



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE**  
**MÉXICO**

FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS

Colegio de Geografía

**VULNERABILIDAD POR ESTRÉS TÉRMICO ASOCIADO A ISLAS DE CALOR  
EN LAS ZONAS METROPOLITANAS DE COLIMA, MÉXICO**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

Licenciada en Geografía

**PRESENTA:**

Jessica Michel Esguerra Ocaña

**DIRECTORA DE TESIS:**

Dra. Mary Frances Teresa Rodríguez Van Gort

Ciudad de México

2022



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.

---

---

## **Agradecimientos**

*Esta investigación se realizó con el apoyo del Proyecto PAPIME PE306018, “Sustentabilidad y reducción de la vulnerabilidad a partir de mejores modelos de aprovechamiento de recursos naturales”.*

*A mi tutora, la Dra. Frances Rodríguez Van Gort, por su ayuda, paciencia y no quitar nunca el dedo del renglón, por los conocimientos que compartió no sólo en este proyecto sino como profesora desde el primer semestre, lo aprendido durante las prácticas de campo dándome la oportunidad de conocer a la geografía más allá de la teoría.*

*A mis sinodales, Angélica Margarita Franco González, por que sin conocernos me dio el apoyo y su tiempo en la revisión de la tesis, gracias por la oportunidad. A Marielena Figueroa, por ser la primera docente que creyó en mí y en este trabajo, gracias por las palabras y la motivación que fue para mí durante el seminario. A Mario Oswaldo Casasola, porque como docente y asesor siempre ha estado atento a resolver inquietudes, sus clases me atraparon, gracias. Finalmente a Jose Luis Luna, gracias por todo lo que compartió conmigo como docente, por las palabras y por apoyarme en el paso final en mi camino por la licenciatura, gracias.*

*A mis amigos, Alex, Sofy y Ricardo, por la ayuda, la compañía lo compartido en las prácticas, por no dejarme y principalmente por el apoyo en el último año de la licenciatura, gracias por estar.*

*A mis papás porque confiaron en que ingresaría a la Universidad y me graduaría, y siempre me apoyaron en todo momento durante cuatro años. Gracias.*

*A toto, bebé y kim, porque me vieron entrar pero no salir pero saber que regresaba a casa y los veía era era el amor que no me dejo caer.*

*A yolo y fiona que llegaron sin querer para hacerme feliz.*

*A Juan, por levantarme y ayudarme tanto en el último y más difícil tramo del camino en momentos que sabía que no podía dar más de mí, tu confianza no me dejó. Gracias por creer en mí y quererme como lo haces.*

*A mis amigos calmecac, por que nunca nos dejamos a pesar de que cada uno tomo su camino, de todos estoy orgullosa de lo que son y como hemos crecido y cambiado en estos años.*

*Y a los que no creyeron, por que la duda que plantaron en mí me motivó.*

---

---

## CONTENIDO

<b>Introducción</b> .....	7
<b>Capítulo. 1 Marco teórico conceptual</b> .....	11
1.1 Riesgos.....	11
1.2 Riesgos climáticos.....	12
1.3 Bioclima.....	14
1.4 Métodos, indicadores e índices bioclimáticos .....	17
1.5 Índices de confort .....	18
1.6 Confort térmico.....	20
1.7 Estrés térmico.....	21
1.8 Estrés térmico en medicina.....	22
1.9 Estrés térmico en arquitectura.....	26
1.10 Islas de calor.....	28
1.11 Radiación solar.....	34
<b>Capítulo. 2 Caracterización del estado de Colima</b> .....	37
2.1 Ubicación.....	37
2.2 Clima.....	39
2.3 Fisiografía.....	39
2.4 Aspectos sociodemográficos.....	41
2.5 Aspectos económicos.....	42
<b>Capítulo 3. Percepción de la vulnerabilidad por estrés térmico</b> .....	47
3.1 Colima, Colima.....	47
3.2 Villa de Álvarez.....	60
3.3 Tecomán.....	72
3.4 Manzanillo.....	83
<b>Capítulo 4. Caracterización de la isla de calor urbana en el estado de Colima</b> .....	95
4.1 Temperatura superficial en invierno.....	96
4.2 Temperatura superficial en primavera.....	96
4.3 Temperatura superficial en verano.....	97
4.3.1 Temperatura superficial en otoño.....	98
<b>Conclusiones</b> .....	99
<b>Bibliografía</b> .....	103
<b>Anexo 1. Encuesta realizada en campo</b> .....	107
<b>Índice de figuras</b> .....	109

---

---

## Introducción

La necesidad de aumentar la calidad de vida ha llevado a que ciertas comunidades rurales busquen un mejor grado de urbanización, el cual cubra sus necesidades básicas, muestra de ello es el caso de Colima, México que no está exento de este hecho, donde diversos segmentos de la población se encuentran en la búsqueda de infraestructura y servicios que permitan mejorar su condición y así desempeñarse en algunas actividades económicas como el turismo, hecho que repercute significativamente en el incremento de la población y de la mancha de concreto al construir sus hogares. Es importante puntualizar el grado de vulnerabilidad en el que se encuentra la población, debido a que, si el crecimiento urbano no se detiene, el impacto que tenga en sus habitantes se verá reflejado en su salud.

Según Whinston (1987), las actividades que realizan los habitantes de una ciudad son un detonante para la ganancia de calor, resultado de la combustión de los motores de transporte, así como de algunas actividades de manufactura, la calefacción de los edificios y la generación de electricidad. Cabe señalar, que en este trabajo no se hará hincapié en estos elementos, no obstante, son una variable presente relacionada con las consecuencias físicas de la urbanización. Actualmente, la mayoría de los trabajos que hacen referencia a islas de calor urbanas se han elaborado en ciudades con una población urbana importante, éstos se han enfocado en la identificación y análisis del comportamiento térmico en espacios urbanos, así como al establecimiento de estrategias para su mitigación.

Desde la década de mil novecientos setenta, la temperatura media del planeta ha incrementado entre  $0.13^{\circ}\text{C}$  y  $0.22^{\circ}\text{C}$  cada diez años. Durante algún tiempo se ha alertado sobre las consecuencias que supone este incremento, las cuales se asocian con el aumento del nivel del mar, la



---

pérdida de flora y fauna, las catástrofes naturales y el riesgo para la salud de millones de personas que habitan en el planeta en un estado de desigualdad.

Estos hechos han desencadenado una serie de consecuencias que repercuten de forma directa e indirecta sobre la salud del ser humano, desde el desarrollo de epidemias hasta olas de calor o huracanes. Un punto importante a señalar es que la desigualdad existente en cualquier parte del mundo, sobre todo en países pobres, implica que gran parte de la población a nivel mundial se encuentre vulnerable ante este tipo de eventos. Ante esta situación el ser humano se ha adaptado a las múltiples condiciones de sus lugares de origen.

“Una persona sin ropas o protección morirá después de una exposición prolongada a temperaturas inferiores a 5 °C. En el extremo opuesto, temperaturas superiores a los 40 °C pueden ser mortales en función del tiempo de exposición, de la humedad, del viento y de la presencia o ausencia de sombra. Muchas zonas habitadas se encuentran en ambientes térmicos hostiles. Temperaturas inferiores a 5 °C son muy frecuentes en latitudes medias y altas y a altitudes elevadas, y las temperaturas del mediodía y el sol intenso de las zonas tropicales y subtropicales rebasan el límite de resistencia al calor incluso prescindiendo de ropas. Sin embargo, durante ciertos períodos del año existen temperaturas aguantables en casi todo el territorio planetario que no se encuentra cubierto por hielo” (Carpio, 2003 p. 98).

La problemática de las islas de calor urbanas no es exclusiva de las grandes ciudades, en este trabajo se tratará el caso específico de Colima, México con la finalidad de visibilizar un evento poco conocido desde la perspectiva teórica y práctica. El presente trabajo se constituye en 4 capítulos desarrollados de la siguiente manera: a través de la recopilación de bibliografía (capítulo 1) referente a las islas de calor, confort térmico, riesgos y vulnerabilidad se analizan conceptos que permiten el entendimiento del tema mediante diversos autores y metodologías.

---

Mientras que en el capítulo 2 se presentan las generalidades del estado, como son población, morfología, economía, entre otros, lo que permite conocer el estado general de Colima y cuales son los factores que aumentan o hacen que exista un grado de vulnerabilidad en la salud de los habitantes.

En el capítulo 3 se presentan los resultados obtenidos en campo sobre la percepción de riesgo y condiciones de vida de la población en las zonas metropolitanas de Colima, mediante gráficas es posible visualizar cuales son los sectores más vulnerables y cuales son los elementos que los ponen en riesgo, lo que permite realizar un análisis cuantitativo sobre las condiciones a las que está sometida la población frente al aumento de temperatura, anexando una descripción más detallada sobre lo observado en el trabajo de campo. Finalmente, en el capítulo 4 se aborda desde la práctica la identificación de la isla de calor urbana mediante el método de Oke, donde se usa la intensidad de temperaturas como base para la delimitación de la misma y se identifican las zonas más afectadas por el fenómeno a través del uso de imágenes satélites obtenidas del USGS.



---

## Capítulo 1. Marco teórico conceptual

En este capítulo se muestran algunos términos que se asocian a la relación entre los fenómenos de estrés térmico e islas de calor urbanas; asimismo, se retoman algunos métodos bioclimáticos que se describen en su composición.

Cabe señalar que se identificó que el estrés térmico es un riesgo para diversos grupos poblacionales, es por esta cuestión que se toma el término de riesgos climáticos.

### 1.1. Riesgos

El aporte de la geografía en la teoría de los desastres ha influido en programas y proyectos para la gestión de riesgos en todo el mundo. (Martínez, 2009 p. 248). El estudio de los riesgos fue reconocido como tema de interés científico hasta mediados del siglo XX, reconocimiento que se sustentó en textos geográficos e históricos, por lo que se sugiere que la teoría de riesgos de desastres es producto de la experiencia de las sociedades. (Rubiano, 2009 p. 243)

Soldano (2008, p. 3) define el riesgo como “la probabilidad de que una amenaza se convierta en un desastre. Así mismo, para Luhmann (1996 en Albarracín, 2002 p. 2) el riesgo como concepto se define como la posibilidad de daños futuros debido a la toma de decisiones particulares, donde las decisiones que se toman en el presente condicionan lo que acontecerá en el futuro. Por otra parte, la RAE (2020) limita al riesgo como una contingencia o proximidad a un daño. Aneas (2000) define el riesgo como la probabilidad de ocurrencia de un peligro.

Para términos prácticos, los riesgos se componen de la siguiente formulación:

$$\text{Riesgo} = \text{Peligro} \times \text{Exposición} \times \text{Vulnerabilidad}$$

---

En la que el peligro se refiere a la probabilidad con la que se presente un evento de cierta intensidad. Se define como grado de exposición a la cantidad de personas, bienes y sistemas que se encuentran en el sitio considerado. Por otro lado, la vulnerabilidad se concibe como la propensión de estos sistemas a ser afectados por el evento, por tanto, el riesgo es el resultado de estos tres factores. (CENAPRED, 2001). El peligro implica la existencia del hombre que valora que es un daño y que no (Aneas, 2000).

El concepto de vulnerabilidad corresponde a la predisposición o susceptibilidad que tiene un elemento a ser afectado o a sufrir una pérdida. (Red de estudios sociales en prevención de desastres América Latina, 1993 p. p 53). La UNDRO en conjunto con la UNESCO y un grupo de expertos propusieron una unificación de conceptos (UNDRO, 1997), en donde definen a la vulnerabilidad como el grado de pérdida de un elemento o grupo de elementos bajo riesgo resultado de la probable ocurrencia de un evento desastroso expresada de 0 sin daño a 1 o pérdida total. La exposición corresponde a la posición geográfica de una infraestructura o la gente con relación a la amenaza (Rojas, *et. al.* 2011, p. 110).

## **1.2. Riesgos climáticos**

Una vez definido el concepto de riesgo se hace énfasis en el concepto de riesgo climático, que se define como el potencial de impactos desfavorables sobre personas, sistemas naturales y sectores económicos producto de condiciones climáticas adversas (Bill, *et al.*, 2020). Si bien la caracterización del clima de una región se basa en valores medios de los eventos meteorológicos, la sucesión habitual de estados atmosféricos también es alterada de forma recurrente por episodios meteorológicos extremos que forman parte de la caracterización climática de una región.

Los sucesos climáticos más dañinos en el mundo son:

- Ciclones tropicales
- Sequías
- Inundaciones por lluvia monzónica

- 
- Olas de frío y heladas
  - Olas de calor
  - Islas de calor (antrópicas)
  - Temporales de viento
  - Tornados

Según el Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés) (2012), la exposición y la vulnerabilidad son los principales factores que determinan los riesgos de un desastre y los impactos cuando el riesgo se materializa. Los fenómenos meteorológicos o climáticos extremos y, aún los no considerados como estos últimos, afectan a la vulnerabilidad ante futuros hechos, modifican la resiliencia, la capacidad para enfrentar problemas y la capacidad de adaptación. En cuanto a la vulnerabilidad se refiere, existen múltiples factores que la determinan, sobre todo de índole social, entre los que destacan los económicos, geográficos, demográficos, culturales, institucionales, sociales y de gobernanza.

Los riesgos climáticos están directamente relacionados con las actividades humanas, es probable que el aumento observado en la temperatura media global de la superficie entre el período de 1951 a 2010 haya sido causado, en gran medida, por la combinación del incremento de las concentraciones de gases de efecto invernadero y otros forzamientos antropogénicos (IPCC, 2014). Durante los últimos 50 años se han notado cambios generalizados en las temperaturas, esto se denota en lo extremas que son y en su distribución por diferentes regiones del mundo, ya que hay una mayor frecuencia de días con temperaturas altas y noches más cálidas.

Estos eventos climáticos extremos causaron daños por casi 160 mil millones de dólares en 2018 según datos de la compañía aseguradora *Munich RE*.

Las amenazas climáticas *per se* no representan ningún riesgo, lo que lo genera es la combinación de una variable humana, ya que una población o comunidad expuesta, vulnerable y mal preparada la hace propensa a los

---

estragos que genere una amenaza natural. El aumento en la frecuencia e intensidad de los eventos meteorológicos extremos pondrá en riesgo la salud de millones de personas, esto se debe a la incidencia de una mala nutrición, la cual está influenciada por el incremento del nivel del mar en zonas agrícolas muy pobladas. A la par de lo anterior, también se espera el aumento de riesgos sanitarios, inducidos por diferentes condiciones climáticas, así como la extensión de enfermedades infecciosas. Los lugares con infraestructura sanitarias menos habilitadas para brindar servicios de salud –normalmente en países en desarrollo- serán los menos capacitados para prepararse ante esos cambios ya que la ayuda es poca o casi nula.

### **1.3. Bioclima**

Según lo escrito por Tesauro (2013), el bioclima se define como el efecto del clima sobre los seres vivos. Desde la antigüedad se ha considerado que el clima tiene influencia sobre el origen y desarrollo de las enfermedades, esta relación alcanzó su punto más alto con las doctrinas hipocráticas en el siglo IV a.C. las cuales funcionaron como antecedente en la medicina occidental en el siglo XVII, bajo la doctrina “topografías médicas” de Thomas Sydenham, este suceso junto con el ambientalismo generó el movimiento higienista en salud pública.

Desde épocas antiguas, múltiples sucesos, entre ellos las enfermedades y las variaciones climáticas, eran centros de estudio, sin embargo, éstos se realizaban desde una perspectiva asociada con lo sobrenatural, en ocasiones los chamanes eran demandados con solicitudes tanto para predecir y ayudar a que hubiera climas favorables como con la cura de enfermedades, sin diferenciar que ambos no estuvieran relacionados. Esta visión se rompe con Hipócrates a quien corresponde la primera visión naturalista de la enfermedad. La relación entre el clima y la salud de Hipócrates se resume en la existencia de lugares más “saludables” que otros y que los cambios de clima en un lugar predisponen o vuelven susceptible al ser humano de ciertas enfermedades.

---

Hoy en día, aún es tomada en cuenta esta relación, no obstante, ha tenido variaciones ya que los cambios que ha sufrido el clima en la atmósfera del planeta ha sido un factor por el que surgieran nuevas enfermedades o males asociados. En este tenor, el uso tanto de la Geografía Médica como de la Bioclimatología son esenciales para el análisis sobre los efectos del clima en la salud humana, de hecho, esta última es definida como la influencia del clima con los seres vivos y tiene como objetivo encontrar la zona de confort térmico o equilibrio energético.

Una de las consecuencias que ha superado el límite superior de la vulnerabilidad histórica es el incremento de 0.4°C en los últimos 100 años de la temperatura del planeta, cuestión que se vincula de manera directa con la influencia del ser humano y con sus prácticas cotidianas. Estas modificaciones del clima afectan al funcionamiento de ecosistemas y las especies que los integran, aunque también tendría un efecto sobre la salud humana tanto de forma positiva como negativa, por ejemplo, uno de los puntos positivos es que en ciertas regiones los inviernos serían más suaves, esto reduciría el pico de mortalidad en esas regiones, mientras que los lugares en los que predomina un clima templado o cálido estarán expuestos a temperaturas más altas. Las temperaturas medias más altas tanto en invierno como en verano alterarían los patrones ya conocidos de exposición a temperaturas extremas y por consiguiente tendría distintos tipos de repercusiones a la salud, esto se debe a una mayor variabilidad climática.

El estrés térmico es peligroso de forma potencial para las personas que se encuentran trabajando durante el verano, especialmente aquellos trabajadores que se dedican a actividades como la agricultura y la construcción los cuales son más vulnerables y ante ello hay programas específicos de prevención de riesgos. La causa del problema no sólo se relaciona con las temperaturas elevadas sino con la acumulación de calor en el organismo que se genera en el cuerpo por ejecutar actividades físicas intensas. Cabe señalar que hay factores previos que pueden incrementar el



---

riesgo, muestra de éstos son las enfermedades cardiovasculares y respiratorias, así como la diabetes, entre otras, de manera independiente a estas enfermedades, el golpe de calor es la consecuencia más grave y esta aparece cuando el cuerpo supera los 40°C, y entre el 15% y 25% de los casos resulta mortal para quien lo padeció.

El calor excesivo es una amenaza para la salud pública. Por cada grado centígrado por encima de un cierto nivel, los fallecimientos incrementan de un 2% a un 5%. Las personas con edades avanzadas, enfermos crónicos, población que trabaja en ambientes expuestos y los niños son los grupos con mayor vulnerabilidad. El calor extremo afecta a todas poblaciones que lo viven, además de otros fenómenos como olas e islas de calor que han estado presentes en grandes ciudades de primer mundo. Un ejemplo es el calor registrado en el continente europeo durante el verano de 2003, éste causó un incremento en la tasa de mortalidad 4 a 5 veces mayor en algunas ciudades.

Se espera que las variaciones climáticas y eventos extremos aumenten en intensidad y frecuencia, lo cual hará estragos para la salud humana. Se estima que para el año 2050 los episodios de calor que solían ocurrir cada 20 años acontecerán cada 2 o 5 años. Además, para el decenio actual habrá tres veces más personas mayores de 65 años viviendo en ciudades y serán éstas las más afectadas por el aumento. La protección de la población frente al aumento de temperatura requiere de diversas medidas y de la participación multidisciplinaria, uno de los pasos a seguir será la vigilancia y el tratamiento a poblaciones vulnerables mediante una planificación urbana a largo plazo, ya que a través de estos planes se espera la reducción del efecto de las Isla de calor. Los puntos centrales para enfocarse son la definición de la situación meteorológica, los mecanismos de difusión de avisos preventivos o informativos en conjunto con las actividades de salud pública para prevenir y reducir daños asociados con el aumento de la temperatura.

---

VARIABLES CLIMÁTICAS QUE INFLUYEN EN EL CONFORT TÉRMICO:

- Humedad: es vapor de agua, gas invisible e inodoro que cuando se enfría puede condensarse (Tejeda *et al.*, 2018).
- Viento: es aire en movimiento producido por las diferencias de temperatura y presión atmosférica, causadas a su vez por el calentamiento no uniforme de la superficie terrestre (García, 1985).
- Radiación: es la transferencia de energía por ondas electromagnéticas y se produce directamente desde la fuente hacia afuera en todas direcciones. (Gobierno de España, Agencia Estatal de Meteorología).

Existen otros factores que influyen en el grado de confort térmico, algunos son propios de las personas, pero el más importante es la actividad física que influye directamente sobre el metabolismo, el tipo de vestido es una barrera térmica que ayuda por su resistencia térmica y por la circulación en el paso de la humedad. Además, hay otros factores como la edad, el sexo, las condiciones geográfico-físicas (resistencia al frío o al calor) y la época del año.

#### **1.4. Métodos, indicadores e índices bioclimáticos**

Los índices de confort analizan variables climáticas y permiten cuantificar los rangos de confort para diferentes espacios o situaciones (Gómez *et al.*, 2004., en Ruiz, *et al.*).

##### *Grados días de refrigeración*

Los grados días de refrigeración o calefacción (GDC, GDR) son indicadores clásicos que relacionan el gasto energético del clima, con ellos se determinan los periodos durante los cuales se requiere calefacción o refrigeración en un lugar y el total de energía necesaria para mantener las condiciones de confort aceptables en el interior de los edificios.

El período de calefacción se define como aquel durante el cual las temperaturas se mantienen por debajo del umbral de confort, en cuyo caso hay que aumentar la temperatura al interior de un espacio; el de refrigeración

hace referencia al período durante el cual las temperaturas superan el umbral de confort, por lo que es preciso disminuir la temperatura.

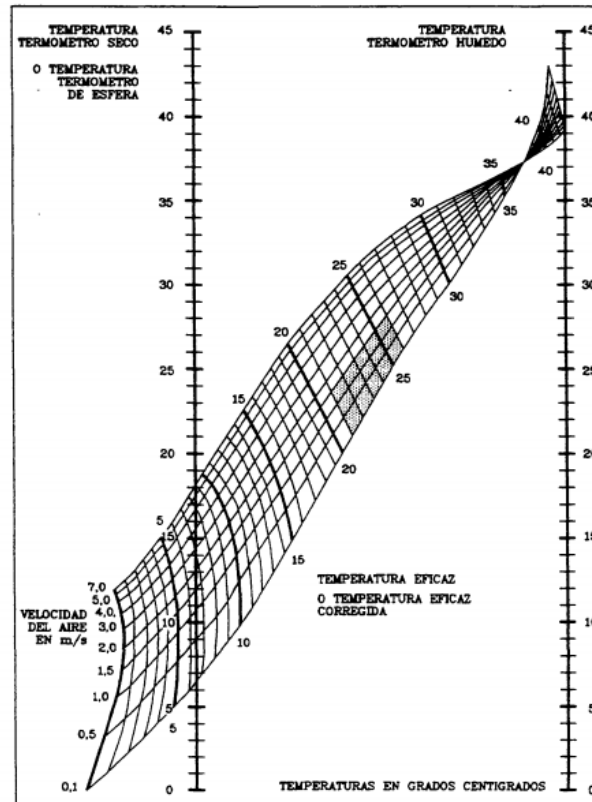
## 1.5. Índices de confort

### *Temperatura efectiva*

Es uno de los índices de mayor aceptación, fue adoptado por la *American Society of Heating and Air conditioning Engineers* (ASHRAE). En la formulación original de este índice se combinaba la temperatura del termómetro seco y la humedad relativa. Más tarde, se incluyó la velocidad del viento y para el año de 1947, Bedford introdujo la temperatura radiante.

El cálculo de este índice se realiza mediante la utilización de un nomograma (Figura 1) con los datos necesarios como la temperatura del termómetro seco, la humedad y velocidad del viento.

Figura 1. Nomograma para temperatura efectiva



Fuente: ASHRAE (Farías, 1990 en Fernández, 1994).

---

### *Índice de tensión por calor*

El Índice de Belding y Hatch (1933), viene valorado por la relación  $E/E_{max}$ , donde E es la cantidad de calor que un sujeto debe evacuar por evaporación para mantener su equilibrio térmico, y  $E_{max}$  es la cantidad máxima que puede eliminar en el ambiente, es decir, la cantidad de vapor E que un individuo puede evacuar, depende del clima ambiental y el metabolismo, mientras que  $E_{max}$  es la cantidad que puede evacuar y se fija por la tensión de vapor de agua en el ambiente y la velocidad del aire. Si estos parámetros permiten una evaporación superior a la que permite la fisiología, entonces,  $E_{max}$  se determina por el límite (600 cal/h) para una jornada de 8 horas.

### *Índice de temperatura y humedad*

El índice de temperatura y humedad fue inventado por Earl C. Thom, investigador de la oficina meteorológica de Estados Unidos (1959) quien definió una medida de la reacción del cuerpo humano al combinar el calor y temperatura.

Este índice se representa como:

$$THI = 0.4 (T + Tw) + 15$$

En donde:

T= temperatura del aire

Tw=temperatura del bulbo húmedo

Temperatura efectiva

Este índice fue propuesto por Missenrad en 1937 y relaciona la combinación de temperatura y humedad sobre los humanos.

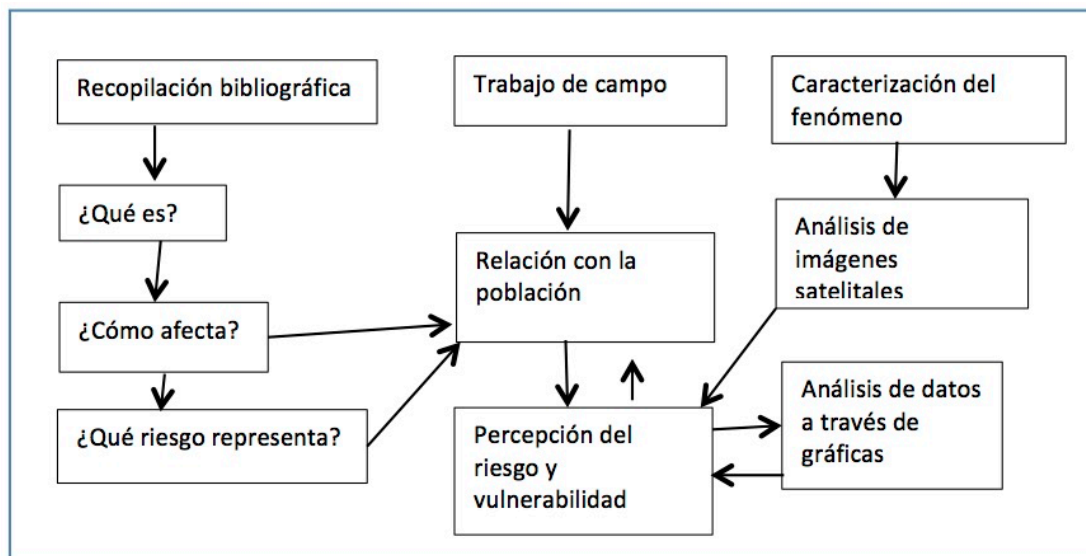
$$TE = Ta - 0.4 (Ta - 10)(1 - Hr/100)$$

En donde:

Ta= temperatura del ambiente

Hr=humedad relativa

Figura 2. Metodología aplicada



## 1.6. Confort térmico

El confort se define como el conjunto de condiciones en las que los mecanismos de autorregulación son mínimos o también como aquella zona delimitada por umbrales térmicos en el que el mayor número de personas manifiestan sentirse cómodas (García, 1994 p. 109). Para González (1998), el confort térmico está condicionado por eventos meteorológicos básicos como la humedad, la temperatura, el viento y la radiación solar, además de la variación estacional de hora del día y de la ubicación y las condiciones físicas de la persona, es por ello que la reacción ante ciertas condiciones meteorológicas tiene un amplio espectro de variación entre una persona y otra.

Según el *American Society of Heating and Air conditioning Engineers* (ASHRAE) el confort es definido como aquellas condiciones de la mente que expresan satisfacción del ambiente térmico. De manera más puntual, se refiere al estado de percepción ambiental momentáneo, el cual se determina a partir de la salud del individuo (ASHRAE en García, *et al.* 1994). Para Humphreys (2000) la adaptación a un clima es interpretada como una disminución gradual de la respuesta del organismo a estimulaciones

---

repetitivas en el ambiente. Por tanto, la satisfacción con el clima en interiores que se logra cuando el sujeto alcanza sus “expectativas térmicas”.

### **1.7. Estrés térmico**

Hay actividades laborales y cotidianas que por su naturaleza se deben realizar al aire libre y, generalmente, bajo la exposición directa de la radiación solar; entre estas actividades pueden destacar trabajos en la agricultura, las obras públicas, el comercio informal, entre otros. Esta no es una sensación exclusiva del exterior, sin embargo, es ahí donde se puede encontrar más comúnmente. En el caso de los interiores esto depende del tipo de material con el que está construida la casa o edificio, por lo que de igual manera el estar al interior no garantiza estar exento de presentar un grado de estrés térmico.

Para un mejor entendimiento de ambas partes se puede realizar un acercamiento desde la medicina junto con el estudio de los riesgos laborales, que también incluye una perspectiva fisiológica de una persona la cual permite entender cómo y por qué funciona de esa manera el cuerpo humano al estar sometido a altas temperaturas. Lo que corresponde a la comprensión de cómo funciona en interiores y cómo prevenir este tipo de sucesos existe la arquitectura bioclimática encargada del diseño de interiores planificados que toman en cuenta las condiciones climáticas de la región en las que pueden dar casos de estrés térmico.

Según el *Center for Disease Control and Prevention* (2016) de Estados Unidos el estrés térmico representa un problema mayor para quienes trabajan en exteriores e interiores. El estrés térmico puede causar calambres, golpes de calor, cansancio, entre otros síntomas, además pueden ocurrir accidentes cuando los trabajadores tienen las manos húmedas (producto del sudor), sus lentes de seguridad empañados, o carecen de equipo para estar en contacto con calor, por lo que dejan de lado los protocolos de seguridad.

---

Las altas temperaturas y humedad, junto con la exposición directa al sol o a maquinaria caliente, como hornos y trabajar en un lugar con una ventilación inadecuada son condiciones que ponen en riesgo la salud de trabajadores y población en general. El ser humano debe mantener su temperatura corporal dentro de un rango muy estrecho de valores, alrededor de los 37° C, de no ser así su salud podría verse afectada hasta el grado de causarle la muerte, sin embargo, no todas las condiciones siguen un patrón riguroso, ya que se agrega la variable de la climatización, atenuando las condiciones climáticas (González, 1996).

### **1.8. Estrés térmico en medicina**

El estrés térmico está definido como la carga neta de calor a la que está expuesto un trabajador o trabajadora como resultado de las condiciones ambientales en las que pueden trabajar en conjunto:

- Alta temperatura, alta humedad, entre otros
- Actividad física intensa
- Ropa o equipos de protección con características aislantes que dificultan o impiden la transpiración
- Temperatura del aire
- Velocidad del aire
- Radiación
- Actividad metabólica

Todos los sectores de la población están expuestos a sufrir algún daño por estrés térmico, no obstante, existen también elementos físicos propios de la población que tienen una influencia directa en la vulnerabilidad, entre éstos:

*Sobrepeso:* existe una mayor posibilidad de que una persona con sobrepeso esté expuesta debido a que el exceso de grasa actúa como aislante térmico y, por lo tanto, impide la disipación de calor.

*Edad:* el riesgo de sufrir consecuencias por el estrés térmico se debe considerar independiente de la edad. Aun así, las personas de mayor edad son las más susceptibles, lo que se debe a que su capacidad de mantener la

---

hidratación es menor, además de que padecen problemas de control de circulación.

*Historial médico:* enfermedades cardiovasculares, de vías respiratorias, insuficiencia renal, diabetes, pueden disminuir la capacidad de respuesta frente al calor.

*Consumo de determinados medicamentos:* los medicamentos anticolinérgicos pueden llegar a ser inhibidores de la sudoración especialmente en población de edad avanzada, entre otros medicamentos se encuentran los antihistamínicos, antidepresivos, tranquilizantes, entre otros.

*Consumo de drogas y alcohol:* consumir drogas tiene como consecuencia un empeoramiento en la respuesta del cuerpo ante altas temperaturas, ya que el consumo de estupefacientes aumenta la temperatura interna, pero descarta la capacidad de eliminar el calor.

Por otra parte, el alcohol produce vasodilatación periférica y diuresis (cantidad de orina eliminada), considerando que sus efectos duran varias horas después de consumirlo la tasa de mortalidad asociada a estrés térmico en trabajadores alcohólicos es mayor que la de aquellos que no lo son.

Una alta humedad también aumenta el riesgo de sufrir algún daño físico asociado al calor ya que interfiere con la sudoración y el cuerpo no puede enfriarse. Para conocer el grado de estrés térmico es necesario identificar la cantidad de calor que produce el organismo.

