

DESCRIPCIÓN DEL COMPORTAMIENTO ENERGÉTICO DE UNA VIVIENDA DE INTERÉS
SOCIAL A PARTIR DE LA SIMULACIÓN CON *DESIGNBUILDER*

JULIÁN GUILLERMO GUTIERREZ PINTO

ANDERSON ANTONIO MERCHAN HERRERA



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y DE TELECOMUNICACIONES
BUCARAMANGA
2014

DESCRIPCIÓN DEL COMPORTAMIENTO ENERGÉTICO DE UNA VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL A PARTIR DE LA SIMULACIÓN CON *DESIGNBUILDER*

Autores

JULIÁN GUILLERMO GUTIERREZ PINTO
ANDERSON ANTONIO MERCHAN HERRERA

Trabajo de grado para optar al título de
Ingeniero Electricista

Director

GERMÁN ALFONSO OSMA PINTO
Magister en Ingeniería Eléctrica

Codirector

GABRIEL ORDOÑEZ PLATA
Doctor Ingeniero Industrial



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y DE TELECOMUNICACIONES
BUCARAMANGA
2014

Primero, gracias a Dios que me permitió culminar esta etapa de mi vida y me mantuvo firme en mi propósito de convertirme en profesional y darle una alegría más a mis padres.

Gracias a mis padres, que con esfuerzo y dedicación dieron lo mejor de ellos para que hoy por hoy yo este escribiendo esto; gracias a ellos, que trabajaron incansablemente por sacarme adelante, dándome los mejores años de su vida y a quienes no solo les debo la vida sino el hecho de ser quien soy.

A mis compañeros de estudio, quiénes se convirtieron en un apoyo invaluable durante toda mi estancia en la universidad, de quienes aprendí muchas cosas y de quienes me llevo muchos recuerdos.

A mi compañero de proyecto de grado, por ser parte importante en la realización de este sueño y ayudarme cuando lo necesité.

A la Universidad Industrial de Santander, que a través de los profesores me transmitieron parte de su sabiduría haciendo de mí una mejor persona, formándome académicamente para ser un excelente profesional.

A todos mil gracias, Dios los bendiga.

JULIÁN GUILLERMO GUTIERREZ PINTO

*A Dios todo poderoso por brindarme salud y acompañarme siempre por el camino del bien.
Darme comprensión, sabiduría y así llegar triunfante y con orgullo a esta etapa de mi vida.*

Con todo mi cariño y mi amor para las personas que hicieron todo en la vida para que yo pudiera lograr mis sueños, y por acompañarme de la mano en las buenas y en las malas, a ustedes por siempre mi corazón y mi agradecimiento, mis padres Antonio y Mary Luz.

Gracias a aquellas personas importantes en mi vida, que siempre estuvieron listas para brindarme toda su ayuda, mis hermanos Ferney, Camilo, Yohana y a mi novia Liliana por acompañarme y motivarme siempre.

Con todo mi cariño esta tesis se la dedico a ustedes.

ANDERSON ANTONIO MERCHAN HERRERA

CONTENIDO

INTRODUCCION.....	13
1 GENERALIDADES.....	15
1.1 VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL (VIS).....	15
1.2 CONFORT.....	15
1.3 ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA	16
1.4 DESIGNBUILDER	17
2 METODOLOGÍA.....	18
3 MODELADO VIRTUAL.....	20
3.1 VALIDACIÓN DEL MODELO.....	21
3.2 PLAN DE SIMULACIÓN	22
4 RESULTADOS	24
4.1 VALIDACIÓN DEL MODELO VIRTUAL.....	24
4.2 SIMULACIONES	28
4.2.1 Simulación 27 de marzo	29
4.2.2 Simulación anual	31
4.2.3 Iluminación natural	34
4.2.4 Ganancias térmicas al interior de la vivienda.	37
4.2.5 Discomfort	39
5 OBSERVACIONES	41
6 CONCLUSIONES.....	42
7 RECOMENDACIONES.....	43
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	434
BILIOGRAFÍA	436
ANEXOS.....	438

LISTA DE FIGURAS

Figura1. Índice UGRL máximo y niveles de iluminancia exigibles para diferentes áreas y actividades[8].	16
Figura 2. VIS seleccionada, barrio La Feria etapa IV en Bucaramanga.	20
Figura 3. Modelo virtual de la VIS tipo en DesignBuilder.	20
Figura 4. VIS seleccionada con fachada al sur.	22
Figura 5. Temperatura del aire promedio zona SALA COMEDOR – COCINA, puertas y ventanas cerradas contra simulación.	24
Figura 6. Temperatura del aire promedio zona SALA COMEDOR – COCINA, puertas y ventanas abiertas contra simulación.	25
Figura 7. Humedad relativa promedio, zona SALA COMEDOR – COCINA, puertas y ventanas cerradas contra simulación.	25
Figura 8. Humedad relativa promedio, zona SALA COMEDOR – COCINA, puertas y ventanas abiertas contra simulación.	26
Figura 9. Índice de error promedio temperatura del aire en las zonas de la vivienda, Escenario A y B.	27
Figura 10. Índice de error promedio humedad relativa en las zonas de la vivienda, Escenario A (puertas y ventanas cerradas) y el escenario B (puertas y ventanas abiertas).	27
Figura11.Temperatura del aire promedio zona SALA COMEDOR - COCINA en las cuatro orientaciones el 27 de Marzo.	29
Figura12. Temperatura del aire promedio zona ALCOBA PATIO en las cuatro orientaciones el 27 de Marzo.	30
Figura13. Humedad relativa promedio zona SALA COMEDOR - COCINA en las cuatro orientaciones el 27 de Marzo.	30
Figura14.Humedad relativa promedio zona ALCOBA PATIO en las cuatro orientaciones el 27 de Marzo.	31
Figura 15. Simulación mensual anual de temperatura del aire promedio, zona PATIO P1 en las cuatro orientaciones.	32
Figura16. Simulación mensual anual de temperatura del aire promedio, zona ALCOBA BALCON en las cuatro orientaciones.	32
Figura17. Simulación mensual anual de humedad relativa promedio, zona PATIO P1 en las cuatro orientaciones.	33

Figura18. Simulación Mensual anual de humedad relativa promedio, zona ALCOBA BALCON en las cuatro orientaciones.	33
Figura 19. Simulación de iluminación natural (Daylighting), zona BAÑO P2 a las 9:00 am.	34
Figura 20. Simulación de iluminación natural (Daylighting), zona BAÑO PISO 2 a las 5:00 pm.	35
Figura 21. Simulación de iluminación natural (Daylighting), zona BAÑO P2 a las 12:00 m.	35
Figura 22. Simulación de iluminación natural (Daylighting), zona ESCALERAS 1 P1 a las 9:00 am.	36
Figura 23. Simulación de iluminación natural (Daylighting), zona ESCALERAS 1 P2 a las 12:00 m.	36
Figura 24. Simulación de iluminación natural (Daylighting), zona ESCALERAS 1 P1 a las 5:00 pm.	37
Figura 25. Ganancias ventanas externas y ocupación.	38
Figura 26. Horas por encima de, zona ALCOBA PATIO	40

RESUMEN

TITULO: DESCRIPCIÓN DEL COMPORTAMIENTO ENERGÉTICO DE UNA VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL A PARTIR DE LA SIMULACIÓN CON DESIGNBUILDER*

AUTORES: JULIÁN GUILLERMO GUTIERREZ PINTO
ANDERSON ANTONIO MERCHAN HERRERA**

PALABRAS CLAVE: Simulación energética, confort, viviendas de interés social, DesignBuilder, comportamiento energético.

En este trabajo de grado se realiza una descripción del comportamiento energético de una vivienda de interés social (VIS) tipo seleccionada en la ciudad de Bucaramanga, a partir de la simulación energética con la herramienta computacional DesignBuilder. Para ello, se creó el modelo virtual de la vivienda según las características constructivas, se realizaron simulaciones de la temperatura del aire, humedad relativa e iluminación natural, orientando la fachada de la vivienda hacia los cuatro (4) puntos cardinales y con los dos (2) escenarios formulados (puertas y ventanas abiertas o cerradas), analizando la variabilidad y desempeño del confort en las diferentes zonas de la vivienda.

Con ello, se logró analizar la tendencia de las variables climatológicas en cada escenario, identificando en cada zona el comportamiento de cada una de ellas, evaluando el desempeño energético en lapsos horarios y mensuales, permitiendo establecer el nivel de favorabilidad del confort térmico y lumínico de las zonas de la vivienda en diferentes horas del día. Todas las simulaciones tenían la finalidad de estudiar cada escenario, compararlos y establecer si la orientación de la vivienda influye en el desempeño energético e identificar horas del día en las que se tiene aprovechamiento de recursos naturales a través del análisis de ganancias solares.

Los resultados fueron analizados y tabulados encontrando que en la mayoría de las zonas de la vivienda los niveles de iluminación son aceptables y cumplen con los niveles mínimos sugeridos por el Reglamento Técnico de iluminación y Alumbrado Público (RETILAP) para residenciales, exceptuando zonas como los baños que se necesita energía eléctrica para iluminación en horas del día. Por otra parte, se evidenció que la temperatura en todas las zonas del inmueble supera los 26 [°C] en la mayor parte del día, lo que ocasiona una condición de disconfort térmico a los ocupantes.

* Trabajo de grado desarrollado en la modalidad de investigación.

** Facultad de ingenierías Físico-mecánicas. Escuela de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones. Director: MSc. German Osma Pinto

ABSTRACT

TITLE: DESCRIPTION OF THE ENERGY PERFORMANCE OF INCOME HOUSING FROM THE SIMULATION DesignBuilder*

AUTHORS: JULIAN GUTIERREZ GUILLERMO PINTO
ANDERSON ANTONIO HERRERA MERCHAN**

KEYWORDS: Energy Simulation, comfort, affordable housing, DesignBuilder, energy behavior.

In this paper a description of the energy level behavior of a social housing (VIS) type selected in the city of Bucaramanga, from energy simulation with the computational tool DesignBuilder is performed. For this, the virtual model of the house was created in DesignBuilder as the structural characteristics (architectural drawings and specifications), then climate information site was supplied, of type operation of housing and appliances, then, were performed simulations of air temperature, relative humidity and natural lighting, raised in the orientation of the house with its front toward the four (4) corners and two (2) scenarios formulated with doors open or closed windows, analyzing the comfort and performance variability in different areas of the house.

With this, it was possible to analyze the trend of climatic variables in each scenario, identifying in each zone the behavior of each and evaluating the energy performance lapses hourly and monthly, allowing establishing the level of favorability of thermal and lighting comfort housing areas at different times of day. The simulation plan also aims to study each scenario, compare and whether the orientation of the house affects the energy performance and identify times of day in which you have use of natural resources by analyzing solar gains doors and windows.

The results were analyzed and tabulated finding that in most areas of the home lighting levels are acceptable and meet minimum levels suggested by the Technical Regulations Lighting and Street Lighting (RETILAP) for residential areas except the bathrooms that electric energy to lighting during daylight hours. Moreover, it was shown that the temperature in all areas of the property exceeds 26 [° C] in most of the day, causing a condition of thermal discomfort to the occupants.

* Degree's work developed with research purposes.

** Faculty of Physic-Mechanical Engineering. Electrical, Electronics and Telecommunications Engineering School. Advisor: MSc. German Osma Pinto

INTRODUCCION

Actualmente, en Colombia se están realizando proyectos de VIS como parte del plan de ordenamiento territorial (POT), debido al buen momento económico que vive el país y a la decisión que adoptó el gobierno de trabajar por la población más necesitada creando una nueva política de vivienda iniciando la construcción de un millón de viviendas en este periodo.

A partir de esta iniciativa del gobierno nacional, se pretende realizar un análisis del comportamiento energético de una vivienda tipo seleccionada, a partir de simulaciones computacionales que permita evidenciar niveles de temperaturas, humedad, luminosidad y parámetros de confort promedio característicos, para comprobar si desde el punto de vista energético estas viviendas brindan un espacio agradable a sus habitantes.

Dichas viviendas, aunque son desarrolladas con bajo presupuesto, deben ser de calidad, sostenible ambientalmente y estéticamente aceptable, pero que además conlleve al desarrollo social, y sea ejemplo de optimización energética aprovechando los recursos naturales [1].

Este análisis fue realizado usando DesignBuilder como herramienta de simulación energética, a partir de parámetros de entrada constructivos, detalles geográficos y climatológicos, entre otros, permitiendo evaluar el desempeño relacionado con los niveles de confort, y así determinar si el diseño de estos inmuebles contribuye con el uso racional de la energía (URE) y si se están aprovechando los recursos naturales.

Para el caso de estudio, se seleccionó un proyecto ubicado en la ciudad de Bucaramanga y se decidió por un grupo de VIS ubicado en el barrio La Feria Etapa IV, que comprende 116 soluciones habitacionales consistentes en viviendas unifamiliares con un área construida de 45,49 m² en dos niveles, las cuales fueron entregadas a finales del año 2013 y ya están siendo habitadas.

Se presentarán conceptos básicos de confort y del software a utilizar (Sección 1), se describirá la metodología de trabajo para el estudio energético del inmueble (Sección 2), se realiza-

rá la presentación de cómo se creó el modelo virtual de la VIS (Sección 3) y el plan de simulaciones que permitan observar el comportamiento energético de la vivienda (Sección 3), para finalmente llegar a una etapa de observaciones y conclusiones (Sección 5).

1 GENERALIDADES

En esta sección se presenta el concepto de VIS, algunas nociones relacionadas con el confort visual y térmico, así como aspectos relevantes de DesignBuilder.

1.1 VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL (VIS)

Según el artículo 44 de la Ley 9 de 1989, modificado por el artículo 91 de la Ley 388 de 1997, una VIS se define como aquella vivienda que se construye para garantizar el derecho a la vivienda de las familias de menores ingresos [2].

El artículo 117 del actual Plan Nacional de Desarrollo contenido en la Ley 1450 de 2011, definió que la VIS no debería exceder los ciento treinta y cinco salarios mínimos mensuales legales vigentes (135 SMLMV); el parágrafo 1° del mismo artículo estableció un tipo de vivienda denominada de Interés Social Prioritaria, cuyo valor máximo sería de setenta (70 SMLMV) [3].

1.2 CONFORT

El confort tiene que ver con aquello que brinde bienestar y comodidades al usuario, y se vincula con todo lo que pueda afectar las funciones del cuerpo humano [4], [5].

La intervención arquitectónica de la vivienda se relaciona directamente con parámetros ambientales como la temperatura del aire, humedad relativa, velocidad del aire, temperatura radiante, radiación solar y niveles de ruido, para generar sensaciones de confort o discomfort [6].

El confort térmico depende de la sensación de calor o frío que un individuo experimente; para obtener condiciones óptimas se debe tener en cuenta la interacción de la temperatura al interior de una edificación con los parámetros ambientales de lugar, ya que los integrantes de la

misma hacen parte de éste intercambio calorífico generando situaciones ambientes al interior de la edificación [7].

Ahora, el confort visual depende de diversos factores ambientales y arquitectónicos que hacen que la percepción de conformidad o inconformidad en el ser humano aparezca, por lo tanto un ambiente con buenas condiciones de luminancia, sin deslumbramiento, adecuadas condiciones de contraste y ausencia de intermitencias de luz, hacen que no se genere molestia visual. El RETILAP, fomenta el URE, el cual establece que “se debe asegurar el cumplimiento de los niveles de iluminancia de la Tabla 440.1 adaptados de la norma ISO 8995 – *“Principles of visual ergonomics -- The lighting of indoor work systems”*”.

Figura1. Índice UGRL máximo y niveles de iluminancia exigibles para diferentes áreas y actividades. Fuente: [8].

TIPO DERECHITO Y ACTIVIDAD	UGRL	NIVELES DE ILUMINACION (lx)		
		Mínimo	Medio	Máximo
Áreas de circulación, corredores	28	50	100	150
Escaleras	25	100	150	200
Vestidores, baños	25	100	150	200
Almacenes, bodegas	25	100	150	200

1.3 ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA

La arquitectura bioclimática busca reducir el consumo energético teniendo en cuenta recursos naturales disponibles como el sol, la lluvia, los vientos, etc. Creando procesos constructivos responsables con el medio ambiente pero sin dejar de lado el confort dentro de las edificaciones [9].

El costo de una vivienda bioclimática puede ser mayor que el de una vivienda tipo normal, pero puede llegar a ser rentable, ya que los costos iniciales logran llegar a amortizarse con la disminución del valor del consumo (instalaciones, energéticos no renovables y generación de contaminantes) y el impacto ambiental que genera es menor que el de una vivienda corriente ya que el confort térmico, iluminación eficiente y la utilización de materiales de construcción no tóxicos son aspectos que hacen importante su construcción[10].

1.4 DESIGNBUILDER

Es un software especializado en el análisis térmico, lumínico y energético de edificaciones². Permite evaluar parámetros de desempeño relacionados con los niveles de confort, los consumos de energía y las emisiones de CO₂, con la capacidad de implementar un modelo en 3D de la edificación, convirtiéndose en una herramienta útil en el diseño, la consultoría y la certificación energética [11].

También ofrece diversos tipos de simulación energética y ha sido diseñado para permitir la selección de diferentes métodos de cálculo. A partir de datos climáticos es capaz de simular el diseño de calefacción y refrigeración e indicar el consumo energético en la edificación por parte de los equipos allí instalados y realizar simulaciones térmicas de ventilación natural mediante rejillas, voladizos, salientes laterales, persianas y calcular además las emisiones de CO₂ derivadas del consumo en la edificación [12].

DesignBuilder ha sido específicamente desarrollado alrededor EnergyPlus que es un programa con la capacidad hacer simulación y modelado de refrigeración, iluminación, ventilación y otros flujos de energía a edificaciones. Este programa tiene la capacidad de realizar simulaciones con pasos de tiempos menores a una hora, análisis de aire multi zona, confort térmico y sistemas fotovoltaicos.

²La E3T cuenta con la versión del software DesignBuilder V.3.0, que facilita el modelado geométrico y las simulaciones Daylighting.

2 METODOLOGÍA

Con este trabajo de investigación se logró emprender una iniciativa para describir el comportamiento energético de una edificación a través de simulaciones con DesignBuilder.

Se estableció una metodología para dar a conocer el comportamiento energético de una vivienda tipo, que permita evaluar el confort térmico y visual en cada una de las zonas del inmueble, a partir de variables térmicas como temperatura del aire, humedad relativa e iluminación partiendo del plan de simulaciones y planteando una estrategia de trabajo que contempla una serie de etapas que se desarrollarán a lo largo de este trabajo de grado.

- Selección de VIS tipo
- Creación del modelo virtual³
- Datos climatológicos en campo en software y campo
- Simulaciones energéticas con DesignBuilder.

Se seleccionó la VIS tipo en Bucaramanga, luego se ubicó el lugar en donde se encuentra construida esta vivienda y se realizó una primera visita a la misma para verificar información como dimensiones, tipo de mampostería, aberturas como puertas, ventanas y huecos, datos indispensables para la creación del modelo tridimensional en el software de simulación.

Para realizar un correcto análisis y para una simulación que se asemeje a la realidad, fue necesario utilizar datos reales de las variables climatológicas del entorno de la vivienda. Es por esto que en esta etapa se recopiló información del microclima (temperatura del aire, humedad relativa e iluminación) al interior de la vivienda el día 27 de Marzo tomando mediciones de estas variables desde las 8:00 am a las 5:00 pm, tomando datos cada hora y planteando dos escenarios con puertas y ventanas cerradas y abiertas.

Se creó el modelo virtual, que sirvió como herramienta para el estudio y la descripción de la vida doméstica durante la las diferentes horas del día, centrándose principalmente en el

³ El modelo virtual, es la creación de la vivienda con todas las características constructivas y de cerramientos en el software DesignBuilder.

comportamiento térmico de la vivienda, usando como herramienta de simulación el software DesignBuilder. Dicho modelo se realizó con base en los detalles observados durante las visitas realizadas y los planos arquitectónicos obtenidos[13], es decir, los tamaños de puertas, ventanas y aberturas se realizaron con base al modelo real constructivo y no al de los planos ya que existen diferencias en las dimensiones.

En la etapa final se tabularon los datos obtenidos en simulación junto con los tomados en campo y así llegar a evaluar el comportamiento energético al interior de este tipo de vivienda.

3 MODELADO VIRTUAL

Inicialmente, se realizó la selección de la VIS en la ciudad de Bucaramanga indagando en el Instituto de Vivienda de Interés Social de Bucaramanga (INVISBU). Se seleccionó una vivienda unifamiliar de dos plantas que se encuentra ubicada en el noroccidente de la ciudad en el barrio Paseo la Feria Etapa IV, la cual estaba en un 95% de su construcción final y ya tenía todos los cerramientos y acristalamientos definitivos como se puede apreciar en la Figura 2.

Figura 2. VIS seleccionada, barrio La Feria etapa IV en Bucaramanga. Fuente: Autores.



El modelo virtual de la vivienda creado en DesignBuilder se realizó lo más aproximado posible a las características constructivas (planos arquitectónicos y especificaciones técnicas) [13]. El modelo creado se puede observar en la Figura 3.

Figura 3. Modelo virtual de la VIS tipo en DesignBuilder. Fuente: Autores.



Se configuraron opciones del software que permite programar el funcionamiento de la apertura de puertas y ventanas, densidad de ocupación, selección de plantillas de las zonas según su funcionalidad (cocina, baño, pasillos, etc.) y la inclusión de luminarias y electrodomésticos.

Posteriormente, se suministró la plantilla climática de la ciudad de Bucaramanga [14], la cual brinda datos por fecha (hora, año, mes, día, hora y minuto) que contiene variables como periodos típicos y extremos, temperatura de bulbo húmedo, temperatura de bulbo seco, humedad relativa, iluminación, ángulos solares, etc.

3.1 VALIDACIÓN DEL MODELO

La primera simulación tiene la finalidad de realizar una validación del modelo creado con respecto a la toma de datos realizada en campo, que permitan observar el grado de semejanza para esto se realizaron medidas en campo el día 27 de marzo de 2014.

Además se plantearon dos escenarios que pretenden evaluar la influencia del cambio de algunos parámetros en el comportamiento de la temperatura y la humedad en el interior de la vivienda. La toma de datos entre los escenarios tienen un intervalo de 30 minutos, por lo tanto hay valores de cada escenario por hora. Se realizó de esta manera teniendo en cuenta que el cierre o apertura de una ventana no genera un cambio inmediato en el interior del inmueble, lo que hizo necesario dar dicho tiempo para que la zona se estabilice térmicamente.

Los dos escenarios son:

- ✓ Escenario A: Puertas y ventanas cerradas
- ✓ Escenario B: Puertas y ventanas abiertas.

Adicionalmente, se realiza una simulación de iluminación natural (Daylighting) para ese mismo día en tres horas distintas (9:00 am, 12 m y 5:00 pm) con el fin de validar los niveles de iluminación tomados en campo.

3.2 PLAN DE SIMULACIÓN

Debido a que no todas las viviendas se encuentran orientadas en la misma dirección, se hace necesario realizar las mismas simulaciones para cada orientación, con el fin de identificar comportamientos energéticos en cada una de estas posiciones.

Posición 1: Vivienda con fachada al Sur.

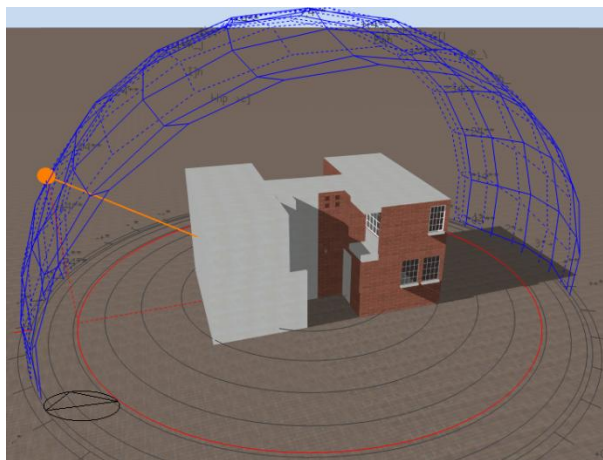
Posición 2: Vivienda con fachada al Norte.

Posición 3: Vivienda con fachada al Oriente.

Posición 4: Vivienda con fachada al Occidente.

Se seleccionan estas cuatro posiciones porque representan la orientación de cuatro viviendas reales que actualmente se encuentran construidas. Estas simulaciones se hacen para verificar si todas las viviendas cuentan con el mismo comportamiento energético, o si hay alguna que por su ubicación presenta mayor o menor aprovechamiento de recursos naturales. En la Figura 4 se representa el modelo virtual con la fachada hacia el sur.

Figura 4. VIS seleccionada con fachada al sur. Fuente: Autores.



Con el fin de identificar el comportamiento de cada zona de la vivienda y compararlo con las de las diferentes orientaciones, se realizaron simulaciones horarias para el 27 de marzo y mensuales en las cuatro posiciones anteriormente descritas

De las anteriores simulaciones, para las 4 orientaciones de la vivienda, se extrajeron algunos datos de temperatura del aire, humedad relativa e iluminación natural en el interior de la

misma, para luego verificar los niveles de confort a lo largo de todo el periodo de simulación (365 días).

Se evidencia la cantidad de horas al año por encima de los 26 [°C], que mediante modelos estándar de confort, permitan evaluar la sensación térmica que los habitantes de la casa.

4 RESULTADOS

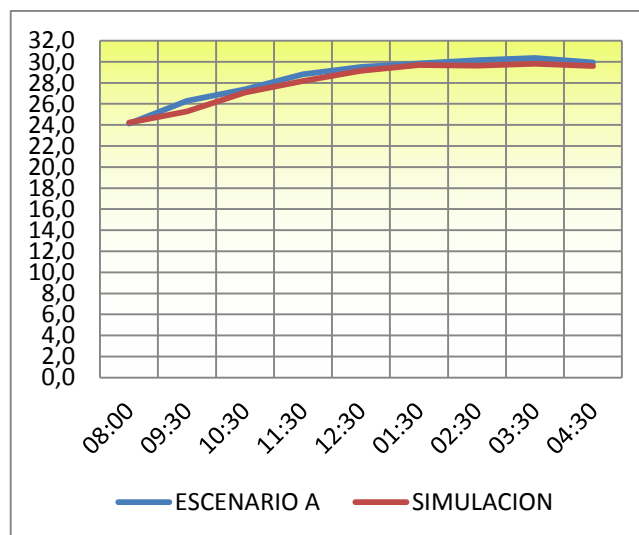
En esta sección se presentan los resultados obtenidos por las diferentes simulaciones realizadas mostrando en ellas el comportamiento de las variables en cada escenario representadas en tablas y gráficos que facilitan la comprensión de las situaciones planteadas.

4.1 VALIDACIÓN DEL MODELO VIRTUAL

La validación del modelo se planteó realizando una comparación entre los datos medidos en campo y los arrojados por las simulaciones en cada zona. A continuación se realiza la descripción de este proceso de validación.

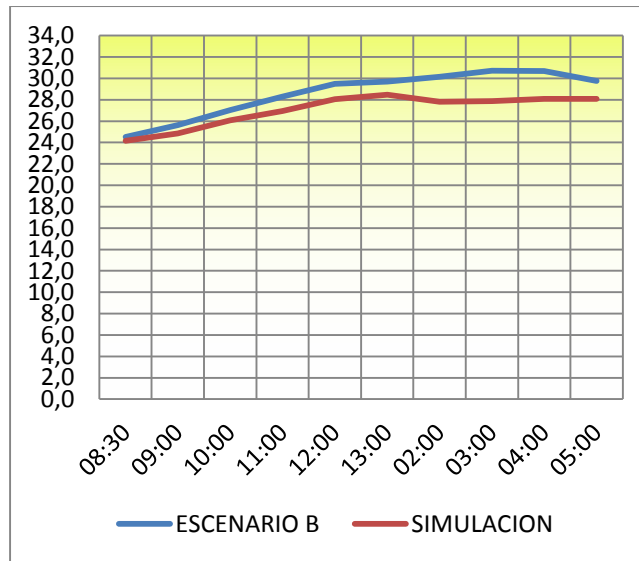
En la Figura 5, 6 , 7 y 8 se presentan los datos de validación del modelo que hace referencia a la zona SALA COCINA-COMEDOR, se selecciona esta zona ya que es una de las más importantes de la vivienda y tiene la característica que es la más grande de todas. Sin embargo en el Anexo B se encuentra el detalle y la distribución de cada zona al interior de la vivienda. En la Figura 5, se puede observar que las variables siguen la misma tendencia en las diferentes horas del día con puertas y ventanas cerradas.

Figura 5. Temperatura del aire promedio zona SALA COMEDOR – COCINA, puertas y ventanas cerradas contra simulación. Fuente: Autores.



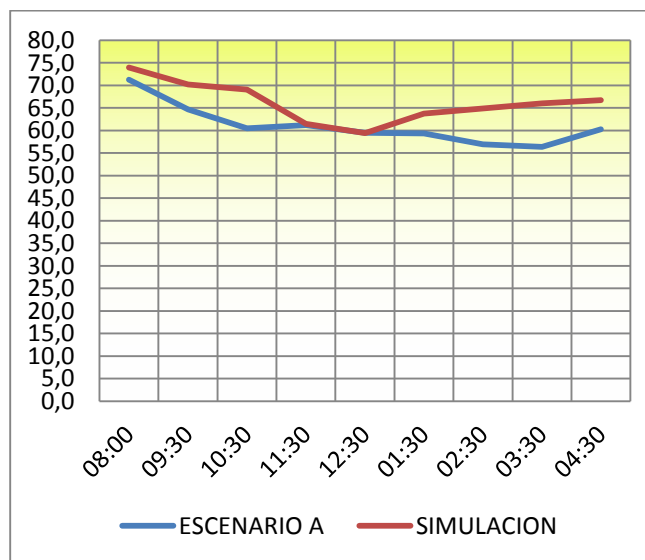
En la Figura 6 se muestra la comparación entre los resultados de simulación y los tomados en campo en el escenario B, en el cual se evidencia una diferencia entre ellas en el transcurso del día, lo que refleja el efecto del cambio de escenario.

Figura 6. Temperatura del aire promedio zona SALA COMEDOR – COCINA, puertas y ventanas abiertas contra simulación. Fuente: Autores.



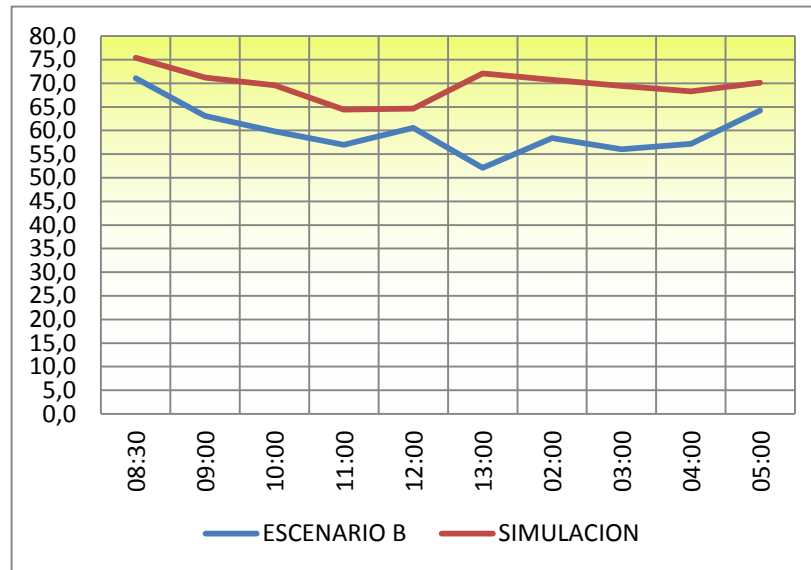
En la Figura 7 se presenta el comportamiento de la humedad relativa en comparación con los tomados en el escenario A, y se puede observar que solo a las 7:00 am y 12:00 m tienden a ser similares pero en las demás horas del día divergen, demostrando la variabilidad entre ellas.

Figura 7. Humedad relativa promedio, zona SALA COMEDOR – COCINA, puertas y ventanas cerradas contra simulación. Fuente: Autores.



En la Figura 8 se observa la tendencia que experimenta la humedad relativa en el escenario B, la cual difiere de la simulación en todo el día siendo más notable la diferencia comparada con puertas y ventanas cerradas.

Figura 8. Humedad relativa promedio, zona SALA COMEDOR – COCINA, puertas y ventanas abiertas contra simulación. Fuente: Autores.



Esta zona SALA COMEDOR –COCINA es una de las que más se aleja de los datos tomados en campo, en comparación con la demás zonas de la vivienda, con la particularidad que es la más extensa de todas⁴.

A partir de estas situaciones se hace necesario cuantificar el error en cada zona con el fin de identificar qué escenario y zonas presentan mayor diferencia en cada variable.

En el Anexo E se presenta el cálculo de los errores de los datos de temperaturas del aire y humedad relativa simulados zona a zona respecto a los datos obtenidos en campo el día 27 de marzo.

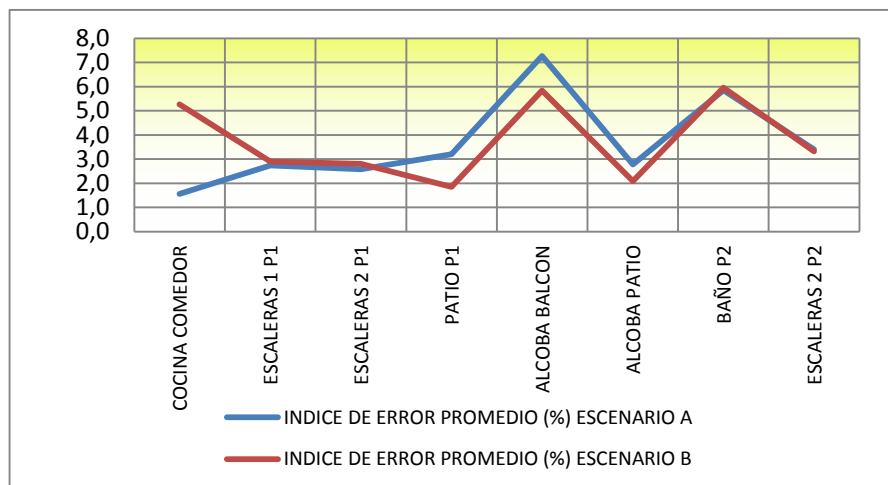
De estos valores de temperatura del aire y humedad relativa medidos y de los simulados por el software en cada escenario, se muestra el error promedio que se presentó en cada una de

⁴ En el Anexo D se puede observar la metodología para obtener datos promedio de temperatura del aire y humedad relativa por zona ya que se tomó en diferentes puntos para las áreas más extensas y se promediaron.

las zonas de la vivienda, con el fin de determinar la diferencia entre la simulación y los datos reales.

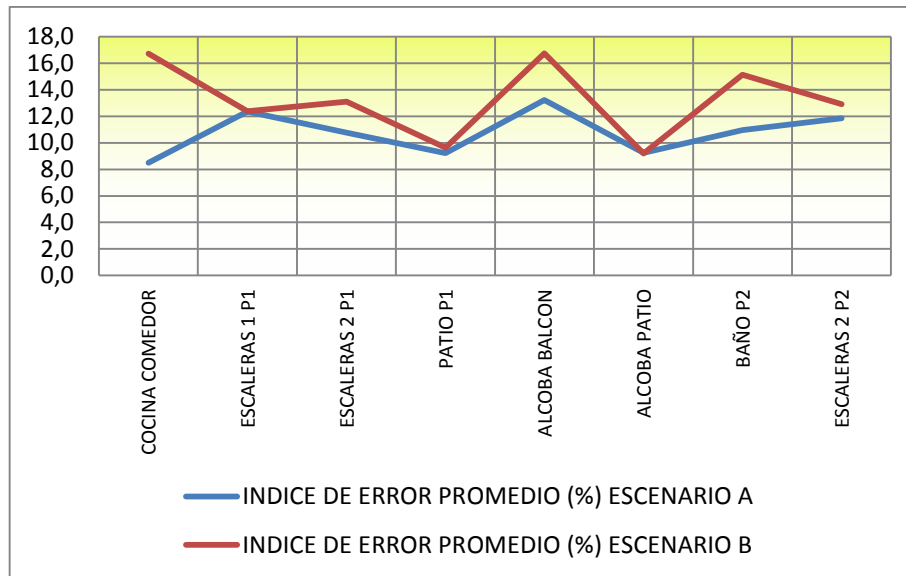
La tendencia marcada por la Figura 9, revela que la temperatura del aire en el Escenario A genera un mayor error promedio en comparación con la del Escenario B, excepto por la zona SALA COMEDOR - COCINA, ESCALERAS 1 P1 y ESCALERAS 2 P1, que es el caso contrario. Esta grafica permite observar que la temperatura presenta un error máximo promedio de 7,27% en la zona ALCOBA BALCON para el escenario A, y un 5,96% en la zona BAÑO P2 para el escenario B.

Figura 9. Índice de error promedio temperatura del aire en las zonas de la vivienda, Escenario A y B. Fuente: Autores.



La Figura 10, muestra que la tendencia de la humedad relativa en el escenario B genera un mayor error en comparación con la del escenario en todas las zonas de la vivienda. Esta gráfica permite observar que la humedad relativa presenta los índices más altos en la zona ALCOBA BALCON para el escenario A con un error promedio de 13,22 [%HR] y un 16,74 [%HR] en la misma zona para el escenario B.

Figura 10. Índice de error promedio humedad relativa en las zonas de la vivienda, Escenario A (puertas y ventanas cerradas) y el escenario B (puertas y ventanas abiertas). Fuente: Autores.



De acuerdo a los índices mostrados anteriormente se evidencian niveles de error altos con la variable de humedad relativa. Esta se vio afectada ya que la mayoría de las zonas son muy estrechas y la influencia de las ganancias por temperaturas radiantes en muros juega papel fundamental ya que el día de la toma de datos se presenció cielo despejado y caluroso.

4.2 SIMULACIONES

Las simulaciones de temperatura del aire y humedad relativa de la vivienda, se realizaron para cada zona. Adicionalmente, se planteó simular las cuatro posiciones ya descritas anteriormente, con el fin de identificar el efecto que tiene la orientación de la vivienda en este aspecto. La importancia de este análisis es poder identificarla influencia de la orientación.

A continuación se presenta un análisis de algunas zonas de la vivienda que evidencian importantes cambios en su temperatura debido al cambio de la orientación de la vivienda.

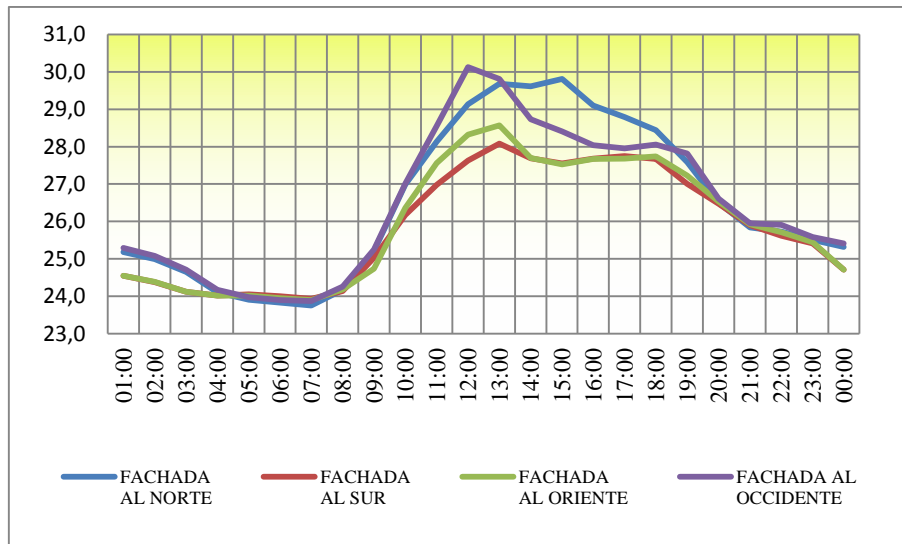
Se presenta un análisis de la zona SALA COCINA-COMEDOR ya que representa cambios importantes dependiendo la orientación y tiene la tendencia de otros lugares de la vivienda. Los resultados en detalle zona a zona se presentan en el Anexo E.

4.2.1 Simulación 27 de marzo: Se realizó la simulación de este día para las 4 orientaciones de la vivienda, con el fin de comparar el comportamiento de la temperatura del aire y la humedad relativa en cada zona y confrontarla con las de las diferentes posiciones.

Resultados temperatura del aire

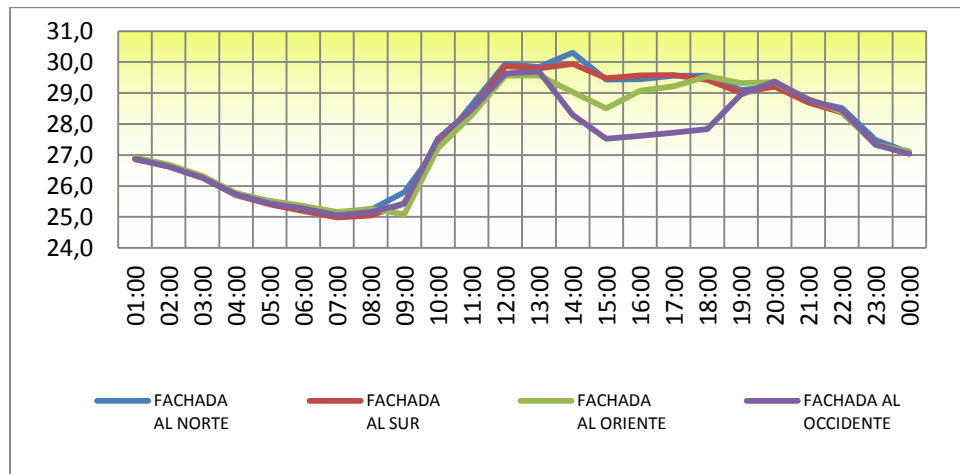
Para el día de toma de datos se observó que para la zona de la SALA COMEDOR – COCINA, se presentaron las temperaturas más bajas en los casos en que la vivienda se encontró orientada hacia el norte y hacia el sur. La diferencia se nota sobre todo entre las 12 del mediodía y las 4 de la tarde.

Figura11. Temperatura del aire promedio zona SALA COMEDOR - COCINA en las cuatro orientaciones el 27 de Marzo. Fuente: Autores.



Otra zona en la que se aprecia el efecto de la ubicación de la vivienda es en la zona ALCOBA PATIO, en donde nuevamente la ubicación hacia el occidente hizo que la temperatura en esa zona fuera más baja entre las 12 m y las 6 pm, estando en ocasiones hasta casi 2 °C por debajo de la tendencia desarrolladas por las demás orientaciones en esas horas. Esto tiene sentido ya que a esas horas las orientaciones con menor índice están ocultas al sol y se puede observar en la Figura 12.

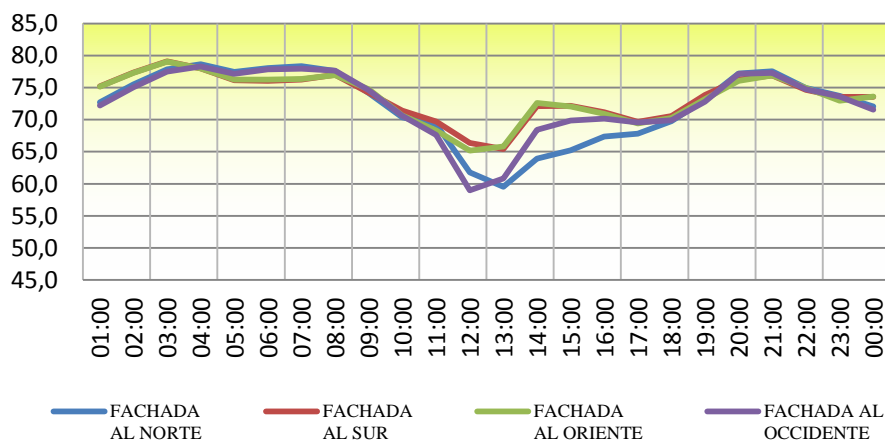
Figura12. Temperatura del aire promedio zona ALCOBA PATIO en las cuatro orientaciones el 27 de Marzo. Fuente: Autores.



Resultados humedad relativa

En la Figura 13, se aprecia el comportamiento de la humedad relativa promedio durante el día 27 de marzo para las posiciones propuestas.

Figura13. Humedad relativa promedio zona SALA COMEDOR - COCINA en las cuatro orientaciones el 27 de Marzo. Fuente: Autores.

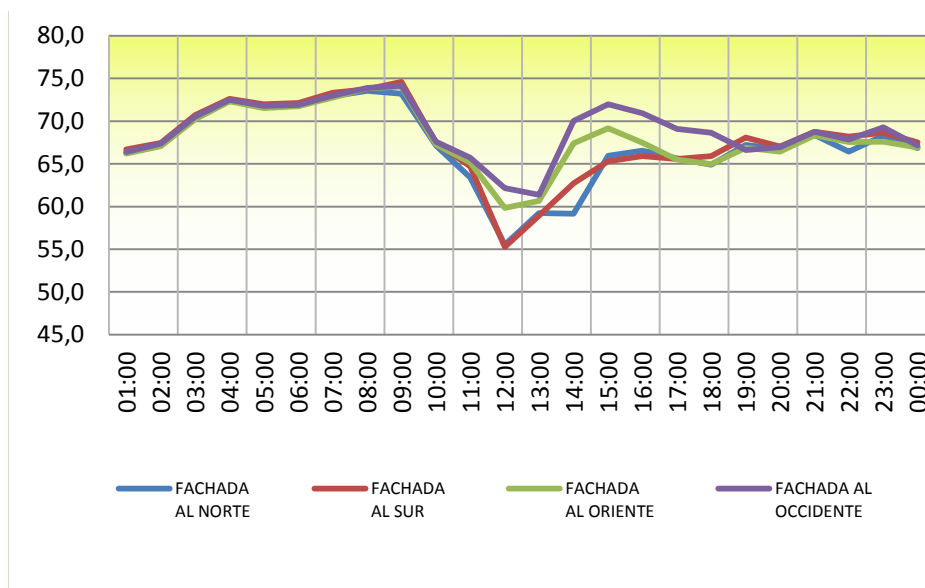


Para esta zona la humedad tiene un comportamiento muy similar para las cuatro orientaciones de la vivienda, a excepción del periodo entre las 11 a.m. y 5 p.m. en donde las viviendas

orientadas hacia el norte y oriente presentan mayores índices de humedad, alcanzando valores de hasta de 72%.

Por otro lado, en la Figura 14 la alcoba del patio se comporta de manera muy parecida en todas las orientaciones, a excepción de un periodo de comprendido de entre las 12 m. y las 7 p.m. en donde los niveles de humedad vuelven a ser muy similares entre las 4 orientaciones.

Figura14.Humedad relativa promedio zona ALCOBA PATIO en las cuatro orientaciones el 27 de Marzo. Fuente: Autores.

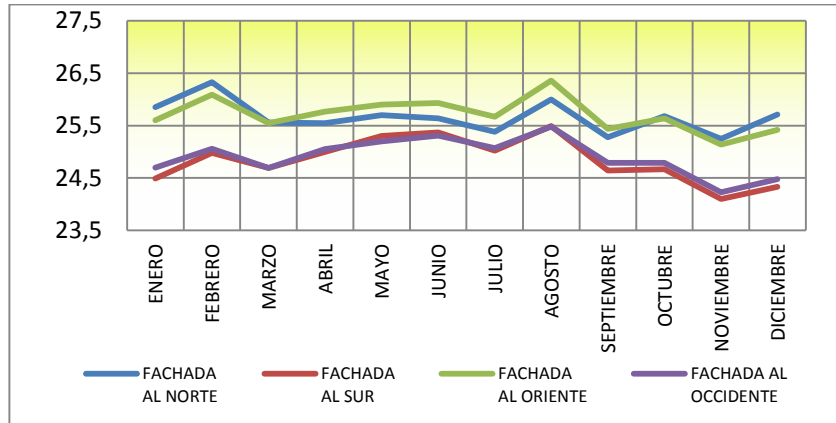


4.2.2 Simulación anual: Ahora con el propósito de presentar un resultado un poco más general, se mostrará el resultado de mismas simulaciones anteriores pero esta vez enfocadas a buscar evidenciar el comportamiento de la temperatura del aire y la humedad en el transcurso de un año completo y variando las posiciones de las viviendas.

Resultados temperatura del aire

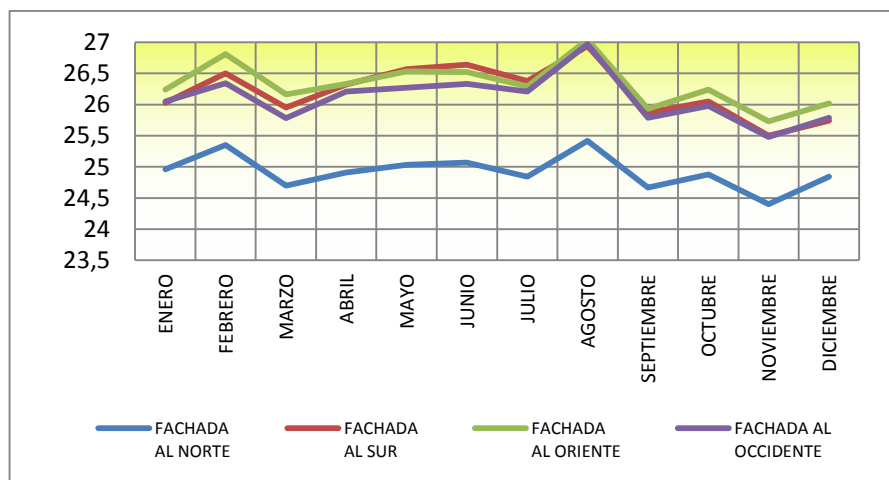
En la Figura 15 se muestra el comportamiento de la temperatura en la zona PATIO P1 para las cuatro orientaciones de la vivienda, evidenciando un cambio notable de esta variable para los casos en que la vivienda para los casos sur y occidente. Durante todo el año la temperatura ambiente siempre fue superior en esta zona para los casos norte y oriente.

Figura 15. Simulación mensual anual de temperatura del aire promedio, zona PATIO P1 en las cuatro orientaciones. Fuente: Autores.



La zona ALCOBA BALCON también presentó un cambio importante de temperatura con la variación de la posición de la vivienda. Como se observa en la Figura 16 para el caso en que la orientación de la vivienda fue hacia el norte, donde todo el año presentó temperaturas menores.

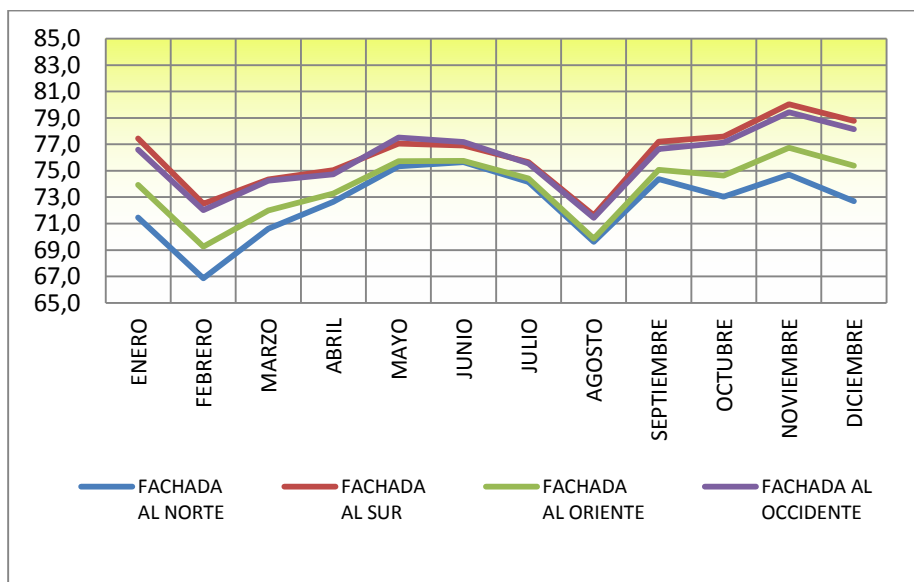
Figura16. Simulación mensual anual de temperatura del aire promedio, zona ALCOBA BALCON en las cuatro orientaciones. Fuente: Autores.



Resultados humedad relativa

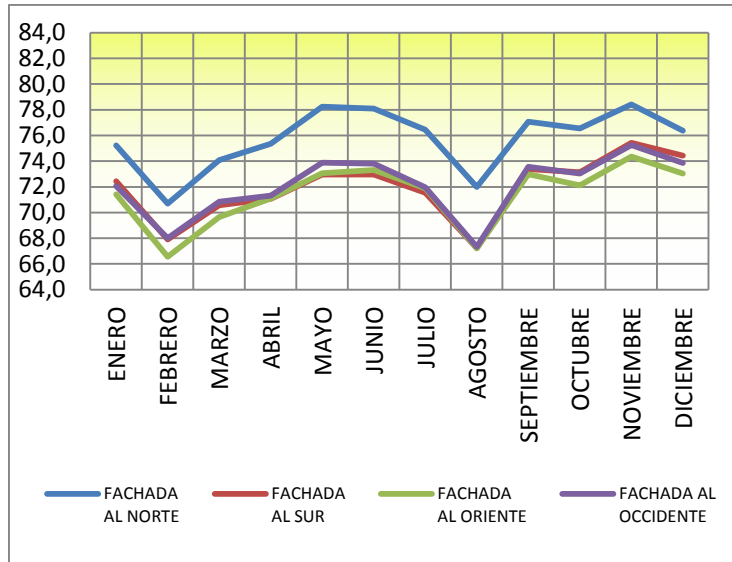
En la Figura 17 se presenta la humedad relativa de la zona PATIO P1 durante todo el año. Se observa que esta variable mantiene un comportamiento muy similar durante todo el año en las viviendas orientadas hacia el occidente y sur. Las orientadas al norte y oriente son menores a las otras dos orientaciones pero en los primeros y últimos 3 meses del año logran una diferencia entre ellas de hasta un 2,3 %.

Figura17. Simulación mensual anual de humedad relativa promedio, zona PATIO P1 en las cuatro orientaciones. Fuente: Autores.



La Figura 18 presenta los niveles de humedad relativa en la zona ALCOBA BALCON, y se aprecia que la vivienda con la orientación al norte presenta un aumento significativo en todos los meses por encima de la tendencia de las tres orientaciones hasta lograr un 4.42 [%HR] superior.

Figura18. Simulación Mensual anual de humedad relativa promedio, zona ALCOBA BALCON en las cuatro orientaciones. Fuente: Autores.



4.2.3 Iluminación natural: Luego de considerar los resultados de las simulaciones de iluminación natural que brinda DesignBuilder y los datos tomados en campo, se puede evidenciar que la vivienda en general tiene niveles de iluminación natural aceptables que cumplen con los niveles mínimos de iluminación recomendados por el RETILAP [8] para edificaciones residenciales.

Todas las zonas al interior de la vivienda cumplen con los requerimientos que impone el RETIE, a excepción de la zonas BAÑO P1 y BAÑO P2, en donde a toda hora del día, los niveles de iluminación fueron realmente bajos, debido a que solo tiene dos huecos (cada uno de 20cmx20cm) y no cuenta con aberturas adecuadas para los baños que aprovechen la iluminación natural en horas del día, por tanto se hace necesario el uso de luminarias que faciliten las tareas que una persona pueda llegar a realizar en esa zona.

Figura 19. Simulación de iluminación natural (Daylighting), zona BAÑO P2 a las 9:00 am. Fuente: Autores.

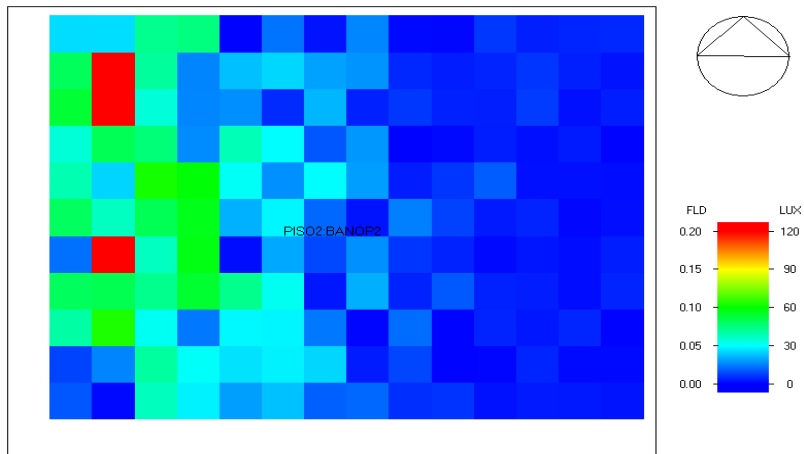


Figura 20. Simulación de iluminación natural (Daylighting), zona BAÑO PISO 2 a las 5:00 pm.
 Fuente: Autores.

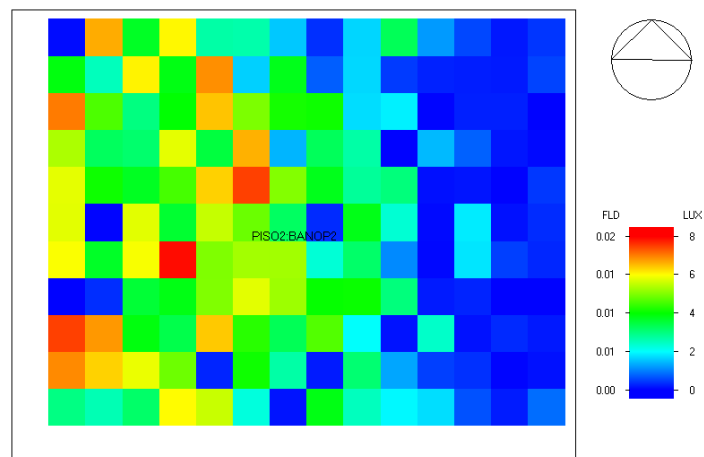
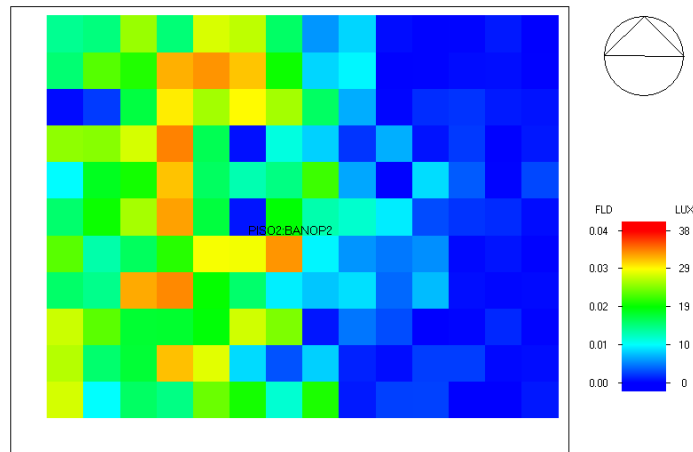


Figura 21. Simulación de iluminación natural (Daylighting), zona BAÑO P2 a las 12:00 m.
 Fuente: Autores.



La zona de ESCALERA 1 P1, ESCALERA 2 P1 y ESCALERA 1 P2 tampoco cumple con los niveles mínimos de iluminación debido a que esta zona de las escaleras está muy encerrada y cuenta únicamente con dos huecos (de 20cmx20 cm) que se encuentran ubicadas en uno de sus muros del primer piso y los 4 que se encuentran en el mismo muro pero del segundo piso ayudan a proporcionar rayos de luz natural a esa zona, a pesar que ese día fue soleado.

Figura 22. Simulación de iluminación natural (Daylighting), zona ESCALERAS 1 P1 a las 9:00 am. Fuente: Autores.

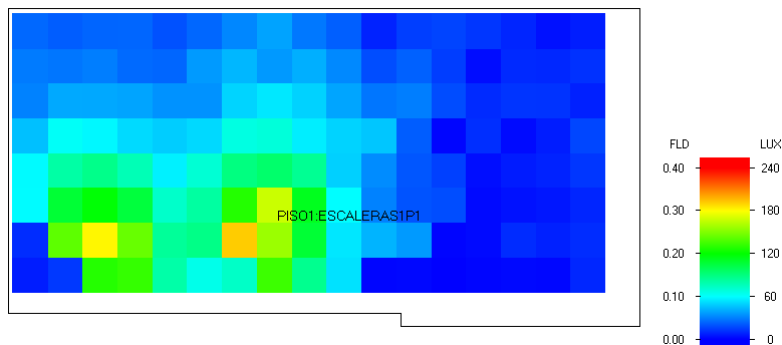


Figura 23. Simulación de iluminación natural (Daylighting), zona ESCALERAS 1 P2 a las 12:00 m. Fuente: Autores.

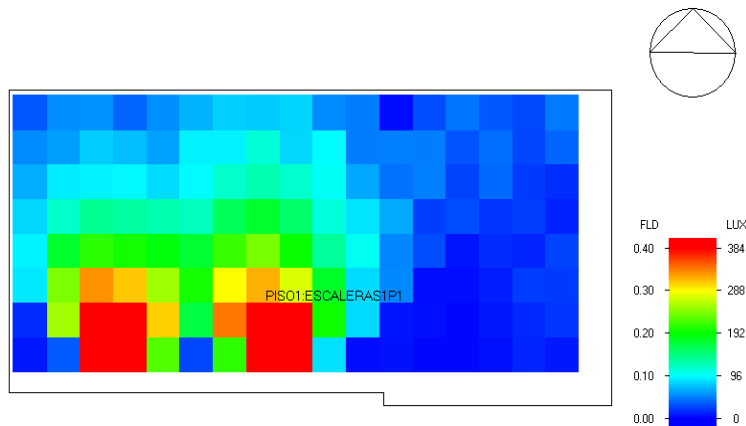
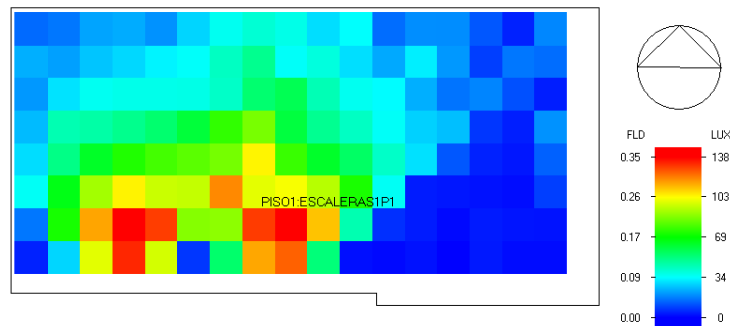


Figura 24. Simulación de iluminación natural (Daylighting), zona ESCALERAS 1 P1 a las 5:00 pm. Fuente: Autores.



Las zonas de la SALA COCINA- COMEDOR, ALCOBA BALCON, ALCOBA PATIO y PATIO P1 no presentan problemas de iluminación natural en ningún lugar y a ninguna hora del día según lo reglamentado por el RETIE (desde las 9 de la mañana hasta las 5 de la tarde) lo que concuerda con las observaciones hechas en campo el día que se hizo la toma de datos (ver Anexo F).

4.2.4 Ganancias térmicas al interior de la vivienda: El software permite evaluar mediante simulaciones anuales, mensuales, diarias y horarias algunos de los factores a tener en cuenta en el análisis del comportamiento energético de la vivienda. Estos factores se deben analizar como una serie de resultados que en conjunto permiten justificar resultados de confort o discomfort al interior de la misma.

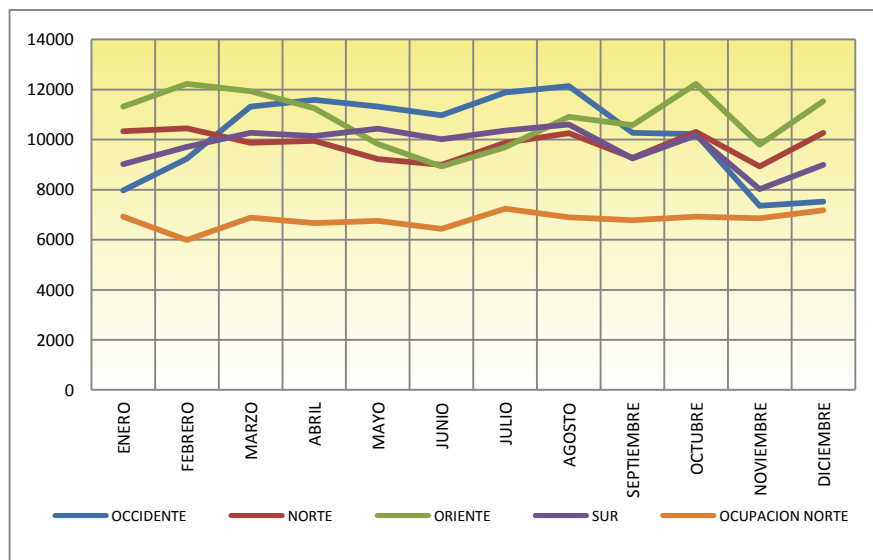
Las simulaciones evidenciaron que la mayor ganancia térmica en el segundo piso de la vivienda se presentó por la ocupación. Esta ganancia se debe a los ocupantes del sitio y al

flujo de calor que ellos pueden aportar a la zona en que se encuentran y depende en buena medida de la cantidad de personas al interior de la vivienda, y del tiempo que estén dentro de dicha zona.

Cada zona de la vivienda se modeló con una ocupación distinta, basados en que el número de habitantes de una VIS es en promedio 5 personas, pero no todos están al mismo tiempo en todas las zonas.

Por tanto, se hizo necesario, mediante plantillas de ocupación proporcionados por el software, programar el número de personas por zona y el tiempo que estas permanecerían allí. En la Figura 25 se muestra la ganancia por ocupación para una zona cualquiera de la vivienda, con el fin de mostrar la proporción de ésta ganancia con respecto a las demás. En el anexo G se podrá verificar los resultados para el resto de zonas de la vivienda corroborando que la ganancia por ocupación es la más alta en todas las zonas y en todas las posiciones de la vivienda para el segundo piso.

Figura 25. Ganancias ventanas externas y ocupación. Fuente: Autores.



Otra ganancia térmica que arrojó valores importantes fue la generada por el acristalamiento externo de la vivienda. Esta ganancia hace relación al flujo solar hacia la zona a través de vidrios, marcos y divisores del acristalamiento exterior, excluyendo la radiación de onda corta transmitida. Como se ve en el Anexo G hay importante ganancia por este motivo, lo que hace que el interior de la vivienda sea tan caluroso la mayoría del día.

De las cuatro orientaciones propuestas para las simulaciones, se evidenció que las viviendas que mayor ganancia térmica por ventanas exteriores fueron las viviendas es que las fachadas están orientadas al occidente y al oriente como se puede apreciar en la Figura 25, resultado esperado debido a que las viviendas no cuentan con acristalamiento lateral, por tanto las fachadas a las cuales el sol impacte directamente (sea en la mañana o en la tarde), tendrán más ganancia térmica por acristalamiento que las demás aunque tengan la misma distribución de ventanales.

4.2.5 Discomfort: DesignBuilder generó una gran cantidad de datos sobre las condiciones ambientales en el interior de la vivienda, que luego se analizaron zona por zona.

Las simulaciones permitieron evidenciar que las distintas zonas de la casa se encontraban por encima de 26°C la mayor cantidad de horas al año.

Se tomó como base de confort 26°C ya que la guía del CIBSE5 establece parámetros de medida del confort al interior de distintos espacios ocupacionales. Según esta guía en general, para que hayan niveles de confort aceptables, deben haber menos del 1% de horas totales en un año por encima de 26°C en la zona de estudio, por lo que, luego de las simulaciones se observó que en ninguna zona de la casa durante un año completo fue confortable.

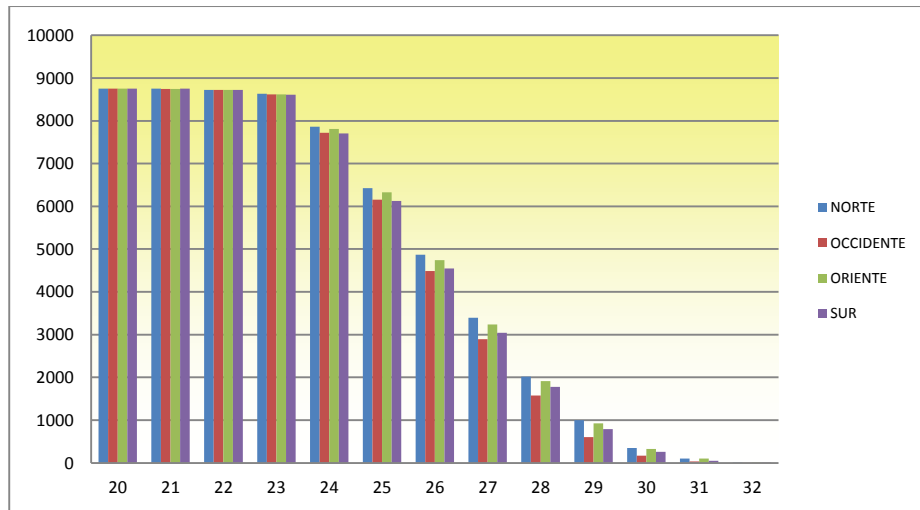
Este resultado también era de esperarse ya que según los resultados de temperatura promedio al interior de la vivienda, durante la mayoría del día las temperaturas estaban por encima de 24°C hasta casi 32° en algunas horas del día.

A continuación en la Figura 30 se muestra el resultado de horas totales al año en que la zona HABITACION PATIO se encontró por encima de 26°C para las 4 ubicaciones propuestas. Se

⁵CIBSE: *Chartered Institution of Building Services Engineers*

decide mostrar esta zona en donde le temperatura ambiente se encuentra más horas al año por encima de la temperatura estándar de confort para las cuatro posiciones.

Figura 26. Horas por encima de, zona ALCOBA PATIO. Fuente: Autores.



En el anexo H se puede verificar este mismo resultado para las demás zonas y las demás orientaciones.

5 OBSERVACIONES

- La construcción, configuración y detallado del modelo se desarrolló de tal manera que se pudiera utilizar la opción de distribución solar completa interior y exterior que permite modelar con mayor detalle la radiación solar en las diferentes zonas de la vivienda.
- Se creó un bloque adicional, adyacente e igual a la vivienda para considerar el efecto energético en la unidad analizada, como por ejemplo sombreado.
- Para la escogencia de la vivienda a simular se tuvo en cuenta aquella que desde las primeras horas del día recibiera los rayos del sol directamente de manera que se pudiera apreciar en mayor medida los efectos de la ubicación de la vivienda en los resultados de la simulación.
- El modelo virtual generó una zona llamadas ESCALERAS P2 1, la cual no se tuvo en cuenta para el análisis de resultados ni de simulaciones debido a que realmente esa zona es un hueco que va del primer piso de las escaleras hasta el techo de la vivienda, y de esa zona no se tenían datos de temperatura ni humedad pues no se consideró importante tomarlos.
- El día en que se realizaron las mediciones en la vivienda seleccionada, no se logró tener acceso al baño del primer piso para la respectiva toma de datos, debido que era ese lugar el que albergaba las herramientas de construcción por tanto estaba bajo llave. A pesar de ello, en el anexo E se pueden observar las simulaciones de esta zona.
- La toma de datos en campo se hizo hasta las 5 de la tarde ya que hasta esa hora se contaba con permiso para ingresar a las instalaciones donde se estaban construyendo las viviendas.
- La validación del modelo permitió determinar que la variabilidad de los resultados es mayormente satisfactoria, a excepción de unos datos asociados con la humedad relativa. Es-

to puede ser debido a que la diferencia entre los datos meteorológicos considerados para la simulación respecto de los datos reales, ya que los primeros corresponden a la estación meteorológica de la UIS. Se aclara que sólo se cuenta con esa fuente de información.

6 CONCLUSIONES

A continuación se presentan diferentes conclusiones obtenidas de la interpretación de las simulaciones realizadas con DesignBuilder.

- Luego de considerar los resultados de las simulaciones de iluminación natural que brinda el software y los datos tomados y corroborados en campo, se puede evidenciar que la vivienda en general tiene niveles de iluminación natural aceptables que cumplen con los niveles mínimos de iluminación recomendados por el RETILAP para edificaciones residenciales.
- Tomando en cuenta el resultado de la simulación de ganancias térmicas, se puede inferir que 5 personas al interior de una vivienda de este tipo, generan una importante ganancia por calor corporal. Esto radica en el hecho de que la vivienda no es lo suficientemente amplia para 5 personas y menos con las temperaturas ambientales a las que está sometida la vivienda.
- El grado de soleamiento en las fachadas, condiciona de forma determinante el confort térmico.
- Según la evaluación de confort proporcionada por el software, y los estándares internacionales consultados, la vivienda cuenta con condiciones térmicas aceptables pero no suficientes para poder afirmar que son espacios residenciales totalmente confortables.

7 RECOMENDACIONES

- Debido a las altas temperaturas en la mayor parte del día, es conveniente incorporar estrategias que favorezcan la ventilación natural interna.
- Un estudio de la parte constructiva de la vivienda que desde el diseño tenga en cuenta zonas internas más amplias puede contribuir en la disminución de las ganancias de calor internas.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- [1] Ministerio de Vivienda y Ambiente Territorial, “Serie Guías de Asistencia Técnica para Vivienda de Interés Social N° 2,” 2011. [Online]. Available: http://www.minambiente.gov.co/documentos/guias_vivienda_dt/110811_guia_asis_tec_vis_2.pdf.
- [2] DIAN, “Retención en la fuente, concepto 049191,” Retencion en la fuente, Viviendas de Interes Social, 2005. [Online]. Available: <http://actualicese.com/normatividad/2005/Conceptos/julio/049191.htm>.
- [3] Ministerio de Vivienda y Ambiente Territorial, Decreto numero 0075. CoLombia, 2013, p. 17.
- [4] Real Academia Española, “Definicion Confort.” [Online]. Available: <http://lema.rae.es/drae/?val=confort>.
- [5] “CONFORT TÉRMICO.” [Online]. Available: [www.farq.edu.uy/joomla/images/stories/termico/Cap1_confort_Termico\(1\).pdf](http://www.farq.edu.uy/joomla/images/stories/termico/Cap1_confort_Termico(1).pdf).
- [6] L. S. Martínez, “La percepción del confort. Análisis de los parámetros de diseño y ambientales mediante Ingeniería Kansei: Aplicación a la biblioteca de Ingeniería del Diseño (UPV),” 2011. [Online]. Available: http://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/13751/PROYECTO_FINAL_DE_GRADO_Laura_Solana_Martínez.pdf?sequence=1.
- [7] Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT), “NOTAS PRACTICAS - Confort Térmico,” Juan Guasch, 2007.

- [8] MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA, "REGLAMENTO TECNICO DE ILUMACION Y ALUMBRADO PUBLICO," RESOLUCION 181331, 2009.
- [9] F. J. Chávez del Valle, "Zona variable de confort térmico," Capitulo 2, 2002.
- [10] "ESTUDIO DE ARQUITECTURA BIOCLIMATICA," SOSTENIBLES, BANCO DE IDEAS DE NEGOCIOS, 2013. [Online]. Available: http://www.tenerife.es/wps/wcm/connect/b7d2d10044e917dabf36bf3cab861b54/NA_Arquitec-tu-ra+bioclimatica.pdf?MOD=AJPERES&CACHEID=b7d2d10044e917dabf36bf3cab861b54&useDefaultText=0&useDefaultDesc=0.
- [11] <http://www.sol-arq.com/>, "Simulación Energética, Iluminación Natural y CFD."
- [12] DesignBuilder software, "DesignBuilder," Welcome to DesignBuilder v3. [Online]. Available: <http://www.designbuilder.co.uk/helpv3.0/>.
- [13] "Sistemas Electrónico de Contratacion Publica," SANTANDER - INSTITUTO DE VI-VIENDA DE INTERÉS SOCIAL Y REFORMA URBANA DE BUCARAMANGA. [Online]. Available: <https://www.contratos.gov.co/consultas/detalleProceso.do?numConstancia=13-1-87813>.
- [14] P. SUAREZ and M. Y. MENESES SILVA, "EVALUACIÓN DE LAS ESTRATEGIAS DE CONFORT VISUAL Y TÉRMICO ESTABLECIDAS PARA EL EDIFICIO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA SEGÚN LINEAMIENTOS DEL SISTEMA DE CERTIFICACION LEED A PARTIR DE LA HERRAMIENTA DESIGNBUILDER. Creacion del modelo virtual.," p. 304, 2012.

