia (2024).

En la Tabla 02 se presentan los % de sombra por acera, en el que del lado oeste existe un 76,62% de sombra proyectada a las 12h00 de un día equinoccio por la disposición de árboles.

INDICADOR	ACERA OESTE	ACERA ESTE
ÁRBOLES EXISTENTES	20% copa Ø 10 metros	30 árboles – superficie 2356 m ²
	80% copa Ø 6 metros	120 árboles – superficie 3392 m ²
ÁRBOLES NUEVOS	100% copa Ø 2 metros	45 árboles – superficie 141 m ²
RELACIÓN m ² sombra/m ² superficie peatonal	5889 m ² sombra / 7685 m ² superficie = 76,62% de sombra	0.00% de sombra

Tabla 02. Resultados de % de sombra proyectada en Av. Delta. Fuente: Elaboración propia (2024).

- Índice de inercia térmica y grados centígrados en material de pisos.

Para la acera este y oeste, el material de piso utilizado en toda su extensión es el adoquín de formatos 30x30cm y 30x60cm, en tonalidades grisáceas y rojizas (Fig. 10). La temperatura promedio tomada in situ

durante los días de medición es de 34,15°C y 36,18°C (Tabla 03) en las superficies de aceras Oeste y Este, respectivamente.

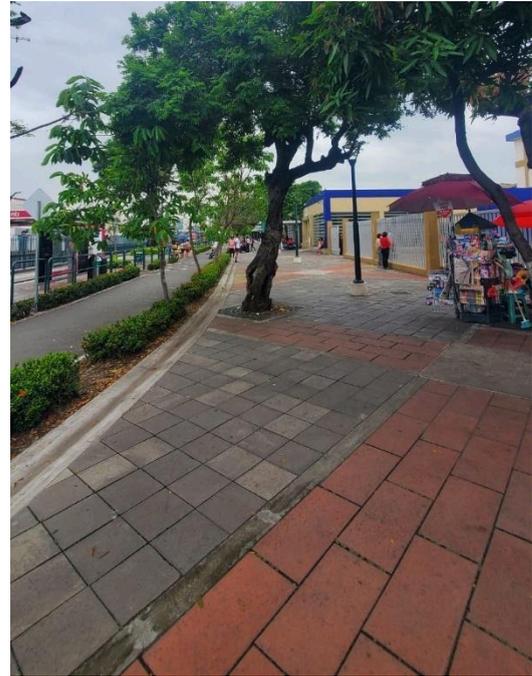


Fig. 10. (izq.) Formato cuadrado de adoquín; (der.) Formato rectangular de adoquín. Fuente: Elaboración propia (2024).

El índice de inercia térmica de los adoquines de hormigón es de 1050 J / g K, más bajo que el del asfalto pero más alto que materiales como la grava, el barro o adobe.

REGISTRO DE TEMPERATURA DE SUPERFICIE EN ACERAS DE AV. DELTA		
TRAMO / °C	ACERA OESTE Temperatura °C	ACERAESTE Temperatura °C
TRAMO A	31,52	35,80
21 marzo 2023 12h00	28,80	34,40
21 marzo 2023 10h00	27,93	31,00
21 marzo 2023 14h00	37,83	42,00
TRAMO B	35,26	35,80
21 marzo 2023 12h00	35,10	32,40
21 marzo 2023 10h00	30,63	31,30
21 marzo 2023 14h00	40,03	43,70
TRAMO C	35,67	36,93
21 marzo 2023 12h00	34,87	33,70
21 marzo 2023 10h00	31,20	32,50
21 marzo 2023 14h00	40,93	44,60
Promedio	34,15	36,18

Tabla 03. Resultados de temperatura de pisos. Fuente: Elaboración propia (2024).

- Grados centígrados y % de humedad relativa

A razón de la toma de datos en temperatura de los microclimas existentes en los tres tramos de la Av. Delta, se determina un promedio de temperatura en la acera Oeste de 30.56°C y en la acera Este de 31.18°C.