En el organismo la temperatura corporal es del  $36.6^{\circ}\text{C} \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ ; y para mantenerla hay distintos mecanismos productores de calor, así como otros que consiguen pérdida de calor, para adaptarse a las condiciones ambientales. La temperatura corporal es diferente en las distintas localizaciones del organismo, la más considerada es la esofágica, la cual está sujeta a oscilaciones circadianas (Maté *et al.*). El ser humano tiene una temperatura constante dentro de límites estrechos, estos no permiten la existencia de variaciones constantes. El ser humano tolera temperaturas inferiores a los  $35^{\circ}$  y superiores a los  $41^{\circ}$  pero no por un periodo muy corto



---

de tiempo ya que desviaciones prolongadas que lo llevarían a sufrir daños fisiológicos permanentes o incluso la muerte.

Frente al aumento de temperatura existen mecanismos fisiológicos que ayudan a la regulación de la temperatura corporal, el más importante es cuando se produce una dilatación en los vasos sanguíneos de la piel que se dirigen hacia la superficie corporal, enrojeciendo la piel, además de producir una estimulación en las glándulas sudoríparas que aumentan la sudoración.

Los mecanismos de termorregulación del organismo tienen como finalidad el mantenimiento de la temperatura interna constante (Vighi, 2005). En el cuerpo, la transferencia de calor se da por procesos de radiación, convección, conducción y evaporación, los cuales se explican a continuación:

*Radiación:* Forma de propagarse la energía o las partículas a través del espacio.

*Conducción:* Transferencia de calor producida por el contacto entre dos cuerpos, el más cálido será el que presentará una pérdida.

*Convección:* Es la transferencia de calor de un cuerpo hacia las partículas de agua o aire que entran en contacto con él. La pérdida o ganancia de calor depende de la temperatura y velocidad del aire.

El metabolismo (calor metabólico) es la principal fuente de calor del ser humano; al acelerarse el metabolismo, ya sea por realizar algún trabajo o por procesos internos, el calor metabólico aumentara. En cuanto a fuentes externas el principal factor es el medio ambiente.

Mediante la convección, si la temperatura del ambiente y los objetos que nos rodean es más alta que la del cuerpo, también existirá un aumento interno de calor corporal por lo que este proceso muestra una ganancia de calor o termogénesis.

Un aumento excesivo y constante de la temperatura junto con la humedad en el ambiente y un esfuerzo corporal puede causar alteraciones y trastornos sistémicos como los siguientes:

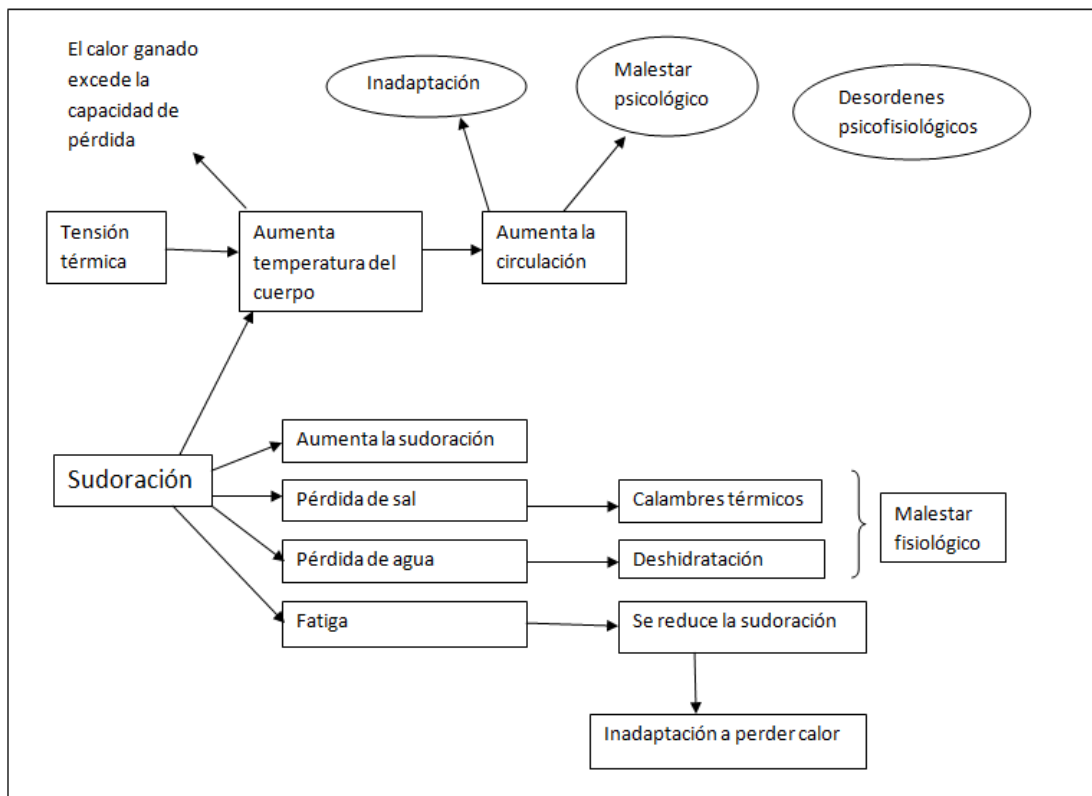
---

*Calambres por calor:* Se producen por la cantidad de sales perdidas de la mano con la sudoración. El calambre *per se* no representa ningún riesgo, no obstante, la pérdida de sales es lo que podría representar un problema.

*Agotamiento por calor:* Se pueden distinguir dos tipos de agotamiento por calor; el primero se produce debido a la sudoración y a la pérdida de sales, que da lugar a la sed, debilidad, fatiga y aumento de la temperatura corporal. El segundo tipo que se puede identificar es el producido por una mala reposición de sales ya que si sólo se consume agua en busca de una pronta recuperación se deja a la principal fuente del agotamiento con consecuencias similares a las del primer caso.

De acuerdo a lo anterior, para una reposición correcta de agotamiento es indispensable acompañar los líquidos con sales y descanso en un lugar en el que no se esté expuesto directamente a la radiación solar. Otra consecuencia que se puede manifestar junto con el agotamiento es el golpe de calor, que de ignorarlo se puede convertir en una emergencia grave debido a que puede llegar a provocar la muerte de no tratarse a tiempo. La principal característica que lleva a este punto es mostrar una temperatura superior a los 42° C, lo que altera al sistema nervioso central con síntomas como la piel caliente, pero sin sudoración. La alteración del sistema nervioso es el síntoma más común, aunque también se acompaña de pupilas dilatadas, temblores, mareo, vómito, desorientación, entre otros. En algunos casos se pueden producir hemorragias en la piel y el tracto gastrointestinal o en otros quedan secuelas como falta de coordinación muscular o parálisis de algún lado del cuerpo.

**Figura 3. Diagrama características del estrés térmico**



Fuente: Vighi, 2005.

Una de las respuestas positivas del cuerpo humano frente a un incremento de temperatura constante es la aclimatación, que consiste en un conjunto de adaptaciones que permiten tolerar un mayor grado de estrés por exposición al calor. Este proceso induce a un cambio en la cantidad de sudoración y el ritmo del flujo sanguíneo, permitiendo al cuerpo a trabajar en climas más calurosos. La adaptación ocurre dentro de los primeros días de exposición al calor, para una adaptación por completo se requieren 14 días; por lo que la exposición debe ser constante.

### 1.9. Estrés térmico en arquitectura

En México la demanda de vivienda ha aumentado, fenómeno que se debe, en gran medida, a las migraciones rural-urbano, que se refleja en el crecimiento de las ciudades, el cual ha rebasado a los órganos encargados de la regulación de asentamientos y que en la búsqueda de acelerar los

---

procesos de construcción no siguen las normas adecuadas, lo que afecta en primer lugar el entorno y por consiguiente a la población, esto a causa de una nula planeación que marque el desarrollo urbano y no sólo genere asentamientos irregulares poco armoniosos sino también riesgosos.

Este problema es más significativo cuando se nota que las viviendas y construcciones no cumplen con las características de mínimas en los espacios, ni tampoco estándares de calidad y mucho menos criterios de diseño como la orientación, ventilación, iluminación, ahorro energético, consumo de agua, tratamiento de desechos, entre otros.

El tipo de construcción y material juegan un papel importante para alcanzar el confort térmico, es por ello que surgió la arquitectura bioclimática que se encarga de desarrollar e implementar tecnologías que aprovechen recursos para el bienestar de quienes habiten una casa, edificio u oficinas, ya que toma en cuenta las condiciones climáticas del entorno para el desarrollo de los proyectos. Entre las cualidades que ofrece esta rama de la arquitectura es el ahorro de consumos básicos e incluso ser autosuficiente, cabe mencionar que desarrollar una vivienda de este tipo resulta costoso a diferencia de una convencional. Son varios los elementos que se pueden aplicar para lograr que las viviendas sean aptas para alcanzar un confort térmico, entre ellas están:

- Uso de persianas y toldos
- Colores claros en techos y paredes
- Jardines y árboles de sombra
- Concreto como principal material de construcción ya que proporciona una alta inercia térmica, tiene un tiempo largo de vida útil y reduce los gastos de conservación y mantenimiento.

La inercia térmica se refiere a la capacidad de los materiales para conservar la energía térmica y ser posteriormente liberada, lo cual conlleva a la disminución de una necesidad de climatización. Durante el verano, el frío que es acumulado durante la noche es liberado durante el día, lo que significa

---

que, a mayor inercia térmica, mayor estabilidad térmica. Mientras que, durante el invierno, la superficie de los materiales se calienta por conducción, transmitiendo el calor y acumulándose. En esta época las variaciones térmicas son más estables ya que el calor acumulado en el día es liberado por la noche. Por lo tanto, el ahorro de energía es mayor cuando se incluyen aislantes térmicos que mejoran el confort y ayudan a la reducción de gases de efecto invernadero. La distribución correcta de la energía recibida permite una disminución de un fenómeno que se denomina “isla de calor”, tema que se abordará con mayor profundidad en las siguientes líneas.

### **1.10. Islas de calor**

Según la Agencia de Protección Ambiental (EPA por sus siglas en inglés) la isla de calor se define como la intensidad de aumento térmico que se observa en ambientes urbanos (EPA, 2016). La isla de calor urbana es considerada uno de los problemas de mayor importancia en el siglo XXI, es resultado de la urbanización e industrialización en diferentes espacios. La gran cantidad de calor generado por construcciones urbanas que consumen y re-irradian radiación solar, junto con otras fuentes antropogénicas son las principales causas de este fenómeno. Estas dos fuentes de calor aumentan las temperaturas de áreas urbanas comparado con sus alrededores, lo que es conocido como Intensidad de la Isla de Calor Urbana. El problema es aún peor en ciudades y metrópolis con una gran población y actividades económicas significativas.

Se estima que hay más de tres billones de personas habitando en áreas urbanas en el mundo, las cuales están expuestas directamente a este problema, que incrementara en el futuro (Rizwan, *et al.*, 2008). En el año 2001 el ministerio del medio ambiente hizo referencia que la isla de calor tiene como efecto de la contaminación del aire y a partir de ese momento surgieron medidas de mitigación como un asunto de política (Yamamoto, 2006). De acuerdo con lo mencionado por Sosa *et.al.*, la caracterización de la isla de calor urbana en las ciudades es una herramienta que permite evaluar

---

y cuantificar el crecimiento de los consumos energéticos vinculados con diferentes patrones de asentamiento o desarrollo de la ciudad.

La isla de calor puede tener presencia en diferentes escalas, desde los alrededores de un solo edificio rodeado de un pequeño dosel de vegetación, o una gran porción de una ciudad. Las islas pueden ser benéficas o perjudiciales para el habitante urbano y usuario de energía (Taha, 1997). Este fenómeno puede aumentar la temperatura de las ciudades entre 2°C y 8° C. Según la *United State Enviroment Protection Agency* (EPA), en todo el mundo los días calurosos fuera de lo normal se han vuelto cada vez más comunes, así como la ocurrencia de noches con las mismas características. Los modelos climáticos proyectan que la frecuencia, intensidad y duración de este fenómeno se mantendrá en las próximas décadas.

Las islas de calor urbanas son un fenómeno asociado con la cubierta del suelo, esta se combina con otros factores que pueden ser clasificados como temporales, como la presencia del viento o la nubosidad, entre los constantes nos referimos a las áreas verdes, materiales de los edificios y visión del cielo. De acuerdo con Shimoda *et Al.* (1999) en Sanginés (2013), el calor antropogénico es una imperfección del sistema energético del metabolismo urbano. Aunque es difícil estimar el intercambio de calor por fuentes antropogénicas debido a la temporalidad, posición, cantidad y fase de las fuentes resulta siempre posible mitigar estas fuentes.

Este fenómeno se produce durante la noche, cuando el calor almacenado por el asfalto y los edificios es remitido a la atmósfera en forma de radiación de onda larga; durante el día la mayor capacidad calorífica de los materiales urbanos y las múltiples sombras provocadas por los edificios y árboles mantienen a la ciudad con temperaturas menores. Según Unwin (1980) en Sarricolea (2008) las condiciones sinópticas nocturnas favorecen la concentración de calor. Por otra parte, Guijarro (1998) en Sarricolea (2008) atribuye la máxima intensidad nocturna de la isla de calor a la acción conjunta

---

de la disminución de la oscilación termométrica diaria de la ciudad por los materiales de construcción.

La sustitución de la estructura original (vegetación) por elementos urbanos (pavimento y edificaciones) altera el clima en diferentes escalas, desde una escala local hasta una regional ya que el balance de energía se altera. En ausencia de una buena ventilación, el clima urbano es el resultado del efecto de la radiación que reciben las superficies de la ciudad y que se disipa en la atmósfera. En las ciudades la evapotranspiración se reduce de manera abrupta, debido a que las áreas que producen humedad son muy reducidas, igualmente, los materiales de construcción no cambian sus propiedades térmicas, lo que provoca un almacenaje constante de energía. El comportamiento de la isla de calor urbana depende de la carga de calor urbano provocado por el calor de combustión, por ejemplo, del transporte, la contaminación atmosférica, la cantidad limitada de superficies húmedas, estructuras y materiales urbanos. Así que la isla de calor urbana puede estar presente a diferentes escalas, según su ubicación, condiciones climáticas que prevalecen y el uso de suelo.

El cambio de temperatura en las ciudades muestra cómo ha disminuido la cantidad de cubierta vegetal al ser reemplazada por pavimento y asfalto. Un elemento adicional a la isla de calor urbana es la forma en la que estos centros urbanos son planeados y construidos, es decir, la geometría urbana. Uno de los principales puntos a mencionar dentro de este trabajo es el “cañón urbano” que se podría representar como líneas rectas a lo largo de los edificios. Durante el día los cañones proporcionan sombra reduciendo la temperatura de la superficie y el ambiente, en contraparte durante el atardecer las superficies absorben el calor incrementando la temperatura.

Otro problema asociado con este fenómeno es la ausencia de zonas con vegetación y el entubamiento de cuerpos de agua, ya que tanto las plantas como el agua disipan la energía a través de la evaporación (Figura 3). Los

---

componentes esenciales para enfriar las ciudades incluyen promover la reforestación con árboles de sombra y un cambio de techos de color oscuro y materiales de pavimentación a colores más claros. El efecto de enfriamiento de los árboles de sombra se debe al fenómeno de evapotranspiración. El uso de colores más claros en materiales para techos y pavimentos significa que la reflexión de la radiación solar entrante es mayor, por lo tanto, la absorción de calor es menor (Rosenfeld, *et al.* 1998). Además de ahorrar energía, sembrar árboles de sombra y sustituir el color de los techos oscuros por más claros representarían una disminución en las emisiones de CO<sub>2</sub> (Akiba *et al.*, 1990).

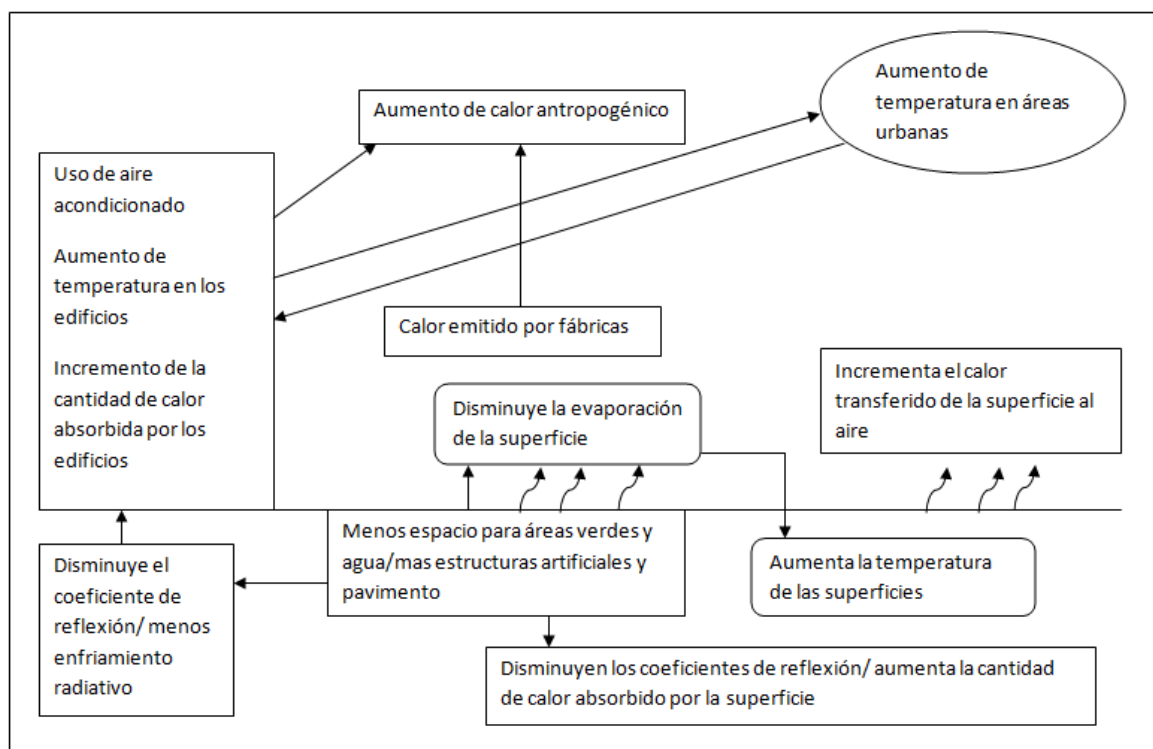
Asimismo, los árboles impactan de manera directa en el uso de la energía en los edificios por procesos como la reducción de la entrada de ganancia de calor solar a través de ventanas, paredes y patios, mientras que en invierno permiten que el calor se mantenga al interior de los edificios (*Ibíd.*). Incrementar el albedo superficial de los edificios impactaría directamente con su balance de energía. Según Simpson *et al.* (1997), las cubiertas de color blanco con albedo (0.75) resultan más frescas que aquellas de color gris (0.30). Estas medidas muestran que el incremento del albedo puede no ser efectivo en la reducción de temperatura si es reducida la emotividad del material reflejante (Sanginés, 2013).

Según el *Heat Island Group* (2008) aumentar la reflectancia solar en zonas urbanas reduciría la ganancia solar, disminuyendo la temperatura y evitando la transferencia de calor de vuelta a la atmósfera. Este proceso es llamado “forzamiento radiactivo negativo”. Existen varias consecuencias y, aunque no todas resultan perjudiciales sí tienen un cierto impacto en la dinámica urbana, entre estos problemas se encuentra la disminución del período de invierno, la cual representa una disminución en el uso de calefactores, una mayor concentración de gases de efecto invernadero, el aumento en el uso de refrigeración o sistemas de ventilación (lo que conlleva un aumento de uso de energía) y algunas otras modificaciones en el clima regional. Otro de los efectos negativos que trae consigo la isla de calor en las ciudades es el



aumento de *smog* que tiende a concentrarse, dicho fenómeno fomenta el aumento de la temperatura.

**Figura 4. Diagrama de islas de calor**



Fuente: Yamamoto, 2006.

El aumento de temperatura en regiones urbanas tiene un efecto directo en el índice de confort térmico humano, donde la población puede experimentar estrés por calor, con lo que aumentará el consumo de energía para enfriar edificaciones, lo cual afecta, de cierta manera, a la salud humana. Para comprender mejor lo que implica a la isla de calor, se deben conocer los elementos que componen el lugar donde se presente. En palabras de Higuera (1998), la ciudad crea sus propias condiciones intrínsecas, ambientales, lumínicas, de paisaje, geomorfologías, con independencia de su entorno y con características particulares propias. Por lo tanto, el sistema urbano se constituiría por los siguientes factores:

- Climáticos: temperatura, humedad y viento
- Físicos: geomorfología

- 
- Lumínicos: consideraciones relativas a la luz
  - De equilibrio ambiental: ruidos, vibraciones, entre otros.
  - Sociales y psicológicos: de relaciones interpersonales urbanas

Una manera visual de identificar a una isla de calor puede ejecutarse al dibujar una curva de un extremo de la ciudad al otro, mapeando gráficamente el cambio de temperatura del entorno rural al urbano y de vuelta al entorno rural. La "isla" estaría representada por la gran espiga en el centro del gráfico, que generalmente imita el contorno de las estructuras dentro del área urbana, limitada por acantilados en el otro lado que marcan el límite entre lo urbano y lo rural (Oke, 1982 en Mohajerani *et al.*, 2017).

Según Oke (1982), la atmósfera de las ciudades puede clasificarse en dos categorías; la capa del dosel urbano y la capa de límite urbano. La primera capa se extiende hasta el nivel del techo de los edificios, mientras que la capa del límite urbano se extiende desde el nivel medio del techo hasta unos pocos kilómetros encima de este. Cada capa tiene un efecto sobre la otra ya que la capa límite contribuye al calentamiento, enfriamiento y evapotranspiración de la capa de dosel urbano y ésta contribuye a las condiciones de clima a escalas mayores.

El viento y la nubosidad son dos características del clima que tienen que ver con el desarrollo de una isla de calor. Para que suceda se deben encontrar periodos de poca nubosidad y viento ya que éstas favorecen el alcance de radiación que incide en las ciudades. Asimismo, se pueden distinguir dos tipos de islas de calor, la primera isla de calor "superficial" representa la diferencia de la temperatura en diferentes materiales y superficies urbanas; la segunda se denomina isla de calor "atmosférica" donde se señalan las diferencias térmicas entre el aire de las zonas urbanas y rurales (Moreno, *et al.* 2016) (Figura 5).

**Figura 5. Tabla diferenciación de islas de calor**

Características	Isla de calor superficial	Isla de calor atmosférica
Ritmo temporal	Presente durante el día y la noche Mayor intensidad durante el día en verano	Débil o inexistente durante el día Mayor intensidad durante la noche o de la puesta de sol y en invierno
Picos de intensidad	Gran variación espacial y temporal: Durante el día de 10°C a 15°C Durante la noche de 5°C a 10°C	Poca variación Durante el día de -1.8°C a 3°C Durante la noche 7°C a 12°C
Método de identificación	Teledetección	Estaciones meteorológicas fijas
Representación	Imagen térmica	Mapas de isotermas Gráficos térmicos

Fuente: EPA, 2008 en Moreno García, *et al.* 2016.

### 1.11 Radiación solar

La radiación solar influye en el paisaje urbano de dos maneras, directa y reflejada. La atmósfera funciona como un filtro ante la entrada de radiación, lo que permite el ingreso de rayos dentro de un espectro en donde se encuentran los rayos ultravioletas y los infrarrojos (de valor térmico). Tras atravesarla, la energía disminuye considerablemente y la fracción de la constante solar que recibe el suelo es la radiación directa que se ve afectada por elementos físicos como la ubicación y latitud, además es la que condiciona el diseño de edificios y espacios urbanos.

La radiación difusa es la procedente de la refracción y difusión sobre la superficie, un factor importante es el albedo del suelo, éste tendrá variaciones según el material y color, claramente diferente entre un ambiente urbano y uno rural. Las temperaturas extremas del aire contribuyen directamente a las defunciones por enfermedades cardiovasculares y respiratorias, sobre todo entre personas de edad avanzada. Las altas temperaturas provocan un aumento en los niveles de ozono y otros contaminantes del aire que agravan las enfermedades.

---

Los niveles de polen y otros alérgenos también aumentan en casos de calor extremo. Todos estos pueden provocar asma, enfermedad que afecta a unos 300 millones de personas en el mundo. La isla de calor urbana es un fenómeno moderno que permite un estudio desde distintas disciplinas como la arquitectura, medicina y para fines de este trabajo, la geografía dando pauta a la existencia de diversos métodos para su identificación. La importancia del análisis radica en el crecimiento poblacional y la búsqueda de mejores condiciones de vida han llevado a las zonas urbanas a un crecimiento desmedido que no considera los riesgos de la misma pues en la necesidad de eliminarla se recurre a aparatos que convierten en un ciclo la circulación del calor. El estado estudiado por su propia geografía es una zona calurosa donde la plancha de asfalto ha presentado un crecimiento, en el siguiente capítulo se revisarán las características.

---

---

## Capítulo 2. Caracterización del estado de Colima

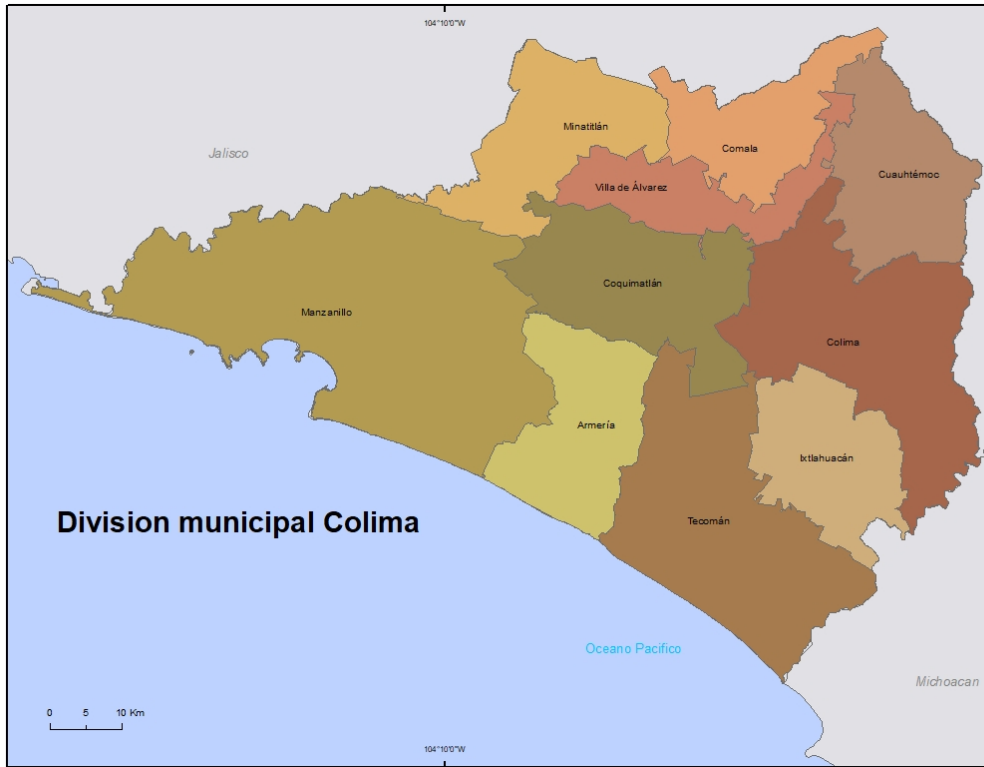
Colima es uno de los estados más pequeños de México, no obstante, cuenta con una extensa variación en cuanto a su fisiografía, dando paso así a diversos climas que a su vez permiten que se realicen ciertas actividades económicas, como la agricultura o turismo, en beneficio de la población. En el presente capítulo se abordará una descripción sobre la geografía de Colima desde aspectos físicos a demográficos.

### 2.1 Ubicación

El estado de Colima se localiza en la parte media de la costa sur occidental de México, sus coordenadas extremas son: al Norte 19°31', al sur 18°41' latitud Norte; al Este 103°29' y al Oeste 104°41' de longitud Oeste. Limita en gran parte de su territorio con el estado de Jalisco, al sureste con Michoacán y al sur con el Océano Pacífico. Es una de las entidades más pequeñas del país con una superficie de 5 455 km<sup>2</sup> y representa el 0.3% del territorio nacional con un litoral de 104 km de longitud (AREGIONAL, 2009).

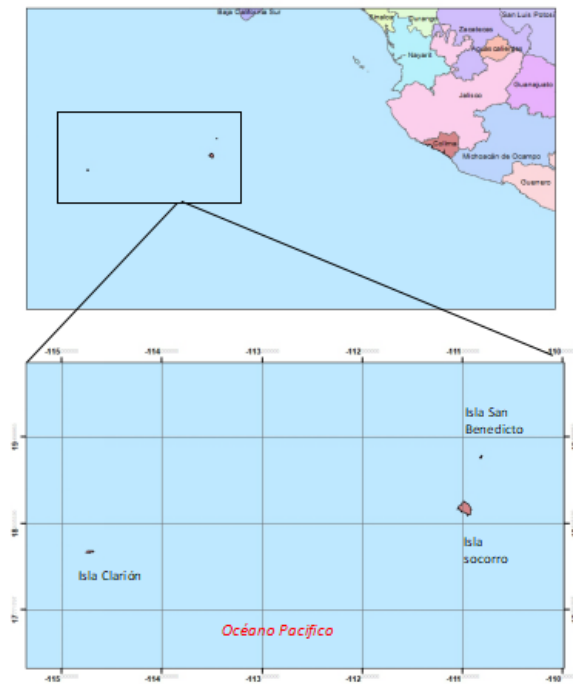
El estado se compone de 10 municipios: Armería, Colima, Coquimatlán, Cuauhtémoc, Ixtlahuacán, Minatitlán, Tecomán y Villa de Álvarez (Figura 6). Cabe señalar que a ser un estado con límites en la costa del Pacífico le corresponde de manera administrativa los archipiélagos de Revillagigedo, formado por las islas Benito Juárez, San Benedicto, Roca Partida y Clarión, con una superficie de 167 km<sup>2</sup> (Figura 7).

**Figura 6. Colima división municipal**



Fuente: INEGI, 2018.

**Figura 7. Islas Revillagigedo**

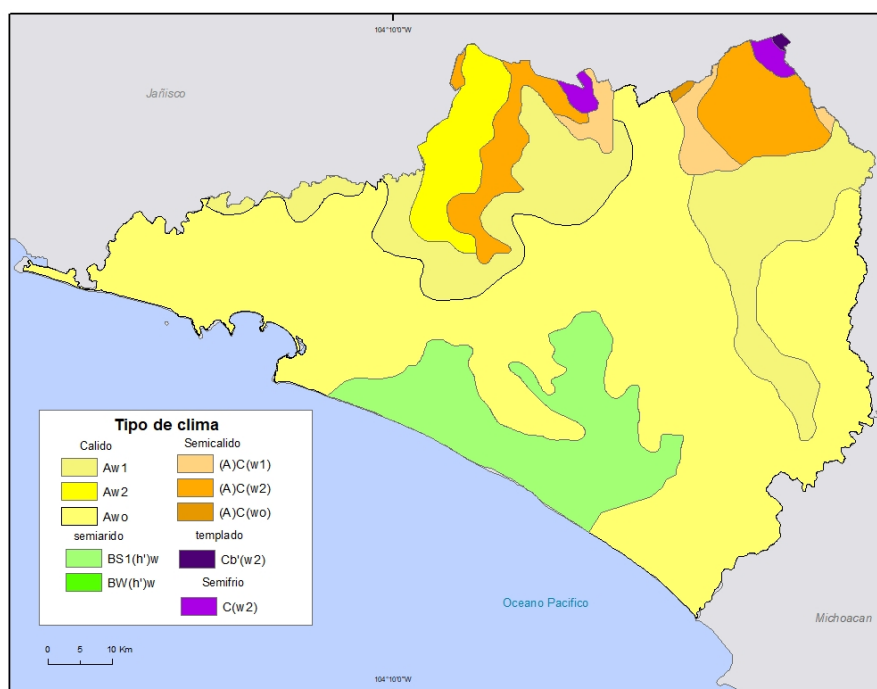


Fuente: Elaborado con base en el geoportal CONABIO, 2015.

## 2.2. Clima

Debido a su colindancia con el océano pacifico, el clima de Colima se ve influenciado por las corrientes de aire marinas. El clima predominante es el cálido subhúmedo con lluvias en verano A(W), no obstante, hay diferentes tipos a lo largo del estado, sobre todo aquellos asociados con los tropicales, asimismo, en las regiones próximas al volcán de Colima el tipo de clima varía a templado (Figura 8). La temporada de lluvias se presenta en los meses de junio a octubre, período que representa 90% de la precipitación total anual, 5.9% de enero a mayo y 4.1% de noviembre a diciembre con periodos de transición de lluvias irregulares y dispersas.