BIBLIOGRAFÍA

Arquitectura Bioclimática: “ESTUDIO DE ARQUITECTURA BIOCLIMATICA,” SOSTENIBLES, BANCO DE IDEAS DE NEGOCIOS, 2013. [Online]. Tomado de: http://www.tenerife.es/wps/wcm/connect/b7d2d10044e917dabf36bf3cab861b54/NA_Arquitectura+bioclimatica.pdf?MOD=AJPERES&CACHEID=b7d2d10044e917dabf36bf3cab861b54&useDefaultText=0&useDefaultDesc=0.

Definición: “CONFORT TÉRMICO.” [Online]. Tomado de: [www.farq.edu.uy/joomla/images/stories/termico/Cap1_confort_Termico\(1\).pdf](http://www.farq.edu.uy/joomla/images/stories/termico/Cap1_confort_Termico(1).pdf).

DesignBuilder software, “DesignBuilder,” Welcome to DesignBuilder v3. [Online]. Tomado de: <http://www.designbuilder.co.uk/helpv3.0/>.

DIAN, “Retención en la fuente, concepto 049191,” Retención en la fuente, Viviendas de Interés Social, 2005. [Online]. Tomado de: <http://actualicese.com/normatividad/2005/Conceptos/julio/049191.htm>.

F. J. Chávez del Valle, “Zona variable de confort térmico,” Capítulo 2, 2002.

J. Guasch, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT), “NOTAS PRÁCTICAS - Confort Térmico,” 2007.

L. S. Martínez, “La percepción del confort. Análisis de los parámetros de diseño y ambientales mediante Ingeniería Kansei: Aplicación a la biblioteca de Ingeniería del Diseño (UPV),” 2011. [Online]. Tomado de: http://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/13751/PROYECTO_FINAL_DE_GRADO_Laura_Solana_Martinez.pdf?sequence=1.

MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA, “REGLAMENTO TECNICO DE ILUMACION Y ALUMBRADO PUBLICO,” RESOLUCION 181331, 2009.

Ministerio de Vivienda y Ambiente Territorial, “Serie Guías de Asistencia Técnica para Vivienda de Interés Social N° 2,” 2011. [Online]. Tomado de: http://www.minambiente.gov.co/documentos/guias_vivienda_dt/110811_guia_asis_tec_vis_2.pdf.

Ministerio de Vivienda y Ambiente Territorial, Decreto número 0075. Colombia, 2013, p. 17.

P. SUAREZ and M. Y. MENESES SILVA, “EVALUACIÓN DE LAS ESTRATEGIAS DE CONFORT VISUAL Y TÉRMICO ESTABLECIDAS PARA EL EDIFICIO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA SEGÚN LINEAMIENTOS DEL SISTEMA DE CERTIFICACION LEED A PARTIR DE LA HERRAMIENTA DESIGNBUILDER. Creación del modelo virtual.,” p. 304, 2012.

Real Academia Española, “Definición Confort.” [Online]. Tomado de: <http://lema.rae.es/drae/?val=confort>.

Sigep: “Sistemas Electrónico de Contratación Publica,” SANTANDER - INSTITUTO DE VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL Y REFORMA URBANA DE BUCARAMANGA. [Online]. Tomado de: <https://www.contratos.gov.co/consultas/detalleProceso.do?numConstancia=13-1-87813>.

Simulación energética “Simulación Energética, Iluminación Natural y CFD.” Tomado de: <http://www.sol-arq.com/>

ANEXOS

ANEXO A

SELECCIÓN DE LA VIS TIPO EN LA CIUDAD DE BUCARAMANGA

Para realizar la selección de la VIS en la ciudad de Bucaramanga se hizo necesario indagar en las instituciones públicas adjuntas a la Alcaldía Municipal, más exactamente en el Instituto de Vivienda de Interés Social de Bucaramanga (INVISBU), para conocer cuál de los proyectos de vivienda de interés social que se encontraban en proceso de construcción, estaba en su etapa más avanzada, para realizarle los estudios pertinentes. A la fecha de este proyecto de grado, abril de 2014, estaban en proceso de construcción principalmente tres proyectos que se describen a continuación:

Tabla A. 1. Descripción de proyectos en construcción de VIS en la ciudad de Bucaramanga.

Proyecto	Descripción
La Estación	Viviendas multifamiliares a través de 7 torres de 30 apartamentos por piso, en total 210 viviendas dirigidas a damnificados de la ola invernal en 2010 y población desplazada.
Paseo la Feria etapa IV	116 Viviendas unifamiliares de dos pisos, a través de subsidios del Fondo Nacional de Vivienda (FONVIVIENDA).
Villas de San Ignacio	101 Viviendas unifamiliares a través de la Financiera de Desarrollo Territorial (FINDETER) dirigidas a población discapacitada.

Fuente: Alcaldía de Bucaramanga, INVISBU:
<http://www.bucaramanga.gov.co/Contenido.aspx?Param=40>

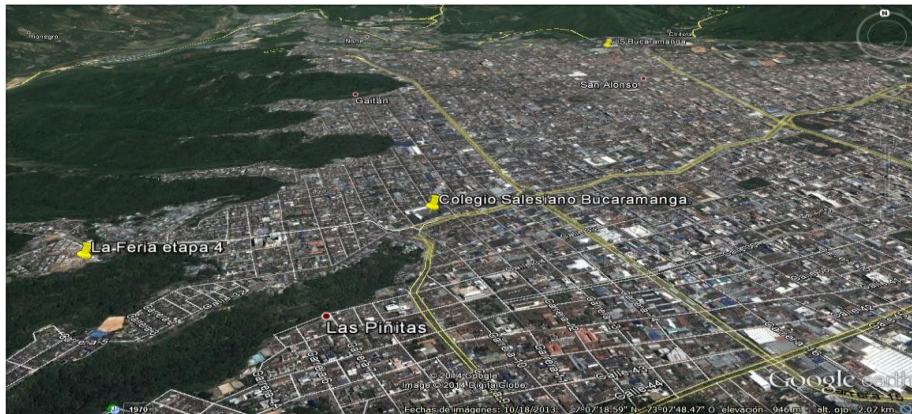
De acuerdo a la información anterior y a visitas a los lugares en donde se estaban desarrollando los diferentes programas, se decide trabajar con las VIS del barrio Paseo la Feria eta-

pa IV debido a que estaban constructivamente más avanzadas que los otros dos proyectos y se debían hacer mediciones de variables climáticas, lo cual sería más factible y expedito.

A.1 Ubicación geográfica de la vivienda

La vivienda seleccionada pertenece al barrio La Feria, que se encuentra ubicado en el extremo noroccidental de la ciudad de Bucaramanga, y hace parte de 116 unidades habitacionales distribuidas en manzanas contando también con una zona común para parqueo de vehículos como se muestra a continuación.

Figura A. 1. Ubicación geográfica de la vivienda seleccionada.



Fuente: Google earth.

A.2 Descripción de la vivienda seleccionada

La edificación consta de dos plantas conformadas de la siguiente manera: en la primera de ellas se encuentra un espacio común para sala comedor y cocina, un baño en la parte de atrás de la vivienda junto con un patio de ropas también en la parte de atrás, el cual no está techado y se encuentra a la intemperie. El acceso a la segunda planta se realiza a través de escaleras en forma de caracol. La segunda planta está conformada por una habitación que da hacia la fachada de la vivienda, otra en la parte posterior y un espacio proyectado para construcción de un segundo baño en medio de las dos.

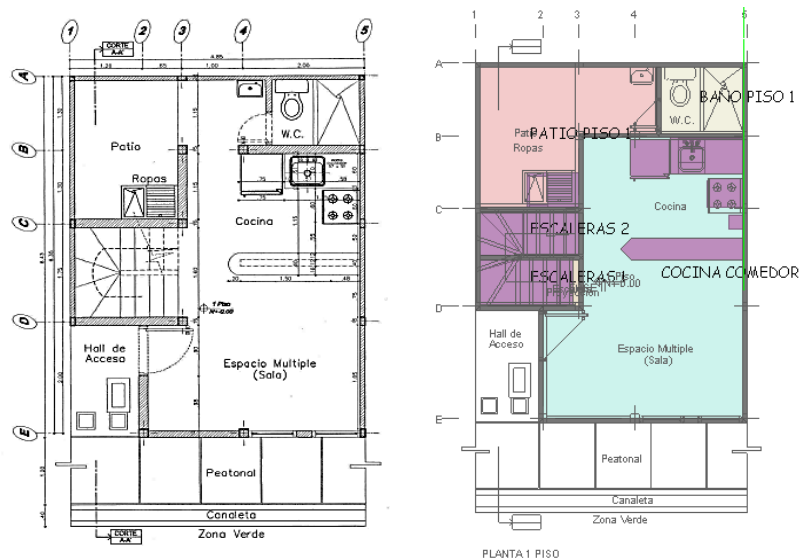
La vivienda se encuentra orientada geográficamente de manera que la fachada apunta hacia el sur. No todas la viviendas de esta urbanización tienen esta misma ubicación, pero se seleccionó ésta debido a que estaba en un avance de más o menos un 90% de la construcción total, lo que facilitó el acceso a la misma y la toma de datos climatológicos descritos más adelante en el Anexo D.

Figura A. 2: Vista frontal VIS tipo seleccionada, barrio Paseo la Feria etapa IV y la construida en el software.



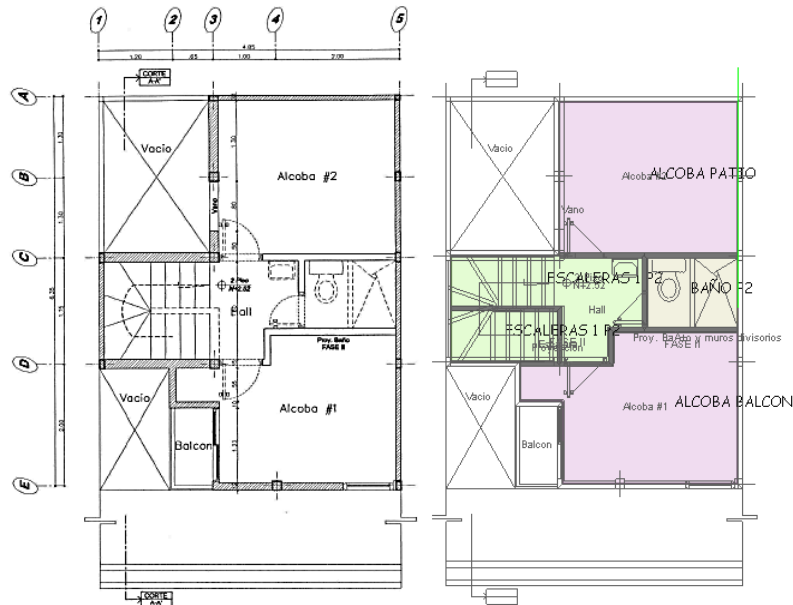
Los tipos de material constructivo, mampostería, cerramientos, particiones internas, acristalamientos y dimensiones de las diferentes zonas internas de la vivienda, se encuentran especificadas en el Anexo B. A continuación se presentan la vista de planta de los dos pisos de la vivienda, mostrando la distribución interna de las diferentes zonas que conforman cada piso.

Figura A. 3: Vista de planta piso 1 del plano arquitectónico y en DesignBuilder.



Fuente: [1]. A la izquierda plano arquitectónico primer piso. A la derecha vista en DesignBuilder.

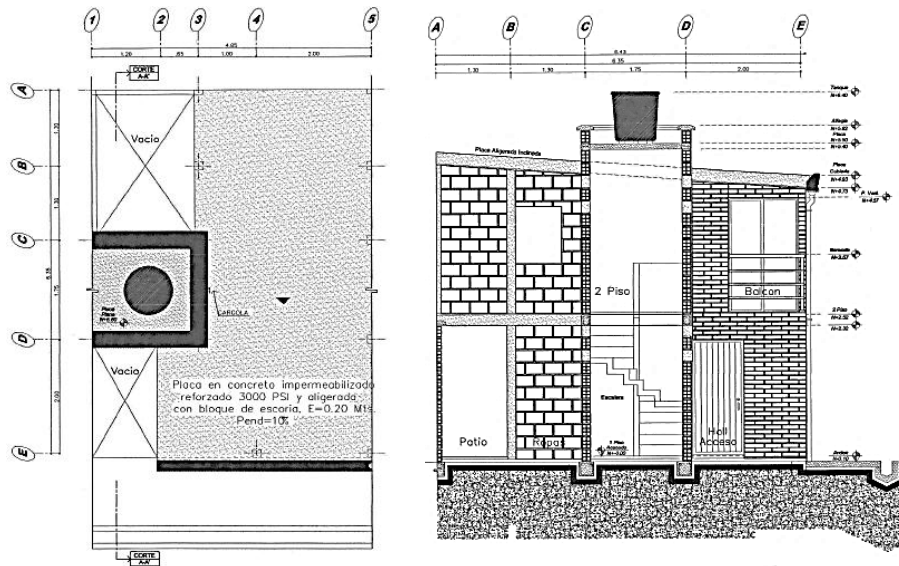
Figura A. 4. Vista de planta piso 2 del plano arquitectónico y en DesignBuilder.



Fuente: [1]. A la izquierda plano arquitectónico segundo piso. A la derecha vista en DesignBuilder.

En la Figura 5 se puede apreciar la vista superior y la vista de corte AA' con el fin de conocer en detalle el interior de la vivienda.

Figura A. 5: Vista superior y corte AA' de la vivienda.



Fuente: [1]. A la izquierda vista superior y a la derecha corte AA' de la vivienda.

Este modelo de vivienda cuenta con las áreas que se muestra en la Tabla 3.

Tabla A. 2: Descripción de áreas cubiertas y descubiertas en la VIS tipo seleccionada.

Descripción	Área [m ²]	Descuento [m ²]
Área del lote	31,16	
Área construida cubierta primer piso	24,43	
Área descubierta primer piso (Patio y Hall de Acceso)		6,73
Área punto fijo (Escalera)		3,37
Área construida cubierta segundo piso.	21,06	
Total área construida cubierta	45,49	

Fuente: [1]

REFERENCIAS

- [1] “Sistemas Electronico de Contratacion Publica,” *SANTANDER - INSTITUTO DE VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL Y REFORMA URBANA DE BUCARAMANGA*. [Online]. Available: <https://www.contratos.gov.co/consultas/detalleProceso.do?numConstancia=13-1-87813>.

LISTADO DE TABAS

Tabla A. 1. Descripción de proyectos en construcción de VIS en la ciudad de Bucaramanga.	48
Tabla A. 2: Descripción de áreas cubiertas y descubiertas en la VIS tipo seleccionada.....	52

LSTADOS DE FIGURAS

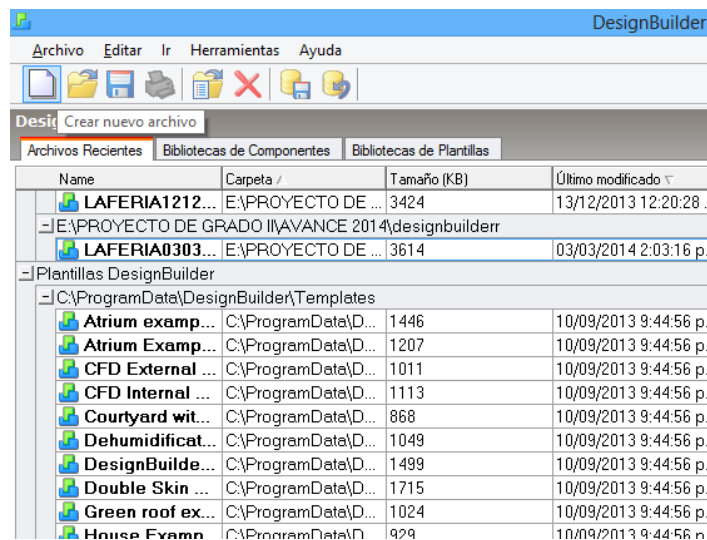
Figura A. 1. Ubicación geográfica de la vivienda seleccionada.....	49
Figura A. 2: Vista frontal VIS tipo seleccionada, barrio Paseo la Feria etapa IV y la construida en el software.	50
Figura A. 3: Vista de planta piso 1 del plano arquitectónico y en DesignBuilder.....	50
Figura A. 4. Vista de planta piso 2 del plano arquitectónico y en DesignBuilder.....	51
Figura A. 5: Vista superior y corte AA' de la vivienda.....	51

ANEXO B

CREACIÓN DEL MODELO GEOMÉTRICO EN EL PROGRAMA

Para la realización del modelo virtual en *DesignBuilder* se presenta un resumen de la construcción, la configuración de cerramientos y tipo de material utilizado en la construcción de la vivienda. La pantalla principal del software permite seleccionar plantillas o modelos que vienen por defecto, pero en este caso se va a realizar un nuevo proyecto.

Figura B. 1: Vista de inicio de DesignBuilder.



Fuente: Autores.

Posteriormente, el programa solicita información geográfica donde se desarrollara la simulación, se coloca el nombre del proyecto, y se selecciona en el menú el país y la ciudad, en este caso aparece la ciudad de Bucaramanga⁶. Se decide trabajar con EnergyPlus ya que es un motor de simulación más completo que DBSim.


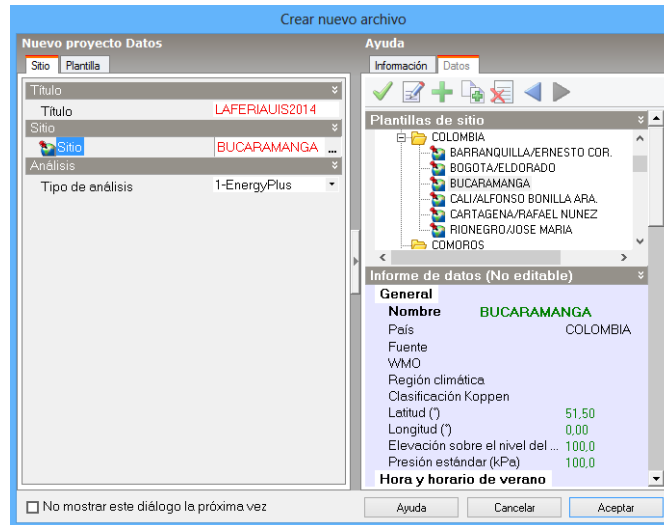
⁶ Para poder agregar la ciudad de Bucaramanga en el software se da clic en el icono , se debe crear la ciudad y cargar el archivo .epw el cual contiene los datos climáticos del lugar, que en este caso, se ha desarrollado en trabajos de grado anteriores [15]. El archivo contiene información anual, mensual y horaria, para un año completo, de parámetros como la temperatura de bulbo seco, la temperatura de rocío, la humedad relativa, la radiación solar y el viento (dirección y velocidad).

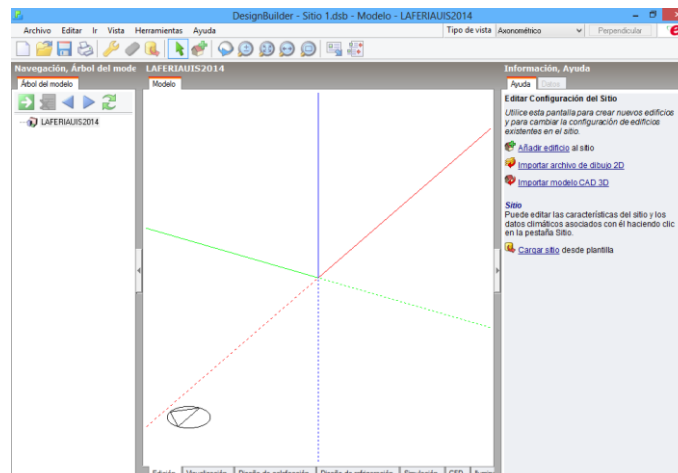
Figura B. 2: Creación de nuevo proyecto en DesignBuilder.



Fuente: Autores.

Al aceptar, el software muestra la interfaz en la que se va desarrollar el modelo.

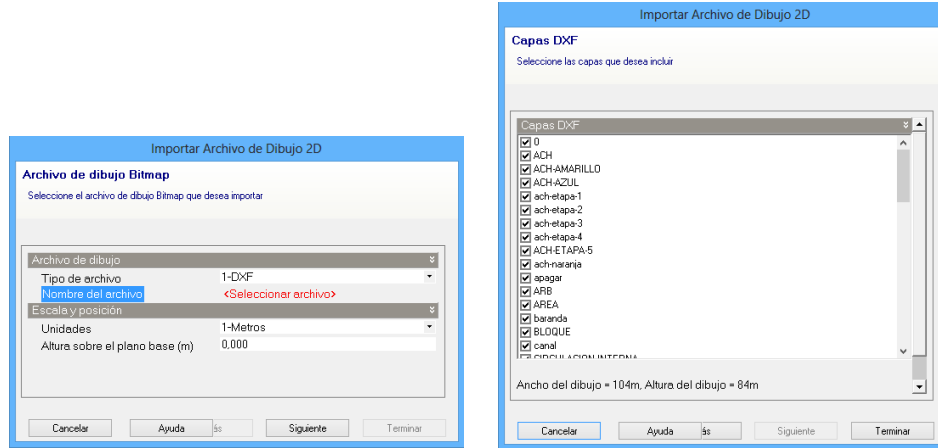
Figura B. 3: Interfaz de trabajo de DesignBuilder.



Fuente: Autores.

Para facilitar la construcción del modelo se importó el plano de la VIS en formato DXF⁷.

Figura B. 4: Importar archivo .DXF en DesignBuilder.



Fuente: Autores.

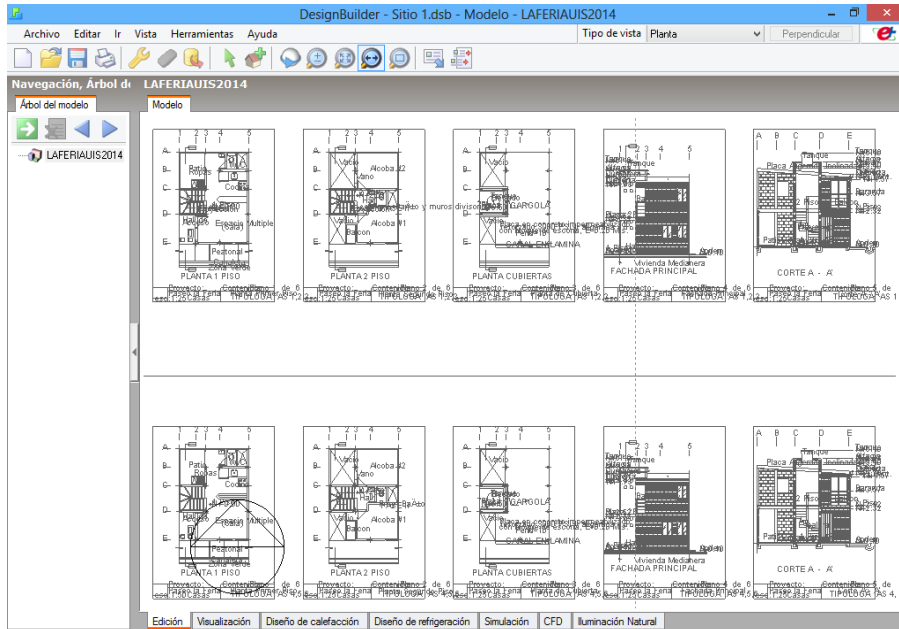
Luego de importarlo se tiene la opción de seleccionar que tipo de capas se desea aparezca en el modelo esto con el fin de evitar que se sature la visibilidad en el software. Al terminar aparece el plano como guía el cual facilita la construcción del modelo.

El plano que se adjuntó en este caso tiene los planos de los dos niveles y diferentes vistas y cortes de la edificación que ayudan a mejorar la exactitud⁸ del diseño.

Figura B. 5: Vista de plantilla importada desde AUTOCAD.

⁷ Para obtener el formato .DXF se puede hacer en AUTOCAD pero en lugar de guardarlo como .DWG se selecciona .DXF.

⁸ El objetivo principal en la creación del diseño es que sea lo más parecido posible al de la vivienda seleccionada y a lo largo de este anexo se evidencian variaciones entre los planos de construcción y detalles con la vivienda ya construida. Este proyecto se inclina por tomar detalles de cómo ya está construida la vivienda que por los planos, ya que se desea describir el comportamiento energético de las viviendas ya habitadas.



Fuente: Autores.


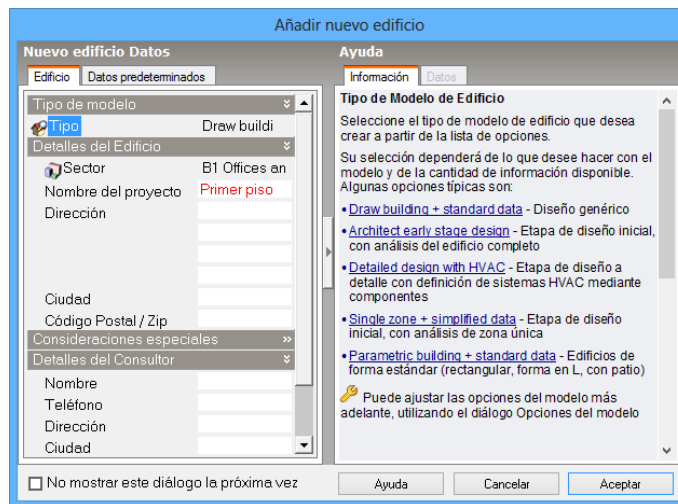

Para la construcción de la primera planta se añade un nuevo edificio en el icono  en donde se le asigna el nombre y otros de detalles de cerramientos que más adelante se detallara.

Figura B. 6: Creación de edificios en DesignBuilder.

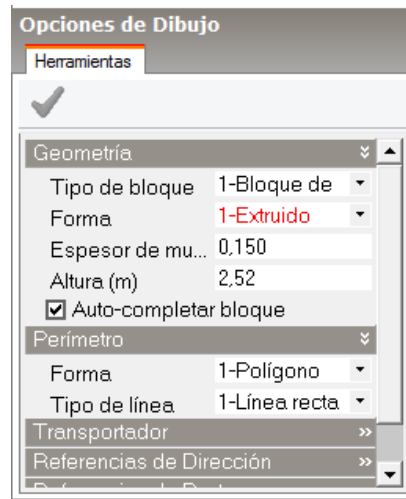


Fuente: Autores.

Para crear el primer piso se debe insertar un bloque en el icono  el cual despliega un menú en la parte izquierda que nos permite seleccionar el tipo de bloque, el grosor y altura de los

muros exteriores. En este caso se seleccionó tipo de bloque de contorno, forma extruido y una altura en metros.

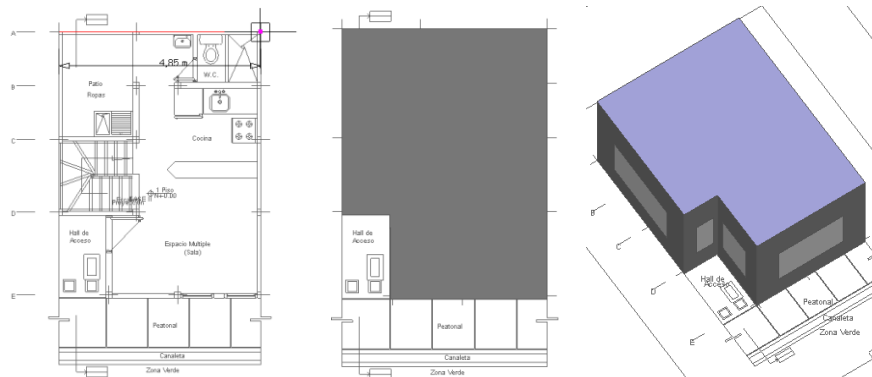
Figura B. 7 : Ilustración de la creación de un modelo a partir de las opciones del dibujo.



Fuente: Autores.

Luego de ubicar el plano del primer piso de la edificación, se seleccionó cada una de las esquinas hasta cerrarlo y el programa genera en 3D los muros exteriores del primer piso como se puede observar en la Figura 13 y para poder observar la imagen se pulsa el scroll del mouse que permite visualizar en la edificación.

Figura 27 . Creación de bloques en DesignBuilder.

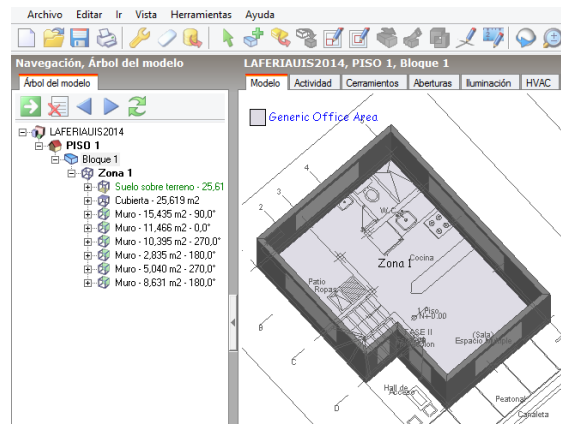


Fuente: Autores.

Cuando el bloque ya está creado, en el menú de la parte izquierda aparece el detalle de los bloques que hay en la edificación y en cada uno de ellos aparece el detalle de la edificación en la parte de adentro la cual se puede observar en la figura 14 que el bloque 1 está compuesto por una zona ya que no hay más particiones. A medida que se crean los muros inter-

nos se crean más zonas. Al desplegar cada zona aparecen las caras de cada cerramiento de la zona como lo es el suelo, la cubierta y los diferentes muros.

Figura 289: Creación de muros exteriores en DesignBuilder.



Fuente: Autores.


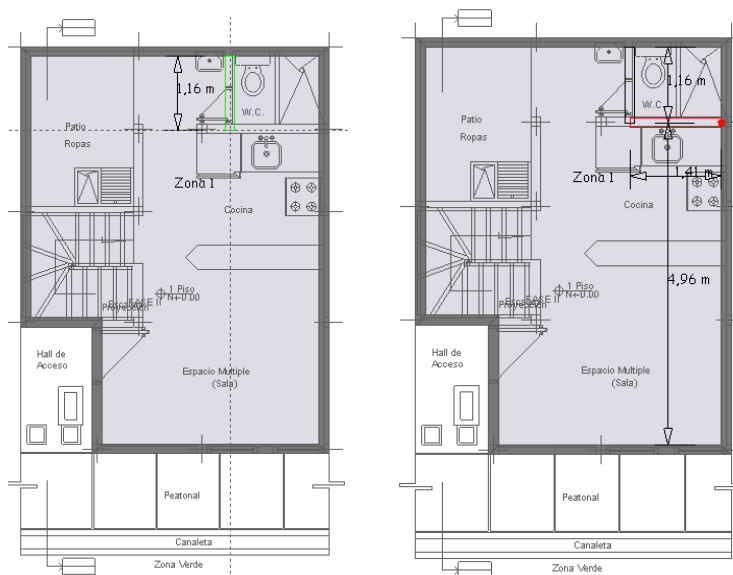
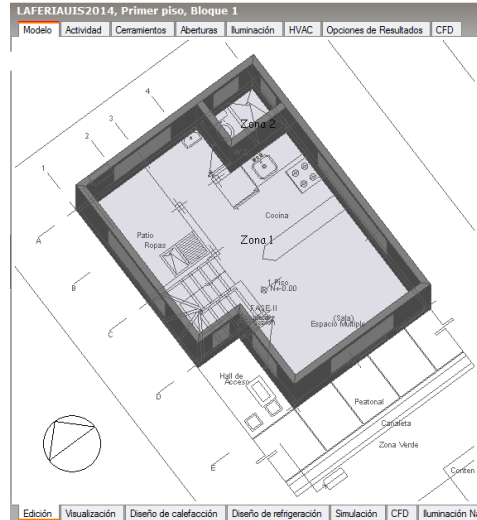
Para la creación de los muros internos en la barra de herramientas en el icono dibujar particiones , se selecciona el primer punto donde arranca la división en este caso para el baño, se da clic en donde se desee que gire el muro como se ve en la figura 15 y se termina en el otro muro, al dar este último paso el muro es creado junto a la nueva zona 2 como se puede observar en la Figura 16.

Figura B. 10 : Creación de Muros Internos en DesignBuilder.



Fuente: Autores.

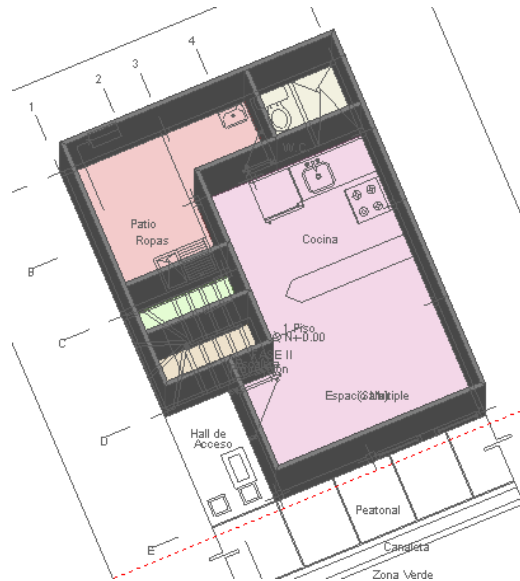
Figura B. 8. Creación de muros internos y a su vez de una zona nueva en DesignBuilder.



Fuente: Autores.

De esta manera y con ayuda de la plantilla importada se hace el levantamiento de los demás muros internos como se muestra en la figura 17.

Figura B. 92. Creación de muros internos de la vivienda



Fuente: Autores.

Para la construcción del segundo piso se realizó de la misma forma que el primero. La configuración de cerramientos y aberturas se muestra en el Anexo C.

LISTA DE FIGURAS

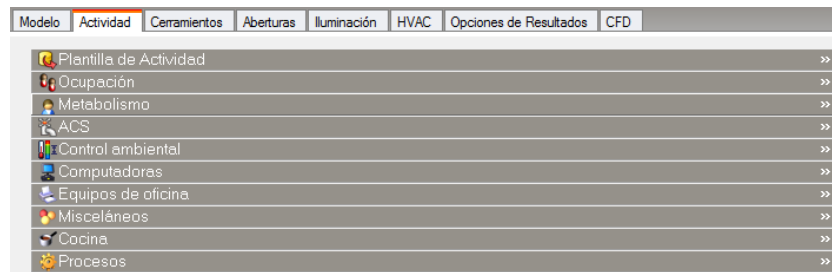
Figura B. 1: Vista de inicio de DesignBuilder.....	54
Figura B. 2: Creación de nuevo proyecto en DesignBuilder.	55
Figura B. 3: Interfaz de trabajo de DesignBuilder.....	55
Figura B. 4: Importar archivo .DFX en DesignBuilder.....	56
Figura B. 5: Vista de plantilla importada desde AUTOCAD.	56
Figura B. 6: Creación de edificios en DesignBuilder.	57
Figura B. 7 : Ilustración de la creación de un modelo a partir de las opciones del dibujo.....	58
Figura B. 8 : Creación de muros exteriores en DesignBuilder.	59
Figura B. 9 : Creación de Muros Internos en DesignBuilder.....	59
Figura B. 10: Creación de muros internos y a su vez de una zona nueva en DesignBuilder. .	60
Figura B. 11. Creación de muros internos de la vivienda.	60

ANEXO C

DATOS DE CERRAMIENTOS Y DETALLES CONSTRUCTIVOS EN DESIGNBUILDER

A continuación se presentan los datos que se ingresaron al software con el fin de detallar lo más posible a las condiciones y características reales de la vivienda.

Figura C. 1. Descripción pestaña *Actividad* en DesignBuilder.



Fuente: Autores.

C.1 ACTIVIDAD

Los datos de entrada en la pestaña de *Actividad* de DesignBuilder, definen los parámetros relacionados con el uso de las zonas. Se mostrarán los datos que se ingresaron en la pestaña de actividad para la zona de la cocina ubicada en el primer piso de la vivienda en todos los casos a modo de ilustración y las demás zonas se mostraran en tablas.

El tipo de plantilla se seleccionó *domestic Kitchen* de las opciones predeterminadas que trae el software, el tipo de zona se seleccionó *Estandar* ya que se consideró como un tipo de zona ocupada [1]. Los demás datos de la imagen se dejaron por defecto ya que es de interés que se tome para cálculos térmicos y de iluminación.

Figura C. 2. Plantilla de Actividad seleccionada.



Fuente: Autores.

Para las demás zonas se seleccionaron de la siguiente forma en la tabla 4.

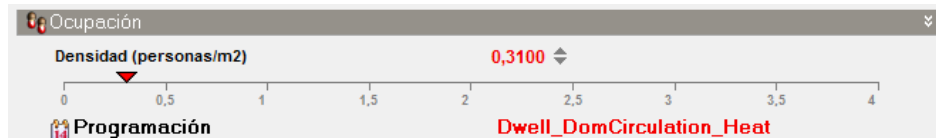
Tabla C. 1. Selección de plantillas de Actividad para diferentes zonas de la vivienda.

Zona	PLANTILLA	TIPO ZONA	MULTIPLICADOR
COCINA.COMEDOR	Domestic Kitchen	Estandar	1
ESCALERAS P1_A	Domestic circulation	Estandar	1
ESCALERAS P1_B	Domestic circulation	Estandar	1
BAÑO P1	Domestic bathroom	Estandar	1
PATIO	Domestic circulation	Estandar	1
ESCALERAS P2_A	Domestic circulation	Estandar	1
ESCALERAS P2_B	Domestic circulation	Estandar	1
HABITACION 1	Domestic bedroom	Estandar	1
HABITACION 2	Domestic bedroom	Estandar	1
BAÑO P2	Domestic bathroom	Estandar	1

Fuente: Autores.

C.1.1 Ocupación: En la etiqueta de ocupación se definen la cantidad de personas por unida de área de la zona. Los tiempos de ocupación se definen por medio de la opción *Programación* seleccionando el tipo de utilidad que se le da a la zona como se muestra en la figura 19.

Figura C. 3. Descripción de plantilla Ocupación.



Fuente: Autores.

Para las demás zonas de la vivienda la ocupación se describe en la tabla 5.

Tabla C. 2. Selección de Densidad y Programación para las diferentes zonas de la vivienda

Zona	Programacion	N° promedio de personas ⁹	Area zona [m2]	Densidad [personas/m2]
COCINA.COMEDOR	Dwell_DomCirculation_Heat	5	15.935	0.31
ESCALERAS 1 P1	Dwell_DomCirculation_Occ	1	1.611	0.62
ESCALERAS 2 P1	Dwell_DomCirculation_Occ	1	1.562	0.64
BAÑO P1	Dwell_DomBath_Occ	1	1.838	0.54
PATIO	Dwell_DomCirculation_Occ	2	6.296	0.32
ESCALERAS 1 P2	Dwell_DomCirculation_Occ	1	1.576	0.63
ESCALERAS 2 P2	Dwell_DomCirculation_Occ	1	3.742	0.27
ALCOBA BALCON	Dwell_DomBed_Occ	3	7.242	0.41
ALCOBA PATIO	Dwell_DomBed_Occ	3	7.386	0.41
BAÑO P2	Dwell_DomBath_Occ	1	1.87	0.53

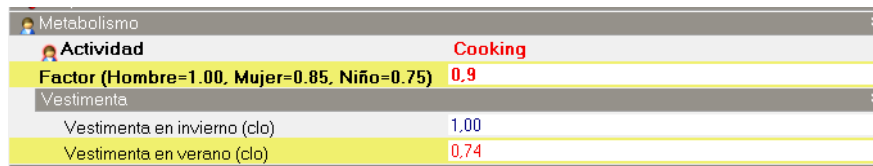
Fuente: Autores.

C.1.2 Metabolismo: En el apartado *Metabolismo* se puede establecer la cantidad de calor generado por las personas al interior de la vivienda bajo condiciones de diseño. La actividad viene predefinida en el software dependiendo la utilidad que se le dé a la zona.

Los datos de entrada como *Factor* y *Vestimenta* son seleccionados de valores predeterminados del software, los cuales se basan en las tasas metabólicas de la tabla 5, Capítulo 8 del *ASHRAE Handbook of Fundamentals*.

⁹ Considerando las figuras 8 y 9 de [3], las viviendas de estrato dos (2) tienen en promedio cinco (5) habitantes.

Figura C. 4. Descripción de plantilla Metabolismo.



Actividad	Cooking
Factor (Hombre=1.00, Mujer=0.85, Niño=0.75)	0.9
Vestimenta	
Vestimenta en invierno (clo)	1.00
Vestimenta en verano (clo)	0.74

Fuente: Autores.

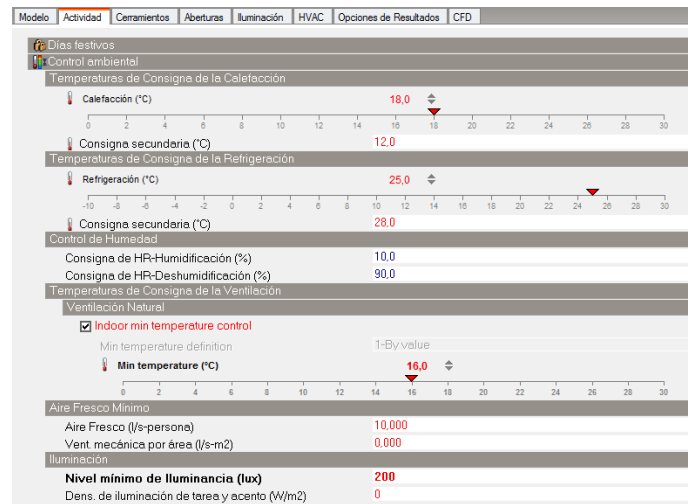
C.1.3 Consumo de Agua Caliente Sanitaria (ACS): En esta opción, se define la tasa de consumo de agua caliente sanitaria (ACS) por zona en litros/día/m². Estos datos solo se emplean en las zonas que se active la casilla ACS en la etiqueta HVAC, permitiendo simular el impacto energético del consumo de agua caliente. Para efectos de este proyecto no se va a tener en cuenta este tipo de consumo, por lo que se asignará cualquier valor en la etiqueta ACS.

C.1.4 Control Ambiental: En este apartado se ingresan parámetros que tienen que ver con temperaturas relacionadas con los aparatos de calefacción, aire acondicionado y control de humedad, los cuales para este proyecto no se van a tomar en cuenta, ya que el objetivo de esta investigación se basa en la simulación y análisis de la situación actual de la vivienda, la cual en realidad carece de estos sistemas.

También se requiere el valor de la temperatura de la ventilación natural el cual es usado por DesignBuilder para simular el control de ingreso de aire exterior fijándose un valor de 24°C por tratarse de un espacio residencial.

Los valores de *aire fresco mínimo*, se cargan automáticamente según la plantilla de actividad que se seleccione desde el inicio para esa zona. Con respecto a la iluminación y recordando la tabla 1, se definen 200 [Lx] para las diferentes zonas del inmueble.

Figura C. 5. Descripción del control ambiental en DesignBuilder.



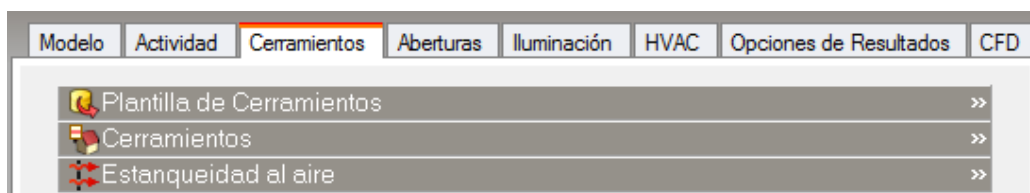
Fuente: Autores.

En la figura 21 también pide parámetros como la densidad de iluminación de tarea y acento se debe ingresar en Watts por unidad de área [W/m^2] pero solo en lugares en donde se desee enfatizar luminarias hacia objetos en particular o para llamar la atención como cuadros, decoraciones, avisos, etc. En este caso no se cuenta con este tipo de iluminación.

C.2 Cerramientos

En esta parte se debe modelar la conducción de calor a través de los elementos constructivos del edificio como mampostería, suelos, techos, etc. También se puede definir las propiedades termo-físicas y texturas de todas las superficies [1]. Como se puede observar en la figura C.6, también se pueden crear plantillas que contengan dichas características constructivas con el fin de cargarlas en otras zonas, es decir, una vez creadas solo se buscan y se seleccionan.

Figura C. 6. Descripción de las opciones en la etiqueta de Cerramientos en DesignBuilder.



Fuente: Autores.

Figura C. 7. Selección de plantillas para los diferentes cerramientos

Modelo	Actividad	Cerramientos	Aberturas	Equipos	Iluminación	HVAC	Opciones de Resultados	CFD
Plantilla de Cerramientos								
Plantilla		PLANTILLA BAÑO SEG PISO LA FERIA						
Cerramientos								
Muros exteriores		MURO EXTERIOR LA FERIA						
Muros subterráneos		MURO SUBTERRANEO LA FERIA						
Cubierta plana		Cubierta plana del proyecto LA FERIA						
Cubiertas inclinadas (ocupada)		Cubierta inclinada del proyecto						
Semi-Expuesto								
Muros semi-expuestos		MURO SEMIEXPUESTO LA FERIA						
Techo semi-expuesto (debajo de ático)		MURO SEMIEXPUESTO LA FERIA						
Suelo semi-expuesto		SUELO SEMIEXPUESTO LA FERIA						
Suelos								
Suelo sobre terreno		SUELO SOBRE TERRENO LA FERIA INERNO						
Suelo exterior		SUELO SEMIEXPUESTO LA FERIA						
Suelo interior		SUELO SEMIEXPUESTO LA FERIA						
Sub-superficies								
Muro		SUBSUPERFICIE MURO LA FERIA						
Interiores		SUBSUPERFICIE MURO LA FERIA						
Cubierta		SUBSUPERFICIE MURO LA FERIA						
Puertas exteriores		Metal door						

Fuente: Autores.

C.2.1 Muros Exteriores: Se creó una plantilla llamada “MURO EXTERIOR LA FERIA” la cual representa los muros exteriores son los que son adyacentes al ambiente exterior y son hechos en mampostería tipo H15 de 15 [cm] de ancho, 15 [cm] de alto y 20 [cm] de alto en los dos pisos de la vivienda.

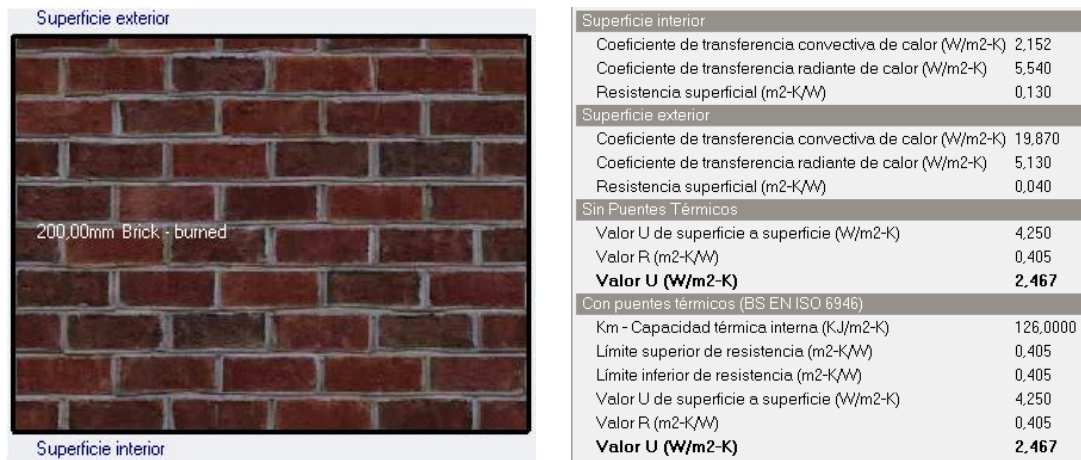
Figura C. 8. Mampostería tipo H15 utilizada en muros exteriores.



Fuente: Tomada de: [2].

Las propiedades cargadas en la plantilla se muestran en la figura C.9.

Figura C. 9. Propiedades de transmisión de calor de la mampostería tipo H15 en DesignBuilder.



Fuente: Autores.

A la izquierda la textura del cerramiento y a la derecha propiedades de transmisión de calor.

Se creó una plantilla llamada “MURO MULTIPERFORADO LA FERIA” el cual hace referencia al de la fachada en los dos pisos está conformado por ladrillo multiperforado de 25 [cm] de largo, 12 [cm] de ancho y 6.5 [cm] de alto.

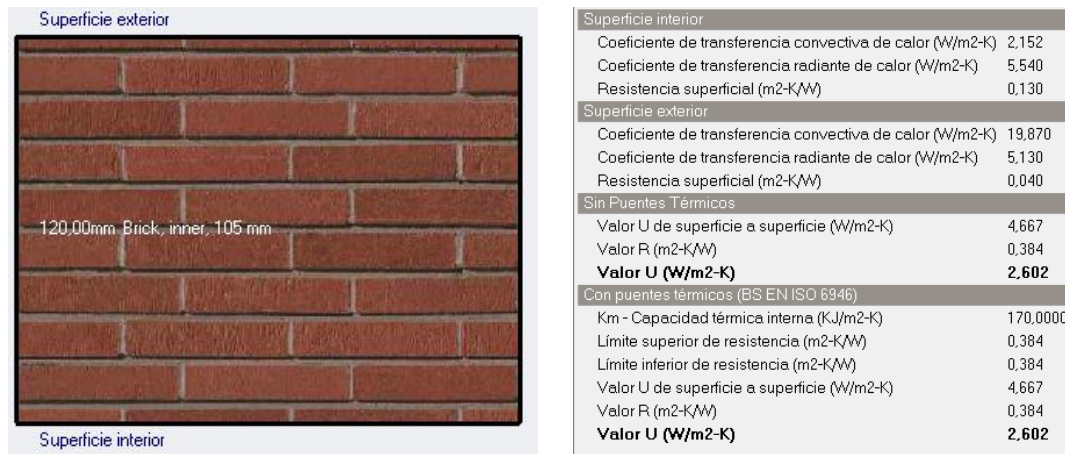
Figura C. 10. Mampostería Multiperforado utilizada en la fachada de la Vivienda.



Fuente: Tomada de: [2].

Las propiedades cargadas en la plantilla se muestran en la figura 27.

Figura C. 11. Propiedades de transmisión de calor de la mampostería Multiperforado en DesignBuilder.



Fuente: Autores.

A la izquierda la textura del cerramiento y a la derecha propiedades de transmisión de calor.

C2.2 Cubierta Plana: La cubierta plana para el primer piso, se creó una plantilla llamada “TECHO PRIMER Y SEGUNDO PISO LA FERIA” que representa una placa de 20 [cm] de espesor, y se modela como dos capas de concreto fundido de 3 [cm] a los lados y en medio una capa mampostería H10 de 10 cm de ancho.

Típicamente estas placas no son macizas ya que representan demasiado peso a la edificación. En la siguiente grafica se muestran sus propiedades.

Figura C. 12. Propiedades de transmisión de calor de la Cubierta Plana del primer piso en DesignBuilder.



Fuente: Autores.

A la izquierda la textura del cerramiento y a la derecha propiedades de transmisión de calor.

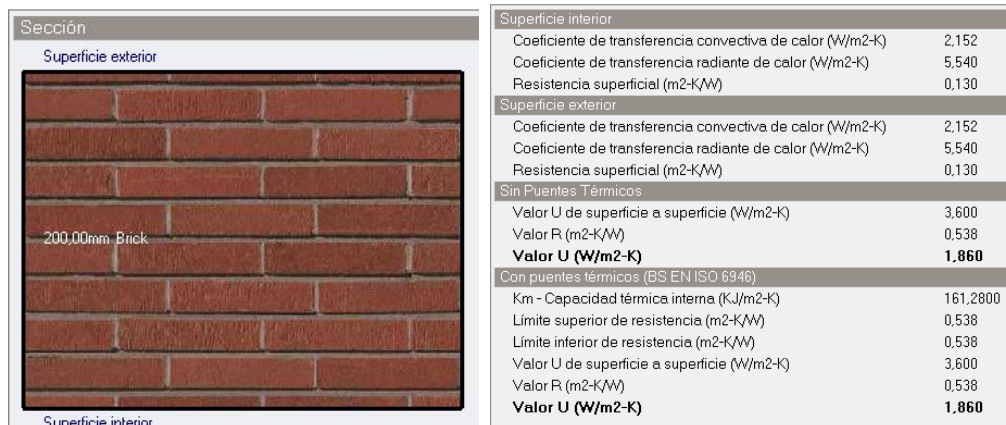
C.2.3 Muros Interiores: Las divisiones interiores están conformadas por mampostería H10 de 20cm de ancho, en los dos pisos. Sus propiedades se muestran en la figura #:

Figura C. 13. Mampostería tipo H10 utilizada en muros de divisiones interiores.



Fuente: Tomada de: [2].

Figura C. 14. Propiedades de transmisión de calor de la mampostería tipo H10 en DesignBuilder.

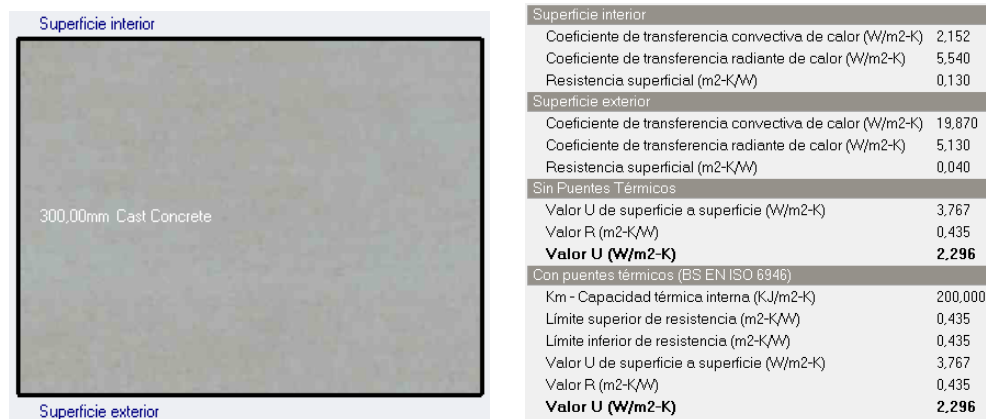


Fuente: Autores.

A la izquierda la textura del cerramiento y a la derecha propiedades de transmisión de calor.

C.2.4 Suelo Interior: El suelo en el interior de la vivienda es una capa de concreto fundido sobre el terreno que para este caso es de 30 cm de gruesa y es una sola capa debido a que no tiene ningun tipo de baldosa o acabado. La textura y propiedades termicas y fisicas se encuentran en la siguiente figura 31.

Figura C. 15. Propiedades de transmisión de calor del Suelo Interior en DesignBuilder.



Fuente: Autores.

A la izquierda la textura del cerramiento y a la derecha propiedades de transmisión de calor.

Para el parámetro del suelo exterior y el suelo sobre el terreno se selecciona la misma plantilla con nombre “*SUELO SEMIEXPUESTO LA FERIA*” la cual se utilizó en el suelo interior ya que tienen la misma conformación, textura, y no tienen ningún tipo de superficie o acabado.

C.2.5 Sub-Superficies: Las sub-superficies representan los cerramientos que hacen la diferencia con respecto a los demás, es decir, tableros, tipos de acabados, ventanas, puertas, etc.

Como las viviendas son entregadas en obra gris se tendrán en cuenta las mismas características que los cerramientos ya que las paredes se encuentran sin friso así que tendrán las mismas características que la mampostería de los muros. Esto es necesario hacerlo ya que el software necesita saber el tipo de acabado en los muros y se debe especificar alguno ya que por defecto el coloca una capa de concreto lo que cambia la realidad de modelo.

Figura C. 16. Descripción de las Sub-superficies en DesignBuilder.



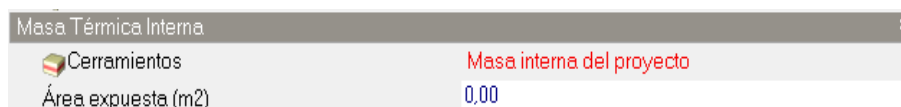
Fuente: Autores.

La cubierta necesariamente debe llevar las mismas características que la plantilla “*CUBIERTA PLANA DEL PROYECTO LA FERIA*” ya que el acabado si es en concreto y no en mampostería de ladrillo como los muros.

La puerta exterior que para este caso es la única que tiene la vivienda y queda precisamente en la zona de la cocina comedor, es metálica y se creó con las medidas reales ya que DesignBuilder puede auto generar puertas y ventanas pero esta opción ha sido desactiva y se han creado específicamente en donde las tiene el modelo real.

C.2.6 Masa Térmica Interna: La masa interna se puede especificar en situaciones donde hay muros sueltos en la vivienda que no interconecten con ningún otro u objetos en los cuales intervengan energéticamente con el inmueble. Como todos los muros se interconectan unos con otros y los elementos de la cocina que son la nevera, la estufa fueron simulados como bloques componentes, no se consideró ningún valor de la masa térmica interna en ninguno de los dos pisos.

Figura C. 17. Descripción de la masa térmica seleccionada.



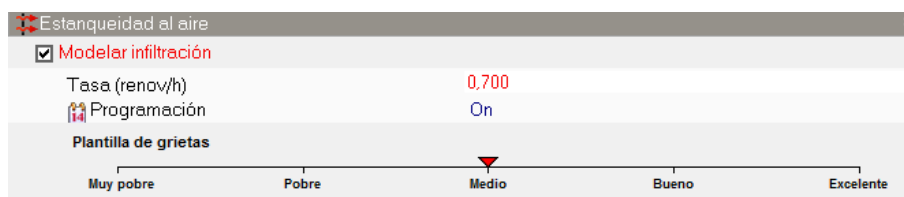
Fuente: Autores.

C.2.7 Adyacencia: La adyacencia se puede establecer si cada superficie se encuentra adyacente al terreno o no. En este caso se dejó automática para todas las zonas ya que DesignBuilder reconoce si esta sobre el terreno o en el caso del segundo piso que no se encuentra adyacente al suelo.

C.2.8 Estanqueidad al aire: En esta parte se determinan las filtraciones (ventilación no intencionada) que puede llegar a tener la vivienda a través de grietas o de las aberturas que tienen algunos muros con el fin de ventilar zonas naturalmente.

Al momento de activar “*Modelar infiltraciones*” se puede establecer la plantillas de grietas que se definió una plantilla de grietas término medio debido a que no hay puerta para la salida al patio de ropas (solo hueco), orificios y que no tiene ningún tipo de acabado.

Figura C. 18. Selección de Estanqueidad al aire.

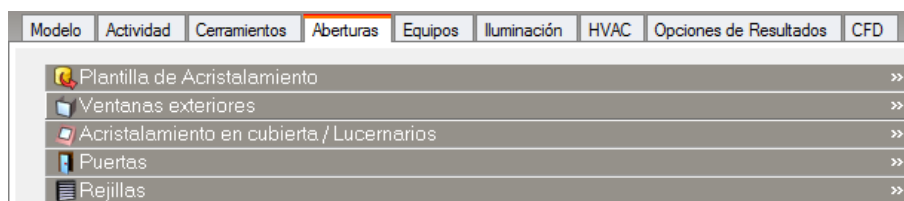


Fuente: Autores.

C. 3 ABERTURAS

DesignBuilder plantea la posibilidad de caracterizar las aberturas en las diferentes zonas de la casa. En esta parte se especificaron todas las características, dimensiones, y material de construcción de las ventanas, huecos y puertas ya que todos estos detalles intervienen a la hora de permitir el ingreso de luz solar, de ventilación natural e intercambio térmico con el exterior de la vivienda.

Figura C. 19. Descripción de Aberturas en DesignBuilder.



Fuente: Autores.

C.3.1 Plantilla de acristalamiento: Es posible cargar datos del acristalamiento o seleccionar una de las plantillas que el programa trae por defecto, los cuales contienen los datos genéricos de las aberturas. Para este caso se seleccionó “*Single glazing, clear, no shading*” (Acristalamiento simple, claro, sin sombra) ya que los acristalamientos de la vivienda no son doble capa ni de gran espesor. Esto se hace para todas las ventanas de la vivienda.

C.3.2 Ventanas exteriores: En la siguiente figura se puede observar las diferentes opciones que brinda el software a la hora de ingresar los datos correspondientes a los detalles constructivos de las ventanas. Todas las ventanas de la casa son iguales.

Se selecciona un tipo de acristalamiento de 3 [mm] de espesor, y “*Horizontal strip, 100% glazed*” totalmente acristalada.

Las dimensiones de las ventanas se pueden apreciar en la siguiente gráfica, en la zona de comedor-cocina las ventanas tienen una separación de 20 cm.

Figura C. 20. Descripción de las ventanas que tiene la vivienda.

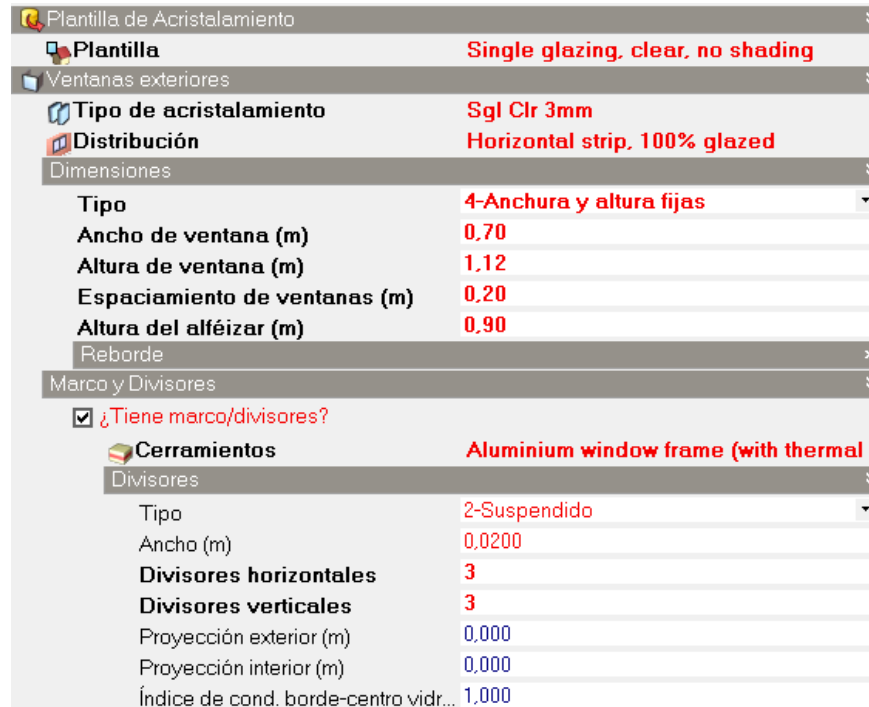


Fuente: Autores.

A la izquierda se presentan dimensiones de la ventana. Al centro imagen de la ventana de la vivienda real. A la derecha se presenta la ventana creada en DesignBuilder.

En la figura 37 se observan los datos seleccionados para las ventanas de esta zona. En la pestaña de marcos y divisores se selecciona el material de la ventana y demás dimensiones.

Figura C. 21. Descripción de la configuración de las ventanas en DesignBuilder.



Fuente: Autores.

C.3.3 Funcionamiento de las ventanas: El funcionamiento tiene que ver con la apertura total posible de la ventana, en este caso la ventana es de dos hojas, con una fija, lo que quiere decir, que solo el 50% del total del área de la ventana se puede obtener en su máxima apertura. La programación de circulación se selecciona de acuerdo a la zona en este caso una zona de circulación “*Dwell_DomCommonAreas_Cool*”, las plantillas de las demás zonas van de acuerdo al tipo de la misma.

Figura C. 22. Configuración del funcionamiento de las ventanas en DesignBuilder.



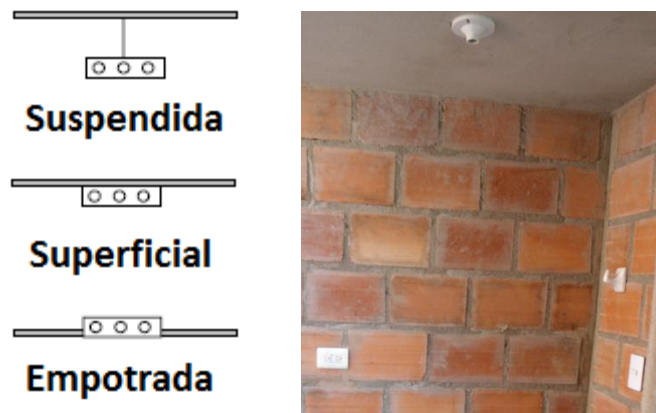
Fuente: Autores.

C.3.4 Funcionamiento de las puertas: En esta zona solo está la puerta de la entrada principal. El funcionamiento de la puerta es del 100% ya que ella si se abre totalmente, y también se selecciona la zona de circulación “*Dwell_DomCommonAreas_Cool*”.

C.4 ILUMINACION

Para el presente proyecto se seleccionaron lámparas fluorescentes compactas de 20 [w], por consiguiente, en los datos de plantilla en la figura # se selecciona “*Fluorescente (no details)*” ya que son lámparas comunes. Debido a que se tienen plafones en la instalación eléctrica se selecciona tipo de luminaria “*2-superficial*” como se muestra en la figura 39.

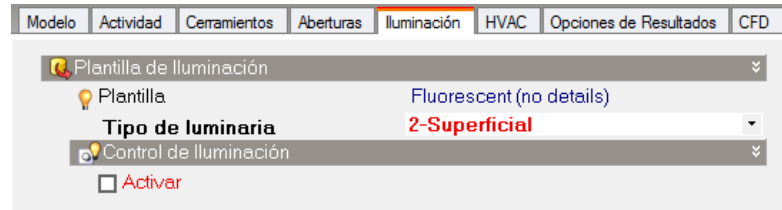
Figura C. 23. Selección de tipo de luminaria y forma de instalación.



Fuente: Autores.

También permite el control de iluminación el cual consiente en encender y apagar luminarias por paquetes o en etapas a través un sistema electrónico de control de iluminación de cada una de las lámparas en cada zona, por lo tanto esta opción no se va a tener en cuenta en las simulaciones ya que en las viviendas no hay ningún control de este tipo.

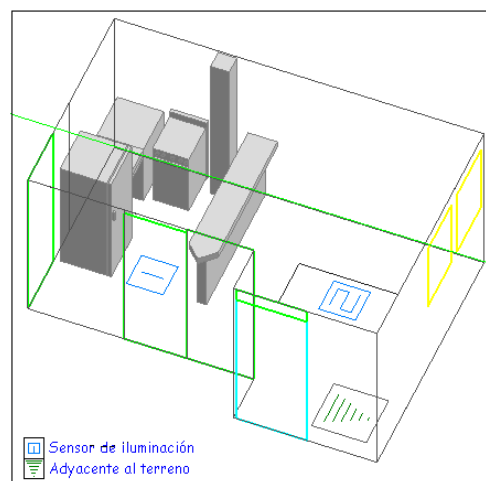
Figura C. 24: Selección de la plantilla iluminación.



Fuente: Autores.

Como se pudo observar en la gráfica anterior, se encuentran dos áreas de iluminación debido a que esta zona en particular de la COCINA-COMEDOR es la más grande de todas y cuando se realizaron las mediciones de las variables al interior de la vivienda se evidencio que experimentan niveles de iluminación diferentes, debido a esto se incluye otra área con 50% de cobertura (cada una) para que el software registre la información en estos dos lugares en la misma zona. Las demás zonas tienen una sola área de cobertura con un 100%.

Figura C. 25. Ubicación de los dos sensores en la zona COCINA-COMEDOR.



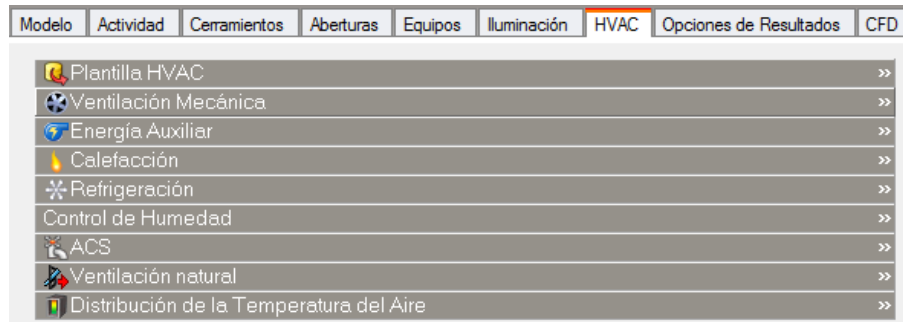
Fuente: Autores.

C.5 HVAC

En esta plantilla se pueden cargar datos generales del sistema HVAC (Calefacción, Ventilación y aire Acondicionado), que permiten simular aparatos que controlen la temperatura del aire, la humedad, temperatura del agua y ventilación mecánica. Debido a que este estudio pretende simular situaciones reales al interior de la vivienda, el control de variables como temperatura y Humedad por medio de calefactores, refrigeradores o deshumidificadores no

son objeto de estudio de este trabajo de grado ya que realmente estos aparatos no se encuentran instalados en este tipo de vivienda. La ventilación natural es el único ítem que se va a configurar ya que depende de factores naturales del entorno.

Figura C. 26. Descripción plantilla HVAC en DesignBuilder.



Fuente: Autores.

REFERENCIAS

- [1] DesignBuilder software, “DesignBuilder,” *Welcome to DesignBuilder v3*. [Online]. Available: <http://www.designbuilder.co.uk/helpv3.0/>.
- [2] “LADRILLERA NORSAN.” [Online]. Available: <http://www.ladrilleranorsan.com/quienes.html>.
- [3] N. C. BARBOSA CALDERON and D. A. SARMIENTO NOVA, “FACTIBILIDAD TÉCNICA DE APLICACIONES ENERGÉTICAS PARA VIVIENDAS DE INTERÉS SOCIAL SEGÚN EL ENFOQUE DE VIVIENDAS NET ZERO ENERGY,” p. 166, 2013.

LISTA DE TABLAS

Tabla C. 1. Selección de plantillas de Actividad para diferentes zonas de la vivienda.	63
Tabla C. 2. Selección de Densidad y Programación para las diferentes zonas de la vivienda	64

LISTA DE FIGURAS

Figura C. 1. Descripción pestaña <i>Actividad</i> en DesignBuilder.	62
Figura C. 2. Plantilla de Actividad seleccionada.	62
Figura C. 3. Descripción de plantilla Ocupación.	63
Figura C. 4. Descripción de plantilla Metabolismo.	65
Figura C. 5. Descripción del control ambiental en DesignBuilder.	66
Figura C. 6. Descripción de las opciones en la etiqueta de Cerramientos en DesignBuilder. .	66
Figura C. 7. Selección de plantillas para los diferentes cerramientos.	67
Figura C. 8. Mampostería tipo H15 utilizada en muros exteriores.	67
Figura C. 9. Propiedades de transmisión de calor de la mampostería tipo H15 en DesignBuilder.	68
Figura C. 10. Mampostería Multiperforado utilizada en la fachada de la Vivienda.	68
Figura C. 11. Propiedades de transmisión de calor de la mampostería Multiperforado en DesignBuilder.	69
Figura C. 12. Propiedades de transmisión de calor de la Cubierta Plana del primer piso en DesignBuilder.	69
Figura C. 13. Mampostería tipo H10 utilizada en muros de divisiones interiores.	70

Figura C. 14. Propiedades de transmisión de calor de la mampostería tipo H10 en DesignBuilder.	70
Figura C. 15. Propiedades de transmisión de calor del Suelo Interior en DesignBuilder.	71
Figura C. 16. Descripción de las Sub-superficies en DesignBuilder.	72
Figura C. 17. Descripción de la masa térmica seleccionada.	72
Figura C. 18. Selección de Estanqueidad al aire.	73
Figura C. 19. Descripción de Aberturas en DesignBuilder.	73
Figura C. 20. Descripción de las ventanas que tiene la vivienda.	74
Figura C. 21. Descripción de la configuración de las ventanas en DesignBuilder.	75
Figura C. 22. Configuración del funcionamiento de las ventanas en DesignBuilder.	75
Figura C. 23. Selección de tipo de luminaria y forma de instalación.	76
Figura C. 24: Selección de la plantilla iluminación.	76
Figura C. 25. Ubicación de los dos sensores en la zona COCINA-COMEDOR.	77
Figura C. 26. Descripción plantilla HVAC en DesignBuilder.	78

ANEXO D

TOMA DE DATOS CLIMATOLOGICOS EN CAMPO

Con el fin de identificar el comportamiento de variables climatológicas al interior de la vivienda como Humedad, temperatura del aire e Iluminación, se realizó una visita a la VIS tipo seleccionada para realizar estas mediciones. El objetivo principal de este anexo es plasmar los resultados de las mediciones en campo y conocer la tendencia de los datos medidos en las diferentes zonas al interior de la vivienda y compararlos con los datos arrojados por las simulaciones realizadas en el anexo E, con el fin de identificar la variación de dichos parámetros en un día de simulación.

D.1 PLAN DE TOMA DE DATOS

Para poder realizar las diferentes mediciones se diligencio previamente el permiso por parte de la E3T de la UIS y del INVISBU con el fin de poder acceder a las viviendas. La visita se desarrolló el día Jueves 27 de Marzo del presente año en el horario comprendido entre las 8:00 am y las 5:00 pm. Este horario se vio restringido¹⁰ ya que en esas horas se desarrolla la jornada laboral del personal que desarrolla la obra y debido a que las viviendas están a punto de ser entregadas se encontraban bajo llave.

D.2 VARIABLES A MEDIR

Considerando los equipos de medición con los que cuenta la E3T de la UIS se decide medir las variables que se presentan en la tabla 6.

Tabla D. 1. Variables a medir y equipo utilizado.

VARIABLE	EQUIPO
Humedad Relativa	Termohigrómetro
temperatura del aire	Termohigrómetro
Iluminación	Luxómetro

¹⁰ El horario ideal de toma de datos desde un principio se pensó desde las 6:00 am a las 7:00 pm con el fin de obtener más datos.

Fuente: Autores.

D.3 PERIODOS DE TOMA DE DATOS

Se plantearon dos escenarios que pretenden evaluar la influencia del cambio de algunos parámetros en el comportamiento de la temperatura y la humedad en el interior de la vivienda. Las mediciones en estos escenarios tienen una separación de treinta (30) minutos entre sí, por lo tanto hay valores de cada escenario cada hora. Se realizó de esta manera teniendo en cuenta que el cierre o apertura de una ventana no genera un cambio inmediato en el interior del inmueble, lo que hizo necesario dar dicho tiempo para que la zona se estabilizara térmicamente. Los dos escenarios son:

Escenario A: Puertas y ventanas cerradas.

Escenario B: Puertas y ventanas abiertas.

En cada uno de estos escenarios se realizaron mediciones de la siguiente manera.

