

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
INSTITUTO DE INGENIERÍA

MAESTRÍA EN INGENIERÍA TERMODINÁMICA



**“EVALUACIÓN DE TEMPERATURAS EN LA REPÚBLICA MEXICANA PARA ACCIONES DE AHORRO Y
USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA”**

TESIS PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN INGENIERÍA

PRESENTA

HERNAN DANIEL MAGAÑA ALMAGUER

DIRECTOR

DR. CARLOS PÉREZ TELLO

Mexicali, B. C.

NOVIEMBRE 2012

Contenido

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA.....	1
<i>Dedicatoria</i>	6
<i>Agradecimientos</i>	7
1. Introducción.	8
1.2 Justificación.....	11
1.3. Objetivos.	13
Objetivo general.....	13
Objetivos Particulares.....	14
1.4. Metas.	14
2. Generalidades.	15
2.1 Conceptos fundamentales.	16
➤ Cálculo térmico.....	18
➤ Balance térmico.....	19
3.2. Los climas de México.....	23
➤ El clima <i>seco y semi seco</i>	24
➤ Clima <i>cálido</i>	24
➤ El clima <i>templado</i>	25
3.3. Clasificación del clima en México.	25
3.4. Clasificación del clima en relación a su población.	25
3.5. Clasificación del clima en relación a las ciudades.	26
3.6. Clasificación del clima en relación al territorio.	27
3.7 Distribución del clima por habitantes, ciudades, extensión territorial.	27
3.8 Clima de mayor población.	28
3.9 Conclusión clima de mayor de población.	30
3.10. <i>Ciudades y sus climas</i>	30
➤ Clima <i>templado sub-húmedo</i>	30
➤ Clima <i>cálido sub-húmedo</i>	31
➤ Clima <i>muy seco</i>	32
➤ Clima <i>seco y semi seco</i>	32

➤	Clima <i>cálido húmedo</i>	33
➤	Clima templado húmedo.....	33
➤	Clima <i>frío de alta montaña</i>	34
3.11.	Clima con mayor impacto energético.....	34
3.12.	Estación meteorológica automática.....	34
➤	Estación Meteorológica Automática.....	35
➤	Ubicaciones de las estaciones meteorológicas nacionales.....	35
	Recopilación de información meteorológica EMA.....	36
3.13	Ciudades con temperaturas máximas todo el año.....	36
➤	Ciudades clima <i>cálido húmedo y sub-húmedo</i> temp. 30 a 25 y 25 a 20 °C durante el año.....	37
➤	Ciudades clima <i>muy seco, seco y semi seco</i> temp. de 25 a 20 y 20 a 15 °C durante el año.....	37
➤	Ciudades clima <i>templado húmedo y sub-húmedo</i> temp. 25 a 10 °C durante el año.....	37
3.14	Ciudades con temperaturas máximas en verano.....	37
➤	Ciudades clima <i>cálido húmedo y sub-húmedo</i> temp. 30 a 25 y 25 a 20 °C en verano.....	37
➤	Ciudades clima <i>muy seco, seco y semi seco</i> temp. 30 a 25 y 25 a 15 °C en verano.....	37
➤	Ciudades clima <i>templado húmedo y sub-húmedo</i> temp. 28 a 11 °C en verano.....	37
3.15	Selección de ciudades con temp. más elevadas durante el año por tipo de clima.....	37
➤	Clima <i>cálido húmedo y sub-húmedo</i> temp. 30 a 25°C durante el año.....	38
➤	Clima <i>cálido húmedo y sub-húmedo</i> temp. 25 a 22°C durante el año.....	38
➤	Clima <i>cálido húmedo y sub-húmedo</i> temp. 22 a 19 °C durante el año.....	38
➤	Clima <i>muy seco, seco y semi seco</i> temp. 26 a 23 °C durante el año.....	38
➤	Clima <i>muy seco, seco y semi seco</i> temp. 23 a 19 °C durante el año.....	39
➤	Clima <i>muy seco, seco y semi seco</i> temp. 19 a 14 °C durante el año.....	39
➤	Clima <i>templado húmedo y sub-húmedo</i> temp. 26 a 11 °C durante el año.....	39
3.16	Selección de ciudades con temperaturas más altas durante verano por tipo de clima.....	40
➤	Clima <i>cálido húmedo y sub-húmedo</i> temp. 30 a 25 °C en verano.....	40

➤	Clima <i>cálido húmedo y sub-húmedo</i> temp. de 25 a 20 °C en verano.....	40
➤	Clima <i>muy seco, seco y semi seco</i> temp. 30 a 25 °C en verano.....	40
➤	Clima <i>muy seco, seco y semi seco</i> temp. 25 a 15 °C en verano.....	41
➤	Para el <i>clima templado húmedo y sub-húmedo</i> temp. 28 a 10 °C en verano.	41
4.	Conclusiones.....	41
5	Anexos.	45
[ANEXO 2]	Gráfica de porcentaje territorial por tipo de clima <i>seco y semi seco</i>	46
[ANEXO3]	Gráfica de porcentaje territorial clima <i>cálido húmedo</i>	47
[ANEXO 4]	Gráfica de porcentaje territorial clima <i>cálido sub-húmedo</i>	48
[ANEXO 5]	Gráfica de porcentaje territorial clima <i>templado Húmedo</i>	49
[ANEXO 6]	Gráfica de porcentaje territorial <i>templado sub-húmedo</i>	50
[ANEXO 7]	Gráfica de tipo de clima por habitantes.	51
[ANEXO 8]	Gráfica tipo de clima por ciudades.	52
[ANEXO 9]	Gráfica de territorio por tipo de clima.....	53
[ANEXO 10]	Gráfica ciudades clima <i>cálido húmedo y sub-húmedo</i> temperaturas medias promedio todo el año de 30 a 25 grados Celsius.	54
[ANEXO 11]	Gráfica ciudades clima <i>cálido húmedo y sub-húmedo</i> temperaturas medias promedio todo el año de 25 a 20 grados Celsius.	55
[ANEXO 12]	Gráfica ciudades clima <i>muy seco, seco y semi seco</i> con temperaturas altas promedio todo el año de 25 a 20 grados Celsius.	56
[ANEXO 16]	Gráfica ciudades clima <i>cálido húmedo y sub-húmedo</i> temperaturas altas promedio durante verano de 25 a 20 grados Celsius.	60
[ANEXO 18]	Gráfica ciudades clima <i>muy seco, seco y semi seco</i> temperaturas altas promedio durante verano de 25 a 15 grados centígrados.	62
[ANEXO 19]	Gráfica ciudades clima <i>templado húmedo y sub-húmedo</i> temperaturas altas promedio durante verano de 28 a 10 grados Celsius.	63
[ANEXO 20]	Gráfica selección de ciudades clima <i>cálido húmedo y sub-húmedo</i> temperatura de 30 a 25 grados Celsius.	64
[ANEXO 21]	Gráfica de selección de ciudades con <i>clima cálido húmedo y sub-húmedo</i> con rango de temperatura de 25 a 22 grados Celsius.	65
[ANEXO 22]	Gráfica de selección de ciudades con clima <i>cálido húmedo y sub-húmedo</i> con rango de temperatura de 22 a 19 grados Celsius.	66

[ANEXO 23] Gráfica de selección de ciudades con clima <i>muy seco, seco y semi seco</i> con rango de temperatura de 26 a 23 grados Celsius.	67
[ANEXO 24] Gráfica de selección de ciudades con clima <i>muy seco, seco y semi seco</i> con rango de temperatura de 23 a 19 grados Celsius.	68
[ANEXO 25] Gráfica de selección de ciudades con clima <i>muy seco, seco y semi seco</i> con rango de temperatura de 19 a 14 grados Celsius.	69
[ANEXO 26] Gráfica selección ciudades clima <i>templado húmedo y sub-húmedo</i> temperatura de 26 a 11 grados Celsius.	70
[ANEXO 27] Gráfica selección ciudades clima <i>cálido húmedo y sub-húmedo</i> verano temperatura de 30 a 25 grados Celsius.	71
[ANEXO 28] Gráfica selección ciudades clima <i>cálido húmedo y sub-húmedo</i> verano temperatura de 25 a 20 grados Celsius.	72
[ANEXO 29] Gráfica selección ciudades clima <i>muy seco, seco y semi seco</i> en verano temperatura de 30 a 25 grados Celsius.	73
[ANEXO 30] Gráfica selección ciudades clima <i>muy seco, seco y semi seco</i> verano temperatura de 25 a 15 grados Celsius.	74
[ANEXO 31] Gráfica selección ciudades clima <i>templado húmedo y sub-húmedo</i> verano temperatura de 28 a 10 grados Celsius.	75
[ANEXO 32] Gráfica comparativa periodo de verano y todo el año clima <i>cálido húmedo</i> de 30 a 20 grados Celsius.	76
[ANEXO 33] Gráfica comparativa periodo de verano y todo el año clima <i>cálido sub-húmedo</i> de 30 a 20 grados Celsius.	77
[ANEXO 35] Gráfica comparativa periodo de verano y todo el año clima <i>seco y semi seco</i> de 30 a 10 grados Celsius.	79
[ANEXO 36] Gráfica comparativa periodo de verano y todo el año clima <i>templado sub-húmedo</i> de 28 a 10 grados Celsius.	80

Dedicatoria

A mi Esposa, amiga y confidente, gracias por brindarme tu amor y comprensión, siempre a mi lado en todo momento.

A mis dos hijas Daniela y Evelyn, ellas son el regalo más bello que Dios me ha dado.

Agradecimientos

Gracias a Dios y a la Virgen María por escuchar mis oraciones e interceder por mí ante él, y por darme el conocimiento necesario para lograr el término de esta etapa de mis estudios.

Gracias a mi esposa Evelyn por apoyarme en este proyecto de vida profesional y por darme el ánimo y entusiasmo de seguir adelante.

A mis dos hijas Dany y Evy por estar siempre a mi lado, son lo más preciado que tengo.

A mi Padre por su ejemplo.

A mi Madre por sus oraciones.

Al Dr. Carlos Perez Tello, por sus consejos, paciencia, tiempo y entrega.

Al Sistema Meteorológico Nacional por su colaboración en la información proporcionada.

Al Instituto de Ingeniería de la UABC, por ser un instrumento para la impartición del conocimiento científico.

1. Introducción.

La Ciencia y la tecnología han ofrecido grandes oportunidades para facilitar la vida cotidiana en las actividades humanas y generar fuentes de empleo en todos los ámbitos sociales. Gracias a esto se ha podido a lo largo de los años aplicar los conocimientos para el desarrollo de máquinas, equipos o sistemas destinados a alcanzar una satisfacción personal y comunitaria, redundando en un incremento a la productividad en todos los sectores que son el motor principal de la economía de un país. Sin embargo, el detonador principal para lograrlo ha sido el uso intensivo de energéticos no renovables, como son los combustibles fósiles el petróleo y sus derivados, gasolinas, diesel, combustóleo, gas natural, y el carbón mineral; otras fuentes de energía no limpias como la nuclear y en mucho menor grado las energías renovables.

El uso de estas fuentes de energía durante los últimos 100 años ha ocasionado daños ambientales severos, entre los más importantes el calentamiento de nuestro planeta y un deterioro de la salud debido a la contaminación ambiental. Estos problemas asociados al elevado consumo energético de la sociedad han generado numeroso trabajos en el campo del ahorro y uso racional de la energía, de los cuales el Instituto de Ingeniería de la UABC ha sido partícipe.

Particularmente, la climatización artificial es responsable de los más altos consumos energéticos en zonas de clima extremos como la propia ciudad de Mexicali y muchos otros asentamientos urbanos de nuestro país. El consumo de la energía eléctrica de los equipos de climatización llega a representar un incremento de más del 50% en la demanda del fluido eléctrico en la vivienda residencial en las regiones que así lo requieren, en oficinas, edificios, hoteles, plazas comerciales, tiendas departamentales. Esto es con el fin de obtener un confort durante los meses de verano que abarcan desde mayo a octubre en nuestro país.

Las regiones identificadas como calientes que se ubican en la zona geográfica de norte-este que son los estados como Baja California, Baja California Sur, Sonora,

Sinaloa, Chihuahua, Coahuila, Nuevo León, Durango, Tamaulipas, donde se ubican dos climas principales *muy seco y seco, semi seco*, estos están identificados por tener altas temperaturas durante los meses de verano que alcanzan los 45°C y en invierno hasta 0°C, con humedad relativa no mayor al 50%.

Para los estados ubicados en la zona Sur-Este que son los estados de Yucatán, Quintana Roo, Campeche, Chiapas, Tabasco, Veracruz, Oaxaca, Guerrero, Michoacán, y Colima, representan el clima cálido húmedo y cálido sub-húmedo. Estos se caracterizan por tener altas temperaturas durante casi todo el año que alcanzan temperaturas de 40°C con mínimas de 15°C y una humedad relativa de hasta 90% en algunas regiones.

Y para los estados del Centro del país, como son el Distrito Federal, Estado de México, Hidalgo, Tlaxcala, Puebla, San Luis Potosí, Querétaro, Jalisco, Guanajuato, y Morelos, se caracterizan por tener un Clima templado húmedo, templado sub-húmedo, y en muy pocas regiones el frío de alta montaña, que abarcan temperaturas de 30°C en verano y en invierno de hasta -2 °C y humedad relativa de 50% hasta 80% en promedio.

Los simuladores térmicos son herramientas basadas en los principios científicos y operadas desde plataformas de cómputo que tienen como propósito evaluar el comportamiento térmico de un edificio, ya construido o en etapa de diseño, para recomendar y evaluar las medidas de ahorro de energía necesarias para minimizar su consumo y así coadyuvar a contener las problemáticas ambientales y energéticas.

Los simuladores térmicos operan con datos climatológicos de la región donde se asienta el inmueble. Los resultados de una simulación son tan buenos como los datos que la han alimentado, por lo que es importante disponer de información climatológica confiable y procesada a la manera que lo requieren los simuladores.

El presente trabajo tiene el propósito de recabar información climatológica de la mayoría de las regiones de nuestro país, sistematizarla y a partir de ellas proveer de datos para la simulación térmica en vivienda residencial, oficinas, edificios, o cualquier tipo de edificación en México.

➤ **Estudios realizados en México y otros países.**

Existen otros estudios realizados para evaluar las temperaturas y su relación con el consumo de energía, un ejemplo puede ser la Comisión Federal de Electricidad (CFE) utiliza las temperaturas por regiones donde los climas son calurosos y como consecuencia incrementa el consumo por aire acondicionado o enfriadores evaporativos, sin embargo estas acciones están focalizadas en la disminución del costo por kilowatt hora por debajo de su precio normal, y carece de una metodología de análisis técnico formal de estimación de precios que puedan ser discutidos por los conocedores del tema y sometida a otros tipos de análisis. En Mexicali el instituto de ingeniería de la Universidad Autónoma de Baja California (UABC) ha desarrollado un simulador de cálculos térmicos donde emplea temperaturas hora por hora demostrando que pueden estimarse capacidades de refrigeración y consumo de energía eléctrica de cualquier edificación empleando información climatológica de las ciudades, pero se requiere capturar más ciudades con diferentes tipos de clima donde sea posible realizar análisis de uso eficiente de la energía.

Los simuladores de cálculos térmicos comerciales o desarrollados por empresas dedicadas a la venta paquetes de computo emplean temperaturas de ciudades para determinar capacidades de enfriamiento en edificaciones, pero la mayoría sólo cuentan con información climatológica de EUA y proporcionan estimaciones de cargas térmicas en edificaciones que no pueden ser utilizadas en nuestro país, y por otro lado pueden proporcionar una realidad térmica diferente. El mayor problema que se enfrentan los diseñadores de cálculos térmicos es en la obtención de la

información de temperaturas hora por hora, radiación solar y humedad relativa, además cada lugar representa un análisis personalizado.

El estudio pretende demostrar hasta donde es posible agrupar regiones climáticas y demostrar que la realidad térmica de una región climática puede comportarse de manera muy similar a otra región y establecer las condiciones donde sea posible. También será posible establecer criterios de grupos de temperaturas de las ciudades de México.

1.2 Justificación.

La importancia del uso eficiente de la energía eléctrica es el día de hoy un tema de suma importancia para todos los sectores económicos, políticos y sociales. Las empresas dedicadas a la generación, transmisión y distribución del fluido eléctrico han demostrado que es mucho mejor ahorrar o dejar de usar energía eléctrica cuando no es necesario. También otra alternativa son las campañas implementadas sobre la importancia de apagar un foco cuando no es necesario y de los beneficios del presente y el futuro de ahorrar energía eléctrica. En México la utilización de la energía eléctrica en el sector doméstico corresponde al 26%, distribuida en los aires acondicionados, en la iluminación, refrigeración y en los aparatos electrodomésticos. [INEGI 2010].

Adicionalmente cabe hacer mención que en los hogares de las familias mexicanas tienen en promedio 8 lámparas para iluminación y en el sector comercial e industrial es de 19, si se sustituyeran estas lámparas los ahorros serían del 80%, y las emisiones que dejarían de emitirse estarían en el orden de 31 millones de toneladas de CO₂. [INEGI 2010]

Pero, ¿qué es el uso eficiente de la energía?

La Comisión Nacional para el uso eficiente de la energía, organismo dependiente de la Secretaría de Energía menciona en su página de internet

<http://www.conuee.gob.mx/wb/> indica: "realizar algunas acciones que todas están enfocadas a cambio de algunos hábitos y en otros casos al reemplazo o adquisición de equipos o aparatos electrodomésticos eficientes o ahorradores."

La CONAE impulsó un proyecto de ley NOM 028-2010, en donde propone eliminar paulatinamente el uso de lámparas incandescentes de 100 W, 75 W, y finalmente las de 60 y 40 W para sustituirlas por las lámparas fluorescentes.

Este proyecto iniciaría a partir del mes de Diciembre del 2011, concluir en 2013 y tiene como meta fomentar un uso más eficiente de la energía en todo el país y proporcionar un impacto considerable en la disminución de la demanda del fluido eléctrico. Este trabajo tiene como objetivo proporcionar información sistematizada de las variables climatológicas de interés como temperatura hora por hora, radiación solar y humedad relativa tratando de abarcar la mayor extensión territorial de la República Mexicana, como una fuente confiable para el modelamiento matemático, la simulación térmica y el comportamiento energético de los sistemas constructivos, especialmente orientado hacia vivienda residencial, y edificaciones del sector público y comercial. La mayor parte de los datos son proporcionados por el Sistema Meteorológico Nacional (S.M.N.) de las estaciones automáticas de monitoreo que están ubicadas en el país. Asimismo, el Área de Meteorología del Instituto de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Baja California, el Departamento de Ingeniería de la Universidad de Sonora y la Comisión Nacional de Agua (CONAGUA) en Baja California han apoyado con información de sus respectivas estaciones.

El SMN organismo que depende de la Comisión Nacional del Agua, cuenta con sistemas de monitoreo llamadas **Estaciones Meteorológicas Automáticas** por sus siglas se abrevian (**EMA**), estas estaciones registran cada 10 minutos la siguiente información.

1. Dirección del viento	2. Velocidad del viento	3. Temperatura ambiente
4. Presión barométrica	5. Radiación solar incidente	6. Humedad relativa y precipitación

Una vez obtenidos y procesados de manera horaria los datos pueden ser analizados para obtener una regionalización representativa de climas, temperaturas medias y, lo más importante la variable utilizada se denomina horas-grado y representa el efecto de la temperatura ambiente local, el tiempo de duración de temperatura durante el período para ser incorporados al programa de simulación térmica desarrollado por el Instituto de Ingeniería de la UABC, siendo posible obtener una caracterización realista del comportamiento energético y establecer recomendaciones de ahorro y uso eficiente de la energía para cualquier tipo de edificación en las regiones analizadas.

1.3. Objetivos.

Objetivo general.

- ❖ Realizar un estudio que permita caracterizar el comportamiento climatológico, durante todo el año, utilizando el criterio de horas-grado y temperatura ambiente de México a partir de registros horarios obtenidos del sistema Meteorológico Nacional y proporcionar información para el cálculo de ganancias y pérdidas de calor para paquetes de cómputo de cálculos térmicos.
- ❖ Proveer información de temperaturas para ser utilizada en normas energéticas de México para acciones de ahorro y uso eficiente de la energía

Objetivos Particulares.

- ❖ Identificar las regiones de clima y por temperatura ambiente para proponer grupos de ciudades que representen un comportamiento térmico similar en edificaciones.
- ❖ Proporcionar información climatológica como temperatura, radiación solar, humedad relativa, para realizar, de manera confiable, simulación térmica en las regiones más representativas de nuestro país.
- ❖ Desarrollar una metodología de caracterización sistemática de la climatología de México desde el punto de vista de comportamiento térmico de diferentes sistemas constructivos y su impacto en el consumo de energía que puedan incidir en normas energéticas o tarifas eléctricas.

1.4. Metas.

- ❖ Generar una base climatológica como fuente de información para ser utilizada en simulación térmica y que pueda ser utilizada en toda la República Mexicana.
- ❖ Caracterización de regiones de clima similar basada en temperatura ambiente así como su extensión al empleo del criterio de horas-grado.
- ❖ Obtener una base de comportamiento termo-energético de sistemas constructivos seleccionados para las regiones analizadas que permitan evaluar acciones efectivas de ahorro y uso eficiente de la energía eléctrica.
- ❖ Realizar una clasificación de los tipos de climas y las agrupaciones ideales para realización de cálculo térmico.

2. Generalidades.

La Secretaría de Energía tiene como política, dentro del marco constitucional vigente: *“Garantizar el suministro competitivo, suficiente, de alta calidad, económicamente viable y ambientalmente sustentable, de energéticos que requiere el desarrollo de la vida nacional. Asimismo, lograr que la población tenga acceso pleno a los insumos energéticos, a precios competitivos; con empresas públicas y privadas de calidad mundial, operando dentro de un marco legal y regulatorio adecuado, con un firme impulso al uso eficiente de la energía y a la investigación y desarrollo tecnológicos; con amplia promoción del uso de fuentes alternativas de energía; y con seguridad de abasto”*. [SENER 2010]

La Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE) es un órgano administrativo desconcentrado de la Secretaría de Energía que cuenta con autonomía técnica y operativa. Tiene por objeto promover la eficiencia energética y constituirse como órgano de carácter técnico en materia de aprovechamiento sustentable de la energía.

“Por aprovechamiento sustentable de la energía, se entiende el uso óptimo de la energía en todos los procesos y actividades para su explotación, producción, transformación, distribución y consumo, incluyendo la eficiencia energética”.
[http://www.conuee.gob.mx/wb/CONAE/Que_es_conae]

“Dentro del marco vigente, se entiende por eficiencia energética todas aquellas acciones que conlleven a una reducción económicamente viable de la cantidad de energía necesaria para satisfacer las necesidades energéticas de los servicios y bienes que requiere la sociedad, asegurando un nivel de calidad igual o superior y una disminución de los impactos ambientales negativos derivados de la generación, distribución y consumo de energía. Quedando incluida, la sustitución de fuentes no renovables por fuentes renovables de energía”.
[http://www.conuee.gob.mx/wb/CONAE/Que_es_conae].

La Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE), tiene un documento elaborado donde se da a conocer acciones principales para el uso eficiente de la energía, este documento tiene por nombre, **Recomendaciones de eficiencia energética para Estados y Municipios**. Este documento fue dado a conocer en el año de 2010 y se encuentra disponible en el sitio de internet <http://www.conuee.gob.mx>

Las áreas donde se pueden aplicar las acciones son:

1. Iluminación
2. Aire acondicionado.
3. Aislamiento térmico.
4. Alumbrado público.
5. Bombeo de agua potable.
6. Flotas vehiculares.

En lo referente al aire acondicionado y aislamiento térmico se enlistan recomendaciones de utilizar equipos con un valor mínimo de la Relación de Eficiencia Energética (REE), y en aislamiento térmico, los materiales reconocidos como mejores aislantes en el acondicionamiento de viviendas. Este documento tiene como finalidad proporcionar una guía fácil para poder conocer cuál es la mejor manera de aprovechar la energía.

2.1 Conceptos fundamentales.

La transferencia de calor ocurre principalmente cuando existe una diferencia de temperaturas entre dos cuerpos. La ganancia de calor ocurre cuando un cuerpo aumenta su temperatura en relación a otro y, la pérdida de calor, cuando un cuerpo disminuye su temperatura en relación a otro.

Las leyes de la termodinámica indican que todos los sistemas físicos tienden hacia el equilibrio térmico cuando existe una diferencia de temperatura entre cuerpos y es un fenómeno que ocurre invariablemente. La segunda ley de la termodinámica establece que la energía tiene una dirección y sentido, es decir el calor fluirá en un sentido, y esta dirección es de una temperatura alta a una más baja. Cuando existe una diferencia de temperatura entre dos objetos en proximidad uno del otro, la transferencia de calor no puede ser detenida; sólo puede hacerse más lenta. *[M. David Burghardt, 1984].*

El coeficiente de conductividad térmica expresa la magnitud de su capacidad de conducir el calor que pasa a través de la unidad de superficie de una muestra del material, de extensión infinita. Este coeficiente varía con las condiciones del material (humedad que contiene, temperatura a la que se realiza la medición), por lo que se fijan condiciones para hacerlo, generalmente para material seco y 15 C (temperatura media de trabajo de los materiales de construcción) y en otras ocasiones, 300 K (26,84 C). *[Ricardo Santiago Netto].*

La ganancia de calor es la tasa a la cual se transfiere energía hacia un espacio o la tasa a la cual se genera energía dentro de este. La ganancia de calor tiene dos componentes el calor sensible y el calor latente, los cuales deben de ser calculados por separado. Las ganancias de calor generalmente ocurren en las siguientes formas:

1. Radiación solar a través de las aperturas (ventanas)
2. Por conducción de calor a través de los linderos y por radiación y convección desde las superficies internas hacia el espacio.
3. Por convección de calor sensible y por radiación desde los objetos internos.
4. Por introducción del aire exterior, ya sea por ventilación o por infiltración.
5. Por ganancias de calor latente generadas dentro del espacio.

[McQuiston• Parker• Spitler, 2006].

➤ **Cálculo térmico.**

Expresan a través de modelos matemáticos cómo se transmite la energía en forma de calor entre diferentes sistemas, superficies, materiales, etc., siempre que exista una diferencia de temperatura. Existen varios factores a considerar para realizar cálculos térmicos, para comprender esto es importante saber cómo ocurre la transferencia de calor a saber, los principales mecanismos son; conducción, convección, radiación, en la figura 2.1 se pueden la ganancias térmicas dentro de una vivienda.

