

Instituto Tecnológico de Sonora
P r e s e n t e.

El que suscribe **Raudel Rosario Morales Perea**, por medio del presente manifiesto bajo protesta de decir verdad, que soy autor y titular de los derechos de propiedad intelectual tanto morales como patrimoniales, sobre la obra titulada: **“Comportamiento del confort térmico de cuatro casas habitación de acuerdo a su orientación”**, en lo sucesivo “LA OBRA”, misma que constituye el trabajo de tesis que desarrolle para obtener el grado de **Ingeniero Civil** en ésta casa de estudios, y en tal carácter autorizo al Instituto Tecnológico de Sonora, en adelante “EL INSTITUTO”, para que efectúe la divulgación, publicación, comunicación pública, distribución y reproducción, así como la digitalización de la misma, con fines académicos o propios del objeto del Instituto, es decir, sin fines de lucro, por lo que la presente autorización la extiendo de forma gratuita.

Para efectos de lo anterior, EL INSTITUTO deberá reconocer en todo momento mi autoría y otorgarme el crédito correspondiente en todas las actividades mencionadas anteriormente de LA OBRA.

De igual forma, libero de toda responsabilidad a EL INSTITUTO por cualquier demanda o reclamación que se llegase a formular por cualquier persona, física o moral, que se considere con derechos sobre los resultados derivados de la presente autorización, o por cualquier violación a los derechos de autor y propiedad intelectual que cometa el suscrito frente a terceros con motivo de la presente autorización y del contenido mismo de la obra.



Raudel Rosario Morales Perea
(Nombre y firma del autor)



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE SONORA
Educar para Trascender

**“COMPORTAMIENTO DEL CONFORT TÉRMICO DE
CUATRO CASAS HABITACIÓN DE ACUERDO A SU
ORIENTACIÓN”**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

PRESENTA:

RAUDEL ROSARIO MORALES PEREA

OBREGÓN SONORA

9 DE JULIO DE 2013

Dedicatorias

A mis padres Urbano Morales Perea y Cleotilde Manuela Perea Zayas, por darme la vida y ser mis guías en este camino de superación.

A mis hermanos Urbano Morales Perea, Elisa Morales Perea y Manuela Esmeralda Morales Perea (DEP) que estuvieron ahí en esas ocasiones en que los necesite y por ser mis hermanos.

A mi novia Dalia Erika Gómez Cota que siempre estuviste ahí para recordarme que era capaz de realizar las cosas y que cada obstáculo era para comprender de lo que uno puede ser capaz, por tu amor.

Agradecimientos

A mi asesor Humberto Aceves Gutiérrez, por confiar en mí y en que podía salir adelante con este proyecto, por sus consejos y por el aprendizaje que me dio.

A mis maestros de las diferentes ramas de la ingeniería, por cada uno de los aportes teóricos y personales, que me servirán en este camino que apenas comienzo como profesionalista.

A mis revisores, Maestro Arturo Cervantes Beltrán y Oscar López Chaves por el tiempo dedicado a revisar este trabajo muchas gracias.

A los compañeros de carrera, Sergio Beltrán, Álvaro Vlza, Ángel Moreno, Álvaro Burgos, y tantos más que fueron impulso para superarme cada día más y con los que compartí momentos de estudio y por lo que aprendí de ellos.

RESUMEN

El presente trabajo sobre el estudio de condiciones de confort térmico de cuatro casas habitacionales se realizó en el poniente de Ciudad Obregón Sonora, en el fraccionamiento ubicado en esta sección; durante un periodo de tres meses comprendidos marzo abril y mayo del año 2012, tomando en cuenta cada vivienda con una orientación distinta, con el fin de hacer una comparación entre ellas y distinguir aquella que muestra las mejores condiciones de confort térmico.

El estudio se realizó con la colocación de 6 sensores por casa sumando un total de 24 sensores capaces de recabar información cada 15 minutos, por el periodo del estudio en mención, misma información consistió en la temperatura y humedad en cada sensor, descargar dicha información y realizar un manejo apropiado de la misma con distintos fundamentos, tales como tablas, cartas con las cuales una simplificación más acertada de los datos y una mejor presentación de resultados.

Como objetivo principal la búsqueda de nuevas formas de construcción amable con el medio ambiente y a la misma vez que proporciones de una manera eficiente condiciones aceptables de confort, sin dejar de llegar a un aumento en los costos de las mismas, es decir lograr con herramientas al alcance de todos, que la casa tenga temperaturas ni muy calientes ni muy frías.

Los resultados arrojados en el estudio nos dicen que la humedad mostrada en las cuatro casas no representan un cambio drástico de temperatura, ya que estas solamente aumentan y disminuyen la temperatura con un valor máximo de 4°C y que solo en condiciones críticas de calor o frío estas se vuelven aún más insoportables; además se encontró que el límite en el cual la temperatura no es afectada por la causa de la humedad radica entre los 35°C, de esta hacia arriba la humedad hace

que la temperatura aumente y viceversa por debajo de los 35°C la humedad baja aún más la temperatura.

Obteniendo como resultados más significativos: La casa con mejor confort en el periodo de prueba completo fue la casa ubicada al Norte mismos valores tuvieron una incidencia en este rango durante el periodo de estudio mientras que la segunda mejor posicionada fue la casa orientada hacia el este mostrando el mejor comportamiento en un tercio del periodo y quedando como segunda solo por debajo de la orientada hacia el norte mientras que la casa que tuvo las peores condiciones fue la orientada hacia el sur, mostrando cambio de temperatura que precisamente se disparaban de forma continua y en ningún momento se mantenían en un solo rango de confort ya sea caliente o frio.

ÍNDICE GENERAL

| | |
|---|-----|
| RESUMEN..... | iii |
| ÍNDICE GENERAL | v |
| ÍNDICE DE GRÁFICAS | vii |
| ÍNDICE DE FIGURAS..... | ix |
| ÍNDICE DE TABLAS..... | x |
| I. INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| 1.1. Antecedentes | 2 |
| 1.2. Planteamiento del Problema | 4 |
| 1.3. Objetivo General | 5 |
| 1.4. Justificación..... | 5 |
| 1.5. Limitaciones del Estudio..... | 6 |
| II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA (MARCO REFERENCIAL)..... | 7 |
| 2.1. Obregón Sonora..... | 8 |
| 2.1.1. Historia..... | 8 |
| 2.1.2. Geografía | 9 |
| 2.1.3. Clima..... | 11 |
| 2.2. Fraccionamiento..... | 11 |
| 2.2.1. Tipos de Fraccionamiento..... | 13 |
| 2.2.2. La vivienda..... | 14 |
| 2.2.2.1. Materiales de construcción | 15 |
| 2.3. Orientación de la Vivienda | 17 |
| 2.3.1. Orientación Norte..... | 18 |

| | | |
|----------|---|----|
| 2.3.2. | Orientación Sur | 18 |
| 2.3.3. | Orientación Este | 19 |
| 2.3.4. | Orientación Oeste | 19 |
| 2.4. | Bioclimatismo | 20 |
| 2.5. | Arquitectura Bioclimática | 20 |
| 2.6. | Temperatura..... | 21 |
| 2.7. | Humedad..... | 22 |
| 2.8. | Radiación Solar | 23 |
| 2.9. | Ventilación..... | 25 |
| 2.10. | Propiedades de los materiales..... | 26 |
| 2.10.1. | Aislación Térmica | 26 |
| 2.10.2. | Inercia Térmica | 26 |
| 2.11. | Confort Térmico | 26 |
| III. | MÉTODO Y MATERIALES | 29 |
| 3.1. | Método | 29 |
| 3.1.1. | Tipo de investigación | 29 |
| 3.1.2. | Participantes | 30 |
| 3.1.3. | Instrumentos | 30 |
| 3.1.4. | Procedimiento | 31 |
| 3.1.4.1. | Formalizar acuerdos de trabajo | 32 |
| 3.1.4.2. | Selección de viviendas | 33 |
| 3.1.4.3. | Colocación y monitoreo de sensores en las viviendas | 37 |
| 3.1.4.4. | Capturar registro de datos periódicamente..... | 42 |

| | |
|---|----|
| 3.1.5. Programación de los sensores para registro de datos..... | 42 |
| IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... | 44 |
| 4.1. Interpretación de los resultados | 45 |
| 4.1.1. Marzo..... | 49 |
| 4.1.2. Abril..... | 54 |
| 4.1.3. Mayo | 59 |
| V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 65 |
| 5.1. Conclusiones..... | 65 |
| Bibliografía | 68 |

ÍNDICE DE GRÁFICAS

| | |
|---|----|
| Gráfica 1 Variación de la temperatura y la temperatura por efecto de la humedad en casa orientada hacia el Norte..... | 50 |
| Gráfica 2 Variación de la temperatura y la temperatura por efecto de la humedad en casa orientada hacia el Sur..... | 51 |
| Gráfica 3 Variación de la temperatura y la temperatura por efecto de la humedad en casa orientada hacia el Este | 52 |
| Gráfica 4 Variación de la temperatura y la temperatura por efecto de la humedad en casa orientada hacia el Este | 53 |
| Gráfica 5 Temperatura con efecto de la humedad de las cuatro viviendas en el mes de Marzo | 54 |
| Gráfica 6 Variación de la temperatura y la temperatura por efecto de la humedad en casa orientada hacia el Norte mes Abril..... | 55 |

| | |
|--|----|
| Gráfica 7 Variación de la temperatura y la temperatura por efecto de la humedad en casa orientada hacia el Sur en el mes de Abril. | 56 |
| Gráfica 8 Variación de la temperatura y la temperatura por efecto de la humedad en casa orientada hacia el Este en el mes de abril. | 57 |
| Gráfica 9 Variación de la temperatura y la temperatura por efecto de la humedad en casa orientada hacia el Oeste en el mes de abril..... | 58 |
| Gráfica 10 Temperatura con efecto de la humedad de las cuatro viviendas en el mes de Abril | 59 |
| Gráfica 11 Variación de la temperatura y la temperatura por efecto de la humedad en casa orientada hacia el Norte en el mes de Mayo..... | 60 |
| Gráfica 12 Variación de la temperatura y la temperatura por efecto de la humedad en casa orientada hacia el Sur en el mes de Mayo..... | 61 |
| Gráfica 13 Variación de la temperatura y la temperatura por efecto de la humedad en casa orientada hacia el Este en el mes de Mayo | 62 |
| Gráfica 14 Variación de la temperatura y la temperatura por efecto de la humedad en casa orientada hacia el Oeste en el mes de Mayo..... | 63 |
| Gráfica 15 Temperatura con efecto de la humedad de las cuatro viviendas en el mes de Mayo | 64 |
| Gráfica 16 Gráfica General periodo Marzo - Mayo..... | 65 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1 Localización geográfica de Cd. Obregón, Son. | 11 |
| Figura 2 Equivalencia de la capacidad de aislación térmica de 3 cm de fibra de vidrio con otros materiales | 17 |
| Figura 3 Gráfica que muestra la zona de confort. | 23 |
| Figura 4 Inclinación solar anual a las 12:00 pm. | 24 |
| Figura 5 Carta bioclimática de Olgyay..... | 28 |
| Figura 6 Acceso principal al fraccionamiento | 32 |
| Figura 7 Vialidades principales del fraccionamiento..... | 33 |
| Figura 8 Ubicación de viviendas en el fraccionamiento..... | 34 |
| Figura 9 Fachada principal de Vivienda orientada al norte | 34 |
| Figura 10 Fachada principal de Vivienda orientada al sur..... | 35 |
| Figura 11 Fachada principal de Vivienda orientada al Este | 36 |
| Figura 12 Fachada principal de Vivienda orientada al Oeste | 36 |
| Figura 13 Planta arquitectónica de la vivienda uno, primer nivel Orientada al Este .. | 37 |
| Figura 14 Planta arquitectónica de la vivienda uno, segundo nivel Orientada al Este | 38 |
| Figura 15 Planta arquitectónica de la vivienda dos, primer nivel. Orientada al Oeste | 38 |
| Figura 16 Planta arquitectónica de la vivienda dos, segundo nivel. Orientada al Oeste | 39 |
| Figura 17 Planta arquitectónica de la vivienda tres, primer nivel. Orientada al Sur... | 39 |
| Figura 18 Planta arquitectónica de la vivienda tres, segundo nivel. Orientada al Sur | 40 |
| Figura 19 Planta arquitectónica de la vivienda cuatro, primer nivel. Orientada al Norte | 40 |
| Figura 20 Planta arquitectónica de la vivienda cuatro, segundo nivel. Orientada al Norte. | 41 |
| Figura 21 Instalación de sensores..... | 41 |
| Figura 22 Registro de datos con los sensores log tag..... | 43 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1 Masa específica de algunos materiales y coeficiente de conductividad | 16 |
| Tabla 2 Tabla para calcular la temperatura real por efecto de la humedad y las diferentes zonas de confort | 47 |

I. INTRODUCCIÓN

La vivienda se constituye como un elemento básico para la vida como respuesta a una de las necesidades esenciales del ser humano, la del alojamiento, siendo, además, un indicador de las diferencias existentes en relación con el nivel económico (González, 1995).

El estudio del comportamiento térmico de una casa habitación permite definir las condiciones de humedad y temperatura óptimas para el confort de sus habitantes, estas variables se pueden modificar por varios métodos como son el uso de dispositivos como aleros y sombreados, por la orientación óptima de las ventanas, por la orientación de la propia vivienda en contra del sol, con el uso de pinturas con bajos índices de absorbencia (pinturas de color claro), y también mediante el uso

Inteligente y el acomodo alternativo de los materiales que forman no solo el techo sino las paredes, puertas.

En Cd. Obregón, Sonora, México, con el aumento en las temperaturas en los últimos años, generando con el mismo un problema en el comportamiento térmico de las casas habitacionales. Este problema ocasiona la búsqueda de nuevas formas de construir y además un cuidado latente en mantener sus viviendas con climas agradables y óptimos para llevar a cabo una vida plena.

Asimismo las construcciones tienden a llevar un sentido específico lo cual es conveniente en gran forma a las personas que se dedican a la construcción y no toman en cuenta las condiciones climáticas que estas ofrecerán a las personas que habiten en ellas.

Es por ello que podemos hablar de la orientación de la casa habitación como un medio por el cual le daremos relevancia al nivel de confort que esta proporcionará, además de agregar a la misma un alto nivel de calidad en cuanto a temperatura se refiera y esto es muy importante para las personas ya que en estas épocas y por el clima que predomina en esta región es más conveniente construir, de tal manera que el clima no afecte la vida de los habitantes.

1.1. Antecedentes

El crecimiento demográfico en el estado de Sonora y en particular en el sitio de estudio Cd. Obregón, Sonora, ha sido factor en la construcción de fraccionamientos a lo largo de las periferias de la ciudad, de igual manera que aumenta la población la temperatura que predomina en la ciudad ya es alta por la región en la que se encuentra (desértica) además estas temperaturas de han ido disparando con el paso

de los años hasta llegar a niveles con los cuales es difícil realizar actividades tan sencillas como la vida propia.

Dichos acontecimientos buscan desarrollar nuevos métodos de realizar las construcciones de las viviendas de igual manera nuevas formas de aprovechar al máximo cada uno de los recursos con los que se cuentan, ya sea tecnológicos naturales entre otros y de esta manera lograr que las viviendas puedan dar a sus habitantes las condiciones más favorables para vivir.

La realización de estudios sobre el comportamiento térmico en casas habitacionales ha tenido un incremento notable en los últimos años ya que nace una oportunidad de resolver problemas relacionados con el tema ya sea en climas fríos templados o cálidos como es el caso a estudio, además de que estos buscan retroceder a construir mediante la utilización de materias naturales pues se busca no perjudicar el medio ambiente, que llevar a cabo dichas construcciones con materiales que de cierta forma causaran daños al medio en que vivimos.

Empresas constructoras se ven en la necesidad de construir de acuerdo a lo que conviene a la ciudad y se preocupan poco por la necesidad de encontrar el mejor método de construir para no afectar a los habitantes con aspectos relacionados con altas temperaturas y un confort térmico malo; mismo que es fundamento para llevar a cabo el presente estudio que determinara que casa habitación tiene un mejor comportamiento térmico y con ello y mejor confort térmico.

1.2. Planteamiento del Problema

En nuestra ciudad los fraccionadores o desarrolladores de vivienda construyen con materiales tradicionales como Block y concreto armado, estos dos tienen una capacidad muy alta para conducir la temperatura del exterior hacia el interior de la vivienda provocando tres fenómenos muy importantes que son la parte fundamental de nuestro problema, el primero la falta del confort para los habitantes de la vivienda derivado de la transmisión del calor hacia el interior , haciendo muy difícil la estancia dentro de la vivienda sin el funcionamiento de una debida climatización .

La segunda afectación a la economía familiar debido a las inversiones iniciales que se pueden realizar derivado del enfriamiento de la vivienda como son el caso del aislamiento térmico, la adquisición de los equipos de refrigeración y los pagos consecuentes del consumo eléctrico.

Finalmente los efectos de estos consumos afectan el medio ambiente por la producción de CO₂ y con ello el efecto invernadero que incide directamente sobre el cambio climático y el agotamiento de los recursos naturales.

Por ello la búsqueda de una solución para atacar estos problemas generado por la decisión errónea de la construcción o adquisición de la vivienda con una orientación inadecuada. De cómo, de tal manera que se encuentra la manera más viable para combatir esta problemática.

Es por esto que debemos de realizarnos las siguientes preguntas: ¿Cuáles son las condiciones de confort, en una vivienda tipo? ¿Cuál de ellas reúne las mejores características, en relación con el confort térmico incluyendo el efecto de la humedad ambiental?

1.3. Objetivo General

Determinar el mayor grado de confort de cuatro casas habitación con respecto a su orientación tomando en cuenta la temperatura y el efecto de la humedad de un fraccionamiento ubicado al Poniente de Cd. Obregón, Sonora, utilizando tecnología de Punta, en el periodo comprendido de marzo-mayo del 2012 y de acuerdo a los criterios establecidos para ello.

1.4. Justificación

Con la predominación de temperaturas por encima de los 30°C coloca esta región en condiciones de mejorar la calidad de la misma en el entorno donde vivimos por ello la búsqueda de mejores condiciones en una vivienda sin dejar de ver la economía de sus habitantes.

Como señalamos anteriormente existen una gran variedad de estudios relacionados con el tema, sin embargo mucho de ellos son a través de métodos numéricos o simulaciones de computo, es por esto que las variaciones del presente estudio en relación con todos los anteriores es que actualmente disponemos de la tecnología para realizar mediciones de temperatura de una manera instantáneas u horarias, simultáneas, para poder determinar con precisión las variaciones en cada elemento de la vivienda en cualquier momento del día y en cualquier periodo del año y realizar las comparaciones correspondientes con otras viviendas de diferente orientación pero de características idénticas en relación con la distribución de los espacios de las viviendas y los materiales empleados en las mismas, pudiendo confirmar los resultados obtenidos por métodos numéricos o simulaciones.

Los resultados del presente trabajo permitirán a desarrolladores de vivienda, a fraccionadores, a autoridades locales definir estrategias que permitan establecer lineamientos que contribuyan a que los fraccionamientos y viviendas deben de tener un alto compromiso de disminuir los consumos energéticos que beneficien a la economía de las familias y a su vez contribuyan a disminuir la contaminación por las emisiones de CO₂ que se generan por los consumos energéticos producto de los consumos de energía de cada vivienda mal orientada

1.5. Limitaciones del Estudio

El estudio fue realizado en un fraccionamiento al poniente de Cd. Obregón, Sonora, Con las siguientes limitaciones:

La vivienda es de dos plantas, en la planta baja, se tiene sala comedor y cocina, en la planta alta tres recámaras y un baño.