- temperatura del aire [°C] (cada hora a 1.2 metros del suelo).
 - o Escenario A
 - o Escenario B

- Humedad [%HR] (cada hora a 1.2 metros del suelo).
 - o Escenario A
 - o Escenario B

- Iluminación [Lx] (cada hora a 0.7 metros del suelo)
 - o Escenario A
 - o Escenario B

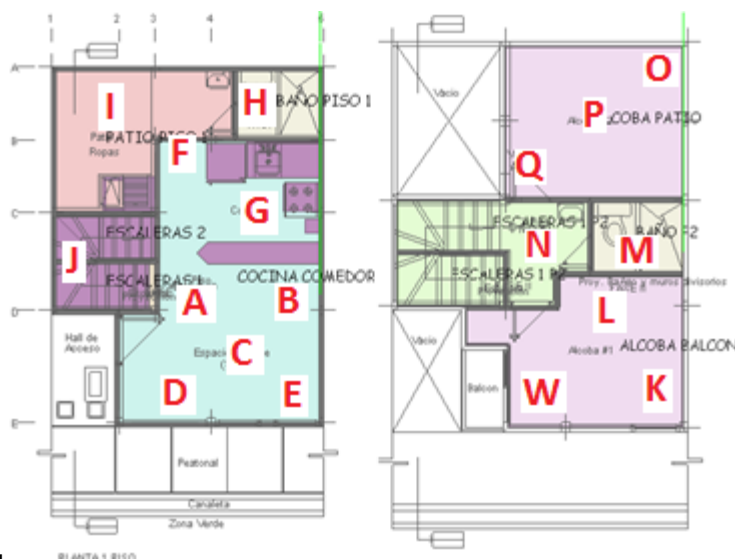
- Radiación solar fuera de la casa [W/m²] (cada hora a partir de las 12:00 m)

D.4 ZONAS DE TOMA DE DATOS

Para la escogencia de los lugares en los que se desarrolló la toma de datos se seleccionaron diferentes puntos al interior de las zonas con el fin de determinar si estos variaban según su ubicación en el recinto o si por lo contrario tenían la misma tendencia.

En la gráfica 43 se presentan los puntos en los cuales se tomaron medidas de variables térmicas representados por letras en mayúsculas de la A a la Q y W.

Figura D. 1. Descripción de puntos en donde se tomaron variables climáticas al interior de cada zona



Fuente: Tomada de:[1].

Como se observó en la figura 43 las zonas como la *COCINA COMEDOR*, *ALCOBA BALCON* y *ALCOBA PATIO* son zonas en donde son extensas (comparadas con las demás) y se tomaron varias medidas con el fin de identificar que tanto varían según la ubicación. En la tabla 7 se muestran las diferentes zonas de la vivienda y en las tablas 8, 9, 10, 11, 12 y 13 se presentan los datos tomados por cada punto para las variables medidas y a la hora en la cual se realizó.

Tabla D. 2. Conformación de puntos de toma de datos en las zonas. Fuente: Autores.

ZONA	DESCRIPCION
A, B, C, D, E, F, G	SALA COMEDOR - COCINA
H	BAÑO (PISO 1)

I	PATIO DE ROPAS (PISO 1)
J	ESCALERAS
K, L, W	HABITACIÓN BALCÓN (PISO 2)
M	BAÑO (PISO 2)
N	DESCANSO (PISO 2)
O, P, Q	HABITACIÓN PATIO (PISO 2)

Tabla D. 3. Datos de temperatura del aire tomados en cada punto. Escenario A. Fuente: Autores.

ESCENARIO A - TEMPERATURA DEL AIRE [°C]																	
PUERTAS Y VENTANAS CERRADAS																	
HORA	A	B	C	D	E	F	G	I	J	K	L	W	M	N	O	P	Q
8:00	24,0	24,0	24,1	24,2	24,2	24,1	24,2	24,4	23,9	24,0	24,2	24,6	24,5	24,6	24,4	24,5	24,6
9:30	26,1	26,3	26,3	26,4	26,4	26,2	26,4	26,3	26,4	26,4	26,6	26,4	26,4	26,2	26,2	26,4	26,4
10:30	27,2	27,2	27,2	27,5	27,7	27,5	27,4	28,3	27,5	27,6	27,8	27,6	27,6	27,5	27,5	27,4	27,6
11:30	28,6	28,9	28,8	28,8	29,1	28,8	28,6	30,7	28,9	29,4	29,5	29,6	28,6	28,0	28,5	28,5	28,4
12:30	29,7	29,4	29,6	29,7	29,8	29,2	29,2	28,9	28,9	29,5	29,9	29,9	29,6	29,3	29,1	29,1	29,3
1:30	29,5	29,6	29,9	30,1	30,2	29,9	29,7	29,7	29,8	30,0	30,3	30,3	29,9	29,8	29,6	29,6	29,7
2:30	29,9	30,1	30,2	30,2	30,3	30,2	30,2	30,7	30,3	30,8	31,2	31,4	31,0	30,4	30,5	30,5	32,9
3:30	30,2	30,3	30,4	30,5	30,6	30,2	30,2	29,6	30,2	30,7	31,3	34,5	32,4	31,9	31,7	31,5	32,6
4:30	29,8	29,9	30,0	30,1	30,2	29,9	29,7	29,6	29,6	30,6	31,0	31,4	31,0	30,7	30,7	30,8	31,2

Tabla D. 4. Datos de temperatura del aire tomados en cada punto. Escenario B. Fuente: Autores.

ESCENARIO B - TEMPERATURA DEL AIRE [°C]																	
PUERTAS Y VENTANAS ABIERTAS																	
HORA	A	B	C	D	E	F	G	I	J	K	L	W	M	N	O	P	Q
8:30	24,4	24,2	24,5	24,8	24,7	24,6	24,4	24,7	24,5	24,8	24,9	24,9	24,9	24,9	25,0	25,1	25,0
9:00	25,6	25,9	24,0	25,8	26,5	25,8	25,8	25,7	25,6	25,6	25,9	25,9	25,7	25,6	25,6	25,7	25,9
10:00	26,8	26,9	26,8	27,2	27,4	27,2	26,9	27,0	27,0	26,9	27,0	27,5	27,7	27,3	27,1	27,2	27,3
11:00	28,1	28,2	28,4	28,3	28,5	28,1	28,4	28,5	28,2	28,8	28,8	29,1	28,8	28,2	28,3	28,4	28,7
12:00	29,4	29,5	29,6	29,8	29,7	29,0	29,4	29,6	30,1	30,3	30,4	30,6	29,8	29,6	29,1	29,1	29,0
13:00	29,2	29,5	29,7	30,2	29,8	29,7	29,8	30,0	30,0	30,3	30,5	30,3	30,0	29,3	29,4	29,4	29,4
2:00	29,4	29,8	29,9	30,3	30,7	30,5	30,5	30,9	31,1	31,1	31,1	30,7	30,7	30,0	30,1	30,1	30,5
3:00	30,2	30,8	30,9	30,9	31,0	30,8	30,5	30,9	30,6	31,0	31,3	31,6	31,8	31,3	30,9	30,8	31,1
4:00	30,7	30,6	30,5	30,8	30,8	30,7	30,6	30,0	30,1	31,4	31,7	32,4	31,8	31,1	31,2	31,1	33,0
5:00	29,4	29,5	29,8	29,7	29,8	30,5	29,5	29,0	29,3	29,7	30,0	30,1	30,1	30,6	30,3	30,2	30,2

Tabla D. 5. Datos de Humedad Relativa tomados en cada punto. Escenario A. Fuente: Autores.

ESCENARIO A - HUMEDAD RELATIVA [%HR]																	
PUERTAS Y VENTANAS CERRADAS																	
HORA	A	B	C	D	E	F	G	I	J	K	L	W	M	N	O	P	Q
8:00	72,5	65,9	72,1	72,3	72,0	72,2	72,0	72,4	71,8	72,3	72,7	72,1	71,7	71,2	71,3	72,0	71,6
9:30	65,5	59,6	65,5	65,2	65,1	65,1	66,6	68,0	65,1	64,1	69,4	64,9	66,0	65,5	65,2	64,8	64,7
10:30	64,5	63,6	59,9	59,6	59,9	57,3	58,5	54,6	56,4	57,4	59,3	59,2	59,7	58,4	58,7	57,3	57,5
11:30	62,2	60,0	60,6	60,9	60,9	61,6	62,0	55,2	59,7	60,0	62,5	60,5	64,9	63,7	63,7	63,4	65,4
12:30	60,7	60,0	59,2	59,2	59,9	58,0	59,4	58,6	61,0	60,7	60,2	57,3	59,6	63,4	62,0	61,3	62,4
1:30	60,6	59,5	60,3	58,4	60,0	57,7	58,7	57,4	58,8	59,4	61,5	58,8	59,4	60,7	61,5	59,7	59,0
2:30	57,0	59,0	57,4	57,0	56,6	55,4	56,2	54,0	56,2	56,4	56,4	57,4	58,0	55,0	56,8	57,4	57,5
3:30	55,7	57,0	57,0	57,0	56,7	55,3	55,6	54,5	56,8	57,5	57,4	60,0	54,0	55,0	54,5	55,3	55,0
4:30	61,7	61,7	51,8	62,2	61,5	61,5	61,2	61,0	62,2	61,4	61,1	59,8	60,5	59,1	59,6	60,0	61,4

Tabla D. 6. Datos de Humedad Relativa tomados en cada punto. Escenario B. Fuente: Autores.

ESCENARIO B - HUMEDAD RELATIVA [%HR]																	
PUERTAS Y VENTANAS ABIERTAS																	
HORA	A	B	C	D	E	F	G	I	J	K	L	W	M	N	O	P	Q
8:30	72,4	71,0	71,3	71,2	71,5	70,0	70,3	71,1	71,9	70,1	71,0	70,6	62,5	69,3	70,5	72,1	71,2
9:00	63,1	62,0	62,7	63,1	62,2	63,8	64,6	66,0	64,7	65,7	66,7	65,0	65,7	62,9	62,9	65,3	65,4
10:00	60,5	60,0	58,6	61,3	59,9	59,5	58,9	60,7	59,3	60,4	57,6	57,4	60,9	60,9	59,6	60,5	59,0
11:00	61,2	56,9	56,0	55,4	55,3	55,7	58,5	59,1	59,6	60,4	58,7	57,6	60,6	60,5	58,8	61,2	60,3
12:00	61,3	62,3	61,4	59,8	59,8	60,1	59,5	57,3	58,5	57,7	59,2	57,4	59,3	60,0	59,2	60,1	60,6
13:00	61,2	6,7	60,3	59,1	59,5	58,4	59,5	56,0	56,6	57,8	59,7	57,3	57,2	58,7	59,1	61,1	60,0
2:00	59,3	59,5	60,0	57,8	56,7	57,0	58,5	55,0	56,0	55,5	54,7	53,8	57,8	56,6	56,4	57,5	56,0
3:00	57,0	56,0	57,0	55,7	55,7	55,2	55,5	54,8	55,5	54,5	55,0	54,0	53,7	53,7	54,5	55,4	55,0
4:00	56,6	57,9	56,6	58,1	56,4	57,0	57,5	57,0	58,7	56,3	57,3	56,0	55,3	55,7	55,5	56,0	55,0
5:00	64,5	63,5	65,7	63,4	64,3	64,2	64,2	62,8	65,5	64,0	62,8	62,4	62,2	61,2	61,5	61,7	61,7

Tabla D. 7. Datos de Iluminación tomados en cada punto. Escenario A. Fuente: Autores.

ESCENARIO A - ILUMINACION [Lx]																	
PUERTAS Y VENTANAS CERRADAS																	
HORA	A	B	C	D	E	F	G	I	J	K	L	W	M	N	O	P	Q
8:00	415	587	930	924	590	700	84,0	1420	64,5	1024	550	1260	75,3	187,8	70,4	304	680
9:30	448	498	751	1096	1685	871	95,7	2480	70,0	1672	709	2889	54,7	81,5	100,2	245	950
10:30	370	474	1130	796	2500	1160	108,7	5900	152,1	2330	826	28300	36,2	78,5	106,2	342	1290
11:30	710	886	1576	805	3150	2780	158,3	10600	223,0	3500	819	30300	30,0	88,5	105,2	365	2750
12:30	720	530	1058	5000	2700	2550	83,0	17090	238,0	2600	710	30600	60,0	53,5	66,7	567	2350
1:30	680	853	1470	635	3310	3350	99,3	45900	420,0	3100	708	49200	35,5	142,7	190,5	850	2870

2:30	441	780	1540	655	2630	2390	70,0	9350	298,0	2490	825	57300	33,5	173,0	233,0	1280	5700
3:30	368	557	1570	632,0	2220,0	1700,0	84,3	5480	351,0	2510	912	40000	24,8	170,0	325,0	2880	4150
4:30	180	396	858	386,0	1300,0	1191,0	51,2	2870	145,0	4100	570	2803	13,8	76,0	124,0	6700	3490

Tabla D. 8. Datos de Iluminación tomados en cada punto. Escenario B. Fuente: Autores.

ESCENARIO B - ILUMINACION [Lx]																	
PUERTAS Y VENTANAS ABIERTAS																	
HORA	A	B	C	D	E	F	G	I	J	K	L	W	M	N	O	P	Q
8:30	470	629	1317	974	1315	834	49,3	1855	103,2	1480	280	1528	70,0	97,1	158,1	328	950
9:00	604	373	798	903	1550	500	96,0	1996	51,7	1550	540	1940	60,9	87,1	98,1	266	937
10:00	473	728	1478	1270	2120	1083	128,2	3100	96,1	2480	770	3150	44,2	112,6	92,6	240	1030
11:00	623	598	1295	914	2690	2740	163,1	9850	163,4	3190	1028	32100	30,1	104,9	106,2	299	1810
12:00	890	848	1950	1610	2670	2320	238,0	10210	320,0	2950	790	42000	29,0	91,0	70,5	365	2060
1:00	440	1080	1800	2100	5350	3250	278,0	10300	490,0	4570	1130	49400	20,0	65,7	77,0	606	3680
2:00	968	1170	2670	1934	3190	2750	312,0	10800	320,0	3040	1070	67000	35,0	213,0	220,0	995	7880
3:00	780	744	1818	1450	2650,0	2970,0	130,6	9750	340,0	3700	1000	52000	33,7	285,0	247,0	220	5560
4:00	324	446	1460	1225,0	2590,0	1754,0	73,1	3930	240,0	2720	950	3580	20,6	178,6	235,0	2670	3600
5:00	233	341	772	430,0	1154,0	708,0	26,5	1734	123,5	1496	250	1553	8,7	65,5	61,7	250	1180

Debido a que los resultados de las simulaciones en DesignBuilder con respecto a temperatura del aire y humedad relativa son resultados promedio por zona, se realizó el promedio de todos los datos de cada una de estas variables tomados a la misma hora. En las tablas 13, 14, 15 y 16 se presentan los datos promedio por zonas de temperatura del aire y humedad.

Los datos tomados de iluminación no se promediaron ya que DesignBuilder a través de simulaciones de iluminación natural (Daylighting) permiten comprobar los niveles de iluminación en diferentes puntos al interior de cada zona y a diferentes horas del día, en el Anexo E se presenta este análisis.

Tabla D. 9. Datos de temperatura del aire promedio por zona. Escenario A. Fuente: Autores.

ESCENARIO A - TEMPERATURA DEL AIRE PROMEDIO [°C]							
PUERTAS Y VENTANAS CERRADAS							
HORA	ABCDEFG	I	J	KLW	M	N	OPQ
8:00	24,1	24,4	23,9	24,3	24,5	24,6	24,5
9:30	26,3	26,3	26,4	26,5	26,4	26,2	26,3
10:30	27,4	28,3	27,5	27,7	27,6	27,5	27,5
11:30	28,8	30,7	28,9	29,5	28,6	28,0	28,5
12:30	29,5	28,9	28,9	29,8	29,6	29,3	29,2
1:30	29,8	29,7	29,8	30,2	29,9	29,8	29,6
2:30	30,2	30,7	30,3	31,1	31,0	30,4	31,3
3:30	30,3	29,6	30,2	32,2	32,4	31,9	31,9
4:30	29,9	29,6	29,6	31,0	31,0	30,7	30,9

Tabla D. 10. Datos de temperatura del aire promedio por zona. Escenario B. Fuente: Autores.

ESCENARIO B - TEMPERATURA DEL AIRE PROMEDIO [°C]							
PUERTAS Y VENTANAS ABIERTAS							
HORA	ABCDEFG	I	J	KLW	M	N	OPQ
8:30	24,5	24,7	24,5	24,9	24,9	24,9	25,0
9:00	25,6	25,7	25,6	25,8	25,7	25,6	25,7
10:00	27,0	27,0	27,0	27,1	27,7	27,3	27,2
11:00	28,3	28,5	28,2	28,9	28,8	28,2	28,5
12:00	29,5	29,6	30,1	30,4	29,8	29,6	29,1
13:00	29,7	30,0	30,0	30,4	30,0	29,3	29,4
2:00	30,2	30,9	31,1	31,0	30,7	30,0	30,2
3:00	30,7	30,9	30,6	31,3	31,8	31,3	30,9
4:00	30,7	30,0	30,1	31,8	31,8	31,1	31,8
5:00	29,7	29,0	29,3	29,9	30,1	30,6	30,2

Tabla D. 11. Datos de Humedad Relativa promedio por zona. Escenario A. Fuente: Autores.

ESCENARIO A - HUMEDAD RELATIVA PROMDEDIO [%HR]							
PUERTAS Y VENTANAS CERRADAS							
HORA	ABCDEFG	I	J	KLW	M	N	OPQ
8:00	71,3	72,4	71,8	72,4	71,7	71,2	71,6
9:30	64,7	68,0	65,1	66,1	66,0	65,5	64,9
10:30	60,5	54,6	56,4	58,6	59,7	58,4	57,8
11:30	61,2	55,2	59,7	61,0	64,9	63,7	64,2
12:30	59,5	58,6	61,0	59,4	59,6	63,4	61,9
1:30	59,3	57,4	58,8	59,9	59,4	60,7	60,1
2:30	56,9	54,0	56,2	56,7	58,0	55,0	57,2
3:30	56,3	54,5	56,8	58,3	54,0	55,0	54,9
4:30	60,2	61,0	62,2	60,8	60,5	59,1	60,3

Tabla D. 12. Datos de Humedad Relativa promedio por zona. Escenario B. Fuente: Autores.

ESCENARIO B - HUMEDAD RELATIVA PROMDEDIO [%HR]							
PUERTAS Y VENTANAS ABIERTAS							
HORA	ABCDEFG	I	J	KLW	M	N	OPQ
8:30	71,1	71,1	71,9	70,6	62,5	69,3	71,3
9:00	63,1	66,0	64,7	65,8	65,7	62,9	64,5
10:00	59,8	60,7	59,3	58,5	60,9	60,9	59,7
11:00	57,0	59,1	59,6	58,9	60,6	60,5	60,1
12:00	60,6	57,3	58,5	58,1	59,3	60,0	60,0
13:00	52,1	56,0	56,6	58,3	57,2	58,7	60,1
2:00	58,4	55,0	56,0	54,7	57,8	56,6	56,6
3:00	56,0	54,8	55,5	54,5	53,7	53,7	55,0
4:00	57,2	57,0	58,7	56,5	55,3	55,7	55,5
5:00	64,3	62,8	65,5	63,1	62,2	61,2	61,6

REFERENCIAS

- [1] “Sistemas Electronico de Contratacion Publica,” *SANTANDER - INSTITUTO DE VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL Y REFORMA URBANA DE BUCARAMANGA*. [Online]. Available: <https://www.contratos.gov.co/consultas/detalleProceso.do?numConstancia=13-1-87813>.

LISTA DE FIGURAS

Figura D. 1. Descripción de puntos en donde se tomaron variables climáticas al interior de cada zona	83
--	----

LISTA DE TABLAS

Tabla D. 1. Variables a medir y equipo utilizado.	81
Tabla D. 2. Conformación de puntos de toma de datos en las zonas.....	83
Tabla D. 3. Datos de temperatura del aire tomados en cada punto. Escenario A.....	84
Tabla D. 4. Datos de temperatura del aire tomados en cada punto. Escenario B.....	84
Tabla D. 5. Datos de Humedad Relativa tomados en cada punto. Escenario A.	85
Tabla D. 6. Datos de Humedad Relativa tomados en cada punto. Escenario B.	85
Tabla D. 7. Datos de Iluminación tomados en cada punto. Escenario A.	85
Tabla D. 8. Datos de Iluminación tomados en cada punto. Escenario B.	86
Tabla D. 9. Datos de temperatura del aire promedio por zona. Escenario A.....	87
Tabla D. 10. Datos de temperatura del aire promedio por zona. Escenario B.....	87
Tabla D. 11. Datos de Humedad Relativa promedio por zona. Escenario A.....	88
Tabla D. 12. Datos de Humedad Relativa promedio por zona. Escenario B.....	88

ANEXO E

SIMULACIONES E INTERPERETACION DE RESULTADOS

E.1 OBJETIVOS DE LA SIMULACIÓN

La finalidad de este proyecto de grado es describir el comportamiento energético de la VIS tipo a partir de simulaciones en DesignBuilder, buscando los siguientes resultados.

- Comparar entre las cuatro (4) orientaciones propuestas, cual es la que mejor índices de confort presento.
- Evaluar el nivel de iluminación natural definido dentro de los parámetros de confort visual para cada una de las cuatro (4) orientaciones.
- Evaluar los niveles de temperatura y Humedad definidos dentro de los parámetros de confort térmico para cada una de las cuatro (4) orientaciones propuestas.

E.2 PLAN DE SIMULACIÓN

Debido a que no todas las viviendas se encuentran orientadas en la misma dirección, se hace necesario realizar las mismas simulaciones para cada orientación, con el fin de identificar comportamientos energéticos en cada una de estas posiciones.

Posición 1: Vivienda tipo con fachada orientada al Sur.

Posición 2: Vivienda tipo con fachada orientada al Norte.

Posición 3: Vivienda tipo con fachada orientada al Oriente.

Posición 4: Vivienda tipo con fachada orientada al Occidente.

Se seleccionan estas cuatro posiciones porque realmente representan la orientación de cuatro viviendas reales que actualmente se encuentran construidas. Estas simulaciones se hacen para verificar si todas las viviendas cuentan con el mismo comportamiento energético o si hay alguna que por su ubicación presenta mayor o menor aprovechamiento de recursos naturales.

- 1) Validación de datos tomados versus datos arrojados por software (Posicion1, fachada hacia el sur).

La primera simulación tiene la finalidad realizar una validación de los datos tomados en campo que permitan observar el grado de semejanza contra los arrojados por las simulaciones de DesignBuilder, esto con el fin de verificar que tanto difiere el software de las variables climatológicas medidas. Además se plantearon dos escenarios que pretenden evaluar la influencia del cambio de algunos parámetros en el comportamiento de la temperatura y la humedad en el interior de la vivienda. Estos escenarios tienen una separación de treinta (30) minutos entre sí, por lo tanto hay valores de cada escenario cada hora, se realizó de esta manera teniendo en cuenta que el cierre o apertura de una ventana no genera un cambio inmediato en el interior del inmueble, lo que hizo necesario dar dicho tiempo para que la zona se estabilizara térmicamente. Los dos escenarios son:

Escenario A: Puertas y ventanas cerradas.

Escenario B: Puertas y ventanas abiertas.

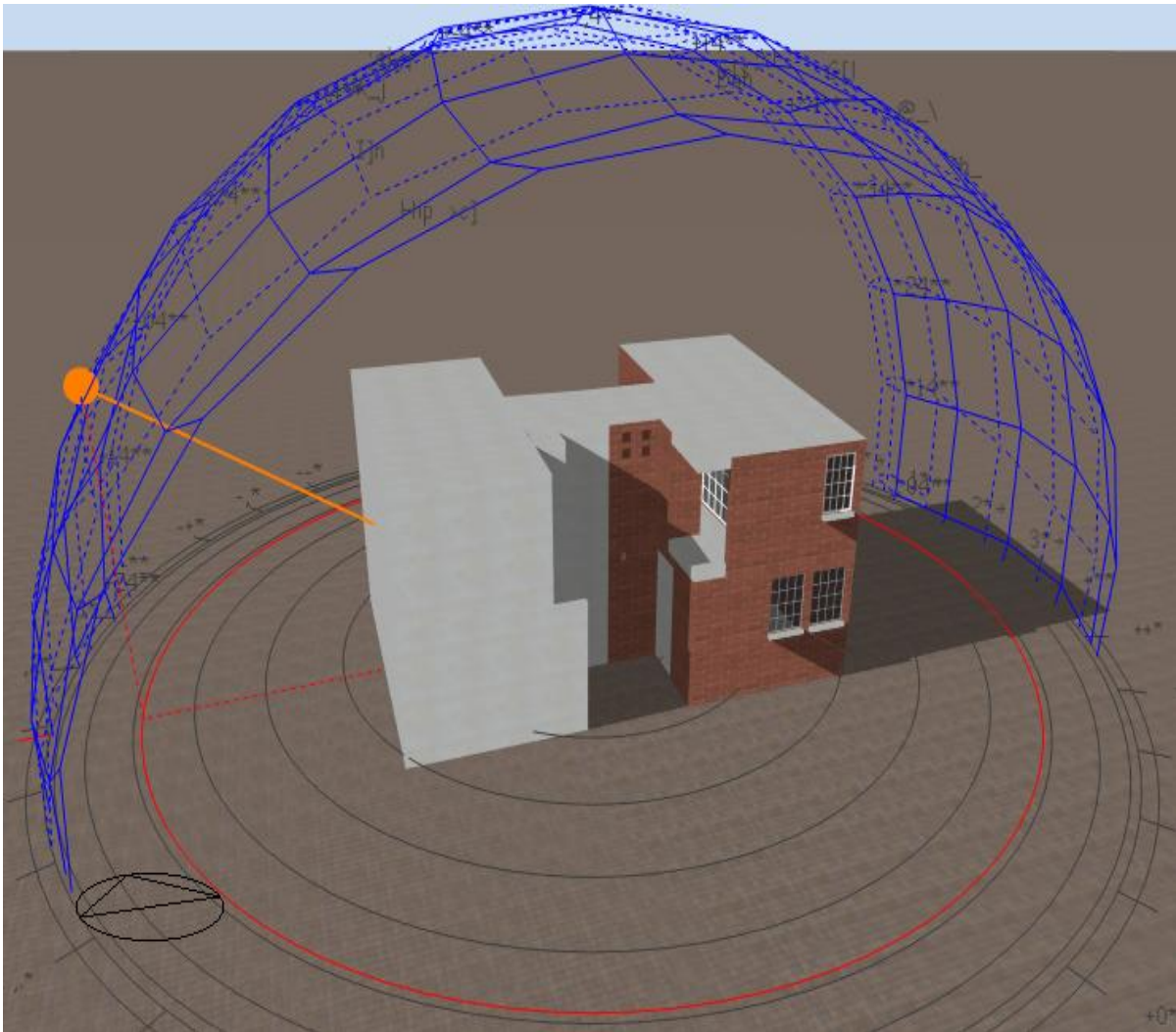
Simular el día 27 de marzo para comparar variables que se midieron en campo.

- temperatura del aire [°C] (cada hora) contra temperatura exterior [°C].
 - o Escenario A y Escenario B.
- Humedad Relativa [%HR] (cada hora)
 - o Escenario A y Escenario B.
- Iluminación [Lx]
 - o Tres simulaciones (9:00 am, 12:00 m y 3:00 pm).
- Radiación solar fuera de la casa [W/m²] (cada hora a partir de las 12:00 m).

Debido a que la vivienda en la que se realizaron las mediciones está ubicada en la esquina de una manzana y que tiene otra al lado se van a realizar todas las simulaciones con la vivienda adyacente¹¹ ya que esta interviene en el desempeño térmico de la VIS seleccionada.

¹¹ La vivienda adyacente es creada a través de un bloque componente y tiene las mismas dimensiones que la vivienda seleccionada. Adicional a esto está conformada por materiales de construcción adecuados para que favorezca el análisis.

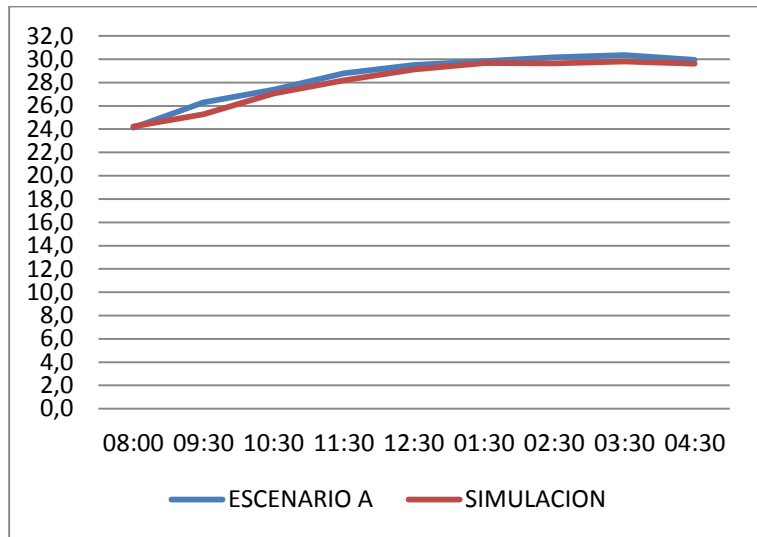
Figura E. 1. Escenario de simulación con la fachada mirando al Sur y con vivienda adyacente. Fuente: Autores.



A continuación se presentan resultados de los datos tomados en campo, comparándolos con los datos arrojados por las simulaciones en cada zona y el cálculo del error entre los datos obtenidos en las mediciones con los del software.

Tabla E. 1. Temperatura aire promedio zona SALA COMEDOR – COCINA, escenario A contra simulación. Fuente: Autores.

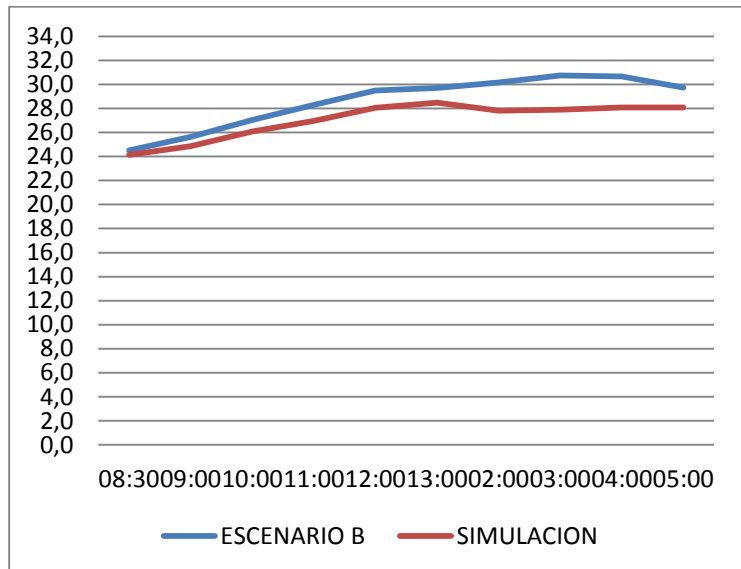
TEMPERATURA DEL AIRE PROMEDIO [°C]		
ZONA ABCDEFG SALA COMEDOR - COCINA		
HORA	ESCENARIO A	SIMULACION
8:00	24,1	24,23
9:30	26,3	25,28
10:30	27,4	27,07
11:30	28,8	28,18
12:30	29,5	29,13
1:30	29,8	29,68
2:30	30,2	29,64
3:30	30,3	29,82
4:30	29,9	29,61



A la izquierda tabla de resultados, a la derecha diagrama lineal.

Tabla E. 2. Temperatura aire promedio zona SALA COMEDOR – COCINA, escenario B contra simulación. Fuente: Autores.

TEMPERATURA DEL AIRE PROMEDIO [°C]		
ZONA ABCDEFG SALA COMEDOR - COCINA		
HORA	ESCENARIO B	SIMULACION
8:30	24,5	24,15
9:00	25,6	24,86
10:00	27,0	26,08
11:00	28,3	26,95
12:00	29,5	28,04
13:00	29,7	28,48
2:00	30,2	27,82
3:00	30,7	27,88
4:00	30,7	28,09
5:00	29,7	28,08



A la izquierda tabla de resultados, a la derecha diagrama lineal.

Debido a que los valores medidos sufren errores por la delimitada precisión de los instrumentos de medida, la percepción de quien la toma y la naturaleza de las variables a medir, se hace necesario presentar el error entre los valores medidos en campo y los valores simulados, esto con el fin de tener una idea de cuan cerca están los valores simulados de los medidos. A continuación se presentan.

Tabla E. 3. Calculo del error para la temperatura del aire zona SALA-COMEDOR COCINA.
Fuente: Autores.

TEMPERATURA DEL AIRE PROMEDIO [°C]			
CALCULO DEL ERROR			
ZONA ABCDEFG SALA COMEDOR - COCINA			
HORA	% ERROR ESCENARIO A	HORA	% ERROR ESCENARIO B
8:00	0,5	8:30	1,5
9:30	3,9	9:00	3,0
10:30	1,2	10:00	3,5
11:30	2,2	11:00	4,7
12:30	1,3	12:00	4,9
1:30	0,5	13:00	4,1
2:30	1,7	2:00	7,7
3:30	1,7	3:00	9,3
4:30	1,1	4:00	8,4
		5:00	5,6

Figura E. 2. Gráficas del error en cada escenario zona SALA COCINA-COCINA COMEDOR.
Fuente: Autores.

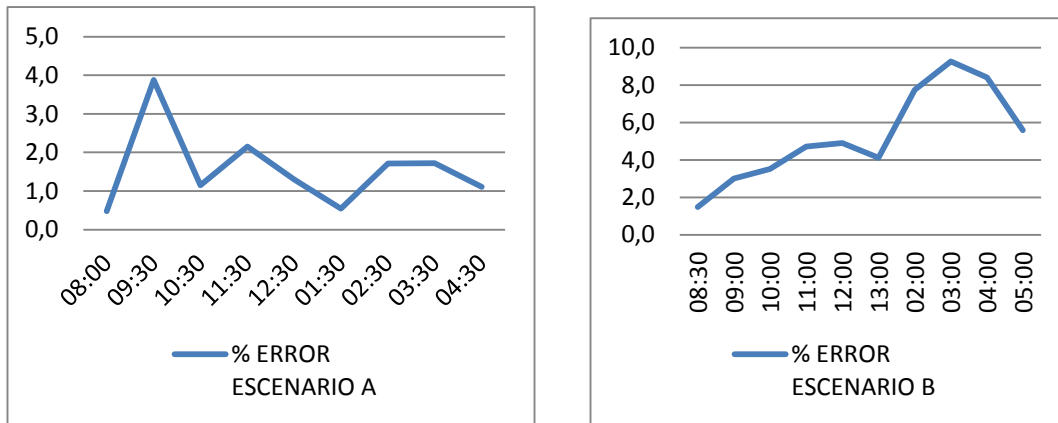


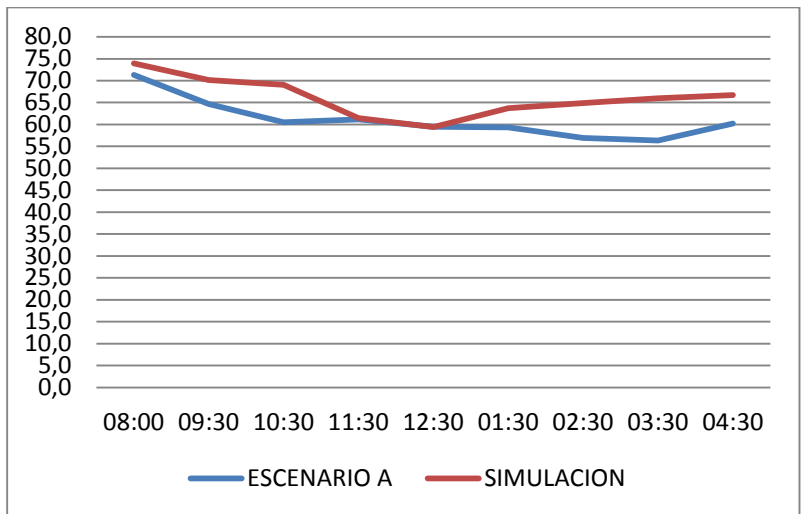
Tabla E. 4. Errores en temperatura del aire en los dos escenarios zona SALA-COCINA CO-MEDOR. Fuente: Autores.

TEMPERATURA DEL AIRE ESCENARIO A	
INDICE DE ERROR PROMEDIO (%)	1,56
ERROR MAXIMO (%)	3,88
ERROR CUADRÁTICO MEDIO (°C)	0,17

TEMPERATURA DEL AIRE ESCENARIO B	
INDICE DE ERROR PROMEDIO (%)	5,28
ERROR MAXIMO (%)	9,27
ERROR CUADRÁTICO MEDIO (°C)	0,55

Tabla E. 5. Humedad Relativa promedio zona SALA COMEDOR – COCINA, escenario A contra simulación. Fuente: Autores.

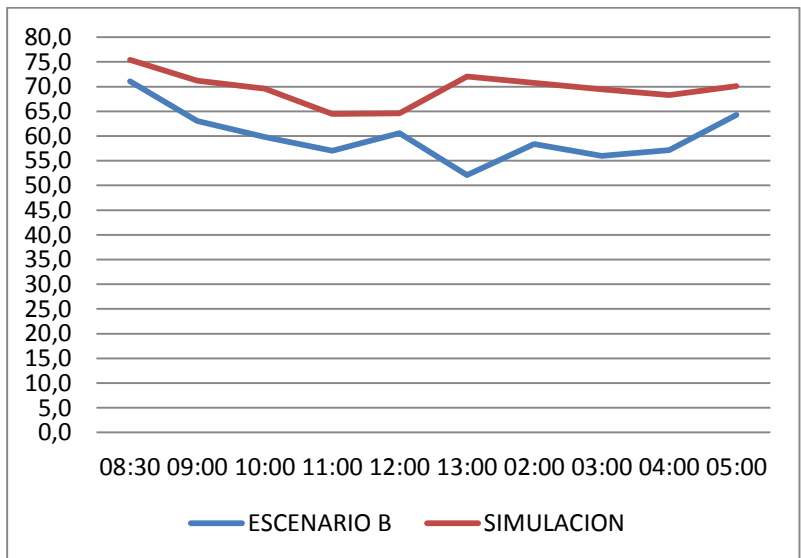
HUMEDAD RELATIVA PROMEDIO [%HR]		
ZONA ABCDEFG - SALA COMEDOR - COCINA		
HORA	ESCENARIO A	SIMULACION
8:00	71,3	73,93
9:30	64,7	70,16
10:30	60,5	69,05
11:30	61,2	61,49
12:30	59,5	59,42
1:30	59,3	63,75
2:30	56,9	64,9
3:30	56,3	66,01
4:30	60,2	66,71



A la izquierda tabla de resultados, a la derecha diagrama lineal.

Tabla E. 6. Humedad Relativa promedio zona SALA COMEDOR – COCINA, escenario B contra simulación. Fuente: Autores.

HUMEDAD RELATIVA PROMEDIO [%HR]		
ZONA ABCDEFG SALA COMEDOR - COCINA		
HORA	ESCENARIO B	SIMULACION
8:30	71,1	75,42
9:00	63,1	71,21
10:00	59,8	69,6
11:00	57,0	64,47
12:00	60,6	64,63
13:00	52,1	72,07
2:00	58,4	70,77
3:00	56,0	69,43
4:00	57,2	68,31
5:00	64,3	70,1



A la izquierda tabla de resultados, a la derecha diagrama lineal.

Tabla E. 7. Calculo del error para la humedad relativa SALA-COMEDOR COCINA. Fuente: Autores.

HUMEDAD RELATIVA PROMEDIO [%HR]			
CALCULO DEL ERROR			
ERROR - ZONA ABCDEFG SALA COMEDOR - COCINA			
HO- RA	% ERROR ESCENARIO A	HORA	% ERROR ESCENARIO B
8:00	3,7	8:30	6,1
9:30	8,5	9:00	12,9
10:30	14,2	10:00	16,4
11:30	0,5	11:00	13,1
12:30	0,1	12:00	6,7
1:30	7,5	13:00	38,3
2:30	14,0	2:00	21,2
3:30	17,2	3:00	24,0
4:30	10,8	4:00	19,5
		5:00	9,1

Figura E. 3. Gráficas del error en cada escenario zona SALA COCINA-COCINA COMEDOR. Fuente: Autores.

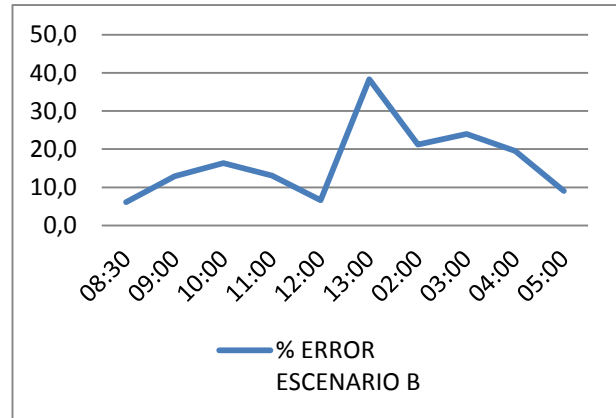


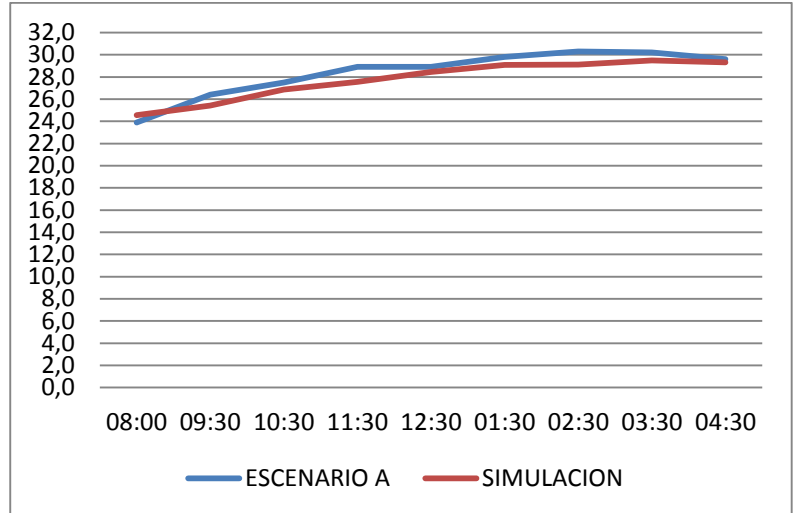
Tabla E. 8. Errores en humedad relativa en los dos escenarios zona SALA-COCINA COMEDOR. Fuente: Autores.

HUMEDAD RELATIVA PROMEDIO ESCENARIO A	
INDICE DE ERROR PROMEDIO (%)	8,49
ERROR MAXIMO (%)	17,19
ERROR CUADRÁTICO MEDIO (%HR)	2,02

HUMEDAD RELATIVA PROMEDIO ESCENARIO B	
INDICE DE ERROR PROMEDIO (%)	16,72
ERROR MAXIMO (%)	38,33
ERROR CUADRÁTICO MEDIO (%HR)	3,38

Tabla E. 9. Temperatura aire promedio zona ESCALERAS 1 P1, escenario A contra simulación. Fuente: Autores.

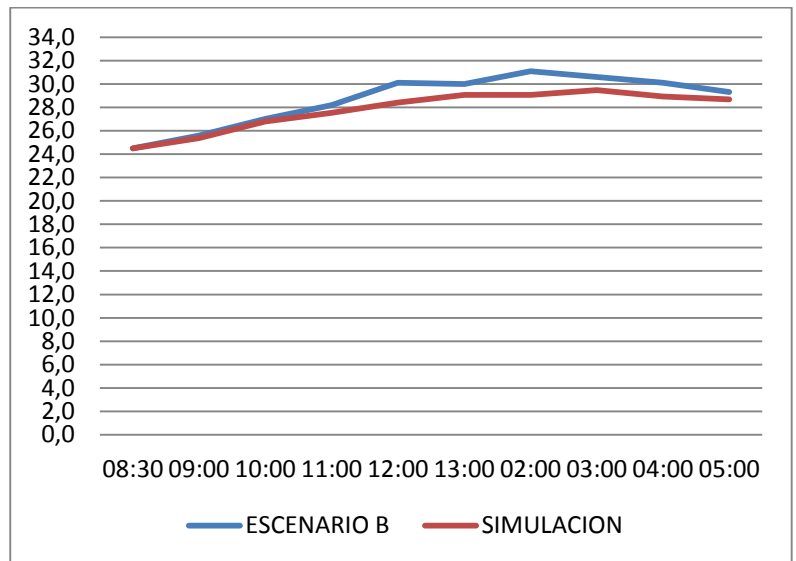
TEMPERATURA DEL AIRE PROMEDIO [°C]		
ZONA J - ESCALERAS 1 P1		
HORA	ESCENARIO A	SIMULACION
8:00	23,9	24,55
9:30	26,4	25,41
10:30	27,5	26,86
11:30	28,9	27,57
12:30	28,9	28,44
1:30	29,8	29,08
2:30	30,3	29,1
3:30	30,2	29,48
4:30	29,6	29,32



A la izquierda tabla de resultados, a la derecha diagrama lineal.

Tabla E. 10. Temperatura aire promedio zona ESCALERAS 1 P1, escenario B contra simulación. Fuente: Autores.

TEMPERATURA DEL AIRE PROMEDIO [°C]		
ZONA J - ESCALERAS 1 P1		
HORA	ESCENARIO B	SIMULACION
8:30	24,5	24,5
9:00	25,6	25,37
10:00	27,0	26,8
11:00	28,2	27,52
12:00	30,1	28,42
13:00	30,0	29,07
2:00	31,1	29,07
3:00	30,6	29,47
4:00	30,1	28,94
5:00	29,3	28,67



A la izquierda tabla de resultados, a la derecha diagrama lineal.

Tabla E. 11. Calculo del error para la temperatura del aire zona ESCALERAS 1 P1. Fuente: Autores.

TEMPERATURA DEL AIRE PROMEDIO [°C]			
CALCULO DEL ERROR			
ZONA J - ESCALERAS 1 P1			
HORA	% ERROR ESCENARIO A	HORA	% ERROR ESCENARIO B
8:00	2,7	8:30	0,0
9:30	3,8	9:00	0,9
10:30	2,3	10:00	0,7
11:30	4,6	11:00	2,4
12:30	1,6	12:00	5,6
1:30	2,4	13:00	3,1
2:30	4,0	2:00	6,5
3:30	2,4	3:00	3,7
4:30	0,9	4:00	3,9
		5:00	2,2

Figura E. 4. Gráficas del error en cada escenario zona ESCALERAS 1 P1. Fuente: Autores.

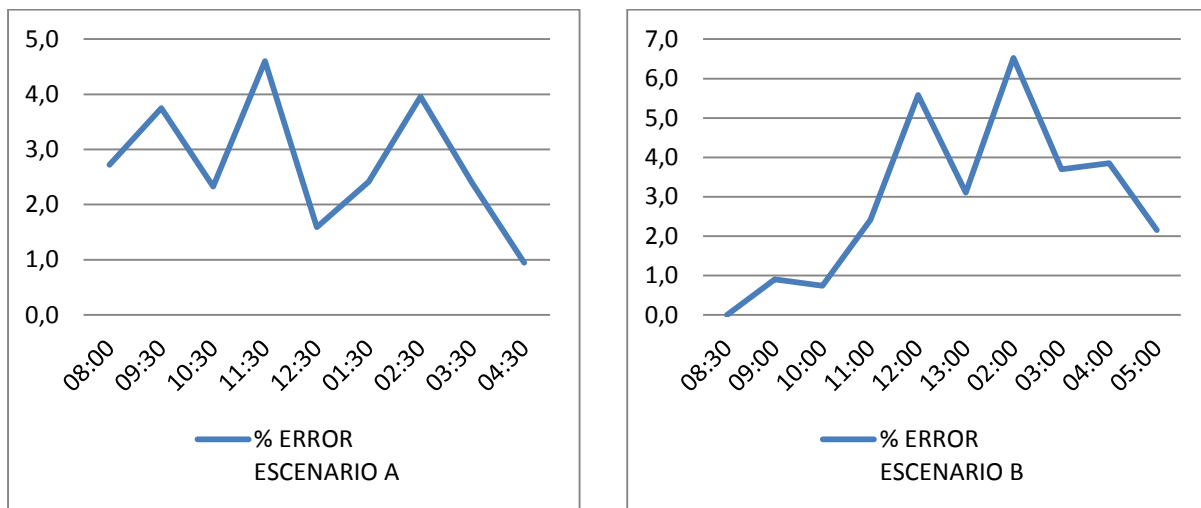


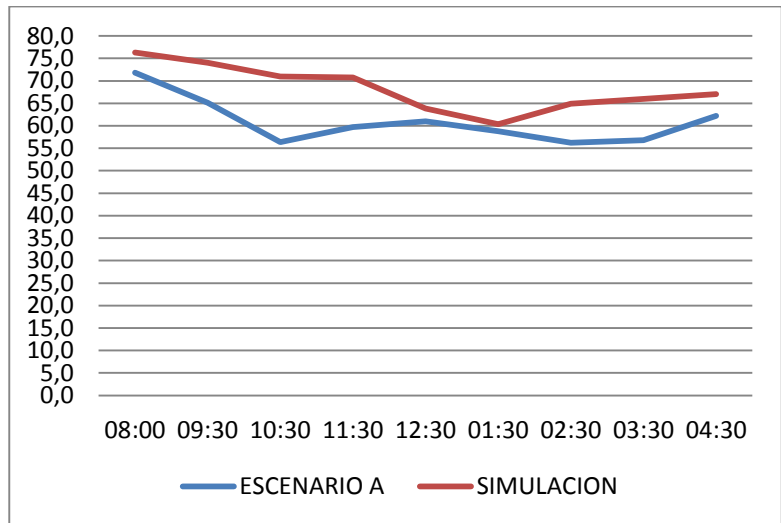
Tabla E. 12. Errores en temperatura del aire en los dos escenarios zona escaleras 1 P1. Fuente: Autores.

TEMPERATURA DEL AIRE ESCENARIO A	
INDICE DE ERROR PROMEDIO (%)	2,74
ERROR MAXIMO (%)	4,60
ERROR CUADRÁTICO MEDIO (°C)	0,28

TEMPERATURA DEL AIRE ESCENARIO B	
INDICE DE ERROR PROMEDIO (%)	2,90
ERROR MAXIMO (%)	6,53
ERROR CUADRÁTICO MEDIO (°C)	0,34

Tabla E. 13. Humedad Relativa promedio zona ESCALERAS 1 P1, escenario A contra simulación. Fuente: Autores.

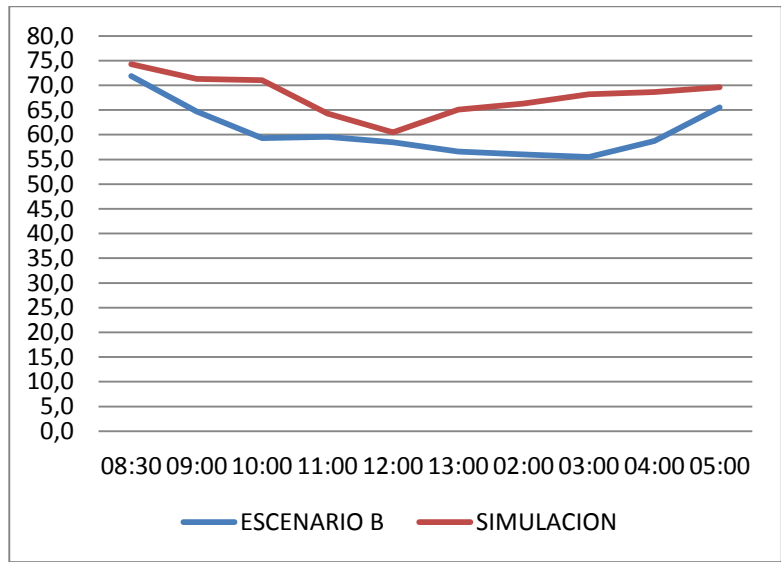
HUMEDAD RELATIVA PROMEDIO [%HR]		
ZONA J - ESCALERAS 1 P1		
HORA	ESCENARIO A	SIMULACION
8:00	71,8	76,31
9:30	65,1	74,05
10:30	56,4	70,98
11:30	59,7	70,75
12:30	61,0	63,84
1:30	58,8	60,37
2:30	56,2	64,94
3:30	56,8	65,95
4:30	62,2	67,04



A la izquierda tabla de resultados, a la derecha diagrama lineal.

Tabla E. 14. Humedad Relativa promedio zona ESCALERAS 1 P1, escenario B contra simulación. Fuente: Autores.

HUMEDAD RELATIVA PROMEDIO [%HR]		
ZONA J - ESCALERAS 1 P1		
HORA	ESCENARIO B	SIMULACION
8:30	71,9	74,26
9:00	64,7	71,27
10:00	59,3	71,01
11:00	59,6	64,3
12:00	58,5	60,48
13:00	56,6	65,1
2:00	56,0	66,29
3:00	55,5	68,18
4:00	58,7	68,64
5:00	65,5	69,59



A la izquierda tabla de resultados, a la derecha diagrama lineal.

Tabla E. 15. Calculo del error para la humedad relativa zona ESCALERAS 1 P1. Fuente: Autores.

HUMEDAD RELATIVA PROMEDIO [%HR]			
CALCULO DEL ERROR			
ZONA J - ESCALERAS 1 P1			
HORA	% ERROR ESCENARIO A	HORA	% ERROR ESCENARIO B
8:00	6,3	8:30	3,3
9:30	13,7	9:00	10,2
10:30	25,9	10:00	19,7
11:30	18,5	11:00	7,9
12:30	4,7	12:00	3,4
1:30	2,7	13:00	15,0
2:30	15,6	2:00	18,4
3:30	16,1	3:00	22,8
4:30	7,8	4:00	16,9
		5:00	6,2

Figura E. 5. Gráficas del error en cada escenario zona ESCALERAS 1 P1. Fuente: Autores.

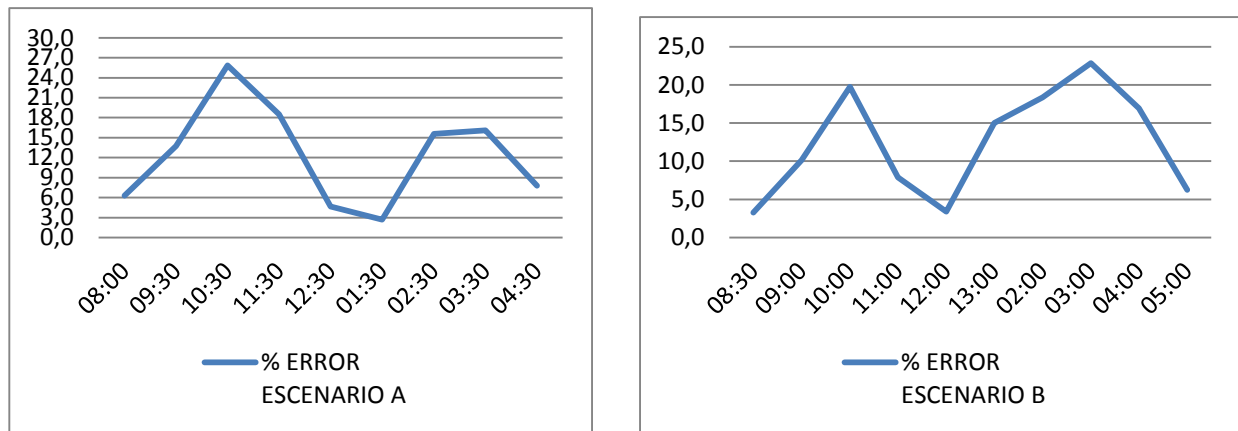


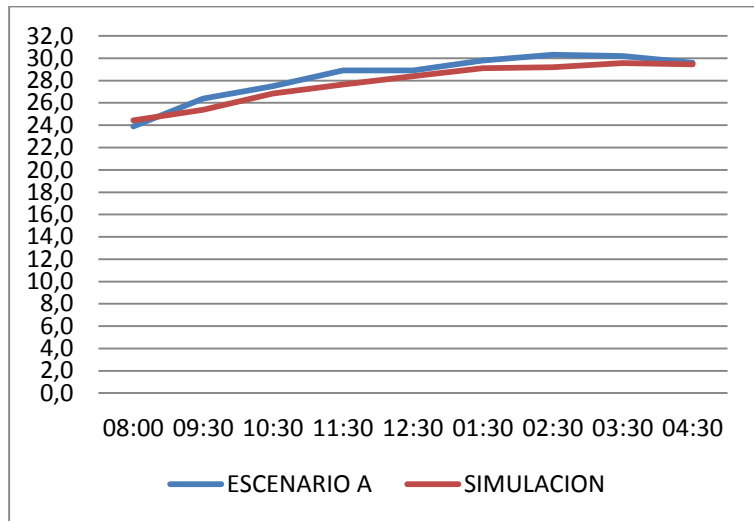
Tabla E. 16. Errores en humedad relativa en los dos escenarios zona ESCALERAS 1 P1. Fuente: Autores.

HUMEDAD RELATIVA PROMEDIO ESCENARIO A	
INDICE DE ERROR PROMEDIO (%)	12,35
ERROR MAXIMO (%)	25,85
ERROR CUADRÁTICO MEDIO (%HR)	2,79

HUMEDAD RELATIVA PROMEDIO ESCENARIO B	
INDICE DE ERROR PROMEDIO (%)	12,39
ERROR MAXIMO (%)	22,85
ERROR CUADRÁTICO MEDIO (%HR)	2,58

Tabla E. 17. Temperatura aire promedio zona ESCALERAS 2 P1, escenario A contra simulación. Fuente: Autores.

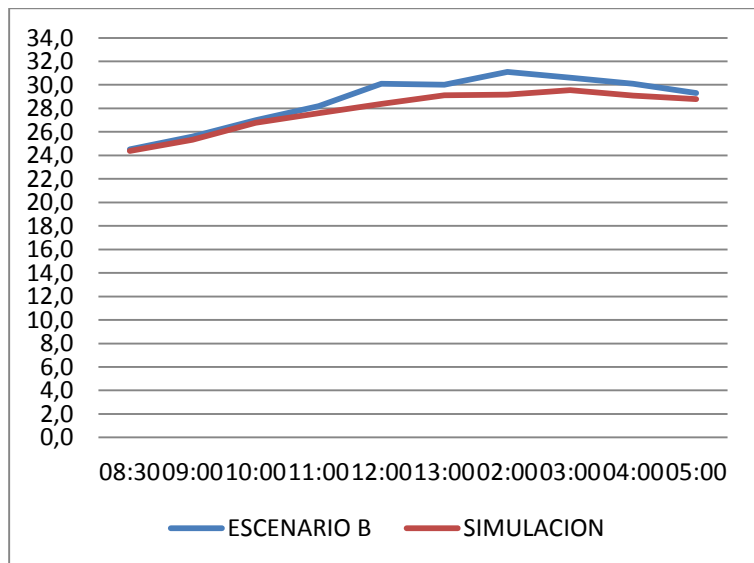
TEMPERATURA DEL AIRE PROMEDIO [°C]		
ZONA J - ESCALERAS 2 P1		
HORA	ESCENARIO A	SIMULACION
8:00	23,9	24,44
9:30	26,4	25,37
10:30	27,5	26,84
11:30	28,9	27,66
12:30	28,9	28,4
1:30	29,8	29,11
2:30	30,3	29,19
3:30	30,2	29,56
4:30	29,6	29,44



A la izquierda tabla de resultados, a la derecha diagrama lineal.

Tabla E. 18. Temperatura aire promedio zona ESCALERAS 2 P1, escenario B contra simulación. Fuente: Autores.

TEMPERATURA DEL AIRE PROMEDIO [°C]		
ZONA J - ESCALERAS 2 P1		
HORA	ESCENARIO B	SIMULACION
8:30	24,5	24,38
9:00	25,6	25,32
10:00	27,0	26,78
11:00	28,2	27,59
12:00	30,1	28,39
13:00	30,0	29,1
2:00	31,1	29,16
3:00	30,6	29,55
4:00	30,1	29,08
5:00	29,3	28,79



A la izquierda tabla de resultados, a la derecha diagrama lineal.

Tabla E. 19. Calculo del error para la temperatura del aire zona ESCALERAS 2 P1. Fuente: Autores.

TEMPERATURA DEL AIRE PROMEDIO [°C]			
CALCULO DEL ERROR			
ZONA J - ESCALERAS 2 P1			
HORA	% ERROR ESCENARIO A	HORA	% ERROR ESCENARIO B
8:00	2,3	8:30	0,5
9:30	3,9	9:00	1,1
10:30	2,4	10:00	0,8
11:30	4,3	11:00	2,2
12:30	1,7	12:00	5,7
1:30	2,3	13:00	3,0
2:30	3,7	2:00	6,2
3:30	2,1	3:00	3,4
4:30	0,5	4:00	3,4
		5:00	1,7

Figura E. 6. Gráficas del error en cada escenario zona ESCALERAS 2 P1. Fuente: Autores.

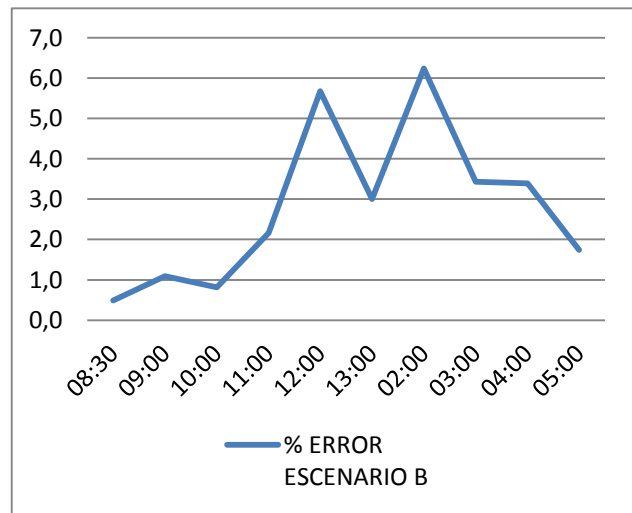
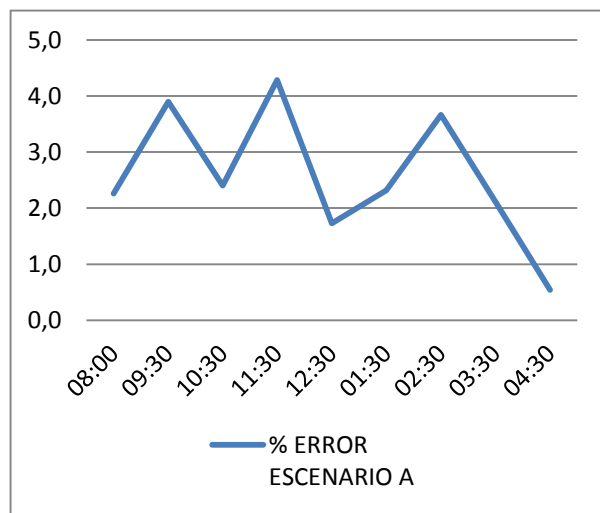


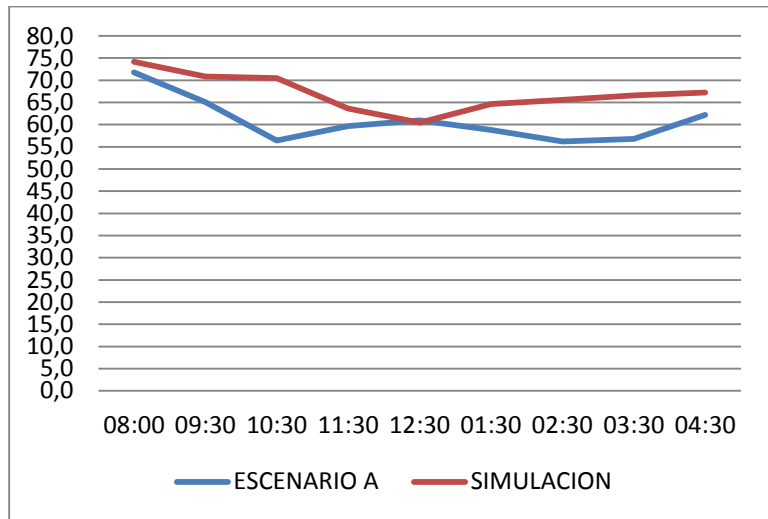
Tabla E. 20. Errores en temperatura del aire en los dos escenarios zona ESCALERAS 2 P1. Fuente: Autores.

TEMPERATURA DEL AIRE ESCENARIO A	
INDICE DE ERROR PROMEDIO (%)	2,58
ERROR MAXIMO (%)	4,29
ERROR CUADRÁTICO MEDIO (°C)	0,27

TEMPERATURA DEL AIRE ESCENARIO B	
INDICE DE ERROR PROMEDIO (%)	2,80
ERROR MAXIMO (%)	6,24
ERROR CUADRÁTICO MEDIO (°C)	0,32

Tabla E. 21. Humedad Relativa promedio zona ESCALERAS 2 P1, escenario A contra simulación. Fuente: Autores.

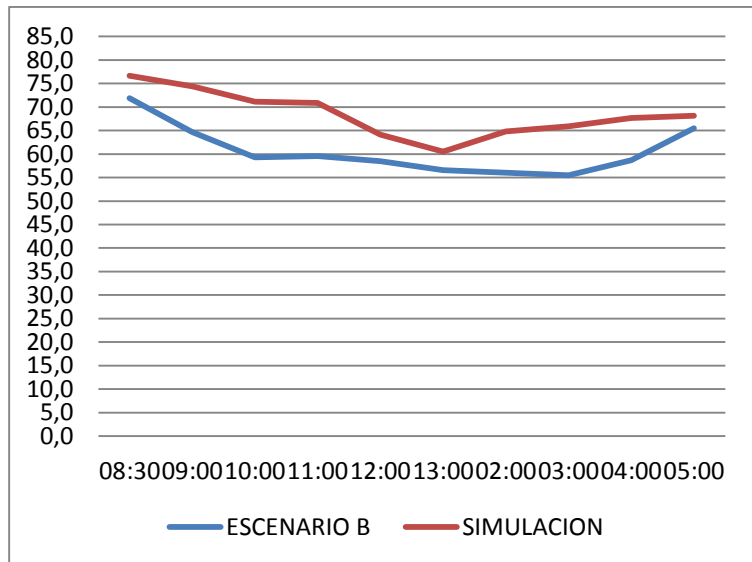
HUMEDAD RELATIVA PROMEDIO [%HR]		
ZONA J - ESCALERAS 2 P1		
HORA	ESCENARIO A	SIMULACION
8:00	71,8	74,18
9:30	65,1	70,88
10:30	56,4	70,47
11:30	59,7	63,67
12:30	61,0	60,44
1:30	58,8	64,65
2:30	56,2	65,61
3:30	56,8	66,6
4:30	62,2	67,27



A la izquierda tabla de resultados, a la derecha diagrama lineal.

Tabla E. 22. Humedad Relativa promedio zona ESCALERAS 2 P1, escenario B contra simulación. Fuente: Autores.

HUMEDAD RELATIVA PROMEDIO [%HR]		
ZONA J - ESCALERAS 2 P1		
HORA	ESCENARIO B	SIMULACION
8:30	71,9	76,67
9:00	64,7	74,38
10:00	59,3	71,15
11:00	59,6	70,89
12:00	58,5	64,13
13:00	56,6	60,51
2:00	56,0	64,82
3:00	55,5	65,93
4:00	58,7	67,64
5:00	65,5	68,17



A la izquierda tabla de resultados, a la derecha diagrama lineal.

Tabla E. 23. Calculo del error para la temperatura del aire zona ESCALERAS 2 P1. Fuente: Autores.

HUMEDAD RELATIVA PROMEDIO [%HR]			
CALCULO DEL ERROR			
ZONA J - ESCALERAS 2 P1			
HORA	% ERROR ESCENARIO A	HORA	% ERROR ESCENARIO B
8:00	3,3	8:30	6,6
9:30	8,9	9:00	15,0
10:30	24,9	10:00	20,0
11:30	6,6	11:00	18,9
12:30	0,9	12:00	9,6
1:30	9,9	13:00	6,9
2:30	16,7	2:00	15,8
3:30	17,3	3:00	18,8
4:30	8,2	4:00	15,2
		5:00	4,1

Figura E. 7. Gráficas del error en cada escenario zona ESCALERAS 2 P1. Fuente: Autores.

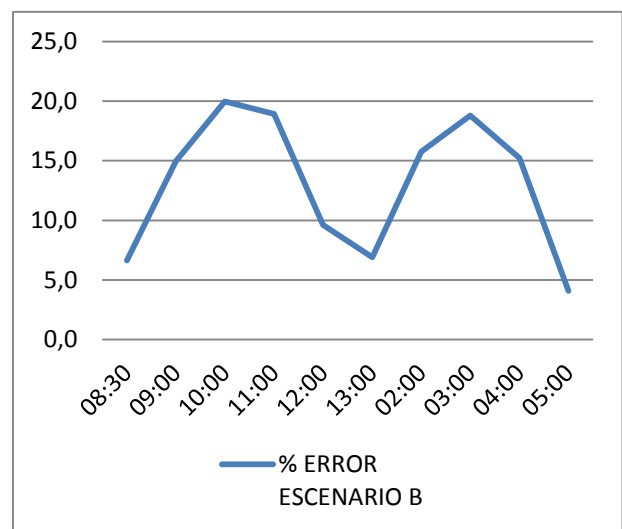
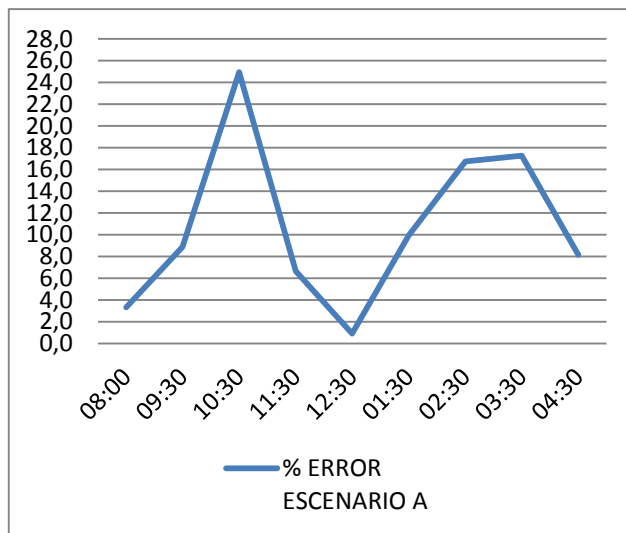


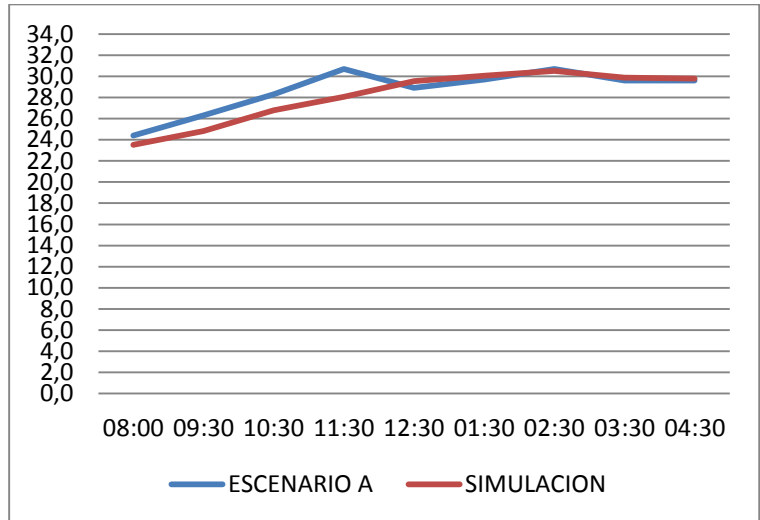
Tabla E. 24. Errores en humedad relativa en los dos escenarios zona ESCALERAS 2 P1. Fuente: Autores.

HUMEDAD RELATIVA PROMEDIO ESCENARIO A	
INDICE DE ERROR PROMEDIO (%)	10,76
ERROR MAXIMO (%)	24,95
ERROR CUADRÁTICO MEDIO (%HR)	2,48

HUMEDAD RELATIVA PROMEDIO ESCENARIO B	
INDICE DE ERROR PROMEDIO (%)	13,09
ERROR MAXIMO (%)	19,98
ERROR CUADRÁTICO MEDIO (%HR)	2,66

Tabla E. 25. Temperatura aire promedio zona PATIO P1, escenario A contra simulación.
Fuente: Autores.

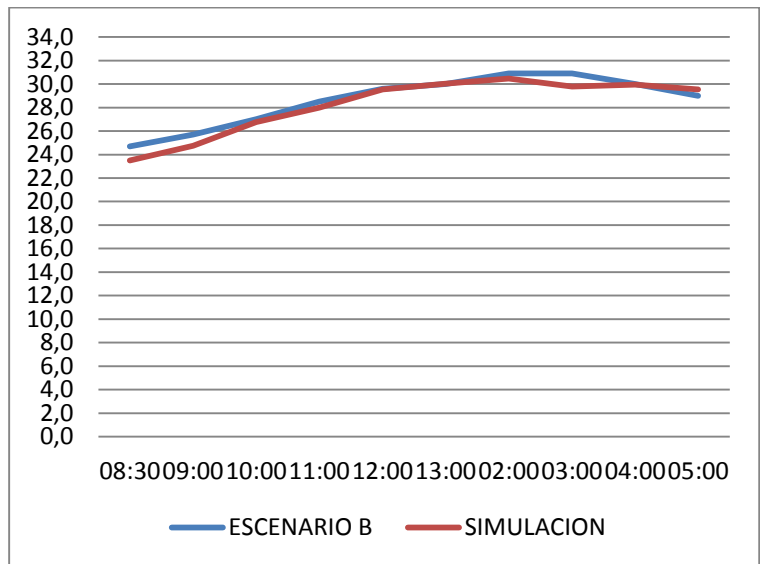
TEMPERATURA DEL AIRE PROMEDIO [°C]		
ZONA I - PATIO P1		
HORA	ESCENARIO A	SIMULACION
8:00	24,4	23,51
9:30	26,3	24,81
10:30	28,3	26,78
11:30	30,7	28,06
12:30	28,9	29,54
1:30	29,7	30,06
2:30	30,7	30,51
3:30	29,6	29,87
4:30	29,6	29,78



A la izquierda tabla de resultados, a la derecha diagrama lineal.

Tabla E. 26. Temperatura aire promedio zona PATIO P1, escenario B contra simulación.
Fuente: Autores.

TEMPERATURA DEL AIRE PROMEDIO [°C]		
ZONA I - PATIO P1		
HORA	ESCENARIO B	SIMULACION
8:30	24,7	23,51
9:00	25,7	24,74
10:00	27,0	26,76
11:00	28,5	28
12:00	29,6	29,55
13:00	30,0	30,03
2:00	30,9	30,46
3:00	30,9	29,8
4:00	30,0	29,95
5:00	29,0	29,54



A la izquierda tabla de resultados, a la derecha diagrama lineal.

Tabla E. 27. Calculo del error para la temperatura del aire zona PATIO P1. Fuente: Autores.

TEMPERATURA DEL AIRE PROMEDIO [°C]			
CALCULO DEL ERROR			
ZONA I - PATIO P1			
HORA	% ERROR ESCENARIO A	HORA	% ERROR ESCENARIO B
8:00	3,6	8:30	4,8
9:30	5,7	9:00	3,7
10:30	5,4	10:00	0,9
11:30	8,6	11:00	1,8
12:30	2,2	12:00	0,2
1:30	1,2	13:00	0,1
2:30	0,6	2:00	1,4
3:30	0,9	3:00	3,6
4:30	0,6	4:00	0,2
		5:00	1,9

Figura E. 8. Gráficas del error en cada escenario zona PATIO P1. Fuente: Autores.

