



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIAS DE LA SOSTENIBILIDAD  
INSTITUTO DE ECOLOGÍA  
CONTEXTOS URBANOS

COSTO ECONÓMICO Y ENERGÉTICO DE LA ISLA DE CALOR URBANA (ICU) EN LA ZONA METROPOLITANA DEL VALLE DE MÉXICO

**TESIS**  
QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:  
MAESTRA EN CIENCIAS DE LA SOSTENIBILIDAD

PRESENTA:  
**IRMA BELÉN JUÁREZ CORTÉS**

DR. VÍCTOR LUIS BARRADAS MIRANDA (TUTOR PRINCIPAL)  
INSTITUTO DE ECOLOGÍA

DR. ANDRÉS OCTAVIO BARREDA MARÍN (MIEMBRO DEL COMITÉ TUTOR)  
FACULTAD DE ECONOMIA

DR. GENARO JAVIER DELGADO CAMPOS (MIEMBRO DEL COMITÉ TUTOR)  
INSTITUTO DE GEOGRAFÍA

CIUDAD UNIVERSITARIA, CD. MX., NOVIEMBRE 2023



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**Coordinación de Estudios de Posgrado**  
**Ciencias de la Sostenibilidad**  
**Oficio: CGEP/PCS/221/2023**  
**Asunto: Asignación de Jurado**

**M. en C. Ivonne Ramírez Wence**  
**Directora General de Administración Escolar**  
**Universidad Nacional Autónoma de México**  
**Presente**

Me permito informar a usted, que el Comité Académico del Programa de Posgrado en Ciencias de la Sostenibilidad, en su sesión 93 del 8 de agosto del presente año, aprobó el jurado para la presentación del examen para obtener el grado de **MAESTRA EN CIENCIAS DE LA SOSTENIBILIDAD**, de la alumna **Juárez Cortés Irma Belén** con número de cuenta **308091849**, con la tesis titulada "Costo económico y energético de la Isla de Calor Urbana (ICU) en la Zona Metropolitana del Valle de México", bajo la dirección del Dr. Víctor Luis Barradas Miranda.

PRESIDENTA: DRA. ADRIANA LIRA OLIVER  
VOCAL: DR. JAIRO AGUSTÍN REYES PLATA  
SECRETARIO: DR. ANDRÉS OCTAVIO BARREDA MARÍN  
VOCAL: DR. ARCADIO MONROY ATA  
VOCAL: DR. GENARO JA VIER DELGADO CAMPOS

Sin más por el momento me permito enviarle un cordial saludo.

**ATENTAMENTE,**

**"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"**

**Cd. Universitaria, Cd. Mx., 5 de octubre de 2023.**



**Dr. Alonso Aguilar Ibarra**  
**Coordinador**  
**Posgrado en Ciencias de la Sostenibilidad, UNAM**

## **Agradecimientos**

A la Universidad Autónoma de México por la oportunidad de seguir adelante en mi formación académica y por todos los conocimientos brindados en esta etapa.

Al Posgrado en Ciencias de la Sostenibilidad por brindarme la oportunidad de crecer en el campo de las ciencias naturales y de la salud de una manera diferente con un conocimiento amplio y que brinde apoyo en el área social de la biología, y darme la oportunidad de graduarme.

A mi director de tesis, al Dr. Víctor Luis Barradas por darme la oportunidad de trabajar y aprender de usted, ser paciente conmigo, siempre estar dispuesto ayudarme, confiar y creer en mí para terminar la Maestría.

A cada uno de los miembros de Comité tutor, al Dr. Andrés Octavio Barreda Marín y al Dr. Genaro Javier Delgado Campos por su paciencia y tiempo dedicado a la revisión de este proyecto, por sus observaciones y sugerencias que enriquecieron este trabajo. A todos los profesores durante la Maestría por su disposición a la enseñanza de sus conocimientos adquiridos en sus carreras y poder seguir creciendo en mi formación académica profesional.

A cada uno de los integrantes de mi amada familia Juárez Cortés que Dios me ha permitido tener, por siempre creer en mí y apoyarme en este proceso de la Maestría, por su amor y paciencia durante todo este tiempo en cualquier circunstancia buena o mala, porque para mi su apoyo es muy importante para poder seguir adelante.

## Índice

1. Resumen.....	2
2. Introducción.....	3
3. Hipótesis.....	7
4. Objetivos.....	7
4.1. Objetivo general.....	7
4.2. Objetivos particulares.....	7
5. Métodos.....	8
5.1. Zona de Estudio.....	8
5.2. Identificación de la ICU y su intensidad.....	12
5.3. Consumo de energía eléctrica en la zona metropolitana del valle de México...13	
5.4. Encuesta de la ICU y el consumo de energía eléctrica para el confort térmico de las personas.....	17
6. Resultados.....	20
6.1. Análisis espacial de la isla de calor urbana en la ZMVM.....	20
6.2. Análisis del consumo de energía eléctrica de uso doméstico.....	22
6.3. Análisis de la encuesta de la ICU y el consumo de energía eléctrica para el confort térmico de las personas .....	26
6.4. Análisis de componentes principales, como herramienta para interrelaciones entre variables demográficas y económicas que influyen en el consumo de energía eléctrica de las personas en el sector doméstico.....	37
7. Discusión.....	49
8. Conclusiones.....	53
9. Referencias.....	54
10. Anexos.....	60

## 1. Resumen

El fenómeno de la isla de calor urbana (ICU) aparece en las ciudades y puede producirse por un cambio drástico en el uso del suelo, que genera un aumento en la temperatura del aire en el área urbana en comparación con las áreas rurales circundantes. En este trabajo se realizó un análisis de la distribución espacial de la ICU en la zona metropolitana del valle de México (ZMVM) con una interpolación por el método kriging en ArcGIS con los datos de temperatura del aire de la Red de Meteorología y Radiación Solar (REDMET) perteneciente al Sistema de Monitoreo Atmosférico de la CDMX, para identificar la máxima intensidad térmica ( $T_{U-R}$ ) en la época fría durante la noche que fue de 9.5 °C y en el día de 2.3 °C; en la época cálida la máxima intensidad térmica durante la noche fue de 4.6 °C y durante el día de 2.9 °C. Este análisis de la distribución de la temperatura permitió determinar las alcaldías y municipios que abarcaba la ICU y se ubicaban dentro del centro cálido. Este fenómeno puede afectar el confort térmico humano e influir en la productividad y morbilidad humana, además en los hábitos de consumo de energía eléctrica para contrarrestar el efecto de la ICU, por lo tanto, se aplicaron 200 encuestas en la alcaldía Cuauhtémoc y 200 encuestas en la alcaldía Iztapalapa a los habitantes afectados por la ICU. Los resultados indicaron que las personas hacen uso de diferentes aparatos electrodomésticos como el ventilador y el refrigerador en sus hogares para que el microambiente generado les permita experimentar bienestar o comodidad térmica, con una demanda extra de energía y sus costos asociados. En el sector doméstico existe una misma tarifa de consumo de energía eléctrica tanto para las alcaldías como para los municipios. Los datos proporcionados por la Comisión Federal de Electricidad (CFE), en kilowatt hora (kWh), indicaron que el consumo eléctrico durante la época fría en las alcaldías Cuauhtémoc e Iztapalapa fue de medio-alto (1.5 GWh a 2.5 GWh), mientras que en el municipio de Naucalpan de Juárez fue un consumo medio (1 GWh a 1.5 GWh), y en las demás alcaldías y municipios se presentó un consumo bajo. En la época cálida el consumo de energía eléctrica en el municipio Naucalpan de Juárez fue medio de 1 GWh a 1.5 GWh, y en la alcaldía de Cuauhtémoc y Venustiano Carranza se presentó un consumo medio de 1.5 GWh a 2 GWh. Finalmente se hizo un análisis de la Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo (ENOE), sobre las personas económicamente activas (PEA) en algunas alcaldías y municipios que son afectados por la ICU además de la alcaldía Cuauhtémoc e Iztapalapa, para saber cuáles son las condiciones económicas de los habitantes en esas alcaldías y municipios. Los resultados indicaron que la PEA en la alcaldía Cuauhtémoc recibía más de \$10,955.00 M.N. al trimestre y un porcentaje significativamente mayor pertenecía a un estrato socioeconómico medio alto. El porcentaje de PEA que recibía hasta \$2,191.00 M.N. al trimestre tenía diferentes características físicas y de equipamiento en las viviendas. Esto último indicó que a pesar de que muchos son los afectados por el efecto del fenómeno de la ICU, no todos les cuesta lo mismo tener la posibilidad ni los recursos de obtener el confort térmico necesario para realizar sus actividades, por eso se proponen algunas alternativas para un consumo sustentable de energía y ahorro en los costos asociados, como una estrategia para la mitigación del efecto de este fenómeno.

## 2. Introducción

En la actualidad el cambio global está transformando el funcionamiento del sistema Tierra afectando sus componentes biofísicos (agua, aire, suelos, biodiversidad, etc.). El cambio climático siendo consecuencia del cambio global que afecta, a su vez, a otros procesos básicos del funcionamiento del sistema planetario, también altera el comportamiento de las comunidades y ecosistemas e impactan los sistemas socioeconómicos que desafían a desarrollar políticas y estrategias que respondan eficazmente a las demandas de los nuevos tiempos.

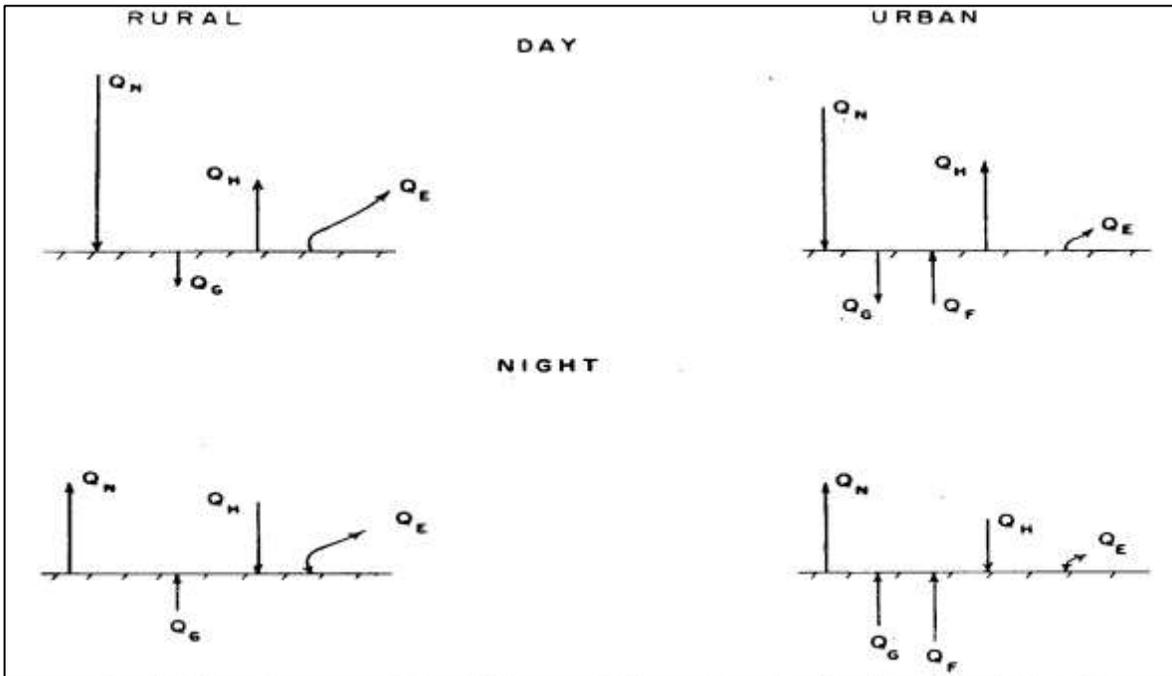
La humanidad enfrentará los desafíos como resultado del cambio global, también para la sociedad en todo el planeta y por supuesto para la región latinoamericana y nuestro país. Por eso es necesario desarrollar herramientas de medición y análisis, además de mejorar la comprensión del comportamiento del sistema planetario y poder tener la capacidad de adaptación que el hombre necesita para hacer frente al aumento de la temperatura.

Uno de los componentes del sistema sustrato-ciudad-atmósfera más afectado por la urbanización es el balance de energía, donde la energía disponible o el flujo neto de energía (radiación solar de onda corta y radiación de onda larga) en un sitio dado, se disipa principalmente por la transferencia turbulenta de calor o flujo de calor sensible (usado en el caldeoamiento del aire) y el flujo de calor latente (usado en la evaporación del agua) (Barradas, 1987).

En la figura 1 se muestra una representación del balance de energía en las zonas rurales y urbanas y sus interrelaciones. En las regiones rurales existe durante el día una ganancia neta de energía en la interfase tierra-atmósfera dada por la transferencia turbulenta de calor o flujo de calor sensible ( $Q_H$ ), la conducción de calor en el suelo desde la superficie ( $Q_G$ ) y la evapotranspiración o el flujo de calor latente ( $Q_E$ ). En la noche hay una pérdida neta de energía y como resultado se tiene un decrecimiento en la evapotranspiración, flujo neto de energía y en el flujo de calor sensible (Bornstein, 1968; Barradas, 1987).

La urbanización afecta a todos los elementos del balance energético, el flujo de calor latente ( $Q_E$ ) es el que presenta el cambio más abrupto, desde que las áreas húmedas o productoras de humedad son muy reducidas en el área urbana. Así, al disminuir ( $Q_E$ ), se incrementa ( $Q_H$ ) que genera una mayor turbulencia del aire superficial y con ello la temperatura del sistema urbano se eleva, siendo mayor que en los alrededores rurales (Cervantes *et al.*, 2001).

En invierno, la convección de la energía de la atmósfera el flujo de calor sensible a las superficies urbanas durante las horas nocturnas se reduce, o tal vez se invierte, por la conducción de grandes cantidades de calor almacenado  $Q_F$  a la interfase, y en verano por la conducción de grandes cantidades de energía solar  $Q_G$  almacenada a la interfase (Bornstein, 1968).



**Figura 1.** Representación esquemática de los balances energéticos en las zonas rurales y urbanas y sus interrelaciones.  $Q_N$  es el flujo neto de energía (radiación de onda corta y radiación de onda larga),  $Q_H$  es el flujo de calor sensible (energía empleada en calentar el aire),  $Q_E$  es el flujo de calor latente (energía empleada en evaporar agua),  $Q_F$  es el calor artificial generado por la ciudad o calor antrópico, y  $Q_G$  es el almacenamiento de energía en el tejido urbano, o dosel rural) (Bornstein, 1968).

Así, algunas ciudades pueden verse beneficiadas por el aumento de la temperatura, lo que redonda en un menor consumo de energía para calefacción, aunque estas mismas ciudades se verán afectadas muy probablemente por el efecto inverso en verano. En suma, el impacto para la ciudad es más negativo en verano, que los beneficios que puedan generarse en el invierno. En general, las estrategias para reducir los efectos de la isla de calor en el verano, no pueden evitar reducir también los beneficios producidos en invierno.

Los cambios que se realizan en la superficie terrestre en zonas urbanas tienen un gran impacto en cuanto a la posible formación de una isla de calor. La isla de calor urbana (ICU) es un fenómeno que ocurre cuando las temperaturas atmosféricas y superficiales son más altas en áreas urbanas en comparación con las áreas

rurales circundantes (Bornstein, 1968, Barradas, 1987). De acuerdo con estudios realizados en el año 2013, el efecto de la ICU puede aumentar la temperatura del aire en una ciudad con respecto a sus alrededores rurales entre 5 y 15 °C (Mohajerani *et al.*, 2017). En la ciudad de México el efecto de este fenómeno en el 2011 se estableció durante el día, con intensidades de hasta 10-12 °C y en la noche con intensidades de 6-9 °C (Ballinas, 2011).

El efecto ICU y su intensidad en las ciudades se ve afectado significativamente por las características geográficas, las condiciones climáticas y las variaciones estacionales de la ubicación particular de una ciudad; incluso la hora del día afecta su intensidad (Imhoff *et al.*, 2009).

Muchas ciudades tienen menos áreas de vegetación que las zonas rurales circundantes. Los árboles sombream la superficie evitando que la radiación solar sea absorbida, sin ellos la superficie se calienta, los tejados y el pavimento oscuro también absorben más radiación. Este fenómeno urbano es ocasionado por algunos factores que contribuyen al efecto como: la reducción de la evapotranspiración dada por la vegetación y/o por cuerpos de agua; mayor prevalencia de superficies oscuras con bajo albedo y un aumento relativo de energía por la producción de calor antrópico.

La ICU tiene impactos y consecuencias en la sociedad que inciden en su bienestar en tres aspectos generales para satisfacer sus necesidades:

- Económica. Aumentos significativos en la demanda máxima de energía, y mayor consumo de energía de refrigeración y costos asociados.
- Ambiental. Una degradación del ambiente (calidad del aire o contaminación térmica).
- Salud. Aumento del estrés térmico en los residentes y el público, y un nivel significativamente mayor y riesgo de morbilidad o enfermedad debido al calor (Mohajerani *et al.*, 2017).

La ICU puede ser beneficiosa para algunas ciudades por un menor consumo de energía para calefacción cuando las temperaturas son bajas, como en el invierno, aunque estas mismas ciudades se verán afectadas por el efecto inverso en verano cuando las temperaturas son altas (Barradas, 1991).

Sí se conoce la ventilación y la cantidad de energía que se requiere en las actividades humanas y cuánto es lo que cuesta, se podrán planear estrategias y adaptaciones que ayudarán a mejorar la calidad de vida, la economía y los impactos ambientales derivados del indispensable consumo de energía en el efecto del fenómeno de la isla de calor urbana, y poder comparar las tendencias y

escenarios de los problemas actuales y futuros que se presentan en el valle de México para hacer frente a las demandas del cambio global.

En un estudio de la temperatura y la humedad del aire en algunos parques de la ciudad de México el balance de energía en el Pedregal de San Ángel, reserva ecológica de la UNAM, se encontró que el flujo de calor latente fue 2.5 veces más grande que el flujo de calor sensible en la época húmeda, mientras que en la época seca esta proporción del flujo de calor sensible se invirtió, es decir, fue 2.7 veces más grande que el flujo de calor latente. La energía disponible fue disipada en 70% por calor latente en la estación húmeda y por calor sensible en la estación seca (Barradas *et al.*, 1991).

También estudios en dos ciudades de México, una con clima tropical modificado por la altitud, Xalapa, Veracruz y otra con un clima cálido húmedo y rodeada de ríos y lagos, Villahermosa, Tabasco y que a pesar de ser ciudades de crecimiento medio, ambas presentan el efecto de la isla de calor urbano. Las dos ciudades coinciden en presentar un núcleo cálido que se encuentra más o menos en el centro comercial (isla de calor), con una diferencia de hasta 3 °C; de 21.5 °C a 23.5 °C en Xalapa y de 27.7 °C a 30.2 °C en Villahermosa (Cervantes *et al.*, 2001).

El fenómeno de la isla de calor urbana ha sido investigado y documentado. Si se conocen los montos de la población y los factores que pueden influir en el consumo eléctrico de las personas que son afectadas por este fenómeno, se podrán conocer cuáles son los costos que se requieren en las actividades humanas para su confort térmico. Esto permitirá planear estrategias que ayuden a la adaptación y mitigación de su efecto en las ciudades e impulsar el desarrollo sostenible en los asentamientos humanos.

El efecto de la isla de calor urbana tiene consecuencias significativas para la vida en las ciudades, y es la fuente de un número significativo de problemas ambientales, económicos, de salud y de política en áreas urbanas que tiene poca divulgación y escasas prevenciones. Por ello se busca encontrar la explicación al siguiente cuestionamiento:

¿Cuál es el costo económico y energético de la isla de calor urbana empleado en el confort térmico de los habitantes de la zona metropolitana del valle de México?

### 3. Hipótesis

Si en la zona metropolitana del valle de México (ZMVM) se identifican las zonas de mayor intensidad de la isla de calor urbana (ICU) y se conoce cuáles son algunas de las variables que influyen en el consumo de energía eléctrica, que es provocado por el efecto de este fenómeno sobre los habitantes en estas zonas, para que puedan alcanzar un buen confort térmico en las actividades que realizan, entonces se podrá conocer el costo económico y energético que se requiere, asimismo, poder proponer y aplicar estrategias que ayuden a la adaptación y mitigación del efecto de la ICU en la demanda máxima de energía, y en los costos asociados e impulsar la sostenibilidad en los asentamientos humanos.

### 4. Objetivos

#### 4.1. Objetivo general

Identificar el costo económico y energético de la ICU para el confort térmico de las personas en la zona metropolitana del valle de México.

#### 4.2. Objetivos particulares

Identificar la intensidad de la isla de calor urbana en la zona metropolitana del valle de México.

Determinar la temperatura máxima y mínima de los meses más calientes de la época cálida (abril-mayo), y de los meses más fríos de la época fría (enero-febrero) del año 2016 al año 2018.

Identificar el costo del consumo de energía eléctrica en los meses de la época cálida (abril-mayo), y en los meses de la época fría (enero-febrero) del año 2016 al año 2018 en la zona metropolitana del valle de México.

Conocer los factores (variables o conceptos) que influyen en el consumo de energía eléctrica de los ciudadanos para procurarse un buen confort térmico.

Comparar las tendencias y escenarios de los problemas actuales y futuros que se presentan en la ZMVM para hacer frente a las demandas del cambio global.

Enlistar las medidas recomendadas para mitigar la ICU.

## 5. Métodos

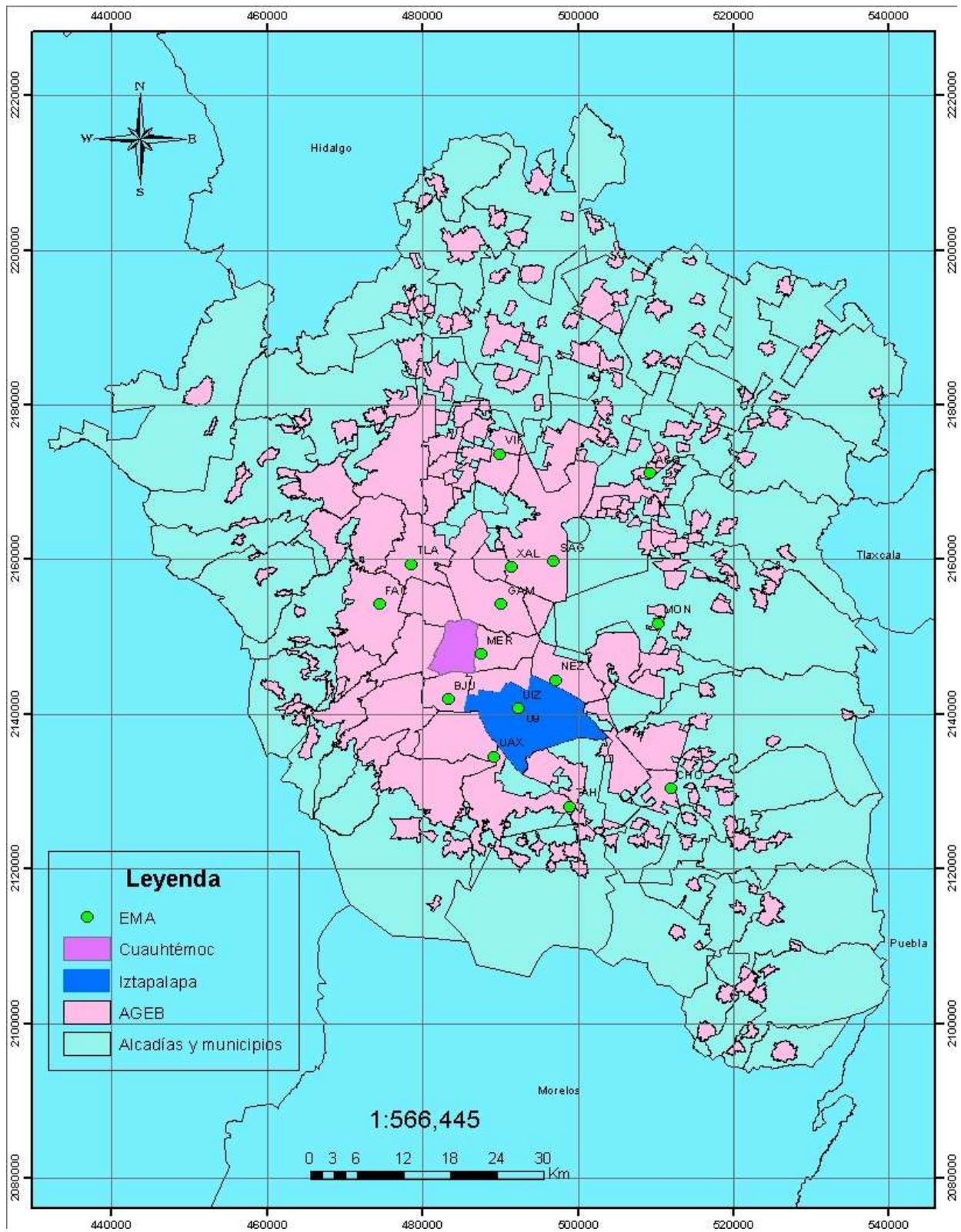
### 5.1. Zona de Estudio

La zona metropolitana del valle de México (ZMVM) es el centro económico, financiero, político y cultural de los Estados Unidos Mexicanos, ésta se encuentra ubicada en la latitud 19°23'10" N y en la longitud 99°9'43.3" O; y abarca alrededor de 7,866 km<sup>2</sup> y forma parte de una cuenca que tiene una elevación promedio de 2,240 msnm. La ZMVM incluye 16 alcaldías en la ciudad de México, 59 municipios del estado de México y un municipio del estado de Hidalgo (figura 2).

En la actualidad el valle de México tiene más de 20 millones de habitantes, cifra que equivale al 17% de la población nacional y mantiene una población bastante densa de 2,560 habitantes por km<sup>2</sup>, la cual poco menos de la mitad vive en la Ciudad de México (OCDE, 2015).

En esta región se presentan valles inter-montañosos, mesetas, cañadas, y terrenos semiplanos. Por su ubicación geográfica y entorno geomorfológico ejerce una influencia determinante sobre la calidad del aire en esta zona porque el entorno montañoso que rodea la cuenca constituye una barrera natural que dificulta la libre circulación del aire y la dispersión de los contaminantes (Gobierno del Estado de México-Gobierno del Distrito Federal-SEMARNAT-INE, 2002).

La temperatura máxima tiene un comportamiento tal que empieza a aumentar desde enero (21 °C) hasta llegar a temperaturas más cálidas entre abril y mayo (27.7 °C y 29.9 °C, respectivamente). Posteriormente hay un descenso de junio a julio (24.4 °C a 23.7 °C), para nuevamente en agosto aumentar ligeramente y volver a tener una caída de temperatura mucho más pronunciada (CONAGUA, 2020). En la temperatura mínima no se tienen muchas variaciones en su comportamiento, el mínimo ocurre en diciembre (6.1 °C) y se puede apreciar dos máximos en junio y septiembre (11.8 °C y 11.6 °C), así como un descenso entre julio y agosto (11.1 °C y 11.6 °C) (SEMARNAT e INECC, 2017).



**Figura 2.** Región urbana del valle de México mostrando el área geostatística básica (AGEB) y las estaciones de monitoreo atmosférico de la REDMET.

La Secretaría del Medio Ambiente de la ciudad de México ha señalado que la precipitación pluvial total puede variar de 600 a 1300 mm al año, en la zona metropolitana del valle de México (SEDEMA, 2006). Del año 2018 al año 2016 la precipitación pluvial acumulada anual varió de 643 a 873 mm (CONAGUA, 2020). La temporada de lluvia inicia en mayo (68.8 mm) y termina en octubre (55 mm), los meses más húmedos son de junio a septiembre (142.9 mm a 136.7 mm). Los meses secos son de noviembre a marzo (31.7 mm a 19.9 mm) y febrero (5.5 mm) es el mes más seco (SEMARNAT e INECC, 2017; CONAGUA, 2020).

Las zonas tomadas con especial atención para este estudio fueron las alcaldías de Cuauhtémoc e Iztapalapa que se encuentran dentro de la ciudad de México. Las características sociodemográficas de ambas alcaldías son muy contrastantes entre ellas, de acuerdo a los resultados definitivos del Censo de Población y Vivienda del año 2010 realizado por el INEGI. La alcaldía Cuauhtémoc cuenta con una población de 531,831 personas de las cuales 270,867 son personas económicamente activas (PEA), es decir que trabajan, además cuenta con un territorio de 32.44 km<sup>2</sup>. En cambio, la alcaldía Iztapalapa cuenta con 1,815,786 habitantes de los que 792,297 son personas económicamente activas y su territorio abarca 117 km<sup>2</sup>, sin embargo, aunque las dos alcaldías son muy diferentes entre sí, ambas son de las más densas en su población ya que Cuauhtémoc cuenta con 16,394.30 habitantes por km<sup>2</sup> e Iztapalapa es similar con 15,519.54 habitantes por km<sup>2</sup>.

La alcaldía Cuauhtémoc se localiza en el centro histórico del área urbana de la ciudad de México, y colinda al norte con la alcaldía Azcapotzalco y Gustavo A. Madero; al oriente con la alcaldía Venustiano Carranza; al sur con las alcaldías Benito Juárez e Iztacalco; y al poniente con la alcaldía Miguel Hidalgo. La superficie de esta alcaldía es plana en su mayor parte, con una ligera pendiente hacia el suroeste de la misma y una altitud promedio de 2,230 msnm. El terreno se delimita por dos ríos entubados el de la Piedad y el de Consulado, actualmente parte del Circuito Interior Bicentenario (Monreal, 2016).

En la alcaldía Cuauhtémoc se genera el 23.8% del PIB de la ciudad de México y el 4.8% del nacional por un valor total de casi de 82 mil millones de pesos, también representa el espacio geográfico con el mayor porcentaje de personal ocupado ( $P_{ocupada}$ ) en México 3.1%, es decir 614,547 personas trabajan en el territorio correspondiente a ésta, más de las personas que viven en la propia alcaldía. La principal actividad económica se concentra básicamente en el sector terciario, en actividades como el comercio al mayoreo y menudeo, restaurantes, bares y centros nocturnos, hotelería, banca, servicios financieros e inmobiliarios. Aunado a

esto, existe una participación económica de 4.5 millones de personas que realizan su actividad laboral o de recreación y actividades culturales, es decir que representa un polo económico de atracción en la metrópoli.

