PONTIFICA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

FACULTAD DE ARQUITECTURA, DISEÑO Y ARTES

TRABAJO DE TITULACIÓN

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE MASTER EN ARQUITECTURA Y SOSTENIBILIDAD

ANÁLISIS DE LA APLICACIÓN DE CRITERIOS SOSTENIBLES DE COMPORTAMIENTO TÉRMICO EN LA INTERVENCIÓN DEL HOTEL COLONIAL EN QUITO

ARQ. MARLY MONTESDEOCA SALDARRIAGA

DIRECTORA: MST. ARQ. MARGARITA ROMO PICO

QUITO – ECUADOR

2018

CONTENIDO

RESUMEN 1

CAPÍTULO I 2

1.1 ANTECEDENTES E IMPORTANCIA DEL PROYECTO 2

1.1.1 Problemática 2

1.1.2 Pertinencia de la Investigación 2

1.1.3 Hipótesis 3

1.1.4 Objetivo del Proyecto 3

CAPÍTULO II 4

2.1 ANTECEDENTES HISTÓRICOS 4

2.1.1 Historia de la Sostenibilidad en Edificaciones Patrimoniales 5

2.2 CONCEPTUALIZACIÓN 7

2.2.1 Patrimonio Histórico 7

2.2.2 Tipos de Intervención 7

2.2.3 Criterios en la restauración Arquitectónica 8

2.2.4 Criterios de Intervención Arquitectónica en Edificios Patrimoniales 9

2.2.5 Sostenibilidad 10

2.2.6 Arquitectura Bioclimática 10

2.2.6.1 Criterios Bioclimáticos 10

2.2.7 Envolvente 10

2.2.8 Confort higrotérmico 11

2.2.9 Comportamiento térmico 11

2.2.10 Conductividad térmica 11

2.2.11 Transmitancia térmica 11

2.2.12 Resistencia térmica 11

2.2.13 Balance térmico 11

2.2.14 Inercia Térmica 12

2.2.15 Calor Específico 12

2.2.16 Densidad 12

23METODOLOGÍA 12

2.3.1 Investigación de referentes 12

2.3.2 Entrevista con representantes del Instituto Metropolitano de 12

Patrimonio 12

2.3.3 Mediciones de Temperatura y Humedad Relativa 13

2.3.4 Análisis de la edificación de estudio 13

2.3.5 Tabla de Givoni 13
2.3.6 Simulación de la intervención 13
2.4 REFERENTE HISTÓRICO *13*
CAPÍTULO III 15
3.1 OBJETO DE ESTUDIO *15*
3.1.1 Análisis 16
3.1.2 Delimitación del Área de Estudio 19
3.1.3 Mediciones 21
3.1.4Análisis Bioclimático 22
3.1.5 Simulaciones Dinámicas 34
CONCLUSIONES 54
RECOMENDACIONES 56
BIBLIOGRAFÍA 57
ANEXOS 60

Lista de Figuras

Fig. 1. Edificio Residencial en Madrid. Fuente: (Bouzada Biurrun, 2013) 14
Fig. 2. Hotel Colonial. Fuente: Propia 15
Fig. 3. Ubicación Hotel Colonial. Fuente: Autor, información proporcionada por MCM+A – IMP 16
Fig. 4. Acceso al Hotel Colonial. Fuente: Autor, información proporcionada por MCM+A - IMP 17
Fig. 5. Orientación del Conjunto Hotel Colonial. Fuente: Autor, información proporcionada por MCM+A – IMP 17
Fig. 6. Maqueta. Vista General del Conjunto. Fuente: Autor, información proporcionada por MCM+A - IMP 17
Fig. 7. Vista General del Conjunto. Fuente: Autor, información proporcionada por MCM+A - IMP 18
Fig. 8. Formas de Intervención. Fuente: Autor, información proporcionada por MCM+A - IMP. 19
Fig. 9. Área Restaurada. Fuente: Autor, información proporcionada por MCM+A - IMP 19
Fig. 10. Planta Baja Bloque Restaurado. Fuente: Autor, información proporcionada por MCM+A - IMP 20
Fig. 11. Fachada Oeste, viviendas de estudio. Fuente: Autor 20

Fig. 12. Ubicación de Hobos, Casa 1. Fuente: Autor 21
Fig. 13. Ubicación de Hobos, Planta Baja. Fuente: Autor 21
Fig. 14. Ubicación de Hobos, Planta Baja. Fuente: Autor 21
Fig. 15. Datos Climático Quito del 1 al 30 de junio de 2018. Fuente: Autor, información proporcionada por INAMHI 22
Fig. 16. Datos Climáticos Quito del 1 al 31 de junio de 2017. Fuente: Autor, información proporcionada por INAMHI 23
Fig. 17. Mediciones de Temperatura en Casa1 Panta Baja. Fuente: Autor, generado por RH-4 (Data Logger)..... 23
Fig. 18. Mediciones de Temperatura en Casa1 Panta Alta. Fuente: Autor, generado por RH-4 (Data Logger)..... 23
Fig. 19. Mediciones de Temperatura en Casa2 Panta Baja. Fuente: Autor, generado por RH-4 (Data Logger)..... 24
Fig. 20. Mediciones de Temperatura en Casa2 Panta Alta. Fuente: Autor, generado por RH-4 (Data Logger)..... 24
Fig. 21. Mediciones de Temperatura en Casa3 Panta Baja. Fuente: Autor, generado por RH-4 (Data Logger)..... 25
Fig. 22. Mediciones de Temperatura en Casa3 Panta Baja. Fuente: Autor, generado por RH-4 (Data Logger)..... 25
Fig. 23. Carta Bioclimática para la ciudad de Quito. Fuente: Propia, generado con el programa Climate Consultant 26
Fig. 24. Estrategias Bioclimáticas para la ciudad de Quito. Fuente: Propia, generado con el programa Climate Consultant 27
Fig. 25. Transmitancia y Resistencia de los materiales. Fuente: (Viqueira, 2002)..... 33
Fig. 26. Conductividad de los materiales. Fuente: (Grupo Netzsch, 2017) 33
Fig. 27. Imagen Estereográfica Quito. Fuente: Propia, generado con Heliodon 33
Fig. 28. Recorrido Solar en Quito. Fuente: Propia..... 34
Fig. 29. Proyección Isócrona del Trayecto solar. Fuente: Propia, generado con Heliodon..... 34
Fig. 30. Porcentaje de Absorción. Fuente: Propia, generado con Heliodon..... 34
Fig. 31. Porcentaje de Emisividad H. Colonial. Fuente: Propia, generado con Heliodon..... 35
Fig. 32. Flujo solar H. Colonial. Fuente: Propia, generado con Heliodon..... 35
Fig. 33. Valores de Flujo Solar H. Colonial. Fuente: Propia, generado con Heliodon 35
Fig. 34. Valores de Asoleamiento H. Colonial. Fuente: Propia generado con Heliodon 35
Fig. 35. Horas de Radiación Área de estudio. Fuente: Propia, generado por Heliodon..... 36

Fig. 36. Estereográfica Área de estudio. Fuente: Propia, generado por Heliodon 36
Fig. 37. Estereográfica Área de estudio. Fuente: Propia, generado por Heliodon 37
Fig. 38. Horas de Radiación Área de estudio. Fuente: Propia, generado por Heliodon..... 37
Fig. 39. Balance Térmico Edificio Hotel Colonial "A". Fuente: Autor, generado por Design Builder..... 39
Fig. 40. Evaluación de Temperaturas y Humedad Relativa. Edificio Hotel Colonial. Fuente: Autor, generado por Design Builder 39
Fig. 41. Balance Térmico Zona4 Primer Piso Casa2. Fuente: Autor, generado por Design Builder..... 39
F*ig. 42*. Evaluación de Temperaturas y Humedad Relativa Zona4 Primer Piso Casa2. Fuente: Autor, generado por Design Builder 40
Fig. 43. Evaluación de Temperaturas y Humedad Relativa Zona4 Segundo Piso Casa2. Fuente: Autor, generado por Design Builder 40
Fig. 44. Balance Térmico Zona4 Segundo Piso Casa2. Fuente: Autor, generado por Design Builder..... 40
Fig. 45. Balance Térmico Techo Casa2. Fuente: Autor, generado por Design Builder..... 41
Fig. 46. Evaluación de Temperaturas y Humedad Relativa Techo Casa2. Fuente: Autor, generado por Design Builder 41
Fig. 47. Balance Térmico Edificio Hotel Colonial "B". Fuente: Autor, generado por Design Builder..... 41
Fig. 48. Evaluación de Temperaturas y Humedad Relativa Hotel Colonial "B". Fuente: Autor, generado por Design Builder 41
Fig. 49. Balance Térmico Edificio Comedor Primer Piso Casa2. Fuente: Autor, generado por Design Builder 42
Fig. 50. Evaluación de Temperaturas y Humedad Relativa Comedor Primer Piso Casa2. Fuente: Autor, generado por Design Builder 42
Fig. 51. Balance Térmico Edificio Estar Segundo Piso Casa2. Fuente: Autor, generado por Design Builder 42
Fig. 52. Evaluación de Temperaturas y Humedad Relativa Estar Segundo Piso Casa2. Fuente: Autor, generado por Design Builder 43
Fig. 53. Balance Térmico Edificio Techo Casa2. Fuente: Autor, generado por Design Builder 43
Fig. 54. Evaluación de Temperaturas y Humedad Relativa Techo Casa2. Fuente: Autor, generado por Design Builder 44

Lista de Tablas

Tabla 1. Cuadro de Materiales de la intervención 32
Tabla 2. Pérdidas y Ganancias Hotel Colonial. 55

ANÁLISIS DE LA APLICACIÓN DE CRITERIOS SOSTENIBLES DE COMPORTAMIENTO TÉRMICO EN LA INTERVENCIÓN DEL HOTEL COLONIAL EN QUITO

RESUMEN

El Centro Histórico de Quito al ser declarado Patrimonio Cultural de la Humanidad por la UNESCO en 1978, posee una normativa especial de intervención y conservación. Uno de los problemas que enfrenta el Centro Histórico de Quito es la experimentación de una sostenida deserción habitacional desde hace varias décadas, esto ha significado que muchos de los inmuebles patrimoniales hayan caído en procesos de abandono, deterioro y tugurización. Muchas de las edificaciones son utilizadas como bodegas de los comercios o como viviendas en estados muy precarios. En tal virtud es importante conservar el Patrimonio arquitectónico y estimular la rehabilitación en sí misma para que las presentes y futuras generaciones conozcan y vivan los patrimonios y su historia.

En este contexto el objetivo del proyecto es establecer la incorporación de criterios sostenibles de comportamiento térmico e n las edificaciones patrimoniales de vivienda en el Centro Histórico de Quito.

Es así que se seleccionará un caso de estudio y luego se procederá a realizar un análisis del mismo para determinar cuáles serán los criterios de confort aplicables a éste. Además se generará el diseño de una tabla bioclimática como referencia para obtener estrategias bioclimáticas que pueden ser útiles para la zona climática donde está ubicado el objeto de estudio. También se realizarán simulaciones dinámicas, las mismas que incluirán un análisis que muestre el cambio de mejora en el comportamiento térmico de la envolvente del edificio.

Luego se determinarán los criterios sostenibles de comportamiento térmico adaptables al caso de estudio, además se establecerán las estrategias bioclimáticas de acuerdo al tipo de intervención a realizarse y finalmente se comprobará mediante las simulaciones dinámicas si la edificación intervenida con los criterios adoptados mejora su comportamiento térmico.

CAPÍTULO I

1.1 ANTECEDENTES E IMPORTANCIA DEL PROYECTO

1.1.1 Problemática

El Centro Histórico de Quito (CHQ) experimenta una sostenida deserción habitacional desde hace varias décadas, esto ha significado que muchos de los inmuebles patrimoniales hayan caído en procesos de abandono, deterioro y tugurización. Muchas de las edificaciones son utilizadas como bodegas de los comercios o como viviendas en estados muy precarios.

Se han hecho esfuerzos desde el Municipio del Distrito Metropolitano de Quito para rehabilitar, restaurar y repotenciar varias de estas edificaciones para convertirlas en conjuntos habitacionales, pero esto no ha sido una solución integral al problema antes descrito, debido a que las inversiones en este campo son cuantiosas y los esfuerzos han sido más bien del Gobierno Central, del Gobierno Seccional y aportes de países amigos, con poca participación del sector privado.

Las acciones que se ejecuten para potenciar el uso de vivienda en el CHQ, harán que este espacio único de la ciudad se revitalice y ayude a disminuir el déficit habitacional de la ciudad constituyéndose en un mayor atractivo de este hermoso Patrimonio de la Humanidad.

Muchas de las intervenciones en el Centro Histórico son hechas de manera empírica por los propietarios de las mismas sin acudir a profesionales especializados. Se evidencian intervenciones anti-técnicas que incluso ponen en peligro las estructuras de estas edificaciones, peor aún no se evidencian criterios bioclimáticos que aumenten el confort de las edificaciones y disminuyan su huella de CO_2.

1.1.2 Pertinencia de la Investigación

El Centro Histórico de Quito fue declarado Patrimonio Cultural de la Humanidad por la UNESCO en 1978, desde ese momento la ciudad a través de sus representantes asumió el compromiso de proteger y conservar dicho patrimonio, esto dio lugar a que la ciudad cree una normativa especial acorde con los parámetros de intervención y conservación establecidos por la UNESCO. En los últimos años la ciudad ha asumido el reto de ser no sólo un referente de conservación de Patrimonio a nivel mundial sino también un referente de ciudad sostenible.

De tal manera que es importante la conservación del Patrimonio arquitectónico y la rehabilitación en sí misma para que las presentes y futuras generaciones conozcan y vivan los patrimonios y su historia, además que se contribuye con los principios de sostenibilidad, reciclar y reusar.

En octubre de 2016 se desarrolló el congreso mundial Hábitat III en cual se ratificaron los objetivos de desarrollo sostenible de la nueva agenda urbana, dentro de los cuales consta el dotar a los ciudadanos de viviendas dignas y espacios que mejoren su calidad de vida. En este contexto es indispensable aplicar los criterios sostenibles de confort en la intervención de los edificios patrimoniales para empatar con los objetivos de la nueva agenda urbana que promueve que las ciudades deben ser sostenibles, resilientes, seguras, incluyentes y amigables con el ambiente.

1.1.3 Hipótesis

La implementación de estrategias pasivas como la creación de aberturas cenitales y el aislamiento contribuyen a mejorar el comportamiento térmico de edificios patrimoniales en el centro Histórico de Quito.

1.1.4 Objetivo del Proyecto

Objetivo General

Establecer la incorporación de criterios sostenibles de comportamiento térmico en las edificaciones patrimoniales de vivienda en el Centro Histórico de Quito.

Objetivos Específicos

- Determinar los criterios sostenibles de comportamiento térmico adaptables al caso de estudio.
- Establecer las estrategias bioclimáticas de acuerdo al tipo de intervención a realizarse.
- Comprobar mediante simulaciones dinámicas si la edificación intervenida con los criterios adoptados mejora el comportamiento térmico.

CAPÍTULO II

2.1 ANTECEDENTES HISTÓRICOS

En el año 1931 nace la idea de conservación del Patrimonio Histórico con la Carta de Atenas, la cual establece internacionalmente los principios básicos de conservación de monumentos históricos y a su vez hace un enunciado que expresa el deseo de que las autoridades públicas tengan la libertad de tomar acciones de conservación frente a una emergencia, lógicamente esto debe estar amparado en la legislación de cada Estado. Esta idea resurge en 1945 después de la Segunda Guerra Mundial cuando la UNESCO estipula vigilar la protección y conservación del patrimonio universal, reconoce que es necesaria la creación de un organismo que se ocupe de forma exclusiva del patrimonio universal y lo proteja. Por tanto recomienda convenciones internacionales. (Chapapría, 2005, págs. 2-9).

En el Protocolo de 1954 la Haya *"Se establece el compromiso de salvaguardar los bienes culturales en caso de conflicto"* (HAYA, 2017).

En 1972 la UNESCO, en la "Convención para la Protección Mundial Cultural y Natural" definió los elementos integrantes tanto del patrimonio natural como del patrimonio cultural, es importante señalar que dichos elementos aún son un referente. Esta convención es importante además porque se forma el "Comité de Patrimonio Mundial" estableciéndose su composición y sus funciones, siendo una de ellas elaborara la "Lista de Patrimonio Universal". (UNESCO, 2006, pág. 9).

En la *"Convención de la Haya de 1999"* se elaboró por segunda vez un protocolo sobre las medidas de conservación del patrimonio, éste se relacionó con la *"necesidad de crear planes de emergencia para el patrimonio cultural en tiempos de paz"* (Heritage for Peace, 2015, pág. 1)

Luego en septiembre de 2000 la *"Conferencia Hacia una Estrategia Europea sobre Conservación Preventiva"* (European Preventive Conservation Estrategy, 2000), resuelve cambios en los conceptos sobre la conservación y protección, estableciendo que la forma más sostenible y eficaz de garantizar la protección del patrimonio es la prevención e identificación de las causas de su deterioro. (European Preventive Conservation Estrategy, 2000)

En el Ecuador se tarda un poco la llegada de la idea de conservación del patrimonio, la cual surge en 1967 con "NORMAS DE QUITO" - *"Conservación y utilización de los monumentos y*

lugares de interés arqueológicos, histórico y artístico" (ICOMOS, 2011). Y un año más tarde, el 9 de junio de 1978 se crea el *"Instituto Nacional de Patrimonio Cultural"* (INPC) el cual se encarga de investigar, conservar, preservar, restaurar, exhibir y promocionar el patrimonio cultural en el Ecuador. (Rodríguez, 2008)

Ya en 1987 luego del terremoto el Gobierno Nacional promulga la *"Ley del Fondo de Salvamento del Patrimonio Cultural"* y delega el cuidado de los bienes inmuebles del Centro Histórico de Quito al Municipio capitalino. Y mediante la "Ley 82" el Congreso Nacional del Ecuador decretó la creación del Fondo Nacional de Salvamento (FONSAL). Finalmente el 28 de diciembre de 2010 desaparece el FONSAL, y se crea el *"Instituto Metropolitano de Patrimonio"* gracias al Código de Ordenamiento y Organización Territorial (COOTAD).

También 1978 gracias a su riqueza arquitectónica comprendida en 307 manzanas aproximadamente, la UNESCO dio paso a la declaratoria del Centro Histórico de Quito como "Primer Patrimonio Cultural de la Humanidad", desde entonces la ciudad asumió el compromiso de conservarlo, sometiéndose a las regulaciones y exigencias establecidas.

A raíz de las declaratorias de "Patrimonio Cultural de la Humanidad", en todo el mundo existe un especial interés por conservar el patrimonio cultural y dentro de éste el patrimonio arquitectónico, sin embargo dentro de las restauraciones y rehabilitaciones no se toma muy en cuenta la sostenibilidad.

En los Centros Históricos la utilización del concepto de sostenibilidad es reciente y precisamente es la UNESCO quien lo ha venido impulsando. Entonces surge la búsqueda del concepto de sostenibilidad y del complemento al desarrollo sostenible desde la óptica cultural.

La conservación del patrimonio en la que son protagonistas la rehabilitación y la restauración arquitectónicas es por sí misma una parte de la sostenibilidad, debiendo ser reconocido este concepto (sostenibilidad) como una premisa dentro de la intervención del Centro Histórico. Los ámbitos de la sostenibilidad en los CHs se especifican en sus determinaciones de integridad, durabilidad, equidad, heterogeneidad y participación; así como en los componentes: social, económico, cultural, político y físico. (Carrión, 2010, pág. 10)

2.1.1 Historia de la Sostenibilidad en Edificaciones Patrimoniales

Actualmente existe un creciente interés por conservar el Patrimonio Histórico a nivel mundial y a medida que pasa el tiempo se van implementando más y mejores métodos para cumplir este objetivo.

En Europa se marca un hito en la historia de la rehabilitación moderna con la *"Primera Carta del Restauro Italiana"* (1883), que toma como fundamento los ocho puntos básicos de la restauración enunciados por Camilo Boito, dicha carta se aplicó en la restauración de grandes obras en toda Europa. Así por ejemplo Leonardo Torres Balbas la aplicó en la intervención de La Alhambra de Granada en España (1920-1940). El trabajo en general se basa en integración arquitectónica a través del respeto de los elementos de origen de todo el conjunto y su valor arquitectónico. (Carretón , 2017)

Cuando en 1975 se proclama el "Año Europeo del Patrimonio Arquitectónico***",*** también se crea la Carta Europea, convirtiéndose en esencial puesto que es la primera vez se enuncian los principios de conservación integrada, dando origen al concepto Patrimonio Arquitectónico, utilizado en los textos del Consejo de Europa.

En la Carta de Cracovia de 2000 ya se menciona en conjunto al Patrimonio arquitectónico, paisajístico y urbano.

"El Documento de Madrid-Criterios de Conservación del Patrimonio Arquitectónico del s.XX." "establece los criterios de identificación, conservación, intervención y gestión del patrimonio arquitectónico del siglo XX", e incluye también "considerar los criterios contemporáneos de sostenibilidad medioambiental" (ICOMOS, 2011), se ha convertido en un texto de contribución internacional importante debido la escaza existencia de doctrinas internacionales. Este documento ha sido inspirado por documentos como: La Carta de Venecia y La Carta de México, 2011.

Además se crea el "Plan Nacional de Conservación del Patrimonio Cultural Del Siglo XX". Y en 2013 se crea la "Bienal Internacional de Intervención en el Patrimonio Arquitectónico" (AADIPA, 2013), el "Colegio de Arquitectos de Catalunya" y el ·"Departamento de Cultura de la Generalitat", que da origen al "Premio Europeo de Intervención en el Patrimonio Arquitectónico" (AADIPA). El mismo que se convierte en un gran incentivo para la protección y conservación del Patrimonio Arquitectónico.

España ha dado un gran paso en la conservación patrimonial, no solo de edificaciones religiosas, sino también de edificaciones residenciales. Un ejemplo de ello es la rehabilitación de un edificio patrimonial de uso residencial en el Barrio de Salamanca en Madrid, cuya intervención se realizó en el año 2013. (Rehabimed, 2007)

En el Ecuador en materia de conservación de Patrimonio Arquitectónico destaca la ciudad de Quito (Centro Histórico más grande y mejor conservado de América). Uno de los ejemplos de conservación y rehabilitación es el edificio del Ex Hotel Colonial, la intervención de este inmueble inició en mayo del 2013 gracias a la acción del Municipio de la ciudad. La intención era regenerar este espacio y darle una puesta en valor y para ello se cambió su uso, ahora es vivienda. (IMP, 2013)

El Estado Ecuatoriano a través del Ministerios de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI) se ha planteado revitalizar el Centro Histórico de Quito mediante programas de vivienda, regenerando Casa Patrimoniales y devolviéndoles el uso de vivienda que muchas habían perdido.

Dentro de las acciones a realizar entre 2015 y 2017 el MIDUVI, constan las siguientes:

- Proyecto definitivo del Ex Penal García Moreno.
- Estudio arquitectónico de tres inmuebles más para vivienda social.
- Estudio urbano-arquitectónico para el reordenamiento de la Plaza El Tejar
- Estudio integral de rehabilitación de la casa del Ministerios de Educación y Cultura (MINEDUC).

2.2 CONCEPTUALIZACIÓN

2.2.1 Patrimonio Histórico

Son todos aquellos bienes inmateriales y materiales que deben ser protegidos tanto por su valor histórico como por su ecosistema, pueden ser de diferente índole, entre ellos artístico (arquitectónico, escultórico, etc.).

2.2.2 Tipos de Intervención

Los tipos más frecuentes de intervención son la conservación y la restauración, además de destacan: integración, reintegración, liberación, reestructuración, consolidación y reconstrucción. El alcance de cada una depende del grado de intervención que se realice a cada edificación.

Conservación y Restauración

Existe una gran diferencia entre estos dos conceptos.
La conservación tiene como objetivo proteger los bienes patrimoniales efectuando acciones que disminuyan su deterioro. Mientras que el fin de la restauración es recuperar los valores históricos y estéticos de los bienes, con el objeto de reintegrarlos al contexto cultural vigente y proyectarlos al futuro.

Reciclaje patrimonial

Frente a la puesta en valor del patrimonio en la que el proceso de rehabilitación se entiende como una "recuperación" de espacios, y que en la mayor parte de los casos no caben los ciudadanos sino los consumidores y usuarios (museos, hoteles, tiendas, etc.) el reciclaje patrimonial entiende el edificio como un impulso para los ecosistemas urbanos. "*El inmueble no es un elemento pasivo que se habilita, sino que se transforma aprovechando sus potencialidades y su carga significativa como estimulante social"* (Ocampo Hurtado, 2015).

2.2.3 Criterios en la restauración Arquitectónica

Debido al deterioro inminente de los edificios patrimoniales, se deben tomar en cuenta ciertos criterios para su conservación y restauración. Éstos deben estar orientados al respeto de los valores técnicos, culturales e históricos.

Por las características arquitectónicas propias que posee cada edificio, se hace indispensable realizar un estudio minucioso tanto de su historia como de los materiales que lo componen además de las técnicas constructivas. Todo esto dará paso a un procedimiento de restauración y conservación idóneo para cada caso, el mismo se detalla a continuación:

- Trabajo multidisciplinario.
- Propuestas que no alteren la información que brinde el inmueble.
- Establecer diferencias entre la integración de elementos originales, y los faltantes
- Acciones de liberación.
- Consolidación de los materiales en deterioro.
- Integración, colocar elementos faltantes (nuevos).
- Reintegración, volver a colocar piezas o acabados finales (piso, pintura, cubiertas, etc.) que se hayan perdido por el deterioro.
- Reestructuración, proporcionar estabilidad estructural al inmueble.
- Adecuación, modificaciones que no alteren inmueble.
- Manual de conservación y mantenimiento, para evitar un nuevo deterioro.

2.2.4 Criterios de Intervención Arquitectónica en Edificios Patrimoniales

Criterios Pasivos

Dentro de los criterios pasivos se deben tomar en cuenta tres aspectos importantes.

- La configuración estructural
- El género
- Los requerimientos de climatización

Según la configuración estructural, su clasificación es:

- Ganancia directa
- Circuito convectivo
- Techo de almacenamiento térmico
- Techo de almacenamiento térmico e intercambiado de calor
- Muro de almacenamiento térmico
- Invernadero acoplado

Según su género, se clasifican en:

- Directo
- Indirecto
- Aislado

De acuerdo a los requerimientos de climatización se clasifican en:

- Calefacción
- Enfriamiento
- Humidificación
- Des humidificación
- Ganancia directa y protección solar

Criterios Activos

Para mantener rangos de confort adecuados en un edificio se debe considerar el emplazamiento y la complejidad del mismo, siendo necesario muchas veces climatizar los espacios mediantes sistemas artificiales (activos).
Se debe tomar en cuenta tres aspectos fundamentales en la climatización: ventilación, calefacción y enfriamiento.

El objetivo de un sistema de climatización sostenible debe ser: poder lograr niveles adecuados de habitabilidad y confort en los espacios, además debe ser eficiente en términos energéticos y de bajo costo tanto inicial como de mantenimiento.

Por esto se deben considerar las siguientes variables de diseño:

- Energía
- Contaminantes
- Ruido
- Bienestar de los Usuarios

2.2.5 Sostenibilidad

Es la cualidad de asegurar las necesidades de desarrollo del presente sin afectar las necesidades de las generaciones futuras. La sostenibilidad puede ser: ambiental, social y económica.

2.2.6 Arquitectura Bioclimática

Es aquella que permite diseñar edificaciones aprovechando los recursos naturales disponibles.

2.2.6.1 Criterios Bioclimáticos

Son aquellos que están relacionados a las condiciones del clima, los mismos que aprovechan los recursos naturales disponibles, tales como: el viento, la lluvia, el sol y la vegetación con el fin de disminuir el consumo de energía y a la vez mitigar el impacto ambiental.

2.2.7 Envolvente

La envolvente de un edificio está compuesta por todas las partes que cierran los espacios y se encuentran en contacto con el medio ambiente. Sus componentes son: elementos opacos y transparentes.

2.2.8 Confort higrotérmico

En arquitectura el confort se entiende como el conjunto de condiciones materiales que aportan comodidad o bienestar al usuario de un espacio.

2.2.9 Comportamiento térmico

Es la capacidad que poseen los materiales de la envolvente de una edificación para crear condiciones de bienestar térmico en su interior.

2.2.10 Conductividad térmica

Es la capacidad de transferir calor por conducción que posee un material. (Redondo Rivera, 2013)

λ = (W/mK)

2.2.11 Transmitancia térmica

Se define como el *"flujo de calor que pasa por unidad de superficie del elemento y por grado de diferencia de temperaturas entre dos ambientes separados por dicho elemento"* (NCH, 2007)

K = 1 / R (W/m²K)

2.2.12 Resistencia térmica

Es la capacidad que posee un material para oponerse al calor y resulta del cociente entre el espesor del material sólido y la conductividad del mismo:

$R = e / \lambda$ (m^2K/W)

2.2.13 Balance térmico

El balance térmico de un edificio es la relación que existe entre las ganancias y pérdidas de calor.