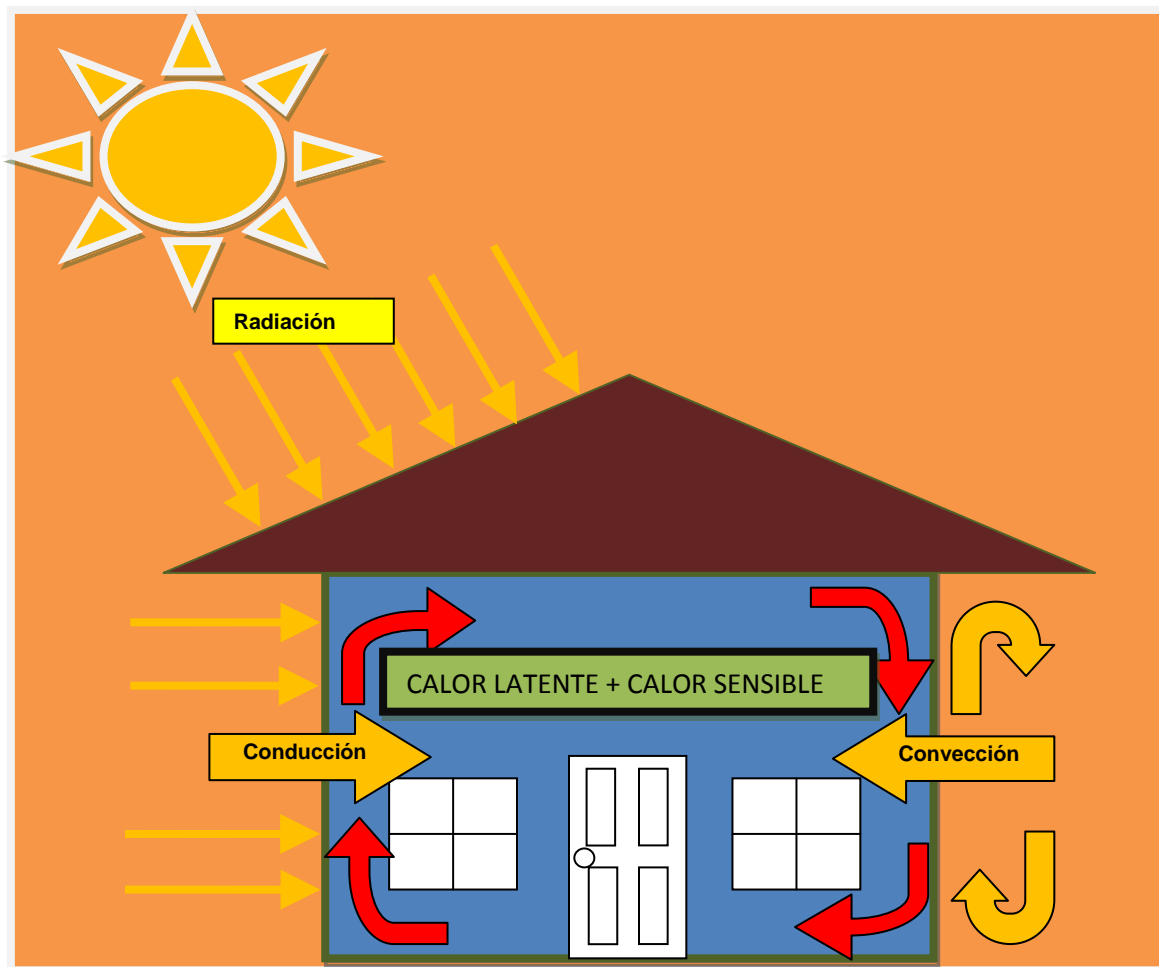


Figura 2.1 mecanismos de transferencia de calor en una vivienda.

➤ **Balance térmico.**

En términos generales, las condiciones térmicas de un edificio dependen de la magnitud de las pérdidas y ganancias de calor que está teniendo en un momento dado. El edificio tenderá a calentarse cuando las ganancias de calor sean mayores que las pérdidas, y a enfriarse en la situación contraria. En cualquiera de los dos casos se puede llegar fácilmente a condiciones interiores de incomodidad las cuales, en situaciones extremas, exigirán sistemas de climatización artificial (refrigeración y/o calefacción) para ser contrarrestadas. Un balance térmico considera las ganancias de calor internas y las externas, las cuales se describen a continuación.

- Ganancias internas: Personas, iluminación, equipo, flujo de material.
- Ganancias externas: Absorción de radiación solar a través de superficies exteriores, ventanas, tragaluces, ventilación.

La Sociedad Americana de Aire Acondicionado y Refrigeración, (ASHRAE) reconoce la vigencia de cuatro métodos de cálculo de cargas térmicas para seleccionar la capacidad de los equipos de aire acondicionado. Los cuales se nombran a continuación:

El Método de Funciones de Transferencia (TMF). Una versión simplificada de este método con aplicaciones para diferentes tipos de construcción fue publicada en el manual de fundamentos ASHRAE de 1977. Este método tiene como fundamento el estimar las cargas de enfriamiento hora por hora, predecir las condiciones del espacio para varios sistemas, establecer programas de control y programas de operación. El Método de Funciones de Transferencia se aplica para el cálculo de flujo unidireccional de transferencia de calor en paredes y techos asoleados.

Los resultados debido a las variaciones de construcción se consideran insignificantes, si se toman en cuenta la carga de los componentes normalmente dominantes. La ASHRAE (1988) generó factores de decremento efectivos de calor

y períodos de retraso de tiempo para 41 diferentes tipos de pared y 42 tipos de techo, que son presentados para utilizarse como coeficientes de funciones de transferencia.

El segundo método es el de Cálculo de Cargas por Temperatura Diferencial y Factores de Carga de Enfriamiento (CLTD/CLF). Es un método que puede ser aplicado al considerarse como la primera alternativa de procedimiento de cálculo manual. Este método se considera un método simplificado por utilizar un factor "U" para calcular la carga de enfriamiento para techos y paredes, la ecuación básica para carga de enfriamiento en superficies exteriores es: $q = U * A (CLTD)$.

El Método de Cálculo de Carga por Temperatura Diferencial se basa en la suposición de que el flujo de calor a través de un techo o pared puede ser obtenido al multiplicar la temperatura diferencial (exterior-interior) por los coeficientes globales de transferencia de calor, los cuales se pueden encontrar como valores tabulados "U" de techos y paredes, respectivamente.

El tercer método es otro procedimiento usado para el cálculo de cargas térmicas es el de Valores de Temperatura Diferencial Total Equivalente y Tiempo Promedio (TETD/TA). La primera presentación de este método se hizo en el manual de fundamentos ASHRAE de 1967, este procedimiento es recomendado para usuarios experimentados.

Para calcular la carga de enfriamiento de un espacio usando la convención del TETD/TA, se aplican los mismos procedimientos generales empleados para el TMF.

El cuarto método publicado es un capítulo especial de CLTD/CLF, utilizado para cálculo de cargas residenciales.

Existen dentro del mercado varios paquetes de computo comerciales, los cuales facilitan la determinación de la carga de enfriamiento en edificaciones, por ejemplo en los Estados Unidos, se encuentran los siguientes.

1. RHVAC Residential Load Calculation. (www.acca.org)

Este software estima las ganancias y pérdidas de calor de edificaciones de 1900 ciudades de los Estados Unidos, pero no especifica qué metodología utiliza.

2. Software for HVAC Design Professionals. (www.commercial.carrier.com)

El nombre del software es E20-II. La metodología utilizada para el cálculo de ganancias y pérdidas de calor es por el método de funciones de transferencia propuesto por ASHRAE y sólo puede ser utilizado dentro de los Estados Unidos.

Una de las metodologías más aceptadas, es la de funciones de transferencia propuesta por ASHRAE en 1997, descrita en su manual del Fundamentals, este método se requiere información de las temperaturas horarias durante todo el año y se necesita información de varios años. Sin embargo los simuladores que usan esta metodología, tiene bases de datos de los estados y ciudades de los Estados Unidos, por lo que no es posible aplicarlo en México.

Los simuladores comerciales emplean información climatológica basada en temperatura ambiente de la estación meteorológica más cercana a la localidad analizada mas no se aplica el criterio de horas-grado. Esto puede llevar a resultados alejados de la realidad. Por ejemplo, si se desea realizar la simulación térmica de un edificio en San Felipe y no existen registros allí, la localidad más cercana de la cual existe información podría ser Mexicali. Es evidente que a pesar de ser zonas cercanas el comportamiento energético no es el mismo pues los climas de ambas localidades pueden ser significativamente diferentes.

El simulador desarrollado por el Instituto de Ingeniería de la UABC utiliza la metodología de funciones de transferencia propuesta por ASHRAE pero adicionalmente incorpora el criterio de horas-grado para determinar potencia de enfriamiento, rapidez de retiro de calor y consumo eléctrico de un recinto acondicionado. Este simulador se ha utilizado con bastante confiabilidad para

realizar cálculos térmicos en las viviendas de Mexicali, B.C., Hermosillo y Cd. Obregón en el Estado de Sonora, Culiacán, Sinaloa y diversas ciudades como Cienfuegos, Moa, Sancti Spíritus, en Cuba, entre otras. Su base de datos tiene información de horas grado de estas ciudades y regiones. Sin embargo se continúa trabajando para ampliar la base de información disponible al simulador para otras regiones y ciudades a fin de ser utilizado en cualquier parte de nuestro país. El trabajo de tesis tiene la meta de agrupar regiones y ciudades con rangos de temperatura a partir de datos horarios de todo un año.

3. Desarrollo del Proyecto.

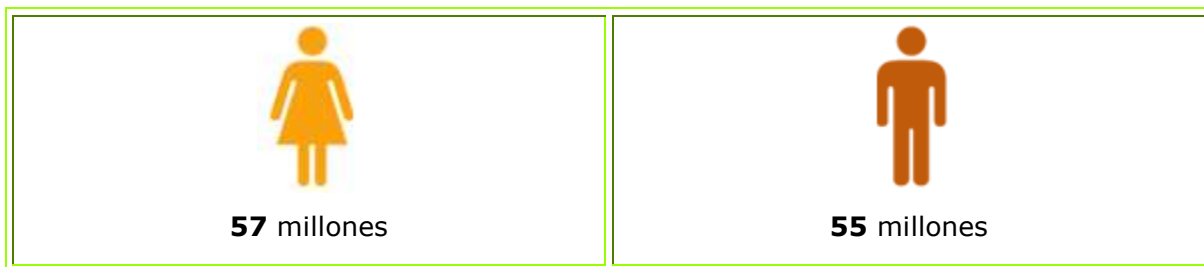
La República Mexicana está dividida en 31 Estados y el Distrito Federal y tiene una extensión territorial de 1,964,375 Km² y su ubicación geográfica dentro del mapa global es: Latitud Norte 32° 43' 6" en la frontera con los Estados Unidos de América, que se localiza en la margen derecha del Río Colorado entre Los Algodones, B.C. y Andrade, California. Latitud Oeste 118° 22' 00" longitud oeste, en la Roca Elefante de la Isla de Guadalupe, ubicada en el Océano



Gráfica 3.1 Extensión territorial y colindancias.

Pacífico. Latitud Norte 14° 32' 27"y en la desembocadura del río Suchiate, frontera con Guatemala. Latitud Oeste 86° 42' 36'' en el extremo sureste de la Isla Mujeres. [<http://cuentame.inegi.gob.mx/territorio/coordenadas.aspx?tema=T>]

La República Mexicana tiene una población total registrada en el censo del año 2005 con 103 millones de habitantes y en el censo de población del año 2010 se contabilizaron 112 millones de habitantes, esto es un incremento del 7%. Cabe hacer mención que el estudio se empezó a realizar con los datos del censo del 2005, sin embargo el incremento de la población no afecta significativamente los resultados. [INEGI]



3.2. Los climas de México.

Los tipos de clima identificados por el Servicio Meteorológico Nacional en nuestro país son los siguientes



En México el clima está determinado por varios factores, entre los que se encuentran la altitud sobre el nivel del mar, la latitud geográfica, las diversas condiciones atmosféricas y la distribución existente de tierra y agua. Por lo anterior, el país cuenta con una gran diversidad de climas, los cuales de manera muy general pueden clasificarse, según su temperatura, en cálido y templado; y de acuerdo con la humedad existente en el medio, en *seco*, *semi seco*, y muy *seco*, y en *húmedo*, y *sub-húmedo*.

➤ **El clima *seco* y *semi seco*.**

Se encuentra en la mayor parte del centro y norte del país, región que comprende el 28.3% del territorio nacional; se caracteriza por la circulación de los vientos que provocan escasa nubosidad y precipitaciones de 300 a 600 mm anuales, con temperaturas anuales promedio de 22°C a 26° C en algunas regiones, y en otras de 18°C a 22° C. Este corresponde a los estados ubicados geográficamente en las zonas Norte, Noroeste y Noreste que son principalmente, Aguascalientes (86%), Zacatecas (73%), San Luis Potosí (71%), Nuevo León (68%), Coahuila (49%), Sonora (48%), Durango (40%), Sinaloa (40%), Chihuahua (33%) y Baja California (24%). Estos porcentajes son el clima predominante en su territorio. [ANEXO1 y 37]

➤ **Clima *muy seco*.**

Registra temperaturas en promedio de 18°C a 22° C, con casos extremos de más de 26°C; presentando precipitaciones anuales de 100 a 300 mm en promedio, se encuentra en el 20.8% del país, y se caracterizan por ubicarse geográficamente en las zonas Norte y Noroeste, que abarca los estados de Baja California (69%), Baja California Sur (92%), Chihuahua (40%), Coahuila (46%), y Sonora (46.5%). Estos porcentajes son el clima predominante en su territorio. [ANEXO 1 y 37]

➤ **Clima *cálido*.**

Este se subdivide en cálido *húmedo* y cálido *sub-húmedo*. El primero de ellos ocupa el 4.7% del territorio nacional y se caracteriza por tener una temperatura

media anual entre 22°C y 26°C y precipitaciones de 2,000 a 4,000 mm anuales. Por su parte, el clima cálido *sub-húmedo* se encuentra en el 23% del país; en él se registran precipitaciones entre 1,000 y 2,000 mm anuales y temperaturas que oscilan de 22°C a 26°C, con regiones en donde superan los 26°C. [ANEXO 3, 4, 38] [INEGI].

➤ **El clima *templado*.**

Se divide en *húmedo* y *sub-húmedo*; en el primero de ellos se registran temperaturas entre 18°C y 22°C y precipitaciones en promedio de 2,000 a 4,000 mm anuales; comprende el 2.7% del territorio nacional. Respecto al clima templado *sub-húmedo*, se encuentra en el 20.5% del país, observa en su mayoría temperaturas entre 10° y 18° C y de 18° a 22°C, sin embargo en algunas regiones puede disminuir a menos de 10°C; registra precipitaciones de 600 a 1,000 mm en promedio durante el año. [ANEXO 5, 6, 39] [INEGI].

3.3. Clasificación del clima en México.

Se realizó una clasificación del clima en base a tres factores fundamentales que son población, ciudades y territorio. Por lo que se plantean las siguientes preguntas.

1. ¿Cuál es el clima que tiene mayor cantidad de población en México?
2. ¿Cuál es el clima que tiene la mayor cantidad de ciudades?
3. ¿Cuál es el clima que tiene mayor cobertura territorial en nuestro país?

Para poder contestarlas se decidió analizar primeramente todas las ciudades con una población mayor de 100,000 habitantes.

3.4. Clasificación del clima en relación a su población.

Para las poblaciones urbanas con más de 100,000 habitantes, se encontró lo siguiente:

1. El clima templado *sub-húmedo* es el que tiene la mayor cantidad de habitantes con 24,501, 964.
2. El clima cálido *sub-húmedo* se coloca en segunda posición con 13,970,340
3. El clima *seco y semi seco* en la tercera posición con 13,318,566
4. El clima *muy seco* en la cuarta posición con 8,009,361
5. El clima *templado sub-húmedo* con 155,253

Lo que da un total de 59,955,484 habitantes, representando el 46% de la población de México. [ANEXO 7]

Asumiendo que el resto de la población vive en localidades con menos de 100,000 habitantes.

3.5. Clasificación del clima en relación a las ciudades.

Las ciudades con una población mayor a los 100,000 habitantes fueron 165 y exhiben las siguientes características. [ANEXO 8]

1. El clima templado *sub-húmedo* es la que tiene la mayor cantidad de ciudades con un total de 39.
2. Le sigue el clima cálido *sub-húmedo* con 37 ciudades.
3. En tercer lugar está el clima *seco y semi seco* con 34 ciudades.
4. El cuarto está el clima *muy seco* con 33 ciudades.
5. El quinto es para el clima *cálido húmedo* con 20 ciudades.
6. Y finalmente el *templado húmedo* con 2 ciudades.
7. En el clima *frío de alta montaña* no se reportan ciudades de más de cien mil habitantes.

3.6. Clasificación del clima en relación al territorio.

El territorio nacional tiene una extensión total, incluyendo nuestras islas de 1,964,375 km² [INEGI].

Asimismo, en base a la información analizada se encontró lo siguiente:

1. El clima *cálido sub-húmedo* tiene mayor cantidad del territorio nacional con 562,129 km².
2. Le sigue el clima *seco y semi seco* con 521,676 km².
3. En tercer lugar está el clima *muy seco* con 332,593 km².
4. En cuarto está el clima *templado sub-húmedo* con 229,754 km².
5. El quinto es para el clima *cálido húmedo* con 136,155 km².
6. Y finalmente el *templado húmedo* con 27,093 km².

3.7 Distribución del clima por habitantes, ciudades, extensión territorial.

En figura 3.1 se puede visualizar como están comprendidos los diferentes climas de México y se pueden apreciar cómo están distribuidos.

N.-	TIPO DE CLIMA	HABITANTES	CIUDADES	EXT.TERRITORIAL (km ²)
1	Cálido sub-húmedo	14,207,920	39	562,129
2	Seco y semi seco	13,318,566	34	521,676
3	Templado sub-húmedo	8,984,315	28	27,093
4	Muy seco	8,794,443	33	332,593
5	Cálido húmedo	4,260,767	37	136,155
6	Templado húmedo	155,253	2	229,754

Figura 3.1 Tabla de tipos de clima con población, ciudades y territorio de México.

3.8 Clima de mayor población.

El clima donde se encuentra la mayor cantidad de población es el *templado sub-húmedo*, por lo que podemos visualizar en la gráfica 3.2 su distribución descendente.



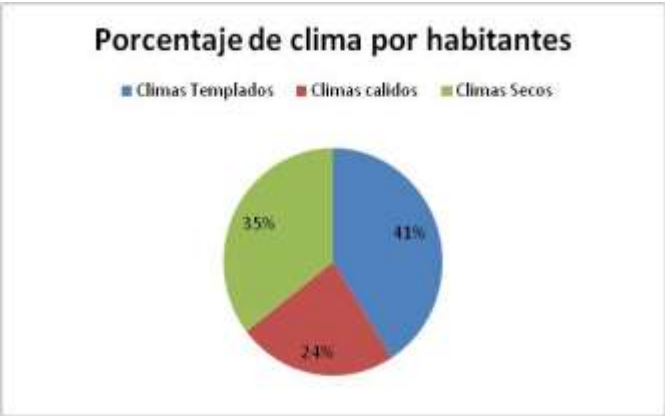
Figura 3.2 Tabla de mayor población, ciudades y territorio.

Si se agrupan los climas por *húmedos*, *sub-húmedos*, *secos* y *semi secos* quedaría de esta forma como se muestra en la figura 3.3 donde se concentran la cantidades de habitantes.



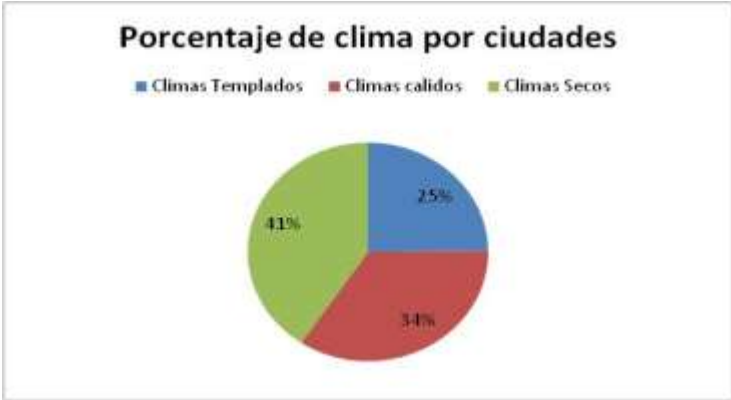
Figura 3.3 agrupación por tipos de clima y habitantes

En la gráfica 3.4 se visualiza agrupaciones de los climas *cálidos húmedos y sub-húmedos y los muy secos, secos y semi secos*. Puede apreciarse que los climas templados tienen la mayor cantidad de población 24,657,217 habitantes, le siguen los climas secos con una población de 21,327,927 y, por último, el clima cálido con 18,173,062.



Gráfica 3.4 Porcentaje de clima por habitantes.

En la gráfica 3.5 con la misma metodología de agrupación los climas *secos y muy secos* tienen la mayor cantidad de ciudades con 67, el clima que le sigue es el clima *cálido* con 57 y por último el clima *templado* con 41 ciudades.



Gráfica 3.5 Porcentaje de clima por ciudades.

Y en la figura 3.6 observa que los climas secos y muy secos tienen la mayor cantidad de territorio en nuestro país con 854,269 km², en segundo lugar está el clima cálido con 698,184 km² y finalmente el clima templado con 256,847 km².

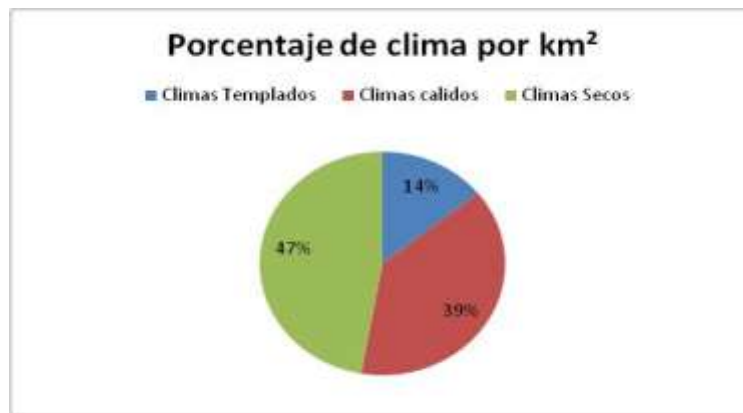


Figura 3.6 Porcentaje de clima por territorio.

3.9 Conclusión clima de mayor de población.

- ✓ El clima con mayor cantidad de habitantes es el *templado sub-húmedo* con 24,501,964 habitantes esto representa casi el 20%. [ANEXO 7]
- ✓ El clima con mayor número de ciudades es el *cálido sub-húmedo* con 39 representando el 22%. [ANEXO 8]
- ✓ Y finalmente el clima *cálido sub-húmedo* es el de mayor cobertura de nuestro territorio con 562,129 km², esto representa casi el 28%. [ANEXO 9]

Por lo que existe un clima predominante *cálido sub-húmedo* y es donde se encuentran la mayor cantidad de ciudades y la mayor extensión territorial. Además es un clima donde se considera indispensable el uso de equipos de climatización y ventilación especialmente en la temporada de verano.

3.10. Ciudades y sus climas.

Anteriormente ya se han indicado las características principales de cada clima, sin embargo, el siguiente paso es ubicar las ciudades en el clima correspondiente. Clima *templado sub-húmedo*. Este clima concentra la mayor población 24,501,964

habitantes, el mayor número de ciudades con 37. En la tabla 3.7 se encuentran las ciudades y estado correspondiente.

Estado	Ciudad	Estado	Ciudad
Distrito Federal	Iztapalapa	Distrito Federal	Venustiano Carranza
México	Ecatepec de Morelos	Distrito Federal	Xochimilco
Puebla	Puebla	Distrito Federal	Azcapotzalco
Durango	Durango	Distrito Federal	Iztacalco
Distrito Federal	Gustavo A. Madero	Distrito Federal	Tláhuac
México	Nezahualcóyotl	Distrito Federal	Benito Juárez
México	Toluca	Distrito Federal	Miguel Hidalgo
México	Naucalpan de Juárez	Distrito Federal	Magdalena Contreras, La
Michoacán	Morelia	Distrito Federal	Cuajimalpa de Morelos
Distrito Federal	Alvaro Obregón	Chiapas	San Cristóbal de las Casas
Distrito Federal	Tlalpan	Guanajuato	Guanajuato
Distrito Federal	Coyoacán	Distrito Federal	Milpa Alta
Durango	Durango	Michoacán	Hidalgo
Distrito Federal	Cuauhtémoc	Colima	Tecomán

Tabla 3.7 Ciudades principales con clima *cálido sub-húmedo*.

➤ **Clima cálido *sub-húmedo*.**

Este clima concentra la población de 13,970,340 habitantes, con 39 ciudades como se muestra en la Tabla 3.8

Estado	Ciudad	Estado	Ciudad
Jalisco	Zapopan	Quintana Roo	Solidaridad
Campeche	Campeche	Quintana Roo	Othón P. Blanco
Yucatán	Mérida	Nuevo León	Juárez
Quintana Roo	Benito Juárez	Tamaulipas	Ciudad Madero
Nuevo León	Guadalupe	Tamaulipas	Altamira
Guerrero	Acapulco de Juárez	Morelos	Jiutepec
Jalisco	Tlaquepaque	Jalisco	Jalisco
Veracruz	Veracruz	Michoacán	Zamora
Chiapas	Tuxtla Gutiérrez	Morelos	Cuatla
Tamaulipas	Matamoros	Guanajuato	Silao
Guanajuato	Irapuato	Colima	Manzanillo
Jalisco	Tonalá	Colima	Colima

Sinaloa	Mazatlán	Sinaloa	Navolato
Morelos	Cuernavaca	Guerrero	Chilapa de Álvarez
Nayarit	Tepic	Colima	Villa de Alvarez
Tamaulipas	Victoria	Tamaulipas	Mante, El
Tamaulipas	Tampico	Morelos	Temixco
Campeche	Campeche	Nayarit	Bahía de Banderas
		Yucatán	Valladolid

3.8 Tabla de ciudades principales con clima cálido sub-húmedo.

➤ **Clima *muy seco*.**

Concentra la población de 8,009,361 habitantes y 16 ciudades, en la tabla 3.13, se encuentran los estados y sus ciudades correspondientes.

Chihuahua	Juárez	Durango	Gómez Palacio
Nuevo León	Monterrey	Sinaloa	Guasave
Baja California	Mexicali	Baja California Sur	Paz, La
Sonora	Hermosillo	Sonora	San Luis Río Colorado
San Luis Potosí	San Luis Potosí	Durango	Lerdo
Coahuila	Torreón	Sonora	Guaymas
Sinaloa	Ahome	Chihuahua	Delicias
Sonora	Cajeme	Tamaulipas	Río Bravo

3.9 Tabla de ciudades principales con clima muy seco.

➤ **Clima *seco y semi seco*.**

Este clima concentra la población 13,318,566 habitantes con 34 ciudades, en la siguiente tabla 3.12, se encuentran los estados y ciudades correspondientes.

Estado	Ciudad	Estado	Ciudad
Baja California	Tijuana	Oaxaca	Oaxaca de Juárez
Baja California	Ensenada	Puebla	Tehuacán
Baja California	Tecate	Querétaro	Querétaro
Baja California Sur	Cabos, Los	Querétaro	San Juan del Río
Chihuahua	Chihuahua	Querétaro	Corregidora
			Soledad de Graciano
Chihuahua	Hidalgo del Parral	San Luis Potosí	Sánchez
Coahuila	Saltillo	San Luis Potosí	Ciudad Valles
Coahuila	Monclova	Sinaloa	Culiacán
Coahuila	Piedras Negras	Sinaloa	Fuerte, El

Coahuila	Acuña	Sonora	Nogales
Guanajuato	León	Sonora	Navojoa
Guanajuato	Celaya	Tamaulipas	Reynosa
Guanajuato	Allende	Tamaulipas	Nuevo Laredo
Hidalgo	Pachuca de Soto	Zacatecas	Fresnillo
Hidalgo	Tulancingo de Bravo	Zacatecas	Guadalupe
Nuevo León	San Nicolás de los Garza	Zacatecas	Zacatecas

Tabla 3.12 ciudades principales con clima seco y semi seco.