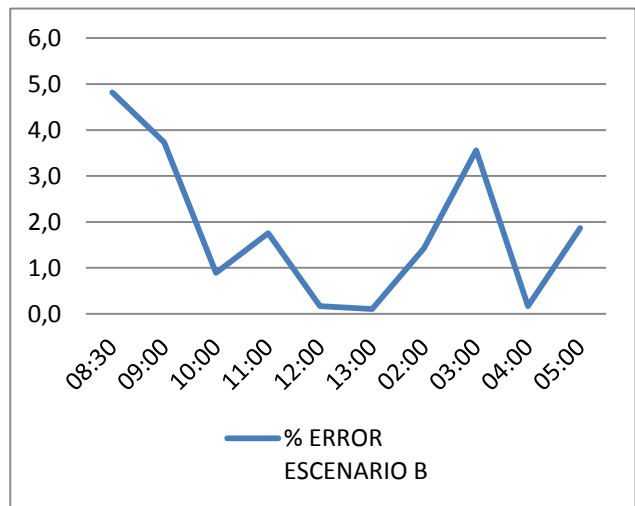
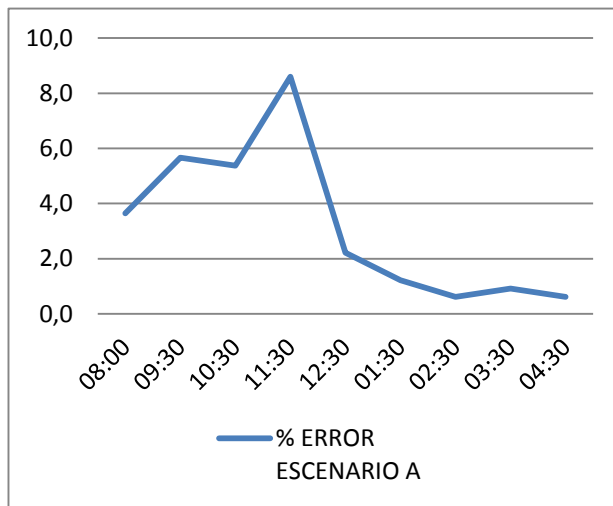


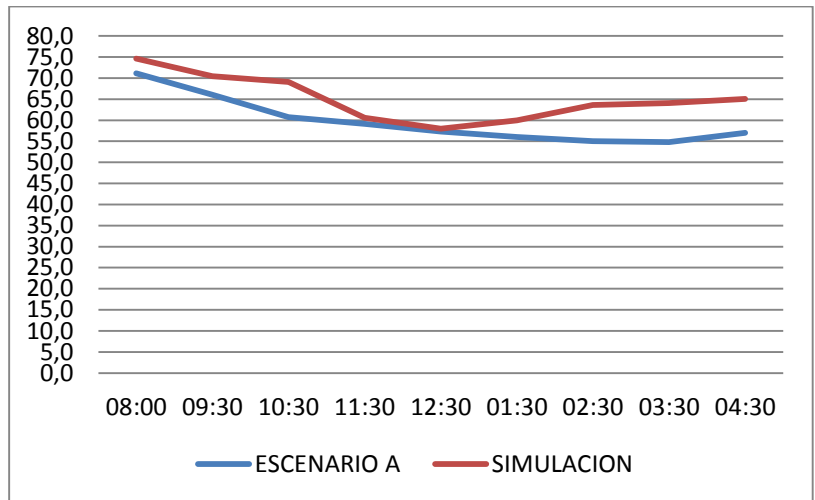
Tabla E. 28. Errores en temperatura del aire en los dos escenarios zona SALA-COCINA COMEDOR. Fuente: Autores.

TEMPERATURA DEL AIRE ESCENARIO A	
INDICE DE ERROR PROMEDIO (%)	3,21
ERROR MAXIMO (%)	8,60
ERROR CUADRÁTICO MEDIO (°C)	0,4

TEMPERATURA DEL AIRE ESCENARIO B	
INDICE DE ERROR PROMEDIO (%)	1,85
ERROR MAXIMO (%)	4,82
ERROR CUADRÁTICO MEDIO (°C)	0,21

Tabla E. 29. Humedad Relativa promedio zona PATIO P1, escenario A contra simulación.
Fuente: Autores.

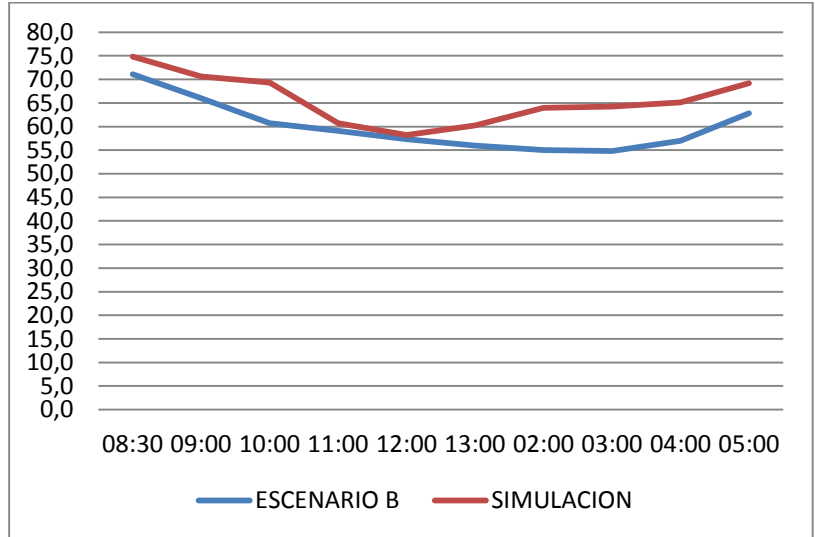
HUMEDAD RELATIVA PROMEDIO [%HR]		
ZONA I - PATIO P1		
HORA	ESCENARIO A	SIMULACION
8:00	71,1	74,65
9:30	66,0	70,44
10:30	60,7	69,06
11:30	59,1	60,55
12:30	57,3	58,02
1:30	56,0	60
2:30	55,0	63,6
3:30	54,8	64,05
4:30	57,0	65,07



A la izquierda tabla de resultados, a la derecha diagrama lineal.

Tabla E. 30. Humedad Relativa promedio zona PATIO P1, escenario B contra simulación.
Fuente: Autores.

HUMEDAD RELATIVA PROMEDIO [%HR]		
ZONA I - PATIO P1		
HORA	ESCENARIO B	SIMULACION
8:30	71,1	74,85
9:00	66,0	70,63
10:00	60,7	69,34
11:00	59,1	60,7
12:00	57,3	58,18
13:00	56,0	60,21
2:00	55,0	63,95
3:00	54,8	64,23
4:00	57,0	65,16
5:00	62,8	69,22



A la izquierda tabla de resultados, a la derecha diagrama lineal.

Tabla E. 31. Calculo del error para la temperatura del aire zona SALA-COMEDOR COCINA.
Fuente: Autores.

HUMEDAD RELATIVA PROMEDIO [%HR]			
CALCULO DEL ERROR			
ZONA I - PATIO P1			
HORA	% ERROR ESCENARIO A	HORA	% ERROR ESCENARIO B
8:00	5,0	8:30	5,3
9:30	6,7	9:00	7,0
10:30	13,8	10:00	14,2
11:30	2,5	11:00	2,7
12:30	1,3	12:00	1,5
1:30	7,1	13:00	7,5
2:30	15,6	2:00	16,3
3:30	16,9	3:00	17,2
4:30	14,2	4:00	14,3
		5:00	10,2

Figura E. 9. Gráficas del error en cada escenario zona PATIO P1. Fuente: Autores.

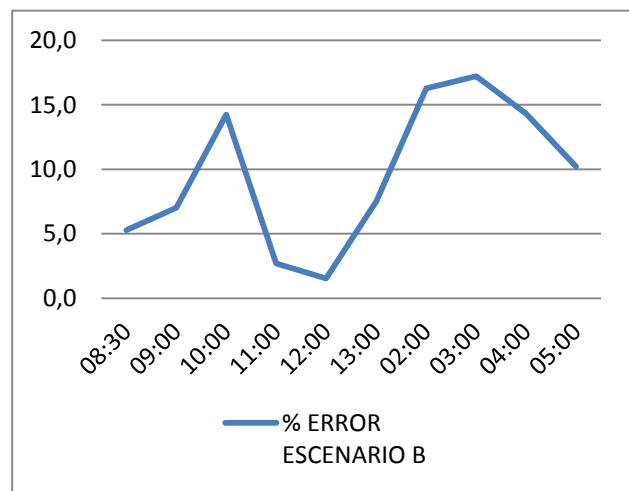
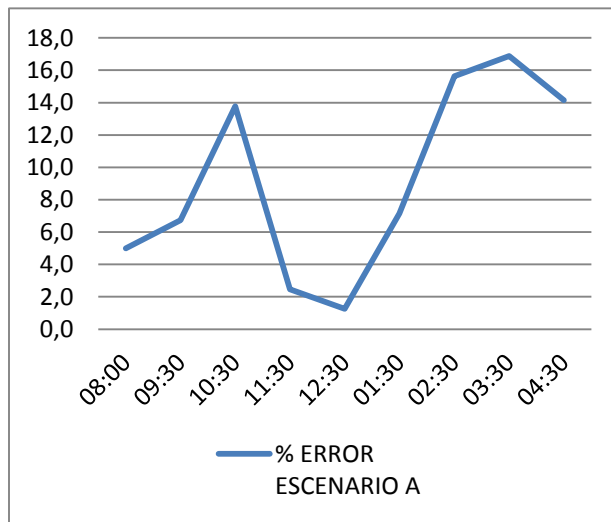


Tabla E. 32. Errores en humedad relativa en los dos escenarios zona PATIO P1. Fuente: Autores.

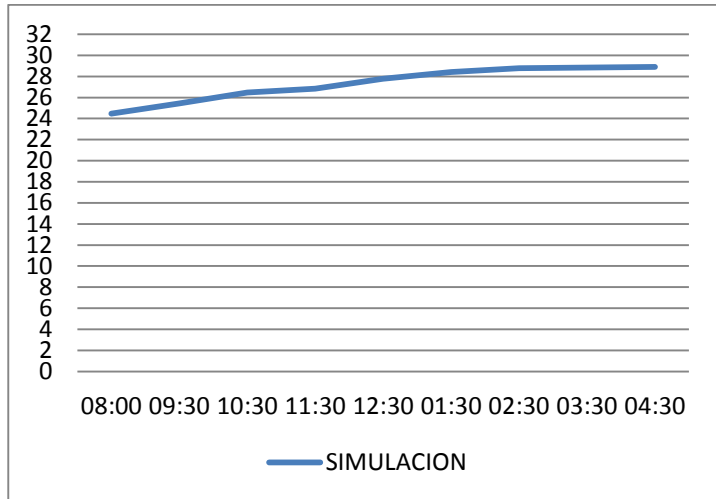
HUMEDAD RELATIVA PROMEDIO ESCENARIO A	
INDICE DE ERROR PROMEDIO (%)	9,22
ERROR MAXIMO (%)	16,88
ERROR CUADRÁTICO MEDIO (%HR)	2,07

HUMEDAD RELATIVA PROMEDIO ESCENARIO B	
INDICE DE ERROR PROMEDIO (%)	9,63
ERROR MAXIMO (%)	17,21
ERROR CUADRÁTICO MEDIO (%HR)	2,02

La zona BAÑO P1 no tiene cálculo de error debido a que el día que se realizaron las mediciones el baño estaba bajo llave y no fue posible realizar la medición en ese sitio.

Tabla E. 33. Temperatura aire promedio zona BAÑO P1, escenario A contra simulación. Fuente: Autores.

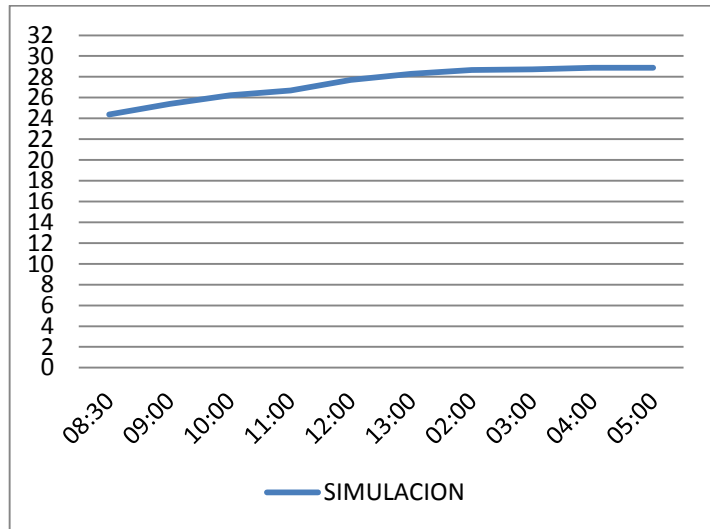
TEMPERATURA DEL AIRE PROMEDIO [°C]		
ZONA H - BAÑO P1		
HORA	ESCENARIO A	SIMULACION
8:00	-	24,48
9:30	-	25,45
10:30	-	26,49
11:30	-	26,83
12:30	-	27,77
1:30	-	28,41
2:30	-	28,79
3:30	-	28,85
4:30	-	28,91



A la izquierda tabla de resultados, a la derecha diagrama lineal.

Tabla E. 34. Temperatura aire promedio zona BAÑO P1, escenario B contra simulación. Fuente: Autores.

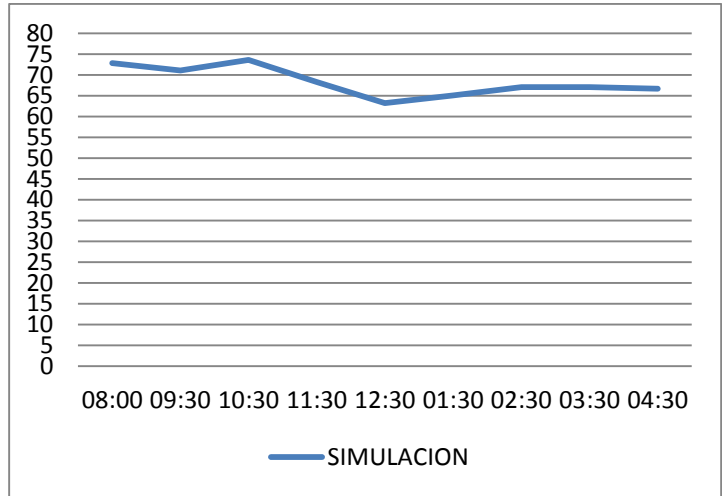
TEMPERATURA DEL AIRE PROMEDIO [°C]		
ZONA H - BAÑO P1		
HORA	ESCENARIO B	SIMULACION
8:30	-	24,37
9:00	-	25,39
10:00	-	26,22
11:00	-	26,7
12:00	-	27,7
13:00	-	28,3
2:00	-	28,66
3:00	-	28,72
4:00	-	28,86
5:00	-	28,87



A la izquierda tabla de resultados, a la derecha diagrama lineal.

Tabla E. 35. Humedad Relativa promedio zona BAÑO P1, escenario A contra simulación.
Fuente: Autores.

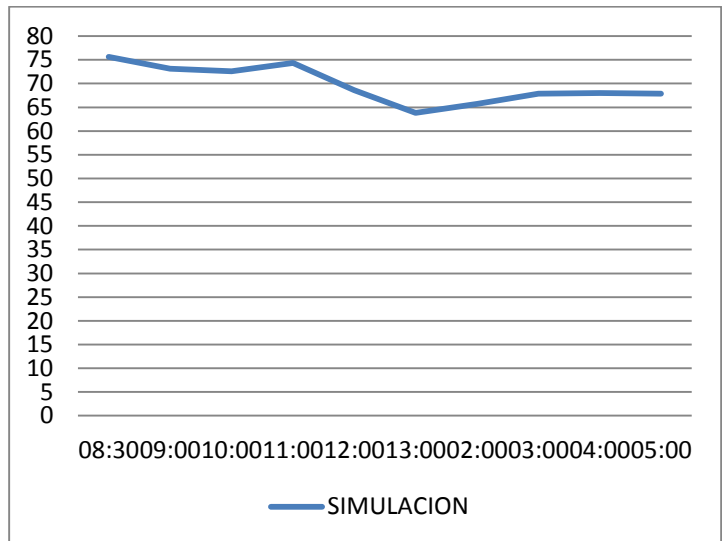
HUMEDAD RELATIVA PROMEDIO [%HR]		
ZONA H - BAÑO P1		
HORA	ESCENARIO A	SIMULACION
8:00	-	72,9
9:30	-	71,09
10:30	-	73,67
11:30	-	68,31
12:30	-	63,25
1:30	-	65,1
2:30	-	67,08
3:30	-	67,12
4:30	-	66,75



A la izquierda tabla de resultados, a la derecha diagrama lineal.

Tabla E. 36. Humedad Relativa promedio zona BAÑO P1, escenario B contra simulación.
Fuente: Autores.

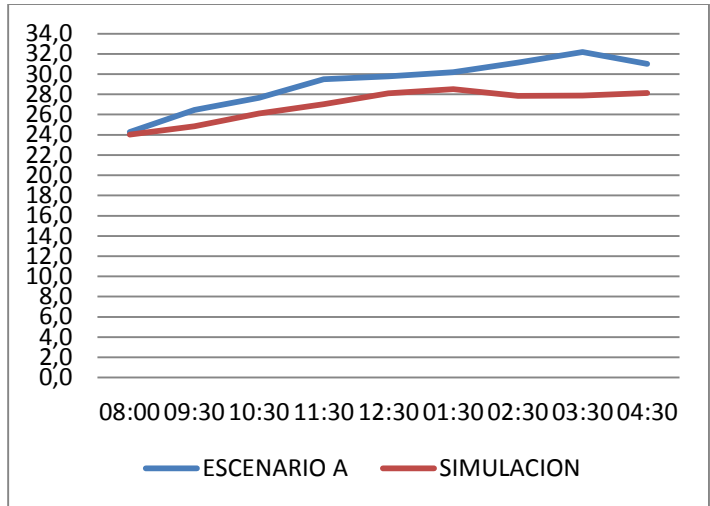
HUMEDAD RELATIVA PROMEDIO [%HR]		
ZONA H - BAÑO P1		
HORA	ESCENARIO B	SIMULACION
8:30	-	75,59
9:00	-	73,11
10:00	-	72,59
11:00	-	74,36
12:00	-	68,62
13:00	-	63,79
2:00	-	65,74
3:00	-	67,9
4:00	-	68,02
5:00	-	67,84



A la izquierda tabla de resultados, a la derecha diagrama lineal.

Tabla E. 37. Temperatura aire promedio zona ALCOBA BALCON, escenario A contra simulación. Fuente: Autores.

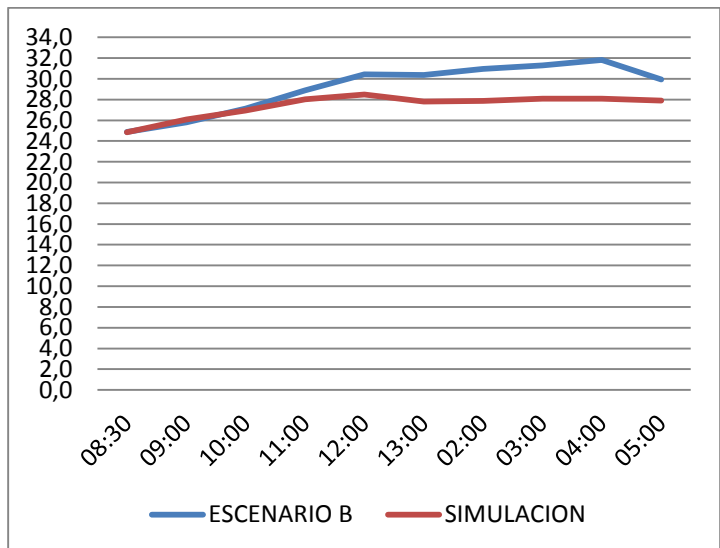
TEMPERATURA DEL AIRE PROMEDIO [°C]		
ZONA KLW - ALCOBA BALCON		
HORA	ESCENARIO A	SIMULACION
8:00	24,3	24,02
9:30	26,5	24,83
10:30	27,7	26,12
11:30	29,5	27,03
12:30	29,8	28,1
1:30	30,2	28,52
2:30	31,1	27,84
3:30	32,2	27,89
4:30	31,0	28,13



A la izquierda tabla de resultados, a la derecha diagrama lineal.

Tabla E. 38. Temperatura aire promedio zona ALCOBA BALCON, escenario B contra simulación. Fuente: Autores.

TEMPERATURA DEL AIRE PROMEDIO [°C]		
ZONA KLW - ALCOBA BALCON		
HORA	ESCENARIO B	SIMULACION
8:30	24,9	24,86
9:00	25,8	26,08
10:00	27,1	26,95
11:00	28,9	28,04
12:00	30,4	28,48
13:00	30,4	27,82
2:00	31,0	27,88
3:00	31,3	28,09
4:00	31,8	28,08
5:00	29,9	27,89



A la izquierda tabla de resultados, a la derecha diagrama lineal.

Tabla E. 39. Calculo del error para la temperatura del aire zona ALCOBA BALCON. Fuente: Autores.

TEMPERATURA DEL AIRE PROMEDIO [°C]			
CALCULO DEL ERROR			
ZONA KLW - ALCOBA BALCON			
HORA	% ERROR ESCENARIO A	HORA	% ERROR ESCENARIO B
8:00	1,0	8:30	0,0
9:30	6,2	9:00	1,1
10:30	5,6	10:00	0,7
11:30	8,4	11:00	3,0
12:30	5,6	12:00	6,4
1:30	5,6	13:00	8,4
2:30	10,6	2:00	10,0
3:30	13,3	3:00	10,3
4:30	9,3	4:00	11,8
		5:00	6,8

Figura E. 10. Gráficas del error en cada escenario zona ALCOBA BALCON. Fuente: Autores.

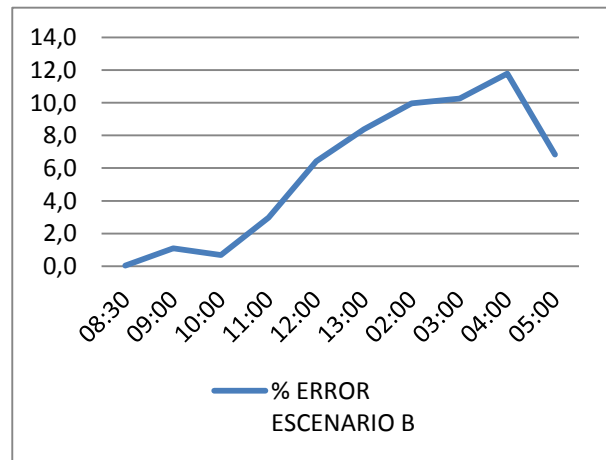


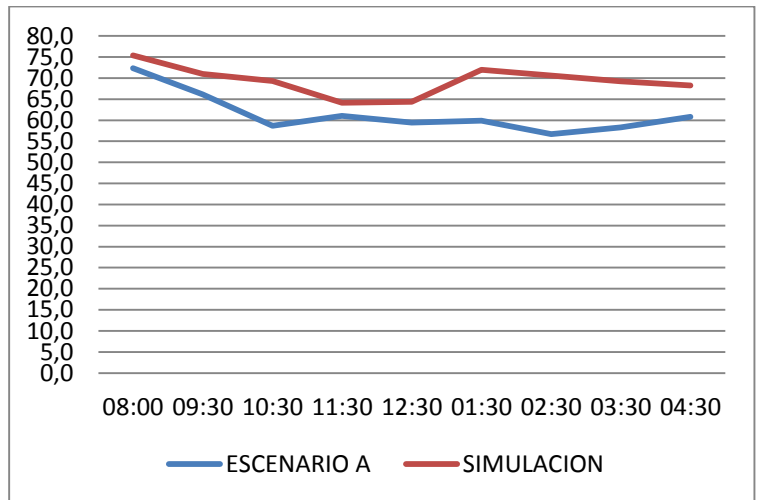
Tabla E. 40. Errores en temperatura del aire en los dos escenarios zona ALCOBA BALCON. Fuente: Autores.

TEMPERATURA DEL AIRE ESCENARIO A	
INDICE DE ERROR PROMEDIO (%)	7,27
ERROR MAXIMO (%)	13,30
ERROR CUADRÁTICO MEDIO (°C)	0,82

TEMPERATURA DEL AIRE ESCENARIO B	
INDICE DE ERROR PROMEDIO (%)	5,84
ERROR MAXIMO (%)	11,79
ERROR CUADRÁTICO MEDIO (°C)	0,67

Tabla E. 41. Humedad Relativa zona ALCOBA BALCON, escenario A contra simulación.
Fuente: Autores.

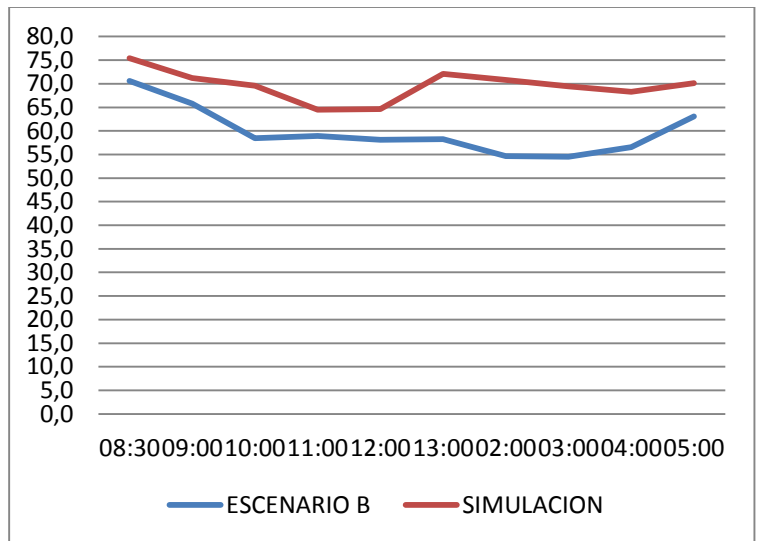
HUMEDAD RELATIVA PROMEDIO [%HR]		
ZONA KLW - ALCOBA BALCON		
HORA	ESCENARIO A	SIMULACION
8:00	72,4	75,39
9:30	66,1	70,94
10:30	58,6	69,32
11:30	61,0	64,15
12:30	59,4	64,38
1:30	59,9	71,99
2:30	56,7	70,63
3:30	58,3	69,26
4:30	60,8	68,24



A la izquierda tabla de resultados, a la derecha diagrama lineal.

Tabla E. 42. Humedad Relativa zona ALCOBA BALCON, escenario B contra simulación.
Fuente: Autores.

HUMEDAD RELATIVA PROMEDIO [%HR]		
ZONA KLW - ALCOBA BALCON		
HORA	ESCENARIO B	SIMULACION
8:30	70,6	75,42
9:00	65,8	71,21
10:00	58,5	69,6
11:00	58,9	64,47
12:00	58,1	64,63
13:00	58,3	72,07
14:00	54,7	70,77
15:00	54,5	69,43
16:00	56,5	68,31
17:00	63,1	70,1



A la izquierda tabla de resultados, a la derecha diagrama lineal.

Tabla E. 43. Calculo del error para la humedad relativa zona ALCOBA BALCON. Fuente: Autores.

HUMEDAD RELATIVA PROMEDIO [%HR]			
CALCULO DEL ERROR			
ZONA KLW - ALCOBA BALCON			
HORA	% ERROR ESCENARIO A	HORA	% ERROR ESCENARIO B
8:00	4,2	8:30	6,9
9:30	7,3	9:00	8,2
10:30	18,2	10:00	19,0
11:30	5,2	11:00	9,5
12:30	8,4	12:00	11,2
1:30	20,2	13:00	23,7
2:30	24,5	2:00	29,5
3:30	18,8	3:00	27,4
4:30	12,3	4:00	20,8
		5:00	11,2

Figura E. 11. Gráficas del error en cada escenario zona ALCOBA BALCON. Fuente: Autores.

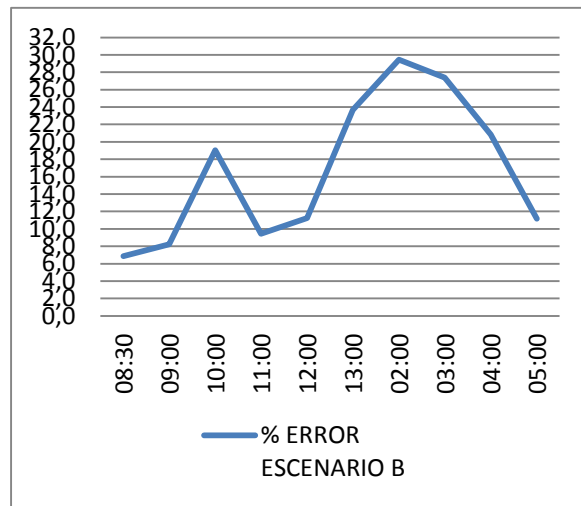
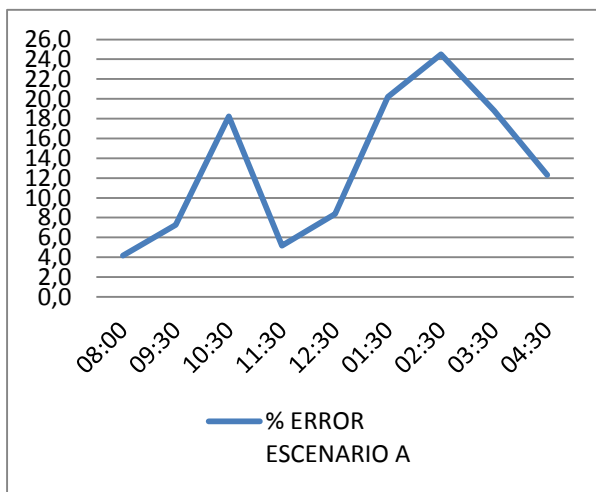


Tabla E. 44. Errores en humedad relativa en los dos escenarios zona ALCOBA PATIO. Fuente: Autores.

HUMEDAD RELATIVA PROMEDIO ESCENARIO A	
INDICE DE ERROR PROMEDIO (%)	13,22
ERROR MAXIMO (%)	24,49
ERROR CUADRÁTICO MEDIO	2,93

HUMEDAD RELATIVA PROMEDIO ESCENARIO B	
INDICE DE ERROR PROMEDIO (%)	16,74
ERROR MAXIMO (%)	29,46
ERROR CUADRÁTICO MEDIO	3,30

Tabla E. 45. Temperatura aire promedio zona ALCOBA PATIO, escenario A contra simulación. Fuente: Autores.

TEMPERATURA DEL AIRE PROMEDIO [°C]		
ZONA OPQ - ALCOBA PATIO		
HORA	ESCENARIO A	SIMULACION
8:00	24,5	25,13
9:30	26,3	25,48
10:30	27,5	27,43
11:30	28,5	28,48
12:30	29,2	29,91
1:30	29,6	29,82
2:30	31,3	29,97
3:30	31,9	29,51
4:30	30,9	29,72

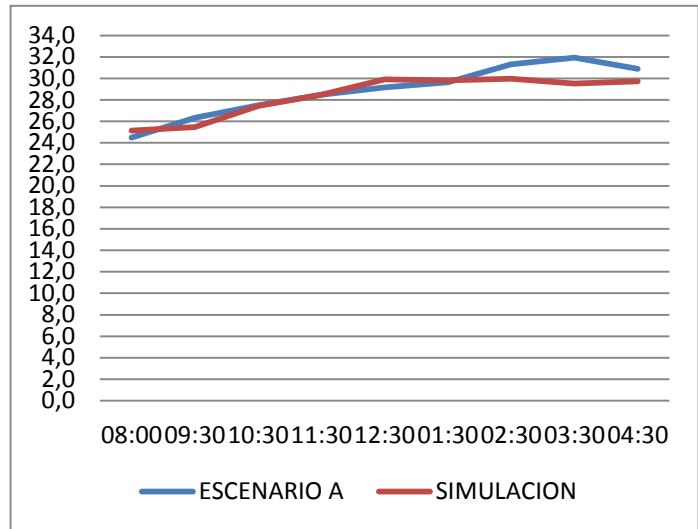
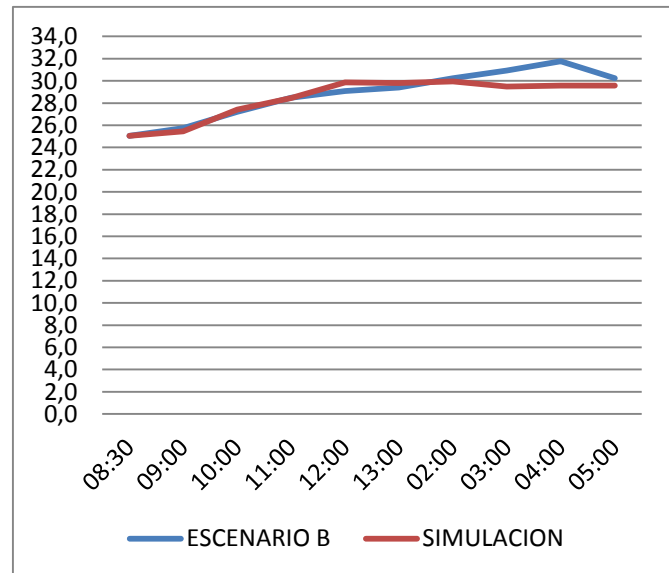


Tabla E. 46. Temperatura aire promedio zona ALCOBA PATIO, escenario A contra simulación. Fuente: Autores.

TEMPERATURA DEL AIRE PROMEDIO [°C]		
ZONA OPQ - ALCOBA PATIO		
HORA	ESCENARIO B	SIMULACION
8:30	25,0	25,05
9:00	25,7	25,44
10:00	27,2	27,4
11:00	28,5	28,44
12:00	29,1	29,87
13:00	29,4	29,8
2:00	30,2	29,94
3:00	30,9	29,48
4:00	31,8	29,57
5:00	30,2	29,58



A la izquierda tabla de resultados, a la derecha diagrama lineal.

Tabla E. 47. Calculo del error para la temperatura del aire zona ALCOBA PATIO. Fuente: Autores.

TEMPERATURA DEL AIRE PROMEDIO [°C]			
CALCULO DEL ERROR			
ZONA OPQ - ALCOBA PATIO			
HORA	% ERROR ESCENARIO A	HORA	% ERROR ESCENARIO B
8:00	2,6	8:30	0,1
9:30	3,2	9:00	1,1
10:30	0,3	10:00	0,7
11:30	0,0	11:00	0,1
12:30	2,5	12:00	2,8
1:30	0,6	13:00	1,4
2:30	4,2	2:00	1,0
3:30	7,6	3:00	4,7
4:30	3,8	4:00	6,9
		5:00	2,2

Figura E. 12. Gráficas del error en cada escenario zona ALCOBA PATIO. Fuente: Autores.

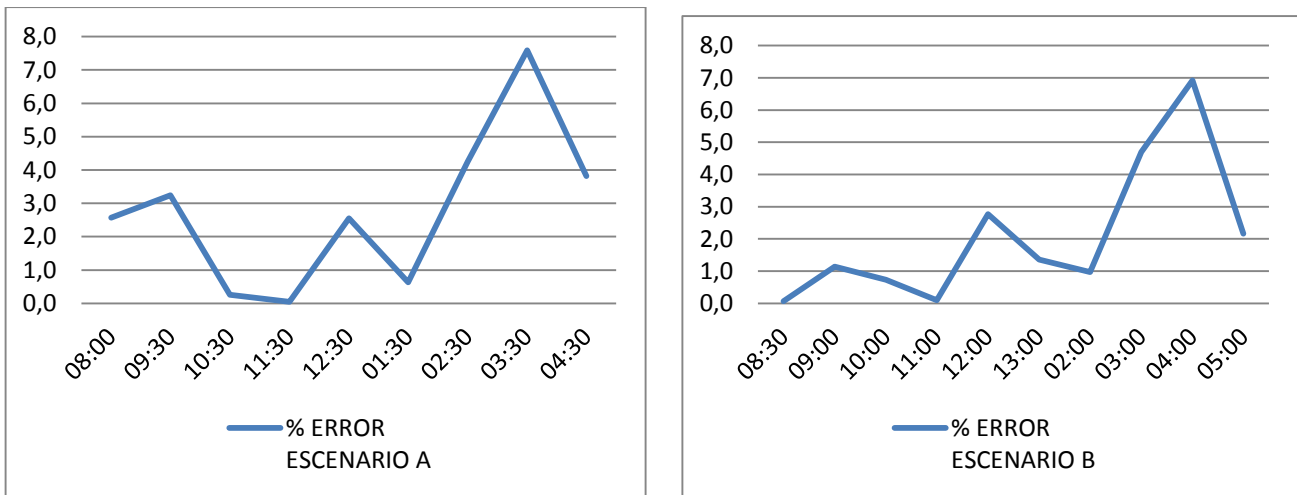


Tabla E. 48. Errores en temperatura del aire en los dos escenarios zona ALCOBA PATIO. Fuente: Autores.

TEMPERATURA DEL AIRE ESCENARIO A	
INDICE DE ERROR PROMEDIO (%)	2,77
ERROR MAXIMO (%)	7,59
ERROR CUADRÁTICO MEDIO (°C)	0,36

TEMPERATURA DEL AIRE ESCENARIO B	
INDICE DE ERROR PROMEDIO (%)	2,09
ERROR MAXIMO (%)	6,92
ERROR CUADRÁTICO MEDIO (°C)	0,29

Tabla E. 49. Humedad Relativa promedio zona ALCOBA PATIO, escenario A contra simulación. Fuente: Autores.

HUMEDAD RELATIVA PROMEDIO [%HR]		
ZONA OPQ - ALCOBA PATIO		
HORA	ESCENARIO A	SIMULACION
8:00	71,6	74,39
9:30	64,9	67,27
10:30	57,8	64,45
11:30	64,2	54,93
12:30	61,9	58,89
1:30	60,1	62,5
2:30	57,2	64,87
3:30	54,9	65,33
4:30	60,3	65,5

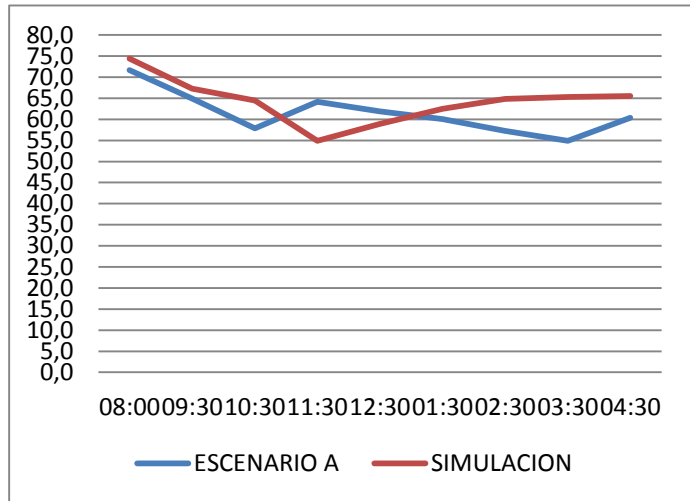
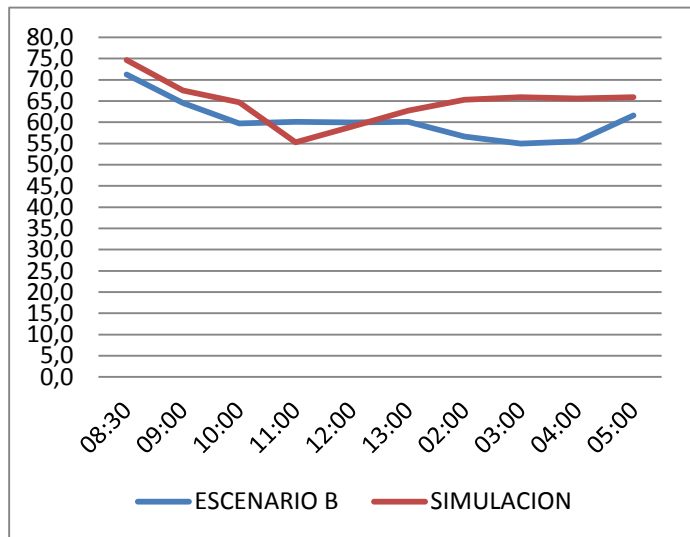


Tabla E. 50. Humedad Relativa promedio zona ALCOBA PATIO, escenario A contra simulación. Fuente: Autores.

HUMEDAD RELATIVA PROMEDIO [%HR]		
ZONA OPQ - ALCOBA PATIO		
HORA	ESCENARIO B	SIMULACION
8:30	71,3	74,62
9:00	64,5	67,46
10:00	59,7	64,7
11:00	60,1	55,28
12:00	60,0	58,94
13:00	60,1	62,71
2:00	56,6	65,31
3:00	55,0	65,9
4:00	55,5	65,58
5:00	61,6	65,9



A la izquierda tabla de resultados, a la derecha diagrama lineal.

Tabla E. 51. Cálculo del error para la humedad relativa ALCOBA PATIO. Fuente: Autores.

HUMEDAD RELATIVA PROMEDIO [%HR]			
CALCULO DEL ERROR			
ZONA OPQ - ALCOBA PATIO			
HORA	% ERROR ESCENARIO A	HORA	% ERROR ESCENARIO B
8:00	3,8	8:30	4,7
9:30	3,7	9:00	4,5
10:30	11,4	10:00	8,4
11:30	14,4	11:00	8,0
12:30	4,9	12:00	1,7
1:30	4,1	13:00	4,4
2:30	13,3	2:00	15,3
3:30	18,9	3:00	19,9
4:30	8,6	4:00	18,2
		5:00	6,9

Figura E. 13. Gráficas del error en cada escenario zona ALCOBA PATIO. Fuente: Autores.

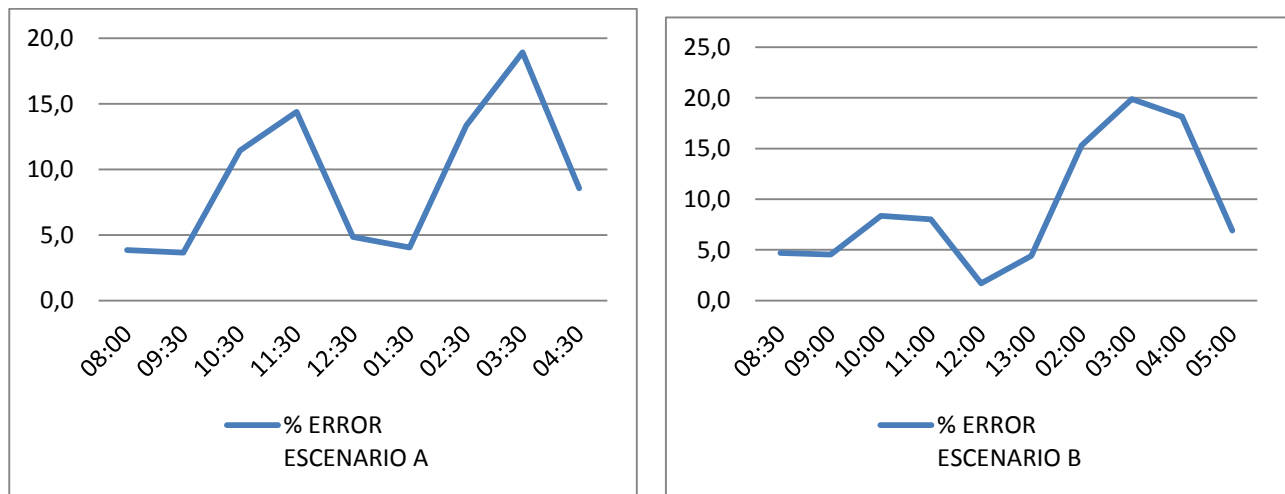


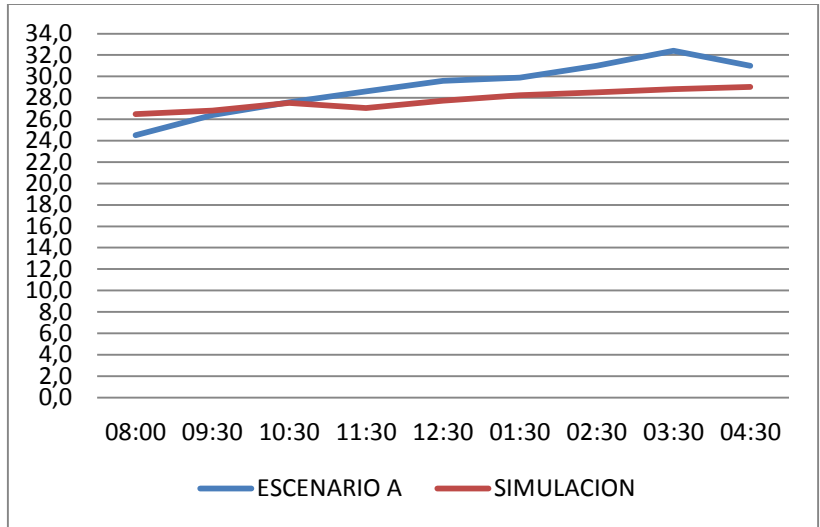
Tabla E. 52. Errores en humedad relativa en los dos escenarios zona ALCOBA PATIO. Fuente: Autores.

HUMEDAD RELATIVA PROMEDIO ESCENARIO A	
INDICE DE ERROR PROMEDIO (%)	9,23
ERROR MAXIMO (%)	18,93
ERROR CUADRÁTICO MEDIO (%HR)	2,08

HUMEDAD RELATIVA PROMEDIO ESCENARIO B	
INDICE DE ERROR PROMEDIO (%)	9,20
ERROR MAXIMO (%)	19,89
ERROR CUADRÁTICO MEDIO (%HR)	1,98

Tabla E. 53. Temperatura aire promedio zona BAÑO P2, escenario A contra simulación.
Fuente: Autores.

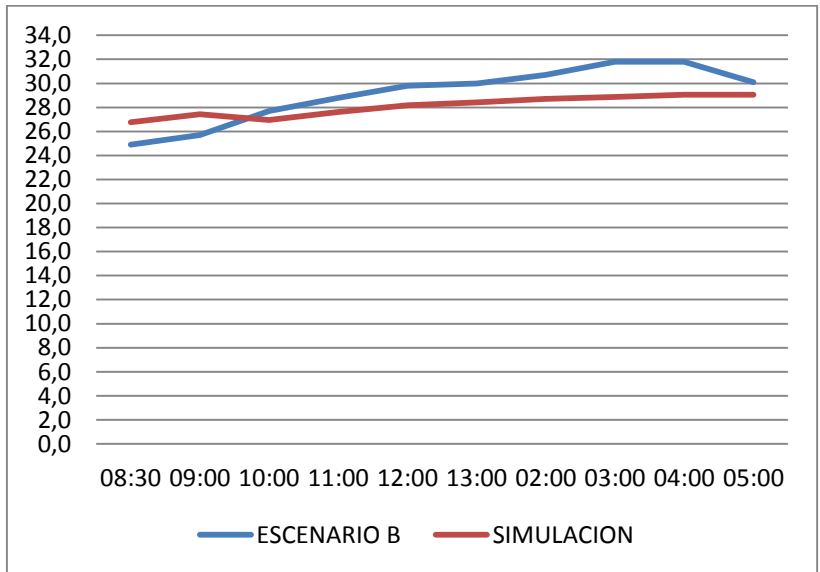
TEMPERATURA DEL AIRE PROMEDIO [°C]		
ZONA M - BAÑO P2		
HORA	ESCENARIO A	SIMULACION
8:00	24,5	26,48
9:30	26,4	26,81
10:30	27,6	27,52
11:30	28,6	27,05
12:30	29,6	27,73
1:30	29,9	28,25
2:30	31,0	28,51
3:30	32,4	28,81
4:30	31,0	29,01



A la izquierda tabla de resultados, a la derecha diagrama lineal.

Tabla E. 54. Temperatura aire promedio zona BAÑO P2, escenario B contra simulación.
Fuente: Autores.

TEMPERATURA DEL AIRE PROMEDIO [°C]		
ZONA M - BAÑO P2		
HORA	ESCENARIO B	SIMULACION
8:30	24,9	26,76
9:00	25,7	27,44
10:00	27,7	26,94
11:00	28,8	27,63
12:00	29,8	28,17
13:00	30,0	28,41
2:00	30,7	28,71
3:00	31,8	28,88
4:00	31,8	29,05
5:00	30,1	29,06



A la izquierda tabla de resultados, a la derecha diagrama lineal.

Tabla E. 55. Calculo del error para la temperatura del aire zona BAÑO P2. Fuente: Autores.

TEMPERATURA DEL AIRE PROMEDIO [°C]			
CALCULO DEL ERROR			
ZONA M - BAÑO P2			
HORA	% ERROR ESCENARIO A	HORA	% ERROR ESCENARIO B
8:00	8,1	8:30	7,5
9:30	1,6	9:00	6,8
10:30	0,3	10:00	2,7
11:30	5,4	11:00	4,1
12:30	6,3	12:00	5,5
1:30	5,5	13:00	5,3
2:30	8,0	2:00	6,5
3:30	11,1	3:00	9,2
4:30	6,4	4:00	8,6
		5:00	3,5

Figura E. 14. Gráficas del error en cada escenario zona BAÑO P2. Fuente: Autores.

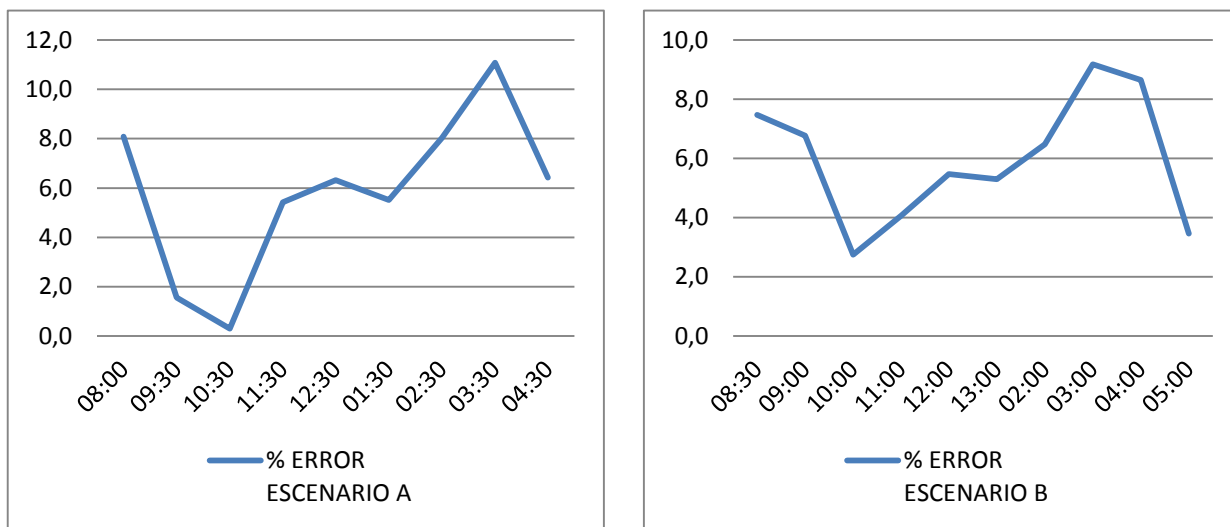


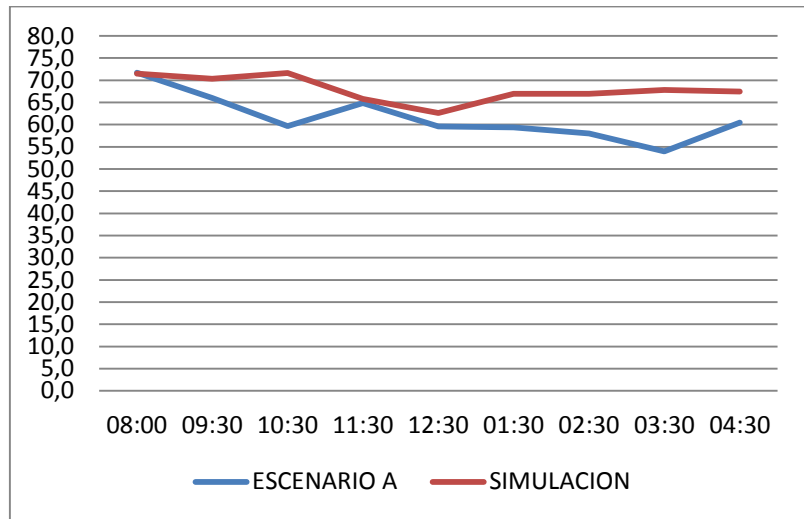
Tabla E. 56. Errores en temperatura del aire en los dos escenarios zona BAÑO P2. Fuente: Autores.

TEMPERATURA DEL AIRE ESCENARIO A	
INDICE DE ERROR PROMEDIO (%)	5,86
ERROR MAXIMO (%)	11,08
ERROR CUADRÁTICO MEDIO (°C)	0,66

TEMPERATURA DEL AIRE ESCENARIO B	
INDICE DE ERROR PROMEDIO (%)	5,96
ERROR MAXIMO (%)	9,18
ERROR CUADRÁTICO MEDIO (°C)	0,59

Tabla E. 57. Humedad Relativa promedio zona BAÑO P2, escenario A contra simulación.
Fuente: Autores.

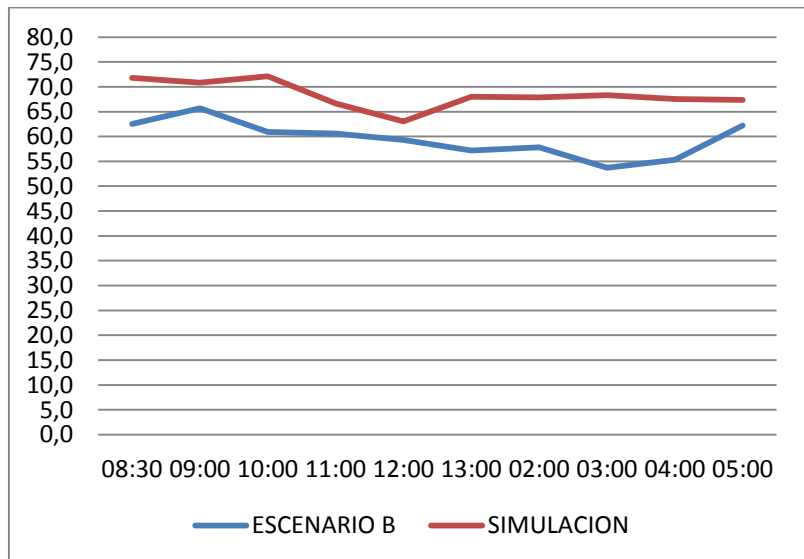
HUMEDAD RELATIVA PROMEDIO [%HR]		
ZONA M - BAÑO P2		
HORA	ESCENARIO A	SIMULACION
8:00	71,7	71,48
9:30	66,0	70,37
10:30	59,7	71,62
11:30	64,9	65,79
12:30	59,6	62,61
1:30	59,4	66,94
2:30	58,0	66,95
3:30	54,0	67,85
4:30	60,5	67,45



A la izquierda tabla de resultados, a la derecha diagrama lineal.

Tabla E. 58. Humedad Relativa promedio zona BAÑO P2, escenario B contra simulación.
Fuente: Autores. Fuente: Autores.

HUMEDAD RELATIVA PROMEDIO [%HR]		
ZONA M - BAÑO P2		
HORA	ESCENARIO B	SIMULACION
8:30	62,5	71,82
9:00	65,7	70,81
10:00	60,9	72,14
11:00	60,6	66,62
12:00	59,3	63,04
13:00	57,2	68,01
2:00	57,8	67,85
3:00	53,7	68,34
4:00	55,3	67,56
5:00	62,2	67,34



A la izquierda tabla de resultados, a la derecha diagrama lineal.

Tabla E. 59. Calculo del error para la humedad relativa zona BAÑO P2. Fuente: Autores.

HUMEDAD RELATIVA PROMEDIO [%HR]			
CALCULO DEL ERROR			
ZONA M - BAÑO P2			
HORA	% ERROR ESCENARIO A	HORA	% ERROR ESCENARIO B
8:00	0,3	8:30	14,9
9:30	6,6	9:00	7,8
10:30	20,0	10:00	18,5
11:30	1,4	11:00	9,9
12:30	5,1	12:00	6,3
1:30	12,7	13:00	18,9
2:30	15,4	2:00	17,4
3:30	25,6	3:00	27,3
4:30	11,5	4:00	22,2
		5:00	8,3

Figura E. 15. Gráficas del error en cada escenario zona BAÑO P2. Fuente: Autores.

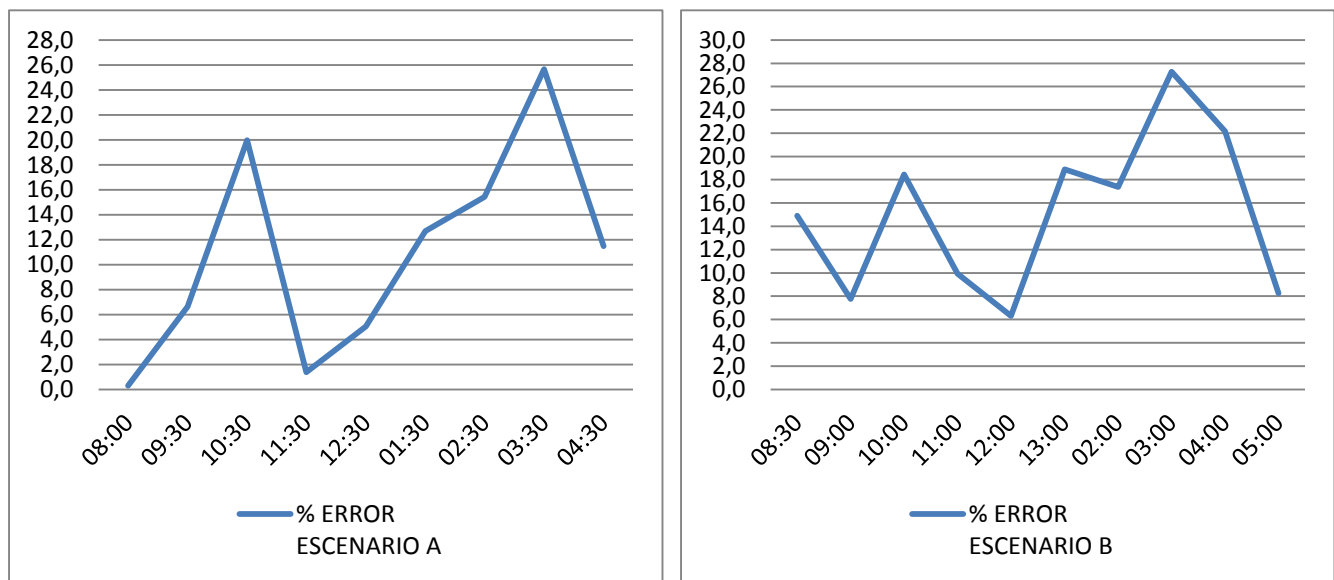


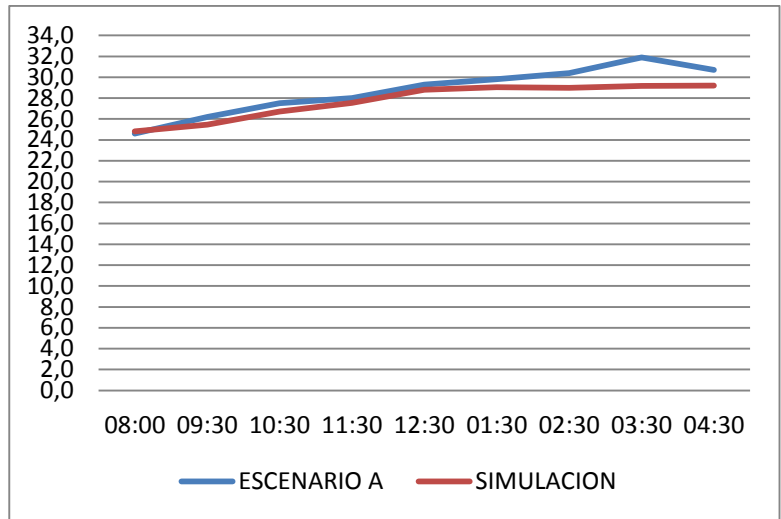
Tabla E. 60. Errores en humedad relativa en los dos escenarios zona BAÑO P2. Fuente: Autores.

HUMEDAD RELATIVA PROMEDIO ESCENARIO A	
INDICE DE ERROR PROMEDIO (%)	10,95
ERROR MAXIMO (%)	25,65
ERROR CUADRÁTICO MEDIO (%HR)	2,60

HUMEDAD RELATIVA PROMEDIO ESCENARIO B	
INDICE DE ERROR PROMEDIO (%)	15,14
ERROR MAXIMO (%)	27,26
ERROR CUADRÁTICO MEDIO (%HR)	3,00

Tabla E. 61. Temperatura aire promedio zona ESCALERAS 2 P2, escenario A contra simulación. Fuente: Autores.

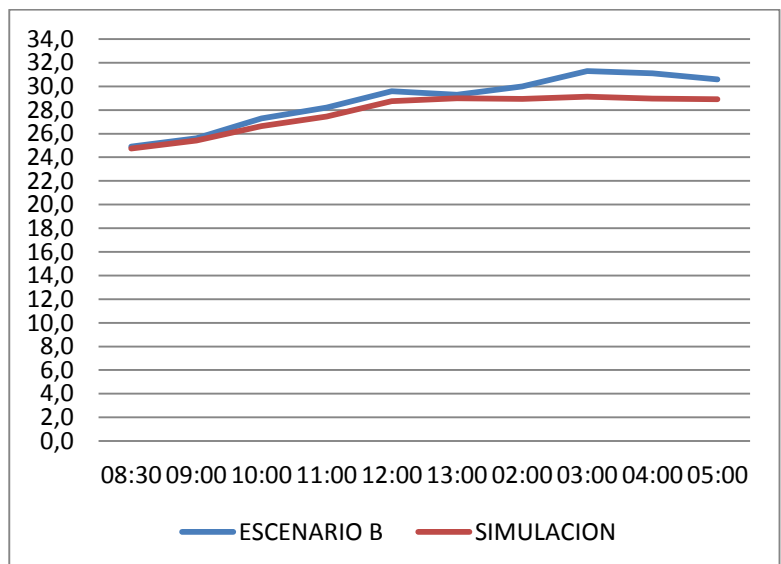
TEMPERATURA DEL AIRE PROMEDIO [°C]		
ZONA N - ESCALERAS 2 P2		
HORA	ESCENARIO A	SIMULACION
8:00	24,6	24,81
9:30	26,2	25,47
10:30	27,5	26,7
11:30	28,0	27,54
12:30	29,3	28,8
1:30	29,8	29,03
2:30	30,4	28,98
3:30	31,9	29,16
4:30	30,7	29,2



A la izquierda tabla de resultados, a la derecha diagrama lineal.

Tabla E. 62. Temperatura aire promedio zona ESCALERAS 2 P2, escenario B contra simulación. Fuente: Autores.

TEMPERATURA DEL AIRE PROMEDIO [°C]		
ZONA N - ESCALERAS 2 P2		
HORA	ESCENARIO B	SIMULACION
8:30	24,9	24,75
9:00	25,6	25,42
10:00	27,3	26,65
11:00	28,2	27,44
12:00	29,6	28,74
13:00	29,3	29
14:00	30,0	28,94
15:00	31,3	29,13
16:00	31,1	28,98
17:00	30,6	28,9



A la izquierda tabla de resultados, a la derecha diagrama lineal.

Tabla E. 63. Calculo del error para la temperatura del aire zona ESCALERAS 2 P2. Fuente: Autores.

TEMPERATURA DEL AIRE PROMEDIO [°C]			
CALCULO DEL ERROR			
ZONA N - ESCALERAS 2 P2			
HORA	% ERROR ESCENARIO A	HORA	% ERROR ESCENARIO B
8:00	0,9	8:30	0,6
9:30	2,8	9:00	0,7
10:30	2,9	10:00	2,4
11:30	1,6	11:00	2,7
12:30	1,7	12:00	2,9
1:30	2,6	13:00	1,0
2:30	4,7	2:00	3,5
3:30	8,6	3:00	6,9
4:30	4,9	4:00	6,8
		5:00	5,6

Figura E. 16. Gráficas del error en cada escenario zona ESCALERAS 2 P2. Fuente: Autores.

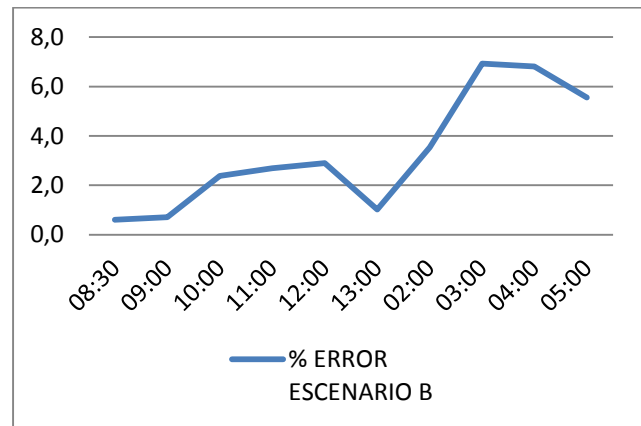
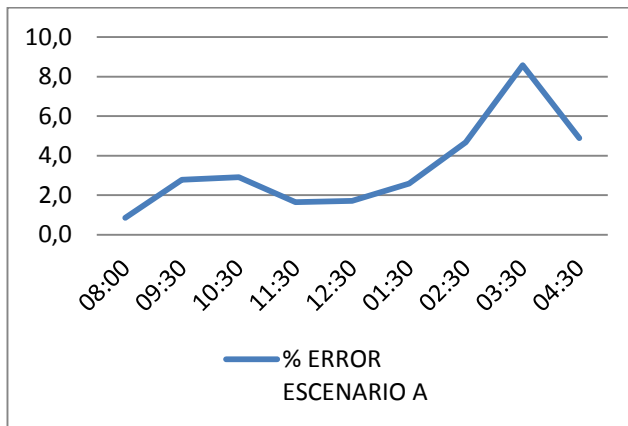


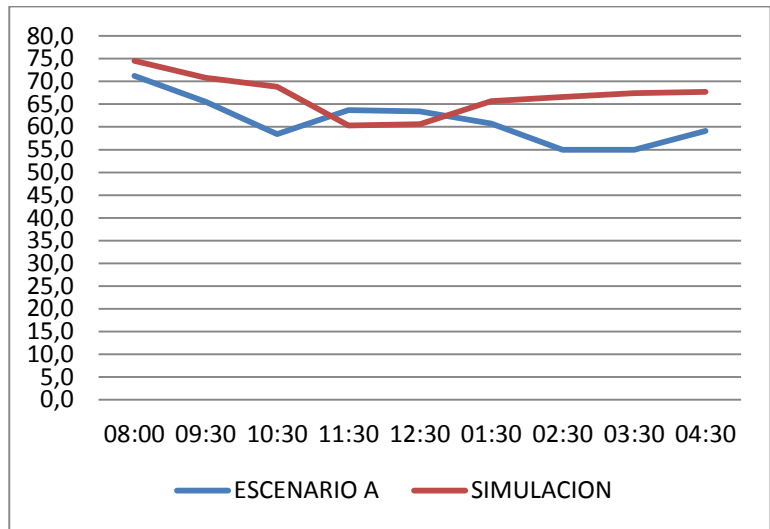
Tabla E. 64. Errores en temperatura del aire en los dos escenarios zona ESCALERAS 2 P2. Fuente: Autores.

TEMPERATURA DEL AIRE ESCENARIO A	
INDICE DE ERROR PROMEDIO (%)	3,40
ERROR MAXIMO (%)	8,59
ERROR CUADRÁTICO MEDIO (°C)	0,42

TEMPERATURA DEL AIRE ESCENARIO B	
INDICE DE ERROR PROMEDIO (%)	3,31
ERROR MAXIMO (%)	6,93
ERROR CUADRÁTICO MEDIO (°C)	0,39

Tabla E. 65. Humedad Relativa promedio zona ESCALERAS 2 P2, escenario A contra simulación. Fuente: Autores.

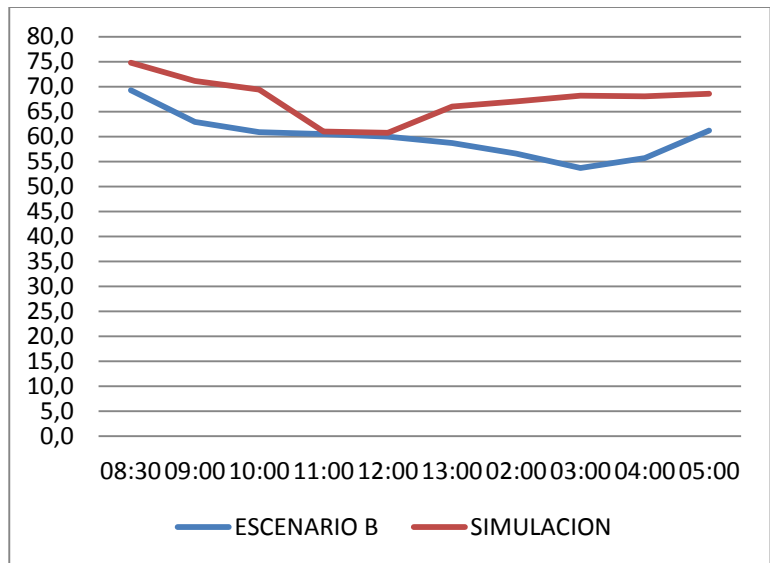
HUMEDAD RELATIVA PROMEDIO [%HR]		
ZONA N - ESCALERAS 2 P2		
HORA	ESCENARIO A	SIMULACION
8:00	71,2	74,5
9:30	65,5	70,8
10:30	58,4	68,85
11:30	63,7	60,28
12:30	63,4	60,61
1:30	60,7	65,66
2:30	55,0	66,54
3:30	55,0	67,43
4:30	59,1	67,68



A la izquierda tabla de resultados, a la derecha diagrama lineal.

Tabla E. 66. Humedad Relativa promedio zona ESCALERAS 2 P2, escenario B contra simulación. Fuente: Autores.

HUMEDAD RELATIVA PROMEDIO [%HR]		
ZONA N - ESCALERAS 2 P2		
HORA	ESCENARIO B	SIMULACION
8:30	69,3	74,75
9:00	62,9	71,12
10:00	60,9	69,41
11:00	60,5	61,03
12:00	60,0	60,73
13:00	58,7	66,01
2:00	56,6	67,02
3:00	53,7	68,18
4:00	55,7	68,08
5:00	61,2	68,59



A la izquierda tabla de resultados, a la derecha diagrama lineal.

Tabla E. 67. Calculo del error para LA humedad relativa zona ESCALERAS 2 P2. Fuente: Autores.

HUMEDAD RELATIVA PROMEDIO [%HR]			
CALCULO DEL ERROR			
ZONA N - ESCALERAS 2 P2			
HORA	% ERROR ESCENARIO A	HORA	% ERROR ESCENARIO B
8:00	4,6	8:30	7,9
9:30	8,1	9:00	13,1
10:30	17,9	10:00	14,0
11:30	5,4	11:00	0,9
12:30	4,4	12:00	1,2
1:30	8,2	13:00	12,5
2:30	21,0	2:00	18,4
3:30	22,6	3:00	27,0
4:30	14,5	4:00	22,2
		5:00	12,1

Figura E. 17. Gráficas del error en cada escenario zona ESCALERAS 2 P2. Fuente: Autores.

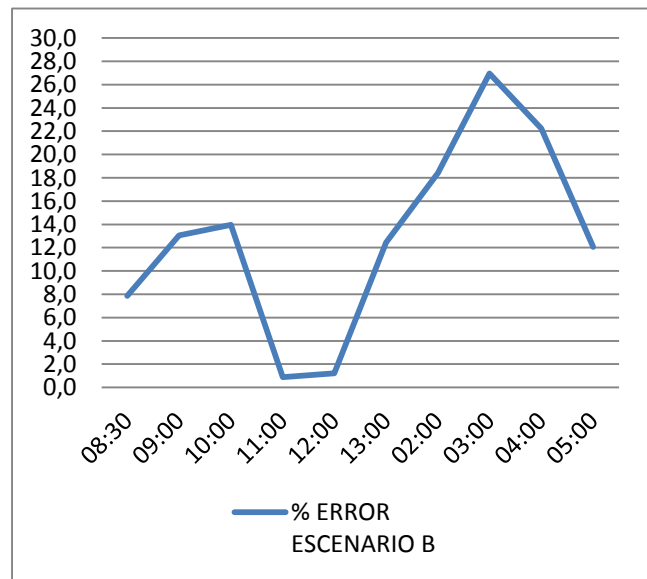
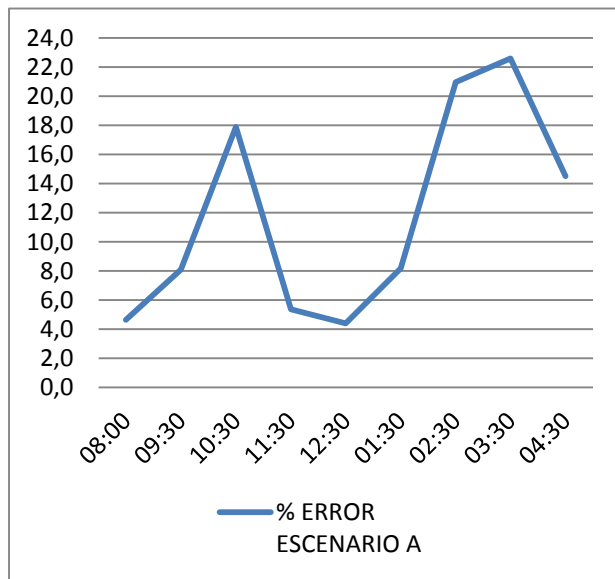


Tabla E. 68. Errores en humedad relativa en los dos escenarios zona ESCALERAS 2 P2. Fuente: Autores.

HUMEDAD RELATIVA PROMEDIO ESCENARIO A	
INDICE DE ERROR PROMEDIO (%)	11,85
ERROR MAXIMO (%)	22,60
ERROR CUADRÁTICO MEDIO (%HR)	2,61

HUMEDAD RELATIVA PROMEDIO ESCENARIO B	
INDICE DE ERROR PROMEDIO (%)	12,91
ERROR MAXIMO (%)	26,96
ERROR CUADRÁTICO MEDIO (%HR)	2,74

De acuerdo al error calculado en cada una de las zonas de la vivienda se presenta un análisis de los mismos con el fin de identificar la tendencia, el comportamiento y la variabilidad entre los errores calculados en los dos escenarios planteados. Análisis

Figura E.18. Índice de error promedio temperatura del aire en las zonas de la vivienda, Escenario A y B. Fuente: Autores.

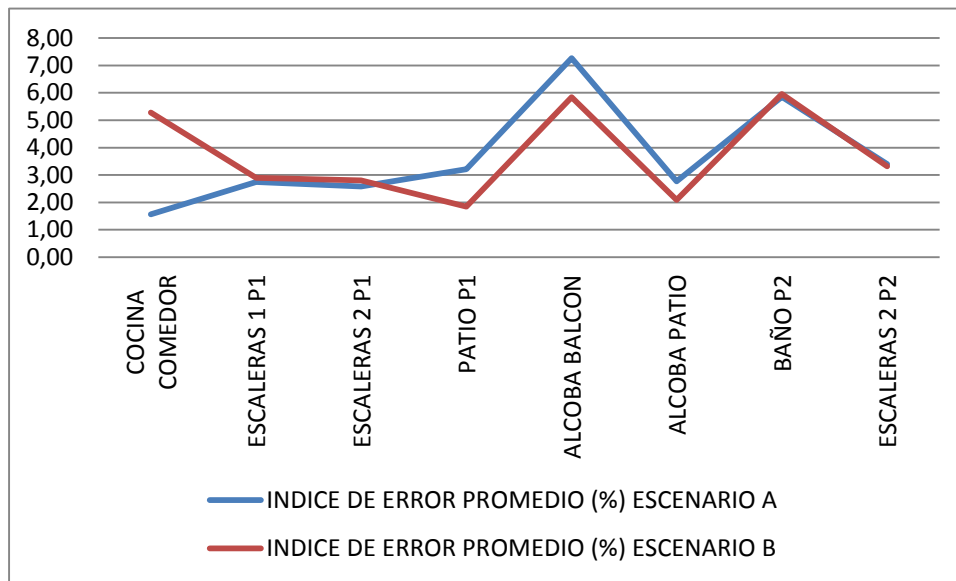


Figura E.19. Error máximo de temperatura del aire en las zonas de la vivienda, Escenario A y B. Fuente: Autores.