Ganancias.- Las ganancias de calor se deben a la cantidad de calor que se transmite de afuera hacia dentro del edificio a través de la radiación solar que ingresa por su envolvente. Además se generan ganancias por la emisión de calor tanto de los ocupantes de la edificación como de los equipos y aparatos eléctricos en general.

Pérdidas.- Las pérdidas de calor dependen de la diferencia de temperatura entre el espacio interior del edificio y el exterior y se generan por la transmisión de calor a través de la envolvente.

Transmisión de calor.- Existen tres formas distintas de transmisión de calor:

1. **Convección:** Paso de calor por el movimiento de fluidos.
2. **Conducción:** Paso de calor a través de la materia.
3. **Radiación:** Paso de calor de los rayos del solares, equipos eléctricos o el metabolismo de las personas.

2.2.14 Inercia Térmica

Es la capacidad que posee la masa para acumular calor y diferir su restitución con cierto desfase.

2.2.15 Calor Específico

Se define como la cantidad de calor que se aplica a una unidad de masa de un cuerpo para elevar su temperatura en un grado Celsius.

2.2.16 Densidad

Es la relación entre la masa de un cuerpo y el volumen que ocupa.

23 METODOLOGÍA

2.3.1 Investigación de referentes

El trabajo se sustenta en la investigación y posterior análisis de varios referentes acordes al tema de investigación.

2.3.2 Entrevista con representantes del Instituto Metropolitano de Patrimonio

Se obtiene información mediante reuniones con los personeros del Instituto Metropolitano de Patrimonio referente la intervención arquitectónica realizada en el Hotel Colonial. (Planos, mapas, fotografías, memorias, etc.).

2.3.3 Mediciones de Temperatura y Humedad Relativa

Se realiza una muestra de las temperaturas y humedades relativas entre los meses de junio y julio de 2017, las mismas sirven para simular el comportamiento térmico de los materiales de las viviendas objeto de estudio. Para este muestreo se utilizan 2 Hobos RC-4HC Data Logger (medidores de Humedad Relativa y Temperatura) en cada vivienda en dos espacios diferentes (uno en cada planta). Los hobos hacen mediciones cada hora, de temperatura entre 0ºC y 40ºC con una precisión de ±0.35°C, humedad relativa (HR) entre 0% y 100% con una precisión de ±2.5%. También se consideran los datos meteorológicos de la Estación Iñaquito (M0024) proporcionados por el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI) del Ecuador para establecer la temperatura exterior, la humedad relativa, la dirección y velocidad del viento y las precipitaciones.

Se analizan los datos comprendidos entre el 12 de junio de 2017 al 27 de julio de 2017

2.3.4 Análisis de la edificación de estudio

Se realiza el análisis de las estrategias bioclimáticas, y los materiales de la envolvente. Se emplea el programa Climate Consultant para determinar las estrategias bioclimáticas que se deben aplicar en la ciudad de Quito.

2.3.5 Tabla de Givoni

Se emplea la gráfica de Givoni para determinar la zona de confort en el período de estudio.

2.3.6 Simulación de la intervención

Se realiza una simulación de la intervención para determinar el grado de incidencia de las estrategias de comportamiento térmico. Para ello se utiliza el programa Design Builder para simular el comportamiento de los materiales de la envolvente del edificio y la herramienta Energy Plus para la obtención de datos.

2.4 REFERENTE HISTÓRICO

EDIFICIO PATRIMONIAL DE USO RESIDENCIAL EN EL BARRIO DE SALAMANCA EN MADRID

Tipo de proyecto: Rehabilitación

Tipo de edificio: Edificios colectivos

Año de la construcción: 2015

Años de entrega: 2015

Superficie útil: 3 935 m2

Coste de la construcción: 5’648.762,00 €

Número de unidades funcionales: 24 Viviendas



Fig. 1. Edificio Residencial en Madrid. Fuente: **(Bouzada Biurrun, 2013)**

Se contempló fundamentalmente conjugar tres aspectos cruciales para el proyecto de rehabilitación integral de “Príncipe de Vergara 11”:

- Respetar la obra original de Eugenio Fernández Quintanilla que data del año 1913, y su calidad.
- Crear espacios con todas las comodidades que sean únicos y sofisticados, acorde a las exigencias de la actualidad.
- Respetar a las personas, el ambiente y a la eficiencia energética

Se recuperaron materiales originales, se conservó la ubicación de las estancias amplias y abiertas, se recuperaron las cubiertas, fachadas, soleras y los aislamientos en carpintería, además del jardín vertical, las imponentes zonas ajardinadas y por supuesto la comunicación de acceso a todos los espacios de planta baja. (Bouzada Biurrun, 2013)

CAPÍTULO III

3.1 OBJETO DE ESTUDIO

HOTEL COLONIAL

Para efecto de la presente investigación se ha considerado el estudio de caso de una edificación patrimonial del Centro Histórico de Quito. Se trata del ex Hotel Colonial, el mismo que fue intervenido en el año 2013 por parte del IMP, quien en su afán por contribuir no sólo con la rehabilitación sino con le revitalización del CHQ adquirió dicho inmueble para repotenciarlo cambiando su uso a vivienda colectiva.

Tipo de proyecto: Rehabilitación
Tipo de edificio: Edificios colectivos
Año de la construcción: 2013
Año de entrega: 2014
Superficie útil: 3.400 m2 Aproximadamente
Coste de la intervención: $ 2'220.718,00 USD
Número de unidades funcionales: 27 Viviendas



Fig. 2. Hotel Colonial. Fuente: Propia

El proyecto contempla la intervención y puesta en valor de los dos bloques manteniendo la morfología del espacio vacío (pasaje interior) entre ellos. La lectura del proyecto es fácil de interpretar gracias a la fuerza del eje marcado por el pasaje que interrelaciona las dos edificaciones. Gracias esto se conserva la horizontalidad del Bloque A, característica del entorno de la Av. Maldonado. Mientras que en el Bloque B se propone una edificación de cuatro pisos.

Se plantean tres tipos de intervención en el bloque A: restauración, rehabilitación y reinterpretación, y obra nueva en el bloque B. El proyecto comprende 27 viviendas, el bloque A está conformado por 3 casa adosadas en dos pisos (área restaurada) y 8 departamentos (área

rehabilitada), mientras que el bloque B se compone de 16 departamentos (área nueva). (IMP, 2013)

3.1.1 Análisis

3.1.1.1 Ubicación y entorno

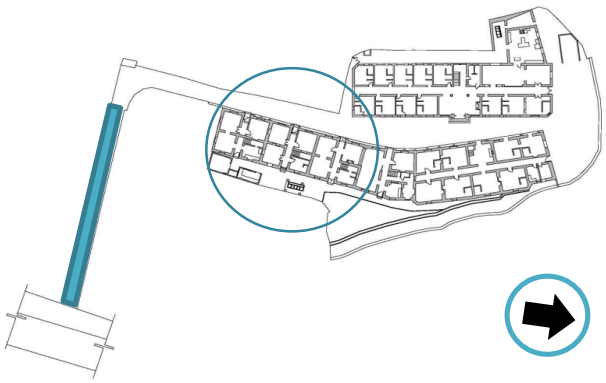
El Hotel Colonial se encuentra ubicado en el Barrio San Sebastián entre la Av. Pedro Vicente Maldonado y Av. 24 de Mayo. Coordenadas (-0.226476, -78.513431). Altitud: 2803 m.s.n.m.



Fig. 3. Ubicación Hotel Colonial. Fuente: Autor, información proporcionada por MCM+A **– IMP**

3.1.1.2 Accesibilidad

El inmueble no tenía un acceso directo, es por esta razón que se consideró la creación de un pasaje junto al teatro Cumandá, que permite el acceso desde la Av. Pedro Vicente Maldonado.



Av. Maldonado

Fig. 4. Acceso al Hotel Colonial. Fuente: Autor, información proporcionada por MCM+A - IMP

3.1.1.3 Orientación

La orientación del edificio es importante porque dependiendo hacia dónde estén orientadas las fachadas mayores, el edificio tendrá mayor o menor impacto solar. El bloque de estudio tiene una orientación Norte-Sur, la cual permite que sus mayores fachadas estén orientadas de Este a Oeste. Esto considera el mayor aprovechamiento de la luz natural en la mañana y en la tarde.

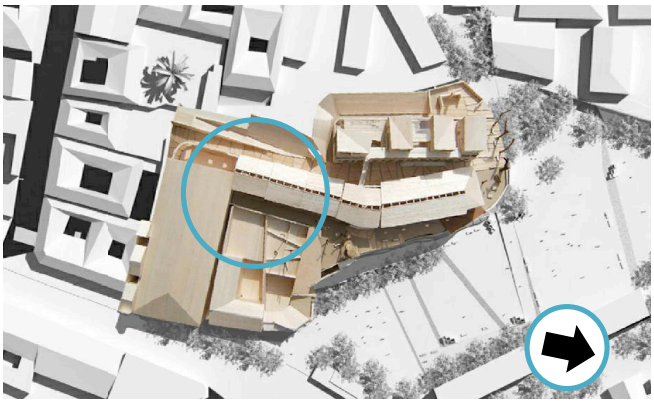


Fig. 5. Orientación del Conjunto Hotel Colonial. Fuente: Autor, información proporcionada por MCM+A – IMP

3.1.1.4 Asoleamiento

La buena orientación de las fachadas mayores (este y oeste) así como la implementación de aberturas cenitales, permiten el aprovechamiento de la luz solar y de la radiación durante las horas de mayor incidencia.

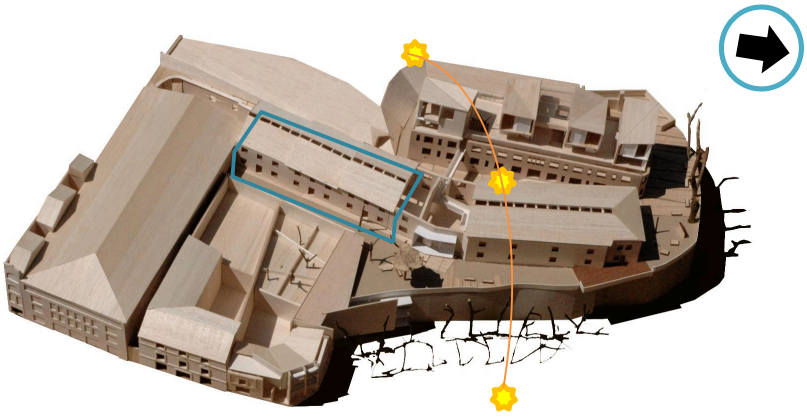


Fig. 6. Maqueta. Vista General del Conjunto. Fuente: Autor, información

3.1.1.5 Vientos

La importancia de los vientos se debe al porcentaje de ventilación natural que posee la edificación. Los vientos predominantes del lugar van en dirección Norte-Sur.

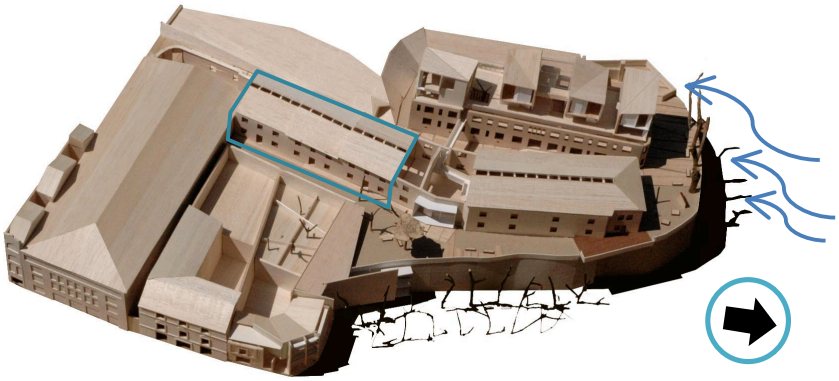


Fig. 7. Vista General del Conjunto. Fuente: Autor, información proporcionada por MCM+A - IMP

3.1.1.6 Clima

De acuerdo a la Tipología de Pourrut, el clima del área de estudio corresponde a Cw Ecuatorial meso-térmico húmedo, que comprende temperaturas entre 12ºC y 18ºC, con precipitaciones anuales entre 1000 mm y 2000mm.

Sin embargo los datos meteorológicos de la Estación M0024 (Iñaquito) proporcionados por el INAMHI son los utilizados para las simulaciones del presente estudio.

3.1.1.7 Funcionalidad

Valores arquitectónicos y morfológicos*:* El bloque A, que caracteriza el frente urbano a la 24 de mayo, posee destacada longitud y horizontalidad y es marcado por reglas de repetición y

proporción que configuran el ritmo en su fachada, además de presentar un interesante sistema de pasajes transversales. (IMP, 2013)

Inicialmente la función del conjunto era de hotel pero con la intervención cambió su uso a vivienda.

Formas de intervención según los valores identificados:

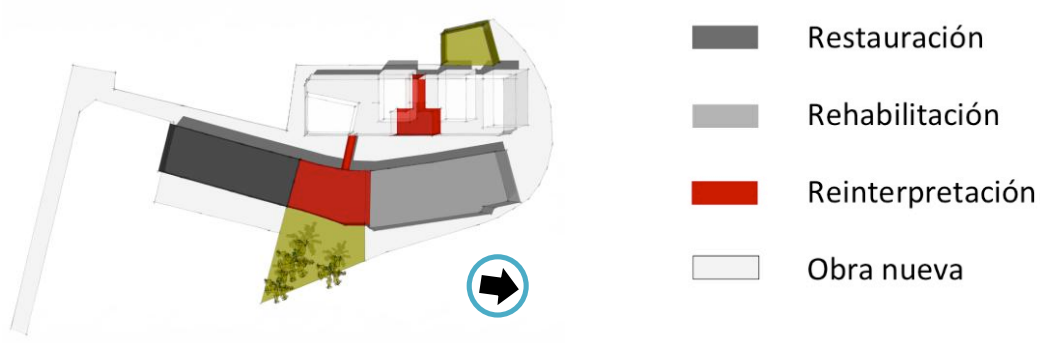


Fig. 8. Formas de Intervención. Fuente: Autor, información proporcionada por MCM+A - IMP

Restauración: corresponde al primer tramo del bloque A. Se opta por el mantenimiento completo del sistema estructural de esta parte de la edificación, que corresponde a un muro de carga central trabado transversalmente a las fachadas. En este sentido tampoco se alterará el sistema compositivo de las fachadas entendidas como un reflejo de la estructura adoptada y que a la vez determina la tipología del edificio. Se propone en este tramo de la edificación mantener el uso correspondiente a viviendas unifamiliares. Por tanto hablamos de un proceso de recuperación integral. (IMP, 2013)

3.1.2 Delimitación del Área de Estudio

La delimitación del área a intervenir se consideró tomando en cuenta el tipo de intervención de cada uno de los bloques, en este caso la restauración es uno de los conceptos que más compagina con la conservación arquitectónica de edificaciones patrimoniales.

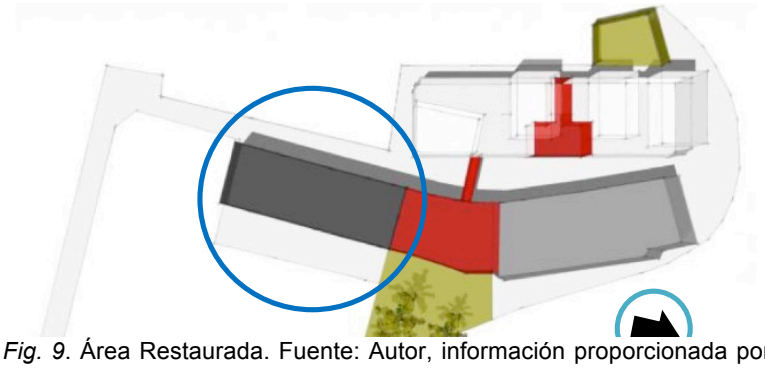


Fig. 9. Área Restaurada. Fuente: Autor, información proporcionada por MCM+A - IMP

Tipología edificatoria

El bloque restaurado consta de 3 viviendas adosadas entre sí, cada una con ingresos independientes y un patio común que comparten con los otros bloques.

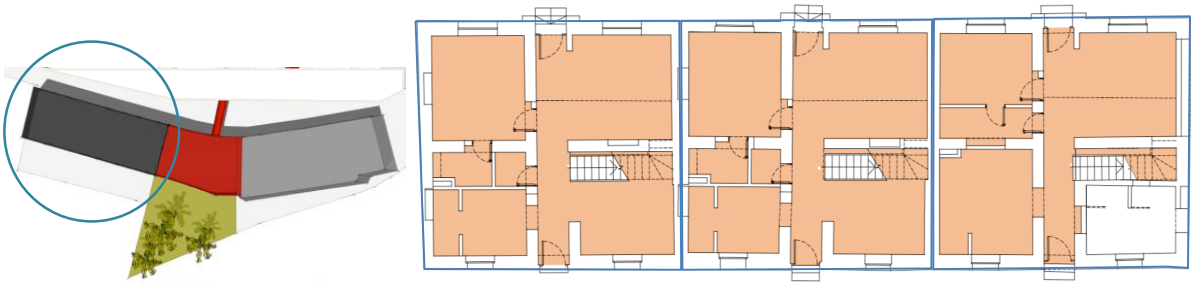


Fig. 10. Planta Baja Bloque Restaurado. Fuente: Autor, información proporcionada por MCM+A - IMP

Tipología de viviendas



Fig. 11. Fachada Oeste, viviendas de estudio. Fuente: Autor

El edificio se desarrolla en dos niveles y está conformado por tres viviendas que poseen las mismas características de diseño.

3.1.3 Mediciones

Para la obtención de las mediciones de Temperatura y Humedad Relativa fueron colocados dos Hobos por cada vivienda, uno en la planta baja y otro en la parta alta.



Fig. 12. Ubicación de Hobos, Casa 1. Fuente: Autor

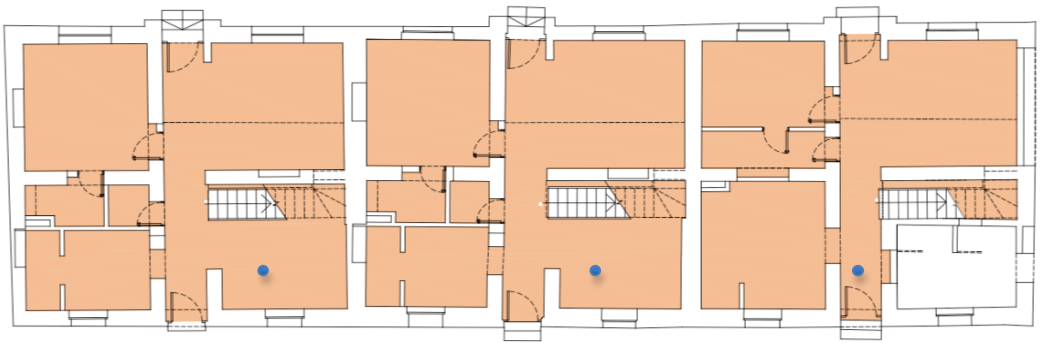


Fig. 13. Ubicación de Hobos, Planta Baja. Fuente: Autor

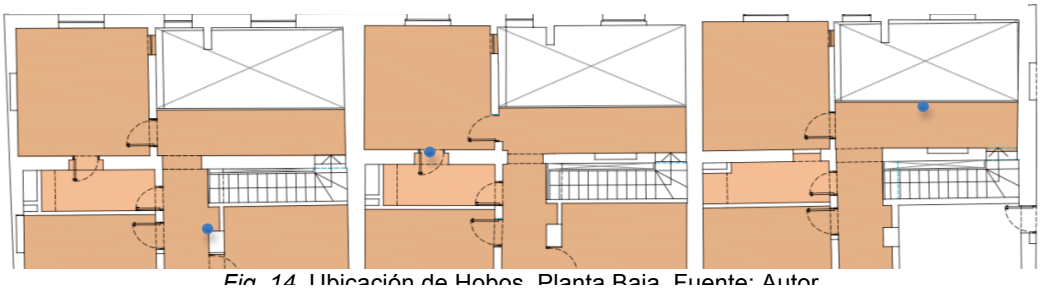


Fig. 14. Ubicación de Hobos, Planta Baja. Fuente: Autor

3.1.4Análisis Bioclimático

3.1.4.1 Datos Climáticos, temperatura exterior

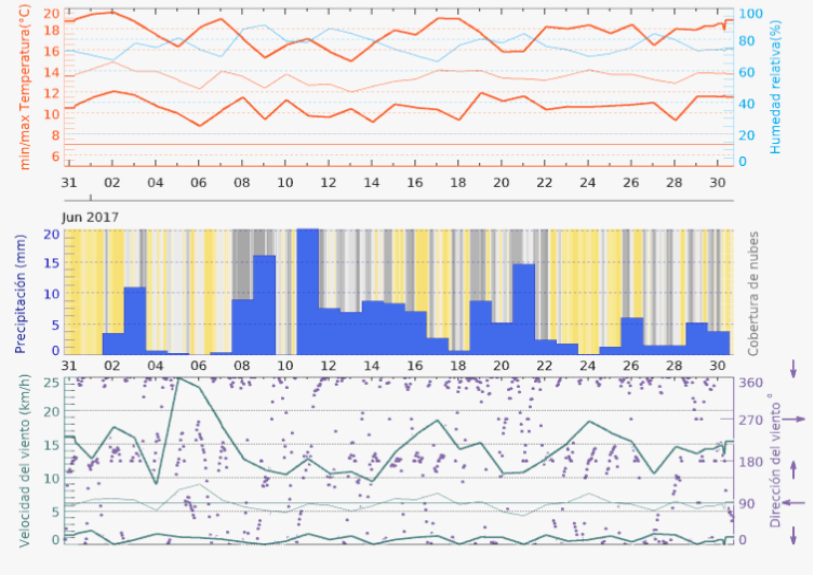


Fig. 15. Datos Climático Quito del 1 al 30 de junio de 2018. Fuente: Autor, información proporcionada por INAMHI

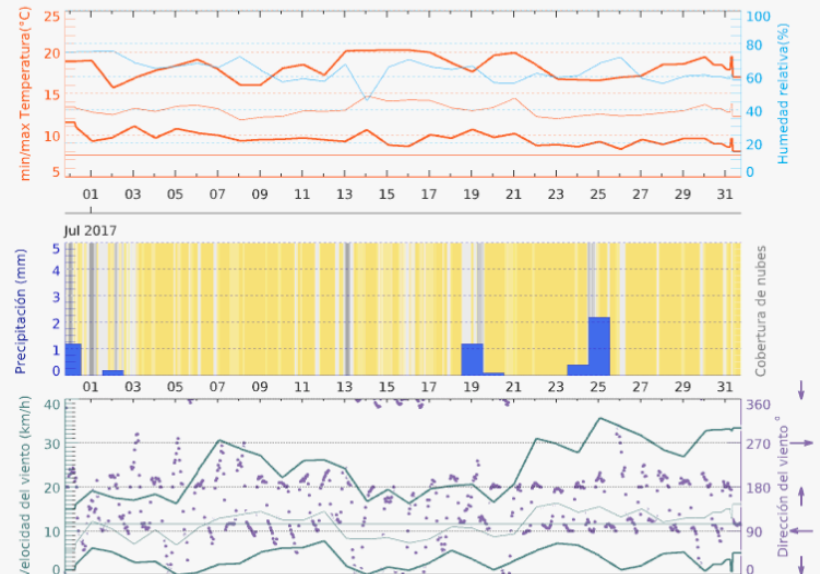


Fig. 16. Datos Climáticos Quito del 1 al 31 de junio de 2017. Fuente: Autor, información proporcionada por INAMHI

3.1.4.2 Datos Climáticos Hobos

Casa 1 (planta baja)

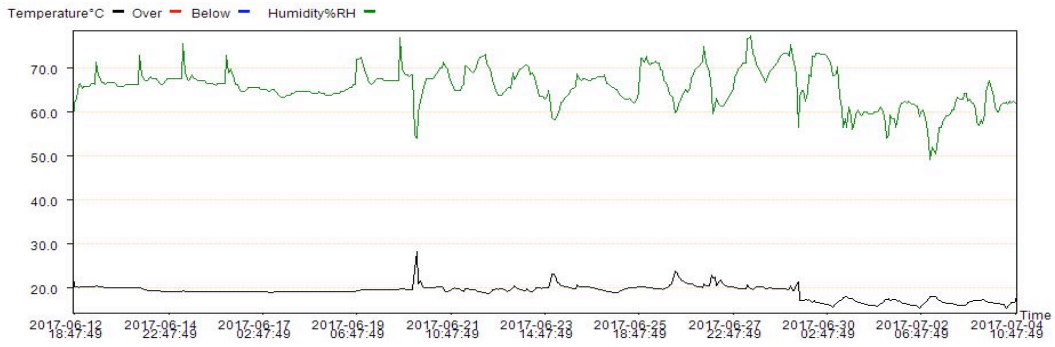


Fig. 17. Mediciones de Temperatura en Casa1 Panta Baja. Fuente: Autor, generado por RH-4 (Data Logger)

Casa 1

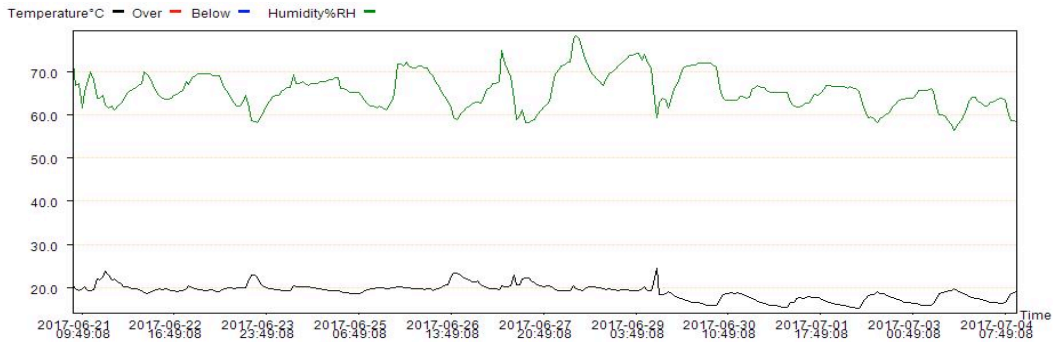


Fig. 18. Mediciones de Temperatura en Casa1 Panta Alta. Fuente: Autor, generado por RH-4 (Data Logger)

(planta alta)

Casa 2 (planta baja)

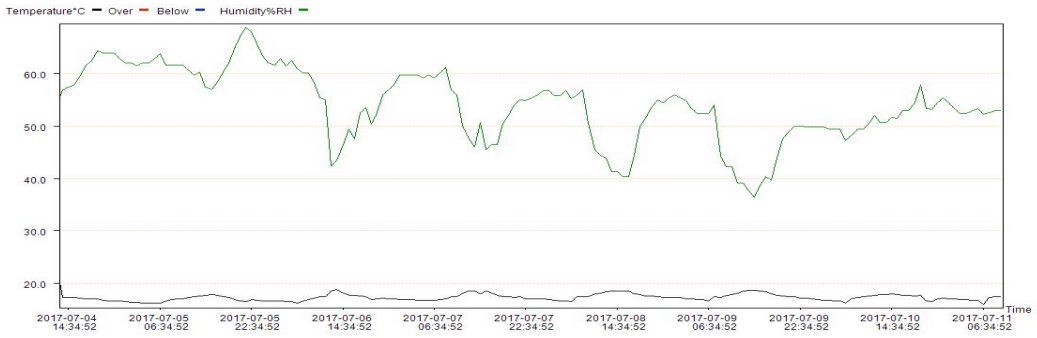


Fig. 19. Mediciones de Temperatura en Casa2 Panta Baja. Fuente: Autor, generado por RH-4 (Data Logger)

Casa 2

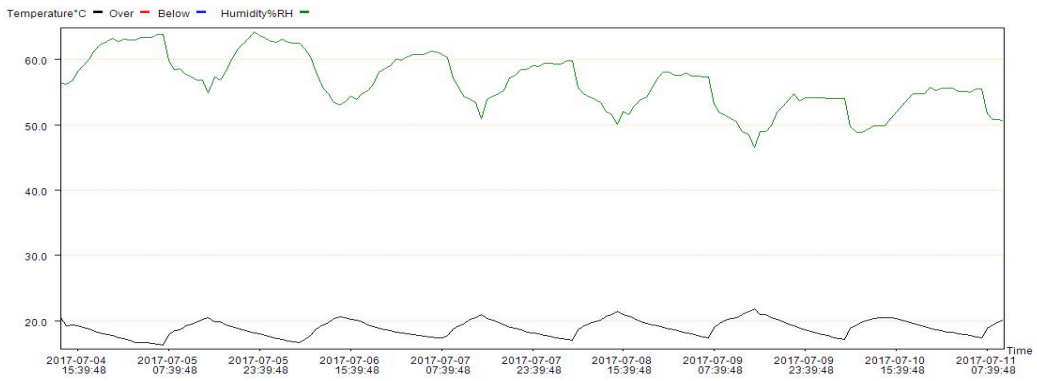


Fig. 20. Mediciones de Temperatura en Casa2 Panta Alta. Fuente: Autor, generado por RH-4 (Data Logger)

(planta alta)

Casa 3 (planta baja)

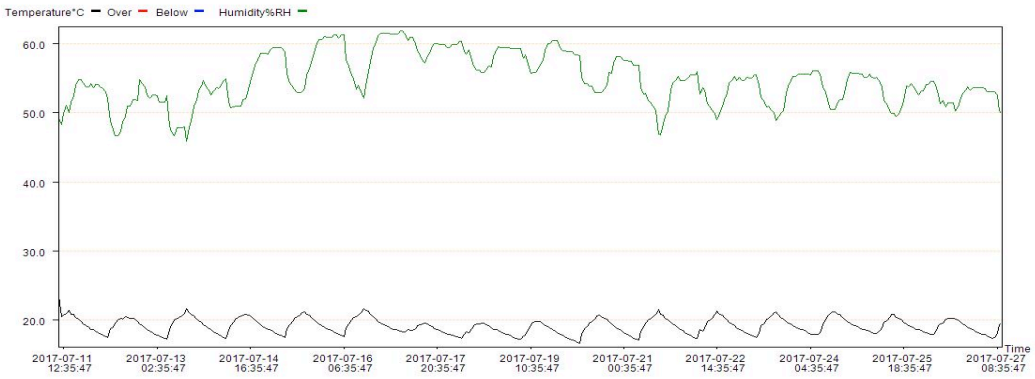


Fig. 21. Mediciones de Temperatura en Casa3 Panta Baja. Fuente: Autor, generado por RH-4 (Data Logger)

Casa 3

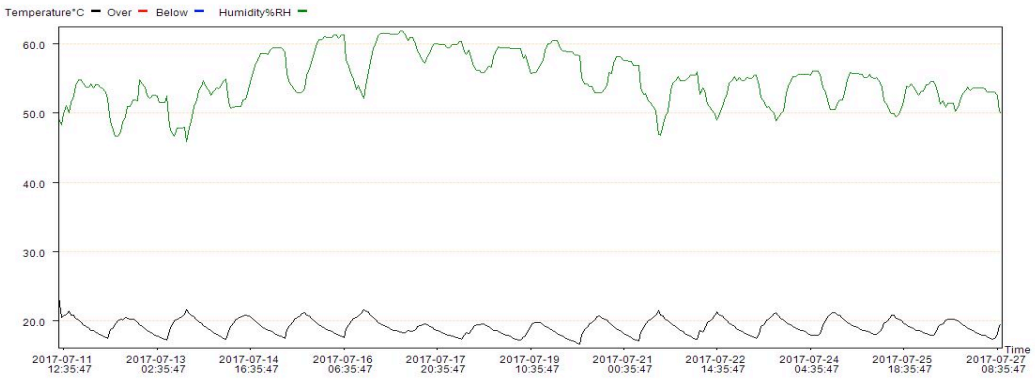


Fig. 22. Mediciones de Temperatura en Casa3 Panta Baja. Fuente: Autor, generado por RH-4 (Data Logger)

(planta alta)

3.1.4.3 Diagrama Bioclimático de Givoni

El diagrama bioclimático de Givoni determina la zona de confort para cualquier lugar, esta carta también determina las estrategias bioclimáticas de una edificación es cualquier época del año,

las cuales ayudan a alcanzar las condiciones para mantenerla en la de confort. (Hernández, 2014).