➤ **Clima cálido húmedo.**

Este clima concentra la población de 4,202,722 habitantes, se tienen 20 ciudades como se indica en la Tabla 3.10

Tabasco	Centro	Tabasco	Huimanguillo
Veracruz	Xalapa	Veracruz	San Andrés Tuxtla
Veracruz	Coatzacoalcos	Tabasco	Macuspana
Michoacán	Uruapan	Veracruz	Minatitlán
Chiapas	Tapachula	Oaxaca	San Juan Bautista Tuxtepec
Guerrero	Chilpancingo de los Bravo	Tabasco	Cunduacán
Tabasco	Cárdenas	Veracruz	Orizaba
Veracruz	Córdoba	Chiapas	Chilón
Chiapas	Ocosingo	Chiapas	Palenque
Tabasco	Comalcalco	Tabasco	Centla

3.10 Tabla de ciudades principales con clima cálido húmedo.

➤ **Clima templado húmedo.**

Sólo Las Margaritas en Chiapas y Progreso en Yucatán se ubican con clima templado húmedo 155,253 habitantes, como se indica en la tabla 3.11

Chiapas	Margaritas, Las
Yucatán	Progreso

3.11 Tabla de ciudades principales con clima templado húmedo.

➤ **Clima *frío de alta montaña*.**

Finalmente, no se encontraron ciudades con población mayor a cien mil habitantes, ni población significativa en el clima denominado como frío de alta montaña.

3.11. Clima con mayor impacto energético.

- ✓ El clima con mayor impacto sobre el consumo y demanda de energía es aquel que impone mayores exigencias de climatización y corresponde al más caluroso durante todo el año y en la estación del verano. Esto también implica mayor gasto económico sobre los consumidores del fluido eléctrico debido al consumo extra por la climatización obligada.
- ✓ Los climas que representan las mayores temperaturas durante todo el año son los cálidos húmedo y cálido sub-húmedo. Estos se localizan en las zonas geográficas del sureste de México. [ANEXO 3 Y 4]
- ✓ Y los climas muy seco, seco y semi secos se encuentran en la zona geográfica del norte de México y presentan las mayores temperaturas durante los meses de verano (mayo- octubre). [ANEXO 1 y 2].

3.12. Estación meteorológica automática.

El Servicio Meteorológico Nacional (SMN), genera información meteorológica y climatológica del país para dar servicio tanto a instituciones nacionales gubernamentales y privadas, así como a organismos internacionales como es la Organización Meteorológica Mundial (OMM). Esta información es utilizada para su análisis y elaboración de pronósticos del tiempo, estudios hidrológicos, y climatológicos.

Todos los observatorios meteorológicos de la red deben trabajar las 24 horas del día los 365 días del año ininterrumpidamente. Todas las observaciones y registros se rigen con la normatividad establecida por la OMM.

El SMN cuenta con estaciones de monitoreo en todo el país para recopilar datos climatológicos, estas estaciones se denominan Estación Meteorológica Automática

(EMA) y se encuentran ubicadas estratégicamente en todo nuestro país, en la figura 3.12 y 3.13 se pueden visualizar las estaciones. [SMN]

➤ **Estación Meteorológica Automática.**

Una estación meteorológica automática está conformada por un grupo de sensores que registran y transmiten información meteorológica de forma automática de los sitios donde están estratégicamente colocadas. Su función principal es la recopilación y monitoreo de algunas variables meteorológicas para generar archivos del promedio de cada 10 minutos de todas las variables, esta información es enviada vía satélite en intervalos de 1 a 3 horas por estación, los sensores que integran la estación son: velocidad del viento, temperatura y humedad relativa, radiación solar, dirección del viento, Precipitación, presión atmosférica. [SMN]

➤ **Ubicaciones de las estaciones meteorológicas nacionales.**

El sistema Meteorológico Nacional cuenta con 133 estaciones automáticas ubicadas en todo el territorio nacional, todas ellas transmiten datos vía satélite. En la gráfica 3.14 se pueden apreciar las estaciones por cada estado de México. [SMN]

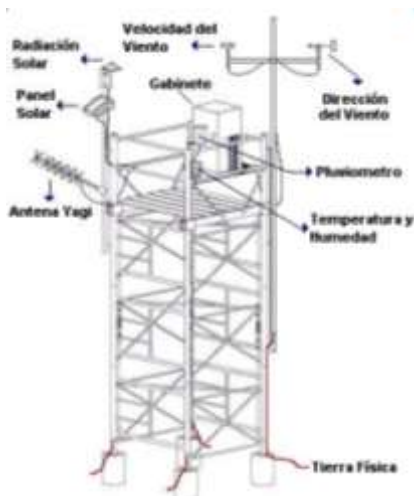


Figura 3.12 Estructura tipo andamio.

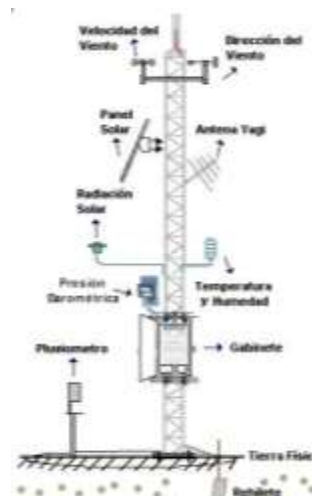


Figura 3.13 Estructura torre triangular.



Gráfica 3.14 Número de estaciones automáticas por estado.

Recopilación de información meteorológica EMA.

Se requerirán por lo menos la información de 24 meses del clima de las estaciones ubicadas en el país de temperatura hora por hora, radiación solar y humedad relativa para conocer las variaciones de datos entre uno año con respecto a otro.

El Servicio Meteorológico Nacional proporcionara a través del área de datos históricos que a su vez es la que concentra y recopila toda la información climatológica de las 133 estaciones automáticas.

3.13 Ciudades con temperaturas máximas todo el año.

Dentro de los diferentes tipos de clima en nuestro país necesario hacer una agrupación por tipos de clima y aplicar rangos de temperatura para poder plantearnos las siguientes preguntas:

1. ¿Cuál es la ciudad con el clima de mayor temperatura durante todo el año?
2. ¿Cuál es el clima con el clima de mayor temperatura durante verano (Mayo a Octubre)
3. Seleccionar las ciudades que tienen las temperaturas más altas durante todo el año por tipo de clima.

- Ciudades clima *cálido húmedo y sub-húmedo* temp. 30 a 25 y 25 a 20 °C durante el año.
[ANEXO 10 Y 11]
- Ciudades clima *muy seco, seco y semi seco* temp. de 25 a 20 y 20 a 15 °C durante el año.
[ANEXO 12 y 13]
- Ciudades clima *templado húmedo y sub-húmedo* temp. 25 a 10 °C durante el año.
[ANEXO 14]

3.14 Ciudades con temperaturas máximas en verano.

- Ciudades clima *cálido húmedo y sub-húmedo* temp. 30 a 25 y 25 a 20 °C en verano.
[ANEXO 15 y 16]
- Ciudades clima *muy seco, seco y semi seco* temp. 30 a 25 y 25 a 15 °C en verano.
[ANEXO 17 y 18]
- Ciudades clima *templado húmedo y sub-húmedo* temp. 28 a 11 °C en verano.
[ANEXO 19].

3.15 Selección de ciudades con temperaturas más elevadas durante el año por tipo de clima.

Esto nos permitirá proponer una agrupación con las siguientes características.

1. Para los tipos de climas de nuestro país, se seleccionaran las dos ciudades con la temperatura más alta en todo el año y la temperatura más alta en verano.
2. Se establecerán grupos de ciudades que tengan el mismo tipo de clima y rango de temperaturas.
3. Se realizaran agrupaciones en donde se proponga cual será las ciudades a estudio de temperaturas y que representaran a las demás ciudades por tipo de clima y ubicación geográfica.

- Clima *cálido húmedo y sub-húmedo* temp. 30 a 25°C durante el año.
Se proponen las siguientes ciudades. [ANEXO 20]
- Guerrero, Acapulco de Juárez (clima *cálido sub-húmedo*)
 - Tabasco, Villahermosa (clima *cálido húmedo*)
 - Nayarit, Bahía de Banderas (clima *cálido sub-húmedo*)
 - Chiapas, Palenque (clima *cálido Húmedo*)
- Clima *cálido húmedo y sub-húmedo* temp. 25 a 22°C durante el año.
Se proponen las siguientes ciudades. [ANEXO 21]
- Veracruz, San Andrés Tuxtla (clima *cálido húmedo*)
 - Tamaulipas, Tampico (clima *cálido sub-húmedo*)
 - Morelos, Temixco (clima *cálido sub-húmedo*)
 - Guerrero, Chilpancingo de los Bravos. (clima *cálido húmedo*)
- Clima *cálido húmedo y sub-húmedo* temp. 22 a 19 °C durante el año.
Se proponen las siguientes ciudades. [ANEXO 22]
- Chiapas, Chilón (clima *cálido húmedo*)
 - Jalisco, Tlaquepaque (clima *cálido sub-húmedo*)
 - Michoacán, Zamora (clima *cálido sub-húmedo*)
 - Veracruz, Xalapa (clima *cálido húmedo*)
- Clima *muy seco, seco y semi seco* temp. 26 a 23 °C durante el año.
Se proponen las siguientes ciudades. [ANEXO 23]

- Sonora, Guaymas (clima muy seco)
 - Sonora, Navjoa (clima seco y semi seco)
 - Sinaloa, Culiacán (clima seco y semi seco)
 - Sonora, Hermosillo (clima cálido húmedo)
- Clima *muy seco, seco y semi seco* temp. 23 a 19 °C durante el año.
Se proponen las siguientes ciudades. [ANEXO 24]
- Tamaulipas, Nuevo Laredo (clima seco y semi seco)
 - Nuevo León, Monterrey (clima muy seco)
 - Oaxaca, Oaxaca de Juárez (clima seco y semi seco)
 - Durango, Lerdo (clima muy seco)
- Clima *muy seco, seco y semi seco* temp. 19 a 14 °C durante el año.
Se proponen las siguientes ciudades. [ANEXO 25]
- Querétaro, Querétaro (clima seco y semi seco)
 - Chihuahua, Juárez, Monterrey (clima muy seco)
 - Sonora, Nogales (clima seco y semi seco)
 - San Luis Potosí, San Luis Potosí, (clima muy seco)
- Clima *templado húmedo y sub-húmedo* temp. 26 a 11 °C durante el año.
Se proponen las siguientes ciudades. [ANEXO 26].
- Colima, Tecomán (clima templado sub-húmedo)
 - Michoacán, Morelia (clima templado sub-húmedo)

- Distrito Federal, Gustavo A Madero (clima templado sub-húmedo)
- Durango, Durango, (clima templado sub-húmedo).

3.16 Selección de ciudades con temperaturas más altas durante verano por tipo de clima.

- Clima *cálido húmedo y sub-húmedo* temp. 30 a 25 °C en verano.

Se proponen las siguientes ciudades [ANEXO 27].

- Tabasco, centro Villahermosa (clima cálido húmedo)
- Nayarit, Bahía de Banderas (clima cálido húmedo)
- Guerrero, Acapulco de Juárez (clima cálido húmedo)
- Quintana Roo, Othón P. Blanco (clima cálido húmedo)

- Clima *cálido húmedo y sub-húmedo* temp. de 25 a 20 °C en verano.

Se proponen las siguientes ciudades [ANEXO 28].

- Veracruz, Córdoba (clima cálido húmedo)
- Morelos, Temixco (clima cálido sub-húmedo)
- Nayarit, Tepic (clima cálido sub-húmedo)
- Jalisco, Tlaquepaque (clima cálido sub-húmedo)

- Clima *muy seco, seco y semi seco* temp. 30 a 25 °C en verano.

Se proponen las siguientes ciudades[ANEXO 29].

- Sonora, San Luis Río Colorado (clima muy seco)
- Sonora, Navojoa (clima muy seco)
- Sinaloa, Culiacán (clima seco y semi seco)

- Nuevo León, San Nicolás de los Garza (clima seco y semi seco)
- Clima *muy seco, seco y semi seco* temp. 25 a 15 °C en verano.
Se proponen las siguientes ciudades[ANEXO 30].
- Chihuahua, Juárez (clima muy seco)
 - Sonora, Nogales (clima seco y semi seco)
 - Baja California, Tijuana (clima seco y semi seco)
 - Guanajuato, Celaya (clima seco y semi seco)
- Para el *clima templado húmedo y sub-húmedo* temp. 28 a 10 °C en verano.
Se proponen las siguientes ciudades [ANEXO 31].
- Colima, Tecomán (clima templado sub-húmedo)
 - Durango, Durango (clima templado sub-húmedo)
 - Puebla, Puebla (clima templado sub-húmedo)
 - Distrito Federal, Miguel Hidalgo (clima templado sub-húmedo)

4. Conclusiones.

- México tiene en el territorio cuatro climas diferentes predominante identificados por el Sistema Meteorológico Nacional. Los climas *cálidos húmedos y sub-húmedos* se asocian con las mayores temperaturas promedio durante todo el año y están ubicados geográficamente en la zona sureste y suroeste de nuestro país. Este clima se identifica como el de mayor temperatura en los periodos de verano e invierno. Las gráficas en los anexos 32 y 33 muestran el comportamiento de la temperatura durante verano y el invierno, con una

diferencia no mayor a 2 grados Celsius entre dichos periodos. Este resultado se traduce en que la diferencia de temperatura entre verano e invierno no es significativa por lo que es una zona de temperatura alta durante todo el año.

- El clima *muy seco, seco y semi seco* se localiza geográficamente en las zonas norte, noreste y noroeste de México. Este clima se identifica por exhibir las temperaturas horarias más elevadas durante la estación de verano en todo México, en contraste, en el periodo de invierno las temperaturas son bajas, en las gráficas de los anexos 34 y 35 se visualiza que el comportamiento de la temperatura promedio en verano con respecto a los meses de invierno existe una diferencia de hasta 13 grados Celsius. Esto indica que es una zona con clima extremo de calor en verano y frío en el invierno.
- Los climas *templados húmedos y sub-húmedos* son los que tienen las temperaturas menores en México durante todo el año y en el periodo de verano, se encuentran en las zonas centro y la denominada como la del Bajío. Las gráficas en el anexo 36 demuestran que el comportamiento de la temperatura durante el periodo de verano y de invierno tienen una diferencia de 2 grados Celsius. Este resultado se traduce que la diferencia de temperatura entre verano e invierno no es considerable y es una zona de temperatura relativamente baja durante todo el año.
- El clima *frío de alta montaña* no fue considerado dentro del estudio por no registrarse poblaciones mayores a 100,000 habitantes.
- Por otra parte, las variable climatológica de mayor impacto involucrada en el cálculo térmico es la temperatura horaria pero también es de gran importancia el tiempo que tal temperatura a lo largo del día. La ganancia térmica a través de la envolvente es, en el caso de los climas cálidos, la mayor contribución debido a la temperatura exterior y la radiación solar, sin embargo, y a diferencia de lo que la creencia popular indica, el contenido de humedad ambiental no representa una carga adicional importante en la climatización del edificio a menos que los flujos de infiltración o ventilación sean muy elevados

pero aún así, la carga sensible sigue siendo la mayor contribución. Los tipos de clima determinan el porcentaje de la humedad absoluta en el aire y su promedio de lluvia. En este trabajo se encontró que en México se pueden tener temperaturas máximas de 45 grados Celsius en un clima seco como en uno cálido húmedo. Como ejemplo puede mencionarse que en el desierto de Altar en Sonora como en el Valle de Mexicali en Baja California, durante el verano se alcanzan temperaturas muy similares al del estado de Yucatán, Tabasco o Campeche.

- El presente trabajo tiene como finalidad proporcionar la información climatológica requerida para el cálculo térmico de la mayor proporción del territorio nacional cubriendo todas aquellas localidades con cien mil o más habitantes. Esto se logra a través de la aplicación del criterio de la variable denominada horas-grado que proviene de la integración en el tiempo del comportamiento horario de la temperatura exterior por lo cual la hace mucho más adecuada para relacionar el clima particular de cada región con el consumo o demanda energética que la temperatura máxima o la temperatura promedio como se emplea por la mayoría de los sistemas de cálculo térmico o simuladores comerciales. El empleo de horas-grado ha sido documentada su aplicación en este sentido por investigadores del Instituto de Ingeniería de la UABC con lo que permite determinar de manera mucho más confiable el comportamiento térmico en prácticamente cualquier sistema constructivo. Para ello se requiere solamente contar con registros horarios de temperatura exterior durante al menos un año. Es recomendable ampliar la base de información al mayor número de años posible para contar con una mejor base de análisis, sin embargo, esto no es impedimento para que los resultados sean confiables.
- Se identificaron tres intervalos de temperaturas lo cuales se agruparon de la siguiente manera: el primero lo conforman las temperaturas de 25 a 30 grados Celsius, y comprende las ciudades que se encuentran en las regiones cálidas

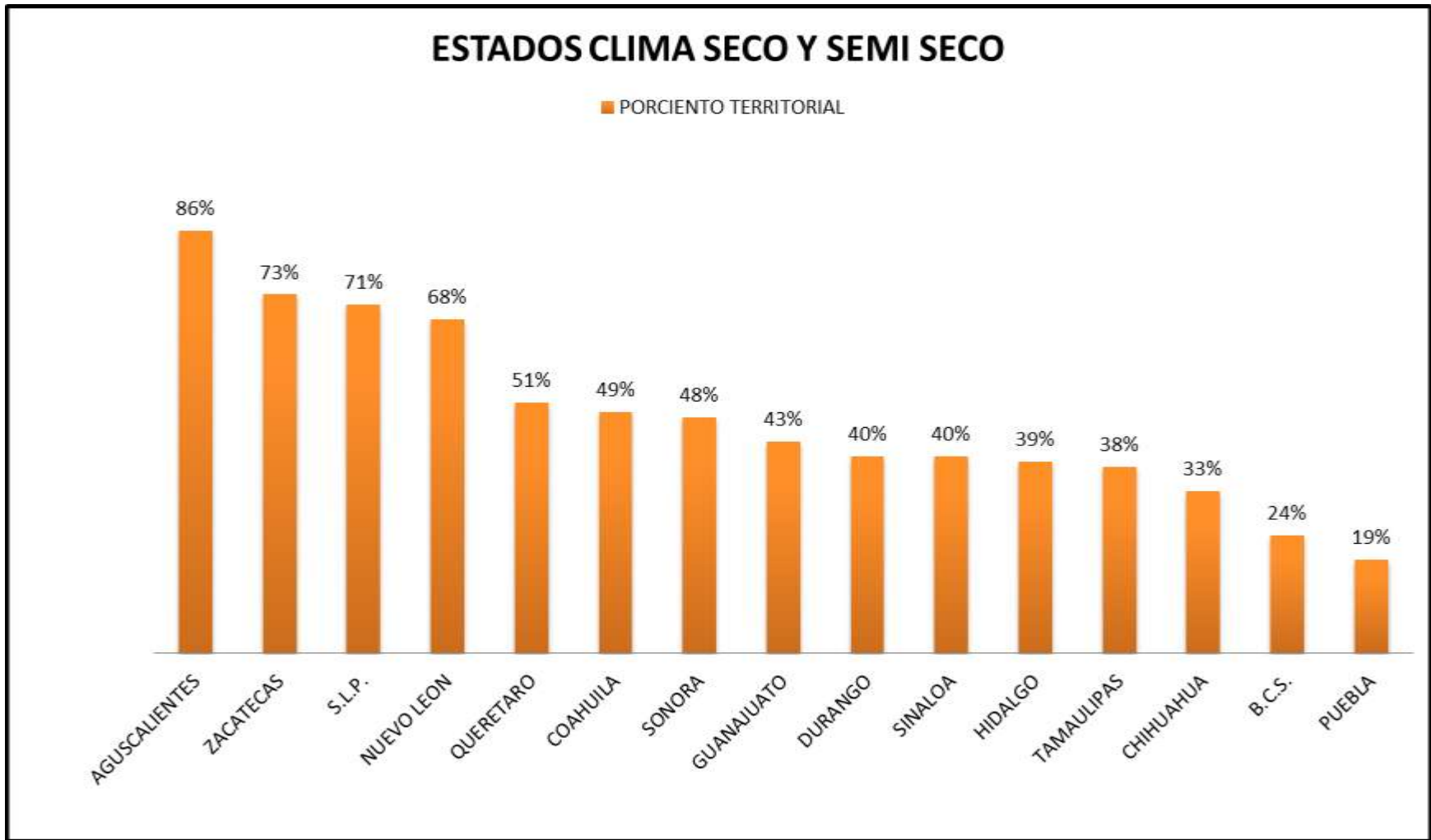
húmedas y sub-húmedas y de las muy secas y secas. Este grupo contiene un perfil de temperaturas muy parecido, lo cual hace suponer que varias de estas ciudades pueden ser representativas del conjunto, en el anexo 27 Y 29 pueden encontrarse las ciudades que la conforman. El segundo y tercer grupo de temperatura van de 15 a 25 y de 10 a 28 grados Celsius y contienen las ciudades de los climas muy secos, semi secos, cálidos y templados húmedos y sub húmedos. Los perfiles de temperaturas que exhiben estas ciudades es muy similar, lo cual hace suponer que varias de ellas puedan ser representativas de cada grupo en cuanto al comportamiento de su temperatura horaria, en el anexo 27 Y 29 se encuentran las ciudades que las conforman.

- Las estaciones meteorológicas automáticas del Sistema Meteorológico Nacional proporcionan la información como temperatura, humedad relativa y radiación solar para poder simular la ganancia térmica. Es posible calcular capacidades de enfriamiento adecuadas al tipo de construcción y su consumo eléctrico. El simulador térmico desarrollado por el Instituto de Ingeniería de la UABC es el medio idóneo para la utilización de las temperaturas representativas por región así como de las ciudades analizadas y será posible reproducir el comportamiento termoenergético de la vivienda de México a partir de la aplicación de la metodología de horas-grado sustentada precisamente en el procesamiento de la información climatológica disponible a nivel nacional.
- Las ciudades y regiones que pertenecen a un perfil de temperatura muy similar pueden ser empleada para proponer acciones de ahorro y uso eficiente de la energía donde este involucradas las variables climatológicas como son la temperatura, radiación solar y humedad relativa entre otras. Esas acciones pueden abarcar normas oficiales en edificaciones, tarifas eléctricas, legislación ambiental y de salubridad entre otras.

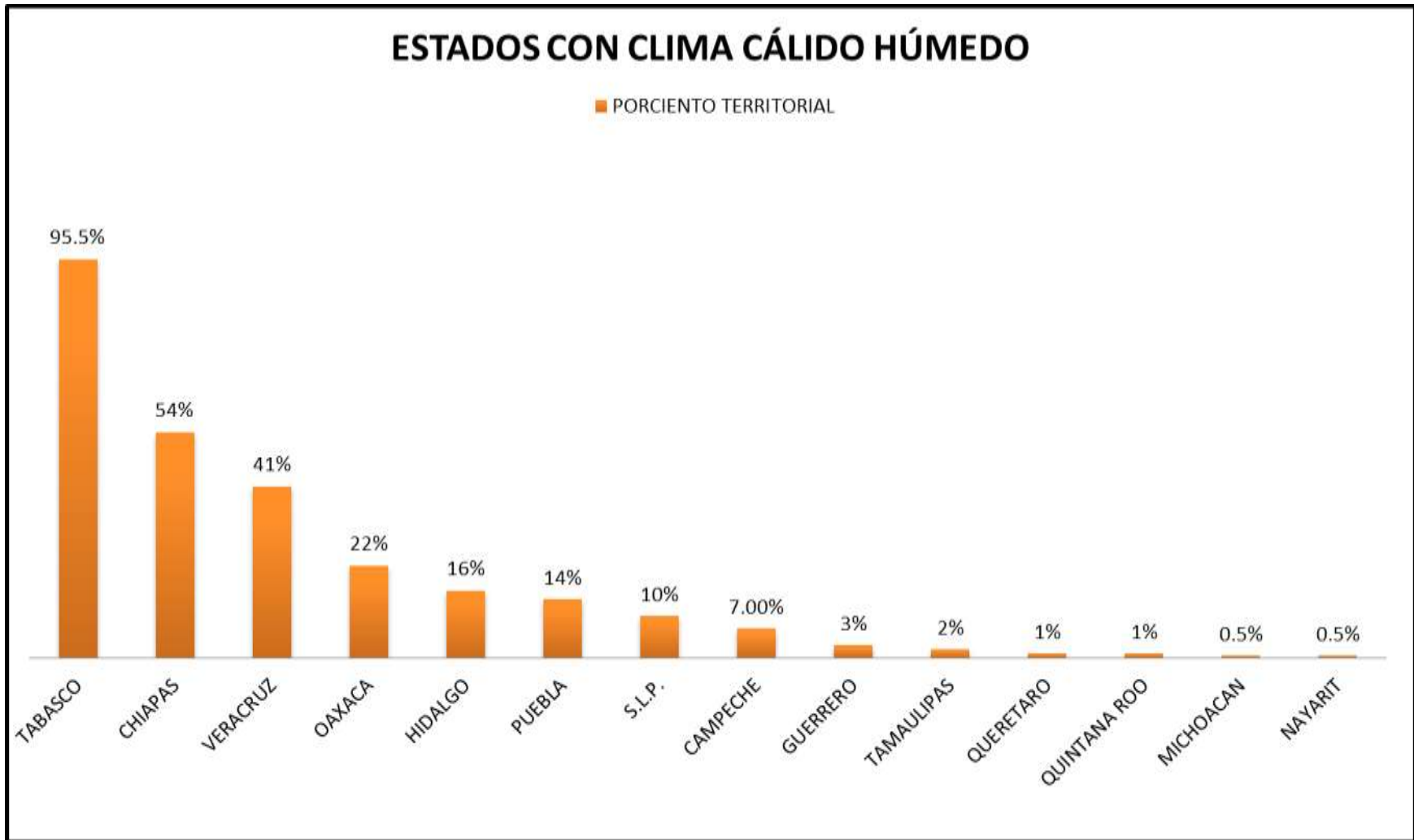
5 Anexos.



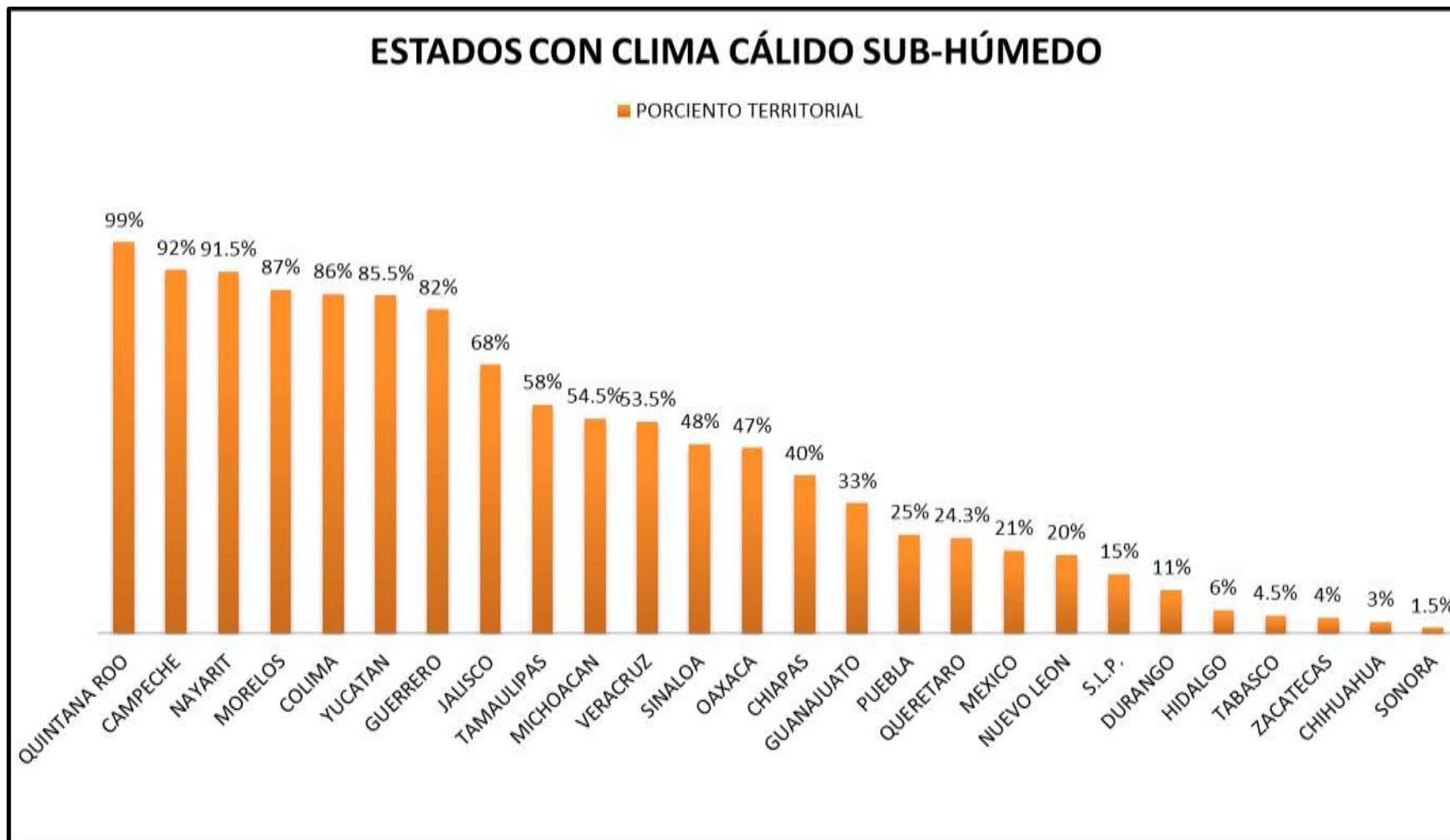
ANEXO 1 Gráfica de estados con clima *muy seco*.