Están construidos los muros de block, las losa de vigueta y bovedilla y concreto, los acabados son de yeso.

Las viviendas esta desocupadas actualmente.

El estudio fue realizado del 1°de marzo al 31 de mayo de 2012.

II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA (MARCO REFERENCIAL)

El presente capítulo está dedicado a la revisión de la información necesaria para el análisis de la presente investigación, con ellos emprender desde las características del estado, la ciudad y el sitio donde se ubican las casas, hasta la construcción de las casas con su orientación respectiva y con ello el análisis teórico de las posibles consecuencias de que estas se ubiquen de esta manera y las características que tienen, con ello determinar el confort que cada casa proporciona a los habitantes, de esta manera colocar la casa con la mejor ubicación en relación al confort presente en ella y los beneficios que esta puede causar a la sociedad.

2.1. Obregón Sonora

2.1.1. Historia

Esta moderna ciudad, tuvo sus orígenes en el siglo XIX en las Villas de Cumuripa, Buenavista y Cócorit, cuando se inició la agricultura en esta región. (Municipio de Cajeme, 2011)

El territorio del actual Municipio de Cajeme forma parte de la región Yaqui. El Municipio fue erigido el 29 de noviembre de 1927, cuando la legislatura local le concedió la autonomía municipal. (Municipio de Cajeme, 2011)

La región comenzó a ser evangelizada por los misioneros Jesuitas a partir de 1617. En 1619 el misionero Martín Burgencio fundó Buenavista y posteriormente Cumuripa. En 1715 se funda el Realito, al norte del Municipio, es una de las poblaciones más antiguas. (Municipio de Cajeme, 2011)

Buenavista tuvo especial importancia estratégica como presidio militar durante la época colonial. Fue el asiento de la Compañía Presidial de San Carlos de Buenavista. Tuvo ayuntamiento a partir 1820 y fue cabecera de partido con el nombre de Villa de Salvación. En la segunda mitad del siglo XIX estuvo adscrita al distrito de Guaymas, junto con los pueblos Yaquis. (Municipio de Cajeme, 2011)

Cócorit fue pueblo de misión durante el régimen colonial y fue dependencia del ayuntamiento de Buenavista en los inicios de la vida independiente. Estuvo sujeto a un régimen municipal especial en base a la Ley del 30 de septiembre de 1828, para el gobierno de los indígenas, estableciendo capitales y tenientes generales como parte del gobierno de los mismos. A fines del siglo XIX tuvo la categoría de

municipalidad, dependiente del distrito de Guaymas. Fue suprimida como Municipio por Ley Núm. 68 de 26 de diciembre de 1930, fue anexado al Municipio de Cajeme. (Municipio de Cajeme, 2011)

El Municipio de Cajeme tiene como cabecera municipal a Ciudad Obregón. Sus primeros pobladores se establecieron en el barrio denominado Plano Oriente, al encauzarse las obras de irrigación de la compañía Richardson, alrededor de 1910 y dos años más tarde, el ferrocarril Sudpacífico estableció una estación que denominó Cajeme. El poblado de Cajeme fue inicialmente dependencia del Municipio de Córorit, hasta su elevación a la categoría de cabecera municipal el 29 de noviembre de 1927. El primer ayuntamiento se instaló el 1° de enero de 1928. El decreto de 28 de julio de 1928 dispuso que "se erige en ciudad con el nombre de Ciudad Obregón, el hasta hoy pueblo de Cajeme". En 1937 otra disposición legislativa previno que Cajeme fuera el nombre del Municipio y Obregón el de la cabecera. (Municipio de Cajeme, 2011)

2.1.2. Geografía

El Municipio está ubicado en el suroeste del estado de Sonora, su cabecera es la población de Ciudad Obregón y se localiza en el paralelo 27° 29' de latitud norte y A los 109° 56' de longitud al oeste del meridiano de Greenwich, a una altura de 46 metros sobre el nivel del mar. (Municipio de Cajeme, 2011)

Colinda con los municipios siguientes: al norte con Suaqui Grande, al este con Quiriego y Rosario de Tesopaco, al oeste con Guaymas y BÁCUM, al sureste con

Etchojoa y Navojoa y su límite natural al sur es el Golfo de California. (Municipio de Cajeme, 2011)

Posee una superficie de 3,312.05 kilómetros cuadrados, que representan el 1.79 por ciento del total estatal y el 0.17 por ciento del nacional; las localidades más importantes, además de la cabecera, son Esperanza, Cócorit y Pueblo Yaqui. (Municipio de Cajeme, 2011)

Se pueden realizar visitas a una gran variedad de playas locales. En las orillas de la ciudad, existe un parque recreacional al lado de la Laguna del Náinari, sumamente concurrido por familias especialmente los fines de semana. Las festividades locales incluyen una feria agrícola y la celebración de la Semana Santa a la manera tradicional Yaqui. Digno de visitar se encuentra el Museo. (Municipio de Cajeme, 2011)



Figura 1 Localización geográfica de Cd. Obregón, Son.

2.1.3. Clima

La ciudad presenta un clima semicálido desértico. La temperatura en enero, mes más frío del invierno, fluctúa desde los 8° (mínima) y 28 °C (máxima); en julio, mes más cálido del verano, oscila entre los 25 °C y 39 °C. Gran parte de la precipitación pluvial cae durante el verano. Totalizando una media anual de 289.1 mm (INEGI, 2010).

2.2. Fraccionamiento

(Secretaría de Servicios Legales y Defensoría Pública Ley de Fraccionamientos y Acciones Urbanísticas del Estado Libre y Soberano de Puebla, 2004) Define a un fraccionamiento como *“la división de un terreno, cualquiera que sea su régimen de*

propiedad, que requiera del trazo de una o más vías públicas para generar lotes, áreas privativas y manzanas, así como de la ejecución de obras de urbanización, infraestructura, y equipamiento urbano”.

Por otra parte, El Sistema de Autorización de Fraccionamientos y Condominios (2010) se refiere a un fraccionamiento como *“la división de un terreno en manzanas y lotes, que requiera del trazo de una o más vías públicas, así como la ejecución de obras de urbanización que le permitan la dotación de infraestructura, equipamiento y servicios urbanos, conforme a la clasificación prevista en el Código Urbano del Estado”.*

El área urbana se ha incrementado principalmente por fraccionamientos abiertos, sin embargo, resalta también el constante aumento de fraccionamientos cerrados. Este incremento por fraccionamientos cerrados denota el interés de los ciudadanos por habitar en estos desarrollos de tipo amurallado. Estos fraccionamientos cerrados son cada vez más comunes en muchas ciudades del mundo, en todas partes los ciudadanos exigen garantías por habitar un espacio, y las manifestaciones físicas de cada desarrollo pueden coincidir, aunque su configuración urbana y arquitectónica generalmente es diferente.

En la última década, este tipo de desarrollos planeados generan mayor demanda que los fraccionamientos abiertos y las colonias, sin embargo, es importante mencionar que aún es mayor la cantidad de fraccionamientos abiertos que de fraccionamientos cerrados, a pesar de que la demanda por los fraccionamientos cerrados se encuentran en un crecimiento constante en los últimos años debido a la búsqueda por mejorar la calidad de vida a partir de medios que proporcionen mayor seguridad (Rodríguez, 2006).

Los fraccionamientos representan en cada ciudad, las diversas variables de tipo urbana, política, social y económica, como una síntesis de los conceptos utilizados durante la interpretación de la ciudad a partir de la concepción de un modelo de desarrollo; por ello resulta importante analizar los tipos de fraccionamientos existentes y sus características principales.

2.2.1. Tipos de Fraccionamiento

Según la normatividad urbana, los reglamentos de fraccionamientos analizados coinciden en calificar el tipo de fraccionamiento de acuerdo con el nivel socioeconómico de los futuros compradores. Los reglamentos se orientan a establecer las normas para lotes unifamiliares (Bazant, 2006).

(Secretaría de Servicios Legales y Defensoría Pública Ley de Fraccionamientos y Acciones Urbanísticas del Estado Libre y Soberano de Puebla, 2004) Define el término reglamento como un *“Conjunto de reglas y preceptos que expida cada Ayuntamiento, en el ámbito de su jurisdicción”*

Los fraccionamientos que se construyen en cada ciudad están regidos bajo las disposiciones oficiales que marcan las leyes de cada entidad federativa, al igual que con otros aspectos, cada estado mantiene normas que le permitan verificar que los proyectos de construcción de fraccionamientos sean de calidad y seguridad para el usuario y para el estado.

En el estado de Coahuila, el Artículo 43 de la Comisión de Reglamentación del Estado (s/f), menciona que los Fraccionamientos son clasificados en los siguientes tipos:

Habitacional. Área destinada al uso exclusivo de vivienda;

Comercial o de servicios. Área destinada a la comercialización o a dar una prestación según su giro;

Industrial. Área destinada a la actividad manufacturera o de la transformación;

Mixto. Área destinada a dos o más tipos de los anteriormente mencionados y compatibles.

Por otra parte en nuestro estado, como en muchos otros, la clasificación de los fraccionamientos es muy parecida a la anterior, las cuales no muestran variaciones significativas. La importancia de considerar los tipos de fraccionamientos radica en que cada clasificación especifica los requerimientos necesarios de todo tipo para que dichos fraccionamientos cumplan por una parte con las disposiciones oficiales que marca la ley, y por otro lado también brinden satisfacción a los clientes de los mismos.

2.2.2. La vivienda

Según (Ulsamer, 2005) la vivienda es un edificio, o parte de él, destinado a ser habitado por uno o varios individuos agrupados, en la mayoría de los casos los grupos suelen constituir familias. La vivienda sigue siendo una de las demandas más sentidas en la población, viene a ser un indicador del bienestar y, al mismo tiempo, una condición de acceso a otros satisfactores básicos. En principio, no contar con

una vivienda propia implica un gasto adicional para cubrir la necesidad de un techo seguro (CONAFOVI 2005).

La situación de la vivienda constituye un dato fundamental para acercarnos a la descripción de las condiciones de vida de los sectores populares, el tipo de construcción, la calidad de sus materiales, los servicios disponibles e incluso el régimen de tenencia que poseen los moradores que habitan los distintos tipos de residencias condicionan diversas relaciones posibles con ese espacio íntimo y primero que es el hogar (Cecconi, 2007)

2.2.2.1. Materiales de construcción

El grado de protección, comodidad y placer que proporciona un edificio de cualquier clase durante su vida de trabajo, depende no poco de la medida en que se usen los materiales para dar la forma física a las visiones y aspiraciones de todos aquellos que intervienen en su construcción y cuidado; la selección y empleo de los materiales que serán más apropiados para unas circunstancias y exigencias particulares, requiere del conocimiento amplio del potencial posible de los materiales que se disponga (Addleson, 1983).

Según (Hugon & Serre, 1983) El yeso es uno de los materiales con mejores características en materia de aislamiento térmico, su coeficiente de conductividad λ expresada en vatios por m y grado, para un yeso de densidad 1, en estado seco es de 0.26. Sin embargo en las condiciones higrométricas de 20°C y 65% de humedad, vale 0.40; conviene recordar que cuanto más bajo es dicho coeficiente, más alta es la capacidad aislante del material.

Un hormigón de áridos pesados, macizo (densidad de 2.2 a 2.4) tiene un λ útil de 1.75 W/m °C.

Un hormigón de arcilla expandida, macizo (densidad de 1.2 a 1.4) tiene un λ útil de 0.7 W/m °C.

La cerámica maciza (densidad de 1.8 a 2) tiene un λ útil de 1 a 1.5 W/m °C.

Se comprueba que el yeso es de 3 a 4 veces más aislante que el hormigón y de 2 a 3 veces más aislante que la cerámica.

Los materiales reflejantes nombrando uno de los más populares el ALFOL, está compuesto por hojas de aluminio de pequeño espesor que están superpuestas por ensamblaje de una hoja sobre dos o a veces separadas por regletas intermedias: el coeficiente de conductividad indicado es de 0.034 kcal/mh °C a 0°C y de 0.041 kcal/mh °C a 50°C para la temperatura en la construcción (20°C aproximadamente), la medida es de 0.037 kcal/mh °C (Rougeron, 1977)

Fibra de madera generalmente en tableros de grandes dimensiones, con espesores que varían de 10 a 20 mm; la masa específica es del orden de 250 kg/m³; existen también una variedad de tableros aislantes que reciben una impregnación de asfalto el coeficiente λ para estos se puede ver en la tabla 1

| Producto | Masa específica kg/m ³ | W/m °C | λ kcal/m h °C |
|-----------------------------------|-----------------------------------|--------|-----------------------|
| Duros | 850 < ρ < 1000 | 0.20 | (0.18) |
| Aislantes | 200 < ρ < 250 | 0.058 | (0.050) |
| Aislantes con asfaltos en la masa | 250 < ρ < 330 | 0.065 | (0.0055) |

Tabla 1 Masa específica de algunos materiales y coeficiente de conductividad

Los paneles de fibra de vidrio como material aislante son materiales en forma de fibras que se obtiene a partir del vidrio por diversos procedimientos; este material ha constituido auténtica revolución en la técnica del aislamiento térmico. Aparte de sus propiedades de aislamiento vea figura 1 en la cual se muestra una equivalencia de aislamiento térmico, 3 cm de fibra de vidrio comparándolo con otros espesores de materiales diferentes. Además de esta propiedad otras como ser incombustible e imputrescible, de facilidad de colocación y de poco peso, lo colocan como mejor aislador.

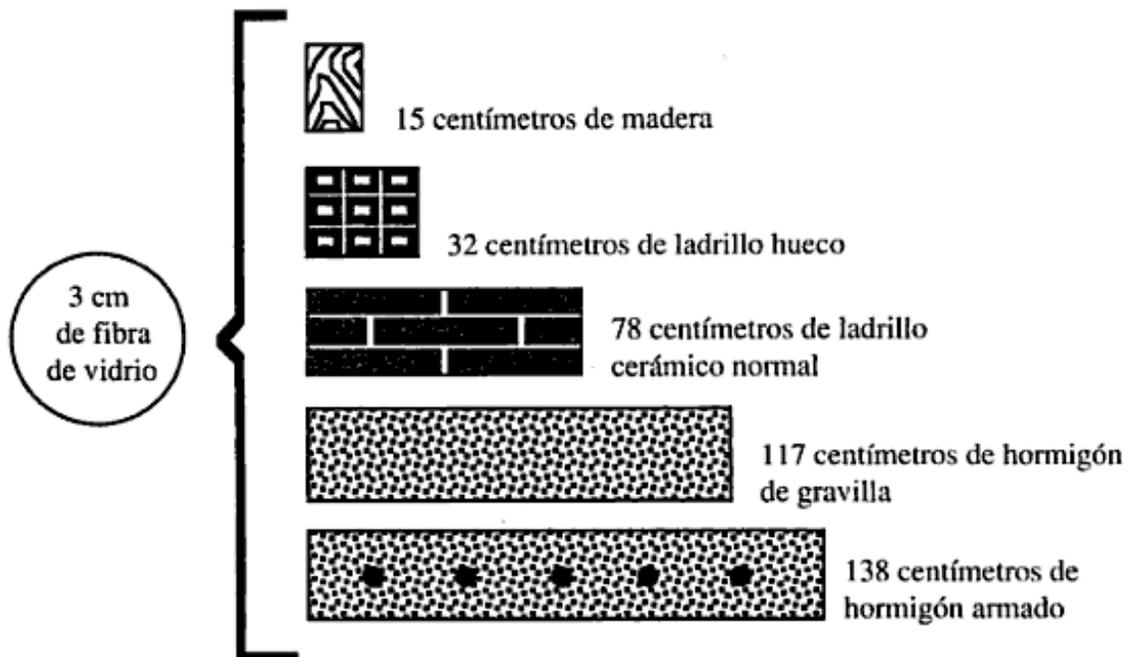


Figura 2 Equivalencia de la capacidad de aislación térmica de 3 cm de fibra de vidrio con otros materiales

2.3. Orientación de la Vivienda

La orientación de la vivienda depende de las prioridades en el aprovechamiento del viento dominante, la iluminación y el asoleamiento. En los climas fríos, las zonas habitadas de la vivienda deben orientarse al asoleamiento y procurar dar la espalda a

los vientos dominantes, en el clima caluroso se debe evitar el asoleamiento y dar prioridad a los vientos dominantes (Fonseca, 1995).

(Rey Martinez & Velasco Gómez, 2006) En lo que se refiere a la orientación del edificio, se debe tener en cuenta que las fachadas al sur tienen grandes aportaciones solares en invierno y moderadas en verano, mientras que las fachadas orientadas al norte tienen pocas ganancias solares y lumínicas e importantes pérdidas térmicas.

2.3.1. Orientación Norte

(Fonseca, 1995) Dice que en esta orientación los rayos solares inciden en algunos días cerca del solsticio de verano. En invierno no inciden directamente sobre la fachada ya que con el transcurso de los meses la posición del sol con respecto a la vivienda va tomando una inclinación lo cual provoca este suceso.

En este caso, esta orientación debe evitarse, ya que recibe el sol cuando menos se desea y no lo tiene cuando más hace falta; sin embargo, si es necesario colocar algunas habitaciones al norte; deben escogerse las que se ocupan menos tiempo o las que conservan mejor el calor, como la cocina y el baño; asimismo, es mejor colocar las bodegas y closets al norte, ya que pueden servir de aislamiento a las demás habitaciones.

2.3.2. Orientación Sur

Los rayos incidirán antes del mediodía hasta la puesta del sol; estará a una altura razonable en el cielo y los rayos solares serán mucho más intensos que por la mañana, en algunas zonas durante el invierno el sol se pondrá en el sureste (Fonseca, 1995).

En este caso una de las fachadas que cuenta con más ventajas, pues tiene sol durante todo el día durante el invierno, época en que más se necesita, y no así durante el verano, época en que debe evitarse

2.3.3. Orientación Este

Las fachadas orientadas al este y oeste reciben una cantidad equivalente tanto en verano como en invierno, el este recibe el sol en la mañana y el oeste el sol en la tarde. No obstante, las fachadas al oeste deben minimizar sus aberturas ya que el sol de tarde de verano suele provocar sobrecalentamientos al final del día difíciles de evitar (Rey Martínez & Velasco Gómez, 2006).

En el caso en el que los lotes en la ciudad sean estrechos la orientación norte y sur resultan poco convenientes para el aprovechamiento de la radiación solar pues sólo se asolearía un lado del lote, en este caso la orientación más conveniente es la este, pues el sol empieza a incidir sobre la fachada cuando la casa está más fría, en la mañana y deja de calentar cuando ya el ambiente general está caliente, al mediodía

2.3.4. Orientación Oeste

Los rayos solares incidirán desde pasado el mediodía hasta la puesta del sol, durante los meses del verano el sol del oeste será muy intenso y se pondrá entre el oeste y el noroeste, en invierno se pone generalmente en el suroeste (Fonseca, 1995).

Cuando el sol ha calentado la tierra y el ambiente durante la mitad de la mañana, la radiación solar comienza a penetrar por la fachada oeste, después de mediodía, estos factores hacen que las habitaciones que se colocan en esta orientación tiendan a ser calientes en las tardes y muy frías en las mañanas.

2.4. Bioclimatismo

(Domínguez & Morillón, 2002) Estimaron que un correcto diseño bioclimático de las 2 310 000 viviendas que el Infonavit previo construir durante el periodo 2001-2010 hubiera conllevado a un ahorro de 4 869 711 kWh eléctricos, para el año 2010. Asimismo, se habrían dejado de emitir 3,316.27 toneladas de CO2 equivalentes totales.