La marginación social es un fenómeno estructural que excluye del proceso de desarrollo y sus beneficios como el acceso a la educación, la salud, la alimentación adecuada y una vivienda digna, entre otros, muchos de estos grupos sociales marginados se encuentran presentes en la alcaldía Cuauhtémoc. Se estima que aproximadamente 107,000 personas se encuentran en condición de pobreza, es decir casi el 20% de su población total (Monreal, 2016).

La alcaldía Iztapalapa se encuentra al oriente de la ciudad de México, y colinda al norte con la alcaldía Iztacalco, al sur con las alcaldías Xochimilco y Tláhuac, al oriente con el estado de México, al poniente con la alcaldía Coyoacán y al norponiente con la alcaldía Benito Juárez.

La alcaldía cuenta con una superficie plana correspondiente a una fosa o depresión tectónica, que fue el resultado de dos fallas montañosas, el primero corresponden al Cerro Peñón del Marqués (2,400 msnm) y Cerro de la Estrella (2,460 msnm); el segundo a la Sierra de Santa Catarina compuesta por el Cerro Tecuautzi o Santiago (2,640 msnm), Cerro Tetecón (2,480 msnm), Volcán Xaltepec (2,500 msnm), Volcán Yuhualixqui (2,420 msnm) y Volcán Guadalupe o el Borrego (2,820 msnm) (Martínez, 2009).

Debido a su ubicación geográfica y a sus condiciones físicas, la alcaldía Iztapalapa tiene serios riesgos naturales, como los hundimientos del subsuelo, las recurrentes inundaciones y dificultades en materia de saneamiento, las aglomeraciones de personas que se transportan, o que se reúnen masivamente para fines culturales, deportivos y laborales constituyen otras fuentes de riesgo, al igual que la concentración en unidades habitacionales sobrepobladas.

La alcaldía Iztapalapa es de gran importancia estratégica para la ciudad de México, porque es el punto de entrada y salida hacia el oriente y sureste del país, y genera una importante interrelación de servicios, equipamiento, transporte y actividad económica cotidiana con los municipios de Nezahualcóyotl, Los Reyes-La Paz y Chalco, municipios del estado de México que también colindan con ella (DOF, 2013).

El PIB de Iztapalapa es de \$202,909.00 per cápita, esta cifra es la tercera más baja de la ciudad de México, solo se encuentra por encima de Tláhuac con un promedio al año de \$196,598.00 y de Milpa Alta con \$148,857.00. La población que se considera económicamente activa en Iztapalapa, representa el 43.6% de

su población y representa el 20.6% de la PEA de la ciudad de México, así que más de la mitad de la población total de Iztapalapa es dependiente y esto significa que por cada 10 personas, 6 de ellas no generan ingreso alguno.

La distribución del empleo por actividad económica en Iztapalapa se presenta principalmente en el comercio con 37%, le siguen los servicios con 31% y la industria manufacturera con 27%, las cuales concentran el 96% del personal ocupado en la alcaldía, le siguen el transporte y almacenamiento con 3% y la industria de la construcción con poco menos del 1%. Iztapalapa solamente contribuye con el 3% del valor agregado por la economía de la Ciudad de México (DOF, 2013). La mitad de la población en Iztapalapa recibe menos de dos salarios mínimos y es la demarcación de la ciudad de México con mayor pobreza en zonas urbanas (DOF, 2013). De sus 450 áreas geoestadísticas básicas (AGEB), 447 presentan algún grado de marginación y 279, es decir el 62% fueron clasificadas por el Consejo Nacional de Población como de Muy Alta, Alta y Media Marginalidad; ya que el 68.9% de la población de Iztapalapa, es decir 1,251,280 personas viven con insuficiencia del ingreso disponible para adquirir la canasta alimentaria, y realizar los gastos necesarios en salud, vestido, vivienda, transporte y educación (CONAPO, 2012).

## 5.2. Identificación de la ICU y su intensidad

Para determinar la distribución espacial de la temperatura del aire ( $T_A$ ) se realizó una interpolación por el método kriging en el sistema de información geográfica ArcGIS y se utilizaron los datos de temperatura que genera la Red de Meteorología y Radiación Solar (REDMET) del Sistema de Monitoreo Atmosférico (SIMAT) de la CDMX, y que cuenta con registros de variables meteorológicas tales como la temperatura y la humedad del aire, dirección y rapidez del viento, entre otras, medidas a través de las estaciones meteorológicas distribuidas estratégicamente en la ciudad de México y estado de México (Figura 2). Sin embargo, algunas estaciones presentaron errores de medición o no contaron con los registros de temperatura completos. Debido a este problema se realizó una selección de las estaciones que contaran con la mayor cantidad de datos sin modificaciones o con mediciones constantes. Además, que no hubiera una gran diferencia de alturas entre ellas, no rebasando los 50 m, teniendo un total de 16 estaciones que cumplieron con los requerimientos y con las que se realizó este análisis (tabla 1).

**Tabla 1.** Estaciones del monitoreo atmosférico de la Red de Meteorología y Radiación Solar (REDMET) escogidas y distribuidas en la ciudad de México y en la zona conurbada del estado de México.

Estación	Nombre	Delegación o Municipio	Latitud N	Longitud W
ACO	Acolman	Acolman	19°38'07.8"	98°54'43.2"
BJU	Benito Juárez	Benito Juárez	19°22'17.8"	99°09'32.2"
CHO	Chalco	Chalco	19°16'01"	98°53'09.9"
FAC	FES Acatlán	Naucalpan de Juárez	19°28'56.9"	99°14'36.6"
GAM	Gustavo A. Madero	Gustavo A. Madero	19°28'57.7"	99°05'40.2"
LAA	Laboratorio de Análisis Ambiental	Gustavo A. Madero	19°29'01.6"	99°08'50.3"
MER	Merced	Venustiano Carranza	19°25'28.5"	99°07'10.5"
MON	Montecillo	Texcoco	19°27'37.4"	98°54'10.2"
NEZ	Nezahualcóyotl	Nezahualcóyotl	19°23'37.4"	99°01'41.5"
SAG	San Agustín	Ecatepec de Morelos	19°31'58.6"	99°01'49.1"
TAH	Tláhuac	Xochimilco	19°14'47.2"	99°00'38"
TLA	Tlalnepantla	Tlalnepantla de Baz	19°31'44.6"	99°12'16.5"
UAX	UAM Xochimilco	Coyoacán	19°18'15.9"	99°06'13"
UIZ	UAM Iztapalapa	Iztapalapa	19°21'38.8"	99°04'25.9"
VIF	Villa de las Flores	Coacalco de Berriozábal	19°39'29.6"	99°05'47.7"
XAL	Xalostoc	Ecatepec de Morelos	19°31'33.5"	99°04'56.6"

\*Por cada estación de monitoreo se tiene el nombre, alcaldía o municipio y sus coordenadas geográficas.

El análisis sobre la distribución e intensidad de la ICU se realizó durante la época cálida y fría del año 2016 al año 2018. Se contrastó la intensidad térmica entre la zona urbana y la zona rural ( $T_{U-R}$ ) únicamente en los meses de enero-febrero (meses más fríos) y abril-mayo (meses más cálidos) en la ZMVM. Su desarrollo se analizó a las 6:00 hora local (hl) principalmente porque la configuración de la ICU no está influenciada significativamente por otras variables meteorológicas como el viento y la humedad (Barradas, 1987), posteriormente se contrastó la intensidad térmica ( $T_{U-R}$ ) a las 14:00 hl para poder comparar los diferentes años y las diferentes épocas cálida y fría.

### 5.3. Consumo de energía eléctrica en la zona metropolitana del valle de México

Para Identificar el costo del consumo de energía eléctrica se solicitó a Comisión Federal de Electricidad (CFE) suministrador de servicios básicos lo correspondiente a la energía eléctrica consumida en el sector doméstico del año 2016 al año 2018.

Los datos sobre el consumo de energía eléctrica en el sector doméstico que se proporcionaron fueron de consumo mensual a nivel municipal o de alcaldía con

base a la cantidad de watts-h que corresponde a una tarifa estipulada. Para todas las alcaldías de la Ciudad de México la tarifa aplicada es la 01 al igual que a los municipios del Estado de México a excepción del municipio de Tlatlaya en el cual la tarifa aplicada es 1C.

Las tarifas de consumo de energía eléctrica de uso doméstico son determinadas por la Secretaría de Hacienda y Crédito Público. La asignación de la tarifa doméstica se hace considerando la temperatura media mensual en verano de 25 °C como mínimo en la localidad que se ubique el servicio, y la tarifa de alto consumo (DAC) se aplica cuando se excede el límite establecido para la localidad en el consumo mensual promedio de los últimos 12 meses. Los tipos de consumo para la facturación con la tarifa 01 son:

Básico. De 1 kWh a 100 kWh de consumo tienen el precio de \$0.793 M.N./kWh, siendo el más bajo. Si solo se cobra este intervalo, significa que se tiene el mayor subsidio gubernamental.

Intermedio. De 100 kWh a 150 kWh de consumo tiene un precio de \$0.956 M.N./kWh. Este precio intermedio es más alto y a partir de los 250 kWh el costo de la energía excedente es de \$2.802 M.N./kWh que se incrementa considerablemente porque mientras mayor es el consumo menor es el subsidio 28%.

Si el promedio de consumo en kWh durante los últimos 12 meses (6 bimestres) es superior al límite de la tarifa subsidiaria, es decir mayor a 500 kWh definido en la tarifa 01 se aplicará la tarifa de alto consumo DAC con el precio de \$3.436 M.N./kWh (Comisión Federal de Electricidad, 2019; Viva México, 2019).

Con base en la distribución de la temperatura promedio del aire en la urbe, se tomó especial atención a las alcaldías Gustavo A. Madero, Cuauhtémoc, Venustiano Carranza, Benito Juárez, Iztapalapa y a los municipios Ecatepec de Morelos, Tlalnepantla de Baz, Nezahualcóyotl, Naucalpan de Juárez, ya que esas demarcaciones se encontraron dentro del núcleo de la ICU y también algunas presentaron las temperaturas más altas en la época fría y en la cálida a las 6:00 hl y a las 14:00 hl. De ahí se hizo un análisis del consumo per cápita de energía eléctrica por AGEB entre estas alcaldías y municipios del año 2016 al año 2018.

Se consideró también la influencia que tienen algunos aspectos sociales en el consumo de energía eléctrica de los ciudadanos en el sector doméstico para obtener confort térmico, y se tomó en cuenta la información de algunas variables demográficas y económicas, como las características de distribución de la densidad poblacional que existe en cada alcaldía y municipio seleccionados previamente en este trabajo, con base en el Censo y Conteo de Población y

Vivienda 2010 realizado por el INEGI desagregado hasta nivel AGEB, con el fin de conocer el volumen y dinámica de la población vinculada a la actividad económica, esto es, la población económicamente activa (PEA).

Una persona pertenece a la PEA si forma parte del grupo de proveedores u oferentes de servicios laborales, los cuales han logrado que alguien demande sus servicios, es decir, que fueron contratados para desempeñar una actividad económica que les proporcione ingresos (INEGI, 2007). La población en edad de trabajar que se encuentra económicamente activa, constituye una variable y agrupación principal de estudio de la Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo (ENOE), bajo la perspectiva de contribuir al conocimiento y análisis del mercado laboral.

El marco de muestreo que se emplea para la ENOE es el Marco Nacional de Viviendas 2002 del INEGI, construido a partir de la información cartográfica y demográfica que se obtuvo del XII Censo General de Población y Vivienda 2000 (INEGI, 2007). La ENOE no levanta información en el total de las viviendas del país, su confiabilidad de información se sustenta en un diseño probabilístico aplicado a un universo segmentado por estratos y reordenado en conglomerados para inferir lo que está ocurriendo en todo el universo de estudio.

La ENOE clasifica su información en cinco tablas de datos (tabla 2) para cada trimestre del año. El criterio de organización para presentar los datos disponibles de la encuesta básicamente está contenido en dos universos para los cuales se tienen definidas ciertas variables, esto significa, que en el primer universo el tabulado contabiliza individuos y hogares en el segundo (INEGI, 2007), con base a lo anterior en la tabla de datos sociodemográficos se determinan las variables y agrupaciones (tabla 2).

**Tabla 2.** Clasificación y criterios de organización de los datos de la encuesta nacional de ocupación y empleo.

Criterios de clasificación	
Tablas de datos ENOE	VARIABLES Y AGRUPACIONES
1. Tabla de vivienda	Población total
2. Tabla hogares	Población menor de 15 años
3. Tabla de sociodemográfico	Población de 15 años y más
4. Tabla de cuestionario de ocupación y empleo I	Población económicamente activa
5. Tabla de cuestionario de ocupación y empleo II	Población ocupada
	Población desocupada
	Población no económicamente activa
	Población disponible
	Población no disponible

Fuente: Información del INEGI, *Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo 2007*.

En la tabla de sociodemográfico también se incluyen los campos de la zona salarial, los ingresos que reciben y el estrato socioeconómico de las personas y viviendas consideradas en la base de datos de la ENOE. La zona salarial y el salario mínimo corresponden a cada registro para el periodo correspondiente, que a partir de octubre de 2015 pasó a una sola zona con un salario mínimo mensual de \$2,191.00 M.N. en todas las áreas geográficas de la República Mexicana divididas en complementos urbano y rural (INEGI, 2016). El campo de los ingresos esta precodificado en siete posibles opciones que una persona económicamente activa puede obtener con base a la zona salarial (tabla 3).

**Tabla 3.** Ingresos que puede recibir una persona económicamente activa del valle de México

Ingresos	Campo precodificado
Hasta un salario mínimo	1
Más de 1 hasta 2 salarios mínimos	2
Más de 2 hasta 3 salarios mínimos	3
Más de 3 hasta 5 salarios mínimos	4
Más de 5 salarios mínimos	5
No recibe ingreso	6
No especificado	7

Fuente: Información del INEGI. *Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo 2007*.

Para saber cuáles son las condiciones económicas de los habitantes en esas alcaldías y municipios se hizo un análisis de componentes principales sobre el ingreso por salarios mínimos de la población vinculada a la actividad económica, es decir, de la población económicamente activa (PEA) con los datos de la agrupación realizada en la Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo (INEGI, 2007) sin considerar solamente a los que no reciben ingresos y a los que no especificaban el número de salarios mínimos que reciben (tabla 3).

Con ayuda de un paquete estadístico (INFOSTAT versión 2018, Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina) se generaron los valores propios y proporción de la varianza explicada; la matriz de correlación entre las variables originales y los componentes principales; la proporción de la variación original explicada por cada componente principal de la matriz de correlación o matriz de determinación (Di Rienzo *et al.*, 2008; Olivares, 2014).

#### 5.4. Encuesta de la ICU y el consumo de energía eléctrica para el confort térmico de las personas

Para conocer los factores (variables o conceptos) de manera cuantitativa que inciden en el bienestar y la calidad de vida de los habitantes dentro de las viviendas para su confort térmico y su relación con el efecto de la ICU, se aplicaron 200 encuestas a los habitantes de la alcaldía Cuauhtémoc y 200 encuestas a los habitantes de Iztapalapa. Se escogieron estas alcaldías porque se encuentran dentro del núcleo cálido de la ICU y presumiblemente poseen aspectos sociodemográficos y económicos contrastantes (figura 3).

Las preguntas de la encuesta se formularon de manera cerrada, es decir, las preguntas ofrecían al sujeto encuestado todas las alternativas que mejor respondían a la situación que se deseaba conocer y el sujeto solo tenía que elegir la respuesta que creía correcta y se hicieron totalmente anónimas. En la encuesta los únicos datos personales que se solicitaron fueron el género, edad, alcaldía o municipio para realizar la estadística, y después comenzaban las preguntas y categorías o respuestas que fueron exhaustivas.

El formato de la encuesta se muestra a continuación:

1. ¿Sabe usted qué es la isla de calor urbana?

- a) Fenómeno ambiental                      b) Una tienda                      c) Un documental                      d) otro

2. ¿A qué se refiere el concepto de confort térmico?

- a) Estrés que experimenta el cuerpo por altas o bajas temperaturas.  
b) Cuando la temperatura del aire permite experimentar bienestar o comodidad en el cuerpo.  
c) Mantener la temperatura del cuerpo igual a la temperatura del ambiente.

3. ¿Cuántas horas al día permanece en casa?

- a) 8-10 h                                      b) 12-18 h                                      c) 20-24 h

4. ¿Cuántas tarifas de consumo eléctrico existen?

- a) 1    b) 2    c) 2 o más

5. ¿Para usted qué es la eficiencia energética?

- a) Mantener un buen funcionamiento de energía en el tiempo.
- b) Consumo racional y ahorro de energía
- c) Menor consumo por unidad producida de energía

6. ¿Cuántos electrodomésticos tiene en casa? Marque con una x cual tiene

Refrigerador	TV
Ventilador	Computadora
Calefacción	Horno de microondas

7. ¿Qué electrodoméstico utiliza para tener mayor confort térmico en su casa?

- a) Refrigerador
- b) Ventilador
- c) Calefacción
- d) Otro

8. Si cuenta con ventilador, ¿en qué temporada del año lo utiliza?

- a) Cálida
- b) Fría
- c) Todo el año

9. ¿Cuánto paga mensualmente por el consumo eléctrico?

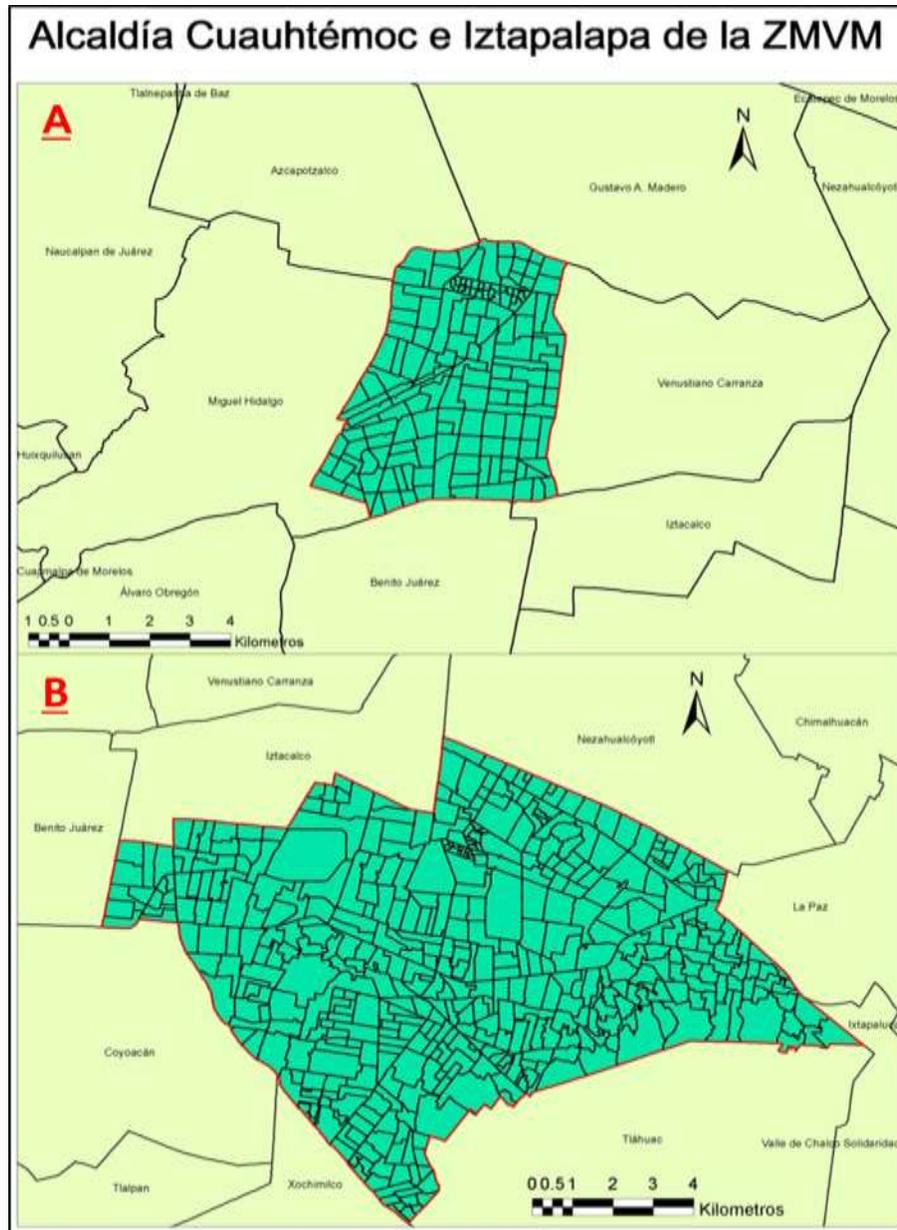
10. ¿Qué tipo de calentador de agua (boiler) utiliza?

- a) Gas LP
- b) Gas natural
- c) Eléctrico
- d) Celda solar

11. ¿Cómo puede ser mitigada la isla de calor urbana?

- a) Pintando las casas de blanco
- b) No Tirando basura
- c) Reforestando

12. ¿Tiene plantas en casa? En caso afirmativo ¿Cuántas y de qué tipo?



**Figura 3.** Alcaldías Cuauhtémoc (A) e Iztapalapa (B) de la región urbana por área geostatística estatal básica del valle de México.

Los datos que se obtuvieron de cada una de las preguntas del cuestionario de la isla de calor urbana se analizaron mediante la prueba de normalidad (Shapiro-Wilks modificado) para determinar si seguían una distribución normal, sin embargo, en ningún caso resultó que los datos siguieran una distribución normal, para lo que se utilizó la prueba de Kruskal Wallis como estadística analítica comparativa no paramétrica para evaluar si existían diferencias significativas entre variables con una  $p < 0.05$ .

## 6. Resultados

### 6.1. Análisis espacial de la isla de calor urbana en la ZMVM

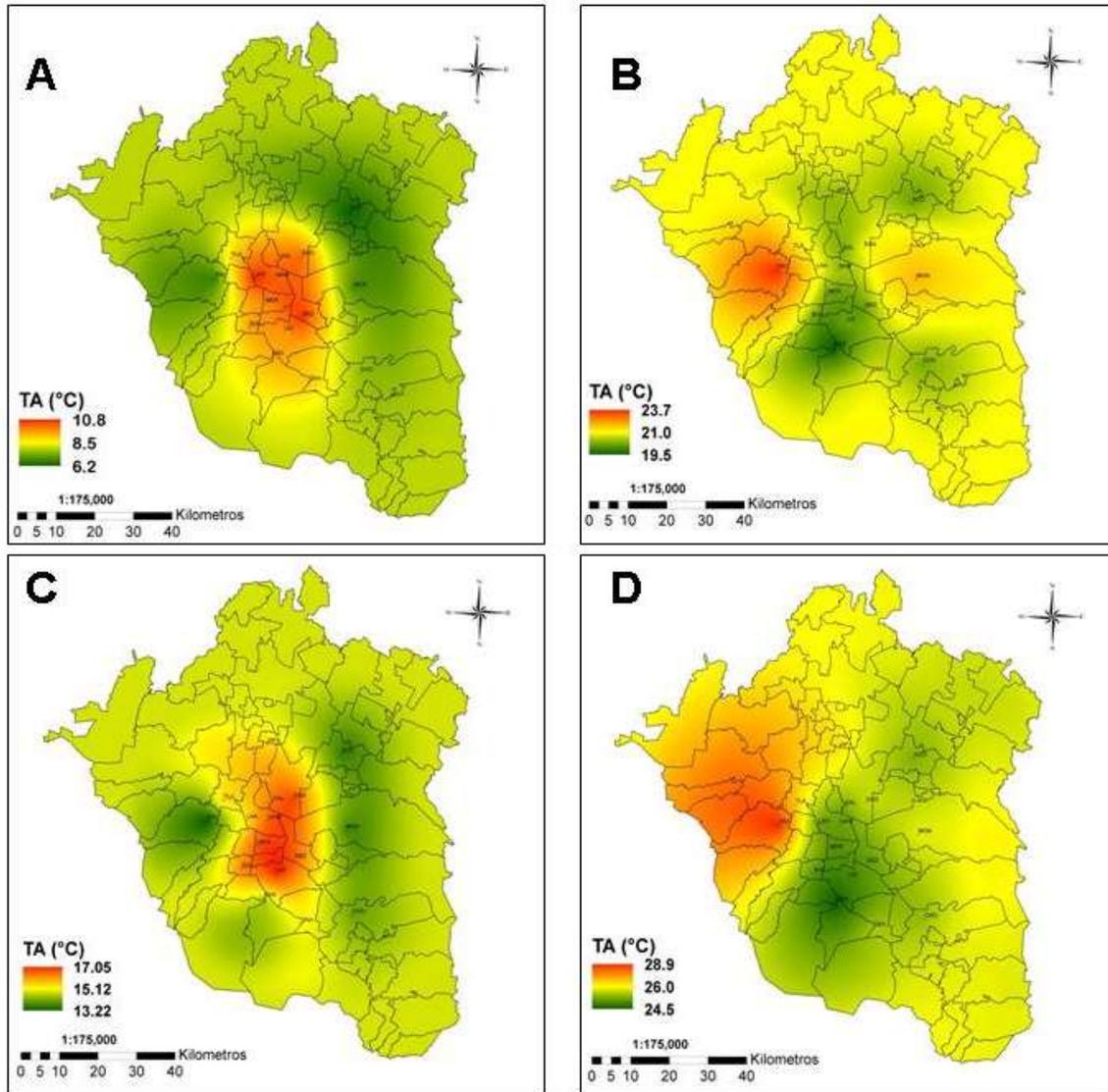
La distribución espacial de la temperatura promedio del aire mostró que la conformación del fenómeno de la isla de calor urbana en la zona metropolitana del valle de México en la época fría (enero y febrero) durante los años 2016, 2017 y 2018 a las 06:00 h era similar porque la ubicación del centro cálido abarcó casi toda la zona urbana de la metrópoli (figura 4A y figura 5E), por lo que se tomó la estación de monitoreo Merced (MER), Nezahualcóyotl (NEZ) y UAM-Iztapalapa (UIZ) como referencia para el análisis porque estuvieron dentro del centro cálido de la ICU y de la zona urbana en las alcaldías de Cuauhtémoc, Venustiano Carranza, Iztapalapa y en el municipio de Nezahualcóyotl.

La temperatura del aire más alta a las 06:00 h que se presentó en enero del año 2016 fue de 10.8 °C en (LAA) la alcaldía Gustavo A. Madero, en el año 2017 fue de 10.4 °C y en el año 2018 fue de 12.3 °C ambas de UIZ en la alcaldía Iztapalapa (anexo 1, 2 y 3). En esta época fría (enero y febrero) a las 06:00 h se encontró una intensidad térmica ( $T_{U-R}$ ) promedio de la isla de calor entre la zona urbana de la estación La Merced (MER) cercana a la alcaldía Cuauhtémoc y de la zona rural en la estación Montecillos (MON) ubicada en el municipio de Texcoco de 1.8 °C en 2016, 4.6 °C en 2017 y 5.7 °C en 2018 (anexo 7, 8 y 9), también se encontró una intensidad térmica ( $T_{U-R}$ ) promedio entre la zona de la estación UAM Iztapalapa (UIZ) y de la zona rural en la estación Montecillos (MON) de 1.6 °C en 2016, 4.9 °C en 2017 y 5.8 °C en 2018.

Durante el día a las 14:00 h de la época fría en la ZMVM se pudo apreciar que la ICU se separa, y el centro cálido se desplazó hacia el oeste de la zona urbana hacia la FES Acatlán (FAC) ubicada en el municipio de Naucalpan de Juárez (figura 4B) y hacia el área urbana del municipio de Texcoco. En el municipio de Naucalpan de Juárez también se presentaron las temperaturas más altas ( $T_A$ ) durante el día con 20.3 °C en 2016, 23.7 °C en 2017 y 20.3 °C en 2018 (anexo 1, 2 y 3) y una intensidad térmica ( $T_{U-R}$ ) promedio entre la zona urbana (FAC) y rural (MON) de 1.3°C en 2016, 2.3°C en 2017 y 1.4°C en 2018 (anexo 7, 8 y 9).

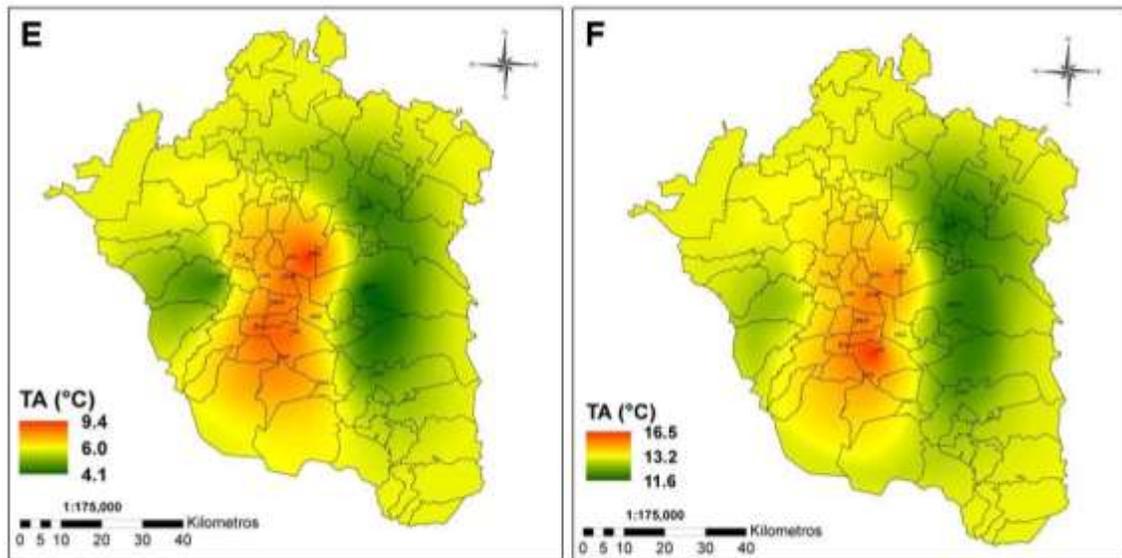
En la época cálida (abril y mayo) la conformación de la isla de calor no cambió mucho a las 06:00 h con respecto a la época fría en la misma hora porque el centro cálido también abarcó las alcaldías de Cuauhtémoc, Venustiano Carranza, Iztapalapa y el municipio de Nezahualcóyotl (figura 4C y figura 5F) con una intensidad térmica ( $T_{U-R}$ ) promedio entre la estación de MER y MON de 2.7°C en 2016, 3.4°C en 2017 y 2.8°C en 2018 (anexo 10, 11 y 12); y una  $T_{U-R}$  promedio entre la estación UIZ y MON de 3.1 °C en 2016, 3.95 °C en 2017 y 3.9 °C en 2018

(anexos 10, 11 y 12). La  $T_A$  a las 06:00 hl en el mes de mayo de 2016 fue de 16.61°C en LAA de la alcaldía Gustavo A. Madero, en 2017 con 17.0°C en UIZ y en el 2018 con 16.6°C también en UIZ de la alcaldía Iztapalapa (anexo 4, 5 y 6).



