

# PROPUESTA DE MANUAL DE PROCEDIMIENTO PARA LA SIMULACIÓN DE NIVELES DE CONFORT Y EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EDIFICACIONES

---

Zambrano Molina Liz Skarlett



Universidad  
Indoamérica



**Trabajo de Integración Curricular**  
**Proyecto de Investigación**  
**Carrera de Arquitectura**  
**Periodo académico A23**

**Autor:**

ZAMBRANO MOLINA LIZ SKARLETT

**Correo:** lizzambrano2000@gmail.com

**Fecha de Publicación:**

Agosto 2023

**Equipo de Soporte:**

PAZMIÑO VITERI LUCÍA CRISTINA

Docente Tutor

**Correo:** lpazmino10@indoamerica.edu.ec

LLACAS VICUÑA LUIS DELIBERTO

Docente Unidad de Integración Curricular,

**Correo:** luisllacas@indoamerica.edu.ec

JARA GARZÓN PATRICIA ALEXANDRA

Docente apoyo diagramación

**Correo:** patricijara@indoamerica.edu.ec

**Agradecimiento:**

Agradezco por la apertura de las siguientes instituciones  
y personas por su aporte en este documento:

Universidad Indoamérica  
Docentes de la Universidad  
Arq. Estela Samamé  
Arq. Sebastián Altamirano  
Arq. Andrea Parra







**UNIVERSIDAD INDOAMÉRICA**

**FACULTAD DE ARQUITECTURA Y CONSTRUCCIÓN**

**CARRERA DE ARQUITECTURA**

**PROPUESTA DE MANUAL DE PROCEDIMIENTO PARA LA  
SIMULACIÓN DE NIVELES DE CONFORT Y EFICIENCIA  
ENERGÉTICA EN EDIFICACIONES**

**Trabajo previo a la obtención del título de Arquitecto**

**Autora**

**Zambrano Molina Liz Skarlett**

**Tutora**

**Pazmiño Viteri Lucía Cristina**

**AMBATO – ECUADOR**

**2023**



## **AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

Yo ZAMBRANO MOLINA LIZ SKARLETT, declaro ser autor del Trabajo de Integración Curricular con el nombre "PROPUESTA DE MANUAL DE PROCEDIMIENTO PARA LA SIMULACIÓN DE NIVELES DE CONFORT Y EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EDIFICACIONES", como requisito para optar al grado de Arquitecto y autorizo al Sistema de Bibliotecas de la Universidad Indoamérica, para que con fines netamente académicos divulgue esta obra a través del Repositorio Digital Institucional (RDI-UTI).

Los usuarios del RDI-UTI podrán consultar el contenido de este trabajo en las redes de información del país y del exterior, con las cuales la Universidad tenga convenios. La Universidad Indoamérica no se hace responsable por el plagio o copia del contenido parcial o total de este trabajo.

Del mismo modo, acepto que los Derechos de Autor, Morales y Patrimoniales, sobre esta obra, serán compartidos entre mi persona y la Universidad Indoamérica, y que no tramitaré la publicación de esta obra en ningún otro medio, sin autorización expresa de la misma. En caso de que exista el potencial de generación de beneficios económicos o patentes, producto de este trabajo, acepto que se deberán firmar convenios específicos adicionales, donde se acuerden los términos de adjudicación de dichos beneficios.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Ambato, a los 10 días del mes de agosto de 2023, firmo conforme:

Firma: .....

Autor: Zambrano Molina Liz Skarlett

Número de Cédula: O5O4351248

Dirección: Tungurahua, Ambato

Correo Electrónico: lizzambrano2000@gmail.com

Teléfono: O979328709



## APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Integración Curricular "PROPUESTA DE MANUAL DE PROCEDIMIENTO PARA LA SIMULACIÓN DE NIVELES DE CONFORT Y EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EDIFICACIONES" presentado por ZAMBRANO MOLINA LIZ SKARLETT, para optar por el Título de ARQUITECTO,

CERTIFICO

Que dicho trabajo de Integración Curricular ha sido revisado en todas sus partes y considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte los Lectores que se designe.

Ambato, 10 de agosto de 2023.



El modo electrónico de firma es:  
LUCIA CRISTINA  
PAZMIÑO VITERI

PAZMIÑO VITERI LUCÍA CRISTINA

C.I. 1804364246



## DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Quien suscribe, declaro que los contenidos y los resultados obtenidos en el presente trabajo de integración curricular, como requerimiento previo para la obtención del Título de "PROPUESTA DE MANUAL DE PROCEDIMIENTO PARA LA SIMULACIÓN DE NIVELES DE CONFORT Y EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EDIFICACIONES", son absolutamente originales, auténticos y personales y de exclusiva responsabilidad legal y académica del autor

Ambato, 10 de agosto de 2023.

ZAMBRANO MOLINA LIZ SKARLETT

C.I. 0504351248



## APROBACIÓN DE LECTORES

El trabajo de Integración Curricular ha sido revisado, aprobado y autorizada su impresión y empastado, sobre el Tema: "PROPUESTA DE MANUAL DE PROCEDIMIENTO PARA LA SIMULACIÓN DE NIVELES DE CONFORT Y EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EDIFICACIONES", previo a la obtención del Título de Arquitecto, reúne los requisitos de fondo y forma para que el estudiante pueda presentarse a la sustentación del trabajo de titulación.

Ambato, 4 de septiembre de 2023



Firmado electrónicamente por:  
MARIO FABRICIO  
AMANCHA PROAÑO

AMANCHA PROAÑO MARIO FABRICIO

C.I. 1802042984



Firmado electrónicamente por:  
CLAUDIA RAFAELA  
BALSECA CLAVIJO

BALSECA CLAVIJO CLAUDIA RAFAELA

C.I. 1803698834





## DEDICATORIA

Al culminar esta gran etapa, dedico este trabajo a Dios y a mi madre por el apoyo incondicional en cada momento, por ser la persona más importante en mi vida, mi motor y pilar fundamental, quien me supo guiar en la toma de cada decisión, gracias por creer en mí, por apoyarme y ser mi fortaleza en cada momento difícil cuando sentía que el mundo simplemente se derrumbaba. A mi tutora, familia y amigos que estuvieron pendientes en el proceso, alentándome a cada momento sin dejarme caer.

Liz Zambrano



## AGRADECIMIENTO

Decidí escribir esto desde antes de que el final se acercara, con la emoción de terminar aquello que empezó como un sueño, con un camino lleno de obstáculos donde las risas y las lágrimas no faltaron, donde mi madre y amigos fueron mi motor para seguir sin que el tiempo o las condiciones fueran importantes, donde unos secaron mis lágrimas, mientras otros me escucharon y alentaron, demostrándome su amistad y apoyo incondicional en cada momento, siempre creyendo en mí hasta el final, quiero agradecer a cada uno de ustedes que estuvieron conmigo durante este proceso desde el día uno que ingrese aquí con una meta y que hoy después de tanto se está cumpliendo. Gracias infinitas a Dios, mi madre y a mis amigos aquellos que considero mi familia de vida en esta ciudad que me acogió durante 5 años y a todos aquellos que se encontraron presentes en las diferentes etapas, que siempre estuvieron para mí sin importar nada, gracias por sus consejos en cada momento.

Un agradecimiento especial a mi tutora Arq. Lu Pazmiño, Arq. Darío Reyes y Arq. Luis Llacas quienes aparte de ser unos excelentes docentes durante este proceso, se convirtieron en unos grandes amigos, gracias por creer en mí, por la confianza, el apoyo académico y emocional que me brindaron en cada instante.

Gracias a la Universidad Indoamérica, mis lectores, docentes y profesionales que me ayudaron en el desarrollo de este trabajo, con entrevistas y criterios que me permitieron culminar este trabajo de la mejor manera.

Gracias infinitas a todos y cada uno de ustedes por nunca haber dejado de confiar en mí, por su compañía, palabras y mensajes de aliento que fueron importantes para seguir. Gracias por convertirse en esa estabilidad emocional necesaria que me permitió decir si puedo hacerlo y lo voy a lograr.

Liz Zambrano



## RESUMEN EJECUTIVO

El propósito del documento fue componer un manual para la simulación de niveles de confort y eficiencia energética, debido a la demanda que tiene el tema a nivel mundial en el ámbito de la construcción, razón por la que se buscó fortalecer estos conocimientos, involucrándolos en el proceso de enseñanza-aprendizaje en los proyectos formativos de la Facultad de Arquitectura y Construcción de la Universidad Indoamérica. Previa la elaboración del manual se realizó un análisis bibliográfico para conocer los softwares que permiten ejecutar simulaciones energéticas de proyectos nuevos y existentes, para elegir el más completo e idóneo, por medio de una ponderación comparando sus características y funciones, además a nivel institucional se analizaron los proyectos formativos, entrevistando a docentes y expertos, marcando la importancia que tiene el incluir este material a la formación académica de futuros profesionales. Finalmente, se describió el paso a paso del uso del software elegido, tomando como objeto de simulación uno de los casos de estudio planteados en un trabajo de integración curricular previo que empleó termografía infrarroja en su desarrollo, en consecuencia, por medio de una simulación energética, se buscó obtener datos del comportamiento de la edificación de análisis, permitiendo evaluar y comparar el estado actual y mejorado de las viviendas, renovando el bienestar y calidad de vida de los habitantes; en otras palabras este manual está dirigido a estudiantes, docentes y profesionales afines a la rama que requieran una guía de simulación, con el fin de cuantificar las estrategias empleadas para la optimización de recursos, consiguiendo proyectos eficientes desde su concepción hasta el funcionamiento.

**DESCRIPTORES:** Confort, cuantificación, eficiencia energética, manual de simulación, simulación, softwares de simulación, sostenibilidad.



## ABSTRACT

The purpose of this document was to compose a manual for the simulation of levels of comfort and energy efficiency, due to the demand that the subject has worldwide in the field of construction, which is why it was sought to strengthen this knowledge, involving them in the teaching-learning process in the training projects of the Architecture and Construction School at Indoamérica University. Previously to the elaboration of the manual, a bibliographical analysis was carried out to know the software that allows the execution of energy simulations of new and existing projects, to choose the most complete and suitable one, through a weighting comparing its characteristics and functions, in addition, at the institutional level, training projects were analyzed, interviewing teachers and experts, noting the importance of including this material in the academic training of future professionals. Finally, the step by step of the use of the chosen software was described, taking as a simulation object one of the study cases raised in a previous curricular integration work that used infrared thermography in its development, consequently, using an energy simulation. It sought to obtain data on the behavior of the analysis building, allowing to evaluate and compare the current and improved state of the houses, renewing the well-being and quality of life of the inhabitants. In other words, this manual is aimed at students, teachers and professionals related to the field who require a simulation guide, to quantify the strategies used to optimize resources, achieving efficient projects from conception to operation

**KEYWORDS:** Comfort, energy efficiency, quantification, simulation manual, simulation, simulation software, sustainability.

# ÍNDICE DE CONTENIDOS



## ÍNDICE DE CONTENIDOS

|   |    |  |     |
|---|----|--|-----|
| INTRODUCCIÓN.....                                 | 16 | SIMULACIÓN 4 DE DICIEMBRE 2022.....                      | 79  |
| CONTEXTUALIZACIÓN.....                            | 17 | SIMULACIÓN 8 DE ENERO 2023.....                          | 79  |
| JUSTIFICACIÓN.....                                | 19 | VIVIENDA 1980.....                                       | 80  |
| OBJETIVOS.....                                    | 20 | SIMULACIÓN 4 DE DICIEMBRE 2022.....                      | 80  |
| OBJETIVO GENERAL.....                             | 20 | SIMULACIÓN 8 DE ENERO 2023.....                          | 81  |
| OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....                        | 20 | PLANIMETRÍAS.....  | 83  |
| PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN.....                   | 20 | VIVIENDA 2019.....                                       | 83  |
| ÁRBOL DE PROBLEMAS.....                           | 21 | VIVIENDA 1980.....                                       | 88  |
| MARCO TEÓRICO.....                                | 22 | ESTRUCTURA DEL MANUAL.....                               | 92  |
| ESTADO DEL ARTE.....                              | 23 | MANUAL DE SIMULACIÓN ENERGÉTICA.....                     | 93  |
| TABLA RESUMEN ESTADO DEL ARTE.....                | 25 | SIMULACIÓN TÉRMICA DEL ESTADO ACTUAL DE LA VIVIENDA..... | 95  |
| FUNDAMENTO CONCEPTUAL.....                        | 27 | REFLEXIONES FINALES.....                                 | 97  |
| FUNDAMENTO TEÓRICO.....                           | 32 | RECOMENDACIONES.....                                     | 99  |
| MATERIALES Y MÉTODOS.....                         | 52 | REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....                          | 101 |
| DISEÑO METODOLÓGICO.....                          | 53 | ANEXOS.....  | 104 |
| LÍNEA DE INVESTIGACIÓN.....                       | 54 |  |     |
| SUB-LÍNEA DE INVESTIGACIÓN.....                   | 54 |  |     |
| ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN.....                  | 54 |  |     |
| MODALIDAD DE INVESTIGACIÓN.....                   | 54 |  |     |
| NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN.....                | 54 |  |     |
| POBLACIÓN Y MUESTRA.....                          | 54 |  |     |
| OBJETO DE ESTUDIO.....                            | 56 |  |     |
| PLAN DE RECOLECCIÓN Y PROCESAMIENTO DE DATOS..... | 56 |  |     |
| TRD 1: RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DOCUMENTAL.....     | 56 |  |     |
| INST 1: FORMULARIO DE RECOLECCIÓN.....            | 56 |  |     |
| TPD 1: TABULACIÓN DE DATOS.....                   | 56 |  |     |
| TRD 2: ENTREVISTA.....                            | 56 |  |     |
| INST 2: GUIÓN DE ENTREVISTA.....                  | 56 |  |     |
| TPD 2: REDACCIÓN TEXTUAL.....                     | 56 |  |     |
| TRD 3: SIMULACIÓN ENERGÉTICA.....                 | 56 |  |     |
| INST 3: PROGRAMA DE SIMULACIÓN.....               | 57 |  |     |
| TPD 3: REPRESENTACIÓN GRÁFICA.....                | 57 |  |     |
| PROCESO METODOLÓGICO.....                         | 58 |  |     |
| RESULTADOS.....                                   | 60 |  |     |
| DELIMITACIÓN TEMPORAL.....                        | 61 |  |     |
| DELIMITACIÓN ESPACIAL.....                        | 61 |  |     |
| DESARROLLO DEL OBJETIVO 1.....                    | 61 |  |     |
| TABLA RESUMEN ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO.....         | 67 |  |     |
| PONDERACIÓN DE SOFTWARE.....                      | 70 |  |     |
| DESARROLLO DEL OBJETIVO 2.....                    | 71 |  |     |
| TABLA RESUMEN ENTREVISTAS.....                    | 76 |  |     |
| DESARROLLO DEL OBJETIVO 3.....                    | 78 |  |     |
| VIVIENDA 2019.....                                | 79 |  |     |



## ÍNDICE DE FIGURAS

|   |    |   |    |
|---|----|---|----|
| <b>Figura 1.</b> Planteamiento del problema.....                          | 21 | <b>Figura 31.</b> Fachada izquierda vivienda 2019.....            | 87 |
| <b>Figura 2.</b> Contenido del marco teórico.....                         | 23 | <b>Figura 32.</b> Frontal vivienda 2019.....                      | 87 |
| <b>Figura 3.</b> Síntesis caso de estudio Loja/ Ecuador.....              | 24 | <b>Figura 33.</b> Lateral Vivienda 2019.....                      | 87 |
| <b>Figura 4.</b> Esquema fundamento conceptual.....                       | 31 | <b>Figura 34.</b> Planta baja vivienda 1980.....                  | 88 |
| <b>Figura 5.</b> Esquema diseño metodológico.....                         | 53 | <b>Figura 35.</b> Planta alta vivienda 1980.....                  | 88 |
| <b>Figura 6.</b> Síntesis de técnicas de recopilación.....                | 57 | <b>Figura 36.</b> Planta cubierta vivienda 1980.....              | 89 |
| <b>Figura 7.</b> Proceso metodológico.....                                | 58 | <b>Figura 37.</b> Fachada frontal vivienda 1980.....              | 89 |
| <b>Figura 8.</b> Evolución de los programas de simulación energética..... | 61 | <b>Figura 38.</b> Fachada posterior vivienda 1980.....            | 90 |
| <b>Figura 9.</b> Proceso de simulación energética.....                    | 67 | <b>Figura 39.</b> Fachada izquierda vivienda 1980.....            | 90 |
| <b>Figura 10.</b> Proyectos nivel intermedio.....                         | 71 | <b>Figura 40.</b> Fachada derecha vivienda 1980.....              | 90 |
| <b>Figura 11.</b> Proyectos nivel superior- último nivel.....             | 73 | <b>Figura 41.</b> Frontal vivienda 1980.....                      | 91 |
| <b>Figura 12.</b> Ubicación geográfica.....                               | 78 | <b>Figura 42.</b> Posterior vivienda 1980.....                    | 91 |
| <b>Figura 13.</b> Vivienda 2019.....                                      | 79 | <b>Figura 43.</b> Lateral izquierda vivienda 1980.....            | 91 |
| <b>Figura 14.</b> Fachada frontal vivienda 2019. Fase 1.....              | 79 | <b>Figura 44.</b> Lateral derecha vivienda 1980.....              | 91 |
| <b>Figura 15.</b> Fachada izquierda vivienda 2019. Fase 1.....            | 79 | <b>Figura 45.</b> Estructura del manual para la simulación.....   | 92 |
| <b>Figura 16.</b> Fachada frontal vivienda 2019. Fase 2.....              | 79 | <b>Figura 46.</b> Manual para la simulación de edificaciones..... | 93 |
| <b>Figura 17.</b> Fachada izquierda vivienda 2019. Fase 2.....            | 80 | <b>Figura 47.</b> Modelo de datos.....                            | 94 |
| <b>Figura 18.</b> Vivienda 1980.....                                      | 80 | <b>Figura 48.</b> Modelo energético.....                          | 94 |
| <b>Figura 19.</b> Fachada frontal vivienda 1980. Fase 1.....              | 80 | <b>Figura 49.</b> Modelo renderizado.....                         | 94 |
| <b>Figura 20.</b> Fachada posterior vivienda 1980. Fase 1.....            | 80 | <b>Figura 50.</b> Recorrido solar.....                            | 94 |
| <b>Figura 21.</b> Fachada derecha vivienda 1980. Fase 1.....              | 81 | <b>Figura 51.</b> Simulación lumínica.....                        | 95 |
| <b>Figura 22.</b> Fachada izquierda vivienda 1980. Fase 1.....            | 81 | <b>Figura 52.</b> Simulación térmica.....                         | 95 |
| <b>Figura 23.</b> Fachada frontal vivienda 1980. Fase 2.....              | 81 | <b>Figura 53.</b> Simulación CFD.....                             | 95 |
| <b>Figura 24.</b> Fachada posterior vivienda 1980. Fase 2.....            | 81 |   |    |
| <b>Figura 25.</b> Fachada derecha vivienda 1980. Fase 2.....              | 82 |   |    |
| <b>Figura 26.</b> Fachada izquierda vivienda 1980. Fase 2.....            | 82 |   |    |
| <b>Figura 27.</b> Planta baja vivienda 2019.....                          | 83 |   |    |
| <b>Figura 28.</b> Planta alta vivienda 2019.....                          | 84 |   |    |
| <b>Figura 29.</b> Cubierta vivienda 2019.....                             | 85 |   |    |
| <b>Figura 30.</b> Fachada frontal vivienda 2019.....                      | 86 |   |    |



## ÍNDICE DE TABLAS

|   |    |
|---|----|
| <b>Tabla 1.</b> Estándares de confort.....                                    | 34 |
| <b>Tabla 2.</b> Consideraciones constructivas de diseño.....                  | 35 |
| <b>Tabla 3.</b> Consideraciones en elementos arquitectónicos.....             | 36 |
| <b>Tabla 4.</b> Zonas climáticas del Ecuador.....                             | 37 |
| <b>Tabla 5.</b> Zona climática por provincia - región insular.....            | 37 |
| <b>Tabla 6.</b> Zona climática por provincia - región sierra.....             | 38 |
| <b>Tabla 7.</b> Zona climática por provincia - región costa.....              | 38 |
| <b>Tabla 8.</b> Zona climática por provincia - región oriente.....            | 38 |
| <b>Tabla 9.</b> Estrategias según la zona climática.....                      | 39 |
| <b>Tabla 10.</b> Ventilación interior de la edificación (VN).....             | 40 |
| <b>Tabla 11.</b> Envoltente externa de la edificación (VN).....               | 41 |
| <b>Tabla 12.</b> Inercia Térmica (IT) en elementos sombreados.....            | 41 |
| <b>Tabla 13.</b> Aprovechamiento de la Inercia Térmica (IT) en el diseño..... | 42 |
| <b>Tabla 14.</b> Materiales con alta densidad- inercia térmica (IT).....      | 43 |
| <b>Tabla 15.</b> MGC manejo de las ventanas.....                              | 43 |
| <b>Tabla 16.</b> MGC consideraciones en cubierta.....                         | 44 |
| <b>Tabla 17.</b> Calefacción solar pasiva (CSP).....                          | 45 |
| <b>Tabla 18.</b> MPC desde el interior de la edificación.....                 | 46 |
| <b>Tabla 19.</b> MPC desde el exterior de la edificación.....                 | 47 |
| <b>Tabla 20.</b> MPC desde el sistema constructivo de la edificación.....     | 48 |
| <b>Tabla 21.</b> Equipo (E) sistema de calefacción eficiente.....             | 49 |
| <b>Tabla 22.</b> Equipo (E) sistema de iluminación y ventilación.....         | 50 |
| <b>Tabla 23.</b> Muestra 1 - Docentes.....                                    | 55 |
| <b>Tabla 24.</b> Muestra 2 - Profesionales.....                               | 55 |
| <b>Tabla 25.</b> Programas para certificación opción simplificada.....        | 63 |
| <b>Tabla 26.</b> Programas de simulación energética usados en Chile.....      | 65 |
| <b>Tabla 27.</b> Líneas de intercambio de información.....                    | 65 |
| <b>Tabla 28.</b> Aplicación de los distintos sistemas por rango.....          | 66 |
| <b>Tabla 29.</b> Ponderación de programas.....                                | 70 |
| <b>Tabla 30.</b> Contenidos mínimos nivel intermedio de carrera.....          | 72 |
| <b>Tabla 31.</b> Contenidos mínimos nivel superior.....                       | 74 |
| <b>Tabla 32.</b> Contenidos mínimos ultimo nivel.....                         | 75 |

# INTRODUCCIÓN



## INTRODUCCIÓN

La presente investigación busca "Proponer un manual de procedimiento para la simulación de niveles de confort y eficiencia energética en edificaciones", involucrando la simulación energética en el ámbito académico y profesional, aspecto que ha tomado relevancia a nivel mundial en el sector de la construcción sostenible, por lo cual es importante involucrar este tipo de conocimientos en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las Escuelas de Arquitectura, formando profesionales capaces de enfrentarse a la problemática actual que busca mitigar el cambio climático.

La principal característica de incluir la simulación energética en el proceso de diseño es generar un análisis y evaluación del comportamiento de las edificaciones por medio de los datos obtenidos al simular un modelo energético en un determinado contexto con condiciones climáticas y de materialidad específicas, factores que están directamente relacionados con el consumo energético que tiene el inmueble, con este propósito, los softwares especializados permiten la simulación del estado actual y mejorado de los proyectos, a fin de lograr edificios eficientes, con un consumo energético reducido, promoviendo espacios confortables que garanticen la calidad de vida de los usuarios.

Para proponer un proyecto, es importante conocer el área de emplazamiento y las condiciones climáticas a las cuales se expone el objeto arquitectónico, permitiendo definir, aplicar y aprovechar de manera eficaz el uso de estrategias pasivas, proponiendo proyectos accesibles.

Los proyectos deben utilizar de manera óptima las estrategias y materialidad de acuerdo al contexto de emplazamiento, puesto que, son consideraciones importantes que no deben ser tratados a la ligera, es decir, se deben establecer criterios de elección en base a las propiedades que ofrecen los materiales, buscando el uso eficiente de la energía (D'alencon Castrillon, 2008). Características que deben ser cuantificadas con la ayuda de softwares especializados, que permitan obtener un acercamiento real del comportamiento e impacto que tendrá la propuesta al ser ejecutada.

El interés principal de tratar esta problemática es generar un aporte a estudiantes y profesionales, dotándoles de una guía práctica la cual les permita generar propuestas eficientes con espacios arquitectónicos placenteros y mejorados, brindando un aporte innovador para futuras generaciones (Sendra & Navarro, 1991).

La finalidad de esta investigación es componer un manual de procedimiento para la simulación de niveles de confort y eficiencia energética en base a datos climáticos mediante la simulación de un estudio previo para el fortalecimiento de los conocimientos de la línea de investigación DITES de la Universidad Indoamérica.

## CONTEXTUALIZACIÓN

Actualmente se involucra el uso de softwares de simulación que permiten evaluar el comportamiento de las edificaciones, desarrollando proyectos eficientes, el fin de este apartado es marcar la evolución que han tenido los softwares de simulación más utilizados, además describir como se maneja dicho tema a nivel macro, meso y micro en el ámbito profesional y educativo en las escuelas de Arquitectura del mundo.

A lo largo de la historia el hombre ha desarrollado una necesidad básica de buscar abrigo y protección mediante refugios temporales (Sendra & Navarro, 1991). Actualmente estos refugios han tomado una serie de cambios y adecuaciones de acuerdo a la necesidad de quien los habita, este tipo de espacios no cumplen con condiciones sociales, medioambientales y económicas de acuerdo a su área de emplazamiento, lo que afecta notablemente el confort térmico que se percibe al interior de las edificaciones. La materialidad juega un papel muy importante, puesto que debe funcionar como un aislante de las condicionantes externas a las cuales se expone la edificación. En varios casos el manejo inadecuado de estos factores ha derivado problemas de salud y salubridad.

En este marco se trata la problemática de integrar saberes para la simulación de niveles de confort y eficiencia energética en edificaciones, dedicado a estudiantes y profesionales, mediante la composición de un manual de procedimiento para la simulación de edificaciones nuevas y construidas, el cual permita tener un acercamiento real del comportamiento térmico-energético del mismo.

Para tener un diagnóstico del comportamiento de la materialidad usada en el contexto de emplazamiento, es necesario realizar una simulación utilizando programas especializados, mediante el análisis de datos meteorológicos, los cuales permitan tener una aproximación al desarrollando del edificio, como funcionan los espacios, que temperatura se percibe al interior con relación a la temperatura exterior, cuál es su consumo energético, etc.