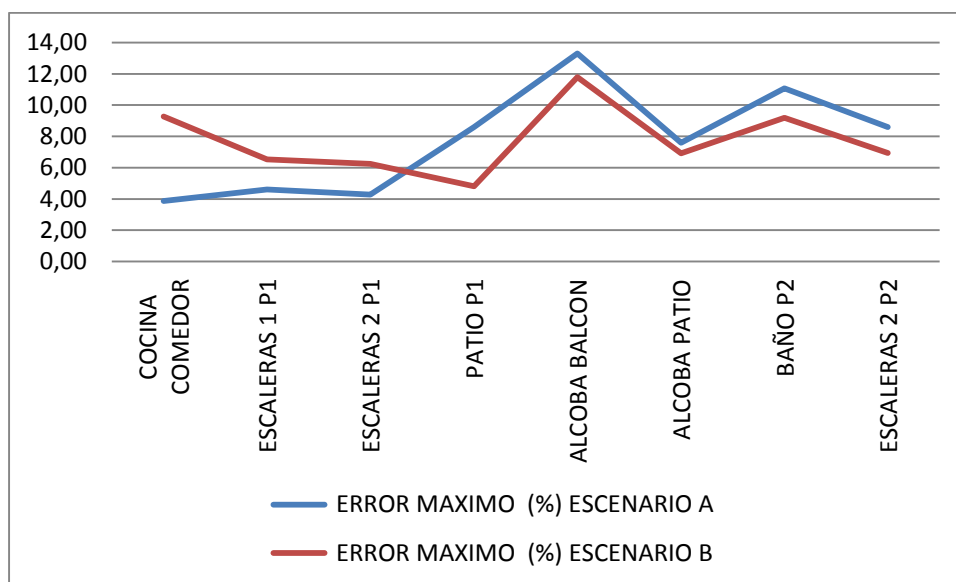
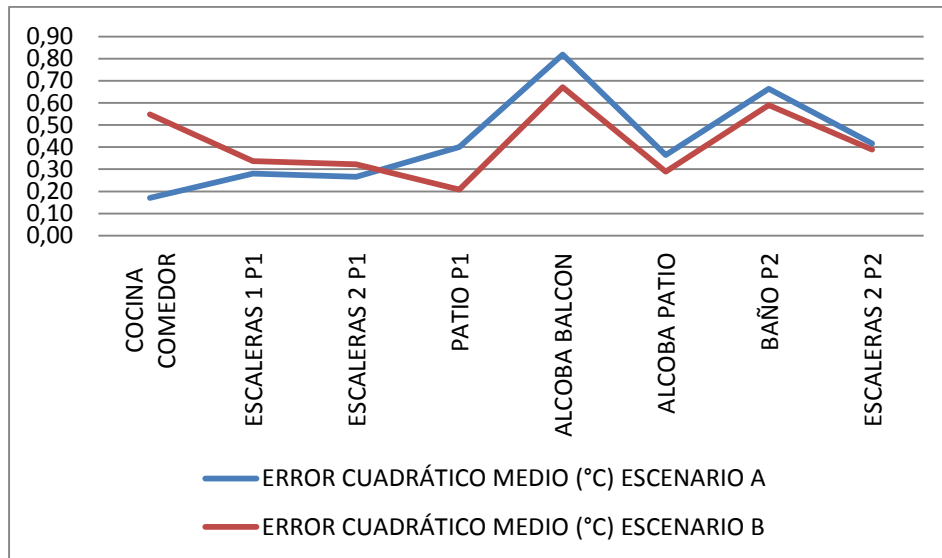


Figura E.20. Error cuadrático medio temperatura del aire en las zonas de la vivienda, Escenario A y B. Fuente: Autores.



La tendencia marcada por las por las figuras 44, 45 y 46 revela que la temperatura del aire en el Escenario A (puertas y ventanas cerradas) genera un mayor error en comparación con la del Escenario B (puertas y ventanas abiertas), excepto por la zona COMEDOR - COCINA que es el caso contrario. Estas graficas permiten observar que la temperatura del aire en las zonas ALCOBA BALCON y BAÑO P2 generan el mayor índice de error alcanzando hasta un 13,3 y 11.08 % de error en la medida en el Escenario B y de 11,79 y 9.18 % en el Escenario A respectivamente.

El error cuadrático medio en el caso más desfavorable alcanza 0.82 [°C] en la zona ALCOBA BALCON, este error entre más cercano a cero (0) este se considera de mayor fiabilidad la toma de datos.

Figura E.21. Índice de error promedio Humedad Relativa en las zonas de la vivienda, Escenario A y B. Fuente: Autores.

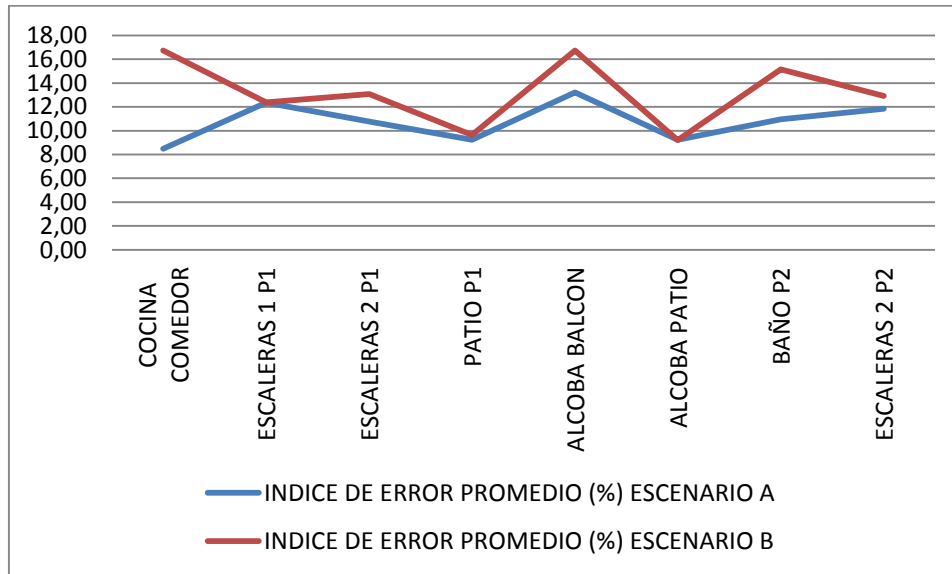


Figura E.22. Error máximo de Humedad Relativa en las zonas de la vivienda, Escenario A y B. Fuente: Autores.

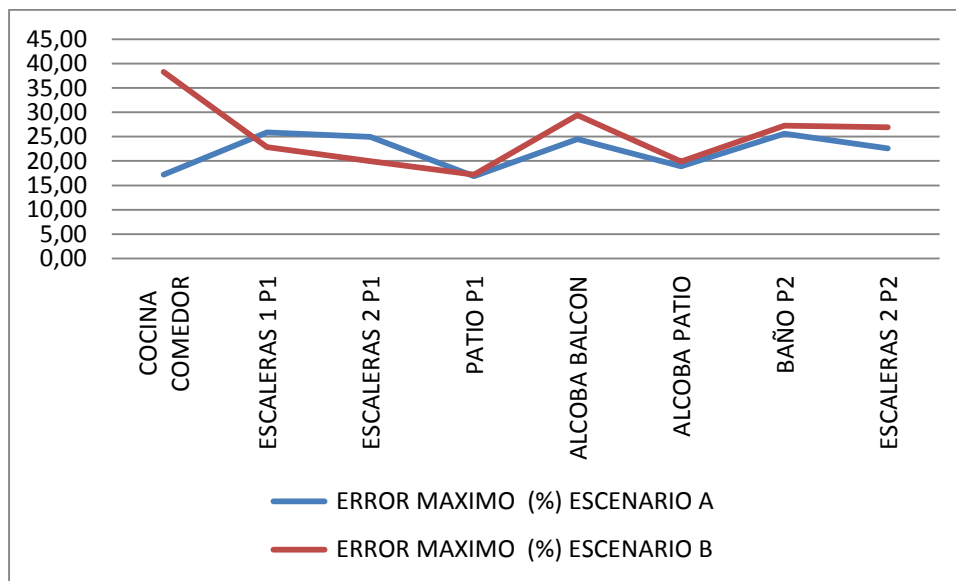
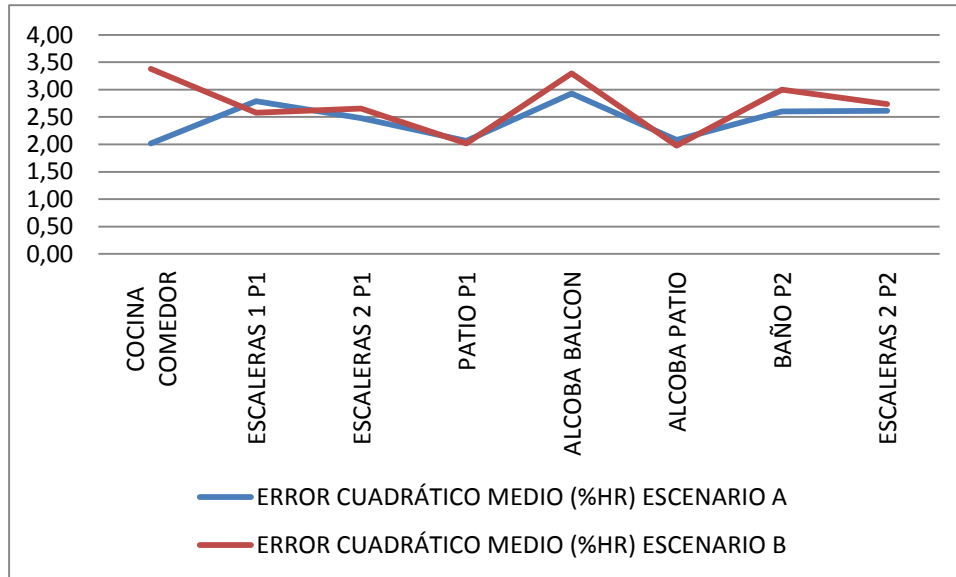


Figura E.23. Error cuadrático medio Humedad Relativa en las zonas de la vivienda, Escenario A y B. Fuente: Autores.



Las figuras 47, 48 y 49 muestran que la tendencia de la Humedad Relativa en el Escenario B (puertas y ventanas abiertas) genera un mayor error en comparación con la del Escenario A (puertas y ventanas cerradas) en todas las zonas de la vivienda.

Estas graficas permiten observar que la Humedad Relativa en las zonas COCINA COMEDOR y ALCOBA BALCON generan el mayor índice de error alcanzando hasta un 38.33 y 29.46 % de error en la medida en el Escenario B y de 17.19 y 24.49% en el Escenario A respectivamente.

El las figuras 45 y 46 se presenta el comportamiento de temperatura del aire promedio y Humedad Relativa promedio respectivamente, en el transcurso del día en las diferentes zonas de la vivienda con el fin de comparar unas con otras a diferentes horas del día en la orientación con la fachada de la vivienda hacia el sur.

Figura E.24. Temperatura del aire promedio diaria en las diferentes zonas de la vivienda. Fuente: Autores.

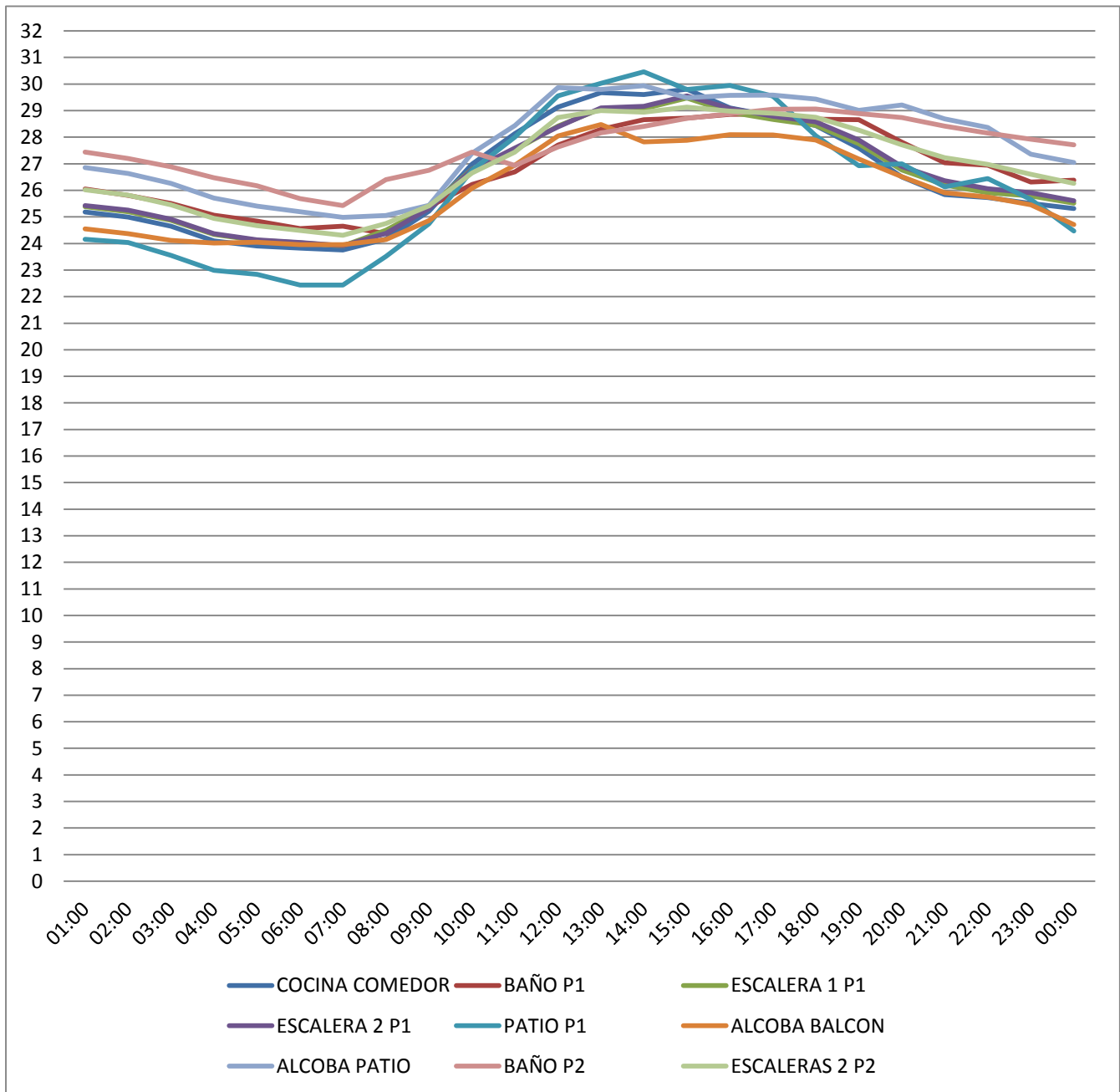
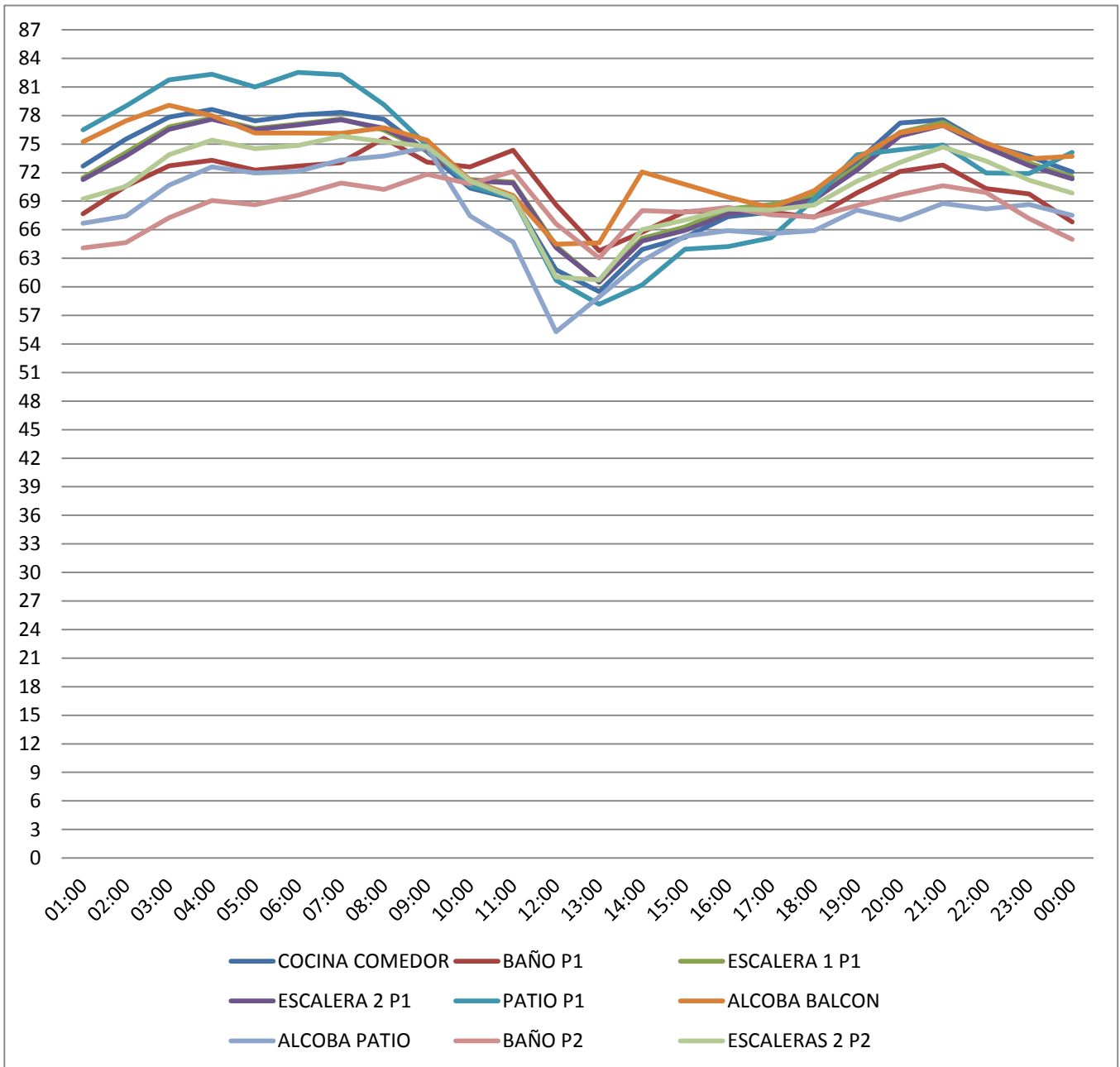


Figura E.24. Humedad Relativa diaria promedio en las diferentes zonas de la vivienda. Fuente: Autores.



2) Simulación Posiciones 1, 2, 3 y 4 para cada zona de las viviendas el día 27 de Marzo.

- Temperatura del aire dentro [°C] (cada hora).

- Escenario B (Ventanas y puertas abiertas)
- Humedad [%HR] (cada hora)
- Escenario B
- Iluminación [Lx]

Se selecciona el Escenario B (ventanas y puertas abiertas) ya que se ha demostrado que en comparación con el Escenario A (ventanas y puertas cerradas) tienen el mismo comportamiento y la misma tendencia, y para facilitar el análisis que sigue se decide por el Escenario B.

En la figura 47 se presentan las diferentes posiciones en las cuales la orientación cambia, con el fin de encontrar similitudes o diferencias en las diferentes zonas al interior de la vivienda.

Figura E.25. Descripción de las diferentes orientaciones para la simulación. Fuente: Autores.

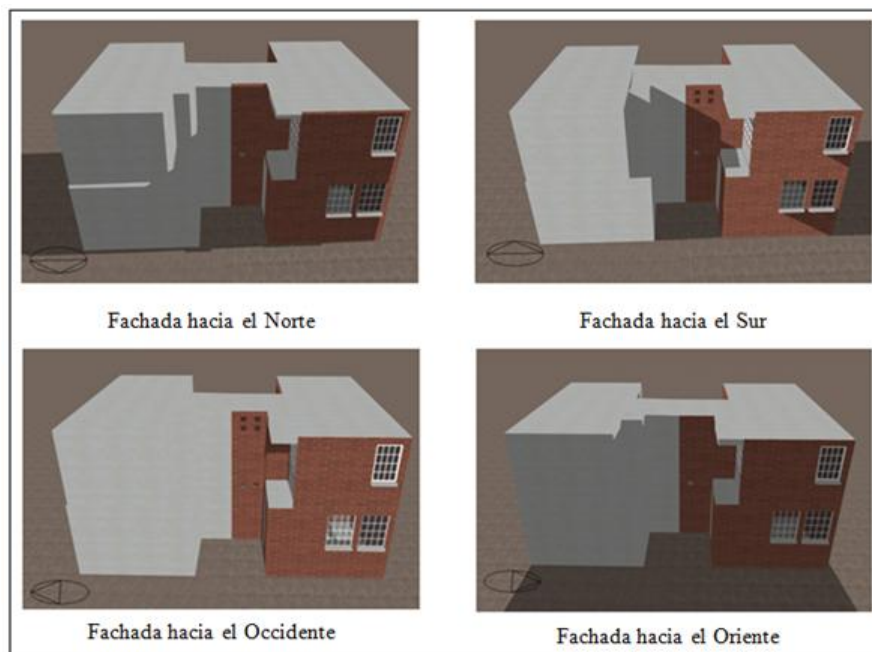


Tabla E. 69. Temperatura del aire promedio zona SALA COMEDOR - COCINA en las cuatro orientaciones el 27 de Marzo. Fuente: Autores.

TEMPERATURA DEL AIRE PROMEDIO [°C]				
ZONA ABCDEFG - SALA COMEDOR - COCINA				
HORA	FACHADA AL NORTE	FACHADA AL SUR	FACHADA AL ORIENTE	FACHADA AL OCCIDENTE
1:00	25,18	24,55	24,55	25,29
2:00	24,99	24,38	24,39	25,08
3:00	24,65	24,12	24,12	24,71
4:00	24,1	24,02	24,02	24,17
5:00	23,91	24,05	24,02	23,98
6:00	23,83	24	23,95	23,9
7:00	23,75	23,93	23,9	23,87
8:00	24,17	24,14	24,18	24,26
9:00	25,21	25,03	24,74	25,25
10:00	26,99	26,17	26,36	27,01
11:00	28,13	26,98	27,56	28,55
12:00	29,13	27,63	28,32	30,13
13:00	29,68	28,08	28,57	29,81
14:00	29,61	27,69	27,7	28,73
15:00	29,81	27,55	27,53	28,41
16:00	29,1	27,68	27,67	28,04
17:00	28,79	27,75	27,68	27,95
18:00	28,44	27,67	27,74	28,06
19:00	27,59	27	27,23	27,82
20:00	26,5	26,47	26,53	26,61
21:00	25,84	25,9	25,93	25,95
22:00	25,73	25,62	25,71	25,91
23:00	25,51	25,41	25,45	25,58
0:00	25,32	24,71	24,71	25,41

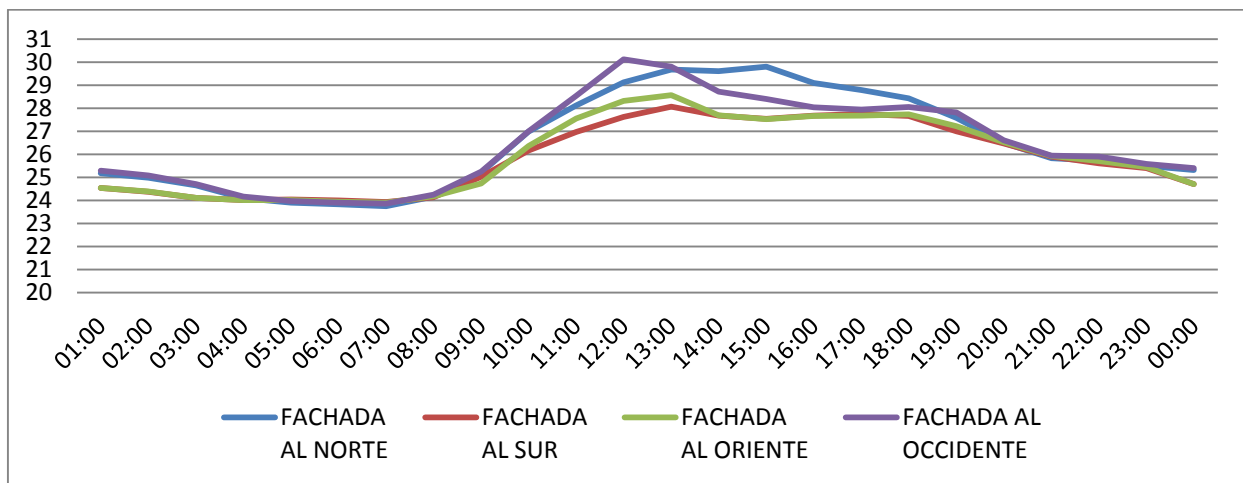


Tabla E. 70. Humedad Relativa promedio zona SALA COMEDOR - COCINA en las cuatro orientaciones el 27 de Marzo. Fuente: Autores.

HUMEDAD RELATIVA PROMEDIO [%HR]				
ZONA ABCDEFG - SALA COMEDOR - COCINA				
HORA	FACHADA AL NORTE	FACHADA AL SUR	FACHADA AL ORIENTE	FACHADA AL OCCIDENTE
1:00	72,69	75,18	75,15	72,2
2:00	75,52	77,37	77,31	75,04
3:00	77,83	79,08	79,06	77,52
4:00	78,64	77,99	78	78,29
5:00	77,45	76,17	76,25	77,14
6:00	78,06	76,05	76,26	77,83
7:00	78,34	76,23	76,35	77,93
8:00	77,6	76,99	76,93	77,65
9:00	74,17	74,19	74,75	74,61
10:00	70,37	71,39	70,66	70,63
11:00	69,27	69,73	68,31	67,62
12:00	61,79	66,39	65,16	59
13:00	59,51	65,41	65,83	60,83
14:00	63,92	72,13	72,61	68,43
15:00	65,2	72,17	72,04	69,88
16:00	67,37	71,17	70,89	70,15
17:00	67,84	69,64	69,41	69,56
18:00	69,77	70,57	70,25	69,93
19:00	73,13	73,85	73,22	72,83
20:00	77,22	76,25	76,05	77,17
21:00	77,56	76,89	76,89	77,31
22:00	74,93	74,67	74,94	74,73
23:00	73,71	73,58	72,95	73,59
0:00	72,07	73,55	73,62	71,57

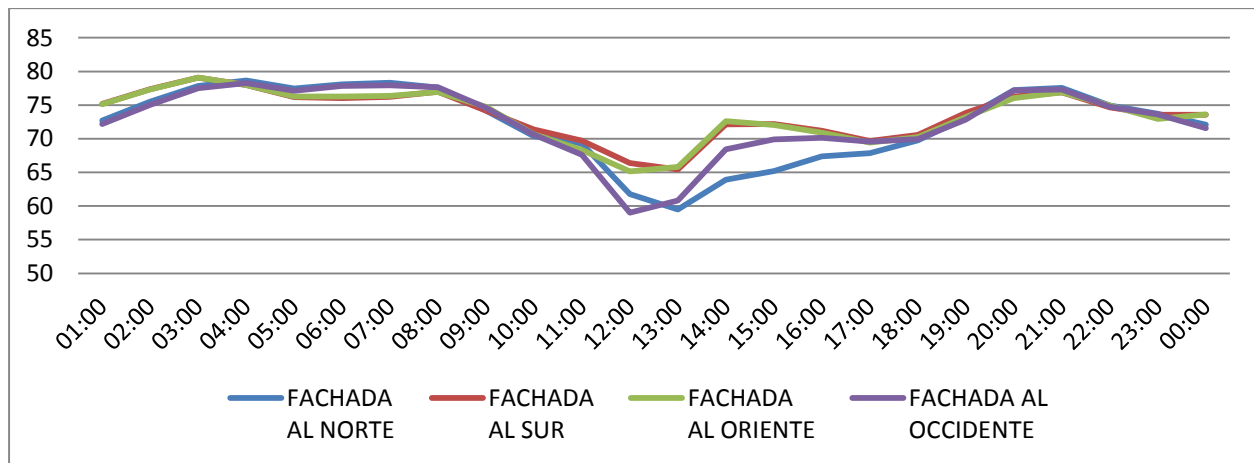


Tabla E. 71. Temperatura del aire promedio zona BAÑO P1 en las cuatro orientaciones el 27 de Marzo. Fuente: Autores.

TEMPERATURA DEL AIRE PROMEDIO [°C]				
ZONA H - BAÑO P1				
HORA	FACHADA AL NORTE	FACHADA AL SUR	FACHADA AL ORIENTE	FACHADA AL OCCIDENTE
1:00	26,27	26,05	26,2	26,27
2:00	26,01	25,81	25,94	26
3:00	25,71	25,51	25,6	25,68
4:00	25,26	25,06	25,15	25,25
5:00	25,07	24,84	24,98	25,03
6:00	24,85	24,56	24,82	24,82
7:00	24,94	24,65	24,94	24,91
8:00	24,78	24,37	24,93	25,07
9:00	25,79	25,39	25,77	26,04
10:00	26,53	26,22	26,22	26,95
11:00	27,07	26,7	26,67	27,52
12:00	27,93	27,7	27,7	28,69
13:00	28,26	28,3	27,9	29,01
14:00	28,25	28,66	28,23	28,86
15:00	28,31	28,72	28,52	28,93
16:00	28,64	28,86	28,78	29
17:00	28,98	28,87	28,91	29,06
18:00	28,95	28,68	29,07	29,1
19:00	28,86	28,66	29,08	29,39
20:00	27,89	27,81	28,3	28,36
21:00	27,1	27,04	27,65	27,69
22:00	27,11	26,95	27	27,42
23:00	26,65	26,31	26,05	26,48
0:00	26,58	26,38	26,55	26,63

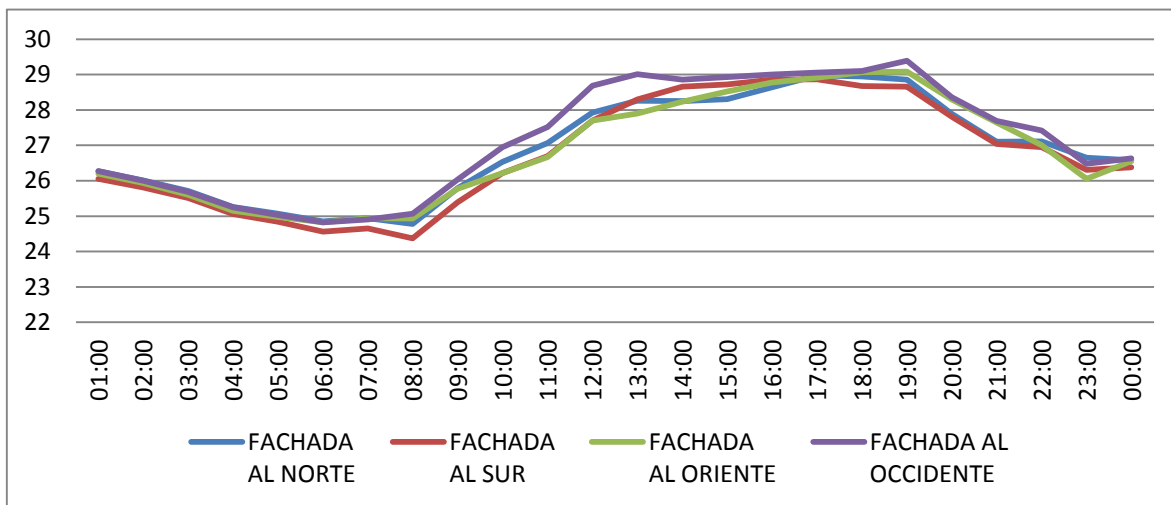


Tabla E. 72. Humedad Relativa promedio zona BAÑO P1 en las cuatro orientaciones el 27 de Marzo. Fuente: Autores.

HUMEDAD RELATIVA PROMEDIO [%HR]				
ZONA H - BAÑO P1				
HORA	FACHADA AL NORTE	FACHADA AL SUR	FACHADA AL ORIENTE	FACHADA AL OCCIDENTE
1:00	66,81	67,68	67,04	66,8
2:00	69,77	70,58	70,05	69,8
3:00	71,9	72,72	72,31	72
4:00	72,46	73,3	72,89	72,52
5:00	71,33	72,26	71,7	71,46
6:00	71,65	72,67	72,01	71,75
7:00	72,12	73,04	72,49	72,2
8:00	74,48	75,59	74,66	73,5
9:00	72,96	73,11	73,25	72,33
10:00	71,17	72,59	72,29	70,12
11:00	72,41	74,36	73,55	70,75
12:00	68,44	68,62	70,24	61,35
13:00	65,29	63,79	69	61,41
14:00	69,49	65,74	70,39	66,23
15:00	69,8	67,9	70,17	67,58
16:00	67,9	68,02	68,94	66,85
17:00	65,86	67,84	67,52	65,63
18:00	64,9	67,32	66,03	64,95
19:00	68,46	69,87	68,42	69,65
20:00	71,42	72,13	70,41	71,36
21:00	72,17	72,78	71,03	71,43
22:00	69,66	70,32	70,16	70,09
23:00	69,2	69,76	69,25	69,34
0:00	65,53	66,81	65,89	65,67

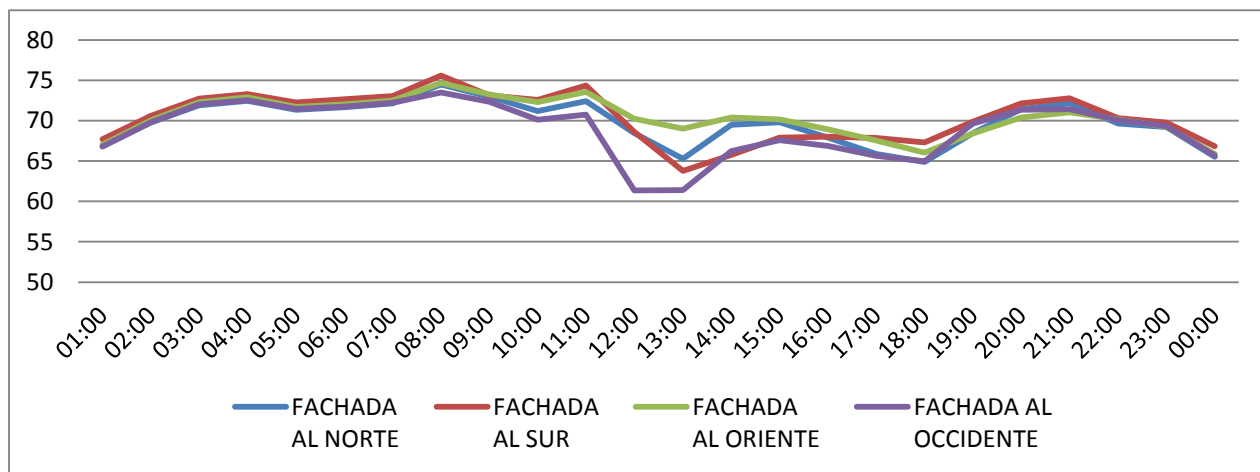


Tabla E. 73. Temperatura del aire promedio zona ESCALERA 1 P1 en las cuatro orientaciones el 27 de Marzo. Fuente: Autores.

TEMPERATURA DEL AIRE PROMEDIO [°C]				
ZONA J - ESCALERA 1 P1				
HORA	FACHADA AL NORTE	FACHADA AL SUR	FACHADA AL ORIENTE	FACHADA AL OCCIDENTE
1:00	25,43	25,39	25,53	25,54
2:00	25,24	25,19	25,32	25,32
3:00	24,94	24,87	25	24,98
4:00	24,38	24,34	24,44	24,45
5:00	24,17	24,12	24,24	24,21
6:00	24,12	24,03	24,19	24,13
7:00	24,02	23,91	24,12	24,05
8:00	24,61	24,5	24,7	24,64
9:00	25,43	25,37	25,5	25,42
10:00	26,63	26,8	27,06	26,91
11:00	27,67	27,52	27,93	27,87
12:00	28,61	28,42	28,97	29,29
13:00	29,09	29,07	29,24	29,27
14:00	29,53	29,07	28,97	28,36
15:00	29,2	29,47	29,24	27,99
16:00	29	28,94	29,12	27,82
17:00	28,9	28,67	28,73	27,9
18:00	28,58	28,45	28,75	28,11
19:00	27,78	27,75	28,12	28,08
20:00	26,8	26,77	26,89	26,99
21:00	26,23	26,2	26,32	26,37
22:00	25,83	25,91	26,1	26,13
23:00	25,76	25,79	25,88	25,94
0:00	25,58	25,52	25,65	25,66

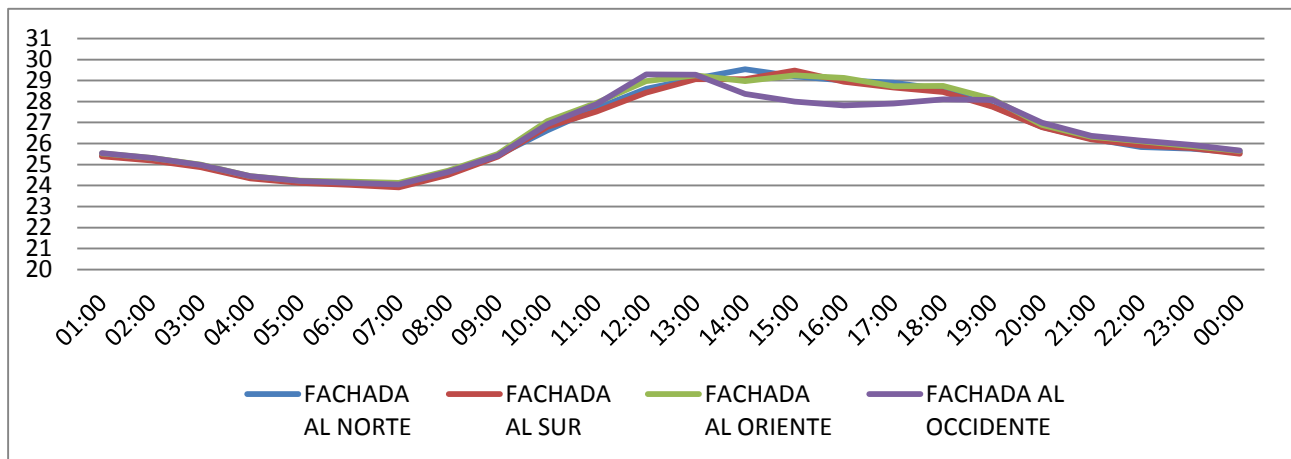


Tabla E. 74 . Humedad Relativa promedio zona ESCALERA 1 P1 en las cuatro orientaciones el 27 de Marzo. Fuente: Autores.

HUMEDAD RELATIVA PROMEDIO [%HR]				
ZONA J - ESCALERA 1 P1				
HORA	FACHADA AL NORTE	FACHADA AL SUR	FACHADA AL ORIENTE	FACHADA AL OCCIDENTE
1:00	71,25	71,47	70,82	70,8
2:00	73,92	74,11	73,47	73,53
3:00	76,43	76,81	76,11	76,18
4:00	77,55	77,73	77,24	77,23
5:00	76,43	76,62	76,11	76,18
6:00	76,78	77,09	76,66	76,66
7:00	77,31	77,62	77,05	77,11
8:00	76,44	76,47	76,4	76,42
9:00	74,69	74,26	74,41	75,22
10:00	71,73	71,27	69,9	71,48
11:00	69,52	71,01	69,17	69,9
12:00	64,31	64,3	64,96	62,55
13:00	61,09	60,48	63,39	61,99
14:00	64,61	65,1	67,62	69,49
15:00	67,71	66,29	67,62	71,13
16:00	67,9	68,18	67,71	70,64
17:00	67,63	68,64	68,05	69,64
18:00	68,27	69,59	68,23	68,3
19:00	72,19	72,63	71,08	71,43
20:00	75,99	76,23	75,58	75,78
21:00	76,75	77,26	76,75	76,64
22:00	74,58	74,88	73,99	74,33
23:00	73,18	73,02	72,02	72,75
0:00	71,07	71,57	70,86	70,78

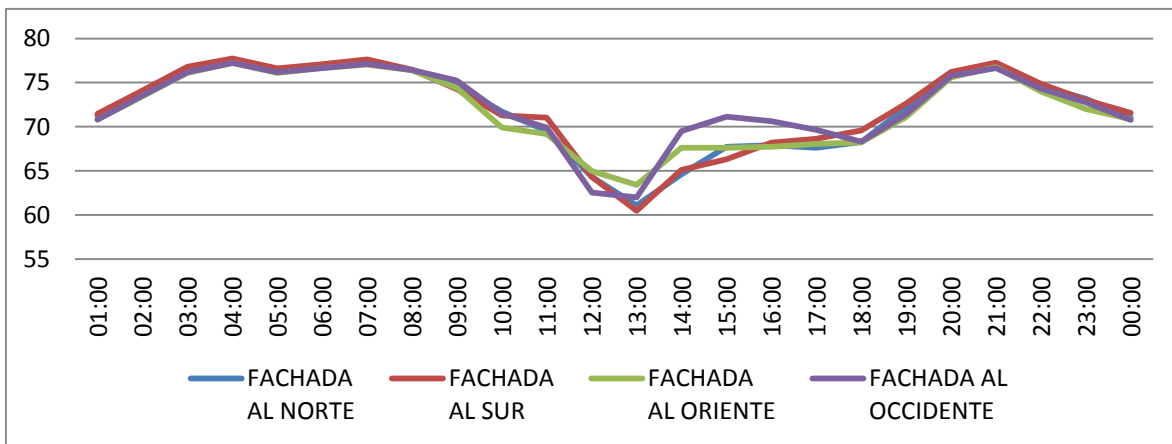


Tabla E. 75.temperatura del aire promedio zona ESCALERA 2 P1 en las cuatro orientaciones el 27 de Marzo. Fuente: Autores.

TEMPERATURA DEL AIRE PROMEDIO [°C]				
ZONA J - ESCALERA 2 P1				
HORA	FACHADA AL NORTE	FACHADA AL SUR	FACHADA AL ORIENTE	FACHADA AL OCCIDENTE
1:00	25,48	25,43	25,58	25,58
2:00	25,29	25,25	25,38	25,36
3:00	24,99	24,91	25,05	25,03
4:00	24,41	24,37	24,48	24,47
5:00	24,2	24,14	24,27	24,24
6:00	24,14	24,04	24,21	24,15
7:00	24,04	23,92	24,14	24,06
8:00	24,5	24,38	24,58	24,54
9:00	25,44	25,32	25,44	25,45
10:00	26,65	26,78	26,94	26,94
11:00	27,76	27,59	27,82	28,05
12:00	28,7	28,39	28,69	29,52
13:00	29,25	29,1	29,21	29,44
14:00	29,68	29,16	28,79	28,4
15:00	29,36	29,55	29,16	27,92
16:00	29,15	29,08	29,23	27,8
17:00	29,05	28,79	28,88	27,89
18:00	28,73	28,58	28,92	28,09
19:00	27,92	27,89	28,3	28,18
20:00	26,93	26,9	27,04	27,11
21:00	26,39	26,36	26,5	26,52
22:00	25,98	26,06	26,24	26,27
23:00	25,89	25,91	26,01	26,04
0:00	25,67	25,61	25,75	25,74

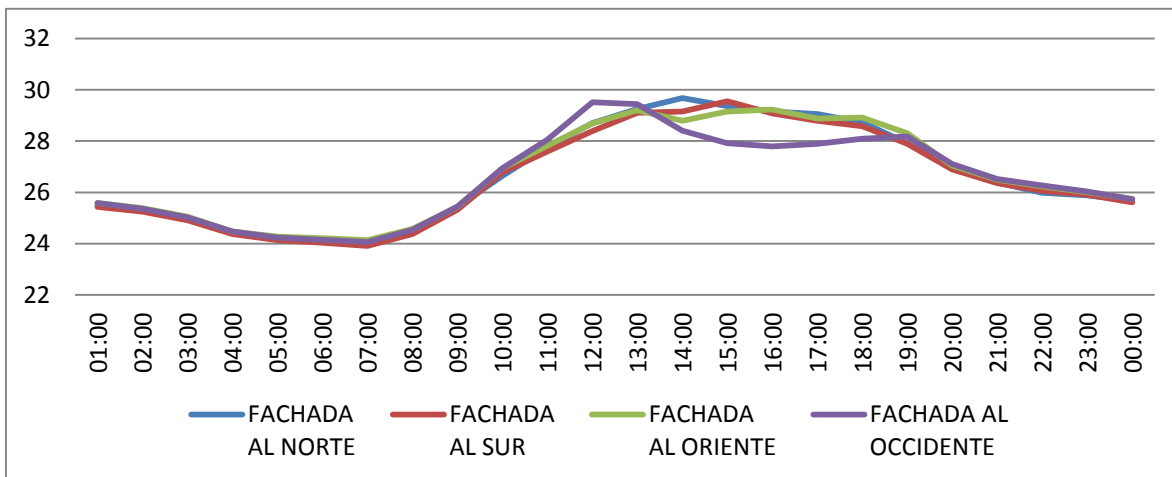


Tabla E. 76. Humedad Relativa promedio zona ESCALERA 2 P1 en las cuatro orientaciones el 27 de Marzo. Fuente: Autores.

HUMEDAD RELATIVA PROMEDIO [%HR]				
ZONA J - ESCALERA 2 P1				
HORA	FACHADA AL NORTE	FACHADA AL SUR	FACHADA AL ORIENTE	FACHADA AL OCCIDENTE
1:00	71	71,27	70,57	70,62
2:00	73,54	73,75	73,08	73,19
3:00	76,18	76,56	75,84	75,94
4:00	77,4	77,6	77,08	77,11
5:00	76,3	76,52	75,98	76,09
6:00	76,63	76,99	76,51	76,53
7:00	77,2	77,55	76,94	77,04
8:00	76,62	76,67	76,59	76,57
9:00	74,55	74,38	74,29	75,02
10:00	71,05	71,15	69,9	71,03
11:00	69,25	70,89	69,29	69,4
12:00	63,85	64,13	65,71	61,72
13:00	60,41	60,51	62,98	61,61
14:00	63,87	64,82	68,45	69,68
15:00	67,05	65,93	67,7	71,07
16:00	67,33	67,64	67,23	70,45
17:00	67,09	68,17	67,43	69,47
18:00	67,79	69,18	67,67	68,03
19:00	71,78	72,26	70,57	71,31
20:00	75,59	75,86	75,1	75,48
21:00	76,42	76,96	76,35	76,4
22:00	74,26	74,67	73,7	74,13
23:00	72,88	72,74	71,68	72,54
0:00	70,83	71,35	70,59	70,59

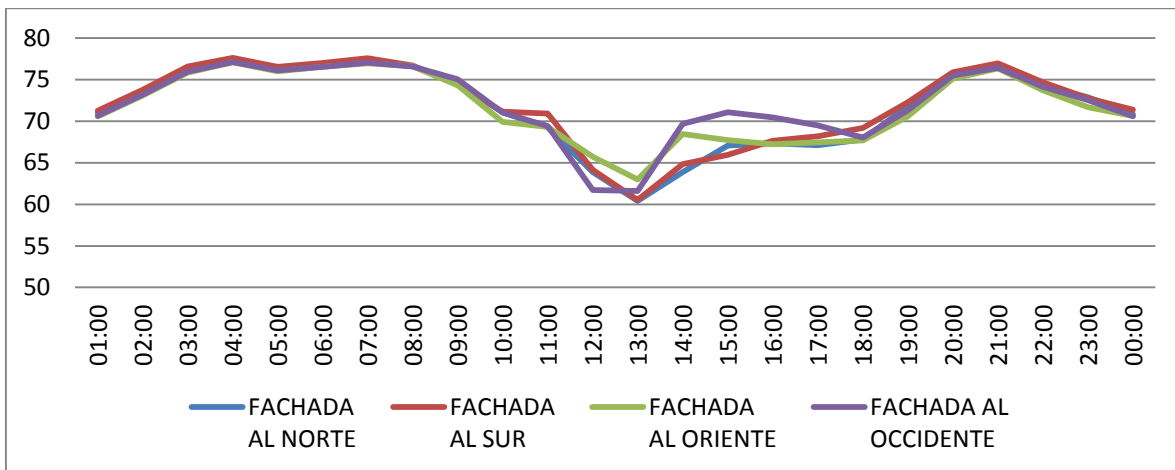


Tabla E. 77. Temperatura del aire promedio zona PATIO P1 en las cuatro orientaciones el 27 de Marzo. Fuente: Autores.

TEMPERATURA DEL AIRE PROMEDIO [°C]				
ZONA I - PATIO P1				
HORA	FACHADA AL NORTE	FACHADA AL SUR	FACHADA AL ORIENTE	FACHADA AL OCCIDENTE
1:00	24,22	24,16	24,28	24,26
2:00	24,06	24,04	24,12	24,05
3:00	23,65	23,55	23,68	23,67
4:00	23,03	22,99	23,08	23,08
5:00	23	22,84	23,15	23
6:00	22,72	22,44	22,96	22,74
7:00	22,69	22,44	23,09	22,74
8:00	24,01	23,51	24,34	24,27
9:00	25,35	24,74	25,31	25,62
10:00	26,95	26,76	26,87	27,34
11:00	29,03	28	28,43	29,53
12:00	30,46	29,55	30,3	31,26
13:00	30,27	30,03	29,88	30,85
14:00	29,38	30,46	30,3	29,57
15:00	28,71	29,8	30,39	29,2
16:00	28,77	29,95	30,26	28,63
17:00	28,58	29,54	29,73	28,47
18:00	27,63	28,05	28,94	28,62
19:00	26,68	26,93	27,47	28,68
20:00	26,9	27	27,57	27,53
21:00	26,03	26,13	26,89	26,9
22:00	26,48	26,44	26,24	26,85
23:00	26,04	25,66	25,25	25,8
0:00	24,6	24,47	24,63	24,68

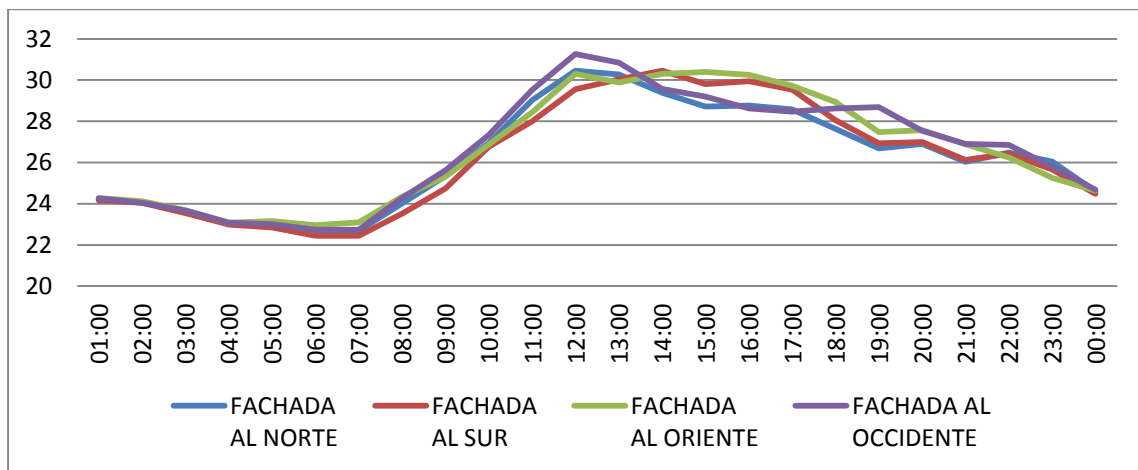


Tabla E. 78. Humedad Relativa promedio zona PATIO P1 en las cuatro orientaciones el 27 de Marzo. Fuente: Autores.

HUMEDAD RELATIVA PROMEDIO [%HR]				
ZONA I - PATIO P1				
HORA	FACHADA AL NORTE	FACHADA AL SUR	FACHADA AL ORIENTE	FACHADA AL OCCIDENTE
1:00	76,18	76,48	75,91	76
2:00	78,91	79	78,56	78,9
3:00	81,31	81,74	81,09	81,14
4:00	82,12	82,34	81,85	81,85
5:00	80,29	81	79,68	80,26
6:00	81,38	82,53	80,47	81,27
7:00	81,33	82,27	79,96	81,09
8:00	77,51	79,13	76,79	76,35
9:00	73,91	74,85	74,22	73,11
10:00	69,64	70,63	69,83	68,71
11:00	64,95	69,34	66,85	62,84
12:00	58,63	60,7	60,35	51,83
13:00	58,62	58,18	61,76	56,8
14:00	65,71	60,21	62,87	64,69
15:00	67,83	63,95	63,15	66,88
16:00	67,02	64,23	63,29	68,06
17:00	66,56	65,16	64,17	67,74
18:00	70,18	69,22	65,93	67,22
19:00	74,6	73,88	71,42	69,3
20:00	74,4	74,4	72,24	73,37
21:00	75,04	74,91	72,86	73,42
22:00	71,74	71,95	72,24	71,49
23:00	71,21	71,89	72,26	71,52
0:00	73,54	74,12	73,3	73,15

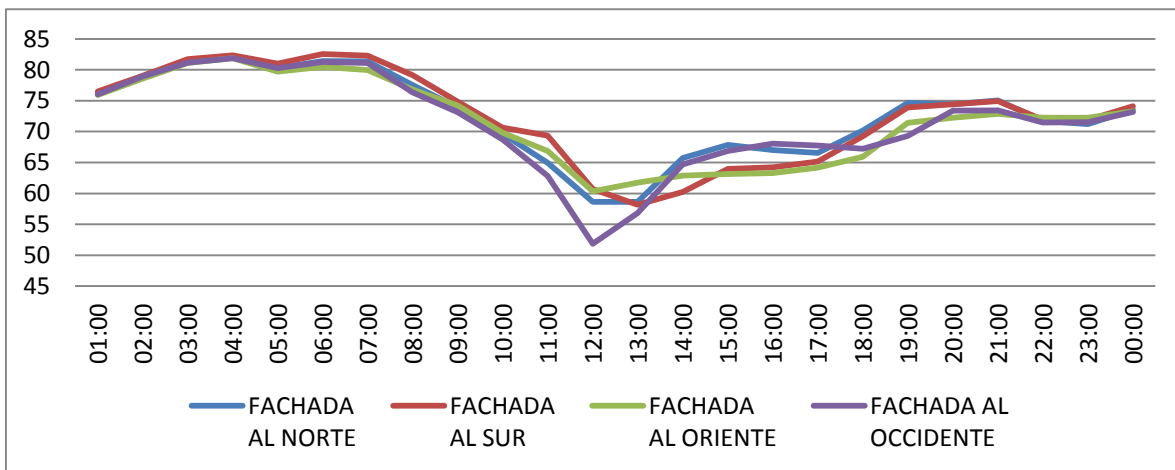


Tabla E. 79. Temperatura del aire promedio zona ALCOBA BALCON en las cuatro orientaciones el 27 de Marzo. Fuente: Autores.

TEMPERATURA DEL AIRE PROMEDIO [°C]				
ZONA KLW - ALCOBA BALCON				
HORA	FACHADA AL NORTE	FACHADA AL SUR	FACHADA AL ORIENTE	FACHADA AL OCCIDENTE
1:00	24,55	24,55	24,55	24,57
2:00	24,37	24,38	24,39	24,39
3:00	24,12	24,12	24,12	24,13
4:00	24,02	24,02	24,02	24,03
5:00	24,05	24,05	24,02	24,06
6:00	23,96	24	23,95	24,01
7:00	23,96	23,93	23,9	23,92
8:00	24,15	24,14	24,18	24,03
9:00	24,86	25,03	24,74	24,85
10:00	26,08	26,17	26,36	25,86
11:00	26,95	26,98	27,56	26,52
12:00	28,04	27,63	28,32	27,28
13:00	28,48	28,08	28,57	27,88
14:00	27,82	27,69	27,7	27,45
15:00	27,88	27,55	27,53	27,2
16:00	28,09	27,68	27,67	27,41
17:00	28,08	27,75	27,68	27,45
18:00	27,89	27,67	27,74	26,93
19:00	27,18	27	27,23	26,74
20:00	26,51	26,47	26,53	26,47
21:00	25,91	25,9	25,93	25,86
22:00	25,75	25,62	25,71	25,79
23:00	25,46	25,41	25,45	25,5
0:00	24,71	24,71	24,71	24,71

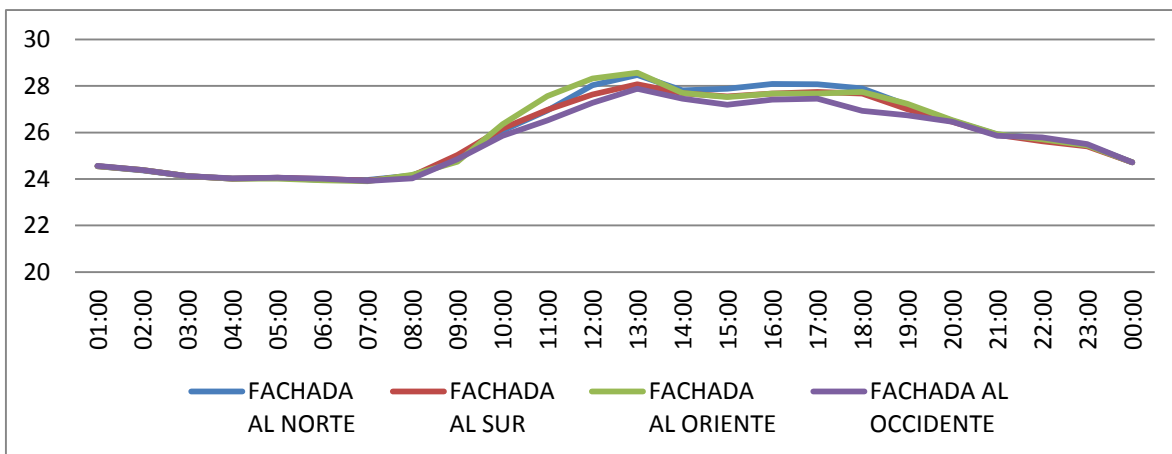


Tabla E. 80. Humedad Relativa promedio zona ALCOBA BALCON en las cuatro orientaciones el 27 de Marzo. Fuente: Autores.

HUMEDAD RELATIVA PROMEDIO [%HR]				
ZONA KLW - ALCOBA BALCON				
HORA	FACHADA AL NORTE	FACHADA AL SUR	FACHADA AL ORIENTE	FACHADA AL OCCIDENTE
1:00	75,24	75,18	75,15	75,08
2:00	77,44	77,37	77,31	77,29
3:00	79,08	79,08	79,06	79,04
4:00	77,98	77,99	78	77,95
5:00	76,16	76,17	76,25	76,1
6:00	76,17	76,05	76,26	76
7:00	76,14	76,23	76,35	76,24
8:00	76,7	76,99	76,93	77,39
9:00	75,42	74,19	74,75	75,14
10:00	71,21	71,39	70,66	72,58
11:00	69,6	69,73	68,31	72,47
12:00	64,47	66,39	65,16	70,85
13:00	64,63	65,41	65,83	68,76
14:00	72,07	72,13	72,61	73,57
15:00	70,77	72,17	72,04	73,33
16:00	69,43	71,17	70,89	71,8
17:00	68,31	69,64	69,41	70,18
18:00	70,1	70,57	70,25	72,44
19:00	73,5	73,85	73,22	74,2
20:00	76,18	76,25	76,05	76,46
21:00	76,97	76,89	76,89	77,09
22:00	75,1	74,67	74,94	74,85
23:00	73,47	73,58	72,95	73,61
0:00	73,71	73,55	73,62	73,55

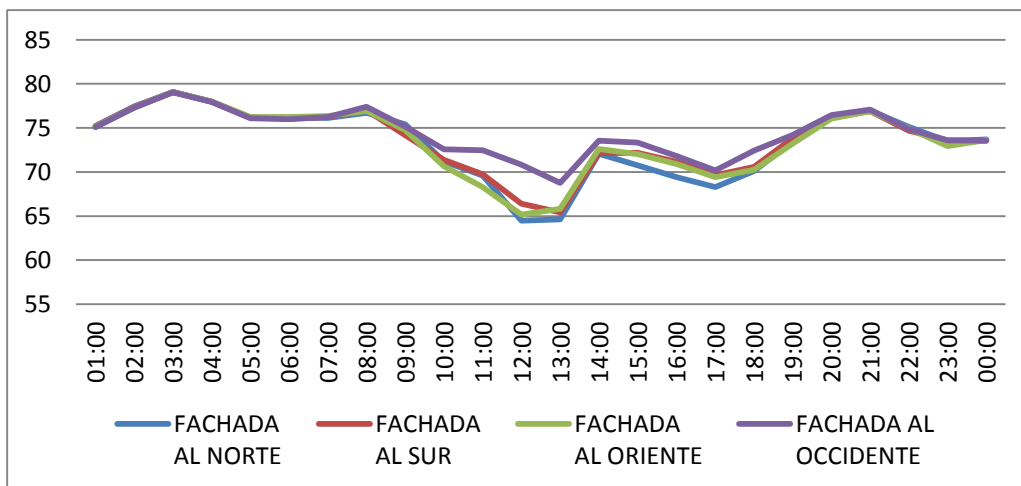


Tabla E. 81. Temperatura del aire promedio zona ALCOBA PATIO en las cuatro orientaciones el 27 de Marzo. Fuente: Autores.

TEMPERATURA DEL AIRE PROMEDIO [°C]				
ZONA KLW - ALCOBA PATIO				
HORA	FACHADA AL NORTE	FACHADA AL SUR	FACHADA AL ORIENTE	FACHADA AL OCCIDENTE
1:00	26,91	26,86	26,92	26,87
2:00	26,67	26,63	26,69	26,63
3:00	26,31	26,26	26,33	26,27
4:00	25,76	25,71	25,77	25,73
5:00	25,48	25,41	25,52	25,44
6:00	25,3	25,19	25,36	25,27
7:00	25,1	24,98	25,16	25,06
8:00	25,23	25,05	25,26	25,16
9:00	25,8	25,44	25,09	25,43
10:00	27,27	27,4	27,22	27,52
11:00	28,62	28,44	28,29	28,48
12:00	29,94	29,87	29,56	29,63
13:00	29,84	29,8	29,57	29,69
14:00	30,3	29,94	29,03	28,3
15:00	29,44	29,48	28,51	27,52
16:00	29,45	29,57	29,07	27,62
17:00	29,56	29,58	29,22	27,72
18:00	29,56	29,43	29,54	27,83
19:00	29,1	29,01	29,32	28,95
20:00	29,22	29,21	29,35	29,37
21:00	28,74	28,69	28,81	28,79
22:00	28,52	28,37	28,39	28,45
23:00	27,48	27,36	27,33	27,33
0:00	27,08	27,05	27,12	27,04

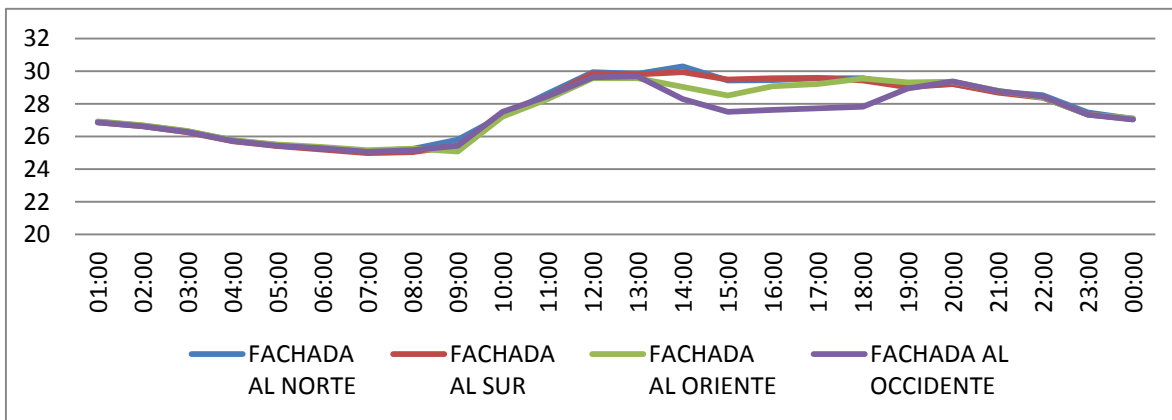


Tabla E. 82. Humedad Relativa promedio zona ALCOBA PATIO en las cuatro orientaciones el 27 de Marzo. Fuente: Autores.

HUMEDAD RELATIVA PROMEDIO [%HR]				
ZONA KLW - ALCOBA PATIO				
HORA	FACHADA AL NORTE	FACHADA AL SUR	FACHADA AL ORIENTE	FACHADA AL OCCIDENTE
1:00	66,27	66,68	66,21	66,4
2:00	67,22	67,44	67,07	67,38
3:00	70,32	70,69	70,21	70,51
4:00	72,43	72,61	72,33	72,5
5:00	71,73	71,97	71,53	71,81
6:00	71,78	72,13	71,76	71,89
7:00	72,9	73,32	72,78	72,99
8:00	73,54	73,74	73,84	73,88
9:00	73,2	74,62	74,06	74,16
10:00	67,13	67,46	67,25	67,6
11:00	63,4	64,7	65,16	65,71
12:00	55,54	55,28	59,85	62,16
13:00	59,23	58,94	60,65	61,37
14:00	59,17	62,71	67,39	70,02
15:00	65,93	65,31	69,18	71,99
16:00	66,56	65,9	67,48	70,93
17:00	65,63	65,58	65,5	69,11
18:00	64,88	65,9	64,99	68,63
19:00	67,21	68,08	66,87	66,61
20:00	66,75	67,04	66,45	66,94
21:00	68,38	68,75	68,33	68,76
22:00	66,44	68,18	67,56	67,86
23:00	68,3	68,64	67,58	69,27
0:00	66,86	67,52	66,93	67,14

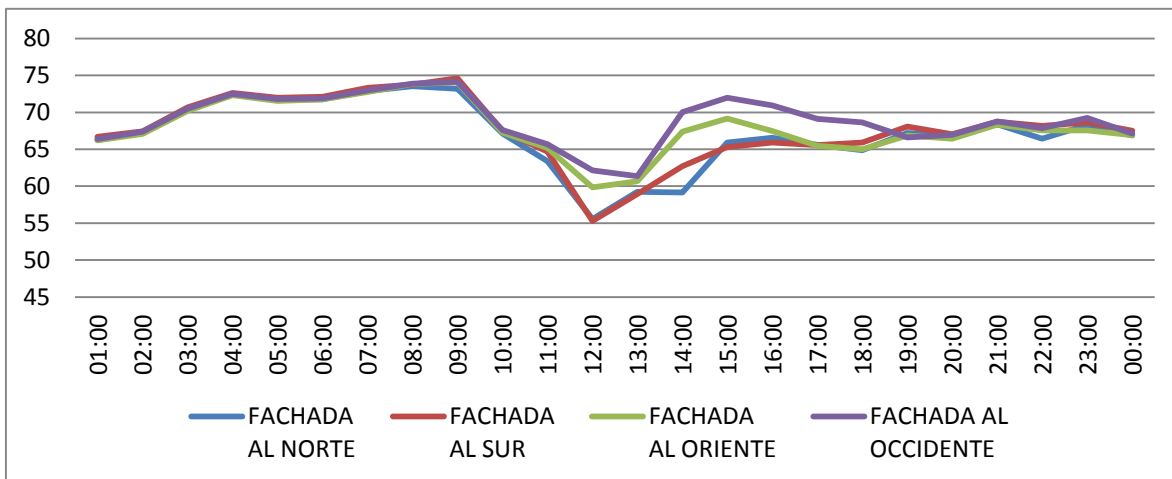


Tabla E. 83. Temperatura del aire promedio zona BAÑO P2 en las cuatro orientaciones el 27 de Marzo. Fuente: Autores.

TEMPERATURA DEL AIRE PROMEDIO [°C]				
ZONA OPQ - ALCOBA PATIO				
HORA	FACHADA AL NORTE	FACHADA AL SUR	FACHADA AL ORIENTE	FACHADA AL OCCIDENTE
1:00	27,49	27,44	27,27	27,29
2:00	27,25	27,2	27,05	27,05
3:00	26,94	26,89	26,76	26,76
4:00	26,52	26,47	26,36	26,36
5:00	26,22	26,17	26,08	26,08
6:00	25,77	25,69	25,69	25,66
7:00	25,52	25,43	25,45	25,41
8:00	26,5	26,4	26,47	26,42
9:00	26,83	26,76	26,66	26,7
10:00	27,33	27,44	27,28	27,28
11:00	26,74	26,94	26,57	26,6
12:00	27,22	27,63	26,95	27,12
13:00	27,69	28,17	27,55	27,58
14:00	28	28,41	27,58	27,54
15:00	28,28	28,71	27,8	27,68
16:00	28,56	28,88	28,17	27,93
17:00	28,96	29,05	28,29	28,19
18:00	29,19	29,06	28,63	28,29
19:00	29,02	28,89	28,59	28,59
20:00	28,8	28,74	28,51	28,59
21:00	28,49	28,42	28,23	28,27
22:00	28,26	28,16	27,99	28,04
23:00	28,01	27,92	27,75	27,78
0:00	27,76	27,71	27,54	27,53

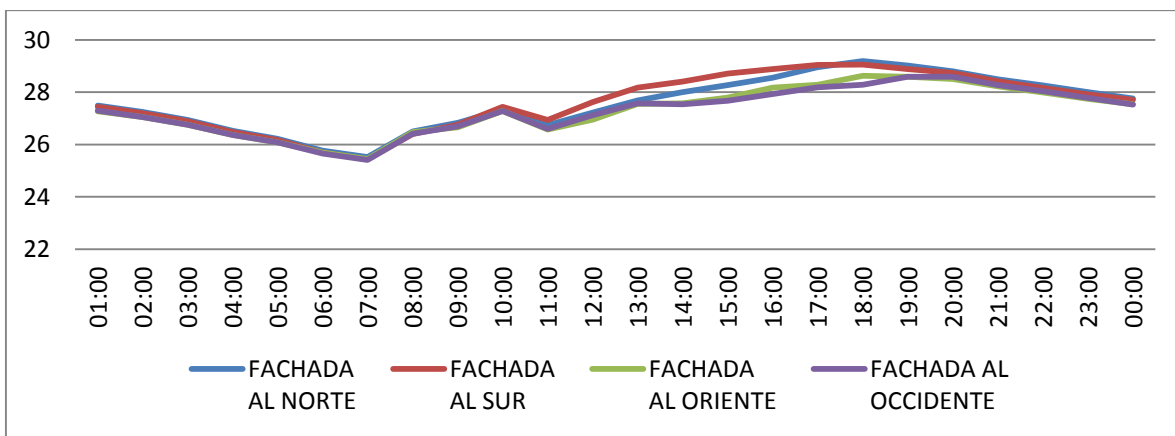


Tabla E. 84. Humedad Relativa promedio zona BAÑO P2 en las cuatro orientaciones el 27 de Marzo. Fuente: Autores.

HUMEDAD RELATIVA PROMEDIO [%HR]				
ZONA OPQ - ALCOBA PATIO				
HORA	FACHADA AL NORTE	FACHADA AL SUR	FACHADA AL ORIENTE	FACHADA AL OCCIDENTE
1:00	63,68	64,09	64,5	64,42
2:00	64,41	64,66	65,11	65,15
3:00	67,02	67,25	67,67	67,74
4:00	68,86	69,07	69,47	69,47
5:00	68,43	68,63	68,99	69,01
6:00	69,4	69,62	69,9	69,82
7:00	70,61	70,91	71,03	70,98
8:00	70,44	70,23	71,02	70,81
9:00	72,03	71,82	71,54	72,66
10:00	70,72	70,81	70,73	72,65
11:00	72,68	72,14	74,28	74,54
12:00	67,51	66,62	71,59	71,99
13:00	64,61	63,04	68,5	68,58
14:00	67,11	68,01	73,26	72,97
15:00	70	67,85	72,33	71,91
16:00	70,1	68,34	71,4	69,91
17:00	68,11	67,56	69,66	68,11
18:00	66,42	67,34	68,37	66,67
19:00	67,46	68,54	69,63	67,71
20:00	69,19	69,69	70,68	70,77
21:00	70,16	70,63	71,52	71,77
22:00	68,41	69,89	70,23	70,45
23:00	66,97	67,18	66,73	68,32
0:00	64,19	64,99	65,28	65,37

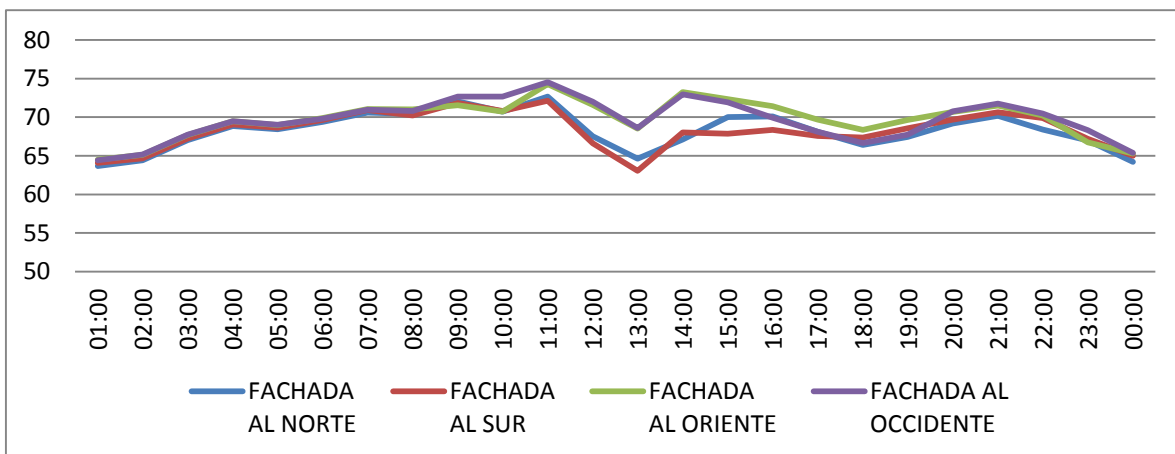


Tabla E. 85. Temperatura del aire promedio zona ESCALERAS 2 P2 en las cuatro orientaciones el 27 de Marzo. Fuente: Autores.