**Figura 4.** Distribución de la temperatura promedio del aire (°C) en la Zona Metropolitana del Valle de México en enero (A, B) de 2016 y 2017 y en mayo de 2017 (C, D), a las 06:00 hl (A, C) y a las 14:00 hl (B, D).

La conformación del fenómeno de la isla de calor en la época cálida (abril y mayo) a las 14:00 hl persiste y se recorre hacia el noroeste fuera de la Ciudad de México hacia el municipio de Naucalpan de Juárez (FAC) (figura 4D). La temperatura del aire más alta en la estación FES Acatlán durante el mes de mayo fue 28.9 °C en 2016, 29 °C en 2017 y 28.9 °C en 2018 (anexo 4, 5 y 6). La intensidad térmica ( $T_{UR}$ ) promedio que se presentó entre la zona urbana (FAC) y la rural (MON) fue de 2.7 °C en 2016, 1.9 °C en 2017 y 1.9 en 2018 (anexo 10, 11 y 12).



**Figura 5.** Distribución de la temperatura promedio del aire (°C) en la Zona Metropolitana del Valle México en enero (E) y en mayo (F) de 2018 a las 06:00 hora local.

## 6.2. Análisis del consumo de energía eléctrica de uso doméstico

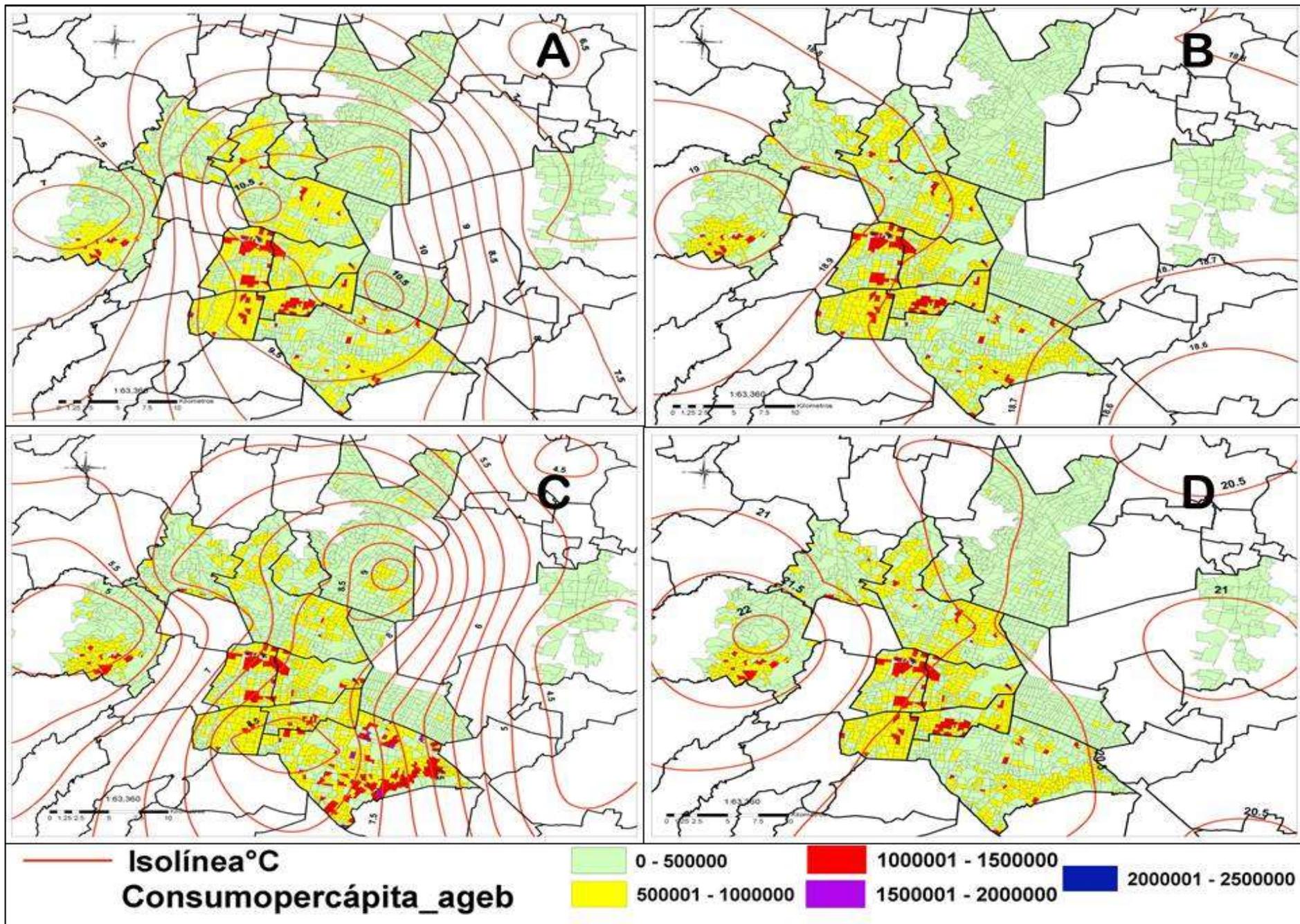
El análisis espacial de la distribución de temperatura también permitió observar que las isotermas de más alta temperatura fueron de 10.5 °C y 9.5 °C en el mes de enero en la época fría a las 06:00 hl en el año 2016 (figura 6A) y abarcaron algunas alcaldías principalmente Gustavo A. Madero, Cuauhtémoc, Venustiano Carranza, Benito Juárez, Iztapalapa y los municipios de Ecatepec de Morelos y Nezahualcóyotl (en el año 2017 las isotermas de 10.5 °C y 9.5 °C abarcaron las mismas alcaldías y municipios). Cuando las isotermas de más alta temperatura fueron de 9 °C y 8.5 °C en el mes de enero en la época fría a las 06:00 hl en el año 2018 (figura 6C) abarcaron principalmente las alcaldías Benito Juárez, Iztapalapa y el municipio de Ecatepec de Morelos.

En enero del año 2016 y 2017 el consumo per cápita mensual de energía eléctrica por AGEB en las alcaldías y municipios que abarcan las isotermas de 10.5 °C y 9.5 °C fue de bajo 0 a 1 GWh a medio con un consumo de 1 GWh a 1.5 GWh principalmente, pero en la alcaldía Cuauhtémoc también se presentó un consumo de medio-alto 1.5 GWh a 2 GWh (figura 6A). En enero del año 2018 el consumo per cápita mensual eléctrico de los municipios y las alcaldías que abarcaron las isotermas de 9 °C y 8.5 °C fue de bajo (0 a 1 GWh) a medio (1 GWh a 1.5 GWh consumidos), pero en este caso la alcaldía Iztapalapa también presentó un consumo medio-alto de 1.5 GWh a 2.5 GWh (figura 6C).

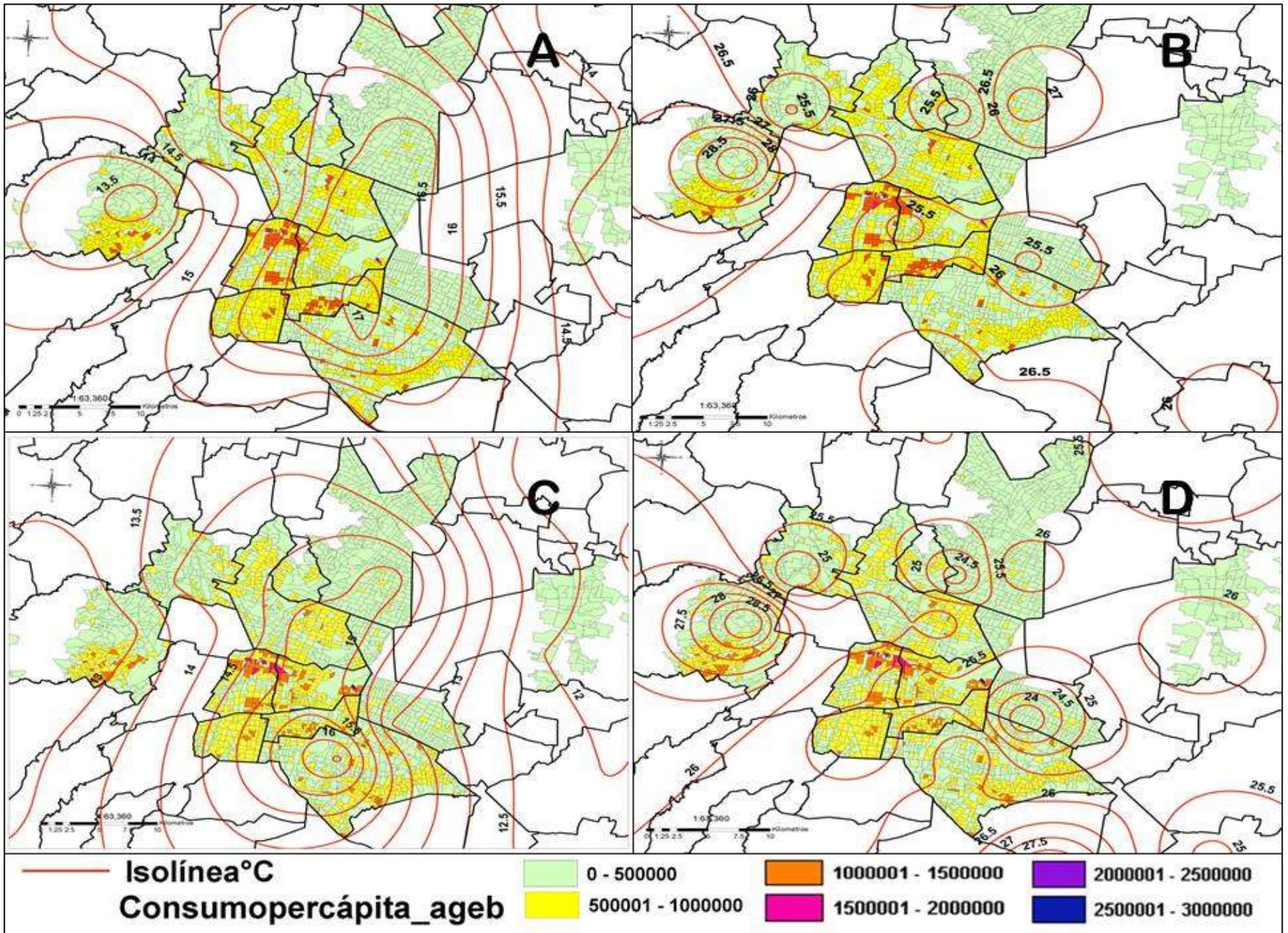
En el mes de enero en la época fría a las 14:00 h la isoterma de más alta temperatura en el año 2016 (figura 6B) fue de 19 °C que abarcó el área urbana del municipio de Naucalpan de Juárez, en el año 2018 las isotermas de 19 °C y 20 °C fueron las de más alta temperatura, y abarcaron también del municipio Naucalpan de Juárez al municipio de Ecatepec de Morelos y una parte del área urbana en Texcoco; y en el año 2017 (figura 6D) las isotermas de más alta temperatura fueron de 21 °C y 22 °C que abarcaron el municipio de Naucalpan de Juárez, Tlalnepantla de Baz y parte del área urbana de Texcoco.

El consumo per cápita mensual de energía eléctrica en los años 2016 y 2018 de los municipios comprendidos entre las isotermas de 19 °C y 20 °C fue bajo, pero en el municipio de Naucalpan de Juárez también presentó un consumo medio (figura 6B). En enero del año 2017 el consumo per cápita mensual eléctrico de los municipios que incluyeron las isotermas de 21 °C y 22 °C también presentaron un consumo bajo, y medio en el municipio de Naucalpan de Juárez (figura 6D) como en los años 2016 y 2018.

El análisis espacial de la distribución de temperatura en la época cálida permitió determinar que en el mes de mayo a las 6:00 h las isotermas de más alta temperatura fueron de 15 °C y 16 °C en el año 2016 y 2018, y en el año 2017 fueron de 16.5 °C y 17 °C (figura 7A y 7C). En los tres años abarcaron las alcaldías Gustavo A. Madero, Cuauhtémoc, Venustiano Carranza, Iztacalco, Iztapalapa y los municipios Ecatepec de Morelos y Nezahualcóyotl.



**Figura 6.** Isotermas y consumo doméstico per cápita de energía eléctrica (kWh) por AGEb en enero de 2016 y 2018 a las 06:00 (A, C); y a las 14:00 hora local de 2016 y 2017 (B, D).



**Figura 7.** Isotermas y consumo doméstico de energía eléctrica (kWh) per cápita por AGEB en mayo de 2017 y 2018 a las 06:00 (a, c) y a las 14:00 hora local de 2016 y 2018 (b, d).

En mayo el consumo per cápita mensual de energía eléctrica de las alcaldías y los municipios que abarcaron las Isotermas de 15 °C y 16 °C en el año 2016 y las isotermas de 16 °C y 17 °C en el año 2017 fue bajo principalmente, pero en este último la alcaldía Cuauhtémoc presentó un consumo alto de 2 GWh a 3 GWh (figura 7a). En mayo del año 2018 el consumo per cápita mensual eléctrico en el municipio y las alcaldías que abarcaron las isotermas de 15 °C y 16 °C fue bajo como en los años 2016 y 2017, pero en este año las alcaldías Cuauhtémoc y Venustiano Carranza presentaron también un consumo medio de 1 GWh a 2 GWh (figura 7c).

En el mes de mayo en la época cálida a las 14:00 h las isotermas de más alta temperatura se presentaron en el año 2016, 2017 y 2018 (figura 7b y 7d), y fueron de 27 °C y 28.5 °C que abarcaron el municipio Naucalpan de Juárez y Ecatepec de Morelos.

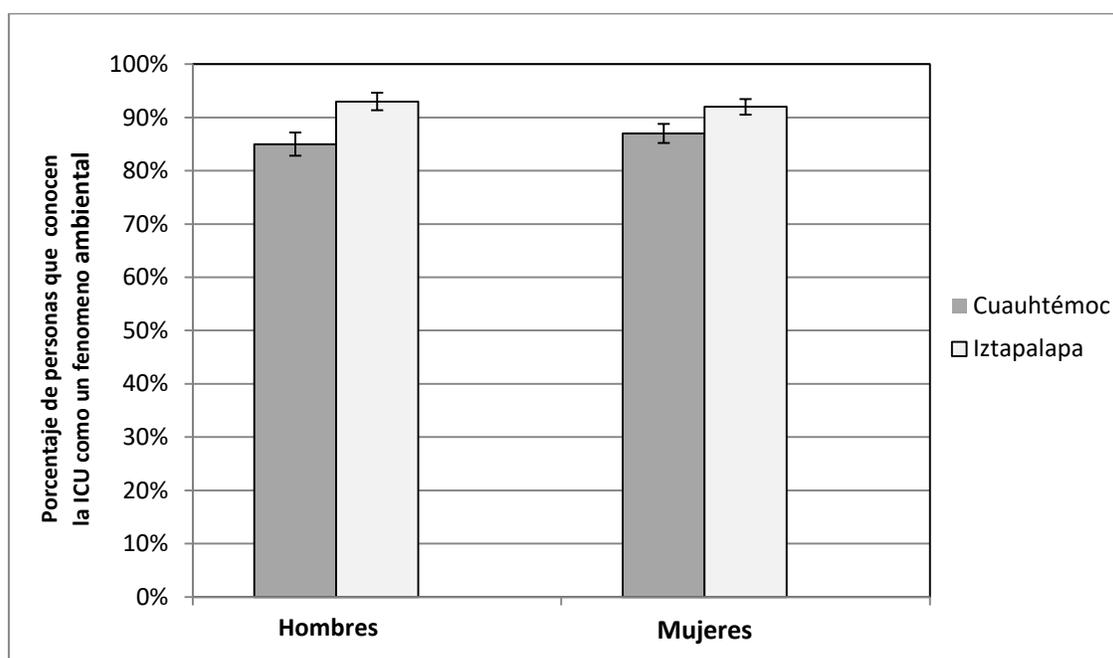
El consumo de energía eléctrica per cápita mensual en los años 2016, 2017 y 2018 de los municipios Naucalpan de Juárez y Ecatepec de Morelos que contenían las isotermas de 27 °C y 28 °C fue bajo de 0 a 1 GWh (figura 7b y 7d) principalmente, pero en el municipio Naucalpan de Juárez se presentó un consumo medio de 1 GWh a 1.5 GWh (figura 7d).

### 6.3. Análisis de la encuesta de la ICU y el consumo de energía eléctrica para el confort térmico de las personas

En la aplicación de las encuestas que se hicieron en las alcaldías de Cuauhtémoc y de Iztapalapa, ubicadas dentro del efecto de la isla de calor urbana con altas intensidades térmicas en la ZMVM, se determinó como los habitantes de estas alcaldías identifican el fenómeno de la isla de calor y los diferentes temas que se encuentran relacionados con ella, así como algunos de los factores (variables o conceptos) de manera cuantitativa, que determinan sus hábitos de consumo de energía eléctrica dentro de las viviendas para obtener un mejor confort térmico en relación con el efecto de la ICU.

El primer concepto que se asocia a la isla de calor urbana, en la alcaldía Cuauhtémoc tanto para hombres como mujeres es un fenómeno ambiental (figura 8), sin diferencias significativas entre géneros ( $H= 0.06$ ,  $p=0.6753$ ). En el caso de Iztapalapa la mayoría de los habitantes también entiende que el término de la isla de calor urbana se refiere a un fenómeno ambiental y al igual que en Cuauhtémoc la diferencia entre géneros no fue significativa ( $H=0.02$ ,  $p= 0.7803$ ) (anexo 17 y 18), sin embargo, se realizó también una comparación de géneros entre alcaldías

para saber si el entendimiento del concepto de la isla de calor era significativamente mayor en Iztapalapa, pero aunque esta alcaldía tuvo el más alto porcentaje de mujeres ( $H=0.38$ ,  $p=0.2517$ ) y hombres ( $H=0.76$ ,  $p=0.1117$ ) que conoce este fenómeno ambiental, en ninguno de los dos casos las diferencias fueron significativas (anexo 19 y 20).

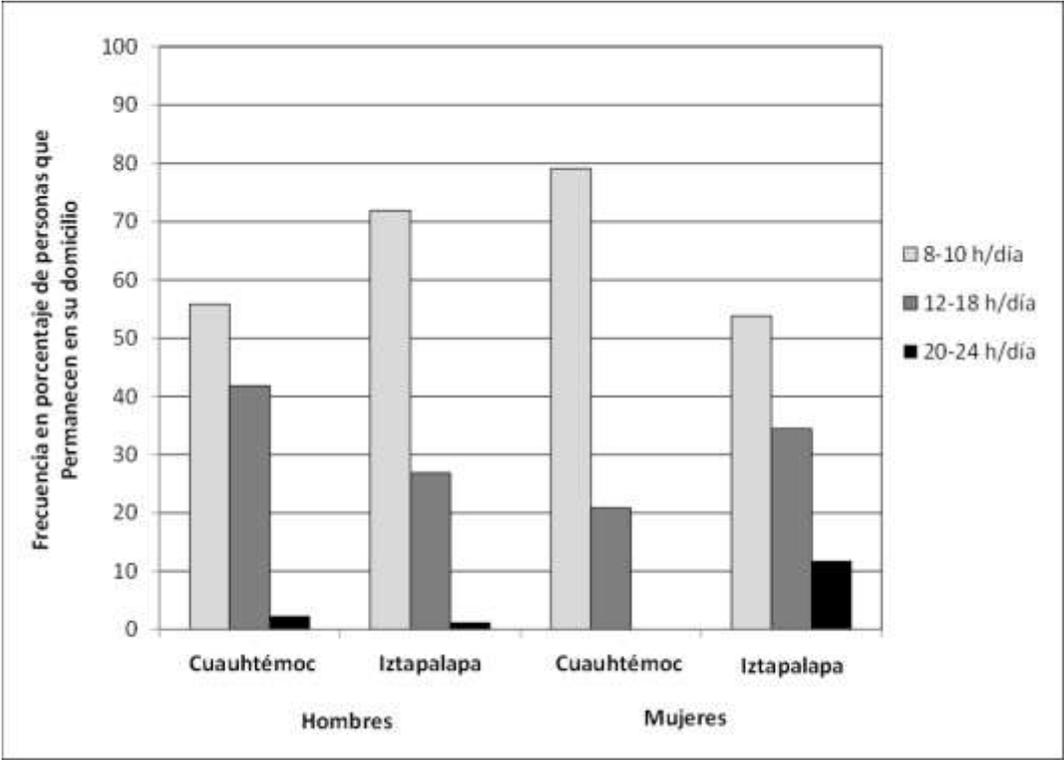


**Figura 8.** Porcentaje de personas que conocen el concepto de isla de calor en las alcaldías Cuauhtémoc e Iztapalapa.

En cuanto el confort térmico, la mayoría de los hombres y más de la mitad de las mujeres conocían el concepto, en la alcaldía Cuauhtémoc fueron significativas las diferencias entre géneros ( $H=4.55$ ,  $p=0.0107$ ). Para el caso de Iztapalapa el conocimiento del concepto fue casi idéntico y también con diferencias significativas entre géneros ( $H=3.87$ ,  $p=0.0194$ ) (anexo 17 y 18), pero en la comparación entre las mujeres ( $H=0.01$ ,  $p=0.9204$ ) y entre los hombres ( $H=0.0021$ ,  $p=0.9529$ ) de las dos alcaldías no se encontraron diferencias (anexo 19 y 20).

La frecuencia del número de horas que permanecen al día en su domicilio las personas encuestadas, que realizan alguna actividad fuera de ellos, se muestra en la figura 9. En la comparación entre mujeres de las dos alcaldías, que permanecen en su casa de 8-10 horas, fue significativamente mayor en el caso de las mujeres ( $F=0.25$ ,  $p=0.000054$ ) que viven en Cuauhtémoc (anexo 21), por el contrario en el caso de las mujeres que permanecen en su domicilio de 20-24 horas fue significativamente mayor en la alcaldía Iztapalapa ( $F=0.11$ ,  $p=0.000083$ ). A

diferencia de las mujeres en ninguno de los tres casos la comparación entre los hombres de la alcaldía Cuauhtémoc e Iztapalapa que permanecen en su domicilio de 8 a 10 h ( $F=0.16$   $p=0.0370$ ), de 12 a 18 h ( $F=0.15$   $p=0.0514$ ) y de 20 a 24 h al día ( $F=0.11$   $p=1$ ) hubo diferencias significativas (anexo 22).

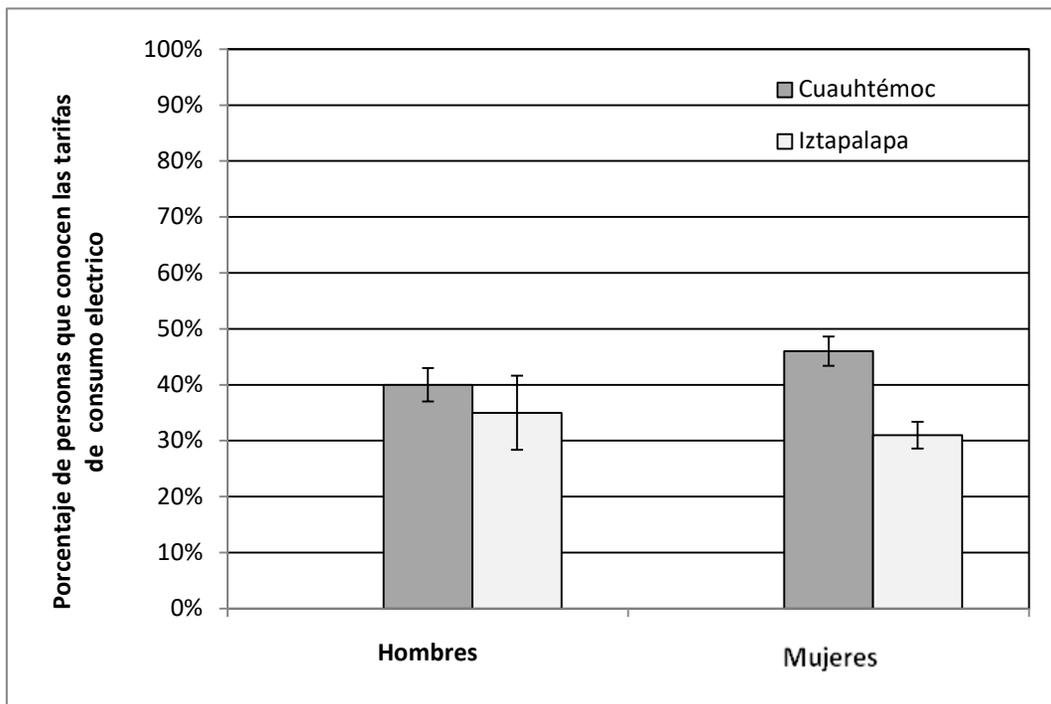


**Figura 9.** Frecuencia relativa de hombres y mujeres que permanecen en su domicilio un cierto número de horas al día en la alcaldía Cuauhtémoc e Iztapalapa.

Los usuarios de energía eléctrica del sector doméstico pagan menos del 39% del costo de suministro porque el gobierno federal otorga apoyos al 98% de los usuarios residenciales para realizar un pago menor. La tarifa para uso doméstico que se aplica en la ZMVM cuenta con el subsidio federal. Los apoyos gubernamentales llegan a representar entre 50% y 90% del costo real de la tarifa que depende de la zona y el consumo.

En las dos alcaldías menos de la mitad de sus habitantes sabían que existen más de dos tarifas para el consumo eléctrico doméstico (figura 10), en el caso del género femenino la comparación entre alcaldías presentó diferencias con un porcentaje significativamente menor en Iztapalapa ( $H=3.93$ ,  $p=0.0187$ ) (anexo 19) sobre cuál es la tarifa que se aplica a sus domicilios. Aunque el desconocimiento de las tarifas es alarmante por el bajo porcentaje que se presentó en ambas

alcaldías, la comparación entre el género masculino no fue significativamente diferente ( $H=2.26$ ,  $p=0.0646$ ) (anexo 20).

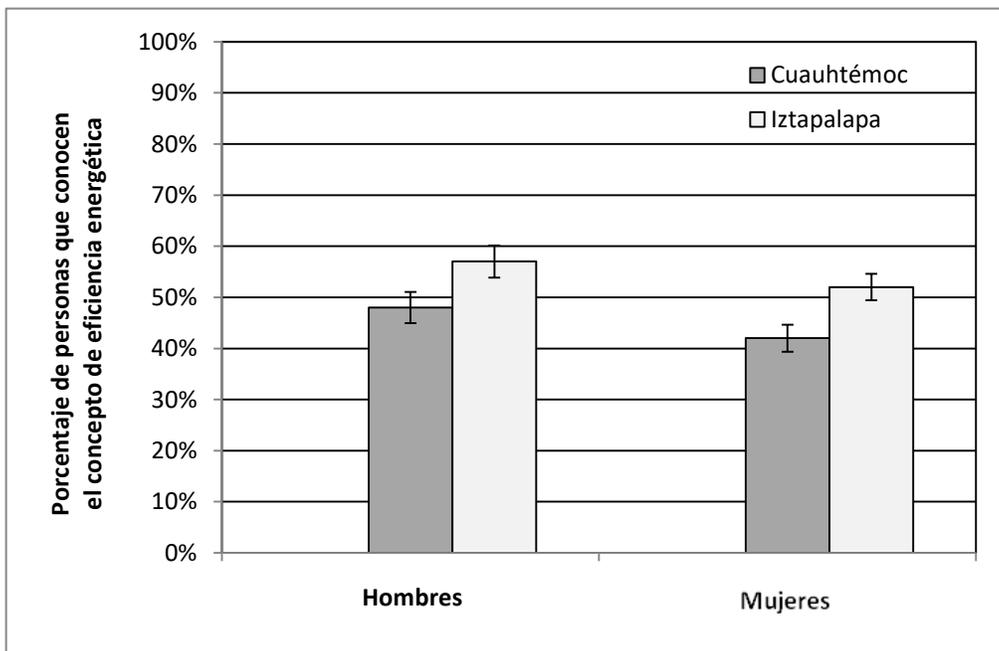


**Figura 10.** Porcentaje de personas con el conocimiento de dos o más tarifas de consumo eléctrico doméstico en la alcaldía Cuauhtémoc e Iztapalapa.

La energía tanto por su contribución al desarrollo como por su impacto ambiental se exige atender de manera prioritaria su uso eficiente, entendido éste como consumo racional (eliminación de desperdicios), ahorro (menor consumo por unidad producida) y conservación (uso de energías renovables) (INECC, 2012).