La carta se construye en base a un diagrama psicrométrico y en la misma se distinguen varias zonas características, dentro de ellas la zona de confort que según Olgyay está entre los siguiente rangos: Temperatura = 18-24ºC (invierno), Temperatura = 21-27ºC (verano). Humedad Relativa (HR) = 30% - 65%. (Olgyay, 2008). Pero tomando en cuenta que para cada zona geográfica le corresponde una carta bioclimática específica, según Climate Consultant (gráfico 19) en Quito las temperaturas de confort térmico están entre 20ºC y 24ºC y la humedad relativa de confort entre 10% y 80%.

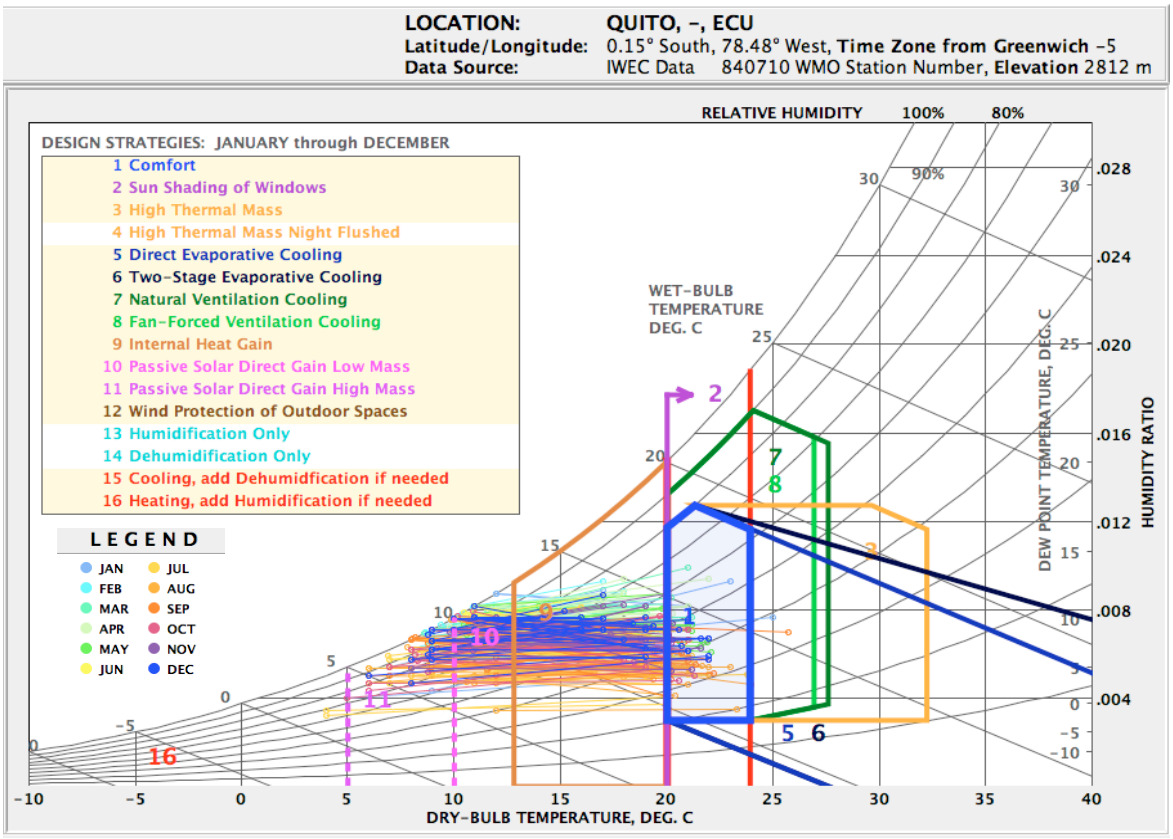


Fig. 23. Carta Bioclimática para la ciudad de Quito. Fuente: Propia, generado con el programa Climate Consultant

3.1.4.4 Cuadro de estrategias (Climate Consultant)

Una vez ingresados los datos al programa, se generó el diagrama psicrométrico, determinando las estrategias que se deben aplicar en la zona.

DESIGN GUIDELINES (for the Full Year)
California Energy Code
User Modified Design Strategies, User Modified Criteria

LOCATION: QUITO, -, ECU
Latitude/Longitude: 0.15° South, 78.48° West, **Time Zone from Greenwich** -5
Data Source: IWEC Data 840710 WMO Station Number, **Elevation** 2812 m

Assuming only the Design Strategies that were selected on the Psychrometric Chart, 100.0% of the hours will be Comfortable.
This list of Design guidelines applies specifically to this particular climate, starting with the most important first. Click on a Guideline to see a sketch of how this Design Guideline shapes building design. (See Help for more details.)

11	Heat gain from lights, people, and equipment greatly reduces heating needs so keep home tight, well insulated (to lower Balance Point temperature)
19	For passive solar heating face most of the glass area north to maximize winter sun exposure, but design overhangs to fully shade in summer
20	Provide double pane high performance glazing (Low-E) on west, south, and east, but clear on north for maximum passive solar gain
63	Traditional passive homes in cool overcast climates used low mass tightly sealed, well insulated construction to provide rapid heat buildup in morning
1	Tiles or slate (even on wood floors) or a stone-faced fireplace provides enough surface mass to store winter daytime solar gain and summer nighttime 'coolth'
3	Lower the indoor comfort temperature at night to reduce heating energy consumption (lower thermostat heating setback) (see comfort low criteria)
8	Sunny wind-protected outdoor spaces can extend living areas in cool weather (seasonal sun rooms, enclosed patios, courtyards, or verandahs)
67	Traditional passive homes in cold clear climates had snug floorplan with central heat source, north facing windows, and roof pitched for wind protection
31	Organize floorplan so winter sun penetrates into daytime use spaces with specific functions that coincide with solar orientation
23	Small well-insulated skylights (less than 3% of floor area in clear climates, 5% in overcast) reduce daytime lighting energy and cooling loads
58	This is one of the more comfortable climates, so shade to prevent overheating, open to breezes in summer, and use passive solar gain in winter
16	Trees (neither conifer or deciduous) should not be planted in front of passive solar windows, but are OK beyond 45 degrees from each corner
18	Keep the building small (right-sized) because excessive floor area wastes heating and cooling energy
15	High Efficiency furnace (at least Energy Star) should prove cost effective
13	Steep pitched roof, with a vented attic over a well insulated ceiling, works well in cold climates (sheds rain and snow, and helps prevent ice dams)
4	Extra insulation (super insulation) might prove cost effective, and will increase occupant comfort by keeping indoor temperatures more uniform
14	Locate garages or storage areas on the side of the building facing the coldest wind to help insulate
12	Insulating blinds, heavy draperies, or operable window shutters will help reduce winter night time heat losses
22	Super tight buildings need a fan powered HRV or ERV (Heat or Energy Recovery Ventilator) to insure indoor air quality while conserving energy
28	Windows can be unshaded and face in any direction because any passive solar gain is a benefit, and there is little danger of overheating

Fig. 24. Estrategias Bioclimáticas para la ciudad de Quito. Fuente: Propia, generado con el programa Climate Consultant

Las siguientes son las estrategias de diseño que fueron seleccionadas en el Cuadro Psicrométrico, 100% de las horas serán confortables. Esta lista se aplica específicamente a este clima particular, empezando por la más importante:

Estrategia 11.- El calor de las luces, las personas y los equipos reduce en gran medida las necesidades de calefacción, por lo que la casa debe mantenerse bien cerrada y aislada (para bajar la temperatura del punto de equilibrio).

Estrategia 19.- Para el calentamiento solar pasivo la mayor parte del área de vidrio debe estar expuesta al sol en invierno, pero el diseño sobresaldrá para dar sombra en verano.

Estrategia 20.- Proporcionar doble acristalamiento de alto rendimiento (CLow-E) en el oeste, el sur y el este, pero despejado hacia el norte para obtener la máxima ganancia solar pasiva.

Estrategia 63.- Las casas pasivas tradicionales en climas fríos y nublados, utilizaban construcciones de baja masa, herméticamente selladas, y bien aislada para proporcionar una rápida acumulación de calor en la mañana.

Estrategia 1.- Las baldosas o pizarra (incluso en pisos de madera) o una chimenea de piedra proporciona suficiente masa superficial para almacenar la ganancia solar durante el día en invierno y el frío nocturno de verano.

Estrategia 3.- Aumentar la temperatura de confort interior por la noche para reducir el consumo de energía de calefacción (reducción de la calefacción del termostato) (consulte los criterios de bajo confort).

Estrategia 8.- Los espacios al aire libre con protección contra el viento pueden extender las áreas de estar cuando hace buen tiempo (habitaciones, patios cerrados, patios o verandas).

Estrategia 67.- Casas pasivas tradicionales en climas fríos y despejados, tenían un piso confortable con calefacción central, ventanas orientadas al norte y techo inclinado para protección contra el viento.

Estrategia 31.- Organice el plano de planta para que el sol de invierno penetre en los espacios de uso diurno con funciones específicas que coinciden con la orientación solar.

Estrategia 23.- Pequeños tragaluces bien aisladas (menos del 3% del área del piso en climas despejados, 5% en cielo nublados) reducen la energía de iluminación diurna y las cargas de refrigeración.

Estrategia 58.- Este es uno de los climas más confortables, de modo que hay que sombrear para evitar el sobrecalentamiento, hay que abrirse a las brisas en verano, y usar ganancia solar pasiva en invierno.

Estrategia 16.- Los árboles (ni coníferas ni caducifolios) no deben plantarse frente a ventanas solares pasivas, pero están bien más allá de 45 grados desde cada esquina.

Estrategia 18.- Mantenga el edificio pequeño (del tamaño adecuado) porque el exceso de superficie desperdicia energía de calefacción y refrigeración.

Estrategia 15.- El horno de alta eficiencia (al menos Energy Star) debe probar ser rentable.

Estrategia 13.- La cubierta inclinada y empinada, con un ático ventilado sobre un techo bien aislado, funciona bien en climas fríos (arroja lluvia y nieve y ayuda a evitar las represas de hielo).

Estrategia 4.- El aislamiento adicional (súper aislamiento) puede resultar rentable y aumentará la comodidad de los ocupantes al mantener las temperaturas interiores más uniformes.

Estrategia 14.- Ubique los garajes o las áreas de almacenamiento en el lado del edificio que enfrenta el viento más frío para ayudar a aislar.

Estrategia 12.- Las persianas aislantes, cortinas pesadas o persianas operables ayudarán a reducir las pérdidas de calor durante la noche invernal.

Estrategia 22.- Los edificios herméticos necesitan un ventilador HRV o ERV (Ventilador de recuperación de calor o energía) para asegurar calidad del aire interior mientras se conserva la energía.

Estrategia 28.- Las ventanas no pueden sombrearse y se orientan en cualquier dirección, ya que cualquier ganancia solar pasiva es un beneficio, y existe poco peligro de sobrecalentamiento.

Análisis de Estrategias

Primeramente analizaremos las estrategias propuestas por Climate Consultant:

Estrategia 11.- En nuestro caso para las simulaciones no aplica esta estrategia puesto que estamos analizando el comportamiento térmico más no el confort de la edificación.

Estrategia 19.- Este caso sí aplica porque la orientación favorece la exposición al sol de las mayores fachadas, en verano se considerarán cortinas para evitar la sobre exposición solar de las ventanas.

Estrategia 20.- Este caso no aplica porque se conserva el acristalamiento de simple en todas las ventanas.

Estrategia 63.- La masa térmica del edificio no se puede modificar porque estamos tratando con una restauración de un bien patrimonial.

Estrategia 1.- Por criterios de diseño se cambiaron los pisos de planta baja que originalmente eran de madera por pisos de hormigón.

Estrategia 3.- No se consideran soluciones activas (mecánicas) para el proyecto, sin embargo podrían implementarse en el futuro siempre y cuando sean equipos eficientes, sostenibles y no atenten contra el patrimonio.

Estrategia 8.- Sólo se analiza espacio interior en el presente estudio, sin embargo podría implementarse en futuros proyectos.

Estrategia 67.- Aplica parcialmente puesto que no se considera un piso radiante, pero la orientación de las ventanas está hacia el norte y el techo es inclinado.

Estrategia 31.- Sí aplica por la orientación idónea del inmueble.

Estrategia 23.- En la intervención se proponen aberturas cenitales de iluminación.

Estrategia 58.- No aplica la colocación de elementos para dar sombra debido a que las ventanas son pequeñas, la mayoría de ventanas son movibles por tanto permiten la ventilación natural y su acristalamiento permite usar las ganancias solares.

Estrategia 16.- No existe la presencia de árboles, sólo hay una palmera que está a más de 45 grados con respecto a la CASA 3.

Estrategia 15.- No aplica para el caso porque se analiza confort térmico pero en el futuro se puede implementar.

Estrategia 13.- La cubierta es lo suficientemente inclinada para permitir la rápida evacuación de lluvias y granizo, pero no posee un ático.

Estrategia 4.- No existe la presencia de aislamiento adicional porque se trata de restauración arquitectónica, sin embargo se puede aplicar para otro tipo de intervenciones.

Estrategia 14.- No aplica porque no existe ese tipo de espacios. Pero se puede implementar en futuros proyectos para los que aplique.

Estrategia 12.- Podrían implementarse cortinas cuando las viviendas sean habitadas.

Estrategia 22.- No aplica la colocación de ventiladores.

Estrategia 28.- Se conservan las mismas ventanas en la intervención y no tiene elementos externos que generen sombra.

Para el presente caso de estudio se consideran las siguientes estrategias: 19, 1, 3, 8, 67, 31, 23, 16, 13 y 28. (Anexo 3)

Para futuros casos se restauración se pueden considerar las estrategias: 19, 1, 3, 8, 67, 31, 23, 16, 15, 13, 4, 14, 12, y 28.

3.1.4.5 Materiales de Construcción

Las tres viviendas objeto de este análisis, están conformadas por el mismo tipo de materiales.

Paredes: Las paredes son de Adobe con mortero de terro-cemento.

Pisos: Los pisos son de hormigón pigmentado, en los baños poseen recubrimiento de cerámica.

Entrepisos: El entrepiso es de duela de madera con estructura de madera y en algunas partes se reemplazó con estructura metálica. En los baños hay loseta de hormigón con recubrimiento de cerámica.

Cielo Raso: El cielo raso de la cubierta es de paneles de OBS.

Cubierta: Estructura de madera con anclajes metálicos y techo de teja de barro.

Carpintería: Las puertas de ingreso son de metal y las interiores son de madera con estructura de metal. Las ventanas son de metal y vidrio.

Grada: La estructura de la grada es de metal y las huellas son de madera, y los pasamanos de metal.

Tabla 1. Cuadro de Materiales de la intervención

Nº	ELEMENTO/ DESCRIPCIÓN	CUADRO DE MATERIALES	
		ESPESOR	CONDUCTIVIDAD TÉRMICA
	CUBIERTA	(m)	(W/K.m)
1	Teja de arcilla cocida	0,015	1,00
2	Eternit Fibrocemento	0,010	0,28
3	Paneles OSB (cielo raso)	0,018	0,13
4	Estructura de madera (alfajías)	0,060	0,18
5	Estructura de madera (vigas)	0,150	0,18
	PAREDES		
6	Mampostería portante de adobe	0,400	0,45-0,8
7	Enlucido de terrocemento	0,049	1,30
8	Pintura	0,001	0,06
	PUERTAS		
9	Metal	0,040	50,00
10	Marco metálico	0,040	50,00
	VENTANAS		
11	Marco metálico	0,040	50,00
12	Vidrio	0,006	1,00
	ENTREPISOS		
13	Estructura de Metal	0,150	50,00
14	Estructura de madera	0,150	0,18
15	Madera contrachada (Playwood)	0,018	0,21
16	Duelas de madera de eucalipto	0,015	0,18
17	Gypsum (cielo falso)	0,010	0,25
18	Loseta de hormigón	0,200	2,30
19	Recubrimiento de cerámica	0,010	1,30
	PISOS		
3	Zócalo de piedra	0,900	0,55
4	Contrapiso de hormigón pigmentado	0,110	1,90
4	Recubrimiento de cerámica	0,010	1,30

Fuente: Autor

Análisis de Materiales de Construcción

En general se conservaron los mismos materiales de la envolvente, sobre todo en las paredes y la cubierta donde se armó una nueva estructura de madera pero se conservaron las tejas de arcilla (se implementó una capa de tela asfáltica para contrarrestar la humedad y paneles OSB como entablado). En el contra piso fue reemplazada la madera por hormigón pigmentado. El

entrepiso sigue siendo de madera pero fue restituido por duelas de eucalipto, también se reemplazaron las vigas de madera (evidente deterioro) por vigas metálicas.

Las características térmicas de los materiales pueden aportar a la mejora del acondicionamiento térmico de la edificación.

Las cualidades se derivan principalmente de la masividad de los elementos estructurales. Entre más grueso sea un muro mayor inercia térmica poseerá, es decir, el tiempo que gana en ganarse o perderse calor será mayor, de manera que se tienen rangos de confort térmico más amplios en el interior de las habitaciones. (Viqueira, 2002)

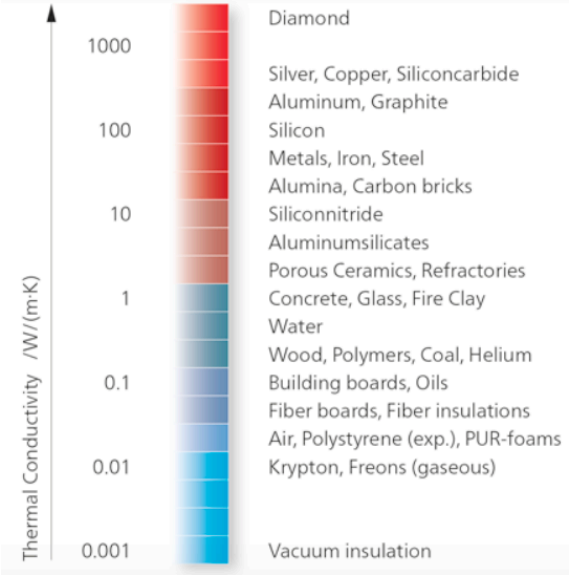


Fig. 26. Conductividad de los materiales. Fuente: **(Grupo Netzsch, 2017)**

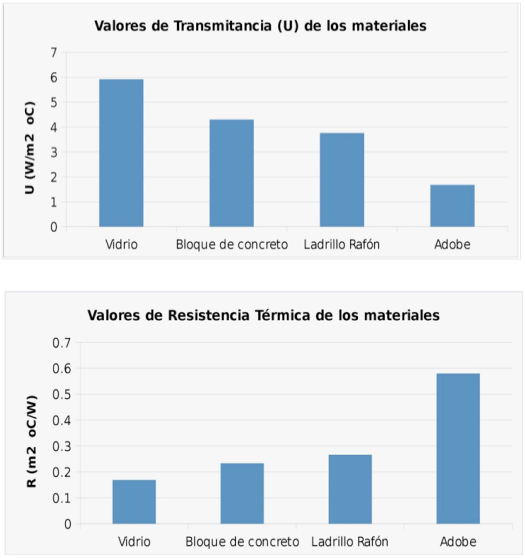


Fig. 25. Transmitancia y Resistencia de los materiales. Fuente: **(Viqueira, 2002)**

3.1.4.6 Diagrama de Trayectoria Solar

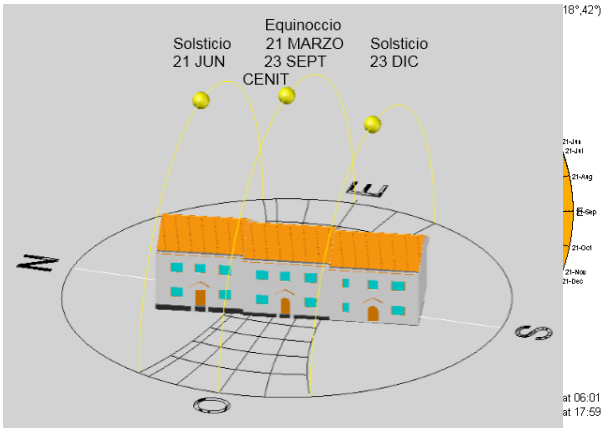


Fig. 27. Imagen Estereográfica Quito. Fuente: Propia, generado con Heliodon

Fig. 28. Recorrido Solar en Quito. Fuente: Propia

Este tipo de gráficas son importantes porque muestran el recorrido solar en el cielo de Quito, en la gráfica 28 se observa la trayectoria del sol tanto en los solsticios como en los equinoccios. En la gráfica 27 se muestra la posición del sol con respecto a la edificación de nuestro estudio y los elementos a su alrededor.

3.1.5 Simulaciones Dinámicas

Simulación 1 (Heliodon)

El uso de esta herramienta nos permite realizar un diseño interactivo con la radiación y la luz solar en el proyecto, puesto que permite insertar características del lugar como la altitud y la latitud donde se encuentra. A través del programa se puede observar la trayectoria solar sobre el proyecto, además se obtienen los porcentajes de absorción y emisividad de la atmósfera, así mismo permite obtener el flujo radiativo que está dado en (kW/m²). También es posible obtener el número de horas de asoleamiento.

Simulación:

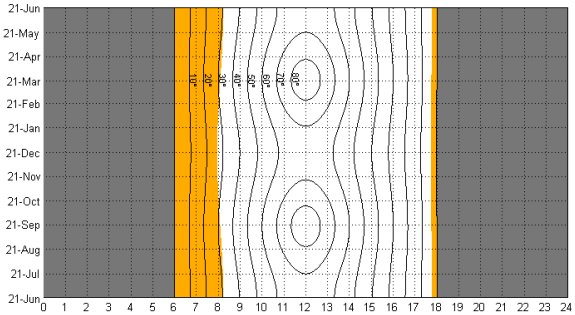


Fig. 29. Proyección Isócrona del Trayecto solar. Fuente: Propia, generado con Heliodon

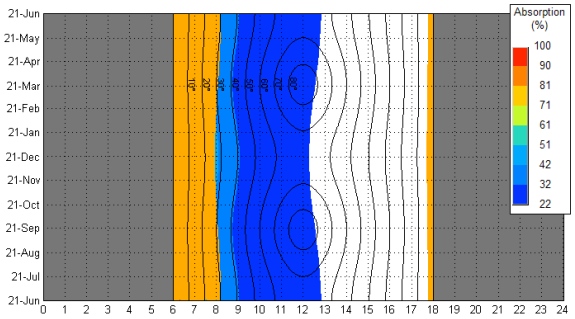


Fig. 30. Porcentaje de Absorción. Fuente: Propia, generado con Heliodon

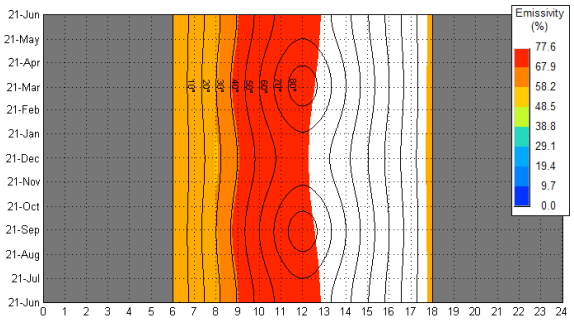


Fig. 31. Porcentaje de Emisividad H. Colonial. Fuente: Propia, generado con Heliodon

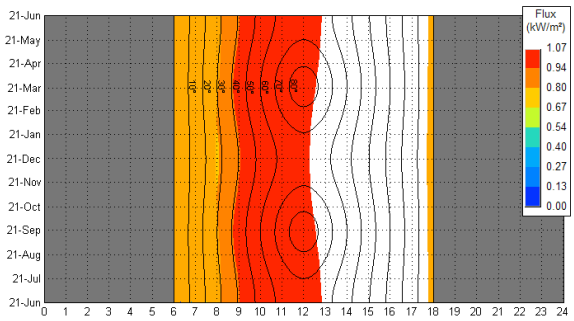


Fig. 32. Flujo solar H. Colonial. Fuente: Propia, generado con Heliodon

La simulación se generó desde el 21 de julio por un año y los resultados reflejan que existe para la atmósfera de Quito una absorción del 100%, esto se debe a que la simulación se realizó con el sol en el horizonte (mientras más se acerca el sol al Cenit menor será la absorción, pues a mayor altitud menor capa atmosférica), una emisividad del 77.6% y un flujo radiativo de 1.07 kW/m².

Según muestra la gráfica 28, la radiación será más intensa en el solsticio de verano, mientras que en los equinoccios ésta es menor y hacia el solsticio de invierno se reduce aún más. Y por supuesto la mayor radiación se presenta entre las 9:00 y las 13:00 horas.