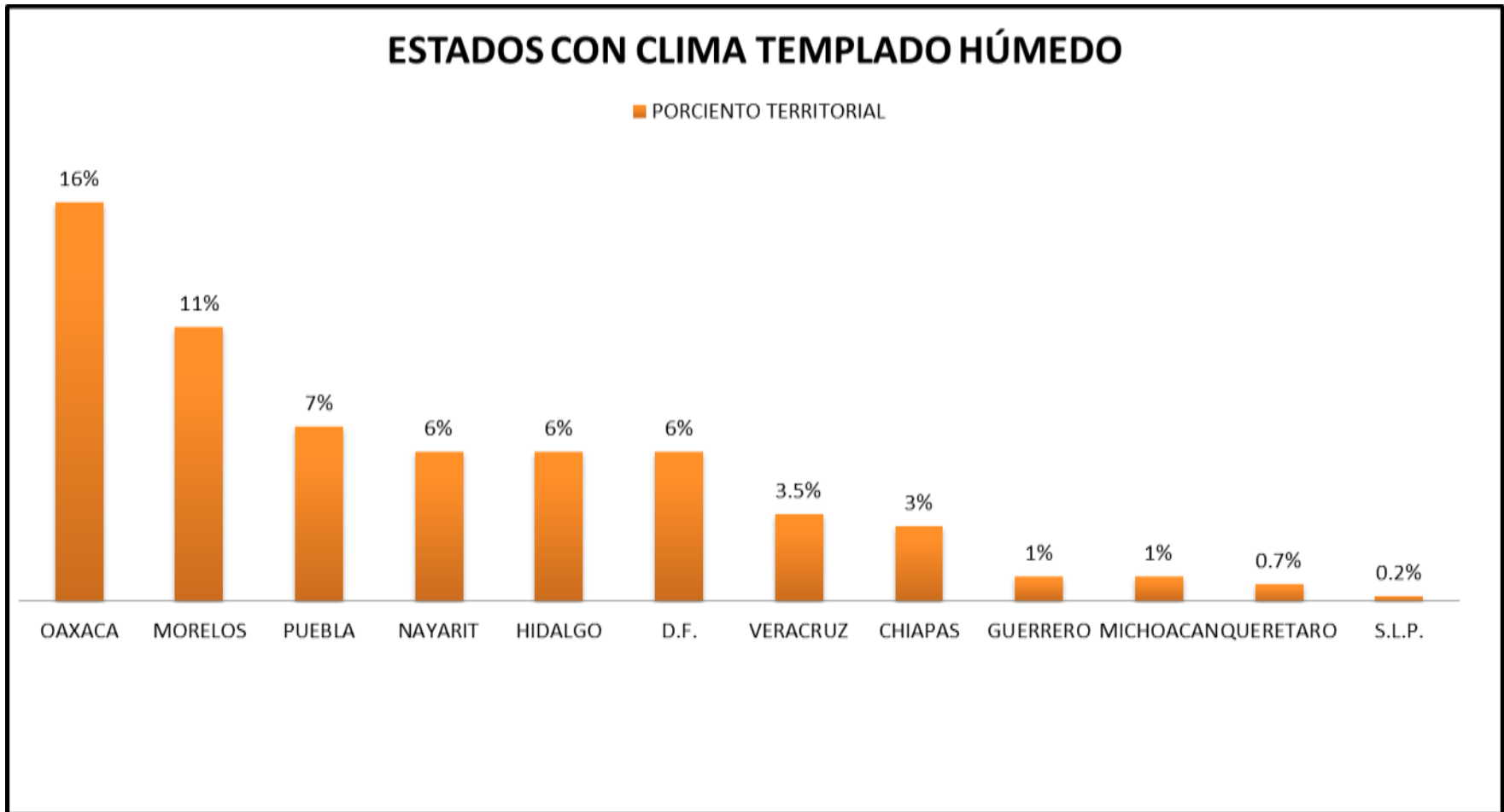
ANEXO 2 Gráfica de porcentaje territorial por tipo de clima *seco* y *semi seco*



ANEXO3 Gráfica de porcentaje territorial clima *cálido húmedo*.



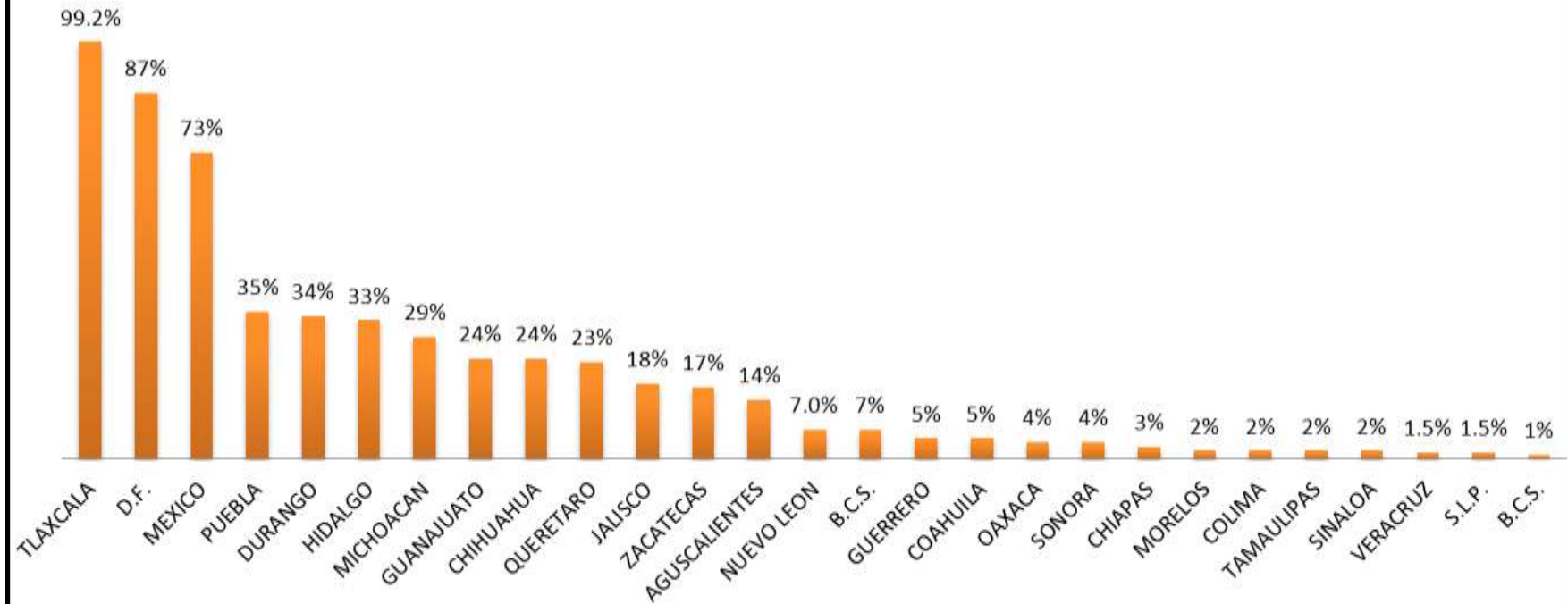
ANEXO 4 Gráfica de porcentaje territorial clima *cálido sub-húmedo*.



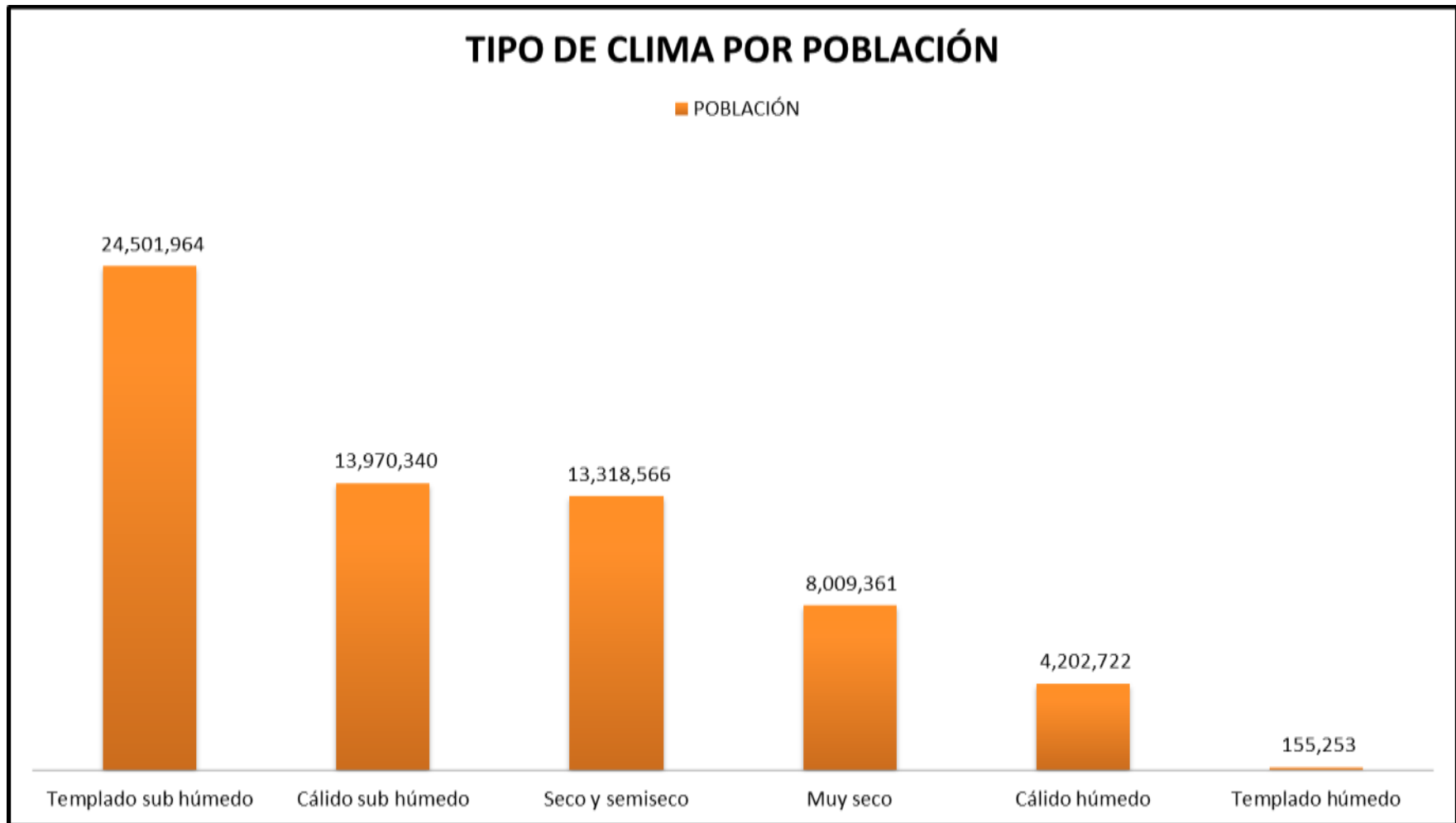
ANEXO 5 Gráfica de porcentaje territorial clima *templado Húmedo*.

ESTADOS CON CLIMA TEMPLADO SUB-HÚMEDO

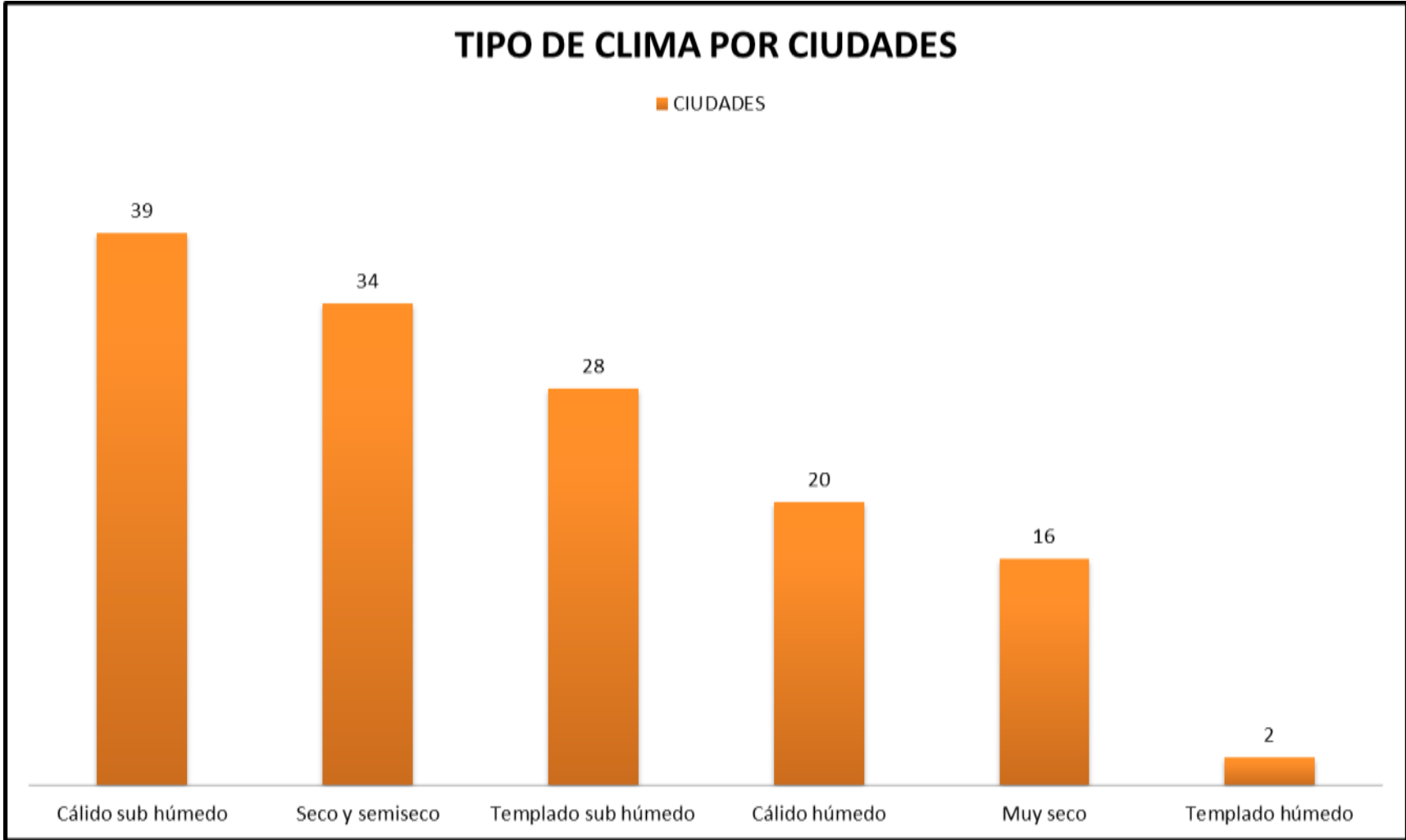
■ PORCIENTO TERRITORIAL



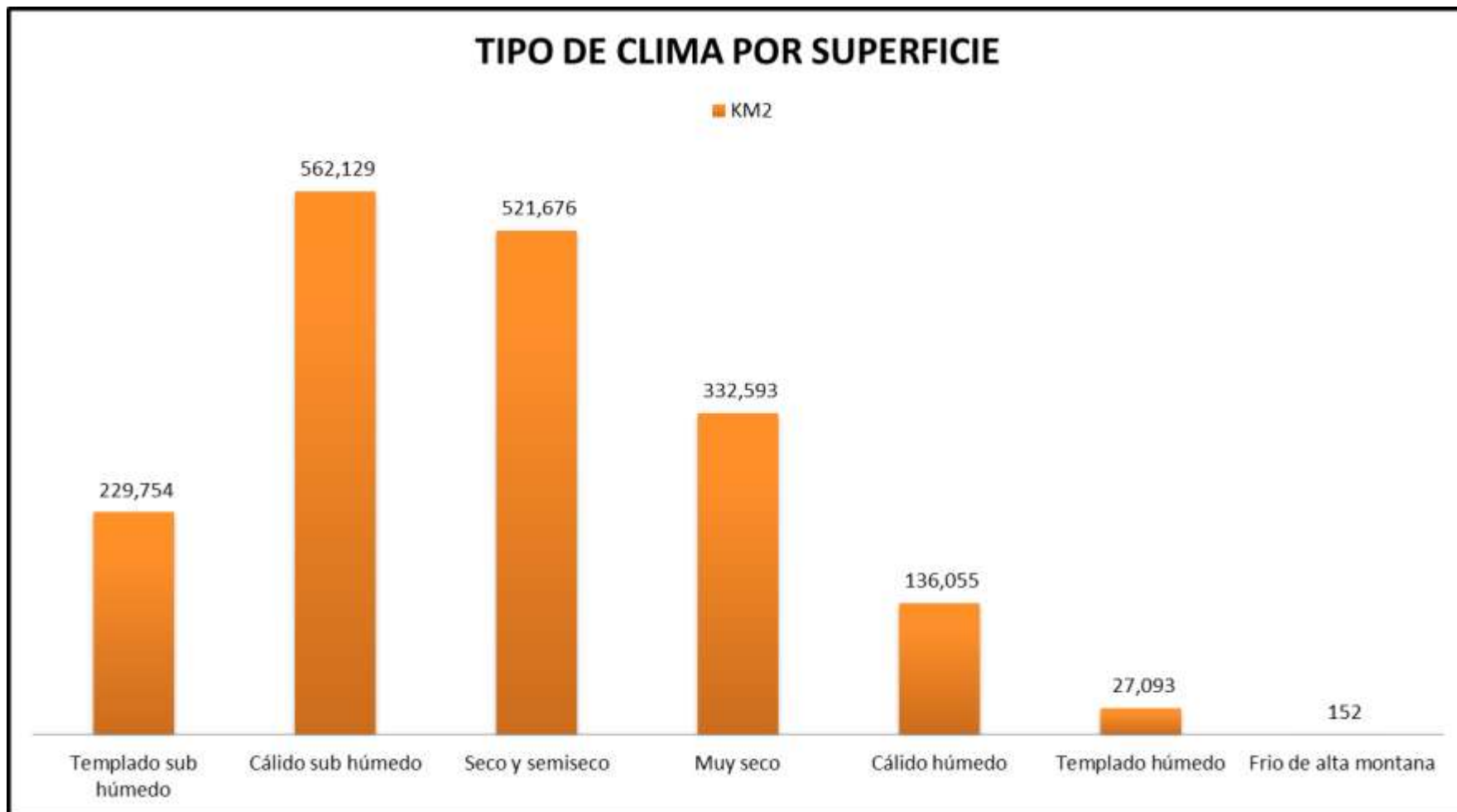
ANEXO 6 Gráfica de porcentaje territorial *templado sub-húmedo*.



ANEXO 7 Gráfica de tipo de clima por habitantes.

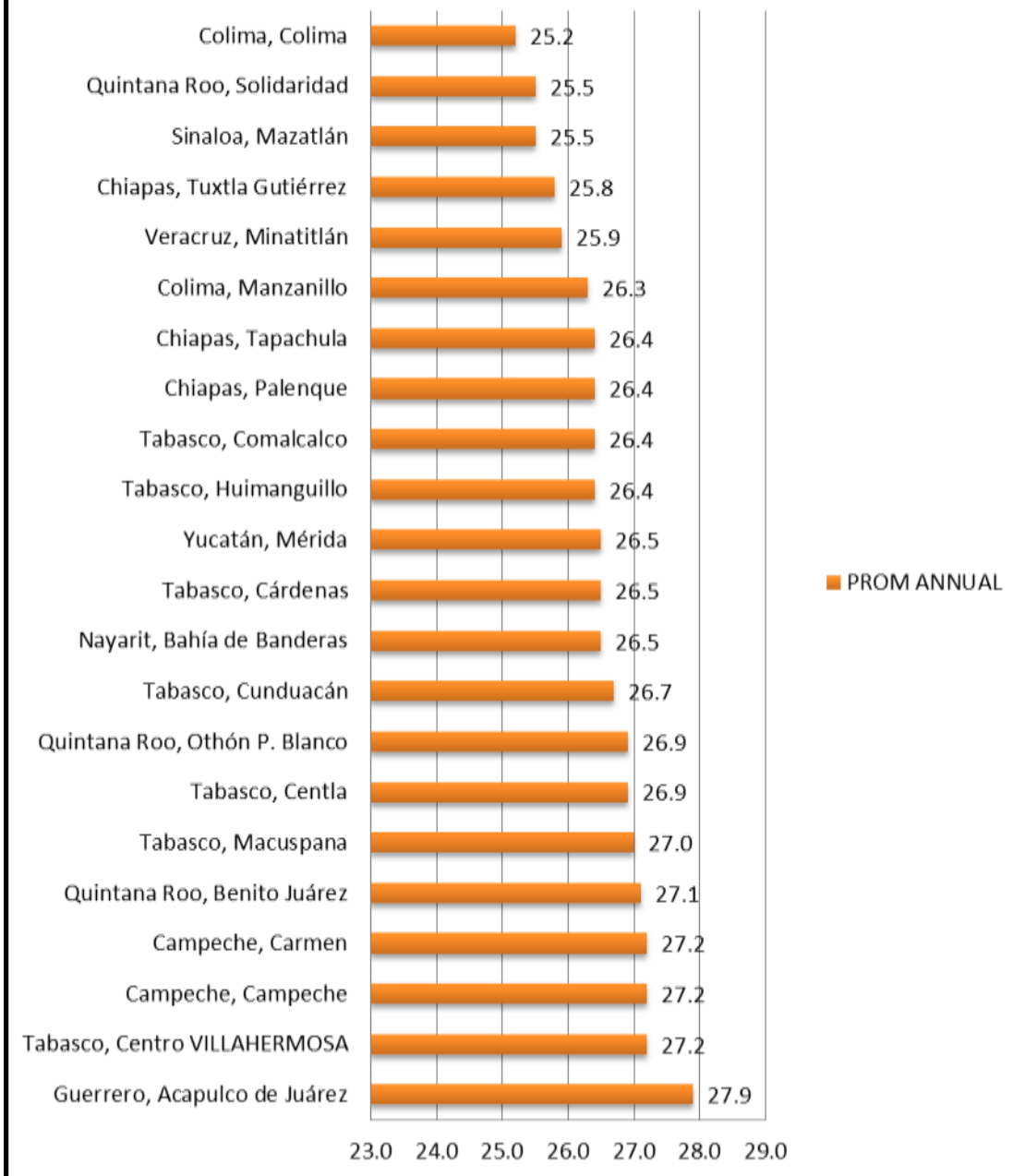


ANEXO 8 Gráfica tipo de clima por ciudades.



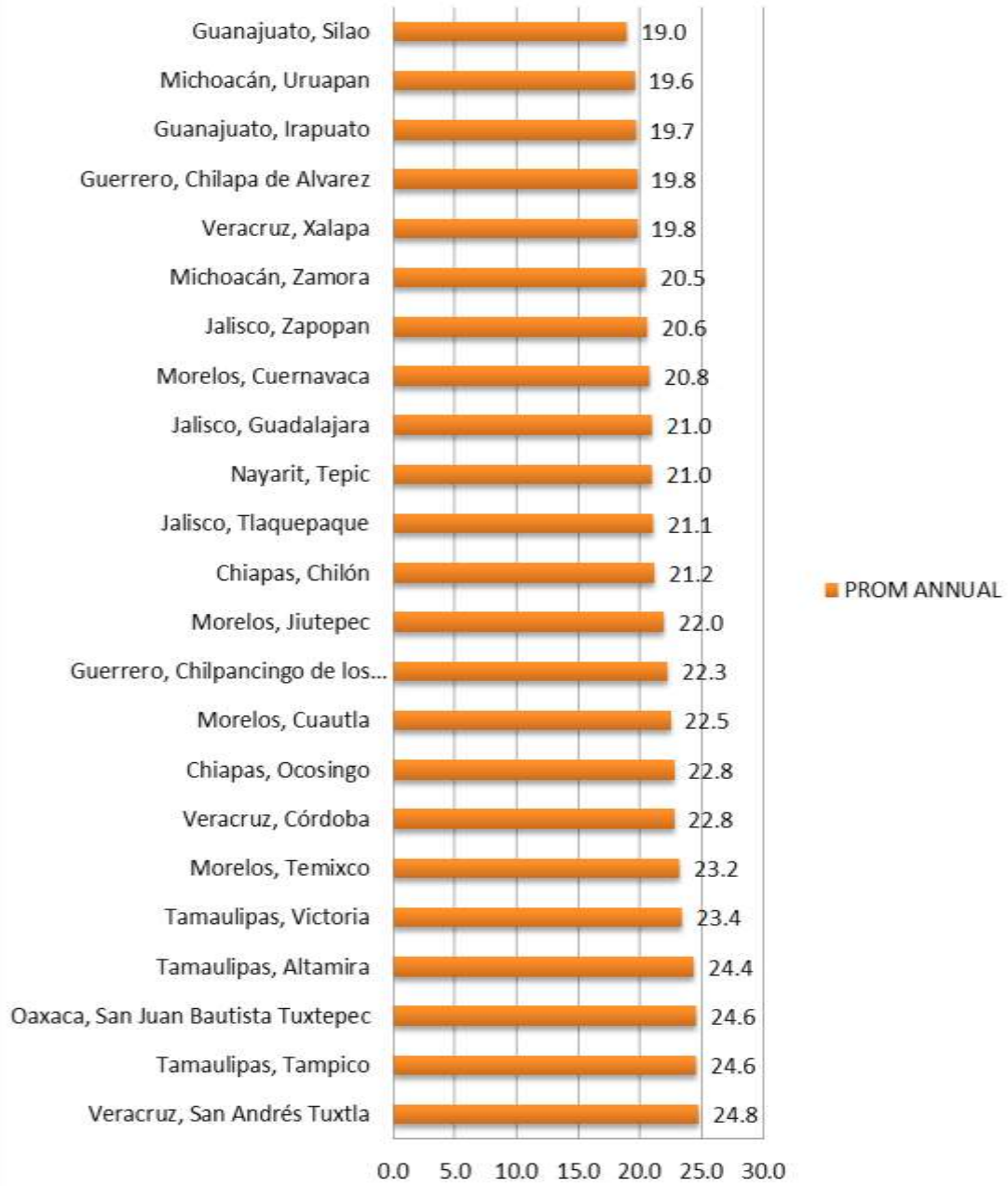
ANEXO 9 Gráfica de territorio por tipo de clima.