TEMPERA PROMEDIO [%HR]				
ZONA KLW - ALCOBA PATIO				
HORA	FACHADA AL NORTE	FACHADA AL SUR	FACHADA AL ORIENTE	FACHADA AL OCCIDENTE
1:00	26,07	26,02	26,14	26,12
2:00	25,86	25,82	25,94	25,89
3:00	25,52	25,46	25,58	25,55
4:00	24,97	24,94	25,03	25,01
5:00	24,73	24,67	24,81	24,75
6:00	24,59	24,49	24,67	24,59
7:00	24,43	24,31	24,52	24,43
8:00	24,87	24,75	24,96	24,89
9:00	25,66	25,42	25,43	25,6
10:00	26,64	26,65	26,7	26,83
11:00	27,68	27,44	27,46	27,62
12:00	28,6	28,74	28,1	28,61
13:00	29,09	29	29,06	29,06
14:00	29,26	28,94	28,5	28,18
15:00	29,11	29,13	28,54	27,59
16:00	28,97	28,98	28,93	27,62
17:00	28,99	28,9	28,79	27,76
18:00	28,9	28,75	29,06	27,88
19:00	28,3	28,27	28,73	28,59
20:00	27,7	27,71	27,91	27,98
21:00	27,25	27,23	27,4	27,43
22:00	27,1	26,98	27,05	27,14
23:00	26,67	26,6	26,66	26,69
0:00	26,28	26,26	26,38	26,34

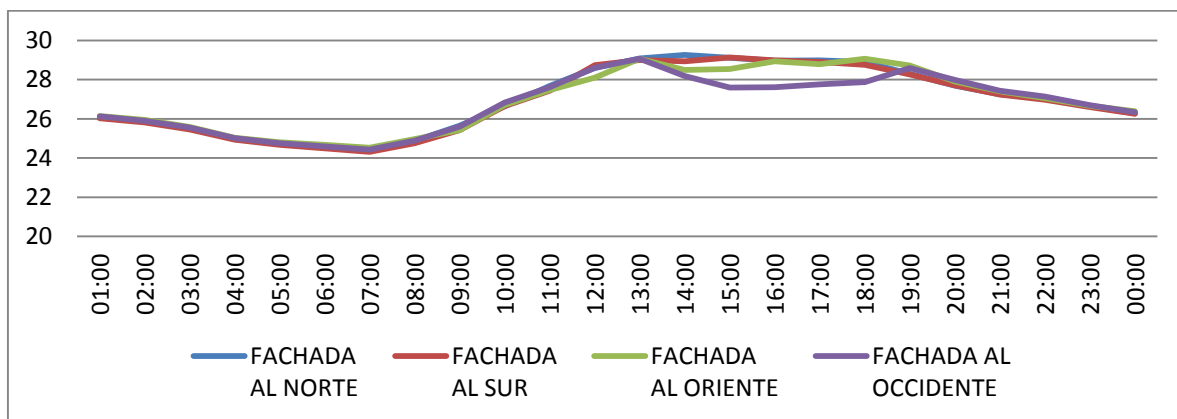
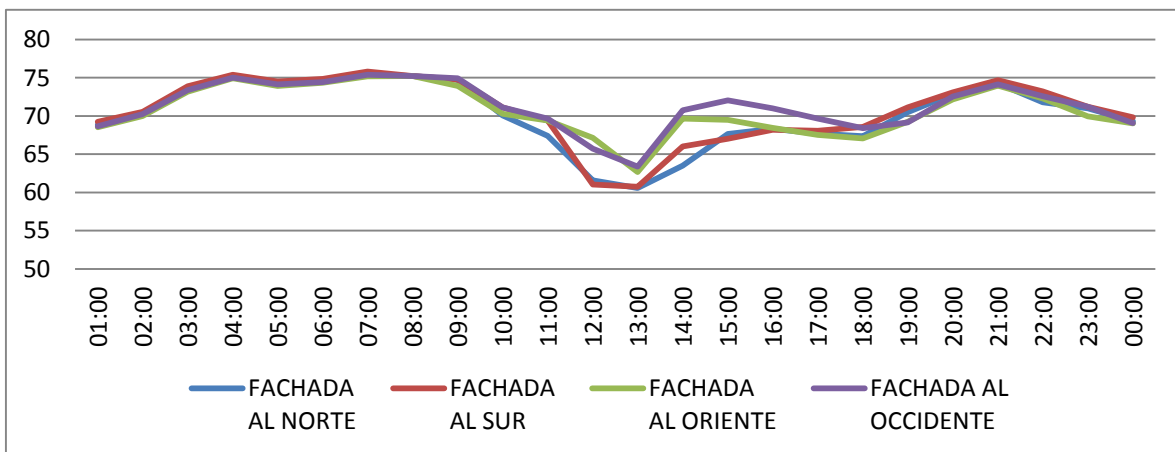


Tabla E. 86. Humedad Relativa promedio zona ESCALERAS 2 P2 en las cuatro orientaciones el 27 de Marzo. Fuente: Autores.

HUMEDAD RELATIVA PROMEDIO [%HR]				
ZONA OPQ - ALCOBA PATIO				
HORA	FACHADA AL NORTE	FACHADA AL SUR	FACHADA AL ORIENTE	FACHADA AL OCCIDENTE
1:00	68,86	69,23	68,54	68,65
2:00	70,38	70,55	70	70,26
3:00	73,51	73,89	73,17	73,37
4:00	75,23	75,4	74,92	75,02
5:00	74,3	74,53	73,93	74,15
6:00	74,49	74,86	74,36	74,44
7:00	75,45	75,83	75,19	75,38
8:00	75,24	75,24	75,24	75,23
9:00	74,73	74,75	73,91	74,94
10:00	70,08	71,12	70,27	71,12
11:00	67,38	69,41	69,42	69,65
12:00	61,6	61,03	67,13	65,73
13:00	60,59	60,73	62,67	63,39
14:00	63,5	66,01	69,65	70,74
15:00	67,64	67,02	69,5	72,05
16:00	68,3	68,18	68,44	71,01
17:00	67,68	68,08	67,54	69,64
18:00	67,34	68,59	67,06	68,42
19:00	70,49	71,11	69,26	69,15
20:00	72,9	73,07	72,15	72,54
21:00	74,26	74,68	73,98	74,14
22:00	71,78	73,22	72,31	72,58
23:00	71,01	71,2	69,95	71,2
0:00	69,31	69,84	69,02	69,07



E.4 SIMULACIONES ANUALES MENSUALES.

Saliendo del esquema de simulación del día 27 de Abril en el que se tomaron los datos de las variables térmicas, a continuación se presentan la temperatura del aire y Humedad Relativa promedio en datos anuales por mes de en cada una de las zonas de la vivienda, que permitieron tener una perspectiva de los niveles en las variables presentadas en los diferentes meses del año y en las cuatro orientaciones presentadas anteriormente.

Tabla E. 87. Simulación Mensual Anual de temperatura del aire promedio, zona SALA COMEDOR - COCINA en las cuatro orientaciones. Fuente: Autores.

TEMPERATURA DEL AIRE PROMEDIO [°C]				
ZONA ABCDEFG - SALA COMEDOR - COCINA				
HORA	FACHADA AL NORTE	FACHADA AL SUR	FACHADA AL ORIENTE	FACHADA AL OCCIDENTE
ENERO	25,28	25,16	25,21	25,15
FEBRERO	25,69	25,49	25,6	25,46
MARZO	25,19	25,05	25,15	25,05
ABRIL	25,39	25,34	25,42	25,37
MAYO	25,55	25,5	25,52	25,46
JUNIO	25,64	25,61	25,59	25,54
JULIO	25,26	25,22	25,22	25,23
AGOSTO	25,87	25,82	25,91	25,92
SEPTIEMBRE	25,11	25,04	25,13	25,07
OCTUBRE	25,26	25,15	25,24	25,16

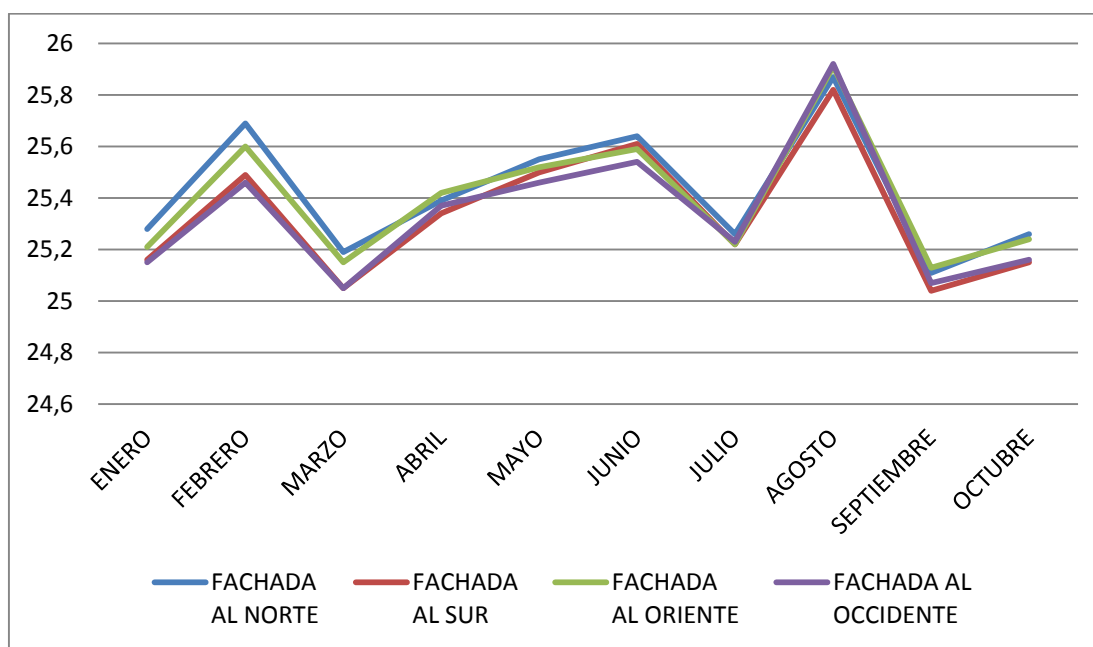


Tabla E. 88. Simulación Mensual anual de Humedad Relativa promedio, zona SALA COMEDOR - COCINA en las cuatro orientaciones. Fuente: Autores.

HUMEDAD RELATIVA PROMEDIO [%HR]				
ZONA ABCDEFG - SALA COMEDOR - COCINA				
HORA	FACHADA AL NORTE	FACHADA AL SUR	FACHADA AL ORIENTE	FACHADA AL OCCIDENTE
ENERO	74,94	75,56	75,25	75,47
FEBRERO	70,49	71,42	70,87	71,23
MARZO	73,14	73,77	73,29	73,54
ABRIL	74,39	74,57	74,2	74,33
MAYO	77,01	77,18	77,07	77,19
JUNIO	76,73	76,85	76,86	77
JULIO	75,61	75,74	75,69	75,65
AGOSTO	71,13	71,28	70,93	70,8
SEPTIEMBRE	76,23	76,51	76,09	76,29
OCTUBRE	75,94	76,49	76,01	76,31
NOVIEMBRE	77,52	78,08	77,73	78,01
DICIEMBRE	76,34	76,84	76,57	76,84

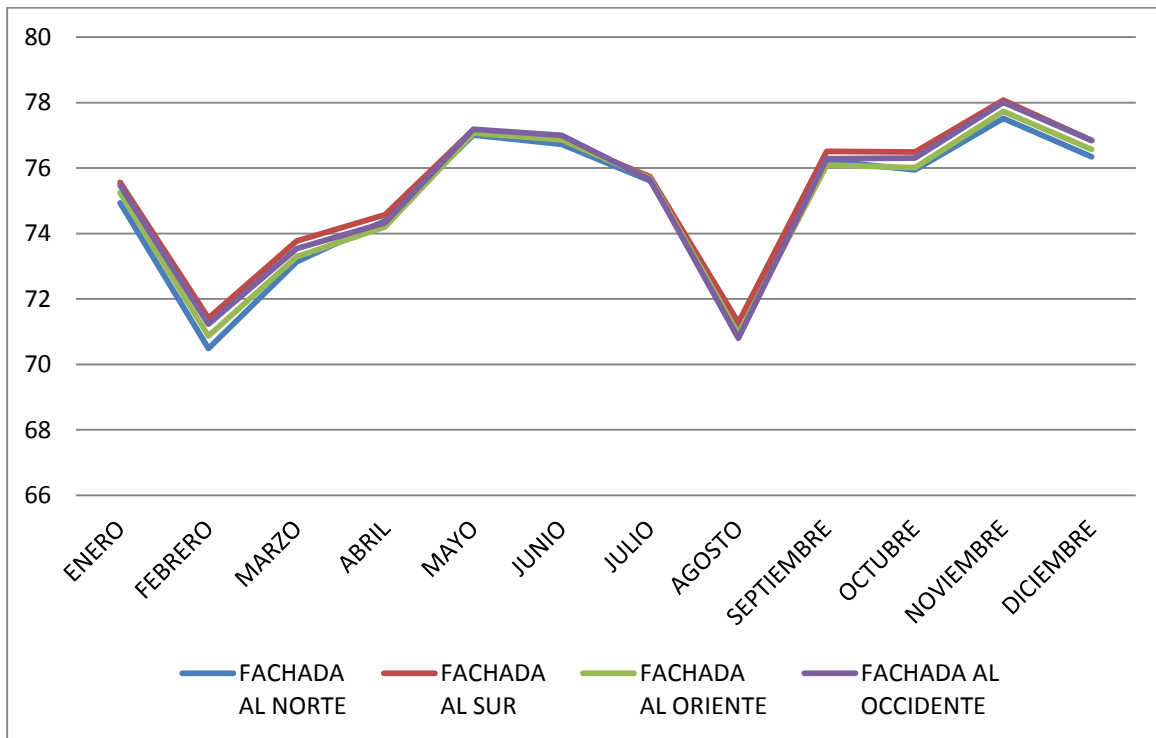


Tabla E. 89. Simulación Mensual Anual de temperatura del aire promedio, zona BAÑO P1 en las cuatro orientaciones. Fuente: Autores.

TEMPERATURA DEL AIRE PROMEDIO [°C]				
ZONA H - BAÑO P1				
HORA	FACHADA AL NOR-TE	FACHADA AL SUR	FACHADA AL ORIENTE	FACHADA AL OCCIDENTE
ENERO	25,85	25,04	25,43	25,54
FEBRERO	26,33	25,5	26,13	25,91
MARZO	25,56	25,38	25,73	25,35
ABRIL	25,55	25,74	25,73	25,66
MAYO	25,7	26,08	26,05	25,71
JUNIO	25,64	26,08	26	25,83
JULIO	25,38	25,83	25,68	25,64
AGOSTO	26	26,25	26,25	26,08
SEPTIEMBRE	25,28	25,39	25,44	25,29
OCTUBRE	25,68	25,28	25,69	25,44
NOVIEMBRE	25,25	24,63	25,02	25
DICIEMBRE	25,71	24,83	25,18	25,36

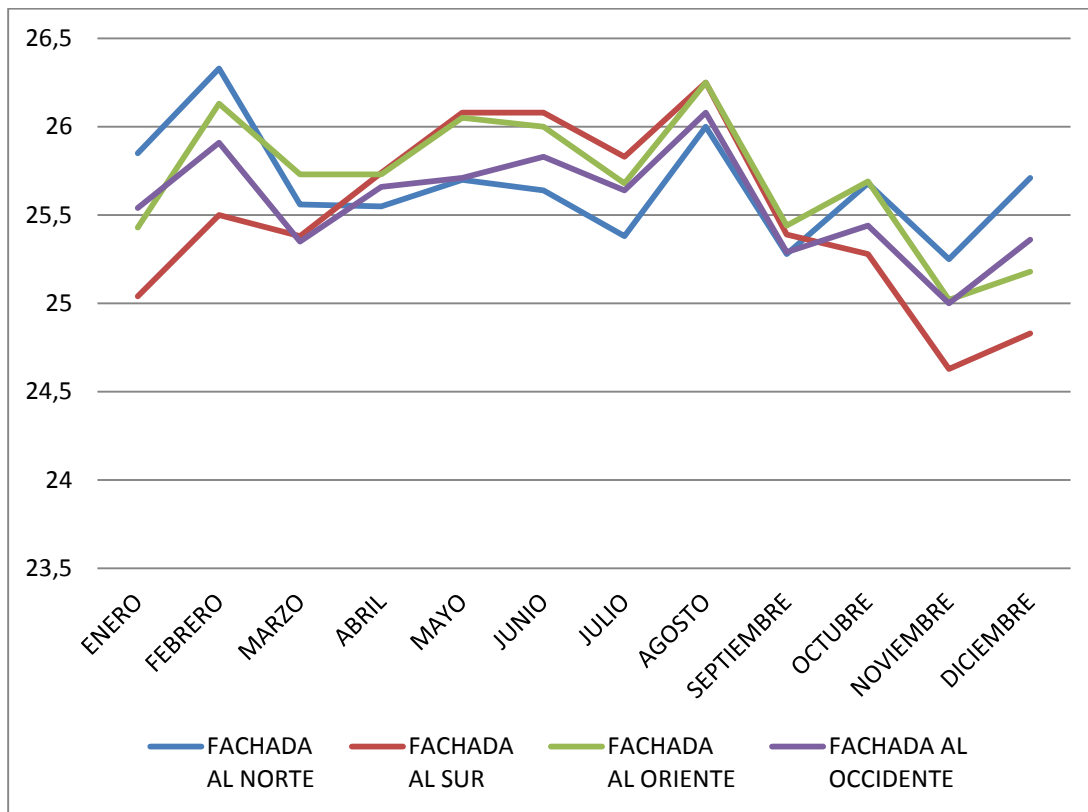


Tabla E. 90. Simulación Mensual anual de Humedad Relativa promedio, zona BAÑO P1 en las cuatro orientaciones. Fuente: Autores.

HUMEDAD RELATIVA PROMEDIO [%HR]				
ZONA H - BAÑO P1				
HORA	FACHADA AL NOR-TE	FACHADA AL SUR	FACHADA AL ORIENTE	FACHADA AL OCCIDENTE
ENERO	71,47	75,11	73,37	73,03
FEBRERO	66,86	70,46	67,84	68,68
MARZO	70,62	71,53	70,1	71,54
ABRIL	72,66	71,88	71,92	72,17
MAYO	75,34	73,67	73,9	75,28
JUNIO	75,66	73,89	74,28	74,99
JULIO	74,15	72,18	72,92	73,14
AGOSTO	69,62	68,53	68,53	69
SEPTIEMBRE	74,38	73,95	73,8	74,5
OCTUBRE	73,03	74,86	73,14	74,26
NOVIEMBRE	74,72	77,69	75,95	76,06
DICIEMBRE	72,7	76,68	74,92	74,43

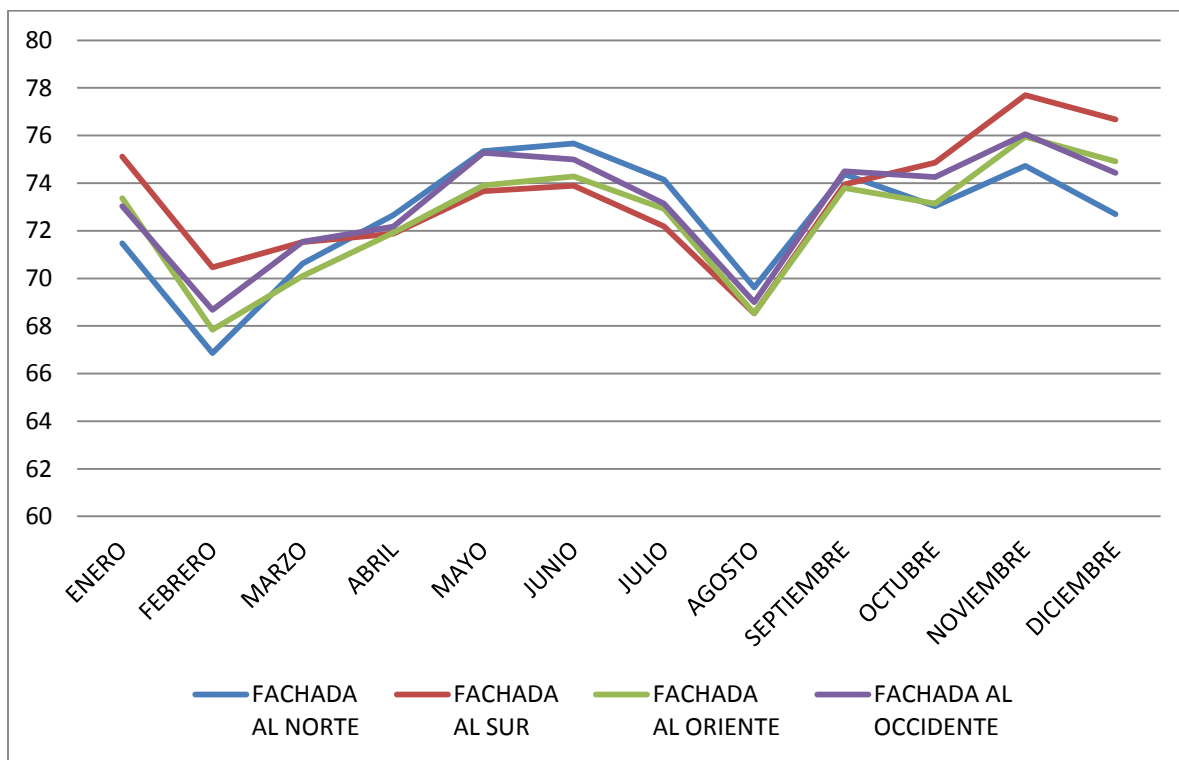


Tabla E. 91. Simulación Mensual Anual de temperatura del aire promedio, zona ESCALERA 1 P1 en las cuatro orientaciones. Fuente: Autores.

TEMPERATURA DEL AIRE PROMEDIO [°C]				
ZONA J - ESCALERAS 1 P1				
HORA	FACHADA AL NORTE	FACHADA AL SUR	FACHADA AL ORIENTE	FACHADA AL OCCIDENTE
ENERO	25,33	25,24	25,31	25,19
FEBRERO	25,74	25,57	25,7	25,52
MARZO	25,24	25,1	25,23	25,15
ABRIL	25,43	25,37	25,5	25,47
MAYO	25,63	25,55	25,58	25,58
JUNIO	25,71	25,65	25,64	25,63
JULIO	25,39	25,32	25,34	25,39
AGOSTO	25,97	25,91	26,02	26,07
SEPTIEMBRE	25,14	25,07	25,2	25,15
OCTUBRE	25,29	25,2	25,32	25,22
NOVIEMBRE	24,89	24,82	24,88	24,77
DICIEMBRE	25,12	25,06	25,11	25,01

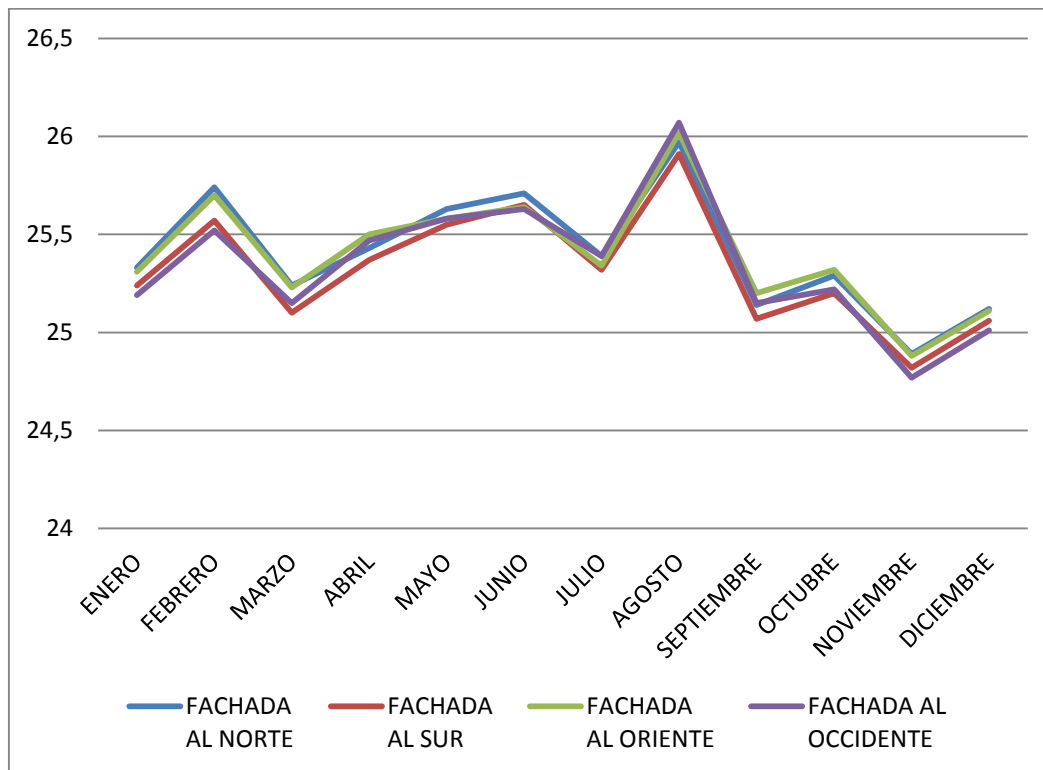


Tabla E. 92. Simulación Mensual anual de Humedad Relativa promedio, zona ESCALERA 1 P1 en las cuatro orientaciones. Fuente: Autores.

HUMEDAD RELATIVA PROMEDIO [%HR]				
ZONA J - ESCALERAS 1 P1				
HORA	FACHADA AL NORTE	FACHADA AL SUR	FACHADA AL ORIENTE	FACHADA AL OCCIDENTE
ENERO	74,94	75,39	74,99	75,45
FEBRERO	70,46	71,25	70,59	71,04
MARZO	73,14	73,73	73,08	73,18
ABRIL	74,45	74,65	74,1	74,06
MAYO	76,89	77,12	76,95	76,75
JUNIO	76,6	76,85	76,79	76,67
JULIO	75,42	75,66	75,53	75,26
AGOSTO	71,15	71,24	70,9	70,54
SEPTIEMBRE	76,29	76,56	75,91	76,08
OCTUBRE	76,01	76,43	75,86	76,15
NOVIEMBRE	77,54	77,99	77,59	78,01
DICIEMBRE	76,44	76,75	76,38	76,91

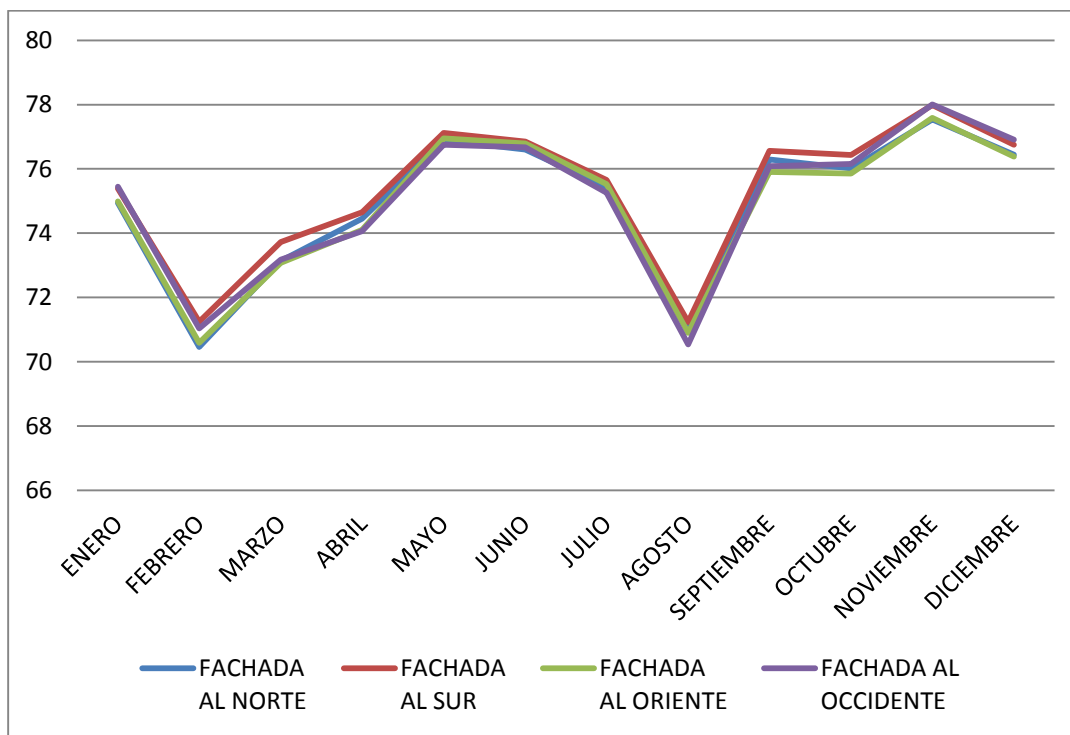


Tabla E. 93. Simulación Mensual Anual de temperatura del aire promedio, zona ESCALERA 2 P1 en las cuatro orientaciones. Fuente: Autores.

TEMPERATURA DEL AIRE PROMEDIO [°C]				
ZONA J - ESCALERAS 2 P1				
HORA	FACHADA AL NOR-TE	FACHADA AL SUR	FACHADA AL ORIEN-TE	FACHADA AL OCCIDENTE
ENERO	25,42	25,24	25,34	25,22
FEBRERO	25,83	25,59	25,77	25,53
MARZO	25,29	25,14	25,29	25,14
ABRIL	25,48	25,43	25,55	25,5
MAYO	25,65	25,61	25,63	25,57
JUNIO	25,73	25,72	25,69	25,64
JULIO	25,39	25,37	25,37	25,41
AGOSTO	25,99	25,95	26,06	26,09
SEPTIEMBRE	25,2	25,12	25,27	25,18
OCTUBRE	25,37	25,23	25,39	25,24
NOVIEMBRE	24,98	24,83	24,94	24,79
DICIEMBRE	25,21	25,05	25,14	25,03

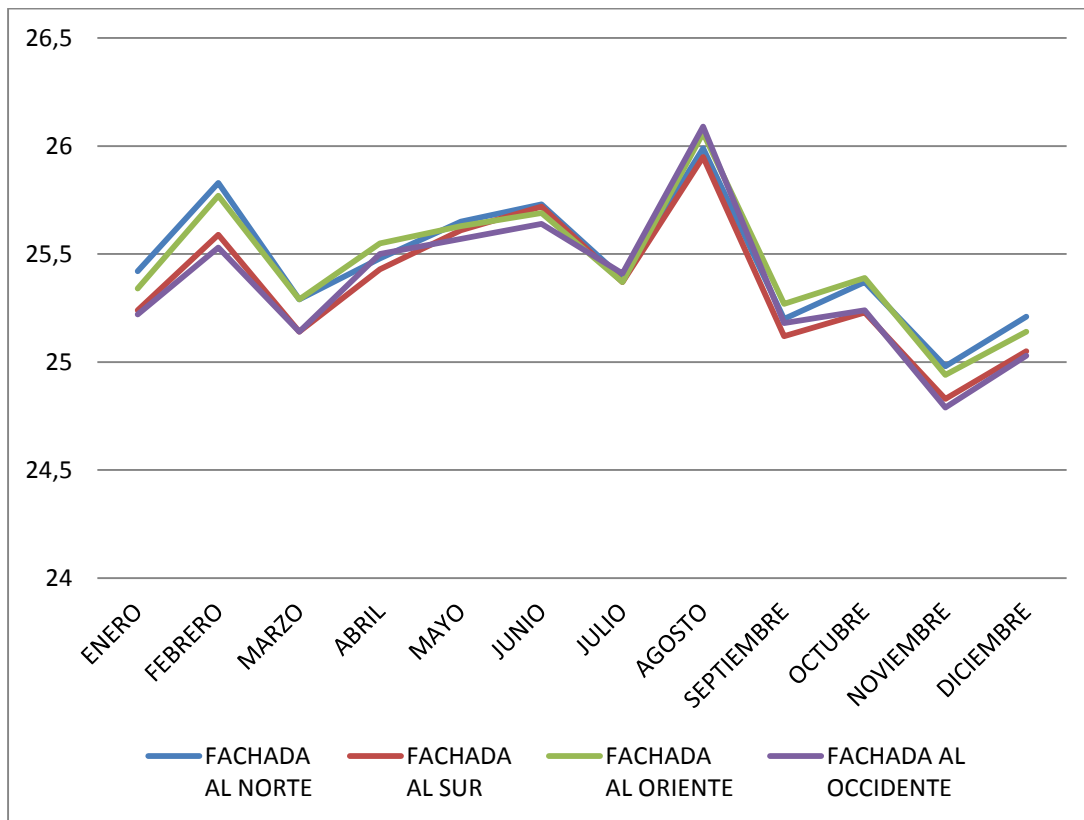


Tabla E. 94. Simulación Mensual anual de Humedad Relativa promedio, zona ESCALERA 2 P1 en las cuatro orientaciones. Fuente: Autores.

HUMEDAD RELATIVA PROMEDIO [%HR]				
ZONA H - ESCALERAS 2 P1				
HORA	FACHADA AL NORTE	FACHADA AL SUR	FACHADA AL ORIENTE	FACHADA AL OCCIDENTE
ENERO	74,53	75,36	74,78	75,3
FEBRERO	70,08	71,17	70,3	70,97
MARZO	72,88	73,53	72,78	73,19
ABRIL	74,2	74,36	73,82	73,86
MAYO	76,75	76,8	76,67	76,72
JUNIO	76,48	76,49	76,55	76,56
JULIO	75,31	75,34	75,31	75,09
AGOSTO	70,98	70,97	70,64	70,4
SEPTIEMBRE	75,99	76,3	75,59	75,91
OCTUBRE	75,65	76,27	75,5	76,04
NOVIEMBRE	77,15	77,9	77,33	77,86
DICIEMBRE	75,97	76,71	76,16	76,71

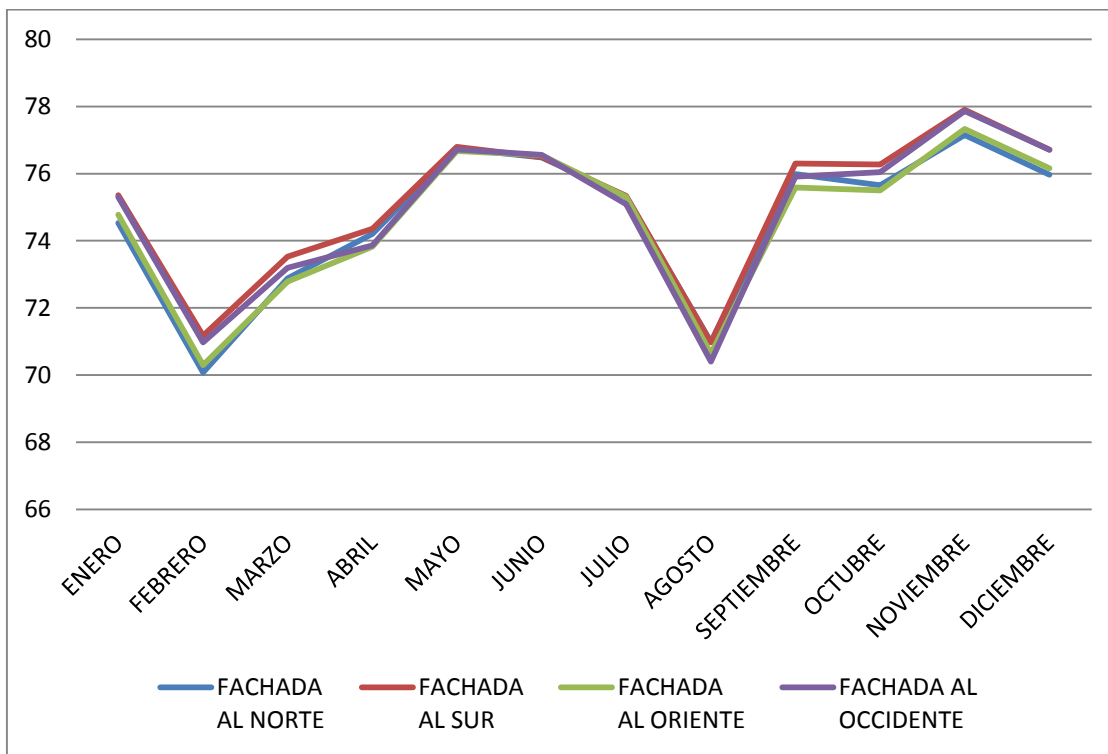


Tabla E. 95. Simulación Mensual Anual de temperatura del aire promedio, zona PATIO P1 en las cuatro orientaciones. Fuente: Autores.

TEMPERATURA DEL AIRE PROMEDIO [°C]				
ZONA I - PATIO P1				
HORA	FACHADA AL NOR-TE	FACHADA AL SUR	FACHADA AL ORIENTE	FACHADA AL OCCIDENTE
ENERO	25,85	24,49	25,6	24,7
FEBRERO	26,33	24,98	26,09	25,06
MARZO	25,56	24,69	25,55	24,69
ABRIL	25,55	25	25,77	25,05
MAYO	25,7	25,3	25,9	25,2
JUNIO	25,64	25,37	25,93	25,31
JULIO	25,38	25,02	25,67	25,07
AGOSTO	26	25,49	26,36	25,48
SEPTIEMBRE	25,28	24,64	25,44	24,79
OCTUBRE	25,68	24,67	25,64	24,79
NOVIEMBRE	25,25	24,1	25,14	24,23
DICIEMBRE	25,71	24,33	25,42	24,48

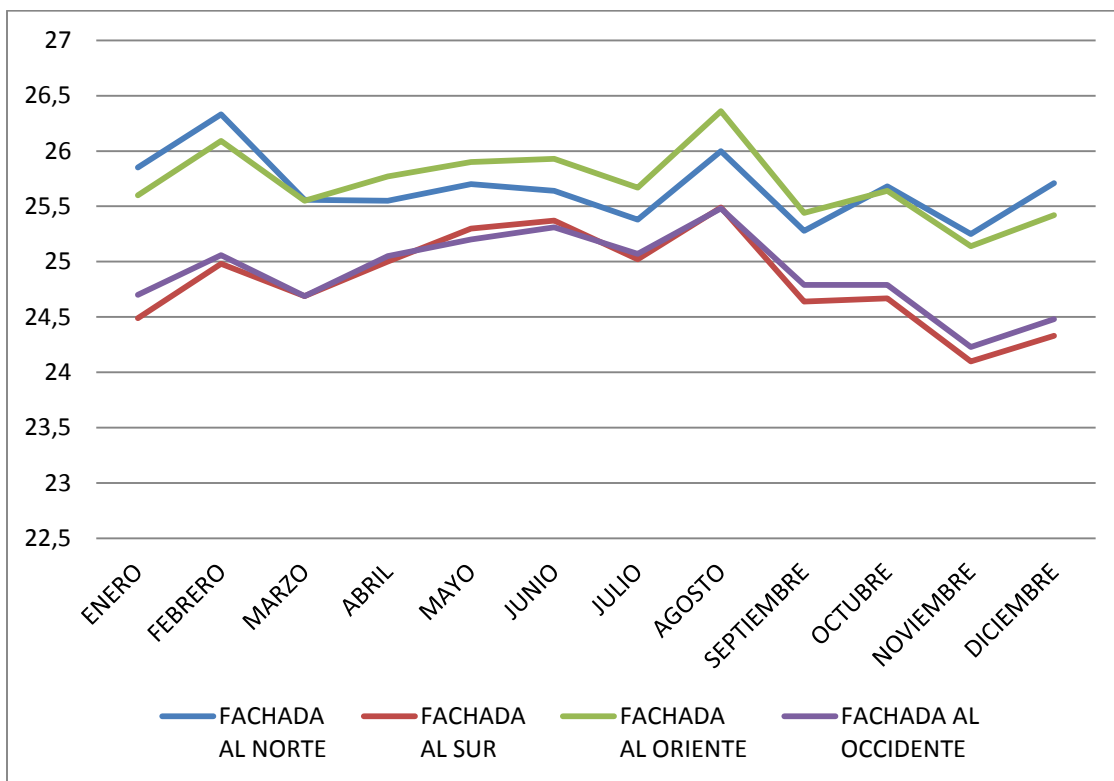


Tabla E. 96. Simulación Mensual anual de Humedad Relativa promedio, zona PATIO P1 en las cuatro orientaciones. Fuente: Autores.

HUMEDAD RELATIVA PROMEDIO [%HR]				
ZONA I - PATIO P1				
HORA	FACHADA AL NORTE	FACHADA AL SUR	FACHADA AL ORIENTE	FACHADA AL OCCIDENTE
ENERO	71,47	77,45	73,94	76,6
FEBRERO	66,86	72,51	69,25	72,03
MARZO	70,62	74,35	71,99	74,25
ABRIL	72,66	75,04	73,27	74,73
MAYO	75,34	77,07	75,72	77,53
JUNIO	75,66	76,91	75,75	77,17
JULIO	74,15	75,66	74,41	75,56
AGOSTO	69,62	71,62	69,85	71,43
SEPTIEMBRE	74,38	77,2	75,07	76,65
OCTUBRE	73,03	77,59	74,64	77,13
NOVIEMBRE	74,72	80,04	76,74	79,44
DICIEMBRE	72,7	78,77	75,39	78,14

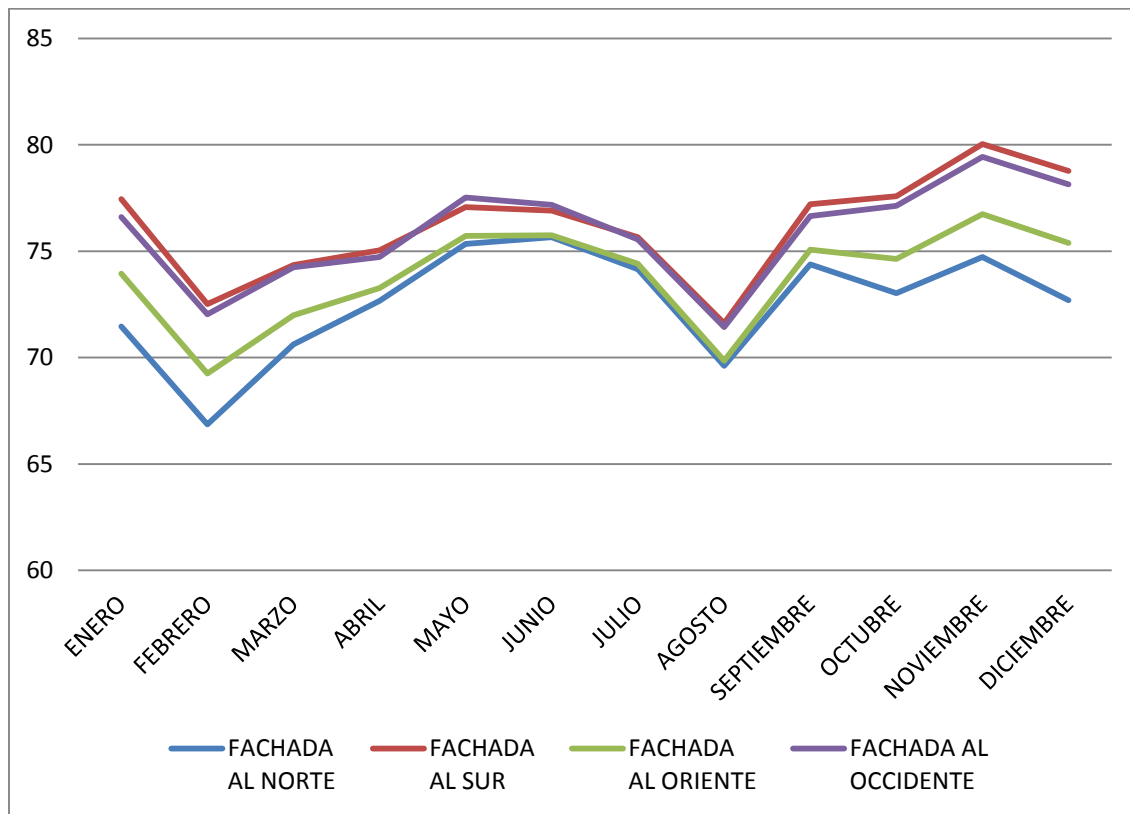


Tabla E. 97. Simulación Mensual Anual de temperatura del aire promedio, zona ALCOBA BALCON en las cuatro orientaciones. Fuente: Autores.

TEMPERATURA DEL AIRE PROMEDIO [°C]				
ZONA KLW - ALCOBA BALCON				
HORA	FACHADA AL NORTE	FACHADA AL SUR	FACHADA AL ORIENTE	FACHADA AL OCCIDENTE
ENERO	24,96	26,03	26,24	26,05
FEBRERO	25,35	26,5	26,81	26,34
MARZO	24,7	25,95	26,16	25,78
ABRIL	24,91	26,32	26,33	26,21
MAYO	25,03	26,57	26,53	26,27
JUNIO	25,07	26,64	26,52	26,33
JULIO	24,84	26,38	26,29	26,21
AGOSTO	25,42	26,94	27,04	26,97
SEPTIEMBRE	24,67	25,87	25,93	25,79
OCTUBRE	24,88	26,05	26,24	25,98
NOVIEMBRE	24,4	25,5	25,73	25,48
DICIEMBRE	24,84	25,74	26,02	25,79

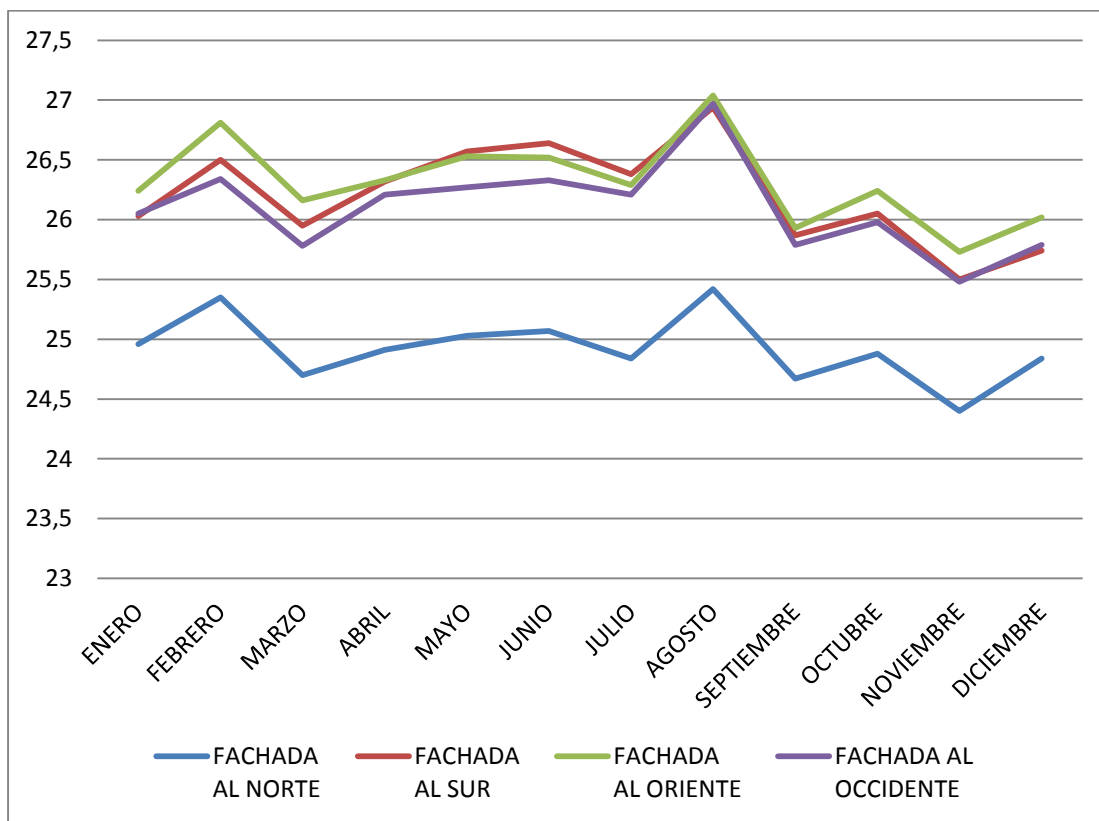


Tabla E. 98. Simulación Mensual anual de Humedad Relativa promedio, zona ALCOBA BALCON en las cuatro orientaciones. Fuente: Autores.

HUMEDAD RELATIVA PROMEDIO [%HR]				
ZONA KLW - ALCOBA BALCON				
HORA	FACHADA AL NORTE	FACHADA AL SUR	FACHADA AL ORIENTE	FACHADA AL OCCIDENTE
ENERO	75,23	72,43	71,41	72,06
FEBRERO	70,69	67,91	66,55	68
MARZO	74,09	70,56	69,64	70,85
ABRIL	75,36	71,06	71,09	71,32
MAYO	78,23	72,95	73,07	73,88
JUNIO	78,09	72,96	73,31	73,81
JULIO	76,45	71,53	71,89	71,96
AGOSTO	71,99	67,24	67,21	67,32
SEPTIEMBRE	77,06	73,39	72,98	73,56
OCTUBRE	76,54	73,13	72,12	73,03
NOVIEMBRE	78,4	75,43	74,35	75,24
DICIEMBRE	76,38	74,42	73,03	73,86

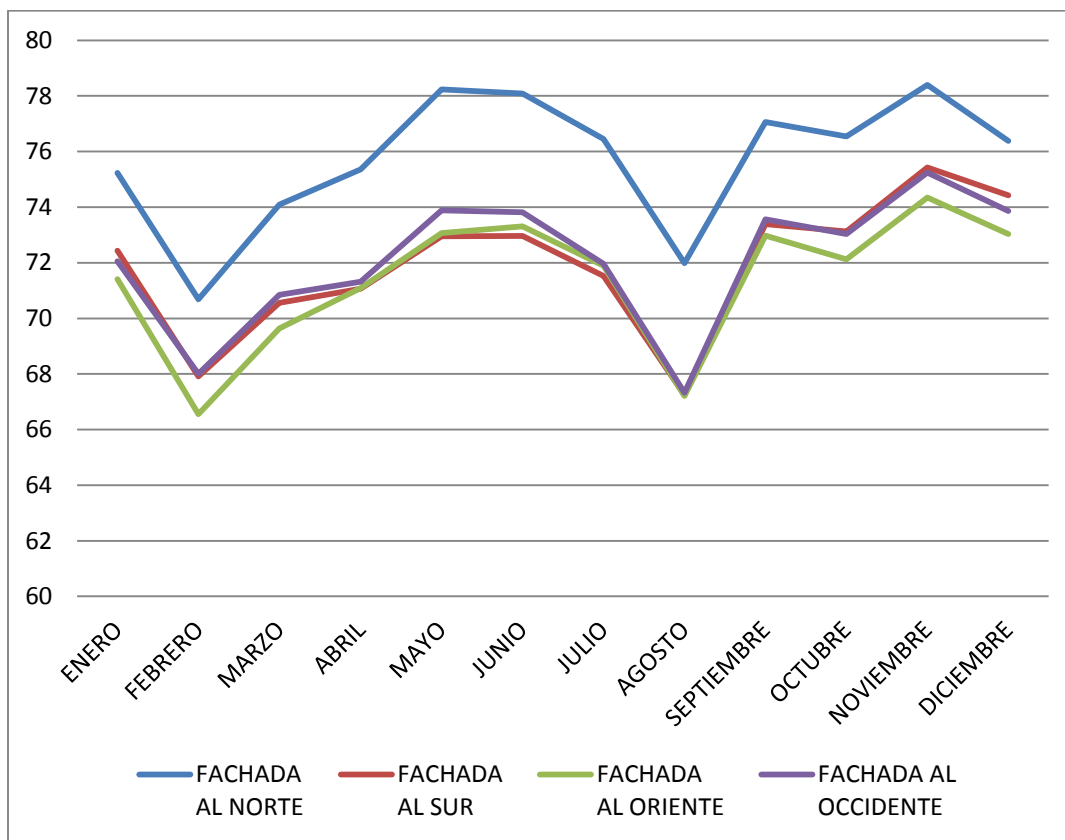


Tabla E. 99. Simulación Mensual Anual de temperatura del aire promedio, zona ALCOBA PATIO en las cuatro orientaciones. Fuente: Autores.

TEMPERATURA DEL AIRE PROMEDIO [°C]				
ZONA OPQ - ALCOBA PATIO				
HORA	FACHADA AL NORTE	FACHADA AL SUR	FACHADA AL ORIENTE	FACHADA AL OCCIDENTE
ENERO	26,38	26,03	26,24	26,05
FEBRERO	26,88	26,5	26,81	26,34
MARZO	26,16	25,95	26,16	25,78
ABRIL	26,31	26,32	26,33	26,21
MAYO	26,48	26,57	26,53	26,27
JUNIO	26,49	26,64	26,52	26,33
JULIO	26,26	26,38	26,29	26,21
AGOSTO	26,98	26,94	27,04	26,97
SEPTIEMBRE	25,95	25,87	25,93	25,79
OCTUBRE	26,27	26,05	26,24	25,98
NOVIEMBRE	25,8	25,5	25,73	25,48
DICIEMBRE	26,09	25,74	26,02	25,79

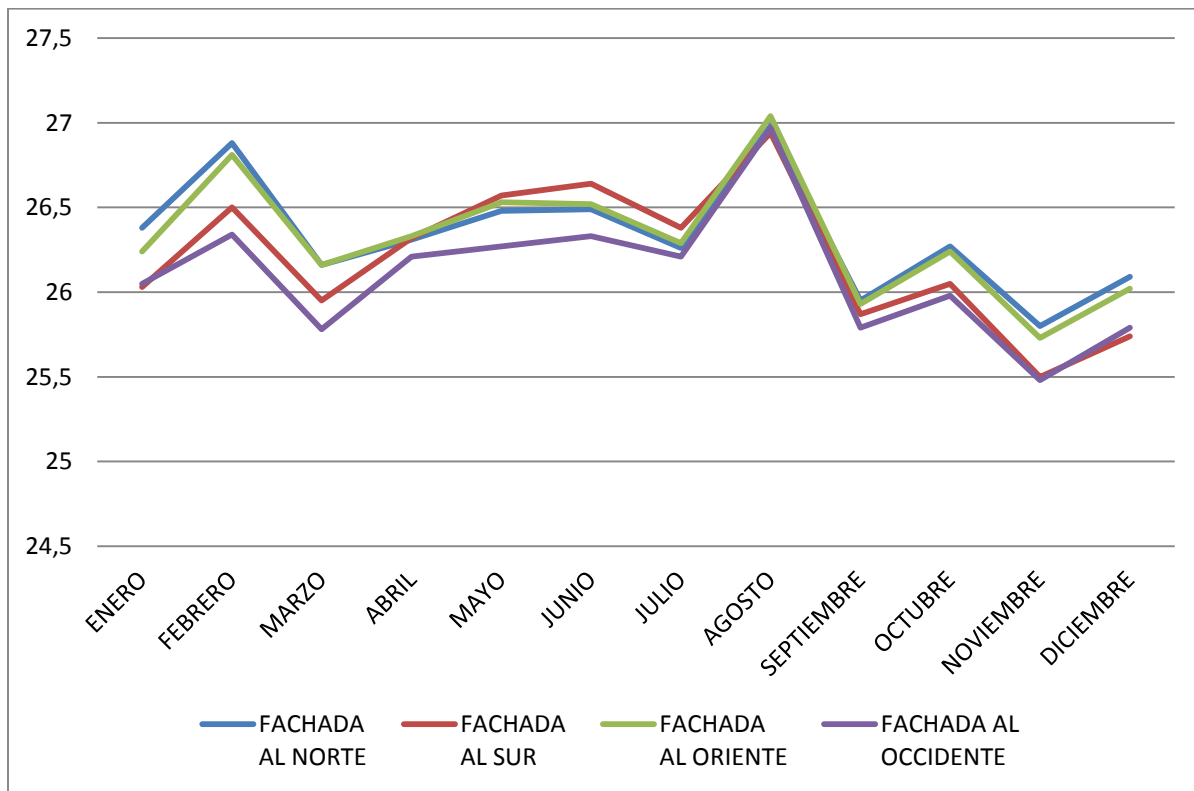


Tabla E. 100. Simulación Mensual anual de Humedad Relativa promedio, zona ALCOBA PATIO en las cuatro orientaciones. Fuente: Autores.

HUMEDAD RELATIVA PROMEDIO [%HR]				
ZONA OPQ - ALCOBA PATIO				
HORA	FACHADA AL NORTE	FACHADA AL SUR	FACHADA AL ORIENTE	FACHADA AL OCCIDENTE
ENERO	70,94	72,43	71,41	72,06
FEBRERO	66,35	67,91	66,55	68
MARZO	69,69	70,56	69,64	70,85
ABRIL	71,24	71,06	71,09	71,32
MAYO	73,48	72,95	73,07	73,88
JUNIO	73,56	72,96	73,31	73,81
JULIO	72,15	71,53	71,89	71,96
AGOSTO	67,43	67,24	67,21	67,32
SEPTIEMBRE	73,08	73,39	72,98	73,56
OCTUBRE	72,14	73,13	72,12	73,03
NOVIEMBRE	74,08	75,43	74,35	75,24
DICIEMBRE	72,83	74,42	73,03	73,86

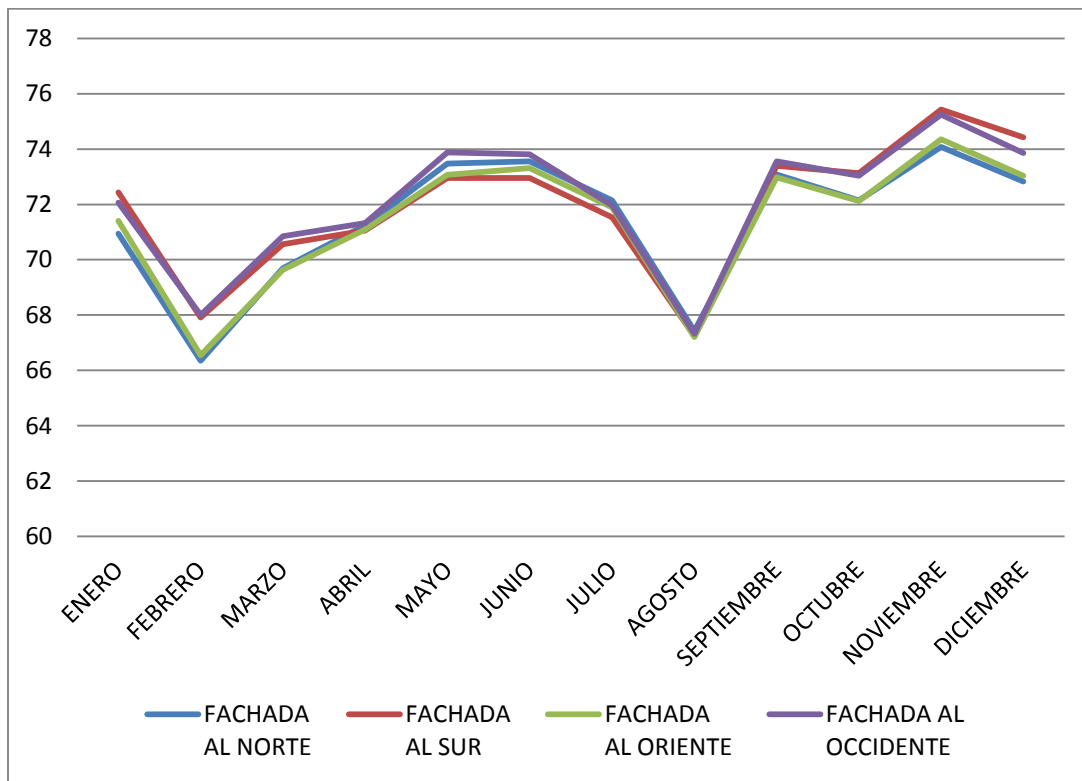


Tabla E. 101. Simulación Mensual Anual de temperatura del aire promedio, zona BAÑO P2 en las cuatro orientaciones. Fuente: Autores.

TEMPERATURA DEL AIRE PROMEDIO [°C]				
ZONA M - BAÑO P2				
MES	FACHADA AL NORTE	FACHADA AL SUR	FACHADA AL ORIENTE	FACHADA AL OCCIDENTE
ENERO	26,11	25,99	25,87	26,18
FEBRERO	26,82	26,49	26,45	26,67
MARZO	26,18	25,81	25,83	25,89
ABRIL	26,23	26,2	26,13	26,04
MAYO	26,51	26,35	26,43	26,21
JUNIO	26,44	26,39	26,46	26,2
JULIO	26,19	26,19	26,25	26,01
AGOSTO	26,92	26,79	26,84	26,74
SEPTIEMBRE	25,86	25,73	25,68	25,67
OCTUBRE	26,2	25,95	25,92	26,06
NOVIEMBRE	25,6	25,44	25,37	25,6
DICIEMBRE	25,78	25,73	25,6	25,93

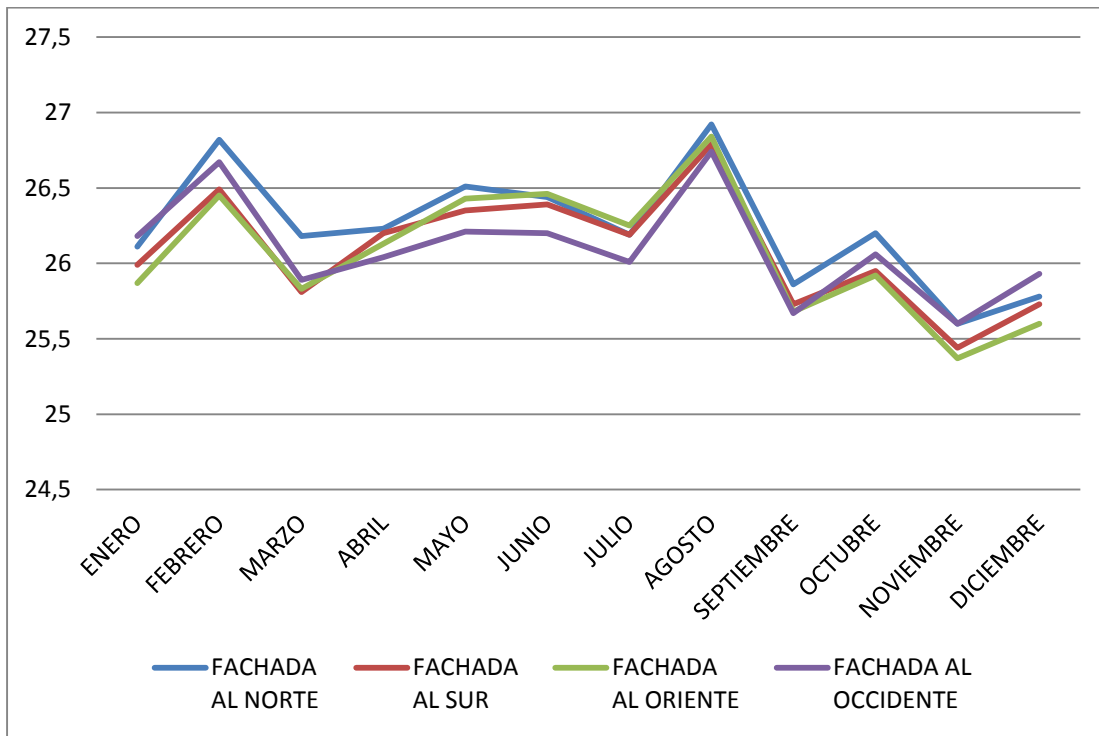


Tabla E. 102. Simulación Mensual anual de Humedad Relativa promedio, zona BAÑO P2 en las cuatro orientaciones. Fuente: Autores.

HUMEDAD RELATIVA PROMEDIO [%HR]				
ZONA M - BAÑO P2				
MES	FACHADA AL NORTE	FACHADA AL SUR	FACHADA AL ORIENTE	FACHADA AL OCCIDENTE
ENERO	72,32	72,83	73,29	71,82
FEBRERO	66,86	68,23	68,27	67,06
MARZO	70,02	71,46	71,34	70,79
ABRIL	71,87	71,83	72,23	72,39
MAYO	73,68	74,2	73,83	74,51
JUNIO	74,13	74,37	73,92	74,8
JULIO	72,72	72,59	72,37	73,22
AGOSTO	68,11	68,21	68,38	68,62
SEPTIEMBRE	73,83	74,34	74,47	74,44
OCTUBRE	72,74	73,81	73,87	73,04
NOVIEMBRE	75,19	75,93	76,18	74,98
DICIEMBRE	74,43	74,71	75,12	73,59

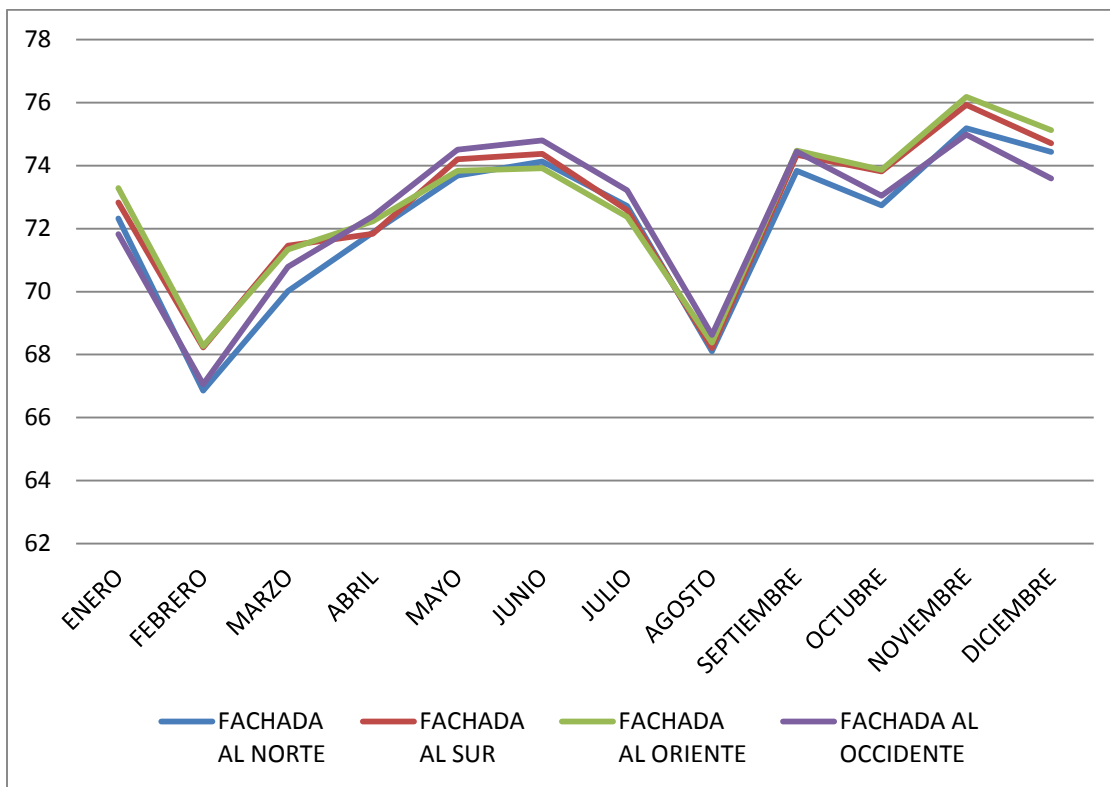


Tabla E. 103. Simulación Mensual Anual de temperatura del aire promedio, zona ESCALERAS 2 P2 en las cuatro orientaciones. Fuente: Autores.

TEMPERATURA DEL AIRE PROMEDIO [°C]				
ZONA J - ESCALERAS 2 P2				
MES	FACHADA AL NORTE	FACHADA AL SUR	FACHADA AL ORIENTE	FACHADA AL OCCIDENTE
ENERO	25,65	25,47	25,6	25,48
FEBRERO	26,11	25,87	26,09	25,83
MARZO	25,5	25,36	25,55	25,38
ABRIL	25,68	25,67	25,77	25,73
MAYO	25,88	25,88	25,9	25,82
JUNIO	25,93	25,96	25,93	25,86
JULIO	25,65	25,66	25,67	25,67
AGOSTO	26,29	26,26	26,36	26,37
SEPTIEMBRE	25,37	25,29	25,44	25,35
OCTUBRE	25,59	25,46	25,64	25,49
NOVIEMBRE	25,16	25,01	25,14	24,99
DICIEMBRE	25,4	25,25	25,42	25,26

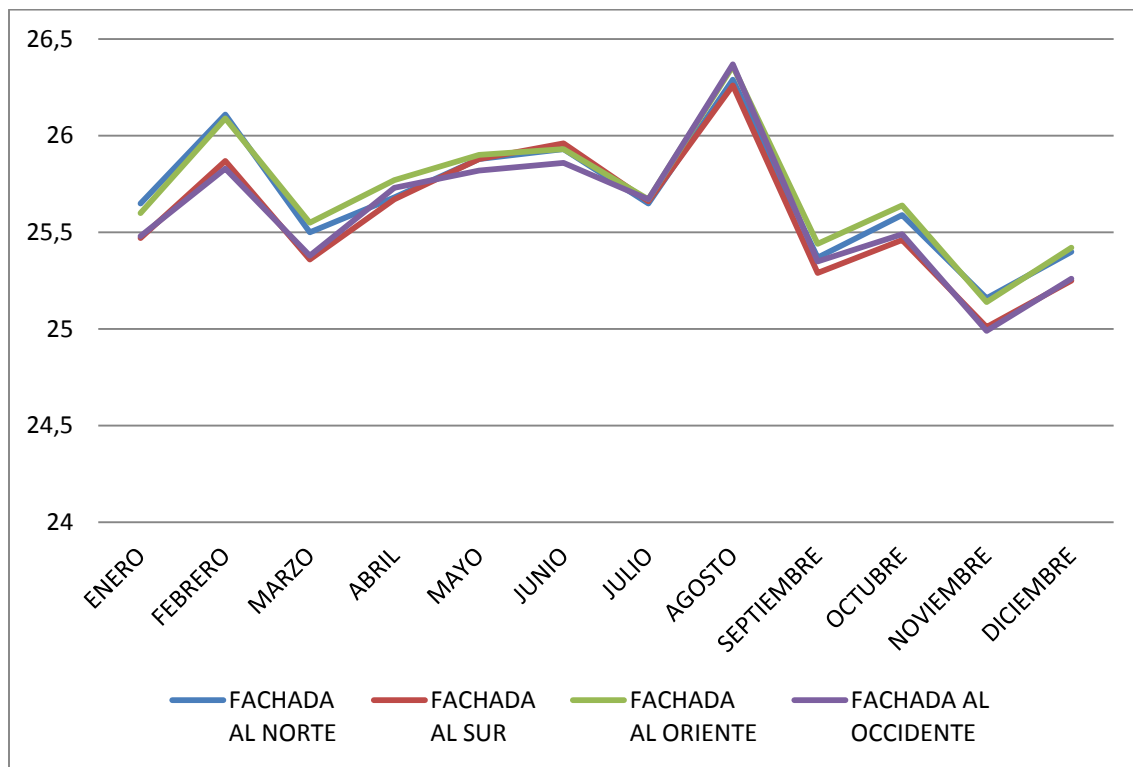
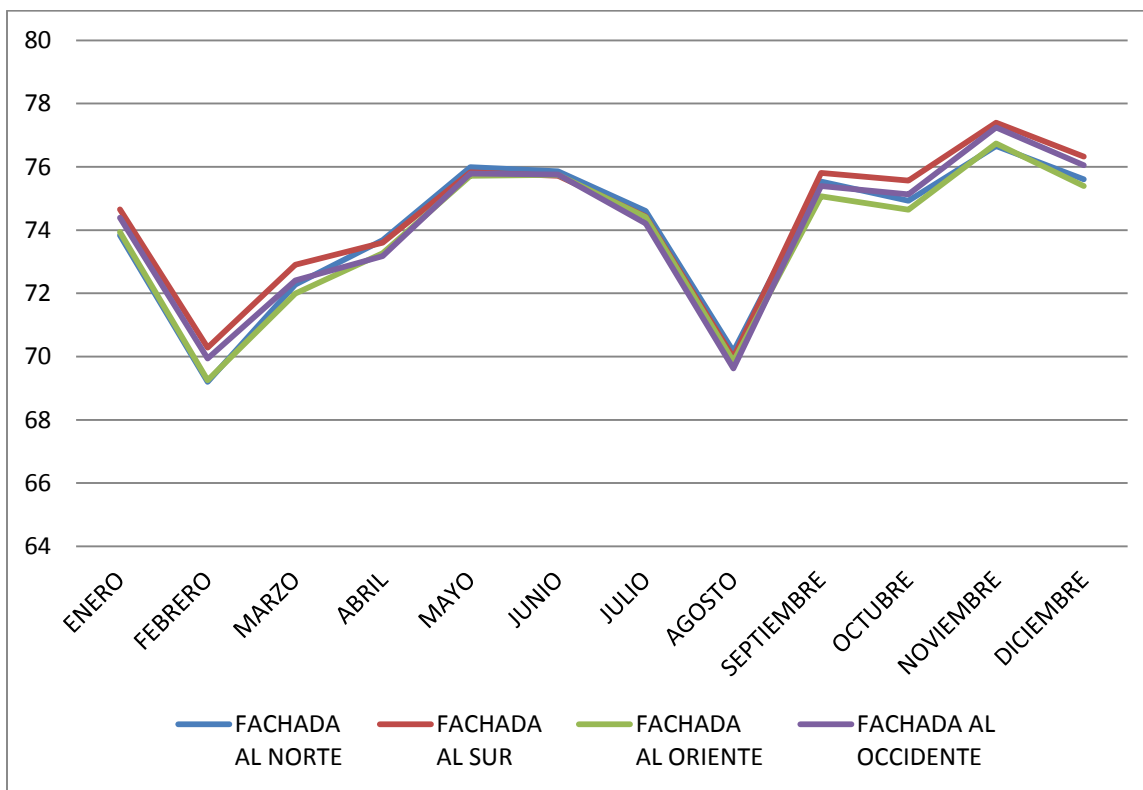


Tabla E. 104. Simulación Mensual anual de Humedad Relativa promedio, zona ESCALERAS 2 P2 en las cuatro orientaciones. Fuente: Autores.