Entre los programas más destacados para la simulación tenemos: CE3, CE3X, CERMA, TEKTON 3D, SG SAVE, CYPETHERM HE PLUS, OPENSTUDIO, DESIGN BUILDER, ECOTECT, THERM, etc. Son una serie de programas que mediante la simulación de un modelo 3D y 2D en un determinado periodo de tiempo, proporciona diagramas bioclimáticos que permiten plantear y obtener edificios con diseño pasivo, estos softwares están vinculados a Energy-Plus (Morote, 2022).

Design Builder es un software que trabaja con Energy-Plus, desde 2005 hasta la actualidad continúa mejorando su interfaz, proporcionando al usuario un entorno amigable e intuitivo el cual permite realizar simulaciones, obteniendo un cálculo ambiental de los edificios. Es uno de los programas mejor posicionados en el mercado, brindando mayor aceptación y credibilidad por parte de profesionales y usuarios que conocen o han interactuado con este software (DesignBuilder, 2023).

En 2008 aparece una plataforma de uso libre denominada OpenStudio, es un plug-in que trabaja con Energy-Plus, un paquete de herramientas que permite optimizar cualquier diseño, buscando obtener edificios de alto rendimiento con sistemas óptimos incorporados desde la etapa de diseño, consiguiendo un manejo eficiente de la energía (Guglielmetti et al., 2011).

En 2008 Autodesk crea ECOTECT ANALYSIS, un software que permite realizar análisis energético, mediante simulaciones con el fin de mejorar el rendimiento de los edificios entorno a su contexto a nivel de energía, agua y emisiones de carbono. Este programa se encuentra fuera del mercado teniendo su última versión liberada en el 2011 sin existir versiones de actualización hasta la presente fecha (Gutiérrez, 2010).

En mayo de 2011, para la certificación energética residencial se usa un programa denominado CERMA, teniendo la ventaja de trabajar con edificios existentes y nuevos. El software permite generar propuestas de mejoramiento a nivel de aislamiento, instalaciones, emisiones, entre otros aspectos que permitan conseguir una certificación energética (Certificado Energético Málaga, s. f.).

En julio de 2013, el programa CE3 mediante un proceso simplificado, busca evaluar las viviendas existentes para recibir medidas de mejora que les permita conseguir un certificado de eficiencia energética, el software no es apto para la certificación de edificaciones de nueva construcción (Certificado Energético Málaga, s. f.).

Para abril de 2014 se crea CE3X, un programa específicamente para edificios existentes, permite evaluar el consumo y definir el nivel de eficiencia energética, mediante datos climáticos para adaptarlos a otra zona (Certificado Energético Málaga, s. f.).

En el 2018 aparece SG SAVE, un software que combina el modelado en SketchUp con el motor de cálculo Energy-Plus, un año más tarde en 2019 sale CYPETHERM HE PLUS una aplicación gratuita la cual es creada con el fin de justificar normativa, para cubrir estándares mínimos en edificios y en 2021, el diseño y cálculo de instalaciones para un edificio se ve integrado en una aplicación denominada TEKTON 3D, denominándose apta para el proceso de certificación de cualquier tipo de edificio.

A nivel mundial la simulación energética, es un tema que está tomando relevancia en el ámbito académico, en la actualidad, existen posgrados, maestrías y cursos especializados, que promueven una arquitectura eficiente, que aprovecha el diseño pasivo, involucrando energías renovables que reducen notablemente el consumo e impacto del edificio en su contexto, para lo cual se promueve el aprendizaje de Design Builder, Energy+, OpenStudio, etc. que son los softwares de simulación energética más utilizados en la industria para la cuantificación de estrategias pasivas en el diseño arquitectónico de edificios. En efecto la Universidad de Barcelona IL3 oferta un "Postgrado en Simulación Energética de Edificios", "Máster en Certificación de Diseño Sostenible y Arquitectura Bioclimática" y "Máster en Arquitectura Sostenible y Simulación Energética", los cuales buscan proporcionar un dominio de conocimientos para afrontar proyectos actuales simulando edificios eficientes que optimicen soluciones mediante la utilización de elementos pasivos y sistemas energéticos (Universidad de Barcelona, 2023). Así mismo, el Máster Universitario en Energías Renovables y Sostenibilidad Energética de la Universidad Europea Miguel de Cervantes [UEMC] pretende dotar a los profesionales con "habilidades empresariales, investigación y gestión de la innovación en el sector energético, evaluación y aprovechamiento de los recursos renovables de nuestro entorno, plataformas tecnológicas y de innovación, monitorización, modelado y simulación energética, etc" (UEMC, 2022). La Universidad del Bio-Bio [UBB] oferta la carrera de Arquitectura y un "Magister en Hábitat Sustentable y Eficiencia Energética" enfocados a adquirir conocimientos que permitan analizar y evaluar diseños a nivel energético-ambiental, buscando un desarrollo sustentable que mejore la calidad de vida a nivel nacional e internacional (UBB, 2022).

En Chile la Universidad Católica del Norte [UCN], (2023) oferta la carrera de Arquitectura en 12 semestres, en la malla curricular correspondiente a partir de sexto semestre, se integra un proyecto formativo denominado "Hombre Entorno VI: Simulación Energética", donde el estudiante recibe conocimientos específicos direccionados a la simulación de edificaciones (UCN, 2023).

En Ecuador para el 2022, cuatro universidades se consideran sostenibles por el tipo de prácticas y acciones que promueven, a nivel nacional son más las empresas que buscan mitigar el cambio climático, reduciendo el impacto ambiental; cada vez más universidades buscan diseñar y construir, estableciendo criterios de eficiencia energética permitiendo resolver problemas que afectan la calidad de vida de los usuarios. Las universidades del Ecuador cada año mejoran su oferta académica en cuanto al tema sostenible, siendo necesario involucrar conocimientos previos del uso de programas que permitan realizar simulaciones energéticas, facilitando el cumplimiento de metas a nivel sostenible, obteniendo un cambio radical en la concepción de arquitectura marcada actualmente (Ypsilom, 2022).

Las simulaciones energéticas permiten evaluar estrategias de mejora y consumo energético en edificaciones. Según el Instituto Nacional de Eficiencia Energética y Energías Renovables INE(2016), usar materiales de construcción de colores claros o materiales aislantes reflectantes especialmente en el techo, es una de las estrategias propuestas para minimizar las ganancias de calor (MGC), que fue reconocida mediante simulaciones energéticas, las cuales permitieron identificar que la cubierta de los edificios es uno de los elementos más crítico de la envolvente en climas definidos como cálido-húmedos, este elemento admite la mayor transferencia de calor hacia el interior de la edificación, con el fin de combatir este efecto se recomienda el uso de materiales con un alto índice de reflectancia solar, logrando mayor emisividad y reduciendo la cantidad de calor absorbido al interior de la edificación.

La Universidad Indoamérica maneja un modelo educativo socio-formativo buscando desarrollar el talento en las personas, organizaciones y comunidades con un enfoque hacia la resolución de problemas y necesidades sociales, marcando un desarrollo sostenible, sustentable e investigativo; motivo por el cual se crea una línea de investigación denominada DITES. En este ámbito se ve preciso abordar la problemática como un aporte significativo a esta línea, dotando a estudiantes y docentes de una guía

la cual involucre el manejo de un software de simulación para obtener de primera mano un acercamiento a la realidad proyectada, obteniendo un análisis previo del comportamiento que tiene el edificio, lo cual permite generar cambios en una etapa temprana, disminuyendo el consumo innecesario de recursos (Universidad Indoamérica, 2023).

Finalmente, teniendo en cuenta el historial de programas existentes a nivel mundial, se considera las ventajas de conocer el manejo de un software para la simulación energética de edificaciones, permitiendo resolver la problemática actual y futura, dotando a los usuarios de espacios confortables, eficientes y accesibles que prioricen el uso de estrategias pasivas, para optimizar recursos y reducir el consumo energético, ayudando en la mitigación del cambio climático. Las simulaciones de eficiencia energética ayudarán a estudiantes y profesionales a conocer el comportamiento que tendrá la propuesta en el contexto planteado, permitiendo realizar modificaciones de la materialidad, ubicación, orientación, abertura de vanos, entre otros aspectos que permitan la obtención de una edificación eficiente, con espacios placenteros que mejoren la calidad de vida de los usuarios.

## JUSTIFICACIÓN

La presente investigación pertenece a la línea de Diseño, técnica y sostenibilidad (DITES) de la carrera de Arquitectura de la Universidad Indoamérica, tiene el fin de proponer un manual de procedimiento para la simulación de niveles de confort y eficiencia energética en edificaciones.

La **pertinencia** de este trabajo radica en la necesidad de conocer el manejo de programas para ejecutar simulaciones energéticas, el manual será un aporte significativo para la línea de investigación DITES y literatura académica de la Universidad Indoamérica, permitiendo la simulación de futuras propuestas que promuevan ambientes eficientes y confortables, con temperaturas dentro de los rangos de confort, acorde a las condiciones de habitabilidad, además aprovechar y aplicar de manera eficiente estrategias pasivas, logrando un modelo sostenible.

La **relevancia** de este trabajo investigativo se ve reflejada en la importancia que tiene el simular proyectos para conocer cómo influye la ubicación, configuración y materialidad de una edificación en aspectos como el confort térmico y lumínico percibido al interior, promoviendo la toma

de decisiones significativas que permitan el aprovechamiento de estrategias relacionadas con los condicionantes del contexto inmediato al proyecto. Se espera brindar una guía de simulación energética la cual pueda ser aplicada en edificaciones existentes y nueva construcción con el fin de evaluar factores de temperatura e iluminación, además, reducir el consumo energético y ofrecer al usuario espacios confortables mediante la aplicación correcta de estrategias pasivas. Los softwares especializados para simulaciones energéticas permiten obtener un diagnóstico previo de la propuesta en etapas tempranas de diseño, permitiendo mejorar en ámbitos de envolvente, ubicación, orientación, entre otros aspectos relacionados con el contexto.

La **importancia** de esta investigación radica en obtener un manual práctico, de fácil comprensión y útil como **aporte** a estudiantes y docentes de la Universidad Indoamérica, además de profesionales y universidades con carreras afines a arquitectura que se interesen en adquirir habilidades para la cuantificación de eficiencia energética de sus proyectos mediante un software especializado, centrando sus propuestas en resolver problemas de diseño y convirtiéndolos en una guía para la industria de la construcción, proponiendo edificaciones eficientes. Las simulaciones en softwares especializados permitirán la validación de la toma de decisiones y aplicación de estrategias bioclimáticas que involucren datos climáticos, orientación, materialidad, entre otros aspectos. Los cuales garanticen el desarrollo de espacios habitables, donde los usuarios puedan desenvolverse, mejorando notablemente su productividad y calidad de vida. Este manual tomará en cuenta el caso de estudio descrito en el trabajo de integración curricular **"Termografía infrarroja aplicada al análisis del comportamiento térmico de la envolvente contemporánea en la ciudad de Ambato"** (Ordoñez, 2022), como material para componer el paso a paso del uso del software energético obteniendo simulaciones de confort térmico y lumínico.

Finalmente, la investigación es **viable** por el bagaje de información bibliográfica existente, que permitirá conocer los softwares especializados aptos para realizar simulaciones energéticas, estos recursos serán indispensables para componer un manual práctico de simulación para edificaciones existentes y nuevas construcciones, utilizando una licencia educativa durante el proceso.

## OBJETIVOS

### OBJETIVO GENERAL

Componer un manual de procedimiento para la simulación de niveles de confort y eficiencia energética en base a datos climáticos mediante la simulación de un estudio previo para el fortalecimiento de los conocimientos de la línea de investigación DITES de la Universidad Indoamérica.

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

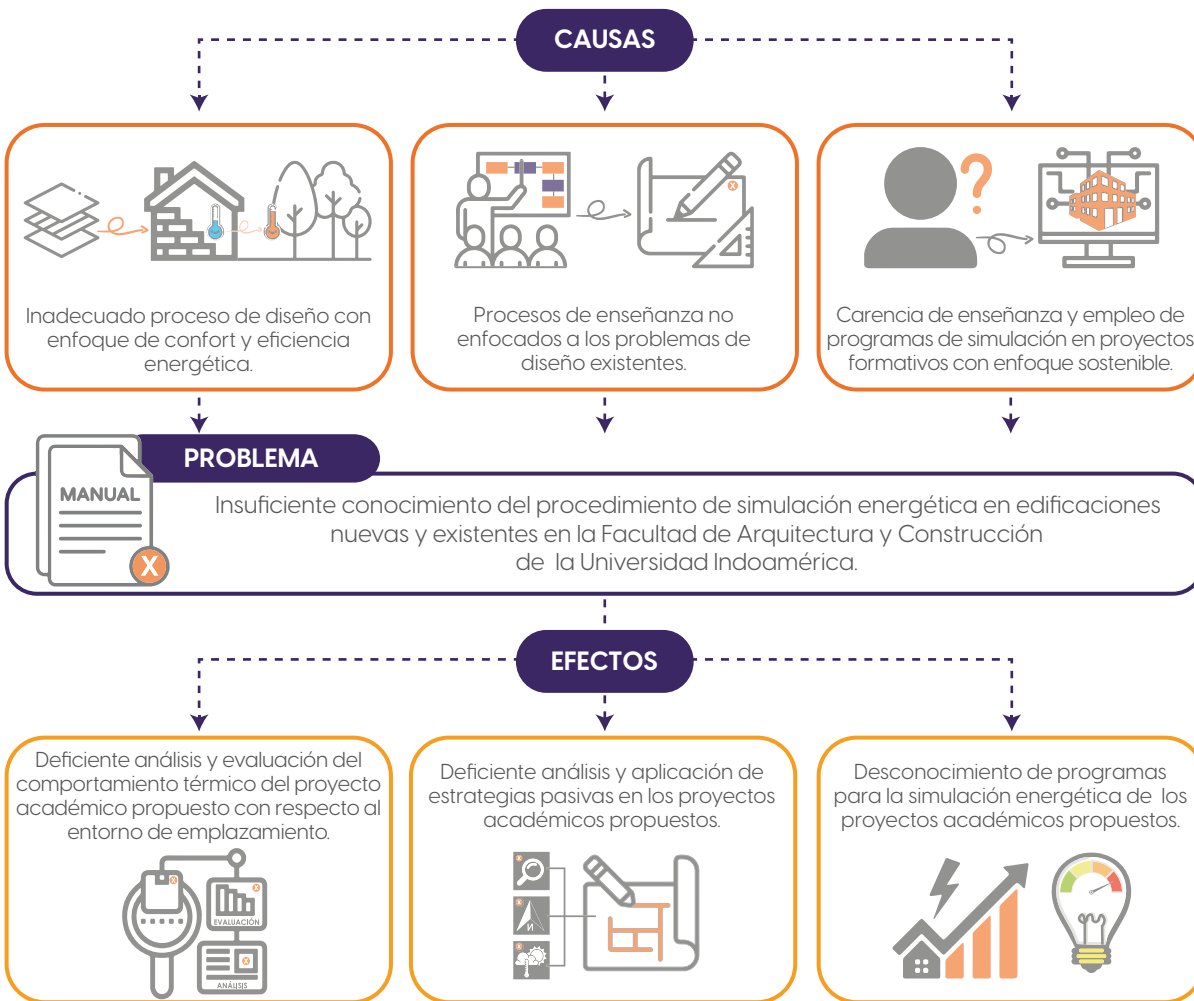
1. Identificar los softwares de simulación energética disponibles, mediante el análisis bibliográfico y la ponderación de sus características para buscar un programa completo y práctico el cual permita evaluar el comportamiento de las edificaciones.
2. Analizar los proyectos formativos relacionados a la línea de investigación DITES de la Universidad Indoamérica, mediante la revisión de syllabus y entrevistas, para determinar los softwares que se imparten y la pertinencia de incluir este tipo de manuales al material académico de la Facultad de Arquitectura y Construcción.
3. Registrar el proceso de simulación energética de un caso de estudio previo, basado en un trabajo de integración curricular planteado con un enfoque cualitativo con la metodología de termografía infrarroja, para evidenciar y registrar el funcionamiento del software.

## PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

1. ¿Cuáles son los softwares de simulación energética disponibles, que permitan evaluar el comportamiento de las edificaciones?
2. ¿Qué proyectos formativos de la Universidad Indoamérica imparten softwares relacionados a la línea de investigación DITES?
3. ¿Cuál será el caso de estudio a simularse para evidenciar y registrar el funcionamiento del software de simulación energética?

## ÁRBOL DE PROBLEMAS

Figura 1. Planteamiento del problema



Nota: Elaboración propia.

**MARCO TEÓRICO**

Figura 2. Contenido del marco teórico.



Nota: Elaboración propia.

## ESTADO DEL ARTE

En el sector de la construcción a nivel mundial se busca tomar medidas que ayuden a detener el cambio climático mediante la eficiencia energética, buscando un menor consumo y aprovechamiento de energías limpias y renovables, la implementación de estrategias pasivas en el diseño son aspectos que se incorporan en etapas iniciales de diseño, siendo verificadas en programas de simulación energética. Este tipo de software especializados han tomado relevancia a nivel mundial en aspectos académicos y profesionales, es por ello que se realiza el análisis de varios trabajos vigentes como: artículos científicos, trabajos de investigación, tesis doctorales, entre otros que mantienen la misma temática del presente trabajo, aportando de manera significativa y directa en la solución a la problemática planteada.

El trabajo **"Comparación de metodologías de simulación energética. Caso de estudio: simulación térmica para centro de bienestar animal"** (Torres, 2017), desarrollado en la Universidad Católica de Colombia, enmarca su investigación entorno al avance tecnológico que se ha dado en el sector de la construcción, teniendo un giro a generar proyectos amigables con el ambiente, lo cual demanda a los involucrados en el medio a adquirir conocimientos simulación energética que permitan comprender y evaluar el desempeño de las edificaciones desde la etapa de diseño. Perimeter Zone Optimization Method (PZOM) y Whole Building Energy Modeling (WBEM), son metodologías que se aplican en la etapa de diseño esquemático y posteriores etapas de diseño respectivamente, evaluando variables de orientación, fachadas, entre otras (Torres, 2017).

En la búsqueda de una optimización en el diseño, las metodologías PZOM y WBEM son un apoyo en la toma de decisiones. Design Builder es un software que maneja distintos parámetros mediante modelos de simulación energética permite evaluar el desempeño de la edificación. WBEM es una metodología más completa que integra una serie de variables para tener un acercamiento adecuado a la realidad, sin embargo, PZOM es una metodología muy funcional al momento de iniciar con criterios de optimización.

El artículo **"Prototipo de vivienda vertical social sustentable, enfoque en resistencia al cambio climático"** (Piña, 2018), realizado en Chile, crea un prototipo de vivienda social el cual es simulado en el software Design Builder, obteniendo como resultados el comportamiento que tienen las estrategias bioclimáticas aplicadas para este sitio y proyecto específico, además se realizan comparativas entre los materiales más relevantes, observando su desempeño con respecto al confort térmico que se percibe en la edificación, permitiendo seleccionar de manera óptima la propuesta más eficiente (Piña, 2018).

El aporte de este artículo hacia el presente trabajo es la relevancia que tiene el uso del software Design Builder en la simulación del prototipo, permitiendo validar las estrategias y materiales apropiados, obteniendo un diseño eficiente que ayude a combatir el cambio climático.

En el trabajo final de Máster universitario en eficiencia energética en la edificación, la industria y el transporte **"Comparativa de soluciones para casas de consumo de energía casi nulo en diferentes climas"** (Ardanaz, 2019), se centra en el análisis de los edificios de España, describiendo varios programas aptos para realizar análisis energéticos entre ellos: LIDER-CALENER (HULC), CE3X, SG, CYPETHERM HE PLUS y DESIGN BUILDER. El software elegido para la simulación del caso de estudio es Design Builder, por su capacidad para evaluar niveles de confort, consumo de energía, emisiones de CO<sub>2</sub>, entre otros aspectos importantes y complejos que permiten obtener un análisis detallado de cómo funciona el modelo con respecto a la zona climática en la cual se emplaza. (Ardanaz, 2019)

Este trabajo comparte las ventajas que tiene Design Builder frente a otro software de simulación, siendo un programa completo que permite diseñar modelos complejos con estrategias avanzadas de envolvente, además incluye el análisis de dinámicas de fluidos y ventilación natural.

El trabajo **“Análisis de la demanda energética de un edificio construido mediante tecnología de impresión 3D y estudio de mejoras para cumplir con certificación de edificio de consumo casi nulo”** (De Las Heras, 2019). Utiliza el software Design Builder para modelar la vivienda de análisis y calcular las cargas térmicas, además se simulan las estrategias pasivas utilizadas con el fin de obtener una edificación con criterios de edificio de consumo casi nulo en climatización. Con la aplicación adecuada de las estrategias pasivas se logran mejoras energéticas significativas las cuales reducen el consumo de refrigeración y calefacción anual cumpliendo con los criterios de Passivhaus.

El análisis de proyectos existentes mediante simulaciones permite tener un acercamiento real del comportamiento de los edificios en dicho contexto, proponiendo mejoras al aprovechamiento de estrategias pasivas que sean aplicables en construcciones nuevas, sacando el mayor provecho.

En el Trabajo fin de Máster **“Análisis higrotérmico de las tipologías de viviendas contemporáneas de la Parroquia de San Pedro de la Bendita, Cantón Catamayo, provincia de Loja/ Ecuador, mediante el software de Designbuilder”** (Vivanco, 2021) se utiliza la simulación energética como método para evaluar el confort higrotérmico de diferentes viviendas contemporáneas existentes en el lugar de estudio con el fin de proponer aspectos de diseño bioclimático más idóneos para este lugar específico. El programa que se usa para valorar las características técnicas relacionadas con el confort térmico de la vivienda con respecto a la condición climática es el software Design Builder que usa el motor de cálculo EnergyPlus, llegando a obtener una amplia gama de datos (Vivanco, 2021).

Esta investigación muestra la aplicación real del software Design Builder en viviendas contemporáneas existentes en el sitio de estudio, permitiendo evaluar sus condiciones térmicas y demostrar cómo influye la materialidad en la temperatura percibida al interior, optando por aquella que brinde un mayor confort térmico al usuario en los distintos escenarios climáticos es decir en verano e invierno mejorando notablemente la calidad de vida de los habitantes revisar **Figura 3**.

El artículo **“Estrategias de sostenibilidad enfocadas al confort térmico y la energía incorporada de una vivienda emergente en la Región Andina del Ecuador”** (Torres et al, 2023). Busca analizar la temperatura exterior y energía total del caso de estudio, las simulaciones y cálculos permiten realizar

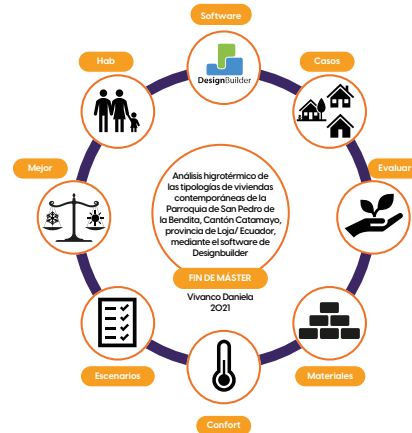
comparativas en base al modelo y estrategias utilizadas. Mediante la aplicación correcta de estrategias pasivas se busca un modelo que alcance las temperaturas de confort, manejando un consumo energético mínimo con relación a otras viviendas.

La metodología usada en el presente artículo es de gran importancia debido a que señala dos fases de simulación, en la primera se define el modelo y las estrategias a utilizarse y en la segunda a partir del caso de estudio se realizan simulaciones digitales, las cuales permitan generar un análisis frente al desempeño térmico e impacto ambiental que tiene la propuesta.

El libro **“Manual ArcGIS ArcMap Desktop avanzado”** (Canon et al, 2023), presenta un guía que describe el paso a paso del uso de la herramienta ArcGIS Desktop dedicado a estudiantes y personas que hagan uso de dicho programa, se presentan una serie de actividades que se pueden ejecutar en el software, procesos que son aplicables en base las necesidades del usuario, proporcionando habilidad y destreza en el manejo de esta herramienta.