CALIDO HÚMEDO Y SUBHÚMEDO TODO EL AÑO RANGO DE 30 A 25 GRADOS



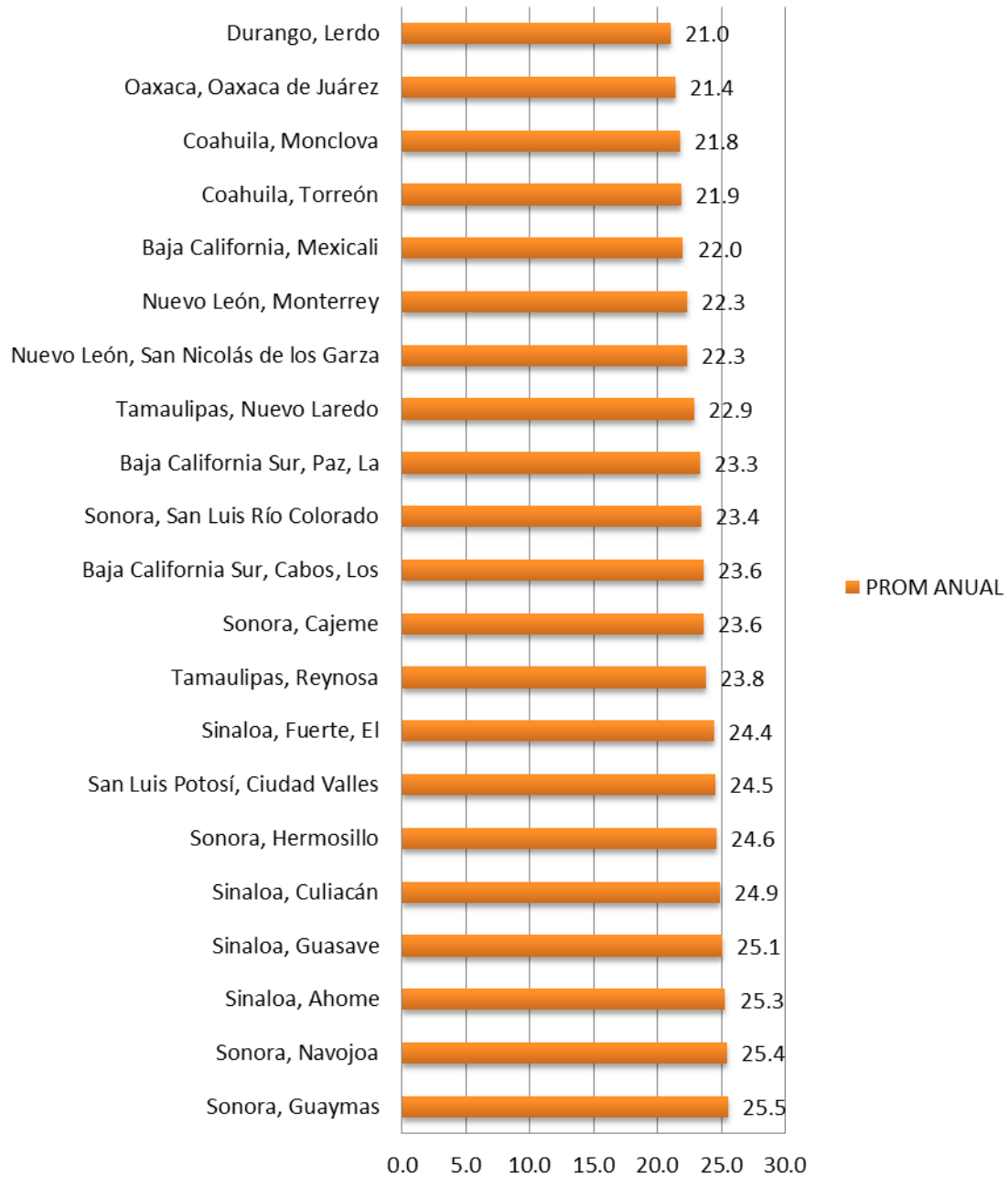
ANEXO 10 Gráfica ciudades clima *cálido húmedo* y *sub-húmedo* temperaturas medias promedio todo el año de 30 a 25 grados Celsius.

CALIDO HÚMEDO Y SUBHÚMEDO TODO EL AÑO RANGO DE 25 A 20 GRADOS



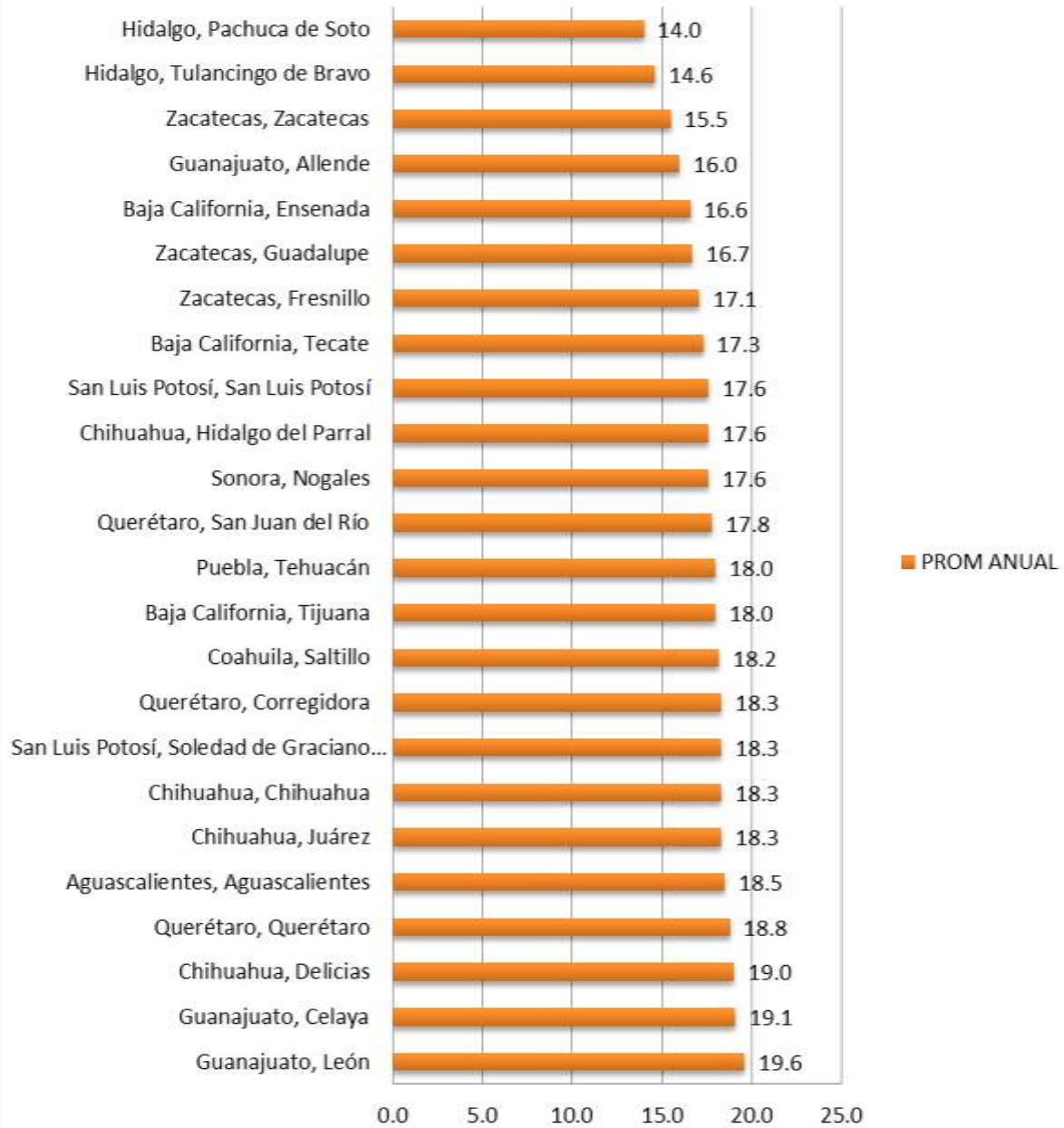
ANEXO 11 Gráfica ciudades clima *cálido húmedo y sub-húmedo* temperaturas medias promedio todo el año de 25 a 20 grados Celsius.

MUY SECO, SECO Y SEMISECO TODO EL AÑO RANGO 25 A 20 GRADOS



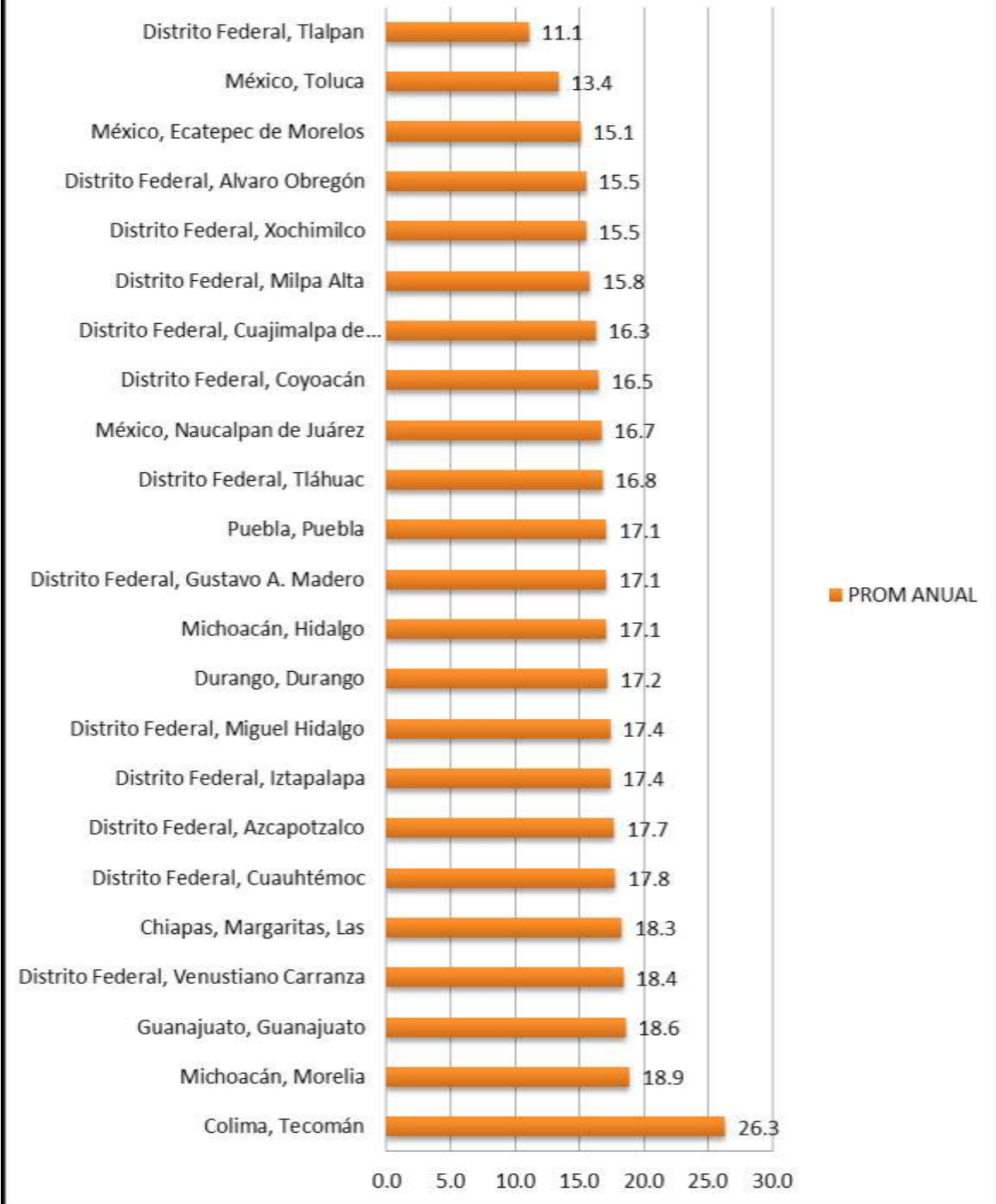
ANEXO 12 Gráfica ciudades clima *muy seco*, *seco* y *semi seco* con temperaturas altas promedio todo el año de 25 a 20 grados Celsius.

MUY SECO, SECO Y SEMISECO TODO EL AÑO RANGO 20 A 15 GRADOS



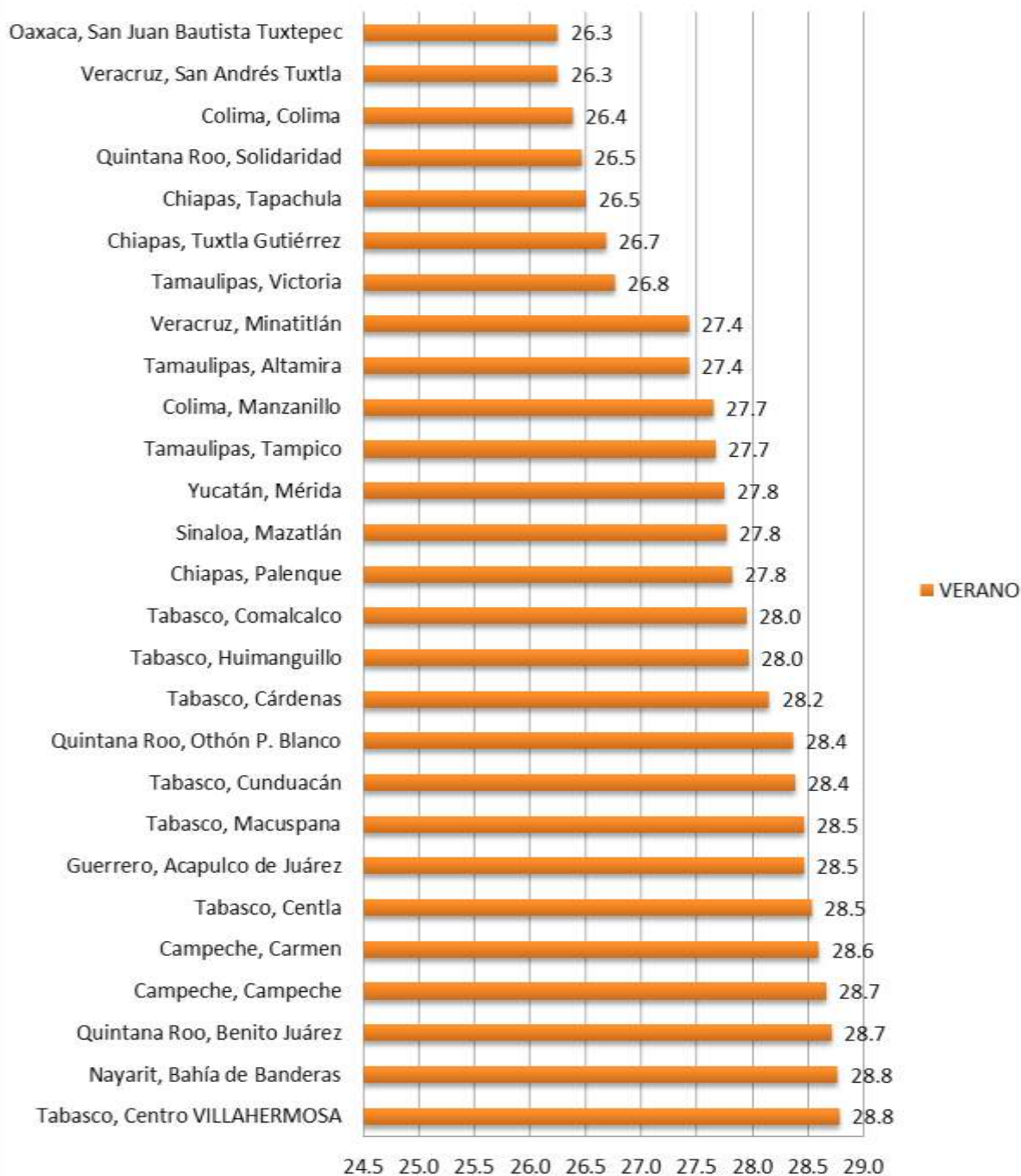
ANEXO 13 Gráfica de ciudades clima *muy seco*, *seco* y *semi seco* temperaturas altas promedio todo el año de 20 a 15 grados Celsius.

TEMPLADO HÚMEDO Y SUB-HÚMEDO TODO EL AÑO 25 A 10 GRADOS.



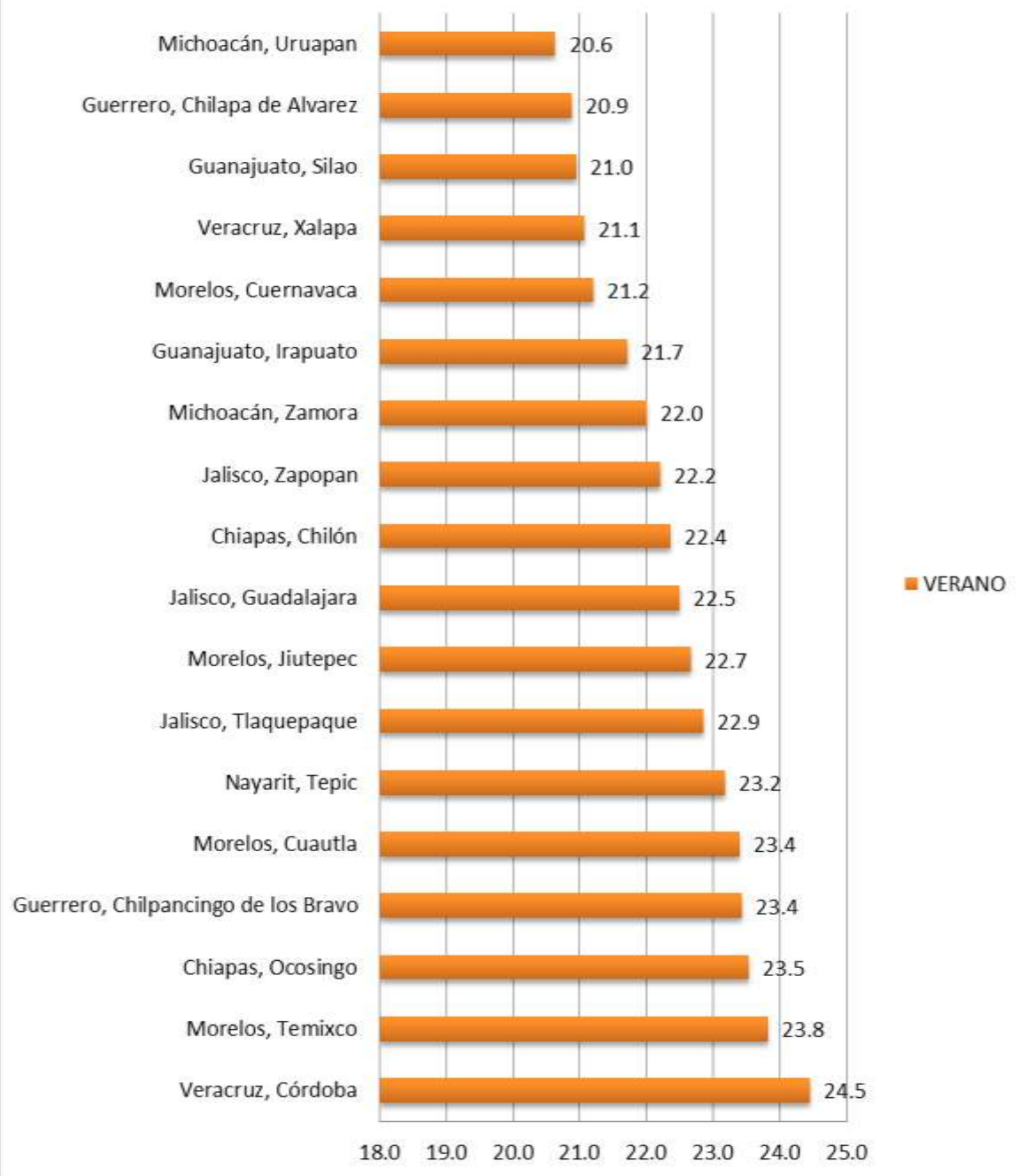
ANEXO 14 Gráfica ciudades clima *templado húmedo y sub-húmedo* temperaturas altas promedio todo el año de 25 a 10 grados Celsius.

CÁLIDO HÚMEDO Y SUB-HÚMEDO VERANO RANGO DE 30 A 25 GRADOS



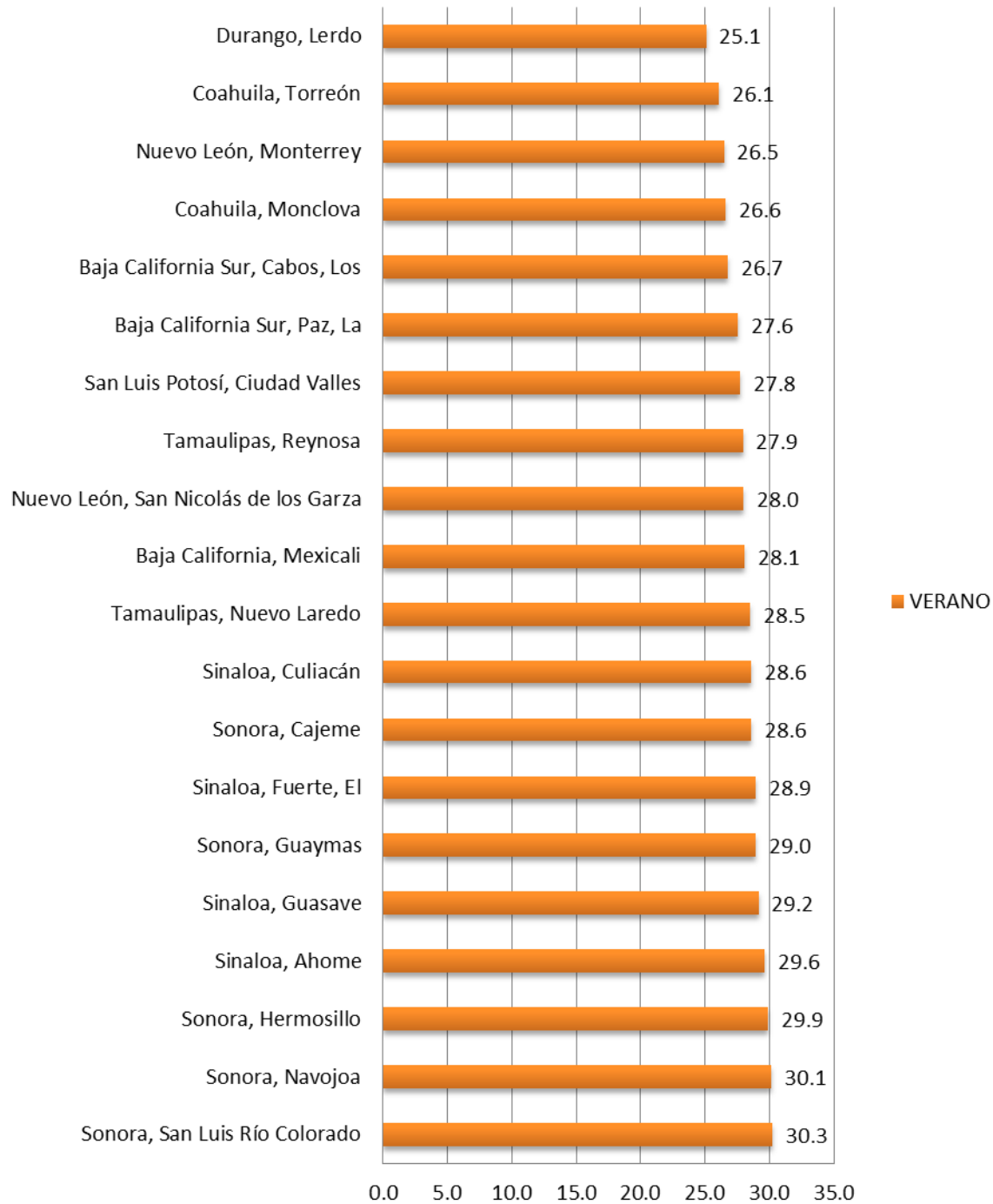
ANEXO 15 Gráfica ciudades clima *cálido húmedo* y *sub-húmedo* temperaturas altas promedio durante verano de 30 a 25 grados Celsius.

CÁLIDO HÚMEDO Y SUB-HÚMEDO VERANO RANGO DE 25 A 20 GRADOS



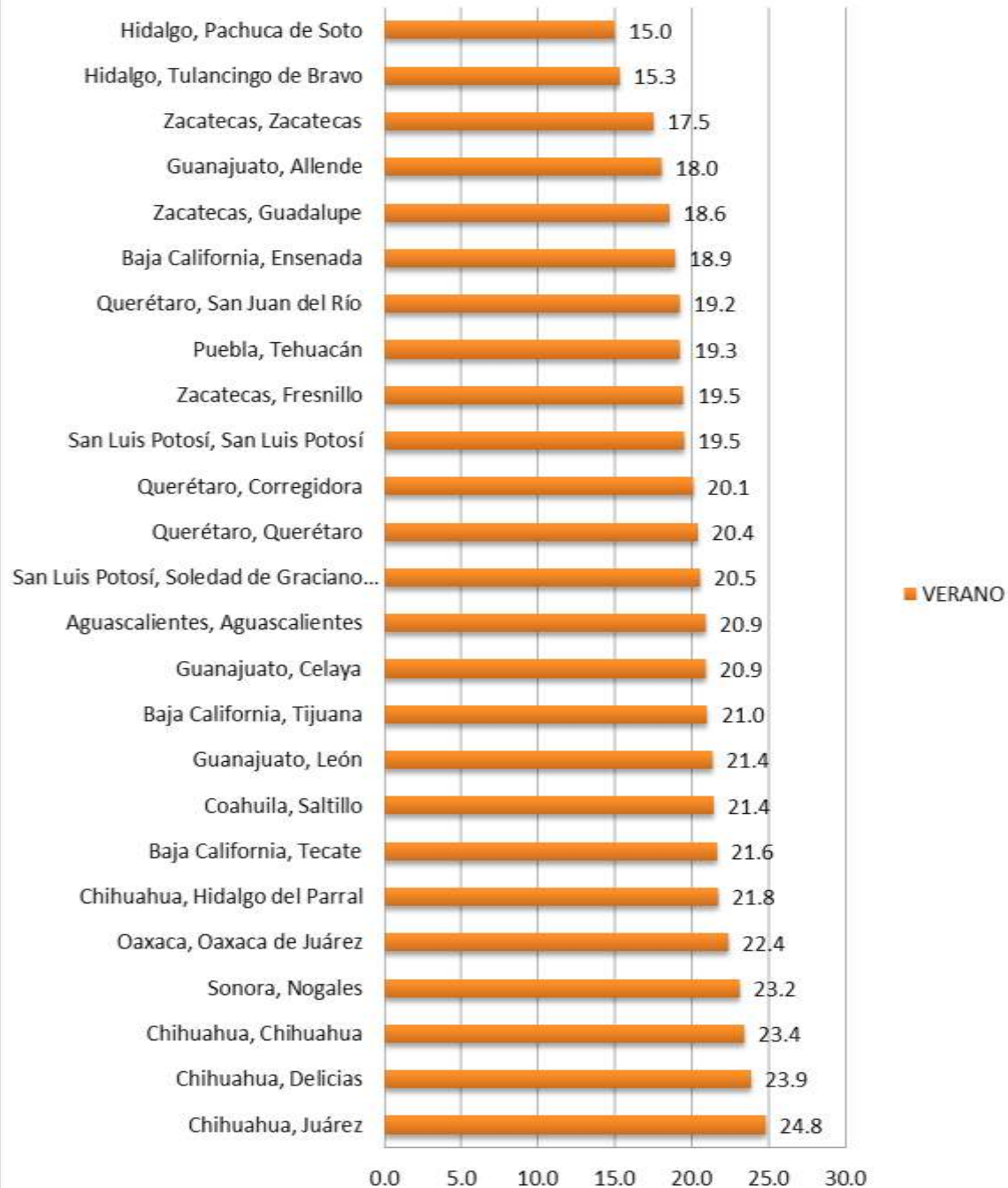
ANEXO 16 Gráfica ciudades clima *cálido húmedo y sub-húmedo* temperaturas altas promedio durante verano de 25 a 20 grados Celsius.