HUMEDAD RELATIVA PROMEDIO [%HR]				
ZONA J - ESCALERAS 2 P2				
MES	FACHADA AL NORTE	FACHADA AL SUR	FACHADA AL ORIENTE	FACHADA AL OCCIDENTE
ENERO	73,83	74,65	73,94	74,39
FEBRERO	69,2	70,28	69,25	69,94
MARZO	72,28	72,9	71,99	72,41
ABRIL	73,68	73,6	73,27	73,18
MAYO	75,99	75,83	75,72	75,79
JUNIO	75,86	75,72	75,75	75,76
JULIO	74,6	74,43	74,41	74,21
AGOSTO	70,16	69,97	69,85	69,63
SEPTIEMBRE	75,53	75,81	75,07	75,39
OCTUBRE	74,93	75,56	74,64	75,13
NOVIEMBRE	76,66	77,4	76,74	77,24
DICIEMBRE	75,61	76,32	75,39	76,05



LISTA DE TABLAS

Tabla E. 1. Temperatura aire promedio zona SALA COMEDOR – COCINA, escenario A contra simulación.	93
Tabla E. 2. Temperatura aire promedio zona SALA COMEDOR – COCINA, escenario B contra simulación.	93
Tabla E. 3. Calculo del error para la temperatura del aire zona SALA-COMEDOR COCINA.	94
Tabla E. 4. Errores en temperatura del aire en los dos escenarios zona SALA-COCINA COMEDOR.	94
Tabla E. 5. Humedad Relativa promedio zona SALA COMEDOR – COCINA, escenario A contra simulación.	94
Tabla E. 6. Humedad Relativa promedio zona SALA COMEDOR – COCINA, escenario B contra simulación.	95
Tabla E. 7. Calculo del error para la humedad relativa SALA-COMEDOR COCINA.	96
Tabla E. 8. Errores en humedad relativa en los dos escenarios zona SALA-COCINA COMEDOR.	96
Tabla E. 9. Temperatura aire promedio zona ESCALERAS 1 P1, escenario A contra simulación.	97
Tabla E. 10. Temperatura aire promedio zona ESCALERAS 1 P1, escenario B contra simulación.	97
Tabla E. 11. Calculo del error para la temperatura del aire zona ESCALERAS 1 P1.	98
Tabla E. 12. Errores en temperatura del aire en los dos escenarios zona escaleras 1 P1.	98
Tabla E. 13. Humedad Relativa promedio zona ESCALERAS 1 P1, escenario A contra simulación.	99
Tabla E. 14. Humedad Relativa promedio zona ESCALERAS 1 P1, escenario B contra simulación.	99
Tabla E. 15. Calculo del error para la humedad relativa zona ESCALERAS 1 P1.	100
Tabla E. 16. Errores en humedad relativa en los dos escenarios zona ESCALERAS 1 P1.	100
Tabla E. 17. Temperatura aire promedio zona ESCALERAS 2 P1, escenario A contra simulación.	101
Tabla E. 18. Temperatura aire promedio zona ESCALERAS 2 P1, escenario B contra simulación.	101
Tabla E. 19. Calculo del error para la temperatura del aire zona ESCALERAS 2 P1.	102

Tabla E. 20. Errores en temperatura del aire en los dos escenarios zona ESCALERAS 2 P1.	102
Tabla E. 21. Humedad Relativa promedio zona ESCALERAS 2 P1, escenario A contra simulación.	103
Tabla E. 22. Humedad Relativa promedio zona ESCALERAS 2 P1, escenario B contra simulación.	103
Tabla E. 23. Calculo del error para la temperatura del aire zona ESCALERAS 2 P1.	104
Tabla E. 24. Errores en humedad relativa en los dos escenarios zona ESCALERAS 2 P1. .	104
Tabla E. 25. Temperatura aire promedio zona PATIO P1, escenario A contra simulación. ...	105
Tabla E. 26. Temperatura aire promedio zona PATIO P1, escenario B contra simulación. ...	105
Tabla E. 27. Calculo del error para la temperatura del aire zona PATIO P1.....	106
Tabla E. 28. Errores en temperatura del aire en los dos escenarios zona SALA-COCINA COMEDOR.....	106
Tabla E. 29. Humedad Relativa promedio zona PATIO P1, escenario A contra simulación. .	107
Tabla E. 30. Humedad Relativa promedio zona PATIO P1, escenario B contra simulación. .	107
Tabla E. 31. Calculo del error para la temperatura del aire zona SALA-COMEDOR COCINA.	108
Tabla E. 32. Errores en humedad relativa en los dos escenarios zona PATIO P1.....	108
Tabla E. 33. Temperatura aire promedio zona BAÑO P1, escenario A contra simulación.	109
Tabla E. 34. Temperatura aire promedio zona BAÑO P1, escenario B contra simulación.	109
Tabla E. 35. Humedad Relativa promedio zona BAÑO P1, escenario A contra simulación. .	110
Tabla E. 36. Humedad Relativa promedio zona BAÑO P1, escenario B contra simulación. .	110
Tabla E. 37. Temperatura aire promedio zona ALCOBA BALCON, escenario A contra simulación.	111
Tabla E. 38. Temperatura aire promedio zona ALCOBA BALCON, escenario B contra simulación.	111
Tabla E. 39. Calculo del error para la temperatura del aire zona ALCOBA BALCON.	112
Tabla E. 40. Errores en temperatura del aire en los dos escenarios zona ALCOBA BALCON.	112
Tabla E. 41. Humedad Relativa zona ALCOBA BALCON, escenario A contra simulación. ...	113
Tabla E. 42. Humedad Relativa zona ALCOBA BALCON, escenario B contra simulación. ...	113
Tabla E. 43. Calculo del error para la humedad relativa zona ALCOBA BALCON.....	114
Tabla E. 44. Errores en humedad relativa en los dos escenarios zona ALCOBA PATIO	114

Tabla E. 45. Temperatura aire promedio zona ALCOBA PATIO, escenario A contra simulación.	115
Tabla E. 46. Temperatura aire promedio zona ALCOBA PATIO, escenario A contra simulación.	115
Tabla E. 47. Calculo del error para la temperatura del aire zona ALCOBA PATIO.	116
Tabla E. 48. Errores en temperatura del aire en los dos escenarios zona ALCOBA PATIO.	116
Tabla E. 49. Humedad Relativa promedio zona ALCOBA PATIO, escenario A contra simulación.	117
Tabla E. 50. Humedad Relativa promedio zona ALCOBA PATIO, escenario A contra simulación.	117
Tabla E. 51. Cálculo del error para la humedad relativa ALCOBA PATIO.	118
Tabla E. 52. Errores en humedad relativa en los dos escenarios zona ALCOBA PATIO.	118
Tabla E. 53. Temperatura aire promedio zona BAÑO P2, escenario A contra simulación.	119
Tabla E. 54. Temperatura aire promedio zona BAÑO P2, escenario B contra simulación.	119
Tabla E. 55. Calculo del error para la temperatura del aire zona BAÑO P2.	120
Tabla E. 56. Errores en temperatura del aire en los dos escenarios zona BAÑO P2.	120
Tabla E. 57. Humedad Relativa promedio zona BAÑO P2, escenario A contra simulación.	121
Tabla E. 58. Humedad Relativa promedio zona BAÑO P2, escenario B contra simulación.	121
Tabla E. 59. Calculo del error para la humedad relativa zona BAÑO P2.	122
Tabla E. 60. Errores en humedad relativa en los dos escenarios zona BAÑO P2.	122
Tabla E. 61. Temperatura aire promedio zona ESCALERAS 2 P2, escenario A contra simulación.	122
Tabla E. 62. Temperatura aire promedio zona ESCALERAS 2 P2, escenario B contra simulación.	123
Tabla E. 63. Calculo del error para la temperatura del aire zona ESCALERAS 2 P2.	124
Tabla E. 64. Errores en temperatura del aire en los dos escenarios zona ESCALERAS 2 P2.	124
Tabla E. 65. Humedad Relativa promedio zona ESCALERAS 2 P2, escenario A contra simulación.	125
Tabla E. 66. Humedad Relativa promedio zona ESCALERAS 2 P2, escenario B contra simulación.	125
Tabla E. 67. Calculo del error para LA humedad relativa zona ESCALERAS 2 P2.	126

Tabla E. 68. Errores en humedad relativa en los dos escenarios zona ESCALERAS 2 P2. .	126
Tabla E. 69. Temperatura del aire promedio zona SALA COMEDOR - COCINA en las cuatro orientaciones el 27 de Marzo.....	134
Tabla E. 70. Humedad Relativa promedio zona SALA COMEDOR - COCINA en las cuatro orientaciones el 27 de Marzo.....	135
Tabla E. 71. Temperatura del aire promedio zona BAÑO P1 en las cuatro orientaciones el 27 de Marzo.	136
Tabla E. 72. Humedad Relativa promedio zona BAÑO P1 en las cuatro orientaciones el 27 de Marzo.....	137
Tabla E. 73. Temperatura del aire promedio zona ESCALERA 1 P1 en las cuatro orientaciones el 27 de Marzo.....	138
Tabla E. 74 . Humedad Relativa promedio zona ESCALERA 1 P1 en las cuatro orientaciones el 27 de Marzo.	139
Tabla E. 75.temperatura del aire promedio zona ESCALERA 2 P1 en las cuatro orientaciones el 27 de Marzo.	140
Tabla E. 76. Humedad Relativa promedio zona ESCALERA 2 P1 en las cuatro orientaciones el 27 de Marzo.	141
Tabla E. 77. Temperatura del aire promedio zona PATIO P1 en las cuatro orientaciones el 27 de Marzo.	142
Tabla E. 78. Humedad Relativa promedio zona PATIO P1 en las cuatro orientaciones el 27 de Marzo.	143
Tabla E. 79. Temperatura del aire promedio zona ALCOBA BALCON en las cuatro orientaciones el 27 de Marzo.....	144
Tabla E. 80. Humedad Relativa promedio zona ALCOBA BALCON en las cuatro orientaciones el 27 de Marzo.....	145
Tabla E. 81. Temperatura del aire promedio zona ALCOBA PATIO en las cuatro orientaciones el 27 de Marzo.....	146
Tabla E. 82. Humedad Relativa promedio zona ALCOBA PATIO en las cuatro orientaciones el 27 de Marzo.	147
Tabla E. 83. Temperatura del aire promedio zona BAÑO P2 en las cuatro orientaciones el 27 de Marzo.	148

Tabla E. 84. Humedad Relativa promedio zona BAÑO P2 en las cuatro orientaciones el 27 de Marzo.....	149
Tabla E. 85. Temperatura del aire promedio zona ESCALERAS 2 P2 en las cuatro orientaciones el 27 de Marzo.....	150
Tabla E. 86. Humedad Relativa promedio zona ESCALERAS 2 P2 en las cuatro orientaciones el 27 de Marzo.....	151
Tabla E. 87. Simulación Mensual Anual de temperatura del aire promedio, zona SALA COMEDOR - COCINA en las cuatro orientaciones.	152
Tabla E. 88. Simulación Mensual anual de Humedad Relativa promedio, zona SALA COMEDOR - COCINA en las cuatro orientaciones.	153
Tabla E. 89. Simulación Mensual Anual de temperatura del aire promedio, zona BAÑO P1 en las cuatro orientaciones.....	154
Tabla E. 90. Simulación Mensual anual de Humedad Relativa promedio, zona BAÑO P1 en las cuatro orientaciones.....	155
Tabla E. 91. Simulación Mensual Anual de temperatura del aire promedio, zona ESCALERA 1 P1 en las cuatro orientaciones.....	156
Tabla E. 92. Simulación Mensual anual de Humedad Relativa promedio, zona ESCALERA 1 P1 en las cuatro orientaciones.	157
Tabla E. 93. Simulación Mensual Anual de temperatura del aire promedio, zona ESCALERA 2 P1 en las cuatro orientaciones.....	158
Tabla E. 94. Simulación Mensual anual de Humedad Relativa promedio, zona ESCALERA 2 P1 en las cuatro orientaciones.	159
Tabla E. 95. Simulación Mensual Anual de temperatura del aire promedio, zona PATIO P1 en las cuatro orientaciones.....	160
Tabla E. 96. Simulación Mensual anual de Humedad Relativa promedio, zona PATIO P1 en las cuatro orientaciones.....	161
Tabla E. 97. Simulación Mensual Anual de temperatura del aire promedio, zona ALCOBA BALCON en las cuatro orientaciones.	162
Tabla E. 98. Simulación Mensual anual de Humedad Relativa promedio, zona ALCOBA BALCON en las cuatro orientaciones.	163
Tabla E. 99. Simulación Mensual Anual de temperatura del aire promedio, zona ALCOBA PATIO en las cuatro orientaciones.....	164

Tabla E. 100. Simulación Mensual anual de Humedad Relativa promedio, zona ALCOBA PATIO en las cuatro orientaciones.	165
Tabla E. 101. Simulación Mensual Anual de temperatura del aire promedio, zona BAÑO P2 en las cuatro orientaciones.	166
Tabla E. 102. Simulación Mensual anual de Humedad Relativa promedio, zona BAÑO P2 en las cuatro orientaciones.	167
Tabla E. 103. Simulación Mensual Anual de temperatura del aire promedio, zona ESCALERAS 2 P2 en las cuatro orientaciones.	168
Tabla E. 104. Simulación Mensual anual de Humedad Relativa promedio, zona ESCALERAS 2 P2 en las cuatro orientaciones.	169

LISTA DE FIGURAS

Figura E. 1. Escenario de simulación con la fachada mirando al Sur y con vivienda adyacente.	92
Figura E. 2. Gráficas del error en cada escenario zona SALA COCINA-COCINA COMEDOR.	94
Figura E. 3. Gráficas del error en cada escenario zona SALA COCINA-COCINA COMEDOR.	96
Figura E. 4. Gráficas del error en cada escenario zona ESCALERAS 1 P1.	98
Figura E. 5. Gráficas del error en cada escenario zona ESCALERAS 1 P1.	100
Figura E. 6. Gráficas del error en cada escenario zona ESCALERAS 2 P1.	102
Figura E. 7. Gráficas del error en cada escenario zona ESCALERAS 2 P1.	104
Figura E. 8. Gráficas del error en cada escenario zona PATIO P1.	106
Figura E. 9. Gráficas del error en cada escenario zona PATIO P1.	108
Figura E. 10. Gráficas del error en cada escenario zona ALCOBA BALCON.	112
Figura E. 11. Gráficas del error en cada escenario zona ALCOBA BALCON.	114
Figura E. 12. Gráficas del error en cada escenario zona ALCOBA PATIO.	116
Figura E. 13. Gráficas del error en cada escenario zona ALCOBA PATIO.	118
Figura E. 14. Gráficas del error en cada escenario zona BAÑO P2.	120
Figura E. 15. Gráficas del error en cada escenario zona BAÑO P2.	122
Figura E. 16. Gráficas del error en cada escenario zona ESCALERAS 2 P2.	124
Figura E. 17. Gráficas del error en cada escenario zona ESCALERAS 2 P2.	126

ANEXO F

SIMULACIONES DE ILUMINACION (DAYLIGHTING).

Con el fin de validar los resultados obtenidos por el software en cuanto a iluminación natural, se decide compararlos con las medidas tomadas en campo el día 27 de marzo, de manera que se logre evidenciar que tan cerca están los datos medidos con los datos simulados.

El análisis de éste tipo de datos en especial son muy subjetivos debido a que la naturaleza de la variable en cuestión (iluminación), y la manera en la que el software arroja resultados, no permite dar valores exactos en cada punto de las zonas de la vivienda, pero aun así sirven como referencia de comparación con datos reales del sitio.

Las medidas se realizaron con el fin de comprobar que en el interior de la vivienda se cuenta con un nivel de iluminación que cumpla con los requerimientos mínimos que se presentaron en la Tabla 1 en apartados anteriores.

Ya que el software no arroja valores numéricos de niveles de luminosidad hora a hora sino arroja un mapa de colores, es imposible estimar el nivel de luminosidad exacto en una zona específica, para lo cual se realizó una toma de datos de niveles de luz natural hora a hora y de esta manera poderlos comparar con los valores que arrojan las simulaciones.

F.3.1 DESCRIPCIÓN PROCESO DE MEDICIÓN

Se realizó la toma de datos desde las 8 de la mañana hasta las 5 de la tarde en intervalos de tiempo de una hora en cada zona de la vivienda, en los puntos que se describen a continuación:

Tabla F. 1. Descripción de las diferentes zonas de la vivienda. Fuente: Autores.

ZONA	DESCRIPCION
A, B, C, D, E, F, G	Sala comedor - cocina

H	Baño (Piso 1)
I	Patio de ropas (Piso 1)
J	Escaleras
K, L, W	Habitación balcón (Piso 2)
M	Baño (Piso 2)
N	Descanso (Piso 2)
O, P, Q	Habitación patio (Piso 2)

Figura F. 1. Descripción de puntos en donde se tomaron variables climáticas al interior de cada zona



Fuente: Tomada de: [1].

Para validar la proximidad de los valores de niveles de luminosidad medidos en cada zona de la vivienda, y niveles de luminosidad simulados, se escogieron 3 medidas de las 19 que se tomaron, ya que se consideró que a esas tres horas, era importante evaluar los niveles de luminosidad presentes en la vivienda. Por tal motivo se decide simular el día 27 de marzo a las 9 de la mañana, a las 12 del mediodía y a las 5 de la tarde para contrastar las imágenes arrojadas por el software, con los datos medidos a esas mismas horas.

A continuación se presentan los datos de las tres medidas hechas zona por zona para el escenario B con sus correspondientes simulaciones.

Tabla F. 2. Toma de datos en campo de Iluminación Natural en la VIS seleccionada. Fuente: Autores.

ILUMINACION [Lx]																	
TOMA DE DATOS LA FERIA IV ETAPA - FACHADA HACIA EL SUR DEL 27 DE MARZO																	
HORA	A	B	C	D	E	F	G	I	J	K	L	W	M	N	O	P	Q
9:00	604	373	798	903	1550	500	96,0	1996	51,7	1550	540	1940	60,9	87,1	98,1	266	937
12:00	890	848	1950	1610	2670	2320	238,0	10210	320,0	2950	790	42000	290,0	91,0	70,5	365	2060
5:00	324	446	1460	1225,0	2590,0	1754,0	73,1	3930	240,0	2720	950	3580	20,6	178,6	235,0	2670	3600

Figura F. 2. Simulación de iluminación natural (Daylighting), zona SALA COMEDOR - COCINA a las 9:00 am. Fuente: Autores.

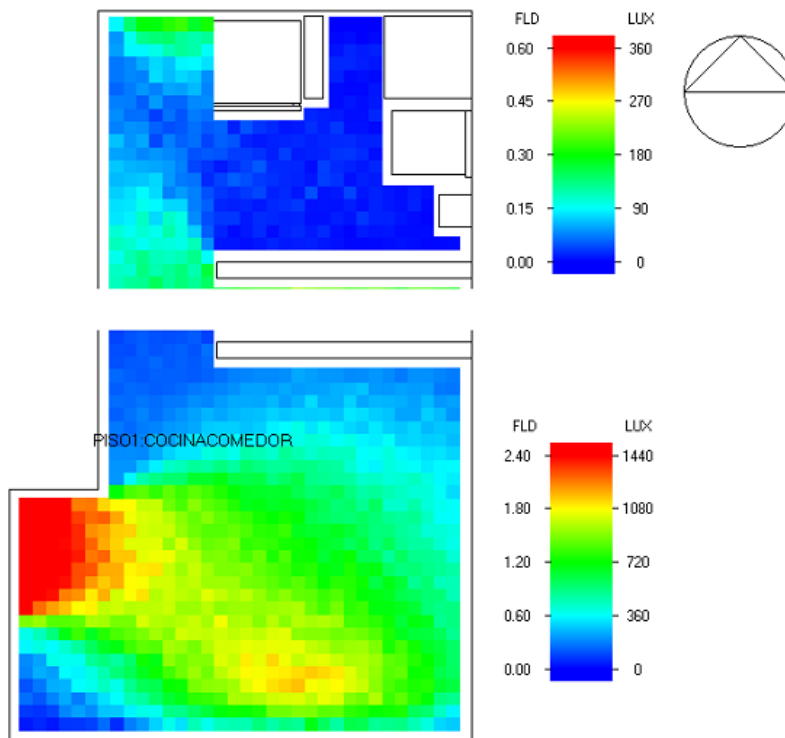


Figura F. 3 . Simulación de iluminación natural (Daylighting), zona PATIO P1 a las 9:00 am.
Fuente: Autores.

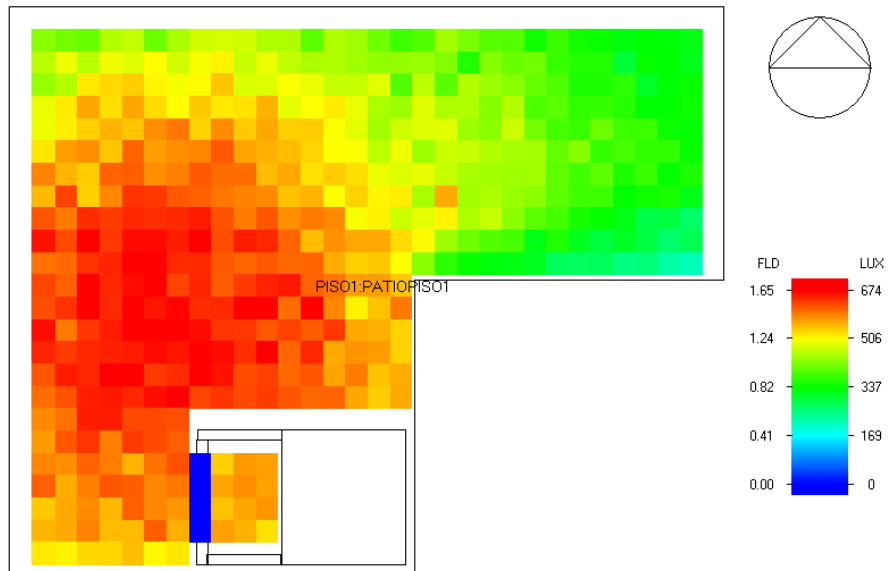


Figura F. 4. Simulación de iluminación natural (Daylighting), zona ESCALERAS 1 P1 a las 9:00 am. Fuente: Autores.

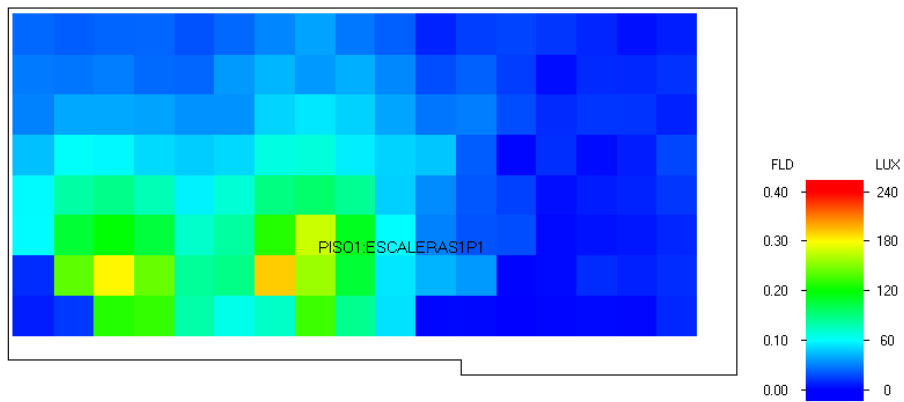


Figura F. 5. Simulación de iluminación natural (Daylighting), zona ALCOBA BALCON a las 9:00 am. Fuente: Autores.

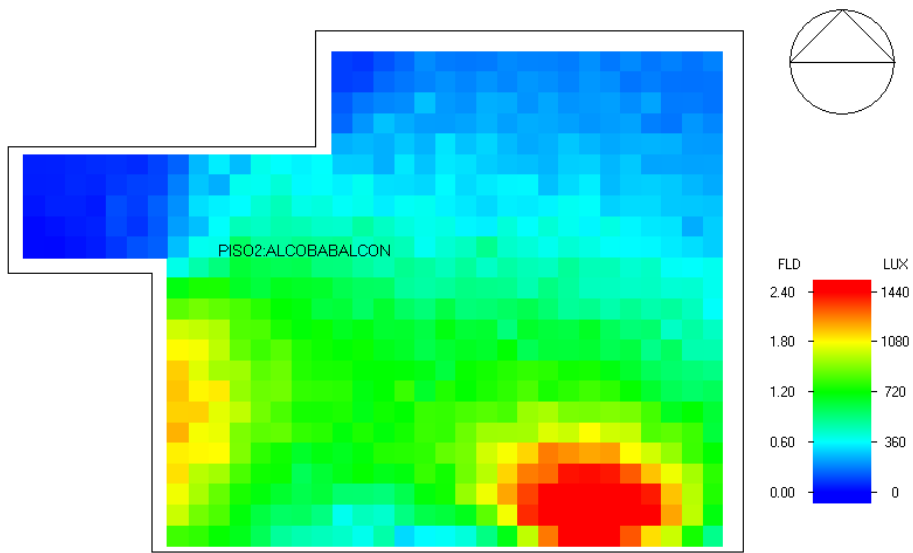


Figura F. 6. Simulación de iluminación natural (Daylighting), zona ALCOBA PATIO a las 9:00 am. Fuente: Autores.

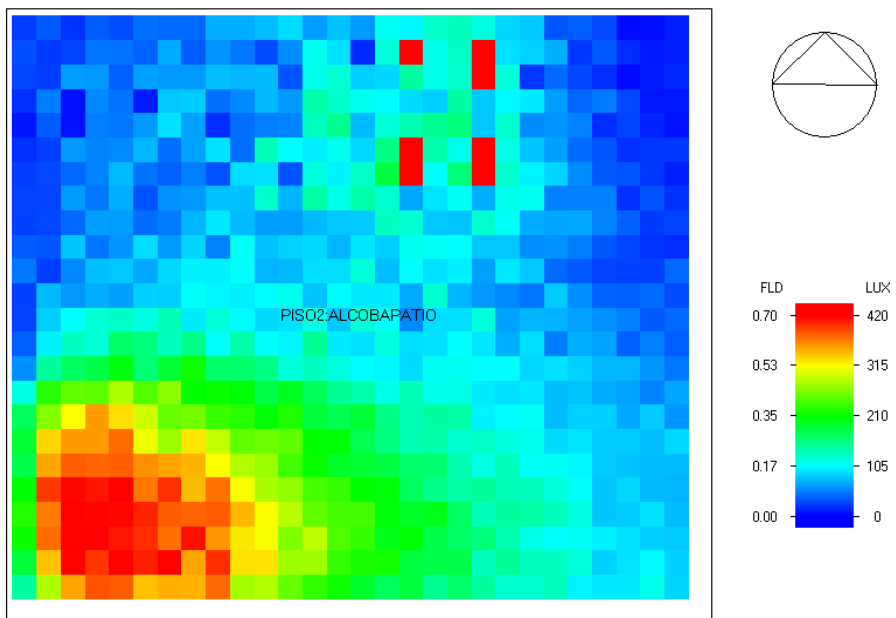


Figura F. 7. Simulación de iluminación natural (Daylighting), zona BAÑO P2 a las 9:00 am.
Fuente: Autores.

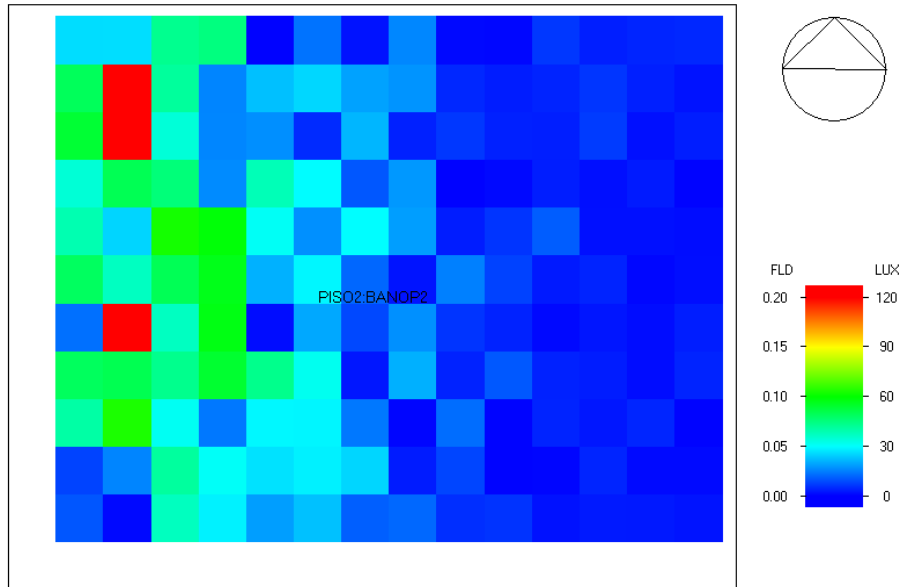
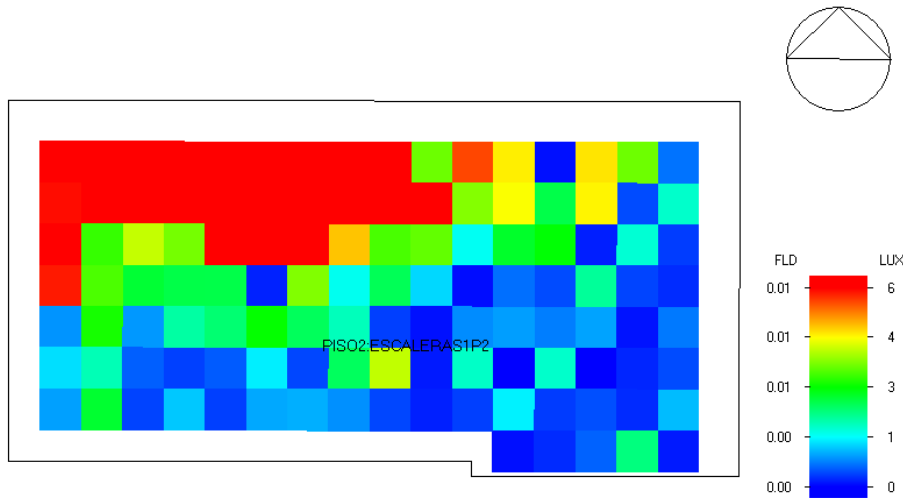


Figura F. 8. Simulación de iluminación natural (Daylighting), zona ESCALERAS 1 P2 a las 9:00 am. Fuente: Autores.



F.3.2 SIMULACIONES A LAS 12:00 M DEL 27 DE MARZO

Figura F. 9. Simulación de Iluminación natural (Daylighting), zona SALA COCINA.COMEDOR a las 12:00 m. Fuente: Autores.

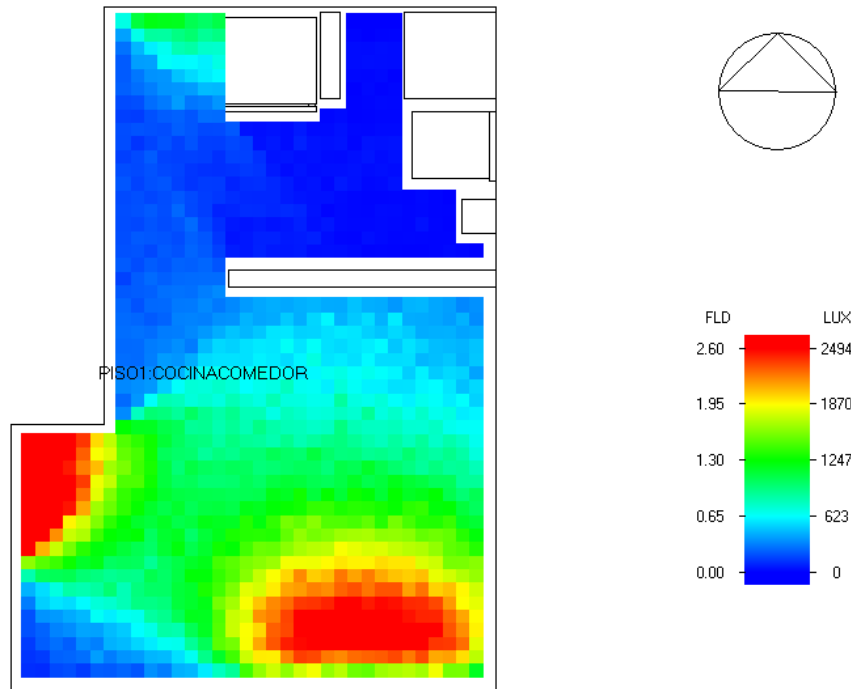


Figura F. 10. Simulación de Iluminación natural (Daylighting), zona PATIO P1 a las 12:00 m. Fuente: Autores.

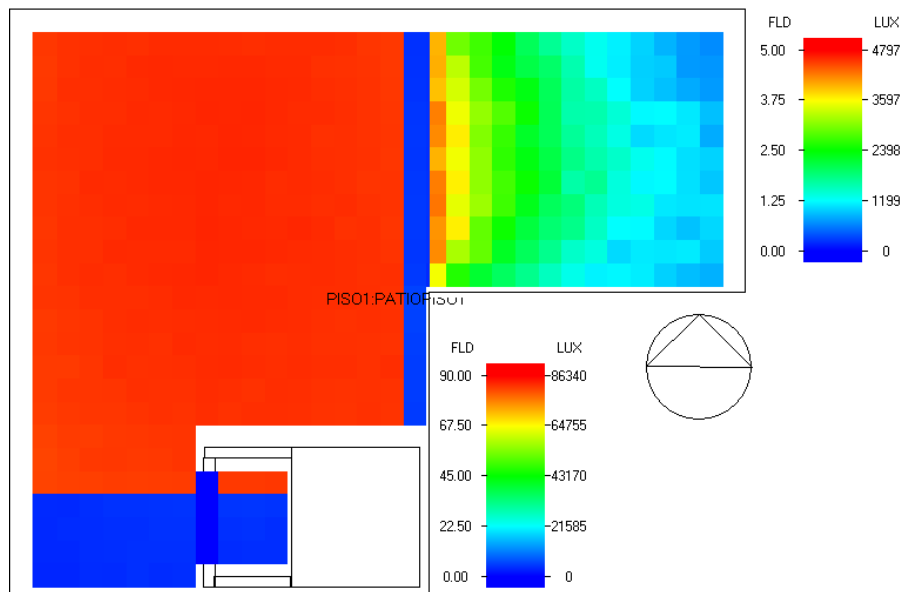


Figura F. 11. Simulación de iluminación natural (Daylighting), zona ESCALERAS 1 P2 a las 12:00 m. Fuente: Autores.

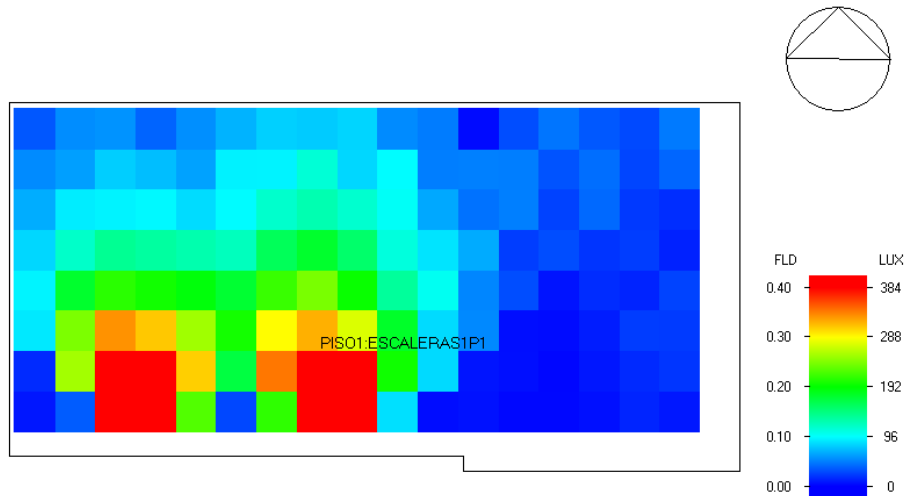


Figura F. 12. Simulación de iluminación natural (Daylighting), zona ALCOBA BALCON a las 12:00 m. Fuente: Autores.

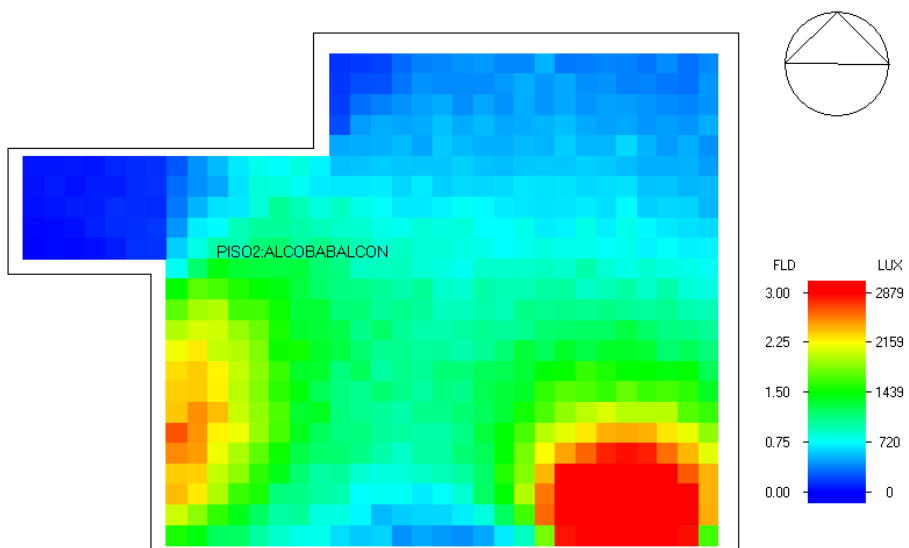


Figura F. 13. Simulación de iluminación natural (Daylighting), zona ALCOBA PATIO a las 12:00 m. Fuente: Autores.

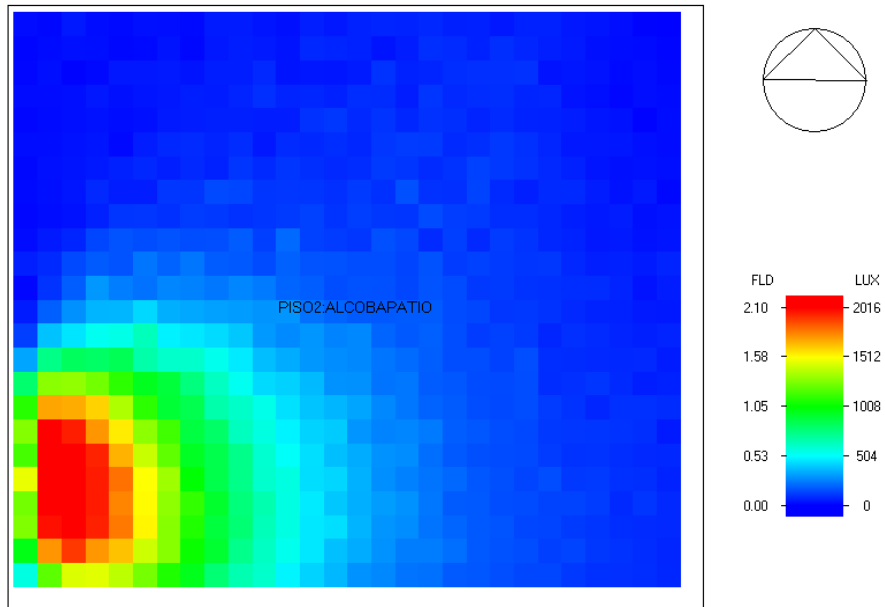


Figura F. 14. Simulación de iluminación natural (Daylighting), zona BAÑO P1 a las 12:00 m. Fuente: Autores.

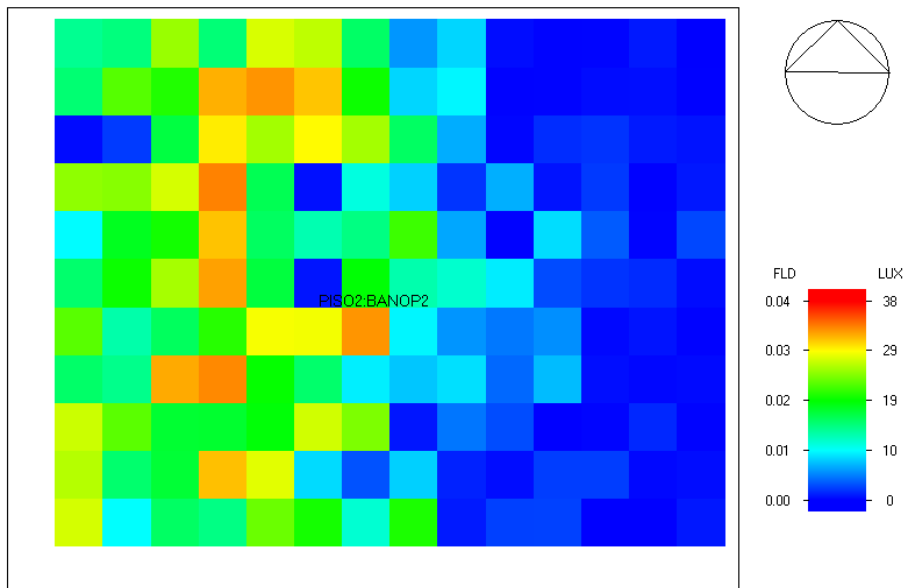
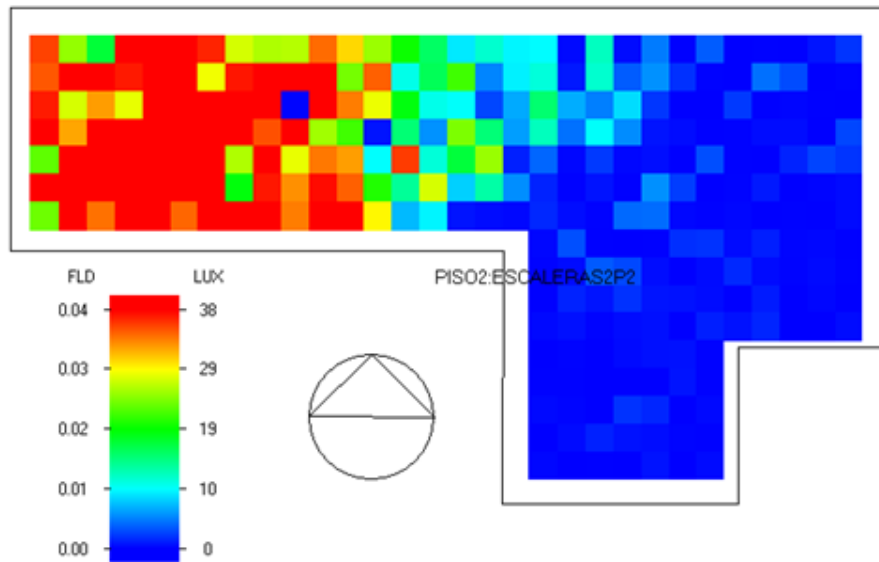


Figura F. 15. Simulación de iluminación natural (Daylighting), zona ESCALERAS 2 P2 a las 12:00. m. Fuente: Autores.



F.3.3 SIMULACIONES A LAS 5 PM DEL 27 DE MARZO.

Figura F. 16. Simulación de iluminación natural (Daylighting), zona SALA COCINA - COMEDOR a las 5:00 pm. Fuente: Autores.

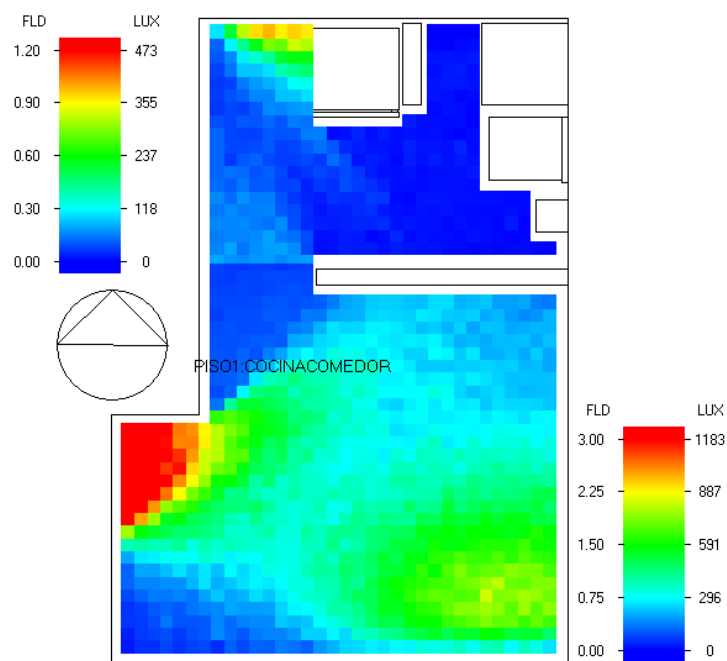


Figura F. 17. Simulación de iluminación natural (Daylighting), zona PATIO P1 a las 5:00 pm. Fuente: Autores.

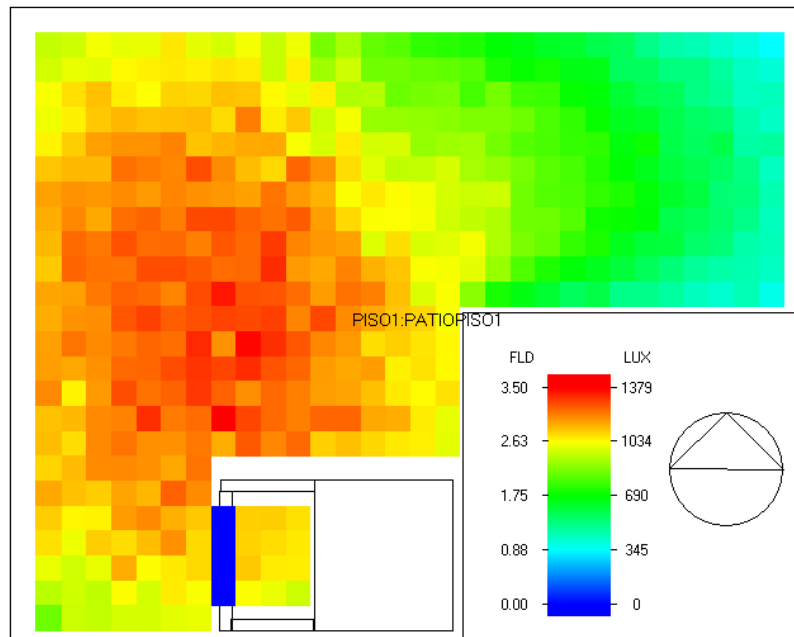


Figura F. 18. Simulación de iluminación natural (Daylighting), zona ESCALERAS 1 P1 a las 5:00 pm. Fuente: Autores.

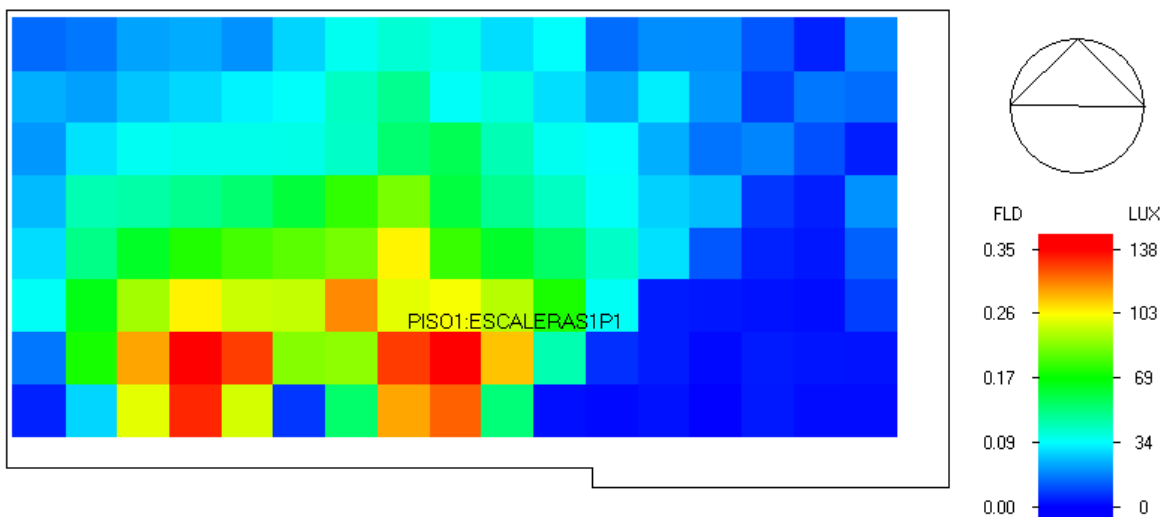


Figura F. 19. Simulación de iluminación natural (Daylighting), zona HABITAVCION BALCON a las 5:00 pm. Fuente: Autores.

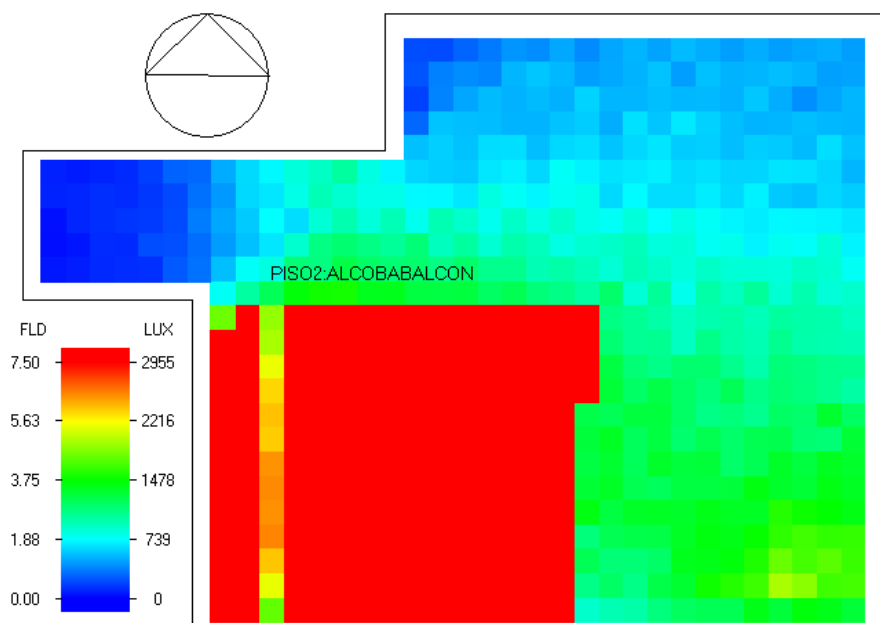


Figura F. 20. Simulación de iluminación natural (Daylighting), zona HABITAVCION BALCON a las 5:00 pm. Fuente: Autores.

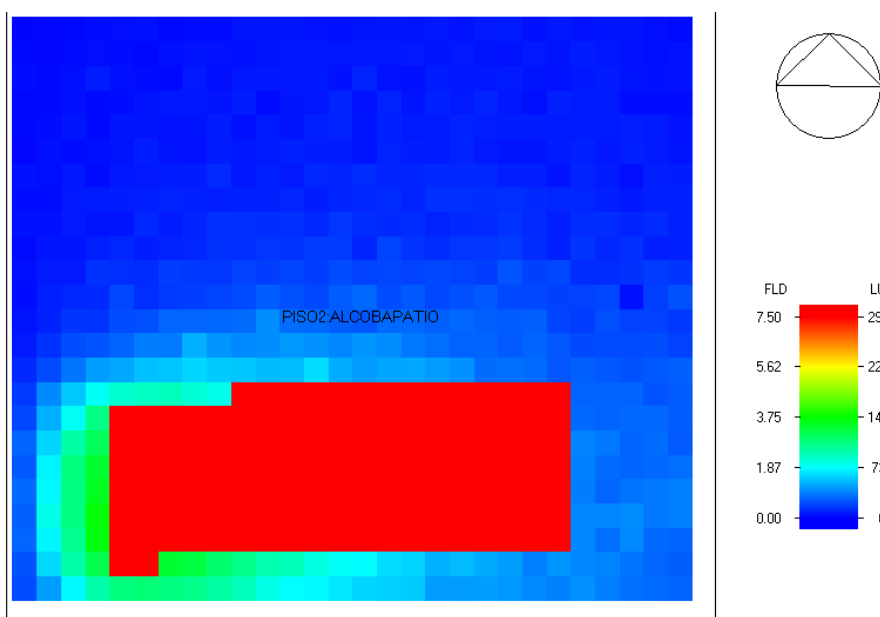


Figura F. 21. Simulación de iluminación natural (Daylighting), zona BAÑO PISO 2 a las 5:00 pm. Fuente: Autores.

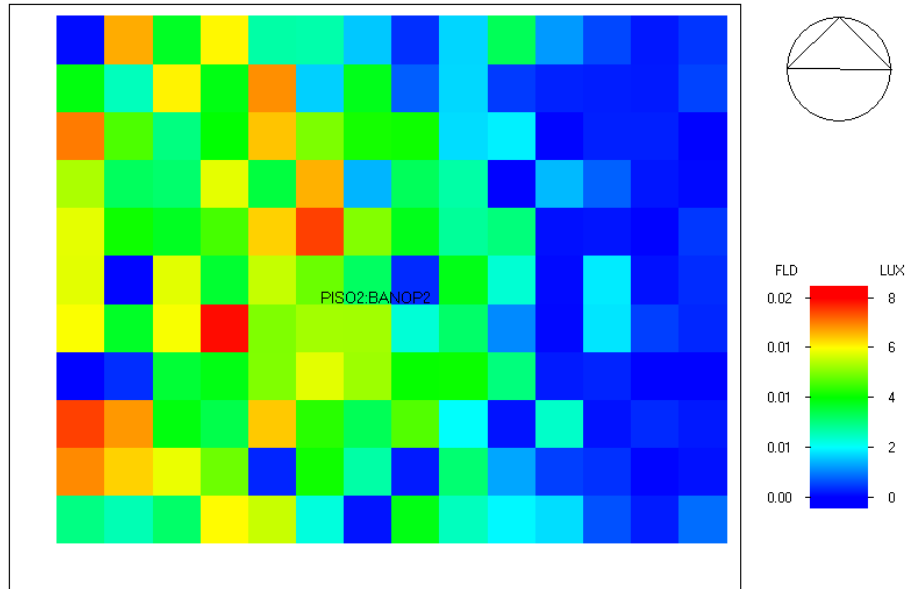
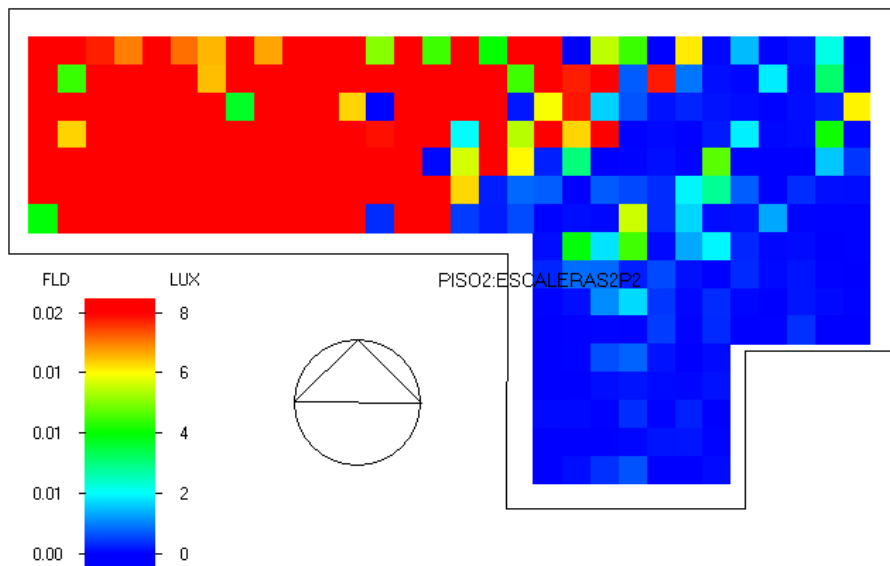


Figura F. 22. Simulación de iluminación natural (Daylighting), zona BAÑO PISO 2 a las 5:00 pm. Fuente: Autores.



F.3.4 OBSERVACIONES SIMULACIÓN DE LUZ NATURAL:

Se decide analizar la iluminación natural al interior de la vivienda a tres horas distintas del día: a las 9 am, 12 m y a las 5 pm, por considerar que se debían tener datos de iluminación cuando apenas estuviese saliendo el sol, cuando estuviese justo encima de la vivienda, y cuando estuviese próximo a ocultarse. A continuación se hará un resumen general del comportamiento de luz natural en cada zona de la vivienda.

En las horas de la mañana y teniendo en cuenta que hasta ahora asoman los primeros rayos de sol, los niveles de iluminación dentro de la vivienda son buenos, y se observa que la puerta principal y las dos ventanas exteriores ubicadas en la fachada de la vivienda, son una buena fuente de luz natural, a pesar de que la puerta está ubicada en el extremo opuesto de la salida del sol. Lo mismo sucede a mediodía y en la tarde, donde a pesar que el sol cambia de posición respecto de la vivienda, la iluminación es buena en algunos casos y aceptables en otros.

A pesar de que la resolución de la imagen no permite apreciar un valor exacto de luxes en cada punto de las diferentes zonas, se puede observar, si se compara con las medidas hechas con el luxómetro, que los resultados medidos están cerca de los simulados.

La zona de la SALA COMEDOR - COCINA no presenta problemas de falta de luz en ningún lugar y a ninguna hora del día (desde las 9 de la mañana hasta las 5 de la tarde) lo que concuerda con las observaciones hechas en campo el día que se hizo la toma de datos.

Las ventanas de la fachada, la puerta principal, y la abertura del techo del patio en la parte posterior de la vivienda, son fuentes de luz muy buena que permiten que la vivienda cuente durante la mayor parte del día con buena iluminación natural.

Para las zonas de las escaleras del primero piso se observa también que las dos aberturas que se encuentran ubicadas en uno de sus muros del primer piso y las 4 que se encuentran en unos de los muros del segundo piso, ayudan a proporcionar rezos de luz natural a esa zona, ya que como se puede observar en la Figura 71, la iluminación natural allí es baja en

comparación al resto de la vivienda, pero a pesar de ello, y según lo que se pudo observar en la propia vivienda, no habría mayor problema en cuanto a iluminación se refiere, por lo menos en las horas que se realizaron las medidas. Esto se puede verificar con los datos tomados, que se pueden apreciar en la tabla 72.

En la habitación del balcón, las ventanas proporcionan una excelente fuente de luz natural, por lo que esta zona no tiene problemas de iluminación.

La ALCOBA PATIO de la parte trasera del segundo piso, al tener solamente una ventana hacia el exterior en la parte izquierda y dos aberturas en la parte derecha de la vivienda (de 20cm x 20cm c/u), presenta niveles de iluminación un más bajos, durante todo el día, que la habitación del balcón, pero son niveles aceptables que permiten una actividad cómoda visualmente para quien ocupe ese espacio en ese momento.

A pesar de que en la zona del baño del segundo piso, su muro exterior se encuentra expuesto directamente a la luz solar en horas de la mañana, no cuenta con aberturas exteriores adecuadas que aprovechen dicha luz (solo existen dos aberturas de 20cm x 20cm c/u), por lo que la iluminación en esa zona es baja, aún más a mediodía y en las horas de la tarde haciéndose casi imposible realizar alguna actividad sin la ayuda de luz adicional (luz eléctrica). Esta zona en general es la que menores niveles de iluminación presenta en toda la vivienda.

La zona N ESCALERAS 2 P2 del segundo piso no tiene los mejores niveles de iluminación, pero según la experiencia en el sitio y los datos medidos y simulados, la iluminación es aceptable para la labor que se pueda llegar a presentar en dicha zona.

REFERENCIAS

- [1] “Sistemas Electronico de Contratacion Publica,” SANTANDER - INSTITUTO DE VI-VIENDA DE INTERÉS SOCIAL Y REFORMA URBANA DE BUCARAMANGA. [Online]. Available: <https://www.contratos.gov.co/consultas/detalleProceso.do?numConstancia=13-1-87813>.

LISTA DE TABLAS

Tabla F. 1. Descripción de las diferentes zonas de la vivienda.	177
Tabla F. 2. Toma de datos en campo de Iluminación Natural en la VIS seleccionada.	179

LISTA DE FIGURAS

Figura F. 1. Descripción de puntos en donde se tomaron variables climáticas al interior de cada zona	178
Figura F. 2. Simulación de iluminación natural (Daylighting), zona SALA COMEDOR - COCINA a las 9:00 am.	179
Figura F. 3 . Simulación de iluminación natural (Daylighting), zona PATIO P1 a las 9:00 am.	180
Figura F. 4. Simulación de iluminación natural (Daylighting), zona ESCALERAS 1 P1 a las 9:00 am.....	180
Figura F. 5.Simulación de iluminación natural (Daylighting), zona ALCOBA BALCON a las 9:00 am.....	181
Figura F. 6. Simulación de iluminación natural (Daylighting), zona ALCOBA PATIO a las 9:00 am.....	181
Figura F. 7. Simulación de iluminación natural (Daylighting), zona BAÑO P2 a las 9:00 am.	182
Figura F. 8. Simulación de iluminación natural (Daylighting), zona ESCALERAS 1 P2 a las 9:00 am.....	182
Figura F. 9. Simulación de Iluminación natural (Daylighting), zona SALA COCINA.COMEDOR a las 12:00 m.	183

Figura F. 10. Simulación de Iluminación natural (Daylighting), zona PATIO P1 a las 12:00 m.	183
Figura F. 11. Simulación de iluminación natural (Daylighting), zona ESCALERAS 1 P2 a las 12:00 m.....	184
Figura F. 12. Simulación de iluminación natural (Daylighting), zona ALCOBA BALCON a las 12:00 m.....	184
Figura F. 13. Simulación de iluminación natural (Daylighting), zona ALCOBA PATIO a las 12:00 m.....	185
Figura F. 14. Simulación de iluminación natural (Daylighting), zona BAÑO P1 a las 12:00 m.	185
Figura F. 15. Simulación de iluminación natural (Daylighting), zona ESCALERAS 2 P2 a las 12:00 m.....	186
Figura F. 16. Simulación de iluminación natural (Daylighting), zona SALA COCINA - COMEDOR a las 5:00 pm.....	186
Figura F. 17. Simulación de iluminación natural (Daylighting), zona PATIO P1 a las 5:00 pm.	187
Figura F. 18. Simulación de iluminación natural (Daylighting), zona ESCALERAS 1 P1 a las 5:00 pm.....	187
Figura F. 19. Simulación de iluminación natural (Daylighting), zona HABITAVCION BALCON a las 5:00 pm.	188
Figura F. 20. Simulación de iluminación natural (Daylighting), zona HABITAVCION BALCON a las 5:00 pm.	188
Figura F. 21. Simulación de iluminación natural (Daylighting), zona BAÑO PISO 2 a las 5:00 pm.....	189
Figura F. 22. Simulación de iluminación natural (Daylighting), zona BAÑO PISO 2 a las 5:00 pm.....	189

ANEXO G

SIMULACIONES DE GANANCIAS TERMICAS

El software permite evaluar mediante simulaciones anuales, mensuales, diarias y horarias algunos de los factores a tener en cuenta en el análisis del comportamiento energético de la vivienda. Estos factores se deben analizar como una serie de resultados que en conjunto permiten justificar resultados de confort o desconfort al interior de la misma.

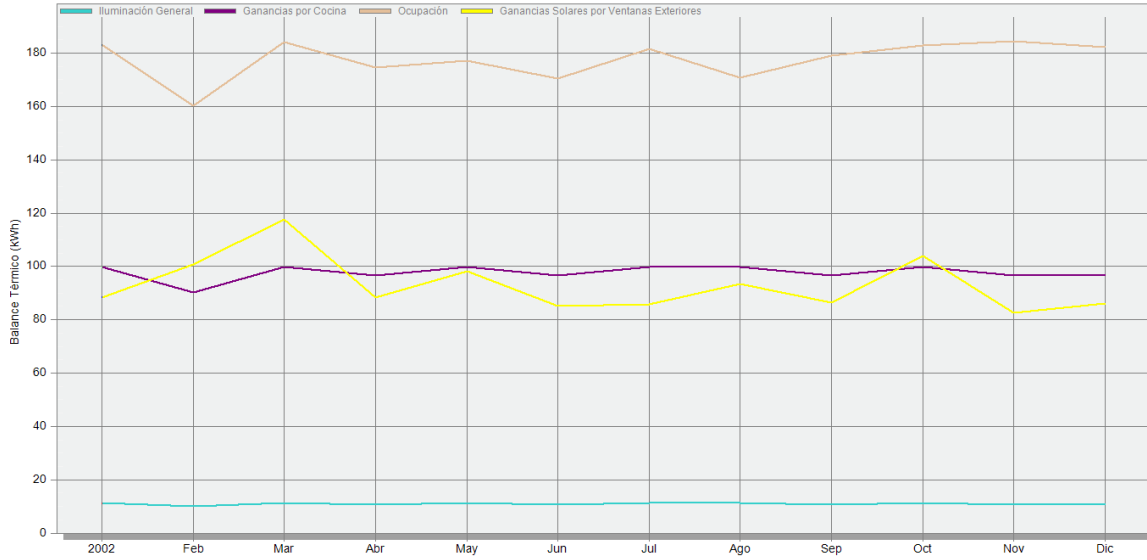
A continuación se presentaran las definiciones de los datos que arroja el software en forma de gráfica, con el fin de poder comprender mejor el significado de ésta, y entender los resultados generados.

- ✓ La ganancia por iluminación general se dan por el flujo de calor debido a la iluminación general en el interior de la vivienda.
- ✓ Las ganancias por cocina se relacionan con el flujo total de calor debido a los equipos de cocción.
- ✓ La ganancia por ocupación es debida a los ocupantes y al flujo de calor que ellos pueden aportar a la zona que se encuentran. Esta ganancia depende en buena medida de la cantidad de personas al interior de la vivienda, y del tiempo que estén dentro de dicha zona.
- ✓ La ganancia por acristalamiento se relacionan con el flujo total de calor hacia la zona proveniente del vidrio, marcos y divisores del acristalamiento exterior, excluyendo la radiación de onda corta transmitida.

ORIENTACION 1: Fachada hacia el occidente

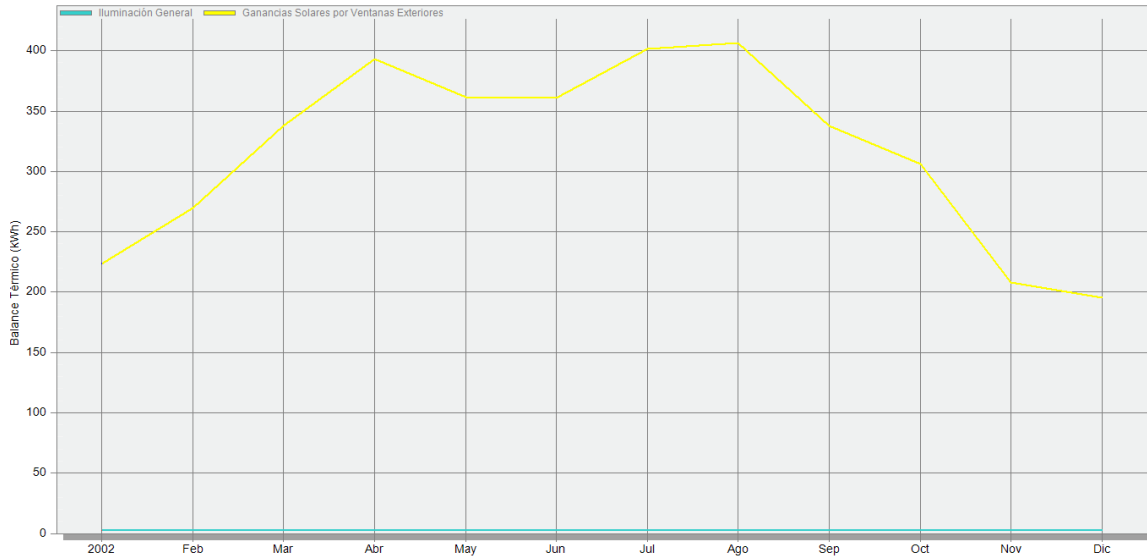
- Zona cocina comedor:

Figura G.1. Ganancias internas zona cocina comedor.



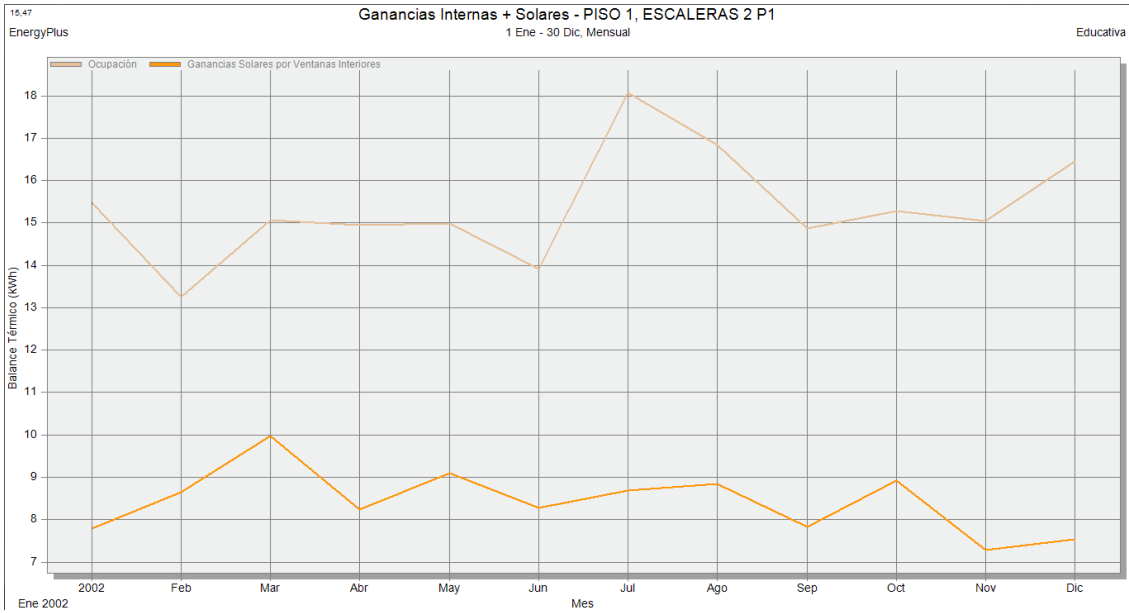
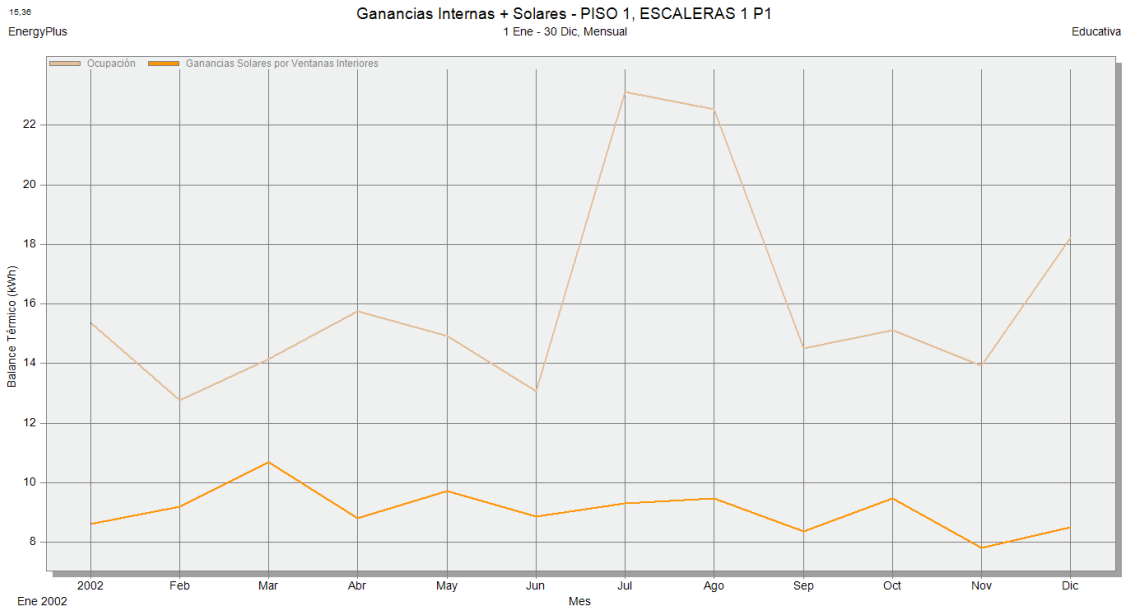
- Zona patio:

Figura G. 2 Ganancias solares patio. Fuente: Autores.



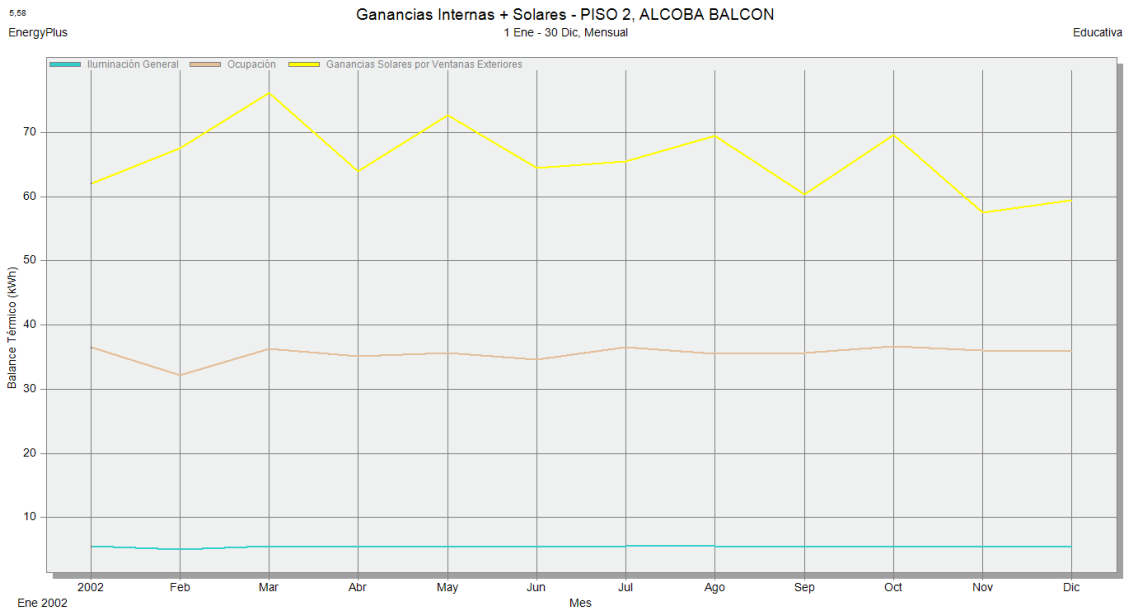
- Zona escaleras

Figura G. 3 Ganancias solares escaleras. Fuente: Autores.



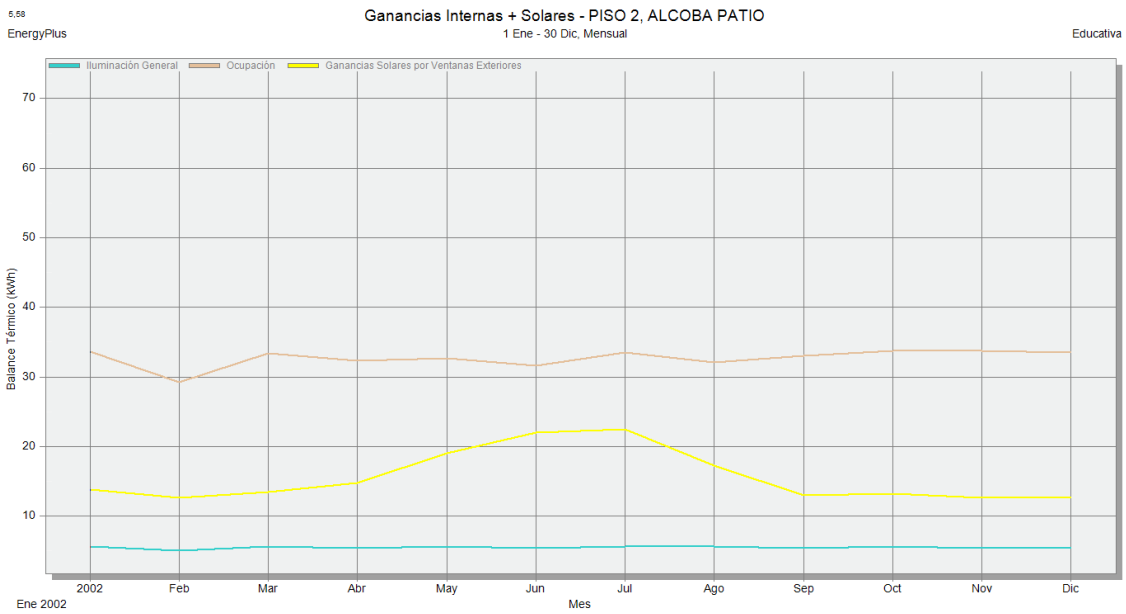
- Zona habitación balcón:

Figura G. 4 Ganancias solares alcoba balcón. Fuente: Autores.