**Figura 8. Colima tipos de clima**



Fuente: Elaborado con base en el geoportal CONABIO, 2015.

## 2.3. Fisiografía

El estado pertenece a dos provincias fisiográficas, una es el Eje Neovolcánico Transversal y la otra es a la Sierra Madre del Sur. Una de sus estructuras más importantes es el Volcán de Fuego de Colima que se ubica en la porción noreste con una altitud de 3,820 msnm; hacia el suroeste se distinguen



lomeríos que se unen a una llanura, interrumpida por la meseta de Coquimatlán.

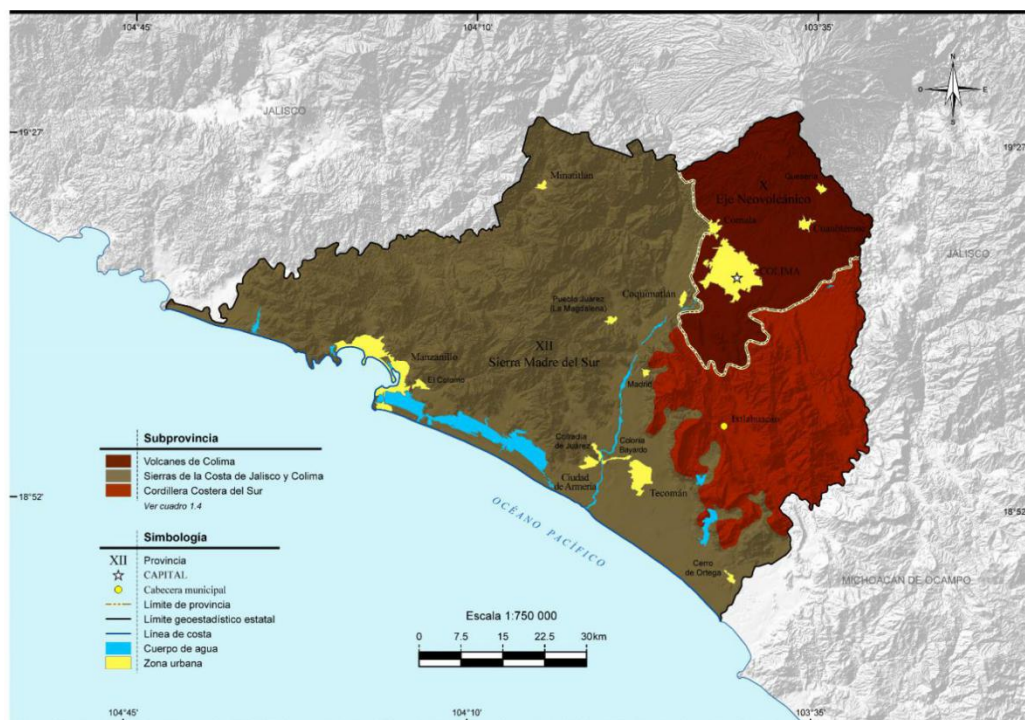
**Figura 9. Tabla principales elevaciones de Colima**

Volcán de Fuego de Colima	3,820 msnm
Sierra de Manatlán	2,420 msnm
Cerro Grande	2,120 msnm
Cerro el Peón	2,040 msnm
Sierra Perote	1,940 msnm

Fuente: Lugo, *et Al.*, 1993.

Los municipios que están insertos dentro del Eje Volcánico son los municipios de Comala, Villa de Álvarez y Colima, una parte de Coquimatlán y Cuauhtémoc junto con las estribaciones del Volcán de Colima. La provincia de la Sierra Madre del Sur se encuentra dividida en cuatro sistemas montañosos: Cerro Grande y región montañosa de Minatitlán, las sierras que continúan por la costa entre los ríos Armería y Salado y las serranías entre los ríos Salado y Coahuayana (Figura 10). Cabe señalar que los principales asentamientos se encuentran en áreas de baja altitud, en las partes bajas del terreno.

**Figura 10. Colima principales estructuras**

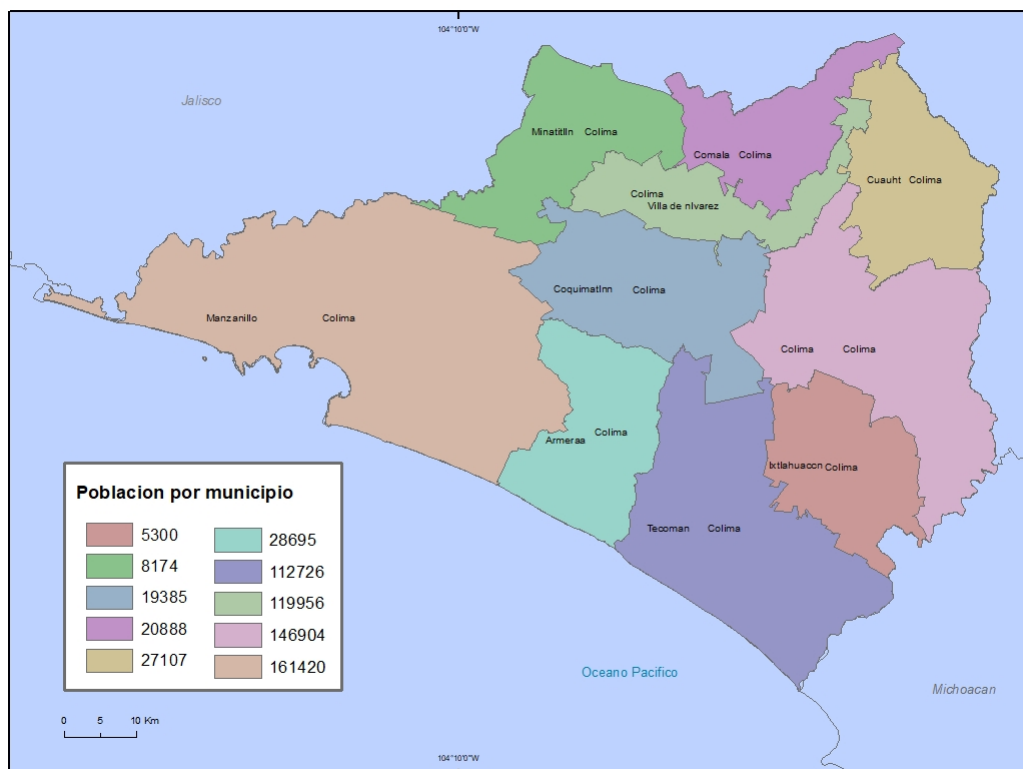


Fuente: Elaborado con base en INEGI, 2015.

## 2.4. Aspectos sociodemográficos

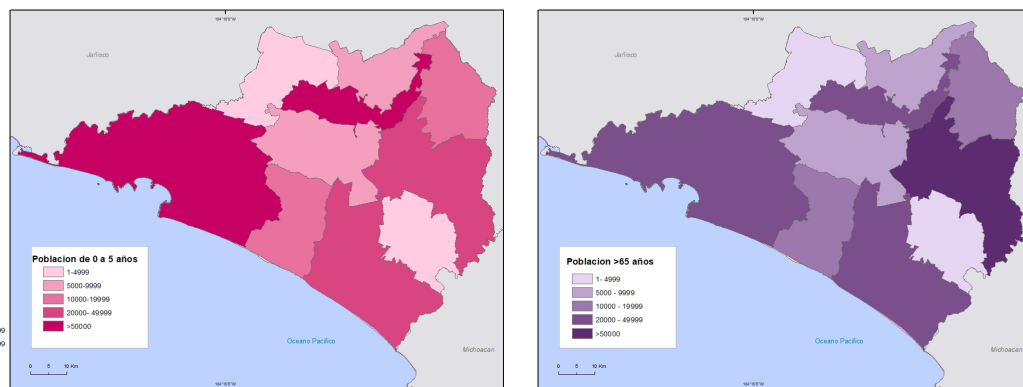
El estado de Colima tiene un total de 711 235 habitantes, colocándolo en el lugar 32 a nivel nacional (0.60% del total); de este número, 360,444 corresponde a mujeres y 350 791 a hombres (Anuario Estadístico y Geográfico de Colima, 2017). Cabe destacar que dos municipios son los que contienen casi a la mitad de la población del estado, estos son Manzanillo con 184,541 habitantes y Colima con más de 150 mil (Figura 11).

**Figura 11. Mapa de población por municipio**



Fuente: Elaborado con base en INEGI, 2015.

**Figura 12. Mapas de población vulnerable por edad**

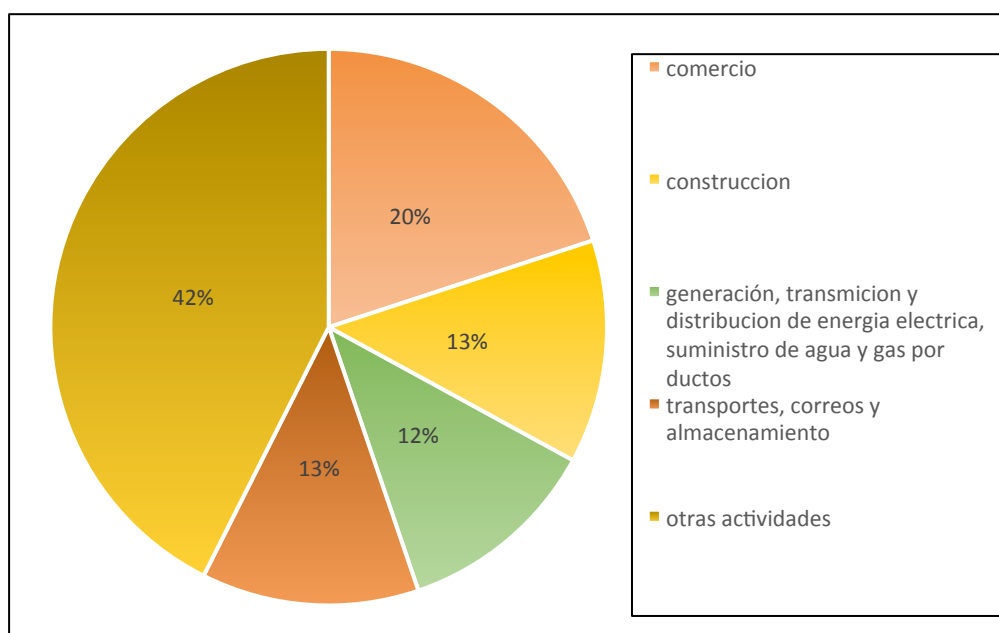


Fuente: Censo INEGI, 2015.

## 2.5. Aspectos económicos

En cuanto a la economía del estado, esta se basa principalmente en actividades comerciales y sectores estratégicos como la agroindustria, la logística y la minería, por otra parte, en proyecciones a futuro se espera que el turismo se posicione como una de las actividades económicas con mayor relevancia (Figura 13).

**Figura 13. Gráfica de actividades comerciales**



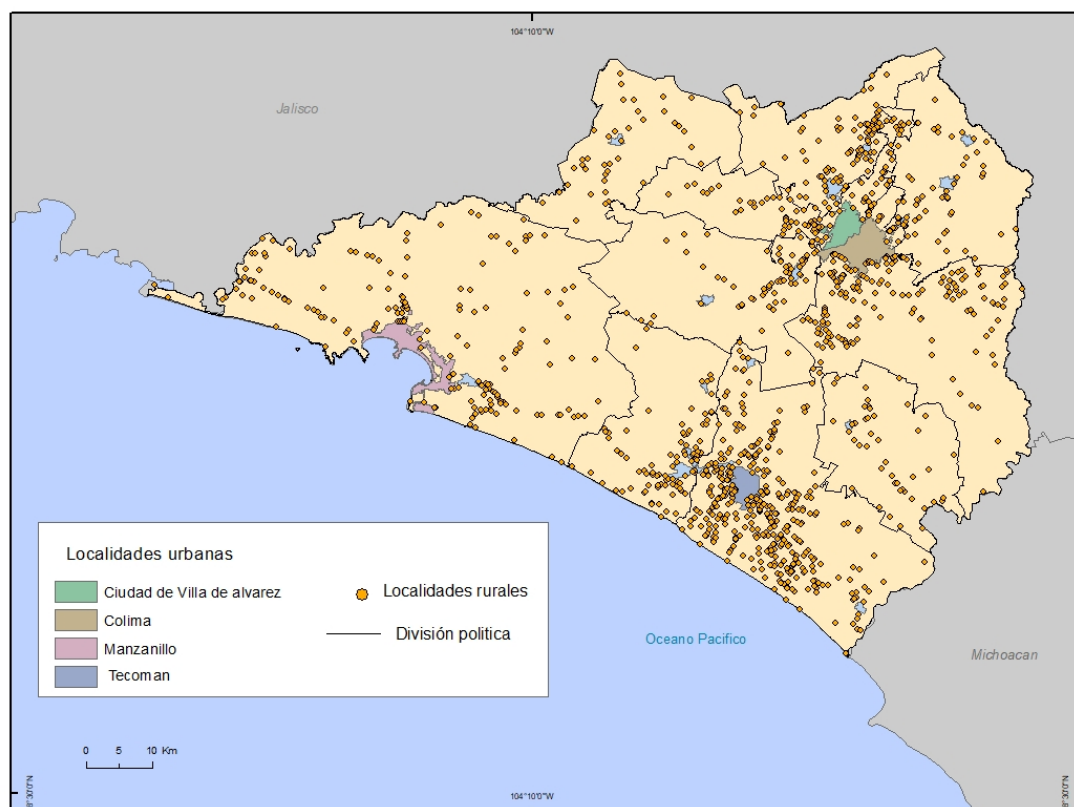
Fuente: Anuario estadístico y geográfico de Colima, 2017.

Respecto al uso de suelo de estado y según con la carta de uso de suelo y vegetación de INEGI, el 55.8% son selvas, 9.94% bosques, 0.18% pastizales y 4.09% tiene otro uso. Asimismo, el 30.7% se destina a la agricultura, los principales cultivos son: caña de azúcar, mango, palma de coco, limón, papaya, plátano y tamarindo (INEGI, 2007).

La CONAPO, INEGI y la Secretaria de Desarrollo Social han reconocido la existencia de dos zonas metropolitanas en el estado de Colima, una es la Zona Metropolitana de Colima-Villa de Álvarez y la Zona Metropolitana de Tecomán (Figura 14). La Zona Metropolitana de Colima- Villa de Álvarez

comprende los municipios Colima, Comala, Coquimatlán, Cuauhtémoc y Villa de Álvarez los cuales concentran al 52% de la población.

**Figura 14. Zonas urbanas y rurales**



Fuente: Elaborado con base en INEGI, 2018.

Según el Sistema Estatal de Ciudades, la distribución de la población residente en Colima es desigual sobre el territorio, ya que predomina un patrón de concentración compuesto por tres ciudades centrales y localidades satélite. Las ciudades conurbadas centrales son: Colima- Villa de Álvarez, Manzanillo- El Colomo y Tecomán- Bayardo -Armeria-Cofradía de Juárez, en los que se concentra el 78% de los habitantes del estado (INEGI, 2010 en Programa Sectorial de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Territorial, 2017).

Los municipios de Colima, Manzanillo, Tecomán y Villa de Álvarez muestran una concentración mayor a la media nacional, lo que la hace destacar como una de las principales áreas urbanas.

**Figura 15. Cuadro de la distribución de población en urbana y rural**

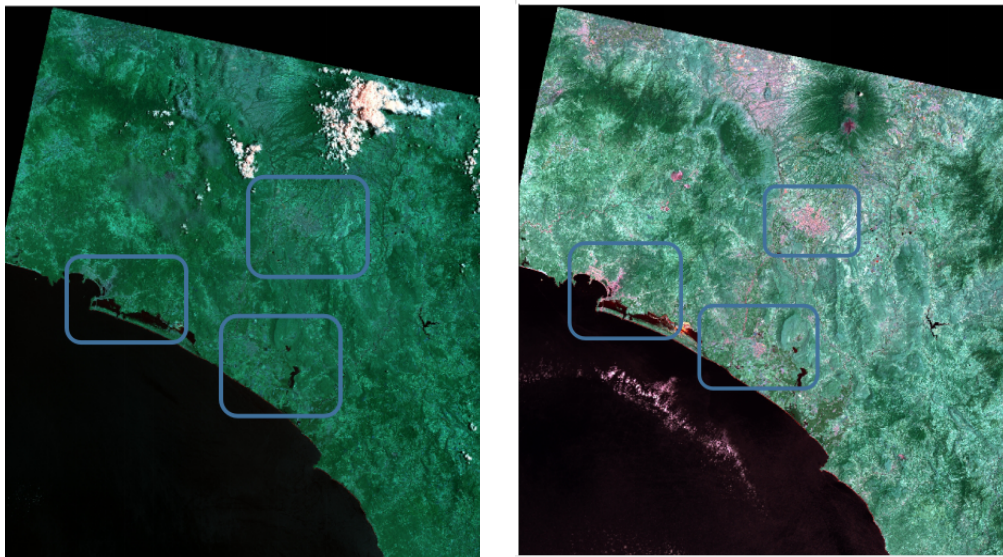
Año	Población urbana	Población Rural	Población total
2000	464,438	78,189	542,627
2005	497,570	70,426	567,996
2010	577,539	73,016	650,555
2020	658,699	72,692	731,391

Fuente: SEMARNAT 2021.

La tendencia del crecimiento demográfico en México en los próximos años será urbana, de acuerdo con el documento del Programa Nacional de Desarrollo Urbano 2013-2018 (SEDATU, 2013), la Metropolización, es probablemente, el fenómeno socio-espacial con mayor relevancia en la actualidad y para el futuro (ONU-Hábitat, 2016). El crecimiento urbano de las dos zonas metropolitanas del estado no está exento de este fenómeno, y esto inevitablemente tendrá consecuencias sobre la salud de los habitantes (Figura 15).

Las Figuras 16 y 17 denotan que, en un periodo de tiempo corto, ha existido un crecimiento hacia los alrededores de los municipios más urbanizados, en los que de manera aparente no es significativo, sin embargo, al ser esto un fenómeno constante, el crecimiento de las manchas urbanas crecerá. La Figura 16 hace referencia al estado de Colima en el año 2015, donde las zonas metropolitanas son señaladas con un rectángulo y son apenas perceptibles estos grandes asentamientos. Por otra parte, en la Figura 17 que corresponde al año 2020, las zonas urbanas resaltan en color violeta, de esta forma es posible observar como el crecimiento urbano no se ha limitado únicamente a las zonas metropolitanas.

**Figura 16. Colima: mancha urbana, 2015    Figura 17. Colima: mancha urbana, 2020**



Fuente: Elaborado con base en imágenes Landsat 8, 05/15/2015. (Consulta 10/09/2020).

Como se observa en las imágenes anteriores, el crecimiento de la población obedece a distintos factores, sobre todo a actividades donde se emplea a los habitantes como el sector turístico, según el INEGI (2021) en su encuesta de viajeros internacionales en 2018 hubo 96,497,026 turistas en el estado y para el 2019 hubo 97,406,037 turistas en Colima. Este fenómeno ha traído consigo afectaciones a la población, las cuales se conocieron a través de la aplicación de encuestas en la zona de estudio. Además de la recolección de datos, se identificaron algunas características de las viviendas y de sus habitantes.

La caracterización del estado estudiado permite obtener un panorama sobre las características de distribución poblacional y cuáles son los motivos de dicha distribución, gracias a su clima y colindancia con el mar, el clima cálido de Colima le permite ser un lugar de atractivo turístico en sus principales ciudades, Colima, Villa de Álvarez, Tecomán y Manzanillo siendo esta peculiaridad uno de los motivos por los que las zonas metropolitanas se encuentran en aumento a la par de la plancha de asfalto. En el siguiente capítulo se abordará a través del trabajo de campo un análisis sobre las condiciones de vida y percepción de la vulnerabilidad frente al alza en las temperaturas.

---

---

### **Capítulo 3. Percepción de la vulnerabilidad por estrés térmico**

Este apartado da cuenta de la percepción de riesgo de la población en la zona de estudio a partir del trabajo de campo en el estado de Colima, para llegar a estos resultados se visitaron las zonas metropolitanas del estado, debido a que al estar más urbanizadas permite realizar una caracterización más cercana a la realidad sobre las islas de calor. Los municipios que se visitaron para este trabajo fueron Colima, Villa de Álvarez, Tecomán y Manzanillo, donde se realizaron 124 encuestas distribuidas en 31, 41, 31 y 20 respectivamente; la visita a campo se realizó en diciembre de 2019.

Se realizaron encuestas en campo en las cabeceras municipales de los municipios antes mencionados. El rango de edad por el cual se basó la recopilación de información fue entre los 15 años a mayores de 65 años, este rango de edad se seleccionó por la probabilidad de haber experimentado algunos de los tópicos concernientes en la encuesta. A continuación, se revelarán los resultados obtenidos en el trabajo de campo a través de gráficas circulares.

#### **3.1. Colima, Colima**

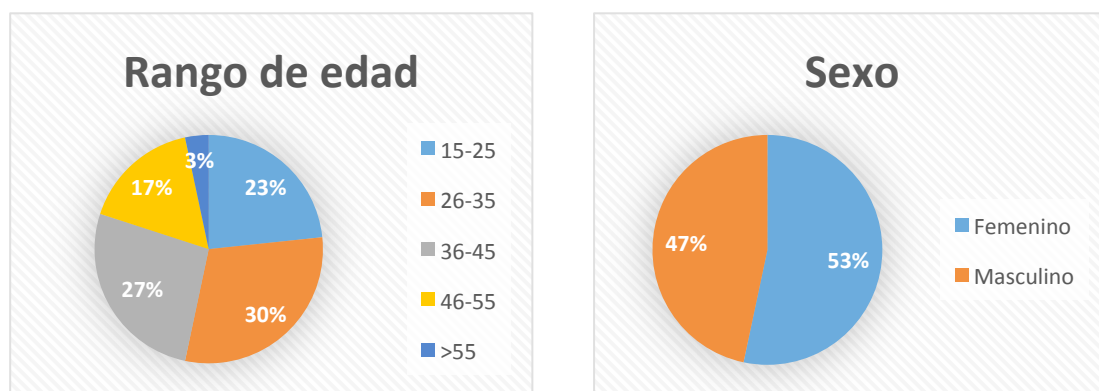
La visita permitió conocer las condiciones climáticas del lugar. El objetivo central de esta visita fue conocer, de primera mano, las sensaciones térmicas que se perciben en el estado, esto ayuda entender mejor las respuestas de la población en distintos rubros. Al hacerse el trabajo a finales de otoño, el calor era muy perceptible, debido a las altas temperaturas que había y, aunque los habitantes se adaptan a estas condiciones, también perciben ciertas incomodidades.

Uno de los puntos que se mencionan en el primer capítulo fueron las condiciones térmicas de la población, esto se da a partir del tipo de materiales de construcción de su vivienda, es importante mencionar que hay



diferentes tipos, algunos con tendencias para acumulación del calor y otros que lo disipan. La Figura 18 puede dar pauta para la caracterización de la población encuestada. En primer lugar, en cuanto al sexo que respondió el 53% fueron mujeres. Los grupos de edad de la muestra fue diversa, el grupo más representativo fue el de 26 a 35 años con un 30%, seguido por los de 36 a 45 años con 27% y los que menos participación tuvieron fueron los mayores a 55 años (3%). La participación tan amplia de los grupos con mayor grado de respuesta se debe a los horarios y el lugar donde se hizo el levantamiento, puesto que el centro de la ciudad funcionó como lugar de recepción.

**Figura 18. Gráficas de las condiciones generales de los grupos encuestados**



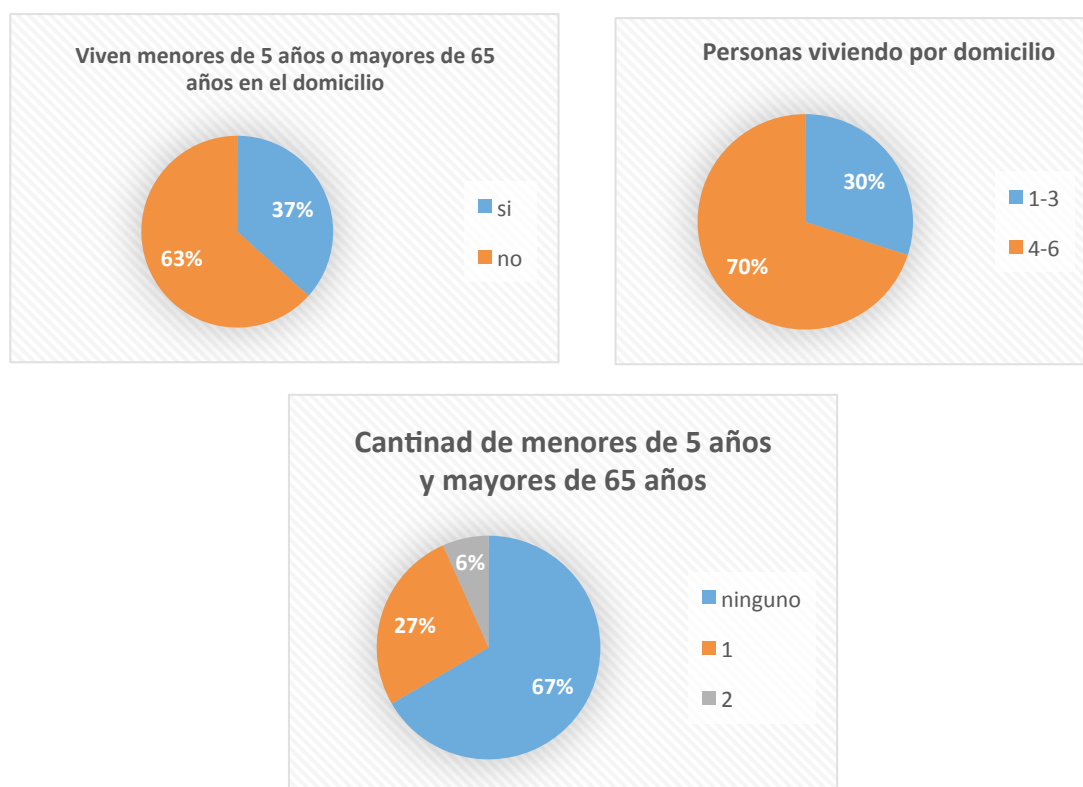
Fuente: Elaboradas con base en trabajo de campo, 2019.

Ahora bien, los grupos más vulnerables por su edad son los menores de 5 años y mayores de 65 este sector de población se hace más vulnerable ante los incrementos de temperatura, ante el planteamiento anterior, es necesario conocer si hay o no este tipo de personas en los domicilios. De acuerdo con lo hecho en campo se pudo dar cuenta que no hay, pues en diferentes casos comentaban que los niños que ahí viven tienen entre 6 a 10 años. En cuanto al total de habitantes totales por vivienda, el 70% de las familias se conforman entre 4 a 6 personas y 30% de 1 a 3 habitantes (Figura 19).

La observación fue fundamental, una vez en Colima se vieron los tipos de vivienda que se relacionaban de acuerdo con su nivel socioeconómico. En los

alrededores del municipio, las viviendas eran más irregulares, muchas de un solo nivel o en otros casos continuaban en construcción. Durante este recorrido también se pudo dar cuenta de los tipos de servicios con los que cuenta la población, algunos de estos fueron medidores de luz, alumbrado público y pavimento de calles. En otra parte, al dirigirse hacia la zona comercial las condiciones de vivienda cambiaban de forma drástica puesto que el nivel socioeconómico era más alto. Esto se hace evidente por las buenas condiciones de las viviendas a partir del tipo de material de construcción y el tipo de piso que predominaba (en cerámica).

**Figura 19. Gráficas de habitantes por vivienda**



Fuente: Elaboradas con base en trabajo de campo, 2019.

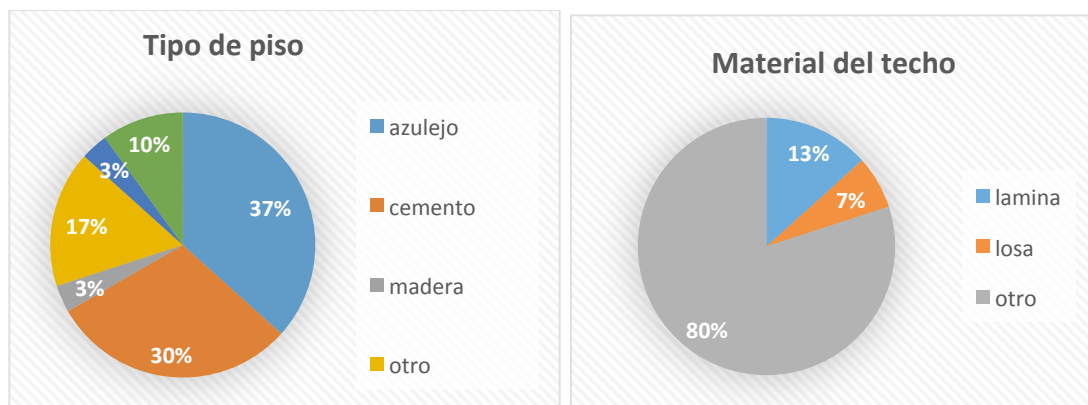
Dentro del municipio hay colonias como Jardines de vista hermosa III y Colinas de Santa Fe residencial en las cuales las viviendas son de tipo residencial, lo que hace que sus predios son más grandes en comparación con los del resto de colonias con un nivel económico menor. En esta zona la urbanización es más que evidente por el tipo de servicios que predominan,

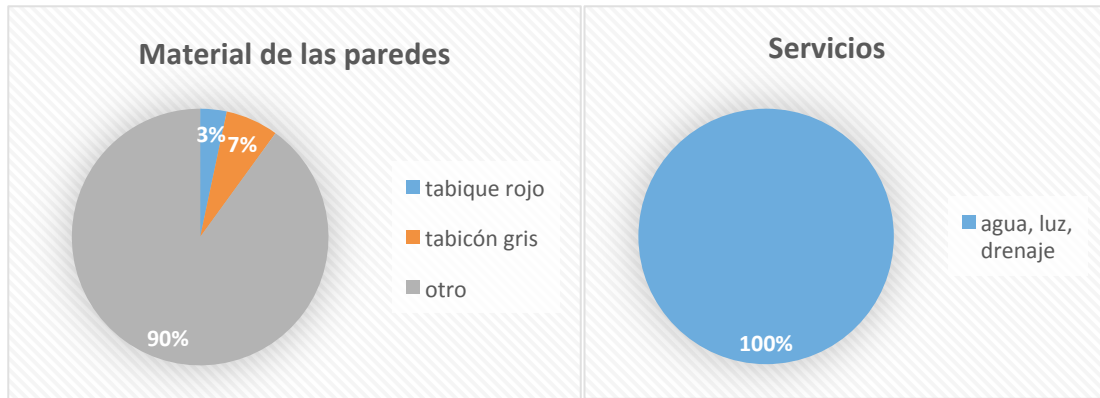
---

desde un centro comercial hasta otro tipo de negocios asociados con la venta de café, artículos de papelería, farmacias y tiendas de conveniencia. Uno de los levantamientos de encuestas se realizó en el centro de colima, durante el recorrido para llegar a este sitio fue posible observar algunas de las viviendas para conocer con más detalle las condiciones en las que se encuentran.

Las respuestas coincidían con lo observado, ya que los pisos eran de diversos materiales, sin embargo, el cemento fue el que predominó (30%), algunos patios de tierra junto con otros materiales como azulejos también eran visibles (10%), por otra parte, los materiales menos recurrentes corresponden a madera. Estas características de las viviendas se dedujeron a partir de la observación de los materiales y por el tamaño del terreno donde se encontraba la casa. Respecto al material de los techos se encontraron laminas y losas de cemento, las cuales son más predominantes. Las construcciones en general se conforman por ladrillos, tabicón gris y otros, sin embargo, este material suele incluir ladrillo en la cimentación.