2.5. Arquitectura Bioclimática

Una construcción bioclimática reduce la energía consumida y por lo tanto colabora en gran medida en la reducción de los problemas ecológicos que se derivan a causa de ello (el 30% del consumo de energía primaria en los países industrializados proviene del sector de la edificación). Una casa bien aislada pierde la mitad del calor, y si está bien orientada y con aberturas de superficies convenientes gana tres veces más energía que una casa convencional, con lo que sumados ambos conceptos, es posible gastar seis veces menos energía. (Garzón, 2007).

Se entiende por Bioclimatismo pasivo el hecho de proyectar un edificio de forma que se aproveche al máximo las características del clima donde se encuentra ubicado, así como las características de los materiales usados para aislamiento e inercia térmica, mientras que el Bioclimatismo activo hace referencia a los dispositivos

activos que usan energías renovables y los aparatos de alta eficiencia energética, tales como sistemas de energía solar térmica que generan agua caliente y otros (Lasa, 2006).

El diseño de una vivienda con la utilización de aparatos de bajo consumo o electrodomésticos ecológicos los cuales se puedan reciclar así como la eliminación de aparatos electrónicos que se puedan sustituir por aparatos o procesos manuales, implementación de uso de energía solar y uso de aparatos con alimentación fotovoltaica además de hábitos en el uso del agua y la energía eléctrica (Pere Subiriana, 1999).

La arquitectura bioclimática es una racionalización de lo económico y de todo el proceso constructivo, es decir, que tiene en cuenta el costo global desde cómo se construyen los materiales, su transporte e incluso, su coste ambiental cuando acabe su vida útil y deban volver a la naturaleza (Garzón, 2007).

2.6. Temperatura

La temperatura de ambiente media no es la misma en todos los puntos de un local, pero teniendo en cuenta una cierta tolerancia en la exigencia y en la medida en que las exigencias de confort localizado (paredes frías y suelo) son satisfechas, podemos contentarnos con fijar la temperatura de ambiente media en el centro del local (Croiset, 1976).

Se puede pensar en la temperatura como una propiedad que determina la existencia de equilibrio térmico. Es decir dos cuerpos se encuentran en equilibrio térmico

cuando ambos cuentan con la misma temperatura (Blasco Laffon, Blasco Laffon, Fernández Valdéz, Lazada González, & Viñas Arrebola, 2008).

La temperatura es la variable ambiental que mayor impacto tiene en el hombre, tanto las temperaturas promedio y extremas, como la duración de los distintos rangos durante el día y el año, tiene una influencia en los requerimientos de control ambiental (Fonseca, 1995).

La temperatura está definida como el nivel térmico de las sustancias, la temperatura produce en nuestro tacto la sensación de frío o calor. El calor pasa de las sustancias de mayor a las de menor temperatura; cuando dos sistemas a distintas temperaturas se ponen en contacto, el caliente cede calor al frío hasta quedar ambos a la misma temperatura (Gracia Muñoz, Burbano de Ercilla, & Burbano García, 2003).

2.7. Humedad

(Yarke, 2005) Dice que la humedad es uno de los factores que más problemas ocasiona debido a las desigualdades existentes entre unas zonas y otras del mismo edificio, ya que es difícil que su distribución sea homogénea.

(Aulí i Mellado, 2005) Dice que para una vivienda ecológica la humedad apropiada debe oscilar entre el 40 y 70%. Por encima del 70% se producen humedades en el interior del edificio y, además sus ocupantes tienen una sensación pegajosa durante todo el día, por debajo del 40% se produce una sequedad de boca y dolor de cabeza.

(Fonseca, 1995) Habla de la otra variable climática, íntimamente ligada a la temperatura, es la humedad. Dentro de los rangos de variación de estos factores, la Figura número 3 muestra los parámetros de confort y cómo y cuándo hay que modificar las variables.

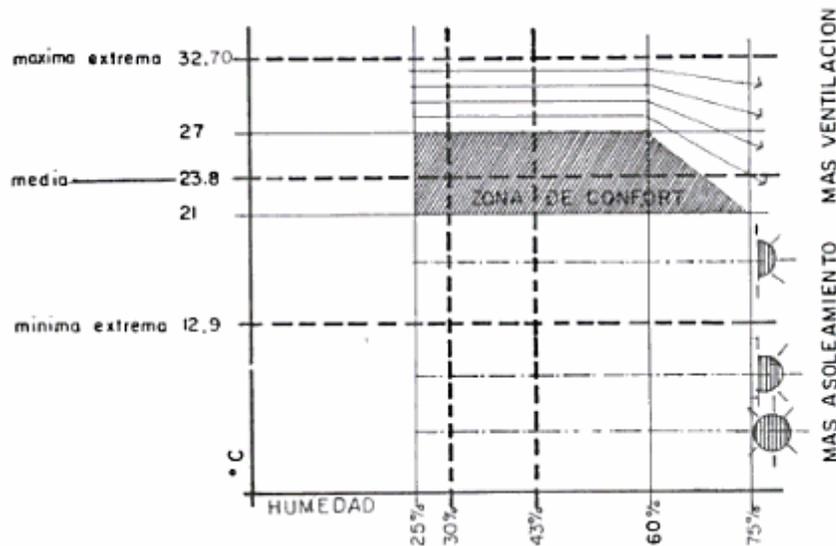


Figura 3 Gráfica que muestra la zona de confort.

2.8. Radiación Solar

El aprovechamiento de la energía solar, como fuente de energía útil tiene un doble objetivo: por un lado ahorrar en energías no renovables, sobre todo energía fósil y energía nuclear, y por otro amortiguar el impacto ambiental generado por ellas (Jutglar, 2004).

La radiación solar, que emite muchos miles de grados, es diferente de la radiación que se emite a la temperatura ordinaria, la radiación solar es de corta longitud de onda mientras que la radiación a la temperatura ordinaria es de gran longitud de onda (Croiset, 1976).

Según (Eca Instituto de Tecnología y Formación,) En función de cómo inciden los rayos en la tierra se distinguen tres componentes de la radiación solar: Directa, es la recibida desde el sol sin que se desvíe en su paso por la atmósfera. Difusa, es la que sufre cambios en su dirección principalmente debidos a reflexión y difusión en la atmósfera. Albedo, es la radiación directa y difusa que se recibe por reflexión en el suelo y otras superficies próximas.

De acuerdo con estudios de transferencia de calor, la radiación es una de las formas de transporte de energía por medio de ondas electromagnéticas o fotones, la radiación solar que incide en una cuerpo puede ser de dos tipos: directa y difusa, se entiende por radiación directa aquella que viene del sol sin cambiar de dirección, Radiación difusa en cambio es aquella que cambia de dirección por reflexión y dispersión (Sarmiento, 2007).

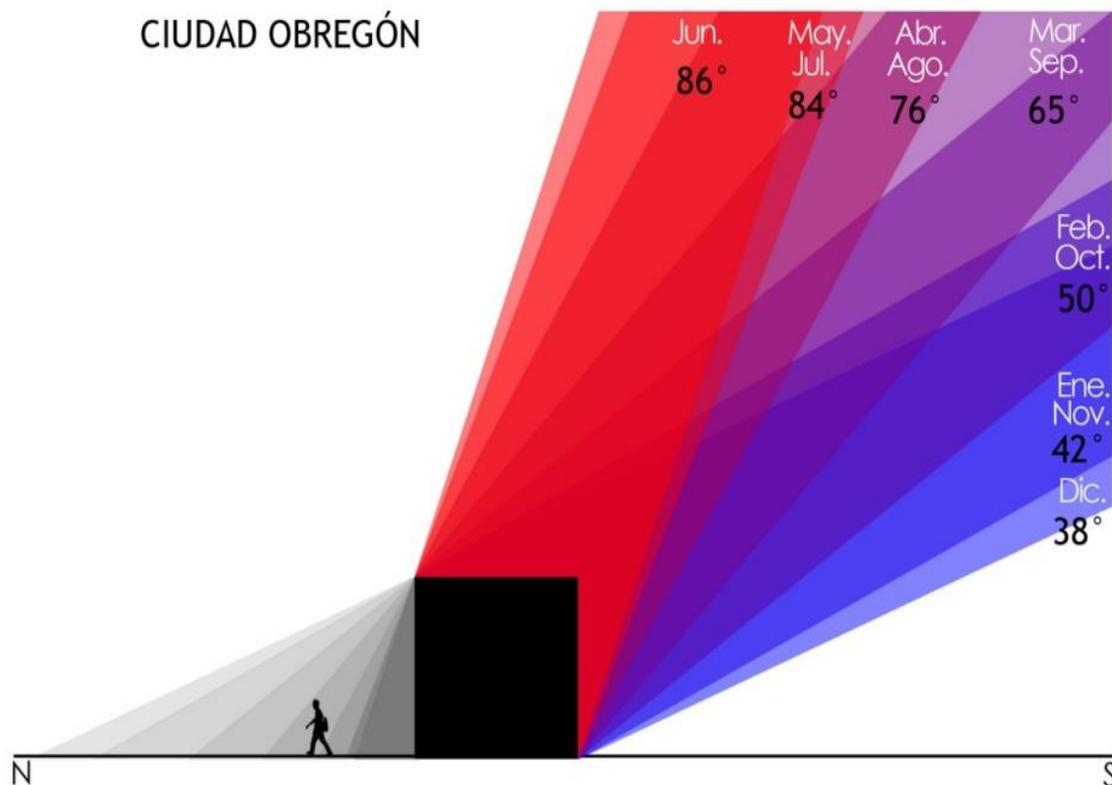


Figura 4 Inclinación solar anual a las 12:00 pm.

2.9. Ventilación

Los seres humanos no estamos preparados fisiológicamente para vivir a la intemperie. Esta carencia de aptitud natural debe ser compensada con la vestimenta en primer lugar, y con la utilización de edificios u otro tipo de espacios cerrados y protegidos (algo así como un segundo nivel de vestimenta) en segundo lugar; ambos nos preservan de aquellas condiciones naturales del clima que puedan ser perjudiciales a nuestra salud, a las vestimentas las podemos modificar permanentemente poniendo o sacando aquello que nos parezca más apropiado al momento, pero con lo edificios no podemos hacer lo mismo. (Yarke, 2005)

(Yarke, 2005) Habla de la ventilación natural como un atractivo para los proyectistas pues les ofrece adecuadas soluciones capaces de satisfacer las necesidades de confort y calidad de aire interior en un gran rango de condiciones climáticas, apareciendo como una estrategia lógica para muchos tipos de edificios que por diferentes razones no pueden ser equipados con sistemas mecánicos costosos; tales como escuelas, edificios de oficinas pequeños o medianos entre otros.

Los sistemas de ventilación pueden representar entre el 20 y 60% del gasto energético, en especial en el sector terciario, y esta proporción disminuye con la mejora del aislamiento de los edificios, para garantizar un confort natural de los usuarios en verano, es recomendable hacer circular el calor desde las zonas expuestas al sol (sur) hacia las zonas no expuestas (norte) (Rey Martínez & Velasco Gómez, 2006).

La renovación del aire interior de los ambientes por aire exterior sin empleo de fuerza motriz eléctrica se llama ventilación natural, el fenómeno se genera en forma natural

por la diferencia de presión producto del gradiente de temperaturas o por efecto dinámico del viento al chocar con la edificación (Sosa Griffin, 1999).

2.10. Propiedades de los materiales

2.10.1. Aislación Térmica

Los materiales con alta conductividad térmica k , es decir que facilitan el flujo de calor por conducción se les llaman buenos conductores y malos aisladores, por el contrario, aquellos con baja k se consideran aislantes térmicos (Sarmiento, 2007).

2.10.2. Inercia Térmica

Según (Sarmiento, 2007) Se entiende por inercia térmica la capacidad de los materiales de absorber y entregar calor Q misma que depende de la densidad (masa) y del calor específico, algunos de estos materiales que poseen buena inercia térmica son el agua, ladrillo, piedra y concreto, por otra parte la madera tiene pobres características de acumulación y los aislantes y el aire prácticamente no tienen inercia térmica.

2.11. Confort Térmico

El confort térmico está definido, de una forma general, por la ausencia de molestia sensorial. En el caso del confort térmico, acabamos de ver que el cuerpo se acomoda mal a una convección y a una radiación muy intensa; es pues el confort térmico el mantenimiento de un ambiente que permita una regulación térmica normal (Rougeron, 1977).

El confort o bienestar térmico es un concepto que involucra el metabolismo del cuerpo humano, los factores ambientales y las puestas psicológicas y sensoriales del ser humano; son consideraciones de tipo subjetivo, correspondientes a la interacción del organismo con las temperaturas del aire y superficiales, con los niveles de humedad y con la renovación y velocidad del aire de un área determinada (Sosa Griffin, 1999), Es un estado en el cual no se tiene una sensación de frío ni calor ni humedad ni deshidratación (Allard 1994)

Según la norma ISO 7730, el confort térmico se define como esa condición de la mente en la que se expresa la satisfacción con el ambiente térmico, además la sensación de bienestar de los ocupantes depende no sólo de la calidad total del ambiente, sino también de hábitos estrés, condición social, nivel cultural e incluso, de criterios subjetivos debidos a diferencias de sensibilidad entre individuos (Rey Martinez & Velasco Gómez, 2006).

Cuando una persona siente comodidad termo física en relación con el ambiente que la rodea, sea este aire libre o en un espacio interior, se dice que su situación es de bienestar termo físico o que se halla en condiciones de confort térmico (Yarke, 2005).

En la Figura número 5 correspondiente a la carta bioclimática de Olgyay, aparece en gris la zona que corresponde al confort. Esta zona está limitada por la temperatura del aire entre los 21°C y los 27°C y la humedad relativa entre 20% y 75%, con una zona de exclusión para el aire demasiado cálido y húmedo (sudor). Además, el gráfico muestra:

- Las sensaciones fisiológicas de las zonas periféricas

- Los límites de la actividad o el riesgo en función de las condiciones de calor y humedad
- La tolerancia a las bajas temperaturas cuando aumenta el arropamiento.

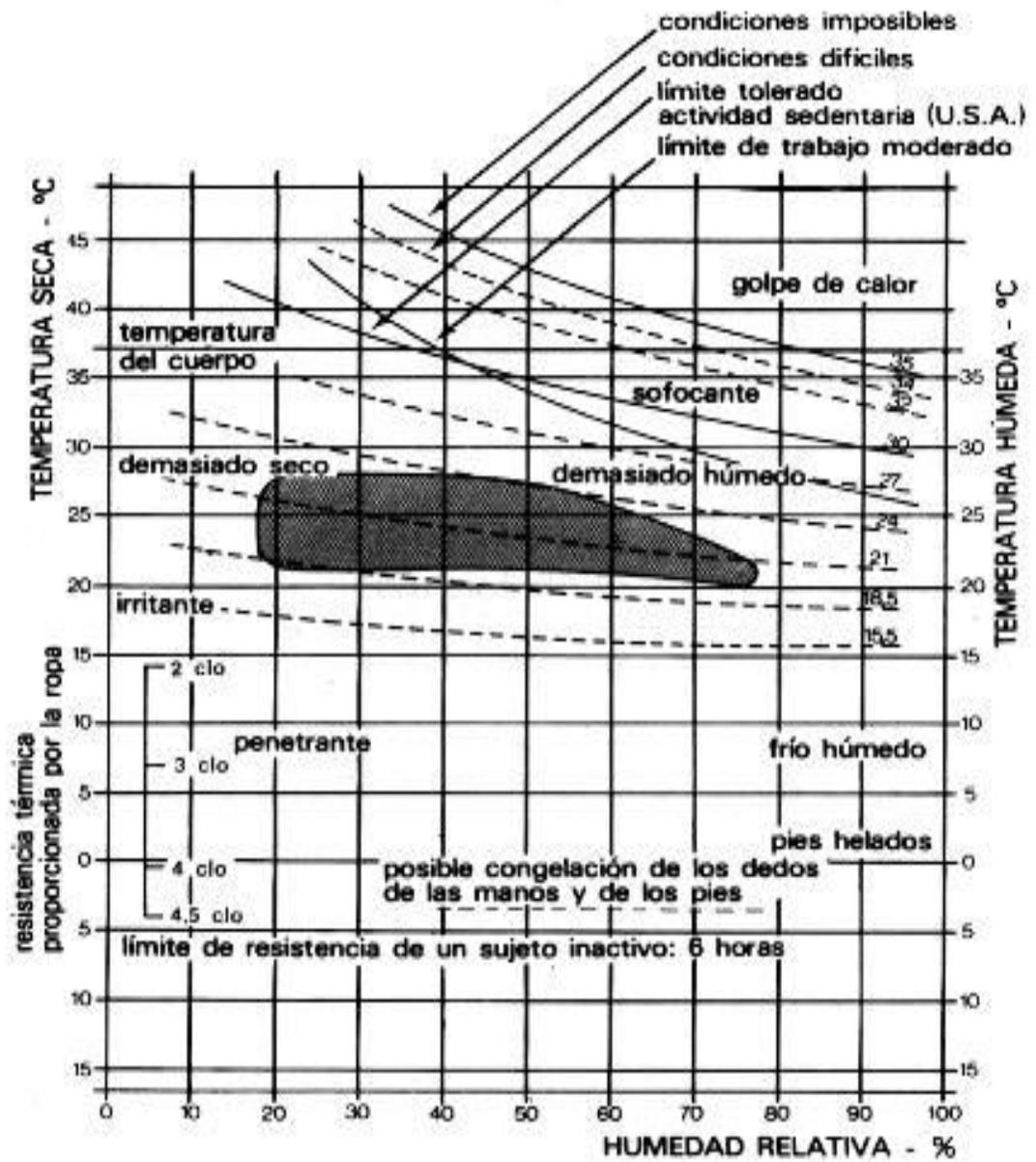


Figura 5 Carta bioclimática de Olgay

III. MÉTODO Y MATERIALES

3.1. Método

3.1.1. Tipo de investigación

La investigación cuantitativa se emplea para la obtención de información confiable en el aspecto estadístico, extraída de datos de una muestra que pueden generalizarse a una población más amplia. Un objeto fundamental de este tipo de investigación es cuantificar información en la fase cualitativa del estudio, la búsqueda cuantitativa, se emplea para establecer la validez de las conclusiones

preliminares y para identificar con mayor precisión las expectativas del cliente, (Dutka, 1998).

La investigación cuantitativa es un proceso formal, objetivo, riguroso y sistemático para generar información sobre el mundo. La investigación cuantitativa se realiza para describir nuevas situaciones, sucesos o conceptos del mundo, como ejemplo la clonación y su posible influencia en los cuidados de salud entre otros (Burns & Grove, 2012).

(Burns & Grove, 2012) Siendo la investigación cuantitativa de índole descriptiva y usada para comprender los efectos que pueden ser producidos a partir de datos obtenidos en campo aquí se emplea el uso de dispositivos encargados de la recuperación de datos para su futuro análisis y a partir de este predecir e informar el comportamiento con respecto al confort térmico de la vivienda según su orientación.

3.1.2. Participantes

En la investigación participaron maestros y alumnos de una institución de educación superior, desde asesorías acerca del uso de la instrumentación utilizada para el manejo y recolección de datos generados por los sensores, también del manejo de tablas y gráficas para representar resultados, también, seleccionar los puntos de colocación de sensores tomando como base los elementos de la vivienda y los espacios o áreas de las mismas.

3.1.3. Instrumentos

Dentro de los instrumentos utilizados el más importante es un registrador de datos (Data logger), el cual es un dispositivo electrónico que registra los datos en el tiempo o en relación a la ubicación con un sistema incorporado en el instrumento o el sensor. Los datos se programan utilizando software especializado (LogTag Analyzer), para activar un interfaz de registro y analizar los datos recogidos.

Uno de los principales beneficios del uso de registradores de datos es la capacidad de recopilar automáticamente datos de las 24 horas del día. Tras la activación, los registradores de datos normalmente se implementan y se deja sin supervisión para medir y registrar la información de la duración del período de seguimiento. Esto permite una imagen completa y precisa de las condiciones ambientales están controladas, tales como la temperatura del aire y la humedad relativa.