De acuerdo con la Agencia Internacional de Energía, existe el término de tecnología envolvente que se refiere: a las partes de un edificio que forman la barrera térmica entre el exterior y el interior y tiene un papel muy importante para determinar los niveles de confort, la iluminación natural, la ventilación y la cantidad de energía que se requerirá para enfriarlo o calentarlo (AEAEE, 2016). Es por eso que el conocimiento del concepto de la eficiencia energética es importante para poder mantener un buen funcionamiento de energía en el tiempo.

En el caso de la alcaldía Iztapalapa el porcentaje de hombres y mujeres que conocía el concepto fue mayor de la mitad (figura 11), pero en la comparación entre alcaldías resultó que realmente no existen diferencias significativas entre mujeres ( $H=1.88$ ,  $p=0.1131$ ) (anexo 19) y tampoco entre hombres ( $H=1.16$ ,  $p=0.2123$ ) (anexo 20).

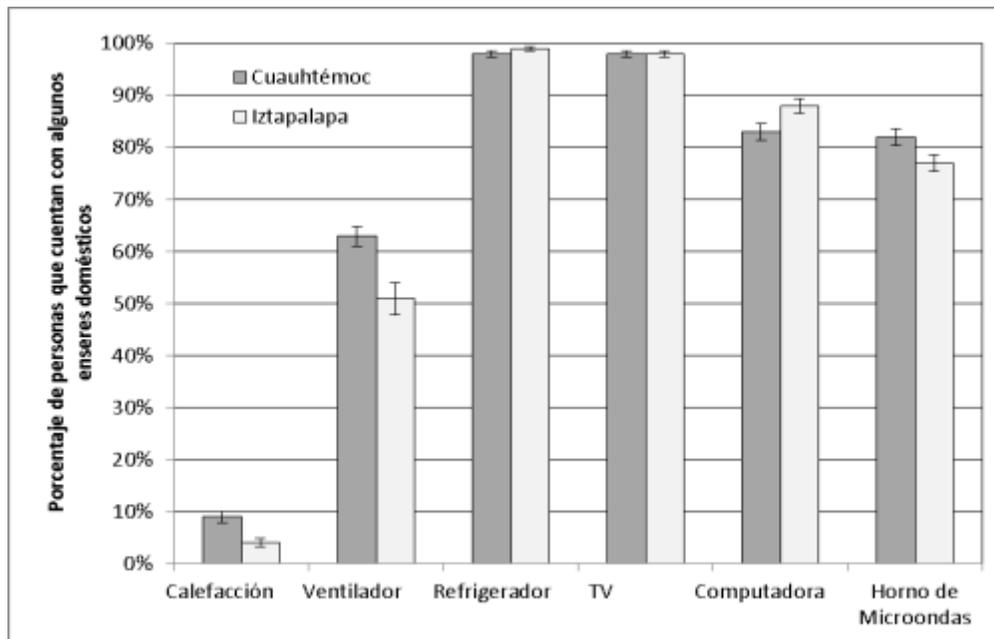


**Figura 11.** Porcentaje de personas con el conocimiento del concepto de eficiencia energética en la alcaldía Cuauhtémoc e Iztapalapa.

Por otro lado, desde la perspectiva de la procuración de un confort térmico agradable es necesario determinar qué porcentaje de la población encuestada en ambas alcaldías contaba con refrigerador, calefacción o ventilador, además de otros aparatos eléctricos como el televisor, la computadora o un horno de microondas.

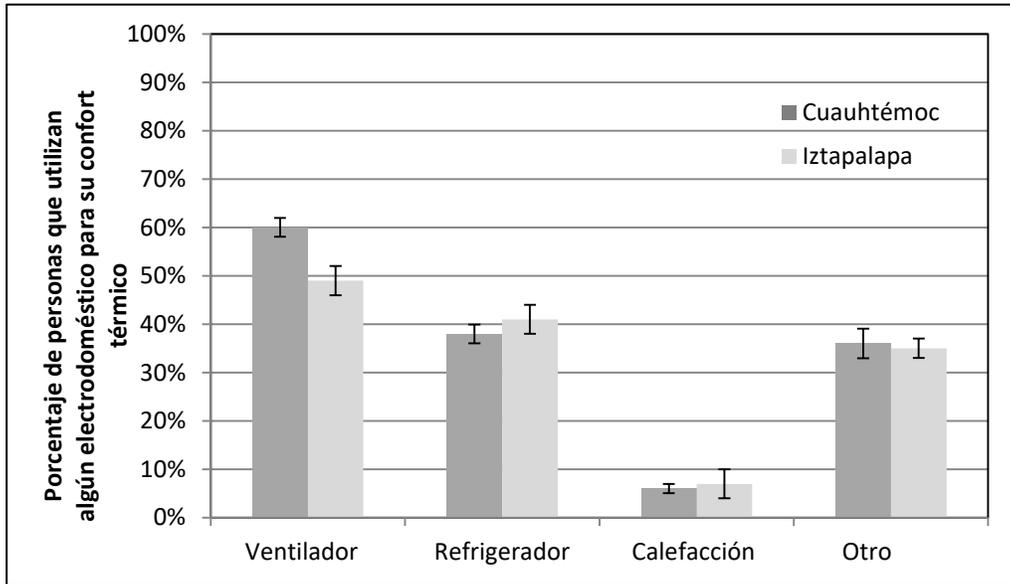
En la alcaldía Cuauhtémoc la mayoría de los encuestados cuenta con un televisor y con un refrigerador en sus domicilios, un porcentaje menor con una computadora y un horno de microondas, más de la mitad con ventilador y solamente un porcentaje bajo tiene algún sistema de aire acondicionado o calefacción. De manera similar en Iztapalapa casi todas las personas encuestadas cuentan con un refrigerador en sus hogares y una TV, un porcentaje menor cuenta con computadora y un horno de microondas; mientras que la mitad de las personas tiene un ventilador y solo un porcentaje pequeño posee un sistema de aire acondicionado o calefacción (figura 12).

En la alcaldía Cuauhtémoc y en la alcaldía Iztapalapa, el ventilador fue uno de los electrodomésticos que se presentó de manera frecuente, pero en la alcaldía Cuauhtémoc fue significativamente mayor ( $H=7.8$ ,  $p=0.0012$ ). Entre los porcentajes de personas que tenían un sistema de aire acondicionado o calefacción en Cuauhtémoc e Iztapalapa, que fueron muy bajos (figura 12), no hubo diferencias significativas ( $H=0.9$ ,  $p=0.0286$ ) (anexo 23).



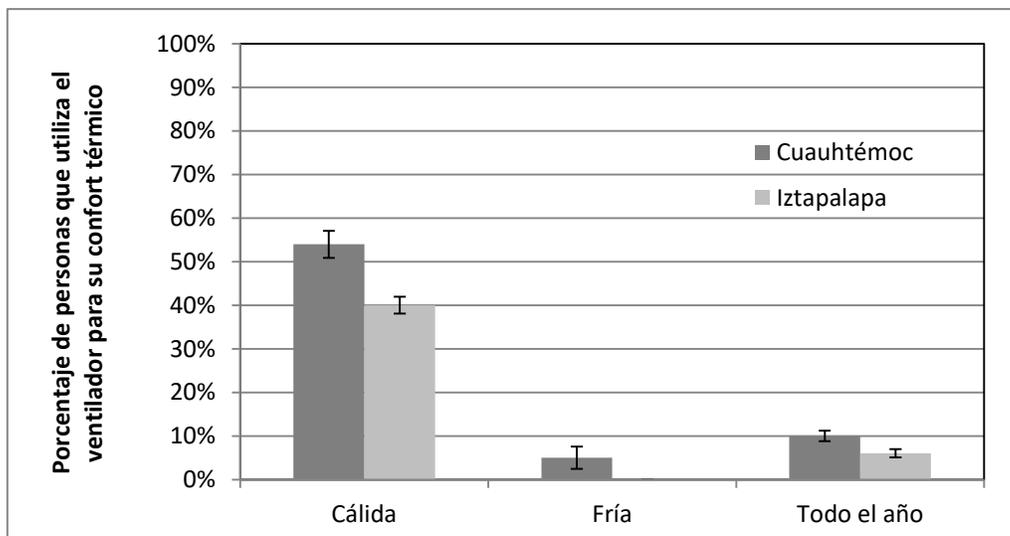
**Figura 12.** Porcentaje de personas en Cuauhtémoc e Iztapalapa que cuentan con algunos tipos de enseres domésticos como calefactor, ventilador, refrigerador, televisión, computadora y horno de microondas.

De estos electrodomésticos hay algunos que son utilizados por las personas como una forma para obtener un mejor confort térmico. En la alcaldía Cuauhtémoc ( $H=88.24$ ,  $p<0.0001$ ) e Iztapalapa ( $H=60.47$ ,  $p<0.0001$ ) un buen número de personas utiliza el ventilador y el refrigerador precisamente para obtener confort térmico, un porcentaje menor de encuestados ventila o calienta su casa de otra manera o usa otro tipo de electrodoméstico como la estufa o el horno de microondas y solo pocas personas utilizan la calefacción o un sistema de aire acondicionado (figura 13 y anexo 24). El uso del ventilador para el confort térmico fue mayor sobre los demás enseres domésticos en las dos alcaldías, pero en la comparación entre ellas, la alcaldía Cuauhtémoc fue significativamente mayor ( $H=6.01$ ,  $p=0.0047$ ) (anexo 25).



**Figura 13.** Porcentaje de personas en la alcaldía Cuauhtémoc e Iztapalapa que utilizan el ventilador, refrigerador, calefacción u otras formas para su confort térmico dentro de sus domicilios.

En la alcaldía Cuauhtémoc ( $H=82.46$ ,  $p<0.0001$ ) e Iztapalapa ( $H=56.95$ ,  $p<0.0001$ ) el ventilador se utiliza con más frecuencia en la época cálida para obtener confort térmico (anexo 26) debido al calor que se siente en la ciudad de México, solo un pequeño porcentaje de la alcaldía Cuauhtémoc lo utiliza en la época fría o durante todo el año y en Iztapalapa las personas no utilizan el ventilador en la época fría (figura 14).



**Figura 14.** Porcentaje de personas en la alcaldía Cuauhtémoc e Iztapalapa que utilizan el ventilador para su confort térmico dentro de sus domicilios en las diferentes épocas o durante todo el año.

El uso del ventilador y los otros enseres electrodomésticos tiene un costo eléctrico y por lo tanto económico para las personas, es por eso que se preguntó también en la encuesta cuanto pagan mensualmente por su consumo eléctrico, este costo económico de energía eléctrica en promedio en la alcaldía Iztapalapa fue de \$374.56 MN, mientras que en la alcaldía Cuauhtémoc fue de \$371.07 MN bimestralmente (ya que así es el cobro de la tarifa de energía eléctrica). Este costo realmente no difiere entre alcaldías ( $H=0.35$ ,  $p=0.5502$ ) (Anexo 27). Aunque en este estudio se consideró principalmente el uso de energía eléctrica por el ventilador para procurar confort térmico a las personas dentro de su casa-habitación, en algunos casos las personas también hacen uso de la estufa (café o diferentes bebidas) o la ducha para este mismo propósito, por eso también fue importante considerar este tipo de energía que utilizan el calentador de agua o boiler de las personas en sus domicilios.

En la alcaldía Cuauhtémoc e Iztapalapa la mayoría de las personas utilizan calentadores que funcionan con gas LP y gas natural, y un porcentaje menor utiliza calentadores eléctricos y celdas solares (figura 15). En los resultados que se obtuvieron la alcaldía Cuauhtémoc fue significativamente mayor, en el uso del calentador con gas natural ( $H=3.6$ ,  $p=0.0065$ ), y la alcaldía Iztapalapa en el uso del calentador con celda solar ( $H=1.91$ ,  $p=0.0107$ ) (Anexo 28).

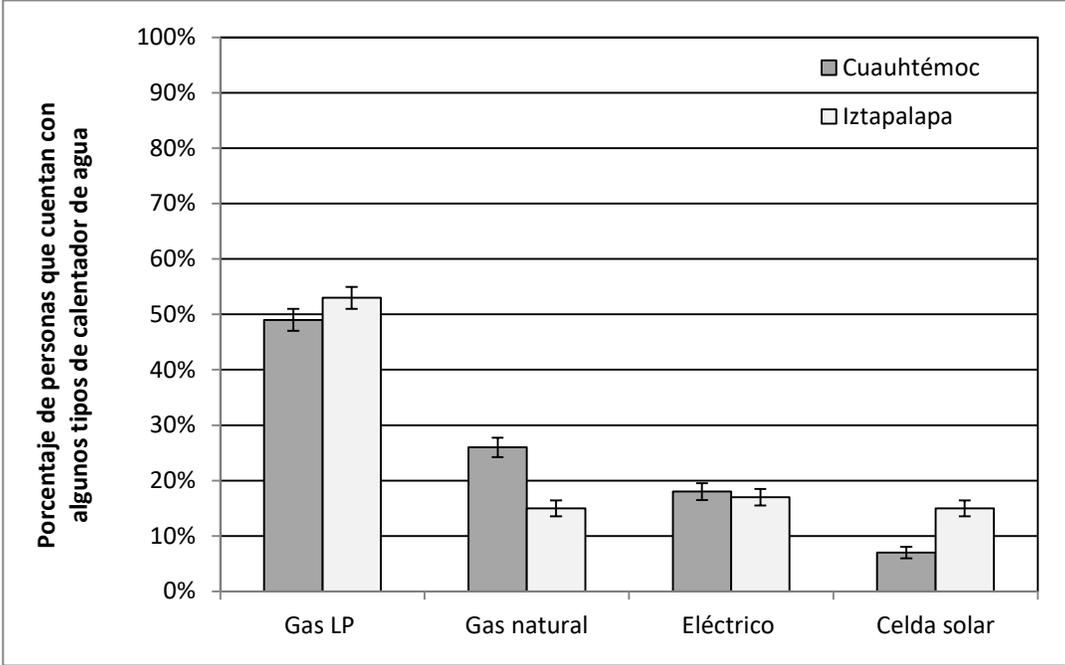
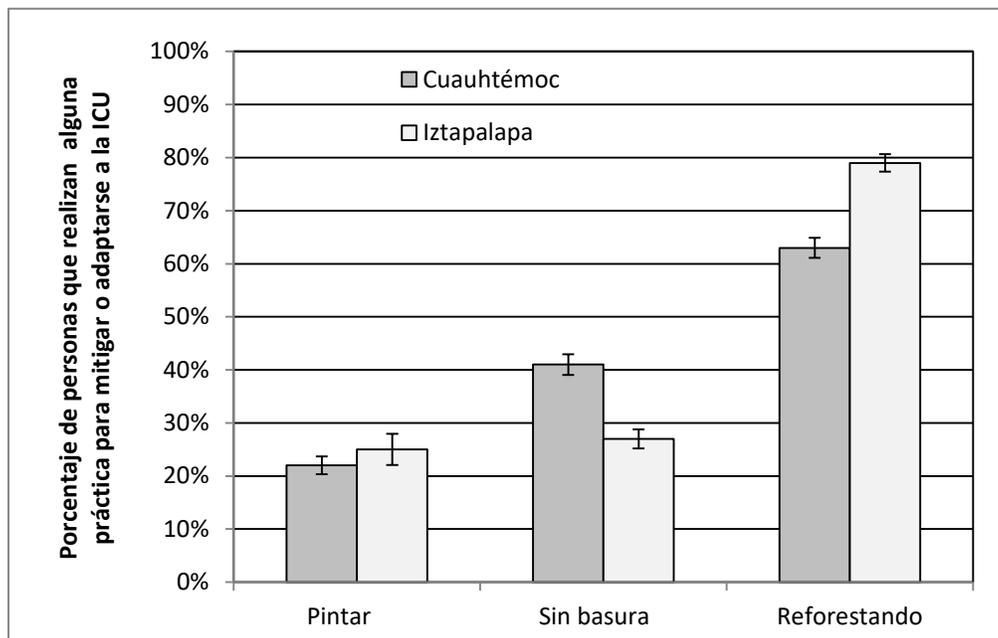


Figura 15. Porcentaje de personas en la alcaldía Cuauhtémoc e Iztapalapa que cuentan con algunos tipos de calentador de agua que funciona con gas LP, gas natural, o tienen calentador eléctrico o celda solar.

Los primeros resultados de la encuesta sobre la isla de calor urbana indicaron que la mayoría de las personas encuestadas de las dos alcaldías tenía conocimiento sobre que es este fenómeno ambiental, es por eso que en la parte final de la encuesta se incluyó una pregunta sobre algunas prácticas (unas más eficientes que otras) que ellas pueden realizar para ayudar a mitigarla o adaptarse. En la alcaldía Cuauhtémoc ( $H=50.19$ ,  $p<0.0001$ ) y en la alcaldía Iztapalapa ( $H=120.33$ ,  $p<0.0001$ ) (anexo 29) la mayoría está dispuesta a practicarlas, y cree que la mejor forma de mitigarla es mediante la reforestación, posteriormente menos de la mitad piensa que es mejor no tirar basura y pocas personas piensan que pintar las casas de blanco ayudaría adaptarse a la ICU (figura 16).



**Figura 16.** Porcentaje de personas en la alcaldía Cuauhtémoc e Iztapalapa que realizan alguna práctica (pintar las casas de blanco, no tirar basura o reforestar) para mitigar o adaptarse a la isla de calor urbana.

Finalmente, y no menos importante la última pregunta de la encuesta fue para conocer si cada una de las personas encuestadas en las dos alcaldías tenían plantas en casa, esto como una posible forma de regular la temperatura ambiente dentro y fuera de los domicilios. En la alcaldía Cuauhtémoc ( $H= 176.55$ ,  $p<0.0001$ ) e Iztapalapa ( $H= 167.49$ ,  $p<0.0001$ ) la mayor parte de las personas si tenían plantas en su casa, y no se presentaron diferencias significativas entre ellas ( $H= 0.03$ ,  $p= 0.7627$ ) (anexo 30).

Específicamente a las personas que respondieron que si tenían plantas en sus domicilios también se les pregunto qué tipo de plantas eran, y para que pudieran identificarlas fácilmente se hizo una clasificación sencilla de algunos tipos de plantas: El primer grupo en la clasificación fueron las plantas de ornato como bambús (*Bambusoideae*), orquídeas (*Orchidaceae*), helechos (*Pteridium*), alcatraz (*Zantedeschia aethiopica*), cuna de Moisés (*Spathiphyllum*), millonaria (*Plectranthus verticillatus*), mimosa (*Mimosa púdica*), abundancia (*Portulacaria*), etc. Los resultados obtenidos del porcentaje de personas con plantas de ornato fueron de casi la mitad en la alcaldía Cuauhtémoc y en Iztapalapa (figura 17).

Las cactáceas como el nopal (*Opuntia ficus-indica*) fueron el segundo grupo, en la alcaldía Cuauhtémoc e Iztapalapa fueron pocas las personas que tuvieron este tipo de plantas, sin embargo en Iztapalapa fue significativamente mayor ( $H=4.29$ ,  $p= 0.0038$ ) (anexo 31).

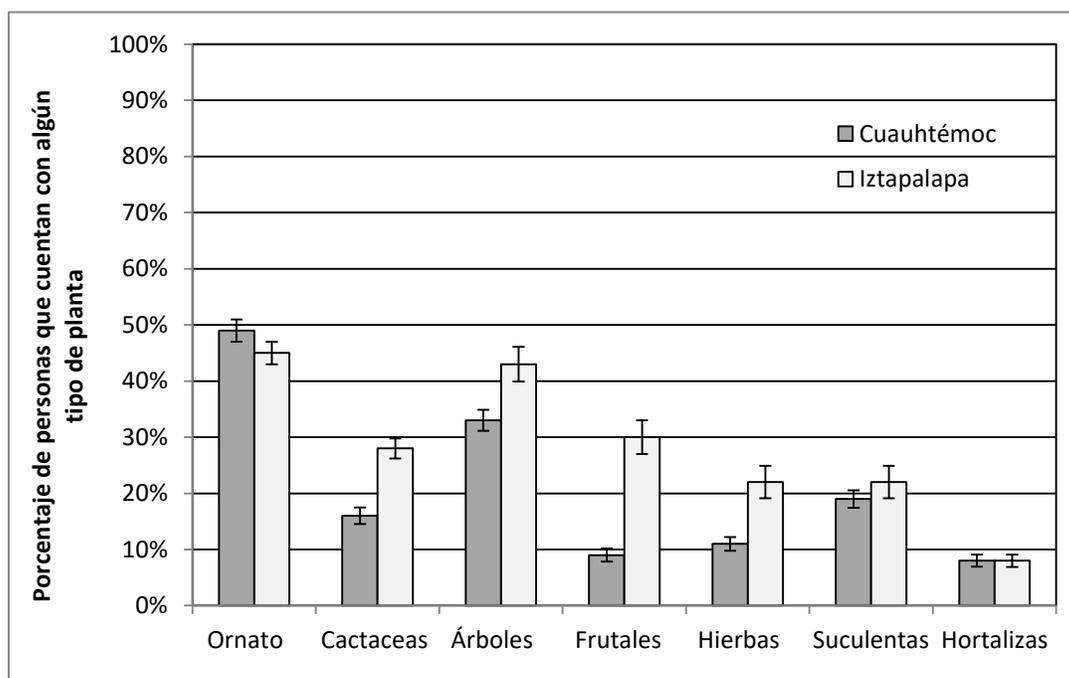
En el tercer grupo de los diferentes tipos de plantas se incluyeron a los arboles como ficus, trueno (*Ligustrum lucidum*), pinos, rosales (*Rosa gallica*), jacaranda (*Jacaranda mimosifolia*), buganvilia (*Bougainvillea glabra*) y también palmeras (*Arecaceae*). Un poco menos de la mitad de las personas en la alcaldía Cuauhtémoc e Iztapalapa tuvieron este tipo de planta (figura 17), y al comparar las alcaldías no se encontraron diferencias significativas entre ellas ( $H=1.13$ ,  $p=0.2006$ ) (anexo 31).

Otro grupo de plantas incluido en esta clasificación fueron las plantas que dan algún tipo de fruto como el jitomate (*Solanum lycopersicum*), peral (*Pyrus communis*), durazno (*Prunus persica*), limón (*Citrus limon*), etc. Algunos de estos árboles frutales no fueron incluidos en el tercer grupo principalmente porque el espacio que se requiere para su desarrollo no siempre puede ser dentro del domicilio sino en lugares más amplios como en jardines. Los resultados que se obtuvieron en ambas alcaldías fueron porcentajes bajos (figura 18), lamentablemente en la alcaldía Cuauhtémoc el porcentaje fue muy bajo y significativamente diferente a la alcaldía Iztapalapa ( $H= 8.65$ ,  $p<0.0001$ ) (anexo 31).

El quinto grupo de plantas fueron denominadas como hierbas que incluyeron a los diferentes tipos de césped (*Cynodon dactylon*) y algunas plantas como la insulina vegetal (*Chamaecostus cuspidatus*), etc. En la alcaldía Cuauhtémoc e Iztapalapa fueron muy pocas las personas con este tipo de plantas en sus domicilios (figura 17), aunque en los dos casos los porcentajes fueron muy bajos, Iztapalapa fue significativamente diferente ( $H= 1.7$ ,  $p=0.0335$ ) (anexo 31). Este resultado puede ser un indicio de que en la alcaldía Iztapalapa las personas en sus domicilios

tienen espacios más amplios en comparación a la alcaldía Cuauhtémoc, para tener diferentes tipos de plantas que pueden influir en un ambiente más fresco.

Las plantas suculentas como la sábila (*Aloe vera*), el maguey (*Agave*), las crasuláceas (*Crassulaceae*) y los nopales (*Opuntioideae*) que son generalmente plantas herbáceas, algunas subarborescentes y relativamente pocas son arbóreas o acuáticas, formaron el sexto grupo. En la alcaldía Cuauhtémoc e Iztapalapa pocas personas tuvieron alguna de estas plantas y al comparar las alcaldías no se encontraron diferencias significativas entre ellas ( $H=0.02$ ,  $p=0.816$ ) (anexo 31).



**Figura 17.** Porcentaje de personas en Cuauhtémoc e Iztapalapa que cuentan con algún tipo de planta ya sea de ornato, cactáceas, árboles, plantas frutales, pastos o hierbas, suculentas u hortalizas en su domicilio

En el último grupo para esta clasificación fueron incluidas las hortalizas como albaca (*Ocimum basilicum*), tomillo (*Thymus vulgaris*), ruda (*Ruta graveolens*), hierba buena (*Mentha spicata*), perejil (*Petroselinum crispum*), manzanilla (*Matricaria recutita*) y romero (*Suaeda edulis*). Los porcentajes obtenidos en este grupo fueron los más bajos en ambas alcaldías (figura 17) y esto puede deberse a la falta de producción local de alimentos con actividades que promueven la sostenibilidad como lo son los huertos urbanos.

#### 6.4. Análisis de componentes principales, como herramienta para interrelaciones entre variables demográficas y económicas que influyen en el consumo de energía eléctrica de las personas en el sector doméstico

El análisis espacial de la distribución de la temperatura permitió observar las alcaldías que abarcaron las isoterma de más alta temperatura dentro de la ICU, estas alcaldías también presentaron aspectos socioeconómicos muy diferentes como, el consumo y costo per cápita mensual de energía eléctrica, las personas económicamente activas, el número de salarios mínimos que recibe y el estrato socioeconómico al que pertenecen.

Como se tomó especial atención en las alcaldías de Cuauhtémoc y de Iztapalapa que se encontraron ubicadas dentro del efecto de la isla de calor urbana con altas intensidades térmicas, se realizó un análisis comparativo con las alcaldías Gustavo A. Madero, Venustiano Carranza, Benito Juárez, y los municipios Tlalnepantla de Baz, Nezahualcóyotl, Naucalpan de Juárez y Texcoco que también se encontraron dentro del núcleo cálido de la ICU en la zona metropolitana del valle de México a las 06:00 h y 14:00 h, de la época fría y cálida de los años 2016-2018, para considerar como son los aspectos socioeconómicos de cada una de ellas, y como pueden influir en sus hábitos de consumo dentro de las viviendas para obtener un mejor confort térmico en relación con el efecto de la ICU.

Entre los municipios más densamente poblados se encuentra el municipio de Nezahualcóyotl y las alcaldías de Cuauhtémoc y de Iztapalapa, respectivamente (tabla 6); estos se encuentran en el centro y oriente de la ciudad y estado de México; entre los menos densamente poblados están los municipios de Tlalnepantla de Baz, Naucalpan de Juárez y Texcoco que son más cercanos a la zona rural del valle de México (anexo 14).

La población de 15 años y más que realiza alguna actividad económica que le proporcione ingresos varía mucho entre la alcaldía o municipio en el que se encuentre (anexo 15). Las alcaldías Iztapalapa y Cuauhtémoc también presentaron un valor alto de personas que participan en el mercado laboral, además de la alcaldía Gustavo A. Madero, los municipios Naucalpan de Juárez y Nezahualcóyotl (tabla 6). Sin embargo, esto no quiere decir que las alcaldías y municipios con un PEA alto reciban el mismo número de ingresos, o pertenezcan al mismo estrato socioeconómico, que las alcaldías que tienen un PEA menor.

**Tabla 6.** Densidad poblacional (hab/km<sup>2</sup>) y población económicamente activa de las alcaldías y municipios previamente seleccionados.

Delegación o Municipio	Densidad de Población (hab/km <sup>2</sup> )	Alcaldía o Municipio	Población económicamente activa
Nezahualcóyotl	17656.14	Iztapalapa	792297
Cuauhtémoc	16447.41	Gustavo A. Madero	526179
Iztapalapa	16136.29	Nezahualcóyotl	480547
Benito Juárez	14518.07	Naucalpan de Juárez	357773
Gustavo A. Madero	13570.55	Cuauhtémoc	270867
Venustiano Carranza	12801.56	Benito Juárez	199003
Tlalnepantla de Baz	8317.31	Venustiano Carranza	197483
Naucalpan de Juárez	5310.79	Tlalnepantla de Baz	106583
Texcoco	2173.42	Texcoco	32541

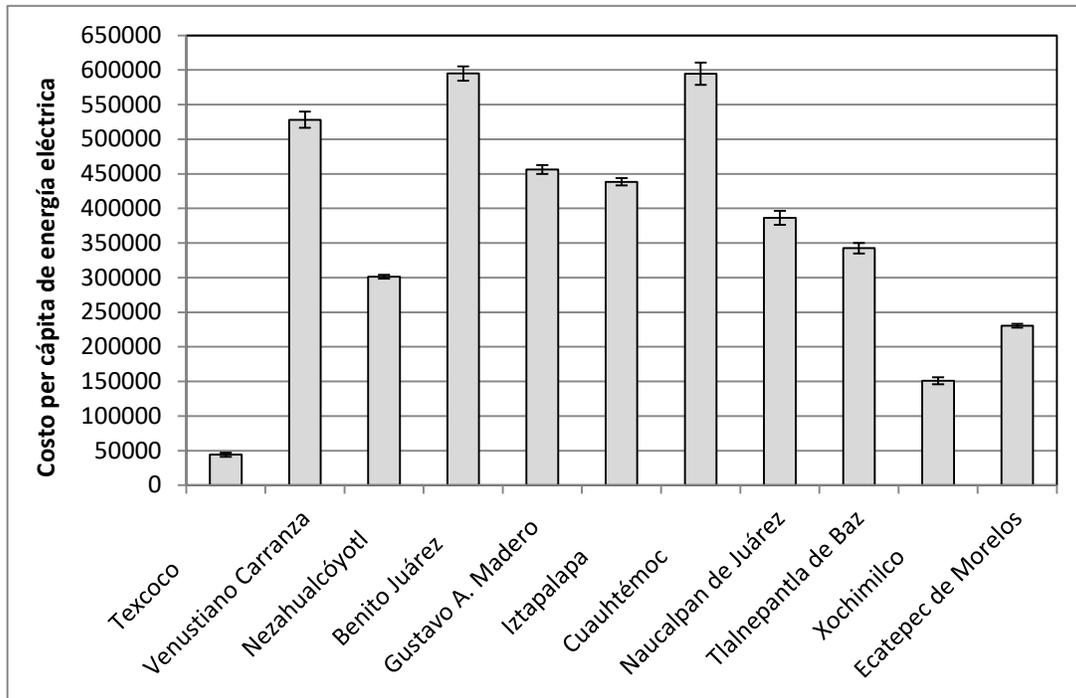
Fuente: Estimaciones del INEGI. *Censo de Población y Vivienda 2010.*

Con base en los resultados de la distribución espacial de la temperatura promedio del aire, la ubicación de las isotermas de más alta temperatura dentro del centro cálido de la ICU, y las alcaldías y municipios que abarcaron estas, se realizó un análisis con los datos del consumo mensual de energía eléctrica en el sector doméstico a nivel municipal o de alcaldía que se solicitó a Comisión Federal de Electricidad (CFE) para obtener el costo per cápita del consumo mensual de energía eléctrica (\$0.793 M.N./kWh) que corresponde a una tarifa estipulada.