Valores puntuales de Asoleamiento y flujo

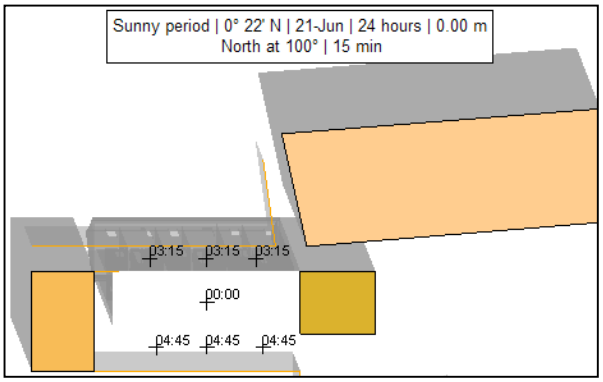


Fig. 34. Valores de Asoleamiento H. Colonial. Fuente: Propia generado con Heliodon

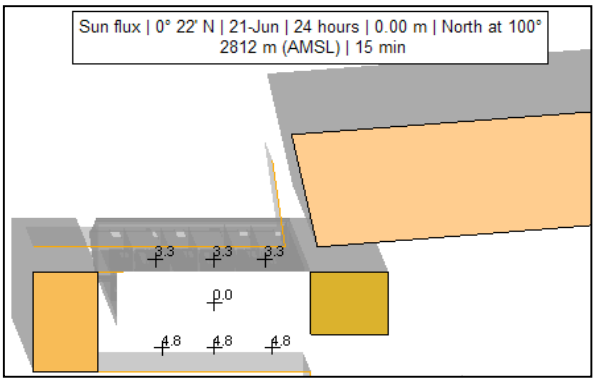


Fig. 33. Valores de Flujo Solar H. Colonial. Fuente: Propia, generado con Heliodon

solar

Las gráficas muestran que los valores tanto de asoleamiento como de flujo solar son iguales en el respectivo caso, la única diferencia en ambos es que los valores lógicamente son menores en la zona de menor exposición solar.

Incidencia Solar

Es importante conocer las horas de exposición solar a la que se encuentra expuesto el proyecto, pues ello determinará el grado de incidencia del sol sobre cada uno de los elementos que lo componen.

Horas de Asoleamiento sobre elementos de estudio

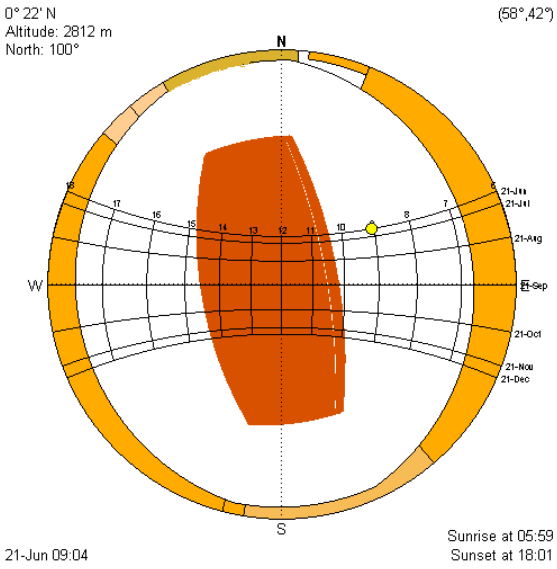


Fig. 36. Estereográfica Área de estudio. Fuente: Propia, generado por Heliodon

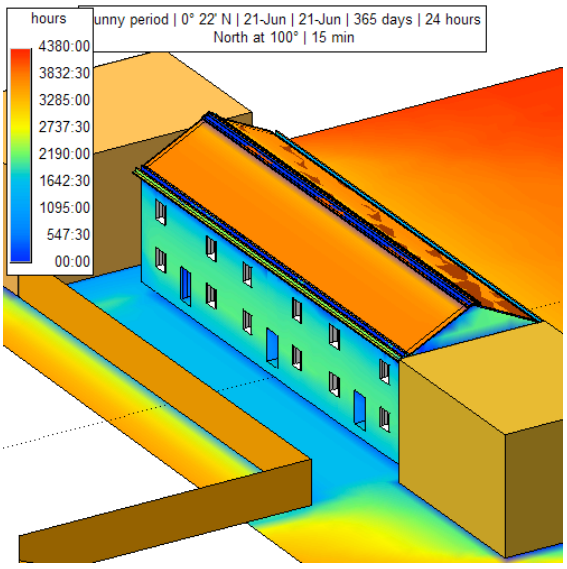


Fig. 35. Horas de Radiación Área de estudio. Fuente: Propia, generado por Heliodon

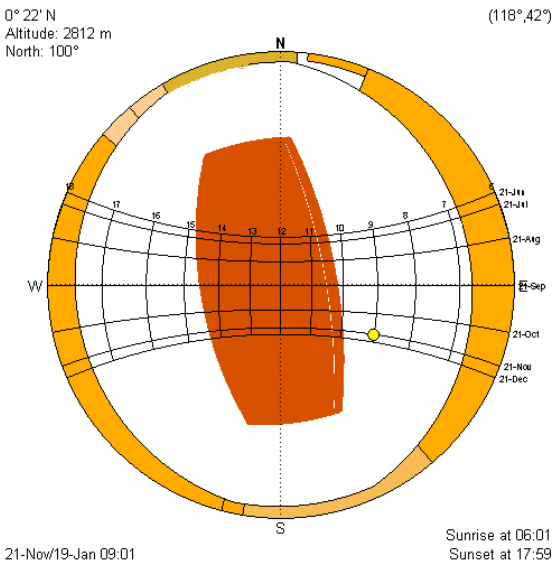


Fig. 37. Estereográfica Área de estudio. Fuente: Propia, generado por Heliodon

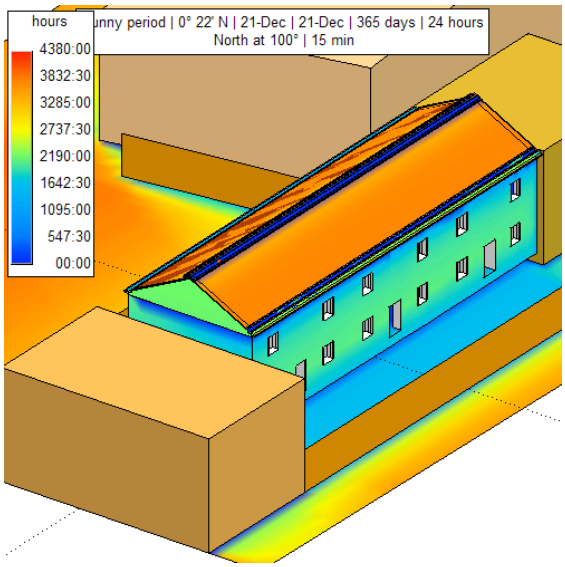


Fig. 38. Horas de Radiación Área de estudio. Fuente: Propia, generado por Heliodon

Las estereográficas indican dos periodos distintos, la primera marca el solsticio de verano y la segunda marca el solsticio de invierno. A partir de ahí se generaron dos cálculos de radiación sobre los elementos de estudio.

Como se puede observar en las gráficas 30 y 31 el número horas de radiación son las mismas porque se corrió el cálculo para todo el año, la diferencia es que se generaron a partir de cada solsticio. La variación entre los gráficos es el ángulo de la imagen que está dado por la posición del sol. El cálculo genero un total de 4380 horas de radiación al año, lo cual es totalmente coherente con las horas de sol (12 horas) que se tiene en esta zona del planeta.

Simulación 2 (Design Builder)

Es importante realizar las simulaciones energéticas para determinar el comportamiento térmico de la envolvente de la edificación, en este caso se utiliza el programa Design Builder como modelizador y el programa Energy Plus que viene incorporado al anterior se utiliza para las simulaciones de cálculo energético.

El período considerado es de 50 días que concuerdan con las mediciones climáticas obtenidas con los medidores de temperatura y humedad relativa (Hobos). Se evalúa el comportamiento térmico de la envolvente a través del balance térmico que está determinado por las ganancias y pérdidas de cada uno de los elementos, la temperatura del aire, la temperatura radiante, la temperatura operativa, la humedad relativa interior y la ventilación natural. Previo a esto cada elemento fue caracterizado de acuerdo a los materiales y dimensiones propios de la edificación, considerando propiedades como la conductividad térmica, el calor específico, la densidad y la resistencia térmica de los mismos.

Las simulaciones objeto de estudio fueron consideradas de acuerdo a la importancia de la intervención del edificio. Primeramente se realiza la simulación integral del edificio tanto en el caso A (antes de la intervención) como en el caso B (después de la intervención), para realizar el análisis del comportamiento térmico antes y después de dicha intervención.

La relevancia en este aspecto se debe a la implementación de aberturas cenitales que mejoren en primera instancia la iluminación de las viviendas y como consecuencia también se espera que mejore el acondicionamiento térmico dentro de los espacios sobre todo los ubicados en la parte superior de las mismas. Es por esto que también se ejemplifican las simulaciones de un ambiente tanto de planta baja como de planta alta así como también las simulaciones de los techos. (Se escogió la segunda casa por poseer dos aberturas cenitales).

A continuación se presenta el resumen de datos obtenidos de las aplicaciones de las evaluaciones en los dos casos del edificio de estudio, así como también los datos de las simulaciones específicas de un espacio determinado y del techo de la vivienda escogida para el efecto:

Simulación A (Antes de la intervención)

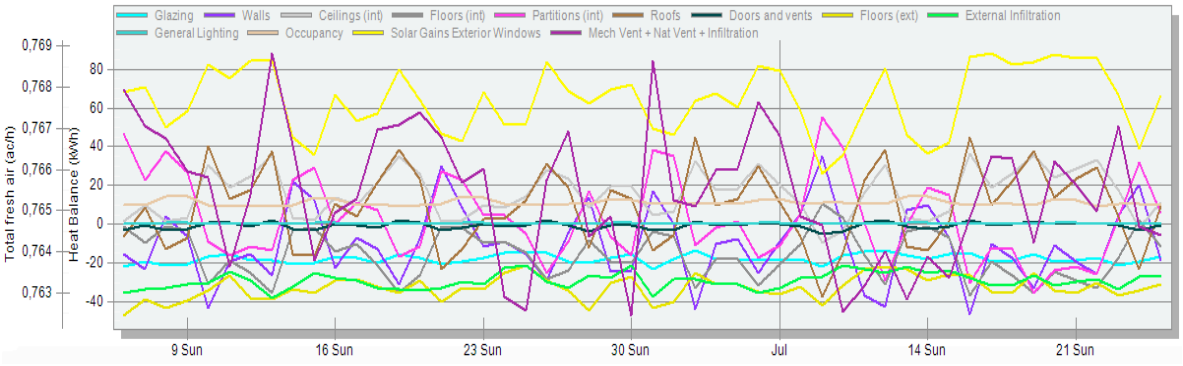


Fig. 39. Balance Térmico Edificio Hotel Colonial "A". Fuente: Autor, generado por Design Builder

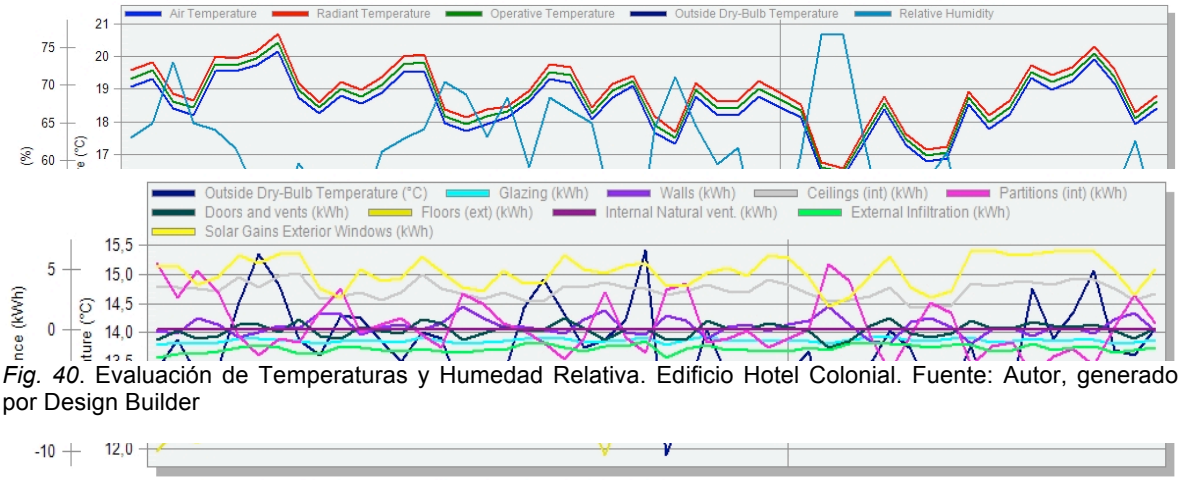
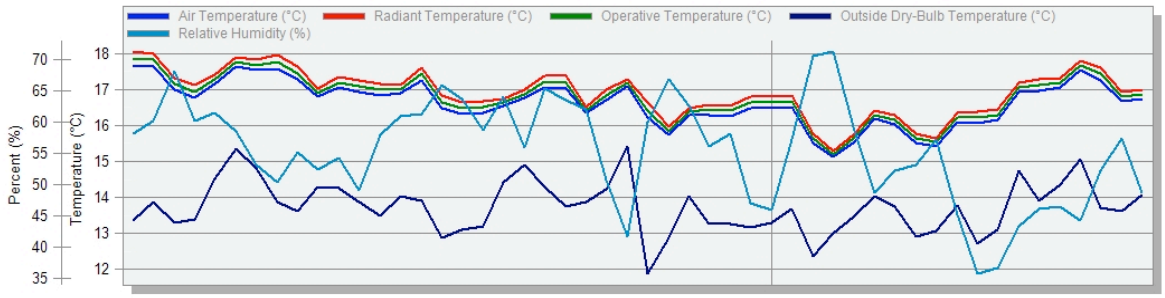


Fig. 40. Evaluación de Temperaturas y Humedad Relativa. Edificio Hotel Colonial. Fuente: Autor, generado por Design Builder

Fig. 41. Balance Térmico Zona4 Primer Piso Casa2. Fuente: Autor, generado por Design Builder

Si mulación A (Zona de comparación, Zona4 Casa2 Primer Piso)



F*ig. 42*. Evaluación de Temperaturas y Humedad Relativa Zona4 Primer Piso Casa2. Fuente: Autor, generado por Design Builder

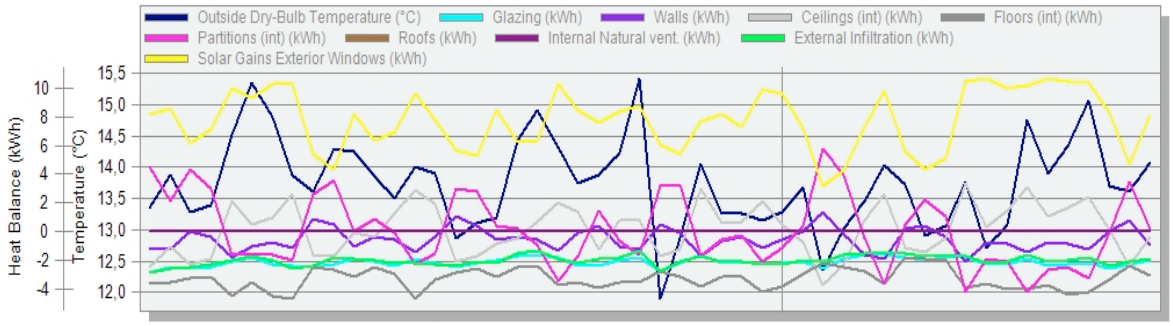


Fig. 44. Balance Térmico Zona4 Segundo Piso Casa2. Fuente: Autor, generado por Design Builder

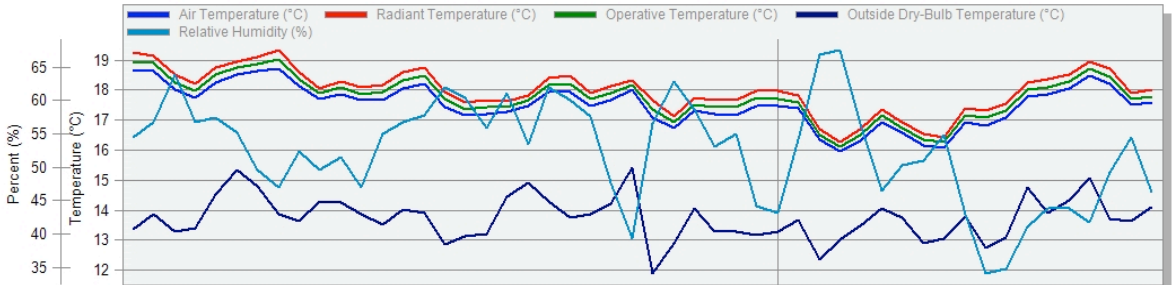


Fig. 43. Evaluación de Temperaturas y Humedad Relativa Zona4 Segundo Piso Casa2. Fuente: Autor, generado por Design Builder

Simulación A (Zona de comparación, Zona4 Casa2 Segundo Piso)

Simulación A (Zona de comparación, Techo Casa2)

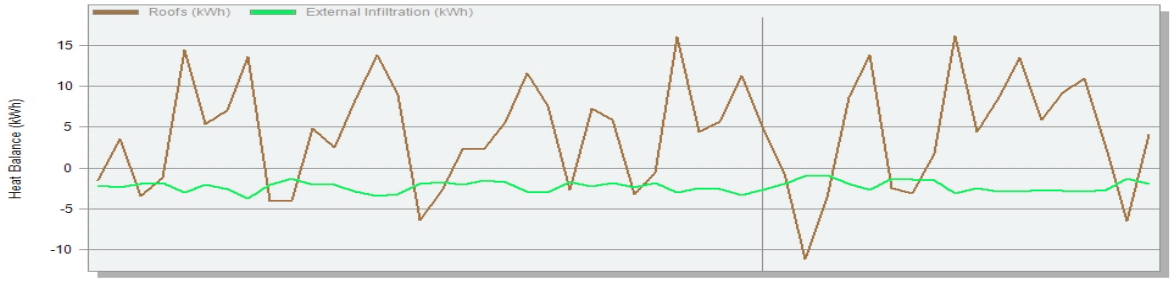


Fig. 45. Balance Térmico Techo Casa2. Fuente: Autor, generado por Design Builder

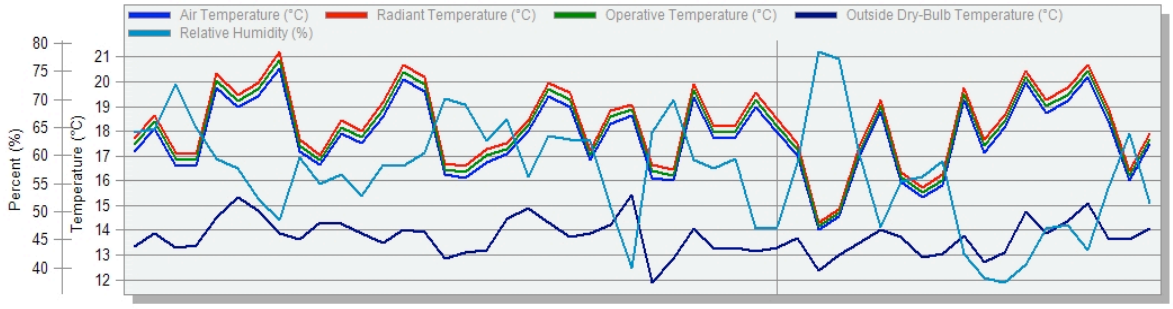


Fig. 46. Evaluación de Temperaturas y Humedad Relativa Techo Casa2. Fuente: Autor, generado por Design Builder

Simulación B (Después de la intervención)

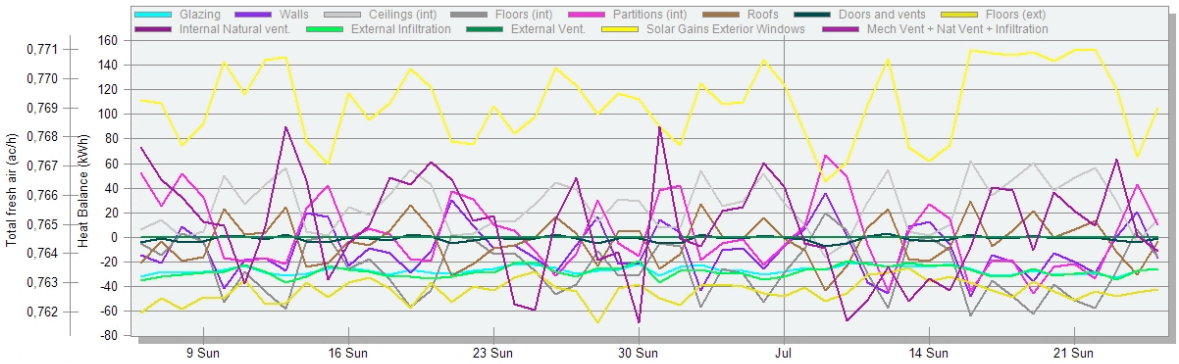


Fig. 47. Balance Térmico Edificio Hotel Colonial "B". Fuente: Autor, generado por Design Builder

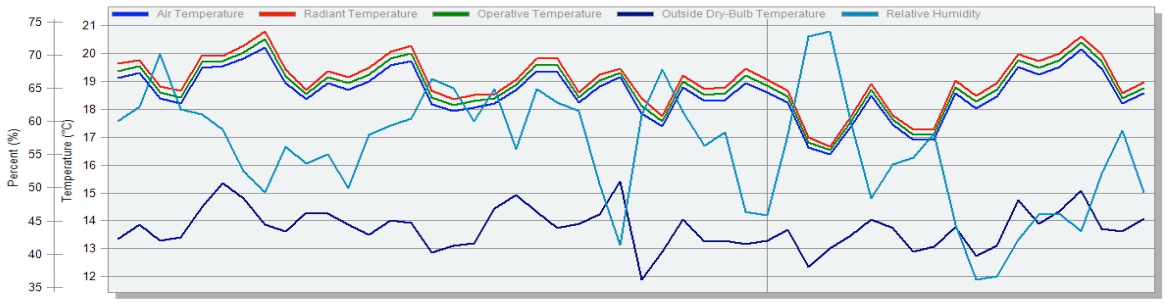


Fig. 48. Evaluación de Temperaturas y Humedad Relativa Hotel Colonial “B”. Fuente: Autor, generado por Design Builder



*Fig. 49***.** Balance Térmico Edificio Comedor Primer Piso Casa2. Fuente: Autor, generado por Design Builder

Simulación B (Zona de comparación, Comedor Casa2 Primer Piso)

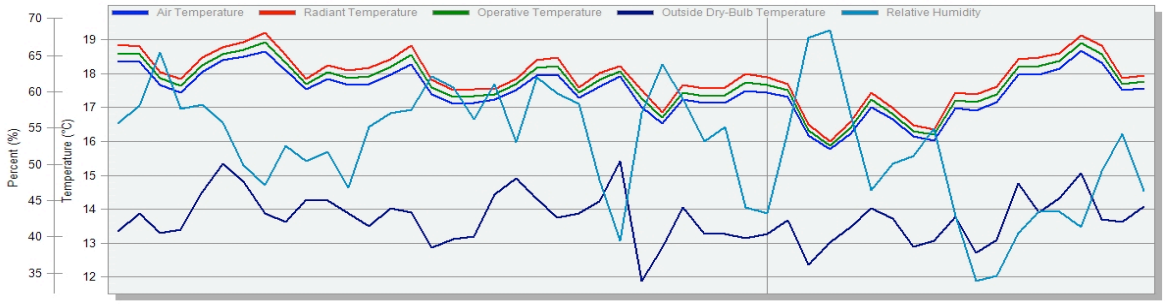


Fig. 50. Evaluación de Temperaturas y Humedad Relativa Comedor Primer Piso Casa2. Fuente: Autor, generado por Design Builder

Simulación B (Zona de comparación, Estar Casa2 Segundo Piso)

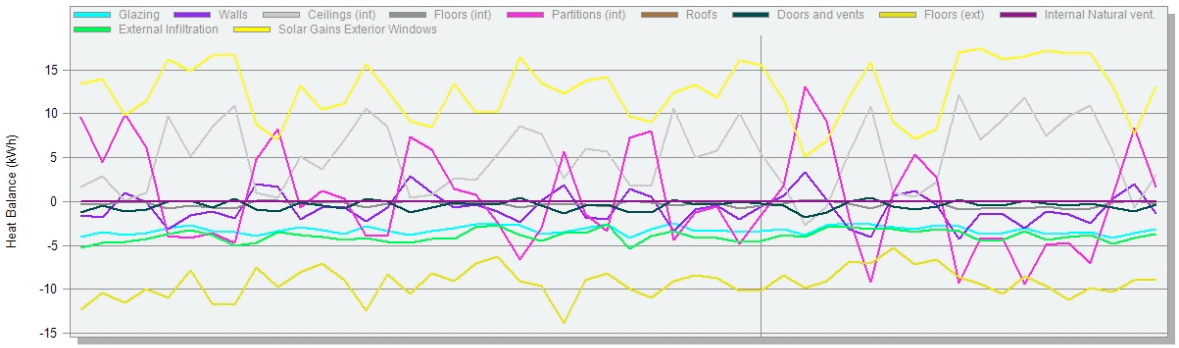


Fig. 51. Balance Térmico Edificio Estar Segundo Piso Casa2. Fuente: Autor, generado por Design Builder

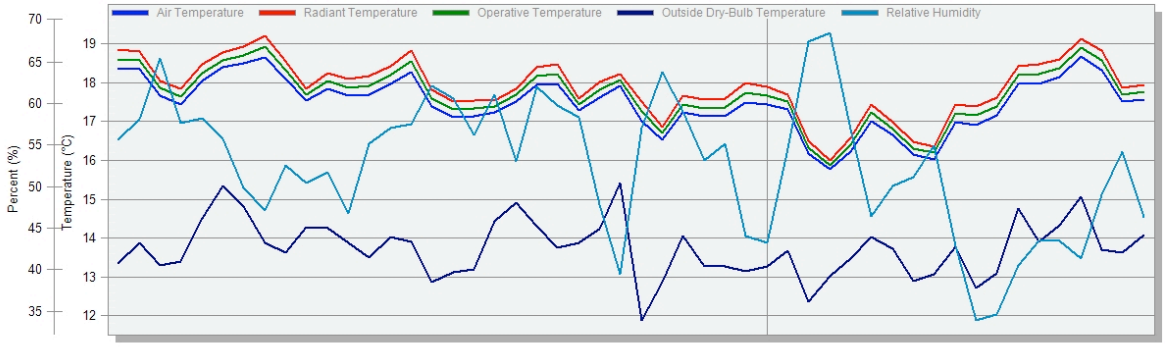


Fig. 52. Evaluación de Temperaturas y Humedad Relativa Estar Segundo Piso Casa2. Fuente: Autor, generado por Design Builder

Simulación B (Zona de comparación, Techo Casa2)

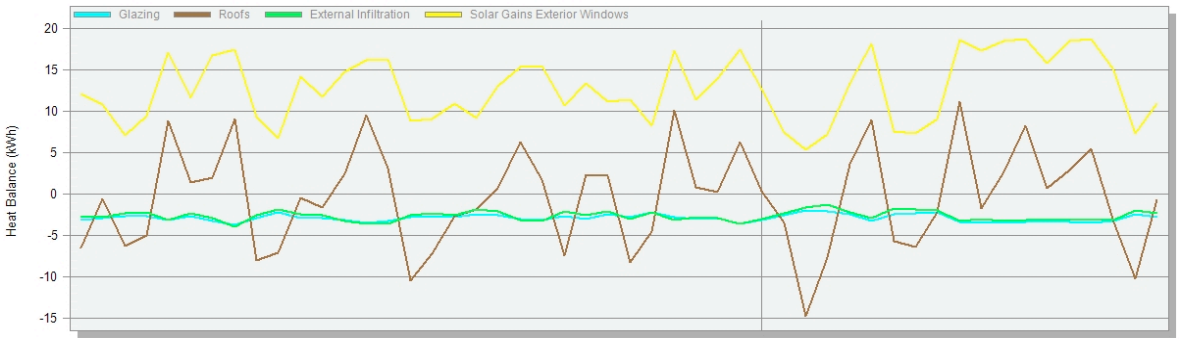


Fig. 53. Balance Térmico Edificio Techo Casa2. Fuente: Autor, generado por Design Builder

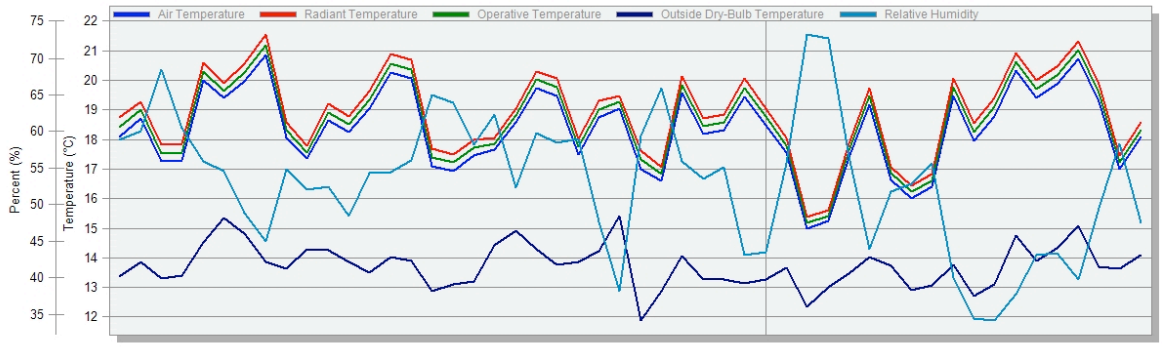


Fig. 54. Evaluación de Temperaturas y Humedad Relativa Techo Casa2. Fuente: Autor, generado por Design Builder

3.1.5.1 Comparación de resultados

Se plantea tres tipos de simulaciones, la primera es integral y proporcionas resultados de todas las pérdidas y ganancias totales del edificio. La segunda es de una zona en particular de la edificación y fue escogida por ser una de las zonas de mayor incidencia solar y por último la tercera simulación es del techo de una de las casas, esto se justifica a raíz de la creación de las aberturas cenitales de iluminación.