El software LogTag Analyzer, lee los datos, ejecuta y gráfica la serie de datos que registra cada sensor. Se utilizó también una computadora u ordenador que sirvió como herramienta principal en la ejecución de dicha información.

3.1.4. Procedimiento

Para llevar a cabo esta investigación, era necesario localizar cuatro viviendas en un fraccionamiento donde las edificaciones contaran con las mismas especificaciones (dimensiones, materiales con las que fueron construidas, orientación), para ello se buscó en las colonias ubicadas en el lado Oeste de Ciudad Obregón, donde se encuentran distintos fraccionamientos residenciales construidos por la misma empresa desarrolladora de viviendas.

3.1.4.1. Formalizar acuerdos de trabajo

Se realizó una serie de visitas a la empresa fraccionadora con el fin de formalizar acuerdos que nos ayudaran a realizar dicha investigación, donde la Institución de Educación superior por medio del Departamento de Ingeniería Civil firmó convenios de trabajo con la fraccionadora, dando a conocer la funcionalidad proyecto y como los resultados de este ayudaría a la empresa. Se consiguieron 24 sensores que registrarán datos de temperatura y humedad, los cuales posteriormente se instalarían en cada vivienda para continuar con el proyecto.

El fraccionamiento donde se hizo el estudio cuenta con un modelo tipo Villa, el cual distribuye las viviendas por secciones, en la figuras 6 y 7 se muestra el acceso principal al el fraccionamiento y una de las vialidades principales dentro el mismo.



Figura 6 Acceso principal al fraccionamiento



Figura 7 Vialidades principales del fraccionamiento

3.1.4.2. Selección de viviendas

Se seleccionaron cuatro viviendas localizadas en el sector mencionado, orientada cada una a distinto punto cardinal; en la figura 8 se muestra la localización de las cuatro viviendas.

La constructora realizó la propuesta de cuatro viviendas cuya ubicación y fachadas principales se muestran en las figuras 9, 10, 11 y 12 y localizadas en la sección II del fraccionamiento; en la calle Ablis entre Andrés y Michel.

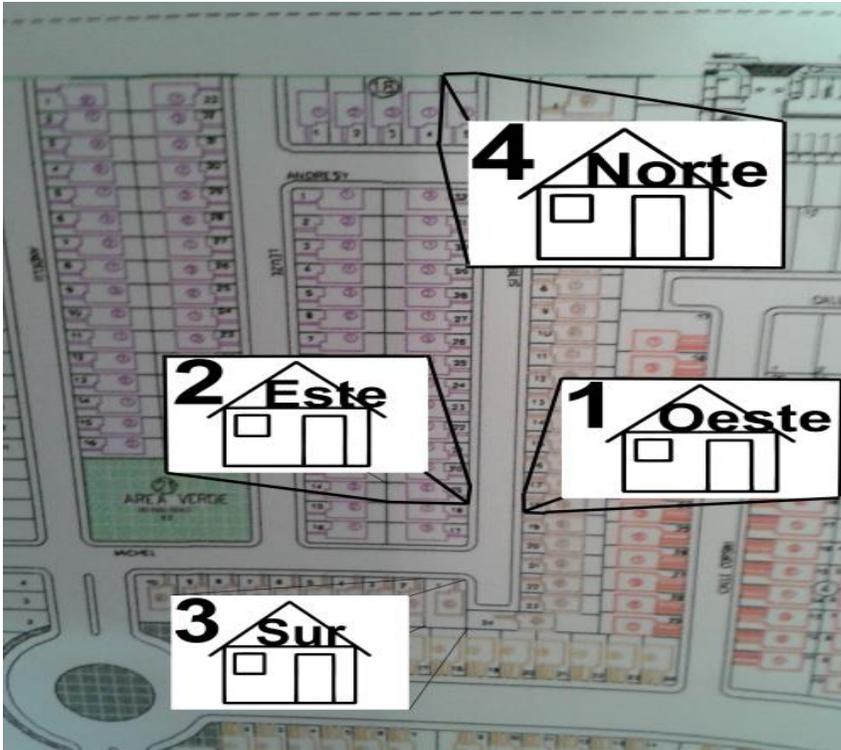


Figura 8 Ubicación de viviendas en el fraccionamiento



Figura 9 Fachada principal de Vivienda orientada al norte



Figura 10 Fachada principal de Vivienda orientada al sur

La Vivienda orientada al Norte y sur está localizada en la calle Andrés y Esquina con Ablis. La vivienda orientada al Sur se localiza en la calle Michel esquina con la calle Ablis, es la número 1.



Figura 11 Fachada principal de Vivienda orientada al Este



Figura 12 Fachada principal de Vivienda orientada al Oeste

Las viviendas orientadas al Este y Oeste son el número 18 y 19 de la calle Ablis.

3.1.4.3. Colocación y monitoreo de sensores en las viviendas

Se instaló un total de seis sensores por vivienda, colocados en los espacios que se muestran a continuación. Hay que señalar que cada sensor fue identificado con un número consecutivo para evitar errores u omisiones al momento de la recolección y captura de la información.

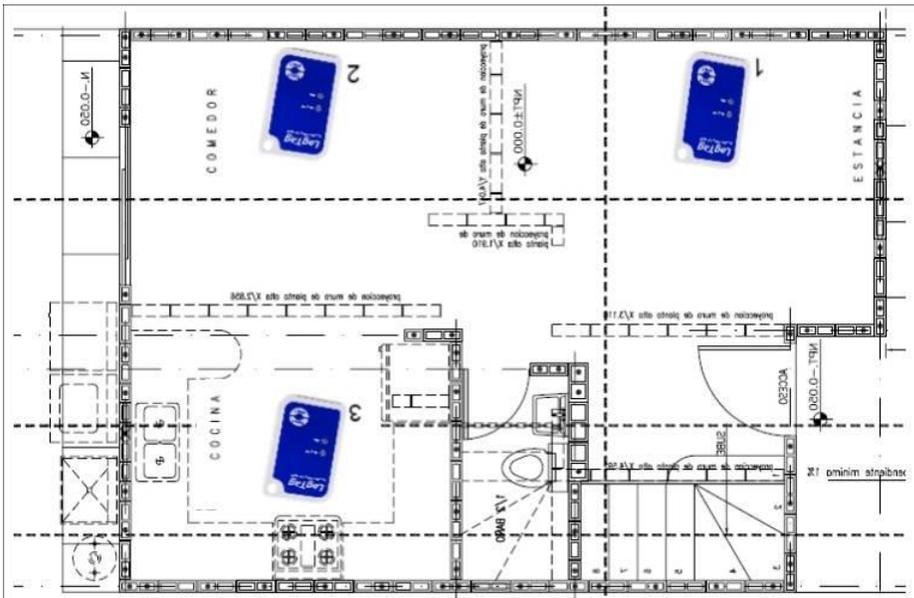


Figura 13 Planta arquitectónica de la vivienda uno, primer nivel Orientada al Este

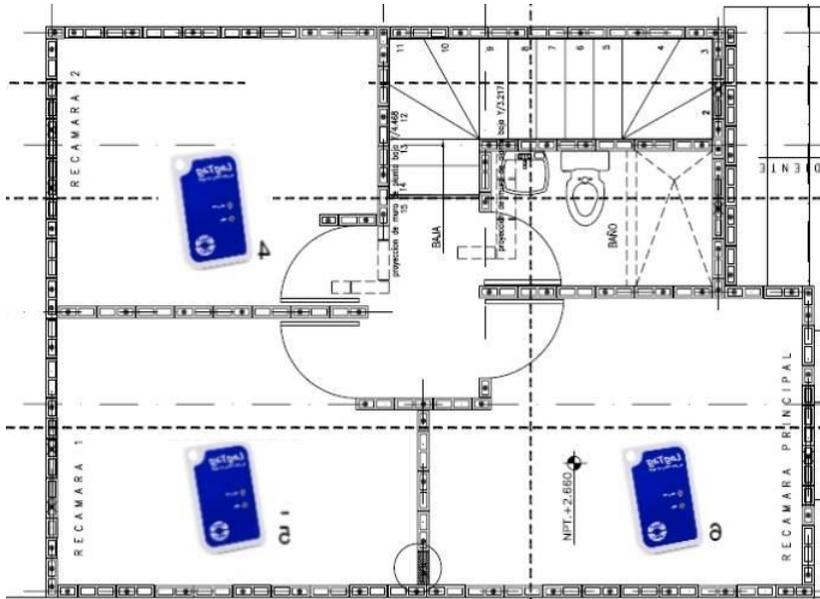


Figura 14 Planta arquitectónica de la vivienda uno, segundo nivel Orientada al Este

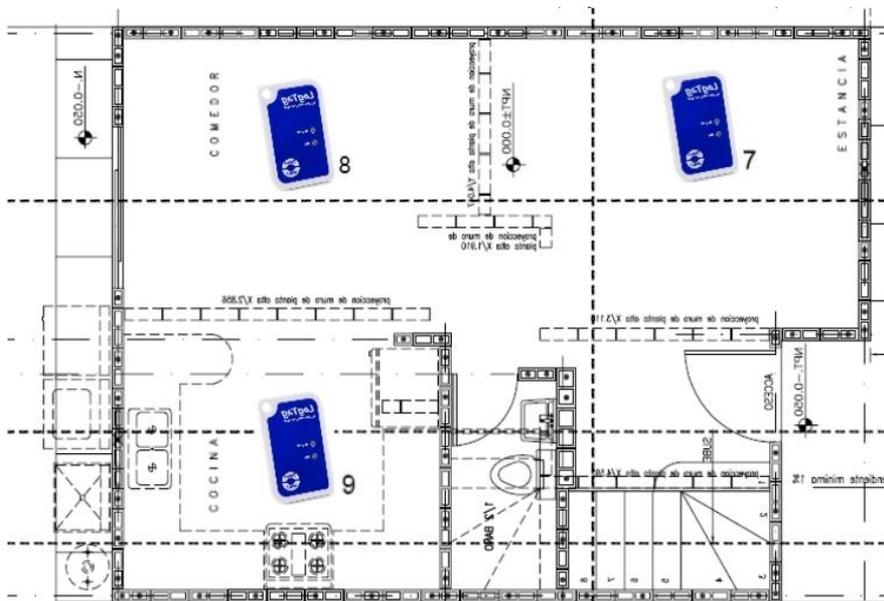


Figura 15 Planta arquitectónica de la vivienda dos, primer nivel. Orientada al Oeste

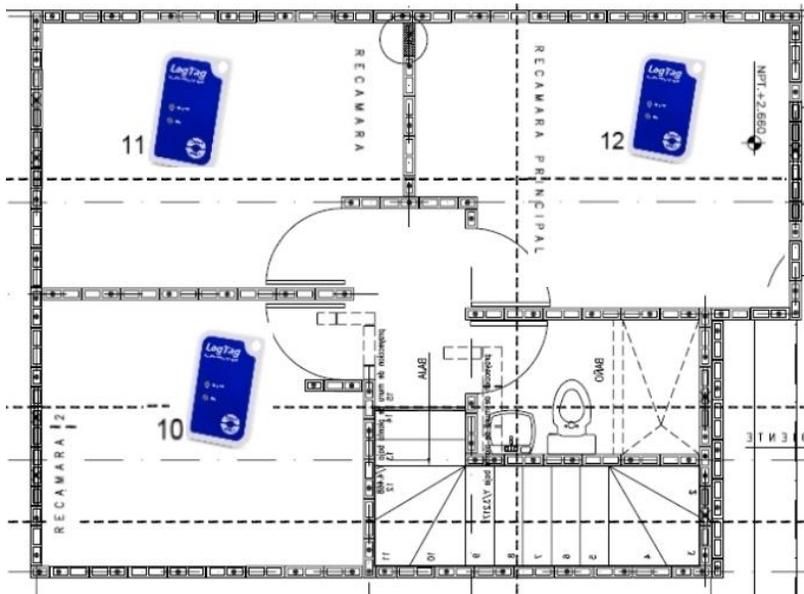


Figura 16 Planta arquitectónica de la vivienda dos, segundo nivel. Orientada al Oeste

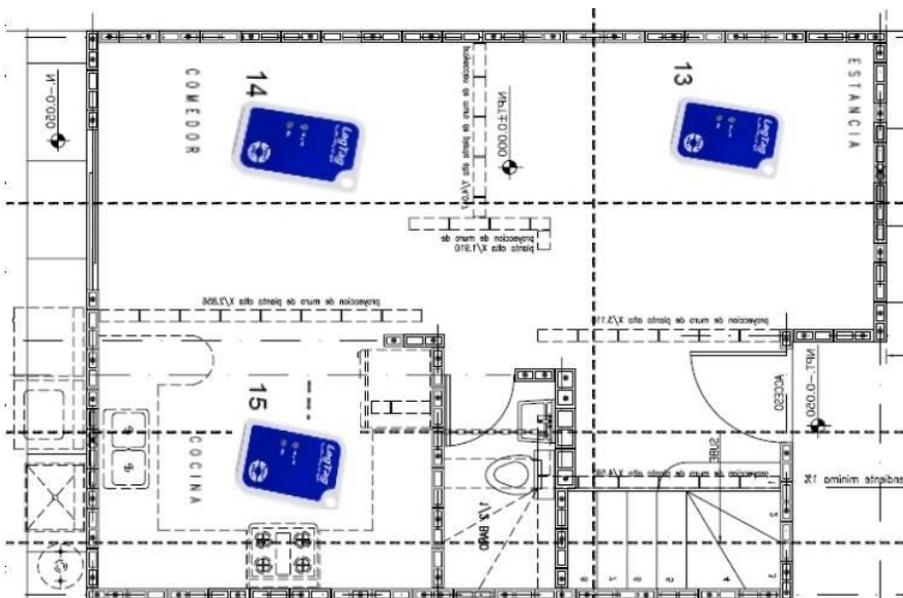


Figura 17 Planta arquitectónica de la vivienda tres, primer nivel. Orientada al Sur

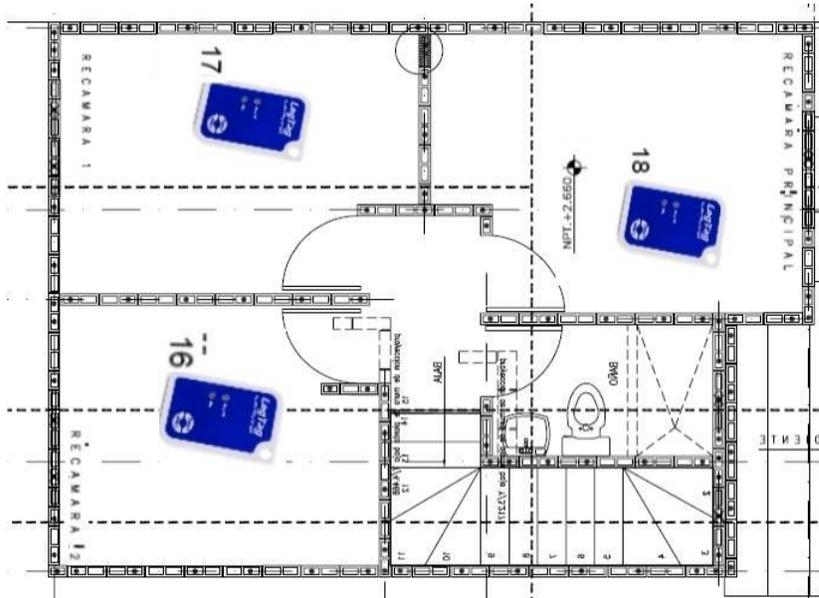


Figura 18 Planta arquitectónica de la vivienda tres, segundo nivel. Orientada al Sur

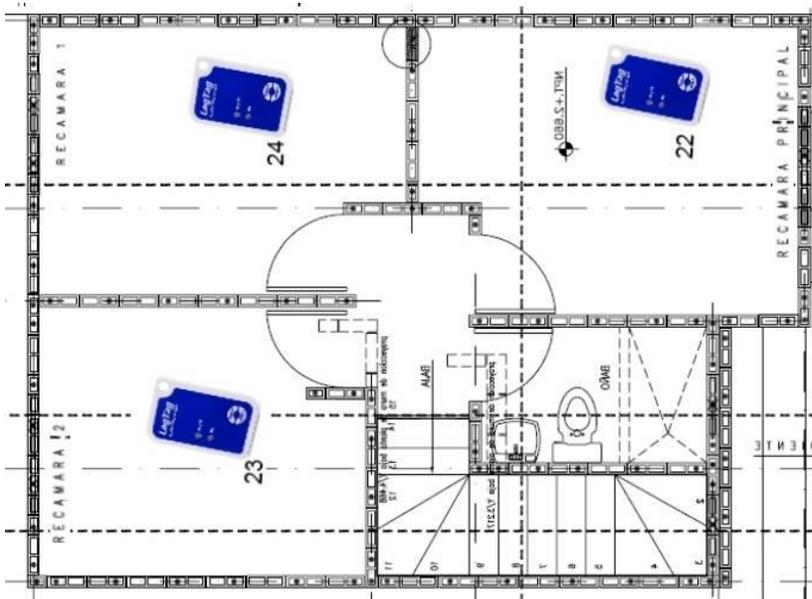


Figura 19 Planta arquitectónica de la vivienda cuatro, primer nivel. Orientada al Norte

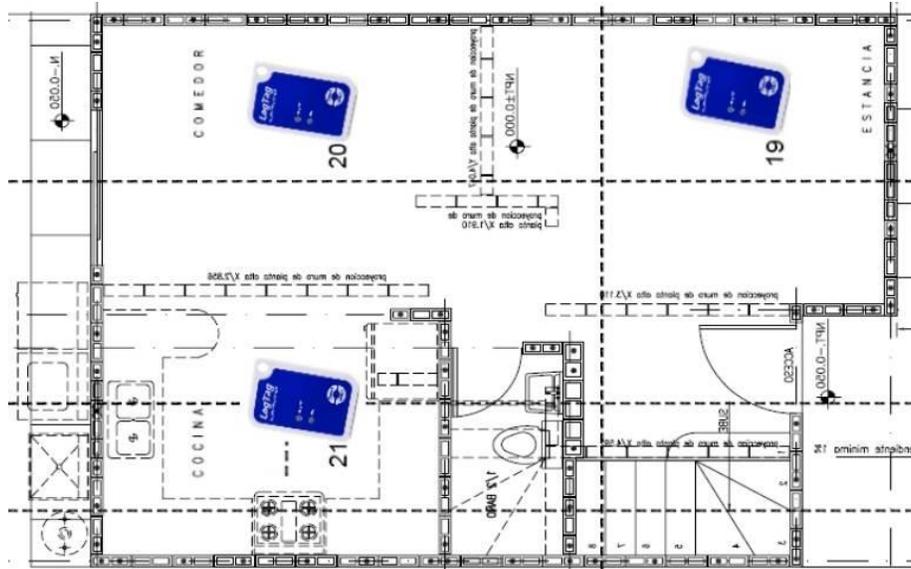


Figura 20 Planta arquitectónica de la vivienda cuatro, segundo nivel. Orientada al Norte.

La colocación de cada sensor fue similar en todos los casos, para poder comparar que variación térmica había en el interior de las viviendas, en el centro de cada habitación se colocó cada dispositivo a la una altura aproximada de 1.30 metros. (Ver figura 18).



Figura 21 Instalación de sensores

3.1.4.4. Capturar registro de datos periódicamente

Los sensores o dispositivos se programaron para tomar registros de temperatura y humedad a un intervalo de 15 minutos, durante un período de 90 días, sin embargo cada 30 días se hacían visitas para recolectar la información capturada en dichos dispositivos, apoyados de un adaptador el cual se conectaba a cada sensor y transfería la información recabada hacia un Ordenador (PC), este proceso se llevó a cabo durante tres períodos mensuales.