Cuando las isotermas de más alta temperatura fueron de 10.5 °C y 9.5 °C en el mes de enero en la época fría a las 06:00 hl del año 2016 abarcaron algunas de las alcaldías como Gustavo A. Madero, Cuauhtémoc, Venustiano Carranza, Benito Juárez, Iztapalapa y los municipios de Ecatepec de Morelos y Nezahualcóyotl. En ese mismo año durante la época fría a las 14:00 hl cuando las isotermas de más alta temperatura fueron de 19 °C y 20 °C, abarcaron el área urbana del municipio de Naucalpan de Juárez, Ecatepec de Morelos y una parte del área urbana en Texcoco.

Asimismo, con estas consideraciones el costo per cápita del consumo de energía eléctrica en la época fría del año 2016 de las alcaldías y municipios que abarcaron las isotermas de más alta temperatura fueron significativamente diferentes (anexo 32), con valores altos dentro de la ciudad de México en las alcaldías Benito Juárez, Cuauhtémoc, Venustiano Carranza, Gustavo A. Madero, Iztapalapa y el municipio de Naucalpan de Juárez respectivamente, y con valores bajos hacia las orillas de la ciudad de México, pero dentro de la zona metropolitana del valle de México como en la alcaldía Xochimilco, y en los municipios de Tlalnepantla de

Baz, Nezahualcóyotl, Ecatepec de Morelos y parte de la zona urbana de Texcoco (figura 18).



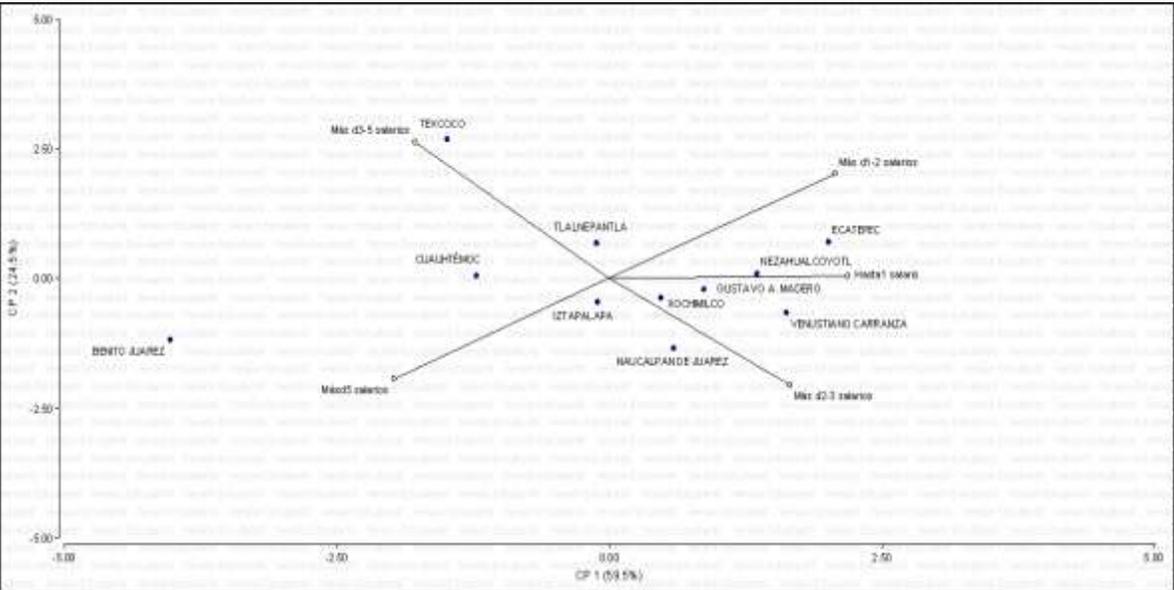
**Figura 18.** Costo per cápita de energía eléctrica (\$0.793 M.N/kWh) del mes de enero de algunas alcaldías y municipios de la ZMVM en el año 2016.

Como los componentes principales fueron generados vía matriz, se tomaron en cuenta con preferencia a los componentes cuyos valores propios fueron mayores a 1. El análisis de la época fría del año 2016 muestra dos componentes que explican el 84% de la varianza, considerada como una proporción significativa del total (anexo 35). El autovalor correspondiente al primer componente fue de 2.98 que representa el 60% de la variabilidad, y el autovalor de la segunda componente fue de 1.22 que representa el 24% de la variabilidad total.

Al revisar las correlaciones de las variables originales se observó, que dos variables tienen correlación positiva en el primer componente (PC1) con los valores más altos de 0.87 en el caso de la PEA que recibe un salario, y de 0.82 en la PEA que recibe más de uno hasta dos salarios mínimos (más de \$2,191 MN hasta \$4,382 MN). En cuanto a PC2, ocurre una correlación positiva alta con el valor de 0.67 en el caso de la PEA que recibe de tres salarios hasta cinco salarios mínimos (\$6,573 MN-\$10,955 MN), y una correlación negativa con un valor de -0.53 en la PEA que recibe más dos salarios hasta tres salarios mínimos (más de \$4,382 MN hasta \$6,573 MN) (anexo 36).

Para tener una representación gráfica de la distribución conjunta de tres o más variables, que permitiera visualizar las interrelaciones entre observaciones y variables se solicitó el gráfico Biplot. InfoStat grafica las observaciones como puntos azules y las variables son graficadas como vectores desde el origen con terminaciones en círculos amarillos.

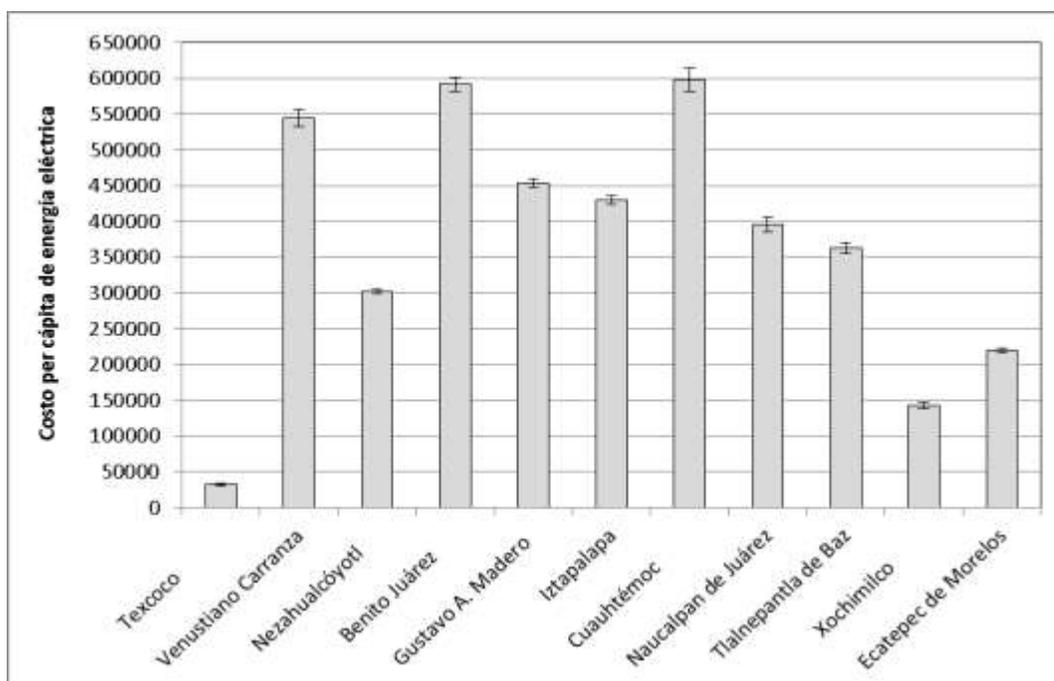
La figura 19 muestra un biplot de los ingresos en salarios mínimos y de las alcaldías o municipios que se encuentran asociados a ellos. En cuanto a la primer componente observamos que en enero del año 2016 la PEA que recibe un salario, y la PEA que recibe de uno hasta dos salarios mínimos se encuentra asociada principalmente con el municipio de Ecatepec, Nezahualcóyotl, y las alcaldías Gustavo A. Madero, Xochimilco y Venustiano Carranza. Mientras que en la segunda componente se presenta una variabilidad alta en la PEA que recibe de tres salarios hasta cinco salarios mínimos asociados al municipio de Texcoco, Tlalnepantla de Baz y a la alcaldía Cuauhtémoc, en esta segunda componente también se pudo observar cómo se separa notablemente de las demás variables la PEA que recibe de dos salarios hasta tres salarios mínimos que se encuentra asociada a la alcaldía Iztapalapa, Xochimilco y al municipio de Naucalpan de Juárez.



**Figura 19.** Biplot de los ingresos en salarios mínimos del mes de enero que recibe la PEA de algunas alcaldías y municipios de la ZMVM en el año 2016.

En el año 2017 cuando las isotermas de más alta temperatura fueron de 21 °C y 22 °C en el mes de enero de la época fría a las 14:00 h abarcaron el municipio de Naucalpan de Juárez, Tlalnepantla de Baz y Texcoco. Asimismo el costo per cápita del consumo de energía eléctrica de los municipios de Tlalnepantla de Baz

y Naucalpan de Juárez que abarcaron las isoterms fue significativamente diferente al municipio de Texcoco, pero no entre ellas (anexo 33 y 34). En ese mismo año los valores más altos del costo per cápita del consumo de energía eléctrica nuevamente se encontraron dentro de las alcaldías de la ciudad de México a excepción de Xochimilco, seguidas por los municipios Naucalpan de Juárez, Tlalnepantla de Baz, Nezahualcoyotl, Ecatepec y Texcoco con valores bajos (figura 20).



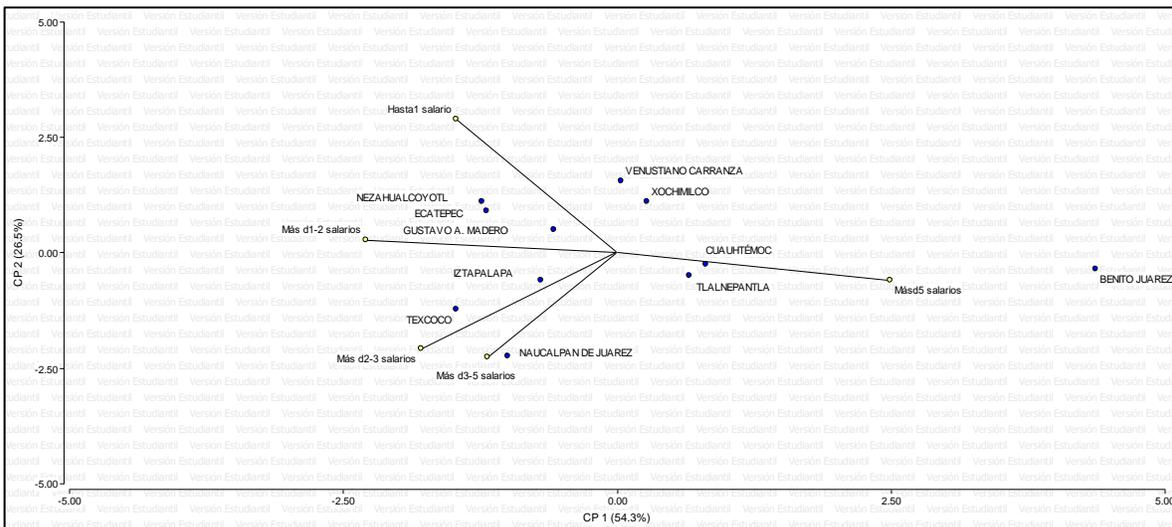
**Figura 20.** Costo per cápita de energía eléctrica (\$0.793 M.N/kWh) del mes de enero de algunas alcaldías y municipios de la ZMVM en el año 2017.

En el análisis de componentes principales se obtuvieron dos componentes, los cuales explican el 81% de la variación, donde el primer componente aportó el 54% de la variabilidad con un autovalor de 2.72, y el segundo componente con un autovalor de 1.32 que aportó el 26% de la variabilidad total (anexo 37).

En lo que respecta a las correlaciones entre el primer componente y las variables originales se observó una correlación positiva con un valor alto de 0.96 en la PEA que recibe más de cinco salarios mínimos (más de \$10,955 MN) asociada principalmente a la alcaldía Benito Juárez, Cuauhtémoc y al municipio Tlalnepantla de Baz, también el análisis reveló una correlación negativa alta con un valor de -0.88 en el caso de la PEA que recibe más de uno hasta dos salarios mínimos (anexo 38), esto significa que en el año 2017 en las alcaldías y municipios que se encuentran asociadas a los valores altos del primer componente, hubo un incremento en la variabilidad de PEA que recibe más de cinco salarios mínimos,

pero también se observa que disminuye la variabilidad en la PEA que recibe de uno hasta dos salarios mínimos (figura 21).

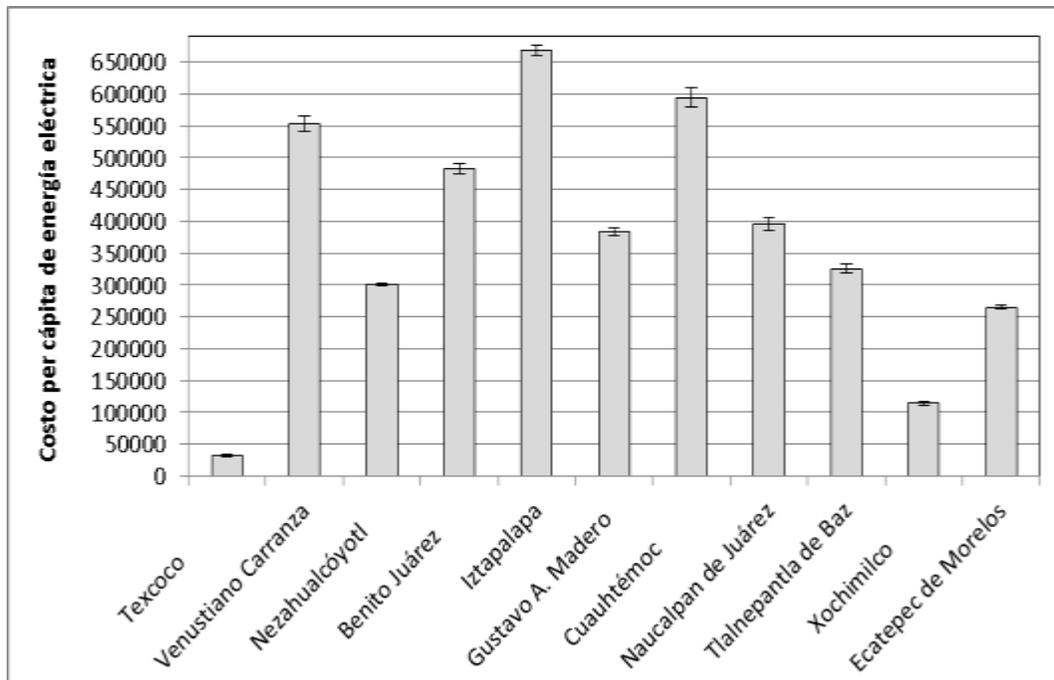
En el segundo componente el análisis revela un valor alto de 0.78 para la variable de PEA que recibe hasta 1 salario (anexo 38), que se encuentra graficada en dirección opuesta al valor que mejor representa al primer componente, esto quiere decir también que existe una alta variabilidad que no es explicada por la primer componente por esta variable, que se encuentra asociada al municipio de Nezahualcóyotl, Ecatepec y la alcaldía Gustavo A. Madero (figura 21), pero si por la segundo componente.



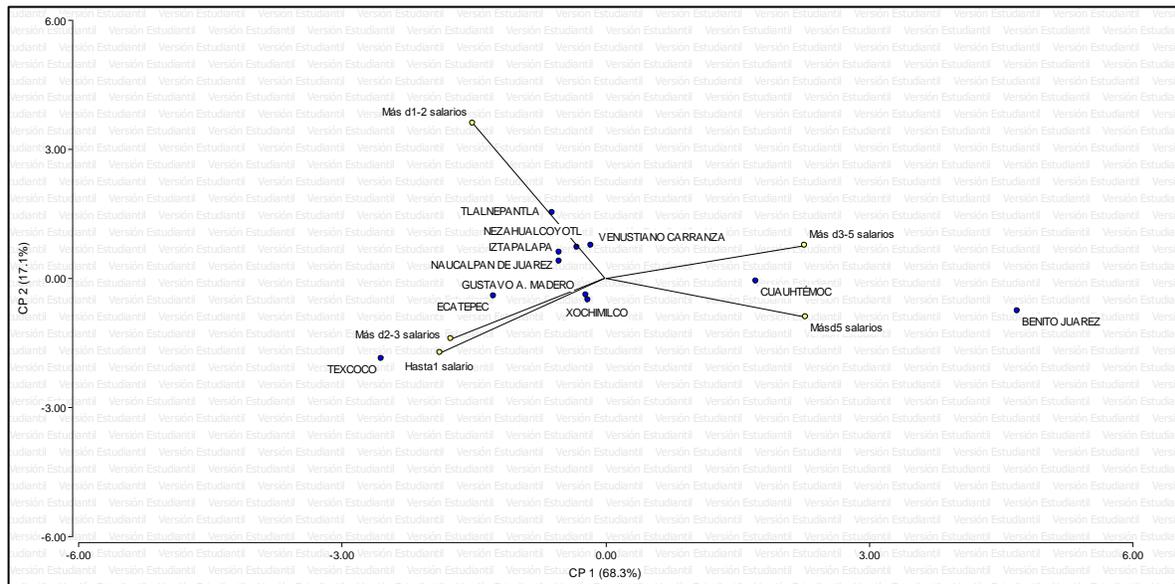
**Figura 21.** Biplot de los ingresos en salarios mínimos del mes de enero que recibe la PEA de algunas alcaldías y municipios de la ZMVM en el año 2017.

Con relación a la época fría a las 6:00 h en el año 2018 las isothermas de más alta temperatura fueron de 9° y 8.5°C, estas abarcaron principalmente las alcaldías Benito Juárez, Iztapalapa y el municipio de Ecatepec de Morelos. En el costo per cápita del consumo de energía eléctrica los valores más altos se presentaron en las alcaldías dentro de la ciudad de México, con un costo significativamente mayor en la alcaldía Iztapalapa (anexo 39), seguida de la alcaldías Cuauhtémoc y Benito Juárez (figura 22).

En el resultado del análisis de componentes principales se pueden apreciar dos componentes que explican el 85% de la varianza total. Con un autovalor en la primer componente de 3.42 que representa el 68% de la variabilidad, y un autovalor en la segunda componente de 0.86 que representa el 17% de la variabilidad total (anexo 40).



**Figura 22.** Costo per cápita de energía eléctrica (\$0.793 M.N/kWh) del mes de enero de algunas alcaldías y municipios de la ZMVM en el año 2018.



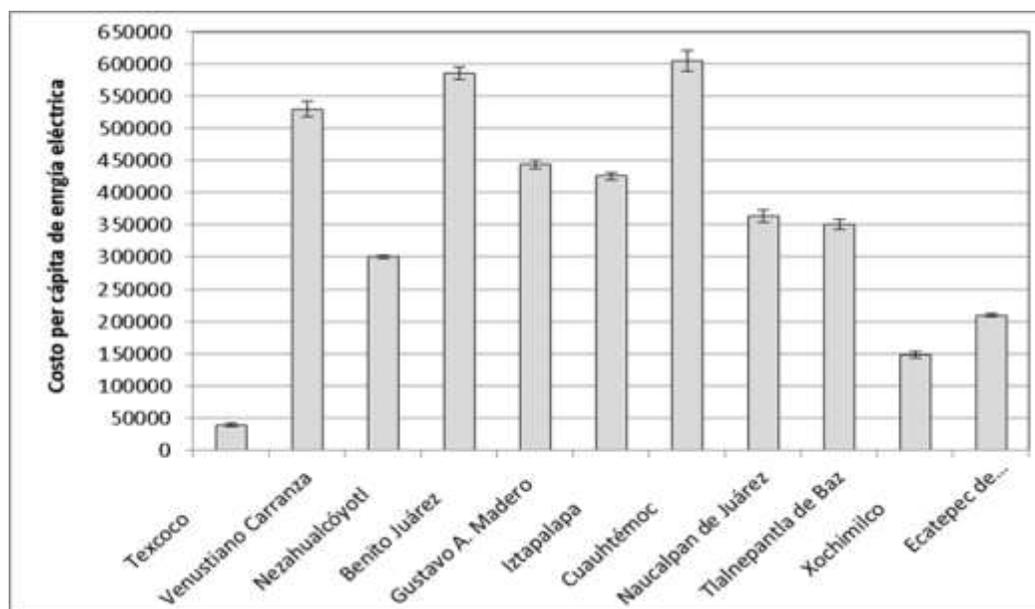
**Figura 23.** Biplot de los ingresos en salarios mínimos del mes de enero que recibe la PEA de algunas alcaldías y municipios de la ZMVM en el año 2018.

En la figura 23 puede verse que en enero del 2018 la PEA que recibe de tres hasta cinco salarios mínimos, y la PEA que recibe más de cinco salarios mínimos se encuentran asociadas principalmente con la alcaldía Cuauhtémoc y Benito Juárez, estas dos variables presentaron correlaciones positivas con los mismos

valores altos de 0.96 en la primer componente. Mientras que en la segunda componente se presenta una mayor variabilidad en la PEA que recibe de uno hasta dos salarios mínimos con una correlación positiva alta de 0.76, y se encuentra asociada al municipio de Tlalnepantla de Baz, Nezahualcóyotl, y a la alcaldía Iztapalapa y Venustiano Carranza (anexo 41).

En la época cálida cuando las isotermas de más alta temperatura fueron de 15 °C y 16 °C a las 6:00 hl en el mes de mayo del año 2016, abarcaron las alcaldías Gustavo A. Madero, Cuauhtémoc, Venustiano Carranza, Benito Juárez, Iztapalapa, y los municipios de Ecatepec de Morelos y Nezahualcóyotl. En ese mismo año durante la época cálida a las 14:00 hl cuando las isotermas de más alta temperatura fueron de 27 °C y 28.5 °C, abarcaron los municipios Naucalpan de Juárez y Ecatepec de Morelos.

En mayo el costo per cápita del consumo de energía eléctrica de las alcaldías y municipios que abarcaron las isotermas de más alta temperatura fueron significativamente diferentes (anexo 42), y similares a la época fría porque los valores altos se encontraron dentro de las alcaldías Cuauhtémoc, Benito Juárez, Venustiano Carranza, Gustavo A. Madero y la alcaldía Iztapalapa de la ciudad de México y los valores bajos se encontraron hacia las orillas de la ciudad de México, dentro de la zona metropolitana en los municipios Naucalpan de Juárez, Tlalnepantla de Baz, Nezahualcóyotl, Ecatepec de Morelos y Texcoco (figura 24).

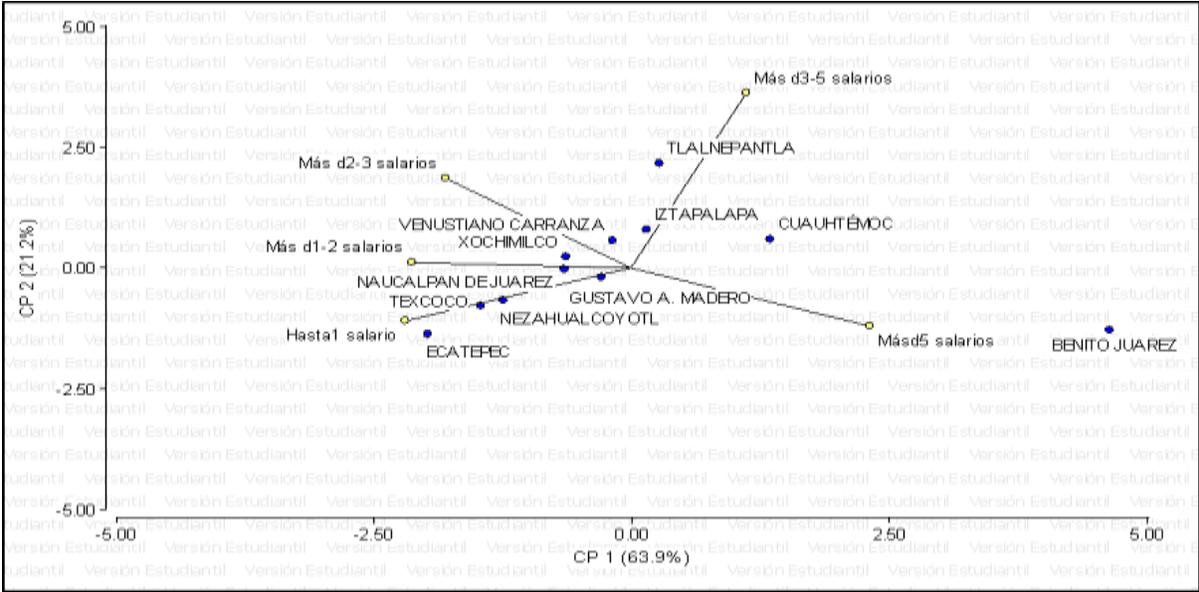


**Figura 24.** Costo per cápita de energía eléctrica (\$0.793 M.N/kWh) del mes de mayo de algunas alcaldías y municipios de la ZMVM en el año 2016.

En el análisis de componentes principales que se realizó del mes de mayo en el año 2016 se obtuvieron dos componentes que explican el 85% de la varianza, en

el primer componente resulto un autovalor de 3.2 que representa el 64% de la variabilidad y en el segundo componente un autovalor de 1.06 que representa el 21% de la variabilidad total (anexo 43).

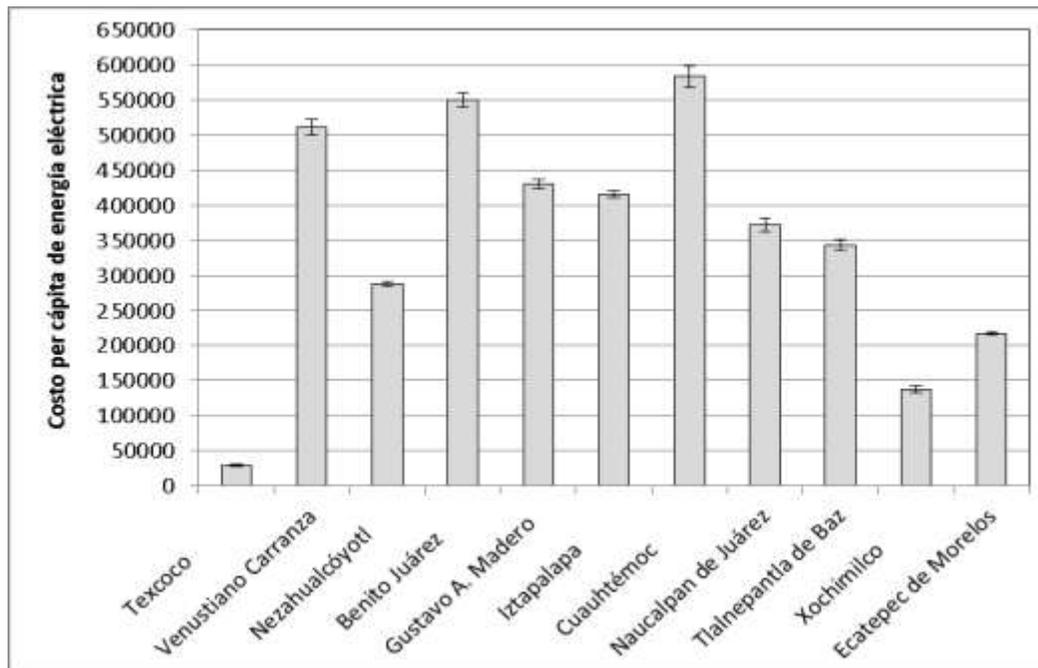
En lo que respecta a las correlaciones de las variables originales con cada componente se observó una correlación positiva en el primer componente con un valor alto de 0.94 en el caso de la PEA que recibe más de cinco salarios (más de \$10,955 MN) asociada principalmente a la alcaldía Cuauhtémoc y Benito Juárez. En el primer componente también se obtuvo en dirección opuesta una correlación negativa alta con un valor de -0.87 en el caso de la PEA que recibe más de uno hasta dos salarios mínimos (más de \$2,191 MN hasta \$4,382 MN) asociada principalmente al municipio Naucalpan de Juárez y a la alcaldía Xochimilco (anexo 44). En cuanto al segundo componente, ocurre una correlación positiva alta con el valor de 0.85 en el caso de la PEA que recibe más de tres salarios hasta cinco salarios mínimos (\$6,573 MN-\$10,955 MN) que está asociada a la alcaldía Iztapalapa y al municipio Tlalnepantla de Baz (figura 23).



**Figura 23.** Biplot de los ingresos en salarios mínimos del mes de mayo que recibe la PEA de algunas alcaldías y municipios de la ZMVM en el año 2016.

De manera similar en el año 2017 cuando las isotermas de más alta temperatura fueron de 16 °C y 17 °C en el mes de mayo a las 6:00 hl de nuevo abarcaron las alcaldías Gustavo A. Madero, Cuauhtémoc, Venustiano Carranza, Benito Juárez, Iztapalapa y los municipios Ecatepec de Morelos y Nezahualcóyotl. Después cuando las isotermas de más alta temperatura fueron de 27 °C y 28.5 °C en la época cálida a las 14:00 hl abarcaron el municipio Naucalpan de Juárez. En el costo per cápita del consumo de energía eléctrica los valores más altos

nuevamente se presentaron en las alcaldías dentro de la ciudad de México, con un costo significativamente mayor en las alcaldías Benito Juárez, Cuauhtémoc y Venustiano Carranza (anexo 45) en comparación a las alcaldías Iztapalapa y Gustavo A. Madero (anexo 46), seguidas de los municipios Naucalpan de Juárez, Tlalnepanitla de Baz, Nezahualcóyotl y Ecatepec de Morelos con valores bajos (figura 24).