Este documento presenta un manual del proceso a seguir para ejecutar una serie de actividades en el software elegido, de esta manera se convertirá en una guía para definir de manera general los temas que pueden contener este tipo de manuales, iniciando desde una introducción que resume el contenido presentado, hasta las diferentes actividades y acciones

**Figura 3.** Síntesis caso de estudio Loja/ Ecuador.



**Nota:** Elaboración propia en base a (Vivanco, 2021)



## TABLA RESUMEN ESTADO DEL ARTE

| AUTOR                        | TIPO         | TEMA  | AÑO  | APORTE   |
|------------------------------|--------------|---|------|--|
| Walter Steve Torres Triana   | Tesis Máster | Comparación de metodologías de simulación energética. Caso de estudio: simulación térmica para centro de bienestar animal | 2017 | Las metodologías PZOM y WBEM son un apoyo en la toma de decisiones. Design Builder es un software que maneja distintos parámetros mediante modelos de simulación energética permite evaluar el desempeño de la edificación. WBEM es una metodología más completa que integra una serie de variables para tener un acercamiento adecuado a la realidad, sin embargo, PZOM es una metodología muy funcional al momento de iniciar con criterios de optimización. |
| Edgar Hilario Piña Hernández | Artículo     | Prototipo de vivienda vertical social sustentable, enfoque en resistencia al cambio climático                             | 2018 | La relevancia que tiene el uso del software Design Builder en la simulación del prototipo, permitiendo validar las estrategias y materiales apropiados, obteniendo un diseño eficiente que ayude a combatir el cambio climático.   |
| Olaia Ardanaz Viscarret      | Tesis Máster | Comparativa de soluciones para casas de consumo de energía casi nulo en diferentes climas                                 | 2019 | Ventajas que tiene Design Builder frente a otro software de simulación, siendo un programa completo que permite diseñar modelos complejos con estrategias avanzadas de envolvente, además incluye el análisis de dinámicas de fluidos y ventilación natural.   |

| AUTOR  | TIPO                                      | TEMA   | AÑO  | APORTE  |
|--|---|--|------|---|
| Victor De Las Heras Reverte                        | Trabajo final de Ingeniería de la energía | Análisis de la demanda energética de un edificio construido mediante tecnología de impresión 3D y estudio de mejoras para cumplir con certificación de edificio de consumo casi nulo               | 2019 | El análisis de proyectos existentes mediante simulaciones permite tener un acercamiento real del comportamiento de los edificios en dicho contexto, proponiendo mejoras con el aprovechamiento de estrategias pasivas que sean aplicables en construcciones nuevas, sacando el mayor provecho.  |
| Daniela Leonor Vivanco Román                       | Trabajo fin de Máster                     | Análisis higrotérmico de las tipologías de viviendas contemporáneas de la Parroquia de San Pedro de la Bendita, Cantón Catamayo, provincia de Loja/ Ecuador, mediante el software de Designbuilder | 2021 | Esta investigación muestra la aplicación real del software Designbuilder en viviendas contemporáneas existentes en el sitio de estudio, permitiendo evaluar sus condiciones térmicas y demostrar cómo influye la materialidad en la temperatura percibida al interior, optando por aquella que brinde un mayor confort térmico al usuario en los distintos escenarios climáticos es decir en verano e invierno mejorando notablemente la calidad de vida de los habitantes. |
| Jefferson Torres Quezada & Santiago Lituma Saetama | Artículo                                  | Estrategias de sostenibilidad enfocadas al confort térmico y la energía incorporada de una vivienda emergente en la Región Andina del Ecuador  | 2023 | La metodología usada en el presente artículo es de gran importancia debido a que señala dos fases de simulación, en la primera se define el modelo y las estrategias a utilizarse y en la segunda a partir del caso de estudio se realizan simulaciones digitales, las cuales permitan generar un análisis frente al desempeño térmico e impacto ambiental que tiene la propuesta.  |
| Elkin Cañón Wilson Vargas & Carlos Gómez           | Libro                                     | Manual ArcGIS ArcMap Desktop avanzado  | 2023 | Este documento presenta una guía para definir de manera general los temas que pueden contener este tipo de manuales, iniciando desde una introducción que resume el contenido presentado, hasta las diferentes actividades y acciones a seguir, exponiendo los atributos más importantes del programa.  |

## FUNDAMENTO CONCEPTUAL

A continuación, se abordarán una serie de conceptos y teorías relevantes que aportan a la investigación permitiendo una adecuada comprensión y justificación del presente trabajo. Mariz de conceptos principales ver **Anexo 6**, (p. 107)

Conforme ã Castro (2020) mencionan que la **arquitectura sostenible** o llamada también arquitectura medioambiental atiende las necesidades del hombre sin perjudicar a futuras generaciones, teniendo en cuenta técnicas y materiales que no afecten al medio ambiente. "Edwards (2008) definió a la sostenibilidad como un concepto complejo. El proyecto sostenible tiene que ver con la reducción del calentamiento global mediante el ahorro energético y el uso de técnicas como el análisis del ciclo de la vida, el objetivo es mantener el equilibrio entre capital inicial invertido y el valor de los activos fijos a largo plazo. Sin embargo, proyectar de forma sostenible también significa crear espacios saludables, viables económicamente y sensibles a las necesidades sociales. Supone respetar los sistemas naturales y aprender de los procesos ecológicos" (Yamasaki, 2011).

Las distintas consideraciones en el diseño de edificaciones forman parte de una arquitectura empleada en los orígenes de la construcción que actualmente es un concepto que toma fuerza como **arquitectura bioclimática**, buscando mejorar la calidad de vida del usuario, con diseños que se involucren en el contexto, promoviendo edificaciones energéticamente eficientes con espacios confortables, que respondan de manera formal y tecnológica al contexto de emplazamiento, con el aprovechamiento de energías renovable, menor consumo energético, empleo de estrategias pasivas, manejo de normativa, entre otros aspectos (Garzon, 2011).

La arquitectura bioclimática es el compendio de elementos pasivos, constructivos y arquitectónicos que permiten alcanzar condiciones de bienestar, enfocándose en el uso de energías pasivas, además de minimizar los impactos negativos que afectan al medio ambiente (Barranco Omar, 2015). Va de la mano con la construcción ecológica, el diseño aprovecha los recursos del entorno como el sol, lluvia, vientos y vegetación, obteniendo proyectos que disminuyen

el consumo energético y el impacto ambiental (Conforme ã Castro, 2020). Es una arquitectura acertada que va acorde a las características específicas del sitio, el diseño arquitectónico busca la protección y aprovechamiento de los recursos naturales, con un adecuado manejo de las condiciones medioambientales y materiales (Regional Lima CAP, 2021).

En esta perspectiva, al conjunto de condiciones atmosféricas que caracterizan una región se las define como **clima** (Real Academia Española [RAE], 2022). De este modo, la temperatura, precipitación, humedad, aire, viento, entre otras; son condiciones meteorológicas que caracterizan a una determinada zona durante un largo período de tiempo (Regional Lima CAP, 2021). En función de lo planteado, se observa que un determinado sitio está expuesto a condiciones geográficas como altitud, latitud, relieve y fenómenos atmosféricos que combinarse dan paso al clima característico que incide directamente en el territorio (Riofrío, 2019).

Cabe resaltar que la temperatura, humedad, radiación solar y viento son los **factores ambientales** más importantes, que permiten definir las características climáticas y microclimáticas de un lugar determinado. Estos factores definen las condiciones meteorológicas que son popularmente conocidas como "estado del tiempo", componentes que tienen implicaciones en el campo de la eficiencia energética y ambiental de los edificios (Ordóñez, 2021). Dentro de este marco, se define al **aire** como un: "Gas que constituye la atmósfera terrestre, formado principalmente de oxígeno y nitrógeno, y con otros componentes como el dióxido de carbono y el vapor de agua" (RAE, 2022).

Desde una perspectiva más general la RAE (2022) define a la **temperatura** como una: "Magnitud física que expresa el grado de frío o calor de los cuerpos o del ambiente, y cuya unidad en el sistema internacional es el kelvin (K)." En el ámbito científico y meteorológico es común el uso del grado Celsius (°C), en este marco se puede afirmar que el calor es el fenómeno, mientras que la temperatura es la forma de medirlo (Ordóñez, 2021). De esta manera se definen varios tipos de temperatura iniciando desde la temperatura atmosférica que mide el grado de calor específico que tiene el aire en un determinado momento (GAD Parroquial Once de Noviembre, Latacunga, 2020).

Ordóñez (2021) define a la **temperatura de bulbo seco** como temperatura seca la cual: "mide la temperatura del aire

sin considerar factores ambientales como la radiación, la humedad o el movimiento del aire, los cuales tienen el potencial de afectar significativamente la sensación térmica". Por otra parte, la **temperatura de bulbo húmedo** es conocida como temperatura húmeda, en la medición del calor interactúa un gas y un vapor, es decir el aire y el vapor de agua. La medida de esta temperatura manifiesta indirectamente el nivel de humedad ambiental y su posible efecto en los procesos de enfriamiento evaporativo (Ordóñez, 2021).

La **temperatura de rocío** es: "la temperatura del aire a la cual el vapor de agua que contiene se comienza a condensar, generando partículas visibles de agua, en forma de niebla, rocío, gotas o escarcha. Es la temperatura más baja en la que una masa de aire con una determinada humedad absoluta alcanza una humedad relativa del 100% (saturación). Así, siempre que la humedad relativa sea inferior al 100%, la temperatura de rocío será inferior a la temperatura del aire" (Ordóñez, 2021). Del mismo modo Ordóñez (2021) define a la **temperatura radiante media** como: "El calor emitido en forma de radiación por los elementos del entorno, en espacios interiores, se define como la temperatura radiante uniforme de un recinto negro ideal que produciría, en las personas, las mismas pérdidas o ganancias de calor que el recinto real. Así, el término "media" indica el promedio de calor radiante emitido por todas y cada una de las superficies que conforman el recinto". Por otro lado, la **temperatura operativa** es el valor medio de la temperatura seca del aire y la temperatura radiante media dentro de un espacio, este tipo de temperatura se usa en el análisis del desempeño térmico de los edificios y en el cálculo de algunos índices de confort, por representar de manera más fidedigna la temperatura "sentida" por una persona en el interior del espacio (Ordóñez, 2021).

Otro factor ambiental es la humedad la cual también se divide por tipos: la **humedad ambiental** hace referencia a la presencia de vapor de agua en el aire, factor importante que influye de manera determinante en la sensación de confort de las personas (Ordóñez, 2021). De modo similar se define a la humedad absoluta como: "Cantidad total de vapor de agua que contiene un volumen de aire con una temperatura y presión determinadas, y se expresa en gramos por metros cúbicos (g/m<sup>3</sup>). Por el cambio de densidad, mientras más alta es la temperatura del aire más vapor de agua puede contener sin producir condensaciones, es decir,

conforme aumenta la temperatura del aire más elevada puede ser la humedad absoluta" (Ordóñez, 2021). Así mismo, según la RAE (2022) la **humedad relativa** es: "Expresión porcentual de la cantidad de vapor de agua presente en el aire con respecto a la máxima posible para unas condiciones dadas de presión y temperatura." La humedad relativa indica la relación entre la cantidad real y la cantidad posible de vapor de agua, que se expresa en forma de porcentaje, es así que, mientras más caliente es el aire más vapor de agua puede contener, una alta humedad relativa en una masa de aire caliente representa una humedad absoluta mucho mayor que la misma humedad relativa en una masa de aire frío (Ordóñez, 2021).

En arquitectura el **viento** es un factor importante que se involucra al tratar aspectos relacionados con las tasas de renovación de aire al interior de los edificios, lo que causa un impacto en el confort térmico de los usuarios (Ordóñez, 2021). Según la RAE (2022) es: "Corriente de aire producida en la atmósfera por causas naturales, como diferencias de presión o temperatura". En relación a esto la NEC (2020), definió el término **ventilación natural** como el "Proceso de renovación del aire de los locales por medios naturales (acción del viento y/o tiro térmico), la acción de los cuales puede verse favorecida con apertura de elementos en los cerramientos".

La **radiación** según la RAE(2022) es la: "Forma de propagarse la energía o las partículas", cuando se habla de **radiación solar** se mide la incidencia de los rayos solares sobre una determinada superficie. La unidad básica de medición de la radiación solar es el watt (Ordóñez, 2021). Por lo tanto, la RAE (2022) define el **asoleamiento** como un sinónimo de insolación, es decir: "Cantidad de energía solar recibida por una superficie". Las zonas interiores y exteriores de una edificación se ven expuestas a una determinada incidencia solar, la cual varía de acuerdo a la trayectoria que toma el sol en una localidad específica (Regional Lima CAP, 2021).

Por otra parte, la RAE (2022) define a la **habitabilidad** como: "Cualidad de habitable, y en particular la que, con arreglo a determinadas normas legales, tiene un local o una vivienda." Así mismo, según Saldarriaga, (1982) la habitabilidad es la condición de lo habitable que al relacionarla con la calidad de la vivienda es "la obtención de condiciones adecuadas para la permanencia de las personas en un lugar y para el desarrollo satisfactorio de las actividades propias de su permanencia. Este concepto, aplicado a la vivienda,

se refiere al establecimiento de condiciones mínimas de alojamiento, con el suministro de servicios básicos y con una distribución tal del espacio que se cuente con un lugar adecuado para cada actividad del individuo o la familia” (Sánchez & Jiménez, 2010).

En arquitectura existen una serie de sistemas que pueden ser usados y aprovechados según el contexto en el cual se esté trabajando, es así que, se definen a los **sistemas pasivos** como aquellos que aprovechan la radiación solar, inercia térmica, aislamientos, etc. como estrategias para lograr un confort interior adecuado (Conforme & Castro, 2020). Buscan conseguir un confort térmico apropiado para los usuarios sin tener que utilizar energía eléctrica, optando por energías limpias y renovables como: energía eólica, solar, sistemas de iluminación y ventilación natural, etc (Barranco Omar, 2015). De igual manera, los **sistemas activos** son aquellos sistemas mecánicos utilizados para la climatización de edificios que requieren de energía eléctrica para su funcionamiento (Barranco Omar, 2015). Este tipo de sistemas requieren de un gasto energético extra, por lo cual, se debe optar por energías renovables, es decir, sistemas pasivos, que permitan marcar un ahorro; la arquitectura bioclimática se caracteriza por inclinarse a decisiones arquitectónicas, sin tener que implementar equipos de tipo mecánico (Conforme & Castro, 2020).

Al hablar de **eficiencia** la Norma Ecuatoriana de la Construcción: Eficiencia energética en Edificaciones Residenciales (NEC-HS-EE, 2018), define a dicho término como la: “Capacidad de un producto, elemento o proceso que comparativamente con elementos o procesos de uso común, consiguen la optimización o ahorro de recursos”. En la RAE (2022), se lo definió como el hecho de “lograr los resultados deseados con el mínimo posible de recursos”. Por lo tanto, para la NEC-HS-EE (2018), **eficiencia energética** es una: “Proporción u otra relación cuantitativa entre el resultado en términos de desempeño, de servicios, de bienes o de energía y la entrada de energía”. En relación con este tema, Fiestas (2011) definió el **ahorro energético** como: “La gestión adecuada del consumo de los diferentes tipos de energía, este ahorro se puede conseguir disminuyendo la potencia consumida por el utilizador o disminuyendo su tiempo de trabajo. El ahorrar energía puede disminuir la emisión de los gases de efecto invernadero y disminuir los costos por consumo de energía”.

Existen varias **estrategias arquitectónicas** que se eligen y se aplican en base al contexto de trabajo, mediante la toma de decisiones a nivel arquitectónico sin que exista la necesidad de plantear el uso de artefactos tecnológicos; cuando se habla de un contexto con clima frío lo ideal es enfocar estas estrategias hacia generar, almacenar y transferir calor, buscando el comportamiento más óptimo del edificio, además de priorizar el confort y bienestar de los habitantes (Conforme & Castro, 2020).

Algunas estrategias se relacionan con la **envolvente de la edificación**, que según la NEC-HS-EE (2018), se define a este térmico como las “porciones exteriores y semi-exteriores de una edificación”. De este modo, la envolvente exterior comprende todos los elementos que aíslan las zonas acondicionadas del exterior, mientras que la envolvente semi-exterior permite la separación entre ambientes acondicionados, sin acondicionamiento y exteriores según sea el caso. (MIDUVI, 2018). Para concluir la envolvente de una edificación es el conjunto de muros, techos y pisos como elementos que permiten el aislamiento del inmueble de factores exteriores. (Regional Lima CAP, 2021). Es importante revisar las propiedades de los materiales a utilizarse, en este contexto, la **resistencia térmica** es un factor decisivo para la toma de decisiones en cuanto a materialidad, por ende, la NEC-HS-EE (2018), la define como: “la capacidad de los materiales para oponerse al paso del calor por conducción”.

La Sociedad Americana de Ingenieros de Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado Ingenieros [ASHRAE] es una asociación fundada en 1894 dedicada a la tecnología para edificios, enfocándose en sistemas de eficiencia energética, calidad del aire interior y sostenibilidad (ASHRAE, 1894), en búsqueda de confort interior en las construcciones, sin que la sensación térmica se vea afectada por las temperaturas registradas al exterior. En relación a lo expuesto se menciona a Givoni un arquitecto especialista en arquitectura bioclimática que define al **confort** como un efecto físico y mental que afecta directamente a los habitantes de un inmueble (Hidalgo, 2018).

Según Ordóñez (2021) se define a los **modelos de confort** como:

“Modelos que permitan predecir las respuestas térmicas, fisiológicas y psicológicas de las personas ante diferentes condiciones ambientales. Estos modelos definen índices que establecen la relación

entre la sensación de confort de las personas y al menos uno de los factores ambientales más relevantes, la temperatura en primera instancia”.

En este sentido se definen dos tipos de modelos de confort, el **modelo de confort matemático** es un tipo de modelo que relaciona el cuerpo humano y su entorno, mide los cambios fisiológicos de las personas al someterlas a variaciones ambientales en cámaras climatizadas y controladas por los investigadores, las personas en estudio son expuestas a condiciones ambientales fuera de los rangos normales (Ordóñez, 2021). De modo similar, el **modelo de confort estadístico** realiza un estudio de campo, en el cual se observa el comportamiento, encuestando a los usuarios sobre sus sensaciones de confort al ocupar regularmente los edificios reales, registrando las condiciones ambientales interiores y exteriores. Los datos son procesados estadísticamente mediante ecuaciones lineales simples, que relacionan la temperatura interior de confort con la temperatura exterior de bulbo seco (Ordóñez, 2021).

Al hablar sobre el **confort higrotérmico** se hace relación a las condiciones en cuanto a temperatura, humedad y ventilación, que tiene un espacio habitable, alejando al usuario de percibir molestias térmicas al interior de la vivienda (Espinosa & Cortés, 2015). Por otra parte, la NEC-HS-EE (2018), definió al **confort térmico** como: “Condición mental derivada de la satisfacción con el ambiente térmico”. El usuario percibe una sensación neutra con respecto a un determinado ambiente, a esta respuesta se la llama confort térmico (Regional Lima CAP, 2021). La actividad que realiza el usuario, su vestimenta y factores exteriores como temperatura del aire, temperatura radiante, velocidad del aire y humedad relativa son aspectos que inciden notablemente en el confort térmico que percibe el usuario al interior de la edificación (Piña, 2018). Actualmente, se buscan proyectos eficientes, que promuevan un menor **consumo energético** es decir el gasto total de energía que se produce en un edificio incluyendo más de una fuente energética entre el gasto de luz, energía eléctrica, gas, gasoil, biomasa, entre otras. Medido en kilovatios por hora o kWh (B2B News, 2021).

A partir de lo antes mencionado, se pretende **simular**, es decir, “representar algo, fingiendo o imitando lo que no es” (RAE 2022). Dicho de otro modo, varias empresas como Sol-Arq tienen un enfoque hacia la arquitectura sustentable,

en búsqueda de un desarrollo consciente y respetuoso con el medio ambiente, han definido a la **simulación energética** como:

Método de cálculo computacional que permite evaluar el desempeño energético de los edificios, de acuerdo con sus propiedades arquitectónicas, sus condiciones de uso y las características climáticas del sitio. En ese sentido, las simulaciones energéticas pueden ser muy útiles para conocer el impacto de nuestras decisiones de diseño respecto a variables como la forma, la orientación, la cantidad y tipo de acristalamiento, el uso de dispositivos de sombreado, el nivel de aislamiento o la configuración de los sistemas de climatización, por citar algunas (Sol-Arq, 2019).

Para ello existen una infinidad de **softwares** en otras palabras un “Conjunto de programas, instrucciones y reglas informáticas para ejecutar ciertas tareas en una computadora” (Real Academia Española, 2022). En arquitectura se definen a los **softwares para simulación energética** como herramientas que permite generar análisis del comportamiento térmico de edificaciones desde una etapa de prediseño, útil para arquitectos e ingenieros (MIDUVI, 2018). Según López et al. (2012), este tipo de programas son capaces de analizar una serie de aspectos como: penetración la luz solar, ventilación, sistemas de energía renovable, ganancias y pérdidas térmicas, temperaturas internas, sistemas y equipos HVAC (Heat Ventilation and Air Conditioned Systems) y emisiones al medio ambiente.

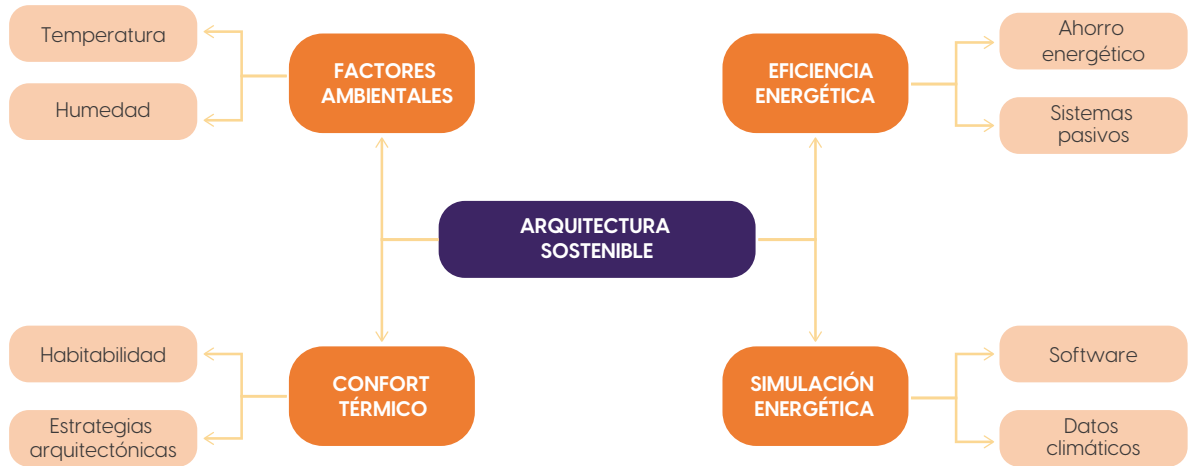
El Departamento de Energía de los Estados Unidos [DOE] crea **EnergyPlus** como un software de simulación de energía en el cual se pueden realizar análisis comparativos, evaluando el impacto de factores externos al interior, mejorando la eficiencia energética en la climatización de viviendas (Bre et al., 2013). Este tipo de programas permiten **cuantificar** los datos, es decir, “expresar la cantidad, el número o el grado de lo designado mediante un elemento gramatical” (RAE, 2022).

El proceso de simulación se lleva a cabo mediante un **modelo energético**, en otras palabras, un modelo simplificado, que se obtiene mediante la geometría y dimensiones del proyecto, formando en su interior espacios cerrados completamente definidos, denominados zonas, en los cuales se generará la simulación, obteniendo datos

individuales por zona o de la edificación en general; un modelo energético no permite obtener datos de cantidad de materiales, planimetrías o coordinación 3D (Torres, 2017). Desde esta perspectiva, los softwares especializados utilizan datos climáticos en formato **EPW**, un tipo de archivo gratuito que contiene la información meteorológica de varias ubicaciones, este tipo de formato está asociado al software EnergyPlus. Cabe resaltar que, los **datos climáticos** son los datos promedio de temperaturas obtenidos al evaluar diferentes periodos del año, en distintas temporadas climáticas con criterios como: la semana más fría o la semana más cálida, también la se puede elegir una semana típica de verano o semana típica de invierno (Torres, 2017). Estos datos se encuentran almacenados en archivos climáticos, permitiendo generar simulaciones del rendimiento de los edificios (FILExt, 2023).

Finalmente, la RAE (2022) definió un **manual** a modo de: "Libro en que se compendia lo más sustancial de una materia", además como adjetivo expresa cualidades como: fácil de entender, manejar o ejecutar (RAE, 2022). Dentro de este marco, el **manual de procedimientos** es un tipo de manuales se consideran un instrumento clave en el cual se marcan las actividades y procedimientos específicos que se llevan a cabo en una organización, además permiten el control eficaz y eficiente de estos procesos (M. E. Vivanco, 2009). De este modo, la **estructura de un manual de procedimientos** puede variar de acuerdo a las necesidades del usuario, en términos generales los manuales deben con elementos básicos como: (a) Título (b) Marco normativo (c) Objetivo del documento (d) Revisiones y responsables (e) Descripción de procesos (f) Diagrama de flujo (g) Glosario de términos (Rodríguez, 2022). Revisar **Figura 4.** extracto de términos definidos.

**Figura 4.** Esquema fundamento conceptual



**Nota:** Elaboración propia. La figura muestra los térmicos más importantes descritos en el fundamento conceptual.

## FUNDAMENTO TEÓRICO

Este apartado se hace referencia a la **normativa vigente** que busca combatir el cambio climático mediante la optimización de recursos, el aprovechamiento de las condicionantes en el contexto de emplazamiento, con la aplicación adecuada de estrategias pasivas, logrando proyectos eficientes con bajo consumo energético, sin afectar la habitabilidad del lugar, promoviendo espacios confortables que mejoren la calidad de vida de los usuarios; esta revisión documental se realizará desde un nivel general con normativa internacional a un nivel específico con normativa nacional.

A nivel mundial en el año 2015, se incluye a la agenda 2030, 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), abarcando en este proyecto a 193 países con el fin de erradicar problemáticas que se presentan a nivel mundial; algunas de ellas buscan un desarrollo sostenible con acciones que permitan la mitigación del cambio climático, es así que, el ODS 4 se encuentra relacionado con lograr una educación de calidad, que involucre a una sociedad con los conocimientos necesarios para construir una cultura con enfoque al desarrollo y estilo de vida sostenible (Naciones Unidas, 2018).

Asimismo, el objetivo 7 busca garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna, su meta es aumentar el uso de energías renovables para el 2030, además mejorar la tasa mundial de eficiencia energética, promoviendo una inversión en infraestructura energética y tecnologías limpias que permitan proporcionar servicios energéticos modernos y sostenibles para todos los ciudadanos en países en desarrollo (Naciones Unidas, 2018). Por otra parte, el ODS 11 se inclina a establecer ciudades y comunidades sostenibles, es decir, que usen de manera eficiente los recursos disponibles, generando una respuesta positiva hacia la reducción del cambio climático, mediante la construcción sostenible y resiliente de edificaciones que empleen materiales locales. Al hablar sobre la producción y consumo responsables marcados en el ODS 12, para 2030 se plantea lograr una gestión sostenible y uso eficiente de los recursos naturales, igualmente el ODS 13 al relacionarse con la acción por el clima, persigue el garantizar los derechos para actuales y futuras generaciones, aumentando la capacidad de planificación y gestión en relación a la mitigación del

cambio climático, la adaptación y reducción de sus efectos con una alerta temprana (Naciones Unidas, 2018).

Por ende, para el cumplimiento de dichos objetivos, se buscan alianzas que permita en fortalecimiento de mismos, involucrando de manera activa a toda la comunidad desde el Gobierno hasta los ciudadanos de cada rincón del mundo, la toma de decisiones acertadas y eficiente permite la fluidez de los procesos y la optimización de recursos.

A nivel internacional en España se revisa el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios [RITE], donde se presentan las condiciones mínimas con las que debe contar una instalación para ofrecer a los ocupantes, espacios que propicien un bienestar térmico por medio de las instalaciones de calefacción, climatización y agua caliente sanitaria, consiguiendo un uso racional de la energía (RITE, 2021).

Además, el Código Técnico de la Edificación (CTE, 2022), marco normativo español que establece las exigencias básicas de calidad que deben cumplir los edificios en relación con los requisitos básicos de seguridad y habitabilidad establecidos en la Ley 38/1999 de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación [LOE], es decir, para los requisitos básicos de "seguridad estructural", "seguridad en caso de incendio", "seguridad de utilización", "higiene, salud y protección del medio ambiente", "protección contra el ruido" y "ahorro de energía y aislamiento térmico".