También se realizaron visitas cada 5 días para revisar el estado que guardaban los sensores, en relación desprendimientos o posible vandalismo.

3.1.5. Programación de los sensores para registro de datos

Se programó cada sensor o dispositivo, asignando parámetros de registro de datos, utilizando el software LogTag Analyzer, programando cada sensor para capturar temperatura y/o humedad, realizando la configuración deseada, por medio de un adaptador conectado a un dispositivo USB (Universal Serial Bus).

Se insertaron los dispositivos, programados por períodos, adaptando los rangos de registro, intervalo de tiempo en la toma de datos. La Figura 20 representa el diagrama gráfico y las lecturas de los registros ya descargados en dicho software.

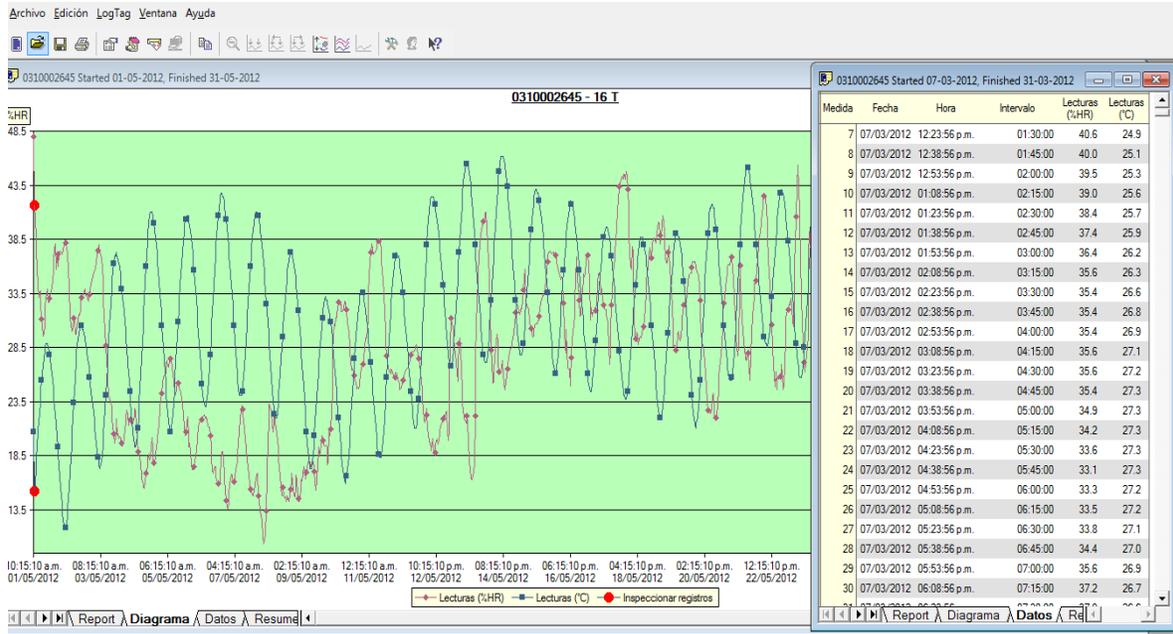


Figura 22 Registro de datos con los sensores log tag

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos con base a la investigación acerca de cuál de las cuatro casas objeto de estudio; ofrece a sus habitantes el mejor comportamiento de confort térmico.

Los resultados se dividieron en dos tipos de presentación, esto con el fin de dar una explicación más clara acerca de los hechos ocurridos; inicialmente se recopilaron los datos y se ordenaron en un programa informático (Excel) con la ayuda de aplicaciones de éste, como son las gráficas dinámicas con las cuales la información fue procesada con más claridad; esto porque la muestra de datos fue de gran tamaño y para efectos de este estudio se debía tomar sólo lo necesario, es decir

recortar los días a sólo un lapso de horas, ya que se consideró que fueron las más importantes.

A continuación cada espacio fue analizado en gráficas que a continuación se muestran, presentando el comportamiento tanto de humedad como de temperatura con el fin de revisar si éstos se comportaban constantes o si tenían picos o cambios grandes en tiempos cortos, esto para descartar un posible error en estos casos y que los mismos no nos provocaran resultados que no nos servirán para el estudio.

Con la revisión de estas gráficas se tomaron tres datos de temperatura y humedad, la mínima promedio y máxima, y hacer una tabla con respecto a la sensación térmica que pudiesen mostrar la unión de temperatura y humedad y en este caso dar resultados concretos a partir de esta tabla.

4.1. Interpretación de los resultados

Ya capturado el número del total de registros, se importó dicha información a Microsoft Excel para generar tablas dinámicas y hacer un comparativo de resultados, generando gráficos y analizando la información para realizar soluciones en el estudio.

El método de tablas dinámicas permite un mejor ordenamiento, clasificación y manejo de la información y realizar comparaciones de manera muy diversa y útil, puesto que de una manera simultánea nos permitió manejar e interpretar datos de

números de vivienda, orientación de viviendas, sensores días horas, minutos temperatura y humedad.

Las gráficas fueron construidas con el promedio de la temperatura de cada día de cada vivienda utilizando el promedio de la temperatura y de la humedad de cada sensor en el periodo del día seleccionado para el estudio y haciendo un procedimiento de revisar la temperatura en relación con la humedad y obteniendo a partir de estas la sensación térmica resultante, en la tabla número 3 se puede observar que para cada temperatura se puede relacionar con una humedad; con ello obtenemos la temperatura real en la cual está la vivienda.

Finalmente en la tabla se colocaron colores representando condiciones numéricas de sensación térmica misma que implica un valor desfavorable o favorable de confort, los colores rojos descendiendo a amarillo después verde y finalmente blanco muestran una descendencia en cuanto a valores desfavorables es decir: el color rojo es muy desfavorable peligroso para una insolación o deshidratación de la personas ocupantes de la vivienda, en color amarillo nos dice que es desfavorable sin riesgos, aun así no es lo mejor que estamos buscando. El color verde por el contrario nos dice que es una condición favorable de confort o sensación térmica y el color blanco es una condición mayormente favorable y de cierta manera lo mejor en cuanto a confort o sensación térmica; cabe señalar que en este último color están las temperaturas hasta los 20°C y el 0% de humedad, los valores más bajos de temperatura empezaran a indicar condiciones demasiado frías y en las cuales el confort empezaría a ser desfavorable en cuestión de frío, lo que en este estudio y por las condiciones de la ciudad son muy bajas las probabilidades.

| TEMP. (° C) | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 | 95 | 100 |
|-------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|
| 20 | 16 | 16 | 17 | 17 | 17 | 18 | 18 | 19 | 19 | 19 | 19 | 19 | 20 | 20 | 20 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 |
| 21 | 18 | 18 | 18 | 19 | 19 | 19 | 19 | 19 | 20 | 20 | 20 | 20 | 21 | 21 | 21 | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 | 23 |
| 22 | 19 | 19 | 19 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 21 | 21 | 21 | 21 | 22 | 22 | 22 | 22 | 23 | 23 | 23 | 23 | 24 |
| 23 | 20 | 20 | 20 | 20 | 21 | 21 | 22 | 22 | 22 | 23 | 23 | 23 | 23 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 25 | 25 |
| 24 | 21 | 21 | 22 | 22 | 22 | 22 | 23 | 23 | 23 | 24 | 24 | 24 | 24 | 25 | 25 | 25 | 25 | 26 | 26 | 26 | 26 |
| 25 | 22 | 23 | 23 | 23 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 25 | 25 | 25 | 26 | 26 | 26 | 27 | 27 | 27 | 28 | 28 |
| 26 | 24 | 24 | 24 | 24 | 25 | 25 | 25 | 26 | 26 | 26 | 26 | 27 | 27 | 27 | 27 | 28 | 28 | 29 | 29 | 29 | 30 |
| 27 | 25 | 25 | 25 | 25 | 26 | 26 | 26 | 27 | 27 | 27 | 27 | 28 | 28 | 29 | 29 | 30 | 30 | 31 | 31 | 31 | 33 |
| 28 | 26 | 26 | 26 | 26 | 27 | 27 | 27 | 28 | 28 | 28 | 29 | 29 | 29 | 30 | 31 | 32 | 32 | 33 | 34 | 34 | 36 |
| 29 | 26 | 26 | 27 | 27 | 27 | 28 | 29 | 29 | 29 | 29 | 30 | 30 | 31 | 33 | 33 | 34 | 35 | 35 | 37 | 38 | 40 |
| 30 | 27 | 27 | 28 | 28 | 28 | 28 | 29 | 29 | 30 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 39 | 40 | 41 | 45 |
| 31 | 28 | 28 | 29 | 29 | 29 | 29 | 30 | 31 | 31 | 31 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 39 | 40 | 41 | 45 | 45 | 50 |
| 32 | 29 | 29 | 29 | 29 | 30 | 31 | 31 | 33 | 33 | 34 | 35 | 35 | 37 | 39 | 40 | 42 | 44 | 45 | 51 | 51 | 55 |
| 33 | 29 | 29 | 30 | 30 | 31 | 33 | 33 | 34 | 34 | 35 | 36 | 38 | 39 | 42 | 43 | 45 | 49 | 49 | 53 | 54 | 55 |
| 34 | 30 | 30 | 31 | 31 | 32 | 34 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 41 | 42 | 44 | 47 | 48 | 50 | 52 | 55 | | |
| 35 | 31 | 32 | 32 | 32 | 33 | 35 | 35 | 37 | 37 | 40 | 40 | 44 | 45 | 47 | 51 | 52 | 55 | | | | |
| 36 | 32 | 33 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 39 | 39 | 42 | 43 | 46 | 49 | 50 | 54 | 55 | | | | | |
| 37 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 38 | 38 | 41 | 41 | 44 | 46 | 49 | 51 | 55 | | | | | | | |
| 38 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 39 | 40 | 43 | 44 | 47 | 49 | 51 | 55 | | | | | | | | |
| 39 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 41 | 41 | 44 | 46 | 50 | 50 | 55 | | | | | | | | | |
| 40 | 35 | 36 | 37 | 39 | 40 | 43 | 43 | 47 | 49 | 53 | 55 | | | | | | | | | | |
| 41 | 35 | 36 | 38 | 40 | 41 | 44 | 45 | 49 | 50 | 55 | | | | | | | | | | | |
| 42 | 36 | 37 | 39 | 41 | 42 | 45 | 47 | 50 | 52 | 55 | | | | | | | | | | | |
| 43 | 37 | 38 | 40 | 42 | 44 | 47 | 49 | 53 | 55 | | | | | | | | | | | | |
| 44 | 38 | 39 | 41 | 44 | 45 | 49 | 52 | 55 | | | | | | | | | | | | | |
| 45 | 38 | 40 | 42 | 45 | 47 | 50 | 54 | 55 | | | | | | | | | | | | | |
| 46 | 39 | 41 | 43 | 45 | 49 | 51 | 55 | | | | | | | | | | | | | | |
| 47 | 40 | 42 | 44 | 47 | 51 | 54 | 55 | | | | | | | | | | | | | | |
| 48 | 41 | 43 | 45 | 49 | 53 | 55 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 49 | 42 | 45 | 47 | 50 | 54 | 55 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 50 | 42 | 45 | 48 | 50 | 55 | | | | | | | | | | | | | | | | |

Tabla 2 Tabla para calcular la temperatura real por efecto de la humedad y las diferentes zonas de confort

Con respecto a los resultados obtenidos solamente en °C y pues la combinación de la temperatura y la humedad arroja el mismo, se hacen unos cambios en los rangos de confort térmico visto en la Figura 24 Carta bioclimática de Olgay, la cual muestra una combinación de humedad y temperatura normal.

Para una temperatura máxima de 27°C que muestra el límite del rango de confort encerrado en color gris se dice que aún con una humedad relativa de 20 a 50% ésta aún sigue estando en el rango de confort de ahí se va a la tabla 3 y calculando este valor de 27 °C con los valores de 20 y 50% de humedad, obtenemos los mismos 27°C, por tanto el límite de valor máximo de temperatura en nuestra zona de confort será 27°C. Por otra parte para las temperaturas mínimas que comprenderán esta zona, tenemos temperaturas mínimas de 20°C mientras que para la humedad entran valores que van desde el 20 hasta el 75%, por lo cual se procede a revisar las mismas en la tabla 3 y obteniendo a partir de ella temperatura mínima de 18°C por tanto en cuestión de temperatura con efecto de la humedad.

La zona de máxima temperatura en la zona de confort óptimo para las gráficas misma que está en color verde será de 27°C y la mínima para esta zona está comprendida en los 18°C.

La zona comprendida entre las temperaturas que van de los 28°C a los 39°C estará denominada como una zona tolerable Sofocante obtenido de la carta de Oglyay, ilustrada en color amarillo, mientras que a partir de los 39°C estará la zona intolerable o en la cual se provocará golpe de calor, esta zona en color rojo; estas dos zonas comprende temperaturas calientes.

Mientras que encima de la zona de confort óptimo se encuentran las zonas calientes por debajo por el contrario se encuentran las zonas frías, las cuales a partir de los 18°C hasta los 10°C entran en una zona de frio irritante mostrada en color blanco, sin embargo aún más debajo de estas temperaturas se encuentra la zona de frío húmedo penetrante comprendida en el rango de los 9°C a los 0°C, color azul para esta última.

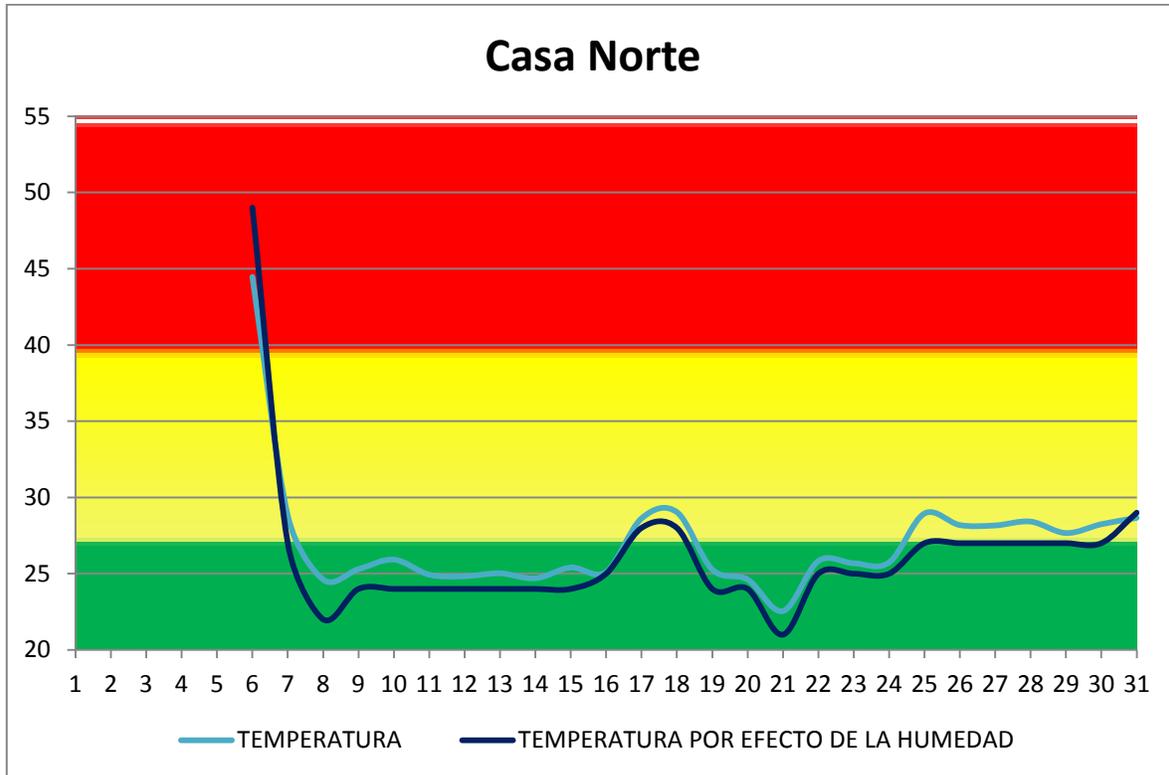
Con estos argumentos la explicación de cada una de las casas se llevará a cabo de tal manera de que se obtenga una mejor comprensión de los datos obtenidos en ellas.

4.1.1. Marzo

La Gráfica 1 muestra la variación de la temperatura y la humedad a lo largo del mes de Marzo en la casa orientada hacia el Norte; en la cual se puede percibir un pico extremo de calor en los primeros dos días del registro; es decir que en este mes se obtuvieron registros a partir del día 6 de Marzo.

Los días correspondientes del 8 al 31 de marzo la temperatura estuvo en la zona de confort (Zona Verde), y en la zona Fría (Zona Blanca) con temperaturas bajas hasta los 22°C Reales, ya que este dato se obtiene con la suma de la temperatura y su correspondiente humedad logrando la temperatura real con efecto de la humedad.

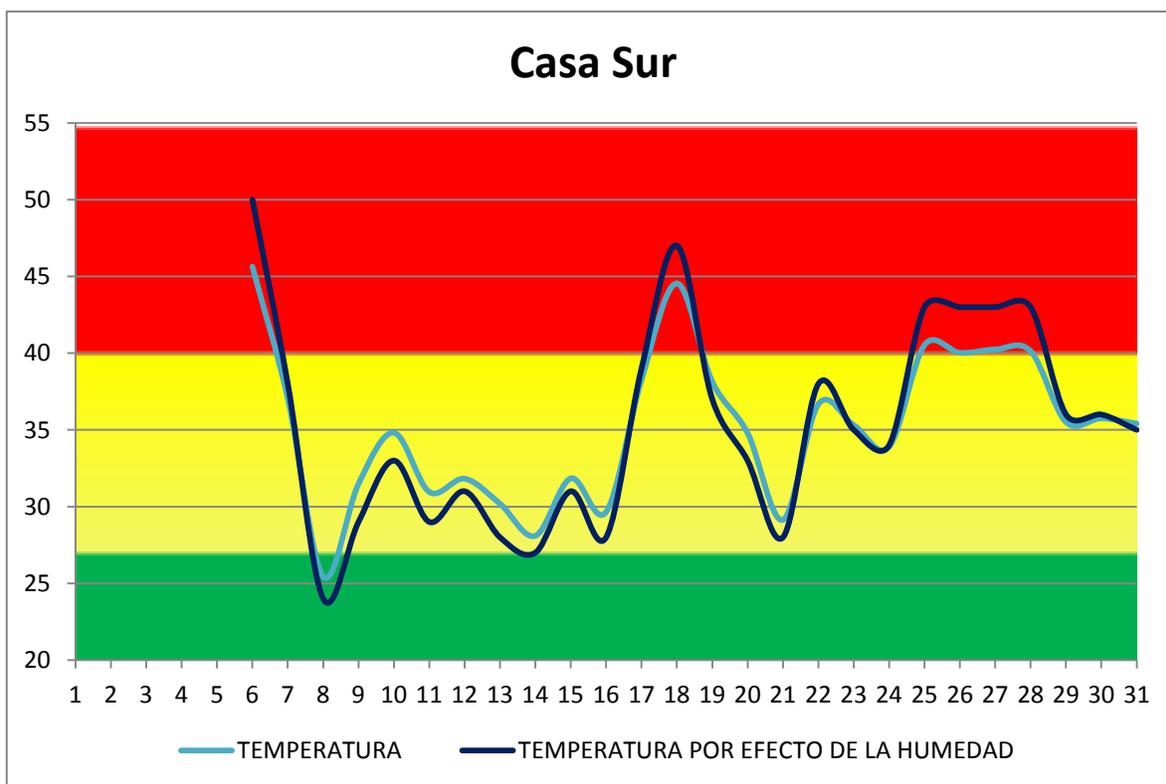
Se observa en esta misma tabla que de una temperatura de 35 °C hacia arriba, el efecto de la humedad es de aumentar más la temperatura y entrar en el rango de calor, mientras que por debajo de esta el efecto de la humedad tiende a bajar la temperatura con una variación de -2.5°C menos por el efecto de la humedad.