**Figura 24.** Costo per cápita de energía eléctrica (\$0.793 M.N/kWh) del mes de mayo de algunas alcaldías y municipios de la ZMVM en el año 2017.

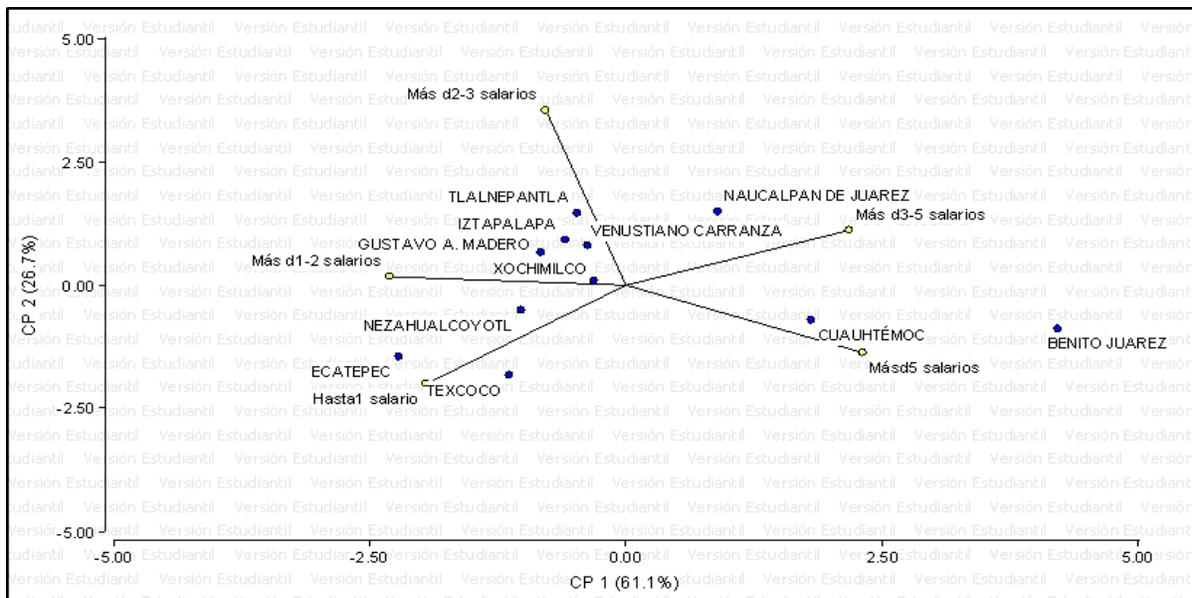
En el resultado del análisis de componentes principales se pueden apreciar dos componentes que explican el 88% de la varianza total. Con un autovalor en la primer componente de 3.05 que representa el 61% de la variabilidad, y un autovalor en la segunda componente de 1.34 que representa el 27% de la variabilidad total (anexo 47).

En lo que respecta a las correlaciones entre el primer componente y las variables originales se observó como en la época fría una correlación positiva alta con un valor de 0.91 en la PEA que recibe más de cinco salarios mínimos (más de \$10,955 MN) asociada principalmente a la alcaldía Benito Juárez y Cuauhtémoc, también se observó una correlación alta, pero negativa con un valor de - 0.90 en la PEA que recibe más de uno hasta dos salarios mínimos (más de \$2,191 MN hasta \$4,382 MN) asociada al municipio de Xochimilco y a la alcaldía Gustavo A. Madero. Otra correlación positiva alta que se observó en el primer componente fue en el caso de la PEA que recibe más de tres hasta cinco salarios mínimos (\$6,573

MN-\$10,955 MN) con un valor de 0.86 (anexo 48) asociada al municipio Naucalpan de Juárez.

Esto nuevamente significa que la primer componente en el año 2017 durante la época cálida en las alcaldías y municipios que se encuentran asociadas a los valores altos del primer componente mantuvieron una variabilidad alta en la PEA que recibe más de cinco salarios mínimos como pasó en la época fría, y ahora también en la PEA que recibe más de tres hasta cinco salarios mínimos, pero disminuye la variabilidad de PEA cuando reciben más de uno hasta dos salarios mínimos (figura 25).

Con relación al segundo componente el análisis revela una correlación positiva importante con un valor alto de 0.92 en la PEA que recibe más de dos hasta tres salarios mínimos (más de \$4,382 MN hasta \$6,573 MN) y se encuentra asociada al municipio Tlalnepantla de Baz, a la alcaldía Venustiano Carranza y la alcaldía Iztapalapa (figura 25).

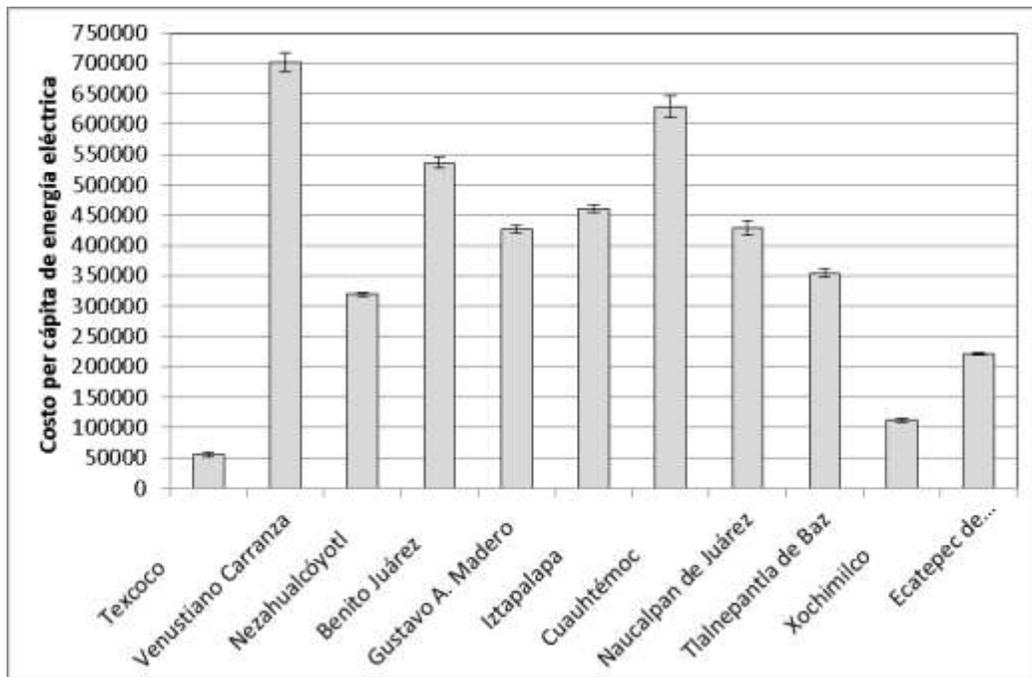


**Figura 25.** Biplot de los ingresos en salarios mínimos del mes de mayo que recibe la PEA de algunas alcaldías y municipios de la ZMVM en el año 2017.

Durante la época cálida a las 6:00 hl en el año 2018 las isotermas de más alta temperatura fueron de 15 °C y 16 °C, y abarcaron las alcaldías Gustavo A. Madero, Cuauhtémoc, Venustiano Carranza, Benito Juárez, Iztapalapa y los municipios Ecatepec de Morelos y Nezahualcóyotl. Mientras que a las 14:00 hl en esa misma época y año las isotermas de más alta temperatura fueron de 27 °C y 28.5 °C, que abarcaron los municipios de Naucalpan de Juárez, Ecatepec de

Morelos y el sur de la zona urbana del valle de México comprendiendo parte de la alcaldía de Xochimilco.

En el costo per cápita del consumo de energía eléctrica los valores más altos se presentaron en las alcaldías dentro de la ciudad de México, con un costo significativamente mayor en la alcaldía Venustiano Carranza (anexo 49), seguida de la alcaldía Benito Juárez, Cuauhtémoc e Iztapalapa respectivamente. En el caso de los valores bajos se presentaron en los municipios Naucalpan de Juárez, Nezahualcóyotl, Ecatepec de Morelos y en la alcaldía Xochimilco (figura 26).

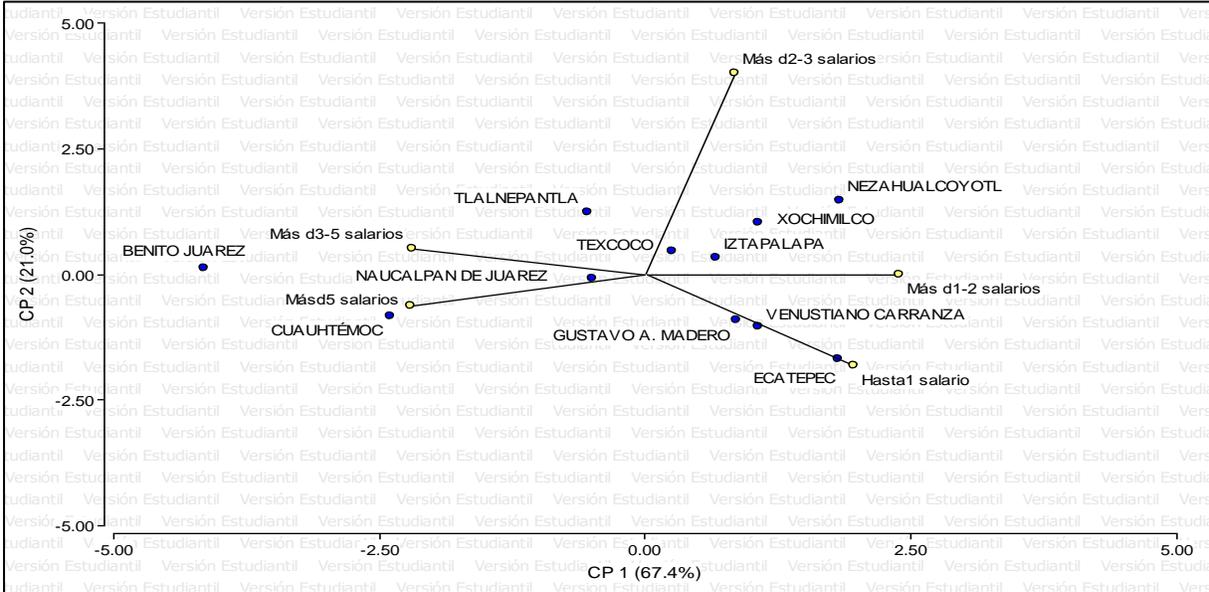


**Figura 26.** Costo per cápita de energía eléctrica (\$0.793 M.N/kWh) del mes de mayo de algunas alcaldías y municipios de la ZMVM en el año 2018.

En el análisis de componentes principales se obtuvieron dos componentes, los cuales explican el 88% de la variación, donde el primer componente aportó el 67% de la variabilidad con un autovalor de 3.37, y el segundo componente con un autovalor de 1.05 aportó el 21% de la variabilidad total (anexo 50).

Al revisar las correlaciones de las variables originales se observó una correlación positiva en el primer componente con el valor más alto de 0.98 en el caso de la PEA que recibe más de uno hasta dos salarios mínimos (más de \$2,191 MN hasta \$4,382 MN), que se encuentra asociada principalmente a la alcaldía Iztapalapa, Xochimilco, y al municipio de Nezahualcóyotl (anexo 51). Se observó también dos correlaciones negativas altas con los valores de 0.91 en la PEA que recibe más de cinco salarios mínimos (más de \$10,955 MN) asociada a la alcaldía Cuauhtémoc, Benito Juárez y al municipio de Naucalpan de Juárez; y con el valor de 0.90 en la

PEA que recibe más tres hasta cinco salarios mínimos (\$6,573 MN-\$10,955 MN) asociada al municipio de Tlalnepantla de Baz (figura 27).



**Figura 27.** Biplot de los ingresos en salarios mínimos del mes de mayo que recibe la PEA de algunas alcaldías y municipios de la ZMVM en el año 2018.

En este caso las alcaldías y municipios que están asociados a los valores altos del primer componente, tienen una alta variabilidad de PEA que recibe de uno hasta dos salarios mínimos, pero disminuye en la PEA que recibe más de cinco salarios mínimos y en la PEA que recibe más tres hasta cinco salarios mínimos.

En el segundo componente el análisis revela un valor alto de 0.92 para la variable de PEA que recibe más de dos hasta tres salarios mínimos (anexo 51), que no es explicada por el primer componente y que se encuentra asociada al municipio de Texcoco (figura 21).

7. Discusión

El fenómeno de la isla de calor urbana (ICU) aparece en las ciudades por el cambio drástico en el uso del suelo que genera un aumento en la temperatura del aire de las áreas urbanas en comparación con las áreas rurales (Barradas, 1987). En este estudio se encontró ubicada en la zona metropolitana del valle de México, durante la época fría (enero-febrero) en el año 2018 a las 6:00 h cuando las isothermas de más alta temperatura fueron de 9 °C y 8.5 °C, principalmente abarcó la alcaldía Iztapalapa y el municipio Ecatepec de Morelos con una intensidad térmica promedio de 6 °C en ambos. En el año 2017 durante la época fría también, pero a las 14:00h cuando las isothermas de más alta temperatura fueron

de 21 °C y 22 °C, el centro cálido de la ICU se desplazó hacia la zona urbana del municipio de Naucalpan de Juárez con una intensidad térmica promedio de 2.3 °C.

Se sabe que la isla de calor se encontró ubicada en la zona metropolitana del valle de México, y durante la época cálida (abril-mayo) a las 6:00h, las intensidades térmicas promedio más altas fueron de 3.4°C en la alcaldía Cuauhtémoc, y de 4 °C en Iztapalapa en el año 2017, las isotermas de más alta temperatura fueron de 16.5 °C y 17 °C, y abarcaron las alcaldías Gustavo A. Madero, Cuauhtémoc, Venustiano Carranza, Benito Juárez, Iztapalapa y los municipios Ecatepec de Morelos y Nezahualcóyotl. La conformación del fenómeno de la ICU a las 14:00 h en la época cálida persiste y se recorre hacia el municipio de Naucalpan de Juárez con una intensidad térmica promedio de 1.9 °C en 2017 y las isotermas de más alta temperatura de 27 °C y 28.5 °C.

Este fenómeno incide directamente en el confort térmico, y afecta la salud y la productividad humana, ya que el tiempo que se permanezca en ambientes desfavorables puede provocar que el cuerpo acumule grandes cantidades de calor y se puedan ocasionar daños o afectaciones a la salud, desde cambios en el humor hasta hipertermia o choque de calor (López, 2018).

Los resultados de las encuestas que se aplicaron en la alcaldía Cuauhtémoc y en la alcaldía Iztapalapa a los habitantes afectados por el efecto de la ICU indicaron que las personas hacen uso de diferentes aparatos electrodomésticos como el ventilador y el refrigerador en sus hogares para que el microambiente generado les permita experimentar bienestar o comodidad térmica, con una demanda extra de energía y sus costos asociados.

Es por eso que el uso y suministro de energía son esenciales para las actividades productivas de la sociedad, y exige el acceso y consumo de energía de todos los mexicanos que la requieran para obtener un adecuado confort térmico. Por lo que su escasez derivaría en un obstáculo para el desarrollo de cualquier economía. En ese sentido durante la época fría del año 2018, el costo per cápita más alto del consumo doméstico de energía eléctrica se presentó dentro de la ciudad de México, en las alcaldías Iztapalapa con 668490.47\$ por un consumo de 379345159.10kWh, Cuauhtémoc con un valor de 594692.03\$ por un consumo de 112489035.5 kWh y en Venustiano Carranza con 553241.94\$ por un consumo de 101160253.35 kWh en el mes de enero.

En la época fría también en el año 2017 unas de las alcaldías con el costo per cápita más alto del consumo doméstico de energía eléctrica dentro de la ciudad de México, nuevamente fue la alcaldía Cuauhtémoc y la alcaldía Iztapalapa, solo que en esta ocasión fue significativamente mayor la alcaldía Cuauhtémoc con

597616.97\$ por un consumo de 113042301.9kWh en comparación al consumo que presentó la alcaldía Iztapalapa de 429925.37\$ por un consumo de 243967738.06kWh en el mes de enero.

En el año 2017 durante la época cálida, de manera similar a la época fría el costo per cápita del consumo doméstico de energía eléctrica dentro de la ciudad de México fue significativamente mayor en la alcaldía Cuauhtémoc con 583232.71 \$ por un consumo de 110321445.7kWh, en comparación a la alcaldía Iztapalapa con 416128.44\$ por un consumo de 236138461.8kWh en el mes de mayo.

Uno de los aspectos socioeconómicos para saber cuáles son las condiciones económicas de los habitantes en esas alcaldías, que influye en sus hábitos de consumo dentro de las viviendas para obtener un mejor confort térmico en relación con el efecto de la ICU, es el ingreso por salarios mínimos de la población vinculada a la actividad económica, es decir, de la población económicamente activa (PEA). Aunque en ambas alcaldías (Cuauhtémoc e Iztapalapa) se presentó un valor alto de personas que participan en el mercado laboral, el análisis de componentes principales permitió conocer cómo eran las correlaciones entre las variables y cuáles son las condiciones económicas de los habitantes en esas alcaldías.

En el año 2018 durante la época fría los datos sobre la PEA en las alcaldías que presentaron el costo per cápita más alto del consumo doméstico de energía eléctrica fue diferente por un ingreso significativamente menor en la alcaldía Iztapalapa con uno hasta dos salarios mínimos, que equivalen a más de \$2,191 MN hasta \$4,382 MN, en comparación a la PEA de la alcaldía Cuauhtémoc que recibe de tres hasta cinco salarios mínimos, que equivalen de \$6,573 MN hasta \$10,955 MN.

En el año 2017 durante la época cálida los valores sobre el ingreso por salarios mínimos aumenta, y la PEA en la alcaldía Cuauhtémoc se encontró asociada a los que reciben más de cinco salarios mínimos, que equivalen a más de \$10,955 MN. En ese mismo año el ingreso aumenta también en la alcaldía Iztapalapa, pero aun es significativamente menor en comparación a la PEA de la alcaldía Cuauhtémoc porque las personas que participan en el mercado laboral reciben más de dos hasta tres salarios mínimos, que equivalen a más de \$4,382 MN hasta \$6,573 MN.

Un indicador socioeconómico que permite medir el grado en que determinados grupos de la población tienen carencias o limitaciones para cubrir sus necesidades básicas de bienes y servicios, como consecuencia de no tener acceso a la educación, a los servicios médicos, a bienes de tipo electrodoméstico y a una vivienda en condiciones dignas, es el índice de marginación realizado por el Marco

Geoestadístico Nacional (MGN) del Instituto Nacional de Estadística y Geografía, y construido a partir de las fuentes de información del XII Censo General de Población y Vivienda 2000 y el Censo de Población y Vivienda 2010.

En la alcaldía Cuauhtémoc se estima que aproximadamente 107,000 personas se encuentran en condición de pobreza, es decir casi el 20% de su población total (Monreal, 2016), en cambio la mitad de la población en Iztapalapa recibe menos de dos salarios mínimos y es la demarcación de la ciudad de México con mayor pobreza en zonas urbanas (DOF, 2013). De sus 450 áreas geoestadísticas básicas (AGEB), 447 presentan algún grado de marginación y 279, es decir el 62% fueron clasificadas por el Consejo Nacional de Población como de Muy Alta, Alta y Media Marginalidad; ya que el 68.9% de la población de Iztapalapa, es decir 1,251,280 personas viven con insuficiencia del ingreso disponible para adquirir la canasta alimentaria, y realizar los gastos necesarios en salud, vestido, vivienda, transporte y educación (CONAPO, 2012).

La sostenibilidad como ciencia trata de conocer las necesidades humanas fundamentales mientras se busca preservar los sistemas de soporte vital de la Tierra desde varias perspectivas científicas (Kates, 2011). Este enfoque se relaciona directamente con los objetivos del desarrollo de milenio, uno de ellos tiene como propósito lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles (ONU, 2015). Específicamente busca reducir el impacto ambiental de las ciudades prestando atención a la calidad del aire y la gestión de los desechos, como una manera de hacer frente a las demandas del cambio climático.

En el 2009, el Programa Nacional de Aprovechamiento Sustentable de la Energía (PRONASE), fijó la meta de incluir las Normas de Rendimiento Mínimo Energético (MEPS) de ese entonces, dentro de los reglamentos de construcción para el 2012. Actualmente el PRONASE está promoviendo la instalación estándar del aislamiento térmico en viviendas que se encuentren en zonas climáticas que lo requieran (CONAVI y SEMARNAT, 2012). La Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE) también apoya la implementación de MEPS y la instalación del aislamiento térmico.

Existe también el modelo normativo voluntario “Código de Edificación de la Vivienda” (CEV) de CONAVI, que incluye regulación y estándares de eficiencia energética, así como directrices de sustentabilidad existentes para la vivienda, también opera con códigos y reglamentos de construcción a nivel municipal y estatal, y no solo de dependencia federal para que aumente la implementación de este tipo de proyectos y más personas sean beneficiadas.

## 8. Conclusiones

El efecto del fenómeno de la isla de calor abarca casi toda el área urbana del valle de México. Durante la época fría las isothermas de más alta temperatura del año 2018 en la noche, indicaron que una de las alcaldías más afectadas es Iztapalapa, en el año 2017 en el día indicaron que abarca la zona urbana del municipio de Naucalpan de Juárez con una intensidad térmica promedio entre la zona urbana y la zona rural de 6 °C en la noche a 2.3 °C en el día.

Durante la época cálida las isothermas de más alta temperatura del año 2017 en la noche, indicaron que una de las alcaldías más afectadas nuevamente era Iztapalapa y ahora también la alcaldía Cuauhtémoc con una intensidad térmica promedio en la noche de 3.4°C y 4 °C respectivamente. En ese mismo año durante el día las isothermas de más alta temperatura indicaron que se encuentra nuevamente en la zona urbana del municipio de Naucalpan de Juárez con una intensidad térmica promedio de 1.9 °C.

Los resultados de las encuestas en las alcaldías de Cuauhtémoc e Iztapalapa mostraron que si están familiarizadas, y asocian el concepto del fenómeno de la isla de calor urbana con el concepto de confort térmico, como la temperatura del aire que les permite experimentar bienestar o comodidad en el cuerpo, ya que el efecto de la ICU afecta el confort térmico de las personas, es por eso que una de las maneras que hacen para obtenerlo es por medio del uso del ventilador principalmente, seguido del refrigerador y otros electrodomésticos, con un consumo doméstico diferente de energía eléctrica en la época fría y cálida del año 2016-2018.

Se encontró también durante la época fría que en el año 2018 el costo per cápita del consumo doméstico de energía eléctrica fue significativamente mayor en la alcaldía Iztapalapa con 668490.47\$, una población económicamente activa de 792,297 personas y un ingreso por salarios mínimos de más de \$2,191 MN hasta \$4,382 MN, en comparación con la alcaldía Cuauhtémoc con 597616.97\$, una población económicamente activa de 270867 personas y un ingreso por salarios mínimos de \$6,573 MN hasta \$10,955 MN.

En cambio, durante la época cálida en el año 2017 se encontró que el costo per cápita del consumo doméstico de energía eléctrica fue significativamente mayor en la alcaldía Cuauhtémoc con 583232.71\$, y una población económicamente activa que recibe un ingreso por salarios mínimos de más de \$10,955 MN, en comparación con la alcaldía Iztapalapa con costo per cápita del consumo doméstico de energía eléctrica de 416128.44\$, y una población económicamente que recibe un ingreso por salarios mínimos de \$4,382 MN hasta \$6,573 MN.

Esto último puede indicar cuánto cuesta manejar a un hogar el efecto de la ICU, porque a pesar de que muchos son los afectados por el efecto del fenómeno de la ICU por las altas temperaturas, no todos tienen la posibilidad ni los recursos de obtener el confort térmico necesario para realizar sus actividades, por eso es necesario aumentos salariales por el número de días laborales y ahorros de los costos en el acceso a una edificación acorde con sus necesidades de confort térmico, también realizar más estudios en las colonias de bajos recursos que estén ubicados en zonas donde el efecto del fenómeno de la isla de calor urbana tiene mayor intensidad, con el objetivo de proporcionar alternativas para un consumo sustentable de energía y ahorro en los costos asociados, como una estrategia para la mitigación del efecto de este fenómeno.

## 9. Referencias

- ABRAMO, P. (2012). La ciudad confusa: mercado y producción de la estructura urbana en las grandes metrópolis latinoamericanas. *Revista latinoamericana de estudios urbanos y regionales*, 38(114) pp. 35-69
- AGARWAL, M. y Tandon, A. (2009). Modeling of the urban heat island in the form of mesoscale wind and of its effect on air pollution dispersal. *Applied Mathematical Modelling*, 34(2010), 2520–2530.
- ASOCIACIÓN DE EMPRESAS PARA EL AHORRO DE LA ENERGÍA EN LA EDIFICACIÓN, A.C. (2016). Estrategia de transición para promover el uso de tecnologías más limpias en el tema de ahorro de energía y eficiencia energética en las edificaciones de México. Documento base, abril 2018. Recuperado de [http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/91593/AE\\_EDIF.pdf](http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/91593/AE_EDIF.pdf)
- BALLINAS, M. y Barradas, VL. (2016). The urban tree as a tool to mitigate the urban heat island in Mexico City: A simple phenomenological model. *Journal of Environmental Quality*, 45(2016), 157–166.
- BARRADAS, VL. (1987). Evidencia del efecto de “Isla Térmica” en Jalapa, Veracruz, México. *Revista Geofísica*, 26(1987), 125-135.
- BARRADAS, VL. (1991). Air temperature and humidity and human comfort index of some city parks of Mexico City. *International Journal of Biometeorol*, 35(1991), 24-28.
- BARRADAS, VL., Ballinas, M., Bonifacio, M. y Morales J.M. (2018). Análisis espacio temporal de la isla de calor urbana otro tipo de contaminación atmosférica en la ZMVM. Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México. Cd. De México.

- BORNSTEIN, R. (1968). Observations of the urban heat island effect in New York City. *New York University*, 7, 575-582.
- CERVANTES, J. y Barradas, VL. (2010). Ajuste de escalas de sensación térmica para Xalapa, Veracruz, México. *Investigación y Ciencia*, 18(48), 30-37.
- COMISIÓN FEDERAL DE ELECTRICIDAD. (2019). Tarifa 1, noviembre 19, de <https://app.cfe.mx/> Recuperado de <https://app.cfe.mx/Aplicaciones/CCFE/Tarifas/TarifasCRECasa/Tarifas/Tarifa1.aspx>
- COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA (2020). Datos abiertos, temperatura máxima [base de datos]. México, 2016, 2017 y 2018. Recuperado de <https://datos.gob.mx/busca/dataset/temperatura-maxima-excel>
- COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA (2020). Datos abiertos, temperatura mínima [base de datos]. México, 2016, 2017 y 2018. Recuperado de <https://datos.gob.mx/busca/dataset/temperatura-minima-excel>
- COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA (2020). Datos abiertos, precipitación [base de datos]. México, 2016, 2017 y 2018. Recuperado de <https://datos.gob.mx/busca/dataset/precipitacion>
- COMISIÓN NACIONAL DE VIVIENDA EN MÉXICO (CONAVI) Y SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES (SEMARNAT). (2012). NAMA Apoyada para la Vivienda Sustentable en México – Acciones de Mitigación y Paquetes Financieros. Recuperado de [http://climate.blue/download/biblioteca\\_pronama/nama\\_vivienda\\_nueva/nama\\_vivienda\\_nueva\\_financiamiento/GIZ%202012%20NAMA%20para%20la%20Vivienda%20Sustentable,%20acciones%20de%20mitigación.pdf](http://climate.blue/download/biblioteca_pronama/nama_vivienda_nueva/nama_vivienda_nueva_financiamiento/GIZ%202012%20NAMA%20para%20la%20Vivienda%20Sustentable,%20acciones%20de%20mitigación.pdf)
- CONSEJO NACIONAL DE POBLACIÓN. (2012). Índice de marginación urbana 2010, Colección Índices Sociodemográficos [base de datos]. México, marzo 19. Recuperado de [http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Datos\\_Abiertos\\_del\\_Indice\\_de\\_Marginacion](http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Datos_Abiertos_del_Indice_de_Marginacion)
- COMISIÓN NACIONAL DE VIVIENDA EN MÉXICO (CONAVI) Y SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES (SEMARNAT). (2012). NAMA Apoyada para la Vivienda Sustentable en México – Acciones de Mitigación y Paquetes Financieros, mayo 2018. Recuperado de [http://climate.blue/download/biblioteca\\_pronama/nama\\_vivienda\\_nueva/nama\\_vivienda\\_nueva\\_financiamiento/GIZ%202012%20NAMA%20para%20la%20Vivienda%20Sustentable,%20acciones%20de%20mitigación.pdf](http://climate.blue/download/biblioteca_pronama/nama_vivienda_nueva/nama_vivienda_nueva_financiamiento/GIZ%202012%20NAMA%20para%20la%20Vivienda%20Sustentable,%20acciones%20de%20mitigación.pdf)

vivienda\_nueva\_financiamiento/GIZ%202012%20NAMA%20para%20la%20Vivienda%20Sustentable,%20acciones%20de%20mitigación.pdf

DEILAMI, K. y Kamruzzaman, Md. (2017). Modelling the urban heat island effect of smart growth policyscenarios in Brisbane. *Land Use Policy*, 64(2017), 38–55.

DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN. (2013). Programa delegacional de desarrollo de Iztapalapa 2012-2015. México, noviembre 2019. Recuperado de <http://www.ordenjuridico.gob.mx/Documentos/Estatal/Distrito%20Federal/wo86647.pdf>

DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN. (2014). Programa Nacional para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía 2014-2018. México, octubre 2018. Recuperado de [www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5342503&fecha=28/04/2014](http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5342503&fecha=28/04/2014)

DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN. (2017). Programa Nacional para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía 2014-2018, avances y resultados. México, octubre 2018. Recuperado de [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/309274/18pe\\_aprovechamiento\\_energiasustentableAyR2017.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/309274/18pe_aprovechamiento_energiasustentableAyR2017.pdf)

DI RIENZO J. A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C.W. (InfoStat versión 2018). InfoStat Software Estadístico, manual del usuario 2008. FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. Recuperado de <http://www.infostat.com.ar>

ENERGÍA, TECNOLOGÍA Y EDUCACIÓN S.C. (2013). Co-beneficios de un programa de vivienda energéticamente eficiente en México, marzo 2018. Recuperado de <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/83315/Co-beneficios.pdf>

FONDO PARA LA COMUNICACIÓN Y LA EDUCACIÓN AMBIENTAL A.C. (2010). Contaminación térmica. 2019, noviembre 29, de <https://agua.org.mx/> Recuperado de [https://agua.org.mx/contaminacion-termica/GIRIDHARAN, R., Lau, S,S,Y, y Ganesan, S. \(2005\). Nocturnal heat island effect in urban residential developments of Hong Kong. \*Energy and Buildings\*, 37\(2005\), 964–971.](https://agua.org.mx/contaminacion-termica/GIRIDHARAN, R., Lau, S,S,Y, y Ganesan, S. (2005). Nocturnal heat island effect in urban residential developments of Hong Kong. Energy and Buildings, 37(2005), 964–971.)

GOBIERNO DEL ESTADO DE MÉXICO-GOBIERNO DEL DISTRITO FEDERAL-SEMARNAT-INE. (2002). Programa para mejorar la calidad del aire de la zona Metropolitana del Valle de México 2002-2010.

- IMHOFF, M., Zhang, P., Wolfe, R. y Bounoua, L. (2009). Remote sensing of the urban heat island effect across biomes in the continental USA. *Remote Sensing of Environment*, 114(2010), 504–513.
- INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO. (2012), febrero 2019. Recuperado de [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/110171/CGCCDBC\\_2012\\_eficiencia\\_energetica\\_en\\_los\\_sectores\\_de\\_consumo.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/110171/CGCCDBC_2012_eficiencia_energetica_en_los_sectores_de_consumo.pdf)
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA (2007). Cómo se hace la ENOE, Metodos y procedimientos, mayo 2020. Recuperado de [https://www.snieg.mx/contenidos/acervo\\_iin/ResultAcervoIIN.aspx?cve\\_subtema=01060100&fuente=1&origen=2](https://www.snieg.mx/contenidos/acervo_iin/ResultAcervoIIN.aspx?cve_subtema=01060100&fuente=1&origen=2)
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA. (2010). Censo de Población y Vivienda 2010. Sistema para la consulta de información censal (SCINCE Versión 05/2012) Consulta, marzo 2019. Recuperado de <http://www.inegi.org.mx/est/scince/scince2010.aspx>
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA. (2010). Manual de cartografía estadística (Levantamiento del censo de población y vivienda 2010). Recuperado de [https://www.inegi.org.mx/contenidos/temas/mapas/mg/metadatos/manual\\_cartografia\\_censal.pdf](https://www.inegi.org.mx/contenidos/temas/mapas/mg/metadatos/manual_cartografia_censal.pdf)
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA (2013). Diseño muestral MCS 2012. Formación de unidades primarias de muestreo para el levantamiento del MCS-2012. Diseño de la muestra en base al Marco Nacional de Viviendas 2002 del INEGI, mayo 2012. Recuperado de <https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=702825050610>
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA (2016). Conociendo la base de datos de la ENOE, datos ajustados o proyecciones de población 2010, mayo 2020. Recuperado de [https://www.snieg.mx/contenidos/acervo\\_iin/ResultAcervoIIN.aspx?cve\\_subtema=01060100&fuente=1&origen=2](https://www.snieg.mx/contenidos/acervo_iin/ResultAcervoIIN.aspx?cve_subtema=01060100&fuente=1&origen=2)
- KATES, R. W. et al. (2011). Sustainability Science. From the Unity of Nature to Sustainability Science: Ideas and Practice. Center for International Development at Harvard University, 218, 3-19.

- KOLOKOTRONI, M., Giannitsaris, I. y Watkins R. (2005). The effect of the London urban heat island on building summer cooling demand and night ventilation strategies. *Solar Energy*, 80(2006), 383–392.
- LOPÉZ, C. (2018). Análisis del estrés térmico en el barrio de Benicalap (Valencia) y definición de un sistema de monitorización de los principales parámetros (Tesis de pregrado). Universidad Politécnica de Valencia, España.
- MARTÍNEZ, M. y Longinos, G. (2009). Enciclopedia de los municipios y delegaciones de México, Iztapalapa, noviembre 19, de [http://www.inafed.gob.mx/](http://www.inafed.gob.mx/Recuperado) de <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM09DF/delegaciones/09007a.html>
- MOHAJERANI, A., Bakaric, J. y Jeffrey-Bailey, T. (2017). The urban heat island effect, its causes, and mitigation, with reference to the thermal properties of asphalt concrete. *Journal of Environmental Management*, 197, 522-538.
- MONREAL A. (2016). Programa delegacional de desarrollo en Cuauhtémoc 2016-2018. Jefatura Cuauhtémoc, México.
- NACIONES UNIDAS (2015). Declaración universal de derechos humanos. Recuperado de [https://www.un.org/es/documents/udhr/UDHR\\_booklet\\_SP\\_web.pdf](https://www.un.org/es/documents/udhr/UDHR_booklet_SP_web.pdf)
- OLIVARES, B. (2014). Aplicación del análisis de componentes principales (ACP) en el diagnóstico socioambiental. Caso: sector Campo Alegre, municipio Simón Rodríguez de Anzoátegui. *Multiciencias*, 14(4), 364-374.
- ORGANIZACIÓN PARA LA COOPERACIÓN Y EL DESARROLLO ECONÓMICOS. (2015). Estudios Territoriales de la OCDE: Valle de México, México, síntesis del estudio OECD Publishing, Paris
- ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS. (2015). Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. Recuperado de <http://www.un.org/es/comun/docs/?symbol=A/69/L.85>
- ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS. (2016). Informe de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, 56. <https://doi.org/978-92-1-058261-2>
- SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE (SEDEMA). (2018). Bases de datos - Red de Meteorología y Radiación Solar (REDMET). Recuperado de <http://www.aire.cdmx.gob.mx/default.php?opc='aKBi'>

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES- INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA Y CAMBIO CLÍMATICO. (2017). Programa de gestión federal para mejorar la calidad del aire de la megalópolis, proaire de la megalópolis 2017-2030.

SECRETARÍA DE ENERGÍA. (2016). Balance nacional de energía 2016. Agosto 18, <https://www.gob.mx/> Recuperado de [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/288692/Balance\\_Nacional\\_de\\_Energ\\_a\\_2016\\_\\_2\\_.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/288692/Balance_Nacional_de_Energ_a_2016__2_.pdf)

SECRETARÍA DE ENERGÍA- COMISIÓN NACIONAL PARA EL USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA. (2019). Encuesta sobre consumo de energéticos en viviendas particulares 2018

SECRETARÍA DEL MEDIO AMBIENTE (2006). Informe climatológico ambiental del valle de México 2006. Recuperado de <http://www.aire.cdmx.gob.mx/default.php?opc=Z6BhnmI=&dc=Yw==>

SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL y COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA (2020). Resúmenes mensuales de temperaturas y lluvias [base de datos]. México, enero 2020. Recuperado de <https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/temperaturas-y-lluvias/resumenes-mensuales-de-temperaturas-y-lluvias>

VIVIR MÉXICO. (2019). ¿Cómo cobra CFE la electricidad que consumo? Noviembre 19, de <https://vivirmexico.com/> Recuperado de <https://vivirmexico.com/2010/07/como-cobra-cfe-la-electricidad-que-consumo-aqui-la-explicacion-detallada>

XU, S. (2008). An approach to analyzing the intensity of the daytimesurface urban heat island effect at a local scale. *Environ Monit Assess*, 151(2009), 289–300.

## 10. Anexos

Anexo 1. Temperatura del aire (T °C) en la época fría (en enero y febrero) a las 06:00hl y a las 14:00hl del 2016

Época fría	T °C a las 6hl		T °C a las 14hl	
	Enero	Febrero	Enero	Febrero
BJU	9.6	10.4	18.4	20.6
CHO	7.6	6.6	17.8	20.4
<b>FAC</b>	6.8	6.6	20.3	23.3
GAM	10.3	10.2	18.8	20.9
LAA	10.8	10.9	19.7	21.5
<b>MER</b>	9.7	10.2	18.3	20.6
<b>NEZ</b>	10.7	10.8	18.9	21.0
SAG	10.2	10.1	19.0	21.7
TAH	9.1	9.1	18.7	21.4
TLA	8.9	9.0	18.2	20.1
UAX	9.4	9.9	19.3	21.4
<b>UIZ</b>	9.6	10.0	18.5	20.5
VIF	7.6	7.9	18.5	20.8
XAL	10.0	9.9	18.3	20.2

Anexo 2. Temperatura del aire (T °C) en la época fría (en enero y febrero) a las 06:00hl y a las 14:00 hl del 2017

Época fría	T °C a las 6h		T °C a las 14h	
	Enero	Febrero	Enero	Febrero
BJU	9.8	11.5	20.2	21.5
CHO	5.5	7.7	20.1	21.6
FAC	5.6	7.1	23.7	25.0
GAM	10.0	11.5	20.6	21.9
MER	10.0	11.7	20.1	21.6
NEZ	9.9	11.8	20.0	21.4
SAG	9.9	11.9	21.0	22.5
TAH	7.9	9.9	20.8	22.2
TLA	8.6	10.3	20.4	21.4
UAX	7.3	9.2	19.6	20.8
UIZ	10.4	11.9	20.8	22.1
VIF	8.1	9.9	20.4	22.1
XAL	9.6	11.4	20.0	21.1

Estaciones del monitoreo atmosférico de la Red de Meteorología y Radiació

Anexo 3. Temperatura del aire (T °C) en la época fría (en enero y febrero) a las 06:00h y a las 14:00h del 2018

Época fría	T °C a las 6h		T °C a las 14h	
	Enero	Febrero	Enero	Febrero
BJU	8.6	12.2	17.6	21.4
CHO	4.7	9.0	18.2	22.0
FAC	4.5	8.5	20.3	24.2
GAM	8.4	12.3	18.7	22.3
LAA	6.9	10.7	16.6	20.1
MER	8.2	12.1	17.7	21.3
NEZ	6.9	10.9	16.4	20.0
SAG	9.5	11.5	19.7	23.9
TAH	7.1	10.9	18.3	22.1
TLA	7.2	10.9	17.8	21.3
UAX	8.1	12.0	18.9	22.7
UIZ	8.5	12.2	18.0	21.6
VIF	6.4	10.7	18.1	21.6
XAL	8.0	11.8	17.6	21.1

Anexo 4. Temperatura del aire (T °C) en la época cálida (en abril y mayo) a las 06:00h y a las 14:00h del 2016

Época cálida	T °C a las 6h		T °C a las 14h	
	Abril	Mayo	Abril	Mayo
BJU	14.74	15.95	25.42	25.92
CHO	11.50	13.42	24.75	25.88
FAC	11.23	12.57	28.42	28.86
GAM	15.17	16.33	25.88	26.47
LAA	15.14	16.61	25.77	26.77
MER	15.17	15.16	25.48	25.29
NEZ	15.18	15.80	25.07	25.43
SAG	15.50	16.15	26.56	27.23
TAH	13.40	14.76	25.59	26.81
TLA	14.34	14.99	25.61	25.48
UAX	14.10	15.82	25.99	26.91
<b>UIZ</b>	15.06	16.16	25.93	26.30
VIF	13.41	14.96	26.31	26.70
XAL	14.99	15.81	24.79	25.25

Estaciones del monitoreo atmosférico de la Red de Meteorología y Radiación Solar (REDMET)

Anexo 5. Temperatura del aire (T °C) en la época cálida (en abril y mayo) a las 06:00hl y a las 14:00hl del 2017

Época cálida	T °C a las 6h		T °C a las 14h	
	Abril	Mayo	Abril	Mayo
BJU	14.0	16.3	24.8	25.8
CHO	11.3	14.1	24.7	25.7
FAC	10.4	13.2	27.9	29.0
GAM	14.3	16.6	25.2	26.4
LAA	12.6	15.2	23.4	24.5
MER	14.4	16.7	25.0	26.0
NEZ	14.6	16.6	25.9	26.1
SAG	14.6	16.9	26.2	27.0
TAH	12.7	15.2	21.3	27.0
TLA	13.0	15.5	24.5	25.7
UAX	12.1	14.6	23.4	24.8
UIZ	15.2	17.0	25.9	26.4
VIF	12.5	15.5	25.9	26.6
XAL	14.0	16.4	24.1	25.2

Anexo 6. Temperatura del aire (T °C) en la época cálida (en abril y mayo) a las 06:00hl y a las 14:00hl del 2018

Época cálida	T °C a las 6h		T °C a las 14h	
	Abril	Mayo	Abril	Mayo
BJU	14.0	16.3	24.8	25.8
CHO	11.3	14.1	24.7	25.7
FAC	10.4	13.2	27.9	29.0
GAM	14.3	16.6	25.2	26.4
LAA	12.6	15.2	23.4	24.5
MER	14.4	16.7	25.0	26.0
NEZ	14.6	16.6	25.9	26.1
SAG	14.6	16.9	26.2	27.0
TAH	12.7	15.2	21.3	27.0
TLA	13.0	15.5	24.5	25.7
UAX	12.1	14.6	23.4	24.8
UIZ	15.2	17.0	25.9	26.4
VIF	12.5	15.5	25.9	26.6
XAL	14.0	16.4	24.1	25.2

Estaciones del monitoreo atmosférico de la Red de Meteorología y Radiació

Anexo 7. Intensidad promedio de la isla de calor urbana ( $T_{U-R}$ ) en la época fría (en enero y Febrero) a las 06:00hl y a las 14:00hl del 2016

Época fría Estación	$T_{U-R}$ (°C) 06:00 hl		$T_{U-R}$ (°C) 14:00 hl	
	Enero	Febrero	Enero	Febrero
BJU-MON	2.6	1.1	-0.5	-1.5
CHO-MON	0.7	-2.7	-1.1	-1.7
FAC-MON	-0.2	<b>-2.7</b>	1.4	1.2
GAM-MON	3.3	0.9	-0.1	-1.2
LAA-MON	3.8	1.5	0.7	-0.6
<b>MER-MON</b>	<b>2.8</b>	<b>0.8</b>	<b>-0.6</b>	<b>-1.6</b>
NEZ-MON	3.7	1.5	0.0	-1.1
SAG-MON	3.2	0.7	0.1	-0.4
TAH-MON	2.1	-0.3	-0.2	-0.7
TLA-MON	1.9	-0.3	-0.7	-2.0
UAX-MON	2.5	0.5	0.3	-0.7
<b>UIZ-MON</b>	<b>2.6</b>	<b>0.6</b>	<b>-0.5</b>	<b>-1.7</b>
VIF-MON	0.7	-1.4	-0.4	-1.3
XAL-MON	3.0	0.6	-0.6	-1.9

Anexo 8. Intensidad promedio de la isla de calor urbana ( $T_{U-R}$ ) en la época fría (en enero y Febrero) a las 06:00hl y a las 14:00 hl del 2017

Época fría Estación	$T_{U-R}$ (°C) 06:00 hl		$T_{U-R}$ (°C) 14:00 hl	
	Enero	Febrero	Enero	Febrero
BJU-MON	4.6	4.2	-1.4	-1.2
CHO-MON	0.3	0.4	-1.4	-1.1
<b>FAC-MON</b>	<b>0.4</b>	<b>-0.2</b>	<b>2.2</b>	<b>2.3</b>
GAM-MON	4.8	4.2	-1.0	-0.8
<b>MER-MON</b>	<b>4.8</b>	<b>4.4</b>	<b>-1.4</b>	<b>-1.1</b>
<b>NEZ-MON</b>	<b>4.7</b>	<b>4.5</b>	<b>-1.6</b>	<b>-1.3</b>
SAG-MON	4.7	4.6	-0.5	-0.2
TAH-MON	2.8	2.6	-0.8	-0.5
TLA-MON	3.4	3.0	-1.2	-1.3
UAX-MON	2.1	1.9	-2.0	-1.9
<b>UIZ-MON</b>	<b>5.2</b>	<b>4.6</b>	<b>-0.7</b>	<b>-0.7</b>
VIF-MON	2.9	2.6	-1.1	-0.6
XAL-MON	4.4	4.1	-1.5	-1.6

Estaciones del monitoreo atmosférico de la Red de Meteorología y Radiación Solar (REDMET)

Anexo 9. Intensidad promedio de la isla de calor urbana ( $T_{U-R}$ ) en la época fría (en enero y Febrero) a las 06:00hl y a las 14:00hl del 2018

Época fría	$T_{U-R}$ (°C) 06:00 hl		$T_{U-R}$ (°C) 14:00 hl	
	Enero	Febrero	Enero	Febrero
BJU-MON	8.6	3.3	-1.6	-1.1
CHO-MON	4.7	0.1	-1.1	-0.4
<b>FAC-MON</b>	<b>4.5</b>	<b>-0.5</b>	<b>1.1</b>	<b>1.8</b>
GAM-MON	8.4	3.4	-0.5	-0.2
LAA-MON	6.9	1.7	-2.7	-2.4
<b>MER-MON</b>	<b>8.2</b>	<b>3.1</b>	<b>-1.5</b>	<b>-1.1</b>
<b>NEZ-MON</b>	<b>6.9</b>	<b>1.9</b>	<b>-2.8</b>	<b>-2.4</b>
SAG-MON	<b>9.5</b>	2.6	0.5	1.5
TAH-MON	7.1	1.9	-0.9	-0.4
TLA-MON	7.2	2.0	-1.4	-1.1
UAX-MON	8.1	3.0	-0.3	0.2
<b>UIZ-MON</b>	<b>8.5</b>	<b>3.3</b>	<b>-1.3</b>	<b>-0.8</b>
VIF-MON	6.4	1.7	-1.2	-0.8
XAL-MON	8.0	2.9	-1.6	-1.3

Anexo 10. Intensidad promedio de la isla de calor urbana ( $T_{U-R}$ ) en la época cálida (en abril y mayo) a las 06:00hl y a las 14:00hl del 2016

Época cálida	$T_{U-R}$ (°C) 06:00 hl		$T_{U-R}$ (°C) 14:00 hl	
	Abril	Mayo	Abril	Mayo
BJU-MON	3.3	2.5	-0.1	-0.4
CHO-MON	0.1	0.0	-0.8	-0.4
<b>FAC-MON</b>	<b>-0.2</b>	<b>-0.9</b>	<b>2.9</b>	<b>2.6</b>
GAM-MON	3.7	2.9	0.3	0.2
LAA-MON	3.7	3.2	0.2	0.5
<b>MER-MON</b>	<b>3.7</b>	<b>1.7</b>	<b>-0.1</b>	<b>-1.0</b>
<b>NEZ-MON</b>	<b>3.7</b>	<b>2.4</b>	<b>-0.5</b>	<b>-0.9</b>
SAG-MON	4.1	2.7	1.0	1.0
TAH-MON	2.0	1.3	0.0	0.5
TLA-MON	2.9	1.5	0.1	-0.8
UAX-MON	2.7	2.4	0.4	0.6
<b>UIZ-MON</b>	<b>3.6</b>	<b>2.7</b>	<b>0.4</b>	<b>0.0</b>
VIF-MON	2.0	1.5	0.8	0.4
XAL-MON	3.6	2.4	-0.8	-1.0

Estaciones del monitoreo atmosférico de la Red de Meteorología y Radiación Solar (REDMET)

Anexo 11. Intensidad promedio de la isla de calor urbana ( $T_{U-R}$ ) en la época cálida (en abril y mayo) a las 06:00hl y a las 14:00 hl del 2017

Época cálida	$T_{U-R}$ (°C) 06:00 hl		$T_{U-R}$ (°C) 14:00 hl	
	Abril	Mayo	Abril	Mayo
BJU-MON	3.4	2.5	-1.6	-0.9
CHO-MON	0.7	0.3	-1.7	-1.1
<b>FAC-MON</b>	<b>-0.2</b>	<b>-0.6</b>	<b>1.5</b>	<b>2.2</b>
GAM-MON	3.7	2.8	-1.2	-0.3
LAA-MON	2.0	1.5	-3.0	-2.2
<b>MER-MON</b>	<b>3.8</b>	<b>2.9</b>	<b>-1.4</b>	<b>-0.7</b>
<b>NEZ-MON</b>	<b>4.0</b>	<b>2.8</b>	<b>-0.5</b>	<b>-0.7</b>
SAG-MON	4.0	3.1	-0.2	0.3
TAH-MON	2.1	1.5	-5.1	0.3
TLA-MON	2.4	1.7	-1.9	-1.0
UAX-MON	1.5	0.8	-3.0	-1.9
<b>UIZ-MON</b>	<b>4.6</b>	<b>3.3</b>	<b>-0.5</b>	<b>-0.3</b>
VIF-MON	1.9	1.7	-0.5	-0.1
XAL-MON	3.4	2.6	-2.3	-1.5

Anexo 12. Intensidad promedio de la isla de calor urbana ( $T_{U-R}$ ) en la época cálida (en abril y mayo) a las 06:00hl y a las 14:00 hl del 2018

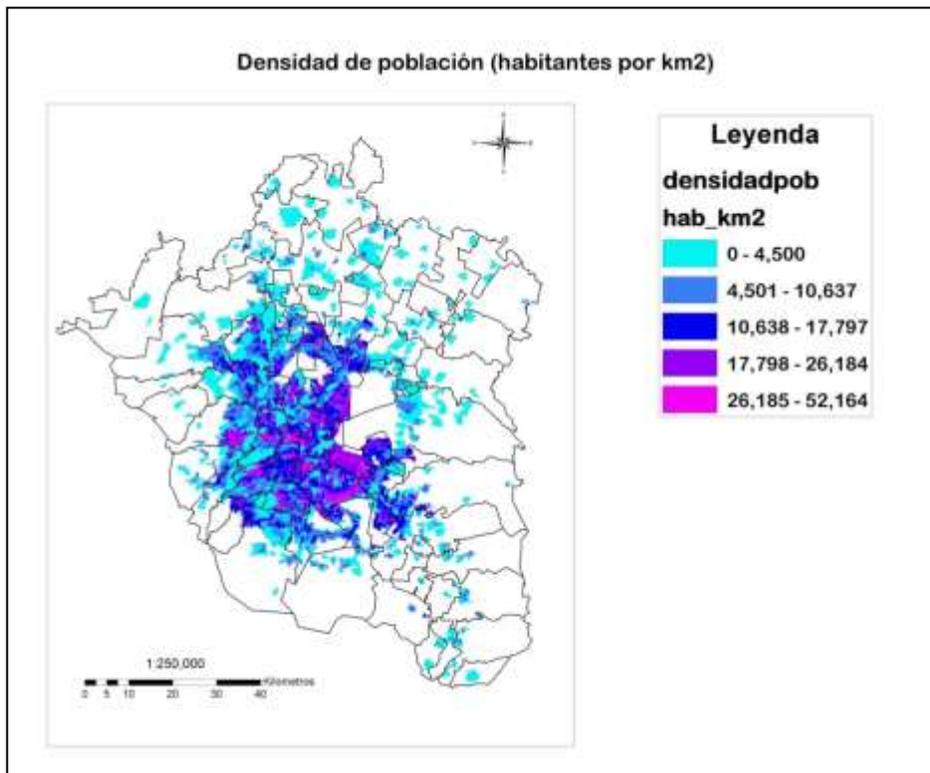
Época cálida	$T_{U-R}$ (°C) 06:00 hl		$T_{U-R}$ (°C) 14:00 hl	
	Abril	Mayo	Abril	Mayo
BJU-MON	2.2	3.0	-1.3	-1.3
CHO-MON	0.1	0.3	-0.9	-1.4
<b>FAC-MON</b>	<b>-1.8</b>	<b>0.9</b>	<b>1.1</b>	<b>2.6</b>
GAM-MON	2.8	3.5	-0.1	-0.2
LAA-MON	0.6	2.2	-2.6	0.1
<b>MER-MON</b>	<b>2.5</b>	<b>3.1</b>	<b>-1.2</b>	<b>-1.1</b>
<b>NEZ-MON</b>	<b>1.1</b>	<b>1.5</b>	<b>-2.3</b>	<b>-2.7</b>
SAG-MON	3.0	3.3	0.1	0.0
TAH-MON	1.1	1.4	-1.7	1.9
TLA-MON	1.4	2.1	-1.2	-1.7
UAX-MON	1.9	2.9	-0.2	-0.2
<b>UIZ-MON</b>	<b>3.2</b>	<b>4.6</b>	<b>0.7</b>	<b>0.0</b>
VIF-MON	1.3	1.9	-0.5	-0.3
XAL-MON	2.3	2.8	-1.6	-2.0

Estaciones del monitoreo atmosférico de la Red de Meteorología y Radiación Solar (REDMET)

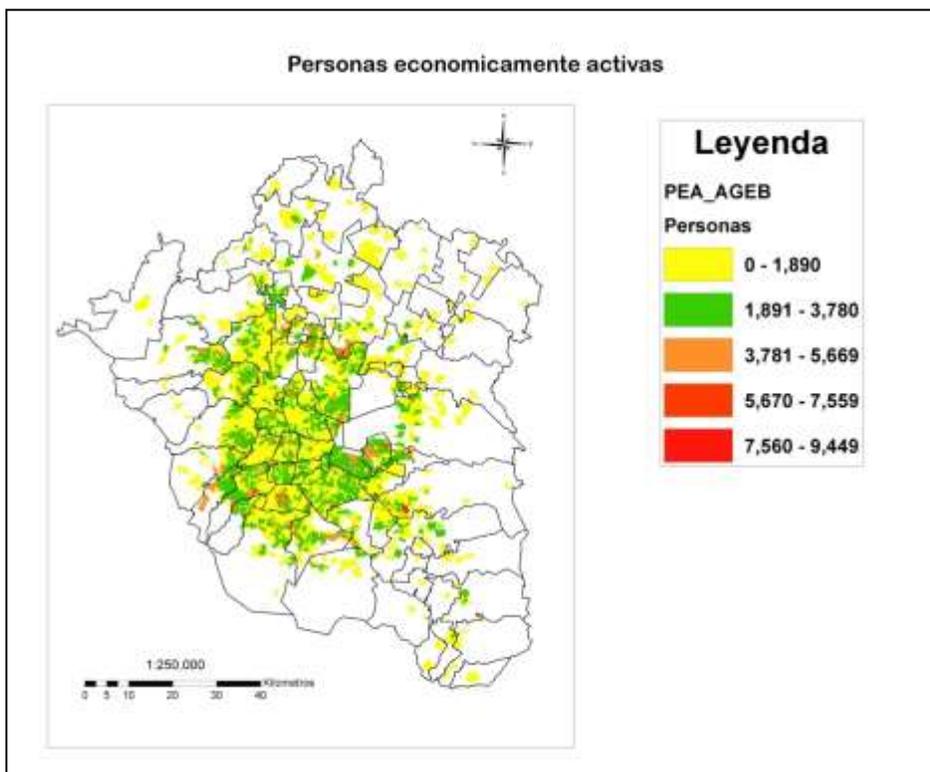
Anexo 13. Indicadores sociodemográficos de los habitantes, y de las características físicas y de equipamiento de las viviendas en el valle de México.