Es importante señalar que las comparaciones siempre se realizan con los valores de la simulación B en función de los valores de la simulación A.

Simulación Hotel Colonial "A"

Ventilación

En ambos casos la ventilación natural es la misma por obvias razones (las aberturas no fueron alteradas) se conservan las mismas dimensiones de puerta y ventanas.

Temperatura (promedio)

La temperatura del aire del edificio en la simulación B muestra un decrecimiento del 0,53%, mientras que la temperatura radiante experimenta una disminución del 0,22%. En consecuencia la temperatura operativa manifiesta un 0,37% menos.

Temperatura del Aire (A) = 18,59 ºC Temperatura del Aire (B) = 18,49 ºC

Temperatura Radiante (A) = 18,93 ºC Temperatura Radiante (B) = 18,89 ºC

Temperatura Operativa (A) = 18,76 ºC Temperatura Radiante (B) = 18,69 ºC

Humedad Relativa (promedio)

La humedad relativa de la simulación B presenta un variación de -2,56 % con respecto a la simulación A.

Humedad Relativa (A) = 57,96 %

Humedad Relativa (B) = 56,48 %

Ventilación + Infiltración

Este parámetro evidencia una disminución del 0,15 % en la simulación B.

Ventilación + Infiltración (A) = 6,88 ac/h

Ventilación + Infiltración (B) = 6,87 ac/h

Pérdidas por acristalamiento

Las pérdidas por acristalamiento son mayores en la simulación B en un 47,41%. Es importante mencionar que la simulación A no cuenta con las aberturas cenitales que sí están presentes en la simulación B.

Acristalamiento (A) = -152,24 kW

Acristalamiento (B) = -224,41 kW

Infiltración

Las infiltraciones en la simulación B con respecto a la simulación A son menores en un 5,45%.

Infiltración (A) = -238,59 kW

Infiltración (B) = -225,58 kW

Ganancia Solar:

Paredes.- Se evidencian menos pérdidas (-5,34%) en la simulación B con respecto a la simulación A.

Ganancia Térmica (A) = -106,50 kW

Ganancia Térmica (B) = -100,81 kW

Particiones (Paredes internas).- En este caso se evidencian menos ganancias (-1,92%) en la simulación B con respecto a la A.

Ganancia Térmica (A) = 18,76 kW

Ganancia Térmica (B) = 18,40 kW

Puertas.- Se evidencian pérdidas en un 65,55% en la simulación B con respecto a la A.

Ganancia Térmica (A) = -7,14 kW

Ganancia Térmica (B) = -11,82 kW

Pisos.- También se evidencian pérdidas en un 34,37% en la simulación B con respecto a la A.

Ganancia Térmica (A) = -269,45 kW

Ganancia Térmica (B) = -362,06 kW

Ventanas.- Las ganancias solares son mayores en la simulación B con un incremento del 73,68% con relación a la simulación A.

Ganancia Térmica (A) = 531,68 kW

Ganancia Térmica (B) = 923,44 kW

Comparación y Análisis de resultados parciales del edificio

Simulación A (Zona 4, Casa 2 Primer Piso) y Simulación B (Comedor, Casa 2 Primer Piso)

Ventilación

En ambos casos la ventilación natural es la misma por obvias razones (las aberturas no fueron alteradas) se conservan las mismas dimensiones de puerta y ventanas.

Temperatura (promedio)

La temperatura del aire del edificio en la simulación B muestra un incremento de 2,63%, mientras que la temperatura radiante experimenta un incremento del 3,15%. En consecuencia la temperatura operativa manifiesta una variación del 2,93 %.

Temperatura del Aire (A) = 16,91 ºC Temperatura del Aire (B) = 17,36 ºC

Temperatura Radiante (A) = 17,19 ºC Temperatura Radiante (B) = 17,74 ºC

Temperatura Operativa (A) = 17,05 ºC Temperatura Radiante (B) = 17,55 ºC

Humedad Relativa (promedio)

La humedad relativa de la simulación B presenta un variación de -2,68% con respecto a la simulación A.

Humedad Relativa (A) = 54,88%

Humedad Relativa (B) = 53,41%

Ventilación + Infiltración

Este parámetro no evidencia variación alguna entre ambos casos.

Ventilación + Infiltración (A) = 6,39 ac/h

Ventilación + Infiltración (B) = 6,39 ac/h

Pérdidas por acristalamiento

Las pérdidas por acristalamiento son mayores en la simulación B en un 304,30%.

Acristalamiento (A) = -6,75 kW

Acristalamiento (B) = -27,29 kW

Infiltración

Las infiltraciones en la simulación B con respecto a la simulación A son mayores en un 131,51%.

Infiltración (A) = -13,68 kW

Infiltración (B) = -31,67 kW

Ganancias:

Paredes.- Se evidencian pérdidas en 1190,74% en la simulación B con respecto a la A.

Ganancia Térmica (A) = 0,54 kW

Ganancia Térmica (B) = -6,97 kW

Particiones (Paredes internas).- Se evidencian pérdidas en un -57,68% en la simulación B con respecto a la A.

Ganancia Térmica (A) = 2,41 kW

Ganancia Térmica (B) = 1,02 kW

Puertas.- Se evidencian pérdidas en un 112,62% en la simulación B con respecto a la A.

Ganancia Térmica (A) = -0,23 kW

Ganancia Térmica (B) = -4,38 kW

Pisos.- También se evidencian pérdidas en un 81,13% en la simulación B con respecto a la A.

Ganancia Térmica (A) = -42,81 kW

Ganancia Térmica (B) = -77,54 kW

Ventanas.- Las ganancias son mayores en la simulación B con un incremento del 161,13% con relación a la simulación A.

Ganancia Total Simulación A = 40,05 kW

Ganancia Total Simulación B = 104,53 kW

Simulación A (Zona 4, Casa 2 Segundo Piso) y Simulación B (Estar, Casa 2 Segundo Piso)

Ventilación

En ambos casos la ventilación natural es la misma por obvias razones (las aberturas no fueron alteradas) se conservan las mismas dimensiones de puerta y ventanas.

Temperatura (promedio)

La temperatura del aire del edificio en la simulación B muestra una disminución de -1,54%, mientras que la temperatura radiante experimenta un incremento del -1,81%. En consecuencia la temperatura operativa manifiesta un 0,425% de incremento.

Temperatura del Aire (A) = 17,63ºC Temperatura del Aire (B) = 17,36 ºC

Temperatura Radiante (A) = 18,06 ºC Temperatura Radiante (B) = 17,74 ºC

Temperatura Operativa (A) = 17,845 ºC Temperatura Radiante (B) = 17,55 ºC

Humedad Relativa (promedio)

La humedad relativa de la simulación B presenta un incremento del 1,75% con respecto a la simulación A.

Humedad Relativa (A) = 52,49%

Humedad Relativa (B) = 53,41%

Ventilación + Infiltración

Este parámetro no evidencia variación alguna entre ambos casos.

Ventilación + Infiltración (A) = 6,39 ac/h

Ventilación + Infiltración (B) = 6,39 ac/h

Pérdidas por acristalamiento

Las pérdidas por acristalamiento son mayores en la simulación B en un 42,80%.

Acristalamiento (A) = -19,11 kW

Acristalamiento (B) = -27,29 kW

Infiltración

Las infiltraciones en la simulación B con respecto a la simulación A son mayores en un 84,77%.

Infiltración (A) = -17,14 kW

Infiltración (B) = -31,67 kW

Ganancias:

Paredes.- Se evidencian pérdidas en un 12,97% en la simulación B con respecto a la A.

Ganancia Térmica (A) = -6,17 kW

Ganancia Térmica (B) = -6,97 kW

Particiones (Paredes internas).- Se evidencian menores ganancias en un -32,89% en la simulación B con respecto a la A.

Ganancia Térmica (A) = 1,52 kW

Ganancia Térmica (B) = 1,02 kW

Puertas.- Se evidencian pérdidas de -4,38 kW en la simulación B con respecto a la A.

Ganancia Térmica (A) = 0,00 kW

Ganancia Térmica (B) = -4,38 kW

Pisos.- También se evidencia una disminución de pérdidas en un -91,14% en la simulación B con respecto a la A.

Ganancia Térmica (A) = -24,14 kW

Ganancia Térmica (B) = - 2,14 kW

Ventanas.- Las ganancias solares de las ventanas son mayores en la simulación B con un incremento del 62,14% con relación a la simulación A.

Ganancia Total Simulación A = 64,47 kW

Ganancia Total Simulación B = 104,53 kW

Simulación A (Casa 2 Cubierta) y Simulación B (Casa 2 Cubierta)

Ventilación

Es la simulación A no se consideran aberturas, en el edificio original no existían las aberturas cenitales. Por tanto no existe ningún tipo de ventilación.

Temperatura

La temperatura del aire de la cubierta en la simulación B muestra un incremento de 2,67%, mientras que la temperatura radiante experimenta un incremento del 2,08%. En consecuencia la temperatura operativa manifiesta un 2,38% de incremento.

Temperatura del Aire (A) = 17,79 ºC Temperatura del Aire (B) = 18,27 ºC

Temperatura Radiante (A) = 18,39 ºC Temperatura Radiante (B) = 18,77 ºC

Temperatura Operativa (A) = 18,09 ºC Temperatura Radiante (B) = 18,52 ºC

Humedad Relativa

La humedad relativa de la simulación B presenta un variación de -6,06% con respecto a la simulación A.

Humedad Relativa (A) = 56,86%

Humedad Relativa (B) = 53,41%

Ventilación + Infiltración

Este parámetro no evidencia alteraciones entre los dos casos.

Ventilación + Infiltración (A) = 9,13 ac/h

Ventilación + Infiltración (B) = 9,13 ac/h

Pérdidas por acristalamiento

Las pérdidas por acristalamiento son mayores en la simulación B (-38,75 kW).

Acristalamiento (A) = 0,00 kW

Acristalamiento (B) = -38,75 kW

Infiltración

Las infiltraciones en la simulación B con respecto a la simulación A son mayores en un 13,07%.

Infiltración (A) = -19,28 kW

Infiltración (B) = -21,80 kW

Ganancias:

Cubierta.- Se evidencian pérdidas del -148,57% en la simulación B con respecto a la simulación A.

Ganancia Térmica (A) = 36,05 kW

Ganancia Térmica (B) = -17,51 kW

Ventanas.- Las ganancias solares son mayores en la simulación B con una variación de 166,22 kW.

Ganancia Total Simulación A = 0,00 kW

Ganancia Total Simulación B = 166,22 kW

3.1.5.2 Interpretación y análisis de resultados

De acuerdo con las comparaciones realizadas, se evidencia que en los cuatro ejemplos existe la misma tendencia en los resultados entre el antes y el después de la intervención, esto es:

- Las temperaturas en el primer y tercer ejemplo disminuyen (simulación B), mientras que en los ejemplos 2 y 4 tienden a aumentar. Al cambiar ciertos materiales y elemento, éstos producen una variación de temperatura de los espacio, pudiendo éstas ser positivas o negativas según el caso.

- La humedad relativa en los primeros dos ejemplos disminuye (caso B) en más de 2,5 puntos porcentuales, no así en el tercer ejemplo donde la HR se incrementa el 1,75%, y en el cuarto ejemplo vuelve a disminuir en un 6,06%. Esta tendencia se debe a la diferencia de temperatura en los espacios. (a mayor temperatura del aire, mayor vapor de agua – HR).

- Ventilación + Infiltración, en este parámetro notamos una variación de -0,15% en el primer caso, los demás casos no registran alteraciones. Esto se explica por el tipo de envolvente de cada caso, por ejemplo en el segundo y tercer caso existe la influencia directa de misma la envolvente y el mismo número de ventanas, razón por la cual el porcentaje es igual. En el cuarto caso pasa algo similar, a pesar de la implementación de las aberturas cenitales no re refleja variación porque dichas aberturas son solo para iluminación mas no para ventilación.
- En las pérdidas por acristalamiento se refleja un incremento del 47,41% (72,17 kW) en la simulación B de todo el bloque, en el segundo caso las pérdidas reflejan un 304,30% de incremento (20,54 kW), en el tercer caso el incremento es de 42,80% (8,18 kW) y en cuarto caso la simulación en (A) no registra datos debido a la inexistencia de aberturas, mientras que la simulación (B) registra pérdidas de 38,75 kW debido claro está a la presencia de las aberturas.

- Las infiltraciones, en el primer caso éstas disminuyen en un 5,45% (-13,01 kW) y se debe principalmente por el cambio de materiales en los pisos de planta baja y a la presencia de las aberturas cenitales. En el segundo caso las infiltraciones aumentan significativamente en un 131% (17,99 kW), como estamos hablando de planta baja hay que considerar que se cambió el piso de madera por el de hormigón lo que origina mayores pérdidas por infiltración. En el tercer el incremento es del 84,77% (14,53 kW), esta variación es coherente debido a la implementación de un vacío hacia planta baja. El cuarto caso se evidencia un incremento del 13,07% (2,52 kW), esto sucede por la modificación de la envolvente de cubierta.

- Los resultados de la sumatoria de las ganancias de las envolventes opacas (paredes, particiones, puertas, pisos y techo) y transparentes (ventanas) del primer caso, muestra un incremento del 47,46% (303,15 kW) después de la intervención. De este total el 98,05% corresponde a las ganancias solares de las ventanas, y el 1,95 a las particiones. El resto de elementos en el balance generan pérdidas, siendo el piso el que más pérdidas genera (73,74%).

  En el caso dos (planta baja) se observa un incremento de ganancias de 84,10 kW (125%), de esto el 69,14% corresponde a la ganancia de las ventanas. En tanto que las pérdidas son de 44,02 kW esto representa el 98,10% de pérdidas adicionales. Mientras

que en el caso tres (planta alta) las pérdidas aumentan a 54,82 kW (165,87%) de esto el 95,41% corresponde a pérdidas a través de los pisos.

El tercer caso (planta alta) se evidencia un incremento de ganancias de 83,14 kW (124,20%), de esto el 69,65% corresponde a la ganancia de las ventanas. Mientras que se presenta una disminución de pérdidas de 13,49 kW (124,68%).Mientras que en el caso tres (planta alta) las pérdidas aumentan a 54,82 kW (165,87%), de aquí el 69,95% corresponde a pérdidas a través de las paredes.

El cuarto y último caso (cubierta) muestra un incremento de ganancias de 130,17 kW (461,08%) que en su totalidad es generada por las ventanas. Las pérdidas experimentan un incremento de 17,51 kW generadas a través del techo.

CONCLUSIONES

- De acuerdo con el balance térmico solar se concluye que existen mayores ganancia después de la intervención arquitectónica, esto se origina principalmente a raíz de la creación de las aberturas cenitales (en el proyecto original éstas no existían), en general las ventanas representan el 98,05% de ganancias.

Ganancia Total (A) = 638,69 kW	Ganancia Total (B) = 941,84 kW
Pérdida Total (A) = -773,92 kW	Pérdida Total (B) = -940,96 kW
Diferencia = -135,23 kW	**Diferencia = 0,88 kW**

La ganancia final que genera (B) con respecto de (A) es de 136,11 kW, cabe recalcar que el período de medición es de 50 días (del 6 de junio al 27 de julio).

Tabla 2. Pérdidas y Ganancias Hotel Colonial.

GANANCIA SOLAR								
	SIMULACIÓN (A)				SIMULACIÓN (B)			
DESCRIPCIÓN	GANANCIAS (KW)	PÉRDIDAS (KW)	%		GANANCIAS (KW)	PÉRDIDAS (KW)	%	
Acristalamiento		-152,24		19,67		-224,41		23,85
Infiltración		-238,59		30,83		-225,58		23,97
Paredes		-106,5		13,76		-100,81		10,71
Particiones	18,76		2,94		18,4		1,95	
Puertas		-7,14		0,92		-11,82		1,26
Pisos		-269,45		34,82		-362,06		38,48
Techos	88,25		13,82			-16,28		1,73
Ventanas	531,68		83,25		923,44		98,05	
Total	**638,69**	**-773,92**	**100,00**	**100,00**	**941,84**	**-940,96**	**100,00**	**100,00**

Fuente: Propia, generado con Design Builder

- Si las pérdidas (infiltraciones) generadas por acristalamiento también aumentaron debido a las aberturas cenitales, se concluye que la implementación de estas aberturas fue una buena estrategia desde el punto de vista térmico, pues son mucho mayores las ganancias que las pérdidas generadas.
- Las ganancias así como las pérdidas son mayores en cuanto mayor es el área las aberturas.
- Si las paredes evidencian una ligera disminución de las pérdidas (5,34%) esto se debe a la consolidación de las mismas en la intervención.
- Al incrementarse el número de particiones (el material escogido es ladrillo) para conformar los ambientes de dormitorios y baños también se incrementó la cantidad puertas, razón por la cual existe una variación negativa de las respectivas ganancias.
- Como los valores de las dos simulaciones muestran que la intervención generó las mayores pérdidas con el cambio de material de los pisos, podemos concluir que no fue una buena estrategia térmica el cambio (de madera a hormigón) en planta baja.
- La creación de un vació hacia planta baja se transformó en una buena estrategia térmica puesto que se incrementaron las ganancias (en planta baja 123% y en planta alta 124%) y se disminuyeron las pérdidas en la planta alta en un 44,51%.
- En síntesis la temperatura interior promedio de la edificación es de 18,69 ºC, esto significa que según la tabla bioclimática (figura 21, pág. 30) el elemento está fuera de la zona de confort (20 ºC – 24 ºC).

- Se puede concluir que se cumple la hipótesis planteada porque se ha demostrado que las aberturas cenitales sí contribuyen a la mejora del comportamiento térmico, los aislamientos también contribuyen a dicha mejora puesto que se conservan las paredes de adobe las cuales poseen mejores condiciones de conductividad y resistencia térmica en comparación con otros materiales como el hormigón y el ladrillo. En lo referente al piso se dio el efecto contrario porque se invirtió la estrategia al cambiar el material.
- Los objetivos planteados se cumplen porque se determinan criterios sostenibles que se adaptan al caso de estudio, se establecen las estrategias bioclimáticas de acuerdo al tipo de intervención a realizarse según la de edificación. De acuerdo con los resultados de las simulaciones sí se mejora el comportamiento térmico de las edificaciones patrimoniales siempre y cuando los criterios y estrategias se empleen de forma correcta.

RECOMENDACIONES

- Para futuras intervenciones patrimoniales se recomienda, realizar un análisis previo de cada una de las edificaciones del proyecto a intervenir (considerando las condiciones meteorológicas del sitio, así como las características físicas y morfológicas del medio), para establecer el tipo de intervención se realizará en ella (Restauración, Rehabilitación u Obra nueva). Para determinar de esta manera los criterios que son útiles para cada caso.

  Luego se recomienda el uso de las herramientas de modelización para tener primeramente un referente de cuáles son las estrategias bioclimáticas que pueden ser útiles para la zona climática donde está ubicado el proyecto, a través de la carta bioclimática. Una vez obtenidas estas estrategias se las analizará para determinar cuáles se ajustan a nuestro proyecto para considerar una posible implementación. Paralelamente se recomienda utilizar otra herramienta de simulación dinámica que permita comprobar el comportamiento térmico de cada uno de los elementos de la envolvente a través de las propiedades físicas de los materiales.
- Es recomendable realizar las simulaciones antes de establecer posibles cambios de materiales en la envolvente que puedan generar pérdidas de calor y en consecuencia

disminuya el comportamiento térmico de los espacios. Además se recomienda simular los posibles cambios de diseño que se pretenda realizar para comprobar que estos no perjudiquen el comportamiento de la envolvente.

- Conservar el Patrimonio es muy importante no sólo por la riqueza arquitectónica y cultural sino también porque se convierte en vestigio de la rica historia de la ciudad y sus habitantes, es por ello que se recomienda, restaurar o rehabilitar las edificaciones haciendo conciencia de la importancia que éste tiene para el país y el mundo entero.

BIBLIOGRAFÍA

ASHRAE. (2007). ANSI/ASHRAE Standard, *Ventilation for acceptable indoor air quality*. Atlanta. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning.

ASHRAE. (2005). Fundamentals Handbook.

Bouzada Biurrun, S. (2013). Rehabilitación de edificios de vivienda de 1913 en calle príncipe de Vergara, Madrid. *Construcción 21*.

Czajkowski, J., & Gómez, A. (1991). *Introducción al diseño bioclimático y la economía energética edilicia*. La Plata: FAU-UNLP.

Czajkowski, J. (2012). *Eficiencia Energética Edilicia: Modelización y Simulación mediante tipos y auditorías*. La Plata: FAU-UNLP.

Carretón , A. (2017, Abril 12). *Los ocho puntos de Boito*. Retrieved from Patrimonio Inteligente: http://www.patrimoniointeligente.com

Carrión, F. (2010). Centro Histórico de Quito.

Chapapría, J. E. (2005). La Carta de Atenas (1931). El primer logro de cooperación internacional en la conservación del patrimonio. *La doctrina de la Restauración a través de las Cartas Internacionales.* Valencia.

Cruz, V. (2017). *Comportamiento Térmico de las cubierta en el clima de Quito.* Barcelona. Universidad Politécnica de Cataluña.

Cuitiño, G., Esteves, A., Maldonado, G., Rotondaro, R. (2015). *Análisis de la transmitancia tñermica y resistencia al impacto de los muros de quincha. Mendoza.*

European Preventive Conservation Estrategy. (2000). Hacia una Estrategia Europea sobre Conservación Preventiva . *Hacia una Estrategia Europea sobre Conservación Preventiva* , (pp. 4-5). Vantaa.

Evans, J.M. (2006). *Simulación de temperaturas internas en el proceso proyectual, un nuevo enfoque para evaluar el comportamiento térmico. Salta: Averma.*

Grupo Netzsch. (2017, 11 30). *Netzsch Análisis y Ensayo.* Retrieved from NETZSCH: https://www.netzsch-thermal-analysis.com

Heritage for Peace. (2015). *Heritage for Peace.* Retrieved from Heritage for Peace Web site: http://www.heritageforpeace.org

Hernández, P. J. (2014, MARZO 3). *Pedro J Hernández.* Retrieved OCTUBRE 12, 2017, from Pedro J Hernández: https://pedrojhernandez.com

ICOMOS. (2011, Junio). *Icomos Costa Rica .* Retrieved from Icomos CR ORG Web site: http://www.icomoscr.org/doc/teoria/ICOMOS.2011.madrid.criterios.conservacion.patrimonio.sigloXX.pdf

INAMHI, I. (2017). *Anuario Meteorológico 2017*. Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. Quito

INER, I. (Marzo, 2015). *Resumen del Proyecto: YACHAY*. Instituto Nacional de Eficiencia Energética y Energías Renovables.

IMP, I. (2013). Memoria Descriptiva Hotel Colonial. Quito, Ecuador.

Lacomba, R. (1992). *Manual de Arquitectura Solar.* México: Trillas.

Mercado, M., Esteves A., Filippín C. (2010). *Comportamiento térmico-energético de una vivienda social de la ciudad de Mendoza, Argentina.* Mendoza.

Montesinos, D., Carrasco J. *Experimentación, diseño e implementación de sistemas bioconstructivos y bioclimáticos para zonas de altura.* Cuenca. Universidad de Cuenca.

Morillón Gálvez, D. (2007). *Habilidad Tñermica en la vivienda.* México D.F. V Simposio Nacional de Ingeniería Estructural en la Vivienda. Querétaro.

Müller, E. (1998). *Mejoramiento Térmico de Viviendas con Climatización Pasiva para la Zona Central de Chila con Programas de Simulación Térmica. Punta Arenas:* Congreso Internacional de Energías Sustentables.

Muñoz, N., Marino, B.M., Thomas, L.P. (2015). *Caracterización del comportamiento térmico de un edificio prototipo en Tandil (Buenos Aires).* Buenos Aires: Asociación Física Argentina.

Olgyay, V. (2008). *Manual de Diseño Bioclimático para arquitectos y urbanistas.* Princeton: Gustavo Gili.

Peñaranda, L. (2011). *Manual para la Conservación del Patrimonio Arquitectónico de Sucre.* Sucre: Talleres Gráficos Gaviota del Sur srl.

Puig Tarín, I., Jiménez C., Vidal, F., Serrano, B. (2014). *La Eficiencia Energética en edificios con valores Patrimoniales.* Valencia: Jornadas de la Investigación Emergente en Conservación y Restauración de Patrimonio.

Ramírez Fonseca, J. (2006). *Hacia la sustentabilidad del nolítico al protocolo de Kyoto. Arquitectura, Arte, Ingeniería, Ciencia y Tecnología.*

Redondo Rivera, Ó. (2013). *Manual práctico de cálculos térmicos de edificios.* Tornapunta.

Rehabimed. (2007). *Método Rehabimed.* Barcelona: Consorcio Rehabimed.

Rodríguez, P. (2008, Agosto 1). "El centro histórico, del concepto a la acción integral". *Centro-h*, 51-64.

Serra & Coch. (1995). *Arquitectura y Energía Natural.* Barcelona: UPC Editions.

Silva, A., Domínguez, M. (1013). *Estudio del Comportamiento Térmico de casa habitación típicas de la región. Querétaro*: Universidad Autónoma de Querétaro.

Thomas, R. (1999). *Evironmental Design.* Londres: E&FN.

UNESCO, C. (2006). Textos básicos de la Convención del Patrimonio Mundial de 1972. París: UNESCO.

Viqueira, M. R. (2002). *Estudios de Arquitectura Bioclimática Vol. IV. Anuario 2002.* México: Limusa.