REGISTRO DE TEMPERATURA EN LOS MICROCLIMAS DE AV. DELTA						
TRAMO / °C	ACERA OESTE			ACERA ESTE		
	Toma 1 °C	Toma 2 °C	Temperatura °C	Toma 1 °C	Temperatura °C	
TRAMO A			30,52		31,75	
21 marzo 2023 12h00	31,00	31,20	31,20	32,30	32,30	
21 diciembre 2023 12h00	29,80	29,70	29,83	31,20	31,20	
TRAMO B			30,55		31,10	
21 marzo 2023 12h00	31,60	31,80	31,77	32,00	32,00	
21 diciembre 2023 12h00	29,00	29,00	29,33	30,20	30,20	
TRAMO C			30,61		30,70	
21 marzo 2023 12h00	32,07	32,30	32,22	31,50	31,50	
21 diciembre 2023 12h00	28,50	28,80	29,00	29,90	29,90	
			30,56		31,18	

Tabla 04. Resultados de temperatura en microclimas de Av. Delta. Fuente: Elaboración propia (2024).

- Promedio de humedad en microclimas de aceras este y oeste
La humedad relativa promedio en cada acera varía 2%, al ser más elevada en la Acera Oeste en la que la presencia de especies vegetales es mayor.

REGISTRO DE HUMEDAD EN LOS MICROCLIMAS DE AV. DELTA						
TRAMO / % Humedad	ACERA OESTE			ACERA ESTE		
	Toma 1 %	Toma 2 %	% humedad	Toma 1 %	% humedad	
TRAMO A			65,17%		63,00%	
21 marzo 2023 12h00	67%	67%	67,00%	63%	63,00%	
21 diciembre 2023 12h00	64%	64%	63,33%	63%	63,00%	
TRAMO B			66,17%		65,00%	
21 marzo 2023 12h00	67%	76%	70,00%	64%	64,00%	
21 diciembre 2023 12h00	63%	63%	62,33%	66%	66,00%	
TRAMO C			66,67%		64,00%	
21 marzo 2023 12h00	67%	70%	69,00%	63%	63,00%	
21 diciembre 2023 12h00	66%	66%	64,33%	65%	65,00%	
			66,00%		64,00%	

Tabla 05. Resultados de humedad relativa en microclimas de Av. Delta. Fuente: Elaboración propia (2024).

9. Análisis y Discusión

9.1. Índice de calor o Humidex

Las múltiples condicionantes de sitio, refiriéndose a un alto índice de inercia térmica en pisos, un elevado número de especies vegetales en zonas peatonales y las variables climáticas tomadas in situ, determinan que la adaptación de un espacio público a la cobertura vegetal e infraestructura verde considerada para fines de regeneración urbana presenta, mejores resultados en confort y sensación térmica (Fig. 11) para el peatón, a diferencia de casos en los que las zonas de circulación peatonal se encuentran descubiertas. Es así como, a partir de las herramientas de investigación expuestas en el apartado previo, se pudo determinar un incremento del índice de calor a 42°C en la acera este, aquella cuyas características muestran una superficie de rodadura en adoquines de hormigón y con un 0.00% de proyección de sombra por superficie; en contraposición a la acera oeste que presenta mejores escenarios de tránsito con 40°C de índice de calor y que un 76.62% de proyección de sombra que proporcionan los árboles nuevos y existentes (Fig. 12).