MUY SECO, SECO Y SEMISECO VERANO RANGO 30 A 25 GRADOS



ANEXO 17 Gráfica ciudades clima *muy seco*, *seco* y *semi seco* temperaturas altas promedio durante verano de 30 a 25 grados Celsius.

MUY SECO, SECO Y SEMISECO VERANO RANGO 25 A 15 GRADOS



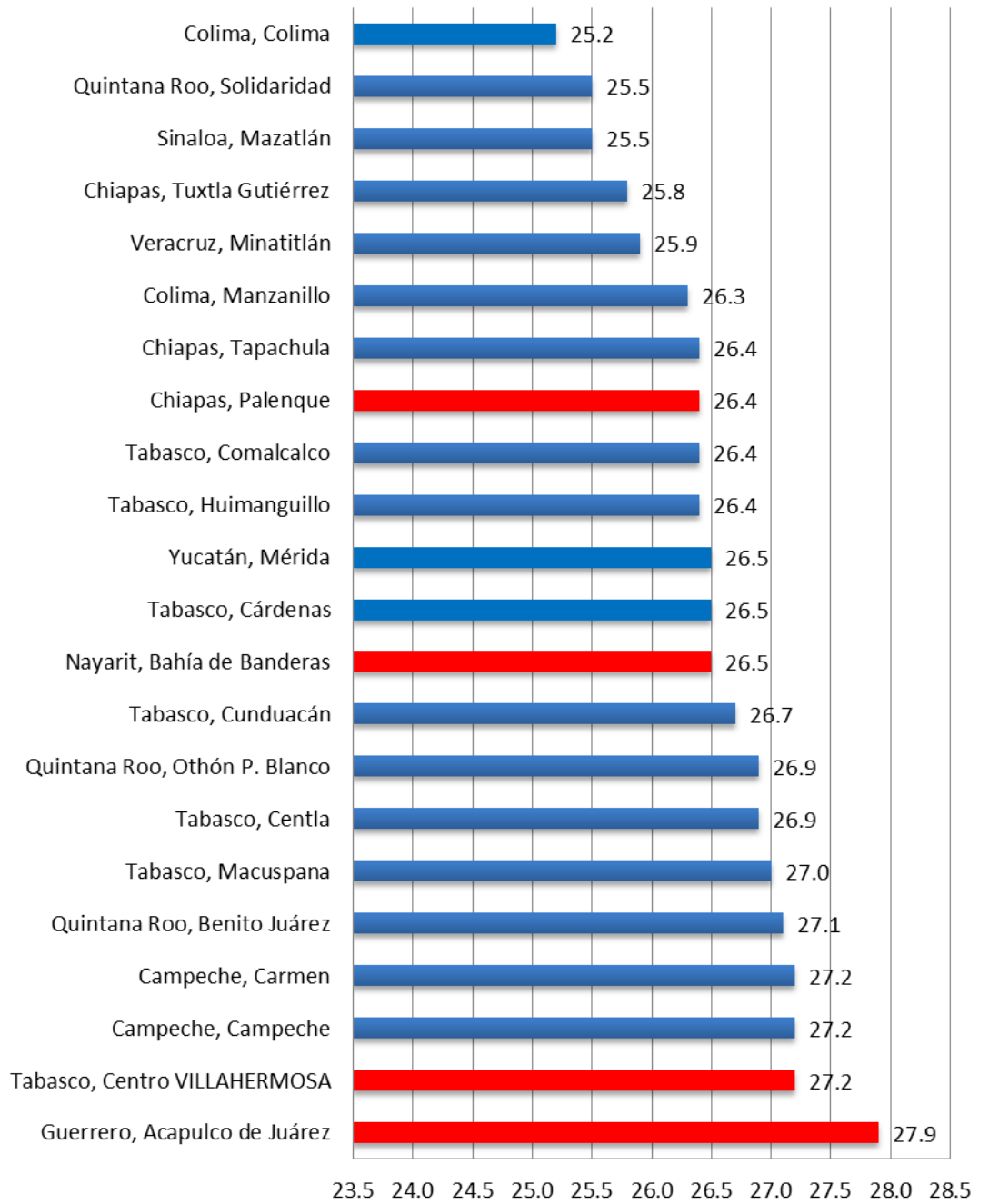
ANEXO 18 Gráfica ciudades clima *muy seco*, *seco* y *semi seco* temperaturas altas promedio durante verano de 25 a 15 grados centígrados.

TEMLADO HÚMEDO Y SUB-HÚMEDO VERANO 28 A 10 GRADOS.



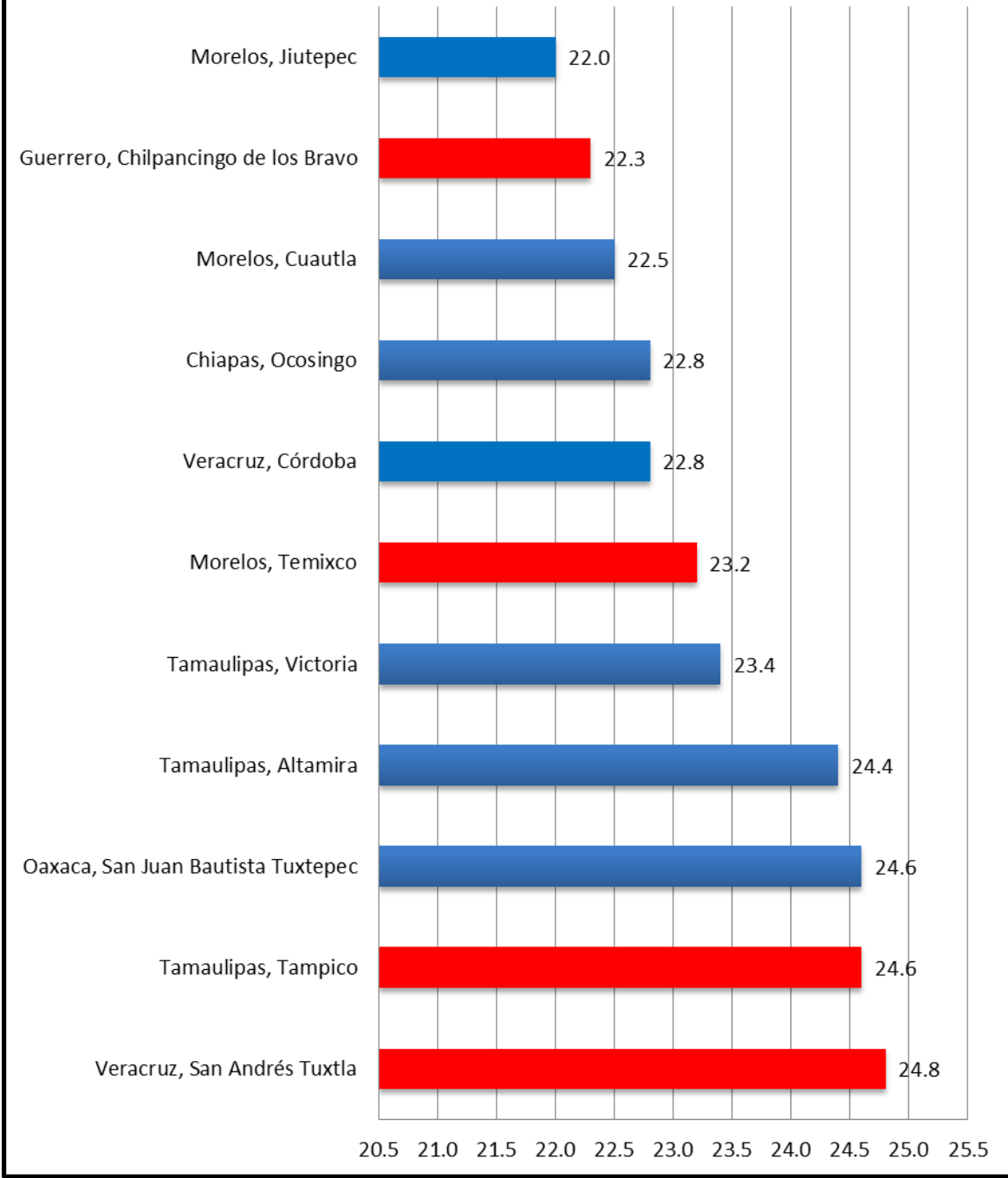
ANEXO 19 Gráfica ciudades clima *templado húmedo y sub-húmedo* temperaturas altas promedio durante verano de 28 a 10 grados Celsius.

CÁLIDO HÚMEDO Y SUB-HÚMEDO TODO EL AÑO RANGO DE 30 A 25 GRADOS



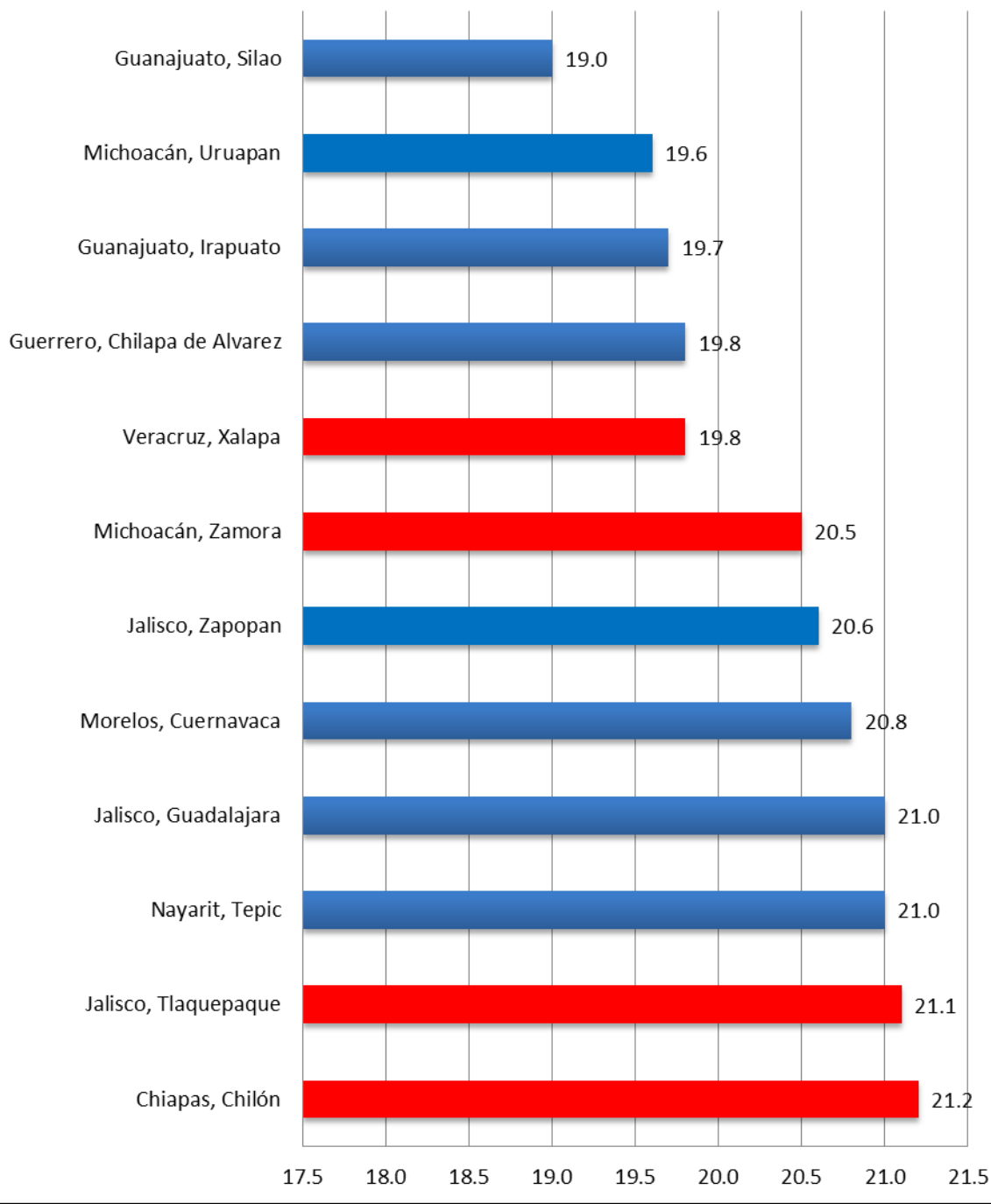
ANEXO 20 Gráfica selección de ciudades clima *cálido húmedo* y *sub-húmedo* temperatura de 30 a 25 grados Celsius.

CÁLIDO HÚMEDO Y SUBHÚMEDO TODO EL AÑO RANGO DE 25 A 22 GRADOS

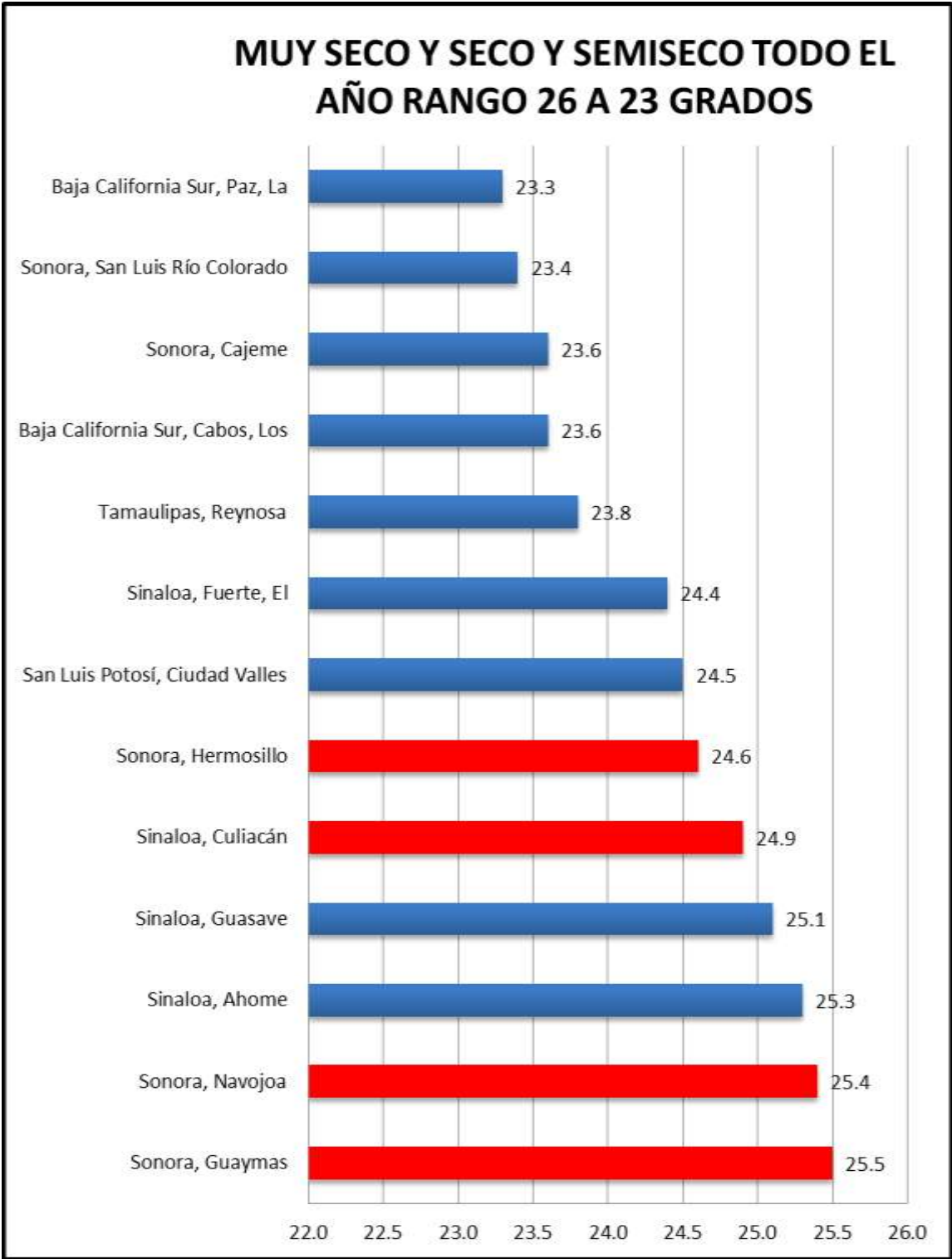


ANEXO 21 Gráfica de selección de ciudades con *clima cálido húmedo y sub-húmedo* con rango de temperatura de 25 a 22 grados Celsius.

CÁLIDO HÚMEDO Y SUBHÚMEDO TODO EL AÑO RANGO DE 22 A 19 GRADOS

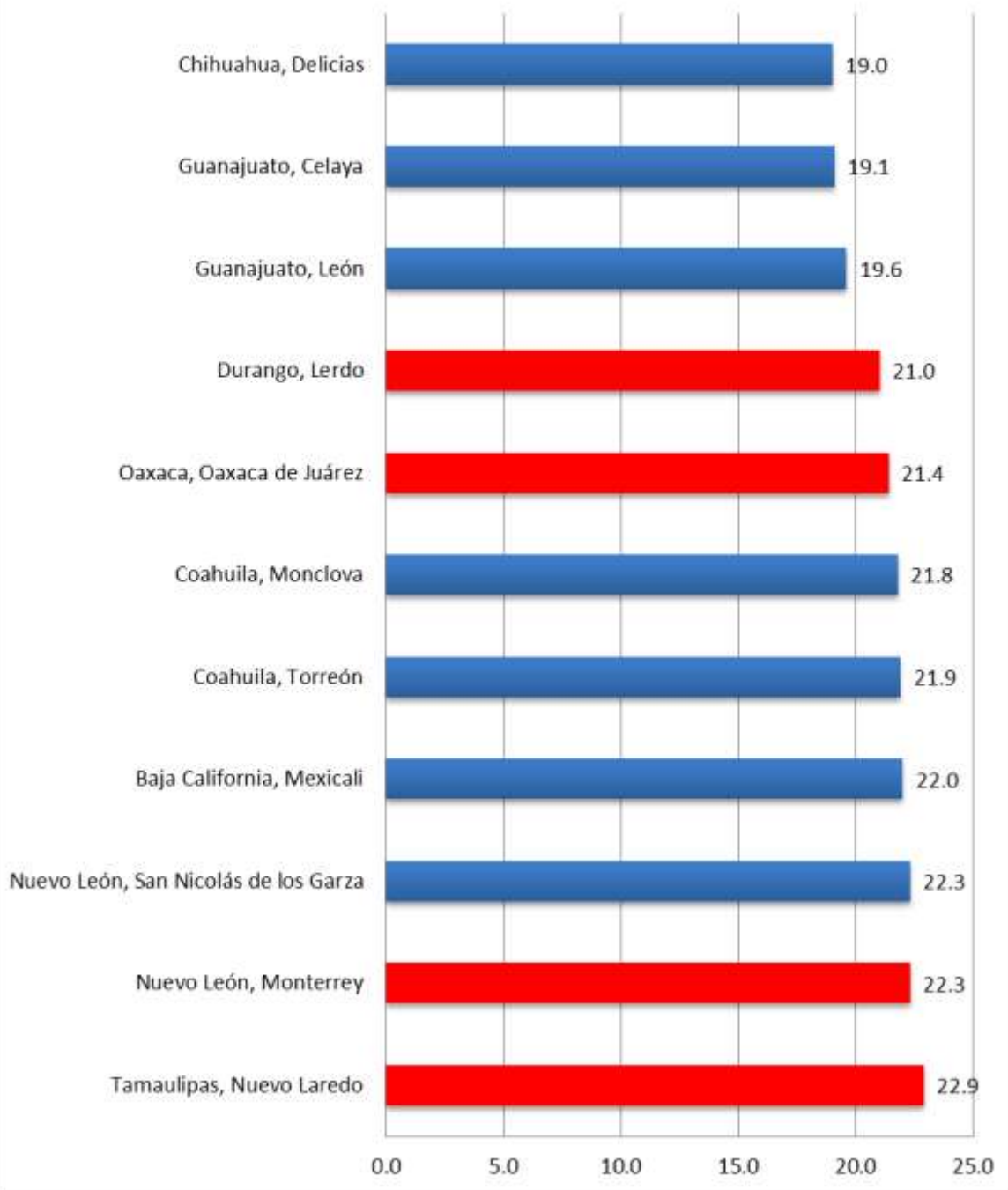


ANEXO 22 Gráfica de selección de ciudades con clima *cálido húmedo* y *sub-húmedo* con rango de temperatura de 22 a 19 grados Celsius.



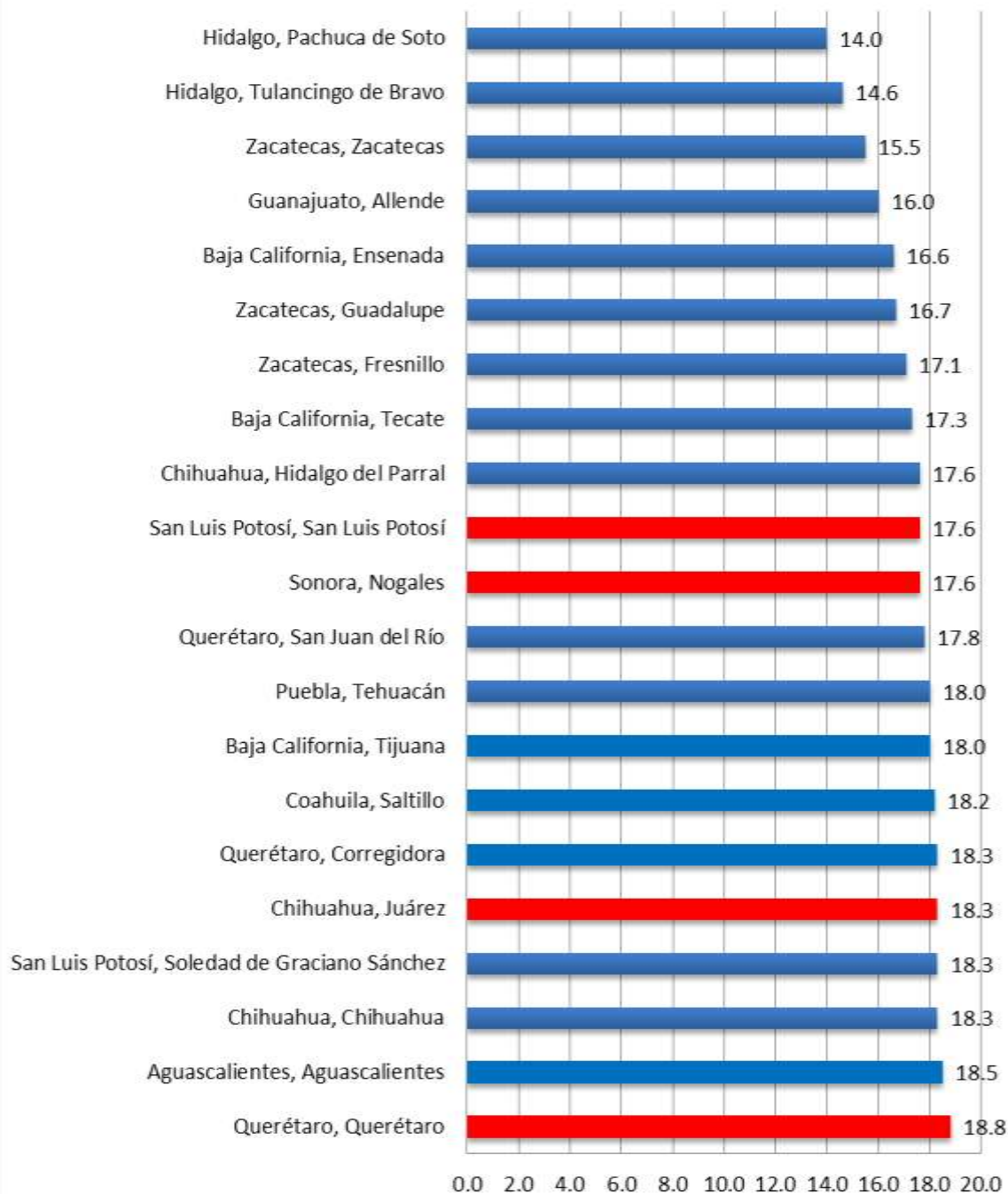
ANEXO 23 Gráfica de selección de ciudades con clima *muy seco*, *seco* y *semi seco* con rango de temperatura de 26 a 23 grados Celsius.

MUY SECO, SECO Y SEMISECO TODO EL AÑO RANGO 23 A 19 GRADOS



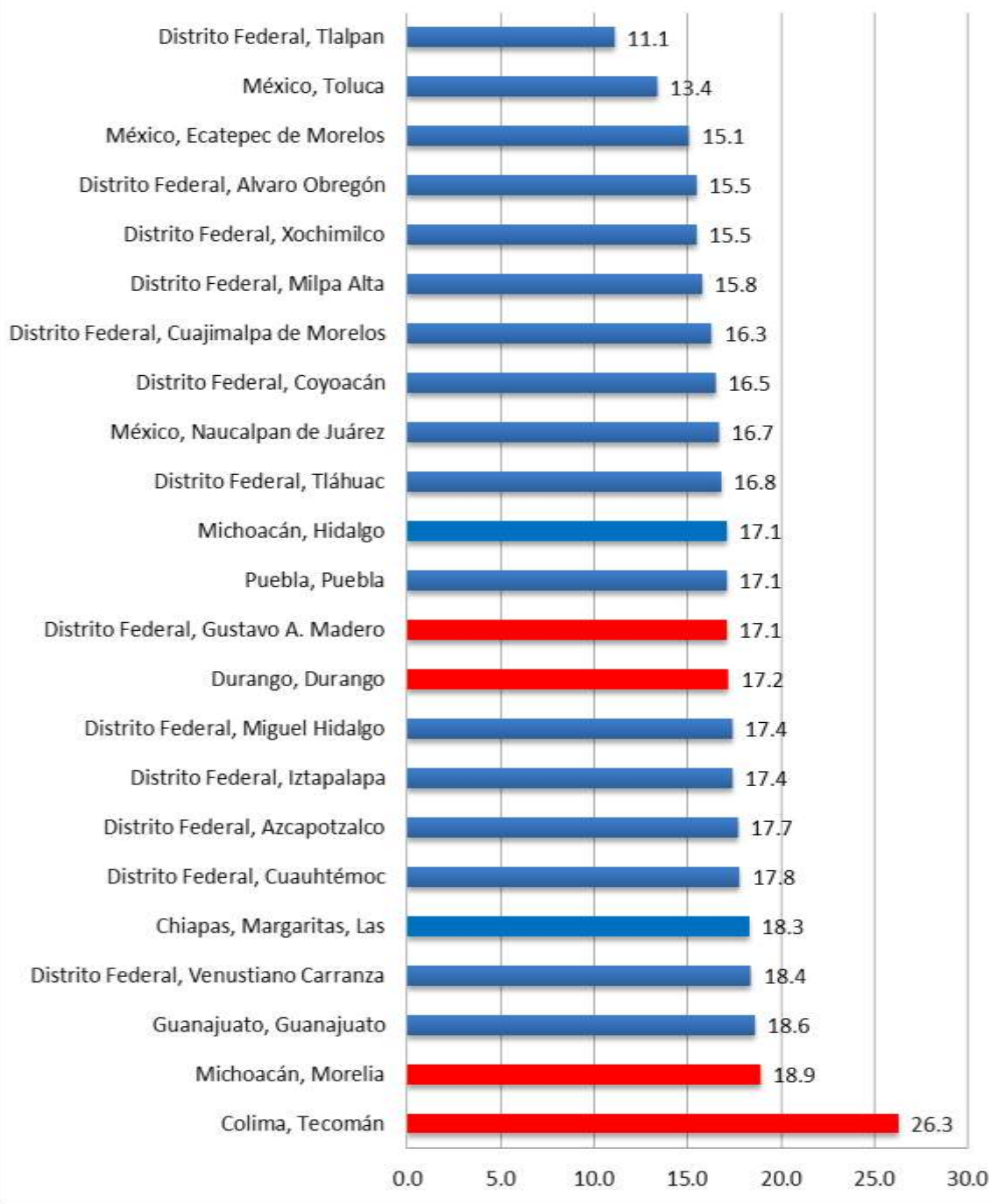
ANEXO 24 Gráfica de selección de ciudades con clima *muy seco*, *seco* y *semi seco* con rango de temperatura de 23 a 19 grados Celsius.