A nivel nacional la normativa ecuatoriana se basa en la ASHRAE, la NEC-HS-EE (2018), busca una optimización del consumo energético en edificaciones, dotando a los usuarios de espacios confortables en relación a las condiciones climáticas de emplazamiento. Mediante este capítulo de la NEC se quiere alcanzar un uso racional de la energía, aspecto que permita disminuir el consumo hasta llegar a un límite sostenible donde se cumplan condiciones de habitabilidad y confort, aspectos que benefician directamente al usuario del espacio. En consecuencia esta normativa presenta las propiedades higrótérmicas de los materiales de construcción, estas propiedades son: conductividad térmica (K), calor específico (Cp) y la densidad (d); datos necesarios en el proceso de obtener un análisis del comportamiento térmico de una edificación, información que compone una base de datos internacional, la cual se incluyen en la amplia biblioteca de materiales disponible en el software Design Builder para generar simulaciones energéticas más reales que estén acorde a la necesidad actual (NEC-HS-EE, 2018).



Por otra parte en la conferencia denominada Hábitat III, organizada por las Naciones Unidas, en Quito- Ecuador, se aprueba la Nueva Agenda Urbana que consta de 175 compromisos relacionados con el uso sostenible de la tierra y energías renovables, entre ellos, los compromisos 13, 45, 51, 54 y 77 hacen referencia a una sostenibilidad ambiental con ciudades, asentamientos humanos e infraestructuras resilientes que se enfoquen en el uso eficiente de los recursos naturales y la tierra, por medio del uso eficaz de la energía renovable, de la misma manera, el compromiso 32 establece que se busca promover el desarrollo de políticas y enfoques que involucren la asignación de viviendas adecuadas, las mismas que serán asequibles, accesibles, eficientes, seguras, resilientes, bien conectadas y bien ubicadas. La prosperidad urbana sostenible e inclusiva en el punto 44, busca una configuración urbana con diseños de edificios eficientes energéticamente, fomentando temas relacionados a energías renovables, resiliencia, productividad, protección del medio ambiente y el crecimiento sostenible de la economía urbana (Naciones Unidas, 2017).

Mientras que los compromisos 75, 111 y 118 están relacionados con la elaboración de normativa adecuada que pueda ser aplicada en el sector de la construcción, incluyendo a los gobiernos nacionales, subnacionales y locales, en la construcción de edificios eficientes energéticamente, con fuentes de energía sostenibles, renovables y asequibles, originando la preservación de la energía y la eficiencia, mediante la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y emisiones de carbono negro, mejorando la salud pública y reduciendo costos del suministro de energía. En el compromiso 76 se fomenta la construcción de edificios sostenibles que prioricen el uso de materiales locales, no tóxicos y reciclados y finalmente, el compromiso 121 promueve netamente la eficiencia energética y energías renovables, priorizando los planes de energía comunitarios los cuales ayuden a cumplir los objetivos planteados (Naciones Unidas, 2017).

Así pues, los compromisos establecidos en la Nueva Agenda Urbana, buscan el desarrollo de edificaciones eficientes las cuales aprovechen y utilice de manera adecuada los recursos renovables naturales que se encuentran disponibles, reduciendo aspectos como el consumo energético, emisiones de carbono y gases de efecto invernadero, obteniendo ciudades con un crecimiento sostenible y eficiente.

Al hablar de la **eficiencia energética y uso racional de la energía** se hace referencia a la optimización en varios aspectos como: gestión, inversión tecnológica, entre otros; sin necesidad de alterar el confort y la calidad de vida de los habitantes. (Ley Orgánica de Eficiencia Energética - Suplemento, 2019)

Mientras que la Constitución de La República Del Ecuador (2008), en la sección séptima correspondiente a Biosfera, ecología urbana y energías alternativas en el Art.413 menciona que:

El Estado promoverá la eficiencia energética, el desarrollo y uso de prácticas y tecnologías ambientalmente limpias y sanas, así como de energías renovables, diversificadas, de bajo impacto y que no pongan en riesgo la soberanía alimentaria, el equilibrio ecológico de los ecosistemas ni el derecho al agua (Constitución de la República del Ecuador, 2008).

La NEC: Climatización [NEC-HS-CL] (2020), tiene como objetivo proteger el medio ambiente, a través de la eficiencia energética, buscando calidad de aire y confort térmico al interior del espacio, partiendo de un diseño y dimensionamiento adecuado. Como consecuencia de ello, los seres humanos deben estar conscientes de incluir prácticas que permitan reducir el nivel de desperdicio en el uso de energía, es importante crear hábitos e incorporar tecnologías que permitan reducir el impacto ambiental (Ley Orgánica de Eficiencia Energética - Suplemento, 2019).

Además, el Artículo N°17 de la Ley Orgánica de Eficiencia Energética – Suplemento (2019), hace referencia al Ahorro y uso eficiente de energía estableciendo:

A nivel nacional, todo consumidor de energía debe velar permanentemente porque sus consumos estén enmarcados en el uso racional de la energía, y adaptar sus comportamientos de consumo, orientándolos al ahorro energético, sin que esto signifique disminuir sus condiciones de confort y producción. Ley Orgánica de Eficiencia Energética – Suplemento (2019),

En otras palabras, el artículo menciona que el usuario debe priorizar el uso racional de la energía, enfocándose en disminuir su consumo, sin que esta acción afecte sus condiciones de confort, por este motivo se ratifica la importancia de

proponer vivienda rural con estrategias bioclimáticas que permitan mantener un ahorro energético y a la vez mantener un confort térmico interior adecuado para los habitantes.

Es decir, el confort térmico al ser una condición mental la cual expresa la satisfacción del usuario en un ambiente térmico, define varios factores importantes al momento de establecer las condiciones que debe tener un espacio para considerarlo en confort térmico: (a) tasa metabólica, (b) aislamiento de la ropa, (c) temperatura del aire, (d) temperatura radiante, (e) Velocidad del aire, (f) Humedad (ASHRAE, 2010).

De acuerdo con algunas normas que regulan los rangos o condiciones de confort térmico son: el Instituto Nacional de Normalización Americano / Sociedad Americana de Ingenieros de Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado [ANSI/ASHRAE] con su norma 55, el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios- España [RITE], la Organización Internacional de Normalización [ISO] 7030 y la NEC-11 Eficiencia energética en la construcción del Ecuador, capítulo 13 que presentan una serie de condiciones que deben cumplir las edificaciones con el fin de manejar rangos de confort térmico al interior de los espacios, en base a diferentes autores se establecen los valores óptimos donde el usuario que ocupa un espacio tiene un grado de satisfacción permisible .

En la **Tabla 1**. Se puede observar una recopilación de los niveles máximos y mínimos de temperatura, humedad y velocidad del aire que se maneja por varios autores, en la normativa nacional e internacional vigente.

En la actualidad se busca la implementación y aprovechamiento de estrategias pasivas en los proyectos con el fin de mejorar condiciones de habitabilidad y consumo de energía. El capítulo 13 de la NEC-11: Eficiencia energética en la construcción del Ecuador, pone a disposición algunas consideraciones constructivas de diseño que tienen que ver con temas relacionados a la forma, orientación de la edificación, ganancia y protección solar, optimización de radiación solar, ventilación y calidad de aire y materiales de construcción. (NEC-11 Eficiencia energética en la construcción en Ecuador, 2011) a continuación se muestra un resumen de las consideraciones aplicables en cuanto a diseño (**Tabla 2.**) y la condiciones por elemento arquitectónico (**Tabla 3.**).

**Tabla 1.** Estándares de confort.

| FUENTE   | FACTOR             | Ud. | LIM MIN | LIM MAX |
|--|--------------------|-----|---------|---------|
| <b>ASHRAE 55</b>                                     | Temperatura        | °C  | 22.5    | 25.5    |
|  | Velocidad del aire | m/s | 0.6     | 1.1     |
|  | Humedad            | %   | -       | 70      |
| <b>RITE 2021</b>                                     | Temperatura        | °C  | 21      | 23      |
|  | Velocidad del aire | m/s | -       | 0.1     |
|  | Humedad            | %   | 40      | 50      |
| <b>Norma NTE-ISO 7730</b>                            | Temperatura        | °C  | 20      | 26      |
|  | Velocidad del aire | m/s | -       | 0.5     |
|  | Humedad            | %   | 10      | 60      |
| <b>Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-11)</b> | Temperatura        | °C  | 18      | 26      |
|  | Velocidad del aire | m/s | 0.055   | 0.15    |
|  | Humedad            | %   | 40      | 65      |

**Nota:** Rangos de confort establecidos según normativa internacional y nacional. Adaptado a partir de ASHRAE (1894), Ministerio de la Presidencia (2021), NTE (2005), MIDUVI (2011).

En la **Tabla 2** (p.35), según la zona climática se pueden observar varias consideraciones constructivas de diseño que se pueden aplicar en cuanto a forma, ganancias, protección y optimización solar, además del manejo que debe tener la ventilación y el uso de materiales en la envolvente aprovechando de manera adecuada sus diferentes propiedades.

Asimismo, cuando se habla de elementos arquitectónicos, la **Tabla 3** (p.36) se hace referencia a los accesos, muros, pisos y ventanas que se marcan en el desarrollo de un proyecto, todas estas consideraciones se ven marcadas por la zona climática presente en el área de emplazamiento, cuestión que dicta las estrategias más idóneas que mejoren la estancia del usuario al interior de las edificaciones.

**Tabla 2.** Consideraciones constructivas de diseño.

| FACTOR                          | CONSIDERACIONES DE DISEÑO   |
|---------------------------------|---|
| Forma                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Clima cálido-húmedo:</b> Formas elevada con aberturas grandes que faciliten la ventilación y sombra del edificio.</li> <li>▪ <b>Clima cálido-seco:</b> Forma compacta y pesada, con una elevada inercia térmica, para aislar la variación exterior de temperatura.</li> <li>▪ <b>Clima cálido-seco:</b> Formas compactas y aisladas constructivamente, reduciendo las infiltraciones de aire.</li> </ul>  |
| Orientación                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ La exposición a la radiación solar y al viento, son factores que afectan la habitabilidad del espacio.</li> <li>▪ Espacios interiores ubicados según la fachada, el uso y horas de ocupación.</li> </ul>   |
| Ganancia y protección solar     | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ La ganancia térmica interna se determina por el nivel de asoleamiento que captan las superficies vidriadas y la envoltura de la edificación.</li> <li>▪ <b>Clima frío:</b> Aprovechar la incidencia de la radiación sobre las superficies vidriadas.</li> <li>▪ <b>Clima cálido:</b> Usar elementos de protección para generar sombra sobre las superficies vidriadas.</li> </ul>  |
| Optimización de radiación Solar | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Clima frío:</b> Usar materiales macizos como: hormigón, piedra o arcilla que almacenen la radiación solar, acumulando el calor en la fachada o muros interiores.</li> <li>▪ El calor almacenado se distribuye en el interior en horas nocturnas.</li> <li>▪ Evitar el intercambio de temperatura con el exterior, reducir la superficie de la envolvente y reforzar el aislamiento térmico, disminuyendo el movimiento del aire.</li> <li>▪ <b>Clima cálido:</b> Controlar la radiación directa con elementos de protección solar.</li> <li>▪ Usar superficies acristaladas con coeficientes de transmisión bajos para limitar los aportes energéticos externos.</li> <li>▪ La ventilación natural permite disipar el calor del espacio.</li> </ul> |
| Ventilación y calidad de aire   | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ La ventilación reduce la sensación de calor.</li> <li>▪ Regular la temperatura interior de un espacio con el intercambio de aire entre el interior y exterior.</li> <li>▪ <b>Clima frío:</b> No deben existir pérdidas de calor en los espacios interiores por infiltraciones de aire.</li> <li>▪ <b>Clima cálido:</b> Propiciar los intercambios de aire para lograr espacios interiores más frescos.</li> </ul>  |
| Materiales de construcción      | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Para la elección de un material se deben tomar en cuenta aspectos como: energía incorporada, propiedades térmicas, acústicas, químicas y la disposición final o reutilización del mismo.</li> </ul>  |

**Nota:** Adaptado a partir de NEC-11 CAPI3 Eficiencia energética en la construcción en Ecuador (2011). Norma Ecuatoriana de la Construcción.

**Tabla 3.** Consideraciones en elementos arquitectónicos

|                                  | <b>FACTOR</b>          | <b>CONSIDERACIONES DE DISEÑO</b>   |
|----------------------------------|------------------------|--|
| <b>Elementos arquitectónicos</b> | Accesos                | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Según el clima, el acceso principal debe ser un espacio cerrado, una división que permita crear un colchón de aire inmóvil, lo cual reduzca las pérdidas de aire caliente o frío al interior.</li> </ul>  |
|                                  | Muros y fachadas       | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Los muros y fachadas deben cumplir funciones de transmitancia térmica, inercia térmica y permeabilidad dispuestos en la normativa, para garantizar la ganancia o la pérdida de energía según la zona climática.</li> </ul>  |
|                                  | Pisos y cubiertas      | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Tomar en cuenta la capacidad de transmisión térmica de los materiales para regular la pérdida o ganancia de calor.</li> <li>▪ Considerar el uso de cámaras de ventilación, cubiertas ajardinadas o la integración de elementos de captación de energía solar para aplicaciones térmicas o fotovoltaicas.</li> </ul>   |
|                                  | Paredes interiores     | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Uso de un sistema constructivo con particiones versátiles, que permitan su fácil montaje y desmontaje, además de adaptarse a las necesidades del usuario.</li> <li>▪ Las divisiones interiores deben garantizar los criterios mínimos de confort.</li> </ul>  |
|                                  | Ventanas y lucernarios | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ La proporción de ventanas y lucernarios está relacionada con la zona climática, orientación, uso de espacios, direcciones del viento, que cumplan con las disposiciones de ganancia o protección térmica, iluminación natural y ventilación.</li> </ul>   |
|                                  | Color                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Considerar la calidad de la luz (natural o artificial) y la reflexión para evitar efectos de deslumbramiento.</li> <li>▪ En interiores usar de colores contrastantes evitando la fatiga visual.</li> <li>▪ El uso de colores claros para los cielos rasos, aumentar la luminosidad interior.</li> <li>▪ <b>Zona térmica ZT1, ZT2 y ZT3:</b> El color de las paredes exteriores debe tener índices de reflexión no mayores al 60%.</li> <li>▪ <b>Zona térmica ZT4, ZT5 y ZT6:</b> El color de las paredes exteriores debe tener índices de reflexión inferiores al 40%.</li> </ul> |

**Nota:** Adaptado a partir de NEC-11 CAP13 Eficiencia energética en la construcción en Ecuador (2011). Norma Ecuatoriana de la Construcción.

Al mismo tiempo el Instituto Nacional de Eficiencia Energética y Energías Renovables busca promover la eficiencia en el uso de los recursos energéticos, el sector de la construcción ha presentado un crecimiento significativo en los últimos años, teniendo un incremento del 33% entre 2004 y 2014; frente a estas estadísticas se requiere un estudio que involucre las condiciones de habitabilidad a la cual se enfrentan los usuarios según su lugar de emplazamiento debido a que, el consumo varía significativamente por las características climáticas a las que se enfrentan. Se busca involucrar a la sociedad con el aprovechamiento de ciertas estrategias pasivas, promoviendo un consumo eficiente de

energía sin sacrificar las condiciones de habitabilidad de los ocupantes, es decir optimizando y garantizando condiciones ambientales óptimas al interior de los espacios (Instituto Nacional de Eficiencia Energética y Energías Renovables [INER], 2016).

Ecuador se define por tener zonas climáticas bien marcadas, cada una de ellas cuenta con características climáticas diferentes, condiciones que pueden ser aprovechadas o controladas mediante diferentes estrategias como: ventilación natural (VN), inercia térmica (IT), minimizar las ganancias calor (MGC), minimizar las pérdidas calor (MPC), calefacción solar pasiva (CSP), equipos (E). Ver **Tablas 10-22** (INER, 2016).

**Tabla 4.** Zonas climáticas del Ecuador.

| ECUADOR          | ZONA 1              | ZONA 2                | ZONA 3                           | ZONA 4                | ZONA 5  | ZONA 6   |
|------------------|---------------------|-----------------------|----------------------------------|-----------------------|---|--|
| ASHRAE 90.1      | 1A                  | 2A                    | 3C                               | 4C                    | 5C  | 6B   |
| NOMBRE           | Húmeda muy calurosa | Húmeda calurosa       | Continental lluvioso             | Continental templado  | Fría  | Muy Fría   |
| CRITERIO TÉRMICO | 5000 < CDD10°C      | 3500 < CDD10°C < 5000 | CDD10°C ≤ 2500<br>HDD18°C ≤ 2000 | 2000 < HDD18°C ≤ 3000 | CDD10°C ≤ 2500<br>HDD18°C ≤ 2000<br>2000 < HDD18°C ≤ 3000<br>3000 m < Altura (m) ≤ 5000 m | CDD10°C ≤ 2500<br>HDD18°C ≤ 2000<br>2000 < HDD18°C ≤ 3000<br>5000 m < Altura (m) |

**Nota:** Adaptado a partir de NEC-HS-EE (2018). Norma Ecuatoriana de la Construcción - Eficiencia energética en Edificaciones Residenciales.

En la **Tabla 4.** se observan las distintas condiciones climáticas existentes en Ecuador, definiendo las zonas y su denominación en la ASHRAE. Ecuador cuenta con 6 zonas climáticas las cuales se definen por los grados días de enfriamiento base 10°C o Cooling Degree Days (CDD) y los grados días de calefacción base 18°C o Heating Degree Days (HDD), además de la altura sobre el nivel del mar, de la misma manera en las **Tablas 5-8.** se marca con color la zona

climática a la que pertenece cada provincia del Ecuador según su región, obteniendo información general base con la cual se pueden definir las estrategias óptimas a ser aplicadas según el contexto de estudio.

En base a los criterios térmicos previamente definidos se clasifican las estrategias de diseño óptimas para cada zona climática marcadas con color en la **Tabla 9** (p.39).

**Tabla 5.** Zona climática por provincia - región insular

| REGIÓN INSULAR |        |        |        |        |        |        |
|----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| PROVINCIA      | ZONA 1 | ZONA 2 | ZONA 3 | ZONA 4 | ZONA 5 | ZONA 6 |
| Galápagos      |        |        |        |        |        |        |

**Nota:** Adaptado a partir de INER (2016). Estrategias para mejorar las condiciones de habitabilidad y el consumo de energía en viviendas.

**Tabla 6.** Zona climática por provincia - región sierra.

| REGIÓN SIERRA |        |        |        |        |        |                              |
|---------------|--------|--------|--------|--------|--------|------------------------------|
| PROVINCIA     | ZONA 1 | ZONA 2 | ZONA 3 | ZONA 4 | ZONA 5 | ZONA 6                       |
| Azuay         |        |        |        |        |        | Localidades sobre los 5000 m |
| Bolívar       |        |        |        |        |        |                              |
| Cañar         |        |        |        |        |        |                              |
| Carchi        |        |        |        |        |        |                              |
| Chimborazo    |        |        |        |        |        |                              |
| Cotopaxi      |        |        |        |        |        |                              |
| Imbabura      |        |        |        |        |        |                              |
| Loja          |        |        |        |        |        |                              |
| Pichincha     |        |        |        |        |        |                              |
| Santo Domingo |        |        |        |        |        |                              |
| Tungurahua    |        |        |        |        |        |                              |

**Nota:** Adaptado a partir de INER (2016). Estrategias para mejorar las condiciones de habitabilidad y el consumo de energía en viviendas.

**Tabla 7.** Zona climática por provincia - región costa.

| REGIÓN COSTA |        |        |        |        |        |        |
|--------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| PROVINCIA    | ZONA 1 | ZONA 2 | ZONA 3 | ZONA 4 | ZONA 5 | ZONA 6 |
| El Oro       |        |        |        |        |        |        |
| Esmeraldas   |        |        |        |        |        |        |
| Guayas       |        |        |        |        |        |        |
| Los Ríos     |        |        |        |        |        |        |
| Manabí       |        |        |        |        |        |        |
| Santa Elena  |        |        |        |        |        |        |

**Nota:** Adaptado a partir de INER (2016). Estrategias para mejorar las condiciones de habitabilidad y el consumo de energía en viviendas.

**Tabla 8.** Zona climática por provincia - región oriente.

| REGIÓN ORIENTE   |        |        |        |        |        |        |
|------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| PROVINCIA        | ZONA 1 | ZONA 2 | ZONA 3 | ZONA 4 | ZONA 5 | ZONA 6 |
| Morona Santiago  |        |        |        |        |        |        |
| Napo             |        |        |        |        |        |        |
| Orellana         |        |        |        |        |        |        |
| Pastaza          |        |        |        |        |        |        |
| Sucumbios        |        |        |        |        |        |        |
| Zamora Chinchipe |        |        |        |        |        |        |

**Nota:** Adaptado a partir de INER (2016). Estrategias para mejorar las condiciones de habitabilidad y el consumo de energía en viviendas.

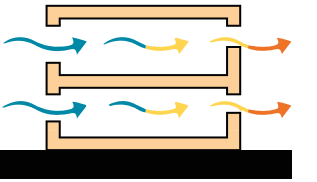
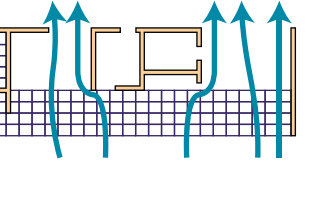
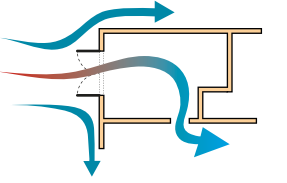
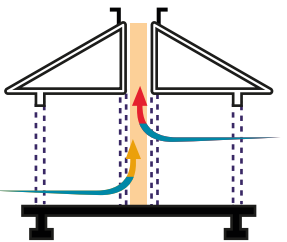
**Tabla 9.** Estrategias según la zona climática.

| ESTRATEGIA                             | COD      | ZONA 1 | ZONA 2 | ZONA 3 | ZONA 4 | ZONA 5 | ZONA 6 |
|--|----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Ventilación Natural (VN)               | VN-1     |        |        |        |        |        |        |
|  | VN-2     |        |        |        |        |        |        |
|  | VN-3     |        |        |        |        |        |        |
|  | VN-4     |        |        |        |        |        |        |
|  | VN-5     |        |        |        |        |        |        |
|  | VN-6     |        |        |        |        |        |        |
| Inercia Térmica (IT)                   | IT-1     |        |        |        |        |        |        |
|  | IT-2     |        |        |        |        |        |        |
|  | IT-3     |        |        |        |        |        |        |
|  | IT-4 A-B |        |        | 4A     | 4B     |        |        |
|  | IT-5     |        |        |        |        |        |        |
|  | IT-6     |        |        |        |        |        |        |
| Minimizar las ganancias de calor (MGC) | MGC-1    |        |        |        |        |        |        |
|  | MGC-2    |        |        |        |        |        |        |
|  | MGC-3    |        |        |        |        |        |        |
|  | MGC-4    |        |        |        |        |        |        |
|  | MGC-5    |        |        |        |        |        |        |
|  | MGC-6    |        |        |        |        |        |        |
| Minimizar las pérdidas de calor (MPC)  | MPC-1    |        |        |        |        |        |        |
|  | MPC-2    |        |        |        |        |        |        |
|  | MPC-3    |        |        |        |        |        |        |
|  | MPC-4    |        |        |        |        |        |        |
|  | MPC-5    |        |        |        |        |        |        |
|  | MPC-6    |        |        |        |        |        |        |
|  | MPC-7    |        |        |        |        |        |        |
|  | MPC-8    |        |        |        |        |        |        |
|  | MPC-9    |        |        |        |        |        |        |
|  | MPC-10   |        |        |        |        |        |        |
|  | MPC-11   |        |        |        |        |        |        |
| Calefacción solar pasiva (CSP)         | CSP-1    |        |        |        |        |        |        |
|  | CSP-2    |        |        |        |        |        |        |
|  | CSP-3    |        |        |        |        |        |        |
|  | CSP-4    |        |        |        |        |        |        |
| Equipo (E)                             | E-1      |        |        |        |        |        |        |
|  | E-2      |        |        |        |        |        |        |
|  | E-3      |        |        |        |        |        |        |
|  | E-4      |        |        |        |        |        |        |
|  | E-5      |        |        |        |        |        |        |
|  | E-6      |        |        |        |        |        |        |
|  | E-7      |        |        |        |        |        |        |

**Nota:** Adaptado a partir de INER (2016). Estrategias para mejorar las condiciones de habitabilidad y el consumo de energía en viviendas.

A continuación, se describe cada estrategia con su respectiva aplicación y esquema en base a la codificación mencionada previamente, observar **Tabla 10-22**.

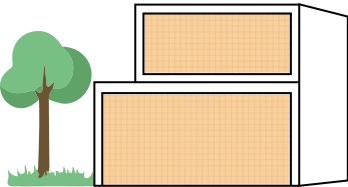
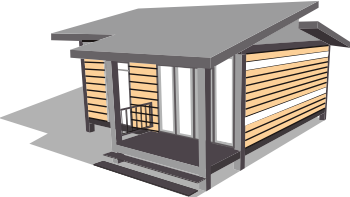
**Tabla 10.** Ventilación interior de la edificación (VN).

| COD         | ESTRATEGIA   | DESCRIPCIÓN   | ESQUEMA   |
|-------------|--|---|---|
| <b>VN-2</b> | Permitir la ventilación cruzada.   | En zonas con alta humedad relativa se busca un equilibrio entre el área de suministro y extracción del aire, ubicando las ventanas en fachadas opuestas, sin que existan obstáculos que impidan el flujo constante de aire.   |     |
| <b>VN-3</b> | Orientar la fachada de mayor longitud del edificio en la dirección del viento predominante.  | Aprovechar la ventilación cruzada, por medio del diseño, optando por edificaciones delgadas que permitan el paso del aire, además, su fachada más grande se debe ubicar hacia las brisas predominantes.   |     |
| <b>VN-4</b> | Orientar las ventanas en la dirección predominante del viento.   | Las fachadas que contengan ventanas fijas, se deben ubicar perpendicularmente a la dirección del viento predominante.   |    |
| <b>VN-6</b> | Maximizar la distancia vertical entre la entrada y la salida de aire para producir ventilación por el efecto de succión del aire (chimenea solar). | Las chimeneas solares en zonas con mucha vegetación generan condiciones de confort por medio de la flotabilidad del viento, el techo de la vivienda debe ser inclinado permitido la extracción del aire caliente interior, además de ser un desfogue para el agua lluvia. |  |

**Nota:** Estrategias de ventilación natural (VN). Adaptado a partir de INER (2016). Estrategias para mejorar las condiciones de habitabilidad y el consumo de energía en viviendas.