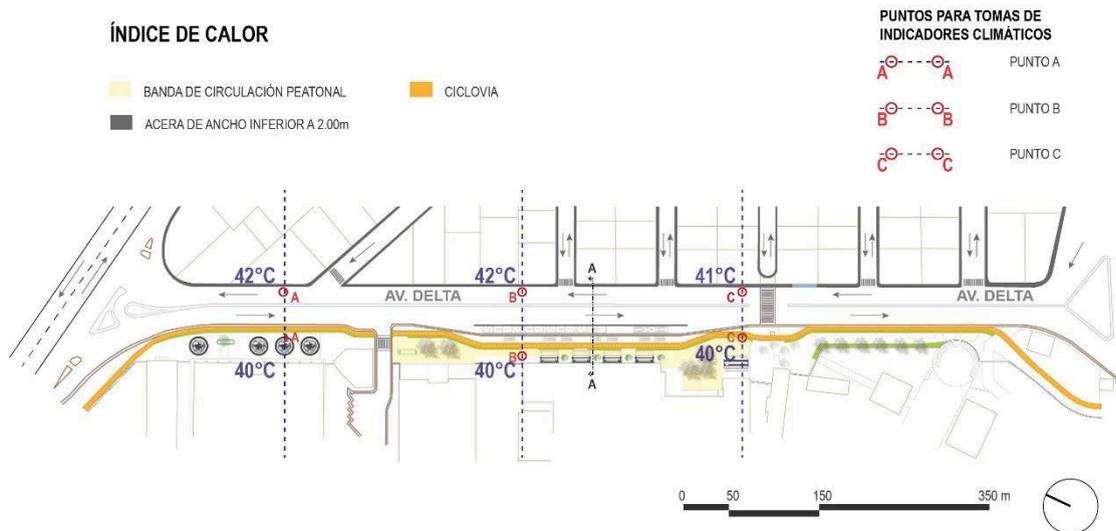


Fig. 11. Índice de calor por tramos. Fuente: Elaboración propia (2024).

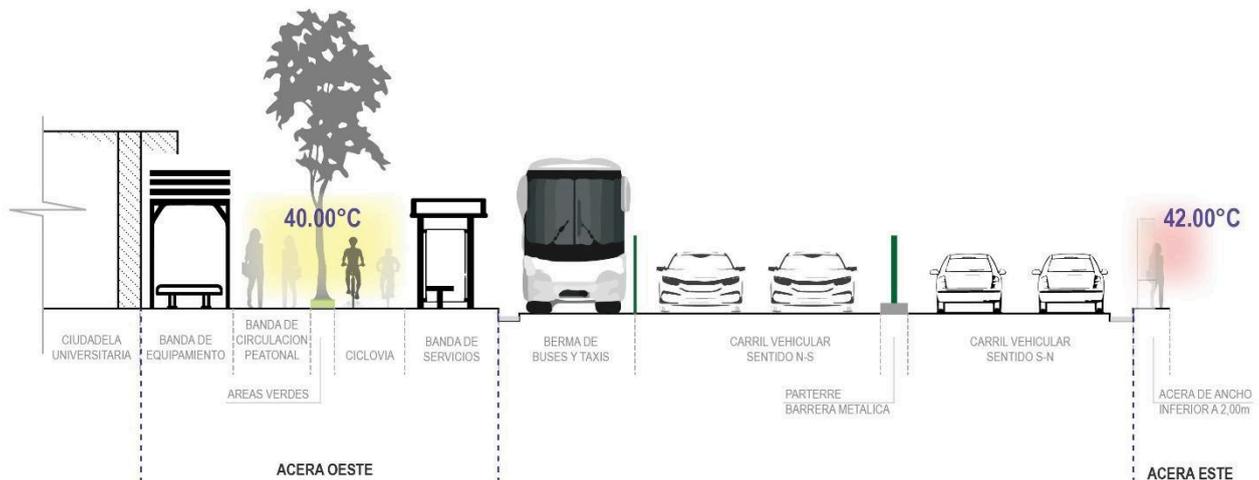


Fig. 12. Sección A-A de Av. Delta e índice de calor por aceras. Fuente: Elaboración propia (2024).

9.2. Conclusiones

1. **Incremento del confort térmico a través de la regeneración:** La modificación de espacios públicos por medio de la inclusión de cobertura vegetal y elementos verdes en el proceso de regeneración urbana potencia de forma significativa el confort y la sensación térmica para los peatones, en comparación con zonas peatonales expuestas.
2. **Repercusión de los materiales y la vegetación en la trama urbana:** Los criterios de diseño implementados en la Regeneración Urbana de la Av. Delta, en particular la selección de materiales de piso y la incorporación de especies vegetales, han originado microclimas con cambios significativos en la sensación térmica entre áreas peatonales sombreadas y descubiertas.
3. **Contraste térmico entre las aceras Este y Oeste:** Se observó un aumento en el índice de calor a 42°C en la acera este, caracterizada por una superficie de adoquines de hormigón y la ausencia de sombra. En contraste, la acera oeste, con un 76.62% de sombra proporcionada por árboles nuevos y existentes, presentó un índice de calor más bajo de 40°C, proporcionando un entorno más cómodo para el tránsito peatonal.