MUY SECO, SECO Y SEMISECO TODO EL AÑO RANGO 19 A 14 GRADOS

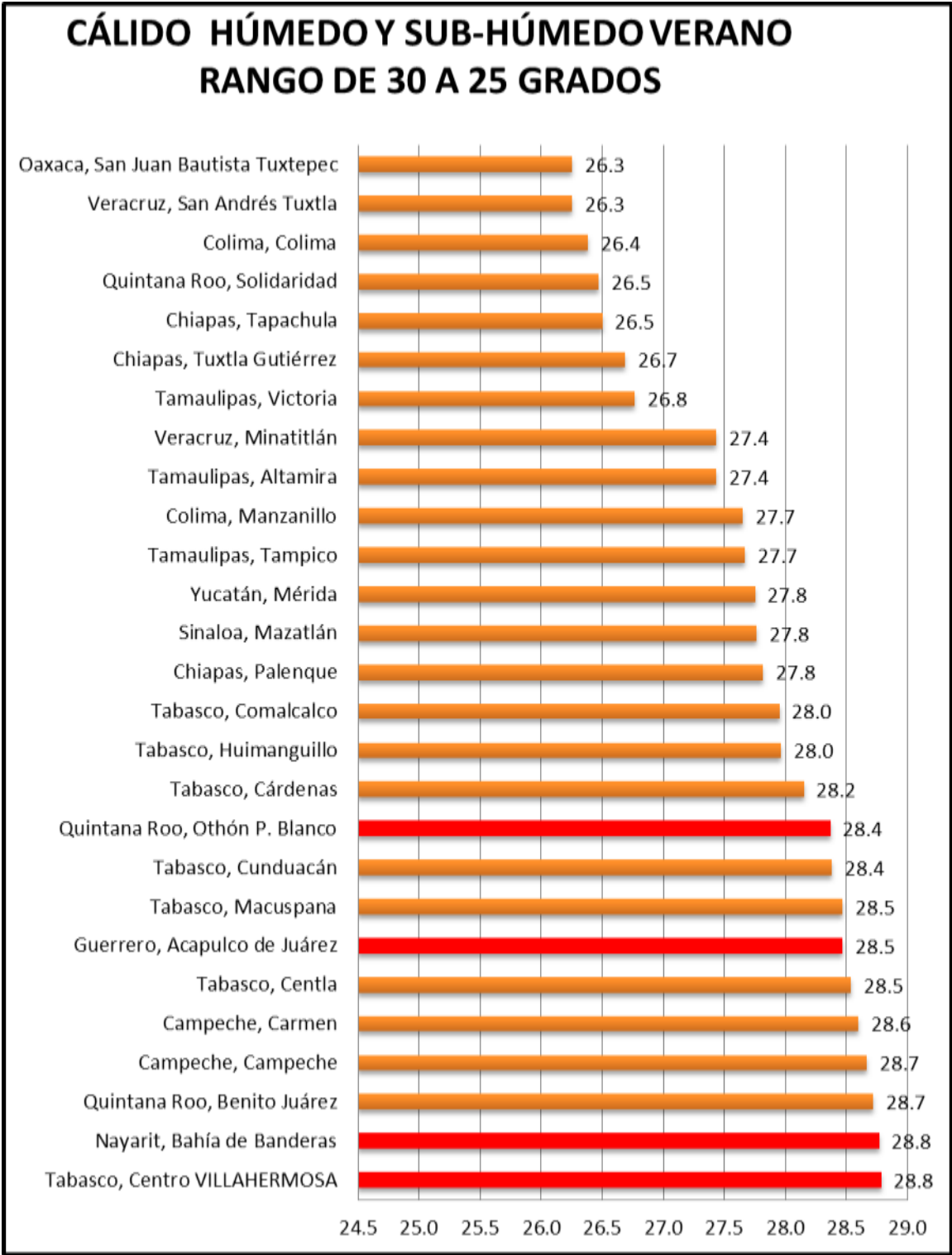


ANEXO 25 Gráfica de selección de ciudades con clima *muy seco, seco y semi seco* con rango de temperatura de 19 a 14 grados Celsius.

TEMPLADO HÚMEDO Y SUB-HÚMEDO TODO EL AÑO 26 A 11 GRADOS.

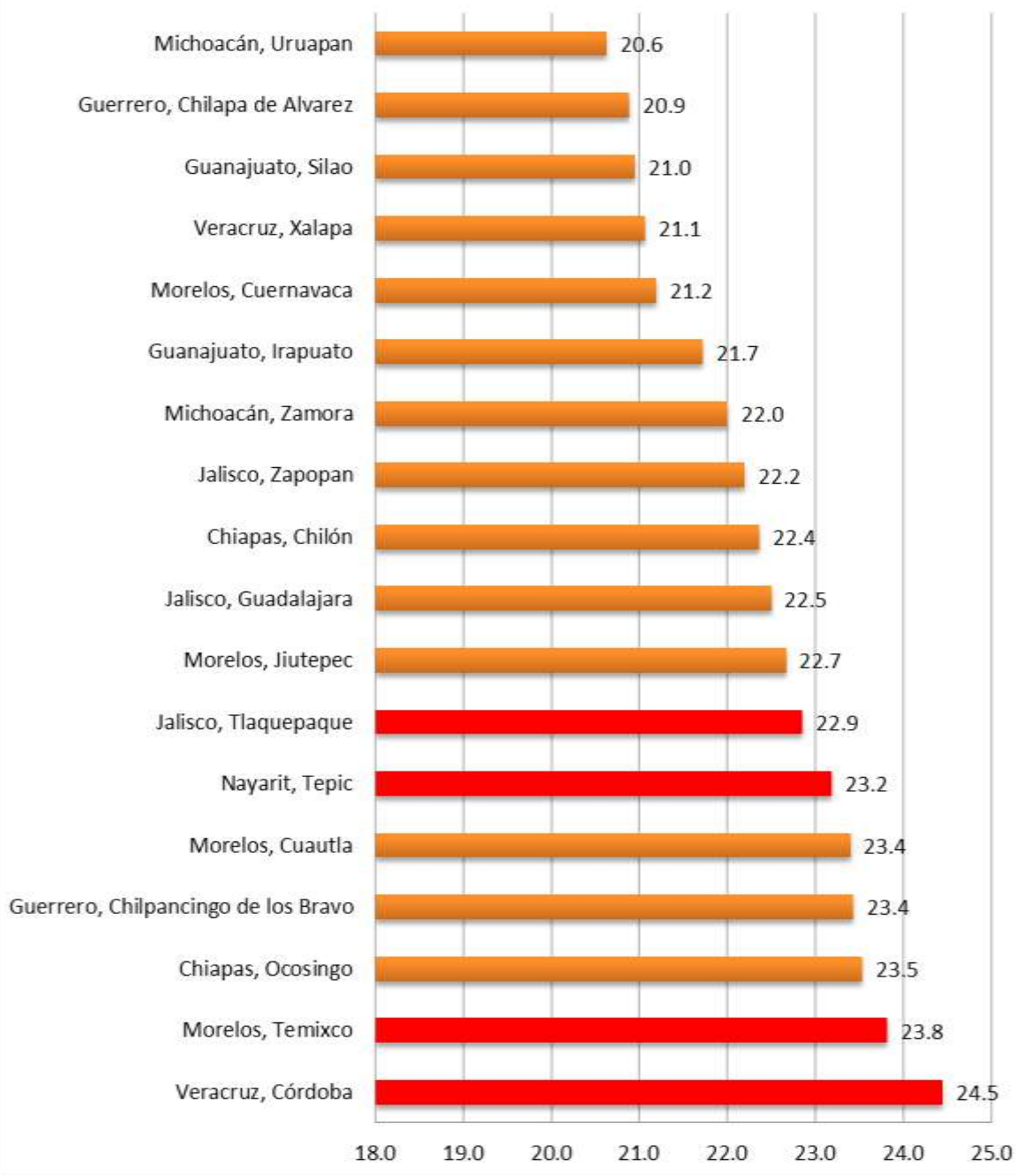


ANEXO 26 Gráfica selección ciudades clima *templado húmedo y sub-húmedo* temperatura de 26 a 11 grados Celsius.



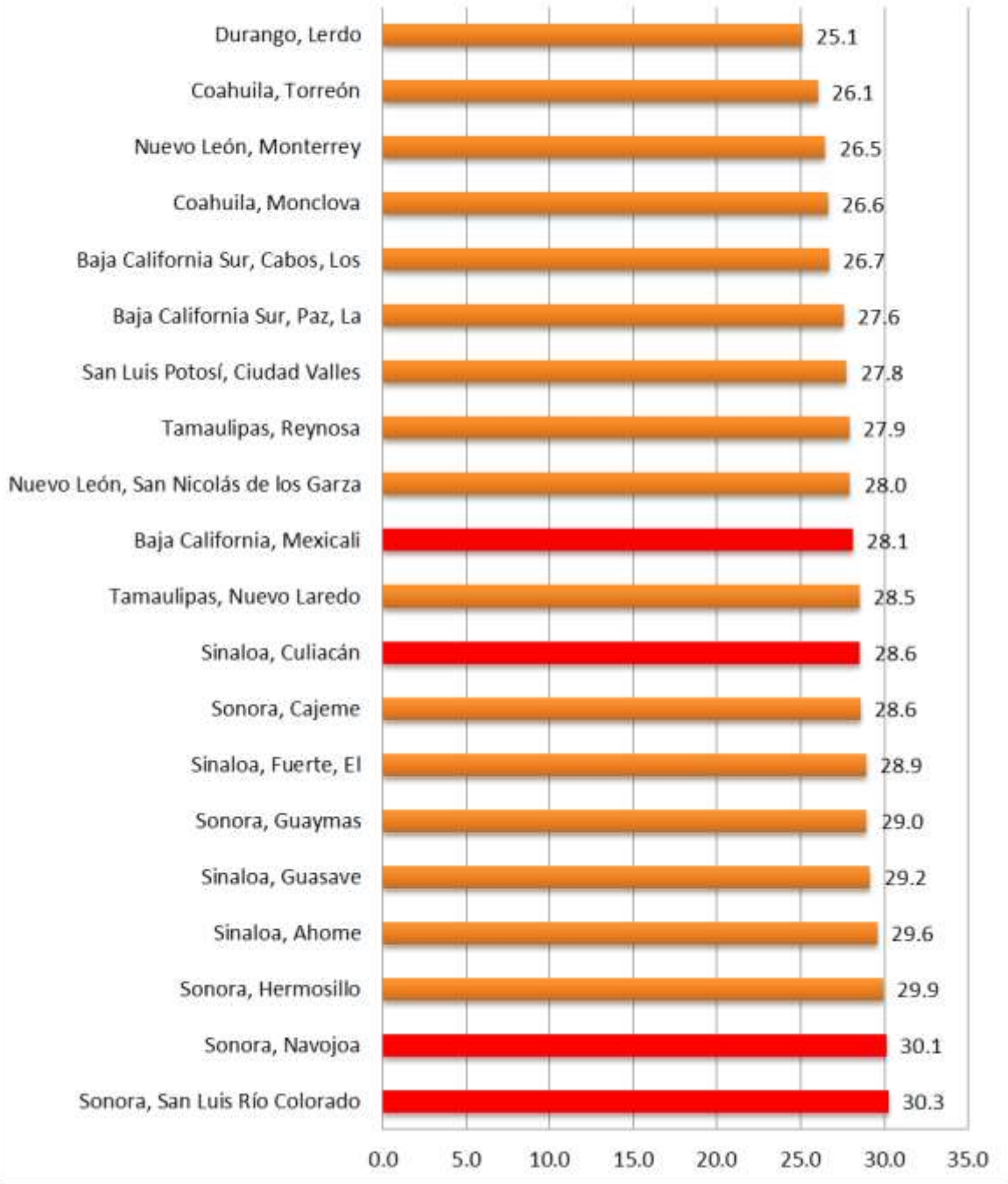
ANEXO 27 Gráfica selección ciudades clima *cálido húmedo y sub-húmedo* verano temperatura de 30 a 25 grados Celsius.

CÁLIDO HÚMEDO Y SUB-HÚMEDO VERANO RANGO DE 25 A 20 GRADOS



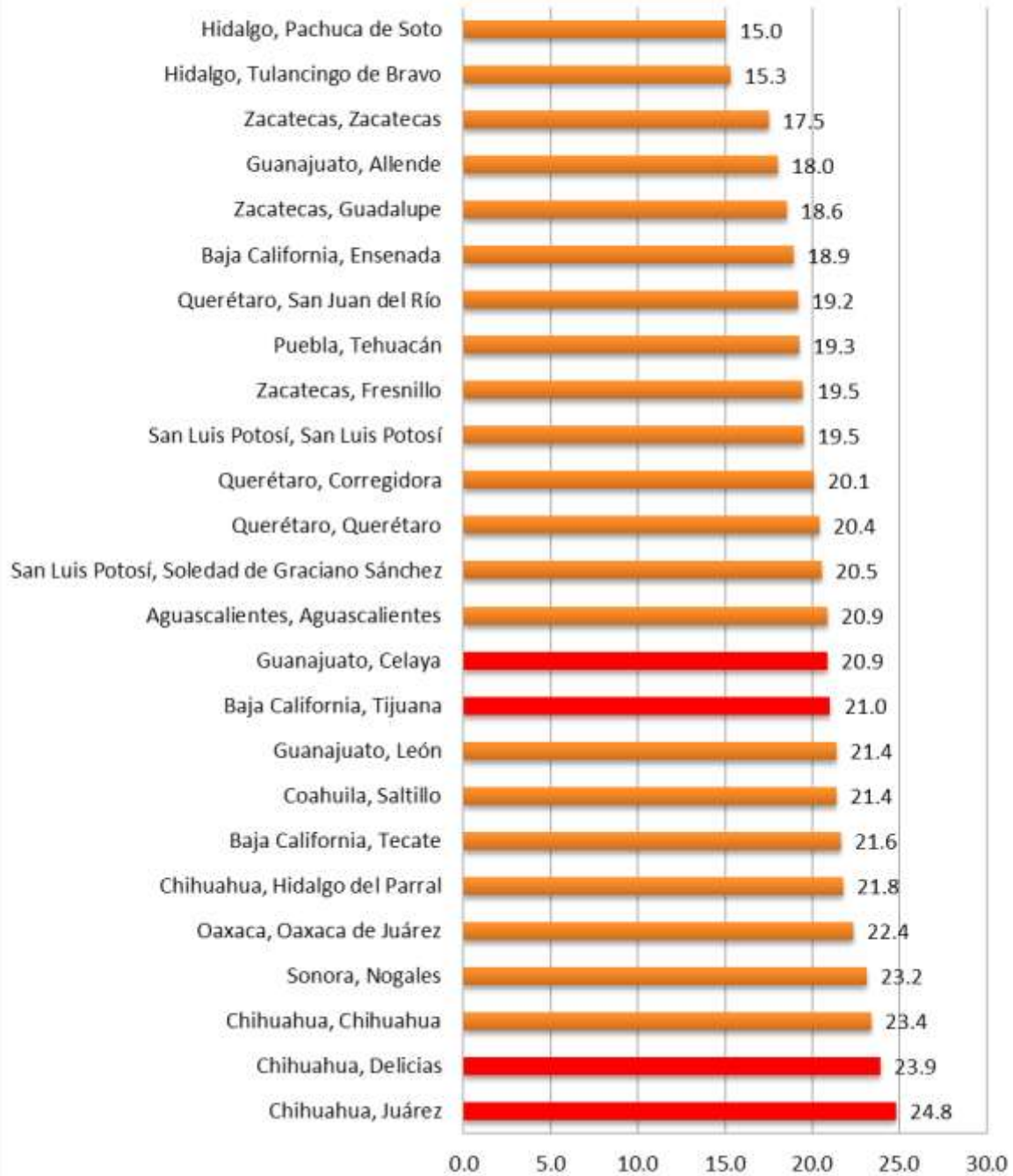
ANEXO 28 Gráfica selección ciudades clima *cálido húmedo y sub-húmedo* verano temperatura de 25 a 20 grados Celsius.

MUY SECO, SECO Y SEMISECO VERANO RANGO 30 A 25 GRADOS



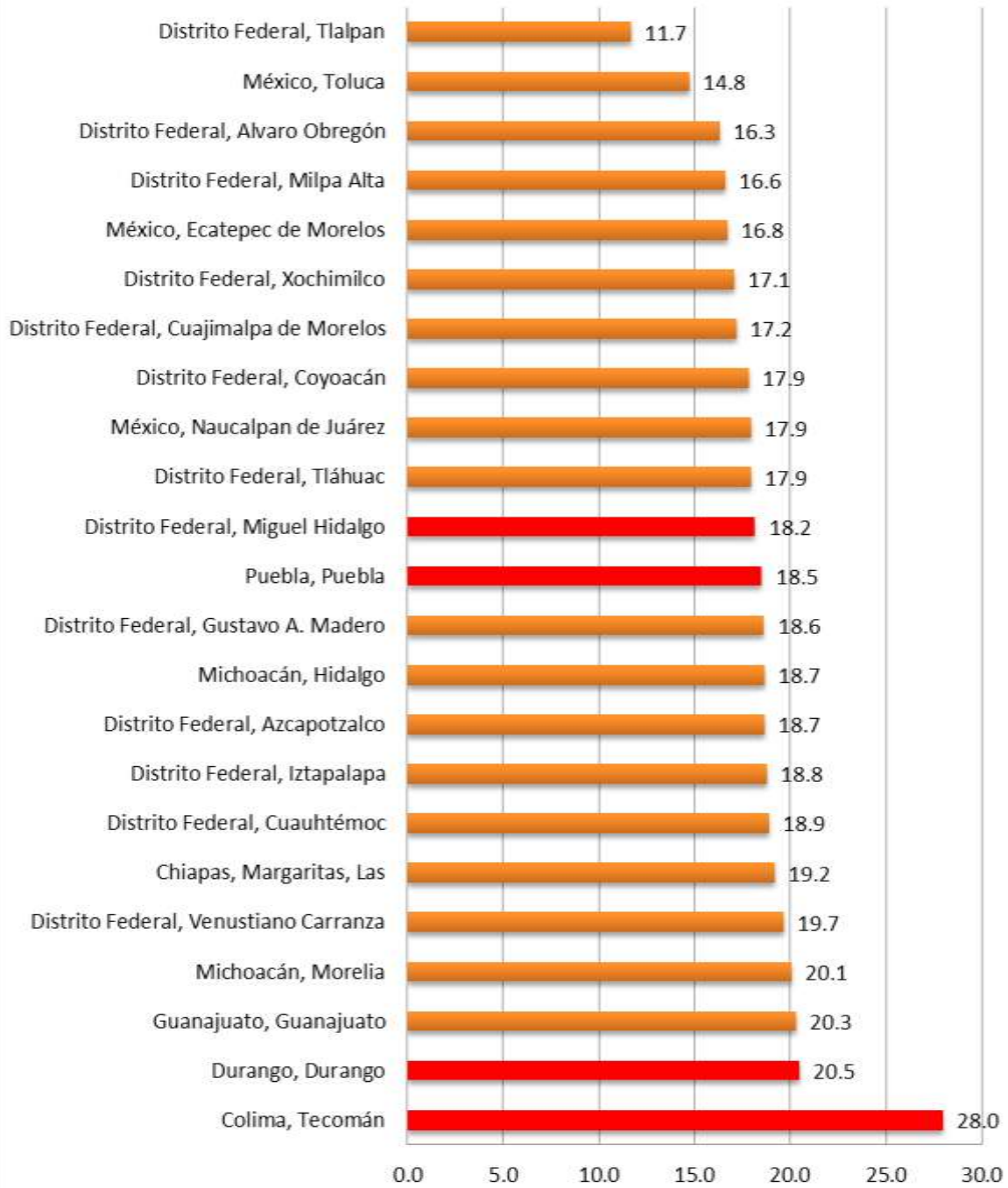
ANEXO 29 Gráfica selección ciudades clima *muy seco*, *seco* y *semi seco* en verano temperatura de 30 a 25 grados Celsius.

MUY SECO, SECO Y SEMISECO VERANO RANGO 25 A 15 GRADOS



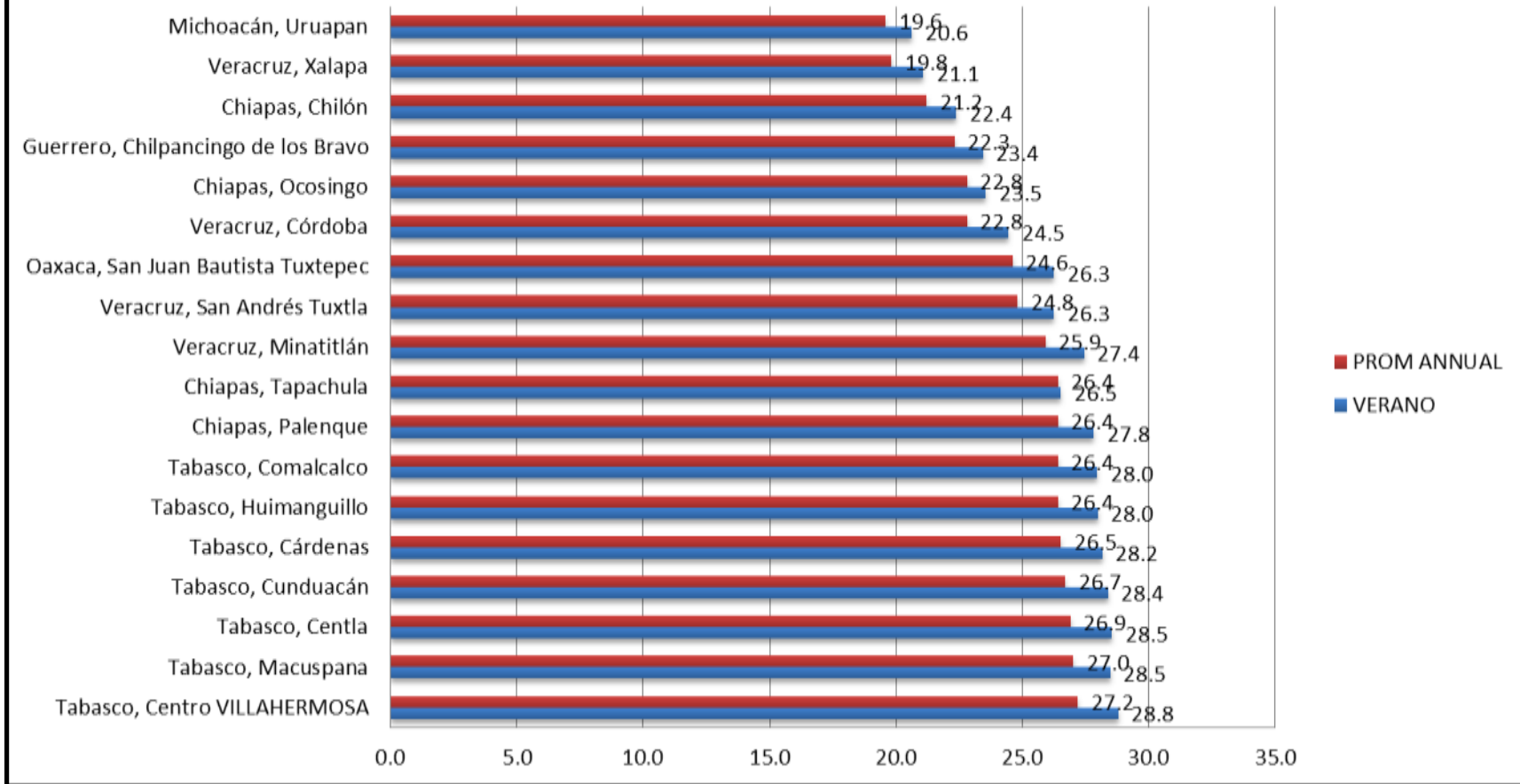
ANEXO 30 Gráfica selección ciudades clima *muy seco*, *seco* y *semi seco* verano temperatura de 25 a 15 grados Celsius.

TEMLADO HÚMEDO Y SUB-HÚMEDO VERANO 28 A 10 GRADOS.

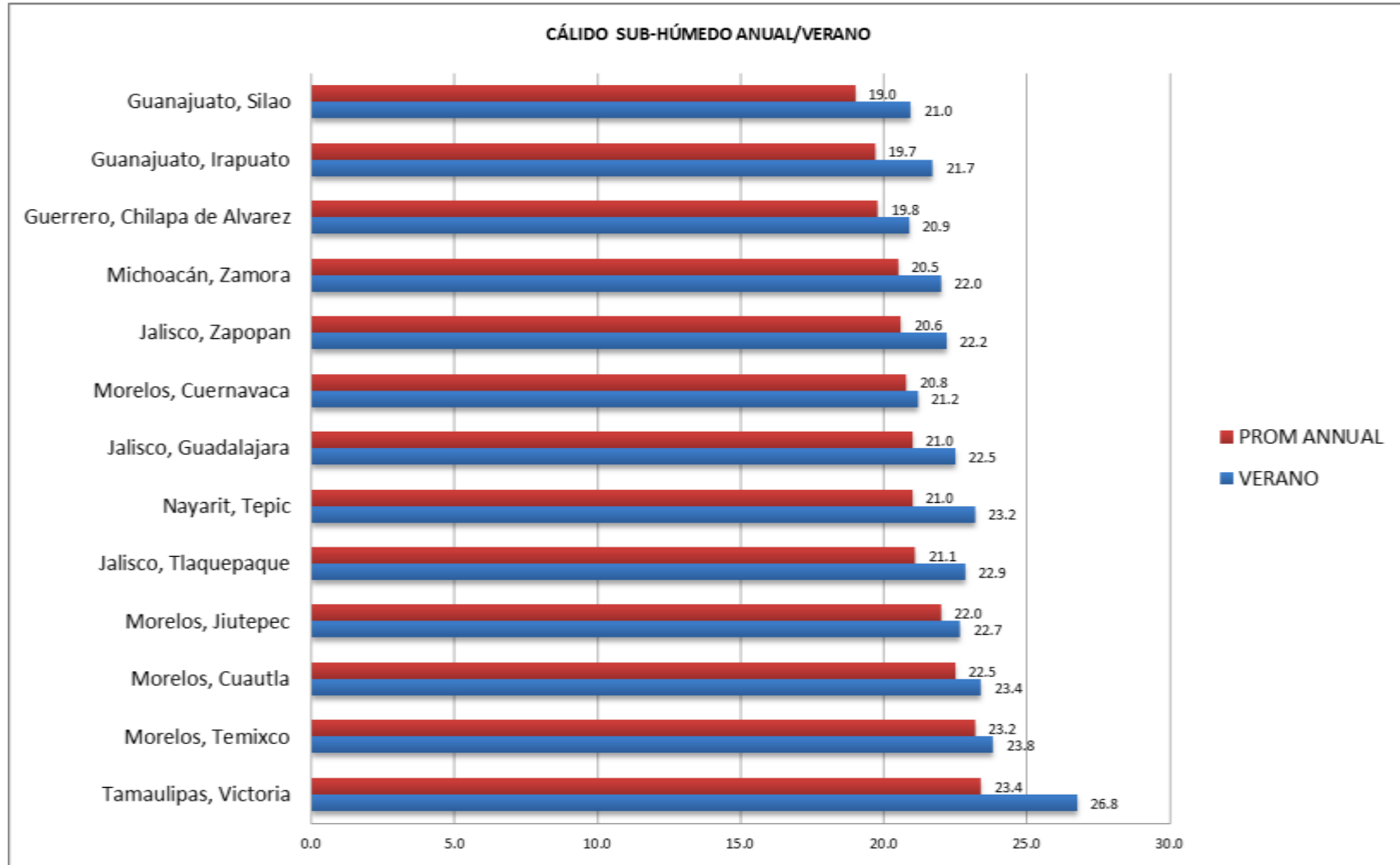


ANEXO 31 Gráfica selección ciudades clima *templado húmedo y sub-húmedo* verano temperatura de 28 a 10 grados Celsius.