**Figura 20. Gráficas de las características de las viviendas**



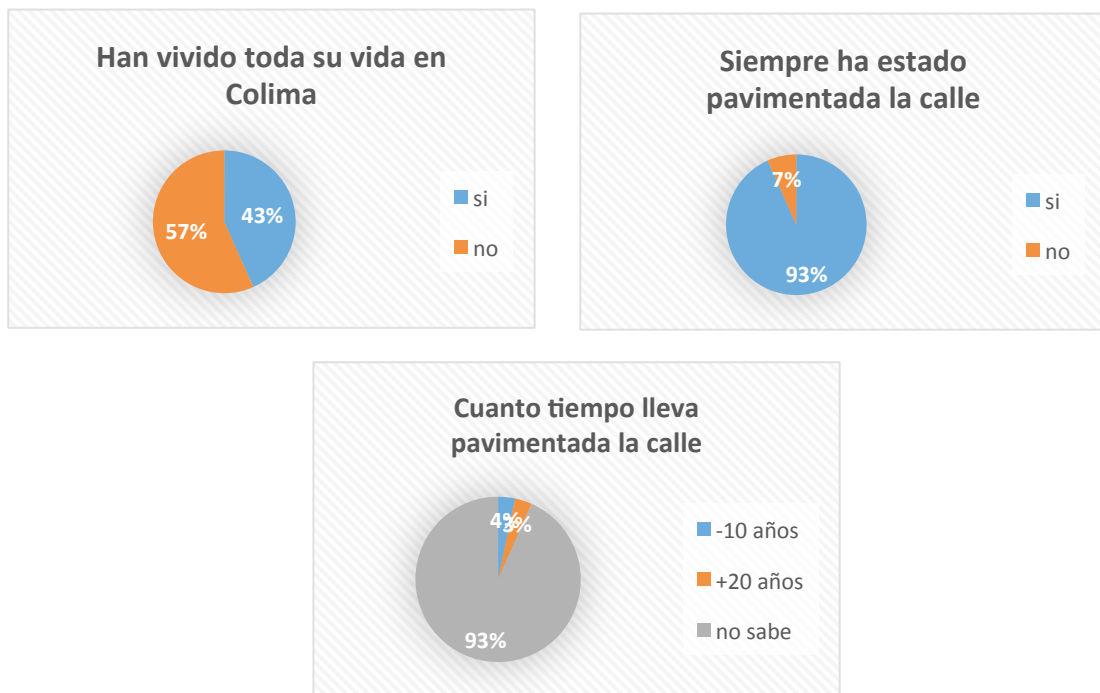


Fuente: Elaboradas con base en trabajo de campo, 2019.

Las gráficas que se muestran a continuación muestran información referente a la colonia centro, de manera específica al piso construido, puesto que es un elemento para considerar dentro de la isla de calor. Uno de los aspectos que se consideró en el ejercicio fue el tiempo que ha residido la población en el municipio, de esta manera se denota hasta cierto punto el crecimiento del municipio. En este tenor, el 43% de la muestra ha vivido en este municipio toda o gran parte de su vida, mientras que un 57% ha migrado de otros lugares.

Al realizar el trabajo de campo en la cabecera municipal el común denominador es que los servicios que proveen sean el de un entorno urbano ya que cuenta con todas las calles pavimentadas; el 93% afirma que es un área que siempre ha tenido asfalto, sin saber el tiempo exacto desde que esto ocurrió. Por otro lado, el 7% de la población encuestada no conoce las características previas de Colima por lo que se infiere que el pavimento tiene más de 20 años (Figura 21).

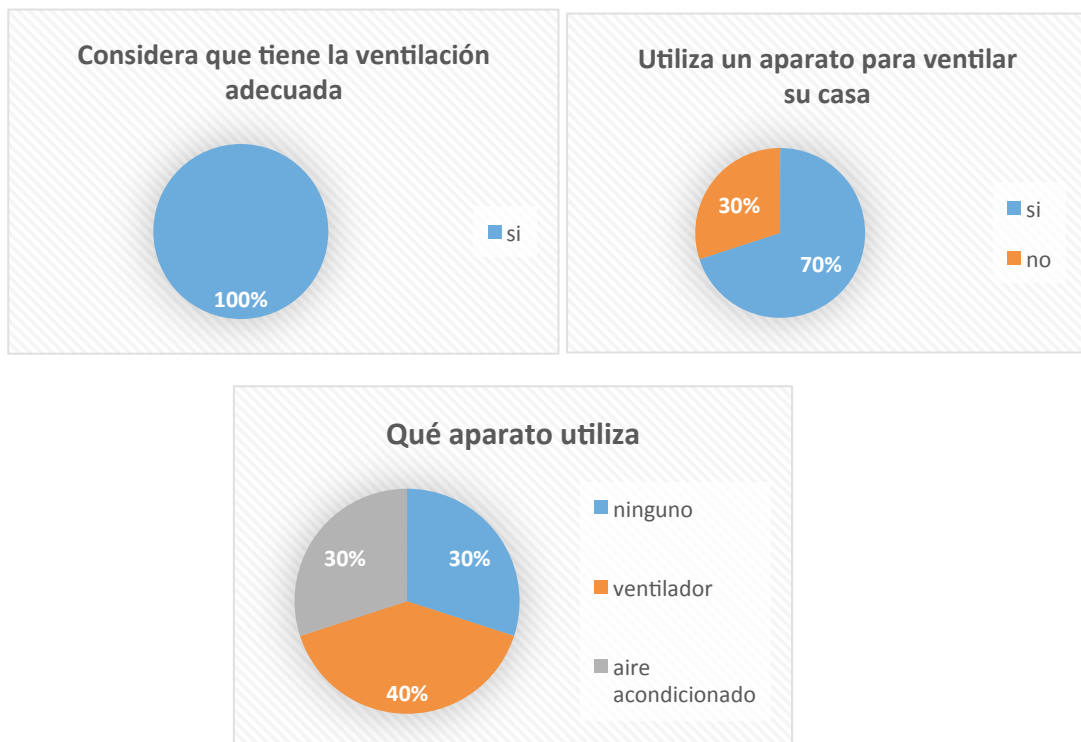
**Figura 21. Gráficas sobre la pavimentación de las calles en la colonia**



Fuente: Elaboradas con base en trabajo de campo, 2019.

Existen elementos que por sí mismos ayudan a mantener una temperatura más cómoda al interior de la vivienda, éstos son significativos para alcanzar un confort térmico. Pese a que un 100% considera que la ventilación al interior de su vivienda es adecuada, un 70% recurre a un tipo de ventilación alternativa, 40% usa ventiladores y el otro 30% posee aire acondicionado, el porcentaje restante tiene ningún aparato y tiende la apertura de sus puertas y ventanas durante el día (Figura 22).

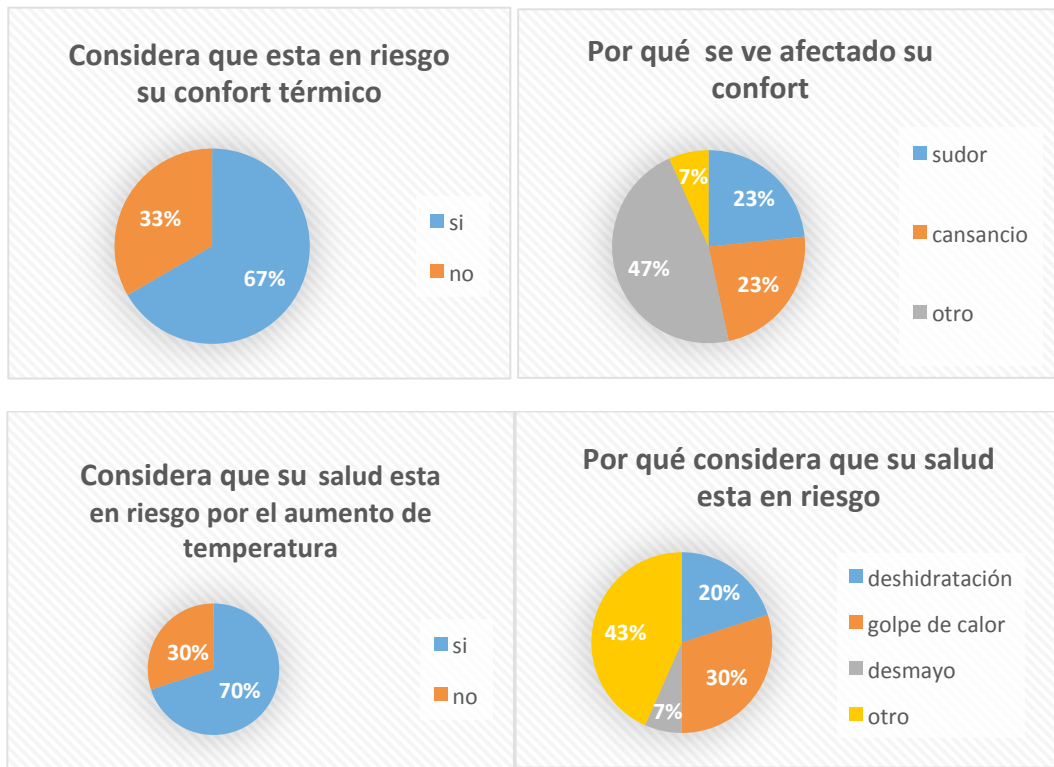
**Figura 22. Gráficas de las características de circulación de aire en la vivienda**



Fuente: Elaboradas con base en trabajo de campo, 2019.

El uso de aparatos al interior de las viviendas no reduce o minimiza el riesgo en el exterior, ya que el 67% de los encuestados consideran que su confort térmico sí está en riesgo en caso de que la temperatura continúe en aumento. Los principales motivos por los que su confort estará afectado se encuentran incomodidades por sudor y cansancio provocado por el calor. El 47% de la población encuestado dio otros motivos, lo cual hace ver que el conjunto de estas incomodidades repercute en la salud pública, ya sea en tiempo inmediato o a largo plazo (Figura 23).

**Figura 23. Gráficas de percepción del riesgo**

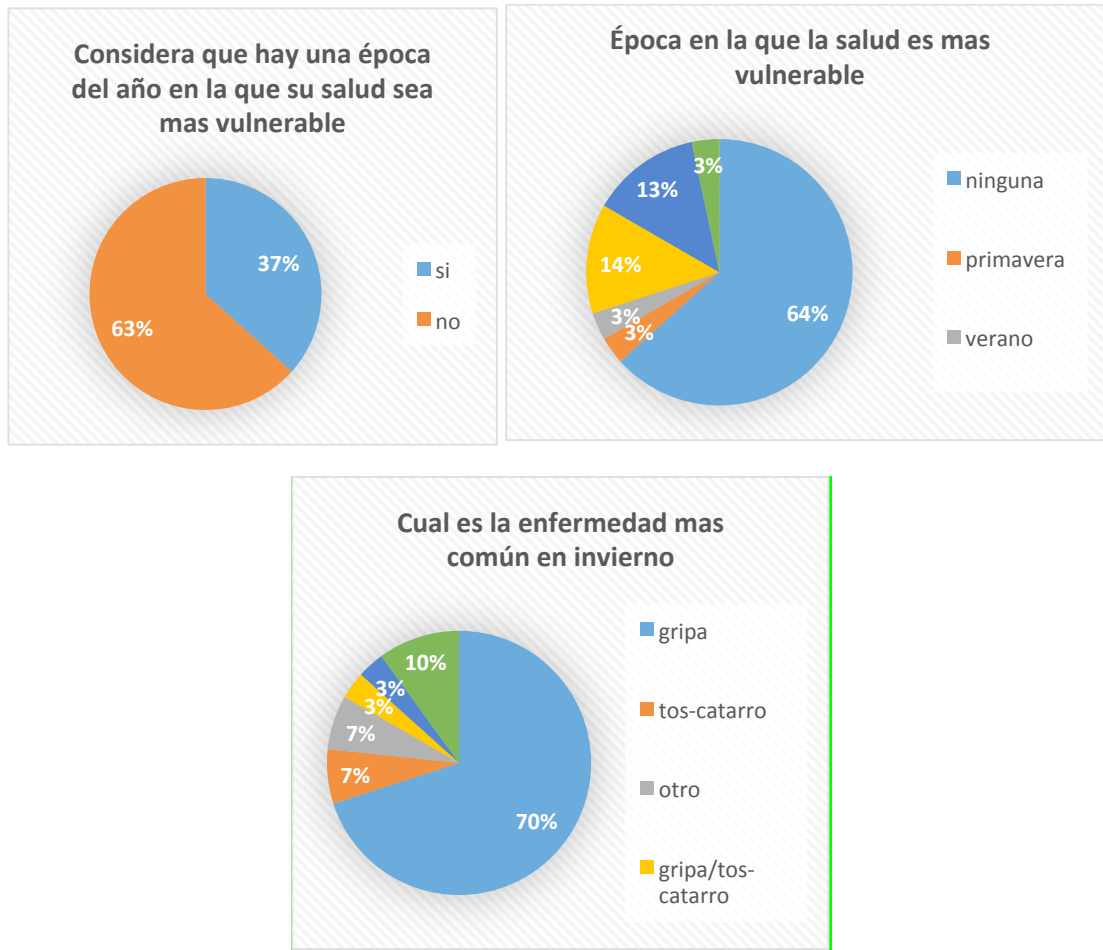


Fuente: Elaboradas con base en trabajo de campo, 2019.

El tener algún síntoma de estrés térmico no está directamente asociado con el aumento de las temperaturas, debido a que la salud puede verse tener otras complicaciones ajenas a ello. Hay épocas en las que la población considera que su salud es más vulnerable, todo ello se vincula con los cambios de temperatura, sobre todo por su aumento o disminución.

Por otra parte, el 37% de los encuestados externó que su salud es vulnerable en alguna época del año, en contraparte con el 63% que dicta no sentirse asequible ante alguna enfermedad estacionaria. Los periodos en donde los habitantes se sienten más vulnerables son en invierno con el 14%, le sigue el verano con 13% y otoño junto con primavera con el 3%. Es común que una de las épocas con mayor riesgo es el invierno, ya que diversas personas externaron que debido a la disminución de las temperaturas algunas enfermedades son más comunes (Figura 24).

**Figura 24. Gráficas de vulnerabilidad por estación**



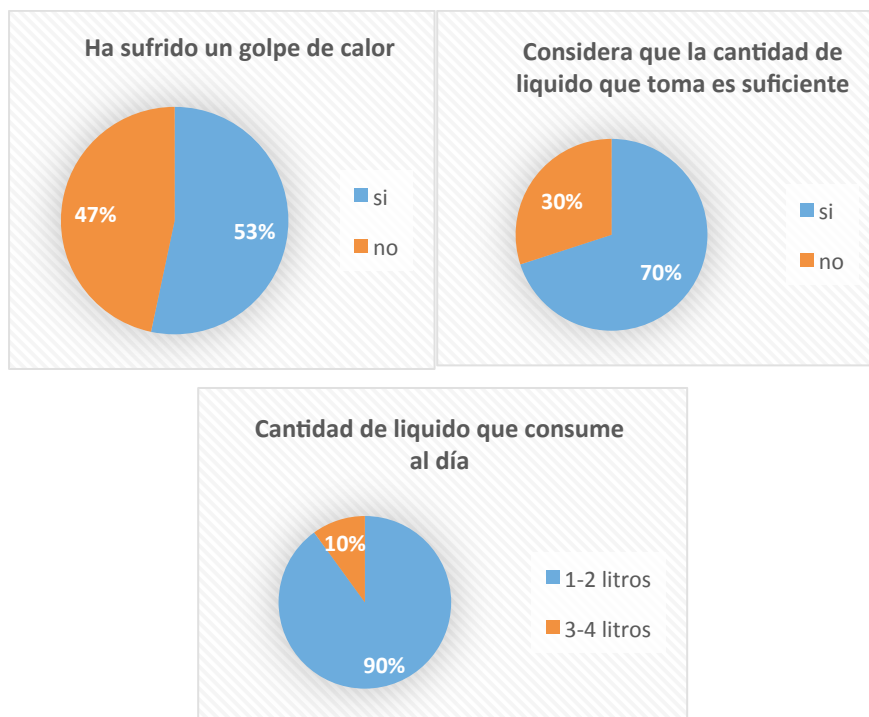
Fuente: Elaboradas con base en trabajo de campo, 2019.

Aunque los inviernos en la costa de México no suelen ser tan fríos como en otros puntos del país, la población encuestada considera que en invierno hay enfermedades específicas que suelen ser normales por la estación. Esta pregunta se consideró relevante ya que, en el mes de diciembre, cuando se hizo el trabajo, identificó la percepción de la comunidad ante estas complicaciones estacionales. En estaciones como primavera y verano, los golpes de calor suelen ser comunes, así, el 53% de las personas del ejercicio ha sufrido uno en alguna etapa de sus vidas. Una forma de contrarrestar esto es la hidratación, la mayoría manifestó que la cantidad de líquido que beben al día es suficiente para mantenerse hidratados o saciar su sed.



La cantidad de líquido que se debe beber al día es aproximadamente de tres litros de diferentes bebidas, sobre todo de agua, el 90% de los encuestados beben entre uno y dos litros o dos litros y medio, asimismo, el 10% bebe de en promedio entre tres o cuatro litros al día. La cantidad recomendada es de tres 2 a 2.5 litros al día (Ávila, 2013 p. p 111), no obstante, esto se relaciona en forma directa con la actividad física que se realice (Figura 25).

**Figura 25. Gráficas de vulnerabilidad y prevención de golpes de calor**



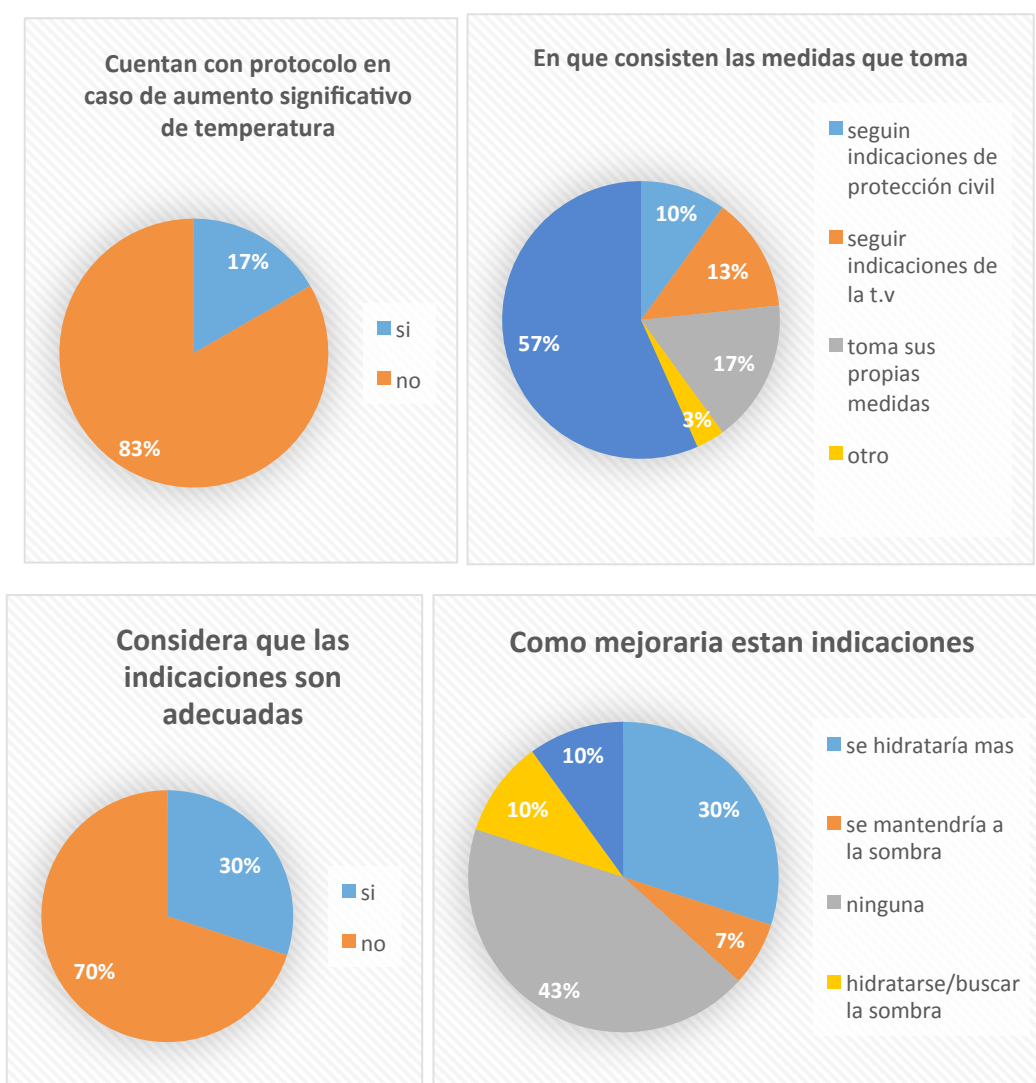
Fuente: Elaboradas con base en trabajo de campo, 2019.

La percepción de los habitantes de Colima frente al aumento significativo de temperatura fue uno de los temas a tratar durante el levantamiento de las encuestas, por ello, fue importante conocer las medidas que se toman para enfrentar las altas temperaturas. Más del 80% de los encuestados no cuentan con un protocolo de seguridad en caso de un aumento significativo de temperatura, ya que, al ser Colima un estado caluroso no se da cuenta cuando la temperatura tiende a aumentar, esto se hizo evidente en las respuestas de la población cuando mencionaban su costumbre o adaptación ante esta situación, no obstante, el tipo de clima en el cual viven les gusta y de no estar ahí no tendrían problemas para su adaptación (Figura 26).

A pesar de no contar con un protocolo de seguridad específico, hay acciones que tomarían para mantener su confort sin importar la actividad que realicen.

Así, el 57% no toma ninguna precaución ante el aumento de temperatura, el 17% toma sus propias medidas, el 13% manifiesta seguir indicaciones o recomendaciones que escucha en la televisión y el resto sigue otras indicaciones y se informa sobre lo que dice protección civil a través de carteles.

**Figura 26. Gráficas del protocolo de seguridad**



Fuente: Elaboradas con base en trabajo de campo, 2019.

---

Más del 50% considera que las indicaciones a seguir no son adecuadas, esto se debe a que los habitantes de esta región están acostumbrados un clima tropical, lo que no les permite prestar suficiente atención a las medidas preventivas en caso de que se rebasen las temperaturas medias. Los habitantes mejorarían estas indicaciones con actividades sencillas, tales como una mayor hidratación (30%), esto de ser únicamente necesario, el 10% se hidrataría más y no saldría de su hogar o del trabajo al medio día, y en caso de hacerlo buscaría mantenerse a la sombra de árboles y casas con sombrillas o gorras. De igual manera, el 43% de la población no tomaría ninguna medida.

A través de lo observado, las experiencias vividas en campo y el resultado de las encuestas, se puede decir que, de forma específica, los habitantes de la ciudad de Colima sí consideran importante su confort térmico, puesto que la mayoría usa aparatos como ventiladores y se mantiene hidratado. Es importante considerar los rangos de edad que se encuestaron, ya que son personas que se encuentran con una menor vulnerabilidad, sin embargo, los sectores de quienes se rodean tienden a ser más vulnerables. En algún momento el confort de todos ha estado sujeto a las altas temperaturas e incluso durante el trabajo, así hubo quienes hicieron saber en el momento que se sentían incómodas, ya que, al explicar la aplicación de la encuesta, realizaban expresiones tales como “Sí, el sol está muy fuerte”, “¿Para qué?, aquí siempre hace calor y obvio nos afecta”, entre otras opiniones.

Durante este trabajo la vivienda ha sido considerada como base del confort. En cuanto a los materiales de construcción de las casas, la mayoría está hecha de cemento, material que resulta “fresco” y no suele acumular el calor, este hecho combinado con un piso de material similar o de algún azulejo permite que la casa cuente con un grado de confort. Aunado a estas características, un alto porcentaje de las casas cuenta con algún aparato que mejore la temperatura y ayude a regular las condiciones térmicas humanas. Una alternativa para las personas que no cuentan con este tipo de aparatos es mantener abiertas las puertas y las ventanas durante todo el día.

---

Entre los síntomas negativos frente a una temperatura elevada, un porcentaje importante hizo hincapié al sudor, lo cual resulta positivo debido a que es una señal de que el cuerpo busca una auto regulación térmica para poder continuar con sus actividades. En cualquier otro estado o zona calurosa del país o del mundo las altas temperaturas pueden causar cansancio, sin embargo, muchos han logrado adaptarse o acostumbrarse a ese tipo de clima junto con las adversidades que éste tiene, es por esta situación que, en este punto, una hidratación correcta debe hacerse presente.

La cantidad de líquido necesaria puede variar de una persona a otra, una gran mayoría considera que se hidratan de manera correcta, ya que su consumo varía entre uno a dos litros diarios. Sin embargo, uno de los problemas de este punto es que no sólo se consume agua, sino también bebidas con alto contenido de azúcares, que de acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS), tienen poco valor nutricional y no lograrán proporcionar la sensación de saciedad, por lo que a largo plazo son dañinas para la salud.

Como se mencionó, uno de los principales síntomas de incomodidad es el sudor, y aunque este es una señal de que el cuerpo está funcionando correctamente, también es sinónimo de pérdida de minerales que deben recuperarse con las bebidas correctas. La hidratación desempeña un rol importante y parte de la población de Colima no lo hace de manera correcta, esto podría ser el parteaguas y la razón por la que el 57% los encuestados en este lugar ha sufrido en algún momento de su vida un golpe de calor, ya sea en su casa, la calle, el trabajo o al realizar algún deporte o actividad física al aire libre.

En cuanto a las temporadas en que el estado presenta las temperaturas más altas, sobre todo en primavera-verano, un alto porcentaje de los encuestados no considera que este factor sea un riesgo para su salud, ya que de tomarse

---

medidas adecuadas se puede normalizar la temperatura corporal para no sufrir de estrés térmico o presentar algún síntoma.

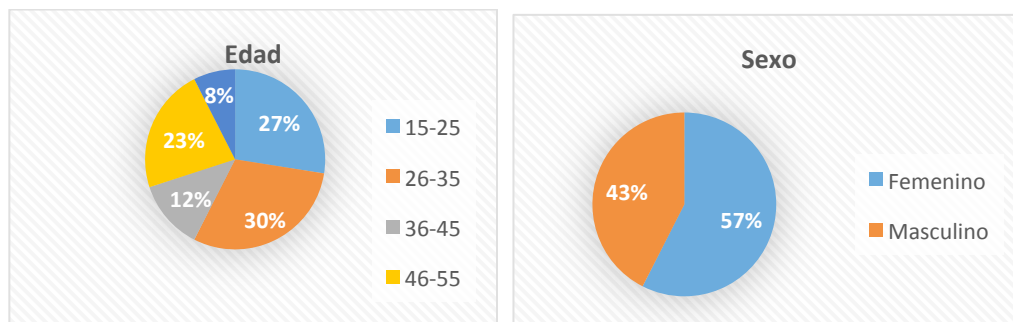
Ahora, durante la temporada de otoño e invierno, las temperaturas disminuyen, lo que trae como consecuencia como mayor padecimiento a la gripe estacional. Por lo tanto, al basarse en las respuestas asociadas con los protocolos y frente a un aumento significativo de temperatura, se puede resumir que los habitantes están completamente adaptados al calor del estado con sus respectivas opiniones sobre si este les gusta o no. El calor no es considerado como un riesgo, esto se refleja al no contar con un protocolo de seguridad real y cuando se hizo esta pregunta las personas mostraban confusión o duda. La forma por la que se enteran sobre tomar precauciones es a través de los medios de comunicación, sin embargo, esto es una limitante para la población.

La percepción del riesgo es mínima, lo cual no quiere decir que sea inexistente, pues en tanto no sean conscientes de las consecuencias reales en caso de un aumento en la temperatura causada por la urbanización seguirán exponiéndose sin saberlo.

### **3.2. Villa de Álvarez**

El segundo punto visitado durante el trabajo de Campo fue Villa de Álvarez, municipio colindante con el de Colima. La dinámica para realizar las encuestas fue similar a la del punto anterior, es decir, se hicieron en la cabecera municipal desde 10:00 hasta las 17:00, un punto a considerar es que durante el medio día se notó una disminución de personas en las calles, probablemente por el calor que hace. En Villa de Álvarez el sexo de los encuestados se distribuyó en 58% mujeres por 42% de hombres, el rango de edad de los encuestados se concentra entre los 26 a 35 años, seguido del grupo de 15 a 25 años. Esta tendencia a que la población encuestada fue en mayoría trabajadores que se encontraban cerca del área de recopilación de información (Figura 27).

**Figura 27. Gráficas de las condiciones generales de los encuestados**



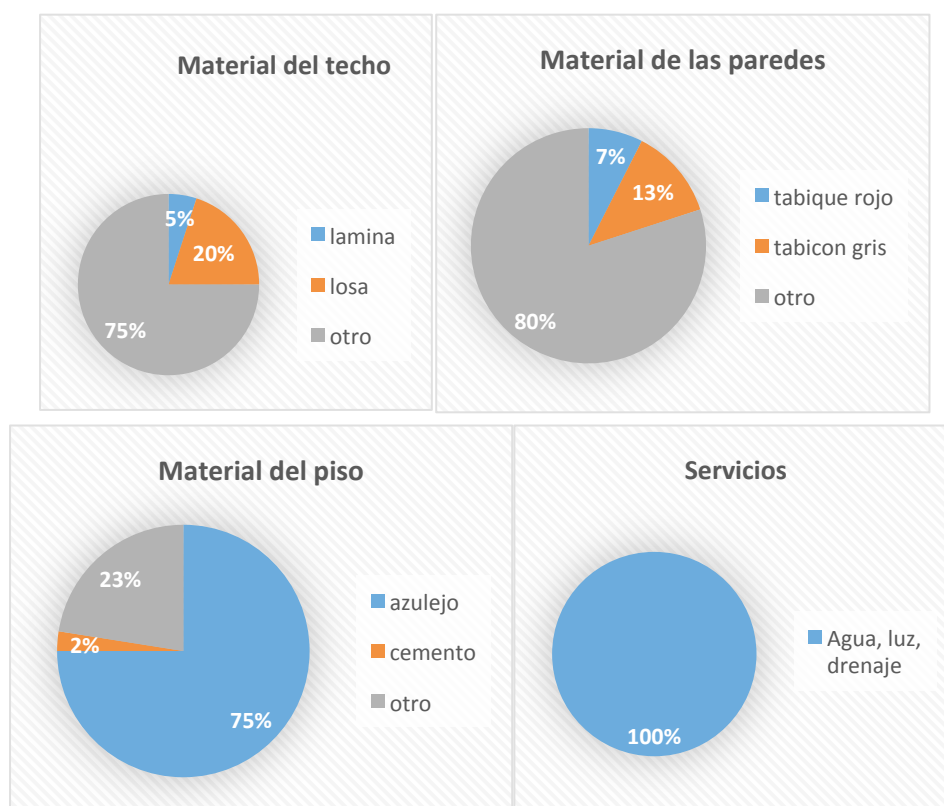
Fuente: Elaboradas con base en trabajo de campo, 2019.

Gracias a lo observado en las dos gráficas anteriores fue posible identificar que los encuestados son población en menor riesgo de sufrir algún síntoma de estrés térmico, esto se asocia directamente con su edad pues les beneficia para que su salud no se vea comprometida con alguna enfermedad o padecimiento. Pese a lo mencionado, la salud puede verse comprometida de forma directa sin el confort térmico, esto se da a partir de la consideración de las condiciones de la vivienda. Por ello, en las siguientes figuras se mostrarán los resultados que arrojó la encuesta referente a los tipos de material de la vivienda, esto sirvió para lograr un análisis sobre las condiciones de vulnerabilidad de confort térmico de la población.

Es así que el 75% del material del techo de las casas en Villa de Álvarez se localiza en el grupo "otros", cabe señalar que el cemento es el material que destaca. El 25% restante son materiales como losa (20%) y lamina (5%). El 80% de las respuestas se encasillan en el grupo concerniente a otros, donde el principal material de las paredes es el cemento, el 13% de tabicón gris y el 7% de tabique rojo. Por otra parte, el 75% del piso de las casas es de cemento o azulejo. El 23% refiere a otros varios tipos de material y el porcentaje restante tienen casas únicamente de cemento en piso y paredes. El 100% de las casas cuentan con los servicios básicos (luz, agua y drenaje), además de servicios de equipamiento en la calle como banquetas y alumbrado público. Durante el recorrido de campo, se pudo dar cuenta que

las características de las casas coincidían con las respuestas obtenidas en el ejercicio (Figura 28).