10. Bibliografía

- Equipo iniciativa Ciudades con futuro de CAF, & Equipos Red de Ciudades Resilientes. (2020). *Recuperación Urbana Respuestas Resilientes frente a la Crisis*.
- Galluzo, L., & Borin, A. (2021). Post-pandemic scenarios and design strategies for public spaces transformation. *INMATERIAL. Diseño, Arte y Sociedad*, 6(12). <https://doi.org/10.46516/inmaterial.v6.134>
- Google Maps. (2023). *Coordenadas Geográficas de la Avenida Delta*. Google Maps. <https://www.google.com/maps/@-2.1823488,-79.8961927,19.08z>
- Government of Canada. (2018). *Spring and summer weather hazards*. Environment and Climate Change Canada.
- Hernández, S., Fernández, C., & Baptista, P. (2007). *Fundamentos de metodología de la investigación*. Mexico: McGraw: Vol. Mexico: McGraw. <https://markainvestigacion.wordpress.com/2019/01/14/libro-de-sampierisobre-metodologia-de-investigacion-6ta-edicion/>
- Libertun, N., & Peciña, D. (2024, February). *¿Cómo pueden las ciudades mitigar los impactos del cambio climático?: infraestructura verde y gris*. Banco Interamericano de Desarrollo BID. <https://blogs.iadb.org/ciudades-sostenibles/es/ciudades-impactos-cambio-climatico-infraestructura-verde-gris/>
- Liévanos Díaz, J. E., & Liévanos Díaz, J. A. (2023). Análisis de adaptabilidad en el espacio público en la pandemia covid-19. *Revista de Estudios Interdisciplinarios Del Arte, Diseño y La Cultura*, 8, 31–49. <https://masam.cuautitlan.unam.mx/seminarioarteydiseno/revista/index.php/reiadyc/article/view/82>
- Manzaba, G., Sánchez, M., Valencia, R., & Palacios, C. (2023). [Actas del] XV Seminario Internacional SIIU sobre Investigación en Urbanismo | Recife. *Escenarios Post-Pandémicos de La Regeneración Urbana En Avenida Delta, Guayaquil*, 617–635.
- Peremiquel, F. (2020). Ciudad, calle y casa para un escenario pospandemia. *Revista Científica de Arquitectura y Urbanismo*, 16, 3–12.
- Rosa Suriñach. (2021, May 5). Píldoras de innovación urbana para después de la pandemia. *El País, Seres Urbanos*. https://elpais.com/elpais/2021/03/11/seres_urbanos/1615450614_125183.html
- Salazar Ceballos, A., & Alvarez Miño, L. (2019). El índice de calor: un factor de alerta temprana en salud pública y ciudades sostenibles. *Salud Uninorte*, 35, 2019.
- Szkop, Z., Szewczyk, M., & Mikolajczyk, P. (2021). *Soluciones basadas en la naturaleza para los desafíos urbanos*. https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/35864/FB023_SP.pdf
- Torres, M. (2023). Guayaquil: Un circuito ecológico y turístico une la Delta con la Kennedy. *Expreso*. <https://www.expreso.ec/guayaquil/circuito-ecologico-turistico-une-delta-kennedy-159904.html>
- United Nations Human Settlements Programme. (2021). *Informe Ciudades y Pandemias: Hacia un futuro más justo, verde y equitativo*. https://unhabitat.org/sites/default/files/2021/03/cities_and_pandemics-towards_a_more_just_green_and_health_future_un-habitat_2021.pdf
- Weather Spark. (2023, March 21). *El tiempo en 21 de marzo en Guayaquil*. <https://es.weatherspark.com/d/19346/3/21/Tiempo-promedio-el-21-de-marzo-en-Guayaquil-Ecuador#Figures-Temperature>