Descripción del Indicador
Con drenaje
Que disponen de agua, luz y drenaje
Con piso diferente de tierra
Con cocina exclusiva
Sin hacinamiento
Con servicio sanitario exclusivo con admisión de agua
Que utilizan gas para cocinar
Con radio o radiograbadora
Con televisión
Con refrigerador
Con licuadora
Con automóvil o camioneta propios
Con lavadora
Con cuatro bienes (radio, televisión, licuadora y refrigerador)
De 6 a 17 años que asiste a la escuela
De 15 años y más alfabeta
De 15 años y más con postprimaria
Grado promedio de escolaridad
Ocupada que gana más de 2.5 salarios mínimos
Ocupada que gana más de 5 salarios mínimos
Femenina de 12 años y más económicamente activa
Económicamente activa de 20 a 49 años
Porcentaje de hogares en el decil 8,9 y 10
Relación de dependencia económica

Fuente: Información del INEGI. *Módulo de Condiciones Socioeconómicas. Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares 2012. Diseño muestral 2013.*

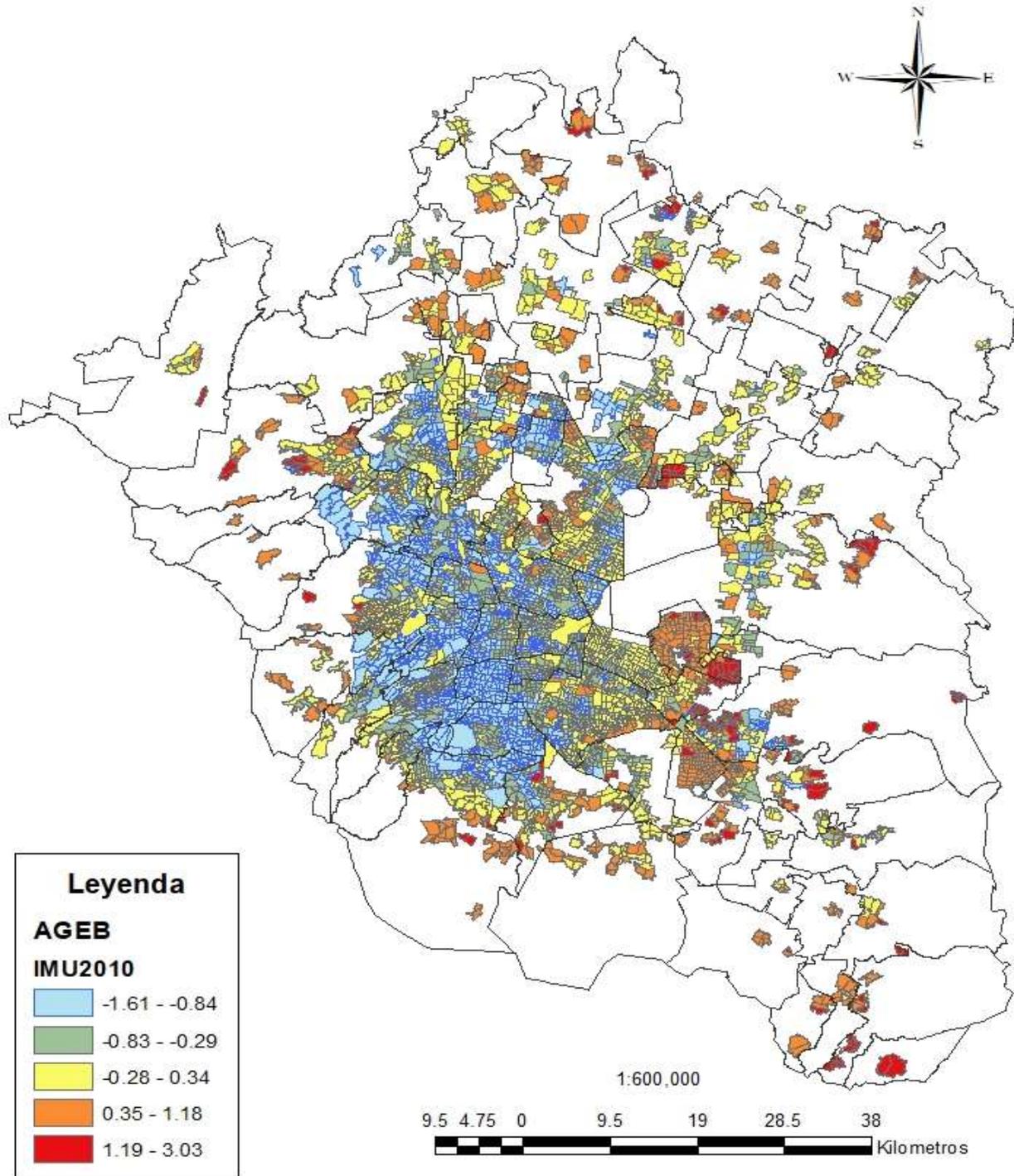


Anexo 14. Distribución de la densidad de población por AGEB en la zona metropolitana del valle de México



Anexo 15. Distribución de las personas económicamente activas por AGEB en la zona metropolitana del valle de México

## Índice de marginación urbana 2010



Anexo 16. Índice de marginación urbana en el año 2010 en la zona metropolitana del valle de México basado a las estimaciones del CONAPO con base en el INEGI, Censo de Población y Vivienda 2010.

Anexo 17. Prueba Kruskal Wallis entre los géneros de la alcaldía Cuauhtémoc

Concepto	Género	n	Media	E.E.	H	p
Isla de calor	Masculino	86	0.85	0.02	0.06	0.6753
	Femenino	115	0.87	0.02		
Confort térmico	Masculino	86	0.73	0.03	4.55	0.0107
	Femenino	115	0.56	0.03		
Tarifas	Masculino	86	0.40	0.03	0.63	0.3548
	Femenino	115	0.46	0.03		
Eficiencia energética	Masculino	86	0.48	0.03	0.52	0.4031
	Femenino	115	0.42	0.03		

Se evaluó el número de individuos (n), Media de los valores obtenidos por cada concepto, el EE (error estándar) y H (estadístico Kruskal Wallis).

Anexo 18. Prueba Kruskal Wallis entre los géneros de la alcaldía Iztapalapa

Concepto	Género	n	Media	E.E.	H	p
Isla de calor	Masculino	82	0.93	0.02	0.02	0.7803
	Femenino	119	0.92	0.02		
Confort térmico	Masculino	82	0.73	0.03	3.87	0.0194
	Femenino	119	0.56	0.03		
Tarifas	Masculino	82	0.35	0.07	0.38	0.4342
	Femenino	119	0.31	0.02		
Eficiencia energética	Masculino	82	0.57	0.04	0.39	0.4648
	Femenino	119	0.52	0.03		

Se evaluó el número de individuos (n), Media de los valores obtenidos por cada concepto, el EE (error estándar) y H (estadístico Kruskal Wallis).

Anexo 19. Prueba Kruskal Wallis entre el género femenino de la alcaldía Cuauhtémoc e Iztapalapa

Concepto	Alcaldía	n	Media	E.E.	H	p
Isla de calor	Cuauhtémoc	115	0.87	0.02	0.38	0.2517
	Iztapalapa	119	0.92	0.02		
Confort térmico	Cuauhtémoc	115	0.56	0.03	0.01	0.9204
	Iztapalapa	119	0.56	0.03		
Tarifas	Cuauhtémoc	115	0.46	0.03	3.93	0.0187
	Iztapalapa	119	0.31	0.02		
Eficiencia energética	Cuauhtémoc	115	0.42	0.03	1.88	0.1131
	Iztapalapa	119	0.52	0.03		

Se evaluó el número de individuos (n), Media de los valores obtenidos por cada concepto, el EE (error estándar) y H (estadístico Kruskal Wallis).

Anexo 20. Prueba Kruskal Wallis entre el género masculino de la alcaldía Cuauhtémoc e Iztapalapa

Concepto	Alcaldía	n	Media	E.E.	H	p
Isla de calor	Cuauhtémoc	86	0.85	0.02	0.76	0.1117
	Iztapalapa	82	0.93	0.02		
Confort térmico	Cuauhtémoc	86	0.73	0.03	0.0021	0.9529
	Iztapalapa	82	0.73	0.03		
Tarifas	Cuauhtémoc	86	0.40	0.03	2.26	0.0646
	Iztapalapa	82	0.35	0.07		
Eficiencia energética	Cuauhtémoc	86	0.48	0.03	1.16	0.2123
	Iztapalapa	82	0.57	0.03		

Se evaluó el número de individuos (n), Media de los valores obtenidos por cada concepto, el EE (error estándar) y H (estadístico Kruskal Wallis).

Anexo 21. Prueba Fisher entre el género femenino de la alcaldía Cuauhtémoc e Iztapalapa

H/casa	Alcaldía	n	Frecuencia	F. R.	F	p
8-10	Iztapalapa	119	64	54	0.25	0.000054
	Cuauhtémoc	115	91	79		
12-18	Iztapalapa	119	41	34	0.13	0.028145
	Cuauhtémoc	115	24	21		
20-24	Iztapalapa	119	14	12	0.11	0.000083
	Cuauhtémoc	115	0	0		

Se evaluó el número de individuos (n), la frecuencia de personas que permanecen en su domicilio (Frecuencia), la frecuencia relativa (F.R.) y el estadístico Fisher para la diferencia de proporciones (F).

Anexo 22. Prueba Fisher entre el género masculino de la alcaldía Cuauhtémoc e Iztapalapa

H/casa	Alcaldía	n	Frecuencia	F. R.	F	p
8-10	Iztapalapa	82	59	72	0.16	0.037035
	Cuauhtémoc	86	48	56		
12-18	Iztapalapa	82	22	27	0.15	0.051421
	Cuauhtémoc	86	36	42		
20-24	Iztapalapa	82	1	1	0.11	1
	Cuauhtémoc	86	2	2		

Se evaluó el número de individuos (n), la frecuencia de personas que permanecen en su domicilio (Frecuencia), la frecuencia relativa (F.R.) y el estadístico Fisher para la diferencia de proporciones (F).

Anexo 23. Prueba Kruskal Wallis entre las alcaldías Cuauhtémoc e Iztapalapa de los electrodomésticos (ventilador, refrigerador, calefacción, TV, computadora y horno de microondas) que tienen las personas en sus domicilios.

Electrodoméstico	Alcaldías	n	Media	E.E.	H	p
Calefacción	Cuauhtémoc	201	0.09	0.01	0.9	0.0286
	Iztapalapa	201	0.04	0.01		
Ventilador	Cuauhtémoc	201	0.63	0.02	7.8	0.0012
	Iztapalapa	201	0.51	0.03		
Refrigerador	Cuauhtémoc	201	0.98	0.01	0.07	0.2533
	Iztapalapa	201	0.99	0.00		
TV	Cuauhtémoc	201	0.98	0.01	0	>0.9999
	Iztapalapa	201	0.98	0.01		
Computadora	Cuauhtémoc	201	0.83	0.02	0.9	0.1215
	Iztapalapa	201	0.88	0.01		
Horno de microondas	Cuauhtémoc	201	0.82	0.02	0.74	0.2205
	Iztapalapa	201	0.77	0.02		

Se evaluó la Media de los valores obtenidos para cada electrodoméstico, el EE (error estándar) y H (estadístico Kruskal Wallis).

Anexo 24. Prueba Kruskal Wallis de las alcaldías Cuauhtémoc e Iztapalapa de los electrodomésticos (ventilador, refrigerador, calefacción u otras formas) que pueden usarse para el confort térmico de las personas en sus domicilios.

Formas de obtener confort térmico Cuauhtémoc				
Variable	Medias	E.E.	H	p
Ventilador	0.60	0.02	88.24	<0.0001
Refrigerador	0.38	0.02		
Calefacción	0.06	0.01		
Otro	0.36	0.03		
Formas de obtener confort térmico Iztapalapa				
Variable	Medias	E.E.	H	p
Ventilador	0.49	0.03	60.47	<0.0001
Refrigerador	0.41	0.03		
Calefacción	0.07	0.03		
Otro	0.35	0.02		

Se evaluó la Media de los valores obtenidos para cada variable, el EE (error estándar) y H (estadístico Kruskal Wallis).

Anexo 25. Prueba Kruskal Wallis entre las alcaldías Cuauhtémoc e Iztapalapa de los electrodomésticos (ventilador, refrigerador, calefacción u otras formas) que pueden usarse para el confort térmico de las personas en sus domicilios.

Electrodoméstico	Alcaldías	n	Media	E.E.	H	p
Ventilador	Cuauhtémoc	201	0.60	0.02	6.01	0.0047
	Iztapalapa	201	0.49	0.03		
Refrigerador	Cuauhtémoc	201	0.38	0.02	0.02	0.8682
	Iztapalapa	201	0.41	0.03		
Calefacción	Cuauhtémoc	201	0.06	0.01	0.18	0.2462
	Iztapalapa	201	0.07	0.03		
Otro	Cuauhtémoc	201	0.36	0.03	0.24	0.5506
	Iztapalapa	201	0.35	0.02		

Se evaluó la Media de los valores obtenidos para cada electrodoméstico, el EE (error estándar) y H (estadístico Kruskal Wallis).

Anexo 26. Prueba Kruskal Wallis entre las diferentes épocas del año que se usó el ventilador para el confort térmico de las personas en la alcaldía Cuauhtémoc e Iztapalapa.

Época de uso del ventilador en Cuauhtémoc				
Variable	Medias	E.E.	H	p
Cálida	0.54	0.03	82.46	<0.0001
Fría	0.05	0.03		
Todo el año	0.10	0.01		
Época de uso del ventilador en Iztapalapa				
Cálida	0.40	0.02	56.95	<0.0001
Fría	0	0		
Todo el año	0.06	0.01		

Se evaluó la Media de los valores obtenidos para cada variable, el EE (error estándar) y H (estadístico Kruskal Wallis).

Anexo 27. Prueba Kruskal Wallis entre las alcaldías Cuauhtémoc e Iztapalapa sobre el costo económico del consumo de energía eléctrica.

Variable	Alcaldías	n	Media	E.E.	H	p
\$ Costo energético	Cuauhtémoc	201	371.07	18.09	0.35	0.5502
	Iztapalapa	201	374.56	19.45		

Se evaluó el número de individuos (n), Media de los valores obtenidos para cada variable, el EE (error estándar) y H (estadístico Kruskal Wallis).

Anexo 28. Prueba Kruskal Wallis entre las alcaldías Cuauhtémoc e Iztapalapa de los diferentes tipos de calentador de agua (gas LP, gas natural, eléctrico y celda solar) que tienen las personas en sus domicilios.

Calentador de agua	Alcaldías	n	Media	E.E.	H	p
Gas LP	Cuauhtémoc	201	0.49	0.02	0.48	0.4253
	Iztapalapa	201	0.53	0.02		
Gas natural	Cuauhtémoc	201	0.26	0.02	3.6	0.0065
	Iztapalapa	201	0.15	0.01		
Eléctrico	Cuauhtémoc	201	0.18	0.02	0.03	0.7928
	Iztapalapa	201	0.17	0.02		
Celda Solar	Cuauhtémoc	201	0.07	0.01	1.91	0.0107
	Iztapalapa	201	0.15	0.01		

Se evaluó la Media de los valores obtenidos para cada tipo de calentador de agua, el EE (error estándar) y H (estadístico Kruskal Wallis).

Anexo 29. Prueba Kruskal Wallis entre las prácticas (reforestar, no tirar basura y pintar las casas de blanco) que pueden mitigar el efecto de la isla de calor urbana en la alcaldía Cuauhtémoc e Iztapalapa.

Practica de mitigación en Cuauhtémoc				
Variable	Media	E.E.	H	p
Reforestar	0.63	0.02	50.19	<0.0001
Sin basura	0.41	0.02		
Pintar	0.22	0.02		
Practica de mitigación en Iztapalapa				
Reforestar	0.79	0.02	120.33	<0.0001
Sin basura	0.27	0.02		
Pintar	0.25	0.03		

Se evaluó la Media de los valores obtenidos para cada variable, el EE (error estándar) y H (estadístico Kruskal Wallis).

Anexo 30. Prueba Kruskal Wallis entre las alcaldías Cuauhtémoc e Iztapalapa de las personas que tienen plantas en sus domicilios

Personas con plantas				
Alcaldía	Media	E.E.	H	p
Cuauhtémoc	0.88	0.01	0.03	0.7627
Iztapalapa	0.87	0.01		
Cuauhtémoc				
Variable	Media	E.E.	H	p
Con plantas	0.88	0.01	176.55	<0.0001
Sin plantas	0.11	0.01		
Iztapalapa				
Con plantas	0.87	0.01	167.49	<0.0001
Sin plantas	0.12	0.01		

Se evaluó el número de individuos (n), Media de los valores obtenidos para cada variable, el EE (error estándar) y H (estadístico Kruskal Wallis).

Anexo 31. Prueba Kruskal Wallis entre las alcaldías Cuauhtémoc e Iztapalapa de diferentes tipos de plantas (ornato, cactáceas, árboles, frutales, hierbas, suculentas y hortalizas) que tienen las personas en sus domicilios.

Tipo de planta	Alcaldías	n	Media	E.E.	H	p
Ornato	Cuauhtémoc	201	0.49	0.02	0.6	0.3691
	Iztapalapa	201	0.45	0.02		
Cactáceas	Cuauhtémoc	201	0.16	0.01	4.29	0.0038
	Iztapalapa	201	0.28	0.02		
Árboles	Cuauhtémoc	201	0.33	0.02	1.13	0.2006
	Iztapalapa	201	0.43	0.03		
Frutales	Cuauhtémoc	201	0.09	0.01	8.65	<0.0001
	Iztapalapa	201	0.30	0.03		
Hierbas	Cuauhtémoc	201	0.11	0.01	1.7	0.0335
	Iztapalapa	201	0.22	0.03		
Suculentas	Cuauhtémoc	201	0.19	0.02	0.02	0.816
	Iztapalapa	201	0.22	0.03		
Hortalizas	Cuauhtémoc	201	0.08	0.01	0.01	0.856
	Iztapalapa	201	0.08	0.01		

Se evaluó la Media de los valores obtenidos para cada tipo de planta, el EE (error estándar) y H (estadístico Kruskal Wallis).

Anexo 32. Prueba Kruskal Wallis entre el costo económico del consumo de energía eléctrica de las alcaldías y municipios que abarcaron las isotermas de más alta temperatura en el mes de enero del año 2016.

Época fría 6:00 hl			Isotermas enero 10 °C y 9.5 °C		
Alcaldía o municipio	n	\$ per cápita	E.E.	H	p
Venustiano Carranza	145	528167.57	11866.3639	899.6	<0.0001
Nezahualcóyotl	177	301160.6	2736.64079		
Benito Juárez	102	594915.22	10256.765		
Gustavo A. Madero	299	456138.15	6486.10053		
Iztapalapa	450	438476.87	5420.4543		
Cuauhtémoc	150	594485.57	16038.3438		
Época Fría 14:00 hl			Isotermas enero 19 °C		
Alcaldía o municipio	n	\$ per cápita	E.E.		
Naucalpan de Juárez	199	386433.66	10266.4869		

Se evaluó la Media de los valores obtenidos para cada alcaldía y municipio, el EE (error estándar) y H (estadístico Kruskal Wallis).

Anexo 33. Prueba Kruskal Wallis entre el costo económico del consumo de energía eléctrica de las alcaldías y municipios que abarcaron las isotermas de más alta temperatura en el mes de enero del año 2017.

Época fría 6:00hl			Isotermas enero 10.5 °C y 9.5 °C		
Alcaldía o municipio	n	\$ per cápita	E.E.	H	p
Venustiano Carranza	145	544160.59	12225.6798	935.65	<0.0001
Nezahualcóyotl	177	302153.19	2745.66035		
Benito Juárez	102	591491.45	10197.7367		
Gustavo A. Madero	299	453670.23	6451.00756		
Iztapalapa	450	429925.37	5314.74071		
Cuauhtémoc	150	597616.97	16122.8245		
Época fría 14:00hl			Isotermas enero 21 °C y 22 °C		
Alcaldía o municipio	n	\$ per cápita	E.E.		
Texcoco	99	32133.64	2070.77543		
Naucalpan de Juárez	199	395937.82	10518.9867		
Tlalnepantla de Baz	201	363178.88	7939.87543		
Xochimilco	117	143213.9	4652.97091		
Ecatepec de Morelos	389	219952.84	2680.29917		

Se evaluó la Media de los valores obtenidos para cada alcaldía y municipio, el EE (error estándar) y H (estadístico Kruskal Wallis).

Anexo 34. Ranks de la prueba Kruskal Wallis entre alcaldías y municipios sobre el costo económico del consumo de energía eléctrica en el mes de enero del año 2017.

Alcaldía o Municipio	Ranks								
Texcoco	97.35	A							
Xochimilco	422.76		B						
Ecatepec de Morelos	695.67			C					
Nezahualcóyotl	1029.83				D				
Tlalnepantla de Baz	1165.64					E			
Naucalpan de Juárez	1209.16					E			
Iztapalapa	1371.81						F		
Gustavo A. Madero	1462.52						F		
Cuauhtémoc	1631.01							G	
Venustiano Carranza	1647.56							G	
Benito Juárez	1822.44								H

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ ).

Anexo 35. Autovalores de los componentes principales sobre los ingresos en salarios mínimos que reciben las personas económicamente activas en el mes de enero del año 2016.

Componente	Autovalores		
	Valor	% de la varianza	% acumulado
1	2.98	0.6	0.6
2	1.22	0.24	0.84
3	0.66	0.13	0.97
4	0.11	0.02	0.99
5	0.03	0.01	1

Se evaluó los valores propios de cada componente principal, la proporción de varianza explicada y la varianza explicada acumulada.

Anexo 36. Correlaciones de cada componente principal con cada variable de los ingresos en salarios mínimos que reciben las personas económicamente activas en el mes de enero del año 2016.

Variables	CP <sub>1</sub>	CP <sub>2</sub>
Hasta 1 salario	0.87	0.01
Más d1-2 salarios	0.82	0.51
Más d2-3 salarios	0.66	-0.53
Más d3-5 salarios	-0.71	0.67
Más d5 salarios	-0.78	-0.49

Anexo 37. Autovalores de los componentes principales sobre los ingresos en salarios mínimos que reciben las personas económicamente activas en el mes de enero del año 2017.

Componente	Autovalores		
	Valor	% de la varianza	% acumulado
1	2.72	0.54	0.54
2	1.32	0.26	0.81
3	0.74	0.15	0.96
4	0.19	0.04	0.99
5	0.03	0.01	1

Se evaluó los valores propios de cada componente principal, la proporción de varianza explicada y la varianza explicada acumulada.

Anexo 38. Correlaciones de cada componente principal con cada variable de los ingresos en salarios mínimos que reciben las personas económicamente activas en el mes de enero del año 2017.

Variabes	CP 1	CP 2
Hasta1 salario	-0.57	0.78
Más d1-2 salarios	-0.88	0.08
Más d2-3 salarios	-0.69	-0.56
Más d3-5 salarios	-0.46	-0.61
Másd5 salarios	0.96	-0.16

Anexo 39. Prueba Kruskal Wallis entre el costo económico del consumo de energía eléctrica de las alcaldías y municipios que abarcaron las isotermas de más alta temperatura en el mes de enero del año 2018.

Época fría 6:00hl			Isotermas enero 9 °C y 8.5 °C		
Alcaldía o municipio	n	\$ per cápita	E.E.	H	p
Venustiano Carranza	145	553241.94	12429.7108	1062.77	<0.0001
Nezahualcóyotl	177	300962.66	2734.84188		
Benito Juárez	102	483334.13	8333.02664		
Gustavo A. Madero	299	383364.69	5451.29117		
Iztapalapa	450	668490.47	8263.88402		
Cuauhtémoc	150	594692.03	16043.914		
Época Fría 14:00hl			Isotermas enero 19 °C y 20 °C		
Alcaldía o municipio	n	\$ per cápita	E.E.		
Texcoco	99	32988.15	2125.84273		
Naucalpan de Juárez	199	395633.83	10510.9107		
Ecatepec de Morelos	389	265263.53	3232.44602		

Se evaluó la Media de los valores obtenidos para cada alcaldía y municipio, el EE (error estándar) y H (estadístico Kruskal Wallis).

Anexo 40. Autovalores de los componentes principales sobre los ingresos en salarios mínimos que reciben las personas económicamente activas en el mes de enero del año 2018.

Componente	Autovalores		
	Valor	% de la varianza	% acumulado
1	3.42	0.68	0.68
2	0.86	0.17	0.85
3	0.55	0.11	0.96
4	0.14	0.03	0.99
5	0.04	0.01	1

Se evaluó los valores propios de cada componente principal, la proporción de varianza explicada y la varianza explicada acumulada.

Anexo 41. Correlaciones de cada componente principal con cada variable de los ingresos en salarios mínimos que reciben las personas económicamente activas en el mes de enero del año 2018.

VARIABLES	CP 1	CP 2
Hasta 1 salario	-0.79	-0.36
Más de 1-2 salarios	-0.64	0.76
Más de 2-3 salarios	-0.74	-0.3
Más de 3-5 salarios	0.96	0.16
Más de 5 salarios	0.96	-0.19

Anexo 42. Prueba Kruskal Wallis entre el costo económico del consumo de energía eléctrica de las alcaldías y municipios que abarcaron las isotermas de más alta temperatura en el mes de mayo del año 2016.

Época cálida 6:00hl			Isotermas mayo 15 °C y 16 °C		
Alcaldía o municipio	n	\$ per cápita	E.E.	H	p
Venustiano Carranza	145	529366.81	11893.3074	950.37	<0.0001
Nezahualcóyotl	177	300199.82	2727.91002		
Benito Juárez	102	585277.09	10090.5963		
Gustavo A. Madero	299	444390.13	6319.04816		
Iztapalapa	450	425723.44	5262.7963		
Cuauhtémoc	150	605201.53	16327.445		
Ecatepec de Morelos	389	209809.45	2556.69403		

Época cálida 14:00hl			Isotermas mayo 27 °C y 28.5 °C		
Alcaldía o municipio	n	\$ per cápita	E.E.		
Texcoco	99	39245.29	2529.06873		
Naucalpan de Juárez	199	362744.34	9637.12676		
Tlalnepantla de Baz	201	350607.57	7665.03936		
Xochimilco	117	147950.13	4806.84932		

Se evaluó la Media de los valores obtenidos para cada alcaldía y municipio, el EE (error estándar) y H (estadístico Kruskal Wallis).

Anexo 43. Autovalores de los componentes principales sobre los ingresos en salarios mínimos que reciben las personas económicamente activas en el mes de mayo del año 2016.

Componente	Valor	Autovalores	
		% de la varianza	% acumulado
1	3.2	0.64	0.64
2	1.06	0.21	0.85
3	0.53	0.11	0.96
4	0.19	0.04	0.99
5	0.03	0.01	1

Se evaluó los valores propios de cada componente principal, la proporción de varianza explicada y la varianza explicada acumulada.

Anexo 44. Correlaciones de cada componente principal con cada variable de los ingresos en salarios mínimos que reciben las personas económicamente activas en el mes de mayo del año 2016.

Variables	CP 1	CP 2
Hasta 1 salario	-0.9	-0.25
Más d1-2 salarios	-0.87	0.03
Más d2-3 salarios	-0.74	0.44
Más d3-5 salarios	0.45	0.85
Más d5 salarios	0.94	-0.28

Anexo 45. Prueba Kruskal Wallis entre el costo económico del consumo de energía eléctrica de las alcaldías y municipios que abarcaron las isotermas de más alta temperatura en el mes de mayo del año 2017.

Época cálida 6:00hl			Isotermas mayo 16 °C y 17 °C		
Alcaldía o municipio	n	\$ per cápita	E.E.	H	p
Venustiano Carranza	145	511517.52	11492.2864	915.81	<0.0001
Nezahualcóyotl	177	287843.89	2615.63174		
Benito Juárez	102	550355.33	9488.52064		
Gustavo A. Madero	299	430457.27	6120.92878		
Iztapalapa	450	416128.44	5144.18278		
Cuauhtémoc	150	583232.71	15734.7585		
Ecatepec de Morelos	389	217503.89	2650.45701		
Época cálida 14:00hl			Isotermas mayo 27 °C y 28.5 °C		
Alcaldía o municipio	n	\$ per cápita	E.E.		
Texcoco	99	28994.17	1868.46016		
Naucalpan de Juárez	199	372437.86	9894.65671		
Tlalnepantla de Baz	201	343349.97	7506.37246		
Xochimilco	117	137914.1	4480.78195		

Se evaluó la Media de los valores obtenidos para cada alcaldía y municipio, el EE (error estándar) y H (estadístico Kruskal Wallis).

Anexo 46. Ranks de la prueba Kruskal Wallis entre alcaldías y municipios sobre el costo económico del consumo de energía eléctrica en el mes de mayo del año 2017.

Alcaldía o Municipio	Ranks						
Texcoco	93.37	A					
Xochimilco	421.84		B				
Ecatepec de Morelos	717.68			C			
Nezahualcóyotl	1015.7				D		
Tlalnepantla de Baz	1151.41				D	E	
Naucalpan de Juárez	1195.62					E	
Iztapalapa	1383.26						F
Gustavo A. Madero	1453.87						F
Venustiano Carranza	1629.89						G
Cuahutémoc	1648.59						G
Benito Juárez	1796.46						G

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ ).

Anexo 47. Autovalores de los componentes principales sobre los ingresos en salarios mínimos que reciben las personas económicamente activas en el mes de mayo del año 2017.

Componente	Valor	Autovalores	
		% de la varianza	% acumulado
1	3.05	0.61	0.61
2	1.34	0.27	0.88
3	0.31	0.06	0.94
4	0.27	0.05	0.99
5	0.03	0.01	1

Se evaluó los valores propios de cada componente principal, la proporción de varianza explicada y la varianza explicada acumulada.

Anexo 48. Correlaciones de cada componente principal con cada variable de los ingresos en salarios mínimos que reciben las personas económicamente activas en el mes de mayo del año 2017.

Variabes	CP 1	CP 2
Hasta 1 salario	-0.76	-0.52
Más d1-2 salarios	-0.90	0.04
Más d2-3 salarios	-0.31	0.92
Más d3-5 salarios	0.86	0.29
Más d5 salarios	0.91	-0.36

Anexo 49. Prueba Kruskal Wallis entre el costo económico del consumo de energía eléctrica de las alcaldías y municipios que abarcaron las isotermas de más alta temperatura en el mes de mayo del año 2018.

Época cálida 6:00hl			Isotermas mayo 15 °C y 16 °C		
Alcaldía o municipio	n	\$ per cápita	E.E.	H	p
Venustiano Carranza	145	701139.06	15752.5222	998.69	<0.0001
Nezahualcóyotl	177	319617.95	2904.36208		
Benito Juárez	102	536388.24	9247.71775		
Gustavo A. Madero	299	426550.55	6065.3768		
Iztapalapa	450	460983.33	5698.6793		
Cuauhtémoc	150	628692.17	16961.1877		
Ecatepec de Morelos	389	221336.96	2697.16586		
Época cálida 14:00hl			Isotermas mayo 27 °C y 28.5 °C		
Alcaldía o municipio	n	\$ per cápita	E.E.		
Texcoco	99	55128.27	3552.60944		
Naucalpan de Juárez	199	428968.59	11396.5241		
Tlalnepantla de Baz	201	354842.39	7757.62171		
Xochimilco	117	112068.65	3641.0723		

Se evaluó la Media de los valores obtenidos para cada alcaldía y municipio, el EE (error estándar) y H (estadístico Kruskal Wallis).

Anexo 50. Autovalores de los componentes principales sobre los ingresos en salarios mínimos que reciben las personas económicamente activas en el mes de mayo del año 2018.

Componente	Valor	Autovalores	
		% de la varianza	% acumulado
1	3.37	0.67	0.67
2	1.05	0.21	0.88
3	0.3	0.06	0.94
4	0.25	0.05	0.99
5	0.03	0.01	1

Se evaluó los valores propios de cada componente principal, la proporción de varianza explicada y la varianza explicada acumulada.

Anexo 51. Correlaciones de cada componente principal con cada variable de los ingresos en salarios mínimos que reciben las personas económicamente activas en el mes de mayo del año 2018.

Variables	CP 1	CP 2
Hasta1 salario	0.81	-0.42
Más d1-2 salarios	0.98	-5.00E-03
Más d2-3 salarios	0.35	0.92
Más d3-5 salarios	-0.90	0.11
Másd5 salarios	-0.91	-0.14