Gráfica 1 Variación de la temperatura y la temperatura por efecto de la humedad en casa orientada hacia el Norte

En la gráfica 2 se muestra el comportamiento de la temperatura y la misma con el efecto que adquiere al ser afectada por la humedad mismo que muestra un comportamiento con poco confort térmico ya que tiende a ser más caliente y caliente medio y sólo algunos días permanecer en la zona de confort, esto gracias a la presencia de la humedad pues como se muestra en los días 11, 12, 15 y 21; la temperatura normal está aún en el rango caliente medio Zona Amarilla y con el efecto de la humedad tiende a bajar -2.5 a 3 °C poniéndola en esta caso en la Zona de confort óptimo.

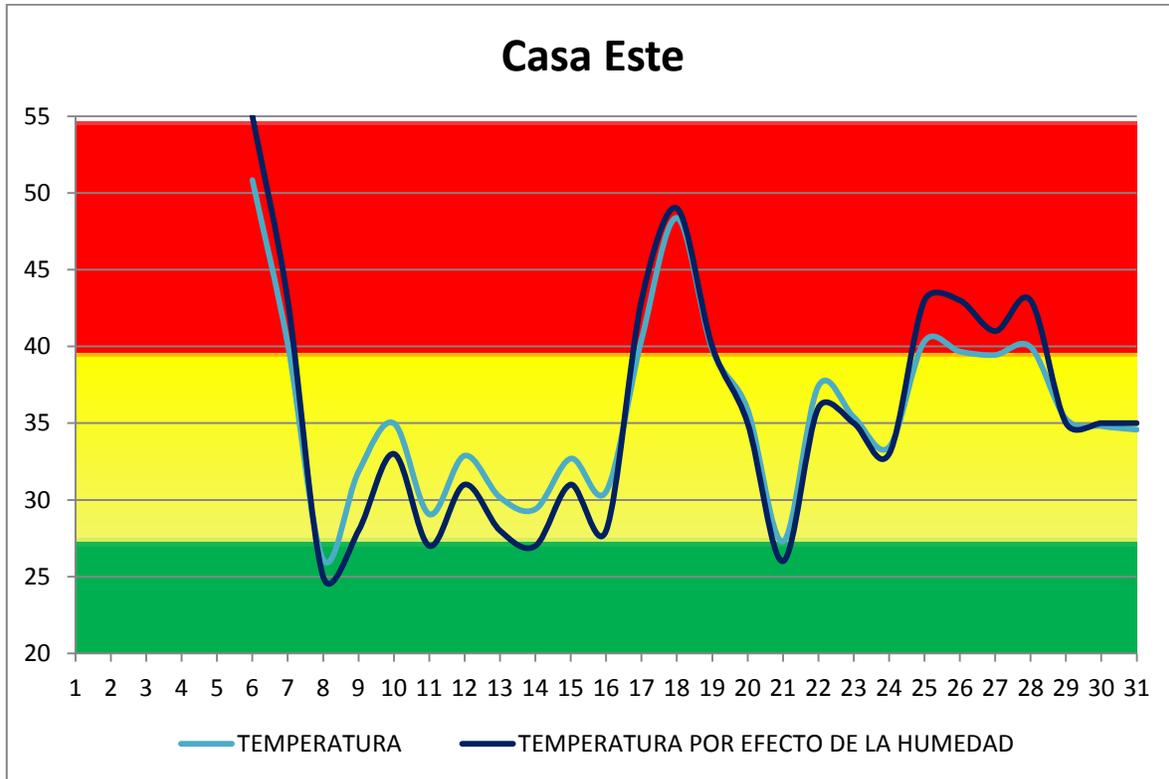
Por segunda ocasión la línea en la que cambia el efecto de la humedad sobre la temperatura se encuentra en los 35°C para la casa orientada hacia el sur.



Gráfica 2 Variación de la temperatura y la temperatura por efecto de la humedad en casa orientada hacia el Sur

La Gráfica 3 muestra para la casa Este muy poca tendencia a la zona de confort óptimo y por el contrario se observan dos picos y una constante permanencia en la zona crítica de calor, las temperaturas más bajas fueron de 27 y gracias a la influencia de la humedad esta se convirtió en 25°C la cual sólo se presentó dos días.

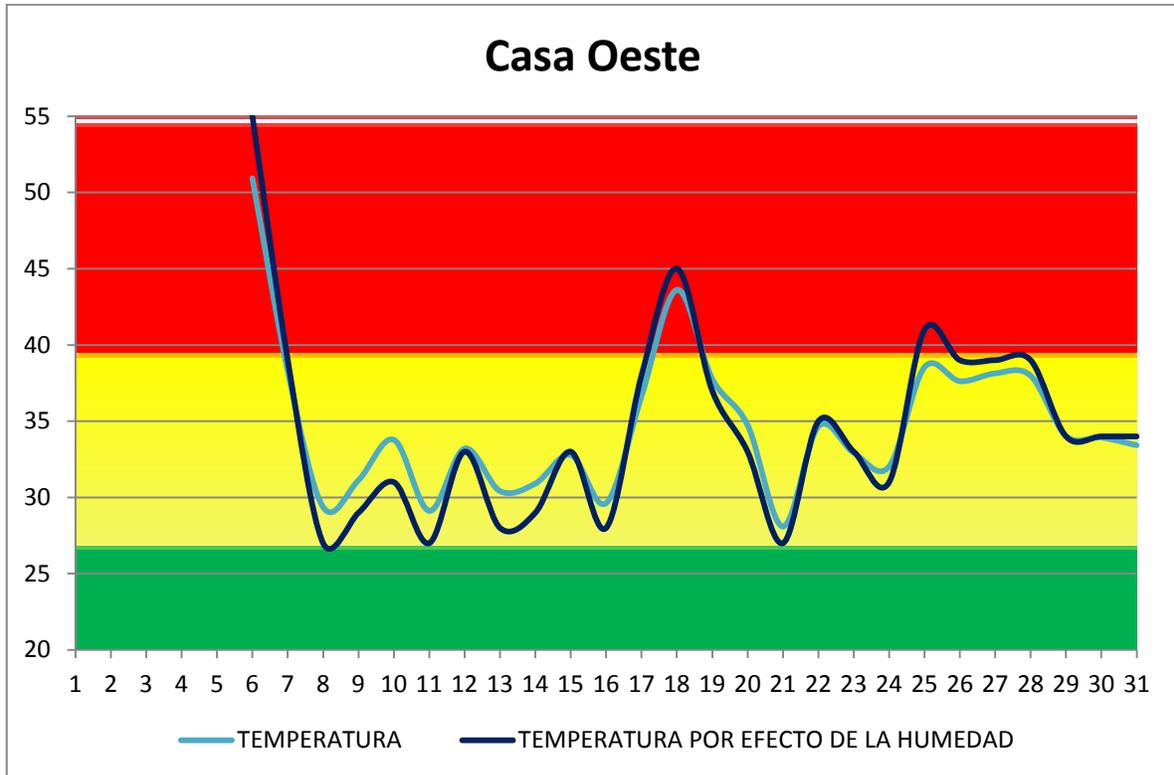
Como nota importante la zona en la cual la temperatura no es afectada por la humedad en esta vivienda es en los 35°C.



Gráfica 3 Variación de la temperatura y la temperatura por efecto de la humedad en casa orientada hacia el Este

La casa oeste durante el mes de marzo mostrado en la gráfica 4 se puede observar un comportamiento similar a la casa Este ya que el mismo pico en los días 17 a 19, en este mes el mismo pico llegó a los 45°C 5° menos que en la casa Este. Mientras que no mantiene un buen comportamiento y mucho tiempo el comportamiento está fuera de la zona de confort óptimo (Zona Verde).

Como nota, se logró observar, que en los 33°C a 35°C de esta vivienda hubo una humedad suficiente para que la temperatura no tuviese un cambio.



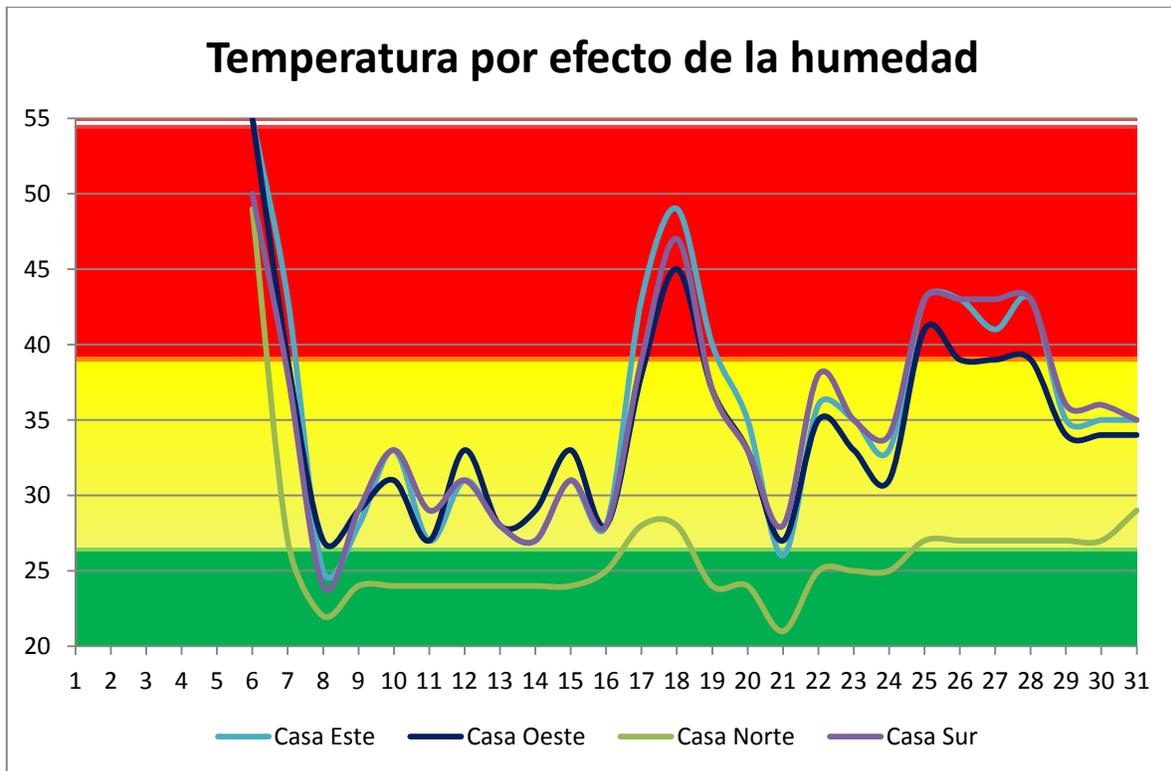
Gráfica 4 Variación de la temperatura y la temperatura por efecto de la humedad en casa orientada hacia el Este

Los datos obtenidos por separado en cada casa no son lo suficientemente claros para poder dar un veredicto sobre la vivienda más aceptable de confort térmico, por lo tanto se construye un tabla con un recopilado de las cuatro casas en la cual sólo se colocara la temperatura con el efecto de la humedad, lo cual nos permitirá observar y determinar la temperatura real y cual casa brinda un mejor comportamiento de confort térmico.

En la gráfica 5 se puede observar un comportamiento similar entra las casas orientadas hacia el Sur, Este y Oeste, siendo la casa Este la vivienda que presenta las temperaturas más altas, además de apreciar que durante los días 7, 8, 17, 18,19,

y del 25 al 30, se presentaron las temperaturas más críticas y fuera del rango óptimo de confort en general.

La vivienda orientada hacia el Norte muestra el mejor comportamiento de confort térmico es decir la temperatura en esta casa es la más aceptable y con la cual en el mes de marzo la casa mejor posicionada.

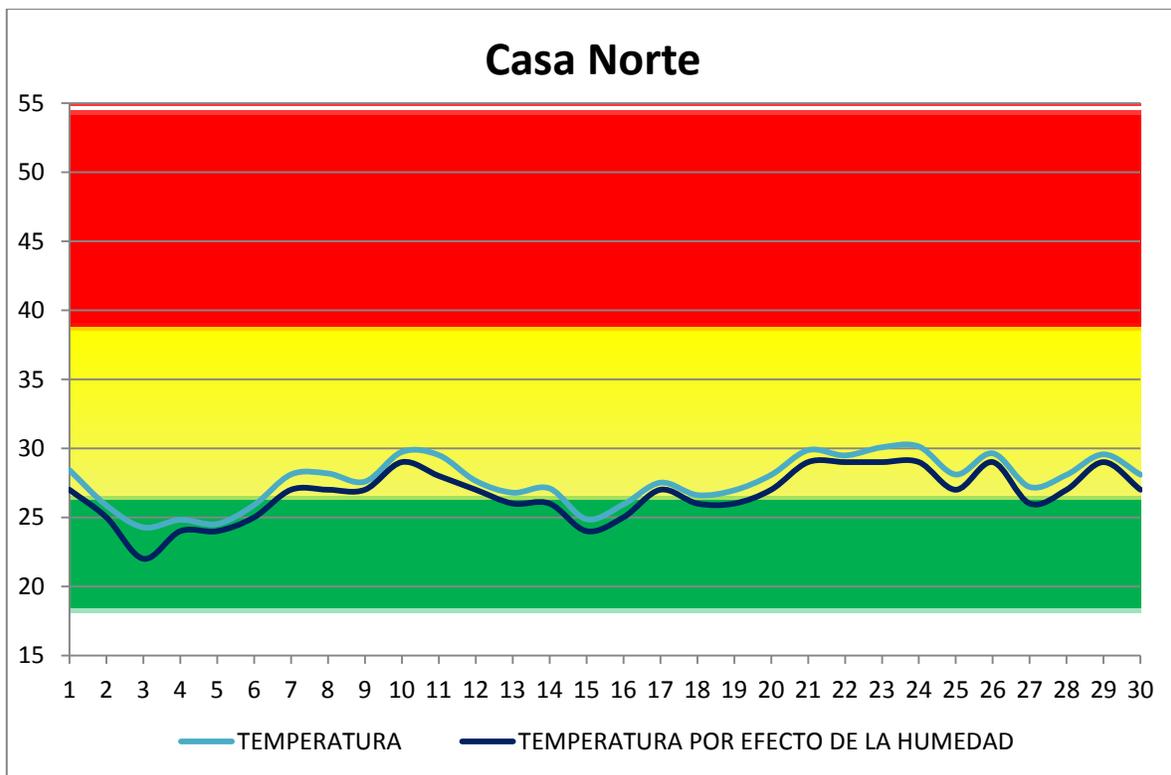


Gráfica 5 Temperatura con efecto de la humedad de las cuatro viviendas en el mes de Marzo

4.1.2. Abril

Para tener información suficiente sobre las temperaturas y no sólo del mes de marzo; se realizan para el mes de abril y una serie de gráficas sobre las temperaturas obtenidas durante este mes; la gráfica 6 se muestra la variación de la temperatura

sin humedad y la real aquella que está siendo afectada por el efecto de la humedad, misma que se observa que este último factor la humedad aunado a que la temperatura está por debajo de los 30°C; solamente está siendo factor para que la temperatura baje 2.5°C cada una de las temperaturas en promedio; por otra parte la temperatura más baja es de 21°C lo cual pone a la vivienda con el mejor comportamiento de confort térmico saliendo un poco de la zona Verde pero esto es con temperaturas más bajas y más óptimas.

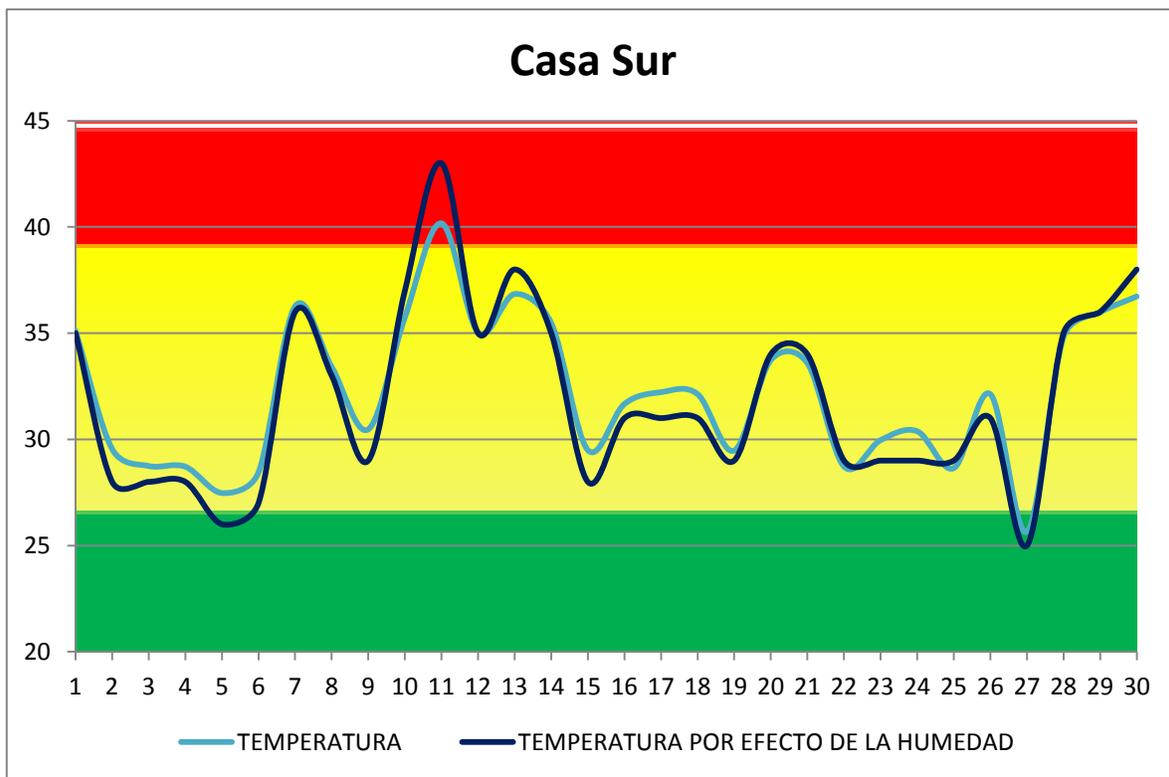


Gráfica 6 Variación de la temperatura y la temperatura por efecto de la humedad en casa orientada hacia el Norte mes Abril

En la gráfica 7 correspondiente a la vivienda orientada hacia el sur en el mes de abril, se aprecia un comportamiento térmico medio, es decir la temperatura más alta afecta pues entra en la zona de calor crítico Zona roja esto por el efecto de la humedad ya que hace subir 3°C la temperatura sin efecto de humedad; alrededor de 15 días se coloca en la zona de calor medio zona amarilla y menos de la mitad del mes en la

zona óptima de confort con una pequeña entrada en la zona fría Zona blanca; como se vienen presentando en gráficas anteriores y comprobando en esta, a los 35°C de la temperatura, la humedad no afecta a esta en lo más mínimo, de esta temperatura hacia arriba la humedad hace que aumente en 2.5°C y de la misma hacia abajo hace que disminuya en la misma medida aproximadamente.