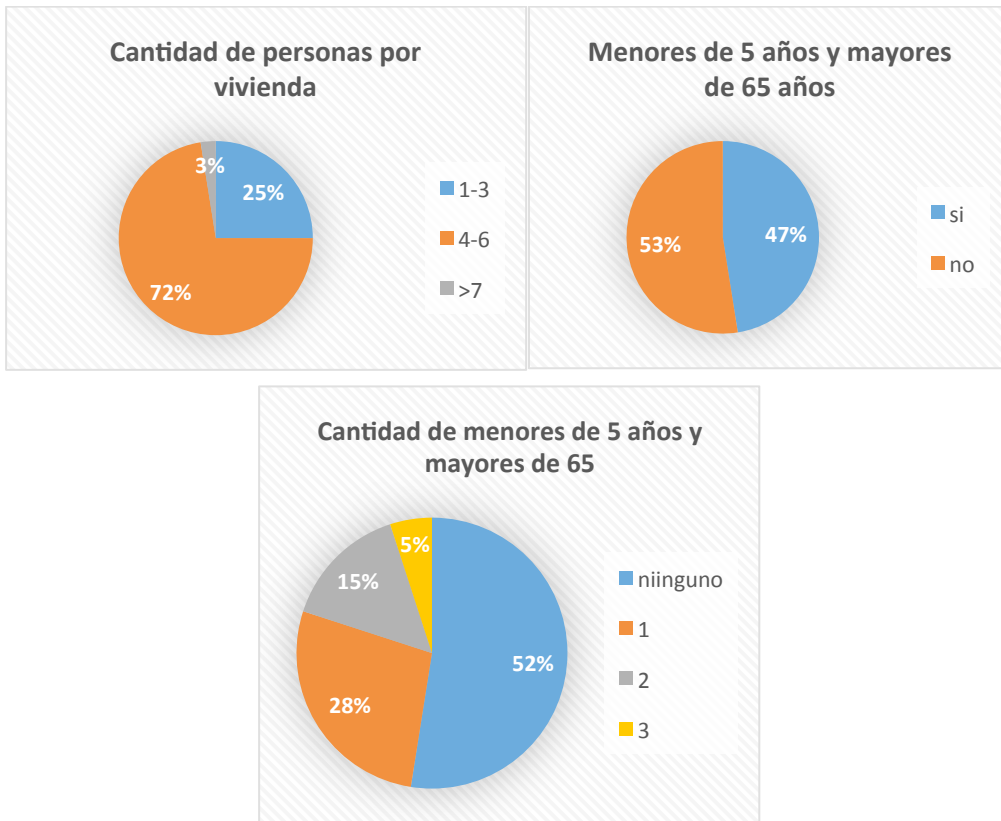
**Figura 28. Gráficas de las características de las viviendas**



Fuente: Elaboradas con base en trabajo de campo, 2019.

Respecto a las generalidades de los habitantes por vivienda se obtuvo la siguiente información: el 73% de las viviendas poseen entre 4 y 6 personas, el 25% de 1 a 3 personas y el porcentaje restante corresponde al segmento con más de 7. De la muestra encuestada, en más del 50% de las casas de Villa de Álvarez no hay menores de 5 años o mayores de 65 años este dato da pauta a que la vulnerabilidad es menor y la edad no es considerada como un factor latente de riesgo para el universo del trabajo. Ahora bien, el 27% manifestó que en su hogar había una persona con estas características; el 15% habló de dos personas y en 5% restante habló de tres personas (Figura 29).

**Figura 29. Gráficas de habitantes por vivienda**

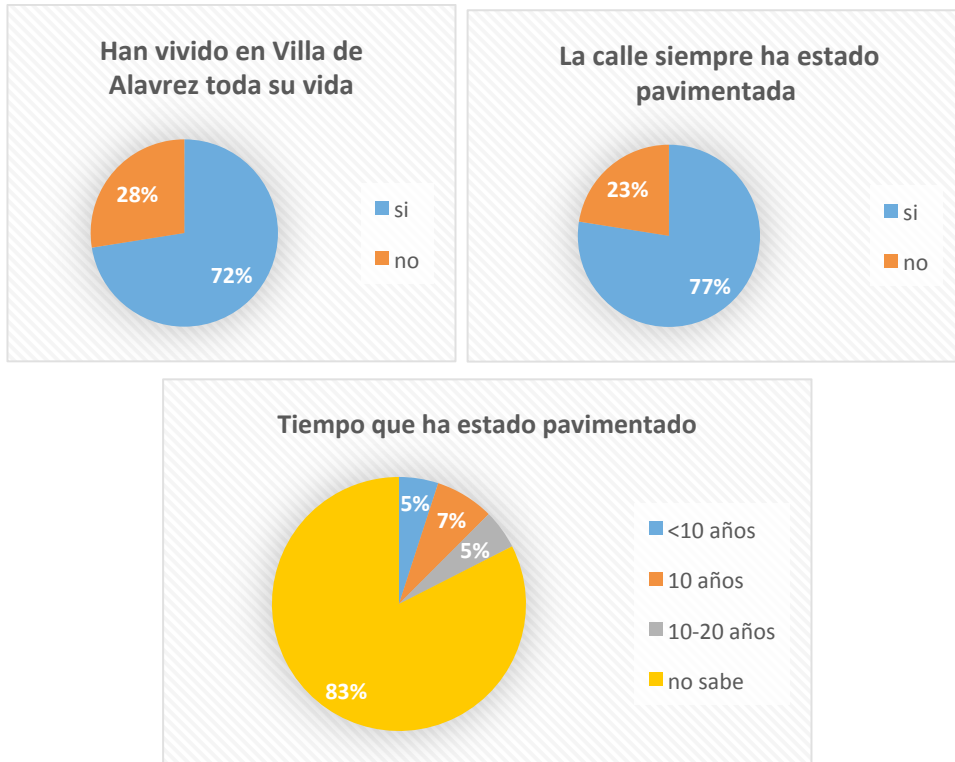


Fuente: Elaboradas con base en trabajo de campo, 2019.

Además de revelar el rango de edad para la identificación del nivel de vulnerabilidad, el tiempo de residencia en el municipio permite averiguar si la población se encuentra adaptada a las condiciones climáticas que prevalecen y también el aumento de la urbanización. Así, un 72% mencionó que ha vivido en Villa de Álvarez toda su vida, mientras que un 27% restante fue residente de otro estado o municipio. Un número significativo de quienes han habitado en este municipio manifiestan que siempre ha estado pavimentado (77%) sin saber exactamente el tiempo exacto de este hecho (83%), sin embargo, al colindar con la ciudad de Colima las condiciones de vivienda y de servicios públicos son óptimos (Figura 30).



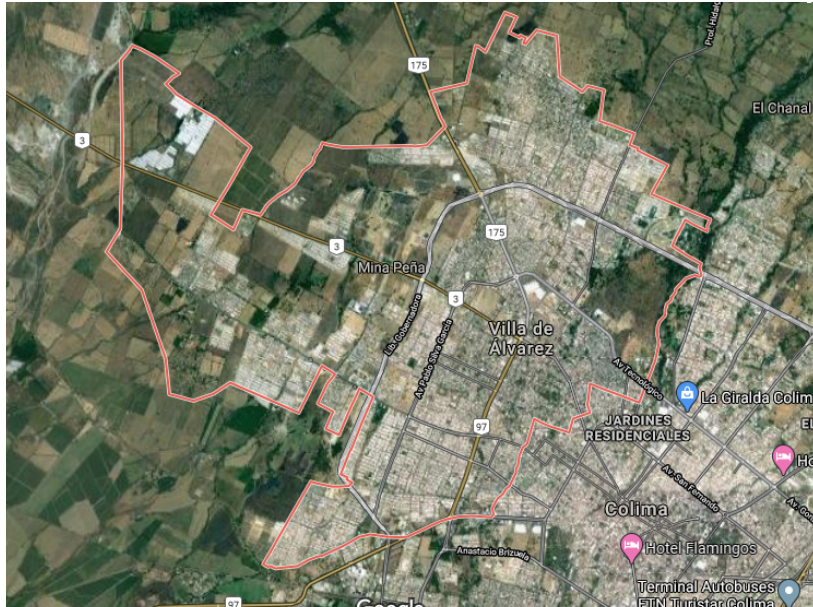
**Figura 30. Gráficas sobre la pavimentación de las calles en la colonia**



Fuente: Elaboradas con base en trabajo de campo, 2019.

Uno de los efectos asociados con las islas de calor es el crecimiento de la población y que, a la vez, ésta se encuentre en un proceso de urbanización, situación que se denota en algunos servicios, como el de pavimentación de las calles. En el caso de Villa de Álvarez poco más del 50% del municipio se encuentra bajo la condición de que las calles están asfaltadas (Figura 31). Al saber que esta área posee un grado de urbanización, los vínculos y factores que la convierten en una posible isla de calor están presentes. Las medidas que toman los habitantes son relevantes, puesto que gracias a ellas es posible mantener su confort térmico.

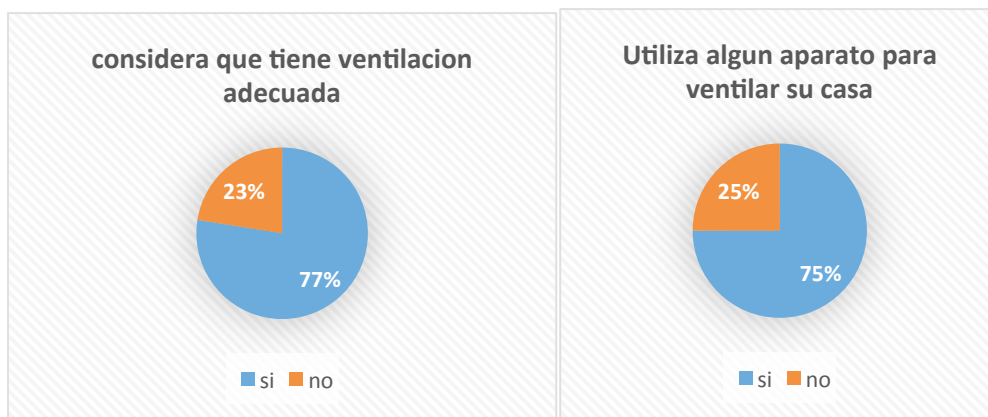
**Figura 31. Imagen de la mancha urbana de Villa de Álvarez**

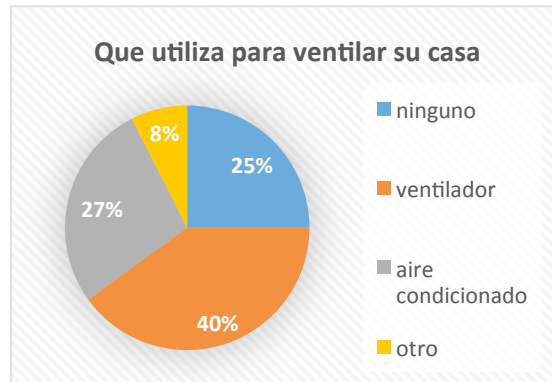


Fuente: Google Earth 31/03/2020.

En Villa de Álvarez, el 78% de los encuestados posee una ventilación adecuada en su casa, mientras que el 22% percibe que la circulación de aire en el interior de su vivienda no es suficiente. Uno de los motivos que inciden para considerar que la ventilación es adecuada es el uso de un aparato electrónico; un 75% se apoya de ventiladores (40% del total de la muestra), 20% de aire acondicionado y 5% restante lo hace con abanicos. (7%). El 25% que restó no recurre a algún aparato o instalación eléctrica, ya que la apertura de sus puertas y ventanas es suficiente (Figura 32).

**Figura 32. Gráficas de las características de ventilación en las viviendas**

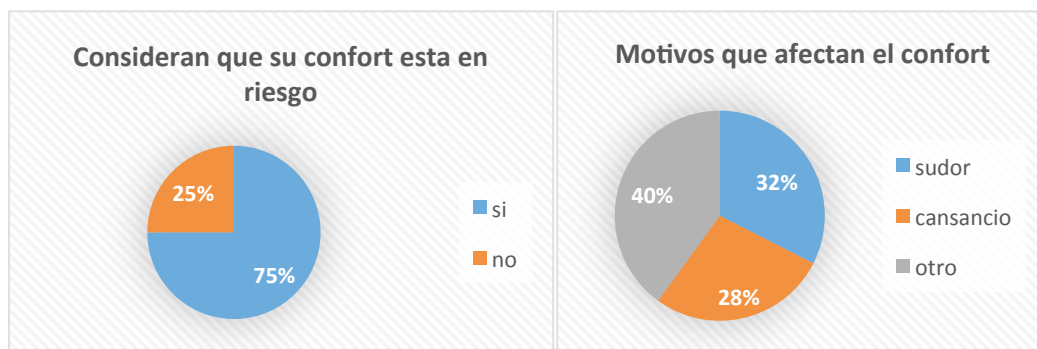




Fuente: Elaboradas con base en trabajo de campo, 2019.

Una de las afecciones que indica el confort térmico es una ventilación correcta del hogar por lo que de ser contraria la condición de ventilación, el confort no puede ser óptimo. En la Figura 33 se aprecia que el 75% de los encuestados consideran que su confort está en riesgo. Esto se debe a distintos motivos o síntomas que acontecen con el calor, entre ellos se encuentran las molestias por el sudor (32%), el cansancio (28%) u algún otro motivo como quemaduras en la piel y alergias, entre otras (40%).

**Figura 33. Gráficas de confort térmico**

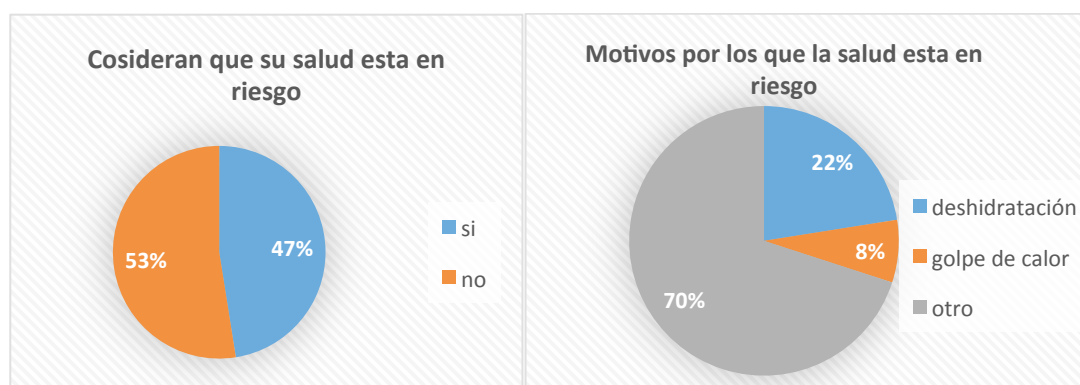


Fuente: Elaboradas con base en trabajo de campo, 2019.

El caso de Villa de Álvarez es similar al de Colima, esto se debe a que su población está adaptada, por lo tanto, no se visibiliza el riesgo que implica para su salud un aumento anormal de temperatura. Aproximadamente el 50% de los encuestados consideran que su salud no se ve comprometida y sólo una minoría dio cuenta que sí estaba en riesgo, así, entre los principales motivos se encuentran la deshidratación (23%), los golpes de calor (8%) y

70% para otros motivos como mareos, consumir alimentos en mal estado, entre otros (Figura 34).

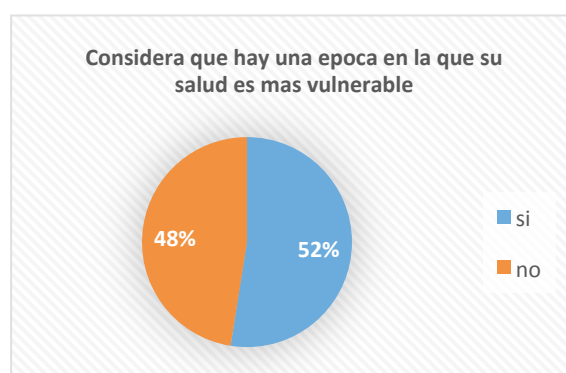
**Figura 34. Gráficas de percepción de riesgo**

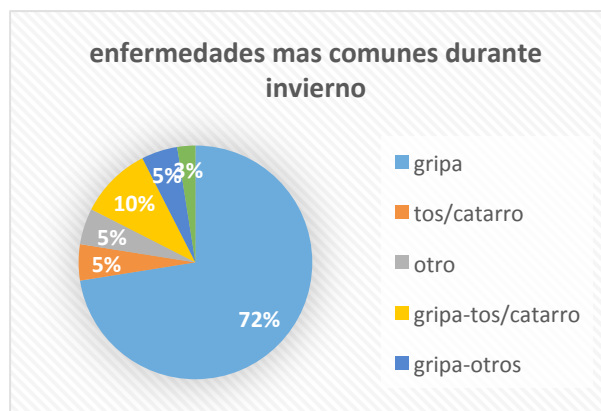
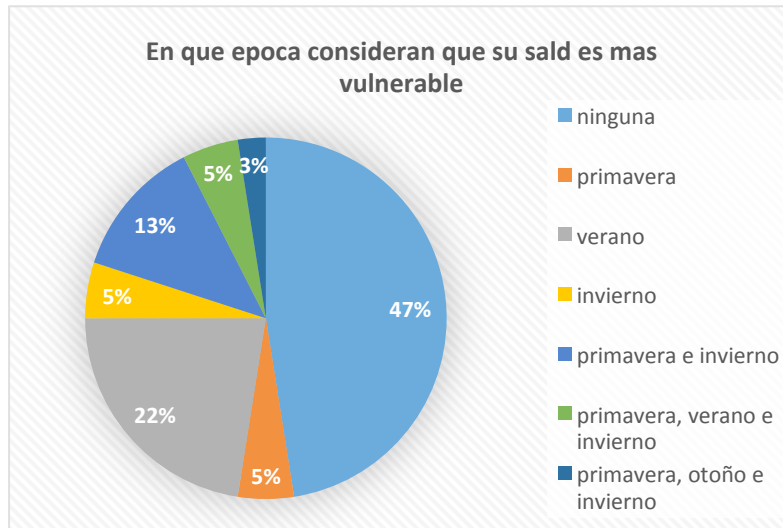


Fuente: Elaboradas con base en trabajo de campo, 2019.

Pese a que el riesgo no sea visible, la vulnerabilidad está presente en la población, esto se considera por el rango de edad en donde la salud es más vulnerable. Las épocas del año donde mayor vulnerabilidad siente la población varía, un 5% considera que en verano, otoño e invierno son más vulnerables por las alergias; el 23% durante el verano, ya sea por las temperaturas, la fauna nociva o problemas respiratorios; el 5% habló del invierno, el 12% durante la época de primavera e invierno (Figura 35).

**Figura 35. Gráficas de vulnerabilidad por época**





Fuente: Elaboradas con base en trabajo de campo, 2019.

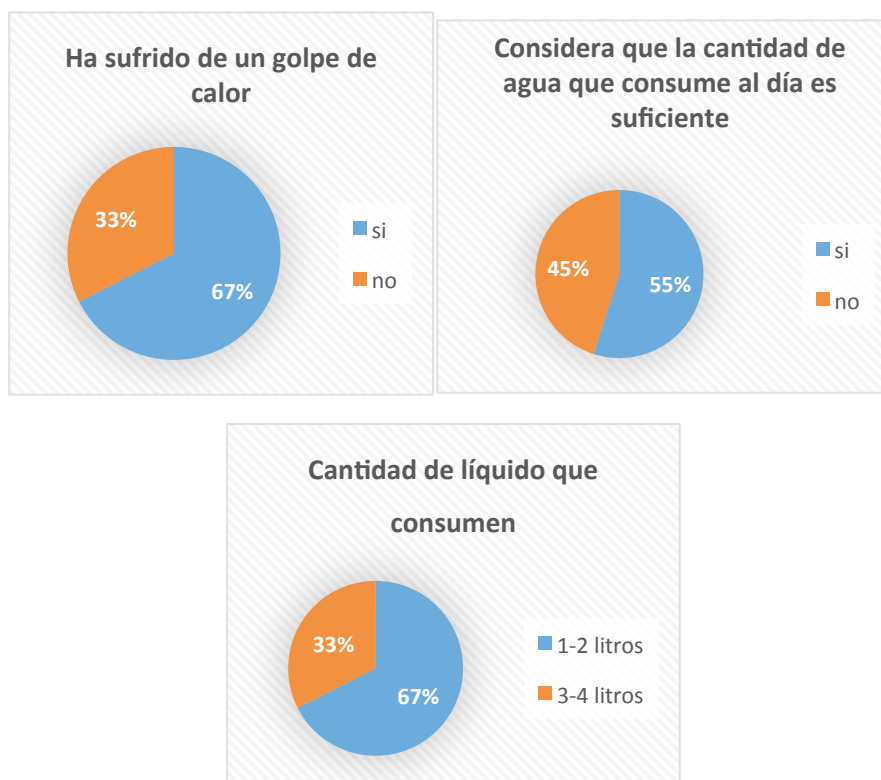
El invierno es la época del año que se suele estar más asociada con enfermedades, a diferencia de otros estados, el invierno de Colima no suele ser tan frío, sin embargo, hay algunos padecimientos que son comunes de la estación. Entre los padecimientos más importantes, el 71% menciona que lo más común es la gripa, el 5% dice de la tos o catarro común, 10% son los tres en su conjunto gripa, tos y resfriados, otro 5% indica a la gripa y otras alergias y sólo el 2% tos y otras que no especificó.

Como ya se ha mencionado, a pesar de que la percepción de riesgo de la población ante las altas temperaturas es baja, un punto a destacar es que en algún momento han estado expuestos o han vivido algún síntoma de estrés térmico, esto se demuestra en la Figura 36, donde un 68% de los encuestados ha sufrido de un golpe de calor. Según lo que relatado por

algunas personas los motivos eran variados, desde no hidratarse correctamente, hasta estar expuestos al sol por un tiempo prolongado, por lo que éstos son ejemplo de la exposición de los sujetos en sus trabajos o actividades cotidianas.

Al beber agua natural o sueros, el cuerpo logra rehidratarse, por lo que su consumo diario se vincula con las necesidades básicas de cumplir esta función. De la muestra del trabajo, el 55% consideran que el agua o líquido que consumen diariamente es suficiente para mantenerse hidratados y saciar su sed. Mientras que 18 personas consideran que su hidratación no es correcta; un 68% consume entre 1 a 2 litros de algún líquido por día (puede ser agua u otros líquidos), por otra parte, el porcentaje restante estipuló que bebe entre 3 o 4 litros de agua al día (Figura 36).

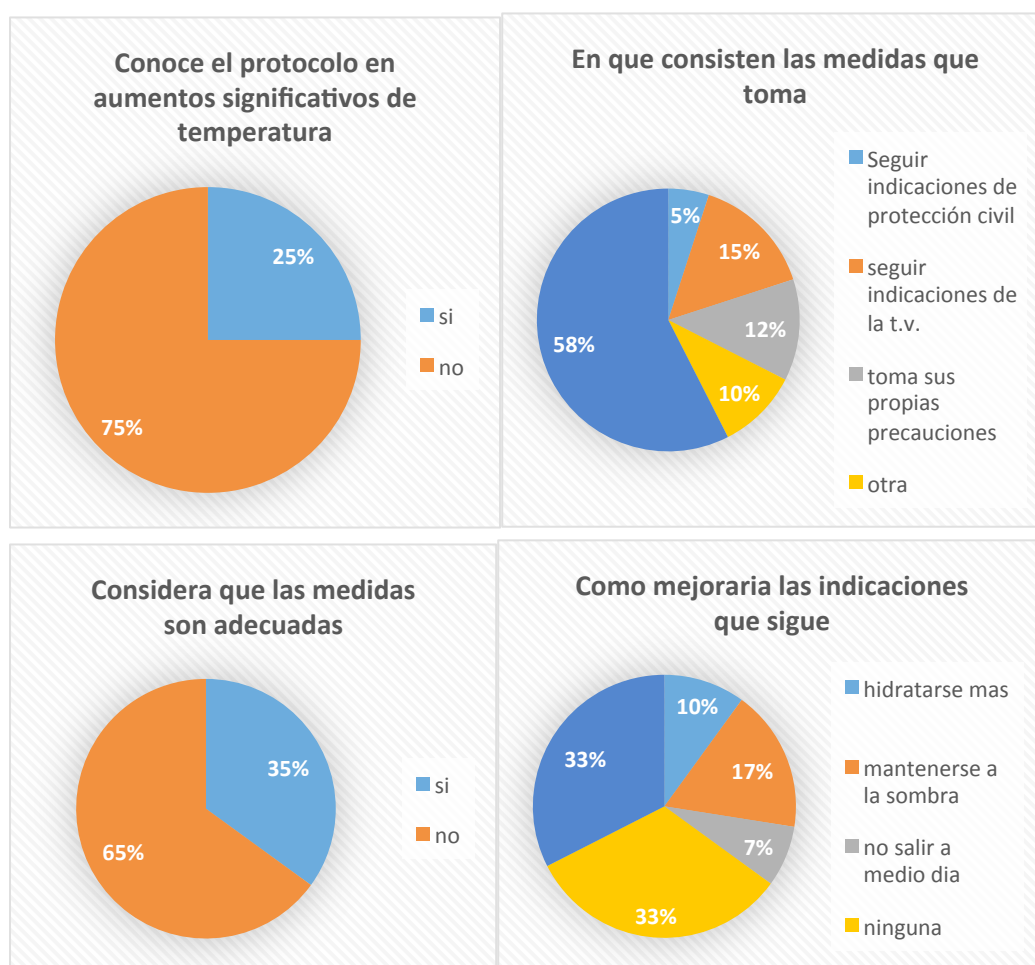
**Figura 36. Gráficas de vulnerabilidad y prevención de golpes de calor**



Fuente: Elaboradas con base en trabajo de campo, 2019.

A partir del crecimiento urbano, la presencia de una isla de calor es más propensa, por lo que la población debería contar o conocer las medidas necesarias en caso de que este u otro fenómeno se presente por el aumento de la temperatura. Según los resultados mostrados en la Figura 37, el 75% de los encuestados no conocen o no saben de la existencia de un protocolo de seguridad en caso de algún ascenso drástico de la temperatura.

**Figura 37. Gráficas sobre el protocolo de seguridad**



Fuente: Elaboradas con base en trabajo de campo, 2019.

La población tiende a escuchar en diversos medios de comunicación como la televisión y la radio cuándo serán los momentos más calurosos del año, por lo que de antemano saben de algunas medidas a seguir. Por lo que el 5% sigue indicaciones de protección civil, un 15% escucha la televisión a través de comerciales o noticias, el 13% toma sus propias precauciones y un 10%

---

sigue otras medidas. Cabe remarcar que más de la mitad de la muestra no sigue indicaciones debido a que está acostumbrada a estas variaciones del clima y la falta de medios de comunicación para la difusión de información relevante. Las opiniones y motivos por los que no se siguen indicaciones son variadas y en la mayoría es porque las medidas que se sugieren no se consideran adecuadas o relevantes.

Pese a esto, la población toma sus propias medidas para disminuir su exposición constante; el 10% externó que se hidrataría mejor, 17% se mantendría a la sombra de árboles o alguna otra construcción con gorras o sombrillas; el 7% hace hincapié en no salir durante el mediodía, un tercio de los encuestados tomaría otras medidas y, finalmente, el 33% no haría ningún cambio para mejorar su grado de exposición frente al sol. En general, el caso de Villa de Álvarez es muy similar al de Colima, ya que en el centro de la cabecera municipal las casas tienden a ser de dos niveles con todos los servicios básicos (luz, agua, drenaje), cuando uno se traslada hacia las afueras de la localidad, esta situación es distinta debido a que hay un claro cambio en el uso de suelo de habitacional a agrícola.

Por cuestiones de seguridad durante el trabajo de campo no se hizo un recorrido hacia esta área, sin embargo, se obtuvo información a través de pláticas y sondeos con actores clave como los taxistas. La finalidad de este trabajo se basa en las islas de calor urbana y sus efectos sobre la salud, por lo que en pláticas más “casuales” con algunos pobladores se les preguntó si notaban una diferencia cuando se aproximaban a esa área donde se nota un cambio en el uso de suelo, las respuestas más comunes fueron que las sensaciones del clima eran igual de cálido, pero más fresco por la circulación del aire. Esto da pauta a resolver una hipótesis, ya que sin la existencia de planchas de asfalto y de construcciones urbanas en el municipio la circulación del aire es mucho mejor, situación que se demuestra en la sensación térmica de la población que se sondeó. En la figura 38, a través de una imagen satelital se observa una clara delimitación entre la zona urbana y el área para cultivos o ganadería.



**Figura 38. Diferenciación de zona urbana y cultivos**



Fuente: Google Earth 11/04/2020.

Es por todo lo anterior que los habitantes deben tomar precauciones para no comprometer su salud aunque hayan vivido en el estado o municipio toda su vida, pues el calor es una constante a la que están expuestos. Como se mostró en diversas figuras referidas líneas arriba, un número alto de personas ha sufrido de algún síntoma de estrés térmico sin que lo tomaran como un factor de riesgo.

### **3.3. Tecomán, Colima**

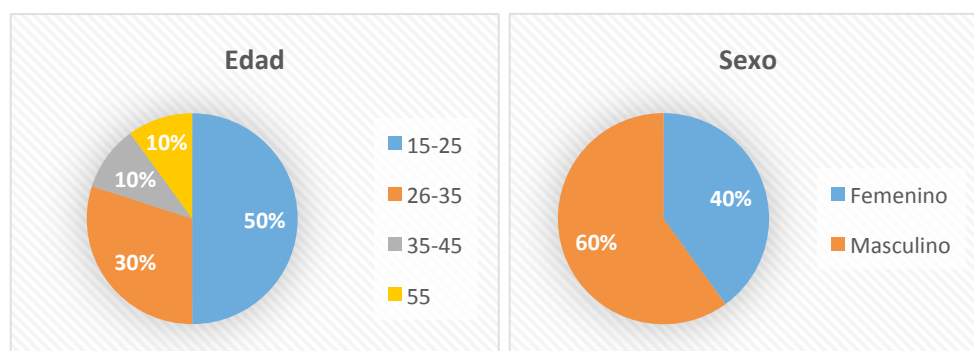
El tercer punto para visitar con la finalidad de recolectar datos durante el trabajo de campo fue Tecomán, ahí se realizaron 30 encuestas, todas ellas contestadas en la plaza de la cabecera municipal. Durante el trayecto a este sitio fue posible observar las condiciones de vivienda y características generales del lugar. A pesar la extensión territorial del municipio es visible un crecimiento en la urbanización ya que mostraba características como la pavimentación, los servicios públicos y la cantidad de locales de cadenas comerciales.

Uno de los motivos de selección de este municipio en el trabajo radica en la posibilidad de encontrar un ambiente más rural que los casos previamente

vistos, esto facilita realizar una comparación más exacta con un ambiente completamente urbanizado. La principal intención de las encuestas fue conocer las múltiples percepciones de vulnerabilidad frente a un fenómeno que es poco mencionado o conocido por la población.

El rango de edad seleccionada para la respuesta de este ejercicio fue entre los 15 y 55 años de edad, así, el sexo de la muestra fue del 60% para hombres y el 40% para mujeres; un 50% corresponden a edades entre los 15 y 25 años, seguido del grupo entre los 26 a 35 años (30%) y el porcentaje restante de las edades son adultos que van desde los 35 a 45 años (10%) y mayores a 55 años (10%) (Figura 39).

**Figura 39. Gráficas de las condiciones generales de los encuestados**

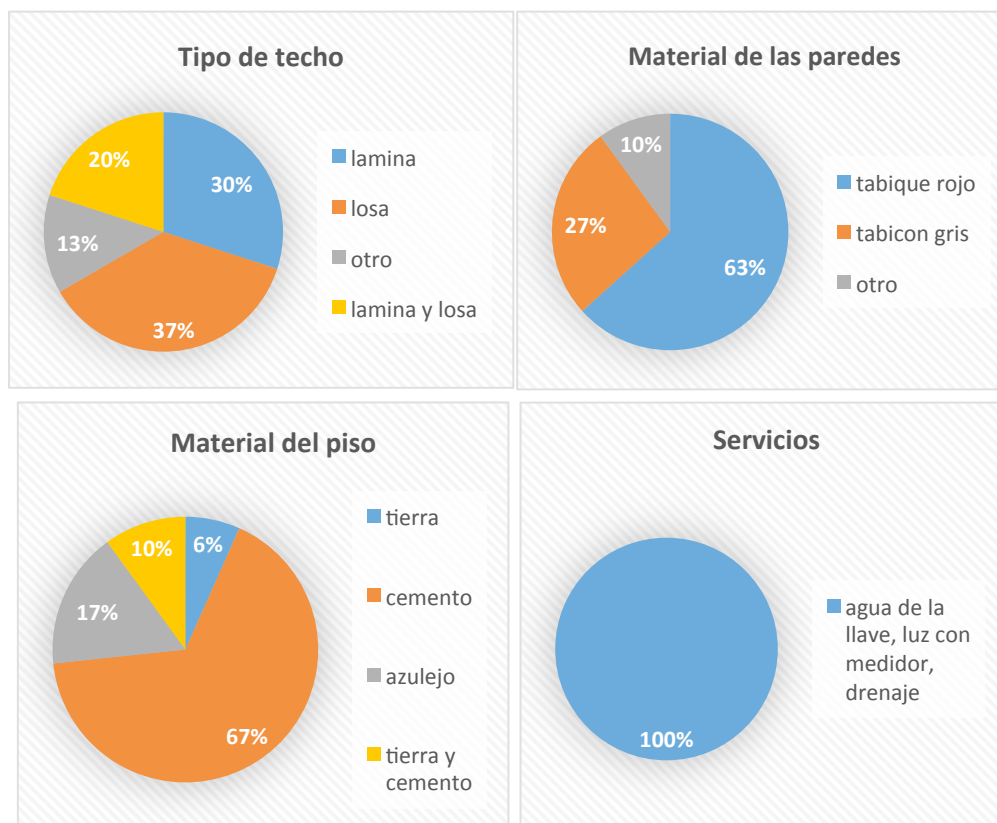


Fuente: Elaboradas con base en trabajo de campo, 2019.