**Tabla 11.** Envoltura externa de la edificación (VN).

| COD  | ESTRATEGIA   | DESCRIPCIÓN   | ESQUEMA   |
|------|--|---|---|
| VN-1 | Usar ventanas que maximicen el flujo de aire.            | En climas calientes, con alta humedad relativa se recomienda diseños con ventanas grandes, que permitan un flujo continuo de aire y una adecuada evaporación del sudor. |  |
| VN-5 | Utilizar muros operables (que se pueden abrir y cerrar). | Los muros operables en las fachadas de la vivienda permiten regular el flujo de aire en todo el volumen.  |  |

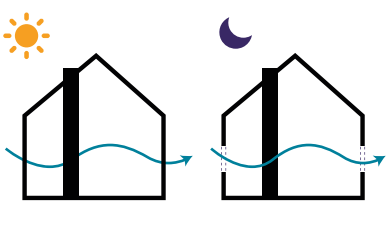
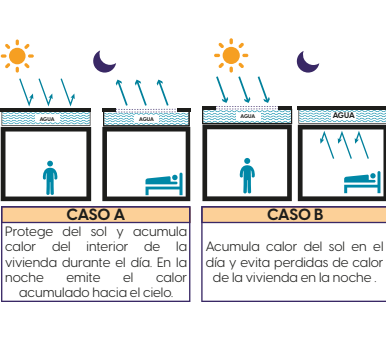

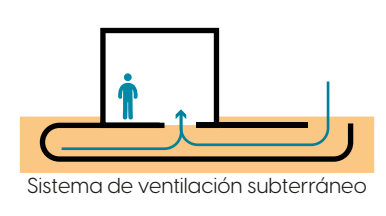
**Nota:** Adaptado a partir de INER (2016). Estrategias para mejorar las condiciones de habitabilidad y el consumo de energía en viviendas.

**Tabla 12.** Inercia Térmica (IT) en elementos sombreados.

| COD  | ESTRATEGIA   | DESCRIPCIÓN  | ESQUEMA   |
|------|--|--|---|
| IT-1 | Utilizar materiales de alta densidad y calor específico en elementos sombreados de la edificación. | Usar materiales como metales, tierras y piedras que tienen alta difusividad térmica, en climas cálidos se deben mantener los elementos masivos sombreados para conseguir una estabilidad térmica interior. | <br>Materialidad de alta densidad y calor específico |

**Nota:** Estrategias de ventilación natural (VN). Adaptado a partir de INER (2016). Estrategias para mejorar las condiciones de habitabilidad y el consumo de energía en viviendas.

Tabla 13. Aprovechamiento de la Inercia Térmica (IT) en el diseño.

| COD  | ESTRATEGIA   | DESCRIPCIÓN  | ESQUEMA   |
|------|--|--|---|
| IT-2 | Utilizar sistemas operables para ventilar durante las horas nocturnas los interiores y los elementos de inercia. | Cuando se registra una temperatura mínima de 18 °C, se puede evacuar el calor acumulado en el período más fresco, por medio de una ventilación transversal, si existen brisas, o vertical por efecto venturi o por gradiente térmico.  |   |
| IT-4 | Utilizar cubiertas de agua o con otro material de elevada inercia y sistemas móviles de protección               | <p><b>4A</b> El elemento móvil de protección aislante reflectante se cierra en el día para absorber el calor interno de la vivienda y se abre en la noche para dispersar el calor hacia el exterior.</p> <p><b>4B</b> El elemento móvil de protección aislante y bajo emisor se abre durante el día para calentar la cubierta con el sol y cerrarlo durante la noche para calentar el ambiente interior.</p> |  <p><b>CASO A</b><br/>Protege del sol y acumula calor del interior de la vivienda durante el día. En la noche emite el calor acumulado hacia el cielo.</p> <p><b>CASO B</b><br/>Acumula calor del sol en el día y evita pérdidas de calor de la vivienda en la noche.</p> |
| IT-5 | Utilizar la inercia del terreno con construcciones bien asentadas, adosadas a las pendientes o enterradas.       | El terreno mantiene una temperatura media estable con relación a la temperatura del aire exterior, en climas fríos se recomienda el adosamiento en pendiente con enterramiento parcial procurando una orientación para aprovechar el sol de mañana.  |  <p>Construcción enterrada</p>   |
| IT-6 | Utilizar sistemas de ventilación subterráneos para pre-calentar o refrigerar el aire interior.                   | En climas templados la inercia del terreno permite pre-calentar o pre-enfriar el aire de ventilación con un sistema conocido como "tubo canadiense" o "tubo provenzal", el cual permite conseguir intercambio geotérmico.  |  <p>Sistema de ventilación subterráneo</p>  |

**Nota:** Adaptado a partir de INER (2016). Estrategias para mejorar las condiciones de habitabilidad y el consumo de energía en viviendas.

**Tabla 14.** Materiales con alta densidad- inercia térmica (IT)

| COD  | ESTRATEGIA  | DESCRIPCIÓN   | ESQUEMA |
|------|---|---|---------|
| IT-3 | Utilizar materiales de alta densidad y calor específico en la envolvente, para que reciban el sol durante el día y lo devuelvan durante la noche. | Es necesaria una adecuada selección de materiales, puesto que debe almacenar todo el calor recibido. Materiales como el adobe, ladrillo tienen la capacidad de almacenar el calor generado por el sol y entregarlo hacia el interior de la vivienda durante la noche. |         |

**Nota:** Adaptado a partir de INER (2016). Estrategias para mejorar las condiciones de habitabilidad y el consumo de energía en viviendas.

**Tabla 15.** MGC manejo de las ventanas.

| COD   | ESTRATEGIA   | DESCRIPCIÓN   | ESQUEMA |
|-------|--|---|---------|
| MGC-1 | Evitar instalar ventanas en la fachada oeste de la edificación y además generar sombras utilizando la vegetación propia del lugar. | En climas cálido-húmedos es importante proteger las fachadas este y oeste que tienen una incidencia directa de los rayos del sol para evitar sobrecalentamiento al interior de la edificación durante el día, se puede usar la vegetación propia de la zona para proteger estas fachadas. |         |
| MGC-3 | Instalar ventanas de alto rendimiento.   | En climas cálido-húmedos las ventanas deben permitir el ingreso de iluminación natural y proteger a la edificación de un sobrecalentamiento por las ganancias solares. Crear una cámara de aire entre el vidrio exterior y el interior, en forma de aislante.                             |         |

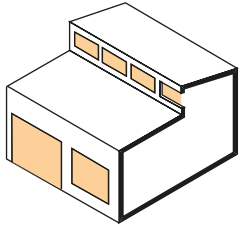
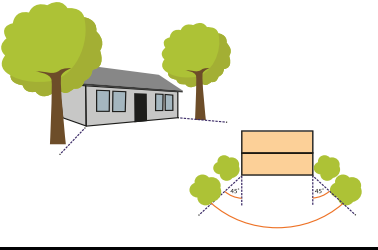
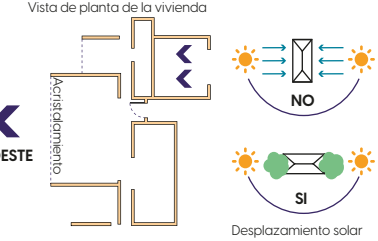
**Nota:** Estrategias en ventanas para minimizar las ganancias de calor (MGC). Adaptado a partir de INER (2016). Estrategias para mejorar las condiciones de habitabilidad y el consumo de energía en viviendas.

Tabla 16. MGC consideraciones en cubierta.

| COD   | ESTRATEGIA   | DESCRIPCIÓN  | ESQUEMA |
|-------|--|--|---------|
| MGC-2 | Instalar protecciones solares en ventanas (voladizos, toldos o parasoles operables).                             | En climas cálidos se deben usar aleros o voladizos sobre las ventanas para generar una protección contra la radiación solar, lo cual disminuya la temperatura del aire interior. Tener un porche cubierto permite brindar sombra y conseguir un espacio ventilado con una menor temperatura que la exterior. |         |
| MGC-4 | Usar materiales de construcción de colores claros o materiales aislantes reflectantes especialmente en el techo. | En climas cálido-húmedos la cubierta es un elemento crítico por la transferencia de calor al interior. Los materiales con un alto índice de reflectancia solar y colores claros reducen la cantidad de calor absorbido por medio de la cubierta.   |         |
| MGC-5 | Instalar una barrera radiante que ayude a reducir las ganancias de calor por radiación a través del techo.       | En climas cálido-húmedos es recomendable instalar una barrera radiante en el exterior del techo para reducir las ganancias de calor por radiación. El papel brillante con una emitancia de 0.05 o menor puede utilizarse como una barrera radiante.  |         |
| MGC-6 | Utilizar cubiertas y fachadas vegetales como protección solar.   | El sustrato y la vegetación pueden minimizar los flujos energéticos entre el ambiente exterior e interior, incrementando el aislamiento térmico, además, la evaporación del agua retenida produce efectos refrigerantes en la edificación y las ciudades, llegando a reducir el efecto de isla de calor.     |         |

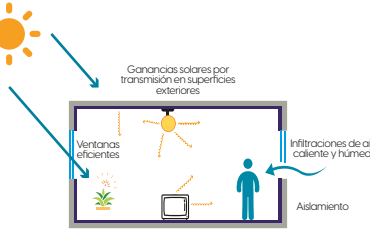
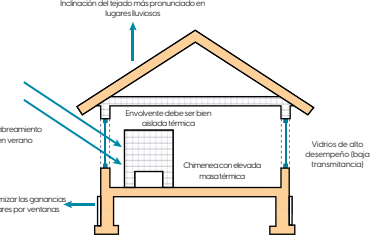
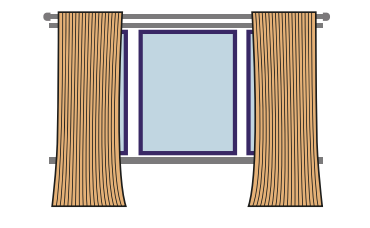
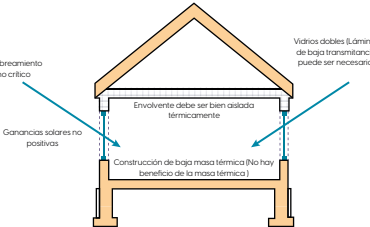
**Nota:** La tabla muestra estrategias en cubierta para minimizar las ganancias de calor (MGC). Adaptado a partir de INER (2016). Estrategias para mejorar las condiciones de habitabilidad y el consumo de energía en viviendas.

**Tabla 17.** Calefacción solar pasiva (CSP)

| COD                               | ESTRATEGIA   | DESCRIPCIÓN  | ESQUEMA  |                     |                    |                           |                                   |                                   |                                   |         |         |         |                               |                               |                               |         |         |         |                                 |                                 |                                 |         |         |         |
|-----------------------------------|--|--|--|---------------------|--------------------|---------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|---------|---------|---------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|---------|---------|---------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------|---------|---------|
| CSP-1                             | Usar ventanas sin elementos que generen sombras para maximizar las ganancias de calor solar.   | En ecuador para aprovechar el sol de la mañana y la tarde, las edificaciones se deben orientar de tal manera que los acristalamientos queden hacia el este y oeste, sin elementos que generen sombra.  |   |                     |                    |                           |                                   |                                   |                                   |         |         |         |                               |                               |                               |         |         |         |                                 |                                 |                                 |         |         |         |
| CSP-2                             | No obstaculizar con vegetación u otros objetos las ventanas por donde se genera ganancia de calor solar.   | En climas fríos se recomienda obtener ganancias solares. Las ventanas deben garantizar el ingreso de luz y calor al interior de las viviendas sin ser obstaculizadas por elementos que generen sombra. |   |                     |                    |                           |                                   |                                   |                                   |         |         |         |                               |                               |                               |         |         |         |                                 |                                 |                                 |         |         |         |
| CSP-3                             | Usar acristalamiento que admita el ingreso de luz y calor solar pero que evite la pérdida de calor del interior de la vivienda (minimizar el factor U de acristalamiento). | Para garantizar el ingreso de luz y calor durante el día y la pérdida de calor durante la noche, se deben usar vidrios con mayores prestaciones a los simples de 3 y 6 mm.                             | <table border="1"> <thead> <tr> <th>VIDRIO CLARO SIMPLE</th> <th>VIDRIO CLARO DOBLE</th> <th>VIDRIO LAMINA LOW E DOBLE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Radiación solar típica SHGC- 0.64</td> <td>Radiación solar típica SHGC- 0.52</td> <td>Radiación solar típica SHGC- 0.42</td> </tr> <tr> <td>36% 74%</td> <td>48% 52%</td> <td>58% 22%</td> </tr> <tr> <td>Luz visible típica SHGC- 0.64</td> <td>Luz visible típica SHGC- 0.57</td> <td>Luz visible típica SHGC- 0.62</td> </tr> <tr> <td>34% 65%</td> <td>43% 57%</td> <td>53% 47%</td> </tr> <tr> <td>Conductividad típica SHGC- 0.64</td> <td>Conductividad típica SHGC- 0.51</td> <td>Conductividad típica SHGC- 0.40</td> </tr> <tr> <td>11% 89%</td> <td>49% 51%</td> <td>60% 40%</td> </tr> </tbody> </table> | VIDRIO CLARO SIMPLE | VIDRIO CLARO DOBLE | VIDRIO LAMINA LOW E DOBLE | Radiación solar típica SHGC- 0.64 | Radiación solar típica SHGC- 0.52 | Radiación solar típica SHGC- 0.42 | 36% 74% | 48% 52% | 58% 22% | Luz visible típica SHGC- 0.64 | Luz visible típica SHGC- 0.57 | Luz visible típica SHGC- 0.62 | 34% 65% | 43% 57% | 53% 47% | Conductividad típica SHGC- 0.64 | Conductividad típica SHGC- 0.51 | Conductividad típica SHGC- 0.40 | 11% 89% | 49% 51% | 60% 40% |
| VIDRIO CLARO SIMPLE               | VIDRIO CLARO DOBLE   | VIDRIO LAMINA LOW E DOBLE  |  |                     |                    |                           |                                   |                                   |                                   |         |         |         |                               |                               |                               |         |         |         |                                 |                                 |                                 |         |         |         |
| Radiación solar típica SHGC- 0.64 | Radiación solar típica SHGC- 0.52  | Radiación solar típica SHGC- 0.42  |  |                     |                    |                           |                                   |                                   |                                   |         |         |         |                               |                               |                               |         |         |         |                                 |                                 |                                 |         |         |         |
| 36% 74%                           | 48% 52%  | 58% 22%  |  |                     |                    |                           |                                   |                                   |                                   |         |         |         |                               |                               |                               |         |         |         |                                 |                                 |                                 |         |         |         |
| Luz visible típica SHGC- 0.64     | Luz visible típica SHGC- 0.57  | Luz visible típica SHGC- 0.62  |  |                     |                    |                           |                                   |                                   |                                   |         |         |         |                               |                               |                               |         |         |         |                                 |                                 |                                 |         |         |         |
| 34% 65%                           | 43% 57%  | 53% 47%  |  |                     |                    |                           |                                   |                                   |                                   |         |         |         |                               |                               |                               |         |         |         |                                 |                                 |                                 |         |         |         |
| Conductividad típica SHGC- 0.64   | Conductividad típica SHGC- 0.51  | Conductividad típica SHGC- 0.40  |  |                     |                    |                           |                                   |                                   |                                   |         |         |         |                               |                               |                               |         |         |         |                                 |                                 |                                 |         |         |         |
| 11% 89%                           | 49% 51%  | 60% 40%  |  |                     |                    |                           |                                   |                                   |                                   |         |         |         |                               |                               |                               |         |         |         |                                 |                                 |                                 |         |         |         |
| CSP-4                             | Orientar la fachada de mayor longitud hacia el este para maximizar la cantidad de ventanas expuestas al sol durante la mañana y el atardecer.                              | En Ecuador las ventanas deben estar ubicadas en dirección este-oeste y ser acristaladas para aumentar la ganancia de calor por la radiación solar directa.   | <p>Vista de planta de la vivienda</p>   |                     |                    |                           |                                   |                                   |                                   |         |         |         |                               |                               |                               |         |         |         |                                 |                                 |                                 |         |         |         |

**Nota:** Adaptado a partir de INER (2016). Estrategias para mejorar las condiciones de habitabilidad y el consumo de energía en viviendas.

Tabla 18. MPC desde el interior de la edificación.

| COD   | ESTRATEGIA   | DESCRIPCIÓN   | ESQUEMA  |
|-------|--|---|--|
| MPC-1 | <p>Mantener un espacio interior hermético, bien aislado para retener las ganancias de calor de las luces, las personas y de los equipos eléctricos.</p>  | <p>El diseño de la vivienda debe ser compacto y aislado, permitiendo aprovechar el calor del sol y las ganancias internas de elementos que producen calor como la iluminación, equipos, accesorios y electrodomésticos, mejorando el confort interior.</p>      |    |
| MPC-3 | <p>En caso de usar chimeneas, recubrirlas con elementos constructivos de elevada masa térmica para almacenar el calor.</p>                               | <p>Las chimeneas permiten aumentar la temperatura interior de la vivienda, al ser recubierta con materiales constructivos de elevada masa térmica permite el almacenamiento de calor, una vez apagada, se mantendrá el ambiente al interior de la vivienda.</p> |    |
| MPC-7 | <p>Instalar persianas aislantes, cortinas pesadas, o protectores de ventanas operables para reducir las pérdidas de calor durante las noches.</p>        | <p>Existen otros elementos en las ventanas usados para mejorar su rendimiento, estos elementos pueden ser cortinas de piso a techo, enrollables u otro tipo de cortina que permita el ingreso de luz y calor.</p>   |   |
| MPC-8 | <p>Utilizar materiales aislantes en la envolvente de la edificación para mantener la temperatura interior más uniforme, especialmente en la cubierta</p> | <p>Con el fin de evitar perder el calor aprovechando del sol y de las ganancias internas en la edificación, es necesaria una adecuada selección de los materiales a ser usados en la construcción.</p>  |  |

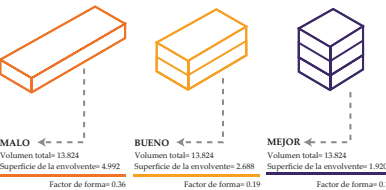
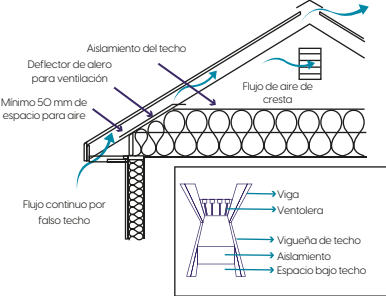
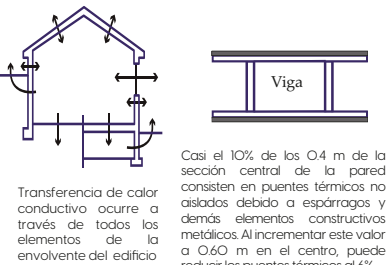
**Nota:** Estrategias para minimizar las pérdidas de calor (MPC). Adaptado a partir de INER (2016). Estrategias para mejorar las condiciones de habitabilidad y el consumo de energía en viviendas.

Tabla 19. MPC desde el exterior de la edificación.

| COD    | ESTRATEGIA   | DESCRIPCIÓN  | ESQUEMA |
|--------|--|--|---------|
| MPC-4  | Proteger las superficies más expuestas al viento mediante vegetación, cerramientos, o estructuras exteriores.  | Al crear barreras al exterior de las viviendas se impide el paso directo del viento y la protege de ser expuesta a condiciones que pueden afectar su temperatura interior. Estos elementos no deben generar sombra.  |         |
| MPC-5  | Realizar una distribución de planta de tal manera que las zonas no ocupadas como garajes y bodegas estén expuestas a los vientos predominantes.                  | Se deben exponer los espacios no habitables como bodegas, estacionamientos o baños hacia los vientos predominantes, evitando pérdidas de calor en los espacios habitables  |         |
| MPC-6  | Sellar cuidadosamente una edificación para minimizar las infiltraciones de aire y eliminar corrientes de aire indeseadas   | Las infiltraciones de aire aparecen por las fisuras o aberturas existentes en la envolvente, se deben mejorar los diseños de la envolvente, procesos constructivos y el uso de materiales, procurando un sellado adecuado en la edificación y evitando así las infiltraciones de aire al interior. |         |
| MPC-11 | Utilizar entradas tipo vestíbulo (cámara de aire) para minimizar las infiltraciones de aire y eliminar corrientes de aire indeseadas en sitios fríos y ventosos. | Para reducir las infiltraciones y corrientes de aire indeseadas, se recomienda que los ingresos de las viviendas sean tipo vestíbulo, formando una cámara de aire en los ingresos para así reducir las infiltraciones que generan pérdidas inestables de calor                                     |         |

**Nota:** Estrategias para minimizar las pérdidas de calor (MPC). Adaptado a partir de INER (2016). Estrategias para mejorar las condiciones de habitabilidad y el consumo de energía en viviendas.

Tabla 20. MPC desde el sistema constructivo de la edificación.

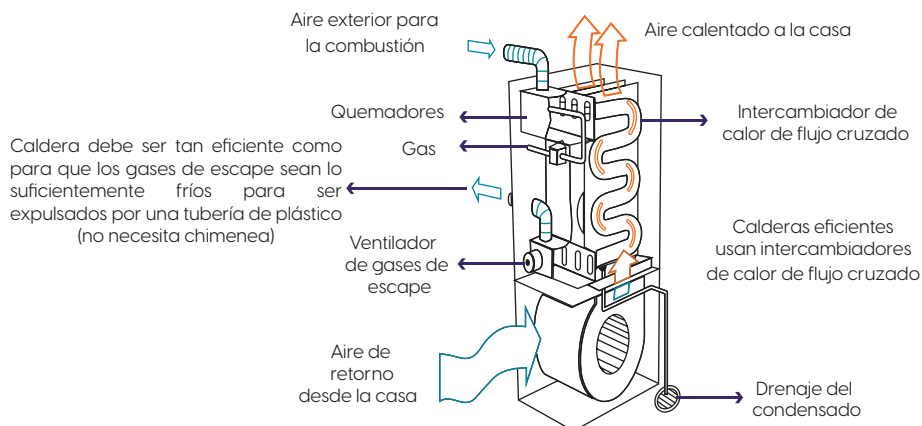
| COD                                | ESTRATEGIA  | DESCRIPCIÓN  | ESQUEMA  |             |              |              |                       |                       |                       |                                    |                                    |                                    |                       |                       |                       |
|------------------------------------|---|--|--|-------------|--------------|--------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| MPC-2                              | Diseñar edificios compactos con formas cuadradas y varios pisos para minimizar la pérdida de calor por la envolvente (Minimizar el factor de forma) | <p>Diseñar edificaciones compactas que tengan menos pérdidas de calor, distribuir el espacio necesario en varios niveles. Es indispensable optar por un factor forma bajo.</p> <p>El factor forma se consigue con la relación entre el volumen total de la edificación y la superficie de la envolvente.</p> |  <table border="1" data-bbox="929 468 1315 521"> <tr> <td><b>MALO</b></td> <td><b>BUENO</b></td> <td><b>MEJOR</b></td> </tr> <tr> <td>Volumen total= 13.824</td> <td>Volumen total= 13.824</td> <td>Volumen total= 13.824</td> </tr> <tr> <td>Superficie de la envolvente= 4.992</td> <td>Superficie de la envolvente= 2.688</td> <td>Superficie de la envolvente= 1.920</td> </tr> <tr> <td>Factor de forma= 0.36</td> <td>Factor de forma= 0.19</td> <td>Factor de forma= 0.14</td> </tr> </table> | <b>MALO</b> | <b>BUENO</b> | <b>MEJOR</b> | Volumen total= 13.824 | Volumen total= 13.824 | Volumen total= 13.824 | Superficie de la envolvente= 4.992 | Superficie de la envolvente= 2.688 | Superficie de la envolvente= 1.920 | Factor de forma= 0.36 | Factor de forma= 0.19 | Factor de forma= 0.14 |
| <b>MALO</b>                        | <b>BUENO</b>  | <b>MEJOR</b>   |  |             |              |              |                       |                       |                       |                                    |                                    |                                    |                       |                       |                       |
| Volumen total= 13.824              | Volumen total= 13.824   | Volumen total= 13.824  |  |             |              |              |                       |                       |                       |                                    |                                    |                                    |                       |                       |                       |
| Superficie de la envolvente= 4.992 | Superficie de la envolvente= 2.688  | Superficie de la envolvente= 1.920   |  |             |              |              |                       |                       |                       |                                    |                                    |                                    |                       |                       |                       |
| Factor de forma= 0.36              | Factor de forma= 0.19   | Factor de forma= 0.14  |  |             |              |              |                       |                       |                       |                                    |                                    |                                    |                       |                       |                       |
| MPC-9                              | Uso de cubiertas inclinadas, con áticos ventilados sobre un entrepiso correctamente aislado.  | <p>En una vivienda el ático ventilado funciona como un aislante natural que evita la pérdida de calor de la vivienda por la cubierta, se debe acompañar de un aislamiento térmico en el techo falso lo cual permita evitar la transferencia de calor directa.</p>  |    |             |              |              |                       |                       |                       |                                    |                                    |                                    |                       |                       |                       |
| MPC-10                             | Evitar puentes térmicos de los sistemas estructurales de las viviendas mediante aislamiento.  | <p>Al diseñar y construir no se toman en cuenta los puentes térmicos, porque pueden llegar a ser un problema potencial de pérdida de calor en una vivienda, es por eso que es indispensable aislarlos correctamente.</p>   |  <p>Casi el 10% de los 0.4 m de la sección central de la pared consisten en puentes térmicos no aislados debido a espárragos y demás elementos constructivos metálicos. Al incrementar este valor a 0.60 m en el centro, puede reducir los puentes térmicos al 6%.</p>  |             |              |              |                       |                       |                       |                                    |                                    |                                    |                       |                       |                       |

**Nota:** Estrategias para minimizar las pérdidas de calor (MPC). Adaptado a partir de INER (2016). Estrategias para mejorar las condiciones de habitabilidad y el consumo de energía en viviendas.