ANEXOS

1. **Memoria Fotográfica del Hotel Colonial, imágenes antes y durante la intervención proporcionadas por el IMP, Imágenes posterior a la intervención de archivo propio.**































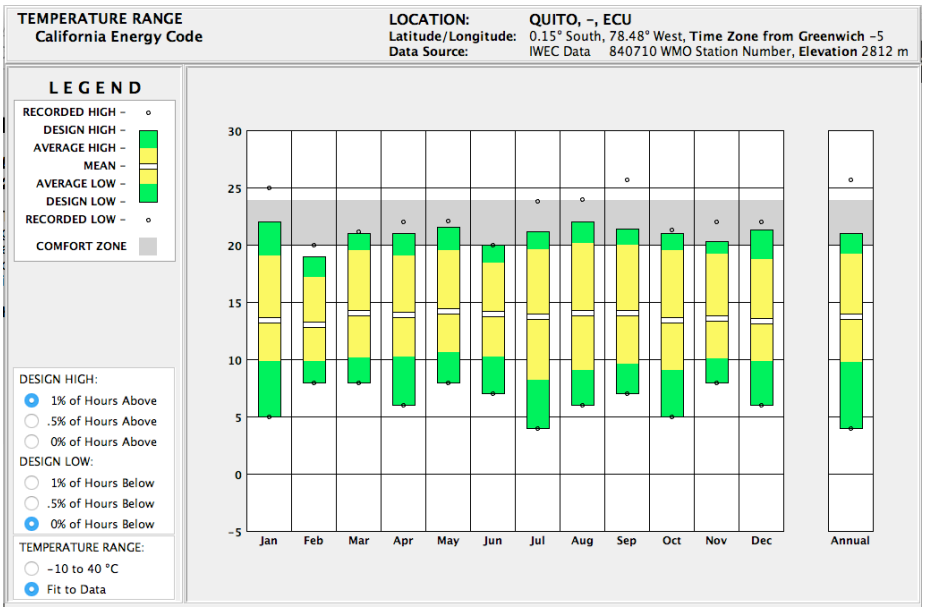




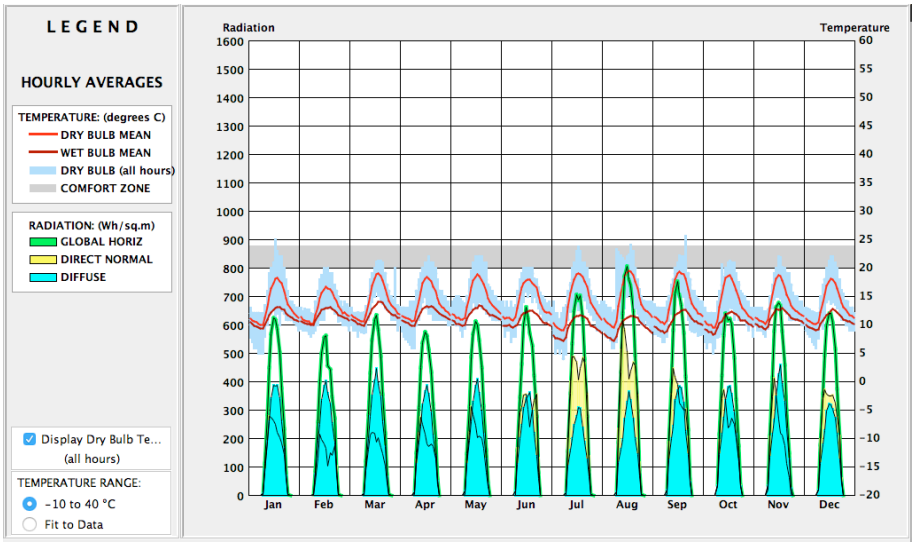


2. gramas climáticos de Quito generados con Climate Consultant

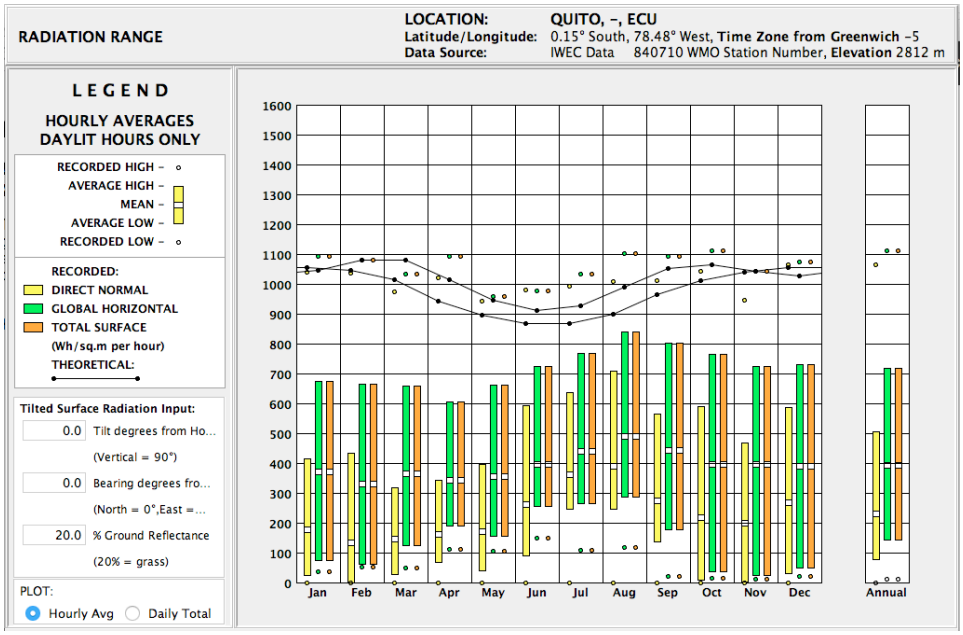
2.1 Rango de Temperatura Anual



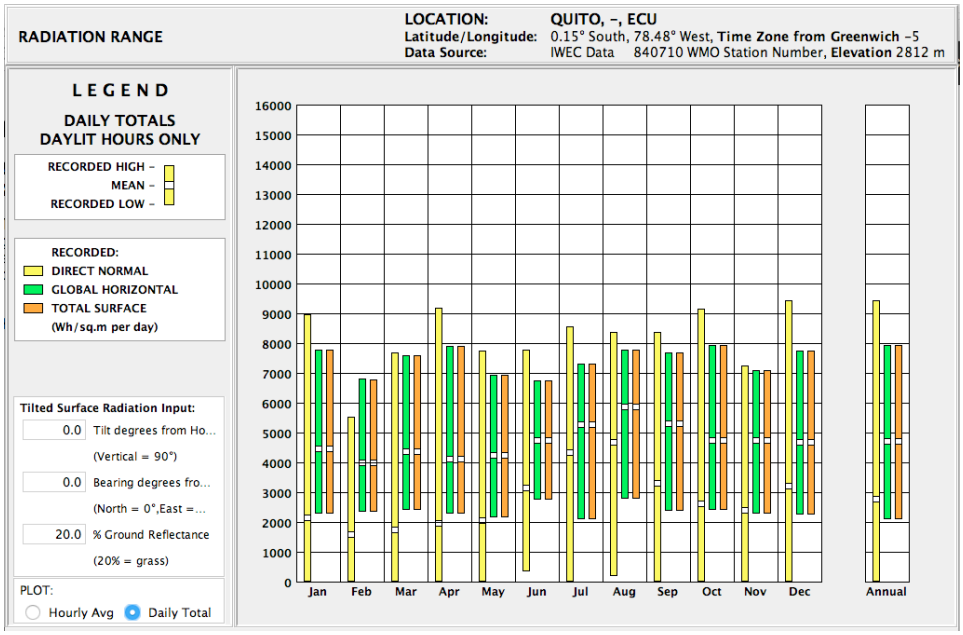
2.2 Promedio Mensual Diurno (Temperatura y Radiación)



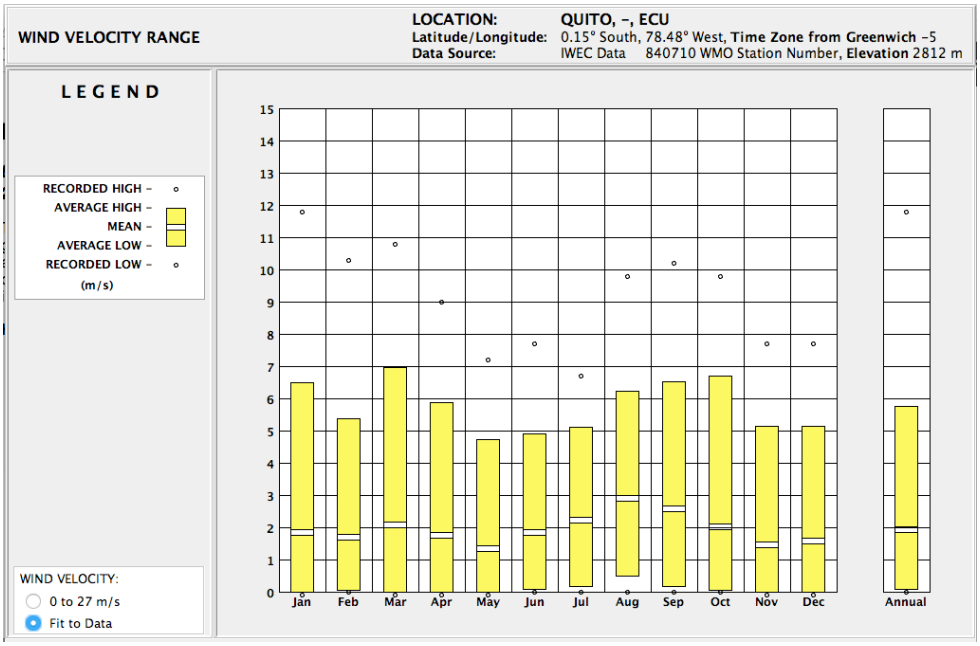
2.3 Rango de Radiación por hora



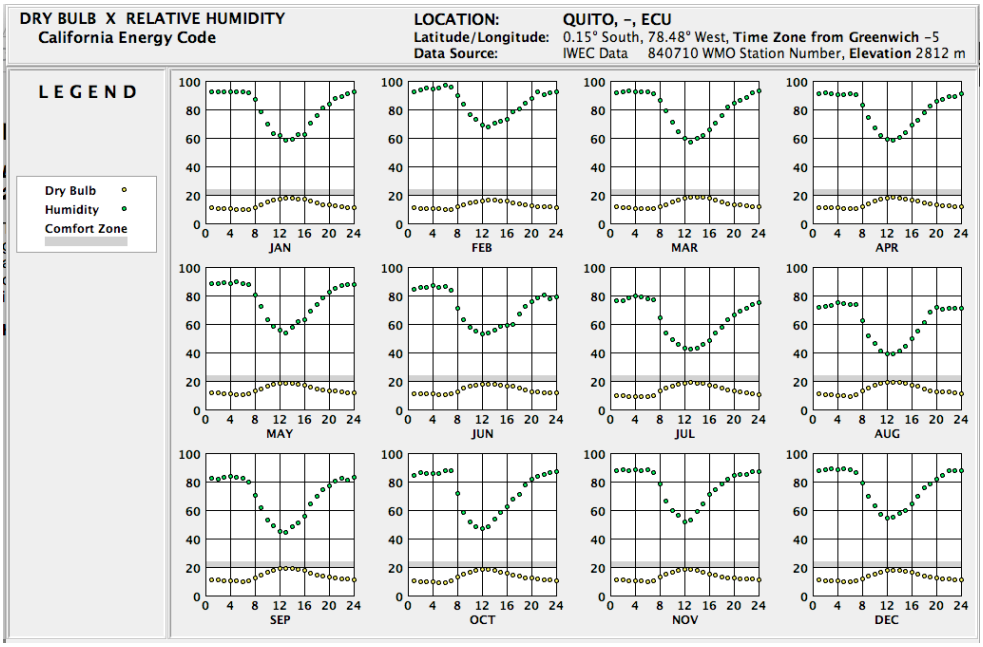
2.4 Rango de Radiación por día



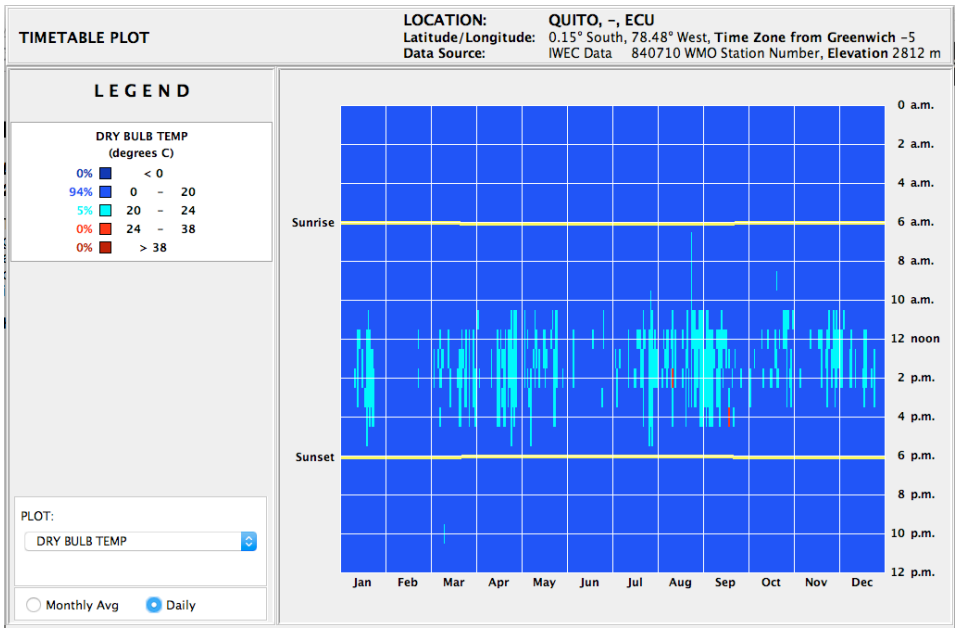
2.5 Rango de Velocidad del Viento



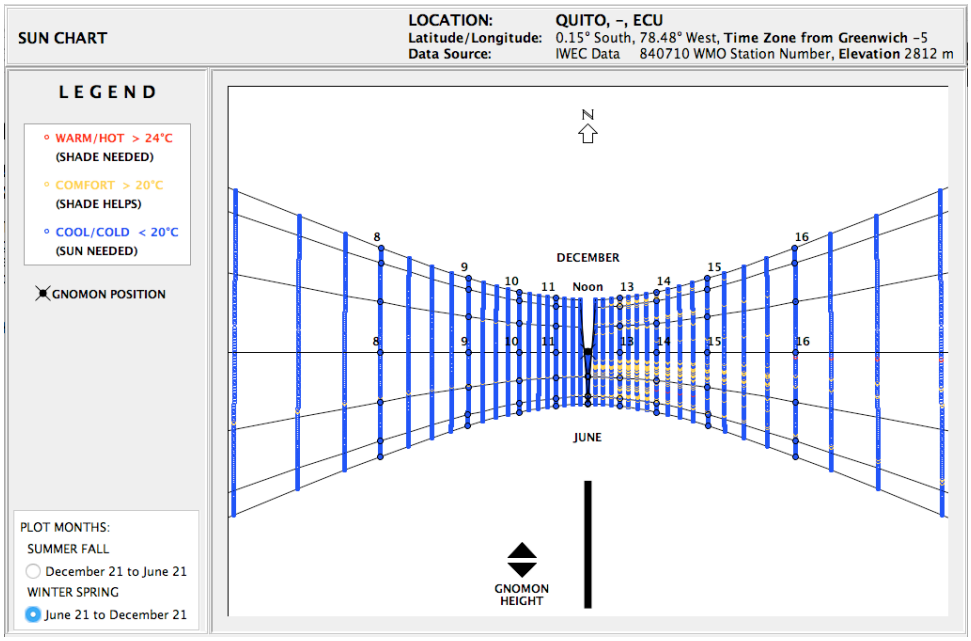
2.6 Bulbo Seco por Humedad Relativa



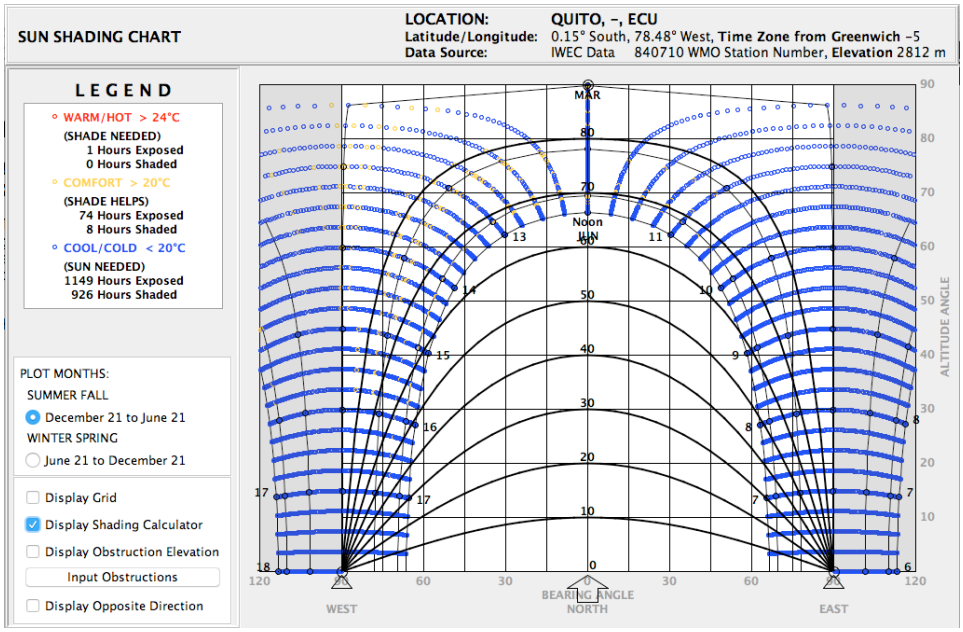
2.7 Cronograma de Temperatura de Bulbo Seco



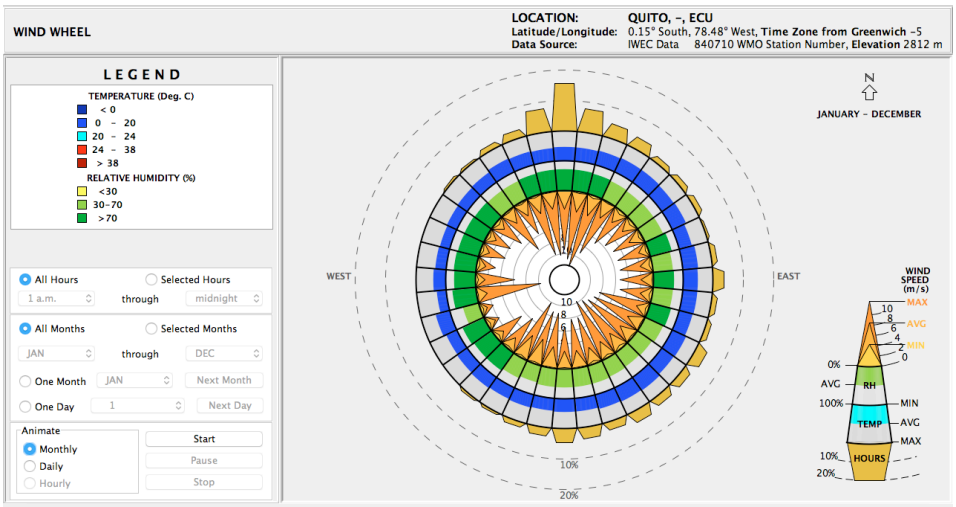
2.8 Carta Solar



2.9 Gráfico de Sombreado Solar

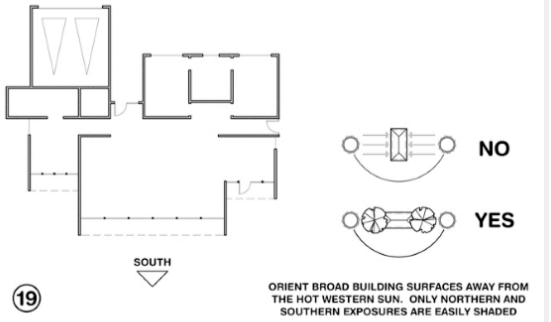


2.10 Rosa de los Vientos

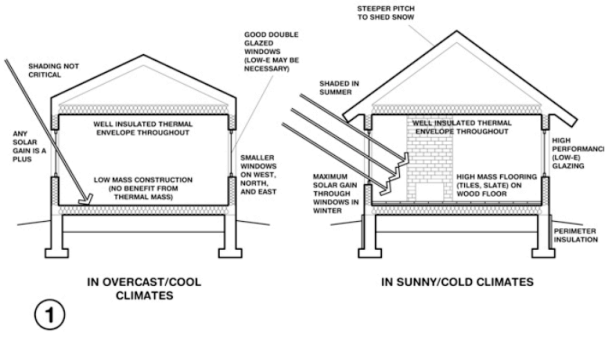


3 Diagramas de Estrategias Bioclimáticas aplicables al caso de estudio, generado con Climate Consultant

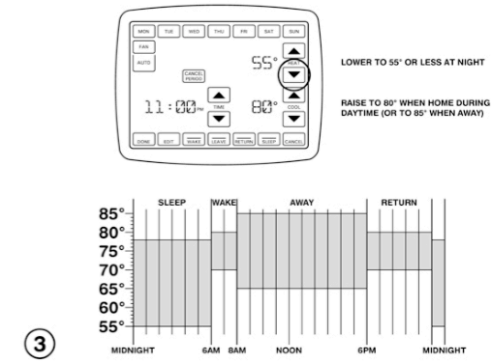
2.2 Estrategias Aplicables al caso de estudio



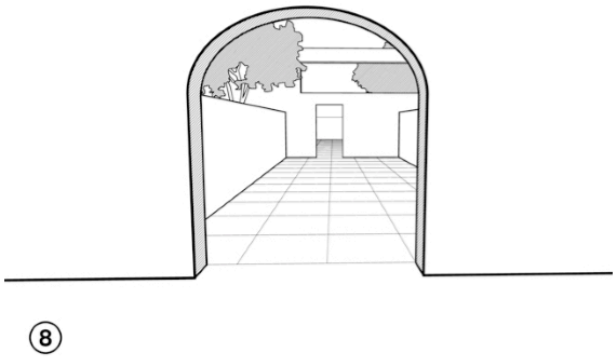
For passive solar heating face most of the glass area north to maximize winter sun exposure, but design overhangs to fully shade in summer



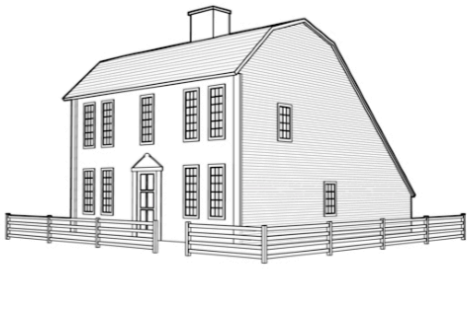
Tiles or slate (even on wood floors) or a stone-faced fireplace provides enough surface mass to store winter daytime solar gain and summer nighttime 'coolth'



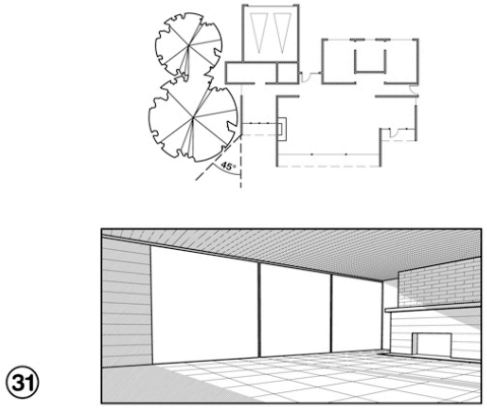
Lower the indoor comfort temperature at night to reduce heating energy consumption (lower thermostat heating setback) (see comfort low criteria)



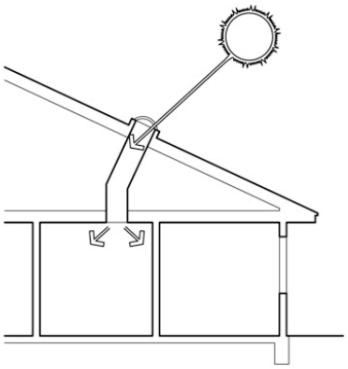
Sunny wind-protected outdoor spaces can extend living areas in cool weather (seasonal sun rooms, enclosed patios, courtyards, or verandahs)



Traditional passive homes in cold clear climates had snug floorplan with central heat source, north facing windows, and roof pitched for wind protection

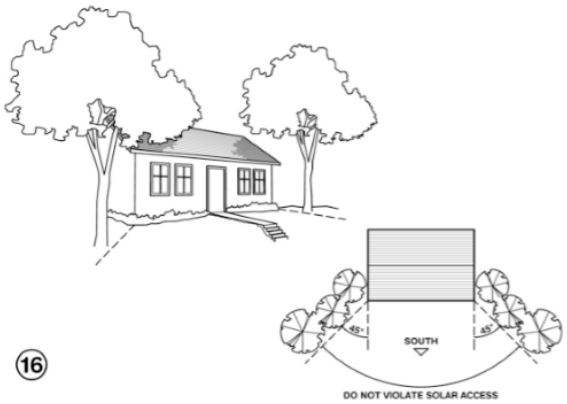


Organize floorplan so winter sun penetrates into daytime use spaces with specific functions that coincide with solar orientation



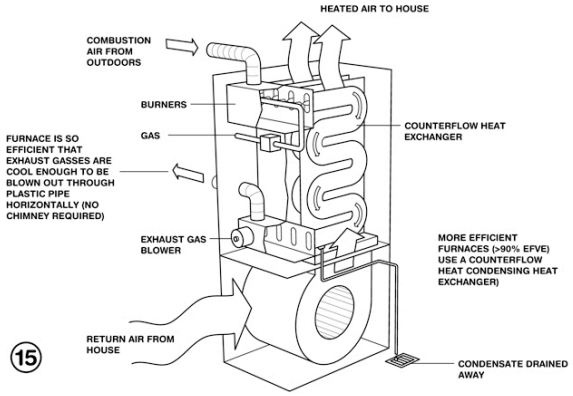
23

Small well-insulated skylights (less than 3% of floor area in clear climates, 5% in overcast) reduce daytime lighting energy and cooling loads



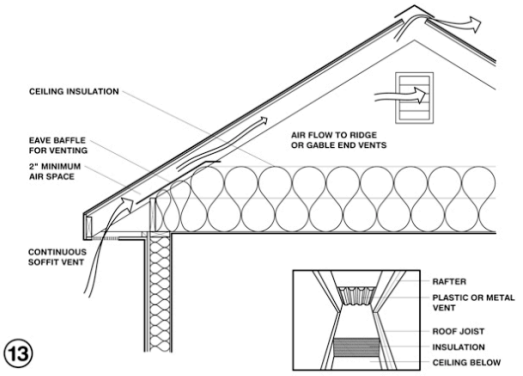
16

Trees (neither conifer or deciduous) should not be planted in front of passive solar windows, but are OK beyond 45 degrees from each corner



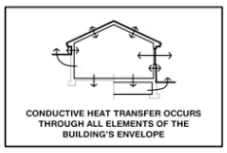
15

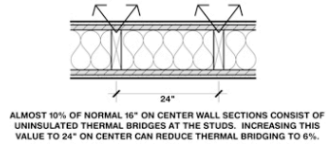
High Efficiency furnace (at least Energy Star) should prove cost effective

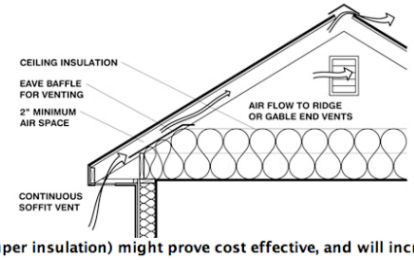


13

Steep pitched roof, with a vented attic over a well insulated ceiling, works well

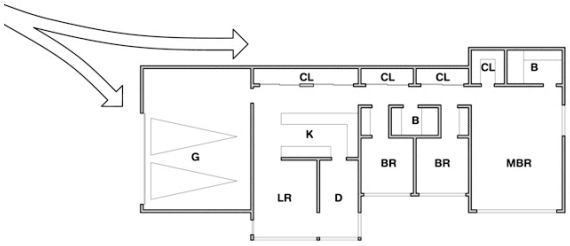






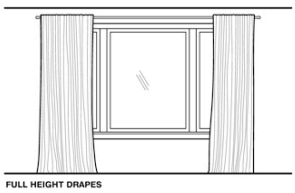
4

Extra insulation (super insulation) might prove cost effective, and will increase

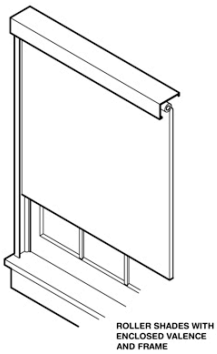


14

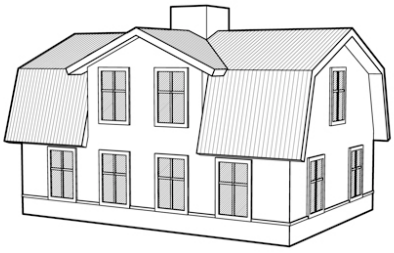
Locate garages or storage areas on the side of the building facing the coldest



⑫



Insulating blinds, heavy draperies, or operable window shutters will help reduce



㉘

Windows can be unshaded and face in any direction because any

4 Cuadros de Ganancia Solar, generado con Energy Plus (Design Builder)

4.1 Resumen de Ganancias Solares Totales

GANANCIA SOLAR								
	SIMULACIÓN (A)				SIMULACIÓN (B)			
DESCRIPCIÓN	GANANCIAS (KW)	PÉRDIDAS (KW)	%		GANANCIAS (KW)	PÉRDIDAS (KW)	%	
Acristalamiento		-152,24		19,67		-224,41		23,85
Infiltración		-238,59		30,83		-225,58		23,97
Paredes		-106,5		13,76		-100,81		10,71
Particiones	18,76		2,94		18,4		1,95	
Puertas		-7,14		0,92		-11,82		1,26
Pisos		-269,45		34,82		-362,06		38,48
Techos	88,25		13,82			-16,28		1,73
Ventanas	531,68		83,25		923,44		98,05	
Total	**638,69**	**-773,92**	**100,00**	**100,00**	**941,84**	**-940,96**	**100,00**	**100,00**

4.2 Resumen de Ganancias Solares en elementos opacos y transparentes

GANANCIA SOLAR DE ELEMENTOS OPACOS Y TRANSPARENTES								
	SIMULACIÓN (A)				SIMULACIÓN (B)			
DESCRIPCIÓN	GANANCIAS (KW)	PÉRDIDAS (KW)	%		GANANCIAS (KW)	PÉRDIDAS (KW)	%	
Acristalamiento		-152,24		28,44		-224,41		31,37
Paredes		-106,5		19,89		-100,81		14,09
Particiones	18,76		2,94		18,4		1,95	
Puertas		-7,14		1,33		-11,82		1,65
Pisos		-269,45		50,33		-362,06		50,61
Techos	88,25		13,82			-16,28		2,28
Ventanas	531,68		83,25		923,44		98,05	
Total	**638,69**	**-535,33**	**100,00**	**100,00**	**941,84**	**-715,38**	**100,00**	**100,00**