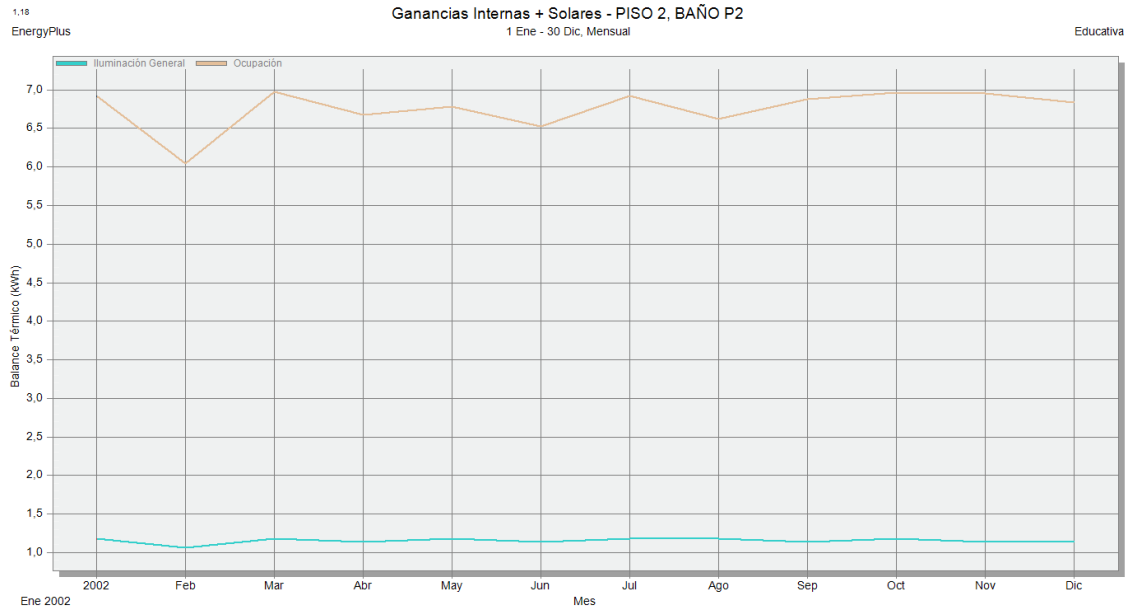
- Zona habitación patio

Figura G. 5 Ganancias solares habitación patio. Fuente: Autores.



Zona baño piso 2:

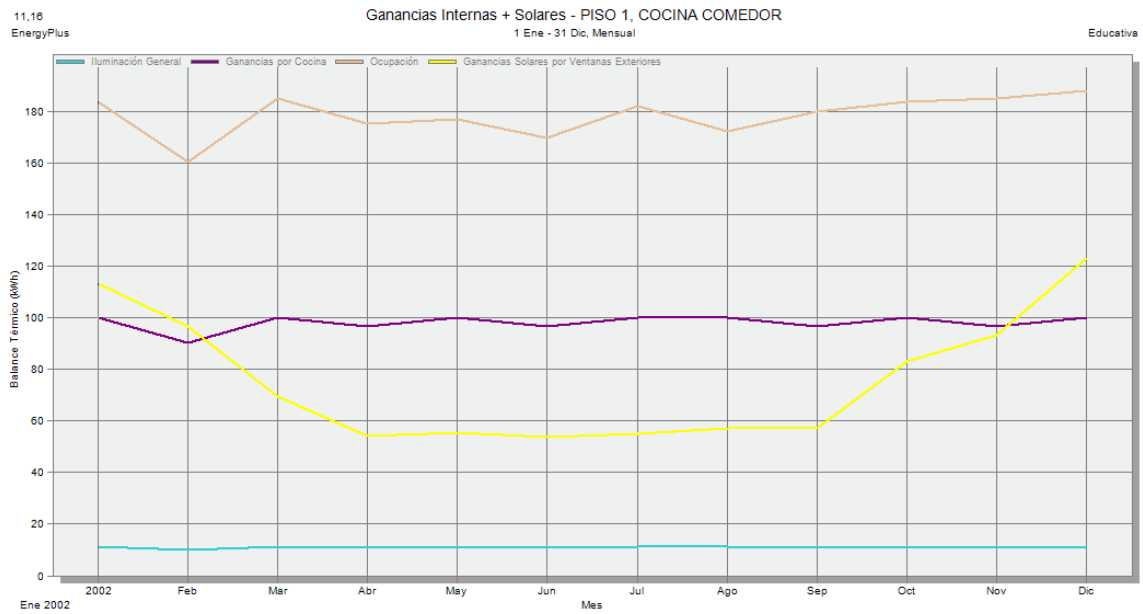
Figura G. 6 Ganancias solares baño piso 2. Fuente: Autores.



ORIENTACION 2: Fachada hacia el sur

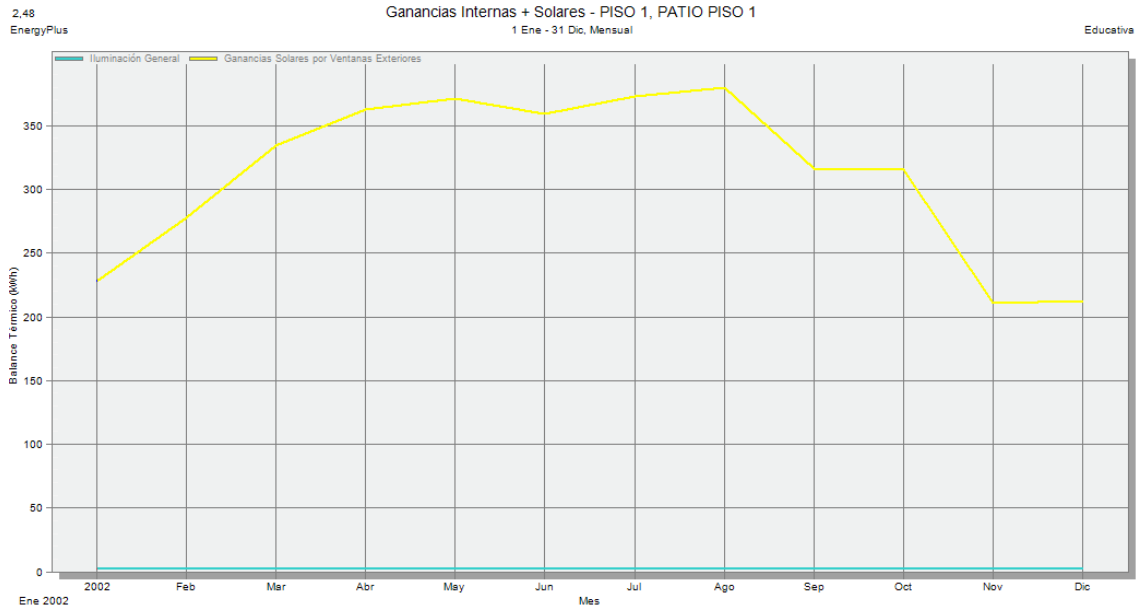
Zona cocina comedor:

Figura G. 7 Ganancias solares cocina-comedor. Fuente: Autores.



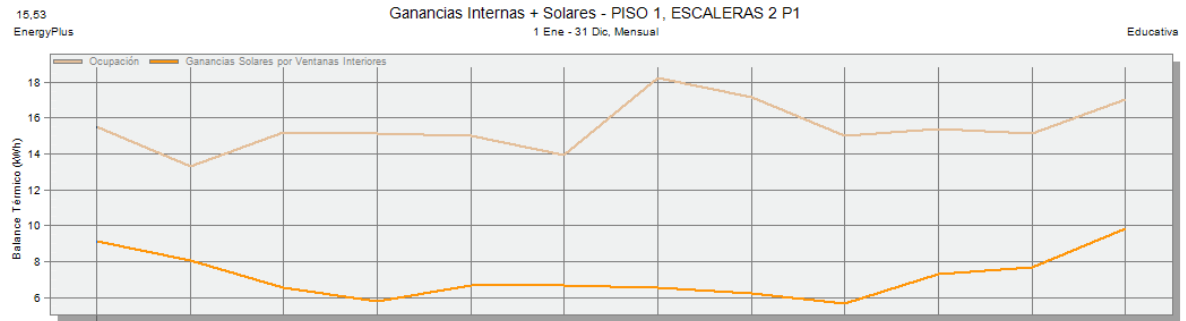
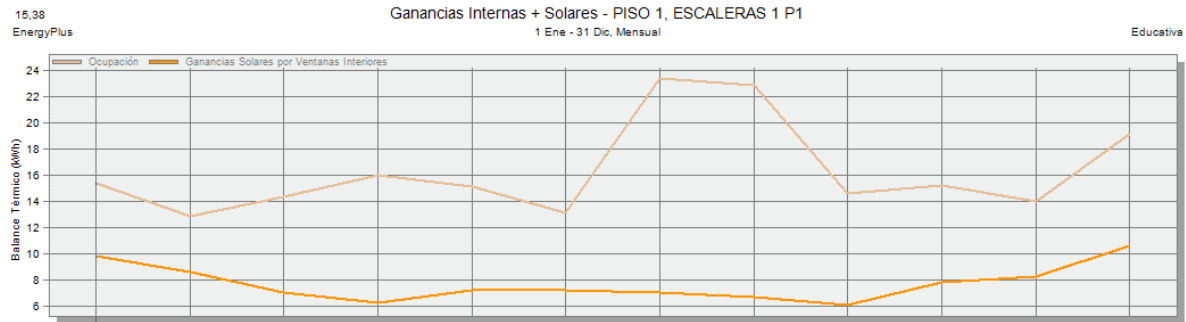
Zona patio:

Figura G. 8 Ganancias solares patio. Fuente: Autores.



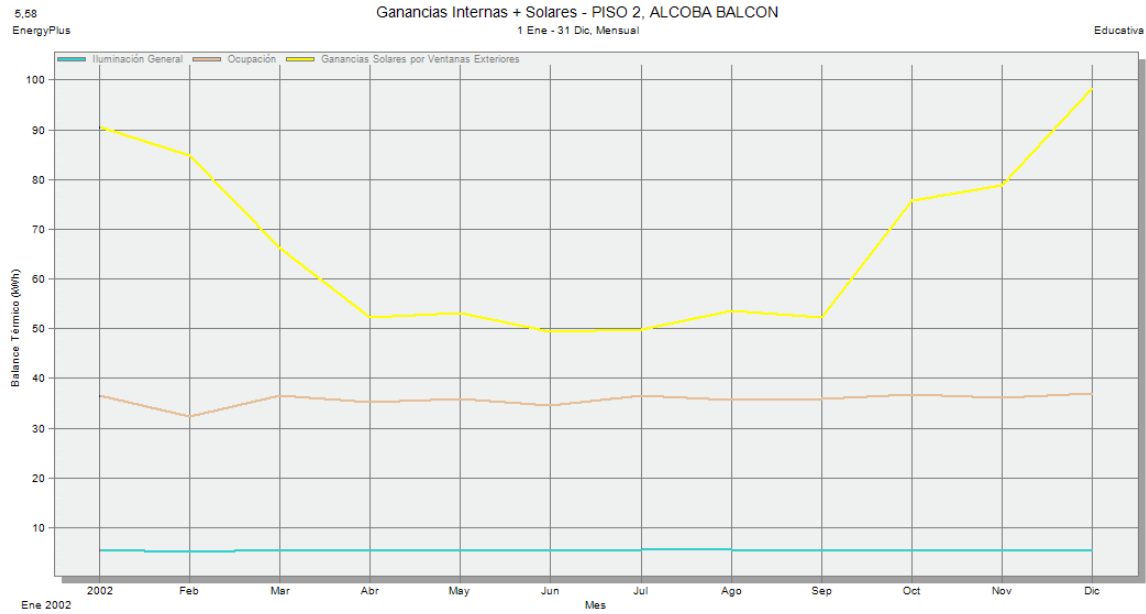
Zona escaleras

Figura G. 9 Ganancias solares escaleras. Fuente: Autores.



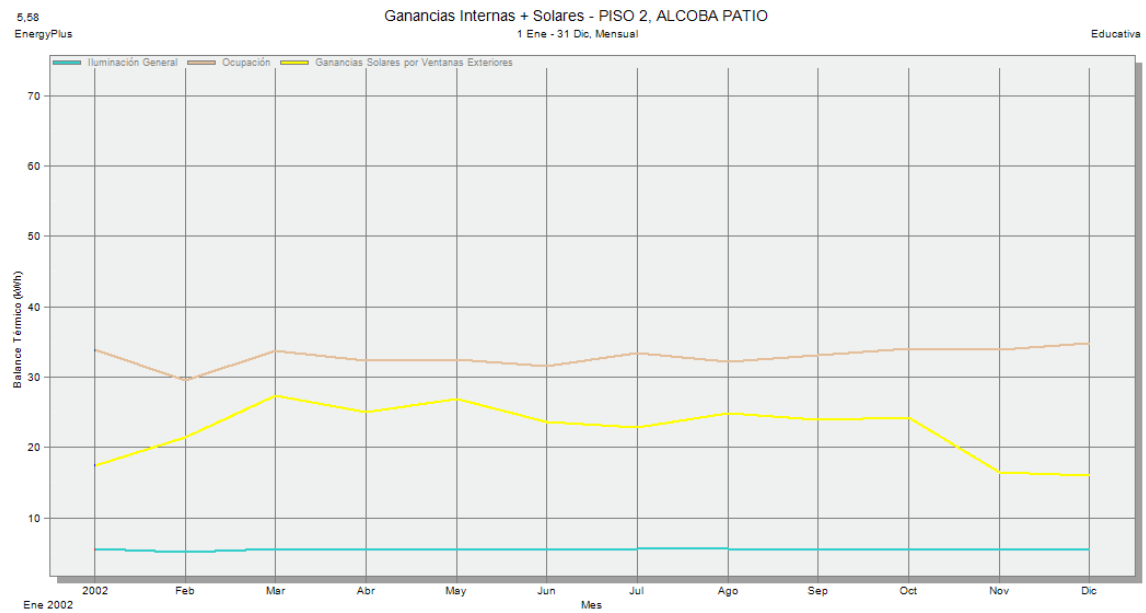
Zona habitación balcón:

Figura G. 10 Ganancias solares habitación balcon. Fuente: Autores.



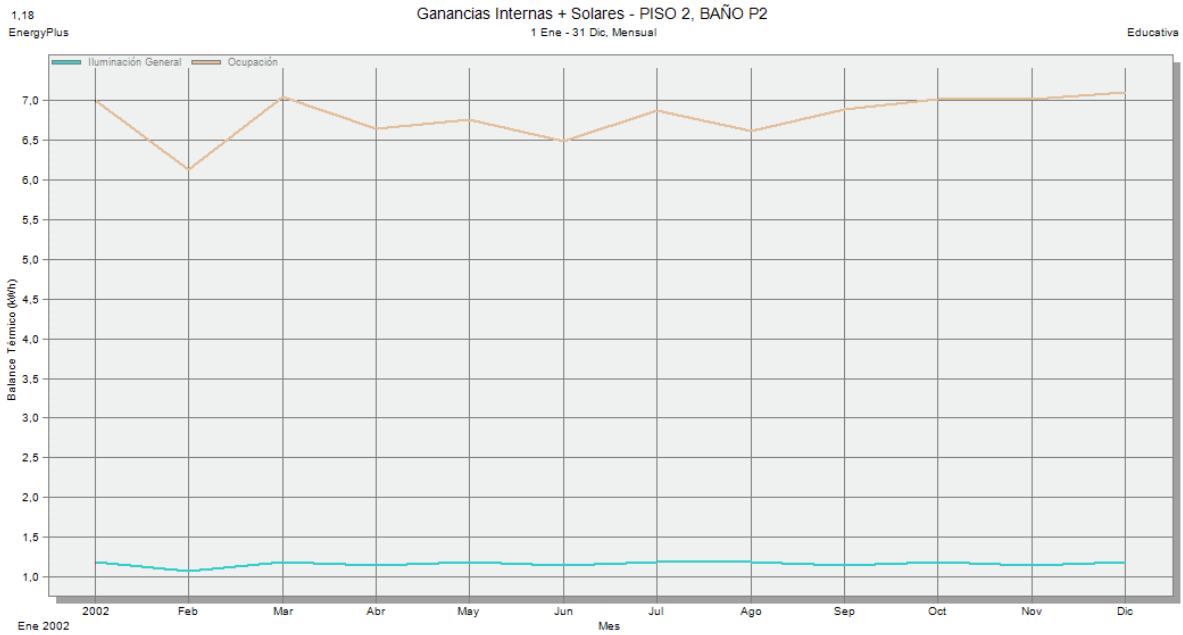
Zona habitación patio

Figura G. 11 Ganancias solares habitación patio. Fuente: Autores.



Zona baño segundo piso:

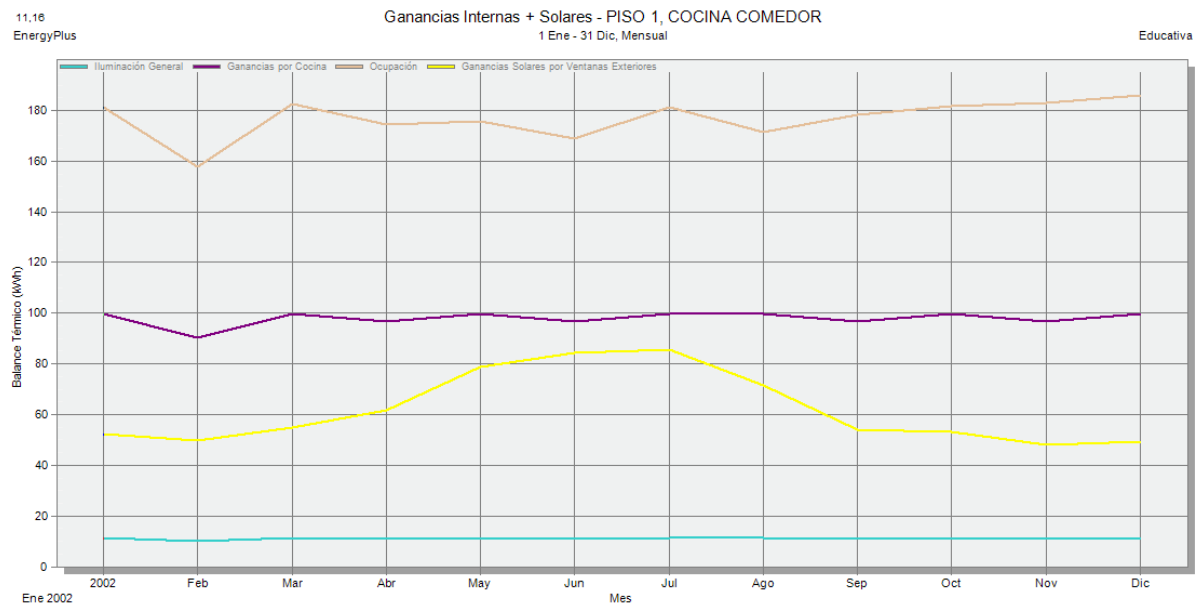
Figura G. 12 Ganancias solares baño piso 2. Fuente: Autores.



ORIENTACION 3: Fachada norte

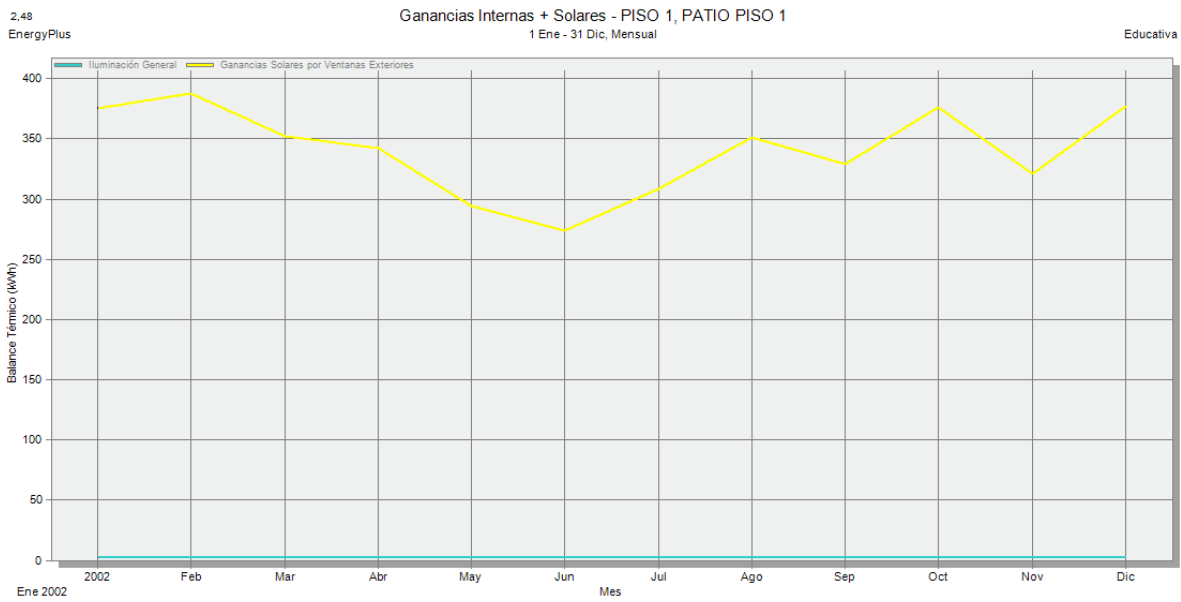
- Zona cocina comedor

Figura G. 13 Ganancias solares comedor. Fuente: Autores.



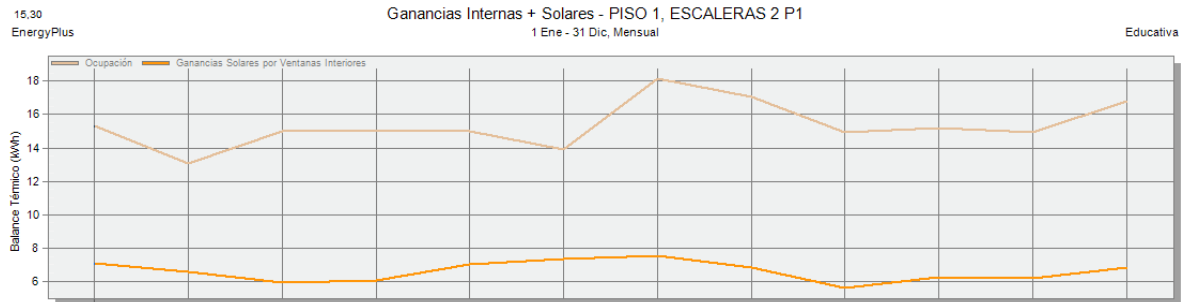
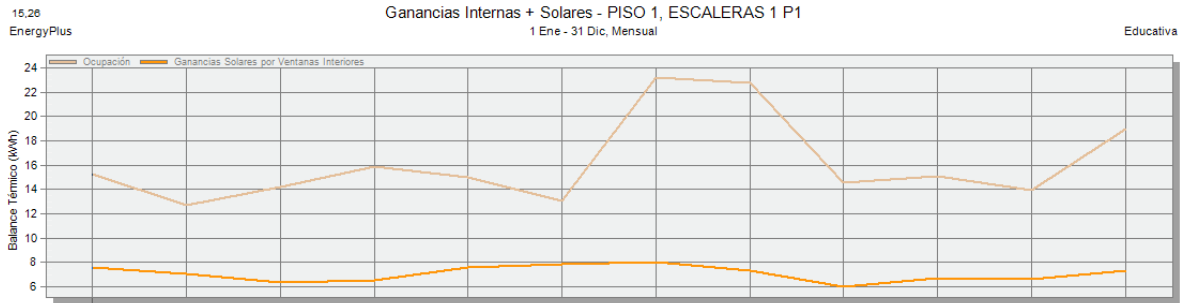
- Zona patio

Figura G. 14 Ganancias solares patio piso 1. Fuente: Autores.



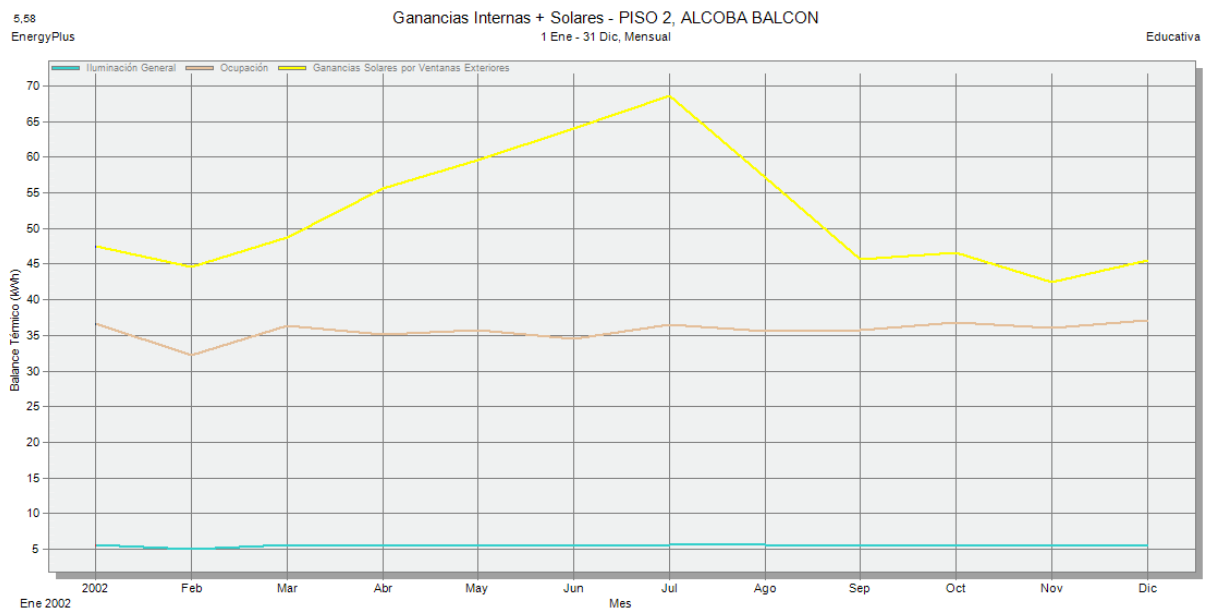
- Zona escaleras

Figura G. 15 Ganancias solares escaleras. Fuente: Autores.



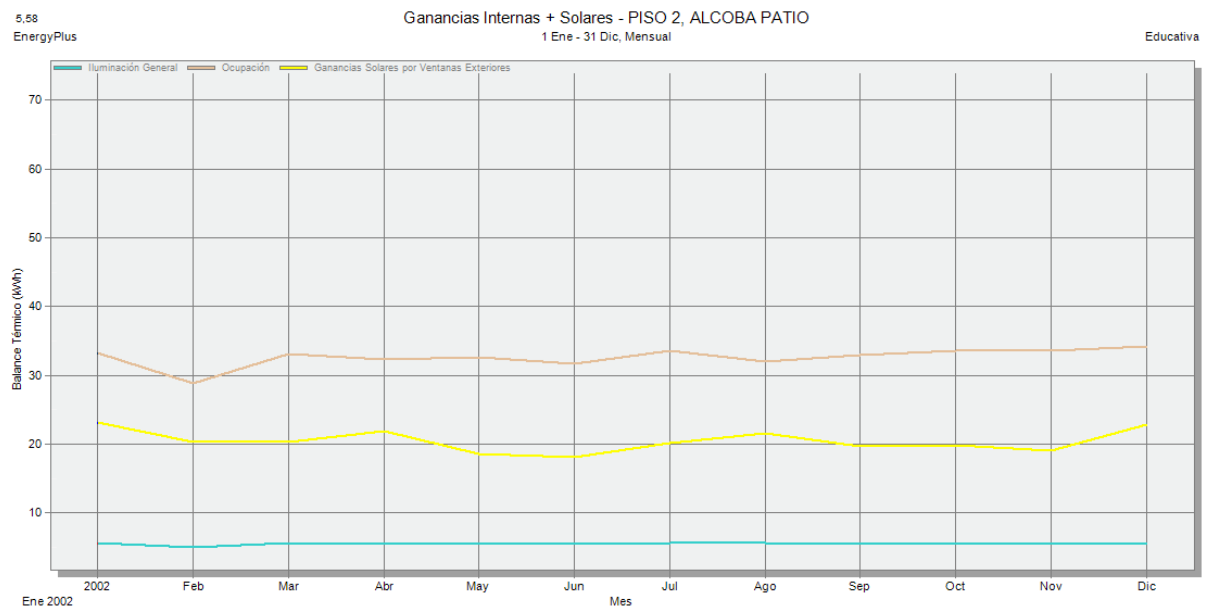
- Zona habitación balcón

Figura G. 16 Ganancias solares alcoba balcón. Fuente: Autores.



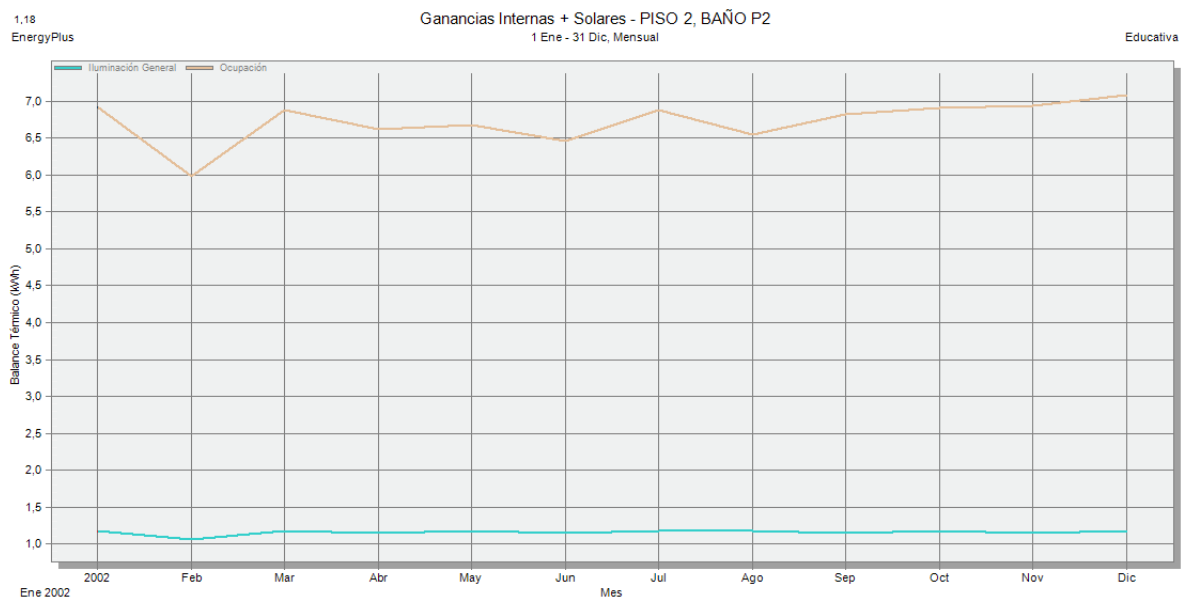
- Zona habitación patio

Figura G. 17 Ganancias solares alcoba patio. Fuente: Autores.



- Zona baño segundo piso:

Figura G. 18 Ganancias solares baño piso 2.



LISTA DE FIGURAS

Figura G.1. Ganancias internas zona cocina pomedor.....	194
Figura G. 2 Ganancias solares patio.	195
Figura G. 3 Ganancias solares escaleras.	196
Figura G. 4 Ganancias solares alcoba balcón.	197
Figura G. 5 Ganancias solares habitación patio.	197
Figura G. 6 Ganancias solares baño piso 2.....	198
Figura G. 7 Ganancias solares cocina-comedor.....	198
Figura G. 8 Ganancias solares patio.	199
Figura G. 9 Ganancias solares escaleras.	199
Figura G. 10 Ganancias solares habitación halbo	200
Figura G. 11 Ganancias solares habitación patio	200
Figura G. 12 Ganancias solares baño piso 2.....	201
Figura G. 13 Ganancias solares comedor.	201
Figura G. 14 Ganancias solares patio piso 1.	202
Figura G. 15 Ganancias solares escaleras.	202
Figura G. 16 Ganancias solares alcoba balcón.	203
Figura G. 17 Ganancias solares alcoba patio	203
Figura G. 18 Ganancias solares baño piso 2.....	204

ANEXO H

SIMULACIONES DE CONFORT

El confort, como ya se mencionó al inicio de este trabajo, depende no solo de una variable, sino de una serie de variables que entre si se relacionan y permiten su valoración de una manera más acertada y confiable. DesignBuilder tiene la capacidad de generar una gran cantidad de datos sobre las condiciones ambientales en el interior de los edificios, para luego verificar los niveles de confort ofrecidos por la vivienda a lo largo del tiempo. A continuación se presentan resultados de las simulaciones, donde se evidencia la cantidad de horas al año por encima de distintas temperaturas, y los índices de discomfort según algunos modelos matemáticos estándar.

Para comprender los resultados que arroja la simulación, es necesario saber que significan los datos de las gráficas. Basándonos en algunos puntos de la guía “CIBSE guide A”¹² (Chartered Institution of Building Services Engineers) el confort rigurosamente hablando debería presentarse estando entre 19 y 23 grados centígrados, pero no tendría sentido un análisis con estos parámetros ya que los recursos económicos de las familias de estas viviendas no son los suficientes para mantenerlo. Otra manera de medir el confort, según la guía “CIBSE guide A”, es tener en cuenta que en oficinas, escuelas y viviendas (espacios habitables) no se deben presentar más del 1% de las horas ocupadas anuales con temperaturas operativas por encima de los 28°C y los dormitorios en las viviendas no deben presentar más del 1% de las horas ocupadas anuales con temperaturas operativas por encima de los 26°C.

Sabiendo ya esto, se presentan a continuación las gráficas zona por zona de la vivienda, que muestran las horas totales en un año que la zona se encuentra por encima de distintas temperaturas operativas, permitiendo contrastarlas con el estándar de confort antes mencionado.

¹² Environmental design CIBSE guide A”, autores varios, editorial CIBSE, Londres

Otra grafica que se presenta a continuación, es la de los índices de confort que el software arroja los cuales dependen de unos modelos matemáticos para la predicción de Confort Térmico. Muchos investigadores han estado explorando maneras de predecir la sensación térmica de las personas de su entorno con base en las variables personales, ambientales y fisiológicas que influyen en el confort térmico. La mayoría de los modelos de predicción de confort térmico se utiliza una escala de sensación térmica que se describe a continuación:

- 3 muy frío
- 2 frío
- 1 ligeramente frío
- 0 neutro (confortable)
- +1 ligeramente caluroso
- +2 caluroso
- +3 muy caluroso

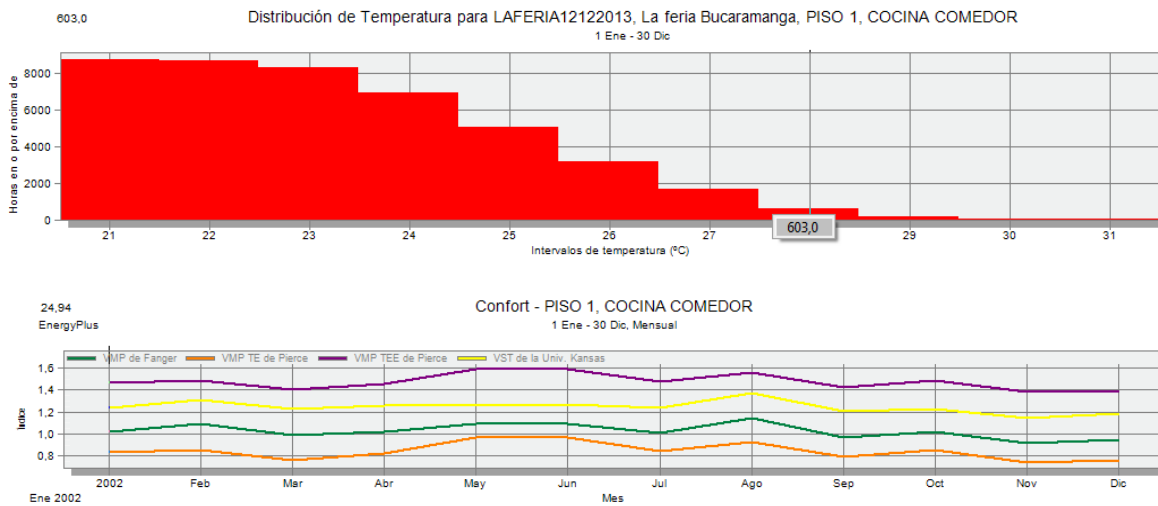
Los modelos más notables han sido desarrollados por PO Fanger (Modelo de Confort Fanger), la Fundación JB Pierce (Modelo de Pierce de dos nodos) , y los investigadores de la Universidad Estatal de Kansas.

La principal similitud de estos modelos es que aplican un balance de energía de una persona y usan los mecanismos de intercambio de energía, junto con los parámetros fisiológicos obtenidos experimentalmente para predecir la sensación térmica y la respuesta fisiológica de una persona debido a su ambiente. Los modelos difieren en cierta medida en los modelos fisiológicos que representan el sistema humano pasiva (transferencia de calor a través de y desde el cuerpo) y el sistema de control humano (el control neural de temblores , sudoración y el flujo sanguíneo de la piel) . Los modelos también difieren en los criterios utilizados para predecir la sensación térmica.

ORIENTACION 1: Fachada hacia el occidente

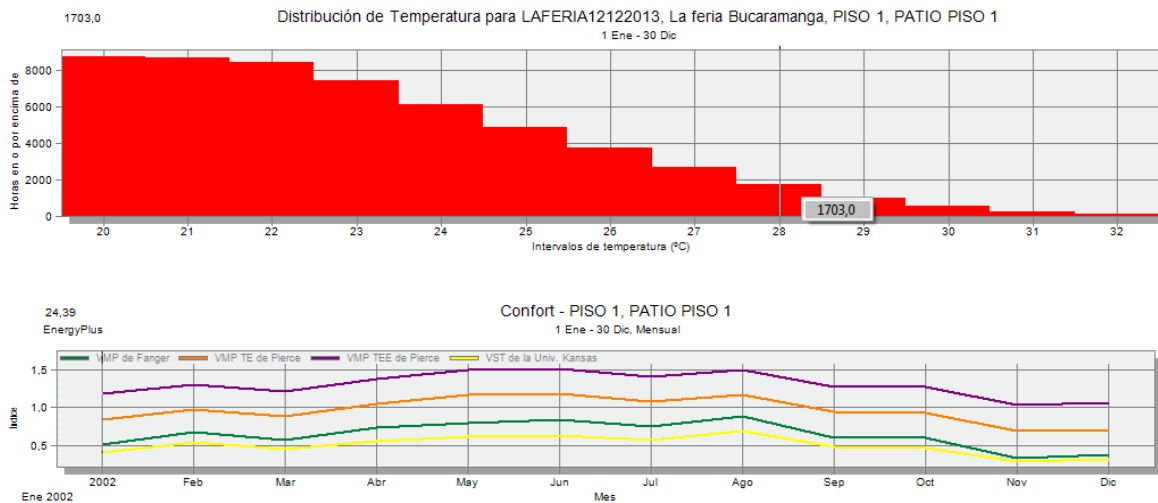
- Zona cocina comedor

Figura H. 1 Distribución de temperatura e índice de confort cocina comedor



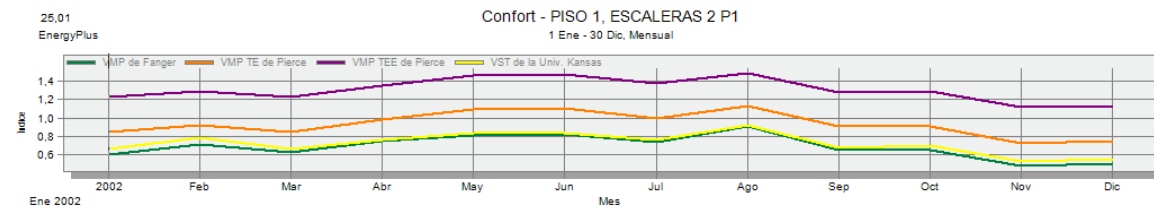
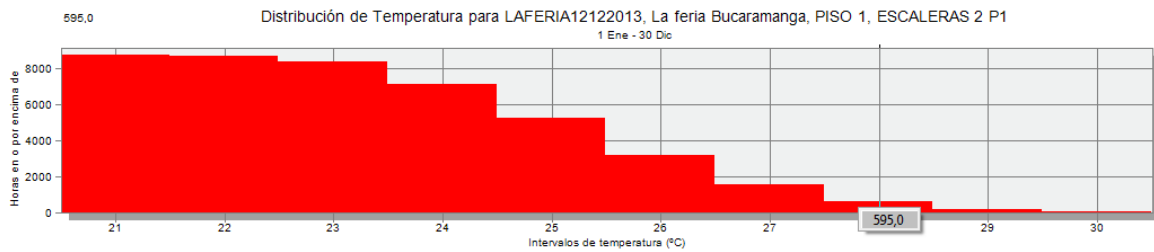
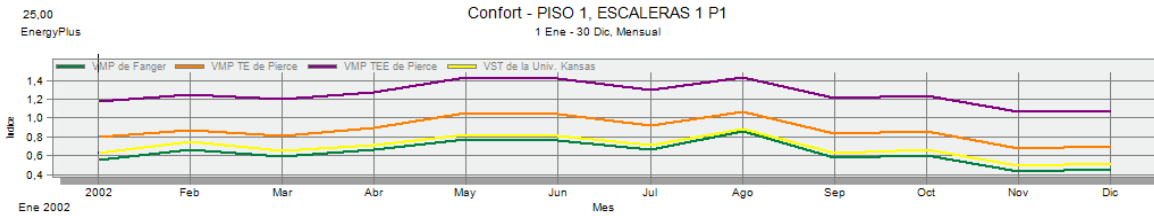
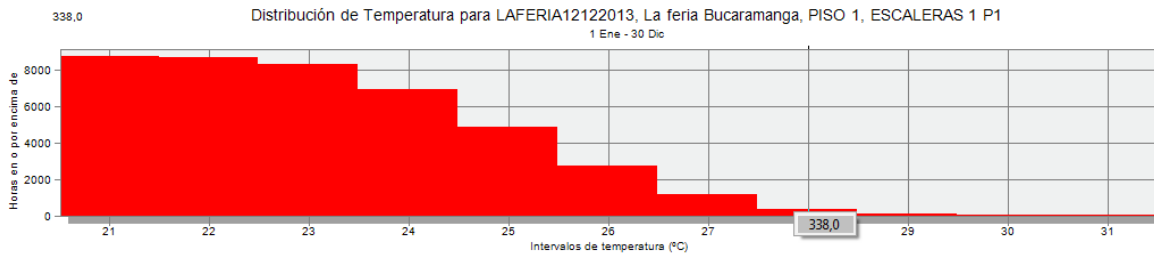
- Zona patio

Figura H. 2 Distribución de temperatura e índice de confort patio.



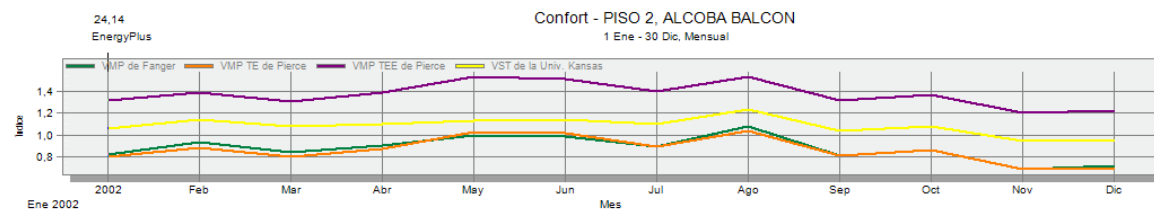
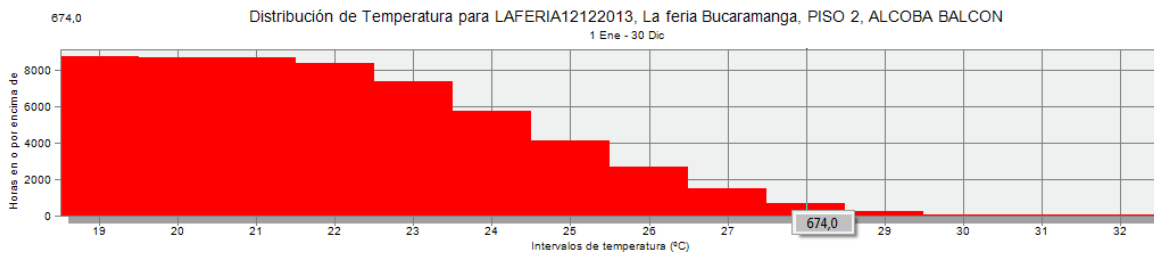
- Zona escaleras

Figura H. 3 Distribución de temperatura e índice de confort escaleras



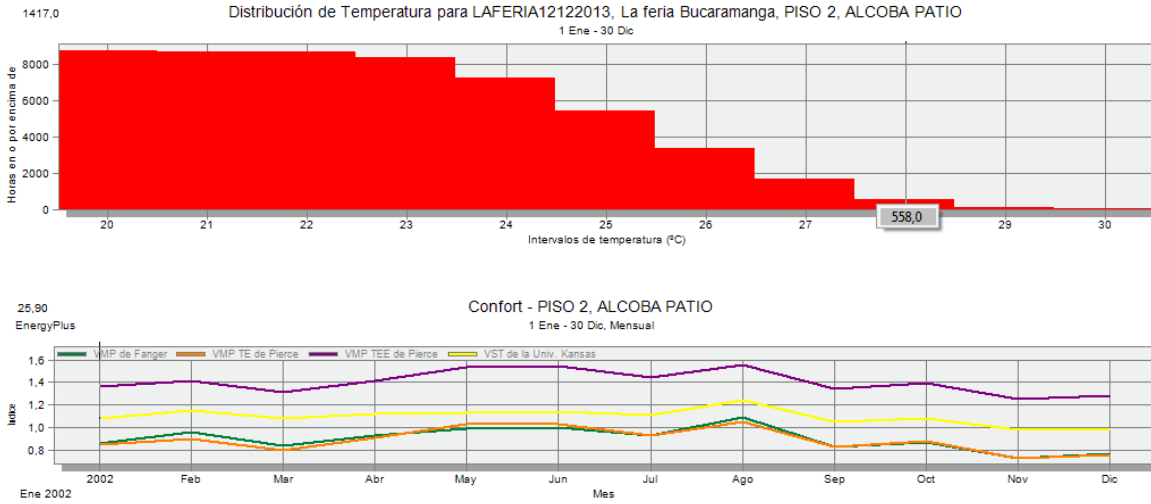
- Zona habitación balcón:

Figura H. 4 Distribución de temperatura e índice de confort alcoba balcon



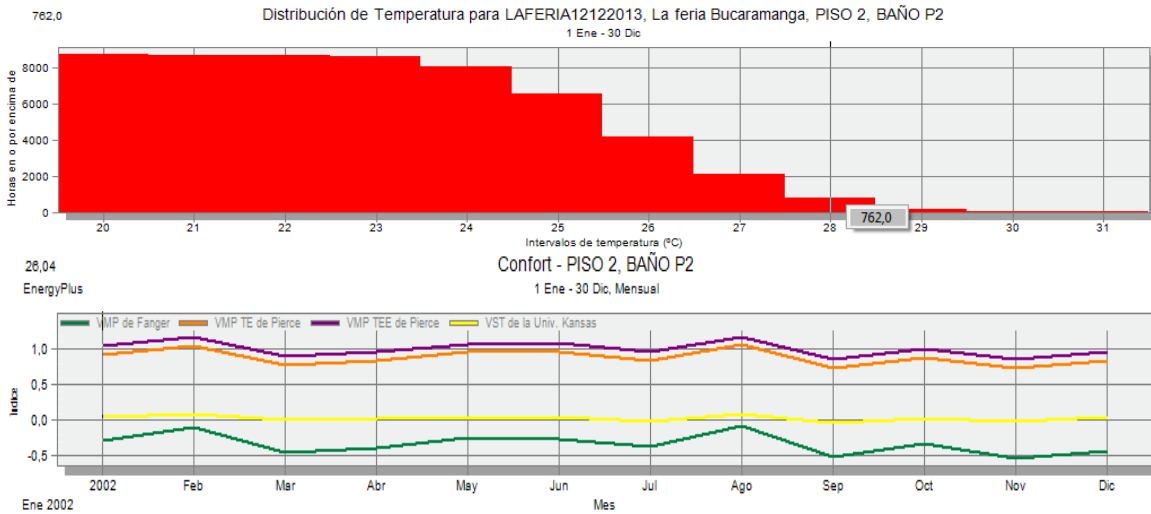
- Zona habitación patio:

Figura H. 5 Distribución de temperatura e índice de confort alcoba patio.



- Zona baño segundo piso

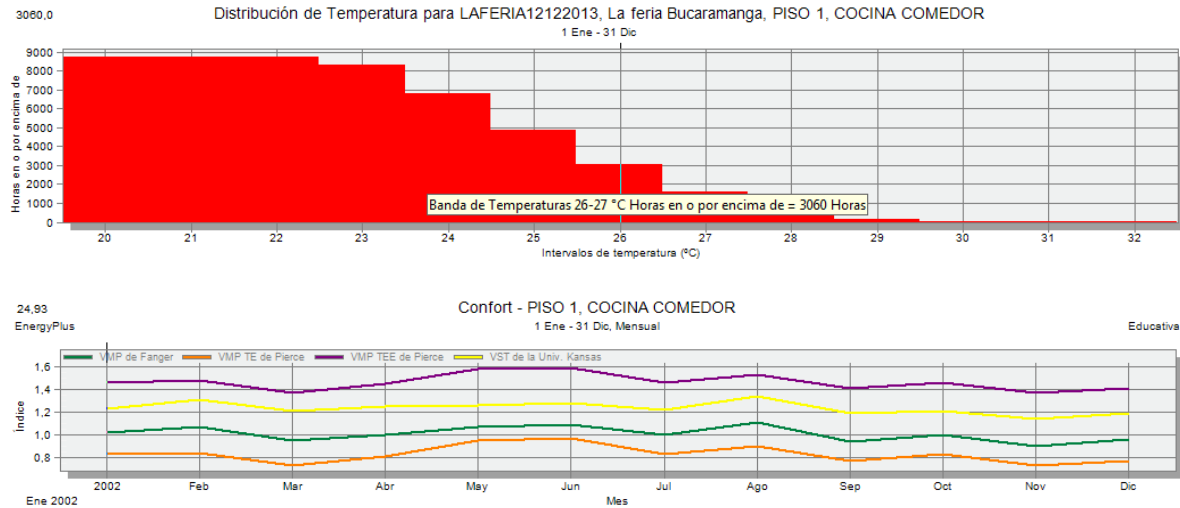
Figura H. 6 Distribución de temperatura e índice de confort baño segundo piso



ORIENTACION 2: Fachada hacia el sur

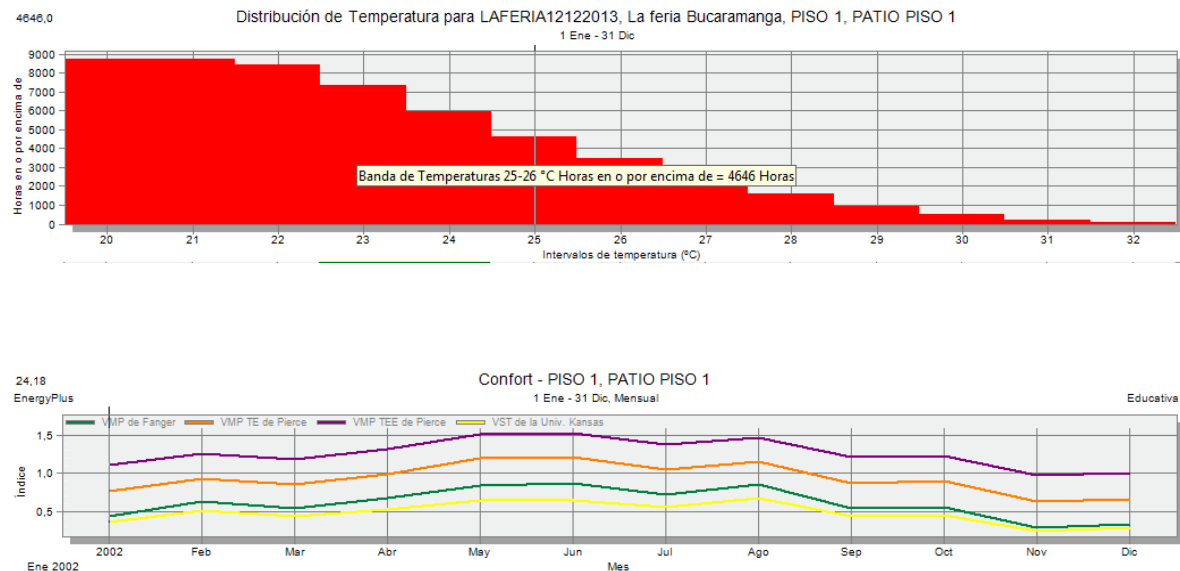
- Zona cocina comedor:

Figura H. 7 Distribución de temperatura e índice de confort cocina comedor



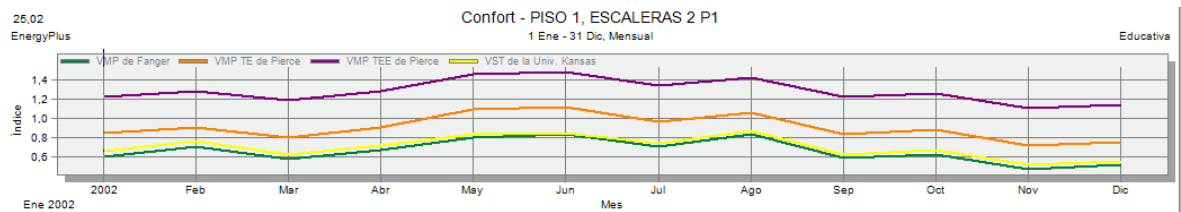
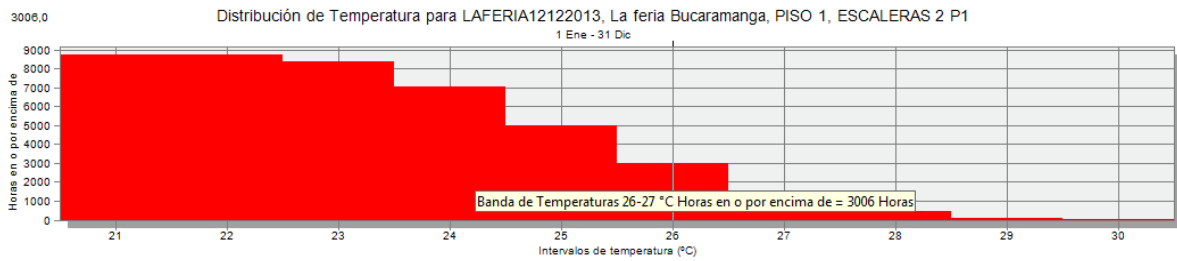
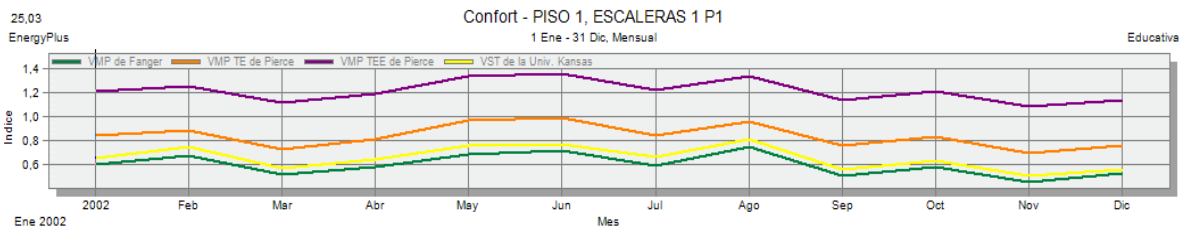
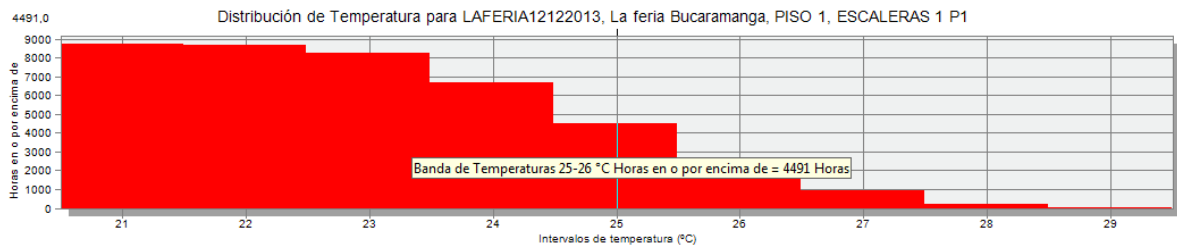
- Zona patio:

Figura H. 8 Distribución de temperatura e índice de confort patio.



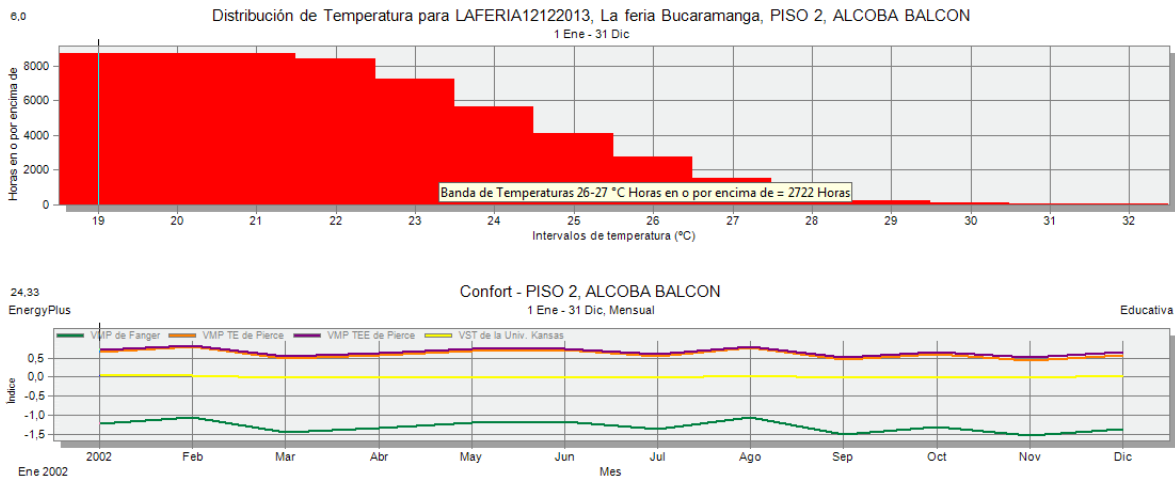
- Zona escaleras

Figura H. 9 Distribución de temperatura e índice de confort escaleras



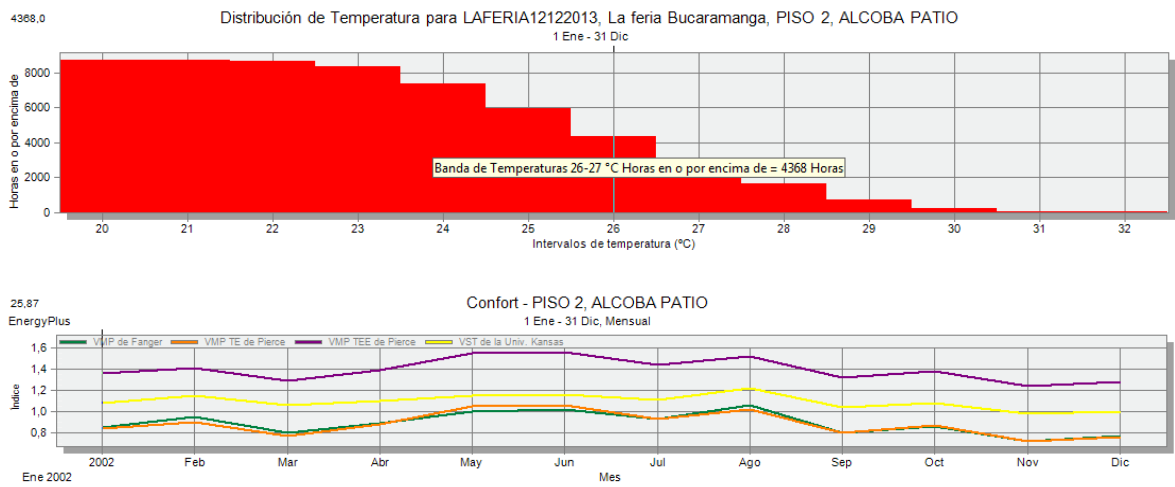
- Zona habitación balcón:

Figura H. 10 Distribución de temperatura e índice de confort balcon.



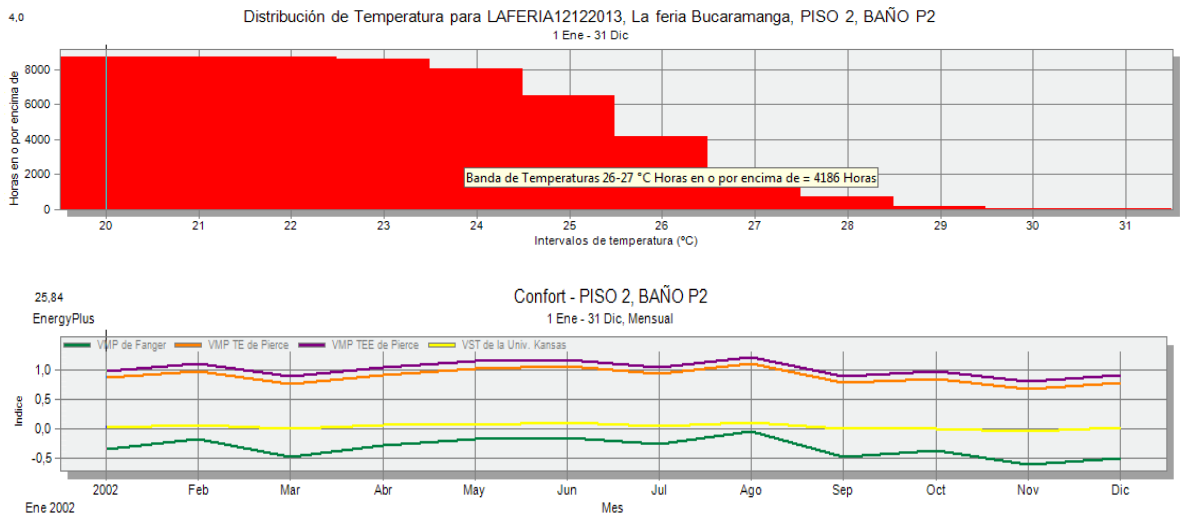
- Zona habitación patio:

Figura H. 11 Distribución de temperatura e índice de confort.



- Zona baño segundo piso:

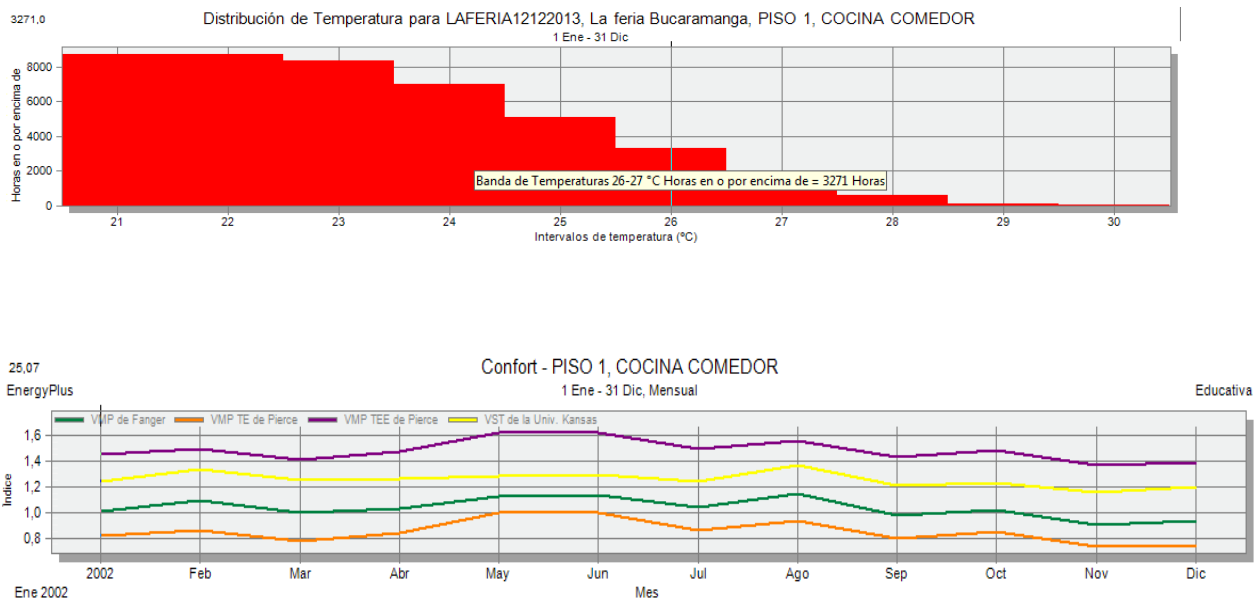
Figura H. 12 Distribución de temperatura e índice de confort baño segundo piso



Orientación 3: Fachada norte.

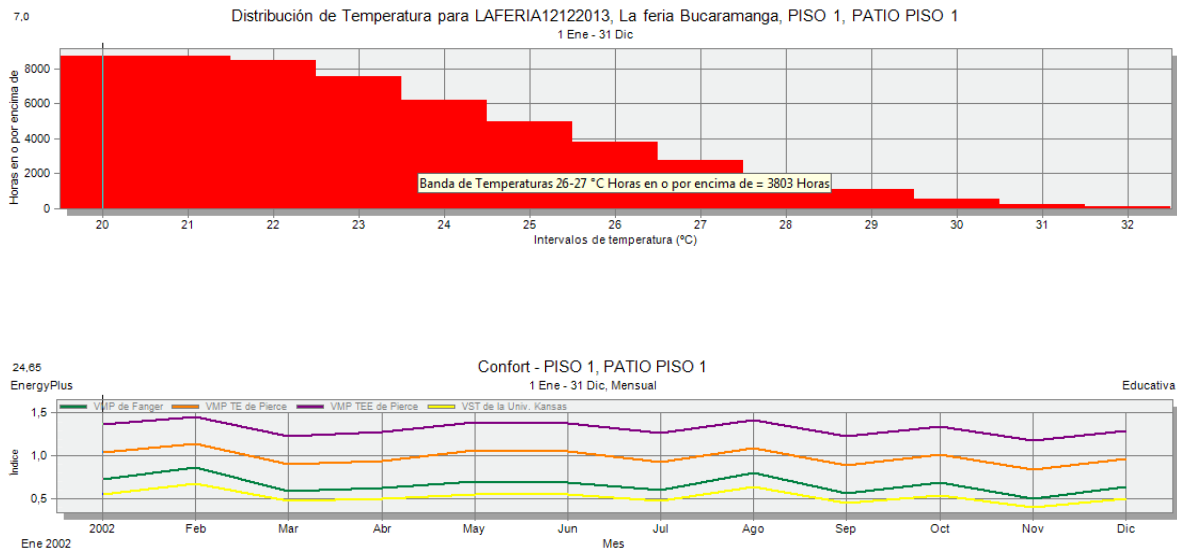
- Zona cocina comedor

Figura H. 13 Distribución de temperatura e índice de confort cocina comedor:



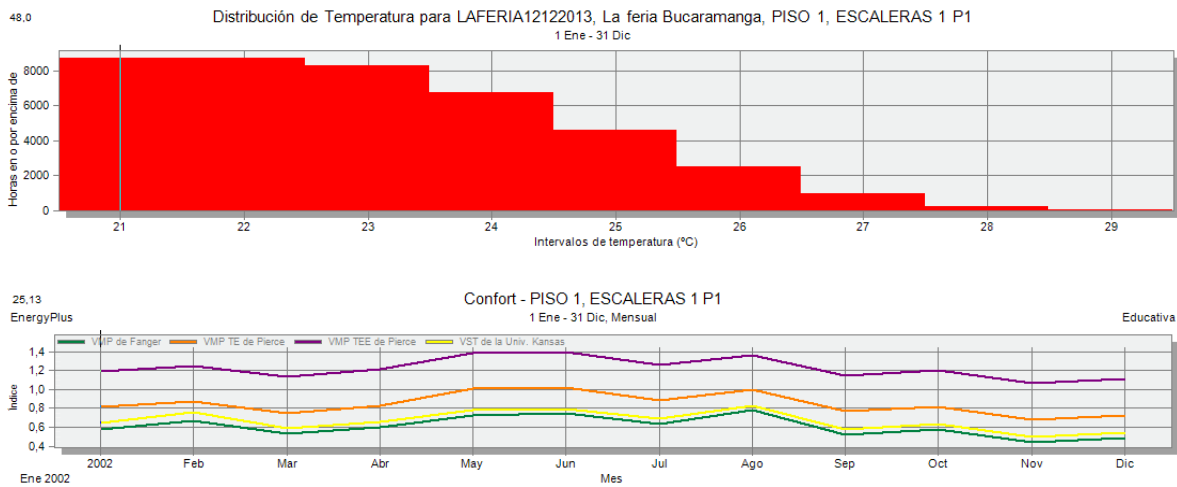
- Zona patio:

Figura H. 14 Distribución de temperatura e índice de confort patio.



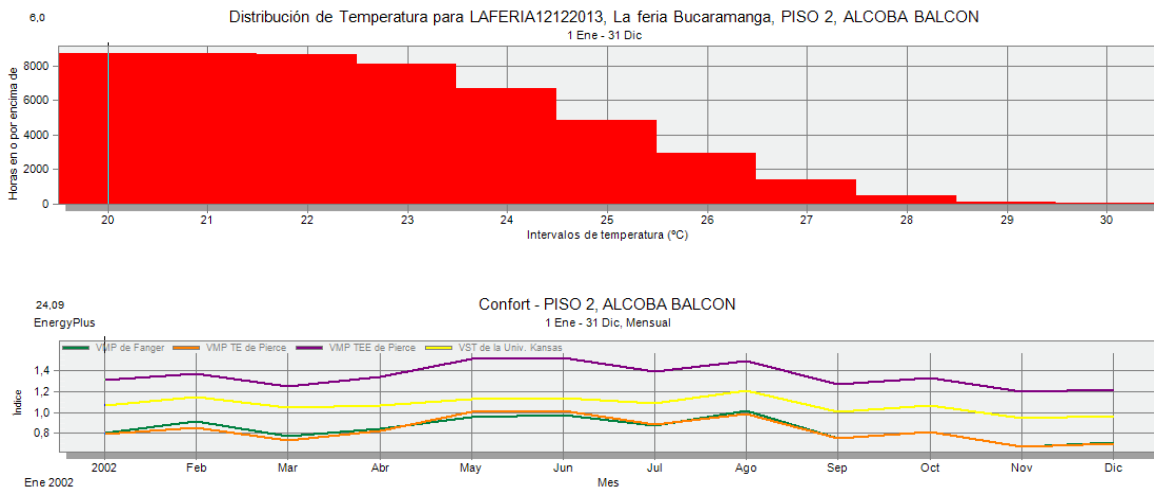
- Zona escaleras

Figura H. 15 Distribución de temperatura e índice de confort escaleras.



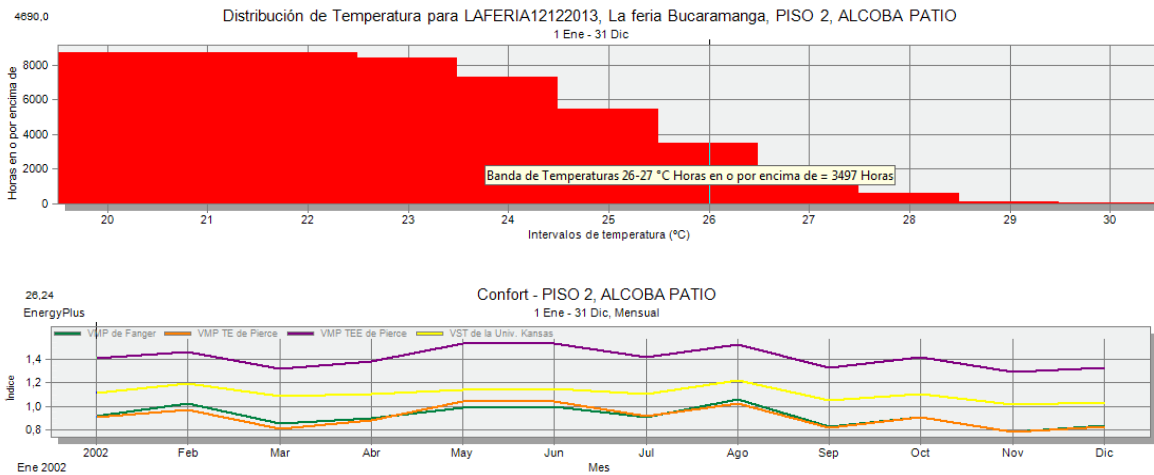
- Zona habitación balcón:

Figura H. 16 Distribución de temperatura e índice de confort habitación balcón.



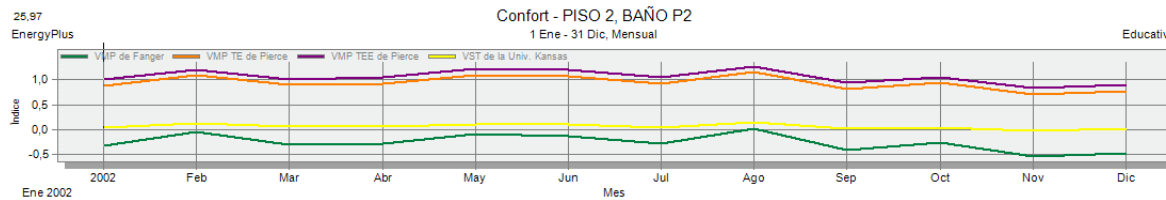
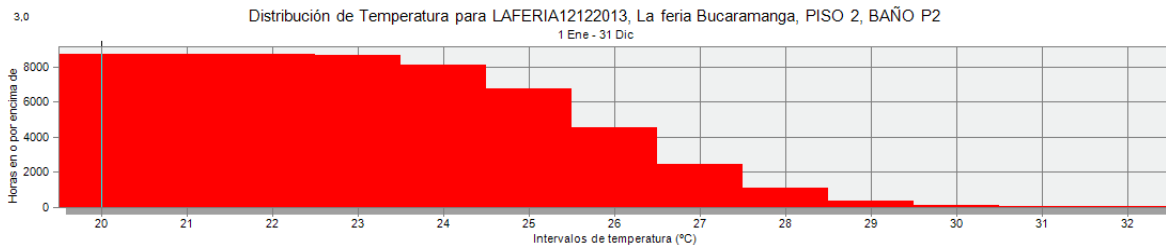
- Zona habitación patio:

Figura H. 17 Distribución de temperatura e índice de confort habitación patio



- Zona baño segundo piso:

Figura H. 18 Distribución de temperatura e índice de confort baño piso 2.



LISTA DE FIGURAS

Figura H. 1 Distribucion de temperatra e índice de confort cocina comedor.....	207
Figura H. 2 Distribución de temperatura e índice de confort patio.	208
Figura H. 3 Distribución de temperatura e índice de confort escaleras	208
Figura H. 4 Distribución de temperatura e índice de confort alcoba balcon.....	209
Figura H. 5 Distribución de temperatura e índice de confort alcoba patio.....	210
Figura H. 6 Distribución de temperatura e índice de confort baño segundo piso.....	210
Figura H. 7 Distribución de temperatura e índice de confort cocina comedor.....	211
Figura H. 8 Distribución de temperatura e índice de confort patio.	211
Figura H. 9 Distribución de temperatura e índice de confort escaleras	212
Figura H. 10 Distribución de temperatura e índice de confort balcon.	213
Figura H. 11 Distribución de temperatura e índice de confort.....	213
Figura H. 12 Distribución de temperatura e índice de confort baño segundo piso.....	214
Figura H. 13 Distribución de temperatura e índice de confort cocina comedor:.....	214
Figura H. 14 Distribución de temperatura e índice de confort patio.	215
Figura H. 15 Distribución de temperatura e índice de confort escaleras.....	215
Figura H. 16 Distribución de temperatura e índice de confort habitación balcón.	216
Figura H. 17 Distribución de temperatura e índice de confort habitación patio.....	216
Figura H. 18 Distribución de temperatura e índice de confort baño piso 2.	216