**Tabla 21.** Equipo (E) sistema de calefacción eficiente.

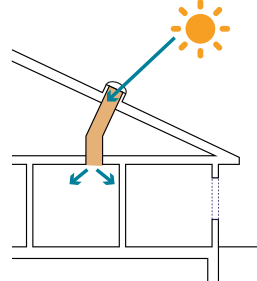
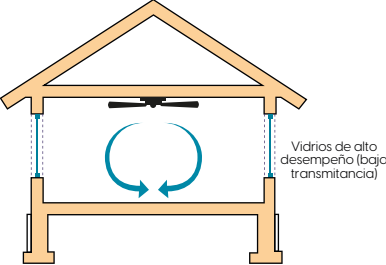
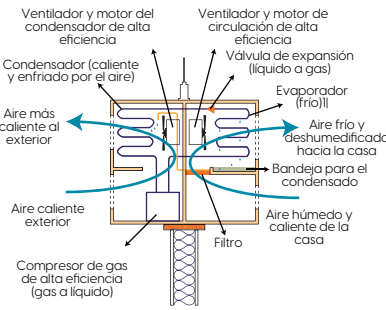
| COD | ESTRATEGIA  | DESCRIPCIÓN   |
|-----|---|---|
| E-1 | Instalar sistemas de calentamiento de agua a partir de energía solar.                                     | En lugares en donde se tienen un recurso solar alto se recomienda instalar sistemas de calentamiento de agua con energía solar, se utilizarán colectores solares planos o tubos al vacío, los cuales funcionan bajo el efecto termosifón, ubicándose en el techo.                       |
| E-2 | Usar refrigeradoras y en general electrodomésticos energéticamente eficientes (Por lo menos Energy Star). | Es fundamental tener conocimiento de la eficiencia energética de los electrodomésticos al momento de comprarlos, la refrigeradora es un electrodoméstico que más electricidad consume, al tener en cuenta los temas de eficiencia energética se verán ahorros energéticos y económicos. |
| E-3 | Usar sistemas de iluminación energéticamente eficientes.  | Para obtener una buena iluminación se necesita analizar cada espacio de la vivienda y estudiar qué tipo bombillas existe, para comprar las más apropiadas. También se debe tomar en cuenta los electrodomésticos que tengan en consideración la eficiencia energética.                  |
| E-4 | Usar hornos/ calderas energéticamente eficientes (Mínimo Energy Star).                                    | Al hacer uso de sistemas de calefacción es muy importante que tengan una alta eficiencia energética para así mantener condiciones de confort con el menor consumo de energía.   |



**Sistema de calefacción de alta eficiencia energética.**

**Nota:** Adaptado a partir de INER (2016). Estrategias para mejorar las condiciones de habitabilidad y el consumo de energía en viviendas.

**Tabla 22.** Equipo (E) sistema de iluminación y ventilación.

| COD | ESTRATEGIA   | DESCRIPCIÓN  | ESQUEMA   |
|-----|--|--|---|
| E-5 | Reducir el uso de iluminación artificial durante el día, instalando pequeños lucernarios debidamente aislados (menos del 5% de la superficie del techo). | Claraboyas (menos del 3% de la superficie del techo para lugares soleados, 5% en lugares nublados), reducen la iluminación artificial con el beneficio de recibir ganancias solares  |  |
| E-6 | Instalar ventiladores de techo en habitaciones de larga permanencia.   | Se recomienda el uso de ventiladores de techo en habitaciones de larga permanencia en climas cálido-húmedos, ampliando los rangos de temperatura operativa aceptables hasta en 3 °C o más, reduciéndose el uso de aire acondicionado.  |   |
| E-7 | Usar sistemas de aire acondicionado de alta eficiencia energética.   | En climas cálido-húmedos, donde la temperatura y la humedad son elevadas es imprescindible el uso de sistemas mecánicos de climatización para mantener condiciones adecuadas de confort térmico en un ambiente interior. Estos sistemas, deben tener una alta eficiencia energética, de forma que se mantengan condiciones de confort con el menor consumo de energía. |  |

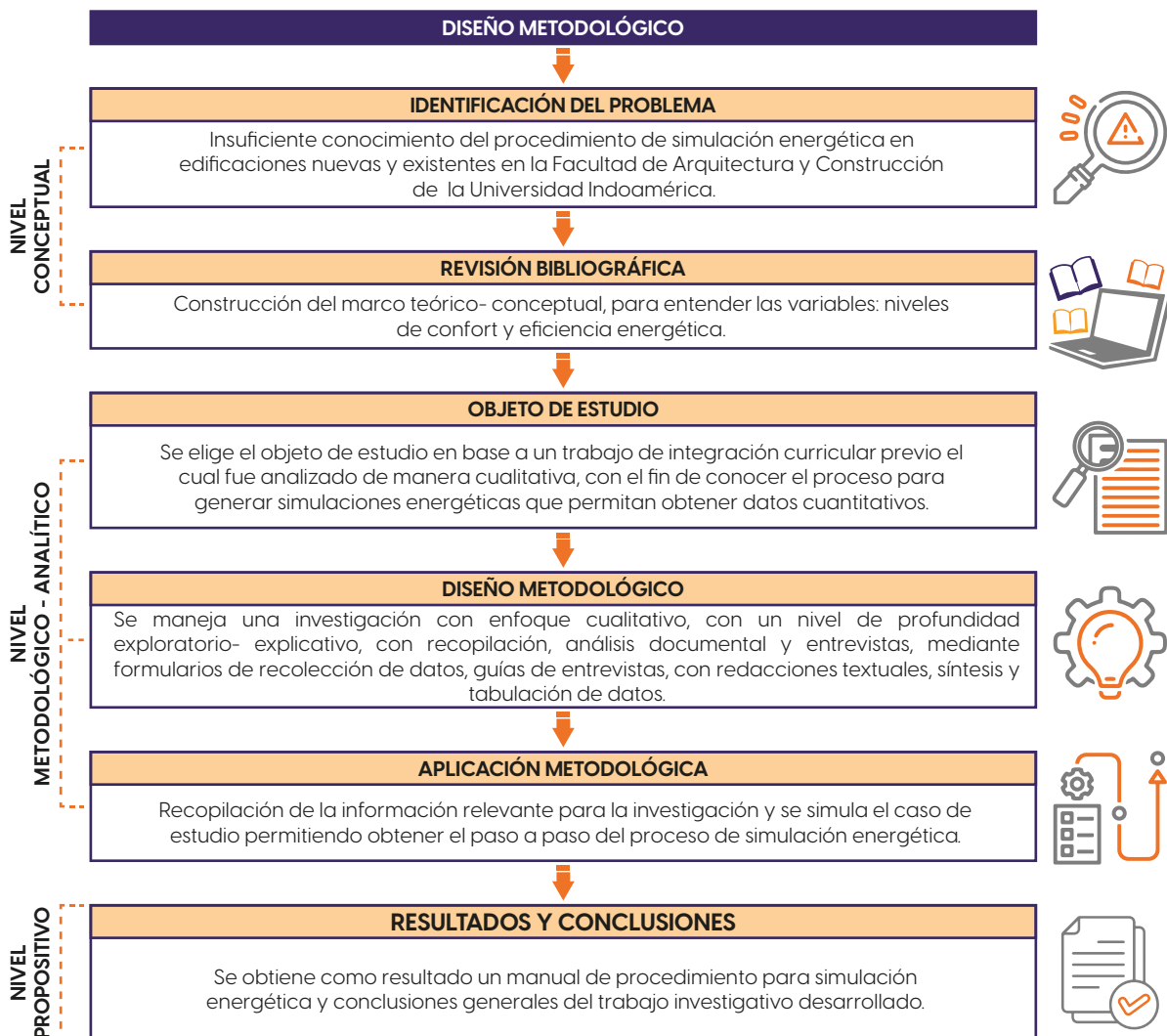
**Nota:** Adaptado a partir de INER (2016). Estrategias para mejorar las condiciones de habitabilidad y el consumo de energía en viviendas.



# MATERIALES Y MÉTODOS

## DISEÑO METODOLÓGICO

Figura 5. Esquema diseño metodológico.



**Nota:** Elaboración propia. La figura muestra de manera sintética el diseño metodológico que se lleva a cabo en la presente investigación.

## LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

El presente trabajo pertenece a la línea de investigación 2: Diseño, técnica y sostenibilidad (DITES), correspondiente a la carrera de Arquitectura y Construcción de la Universidad Indoamérica, que acerca la comprensión de problemas centrales del proceso proyectual arquitectónico, la transformación del espacio físico y la comunicación visual y en términos de hábitat humano, tanto en nuevas construcciones como en espacios existentes, para producir conocimiento teórico, práctico y experimental, fundamentado en la comprensión de los conceptos de sostenibilidad, eco-eficacia y entornos bioclimáticos, aplicados a nivel de diseño, materiales, sistemas constructivos y tecnologías.

## SUB-LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

- » Estudio y producción del hábitat humano, análisis, innovación, planificación diseño y construcción.
- » Estrategias de diseño para la mitigación del cambio climático y regeneración sostenible del hábitat humano.
- » Estructuras, sistemas y tecnologías de la construcción. Innovación, optimización de materiales y de procesos.

## ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN

La presente investigación tiene un enfoque cualitativo que permite la recolección y análisis de datos, mediante un proceso no secuencial, el cual es flexible frente a la información obtenida y la necesidad del investigador (Hernández, 2014). El proceso parte de una idea, que permite el planteamiento general del problema, además, se realiza una revisión documental y elaboración de un marco teórico, consiguiendo aportes significativos para la investigación. La información recolectada será analizada e interpretada obteniendo una serie de resultados y conclusiones posterior a la composición del manual que abarca el procedimiento respectivo para generar una simulación energética tomando como base un caso de estudio previamente seleccionado.

## MODALIDAD DE INVESTIGACIÓN

La investigación documental-bibliográfica amplía y profundiza diferentes teorías y criterios de diversos autores sobre una cuestión determinada (Herrera et al., 2004). Es así que, previo a la composición del manual se realizará

una revisión documental-bibliográfica en libros, artículos científicos, tesis, entre otros documentos previamente publicados, fundamentando el desarrollo del presente trabajo. Luego de esta revisión se documentará el paso a paso del manejo de un software de simulación energética, para demostrar el comportamiento de la edificación propuesta, información que puede ser analizada y utilizada en futuras investigaciones.

## NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN

El nivel descriptivo busca especificar propiedades, características permitiendo predicciones rudimentarias, este nivel de investigación requiere de conocimiento suficiente (Herrera et al., 2004). El presente trabajo inicia con un nivel descriptivo recolectando información sobre conceptos importantes para entender el tema, indagando el problema y conociendo sus causas. Se realizará una revisión documental que permita la elección del software de simulación más completo. Además, revisar el proceso de enseñanza-aprendizaje que maneja la Universidad Indoamérica en relación al tema planteado, con el fin de generar un aporte a la literatura académica de la institución, fortaleciendo y fundamentando la propuesta.

Finalmente, se desarrollará un nivel explicativo, es decir, realizar investigaciones más complejas, que permitan responder interrogantes y formular condiciones particulares (Herrera et al., 2004). Con la investigación realizada se buscará componer un manual de procedimiento para la simulación energética de edificaciones, que explique el paso a paso del uso del software elegido, permitiendo al usuario aplicarlo en los proyectos propuestos, para obtener un diagnóstico del comportamiento de la edificación en relación a los factores climáticos a los cuales se expone.

## POBLACIÓN Y MUESTRA

La presente investigación al ser de tipo cualitativa, utiliza un muestreo no probabilístico por conveniencia, es decir, que no requiere de una población representativa sino de la selección adecuada de los sujetos que intervienen de acuerdo al problema que se está abordando. La muestra es elegida de acuerdo a los propósitos e intereses que tiene el investigador, enriqueciendo la recolección y análisis de los datos (Hernández, 2014).

Los docentes de la Universidad Indoamérica y expertos son los grupos objetivos de donde se escogen dos muestras. Para la selección de la primera, se realizará una revisión de los proyectos formativos, contenidos mínimos y syllabus de la carrera de Arquitectura, eligiendo a los docentes que dictan materias relacionadas a la sostenibilidad, con el fin de conocer el alcance y softwares que se involucran en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Ver **Tabla 23**.

**Tabla 23.** Muestra 1 - Docentes.

| MUESTRA 1 - DOCENTES |   |                     |         |
|----------------------|---|---------------------|---------|
| N°                   | PROYECTO FORMATIVO                                  | DOCENTE             | PERIODO |
| 1                    | Taller de Proyectos III                             | Arq. Javier Cardet  | A23     |
| 2                    | Arquitectura Sostenible                             | Arq. Darío Bustan   | A23     |
| 3                    | Ciudad Sostenible                                   | Arq. Luis Llacas    | A22     |
| 4                    | Taller de aplicación avanzada                       | Arq. Luis Soria     | A23     |
| 5                    | Instalaciones especiales y grandes infraestructuras | Ing. Daicy Arias    | A23     |
| 6                    | Diseño Urbano                                       | Arq. Luis Llacas    | A23     |
| 7                    | Ciudad y planificación territorial                  | Arq. Diego Buitrago | A23     |

**Nota:** Elaboración propia.

La segunda muestra corresponde a un grupo de profesionales que conocen y tienen dominio de softwares de simulación. Ver **Tabla 24**.

**Tabla 24.** Muestra 2 - Profesionales.

| MUESTRA 2 - PROFESIONALES |                           |   |
|---------------------------|---------------------------|---|
| N°                        | PROFESIONAL               | RESEÑA  |
| 1                         | Arq. Estela Samamé        | Profesional de Perú con Máster en diseño y gestión ambiental de edificaciones (MDGAE), maestría que busca la optimización de sistemas energéticos, promoviendo el uso de herramienta informáticas para la certificación de edificaciones a partir de simulaciones energéticas.  |
| 2                         | Arq. Sebastián Altamirano | Graduado en la Universidad Indoamérica, desarrolló el trabajo "Análisis de la eficiencia térmica en la vivienda rural del cantón Latacunga, caso de estudio: Parroquia Once de Noviembre", en el cual se realizan simulaciones energéticas del estado actual y mejorado de los casos de estudio con el software Design Builder. Además, formó parte del equipo de investigación de la Universidad con un artículo denominado "Thermal comfort in two housing typologies in the Andean region of Ecuador: Cotopaxi Province" para el 2do Congreso de Sostenibilidad Energía y Ciudad |
| 3                         | Arq. Andrea Parra         | Docente de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, ex docente de la Universidad Indoamérica, con un máster en Tecnología de la Construcción Sostenible, Universidad de Nottingham-Reino Unido, Investigador en el grupo Ciudades Sostenibles, Universidad de Cuenca-Ecuador. Con conocimientos y habilidades técnicas en eficiencia energética, confort ambiental y software de análisis de rendimiento de edificios.   |

**Nota:** Elaboración propia.

## OBJETO DE ESTUDIO

El objeto de estudio seleccionado es la vivienda 2019 de los casos de estudio analizados en el trabajo de integración curricular "Termografía infrarroja aplicada al análisis del comportamiento térmico de la envolvente contemporánea en la ciudad de Ambato" (Ordoñez, 2022); vivienda que será modelada y simulada en el software elegido para describir el paso a paso del uso del mismo.

## PLAN DE RECOLECCIÓN Y PROCESAMIENTO DE DATOS

La presente investigación se desarrolla en base al cumplimiento de tres objetivos específicos, los cuales se dividen en nueve actividades, cada una con su técnica de recolección de datos [TRD], instrumento [INST] y técnicas de procesamiento de datos [TPD] según el caso, ver **Figura 6.** (p.57) síntesis de técnicas y para ampliar la información revisar **Anexo 7-8** (pp. 110-111).

### TRD 1: RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DOCUMENTAL

Esta técnica es un proceso racional y práctico que se realiza con los documentos disponibles en las fuentes de información seleccionadas, mejorando significativamente las destrezas y habilidades investigativas, lo cual permite crear un dominio en el tema (Rizo, 2015). Para este trabajo investigativo Google Académico, Redalyc, Scielo, Elsevier, Dialnet, etc. serán las fuentes de información seleccionadas para la búsqueda de documentos, que permita indagar y describir los programas más utilizados para ejecutar simulaciones energéticas. Se realizará una revisión de trabajos y artículos científicos que usen este tipo de simulaciones en la evaluación y cuantificación de datos, además, se revisará la normativa nacional e internacional enfocada en la mitigación del cambio climático con el fin de conocer las consideraciones de diseño óptimas. Finalmente se analizarán syllabus de proyectos formativos seleccionados y revisión de trabajos previos.

### INST 1: FORMULARIO DE RECOLECCIÓN

Este instrumento permite recolectar información de manera física o digital, organizándola para ser presentada una vez se haya sido almacenada, esta información persigue un fin específico (Londoño, 2023). En la presente investigación se establecerá un formulario de recolección el cual contenga información básica y aporte de cada documento, que posteriormente será utilizado y analizado a profundidad, buscando el cumplimiento del objetivo. Ver **Anexo 3** (p. 107).

## TPD 1: TABULACIÓN DE DATOS

Los valores, magnitudes u otros datos se procesarán por medio de tablas que permitan sintetizar la información obtenida posterior al análisis documental.

### TRD 2: ENTREVISTA

Una entrevista es una reunión entre el entrevistado y el entrevistador, en la cual se genera una conversación que permite el intercambio de información (Hernández, 2014). Se manejarán entrevistas dirigidas a los dos grupos objetivos, muestra 1 (**Tabla 23** - p.55) y muestra 2 (**Tabla 24** - p.55), con preguntas abiertas mediante un guión general de contenido para cada grupo, que se manejará con flexibilidad en base a los intereses del entrevistador.

### INST 2: GUIÓN DE ENTREVISTA

El guión de entrevista contiene las preguntas que se realizarán a los entrevistados, su finalidad es conseguir la información necesaria, persiguiendo los intereses del entrevistador (Hernández, 2014). En el presente trabajo, se aplicarán dos formatos de entrevista, el primero dirigido a la muestra 1 (**Tabla 23** - p.55), es decir, docentes que dictan los proyectos formativos seleccionados, revisar **Anexo 22** (p. 125); y el segundo a la muestra 2 (**Tabla 24** - p.55) o profesionales que tienen experiencia con softwares de simulación energética, ver **Anexo 30** (p. 133).

### TPD 2: REDACCIÓN TEXTUAL

La redacción textual busca poner por escrito un suceso previamente investigado (Yuni, 2009); es así que, la información obtenida en base a la recopilación, análisis documental y entrevistas será redactada como una síntesis de todo lo investigado previamente.

### TRD 3: SIMULACIÓN ENERGÉTICA

Es un método de cálculo computacional usado para evaluar el desempeño energético de las edificaciones, en base a las propiedades arquitectónicas, condiciones climáticas y de uso, permitiendo revisar el impacto que tienen las decisiones de diseño involucradas en el proyecto (Sol-Arq, 2019). Para el desarrollo del manual se realizará la simulación energética del caso de estudio con el fin de obtener el paso a paso de cada proceso.



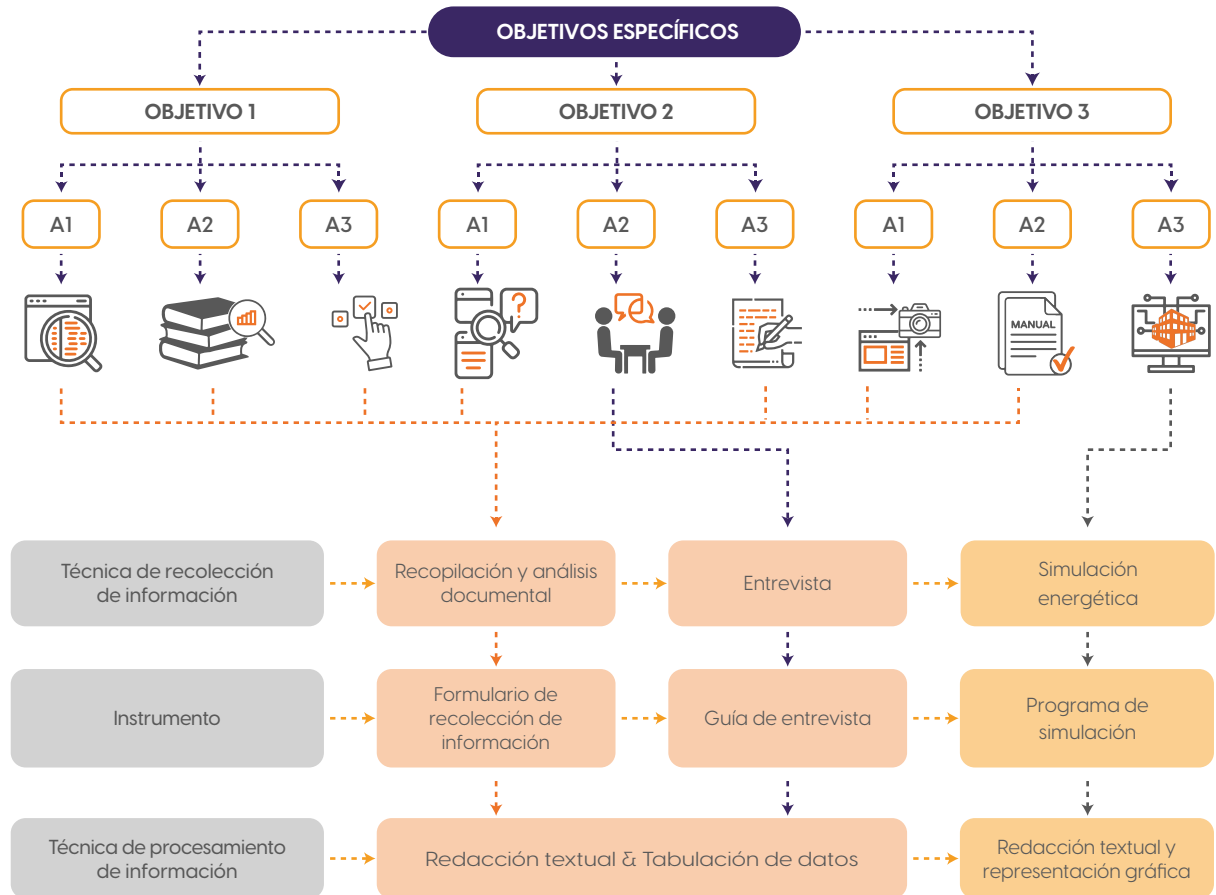
### INST 3: PROGRAMA DE SIMULACIÓN

Este tipo de herramientas permiten generar análisis relacionados con el comportamiento de las edificaciones (MIDUVI, 2018). En este caso el programa de simulación elegido permitirá describir el proceso correspondiente a la cuantificación de estrategias y aspectos como: temperatura interior y exterior, luz solar, ventilación, etc.

### TPD 3: REPRESENTACIÓN GRÁFICA

Los recursos visuales obtenidos por medio de la simulación energética permitirán componer un manual de procedimiento para la simulación energética de niveles de confort y eficiencia, apto para estudiantes y docentes de la Universidad Indoamérica, que sea completo y de fácil comprensión.

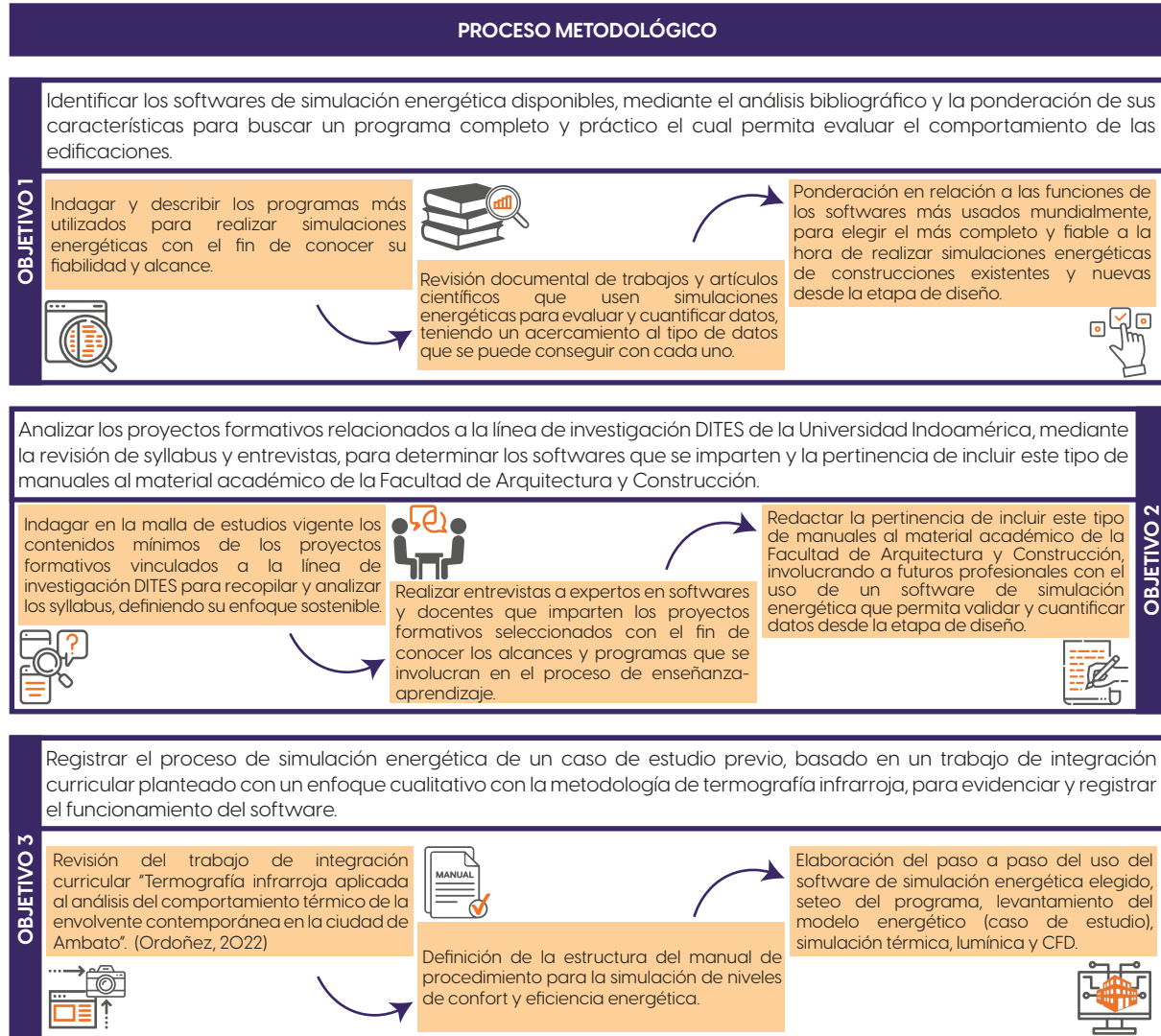
**Figura 6.** Síntesis de técnicas de recopilación.



**Nota:** Elaboración propia.

## PROCESO METODOLÓGICO

Figura 7. Proceso metodológico.