5 Ganancia Solar por elemento simulado, generado con Energy Plus (Design Builder)

5.1 Ganancias Solares A y B de la Edificación Total

EDIFICIO											
TEMPERATURA DEL AIRE (ºC)		TEMPERATURA RADIANTE (ºC)		HUMEDAD RELATIVA (%)		BULBO SECO EXTERNO		ACRISTALAMIENTO (kW)		INFILTRACIÓN EXTERNA(kW)	
SA-HD	SB-HD	SA-HD	SB-HD	SA-HD	SB-HD	SA-HD	SB-HD	SA-HD	SB-HD	SA-HD	SB-HD
19,72	19,49	20,14	19,94	62,07	61,08	14,51	14,51	-16,44	-26,02	-30,07	-27,70
18,50	18,38	18,76	18,71	54,83	53,68	14,29	14,29	-19,80	-25,35	-24,80	-23,18
19,72	19,74	20,19	20,27	62,33	60,39	13,91	13,91	-17,50	-28,94	-34,32	-33,74
18,78	18,71	19,08	19,07	57,56	55,80	14,92	14,92	-14,25	-21,98	-21,27	-19,99
19,36	19,14	19,62	19,47	42,96	41,31	15,43	15,43	-15,52	-21,80	-21,34	-19,11
18,39	18,35	18,80	18,80	59,93	58,31	13,27	13,27	-17,71	-27,06	-30,64	-29,60
16,57	16,39	16,81	16,67	73,74	73,59	13,02	13,02	-16,31	-21,41	-21,19	-19,17
17,08	16,95	17,39	17,30	59,51	58,15	13,06	13,06	-15,48	-21,34	-23,66	-22,01
19,18	19,26	19,56	19,74	48,74	46,02	13,90	13,90	-19,23	-30,51	-31,30	-31,08
167,30	166,41	170,35	169,97	521,67	508,33	126,31	126,31	-152,24	-224,41	-238,59	-225,58
18,59	18,49	18,93	18,89	57,96	56,48	14,03	14,03	-16,92	-24,93	-26,51	-25,06
100,00	**99,47**	**100,00**	**99,78**	**100,00**	**97,44**	**100,00**	**100,00**	**100,00**	**147,41**	**100,00**	**94,55**

VENTIL.+INFILTRA. (ac/h)		PAREDES		PARTICIONES		PUERTAS		PISOS		TECHOS		VENTANAS	
SA-HD	SB-HD	SA-HD	SB-HD	SA-HD	SB-HD	SA-HD	SB-HD	SA-HD	SB-HD	SA-HD	SB-HD	SA-HD	SB-HD
0,77	0,76	-43,05	-41,50	-9,16	-17,13	0,86	1,13	-34,19	-49,42	40,50	23,25	82,13	142,74
0,76	0,76	12,50	16,40	29,09	41,85	-3,03	-4,34	-35,52	-48,76	-15,86	-20,60	35,87	59,92
0,77	0,77	-7,80	-11,39	-11,62	-18,93	0,94	0,92	-28,79	-36,71	23,51	7,39	64,22	121,90
0,76	0,76	-15,48	-16,68	-5,32	-10,85	-0,45	-0,77	-21,26	-27,78	12,76	0,24	51,86	97,96
0,76	0,76	-23,75	-21,01	-16,33	-15,23	-0,48	-0,67	-27,19	-38,02	13,11	5,20	72,22	111,95
0,77	0,77	-7,58	-8,87	1,25	-1,83	-0,43	-0,98	-31,03	-40,17	13,38	-1,23	60,35	110,07
0,76	0,76	-3,30	1,17	39,39	48,99	-3,62	-4,68	-31,64	-45,77	-14,71	-23,16	35,43	61,01
0,76	0,76	-7,13	-5,75	15,27	15,18	-1,35	-1,91	-25,92	-31,80	1,51	-7,69	42,26	74,40
0,77	0,77	-10,91	-13,18	-23,81	-23,65	0,42	-0,52	-33,91	-43,63	14,05	0,32	87,34	143,49
6,88	6,87	-106,50	-100,81	18,76	18,40	-7,14	-11,82	-269,45	-362,06	88,25	-16,28	531,68	923,44
0,76	0,76	-11,83	-11,20	2,08	2,04	-0,79	-1,31	-29,94	-40,23	9,81	-1,81	59,08	102,60
100,00	**99,85**	**100,00**	**94,66**	**100,00**	**98,08**	**100,00**	**165,55**	**100,00**	**134,37**	**100,00**	**-18,45**	**100,00**	**173,68**

5.2 Ganancias Solares A y B de la Zona 4 y Comedor (Primer Piso)

ZONA / COMEDOR											
TEMPERATURA DEL AIRE (ºC)		TEMPERATURA RADIANTE (ºC)		HUMEDAD RELATIVA (%)		BULBO SECO EXTERNO		ACRISTALAMIENTO (kW)		INFILTRACIÓN EXTERNA(kW)	
ZONA 4	COMEDOR	ZONA 4	COMEDOR	ZONA 4	COMEDOR	ZONA 4	COMEDOR	ZONA 4	COMEDOR	ZONA 4	COMEDOR
17,69	18,04	18,01	18,47	59,56	58,26	14,51	14,51	-0,90	-2,97	-1,68	-3,73
17,21	17,55	17,49	17,85	51,02	50,42	14,29	14,29	-1,10	-3,39	-1,53	-3,44
17,59	18,28	17,95	18,82	60,01	57,52	13,91	13,91	-0,97	-3,38	-1,93	-4,60
17,09	17,51	17,32	17,85	54,93	53,01	14,92	14,92	-0,76	-2,54	-1,14	-2,74
17,54	17,93	17,78	18,23	40,37	39,45	15,43	15,43	0,76	-2,62	-1,10	-2,62
16,62	17,14	16,92	17,58	57,07	55,19	13,27	13,27	-0,98	-3,27	-1,78	-4,12
15,60	15,76	15,85	16,00	68,85	68,47	13,02	13,02	-0,94	-2,72	-1,37	-2,92
15,67	16,03	15,91	16,36	56,52	54,89	13,06	13,06	-0,83	-2,67	-1,39	-3,16
17,21	17,98	17,52	18,47	45,63	43,50	13,90	13,90	-1,03	-3,73	-1,76	-4,34
152,22	156,22	154,75	159,63	493,96	480,71	126,31	126,31	-6,75	-27,29	-13,68	-31,67
16,91	17,36	17,19	17,74	54,88	53,41	14,03	14,03	-0,75	-3,03	-1,52	-3,52
100,00	**102,63**	**100,00**	**103,15**	**100,00**	**97,32**	**100,00**	**100,00**	**100,00**	**404,30**	**100,00**	**231,51**

VENTIL.+INFILTRA. (ac/h)		PAREDES		PARTICIONES		PUERTAS		PISOS		CIELO RASO		VENTANAS	
ZONA 4	COMEDOR	ZONA 4	COMEDOR	ZONA 4	COMEDOR	ZONA 4	COMEDOR	ZONA 4	COMEDOR	ZONA 4	COMEDOR	ZONA 4	COMEDOR
0,71	0,71	-0,96	-3,16	-0,79	-3,96	0,22	-0,01	-5,46	-10,97	3,60	9,74	6,15	16,15
0,71	0,71	0,92	1,67	3,03	8,24	-0,95	-1,14	-5,32	-9,70	2,18	0,41	2,72	7,05
0,71	0,71	0,48	-0,64	-0,86	-3,96	0,37	0,01	-4,99	-8,28	3,13	8,42	4,82	12,62
0,71	0,71	-0,06	-1,11	-0,64	-2,41	-0,08	-0,34	-3,38	-6,29	2,14	5,34	3,93	10,18
0,71	0,71	-0,58	-1,99	-1,62	-3,31	-0,14	-0,40	-4,14	-8,21	2,94	5,63	5,48	14,21
0,71	0,71	0,36	-0,42	0,32	-0,59	-0,11	-0,40	-5,17	-8,74	2,85	5,83	4,52	11,86
0,71	0,71	0,04	0,18	3,30	9,18	-1,20	-1,27	-4,38	-9,07	1,79	0,55	2,70	6,96
0,71	0,71	0,15	-0,35	1,47	2,78	-0,38	-0,58	-4,12	-6,63	1,84	2,19	3,21	8,30
0,71	0,71	0,19	-1,15	-1,80	-4,95	0,21	-0,25	-5,85	-9,65	3,61	7,52	6,52	17,20
6,39	6,39	0,54	-6,97	2,41	1,02	-2,06	-4,38	-42,81	-77,54	24,08	45,63	40,05	104,53
0,71	0,71	0,06	-0,77	0,27	0,11	-0,23	-0,49	-4,76	-8,62	0,40	0,84	4,45	11,61
100,00	**100,00**	**100,00**	**-1290,74**	**100,00**	**42,32**	**100,00**	**212,62**	**100,00**	**181,13**	**100,00**	**208,31**	**100,00**	**261,00**

5.3 Ganancias Solares A y B de la Zona 4 y Estar (Segundo Piso)

ZONA / ESTAR											
TEMPERATURA DEL AIRE (ºC)		TEMPERATURA RADIANTE (ºC)		HUMEDAD RELATIVA (%)		BULBO SECO EXTERNO		ACRISTALAMIENTO (kW)		INFILTRACIÓN EXTERNA(kW)	
ZONA 4	ESTAR	ZONA 4	ESTAR	ZONA 4	ESTAR	ZONA 4	ESTAR	ZONA 4	ESTAR	ZONA 4	ESTAR
18,51	18,04	19,02	18,47	56,64	58,26	14,51	14,51	-2,21	-2,97	-2,12	-3,73
17,92	17,55	18,32	17,85	48,77	50,42	14,29	14,29	-2,43	-3,39	-1,92	-3,44
18,42	18,28	18,98	18,82	57,04	57,52	13,91	13,91	-2,25	-3,38	-2,37	-4,60
17,69	17,51	18,07	17,85	52,88	53,01	14,92	14,92	-1,75	-2,54	-1,47	-2,74
18,25	17,93	18,61	18,23	38,63	39,45	15,43	15,43	-1,93	-2,62	-1,48	-2,62
17,40	17,14	17,89	17,58	54,34	55,19	13,27	13,27	-2,26	-3,27	-2,20	-4,12
16,21	15,76	16,54	16,00	66,27	68,47	13,02	13,02	-1,98	-2,72	-1,70	-2,92
16,24	16,03	16,62	16,36	54,51	54,89	13,06	13,06	-1,85	-2,67	-1,69	-3,16
18,02	17,98	18,52	18,47	43,36	43,50	13,90	13,90	-2,45	-3,73	-2,19	-4,34
158,66	156,22	162,57	159,63	472,44	480,71	126,31	126,31	-19,11	-27,29	-17,14	-31,67
17,63	17,36	18,06	17,74	52,49	53,41	14,03	14,03	-2,12	-3,03	-1,90	-3,52
100,00	**98,46**	**100,00**	**98,19**	**100,00**	**101,75**	**100,00**	**100,00**	**100,00**	**142,80**	**100,00**	**184,77**

VENTIL.+INFILTRA. (ac/h)		PAREDES		PARTICIONES		PUERTAS		PISOS		CIELO RASO		VENTANAS	
ZONA 4	ESTAR	ZONA 4	ESTAR	ZONA 4	ESTAR	ZONA 4	ESTAR	ZONA 4	ESTAR	ZONA 4	ESTAR	ZONA 4	ESTAR
0,71	0,71	-1,95	-3,16	-1,73	-3,96	0,00	-0,01	-3,70	-0,74	1,89	9,74	10,00	16,15
0,71	0,71	0,36	1,67	3,66	8,24	0,00	-1,14	-2,13	0,10	-1,94	0,41	4,33	7,05
0,71	0,71	-0,46	-0,64	-1,26	-3,96	0,00	0,01	-3,12	-0,22	1,72	8,42	7,80	12,62
0,71	0,71	-0,68	-1,11	-0,63	-2,41	0,00	-0,34	-2,15	-0,11	0,46	5,34	6,25	10,18
0,71	0,71	-1,35	-1,99	-1,45	-3,31	0,00	-0,40	-2,98	-0,54	0,56	5,63	8,72	14,21
0,71	0,71	-0,48	-0,42	0,02	-0,59	0,00	-0,40	-2,85	-0,17	0,47	5,83	7,34	11,86
0,71	0,71	-0,37	0,18	3,99	9,18	0,00	-1,27	-1,76	0,06	-2,50	-0,55	4,26	6,96
0,71	0,71	-0,43	-0,35	1,35	2,78	0,00	-0,58	-1,84	0,01	-0,65	2,19	5,09	8,30
0,71	0,71	-0,81	-1,15	-2,43	-4,95	0,00	-0,25	-3,61	-0,53	0,94	7,52	10,68	17,20
6,39	6,39	-6,17	-6,97	1,52	1,02	0,00	-4,38	-24,14	-2,14	0,95	44,53	64,47	104,53
0,71	0,71	-0,69	-0,77	0,17	0,11	0,00	-0,49	-2,68	-0,24	0,10	0,84	7,16	11,61
100,00	**100,00**	**100,00**	**112,97**	**100,00**	**67,11**	**0,00**	**0,00**	**100,00**	**8,86**	**100,00**	**800,00**	**100,00**	**162,14**

5.4 Ganancias Solares A y B de la Cubierta

CUBIERTA																	
TEMPERATURA DEL AIRE (ºC)		TEMPERATURA RADIANTE (ºC)		HUMEDAD RELATIVA (%)		BULBO SECO EXTERNO		ACRISTALAMIENTO (kW)		INFILTRACIÓN EXTERNA(kW)		VENTIL.+INFILTRA. (ac/h)		TECHO		Ganancia Solar	
SA	SB	SA	SB	SA	SB	SA	SB	SA	SB	SA	SB	SA	SB	SA	SB	SA	SB
19,83	19,99	21,42	20,59	59,26	58,26	14,51	14,51	0,00	-5,16	-3,02	-3,13	1,02	1,02	13,98	5,79	0,00	25,72
16,73	17,35	17,13	17,78	54,71	50,42	14,29	14,29	0,00	-3,48	-1,40	-1,76	1,01	1,01	-4,45	-7,52	0,00	10,20
19,68	20,07	20,28	20,69	60,21	57,52	13,91	13,91	0,00	-5,28	-3,27	-3,50	1,02	1,02	8,56	0,77	0,00	24,48
18,08	18,59	18,53	19,05	55,96	53,01	14,92	14,92	0,00	-4,12	-1,80	-2,09	1,01	1,01	5,02	-1,31	0,00	19,55
18,71	19,05	19,15	19,49	39,81	39,45	15,43	15,43	0,00	-3,93	-1,86	-2,06	1,01	1,01	5,25	0,52	0,00	16,85
17,82	18,31	18,37	18,86	59,25	55,19	13,27	13,27	0,00	-4,71	-2,59	-2,88	1,02	1,02	5,14	-1,91	0,00	21,10
14,63	15,25	14,94	15,61	76,47	68,47	13,02	13,02	0,00	-3,30	-0,94	-1,30	1,01	1,01	-4,23	-8,46	0,00	10,85
15,89	16,40	16,33	16,84	59,05	54,89	13,06	13,06	0,00	-3,45	-1,62	-1,92	1,01	1,01	1,31	-3,55	0,00	13,63
18,78	19,42	19,33	20,01	47,00	43,50	13,90	13,90	0,00	-5,32	-2,78	-3,16	1,02	1,02	5,47	-1,84	0,00	23,84
160,15	164,43	165,48	168,92	511,72	480,71	126,31	126,31	0,00	-38,75	-19,28	-21,80	9,13	9,13	36,05	-17,51	0,00	166,22
17,79	18,27	18,39	18,77	56,86	53,41	14,03	14,03	0,00	-4,31	-2,14	-2,42	1,01	1,01	4,01	-1,95	0,00	18,47
100,00	**102,67**	**100,00**	**102,08**	**100,00**	**93,94**	**100,00**	**100,00**	**0,00**	**0,00**	**100,00**	**113,07**	**100,00**	**100,00**	**100,00**	**-48,57**	**0,00**	**0,00**

6 Cuadros de Datos Meteorológicos

6.1 Estadística Mensual de las Observaciones Meteorológicas (Junio, 2017), proporcionado por el INAMHI

ESTACION: M0024 QUITO INAMHI-I-AQUITO JUNIO / 2017

	-TEMPERATURAS EXTREMAS-				---TERMOMETRO SECO----				---TERMOMETRO HUMEDO---			
DIA	MAX.	MIN.	OSC.	MED.	07	13	19	MED.	07	13	19	MED.
1	24.0	11.8	12.2	17.9	14.2	22.0	16.8	17.7	11.0	13.7	14.4	13.0
2	24.6	13.0	11.6	18.8	14.0	23.7	17.0	18.2	10.4	14.2	14.0	12.9
3	22.2	11.4	10.8	16.8	12.6	21.2	17.0	16.9	11.2	15.4	12.6	13.1
4	23.2	12.0	11.2	17.6	13.0	21.6	17.0	17.2	10.4	15.2	12.8	12.8
5	22.0	12.8	9.2	17.4	15.0	20.8	15.6	17.1	11.0	12.7	10.6	11.4
6	23.6	10.8	12.8	17.2	11.4	22.9	15.4	16.6	8.2	12.3	12.2	10.9
7	23.4	10.4	13.0	16.9	12.0	22.6	14.6	16.4	10.0	13.6	13.2	12.3
8	22.0	10.2	11.8	16.1	11.2	20.9	13.8	15.3	10.6	14.9	13.0	12.8
9	22.4	10.2	12.2	16.3	11.0	21.0	15.0	15.7	10.8	15.4	13.0	13.1
10	23.4	10.2	13.2	16.8	11.6	21.6	14.0	15.7	10.6	15.0	12.2	12.6
11	20.4	10.0	10.4	15.2	10.6	20.4	14.4	15.1	9.8	16.2	13.2	13.1
12	21.2	10.4	10.8	15.8	11.0	19.1	12.6	14.2	10.6	13.9	11.8	12.1
13	16.0	10.8	5.2	13.4	11.0	15.3	14.6	13.6	10.2	10.7	12.2	11.0
14	18.1	10.4	7.7	14.3	11.2	17.5	14.2	14.3	10.0	11.5	12.4	11.3
15	19.7	10.6	9.1	15.2	12.6	18.1	15.0	15.2	9.6	11.7	12.0	11.1
16	20.9	9.8	11.1	15.4	11.4	20.1	15.4	15.6	9.4	13.1	12.4	11.6
17	20.8	9.2	11.6	15.0	9.6	20.6	13.4	14.5	9.0	15.0	12.8	12.3
18	21.8	10.6	11.2	16.2	11.0	20.8	13.8	15.2	10.0	15.0	12.8	12.6
19	22.4	11.2	11.2	16.8	12.4	21.4	15.0	16.3	11.8	14.2	13.6	13.2
20	17.0	10.4	6.6	13.7	11.0	13.8	14.0	12.9	10.0	12.2	11.4	11.2
21	21.2	10.0	11.2	15.6	11.2	20.7	15.0	15.6	10.4	13.2	12.0	11.9
22	20.5	10.4	10.1	15.5	11.0	19.8	15.0	15.3	10.0	13.2	12.4	11.9
23	22.2	8.8	13.4	15.5	9.4	20.0	15.4	14.9	8.8	12.2	12.4	11.1
24	22.6	9.0	13.6	15.8	11.6	22.2	16.0	16.6	9.0	14.2	13.0	12.1
25	22.0	10.6	11.4	16.3	12.8	21.0	15.0	16.3	10.0	14.2	12.8	12.3
26	23.2	10.0	13.2	16.6	10.6	22.3	14.6	15.8	10.0	14.2	13.0	12.4
27	19.8	10.2	9.6	15.0	11.4	17.8	15.0	14.7	10.8	12.4	12.4	11.9
28	20.8	10.6	10.2	15.7	11.6	18.8	14.4	14.9	10.2	12.2	13.2	11.9
29	21.6	10.6	11.0	16.1	11.2	20.8	13.8	15.3	10.2	13.2	11.8	11.7
30	23.0	10.4	12.6	16.7	12.2	21.6	16.5	16.8	9.2	13.2	11.2	11.2
VALORES MENSUALES MEDIOS Y EXTREMOS												
#.Dias	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
MEDIA	21.5	10.6	11.0	16.1	11.7	20.3	15.0	15.7	10.1	13.6	12.6	12.1
MAXIMA	24.6	13.0	13.6	18.8	15.0	23.7	17.0	18.2	11.8	16.2	14.4	13.2
Dia	2	2	24	2	5	2	2	2	19	11	1	19
MINIMA	16.0	8.8	5.2	13.4	9.4	13.8	12.6	12.9	8.2	10.7	10.6	10.9
Dia	13	23	13	13	23	20	12	20	6	13	5	6

ESTACION: M0024 QUITO INAMHI-I-AQUITO JUNIO / 2017

	TENSION DE VAPOR (Hp)				HUMEDAD RELATIVA (%)				PUNTO DE ROCIO (°C)			
DIA	07	13	19	MED.	07	13	19	MED.	07	13	19	MED.
1	11.5	11.6	15.2	12.8	72.0	44.0	80.0	65.0	9.1	9.2	13.2	10.6
2	10.8	11.5	14.5	12.3	68.0	40.0	75.0	61.0	8.2	9.1	12.5	10.0
3	12.6	14.6	12.4	13.3	87.0	58.0	64.0	70.0	10.4	12.7	10.2	11.1
4	11.3	14.1	12.7	12.8	76.0	55.0	66.0	66.0	8.8	12.1	10.5	10.5
5	11.1	10.7	10.3	10.8	66.0	44.0	59.0	56.0	8.6	8.0	7.5	8.1
6	9.3	9.1	12.6	10.4	69.0	33.0	72.0	58.0	5.9	5.7	10.4	7.4
7	11.3	11.2	14.4	12.3	81.0	41.0	87.0	70.0	8.8	8.6	12.5	10.0
8	12.4	14.0	14.5	13.7	94.0	57.0	92.0	81.0	10.2	12.0	12.6	11.6
9	12.8	14.7	14.0	13.9	98.0	59.0	82.0	80.0	10.7	12.8	12.0	11.8
10	12.2	13.8	13.3	13.2	90.0	54.0	83.0	76.0	10.0	11.8	11.2	11.0
11	11.7	16.3	14.5	14.2	92.0	68.0	89.0	83.0	9.3	14.3	12.6	12.1
12	12.5	13.3	13.4	13.1	96.0	60.0	92.0	83.0	10.3	11.2	11.3	11.0
13	12.0	10.6	13.0	11.9	92.0	61.0	79.0	77.0	9.7	7.9	10.9	9.5
14	11.7	10.6	13.5	12.0	88.0	53.0	84.0	75.0	9.2	7.9	11.4	9.6
15	10.5	10.6	12.5	11.2	72.0	51.0	74.0	66.0	7.7	7.9	10.3	8.7
16	10.8	11.6	12.9	11.8	80.0	50.0	74.0	68.0	8.1	9.2	10.8	9.4
17	11.1	14.3	14.4	13.3	94.0	59.0	94.0	82.0	8.6	12.3	12.5	11.2
18	11.7	14.2	14.2	13.4	90.0	58.0	91.0	80.0	9.4	12.2	12.3	11.3
19	13.5	12.7	14.8	13.7	94.0	50.0	87.0	77.0	11.4	10.5	12.9	11.7
20	11.7	13.4	12.2	12.5	90.0	85.0	76.0	84.0	9.4	11.3	9.9	10.2
21	12.2	11.5	12.5	12.1	92.0	47.0	74.0	71.0	9.9	9.1	10.3	9.8
22	11.7	11.9	13.1	12.3	90.0	52.0	77.0	73.0	9.4	9.6	11.0	10.0
23	11.0	10.4	12.9	11.5	94.0	45.0	74.0	71.0	8.4	7.6	10.8	9.0
24	10.2	12.3	13.5	12.0	75.0	46.0	74.0	65.0	7.3	10.0	11.4	9.6
25	10.9	12.8	13.7	12.5	74.0	52.0	80.0	69.0	8.2	10.7	11.6	10.2
26	11.9	12.2	14.2	12.8	94.0	46.0	85.0	75.0	9.6	10.0	12.2	10.6
27	12.6	11.7	13.1	12.5	94.0	58.0	77.0	76.0	10.4	9.4	11.0	10.3
28	11.7	11.0	14.5	12.5	86.0	51.0	89.0	75.0	9.3	8.4	12.6	10.1
29	11.9	11.4	12.8	12.1	90.0	47.0	82.0	73.0	9.6	9.0	10.7	9.8
30	10.1	11.1	10.7	10.7	72.0	43.0	57.0	57.0	7.2	8.5	8.0	7.9
VALORES MENSUALES MEDIOS Y EXTREMOS												
#.Dias	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
MEDIA	11.6	12.4	13.4	12.5	85.0	52.0	79.0	72.0	9.2	10.0	11.3	10.1
MAXIMA	13.5	16.3	15.2	14.2	98.0	85.0	94.0	84.0	11.4	14.3	13.2	12.1
Dia	19	11	1	11	9	20	17	20	19	11	1	11
MINIMA	9.3	9.1	10.3	10.4	66.0	33.0	57.0	56.0	5.9	5.7	7.5	7.4
Dia	6	6	5	6	5	6	30	5	6	6	5	6

******* INAMHI ******* ESTADISTICA MENSUAL DE LAS OBSERVACIONES METEOROLOGICAS 06/26/18
INFORMATICA

ESTACION: M0024 QUITO INAMHI-I-AQUITO JUNIO / 2017

	--PRECIPITACION (mm)--				---EVAPORACION (mm)---				--NUBOSIDAD (octvs)--			
DIA	07	13	19	SUM.	07	13	19	SUM.	07	13	19	MED.
1		0.0	0.0	0.0		0.5	2.5	4.1	7.0	6.0	5.0	6.0
2	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1	0.9	2.4	4.4	2.0	3.0	6.0	4.0
3	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1	0.7	2.7	4.2	6.0	5.0	5.0	5.0
4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	0.9	0.5	2.4	4.0	6.0	4.0	5.0
5	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.5	2.6	4.9	5.0	6.0	0.0	4.0
6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	0.6	2.1	3.7	0.0	3.0	0.0	1.0
7	0.0	0.0	0.0	10.2	1.0	0.9	2.6	4.6	8.0	2.0	8.0	6.0
8	10.2	0.0	0.4	11.9	1.1	0.3	1.6	3.1	8.0	5.0	8.0	7.0
9	11.5	0.0	0.5	0.5	1.2	0.9	1.0	2.8	8.0	7.0	6.0	7.0
10	0.0	0.0	2.0	3.0	0.9	0.6	1.9	2.9	6.0	6.0	8.0	7.0
11	1.0	0.0	0.0	11.6	0.4	0.6	1.4	2.9	6.0	6.0	6.0	6.0
12	11.6	0.1	4.7	13.9	0.9	1.2	0.4	2.2	8.0	6.0	8.0	7.0
13	9.1	6.2	0.0	6.2	0.6	0.7	0.4	1.8	8.0	8.0	5.0	7.0
14	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.3	0.4	1.5	8.0	7.0	8.0	8.0
15	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	0.8	1.2	2.6	8.0	8.0	7.0	8.0
16	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.6	1.8	3.2	6.0	4.0	5.0	5.0
17	0.0	0.0	0.5	0.5	0.8	0.8	1.4	3.2	3.0	6.0	7.0	5.0
18	0.0	0.0	0.0	5.7	1.0	1.1	1.3	2.4	8.0	4.0	7.0	6.0
19	5.7	0.0	0.0	5.1	0.0	2.0	1.7	4.8	6.0	4.0	8.0	6.0
20	5.1	2.6	0.1	3.0	1.1	0.6	0.3	1.1	8.0	8.0	8.0	8.0
21	0.3	0.0	0.0	0.0	0.2	1.0	0.8	3.0	6.0	7.0	5.0	6.0
22	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2	1.2	0.8	2.9	7.0	7.0	6.0	7.0
23	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	1.3	1.2	3.6	4.0	4.0	4.0	4.0
24	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1	1.1	2.1	4.4	2.0	5.0	6.0	4.0
25	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2	1.0	1.1	3.6	5.0	7.0	6.0	6.0
26	0.0	0.0	0.0	16.3	1.5	1.2	2.0	5.2	6.0	7.0	8.0	7.0
27	16.3	0.0	0.0	0.0	2.0	1.4	1.0	3.1	6.0	8.0	8.0	7.0
28	0.0	0.9	0.0	0.9	0.7	0.4	1.2	2.4	8.0	6.0	8.0	7.0
29	0.0	0.0	T	T	0.8	1.0	1.7	3.3	6.0	7.0	8.0	7.0
30	T	0.0	0.0	0.0	0.6	1.0	3.1	5.7	4.0	4.0	4.0	4.0
1	0.0			1.6								
VALORES MENSUALES MEDIOS Y EXTREMOS												
#.Dias	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
SUMA	70.8	9.8	8.2	88.8	27.7	27.1	45.2	100.0				
MEDIA									6.0	6.0	6.0	6.0
MAXIMA	16.3	6.2	4.7	16.3	2.0	2.0	3.1	5.7	8.0	8.0	8.0	8.0
Dia	27	13	12	26	27	19	30	30	7	13	7	14
MINIMA	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.3	1.1	0.0	2.0	0.0	1.0
Dia	2	1	1	1	19	8	20	20	6	7	5	6
TOTAL MENSUAL:				88.8				100.0				