Al igual que en los municipios previos, se da cuenta de varias características de vivienda que responden al modo de vida popular en el país. Además, es posible mirar algunas técnicas que emplea la población para mantener fresca su casa. En las siguientes gráficas, se mostrarán algunas de las características de las viviendas en el municipio de Tecomán. Ahora bien, el 37% de los techos en Tecomán son de losa, el 30% corresponden a materiales como lamina, el 20% combinan tanto lamina como losa y el 13% restante usan materiales como cemento y tejas.

Respecto al material de las paredes, el 63% de las casas de los encuestados en Tecomán son de tabique rojo, el 27% de tabicón gris y en el 10% de otros materiales como el cemento. En cuanto a los pisos, el 67% de las casas en son de cemento, el 17% de azulejo, el 10% combinan tierra y cemento y el 6% manifestó ser de tierra (Figura 40).

**Figura 40. Gráficas de las características de vivienda**

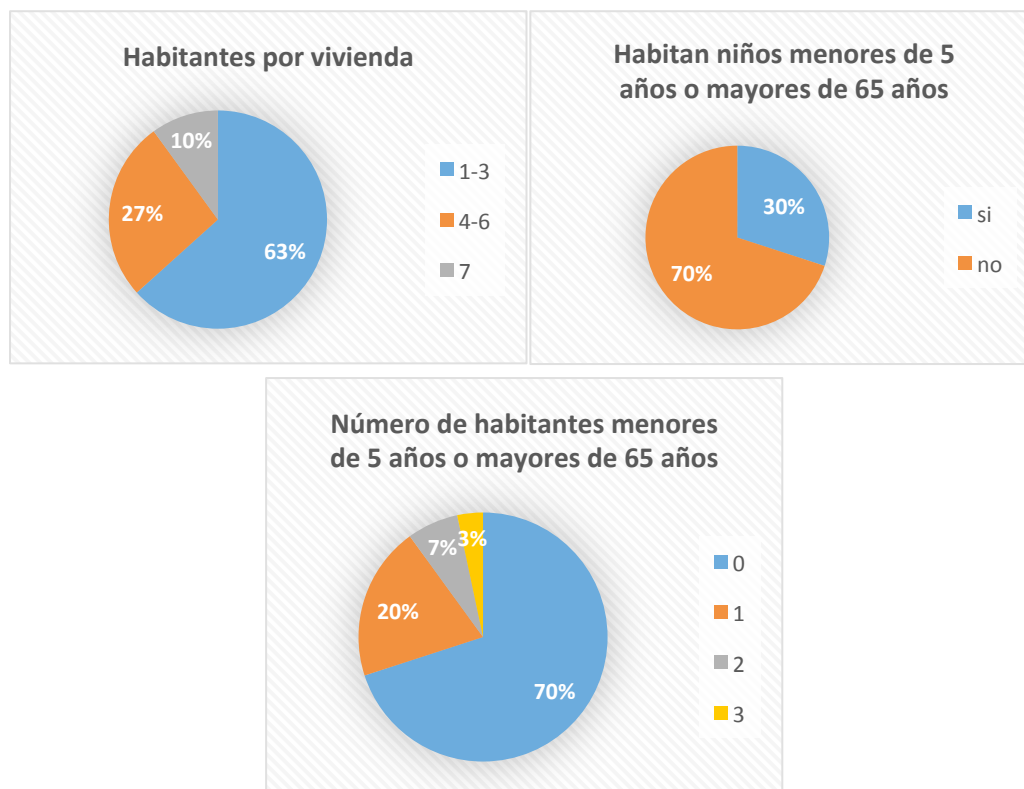


Fuente: Elaboradas con base en trabajo de campo, 2019.

La totalidad de la muestra indicó que las viviendas en Tecomán cuentan con todos los servicios básicos (agua, luz, drenaje, pavimento y alumbrado público). Respecto a los habitantes que viven en las viviendas, el 63% de la muestra expresó que habitan entre 1 a 3 personas, el 27% entre 4 y 6 habitantes y sólo 10% manifestó que viven con 7 o más gente. En poco más del 50% de las viviendas no habitan niños de menos de 5 años o adultos con más de 65 años y al momento de mencionar la edad de los niños que habitan con el encuestado las edades rondaban entre los 6 y 12 años. En el 70% de los casos no hay habitantes con estas características, el 20% externó vivir

con una persona mayor de 65 años o menor de 5 años, el 7% vive con dos personas y en el 3% con tres personas (Figura 41).

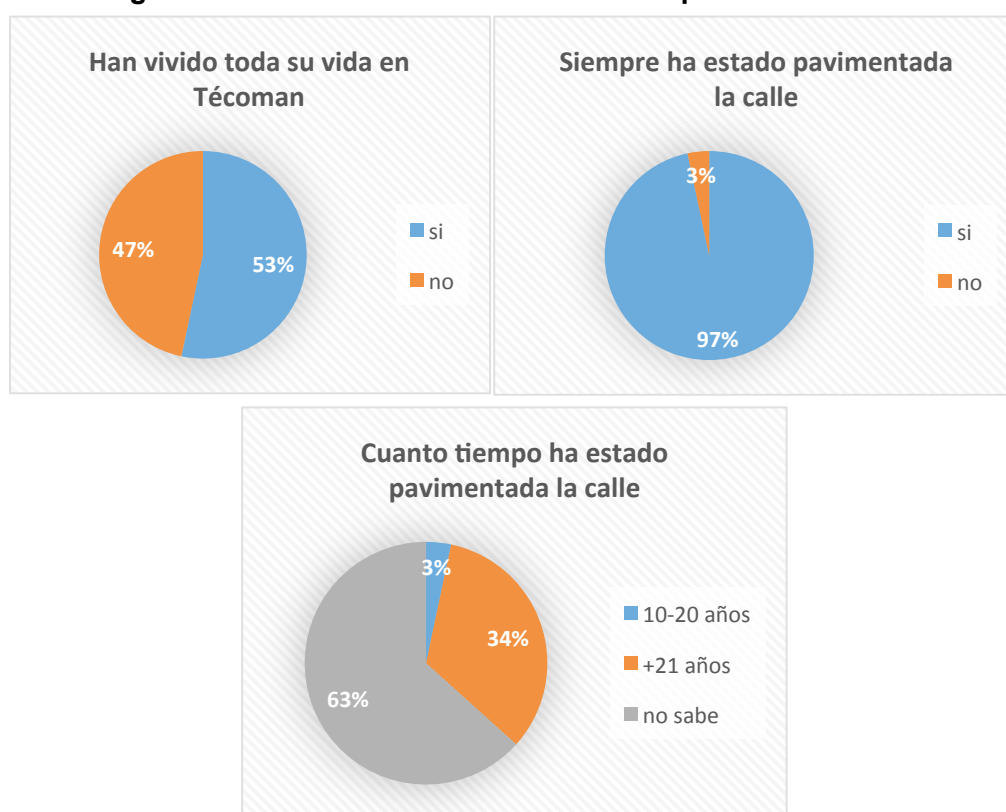
**Figura 41. Gráficas de habitantes por vivienda**



Fuente: Elaboradas con base en trabajo de campo, 2019.

Los gráficos siguientes refieren a las características del piso en las calles del municipio y saber si la población ha vivido o no gran parte de su vida en Tecomán. Así, un 53% de los encuestados siempre ha sido residente de este municipio, mientras que el 47% no, lo que hace evidente que casi la mitad de la muestra ha sido población relativamente nueva en el lugar. Respecto con la pavimentación, a la hora de hacer el recorrido de campo se pudo dar cuenta que las calles contaban con esta característica, así, el 97% encuestados mencionan que las calles en las que viven o transitan comúnmente han estado pavimentadas. Considerando que no todos han habitado parte de su vida en este municipio, se preguntó el tiempo que han estado pavimentadas las calles. Un 63% no sabe o indicó que siempre han estado así, el 4% menciona que las calle llevan así entre 10 y 20 años. Por último, el 33% mencionó que llevan más de 20 años así.

**Figura 42. Gráficas de las características piso de la colonia**

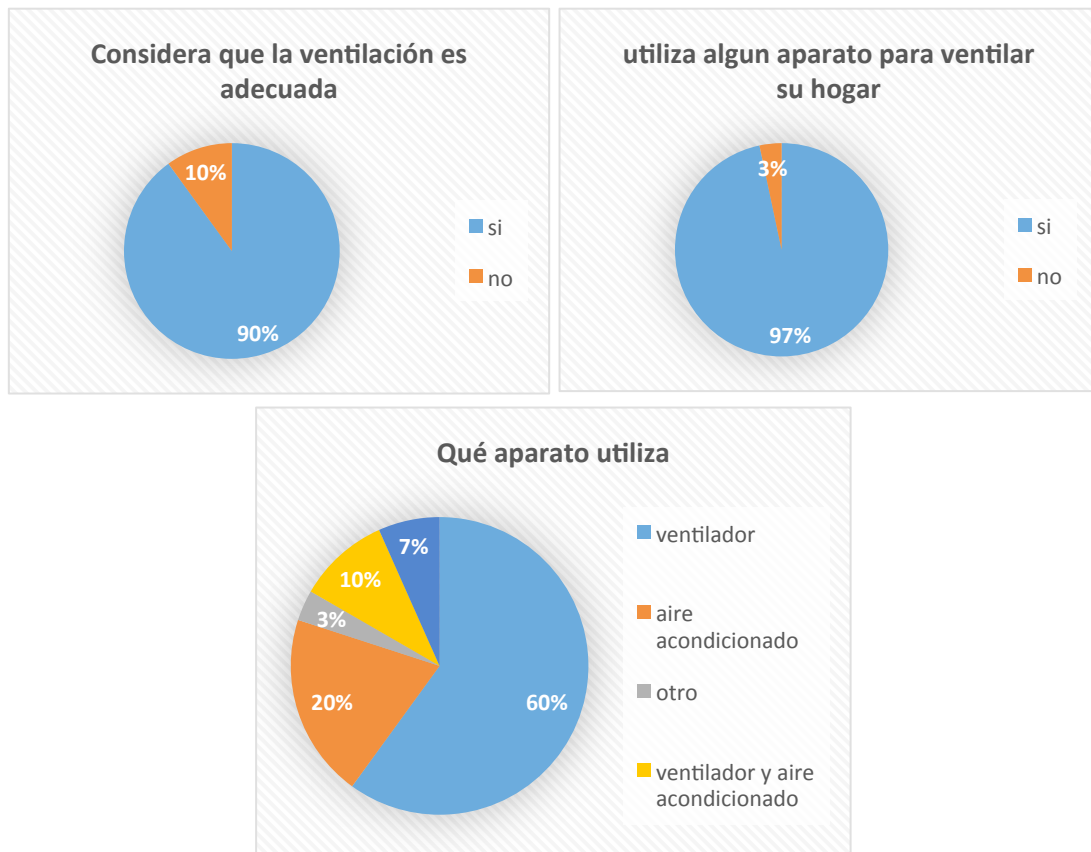


Fuente: Elaboradas con base en trabajo de campo, 2019.

Para regular la temperatura al interior de las viviendas es común el uso de aparatos electrónicos, como lo muestra la Figura 43 en donde se muestra que un 90% considera que dentro de su casa tiene una ventilación adecuada, lo que les permite estar en un confort térmico. No conforme con esto, se mantiene el uso de algún aparato para mantener mejor ventilada su casa, esto es el caso del 97% de la muestra. Cabe destacar que, durante el recorrido se observó que la mayoría de las casas mantienen abiertas las puertas y ventanas durante casi todo el día.

El 60% de los encuestados utilizan ventiladores de techo o de piso en sus casas; el 20% hace uso de aire acondicionado y un 10% posee tanto ventilador como aire acondicionado; el 7% usa ventilador y el 3% restante sólo deja abiertas sus puertas y ventanas.

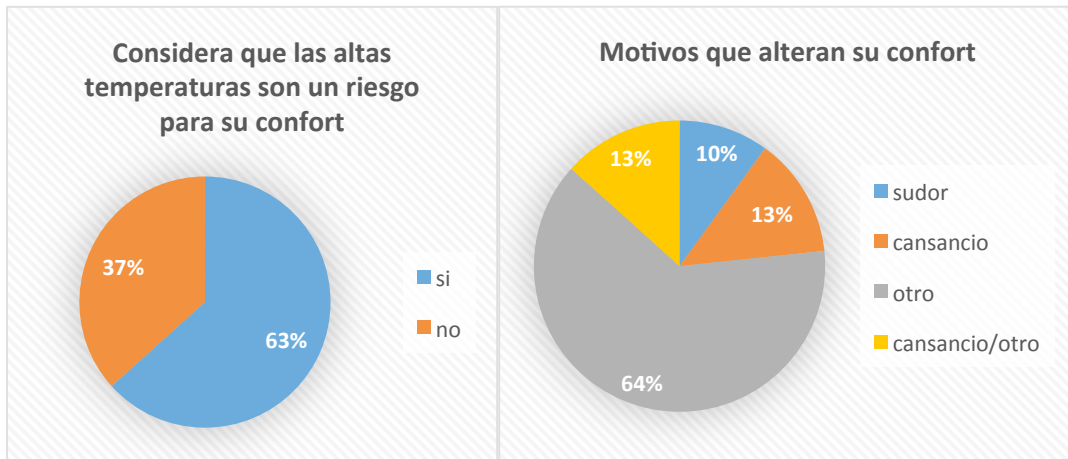
**Figura 43. Gráficas de las características de circulación de aire en la vivienda**



Fuente: Elaboradas con base en trabajo de campo, 2019.

Pese a que hay población que toma precauciones dentro de su hogar para mantener una temperatura “confortable” el 63% encuestados aún consideran que las altas temperaturas son un riesgo para su confort. En cuanto a los motivos del por qué las altas temperaturas afectan el confort térmico se encuentran respuestas variadas, el 63% manifestó su incomodidad, con bochornos y cambios de humor, la sudoración (10%) también es una respuesta recurrente, además del cansancio (14%) que surge durante el mediodía. Algunos externaron más de un síntoma a la vez, sobre todo el cansancio junto con otro padecimiento (13%) (Figura 44). La salud está en riesgo cuando hay un aumento de temperatura y la mayoría de las personas encuestadas así lo consideran. No obstante, para otras no representa un riesgo puesto que ya están acostumbradas a vivir bajo esas condiciones climáticas.

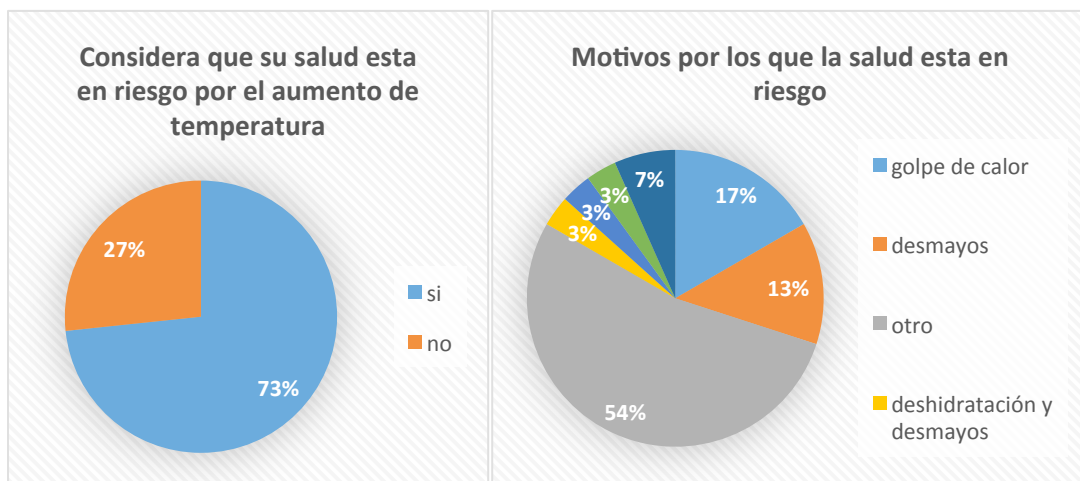
**Figura 44. Gráficas de confort térmico**



Fuente: Elaboradas con base en trabajo de campo, 2019.

Un 73% de los encuestados consideran que las altas temperaturas son un riesgo para su salud. Entre los principales motivos se encuentran los golpes de calor (17%) y desmayos (14%), los cuales son los principales síntomas de estrés térmico. El 54% considera que una constante de las altas temperaturas es la ingesta de alimentos en mal estado, enrojecimientos, sarpullido en la piel, entre otros (Figura 45).

**Figura 45. Gráficas de percepción de riesgo**

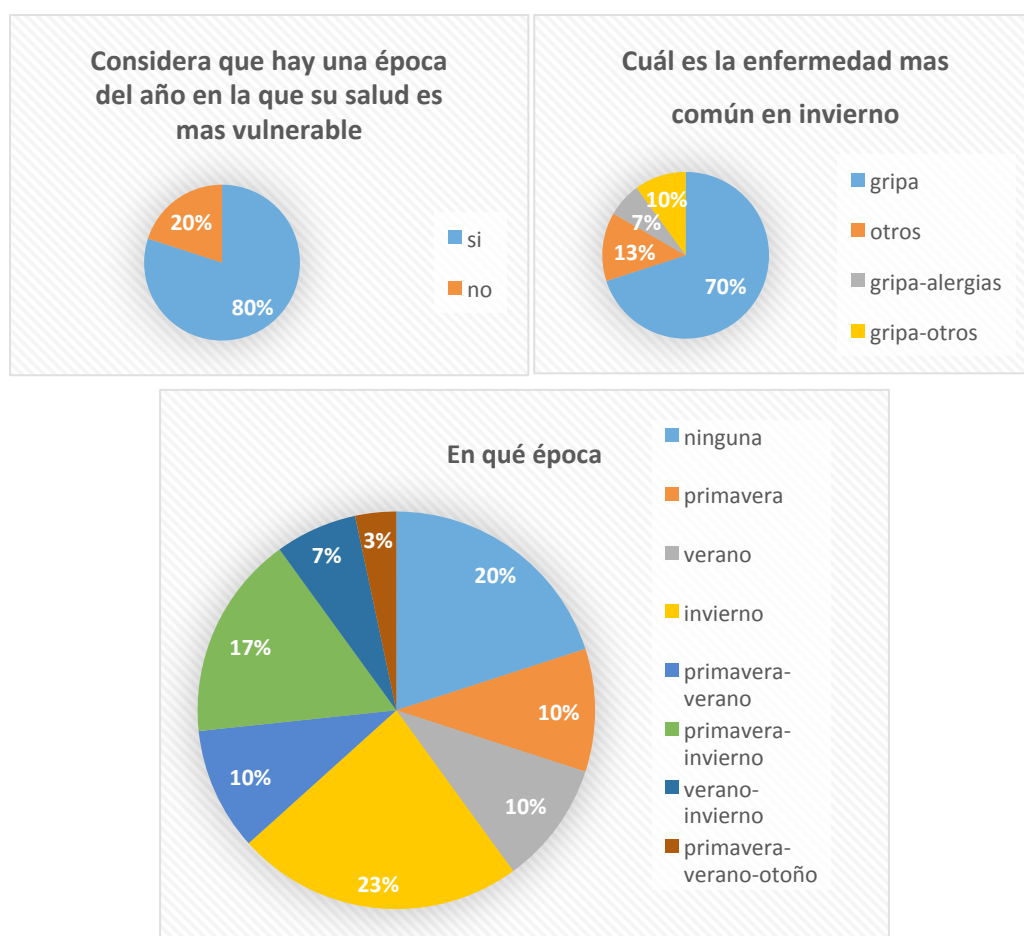


Fuente: Elaboradas con base en trabajo de campo, 2019.

En cuanto a la percepción de vulnerabilidad de los habitantes en Tecomán, el 80% de los encuestados consideran que hay alguna una época del año en el

que perciben que su salud se puede ver afectada. Así, el 10% consideró que en primavera son más vulnerables, otro 10% en verano asociado con las alergias y el 23% se sienten más expuesto en invierno. Igualmente, el 10% indicó primavera y verano, pues son las épocas más calurosas, ya que este municipio está en la costa; el 17% expresó que, en invierno y primavera, el 20% en verano e invierno y, finalmente, el 3% se siente vulnerable durante casi primavera, verano y otoño (Figura 46).

**Figura 46. Gráficas de vulnerabilidad por estación**



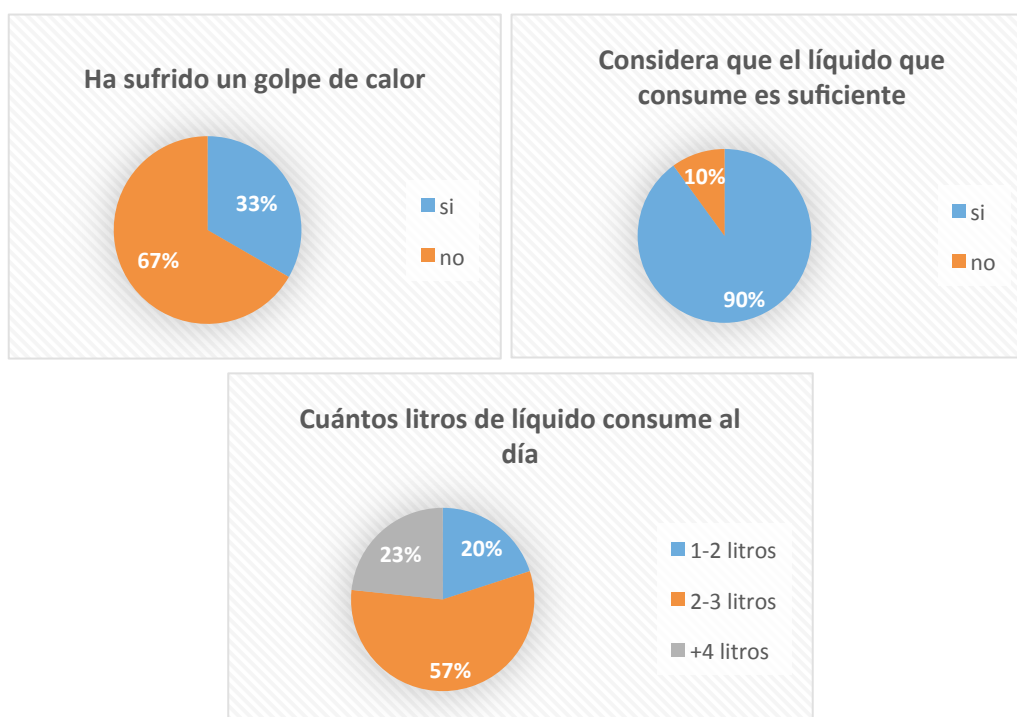
Fuente: Elaboradas con base en trabajo de campo, 2019.

Tecomán, al ser un municipio con costa, tiende a la disminución de temperaturas en invierno, por lo tanto, para este trabajo se consideró preponderante indagar cuál es la enfermedad que más se padece durante esta época, por lo que el 70% contestó que la gripa es la más común, el 10% respondió que otras asociadas con las respiratorias como la influenza y el



17% restante padece de alergias y otras junto con la gripa o resfriados. Como se ha observado en gráficas anteriores los síntomas asociados con el estrés térmico no son tomados como tal, según los resultados arrojados el 67% no ha sufrido un golpe de calor, sin embargo, en algunos casos se externaron que presentaron ciertas molestias, las cuales son síntomas de un golpe de calor.

**Figura 47. Gráficas de vulnerabilidad y prevención golpes de calor**

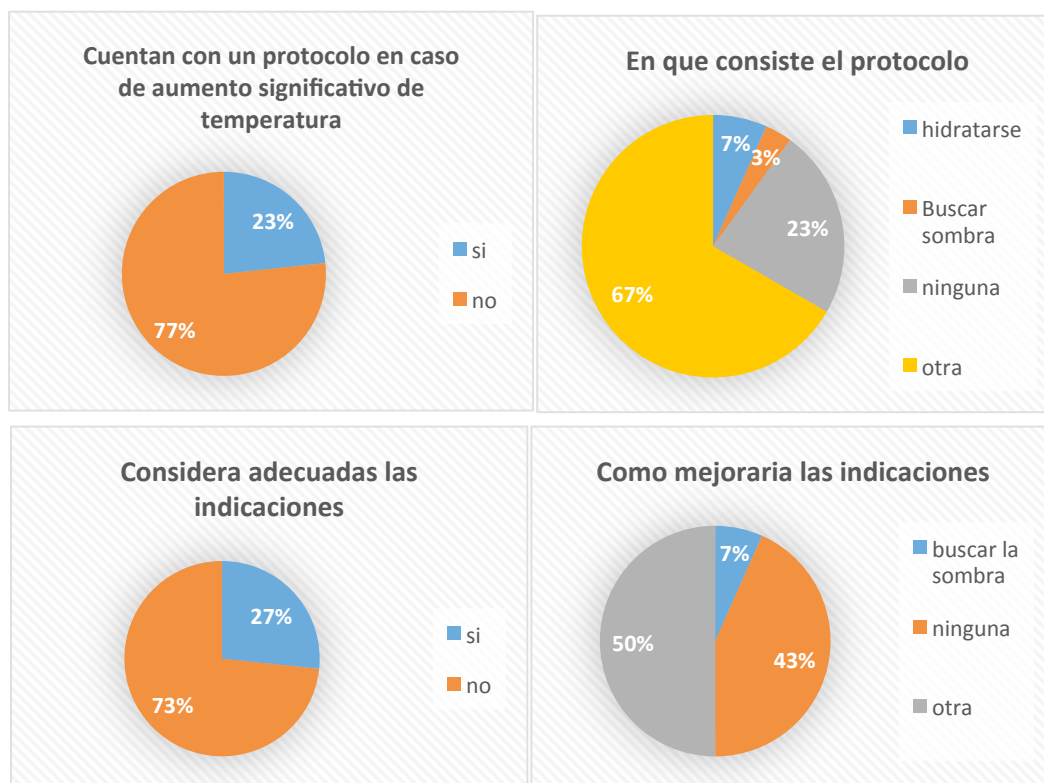


Fuente: Elaboradas con base en trabajo de campo, 2019.

Mantenerse hidratado es una manera de prevenir el estrés térmico o algunos de sus síntomas, el 90% de los encuestados consideran tomar el líquido suficiente para mantenerse hidratados. En este punto es importante considerar que hubo casos en los que mencionaban sólo “quitarse la sed” más allá de beber algún líquido con la finalidad de hidratarse. Más del 50% bebe de 2 a 3 litros de líquido al día, sin importar el tipo de líquido (jugos, refrescos, agua saborizada, bebidas alcohólicas), el 20% bebe entre 1 a 2 litros y sólo el 23% más de 4 litros que supera las cantidades recomendadas.

La prevención frente a cualquier fenómeno reducirá el riesgo de sufrir algún daño, en el caso de aumentos extraordinarios de temperatura se esperaría que existiera un protocolo de seguridad, en este rubro, sólo el 23% de los encuestados en Tecomán cuentan con uno, mientras que el 77% no lo conoce o considera. Por ello, al no contar con un protocolo formal, las respuestas se enfocaron en no tomar medidas de prevención, aunque fueran mínimas; por lo que el 67% de los encuestados respondieron que se basarían en otras medidas inmediatas como el uso de gorras y sombrillas, además de evitar su exposición a cierta hora del día. Estas respuestas se obtuvieron en un sondeo informal, pues no identifican que este fenómeno represente un riesgo. Ya que no se cuenta con la información sobre un protocolo formal, el 73% de los encuestados no consideran que las medidas se podrían implementar, ya que no son adecuadas o simplemente no se tomarían en cuenta (Figura 48).

**Figura 48. Gráficas acerca del protocolo por aumento de temperatura**



Fuente: Elaboradas con base en trabajo de campo, 2019.

---

Para mejorar o implementar medidas de prevención el 7% buscaría mantenerse a la sombra, ya sea con sombrillas o en las aceras donde el sol no afecte directamente, por otra parte, el 43% no mejoraría ni tampoco tomaría medidas y la mitad de la muestra dijo mantenerse informada sobre el estado del tiempo. Tecomán es un municipio considerando como zona urbana, lo que significa que cuenta con características en su infraestructura, por ejemplo, el pavimento. El uso de suelo habitacional es el que predomina y cuenta con todos los servicios necesarios.

Tecomán, al ser un municipio próximo a la costa tiende a que sus temperaturas aumenten o sean altas durante todo el año. En general la población se ha adaptado en vivir de esta forma, esto se sabe puesto que al realizar las preguntas en algunos casos se comentaba la adaptación era obvio, tópico que les hacía perder el interés en contestar. Como ya se ha mencionado con anterioridad, no fue posible realizar un recorrido por todo el municipio, por lo que la Figura 49 muestra por completo la mancha urbana de Tecomán rodeada por sembradíos que no permiten que se regule naturalmente la temperatura, es por ello la probabilidad del desarrollo de una isla de calor urbana.

**Figura 49. Diferenciación de zona urbana y cultivos**



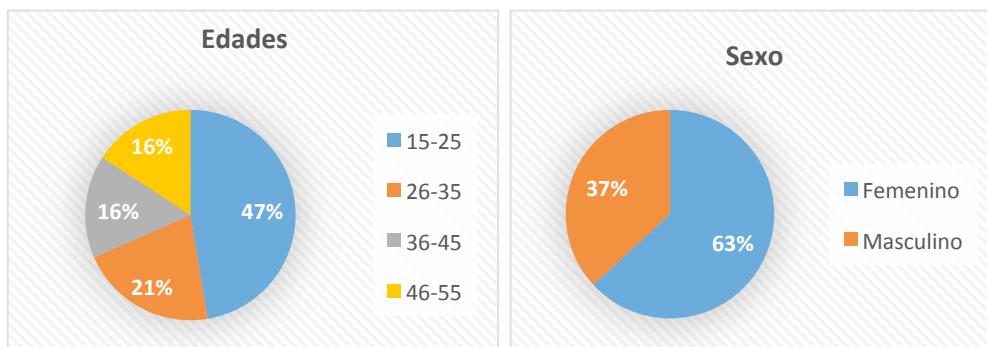
Fuente: Google Earth 15/05/2020.

### 3.4. Manzanillo, Colima

El municipio de Manzanillo fue el último punto de visita durante el trabajo de campo, en este sitio la dinámica de trabajo fue distinta, pues el tiempo para realizar un levantamiento fue menor que en los puntos anteriores. Debido a distancia de la central de autobuses con el centro del municipio se optó por mantenerse en la zona de la colonia Las Gaviotas.

Al igual que en los municipios visitados previamente, en Manzanillo el rango de edad se estableció desde los 15 hasta los 55 años o más. El resultado fue que el 63% fueron mujeres mientras que el 37% se constituyó de hombres. El 47% de la muestra osciló entre los 15 y 25 años; 21% entre los 26 a 35 años; 16% de 36 a 45 años y el 16% entre los 46 a 55 años (Figura 50).

**Figura 50. Gráficas de las condiciones generales de los encuestados**



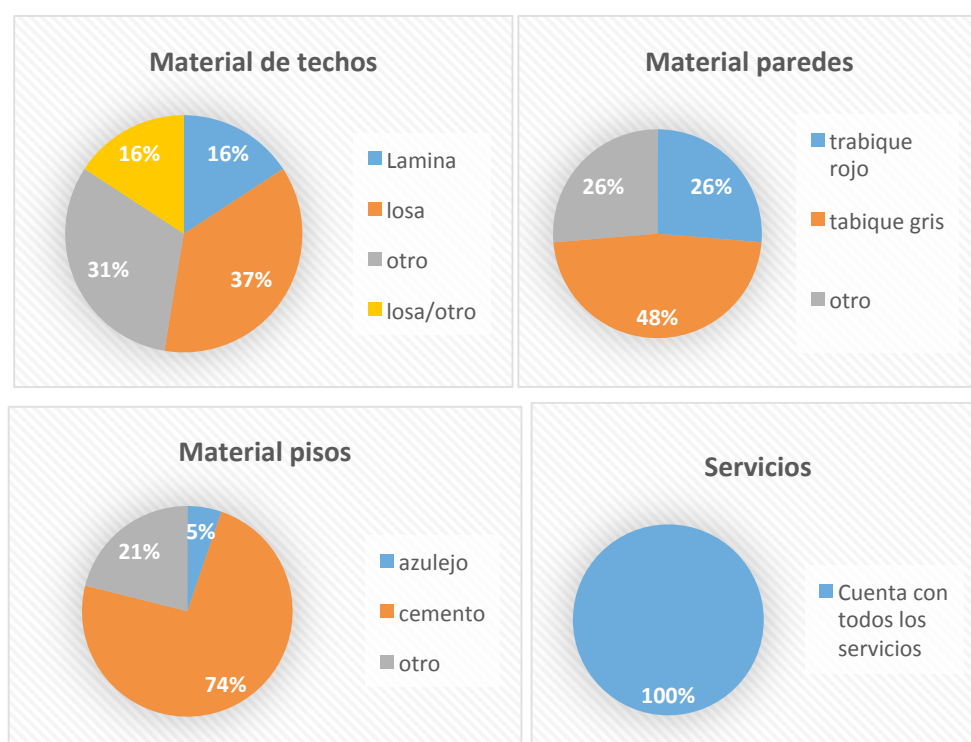
Fuente: Elaboradas con base en trabajo de campo, 2019.