**Nota:** Elaboración propia. La figura muestra de manera sintética el proceso que se lleva a cabo.

Propuesta de manual de procedimiento para la simulación de niveles de confort y eficiencia energética en edificaciones.



# RESULTADOS

## DELIMITACIÓN TEMPORAL

Los programas de simulación energética a nivel mundial han ido evolucionando en el tiempo (**Figura 8.**), siendo unos más completos que otros; el fin de este tipo de softwares es evaluar el rendimiento de los edificios, generando varios tipos de simulaciones. Al momento de elegir un determinado software, el alcance, la interfaz y fiabilidad de los datos son algunas de las características principales las cuales permiten inclinarse por cualquiera de ellos.

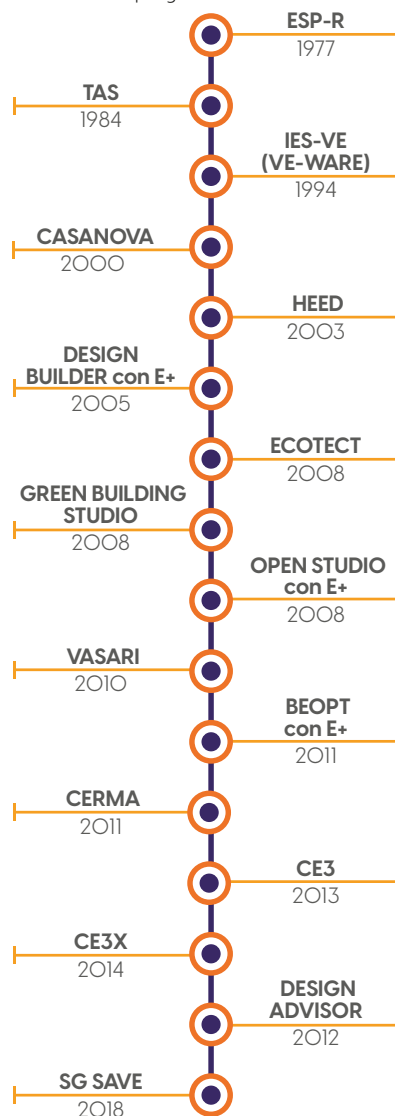
## DELIMITACIÓN ESPACIAL

El manual de procedimiento para la simulación de niveles de confort y eficiencia energética está direccionado a cualquier tipo de edificación con el fin conocer su comportamiento en la zona de emplazamiento evaluando varios aspectos; en relación a la orientación, materialidad, factores climáticos, entre otros. Lo cual permite generar mejoras en una etapa temprana de diseño, obteniendo proyectos eficientes, con menor consumo energético, que promuevan espacios confortables los cuales mejoren la calidad de vida de los habitantes. Este manual es aplicable en cualquier contexto siempre y cuando se tengan disponibles los archivos climáticos en formato EPW.

## DESARROLLO DEL OBJETIVO 1

El objetivo específico 1 comprende: "Identificar los softwares de simulación energética disponibles, mediante el análisis bibliográfico y la ponderación de sus características para buscar un programa completo y práctico el cual permita evaluar el comportamiento de las edificaciones". Se realiza una revisión documental de trabajos y artículos científicos relacionados con las simulaciones energéticas, su importancia y los softwares existentes que se usan actualmente con el fin de conocer el comportamiento de un edificio desde una etapa temprana de diseño, para garantizar un proyecto eficiente con un menor consumo energético, que aproveche las condicionantes del contexto

**Figura 8.** Evolución de los programas de simulación energética.



**Nota:** Elaboración propia. La figura muestra de el nombre del software y el año de creación.

y promueva espacios confortables los cuales mejoren la calidad de vida de los habitantes.

En el desarrollo del presente trabajo investigativo se mencionan varios programas conocidos mundialmente que permiten la simulación energética de proyectos en las diferentes etapas de diseño siendo unos más completos que otros con distintos campos de aplicación, en este apartado se mencionarán los más utilizados y reconocidos, para posteriormente realizar la elección del software más completo que permita obtener una simulación energética completa y fiable de proyectos nuevos y existentes, sin importar su tipo o complejidad.

En las simulaciones se recomienda el uso de archivos IWEC (International Weather for Energy calculation) en formato EPW, establecidos por la ASHRAE, facilitando información detallada y compatible que ha sido almacenada desde 1982 hasta 1999. Meteonorm es un software que reúne información climatológica y sofisticadas herramientas de cálculo permitiendo la interpolación de datos alrededor del mundo, se consiguen datos meteorológicos como: irradiación, temperatura, humedad, viento, precipitación, etc. de cualquier parte del mundo. Su base de datos se compone de 8325 estaciones meteorológicas, 5 satélites geostacionarios con más de 30 años de experiencia; los datos pueden ser exportados en más de 35 formatos (Software Científico S.L / Licencias Informáticas, s. f.).

Entre los softwares específicos para obtener una certificación energética se encuentran: CALENER-GT, CALENER VYP, CYPETHERM HE PLUS, CE3, CE3X, CERMA, CE2, SG SAVE; programas que permiten evaluar los requisitos mínimos establecidos por el CTE normativa española, en viviendas existentes para ser certificadas; entre ellos al tratar proyectos construidos se puede optar por CE3X que es uno de los softwares más utilizados o HULC LIDER-CALENER que permite obtener resultados más fiables y detallados.

Además, OPENSTUDIO, DESIGN BUILDER y ECOTECT son programas que usan EnergyPlus como motor de simulación, lo cual acredita los resultados al aplicar a una certificación energética, a pesar de no encontrarse reconocidos oficialmente para este fin. Estos programas permiten obtener simulaciones energéticas más completas, permitiendo analizar los resultados obtenidos con respecto a varios factores, teniendo un acercamiento real y objetivo para

evaluar el comportamiento de la edificación que involucra la habitabilidad de los usuarios al interior de cada espacio.

**OpenStudio** es un paquete de herramientas para simular proyectos, que trabaja con modelos geométricos levantados en SketchUp, obteniendo simulaciones de los sistemas de calefacción, refrigeración, iluminación y ventilación, además, se pueden generar diagramas bioclimáticos que permitan el planteamiento de estrategias pasivas en la edificación (Guglielmetti et al., 2011). Así mismo, según Ardanaz (2019) **Design Builder** es un software apto para la simulación energética y ambiental de edificios, el cual permite evaluar niveles de confort, consumo energético, emisiones de CO<sub>2</sub>, etc. de modelos complejos con diseños avanzados, del mismo modo, **ECOTECT** fue un software creado en 2008 por Autodesk, actualmente se encuentra fuera del mercado teniendo su última actualización en 2011, este programa permitía conseguir edificios con un diseño pasivo y eficiente, al ejecutar simulaciones energéticas, buscando mejorar el rendimiento de los edificios, el software case de cálculos que permiten analizar la dinámica de fluidos (Gutiérrez, 2010).

En esta perspectiva se realiza un análisis bibliográfico de artículos científicos, trabajos de investigación, tesis, entre otros que aportan al desarrollo del presente trabajo.

La tesis doctoral **"Análisis comparativo de la eficiencia energética en edificios existentes con diferentes herramientas de simulación energética"** (Gavilán Casal, 2015), desarrollada en España, plantea la importancia de la simulación energética en distintos ámbitos: proyecto constructivo, rehabilitación, obtención de certificación ambiental, auditoría energética, entre otros. Existen programas de referencia que permiten certificar las edificaciones en una opción general, CALENER-GT es un programa apto para la certificación energética de grandes edificios, mientras que CALENER VYP, se usa para la certificación de viviendas. La opción simplificada contempla programas que buscan el cumplimiento mínimo marcado en el Código Técnico de la Edificación (CTE), normativa que establece las exigencias básicas de calidad que deben cumplir los edificios, estos programas son: ver **Tabla 25.** (p.63)

En edificios nuevos el cálculo del consumo energético es teórico, es decir, en base a los materiales, diseño y sistemas energéticos que usa: iluminación, climatización, etc. En edificios existentes el cálculo va acorde a los actuales niveles

de consumo que tiene el edificio, además temas como: calidad de envolvente, orientación, elementos que producen sombra, entre otros aspectos que influyen directamente en la edificación a ser certificada (Gavilán Casal, 2015).

**Tabla 25.** Programas para certificación opción simplificada.

| PROGRAMA | EDIFICIOS |            |
|----------|-----------|------------|
|          | NUEVOS    | EXISTENTES |
| CE3      |           |            |
| CE3X     |           |            |
| CERMA    |           |            |
| CE2      |           |            |

**Nota:** Adaptado a partir de Gavilán Casal (2015). Análisis comparativo de la eficiencia energética en edificios existentes con diferentes herramientas de simulación energética.

El aporte de este trabajo es dar a conocer metodologías y programas de simulación usados en la certificación energética de edificios nuevos y existentes, además de plantear las consideraciones que se deben tomar en cuenta según el caso que se esté analizando.

Debido a la demanda que ha tenido el uso de archivos climáticos para estudios realizados en las viviendas de Chile, el artículo **“Función e impacto del archivo climático sobre las simulaciones de demanda energética”** (González & Díaz, 2013), realiza un análisis comparativo con tres tipos de archivos climáticos, que se obtienen a través de estaciones meteorológicas, algoritmos de interpolación y periodos considerados. El tipo de archivo a utilizar va relacionado al tipo de análisis que se requiere, es decir, si el análisis que se efectúa es en año específico, lo idóneo es usar un archivo climático de ese año en específico; si son estudios comparativos de un largo periodo de tiempo, se puede utilizar un archivo climático de un año típico (año promedio con las condiciones climáticas más representativas). Los archivos IWEC proceden de la ASHRAE en formato EPW, son los más utilizados al contar con una base de datos desde 1982 hasta 1999, proporcionando información detallada y siendo compatible con varios softwares de simulación. Meteororm es un software que se encuentra fuera de actualizaciones desde 2004, los datos presentados no pueden ser atribuidos a un año en específico, es por esto que en las simulaciones existe

una variación significativa al alterarse factores vencibles con la temperatura, velocidad del viento y radiación. Los datos obtenidos a partir del Observatorio Geodésico cuentan con datos disponibles desde 2001, permitiendo conocer el comportamiento del clima (González & Díaz, 2013).

El archivo IWEC es el más completo y fiable para generar simulaciones energéticas, por su amplia base de datos meteorológicos que se almacena, además de ser el resultado de un proyecto de investigación ASHRAE 1015.

En el artículo **“A review of methods to match building energy simulation models to measured data”** (Coakley et al., 2014), desarrollado por la Universidad de California, en los Estados Unidos, que en español hace referencia a la **“Revisión de los métodos para ajustar los modelos de simulación energética de edificios a los datos medidos”**, presenta la calibración de datos, es decir, realizar una aproximación entre los datos obtenidos mediante la simulación con los datos medidos, para obtener resultados más precisos y confiables que se acerquen a la realidad, esta calibración no cuenta con un método definido por lo que el autor decide la técnica con la cual realizará este proceso, puede ser de manera manual, interactiva y pragmática o por medio de pantallas comparativa con gráficas informativas, una calibración por pruebas especiales y procedimientos analíticos o el uso de métodos analíticos/matemáticos de calibración (Coakley et al., 2014).

La calibración que se realiza entre los datos simulados y los datos medidos es indispensable al modelar edificios reales por todos los factores externos del contexto que influyen sobre el mismo.

Al presentarse altos niveles de contaminación ambiental en el sector de la construcción se plantean alternativas de diseño que aprovechen los materiales y energías renovables, involucrando nuevas tecnologías, en la tesis **“Criterios para la eficiencia energética en viviendas unifamiliares”** (E. García, 2013), se realiza una revisión bibliográfica de las necesidades energéticas que tiene una vivienda, además de las tecnologías y energías renovables existentes las cuales pueden ser usadas en el diseño. Los diferentes criterios que se exponen están relacionados con la orientación, elementos arquitectónicos y la forma según las condiciones climáticas predominantes; optando por el uso de energías renovables y equipos de alto rendimiento que generen un bajo consumo energético.

Al finalizar la investigación se presentan una serie de características que pueden ser aplicadas según el elemento arquitectónico, tomando en cuenta en las distintas regiones del Ecuador donde las principales variantes son la temperatura y humedad, aspectos que condicionan el uso de diferentes estrategias.

Este documento presenta una serie de aspectos los cuales se deben tomar en cuenta al momento de diseñar, aprovechando las condicionantes de contexto, disminuyendo el impacto ambiental y promoviendo el ahorro energético de la edificación.

La Asociación Argentina de Mecánica Computacional presenta un artículo denominado **"Simulación computacional para la mejora de la eficiencia energética en la climatización de viviendas"** (Bre et al., 2013), donde se hace alusión al uso de Energy-Plus como software de situación energética utilizando un modelo base el cual irá variando su orientación en los diferentes puntos cardinales para observar el comportamiento que tiene frente al consumo anual de la refrigeración y calefacción (Bre et al., 2013).

El software Energy-Plus permite evaluar la demanda energética de los sistemas de refrigeración y calefacción de un determinado proyecto con diferentes orientaciones, consiguiendo gráficas comparativas de temperatura exterior vs interior, consumo diario de climatización, entre otras que son importantes para generar una propuesta óptima en base al estado actual analizado.

En el Congreso Nacional del Medio Ambiente se habla de: **"La simulación energética como herramienta de predicción, normativa y de investigación en proyectos de arquitectura eficientes"** (Cuerdo, 2009). Actualmente los programas de simulación son usados como una herramienta para la toma de decisiones al momento de proyectar una edificación u calibrar su consumo energético. Existen varios programas que permiten la simulación energética de edificaciones, entre ellos se encuentran: LIDER-CALENER, DESIGN BUILDER, ECOTECT o TRNSYS; estos softwares permiten evaluar el estado actual de la propuesta buscando soluciones constructivas acertadas que optimicen recursos y permitan conseguir una propuesta eficiente y sostenible que garantice la habitabilidad y confort del usuario al interior.

En este congreso se compara una herramienta de simulación energética homologada LIDER-CALENER frente al software Design Builder, se evalúan parámetros de la envolvente en una volumetría simple con el fin de optimizarla analizando la incidencia que tiene cada parámetro en los valores de demanda, consumo y emisiones de CO<sub>2</sub> en el objeto de estudio.

En el artículo **"Características relevantes de la simulación energética de viviendas unifamiliares"** (García-Alvarado et al., 2014), se presentan varios programas usados en Chile, ver **Tabla 26.** (p.65), con el fin de tener herramientas que permitan llegar a un análisis de la calidad y demanda ambiental que tienen las edificaciones de este contexto, es así que se plantea la necesidad de corregir el desempeño de las construcciones, reduciendo el consumo energético, para lo cual se identifican los softwares más fiables y pertinentes que permiten la simulación energética de los edificios. Los softwares en el mercado se clasifican por las funciones y el nivel de detalle al que llegan con la simulación, entre los más conocidos se encuentra ESP-R, TAS, IES-VE, CASANOVA, HEED, ECOTECT, DESIGN BUILDER, OPENSTUDIO, GREEN BUILDING STUDIO, VASARI, BEOPT, DESIGN ADVISOR, etc. Los cuales se usan de acuerdo a la complejidad de proyecto o a la etapa en la cual se requiera ejecutar la simulación, revisar la **Tabla 28.** (p.66) (García-Alvarado et al., 2014).

De manera general se presenta un proceso general de simulación **Figura 9.** (p.67) el cual se compone por una serie de tareas importantes necesarias para una simulación adecuada, centrada en una operación de cálculo, que requiere previamente una modelación y descripción (de acuerdo ciertos antecedentes), y subsecuentemente produce resultados y análisis (García-Alvarado et al., 2014).

Las simulaciones energéticas se realizan a partir de un modelo energético en cual se define la materialidad y aspectos como ubicación, clima, orientación, aberturas, entre otros, que permitan una simulación efectiva, lo que concluya en la obtención de ambientes de calidad.

El artículo **"Mapeo de interoperabilidad entre BIM y BPS software (simulación energética) para Chile"** (Lobos et al., 2013), define la importancia del modelo energético que permite simular el comportamiento de la edificación, con el fin de generar un equilibrio entre el ámbito económico, el cumplimiento de las normas, la eficiencia energética y las certificaciones. BIM (Building Information



Modeling) es una metodología de trabajo que permite la creación y gestión de un proyecto de construcción, subdividiéndolo por zonas o áreas, cualidad que puede ser aprovechada cuando se requieran cálculos en software BPS. Building performance simulation (BPS), permite recopilar todos los aspectos relacionados con el rendimiento del edificio, es decir, simulación térmica, la simulación de iluminación, la simulación acústica y la simulación de flujo de aire. Los modelos BIM pueden ser compatibles con software BPS, permitiendo realizar simulaciones energéticas (Lobos et al., 2013). **Tabla 27.**

El principal aporte de este artículo radica en demostrar la compatibilidad de un modelo BIM para simulaciones BPS, por medio de los diferentes intercambios de información que se pueden hacer entre programas.

En el artículo **“Comparing the results of thermal simulation of rasoulia house in Yazd by design builder software, with experimental data”** (Eisabegloo et al., 2016), que en español hace referencia a **“Comparación de los resultados de la simulación térmica de la casa Rasoulia en Yazd mediante el software Design Builder, con los datos experimentales”**, desarrollado en Irán, se plantea la necesidad de utilizar estrategias sostenibles en futuros proyectos, los cuales serán simulados mediante programas especializados, que permiten validar los resultados. Design Builder es un software capaz de modelar casi todos los aspectos de la construcción, generando hasta modelos CFD y obteniendo datos precisos acorde a las condiciones climáticas que influyen en el proyecto (Eisabegloo et al., 2016).

Mediante los resultados obtenidos en este artículo, al comparar los datos de simulación conseguidos por medio del software con los datos experimentales de un determinado caso de estudio, se puede concluir que existe una variación de 1 a 5 °C, lo que permite definir a Design Builder como un software completo, el más preciso del mercado.

El trabajo **“Caracterización térmica de muros y simulación energética de un edificio histórico”** (Rincón Maravilla, 2012). Usa el software Design Builder para modelar y simular el caso de estudio, buscando proponer mejoras que permitan reducir consumo energético y mejorar el confort interior percibido por el público, por medio de estrategias pasivas de tipo arquitectónicas con el uso adecuado de materiales y aislamientos. Esta investigación utiliza la cámara

**Tabla 26.** Programas de simulación energética usados en Chile.

| PROGRAMA              | AÑO  | PROVEEDOR         |
|-----------------------|------|-------------------|
| ESP-R                 | 1977 | U. Strathclyde    |
| TAS                   | 1984 | EDSL              |
| IES-VE (VE-WARE)      | 1994 | IESVE             |
| CASANOVA              | 2000 | U. Siegen         |
| HEED                  | 2003 | UCLA              |
| DESIGNBUILDER con E+  | 2005 | DesignBuilder Co. |
| ECOTECT               | 2008 | Autodesk          |
| GREEN BUILDING STUDIO | 2008 | Autodesk          |
| OPEN STUDIO con E+    | 2008 | NREL              |
| VASARI                | 2010 | Autodesk          |
| BEOPT con E+          | 2011 | NREL              |
| DESIGN ADVISOR        | 2012 | MIT               |

**Nota:** Adaptado a partir de García-Alvarado, R., González, A., Bustamante, W., Bobadilla, A., Muñoz, C. (2014). Características relevantes de la simulación energética de viviendas unifamiliares.

**Tabla 27.** Líneas de intercambio de información.



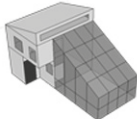
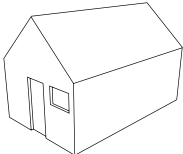

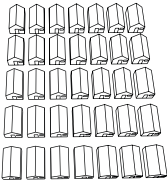
| FORMATO | BIM - BPS              | PRESTACIÓN                        |
|---------|------------------------|-----------------------------------|
| DXF     | Revit a Ecotect        | Iluminación                       |
|         | Revit a Ecotect        | Demanda Calefacción/ Enfriamiento |
|         | Revit a Design Builder | Demanda Calefacción/ Enfriamiento |
|         | Revit a TAS            | -                                 |
| RVT     | Revit a Vasari         | Ganancias Solares                 |
|         | SketchUp a Vasari      | Ganancias Solares                 |

**Nota:** Adaptado a partir de Lobos D, Wandersleben G, Castillo L. (2013). Mapeo de S2interoperabilidad entre BIM y BPS software (simulación energética) para Chile.

termográfica para realizar ensayos que permitan identificar los puentes térmicos existentes, que serán solucionados por medio de modificaciones en la envolvente e incorporación de aparatos de climatización.

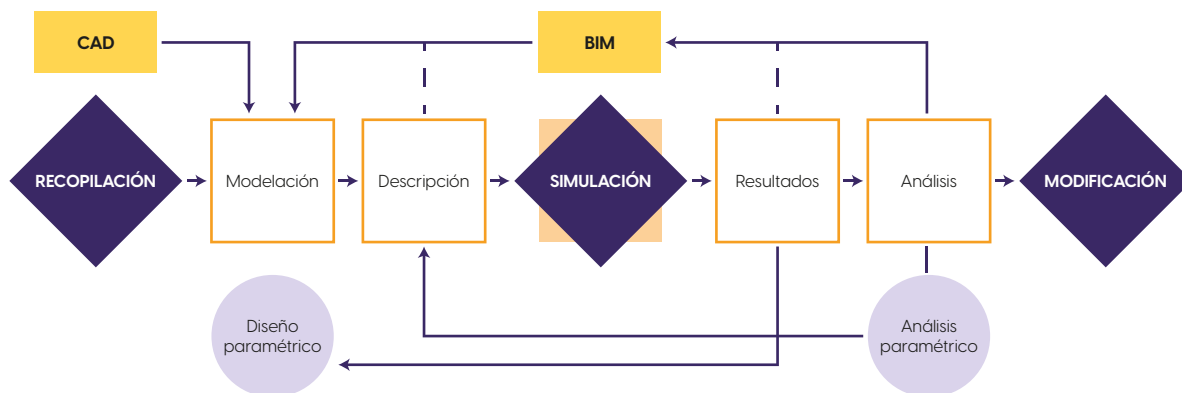
El software Design Builder permite obtener un diagnóstico del estado energético y ambiental actual del caso de estudio, permitiendo simular las soluciones propuestas para mejorar el confort y reducir la demanda energética del mismo.

**Tabla 28.** Aplicación de los distintos sistemas por rango.

| NIVEL DE DISEÑO           | BÁSICO  | INTERMEDIO  | AVANZADO  |
|---------------------------|---|---|---|
| Estrategias Bioclimáticas |  |  |  |
| Etapas de Diseño          | INICIAL   | DESARROLLO  | EJECUCIÓN   |
| Magnitud de proyectos     |  |  |  |
| Software                  | Casa nova<br>HEED<br>Green Building<br>Vasari<br>Design Advisor                   | Ecotect<br>BEOPT<br>VE-Ware   | ESP-R<br>TAS<br>DesignBuilder<br>OpenStudio   |

**Nota:** Adaptado a partir de García-Alvarado, R, González, A, Bustamante, W, Bobadilla, A, Muñoz, C. (2014). Características relevantes de la simulación energética de viviendas unifamiliares.

Figura 9. Proceso de simulación energética.



**Nota:** Adaptado a partir de García-Alvarado, R., González, A., Bustamante, W., Bobadilla, A., Muñoz, C. (2014). Características relevantes de la simulación energética de viviendas unifamiliares.