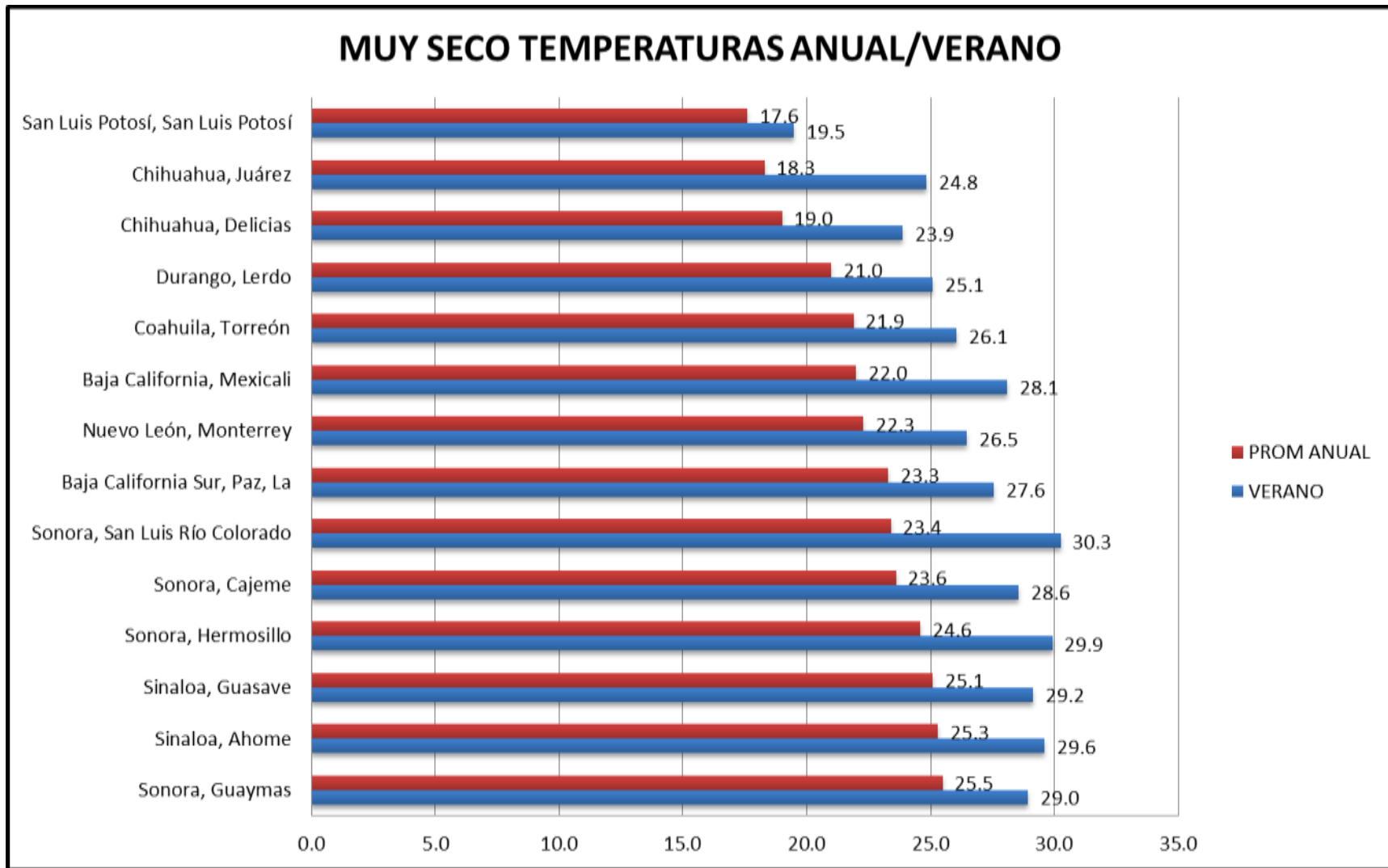
CÁLIDO HÚMEDO TEMPERATURAS ANUAL/VERANO



ANEXO 32 Gráfica comparativa periodo de verano y todo el año clima *cálido húmedo* de 30 a 20 grados Celsius.

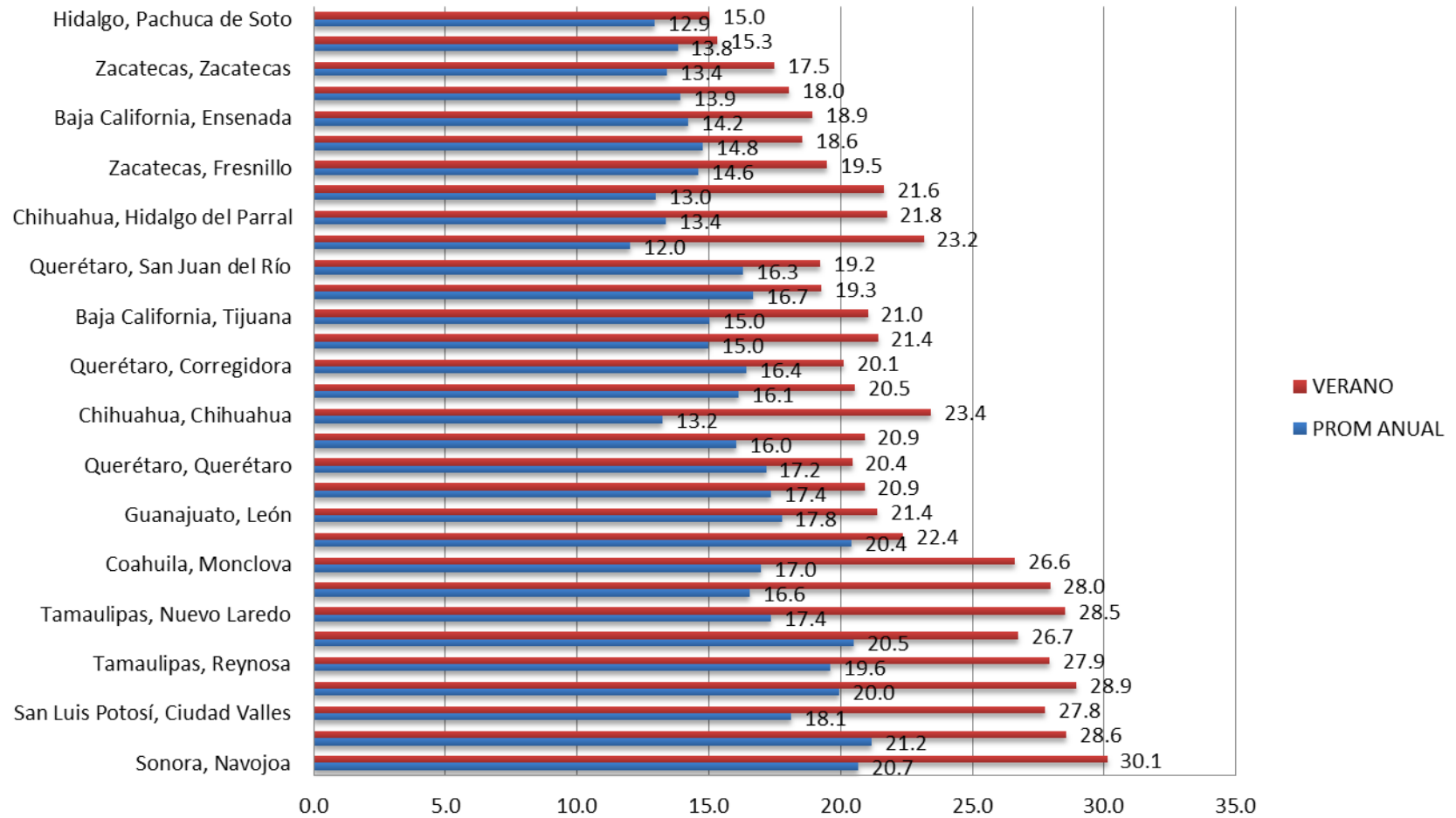


ANEXO 33 Gráfica comparativa periodo de verano y todo el año clima *cálido sub-húmedo* de 30 a 20 grados Celsius.

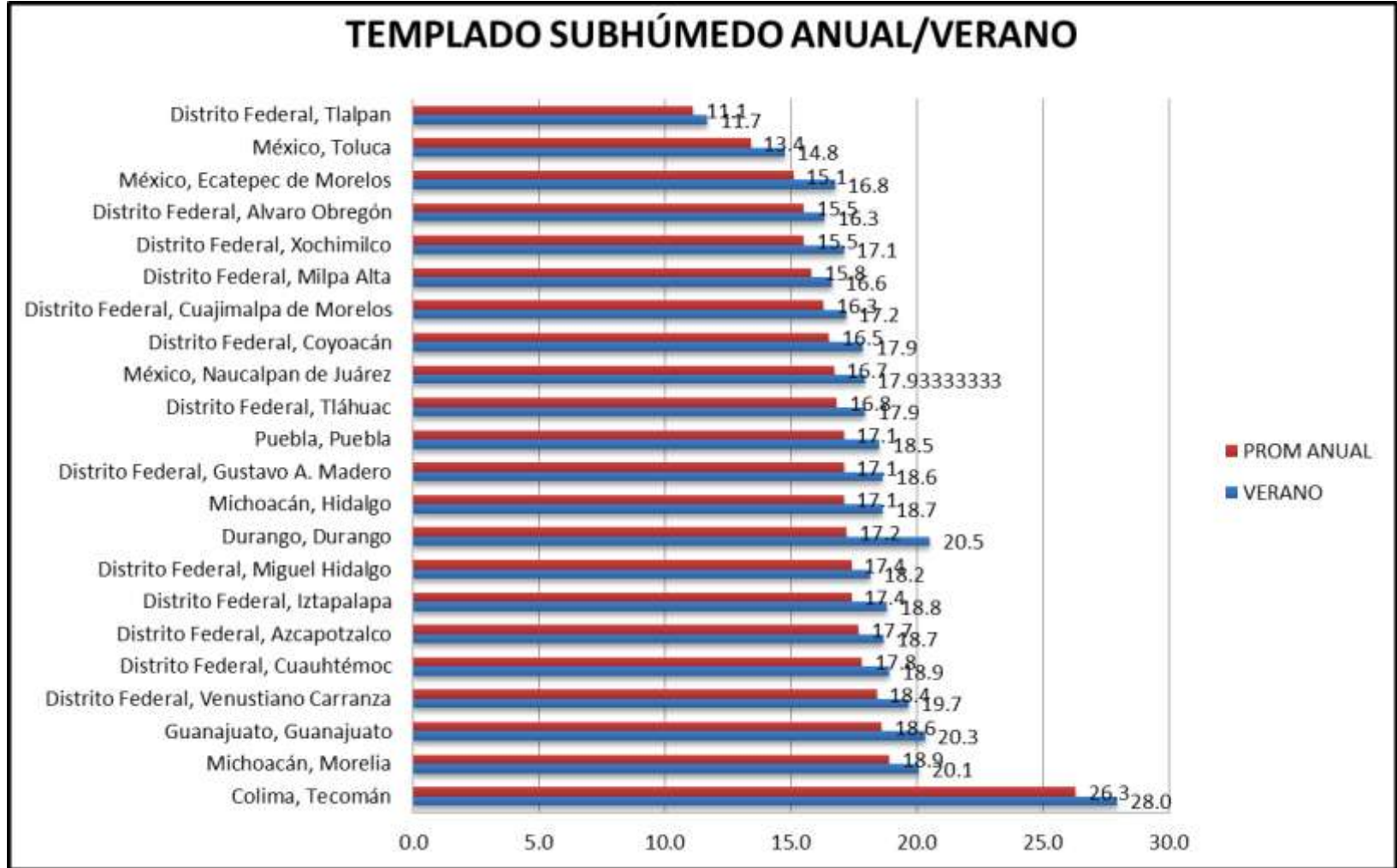


ANEXO 34 Gráfica comparativa periodo de verano y todo el año clima *muy seco* de 30 a 15 grados Celsius.

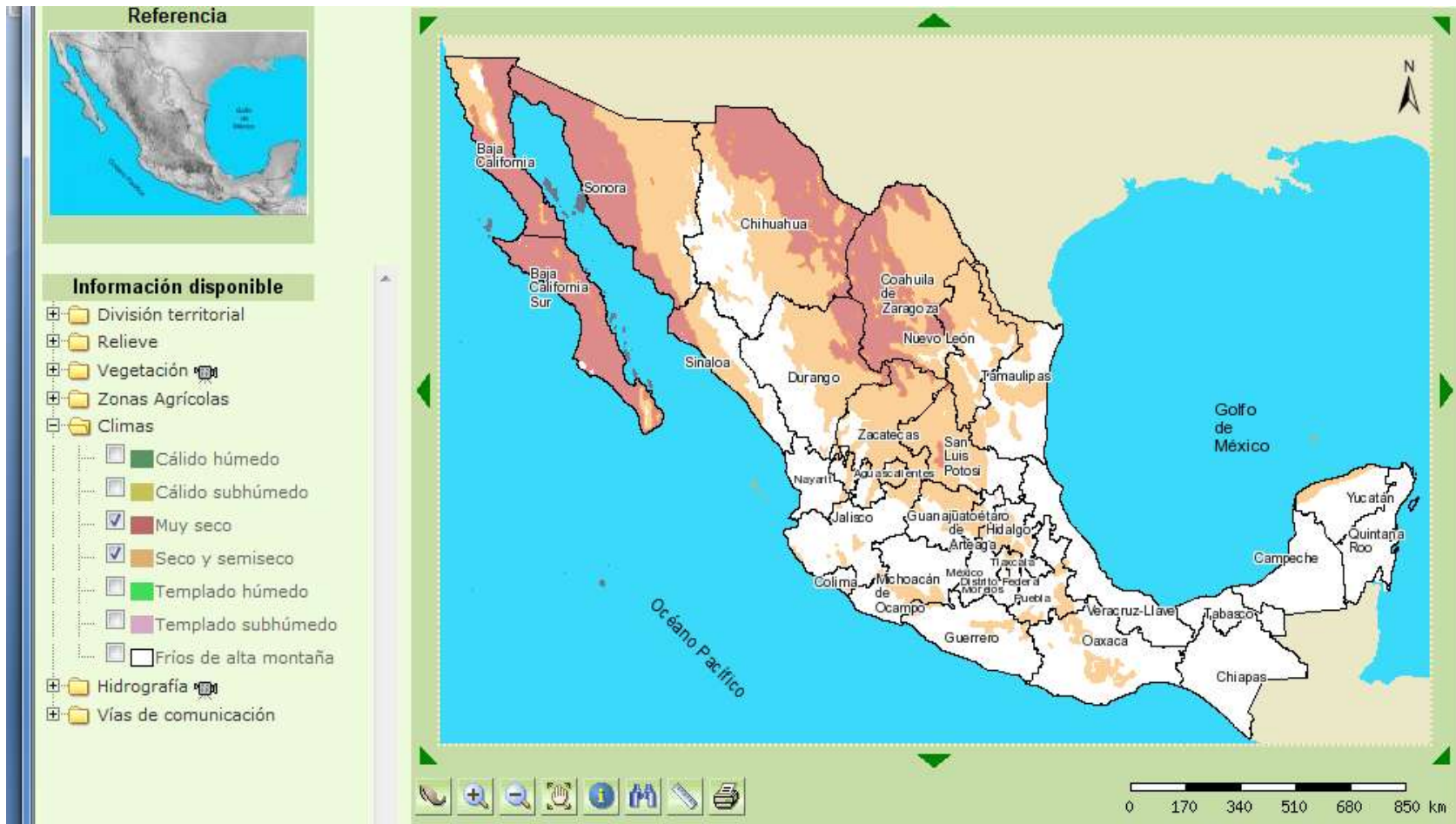
SECO Y SEMI SECO TEMPERATURAS ANUAL/VERANO



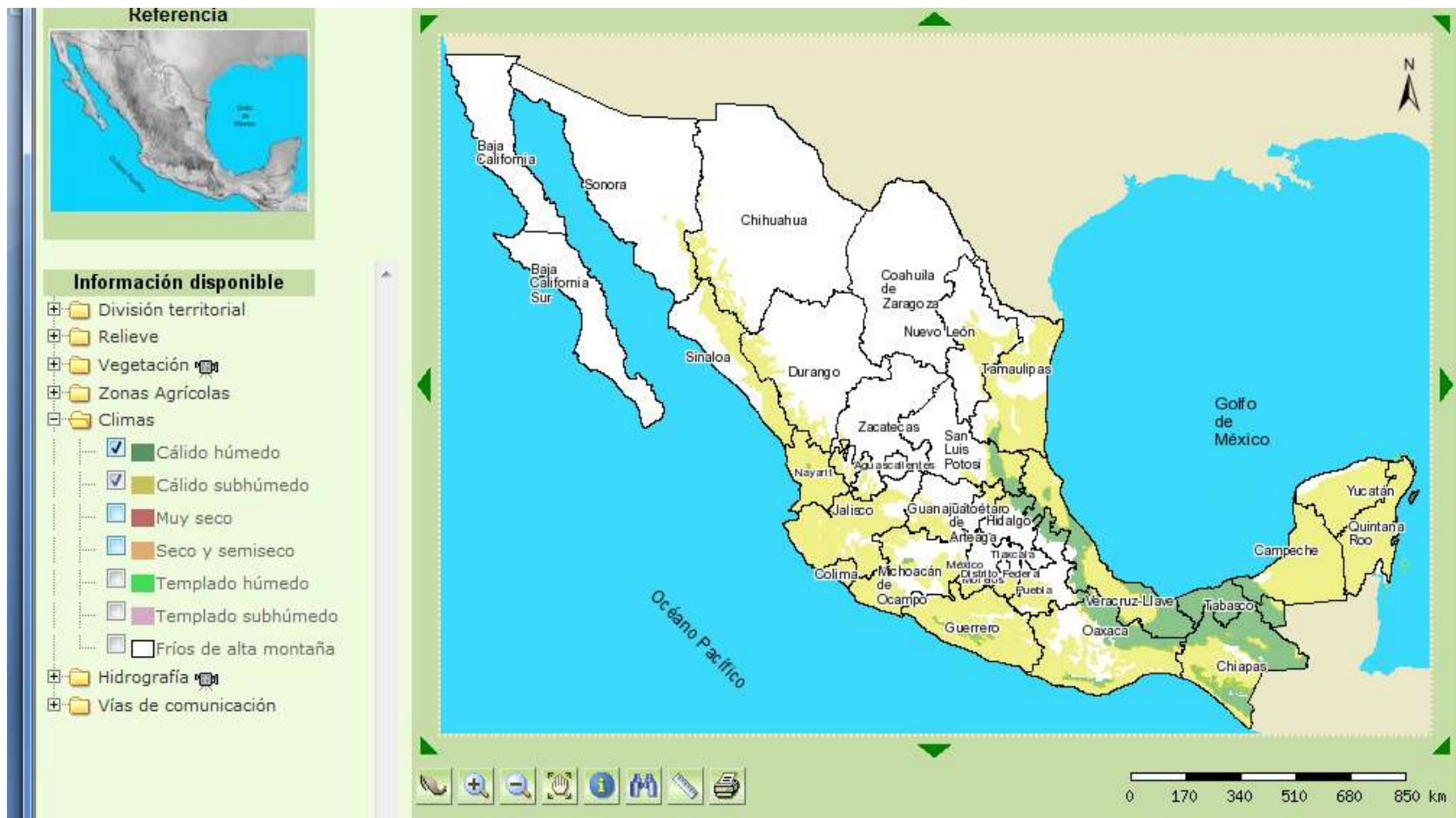
ANEXO 35 Gráfica comparativa periodo de verano y todo el año clima *seco* y *semi seco* de 30 a 10 grados Celsius.



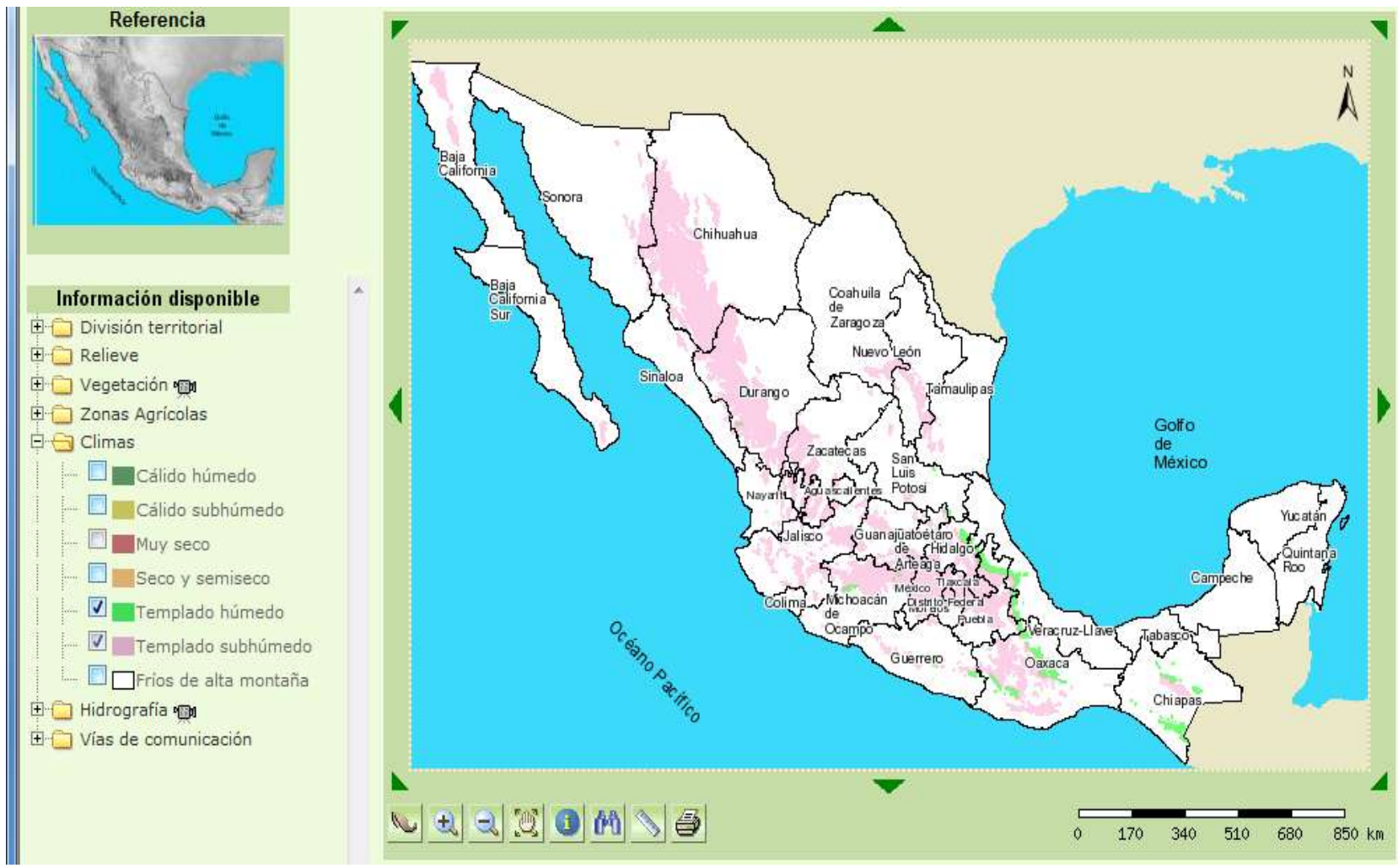
ANEXO 36 Gráfica comparativa periodo de verano y todo el año clima *templado sub-húmedo* de 28 a 10 grados Celsius.



ANEXO 37 Mapa geográfico de clima *seco* y *muy seco*. [INEGI]



ANEXO 38 Mapa geográfico de clima *cálido húmedo* y *sub-húmedo* [INEGI]



ANEXO 39 Mapa clima *templado húmedo* y *sub-húmedo* [INEGI]

Glosario.

INEGI.....Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática.

SMN.....Servicio Meteorológico Nacional.

CONAE.....Comisión Nacional de Ahorro de Energía.

CONUEE.....Comisión Nacional para el uso eficiente de la energía.

ASHRAE.....American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers

RHVAC.....Refrigeration, Heating, Ventilation, Air Conditioned

UABC.....Universidad Autónoma de Baja California

SENER.....Secretaria de Energía.

EMA.....Estación meteorológica automática.

Bibliografía.

1. *[Calefacción, ventilación y aire acondicionado, análisis y diseño. McQuiston•Parker•Spitler, Limusa Wiley, 2006].*
2. *ASRAHE Handbook, Fundamentals Volume, American Society of Heating, Refrigeration and Air-Conditioning Engineering, Inc., Atlanta, Georgia.*
3. *F.C. Mc Quiston y J.D. Spliter, Cooling and Heating Load Calculation Manual, segunda edición, American Society of Heating, Refrigeration and Air-Conditioning Engineering, Inc., Atlanta, Georgia.*
4. *[Termodinámica. Yunus A. Cengel • Michael A. Boles, Mc Graw Hill, Quinta edición].*
5. *[Ingeniería Termodinámica. M. David Burghardh, Harla Editorial, Segunda edición].*
6. *Horas-grado, un criterio realista para caracterizar climatológicamente una región con propósitos de uso eficiente y ahorro de energía eléctrica. Carlos Pérez Tello • Héctor E. Campbell R. • Aníbal Borroto Nordelo • José Monteagudo Yanes.*
7. *Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (<http://www.inegi.org.mx/>).*
8. *Censo Nacional de Poblacion y Vivienda 2010 (<http://cuentame.inegi.gob.mx/>).*
9. *Servicio Meteorológico Nacional (<http://smn.cna.gob.mx/>).*
10. *Secretaria de Energía (<http://www.sener.gob.mx/>).*
11. *Comisión Nacional para el uso eficiente de la **energía** **energía** CONUEE (<http://www.conae.gob.mx/wb/>)*
12. *Secretaria de Energía (<http://www.sener.gob.mx/>)*
13. *Simulador Calculo Térmicos desarrollado por el Instituto de Ingeniería de la UABC*