La mayoría de las construcciones en el municipio estaban concluidas, las figuras que se mostrarán posteriormente harán hincapié con el tipo de material con los que se construyen las viviendas (Figura 51). En cuanto a los techos, el 16% son de lámina, 37% de losa, el 31% de otros materiales donde predomina el cemento y el 16% de losa y otros materiales.

El material de las paredes es un 26% de tabique rojo, 48% de tabique gris y un 26% se constituía de otros materiales donde se mencionó que el predominante era el cemento o en otros casos no lograban identificar el

material de construcción. Los pisos de las viviendas se componen en un 74% de cemento, el 21% de otros materiales como losetas de cerámica o vinílicas y el 5% de azulejo. El nivel de vida de la zona que se transitó en Manzanillo era medio-alto, por lo tanto, se infiere que el 100% de las personas encuestadas tienen acceso a todos los servicios básicos como: agua, luz, drenaje y alumbrado público (Figura 51).

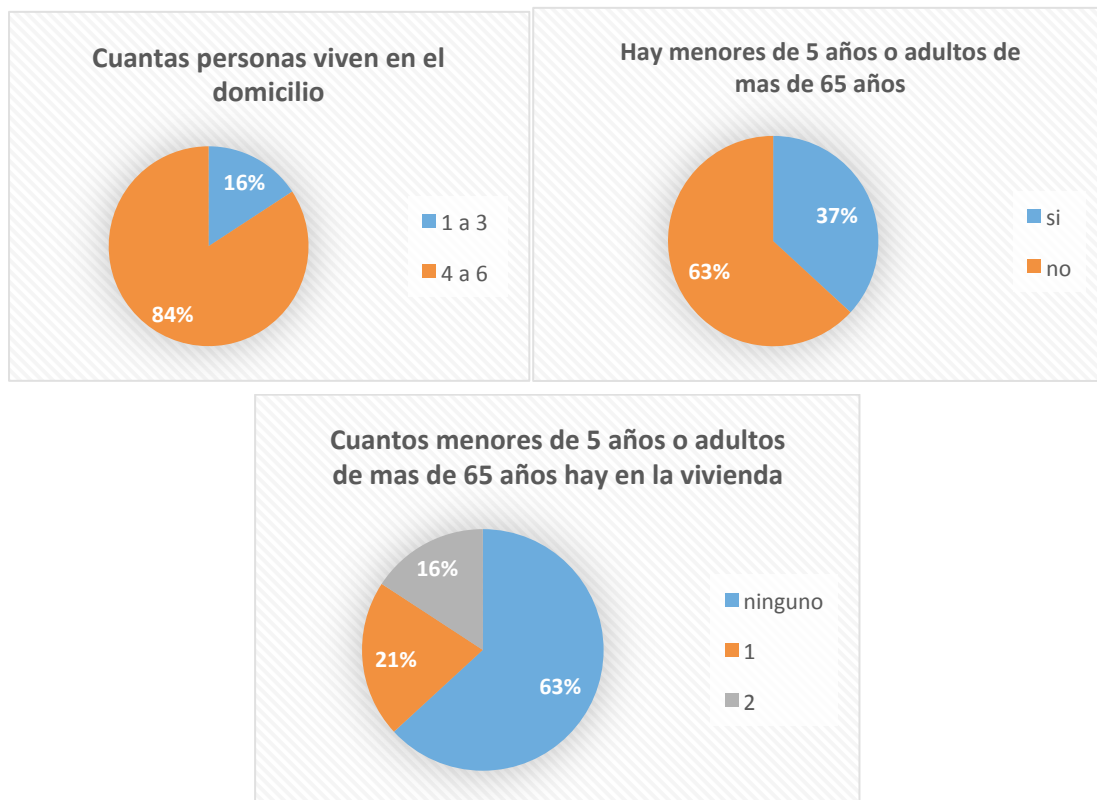
**Figura 51. Gráficas de las características de vivienda**



Fuente: elaboradas con base en trabajo de campo, 2019.

En cuanto a la cantidad de habitantes por domicilio en Manzanillo el 84% de la muestra indicó que vivía entre 4 a 6 personas, mientras que el 16% externo vivir con 1 a 3 personas (Figura 52). La cantidad de habitantes en grupos de menores de 5 años y adultos de más de 65 años denota la cantidad de habitantes propensos a ser vulnerables. Ante ello, el 63% encuestados habló de que su casa no hay habitantes con esta característica, sin embargo, en algunos casos hay niños mayores de 5 años y menores a 12. De los grupos de edad seleccionados en el 21%, hay una persona con características de edad de vulnerabilidad, en el 16% existen dos personas y en el 63% ninguna.

**Figura 52. Gráficas de habitantes por vivienda**

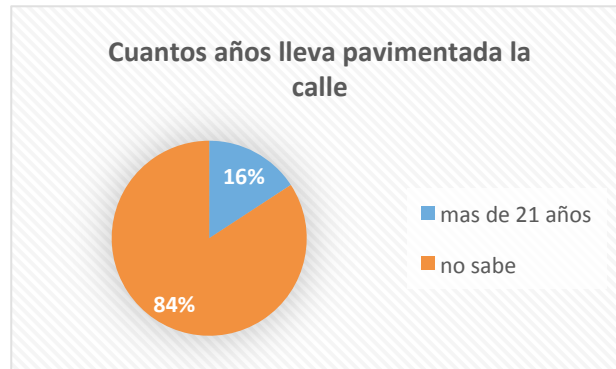


Fuente: Elaboradas con base en trabajo de campo, 2019.

Para conocer un poco más del desarrollo del municipio y la percepción de la vulnerabilidad en el mismo, es importante conocer si los habitantes han residido ahí toda su vida. El 70% mencionó que sí han radicado toda su vida en Manzanillo, mientras que 21% son personas originarias de otros estados.

**Figura 53. Gráficas de las características piso de la colonia**



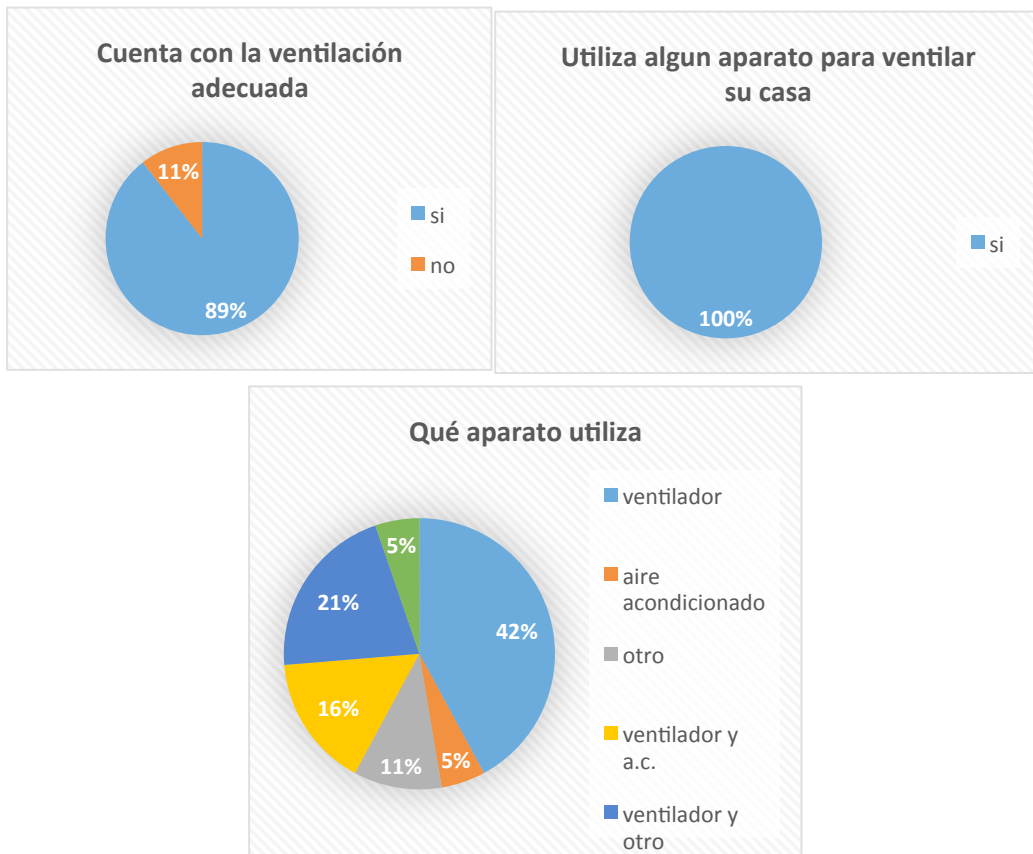


Fuente: Elaboradas con base en trabajo de campo, 2019.

Un indicador de la calidad de vida y el nivel socioeconómico son la condición de las calles y si están asfaltadas. El municipio de Manzanillo es un centro turístico-comercial muy importante de la región, por lo tanto, el 100% indicó que las calles siempre han estado pavimentadas. Respecto al tiempo por el cual estas calles han estado con pavimento, el 84% desconoce el tiempo exacto y un 16% señaló que por lo tienen más de 20 años bajo esta condición.

En cuanto a la ventilación, específicamente dentro de las viviendas un 89% consideró que en su domicilio la ventilación es adecuada, mientras que el porcentaje restante dijo que no. Debido a las altas temperaturas, es común encontrar que en las casas se usen aparatos con un sistema de ventilación para regular la temperatura interna, ante ello, el 100% recurre a el uso de éstos. Los aparatos más comunes son en ventilador (42%) y el aire acondicionado (5%), en algunas respuestas se externó la propiedad tanto de ventilador como de aire acondicionado (16%) y el 11% utilizan abanicos u otras herramientas. Cabe señalar que, en varios casos se opta por mantener las puertas y las ventanas abiertas (Figura 54).

**Figura 54. Gráficas de las características circulación de aire en la vivienda**

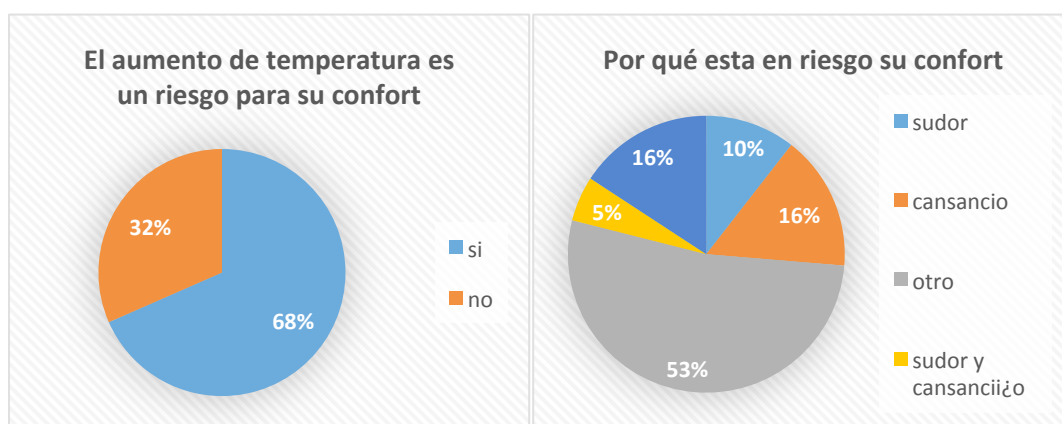


Fuente: Elaboradas con base en trabajo de campo, 2019.

En Manzanillo, otro factor a considerar, además de la temperatura, es la humedad, pues al combinarse repercuten con efectos sobre el confort térmico de la población. Así, el 32% encuestados consideraron que la temperatura es un elemento que compromete su confort, mientras que el 68%, señaló que no es así (Figura 55). Son varios los elementos que podrían ver obstaculizado el confort, según lo percibido por los encuestados las principales causas son las siguientes: el 10% externó que el sudor es un factor de incomodidad, el 16% que el cansancio, otro 16% que ambos, tanto sudor como cansancio, el 53% que los mareos y sensación de sed, mientras que el 5% lo asocia con sudor y cansancio y el 16% con sudor y otros.



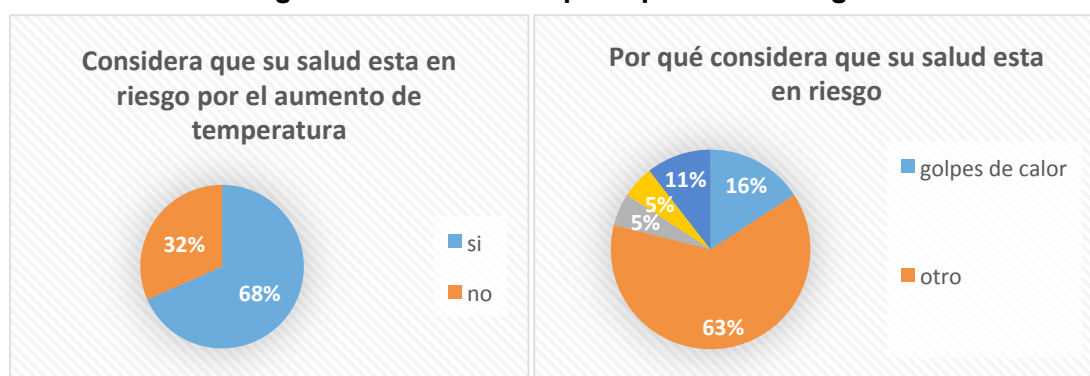
**Figura 55. Gráficas de confort**



Fuente: Elaboradas con base en trabajo de campo, 2019.

Al considerar que el confort térmico está en riesgo, puede existir que la probabilidad de que se perciba como un problema de salud, puesto que un grado de estrés mal atendido puede llevar a otros padecimientos; así, el 68% de la muestra consideró que su salud está en riesgo por el aumento de temperatura (Figura 56).

**Figura 56. Gráficas de percepción del riesgo**

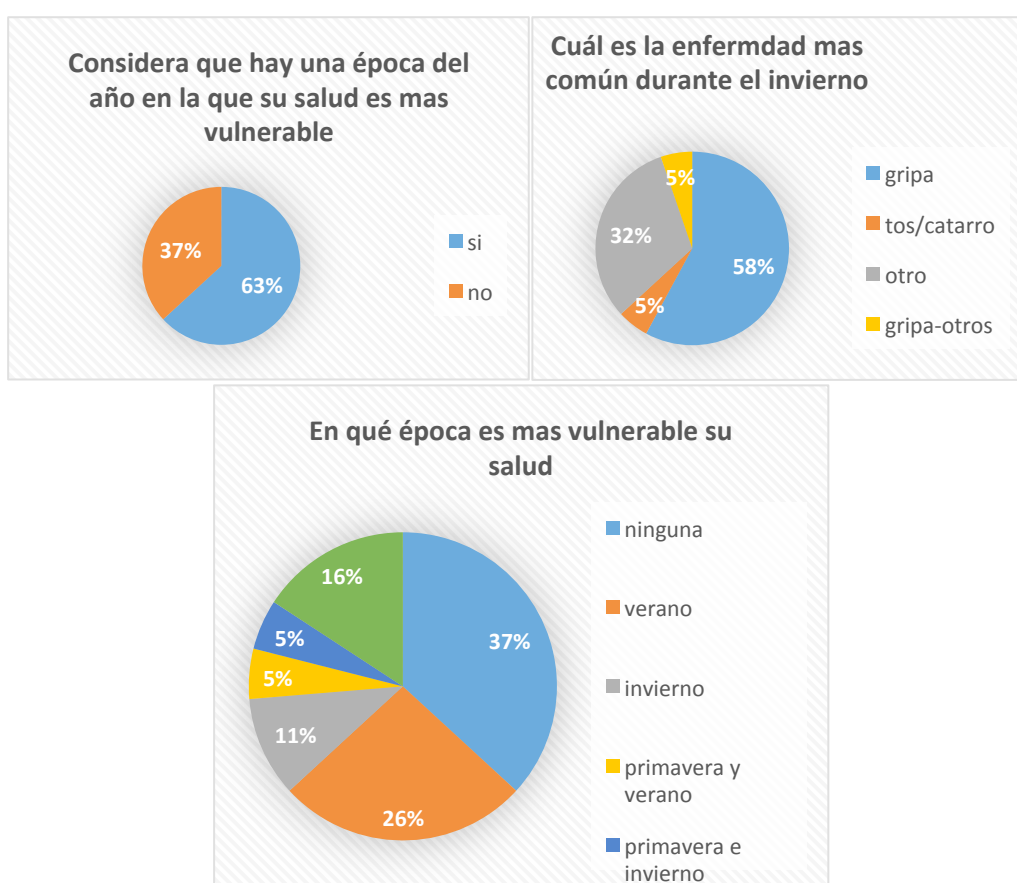


Fuente: Elaboradas con base en trabajo de campo, 2019.

No tratar a tiempo los síntomas de estrés térmico puede desencadenar en otros padecimientos que pongan en jaque la salud, un 16% considera que son los golpes de calor son un motivo, el 63% manifestó que hay otros motivos como la insolación, la ingesta de alimentos en mal estado, los padecimientos en la piel, entre otros, el 5% señala a la deshidratación y otros;

otro 5% habló de deshidratación y desmayos y el 11% de golpes de calor y otros motivos. Las temperaturas y fenómenos meteorológicos varían a lo largo del año, por lo tanto, la percepción de vulnerabilidad no es la misma en todas las estaciones del año, de esta forma, el 63% de los encuestados consideran que sí hay una época o épocas específicas en las que su salud es más susceptible. Como lo revela la Figura 57, el 26% considera que esto sucede en verano, 11% durante el invierno, 5% en primavera y verano, 5% en primavera e invierno, 16% en verano e invierno y el 37% en ninguna de estas (Figura 57).

**Figura 57. Gráficas de vulnerabilidad por estación**

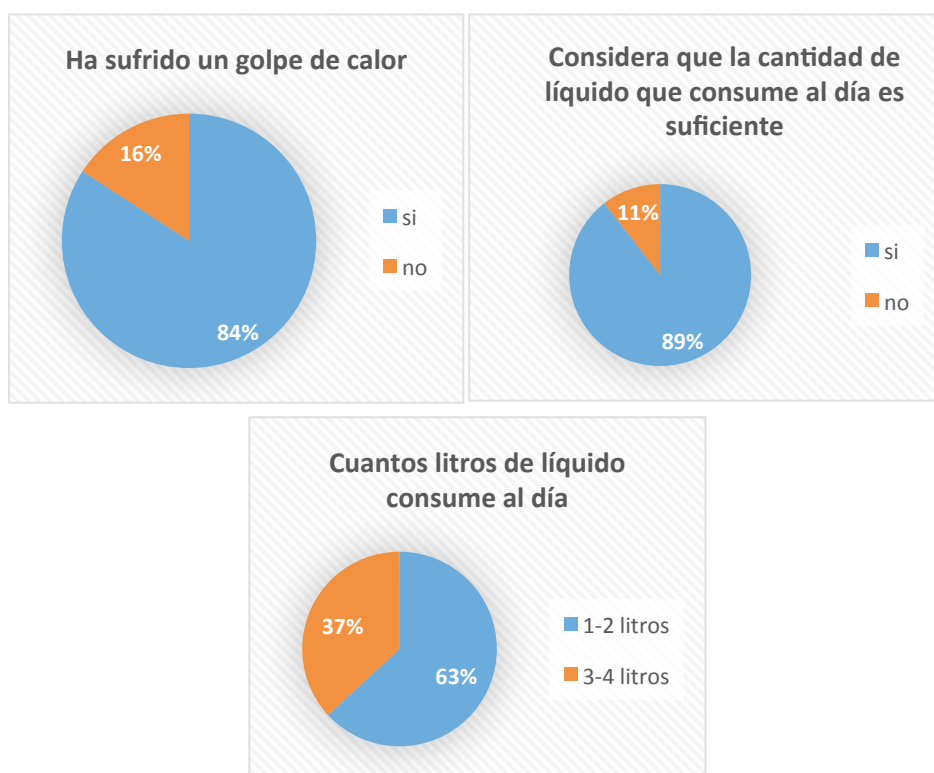


Fuente: Elaboradas con base en trabajo de campo, 2019.

Durante el invierno hay ciertas enfermedades o padecimientos que son comunes de encontrar en la población; el 58% considera que la gripa o resfriado son los más comunes, el 5% tos y catarro, el 32% que otras enfermedades respiratorias como la influenza y el 5% que la gripa y otros.

Al momento de no prestar atención o extremar precauciones cuando hay aumentos en las temperaturas puede haber consecuencias como sufrir un golpe de calor, por lo tanto, un 84% del universo encuestado ha sufrido al menos uno en algún momento de su vida (Figura 58).

**Figura 58. Gráficas de vulnerabilidad y prevención de golpes de calor**



Fuente: Elaboradas con base en trabajo de campo, 2019.

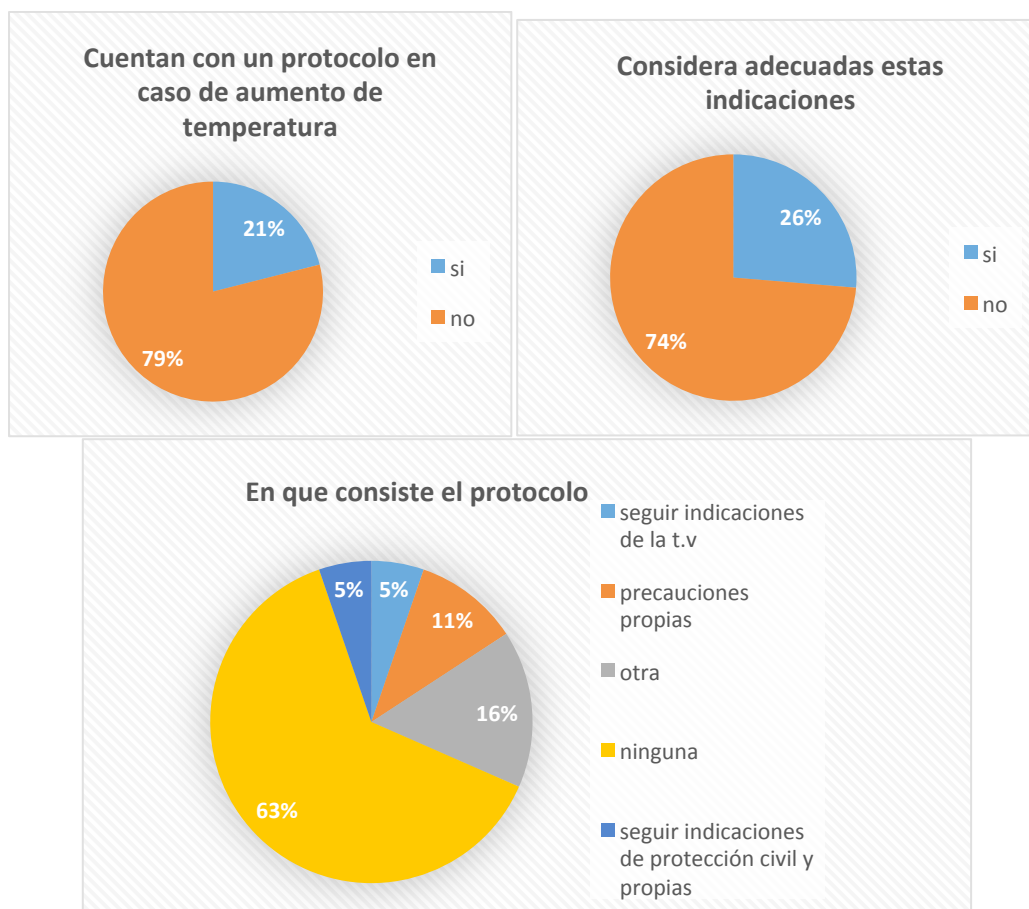
Una manera de prevenir un golpe de calor o cualquier otro padecimiento asociado con el estrés térmico es mantener una buena hidratación, en el caso de Manzanillo 11% de los encuestados consideran que la cantidad de líquido que consumen al día es suficiente. El 63% consume de 1 a 2 litros de líquido durante el día, cantidad suficiente si se no incluyera jugos, agua saborizada, refrescos, bebidas alcohólicas y el 37% restante consume, en promedio, de 3 a 4 litros de líquido diario.

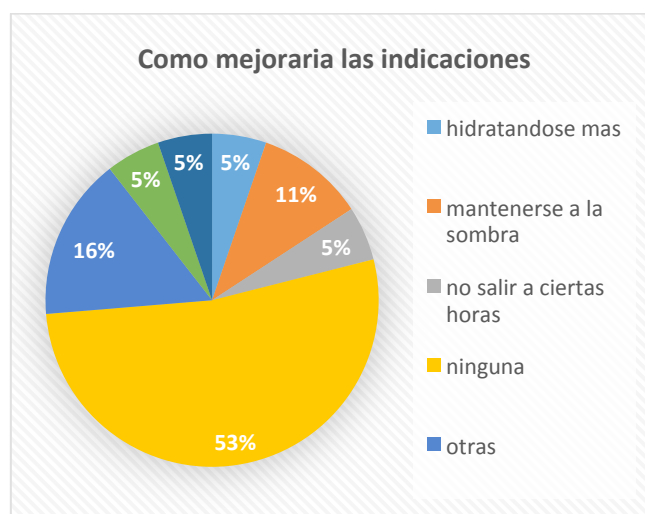
Cuando hay un elemento que hace vulnerable a una población es importante contar con un protocolo que ayude a reducir el riesgo de la población, sin

embargo, para la población no es importante un protocolo de altas temperaturas, pues el 79% no cuenta con uno, aunque en algunos casos comentaron que si existe lo seguirían. Asimismo, externaron que en algún momento han escuchado ciertas indicaciones por medio de la televisión (5%), el 11% tomaría sus propias precauciones en caso de considerarse en riesgo (Figura 59).

Por otro lado, el 74% considera que las indicaciones no son adecuadas, debido a que no las conocen. Cabe destacar que en varios casos no supieron los encuestados no sabían responder a esta pregunta. Al tomar sus propias indicaciones el 5% se hidrataría más veces al día, 11% se mantendría en zonas de sombra en caso de salir o protegerse con gorras o sombrillas, el 5% no saldría de sus casas o trabajo durante las horas de incidencia del sol y el 53% no tomaría ninguna precaución.

**Figura 59. Gráficas acerca del protocolo de seguridad**





Fuente: Elaboradas con base en trabajo de campo, 2019.

Como se ha mencionado a lo largo de este capítulo, por su tipo de clima, Colima tiende a ser un estado caluroso, es por ello que quienes viven en estos municipios se han logrado adaptar a este tipo de condiciones, sin embargo, la adaptación no es sinónimo de estar exento a sufrir algún padecimiento asociado con la temperatura, por el contrario esto ha hecho que en más de un caso u ocasión la población se confíe y su vulnerabilidad aumente, ya que no se encuentran pendientes de las recomendaciones que hace protección civil.

Al interior de los hogares hay mayor probabilidad de que se alcance un nivel óptimo de confort térmico, pues las condiciones de vivienda son propicias para ello. El cemento es un material de construcción que por su inercia térmica permite mantener una temperatura adecuada al interior, lo que lo convierte en un elemento clave para mantener el confort. Pese a que en su mayoría las construcciones son propicias para mantener un confort, es común que se recurra al uso de ventiladores o aire acondicionado, si bien puede parecer una alternativa ante las altas temperaturas de no ser usados de forma adecuada, la vivienda sería afectada por una mala circulación de aire. Los rangos de edad permitieron saber el porcentaje de la población que

---

se encuentra más vulnerable, dentro de la muestra encuestada resultó una minoría.

Más allá de la cantidad de líquido que se consume al día, resalta el tipo y la calidad debido a que se recurre a bebidas azucaradas para la hidratación, aunque estas son las menos aptas para recuperar los minerales que se han perdido, resultando en un factor conducente a la deshidratación que puede llevar a otros síntomas del estrés térmico como desmayos, mareos, cansancio y sueño.

Finalmente, a través del análisis de los datos recopilados resalta la vulnerabilidad a la que está expuesta la población de las zonas metropolitanas de Colima, no solo por la temperatura sino porque no es un fenómeno con el que estén familiarizados o que se tome en cuenta, como ya se ha mencionado se han adaptado, aunque esa característica que no reduce su vulnerabilidad, sin embargo, se ha logrado minimizar gracias al uso de aparatos eléctricos pues el nivel económico de estas zonas lo permite. En este punto es importante considerar que estos métodos para amortiguar las altas temperaturas únicamente funcionarían al interior de las viviendas pues la muestra encuestada si ha presentado síntomas.

La isla de calor urbana es un fenómeno que podría pasar como imperceptible, por ese motivo es importante que se informe a la población sobre qué es y qué lo provoca, pues el crecimiento urbano es un hecho que continúa al alza. Es importante identificar que tan grande es la isla de calor, por ello, se realiza un análisis teórico sobre su delimitación, en el siguiente capítulo se realizará este estudio a través de imágenes satelitales y el método de Oke.

---

---

## Capítulo 4. Caracterización de la isla de calor urbana en el estado de Colima

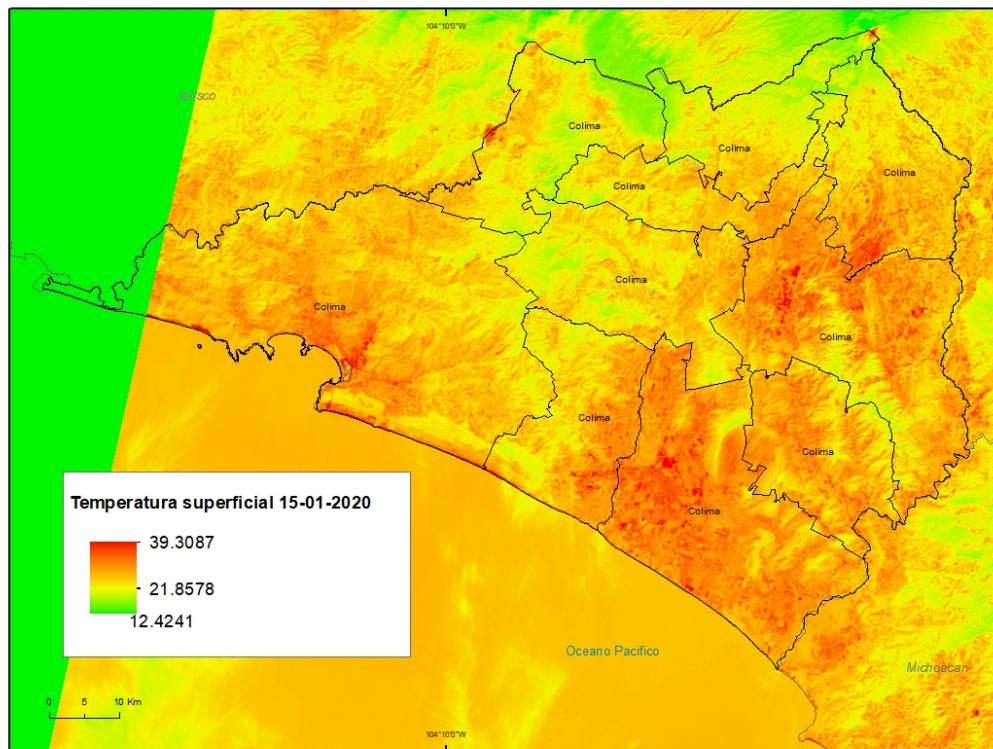
La isla de calor urbana es un fenómeno que se puede identificar a partir de diversos métodos, en el presente capítulo se realizó una aproximación a partir del uso de imágenes satélites Landsat con la finalidad de representar visualmente como focos rojos de temperatura en las zonas metropolitanas del Estado estudiado.

Para hacer los cálculos de la temperatura superficial en Colima se hizo un análisis mediante el uso del Sistema de Información Geográfica (SIG) Arcgis con imágenes satelitales *Landsat 8*, obtenidas del Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS). Se eligieron 4 imágenes, una por cada estación del año (15/01/20, 25/01/20, 16/08/20, 03/10/20) y se realizó el análisis de las bandas térmicas 4, 5, 10 y 11, obtenidas en los periodos de invierno primavera, verano y otoño respectivamente. A través del uso de imágenes satelitales fue posible visualizar la temperatura superficial, por lo que esto marcó una pauta para identificar la isla de calor urbana en las zonas metropolitanas de Colima.