FRECUENCIAS : Trazas RR < 0.1 : 1
0.1 <= RR < 1.0 : 3
1.0 <= RR < 5.0 : 2
5.0 <= RR < 10.0 : 3
10.0 <= RR : 5
Dias con lluvia : 14

ESTACION: M0024 QUITO INAMHI-I-AQUITO JUNIO / 2017

	DIRECCION/VELOCIDAD (m/s)						RECORRIDO	VELOCIDAD
DIA	07		13		19		TOTAL-24h	MEDIA
	DD.	VV.	DD.	VV.	DD.	VV.	(Km)	(Km/h)
1	SW	6.0	N	2.0	NE	2.0	80.0	3.3
2	NE	6.0	NE	4.0	NE	4.0	74.0	3.1
3	C	0.0	NE	2.0	NE	2.0	52.9	2.2
4	C	0.0	NE	2.0	SW	2.0	62.2	2.6
5	C	0.0	NE	2.0	NE	2.0	76.1	3.2
6	NW	2.0	NE	6.0	NE	4.0	64.7	2.7
7	NW	2.0	SW	2.0	NE	2.0	68.6	2.9
8	E	2.0	NE	4.0	SW	4.0	61.0	2.5
9	C	0.0	NE	2.0	C	0.0	54.0	2.3
10	SW	2.0	NE	4.0	S	4.0	61.1	2.5
11	C	0.0	NE	4.0	NE	2.0	49.4	2.1
12	S	2.0	NE	6.0	C	0.0	46.7	1.9
13	C	0.0	E	2.0	C	0.0	27.1	1.1
14	C	0.0	S	2.0	NE	2.0	42.2	1.8
15	SW	6.0	E	2.0	NE	4.0	50.7	2.1
16	C	0.0	C	0.0	NE	2.0	50.6	2.1
17	C	0.0	NE	2.0	NE	2.0	54.2	2.3
18	C	0.0	NE	4.0	NE	2.0	50.6	2.1
19	S	2.0	C	0.0	NE	2.0	59.2	2.5
20	SW	2.0	C	0.0	SW	2.0	38.4	1.6
21	C	0.0	C	0.0	NE	4.0	52.2	2.2
22	C	0.0	NE	2.0	NE	2.0	53.3	2.2
23	C	0.0	C	0.0	NE	2.0	57.3	2.4
24	SW	2.0	NE	6.0	NE	6.0	78.8	3.3
25	SW	4.0	NW	2.0	NE	2.0	63.2	2.6
26	C	0.0	NE	2.0	SE	2.0	67.4	2.8
27	C	0.0	N	2.0	NE	2.0	54.4	2.3
28	C	0.0	C	0.0	SW	2.0	43.3	1.8
29	SW	2.0	NE	2.0	S	4.0	56.4	2.4
30	SW	4.0	E	4.0	NE	6.0	112.2	4.7
MEDIA :							58.7	2.5

---- RESUMEN MENSUAL DE LA FRECUENCIA Y VELOCIDAD ----

	07		13		19		FRECUEN.	VELOCIDAD
DIR	f	V.MED	f	V.MED	f	V.MED	RELAT(%)	MEDIA(m/s)
N	0	0.0	2	2.0	0	0.0	2.2	2.0
NE	1	6.0	16	3.3	20	2.8	41.1	3.1
E	1	2.0	3	2.6	0	0.0	4.4	2.5
SE	0	0.0	0	0.0	1	2.0	1.1	2.0
S	2	2.0	1	2.0	2	4.0	5.6	2.8
SW	8	3.5	1	2.0	4	2.5	14.4	3.0
W	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0.0	0.0
NW	2	2.0	1	2.0	0	0.0	3.3	2.0
C	16	0.0	6	0.0	3	0.0	27.8	0.0

VIENTO MAXIMO REGISTRADO:
VELOCIDAD: 6.0 m/s DIA: 1 DIRECCION: SW

6.2 Estadística Mensual de las Observaciones Meteorológicas (Julio, 2017), proporcionado por el INAMHI

ESTACION: M0024 QUITO INAMHI-I-AQUITO JULIO / 2017

DIA	-TEMPERATURAS EXTREMAS- MAX.	MIN.	OSC.	---TERMOMETRO SECO---- 07	13	19	MED.	---TERMOMETRO HUMEDO--- 07	13	19	MED.
1	21.6	12.2	9.4	16.9	13.4	19.8	16.4	16.5	9.6	13.0	12.4	11.7
2	23.2	11.8	11.4	17.5	12.6	21.2	16.0	16.6	9.0	14.0	11.0	11.3
3	22.6	11.6	11.0	17.1	11.8	20.6	15.0	15.8	10.2	12.4	12.2	11.6
4	22.6	10.2	12.4	16.4	11.0	22.0	15.9	16.3	9.2	13.2	12.1	11.5
5	22.5	10.6	11.9	16.6	10.8	20.4	15.5	15.6	9.4	12.5	12.8	11.6
6	22.3	11.0	11.3	16.7	12.2	20.6	16.2	16.3	10.0	11.9	11.2	11.0
7	22.4	12.2	10.2	17.3	14.4	21.3	16.4	17.4	10.6	12.6	11.2	11.5
8	22.4	12.0	10.4	17.2	13.4	21.0	16.6	17.0	9.5	13.0	12.0	11.5
9	22.2	12.4	9.8	17.3	12.7	21.0	16.8	16.8	9.0	12.6	10.5	10.7
10	22.4	11.2	11.2	16.8	11.7	20.0	16.0	15.9	7.2	11.8	11.2	10.1
11	21.5	12.0	9.5	16.8	12.5	20.3	16.9	16.6	9.0	12.0	11.3	10.8
12	23.5	11.6	11.9	17.6	12.2	21.1	15.7	16.3	7.2	11.1	11.0	9.8
13	24.3	11.0	13.3	17.7	11.9	22.9	15.4	16.7	6.8	11.9	11.9	10.2
14	23.2	8.2	15.0	15.7	8.8	22.2	14.6	15.2	7.2	13.2	11.8	10.7
15	23.2	9.2	14.0	16.2	10.0	22.1	14.8	15.6	8.0	14.1	12.9	11.7
16	25.0	9.8	15.2	17.4	10.2	23.6	14.1	16.0	8.7	13.2	12.7	11.5
17	20.0	10.4	9.6	15.2	11.5	17.4	16.2	15.0	10.8	12.4	11.1	11.4
18	21.8	11.8	10.0	16.8	12.6	20.1	15.9	16.2	10.0	12.1	12.0	11.4
19	22.2	10.2	12.0	16.2	10.5	20.7	16.1	15.8	8.5	12.8	12.1	11.1
20	23.5	9.4	14.1	16.5	9.8	22.0	16.6	16.1	7.6	12.4	12.0	10.7
21	24.8	10.0	14.8	17.4	11.0	23.2	17.4	17.2	8.0	12.2	11.0	10.4
22	21.8	9.8	12.0	15.8	10.4	20.7	15.8	15.6	8.4	13.1	11.0	10.8
23	22.0	10.4	11.6	16.2	10.9	21.4	15.9	16.1	8.3	13.8	11.3	11.1
24	24.2	12.8	11.4	18.5	14.0	22.2	15.9	17.4	10.3	13.1	11.4	11.6
25	22.1	11.8	10.3	17.0	13.3	20.7	15.7	16.6	9.3	12.0	11.0	10.8
26	22.0	13.2	8.8	17.6	14.5	20.7	14.8	16.7	10.3	12.2	10.0	10.8
27	20.0	11.8	8.2	15.9	12.4	19.1	14.5	15.3	8.0	10.7	9.0	9.2
28	22.8	10.0	12.8	16.4	12.0	20.3	16.2	16.2	8.4	12.1	11.0	10.5
29	22.0	11.4	10.6	16.7	11.8	21.4	16.5	16.6	9.2	13.5	11.1	11.3
30	22.2	10.8	11.4	16.5	12.7	21.2	15.4	16.4	9.2	13.2	10.2	10.9
31	20.8	10.6	10.2	15.7	11.2	18.0	14.4	14.5	8.2	10.4	8.3	9.0
VALORES MENSUALES MEDIOS Y EXTREMOS												
#.Dias	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31
MEDIA	22.5	11.0	11.5	16.8	11.9	20.9	15.8	16.2	8.9	12.5	11.3	10.9
MAXIMA	25.0	13.2	15.2	18.5	14.5	23.6	17.4	17.4	10.8	14.1	12.9	11.7
Dia	16	26	16	24	26	16	21	7	17	15	15	1
MINIMA	20.0	8.2	8.2	15.2	8.8	17.4	14.1	14.5	6.8	10.4	8.3	9.0
Dia	17	14	27	17	14	17	16	31	13	31	31	31

ESTACION: M0024 QUITO INAMHI-I-AQUITO JULIO / 2017

DIA	TENSION DE VAPOR (Hp) 07	13	19	MED.	HUMEDAD RELATIVA (%) 07	13	19	MED.	PUNTO DE ROCIO (°C) 07	13	19	MED.
1	10.1	11.6	12.4	11.4	66.0	51.0	67.0	61.0	7.1	9.2	10.2	8.9
2	9.7	12.4	10.7	11.0	67.0	50.0	59.0	59.0	6.6	10.2	7.9	8.3
3	11.6	10.4	12.8	11.7	84.0	43.0	75.0	67.0	9.2	7.6	10.7	9.2
4	10.7	10.9	12.2	11.3	82.0	41.0	68.0	64.0	8.0	8.2	10.0	8.8
5	11.1	10.6	13.4	11.8	86.0	45.0	77.0	69.0	8.5	7.9	11.4	9.3
6	11.2	9.7	10.8	10.6	79.0	40.0	59.0	59.0	8.6	6.5	8.2	7.8
7	10.9	10.3	10.7	10.7	67.0	41.0	58.0	55.0	8.3	7.5	8.1	8.0
8	9.9	11.1	11.8	11.0	65.0	45.0	62.0	57.0	6.9	8.5	9.4	8.3
9	9.6	10.5	9.6	10.0	66.0	42.0	50.0	53.0	6.5	7.7	6.4	6.9
10	7.9	9.8	10.9	9.6	58.0	42.0	60.0	53.0	3.7	6.8	8.3	6.3
11	9.7	10.0	10.6	10.2	68.0	42.0	55.0	55.0	6.6	7.0	7.9	7.2
12	7.7	8.3	10.8	9.0	55.0	34.0	61.0	50.0	3.3	4.4	8.1	5.3
13	7.4	8.6	12.2	9.4	53.0	31.0	70.0	51.0	2.7	4.8	9.9	5.9
14	9.3	10.8	12.4	10.9	83.0	40.0	75.0	66.0	6.0	8.1	10.2	8.2
15	9.7	12.2	13.9	12.0	80.0	46.0	83.0	70.0	6.6	9.9	11.9	9.5
16	10.5	10.1	14.0	11.6	85.0	35.0	87.0	69.0	7.7	7.1	11.9	9.0
17	12.6	11.9	10.7	11.8	93.0	60.0	58.0	70.0	10.4	9.6	8.0	9.4
18	11.0	10.2	12.1	11.1	76.0	44.0	67.0	62.0	8.4	7.3	9.8	8.5
19	10.1	10.9	12.1	11.1	80.0	45.0	67.0	64.0	7.1	8.3	9.9	8.5
20	9.3	9.7	11.8	10.3	77.0	37.0	62.0	59.0	6.0	6.6	9.4	7.4
21	9.2	8.8	10.0	9.4	71.0	31.0	51.0	51.0	5.9	5.2	7.0	6.1
22	10.0	11.3	10.8	10.8	80.0	47.0	60.0	62.0	7.0	8.9	8.1	8.0
23	9.6	12.0	11.1	11.0	74.0	47.0	62.0	61.0	6.5	9.7	8.6	8.3
24	10.7	10.6	11.3	10.9	67.0	40.0	63.0	57.0	8.0	7.9	8.7	8.3
25	9.7	9.8	10.8	10.2	64.0	40.0	61.0	55.0	6.6	6.7	8.1	7.2
26	10.5	10.1	9.9	10.2	64.0	41.0	59.0	55.0	7.7	7.1	6.9	7.3
27	8.6	8.8	8.8	8.8	60.0	40.0	53.0	51.0	4.8	5.1	5.1	5.1
28	9.2	10.1	10.6	10.0	66.0	43.0	58.0	56.0	5.9	7.2	7.8	7.0
29	10.3	11.6	10.6	10.9	75.0	46.0	57.0	59.0	7.5	9.2	7.8	8.2
30	9.9	11.3	9.9	10.4	68.0	45.0	57.0	57.0	6.9	8.7	6.8	7.5
31	9.4	8.9	8.0	8.8	71.0	43.0	49.0	54.0	6.1	5.3	3.8	5.1
VALORES MENSUALES MEDIOS Y EXTREMOS												
#.Dias	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31
MEDIA	10.0	10.5	11.3	10.6	72.0	42.0	63.0	59.0	6.9	7.6	8.6	7.7
MAXIMA	12.6	12.4	14.0	12.0	93.0	60.0	87.0	70.0	10.4	10.2	11.9	9.5
Dia	17	2	16	15	17	17	16	15	17	2	16	15
MINIMA	7.4	8.3	8.0	8.8	53.0	31.0	49.0	50.0	2.7	4.4	3.8	5.1
Dia	13	12	31	27	13	13	31	12	13	12	31	27

******* INAMHI ******* ESTADISTICA MENSUAL DE LAS OBSERVACIONES METEOROLOGICAS
INFORMATICA 06/26/18

ESTACION: M0024 QUITO INAMHI-I-AQUITO JULIO / 2017

DIA	--PRECIPITACION (mm)-- 07	13	19	SUM.	---EVAPORACION (mm)--- 07	13	19	SUM.	--NUBOSIDAD (octvs)-- 07	13	19	MED.
1		0.0	0.0	0.0		1.2	1.0	4.0	6.0	7.0	5.0	6.0
2	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8	1.2	2.1	4.9	7.0	5.0	4.0	5.0
3	0.0	0.0	0.0	0.0	1.6	1.0	1.0	2.5	7.0	4.0	4.0	5.0
4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.6	2.3	3.7	6.0	4.0	3.0	4.0
5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	0.9	1.8	3.7	5.0	6.0	5.0	5.0
6	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.1	2.8	5.4	5.0	4.0	5.0	5.0
7	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5	1.3	2.9	5.5	6.0	4.0	4.0	5.0
8	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3	0.9	3.1	5.7	7.0	5.0	6.0	6.0
9	0.0	0.0	0.0	0.0	1.7	2.0	2.5	6.9	3.0	4.0	0.0	2.0
10	0.0	0.0	0.0	0.0	2.4	1.4	1.2	4.4	3.0	7.0	6.0	5.0
11	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8	1.3	2.9	6.4	5.0	6.0	6.0	6.0
12	0.0	0.0	0.0	0.0	2.2	1.6	2.0	6.6	5.0	2.0	2.0	3.0
13	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	1.2	1.5	3.2	5.0	1.0	0.0	2.0
14	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.5	2.0	3.9	0.0	3.0	4.0	2.0
15	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	0.6	4.7	8.1	2.0	4.0	7.0	4.0
16	0.0	0.0	0.0	0.0	2.8	1.1	2.4	4.8	0.0	2.0	7.0	3.0
17	0.0	1.1	0.0	1.1	1.3	1.4	1.9	4.3	6.0	7.0	4.0	6.0
18	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.4	1.8	3.3	7.0	6.0	8.0	7.0
19	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1	0.8	1.9	3.9	4.0	7.0	4.0	5.0
20	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2	0.6	2.7	4.9	0.0	2.0	0.0	1.0
21	0.0	0.0	0.0	0.0	1.6	1.0	2.7	5.1	0.0	3.0	4.0	2.0
22	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	1.2	2.9	6.3	3.0	5.0	3.0	4.0
23	0.0	0.0	0.0	0.0	2.2	0.7	2.3	4.6	3.0	4.0	5.0	4.0
24	0.0	0.0	0.0	0.0	1.6	0.7	2.8	5.3	6.0	6.0	3.0	5.0
25	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8	1.2	2.0	4.7	6.0	7.0	7.0	7.0
26	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5	1.1	1.9	5.3	6.0	5.0	4.0	5.0
27	0.0	0.0	0.0	0.0	2.3	1.1	2.3	4.9	6.0	6.0	6.0	6.0
28	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5	0.9	2.1	4.5	5.0	5.0	7.0	6.0
29	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5	1.0	1.9	4.3	5.0	5.0	7.0	6.0
30	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	1.0	2.3	5.5	6.0	5.0	3.0	5.0
31	0.0	0.0	0.0	0.0	2.2	0.5	1.3	3.3	5.0	7.0	0.0	4.0
1	0.0			1.5								
VALORES MENSUALES MEDIOS Y EXTREMOS												
#.Dias	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31
SUMA	0.0	1.1	0.0	1.1	49.4	31.5	69.1	150.0				
MEDIA									5.0	5.0	4.0	5.0
MAXIMA	0.0	1.1	0.0	1.1	3.0	2.0	4.7	8.1	7.0	7.0	8.0	7.0
Dia	2	17	1	17	17	13	9	15	15	2	1	18
MINIMA	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.4	1.0	2.5	0.0	1.0	0.0	1.0
Dia	2	1	1	1	4	18	1	3	14	13	9	20
TOTAL MENSUAL:				1.1				149.9				

FRECUENCIAS : Trazas RR < 0.1 : 0
0.1 <= RR < 1.0 : 0
1.0 <= RR < 5.0 : 1
5.0 <= RR < 10.0 : 0
10.0 <= RR : 0
Dias con lluvia : 1

ESTACION: M0024 QUITO INAMHI-I-AQUITO JULIO

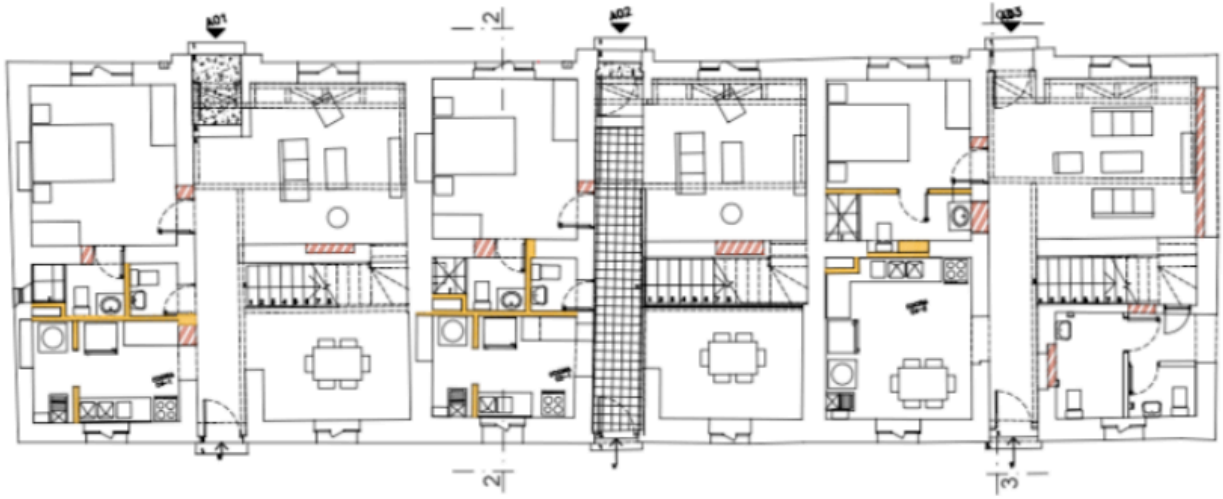
DIA	DIRECCION/VELOCIDAD (m/s) 07 DD.	VV.	13 DD.	VV.	19 DD.	VV.	RECORRIDO TOTAL-24h (Km)	VELOCIDAD MEDIA (Km/h)
1	SW	6.0	SW	4.0	NW	2.0	130.2	5.4
2	SW	6.0	NW	4.0	W	2.0	86.0	3.6
3	C	0.0	SW	2.0	NE	2.0	59.5	2.5
4	C	0.0	E	4.0	C	0.0	55.2	2.3
5	NE	2.0	E	6.0	NE	4.0	56.2	2.3
6	C	0.0	E	4.0	NE	4.0	81.7	3.4
7	W	2.0	NE	5.0	S	2.0	99.3	4.1
8	SW	4.0	SW	2.0	NE	4.0	94.5	3.9
9	SE	2.0	SE	6.0	NE	2.0	126.0	5.3
10	SW	6.0	E	4.0	NE	2.0	115.2	4.8
11	S	6.0	S	2.0	SW	4.0	174.3	7.3
12	S	6.0	SW	6.0	NE	4.0	159.9	6.7
13	SW	2.0	N	4.0	NE	2.0	77.9	3.2
14	SW	2.0	NW	4.0	NW	2.0	63.3	2.6
15	SW	2.0	NW	2.0	NE	4.0	66.4	2.8
16	SW	2.0	NW	2.0	NW	2.0	73.0	3.0
17	C	0.0	N	1.0	NE	2.0	44.5	1.9
18	C	0.0	E	4.0	NW	2.0	55.8	2.3
19	C	0.0	SE	2.0	NE	2.0	73.8	3.1
20	C	0.0	NE	4.0	NE	2.0	70.7	2.9
21	S	2.0	NE	6.0	NE	2.0	60.2	2.5
22	C	0.0	SW	6.0	NE	4.0	66.0	2.8
23	C	0.0	NE	4.0	NE	2.0	78.2	3.3
24	SW	2.0	E	7.0	SE	2.0	86.5	3.6
25	S	4.0	NE	2.0	E	6.0	102.1	4.3
26	SW	4.0	E	6.0	W	4.0	117.5	4.9
27	SW	6.0	S	7.0	SW	4.0	126.1	5.3
28	W	2.0	NE	2.0	NE	2.0	76.7	3.2
29	NE	2.0	NE	4.0	NE	2.0	59.0	2.5
30	NW	2.0	NE	4.0	SW	2.0	77.3	3.2
31	C	0.0	E	4.0	SW	6.0	78.4	3.3
MEDIA :							86.8	3.6

---- RESUMEN MENSUAL DE LA FRECUENCIA Y VELOCIDAD ----

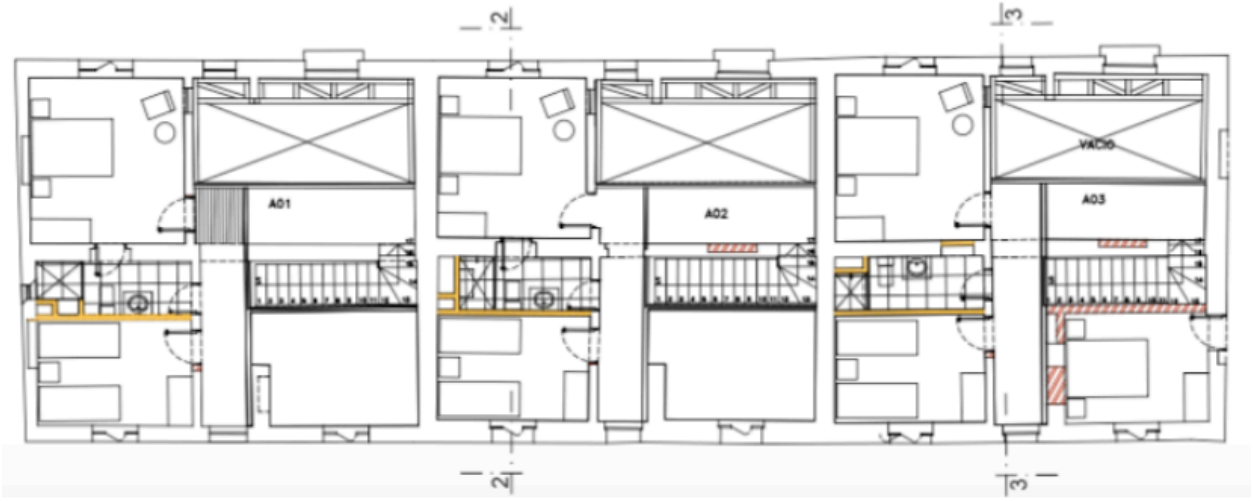
DIR	07 f	V.MED	13 f	V.MED	19 f	V.MED	FRECUEN. RELAT(%)	VELOCIDAD MEDIA(m/s)
N	0	0.0	2	2.5	0	0.0	2.2	2.5
NE	2	2.0	8	3.8	17	2.7	29.0	3.0
E	0	0.0	8	4.8	1	6.0	9.7	5.0
SE	1	2.0	2	4.0	1	2.0	4.3	3.0
S	4	4.5	2	4.5	1	2.0	7.5	4.1
SW	11	3.8	5	4.0	4	4.0	21.5	3.9
W	2	2.0	0	0.0	2	3.0	4.3	2.5
NW	1	2.0	4	3.0	4	2.0	9.7	2.4
C	10	0.0	0	0.0	1	0.0	11.8	0.0

VIENTO MAXIMO REGISTRADO:
VELOCIDAD: 7.0 m/s DIA: 24 DIRECCION: E

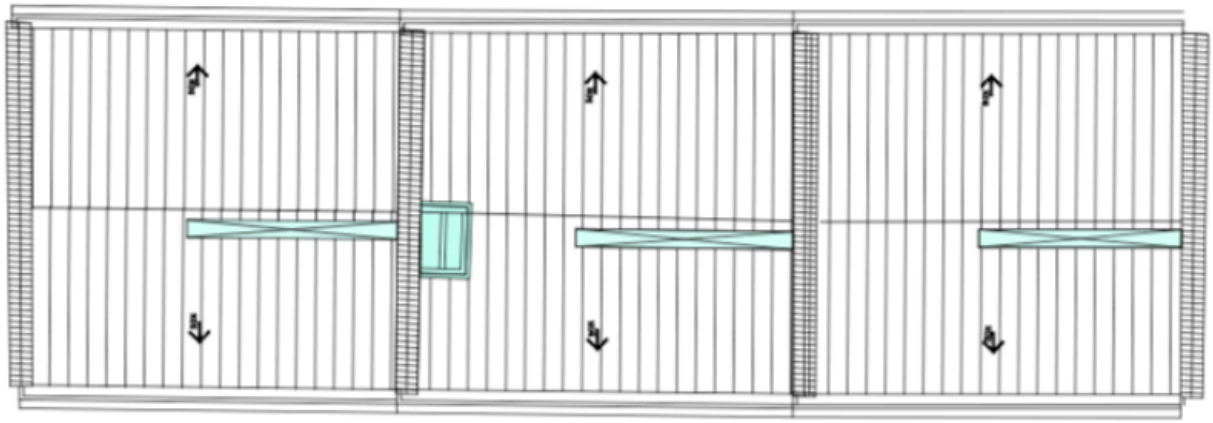
6 Planos de la Edificación, información proporcionada por el IMP. Generados por MCM+A



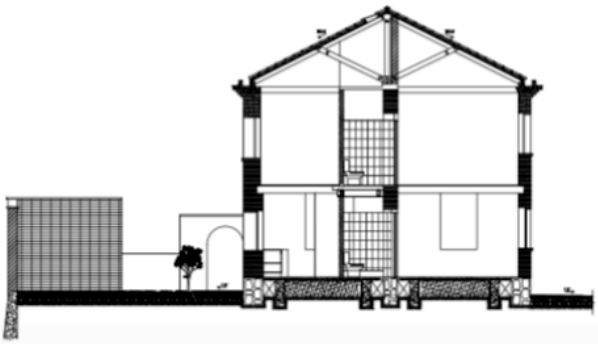
Primer Piso



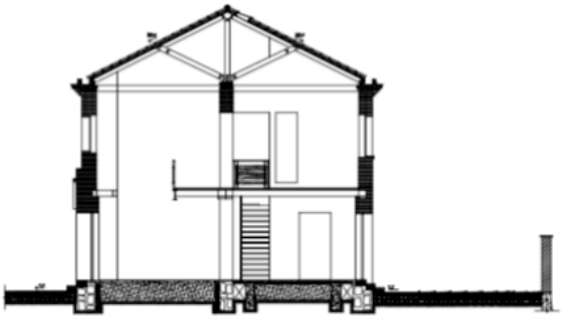
Segundo Piso



Planta de Cubiertas



Corte 2



Corte 3