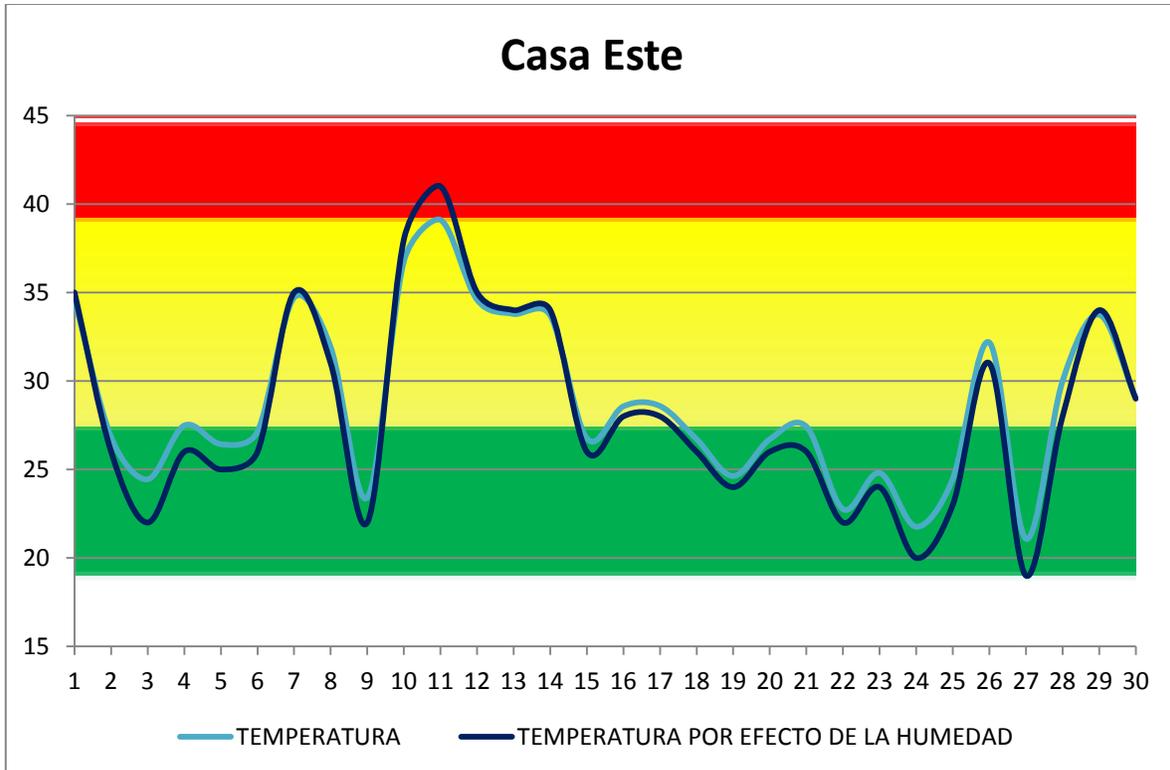
Otro dato a rescatar es que la variación del comportamiento de confort térmico no tiene altibajos, es decir se mantiene en un rango de 10°C de los cuales no sale, esto considerando que no ocurren cambio de temperatura críticos de un día a otro.



Gráfica 7 Variación de la temperatura y la temperatura por efecto de la humedad en casa orientada hacia el Sur en el mes de Abril.

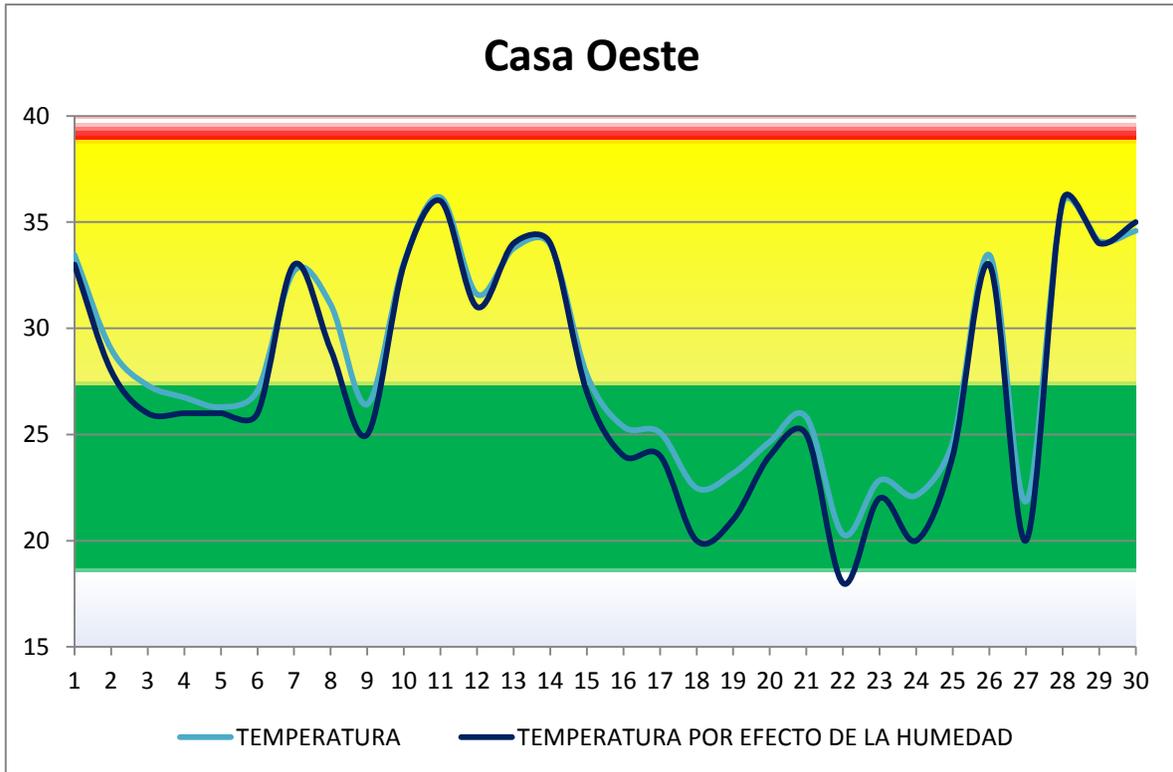
Llevando a cabo la revisión de la gráfica 8 que corresponde a la casa orientada hacia el este de este mismo mes, mantiene un mejor comportamiento térmico

comparándola con la casa orientada hacia el sur ya que mantienen temperaturas mínimas de 19°C y promedio de 30°C lo cual la pone en un muy buen rango de confort térmico; sin embargo mantiene un pico en la zona de calor crítico, esto con sólo 5°C aproximadamente dentro de esta zona, y dos picos en temperatura de 35°C en la zona de calor medio.



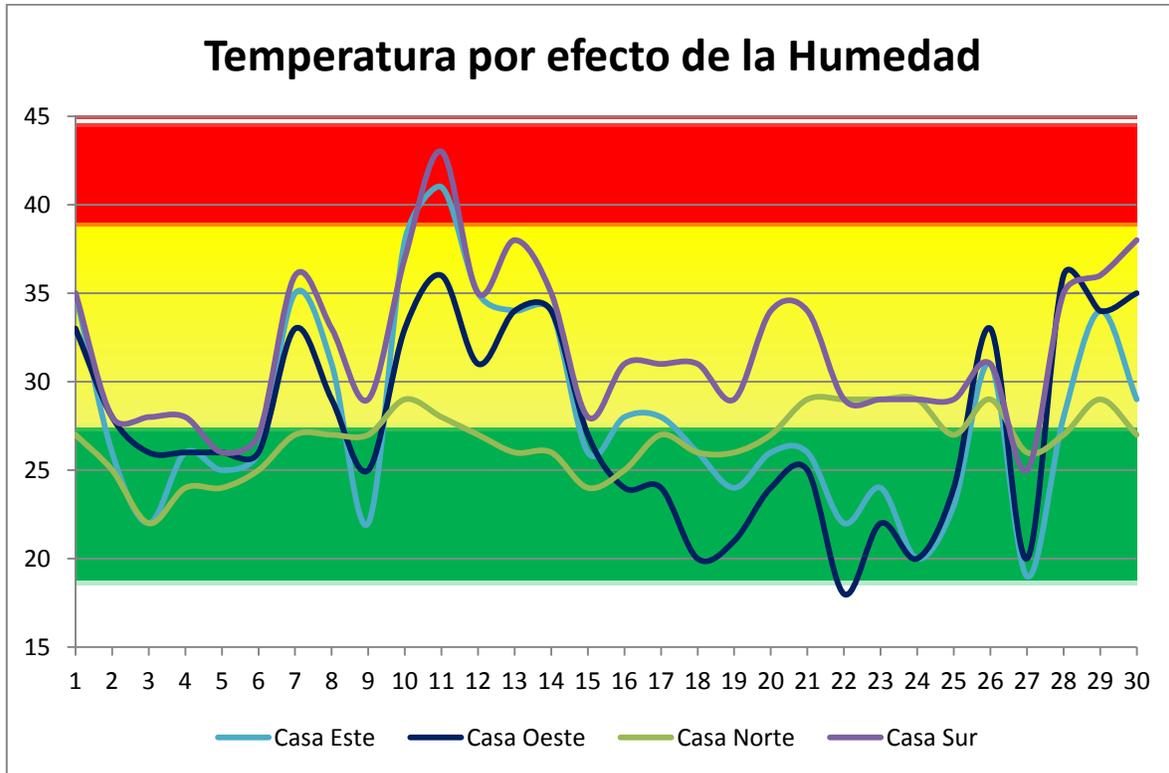
Gráfica 8 Variación de la temperatura y la temperatura por efecto de la humedad en casa orientada hacia el Este en el mes de abril.

Para la casa orientada hacia el Este tenemos un comportamiento con más incidencia en las zonas de confort óptimo y zona fría; la cual podría provocar un enfriamiento excesivo, pero tomando en cuenta que la temperatura más baja es de 18°C consideramos como buena y rescatamos esta casa con buenas temperaturas considerablemente buenas.



Gráfica 9 Variación de la temperatura y la temperatura por efecto de la humedad en casa orientada hacia el Oeste en el mes de abril

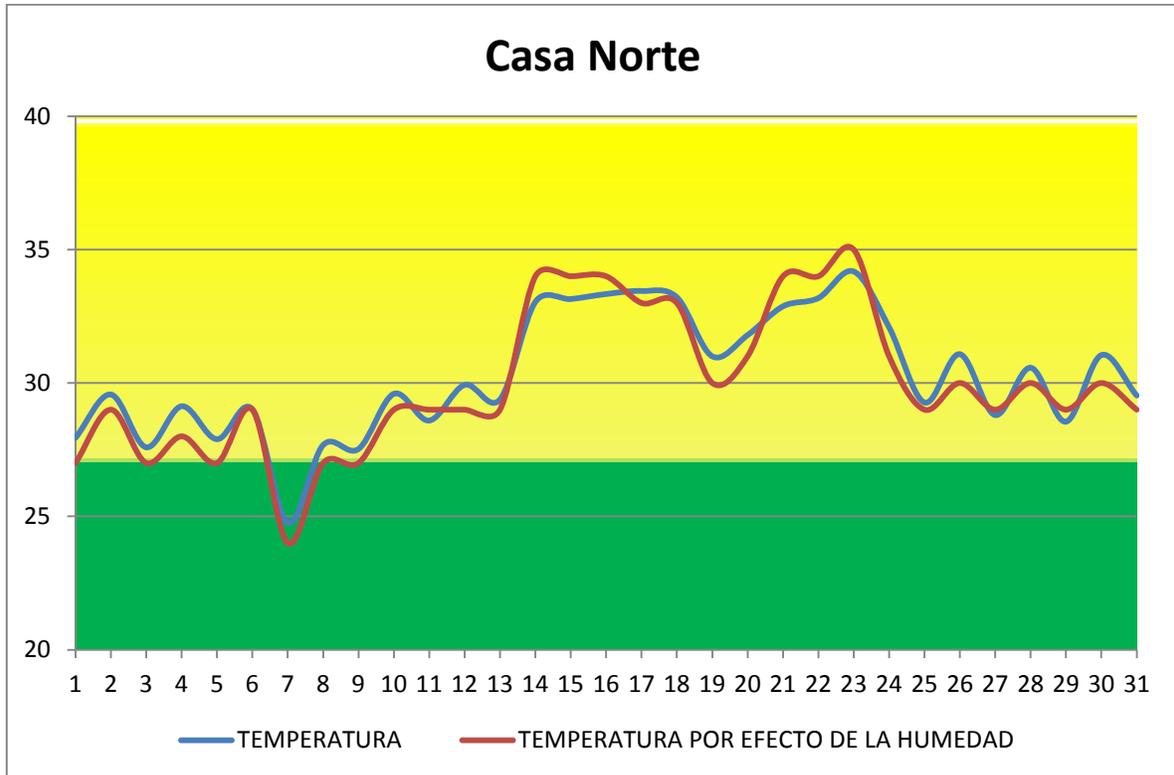
Para determinar cuál casa tiene las mejores condiciones de confort para el mes de abril; se construye la gráfica 10 en la cual se colocan las temperaturas afectadas por la humedad solamente que es la temperatura real; en ésta se puede apreciar un comportamiento más óptimo de confort térmico en la casa orientada hacia el Norte, siendo la casa orientada hacia el este y sur las más críticas entrando en la zona de calor crítico esta última teniendo la temperatura más alta, por otra parte la casa orientada hacia el oeste queda con buenas temperaturas y por ende buenas condiciones de confort, contando con pequeñas variaciones en los cambios de temperatura de un día a otro.



Gráfica 10 Temperatura con efecto de la humedad de las cuatro viviendas en el mes de Abril

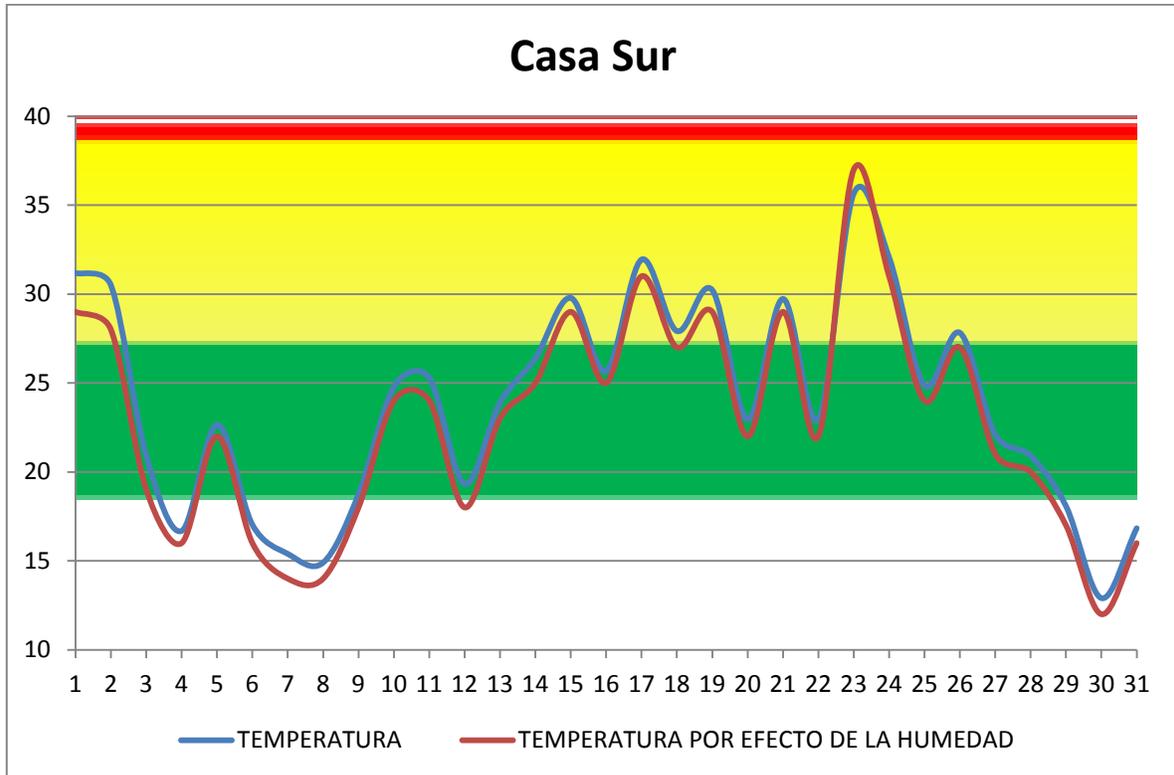
4.1.3. Mayo

Para el mes de mayo se elaboraron al igual que en los meses de marzo y abril, considerando a estos tres meses lo cuales tienden a ser los más calurosos del año; por otra parte en la gráfica 11 se muestra la variación de temperatura y temperatura afectada por la humedad en la casa orientada hacia el norte, encontrando en ella temperaturas máximas por debajo de los 35°C Zona de calor medio en siete días del mes las cuales son constantes, es decir, no tiene picos ni cambios notables en sus temperaturas.



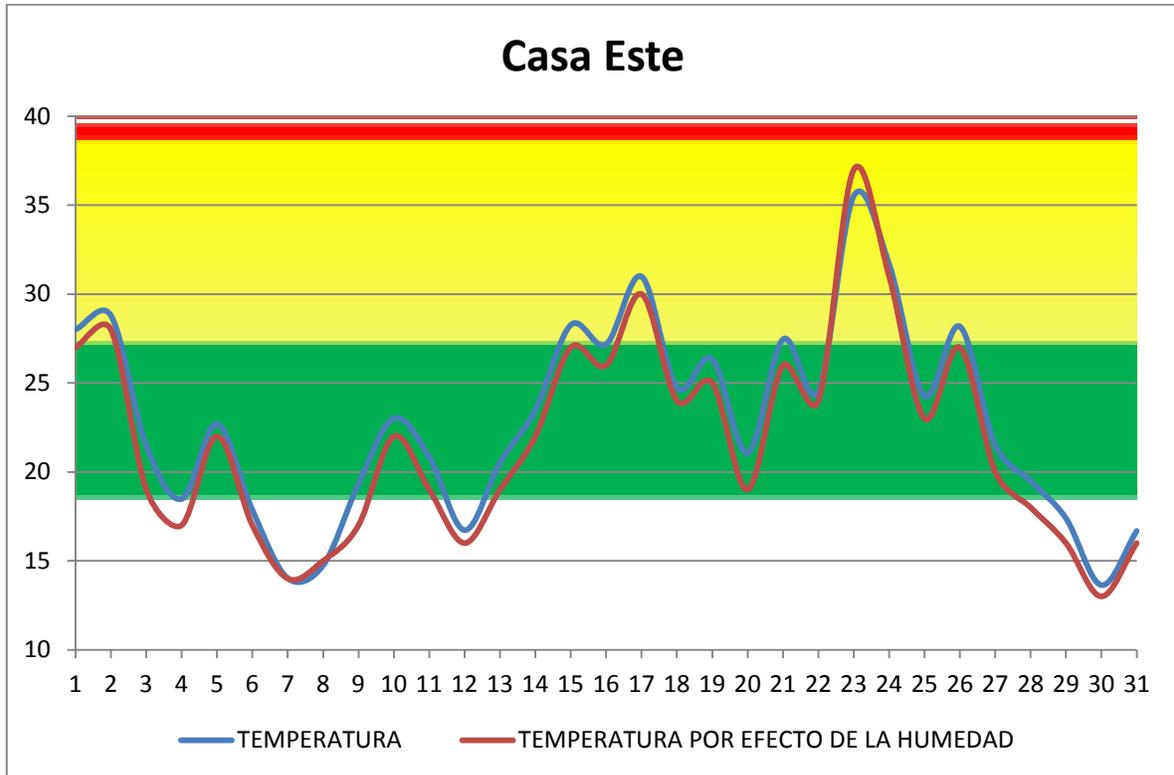
Gráfica 11 Variación de la temperatura y la temperatura por efecto de la humedad en casa orientada hacia el Norte en el mes de Mayo

En la gráfica 12 se encuentran las temperaturas obtenidas de las casa orientada hacia el sur en el mes de mayo; la cual tiene una serie de cambios en la temperatura inclinándose bastante en la zona fría con temperaturas mínimas que van de los 13°C a los 18°C lo cual no está dentro de un rango de confort óptimo sino que este se sale, esta vez hacia el frío y al mismo tiempo tiene un pico de temperatura máxima arriba de los 35°C lo cual dice que hubo cambios de 20°C a los largo del mes; dato que nos dice que no tiene una temperatura constante; sino que lleva una variación conforme pasa el tiempo.