A través del uso de imágenes satelitales fue posible visualizar la temperatura superficial, por lo que esto marcó una pauta para identificar las áreas con mayor calor superficial y las zonas donde éste las zonas metropolitanas en Colima. El análisis de la imagen satelital referente al periodo de invierno se obtuvo el 15/01/2020 (Figura 60), la temperatura máxima corresponde a 40.1°C. Dentro del mapa se muestran que algunas áreas de las zonas metropolitanas de Manzanillo-Tecomán y Colima-Villa de Álvarez se identifican zonas de color rojo las cuales indican altas temperaturas. Podemos observar por otra parte la imagen referente a la primavera del día 03/25/2020, las temperaturas máximas se encuentran entre los 34°C y 41°C (Figura 61), donde las temperaturas superficiales más elevadas se desplazan hacia dentro de la porción continental.

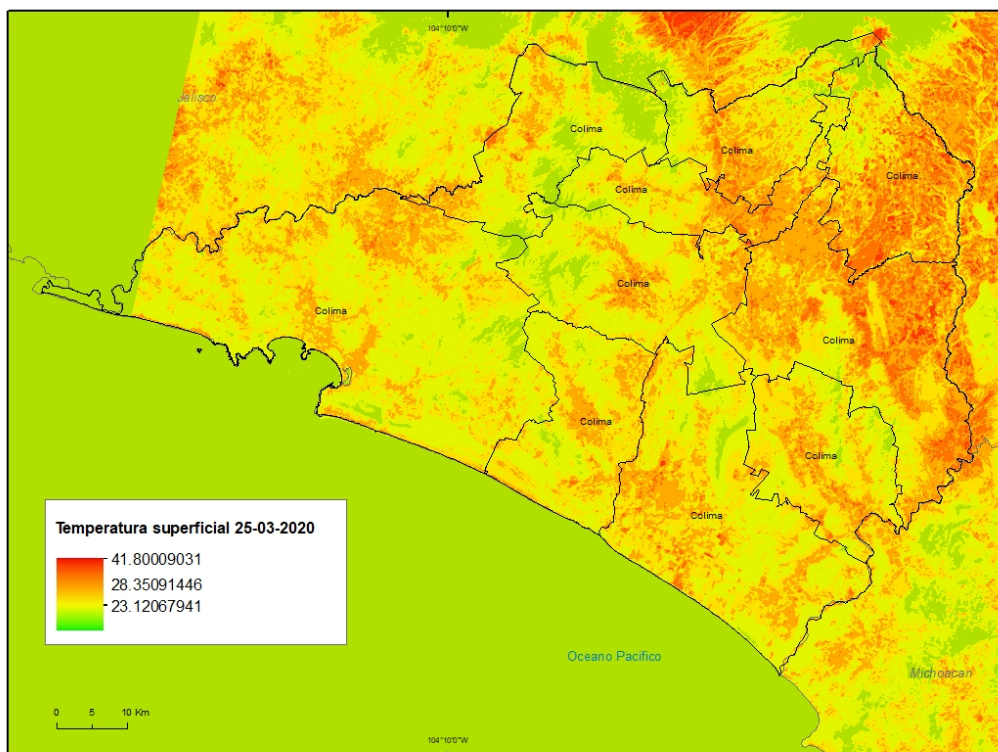


**Figura 60. Colima: Imagen de la temperatura superficial en invierno 15/01/2020**



Fuente: Elaborado a partir de datos de USGS (2021).

**Figura 61. Colima: Imagen de la temperatura superficial en primavera 25/03/2020**

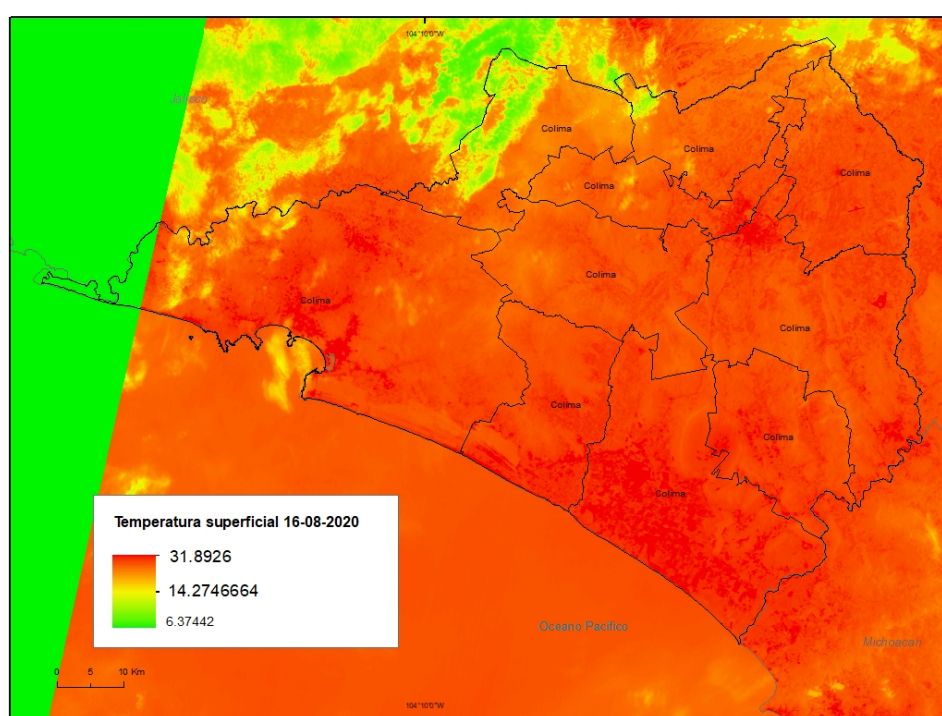


Fuente: Elaborado a partir de datos de USGS (2021).

---

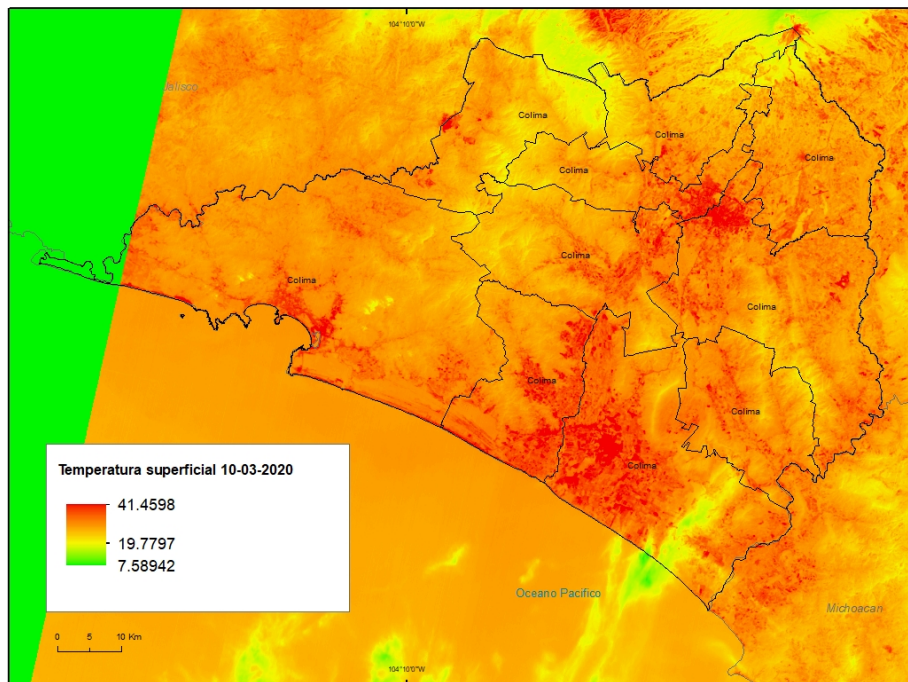
La Figura 62 fue obtenida el durante el verano (16/08/2020). La temperatura máxima se ubicó en 33°C, en este caso las altas temperaturas se distribuyen por todo el territorio prácticamente. Finalmente, en la imagen satelital referente al otoño (10/03/2020), se identifica una posible relación de temperaturas altas cercanas a algunas áreas urbanas y zonas metropolitanas la máxima llega a los 41.4°C (Figura 63).

**Figura 62. Colima: Imagen de la temperatura superficial en verano 16/08/2020**



Fuente: Elaborado a partir de datos de USGS (2021).

**Figura 63. Colima: Imagen de la temperatura superficial en otoño 10/03/2020**



Fuente: Elaborado a partir de datos de USGS (2021).

---

## Conclusiones

El interés en la realización del presente trabajo radicó en retomar un tema y concepto que está presente en las zonas urbanas y al parecer va en aumento; la población en las ciudades está siendo afectada por las islas de calor sin considerar el riesgo que éstas pueden presentar en su confort térmico y las consecuencias que podrían tener a largo plazo. No solo las grandes metrópolis están siendo afectadas sino desde ciudades más pequeñas pueden comenzar a presentar el fenómeno en el momento que la plancha de asfalto se hace presente, Colima es una de ellas.

El estado de Colima es uno de los estados con menor territorio en México, sin embargo, no se encuentra exento del riesgo que representan las islas de calor y es la poca información que se tiene sobre éstas, lo que aumenta la vulnerabilidad de la población. El principal objetivo fue conocer la influencia y vulnerabilidad sobre el estrés térmico en las zonas urbanas de un estado con un clima cálido, lo que lleva a las siguientes conclusiones:

- Se puede encontrar bibliografía especializada sobre el tema principalmente a partir de 1990, misma que cada vez se enfoca en características más específicas del fenómeno, así como distintas visiones para mitigarlo.
- Son los organismos internacionales los encargados de distribuir la información especializada y de consulta a la población en general.
- No existe información específica a nivel gubernamental que alerte a la población sobre lo que es la isla de calor urbana.
- Con el crecimiento de las zonas metropolitanas este fenómeno continuará en aumento.
- A pesar de no identificar el termino de estrés térmico, la población reporta que sí ha presentado algún síntoma, como principal, la deshidratación.

---

-Con el correcto consumo de bebidas rehidratantes se podrían evitar síntomas como mareo o cansancio, sin embargo, al consumir bebidas azucaradas el problema persiste.

-La adaptación no elimina la vulnerabilidad, pues mientras no se tomen las medidas necesarias la población continuará presentando síntomas asociados al estrés térmico.

-Como parte de la adaptación la población ha optado por recurrir a electrodomésticos que los ayuden a mantener un confort térmico al interior de sus viviendas, sin embargo, en las calles y avenidas el fenómeno se hace presente.

-Un elemento que hace que el nivel de vulnerabilidad en la población aumente es la desinformación sobre el fenómeno.

- Existe una necesidad por parte de la población por ubicarse en zonas urbanas, sus motivos radican en el acceso a mejores servicios o por cuestiones laborales, en este tenor, mientras el fenómeno migratorio siga vigente el desarrollo de la isla de calor seguirá.

-Gracias a las imágenes satélites se puede identificar las temperaturas superficiales y determinar las áreas de mayor aumento durante las diferentes estaciones del año.

-Las imágenes satélites muestran como más allá del clima cálido propio del estado, en las zonas metropolitanas si existe un aumento de temperatura.

-Con la aplicación de la arquitectura climática se podría mejorar la temperatura en interiores sin la necesidad de electrodomésticos que representan un gasto de dinero y energía eléctrica.

-Ya que el crecimiento urbano es inevitable, esta arquitectura beneficiaría a los pobladores y a largo plazo representaría un ahorro.

Los casos tanto de Colima como de Manzanillo resultan particulares, debido a que ambas ciudades son destinos turísticos y también guía por su función comercial. Estas zonas han tenido un crecimiento muy importante en la construcción de hoteles, plazas comerciales, restaurantes y un puerto

---

comercial, por lo que es común que en estos sitios se encuentren grandes planchas de asfalto.

Un punto que es necesario resaltar es que por las características de las plazas y viviendas existe un uso indiscriminado de energía, misma que irradia calor. Esto también se muestra con el uso de aire acondicionado en las plazas, lo mismo acontece con los ventiladores de las viviendas pues estos aparatos son los que mayor energía consumen.

Ahora, respecto con las periferias de las ciudades se identifica una disminución importante de la temperatura. En las zonas donde predomina un uso de suelo agrícola las temperaturas tienden a ser menores, por un área construida mucho menor, sin embargo, esto también puede traer consigo consecuencias a largo plazo para la salud dado que se observaron variaciones de +/- 5°C entre zonas rurales y urbanas durante los años 2010 y 2015.

Una vez identificadas estas características térmicas se puede concluir que la población que habita en las zonas metropolitanas del estado de Colima está expuesta a temperaturas máximas, todo esto se aprecia con base en la información recolectada en campo, la cual registró que las personas no están conscientes de su vulnerabilidad al no conocer protocolos de seguridad frente a un fenómeno que aumenta.

Esto es relevante porque los sectores más vulnerables han normalizado vivir en un clima tropical y a través de sus respuestas mencionaron estar “acostumbrados al calor” por lo que se dejan de lado medidas básicas que eviten someter al cuerpo a algún grado o síntoma de estrés térmico. Varias de las consecuencias que han tenido diferentes personas encuestadas se vinculan con síntomas como mareos, desmayos, deshidratación y cansancio. Este patrón se repite en los cuatro municipios donde se hizo la investigación.

---

Finalmente se identificó como de interés un análisis para la determinación del fenómeno de las islas de calor y su relación con los asentamiento humanos o con una parte de éstos, ya que seguramente traerán repercusiones en mayor o menor medida sobre el confort térmico de la población que ahí reside.

---

## Bibliografía

-Albarracín, J. (2002) La teoría del riesgo y el manejo del concepto de riesgo en las sociedades agropecuarias andinas. La paz, Bolivia, CIDES-UMSA Posgrado en ciencias del desarrollo. Recuperado de:

<http://biblioteca.clacso.edu.ar/Bolivia/cidesumsa/20120903104211/albarra.pdf>

-Akbari, H. (2005) *Energy saving potentials and air quality benefits of urban heat islands mitigation*. Recuperado de: <https://www.osti.gov/biblio/860475>

-Akbari, H; Taha, H. (1990) *Summer heat islands, urban trees and white surfaces*. ASHRAE. American society for heating, refrigeration and air conditioning engineers. Atlanta.

-Akabari, H; Davis, S. Dorsano, J. Huang, S. (Editores) (1992) *Cooling our communities: A guide book on tree planting and light colored surfacing*. U. S. Environmental Protection Agency, Climate change division.

-Avila-Rosas, Héctor; Aedo-Santos, Angeles; Levin-Pick, LN Gabriela; Bourges-Rodríguez, Héctor; Barquera, Simón. *El agua en la nutrición Acta Pediátrica de México*, vol. 34, núm. 2, marzo-abril, 2013, pp. 109-114 Instituto Nacional de Pediatría Distrito Federal, México.

-Baño, D; Salazar, J; Delgado, L. (2018) *Percepción remota en el diseño de estrategias de planificación urbana, caso de estudio de la isla de calor urbana del distrito metropolitano de Quito*. Latin America Journal of computing. Vol V, N° 1, 1 Mayo, 2018.

-Bustamante, Campoverde. A. S. (2018) *Análisis de la isla de calor urbana en el entorno andino de Cuenca- Ecuador. Investigaciones geográficas*. 167-169.

.Blender, M. (2015) *Isla de Calor Urbana. Portal de eficiencia energética y sostenibilidad en arquitectura y edificación*.

-Comisión Intermunicipal de Agua Potable y Alcantarillado de los Municipios de Colima y Villa de Álvarez. *Cultura del Agua*. Colima, México. Disponible en: <https://www.ciapacov.gob.mx/CulturaAgua>.

-Conde, A; Ospina, J; Luyando, E; Peña, A; Casasola, M; Lopez, F; Sanches, O; Rosales, G; Gay, C.(2014)*Historia del clima en la Ciudad de México. Efectos observados y perspectivas*. México, UNAM.

-Córdova Sáez, K. (2011). *Impactos de las islas térmicas o islas de calor urbano, en el ambiente y la salud humana. Análisis estacional comparativo: Caracas, octubre -*



---

2009, marzo - 2010. Terra. Nueva Etapa, XXVII(42),95-122. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=721/72121706005>

-Cortez, E.(2015) *Condiciones de confort térmico en áreas de climas templados, las plazas del centro histórico de serena, Chile*. Universidad Politécnica de Madrid. Tesis doctoral.

-Earth explorer.2020-03-10 Image courtesy of the U.S. Geological Survey  
ID="P500fw63n2xxf\_00028"

-Earth explorer.2020-01-13 Image courtesy of the U.S. Geological Survey  
ID="LC80290472020005LGN00"

-Earth explorer.2020-08-22. Image courtesy of the U.S. Geological Survey  
ID = "P700desww35no\_00028". <https://earthexplorer.usgs.gov/>

-Espinoza, P; Vide, J. (2014) *El estudio de la isla de calor urbana de superficie del área metropolitana de Santiago de Chile con imágenes Terra-MODIS y análisis de componentes principales*. Revista de geografía Norte Grande, 57; 123-141.

-EPA U.S ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. *Heat island efect*. Disponible en:<https://www.epa.gov/heatislands>

-Garcia, F. (1994) *Clima y confortabilidad human. Aspectos metodologicos*. Universidad Autónoma de Madrid. Serie geográfica Vol. 4, pp 109-125.

-Garcia, L. (2018) *Islas de calor, un fenómeno en las ciudades*. UNAM <http://ciencia.unam.mx/leer/779/islas-de-calor-un-fenomeno-de-las-ciudades>

-Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud (2017). *Exposición laboral al estrés térmico por calor y sus efectos ¿qué hay que saber?*. España.

-Instituto Nacional de Estadística y Geografía INEGI (2017) *Anuario estadístico y geográfico de Colima 2017*. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México.

-Instituto Nacional de Geografía y Estadística INEGI (2018) Marco Geoestadístico. Descargas INEGI. Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/temas/mg/#Descargas>

-IPCC (2013) Glodarios [Planon, S. (ed)]. En: *Cambio climático 2013. Bases físicas. Contribución del grupo de trabajo I al quinto informe de evaluación del grupo intergubernamental de expertos sobre el cambio climático*.

-IPCC (2011) *Fuentes de energía renovables y mitigación del cambio climático*. Informe del grupo de trabajo III del IPCC.

---

-Jauregi Ostos, E. (1992) *La isla de calor urbano en la Ciudad de México a finales del siglo XXI*. México. Instituto de Ciencias de la Atmosfera. UNAM.

-Liljegren, J. (2008) OSHA. Section III. Capítulo 4. Heat Stress. Argonne National Laboratory. Chicago

-Maté, M; Mora, J; Bosacá, R; Aguado, F. *Trastornos de la regulación de la temperatura*. Universidad de Malaga.

-Martinez C. Pedro (2003) *Biometeorología y bioclimatología, fundamentos, aplicaciones clínicas y estado actual de estas ciencias*. Sociedad Española de Familia y Comunitaria. Vol. 32, Nº. 5, 2003, pags. 300-305

-Moreno García, M. C., Serra Pardo, J. A. (2016) *El estudio de la isla de calor urbana en el ámbito mediterráneo: una revisión bibliográfica*. Barcelona. Revista bibliográfica de geografía y ciencias sociales. Vol. XXL, núm. 1179.

-Nunneley, A. "Prevention of Heat Stress" en 42. Heat and Cold, Vogt, Jean-Jacques, Editor.

-National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH)(2016). *Criteria for a Recommended Standard: Occupational Exposure to Heat and Hot Environments*. DHHS (NIOSH) No. 2016-106.

-Rubiano, M. (2009) *Los geógrafos y la teoría de riesgos y desastres ambientales*. Perspectiva geográfica vol. 14 P.p 243.263.

-Rojas Vilches, Octavio, & Martínez Reyes, Carolina (2011). *Riesgos naturales: evolución y modelos conceptuales*. *Revista Universitaria de Geografía*, 20( ),83-116.[fecha de Consulta 16 de Febrero de 2021]. ISSN: 0326-8373. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=3832/383239103004>

-Sarricolea, P; Aliste, E; Castro, P; Escobedo, C. (2008) *Análisis de la máxima intensidad de la isla de calor urbana nocturna de la ciudad de Rancagua (Chile) y sus factores explicativos*. Revista de climatología. Universidad de Chile. Vol. 8: 71-84 ISSN1578-8768.

-Serrano V. Sheila; Zuleta, D; Moscoso, V; Jácome, P; Palacios, E; Villacis, M. (2012) *Análisis estadístico de datos meteorológicos y diarios para la determinación de variabilidad climática y cambio climático en el distrito metropolitano de Quito*. La Granja, Revista de ciencias de la vida, vol. 16, núm. 2, pp. 23-47. Universidad politécnica Salesiana. Cuenca, Ecuador.

-Salinas G. J. (2013) *Criterios para la planificación y el diseño de corredores fluviales urbanos para la mitigación de la isla de calor (urban heat island)*. Universidad de Granada.

---

-Soto, J; Garzon, J; Jimenez, G. (2020) *Análisis de la isla de calor urbano usando imágenes Landsat: caso de estudio Armenia-Colombia 1996-2018*. Revista Espacios. Vol. 41 N° 8 p. 9.

-Oke, T. R. (1997) *Urban climates and global environment change*.

-Oke, T. R. (1982) *The energetic basis of the urban heat island*. Vancouver. *Quarterly journal of the royal meteorological society*. Vol. 108 No. 455.

-OSALAN. Estres térmico: recomendaciones. Instituto Vasco de Seguridad y salud laborales. Disponible en:  
[https://www.osalan.euskadi.eus/contenidos/nota\\_prensa/recomendaciones\\_estres\\_termico/es\\_notia1/adjuntos/recomendaciones\\_estres\\_termico.pdf](https://www.osalan.euskadi.eus/contenidos/nota_prensa/recomendaciones_estres_termico/es_notia1/adjuntos/recomendaciones_estres_termico.pdf)

-Quesada, D. (28 de junio 2020) *usa estos 5 materiales para refrescar tu vivienda*. Recuperado de: [https://www.arquitecturaydiseno.es/pasion-eco/cinco-materiales-para-refrescar-la-casa-sin-gastar-energia\\_53/1](https://www.arquitecturaydiseno.es/pasion-eco/cinco-materiales-para-refrescar-la-casa-sin-gastar-energia_53/1).

-Secretaria Medio Ambiente y Recursos Naturales. Población rural y urbana. Consulta temática. Disponible en:  
[http://dgeiawf.semarnat.gob.mx:8080/ibi\\_apps/WFServlet?IBIF\\_ex=D1\\_DEMOGRAF01\\_02\\_D&IBIC\\_user=dgeia\\_mce&IBIC\\_pass=dgeia\\_mce&NOMBREENTIDAD=\\* &NOMBREANIO=\\*](http://dgeiawf.semarnat.gob.mx:8080/ibi_apps/WFServlet?IBIF_ex=D1_DEMOGRAF01_02_D&IBIC_user=dgeia_mce&IBIC_pass=dgeia_mce&NOMBREENTIDAD=* &NOMBREANIO=*)  
fecha de consulta: 22-11-2021

-Steenefeld, G.J; Koopmans, S; Heusinkveld, B. G.; Van Hove, L. W. A; Holtslag, A. A. M. (2011) *Quantifying urban heat island effects and human comfort for cities of variable size and urban morphology in the netherlands*. Journal of geophysical research, Vol. 116.

-U.S. Environmental Protection Agency (2008) *Urban Heat Island Basics. En Reducing Urban Heat Islands*. Compendium of Strategies.

# ANEXO I

## ENCUESTA REALIZADA EN CAMPO

Localidad: \_\_\_\_\_ Fecha: /diciembre/2019 N° encuesta: \_\_\_\_\_

### Objetivos

- Conocer la percepción del riesgo por estrés térmico
- Conocer sus principales afecciones de salud relacionadas con el aumento de temperaturas
- Conocer las principales afectaciones económicas familiares y comunitarias por el aumento de las temperaturas

1. Edad \_\_\_\_\_ 2. sexo M  F  3. ubicación de la vivienda \_\_\_\_\_

4. características de su vivienda 4.1. Techo  lámina  losa  otro \_\_\_\_\_ 4.2. paredes  tabique rojo  tabicón gris  otro \_\_\_\_\_

4.3. material del piso tierra  azulejo  cemento  madera  otro \_\_\_\_\_

5. servicios: agua de la llave  luz con medidor  drenaje  fosa séptica  6. ¿cuántas personas viven en este domicilio? \_\_\_\_\_

7. ¿Viven menores de 5 o adultos mayores 65? No  Sí  ¿cuántos? \_\_\_\_\_ 8. ¿han vivido aquí toda su vida? No  Sí  ¿siempre ha estado pavimentada la calle? Sí  No  ¿Aproximadamente cuánto tiempo tiene pavimentada? 9. ¿Considera que cuenta con ventilación adecuada? Sí  No

10. ¿Utiliza algún aparato para disminuir la temperatura de su hogar? No  Sí  ¿Cuál? \_\_\_\_\_

### Percepción de riesgo

11. ¿Considera que el aumento de las temperaturas representa un riesgo para su confort? No  Sí  ¿Porqué? \_\_\_\_\_

12. ¿Considera que el aumento de las temperaturas representa un riesgo para su salud? Sí  No  porque: \_\_\_\_\_

13. ¿Considera que el aumento de las temperaturas representa un riesgo para su economía? Sí  No  ¿porqué? \_\_\_\_\_

14. ¿Considera que el aumento de las temperaturas representa un riesgo para la economía de la comunidad? Sí  No  porque? \_\_\_\_\_

15. ¿Considera que el aumento de las temperaturas representa un riesgo para los animales domésticos? Sí  No  porque? \_\_\_\_\_

16. ¿Para los animales de producción? Sí  No  porque? \_\_\_\_\_

17. ¿Para los animales silvestres? Sí  No  porque? \_\_\_\_\_

18. ¿Debería existir un plan de contingencia para animales? No  Sí  ¿En qué debería consistir? \_\_\_\_\_

---

**Afectaciones a la salud**

19. ¿considera que hay una época del año en la su salud sea mas vulnerable? Sí  No   
¿cuál? \_\_\_\_\_

20. ¿Conoce los riesgos de plagas por el aumento de temperatura? Sí  No   
¿Cuál? \_\_\_\_\_

21. ¿Cuál es la enfermedad mas común durante el invierno?

22. ¿Ha sufrido de un golpe de calor? No  Sí  ¿en qué época?

23. ¿Considera que la cantidad de liquido que consume al día es suficiente? Sí  No  aprox cuántos litros consume?

**Aumento de plagas**

24. ¿Cuentan con un protocolo en caso de plagas? No  Sí  ¿Cuál?

25. ¿Conoce los motivos por lo cuales se forman los enjambres de mosquitos? Sí  No   
¿Cuál? \_\_\_\_\_

26. Si se han presentado plagas, ¿en que momento del año ocurrió? \_\_\_\_\_

27. ¿Qué medidas tomaron para controlarlas? \_\_\_\_\_

**Protocolo de contingencia térmica**

28. Cuéntan con algún protocolo en caso de aumento significativo de temperaturas? Sí  No

En \_\_\_\_\_ qué \_\_\_\_\_ consiste?

29. ¿Considera que esas indicaciones son adecuadas? Sí  No  26. En caso de que no sean adecuadas ¿considera que pueden mejorar o actuaría por su cuenta? \_\_\_\_\_

¿cómo \_\_\_\_\_ lo harían? \_\_\_\_\_

**Riesgos**

30. Considera que su vivienda se encuentra en riesgo por la presencia del volcán de Fuego? \_\_\_\_\_

31. Conoce el mapa de peligros del volcán? \_\_\_\_\_ 32. A qué distancia se encuentra su vivienda o comunidad del volcán? \_\_\_\_\_

33. En su comunidad existe algún protocolo de riesgo en caso de una erupción fuerte del volcán? \_\_\_\_\_

34. Ha sufrido de caída de ceniza en su vivienda o localidad? \_\_\_\_\_ 35. Le ha generado problemas \_\_\_\_\_  
¿Cuál? \_\_\_\_\_

36. Tienen algún protocolo para la caída de ceniza? \_\_\_\_\_ 37. ¿En qué consiste? \_\_\_\_\_

38. Tiene algún familiar en alguna comunidad de alto riesgo? \_\_\_\_\_ 39. ¿En qué comunidad? \_\_\_\_\_

40. ¿En qué riesgo? \_\_\_\_\_

41. Su vivienda o comunidad se encuentra expuesta a algún tipo de riesgo? No  Sí  ¿Cuál? Inundación Volcán Deslizamiento del terreno Otro \_\_\_\_\_

42. Cuentan con algún plan de emergencia familiar? \_\_\_\_\_ En qué consiste? \_\_\_\_\_

43. Deberían tener un plan familiar de emergencias? \_\_\_\_\_ En qué debería consistir? \_\_\_\_\_

---

## Índice de figuras

Figura 1. Nomograma para temperatura efectiva.....	18
Figura 2. Metodología aplicada.....	20
Figura 3. Diagrama características del estrés térmico.....	26
Figura 4. Diagrama de islas de calor.....	32
Figura 5. Tabla diferenciación de islas de calor.....	34
Figura 6. Mapa de Colima. División municipal.....	38
Figura 7. Islas Revillagigedo.....	38
Figura 8. Colima tipos de clima.....	39
Figura 9. Tabla principales elevaciones de Colima.....	40
Figura 10. Colima principales estructuras.....	40
Figura 11. Mapa de población por municipio.....	41
Figura 12. Mapas de población vulnerable por edad .....	41
Figura 13. Gráfica de actividades comerciales.....	42
Figura 14. Zonas urbanas y rurales.....	43
Figura 15. Cuadro de la distribución de población en urbana y rural.....	44
Figura 16. Colima: mancha urbana, 2015.....	45
Figura 17. Colima: mancha urbana, 2020.....	45
Figura 18. Gráficas de las condiciones generales de los encuestados.....	48
Figura 19. Gráficas de habitantes por vivienda.....	49
Figura 20. Gráficas de las características de las viviendas.....	50
Figura 21. Gráficas sobre la pavimentación de las calles en la colonia.....	52
Figura 22. Gráficas características de circulación de aire en la vivienda.....	53
Figura 23. Gráficas percepción del riesgo.....	54
Figura 24. Gráficas vulnerabilidad por estación.....	55
Figura 25. Gráficas vulnerabilidad y prevención de golpes de calor.....	56
Figura 26. Gráficas protocolo de seguridad.....	57
Figura 27. Gráficas de las condiciones generales de los encuestados.....	61
Figura 28. Gráficas de las características de las viviendas.....	62
Figura 29. Gráficas de habitantes por vivienda.....	63
Figura 30. Gráficas sobre la pavimentación de las calles en la colonia.....	64
Figura 31. Imagen de la mancha urbana de Villa de Álvarez.....	65
Figura 32. Gráficas de las características de ventilación en las viviendas.....	65
Figura 33. Gráficas de confort térmico.....	66
Figura 34. Gráficas de percepción de riesgo.....	67
Figura 35. Gráficas de vulnerabilidad por época.....	67
Figura 36. Gráficas de vulnerabilidad y prevención de golpes de calor.....	69
Figura 37. Gráficas sobre el protocolo de seguridad.....	70
Figura 38. Diferenciación zona urbana y cultivos.....	72
Figura 39. Gráficas de la condiciones generales de los encuestados.....	73
Figura 40. Gráficas de las características de vivienda.....	74

---

Figura 41. Gráficas de habitantes por vivienda.....	75
Figura 42. Gráficas sobre la pavimentación de las calles en la colonia.....	76
Figura 43. Gráficas características de circulación de aire en la vivienda.....	77
Figura 44. Gráficas de confort térmico.....	78
Figura 45. Gráficas percepción de riesgo.....	78
Figura 46. Gráficas de vulnerabilidad por estación.....	79
Figura 47. Gráficas vulnerabilidad y prevención golpes de calor.....	80
Figura 48. Gráficas acerca del protocolo por aumento de temperatura.....	81
Figura 49. Diferenciación zona urbana y cultivos.....	82
Figura 50. Gráficas de las condiciones generales de los encuestados.....	83
Figura 51. Gráficas de las características de vivienda.....	84
Figura 52. Gráficas de habitantes por vivienda.....	85
Figura 53. Gráficas sobre la pavimentación de las calles en la colonia.....	85
Figura 54. Gráficas de las características de circulación de aire en la vivienda...	87
Figura 55. Gráficas de confort.....	88
Figura 56. Gráficas percepción del riesgo.....	88
Figura 57. Gráficas vulnerabilidad por estación.....	89
Figura 58. Gráficas vulnerabilidad y prevención de golpes de calor.....	90
Figura 59. Gráficas acerca del protocolo de seguridad.....	91
Figura 60. Colima: Imagen de la temperatura superficial en invierno 15/01/2020....	96
Figura 61. Colima: Imagen de la temperatura superficial en primavera 25/03/2020..	96
Figura 62. Colima: Imagen de la temperatura superficial en verano 16/08/2020.....	97
Figura 63. Colima: Imagen de la temperatura superficial en otoño 10/03/2020.....	98