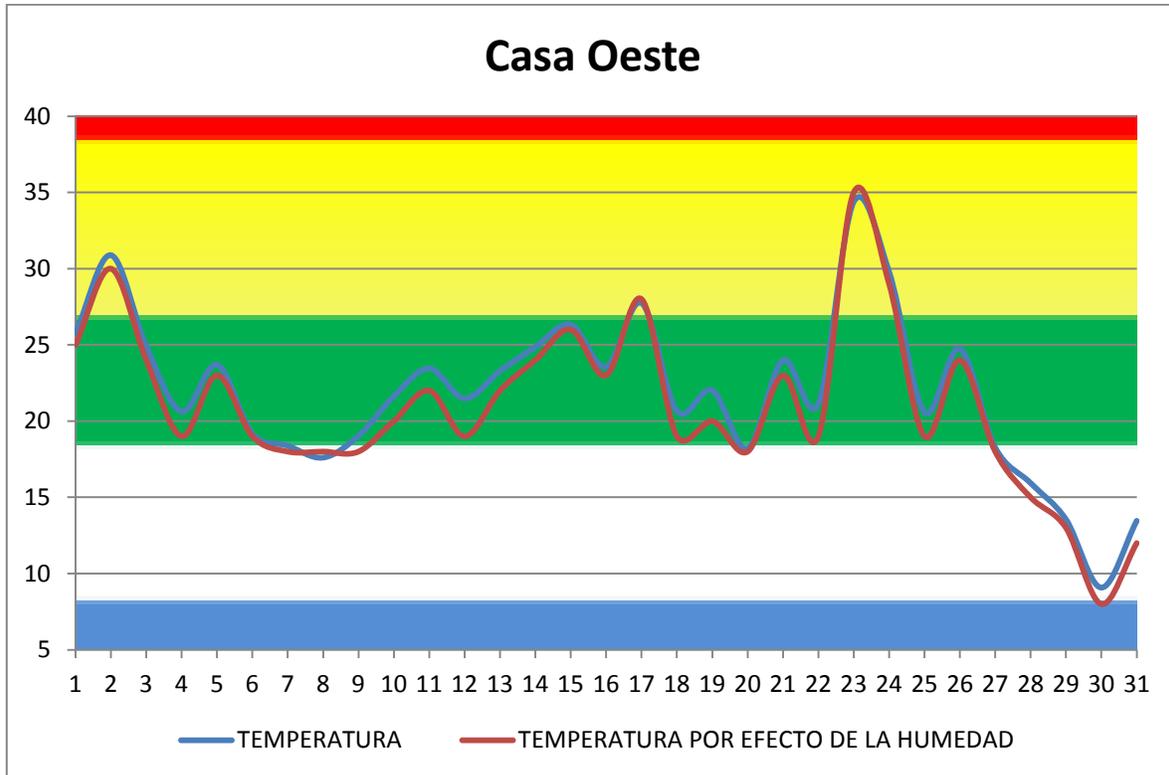
Gráfica 12 Variación de la temperatura y la temperatura por efecto de la humedad en casa orientada hacia el Sur en el mes de Mayo

La casa orientada hacia el Este mostrada en la gráfica 13 con sus respectivas variaciones de temperatura y temperatura afectada por la humedad, mostrando a su vez un comportamiento muy similar al de la casa orientada hacia el Sur con una serie de cambios bruscos de temperatura al mismo tiempo mostrando las temperaturas más bajas hasta ahora obtenidas en el estudio por debajo de los 15°C y al mismo tiempo temperaturas por encima de los 35°C, los cuales no son relativamente los mejores, considerando que tiende a ser más fría con muy pocas temperaturas dentro del rango de confort óptimo Zona Verde.



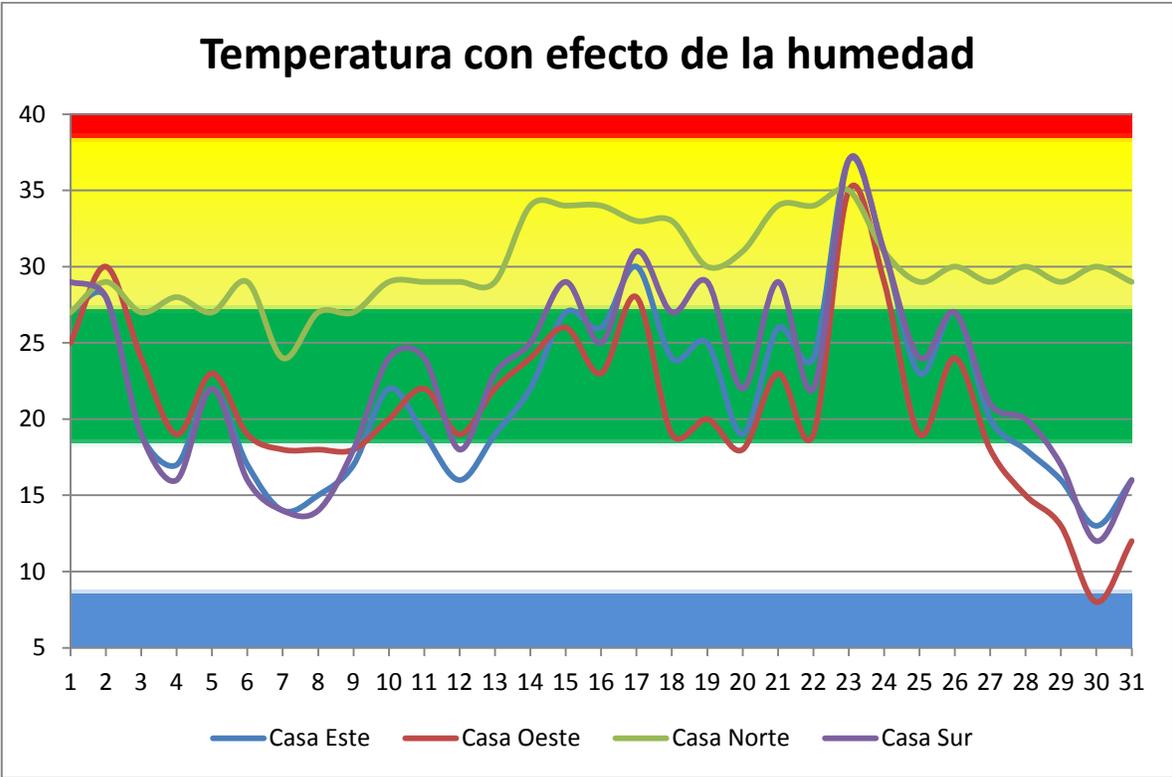
Gráfica 13 Variación de la temperatura y la temperatura por efecto de la humedad en casa orientada hacia el Este en el mes de Mayo

En la gráfica 14 se muestra para la casa Oeste las temperaturas obtenidas a lo largo del mes de mayo las cuales están por debajo de la zona de confort entrando en un 80% en la zona fría Zona Blanca y teniendo a su vez cambios contundentes de los 10°C a los 35°C los cual no es muy conveniente para las personas que en ella habitarán.

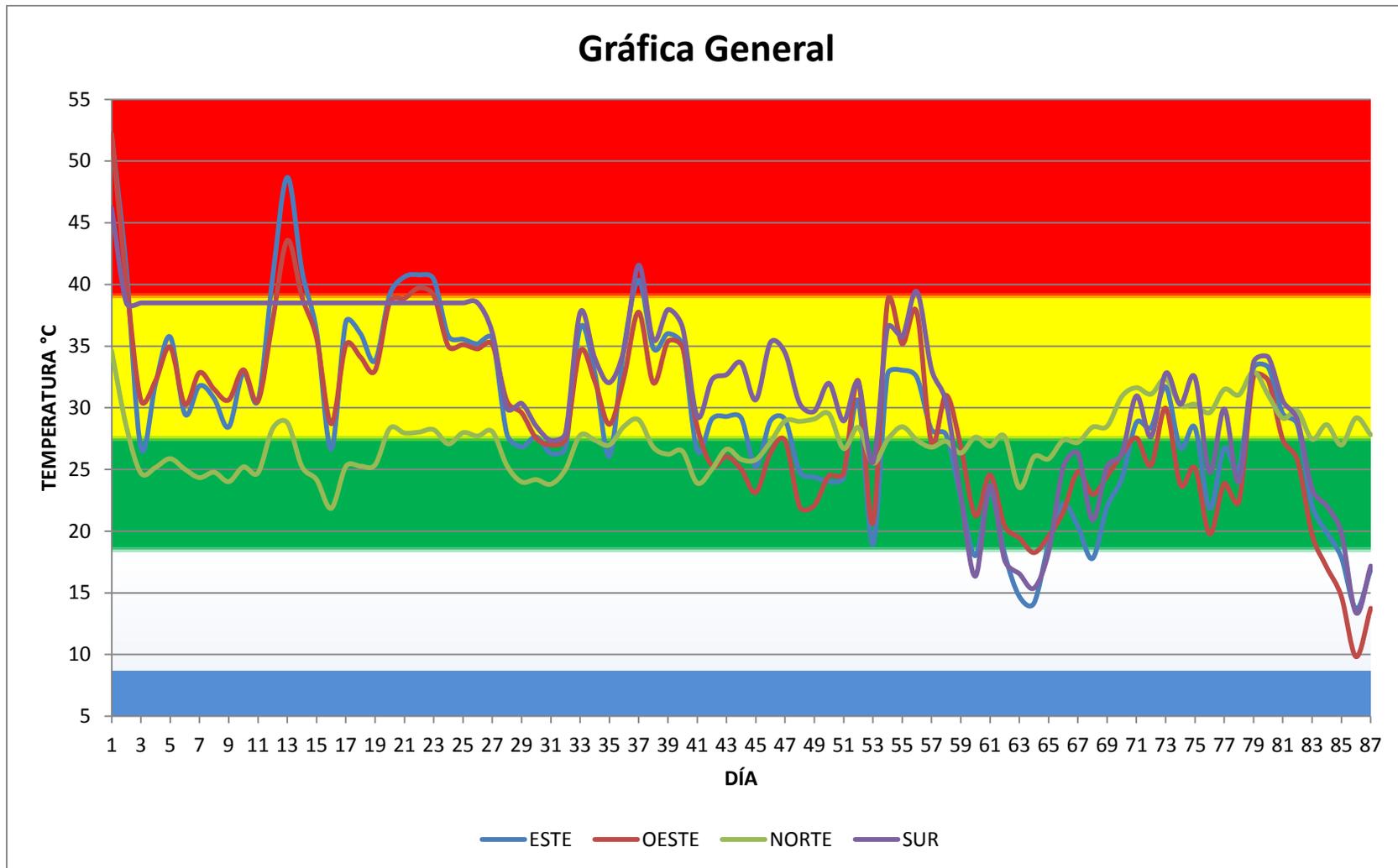


Gráfica 14 Variación de la temperatura y la temperatura por efecto de la humedad en casa orientada hacia el Oeste en el mes de Mayo

Finalmente con las temperaturas reales aquellas afectadas por la humedad, cada vivienda a lo largo del mes de mayo se construye la gráfica 15 que es la recopilación de estos datos para un análisis sobre la casa con mejores condiciones de confort en este mes, en la cual podemos encontrar una tendencia similar entre las casas orientadas hacia el Sur, Este y Oeste mostrando esta última la temperatura más baja por debajo de los 10°C y temperaturas por los 35° aproximadamente; por otra parte la casa orientada hacia el Norte muestra las mejores condiciones ya que la variación en los cambios de temperatura está por los 10 °C a diferencia de las otras tres casas que se posicionan con cambios de temperatura con cambios de 20 a 25°C.



Gráfica 15 Temperatura con efecto de la humedad de las cuatro viviendas en el mes de Mayo



Gráfica 16 Gráfica General periodo Marzo - Mayo

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

En esta última parte del documento se presentan las observaciones generales y conclusiones, esperando que este documento sirva a todas aquellas personas interesadas en el estudio del confort térmico y su comportamiento en la vivienda de interés social, que deseen aplicar en forma práctica los resultados de este análisis o continuar con esta línea de investigación que apenas se ha iniciado, así como el compartir la experiencia obtenida con la realización de este trabajo.

Los hallazgos encontrados en este estudio y las conclusiones a partir de ellos se listan a continuación.

Primera: En los resultados obtenidos se observó que en los meses de estudio marzo abril y mayo y en los horarios 10 a 18 horas elegidos, la humedad no es un factor que incida sobre la temperatura base ya que los rangos de humedad en general en el periodo estudiado son bajos y se encontraron entre el 10 y 30% de humedad lo que no producen un cambio representativo en la percepción de calor o frío que incidiría directamente en el grado de confort.

Segunda: La casa con mejor confort en el periodo de prueba completo fue la casa ubicada al Norte y la de menor confort es la ubicada al Sur, ya que los valores obtenidos de las temperatura y humedad en su conjunto para obtener el valor total se conservaron dentro de la zona de Confort con mayor frecuencia a lo largo del tiempo.

Tercera: La casa con mejor confort en los meses de marzo y abril es la de ubicación Norte y la de menor confort es la ubicada al Sur. Sin embargo se observó que en el mes de mayo existió un cambio importante en el comportamiento térmico ya que la de mejor confort se dio en la vivienda ubicada al Oeste mientras la de menor confort fue la Norte.

Cuarta: En el estudio se presentaron días con horas de temperaturas altas y bajas que se salieron del promedio del estudio, pero que fueron utilizadas para determinar las temperaturas promedios diarias lo cual incide directamente en los valores finales de una manera favorable o desfavorables.

Bibliografía

- Gracia Muñoz, C., Burbano de Ercilla, S., & Burbano García, E. (2003). *Física General*. Editorial Teba, S.L.
- Addleson, L. (1983). Materiales para la construcción, Volumen 1. En L. Addleson, *Materiales para la construcción, Volumen 1* (pág. 1). Barcelona, España: Editorial reverté S.A.
- Aulí i Mellado, E. (2005). *Guía para obtener una vivienda sostenible: Las claves de la armonía ecológica, social y económica en su hogar*. Barcelona, España: Ediciones Ceac.
- Bazant, J. (2006). *Manual de diseño urbano*. México: Trillas.
- Blasco Laffon, B., Blasco Laffon, E., Fernández Valdéz, J. M., Lazada González, J. C., & Viñas Arrebola, C. (2008). *Fundamentos Físicos de la Edificación II*. Madrid España: Delta Publicaciones.
- Burns, N., & Grove, S. K. (2012). *Investigación en enfermería: Desarrollo de la práctica enfermera basada en la evidencia*. Elsevier España: Edi De S.L.
- Cecconi, S. (2007). Familia, Hábitat y Sexualidad en Buenos Aires: Investigaciones Desde la Dimensión Cultural. En S. Cecconi, *Familia, Hábitat y Sexualidad en Buenos Aires: Investigaciones Desde la Dimensión Cultural* (pág. 52). Buenos Aires: Editorial Biblos.
- Coppola, P. (1997). *Análisis y diseño de el espacio que habitamos*. Colombia: Arbol Editorial.
- Croiset, M. (1976). *Humedad y temperatura en los edificios: Condensaciones y confort térmico de verano y de invierno*. Barcelona España: Editores Tecnicos y Asociados, S.A.
- Domínguez, D., & Morillón, D. (2002). *Control solar en la vivienda como sistema de enfriamiento:beneficios energéticos y ambientales*. Recuperado el 22 de junio de 2012, de Control solar en la vivienda como sistema de

enfriamiento:beneficios energéticos y ambientales:

<http://www.riraas.net/documentos.htm>

Ducci, M. (2001). *INTRODUCCION AL URBANISMO:conceptos básicos*. México: Trillas.

Dutka, A. (1998). *Manual de AMA Para la Satisfaccion Del Cliente*. Buenos Aires, Argentina: Ediciones Granica.

El Gobierno del Estado. (4 de Octubre de 2011). Poder Legislativo. *Periódico Oficial*, pág. P. 4.

Fonseca, X. (1995). *Las medidas de una Casa*. México: Arbol Editorial, S.A. de C.V.

Garzón, B. (2007). *Arquitectura bioclimática*. Buenos Aires, Argentina: Nobuko.

Gobierno del Estado de Baja California Sur. (2000). *Reglamento de Fraccionamientos del Estado de Baja California Sur* www.lapaz.gob.mx/sistemaimages/upload2/archivo26.doc. Recuperado el 23 de Diciembre de 2011, de Reglamento de Fraccionamientos del Estado de Baja California Sur www.lapaz.gob.mx/sistemaimages/upload2/archivo26.doc: www.lapaz.gob.mx

Gómez Cota, D. E. (2012). El Amor. En D. E. Gómez Cota, *El amor* (págs. 23-26). Mexico DF.: EDMUSA.

González, A. (1995). *La ciudad como conjunto de viviendas: la funcion residencial, Espacio, Tiempo y Forma* (Vol. Serie VI).

Hugon, A., & Serre, M. (1983). Técnicas de la construcción. En A. Hugon, & M. Serre, *Técnicas de la construcción* (pág. 11). Barcelona, España: Editores Técnicos Asociados, S.A.

INEGI. (2010). <http://cuentame.inegi.org.mx/default.aspx>. Recuperado el 21 de Junio de 2012, de <http://cuentame.inegi.org.mx/default.aspx>: <http://www.inegi.org.mx/>

Jutglar, L. (2004). *Energía Solar:Energías Alternativas y Medio Ambiente*. Barcelona, España: Ediciones Ceac.

Lasa, I. (2006). Revista de la construcción y su entorno. *Arte y Cemento*, 104-106.

Pere Subiriana, S. (1999). *Ecología para Vivir Mejor: Respuestas Sostenibles a Los retos Personales y Sociales*. Barcelona España: Icaria Editorial.

- Rey Martínez, F. J., & Velasco Gómez, e. (2006). *Eficiencia energética en edificios: Certificación y auditorías energéticas*. Madrid, España: Thomson Editores Spain Patanonfo, S.A.
- Rodríguez, S. (2006). Los impactos urbanos de los fraccionamientos cerrados en la expansión de la ciudad de Culiacán. *Universidad Autónoma de Sinaloa*.
- Rougeron, C. (1977). *Aislamiento acústico y térmico en la construcción*. Barcelona España: Editoriales Técnicas Asociados S.A.
- Sarmiento, P. (2007). *Energía solar en arquitectura y construcción*. Providencia Santiago de Chile: RIL editores.
- Secretaría de Servicios Legales y Defensoría Pública Ley de Fraccionamientos y Acciones Urbanísticas del Estado Libre y Soberano de Puebla. (2004). compilacion.ordenjuridico.gob.mx/obtenerdoc.php?path=/. Recuperado el 2 de Diciembre de 2011, de compilacion.ordenjuridico.gob.mx/obtenerdoc.php?path=/.
- Sosa Griffin, M. E. (1999). *Ventilación natural efectiva y cuantificable: Confort térmico en climas cálidos-húmedos*. Caracas Venezuela: Talleres de Gráficas Leon S.R.L.
- Ulsamer, F. (2005). *Cómo se proyecta una vivienda*. Barcelona España: Ediciones Ceac S.A.
- Yarke, E. (2005). *Ventilación Natural de Edificios*. Buenos Aires, Argentina: Editorial Nobuko.