## TABLA RESUMEN ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO

| AUTOR                       | TIPO           | TEMA  | AÑO  | APORTE  |
|-----------------------------|----------------|---|------|---|
| Antonio Gavilán Casal       | Tesis Doctoral | Análisis comparativo de la eficiencia energética en edificios existentes con diferentes herramientas de simulación energética | 2015 | Da a conocer metodologías y programas de simulación usados en la certificación energética de edificios nuevos y existentes, además de plantear las consideraciones que se deben tomar en cuenta según el caso que se esté analizando. |
| González Alex & Díaz Muriel | Artículo       | Función e impacto del archivo climático sobre las simulaciones de demanda energética  | 2013 | El archivo IWEC es el más completo y fiable para generar simulaciones energéticas, por su amplia base de datos meteorológicos que se almacena, además de ser el resultado de un proyecto de investigación ASHRAE 1015.                |

## TABLA RESUMEN ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO

| AUTOR   | TIPO     | TEMA  | AÑO  | APORTE   |
|---|----------|---|------|--|
| Daniel Coakley, Paul Raftery & Marcus Keane       | Artículo | A review of methods to match building energy simulation models to measured data.<br>Revisión de los métodos para ajustar los modelos de simulación energética de edificios a los datos medidos. | 2014 | La calibración que se realiza entre los datos simulados y los datos medidos es indispensable al modelar edificios reales por todos los factores externos del contexto que influyen sobre el mismo.   |
| Edyson García                                     | Tesis    | Criterios para la eficiencia energética en viviendas unifamiliares  | 2013 | Este documento presenta una serie de aspectos los cuales se deben tomar en cuenta al momento de diseñar, aprovechando las condicionantes de contexto, disminuyendo el impacto ambiental y promoviendo el ahorro energético de la edificación.  |
| Facundo Bre, Víctor Fachinottia & Gustavo Bearzot | Artículo | Simulación computacional para la mejora de la eficiencia energética en la climatización de viviendas  | 2013 | El software Energy-Plus permite evaluar la demanda energética de los sistemas de refrigeración y calefacción de un determinado proyecto con diferentes orientaciones, consiguiendo gráficas comparativas de temperatura exterior vs interior, consumo diario de climatización, entre otras que son importantes para generar una propuesta óptima en base al estado actual analizado. |
| Teresa Cuerdo                                     | Congreso | La simulación energética como herramienta de predicción, normativa y de investigación en proyectos de arquitectura eficientes   | 2009 | En este congreso se compara una herramienta de simulación energética homologada LIDER-CALENER frente al software Design Builder, se evalúan parámetros de la envolvente en una volumetría simple con el fin de optimizarla analizando la incidencia que tiene cada parámetro en los valores de demanda, consumo y emisiones de CO2 en el objeto de estudio.                          |

## TABLA RESUMEN ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO

| AUTOR  | TIPO     | TEMA   | AÑO  | APORTE  |
|--|----------|--|------|---|
| García Alvarado R,<br>González A,<br>Bustamante W,<br>Bobadilla A. &<br>Muñoz C. | Artículo | Características relevantes de la simulación energética de viviendas unifamiliares  | 2014 | Las simulaciones energéticas se realizan a partir de un modelo energético en cual se define la materialidad y aspectos como ubicación, clima, orientación, aberturas, entre otros, que permitan una simulación efectiva, lo que concluya en la obtención de ambientes de calidad.   |
| Danny Lobos,<br>Gerth Wandersleben<br>& Lorena Castillo                          | Artículo | Mapeo de interoperabilidad entre BIM y BPS software (simulación energética) para Chile   | 2013 | Demostrar la compatibilidad de un modelo BIM para simulaciones BPS, por medio de los diferentes intercambios de información que se pueden hacer entre programas.  |
| Eisabegloo A.,<br>Haghshenas M. &<br>Borzoui A                                   | Artículo | Comparing the results of thermal simulation of rasoulia house in Yazd by design builder software, with experimental data.<br><br>Comparación de los resultados de la simulación térmica de la casa Rasoulia en Yazd mediante el software Design Builder, con los datos experimentales. | 2016 | Mediante los resultados obtenidos en este artículo, al comparar los datos de simulación conseguidos por medio del software con los datos experimentales de un determinado caso de estudio, se puede concluir que existe una variación de 1 a 5 °C, lo que permite definir a Design Builder como un software completo, el más preciso del mercado. |
| Del Rincón Maravilla,<br>Carlos  | Artículo | Caracterización térmica de muros y simulación energética de un edificio histórico  | 2012 | El software Design Builder permite obtener un diagnóstico del estado energético y ambiental actual del caso de estudio, permitiendo simular las soluciones propuestas para mejorar el confort y reducir la demanda energética del mismo.  |

## PONDERACIÓN DE SOFTWARE

Para la ponderación del software de simulación energética más completo y fiable se realiza una tabla con criterios y funciones necesarias para generar simulaciones, donde se comparan los softwares más utilizados a nivel mundial. **Tabla 29.** Ponderación de programas.

| DESCRIPCIÓN             |                               | OPEN STUDIO | ECOTECT      | DESIGN BUILDER | ENERGY PLUS | ESP-R               | TAS           | HEED                  |
|-------------------------|-------------------------------|-------------|--------------|----------------|-------------|---------------------|---------------|-----------------------|
| DATOS GENERALES         | Ultima versión                | 3.6.0       | Ecotect 2011 | v7.02.006      | 23.1.0      | Version 2.0 (GPLv2) | Version 9.5.1 | Version 5.1 (Build 1) |
|                         | Software                      |             |              |                |             |                     |               |                       |
|                         | Plug-in                       |             |              |                |             |                     |               |                       |
| USO                     | Nuevos proyectos              |             |              |                |             |                     |               | D generales           |
|                         | Rehabilitaciones              |             |              |                |             | Coordenadas         | 2D            | D generales           |
|                         | Auditorías energéticas        |             |              |                |             |                     |               |                       |
|                         | Certificaciones               |             |              |                |             |                     |               |                       |
|                         | Commissioning y mantenimiento |             |              |                |             |                     |               |                       |
| MODELADO                | Rápido e intuitivo            | Sketch Up   |              |                |             |                     |               |                       |
|                         | Plantillas                    |             |              |                |             |                     |               |                       |
|                         | Importación desde BIM         |             | Revit        |                |             |                     |               |                       |
| VISUALIZACIÓN           | Trayectoria solar             |             |              |                |             |                     |               |                       |
|                         | Sombras                       | Sketch Up   |              |                |             |                     |               |                       |
|                         | Render                        | Sketch Up   |              |                |             |                     |               |                       |
| CÁLCULO DE CARGAS       | Potencias máximas             |             |              |                |             |                     |               |                       |
|                         | Calefacción                   |             |              |                |             |                     |               |                       |
|                         | Refrigeración                 |             |              |                |             |                     |               |                       |
| SIMULACIÓN              | Motor EnergyPlus              |             |              |                |             |                     |               |                       |
|                         | Máximo detalle                |             |              |                |             |                     |               |                       |
|                         | Térmica                       |             |              |                |             |                     |               |                       |
|                         | Lumínica                      |             |              |                |             |                     |               |                       |
| ILUMINACIÓN NATURAL     | Motor Radiance                |             |              |                |             |                     |               |                       |
|                         | Iluminación Factor de Luz Día |             |              |                |             |                     |               |                       |
|                         | Informes LEED automáticos     |             |              |                |             |                     |               |                       |
| CFD DINÁMICA DE FLUIDOS | Análisis de viento            |             |              |                |             |                     |               |                       |
|                         | Ventilación natural           |             |              |                |             |                     |               |                       |
|                         | Difusión interior             |             |              |                |             |                     |               |                       |
| OPTIMIZACIÓN            | Energía - Emisiones CO2       | Energía     |              |                |             |                     |               |                       |

Para concluir luego de generar una comparativa entre softwares más utilizados y reconocidos a nivel mundial se define a Design Builder como el programa de simulación energética más completo y fiable del mercado, que permite la simulación de cualquier tipo de edificación, mediante el dibujo de modelos complejos y detallados. Es un software que usa EnergyPlus como motor de simulación, permitiendo aplicar a una certificación energética, a pesar de no ser un programa reconocido oficialmente.

Todos los parámetros que se evalúan por medio de la simulación, dan paso a una serie de cálculos que permiten

obtener proyectos eficientes de bajo consumo energético, con espacios confortables que mejoren la calidad de vida de los habitantes. Una de sus ventajas se encuentra en la amplia librería de materiales que puede ser utilizada según el tipo de edificación, las propiedades térmicas, es decir: conductividad térmica (K), calor específico (Cp) y la densidad (d), se encuentran configuradas en base a datos internacionales establecidos en la Norma Básica de la Edificación (NBE-CT-79), la cual se utiliza en la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC), capítulo Eficiencia Energética en Edificaciones Residenciales (EE).

## DESARROLLO DEL OBJETIVO 2

El objetivo específico 2 comprende: "Analizar los proyectos formativos relacionados a la línea de investigación DITES de la Universidad Indoamérica, mediante la revisión de syllabus y entrevistas, para determinar los softwares que se imparten y la pertinencia de incluir este tipo de manuales al material académico de la Facultad de Arquitectura y Construcción". Se revisan los contenidos mínimos de los 51 proyectos formativos correspondientes

a la malla curricular vigente de la Universidad Indoamérica **Anexos 9-21 (pp.112-124)** para seleccionar aquellos relacionados con la sostenibilidad o que involucren el uso de simuladores y herramientas tecnológicas en el proceso de aprendizaje, en base a estos criterios se eligen los siguientes proyectos formativos de la unidad profesional correspondientes a quinto, sexto, octavo y noveno nivel para ser analizados. **Figura 10-11 & Tabla 30-32.**

Figura 10. Proyectos nivel intermedio.



Nota: Elaboración propia.

**Tabla 30.** Contenidos mínimos nivel intermedio de carrera

| N° | ASIGNATURA              | NIVEL | RESULTADOS DE APRENDIZAJE   | CONTENIDOS MÍNIMOS   |
|----|-------------------------|-------|---|--|
| 27 | Taller de Proyectos III | 5     | Aplica los principios de composición arquitectónica en el desarrollo de una propuesta arquitectónica para resolver un problema de hábitat de mediana complejidad con una justificación científica y con altos niveles de creatividad. | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Relación del objeto arquitectónico con el contexto físico, contexto social y ambiental.</li> <li>2. Proyecto de Arquitectura y definición del escenario urbano.</li> <li>3. Modelos digitales para la comprensión del espacio y simulación de condiciones.</li> <li>4. Tipologías relacionadas a las condiciones del sitio (escalonada, en barra, tejido).</li> <li>5. Diagramas como instrumento de análisis.</li> <li>6. Estudio y resolución de Casos</li> </ol>                                      |
| 36 | Arquitectura sostenible | 6     | Justifica el desarrollo de proyectos arquitectónicos en términos ecológicamente responsables, aplicando criterios de reducción, reutilización y reciclaje de materiales, del agua y energía, aplicando técnicas adecuadas.            | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Conceptos de arquitectura sustentable y bioclimática.</li> <li>2. Pilares de la Arquitectura Sustentable.</li> <li>3. Ciclo de vida de la construcción.</li> <li>4. Materiales y recursos.</li> <li>5. Implantación y entorno.</li> <li>6. Gestión del Agua.</li> <li>7. Gestión de Residuos (learn construction).</li> <li>8. Técnicas pasivas y activas.</li> <li>9. Calidad ambiental interior.</li> <li>10. Eficiencia energética y energías renovables.</li> <li>11. Certificación LEED.</li> </ol> |
| 37 | Ciudad Sostenible       | 7     | Aplica conceptos y criterios básicos del Eco-Urbanismo en soluciones específicas a problemas de baja complejidad dentro la ciudad.  | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ciudad compacta y ciudad dispersa.</li> <li>2. Buenas prácticas de ciudades sostenibles.</li> <li>3. Alternativas sostenible para el manejo de ciudades.</li> <li>10. Redes para peatones y ciclistas.</li> <li>11. Conceptos de la ciudad paseable.</li> </ol>  |

**Nota:** Adaptado a partir de Malla Curricular (2019. Universidad Indoamérica – Facultad de Arquitectura y Construcción.



Al analizar a profundidad los syllabus y contenidos mínimos de los proyectos formativos seleccionados correspondientes al nivel intermedio de la carrera **Figura 10.** (p.71) y **Tabla 30.** (p.72) se observa que:

En el proyecto formativo **Taller de Proyectos III** dictado en quinto nivel de la carrera, se busca solucionar problemas mediante la aplicación de principios formales, funcionales y tecnológicos, proponiendo proyectos que respeten aspectos medioambientales, de sostenibilidad, normativos, técnicos, entre otros; mejorando las condiciones de vida de los usuarios.

Por otra parte, **Arquitectura Sostenible** es un proyecto formativo que busca involucrar la sostenibilidad y economía circular en el ámbito de la construcción, generando un menor impacto ambiental. Este proyecto formativo aparece con el fin de solucionar los grandes problemas de contaminación e impacto que genera el sector de la construcción con el manejo ineficiente de los desechos, precarios sistemas de gestión de agua, edificaciones con bajos niveles de confort y el desaprovechamiento de las energías renovables en sistemas de climatización de las edificaciones.

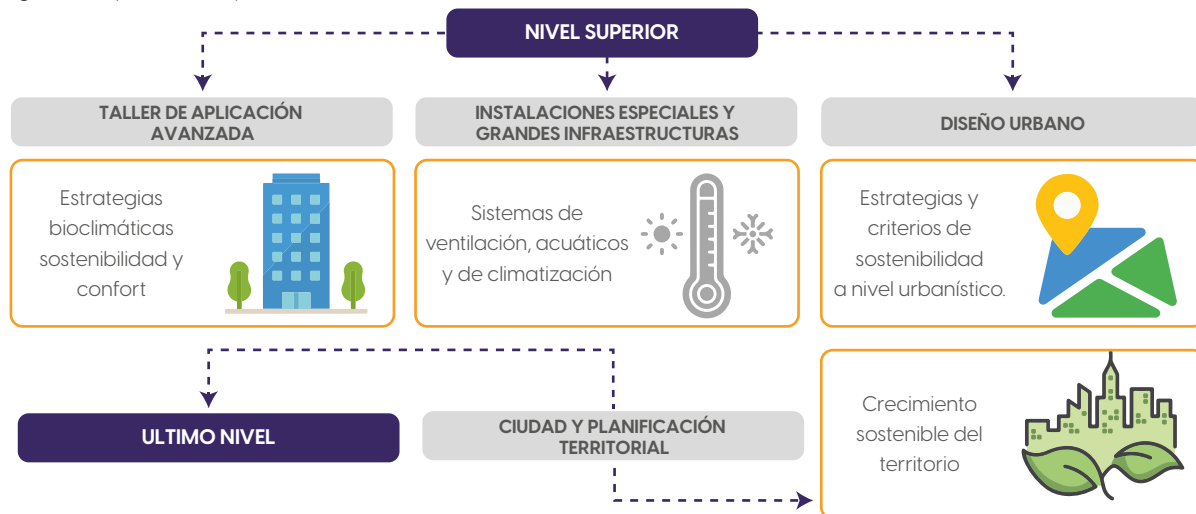
Por lo tanto, se involucran temas relacionados con la sostenibilidad en la construcción donde se analizan

estrategias pasivas y activas de arquitectura sostenible, energía renovable y no renovable, eficiencia energética, certificaciones y normativa ambiental, entre otros aspectos que tributen a mitigación del cambio climático.

Además, **Climate Consultant** es un programa que se utiliza durante el proceso de enseñanza con el fin de conocer el comportamiento que tiene el clima en una determinada zona; los datos **EPW** son procesados por medio de gráficos de fácil comprensión, además se obtienen una serie de estrategias pasivas de diseño que son aplicables en la zona climática que se esté analizando. También se realizan simulaciones en SketchUp con el plug-in **SunHours**, que genera cuadrículas complejas permitiendo calcular la exposición y horas de luz solar que tiene un cuerpo sólido en un determinado periodo de tiempo.

Como consecuencia en séptimo nivel el proyecto formativo de **Ciudad Sostenible** trata temas relacionados al urbanismo enfocado a la sostenibilidad, resolviendo problemas sociales relacionados con el hábitat, riesgos y resiliencia de las ciudades, proponiendo proyectos arquitectónicos y urbanísticos que permitan satisfacer las necesidades de los habitantes, aplicando estrategias sostenibles que involucren el uso efectivo del agua y la energía.

**Figura 11.** Proyectos nivel superior- último nivel.



**Nota:** Elaboración propia.

**Tabla 31.** Contenidos mínimos nivel superior.

| N° | ASIGNATURA  | NIVEL | RESULTADOS DE APRENDIZAJE  | CONTENIDOS MÍNIMOS   |
|----|---|-------|--|--|
| 43 | Taller de aplicación avanzada                       | 8     | Aplica los principios de composición arquitectónica en el desarrollo de una propuesta arquitectónica para resolver un problema relaciones urbanas y de contexto con una justificación científica y con altos niveles de creatividad.   | 1. Soluciones integrales a problemas derivados de la realidad del país, relacionados con el diseño arquitectónico, el urbanismo y el medio ambiente. 2. Análisis de la realidad urbana y La escala arquitectónica. 3. Generación del programa arquitectónico. 4. Manejo de áreas interiores y exteriores. 5. Análisis de casos de proyectos como complejos deportivos, sociales, jurídicos, etc. |
| 44 | Instalaciones especiales y grandes infraestructuras | 8     | Elabora un análisis de instalaciones para resolver un problema de información técnica especializada del manejo de climatización, ventilación, acústicas, redes y grandes infraestructuras con altos niveles de creativo y fundamentos científicos impulsando la investigación. | 1. Climatización en ambientes interiores. 2. Calidad del aire interior. 3. Sistemas de ventilación y extracción. 4. Instalaciones Acústicas. 5. Instalaciones de Gas. 6. Aplicación de las Energías renovables en las instalaciones.   |
| 45 | Diseño urbano                                       | 8     | Diseña ordenanzas urbanas, urbanizaciones y espacios públicos de baja complejidad, en base al análisis del funcionamiento de las ciudades y a criterios básicos de sostenibilidad y movilidad.   | 1. Manejo y diseño de ordenanzas urbanas. 2. Conceptos e instrumentos básicos de movilidad y transporte sostenible. 3. Modelos urbanos y de movilidad actuales. 4. Redes peatonales y ciclo vías. 5. Análisis de referentes de espacios públicos.  |

**Nota:** Adaptado a partir de Malla Curricular (2019. Universidad Indoamérica – Facultad de Arquitectura y Construcción.

**Tabla 32.** Contenidos mínimos ultimo nivel.

| N° | ASIGNATURA                         | NIVEL | RESULTADOS DE APRENDIZAJE  | CONTENIDOS MÍNIMOS   |
|----|------------------------------------|-------|--|--|
| 48 | Ciudad y planificación territorial | 9     | Identifica problemas y potencialidades de las ciudades en relación al territorio y sus componentes para el análisis de su funcionamiento compartido, direccionado con las normativas, guías y metodologías nacionales. | 1. Introducción y antecedentes a la Planificación Territorial. Definiciones Básicas. 2. Problemas y rol de las ciudades. 3. Sistemas de Planificación, Enfoques, Instrumentos, Escalas (regional, nacional, local) y Gestión de la Ciudad-Territorio. 4. Tipos de Planificación: perspectiva histórica; planificación estratégica; planificación ecológica. 5. Componentes Territoriales (Biofísico, Socio Cultural, Económico, Asentamientos Humanos, Movilidad, Energía y conectividad, Político Institucional y de Participación Ciudadana) 6. Ecosistemas urbanos y naturales, Recursos naturales y alimentarios para las ciudades, agricultura urbana y periferias. 7. Marco legal del Ordenamiento Territorial local. (Plan Nacional |

**Nota:** Adaptado a partir de Malla Curricular (2019. Universidad Indoamérica – Facultad de Arquitectura y Construcción.

Revisar **Figura 11.** (p. 73) y **Tabla 31-32.** (pp.74-75) donde se describen los proyectos formativos del nivel superior y ultimo nivel elegidos.

El nivel superior de la carrera comprende, el proyecto formativo **Taller de Aplicación Avanzada** que propone un edificio de uso mixto que cumpla con normas y regulaciones municipales, tomando en cuenta aspectos formales, funcionales, tecnológicos, de sostenibilidad y confort, el cual involucre en su diseño estrategias bioclimáticas según el contexto de emplazamiento propuesto, en el proceso de enseñanza se involucran varios softwares como: SketchUp, Formit, Revit, ArchiCAD.

En base se lo antes mencionado se define a **Formit** como un software de Autodesk que permite generar validaciones de hermeticidad, sol y sombras, obteniendo un análisis solar y energético de la edificación que sea simulada con respecto al lugar de emplazamiento.

Con respecto al proyecto formativo **Instalaciones Especiales y Grandes Infraestructuras** durante el proceso de enseñanza- aprendizaje, busca diseñar sistemas de ventilación, acuáticos y de climatización en ambientes interiores, los cuales abarquen principios de eficiencia energética, promoviendo el uso de energías renovables. Diseño Urbano es un proyecto formativo que produce proyectos con estrategias y criterios de sostenibilidad a nivel urbanístico.

Finalmente, uno de los proyectos de ultimo nivel es **Ciudad y Planificación Territorial** contribuye con el crecimiento sostenible del territorio mejorando las condiciones de vida de los habitantes, se analiza la planificación de las ciudades aplicando indicadores sostenibles los cuales permitan obtener un diagnóstico de las mismas.

Luego del análisis de los contenidos mínimos y syllabus de cada proyecto formativo se observa que el proceso de enseñanza-aprendizaje en base al modelo socio-formativo de la Universidad Indoamérica tiene un enfoque sostenible que busca la mitigación del cambio climático con proyectos eficientes, que usen estrategias pasivas, aprovechando el lugar de emplazamiento y las energías renovables, sin embargo este bagaje de conocimientos no involucra la enseñanza de un software especializado de simulación energética que permita obtener un diagnóstico del comportamiento de las edificaciones en etapas tempranas de diseño, con el fin de indagar más sobre este aspecto se realizan entrevistas a docentes de la Universidad Indoamérica que dictan dichos proyectos formativos, la entrevista se encuentra estructurada con cinco preguntas abiertas las cuales buscan obtener información específica relacionada con el alcance y softwares que se involucran en el proceso de enseñanza- aprendizaje **Anexos 23-29.** (pp. 127-133), además a expertos en el tema que conozcan sobre softwares de simulación **Anexos 31-33(pp. 134-137)**

## TABLA RESUMEN ENTREVISTAS



ARG. JAVIER CARDET

### ENTREVISTA 1

El docente actualmente dicta el proyecto formativo de Taller de Proyectos III y Taller de Proyectos V, fomentando la aplicación de estrategias activas y pasivas en el proyecto propuesto del nivel, el fin es proponer y aplicar sin llegar a una fase de simulaciones energéticas que permitan evaluar el comportamiento que tiene el objeto arquitectónico en el entorno sin embargo, menciona que seria de gran utilidad un manual con la información necesaria que permita generar simulaciones para evaluar los espacios propuestos, en base a la normativa vigente y el contexto.



ARG. DARÍO BUSTAN

### ENTREVISTA 2

Arquitectura sostenible es el primer acercamiento formal que se tiene en cuanto al tema de sostenibilidad en la carrera de Arquitectura de la Universidad Indoamérica, donde se analizan las estrategias activas y pasivas que pueden ser aplicadas en los proyectos arquitectónicos propuestos, actualmente se muestra de manera superficial como se realizan simulaciones con el plug-in Insight en Revit, el docente recalca la importancia de involucrar conocimientos de simulación energética durante la formación académica, además al existir varios programas de simulación, recomienda analizar las ventajas, desventajas y licencias de los mismo para la elección del programas más completo.



ARG. LUIS LLACAS

### ENTREVISTA 3 & 6

El docente dicta actualmente el proyecto formativo de Diseño Urbano y en el periodo B22 el proyecto formativo de Ciudad Sostenible, los cuales tienen un alcance urbano más no arquitectónico, se evalúa el grado de sostenibilidad de las ciudades por medio de indicadores de urbanos y revisión de normativa local vigente, también menciona que, es necesario tener conocimientos de simulación a nivel arquitectónico en los proyectos formativos pertinentes, adicionalmente, recomienda el software Design Builder por la flexibilidad de manejar e ingresar datos, lo cual permita realizar simulaciones en cualquier tipo de edificación sin importar su ubicación.



ARG. LUIS SORIA

### ENTREVISTA 4

El último proyecto formativo de taller se centra en la utilización y aprovechamiento de recursos pasivos, proponiendo proyectos eficientes desde su concepción hasta su funcionamiento, con espacios confortables; los estudiantes de este nivel deben realizar simulaciones energéticas de los proyectos propuestos, mediante Formit para el análisis solar y de sombras, además de un análisis energético con el plug-in Insight, durante la entrevista se menciona que las simulaciones energéticas son importantes dado que permiten mejorar la propuesta ajustándola a la normativa vigente, demostrando la diferencia de ser eficiente y hacer un edificio convencional.



ING. DAICY ÁRIAS

### ENTREVISTA 5

Instalaciones especiales y grandes infraestructuras es un proyecto formativo que mediante varios sistemas trabaja en la vulnerabilidad de los ocupantes frente a los riesgos, también se manejan temas de ventilación buscando mejorar las condiciones de vida de los habitantes, por tal motivo es importante generar un manual de simulación en base a la experiencia donde se pueda entender el manejo e implementación de sistemas, lo cual permita entender y evaluar los beneficios que tendrán los ocupantes.



**ARQ. DIEGO BUITRAGO**

---

### ENTREVISTA 7

---

El arquitecto menciona que el proyecto formativo Ciudad y planificación territorial dictado en el último nivel de la carrera tiene una perspectiva ligada al tema legal que se aplica dentro de cada ciudad, por ende, no se usa ningún tipo de software, sin embargo, menciona que el manual de simulación sería muy útil para marcar una línea clara de los resultados esperados con un determinado proyecto, que puede ser colaborativo, integrando varios docentes por etapas.



**ARQ. ESTELA SAMAMÉ**

---

### ENTREVISTA 8

---

La Arquitecta conoce varios programas de simulación de los cuales recomienda el software Design Builder puesto que, trabaja con EnergyPlus y es un programa aceptado al aplicar para una certificación ambiental. En el Máster en diseño y gestión ambiental de edificaciones (MDGAE) dictado en España se utiliza este software por la flexibilidad al ingresar datos, permitiendo realizar simulaciones en cualquier contexto, además, menciona la importancia de involucrar el conocimiento de este tipo de softwares en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las universidades al tratar temas relacionados con la sostenibilidad, confort y eficiencia energética.



**ARQ. SEBASTIAN ALTAMIRANO**

---

### ENTREVISTA 9

---

El Arquitecto ha utilizado DesignBuilder, un software de simulación energética para el desarrollo de su proyecto de grado, el mismo que involucró la simulación de dos casos de estudio en dicho software, obteniendo datos para evaluar las condiciones térmicas que se perciben al interior del espacio arquitectónico, además, recalca la importancia y el beneficios que tendrían los profesionales al incluir en su plan de estudios el manejo de este tipo de softwares, especializándose en esta rama de la Arquitectura.



**ARQ. ANDREA PARRA**

---

### ENTREVISTA 10

---

La arquitecta conoce varios softwares especializados para realizar simulaciones energéticas, recomendando el uso de Insight en Revit cuando se trata de un nivel conceptual y Design Builder cuando se maneja una consultoría especializada, puesto que, usa EnergyPlus como motor de cálculo. Además, recalca la importancia de involucrar principios de sostenibilidad en los procesos proyectuales actuales, buscando mejorar la calidad de vida de los usuarios desde la etapa de diseño, reduciendo costos a futuro al intentar mejorar el desempeño de la edificación. Finalmente menciona que es relevante involucrar estos conocimientos en el proceso de aprendizaje, permitiendo evaluar las estrategias y decisiones planteadas en el diseño.

Para concluir, al analizar el contenido mínimo de los proyectos formativos, sus syllabus respectivos y entrevistar a expertos, profesionales y docentes de la Universidad Indoamérica, se ve pertinente incluir este tipo de manuales al material académico de la Facultad de Arquitectura y Construcción de la universidad, a partir de quinto nivel, involucrando a futuros profesionales con el uso de un software de simulación energética completo que permita validar y cuantificar datos desde una etapa temprana de diseño, proponiendo proyectos funcionales, con características formales y tecnológicas que aprovechen las condicionantes

del entorno, dotando a los usuarios de espacios confortables y eficientes que mejoren la calidad de vida de los usuarios.

Actualmente se está involucrando el uso del plug-in Insight en Revit para generar simulaciones, sin embargo, Design Builder es el software más utilizado en los artículos científicos y trabajos de integración curricular de la Universidad Indoamérica e incluso en maestrías a nivel mundial, puesto que, es un programa que maneja una serie de datos, permitiendo generar simulaciones, para evaluar y mejorar los espacios propuestos, de esta manera los proyectos planteados serán eficientes desde su concepción hasta su funcionamiento.

## DESARROLLO DEL OBJETIVO 3

El objetivo específico 3 comprende: “Simular un caso de estudio, mediante la revisión de un trabajo de investigación curricular previamente planteado de manera cualitativa con la metodología de termografía infrarroja, para evidenciar y registrar el funcionamiento del software de simulación energética”.

Inicialmente, se revisa el trabajo de integración curricular “Termografía infrarroja aplicada al análisis del comportamiento térmico de la envolvente contemporánea en la ciudad de Ambato” (Ordoñez, 2022), con el fin de obtener un objeto de estudio previamente analizado de manera cualitativa, mismo que será simulado para el desarrollo de la propuesta planteada en el presente trabajo investigativo, demostrando el paso a paso de la obtención de datos cuantitativos de temperatura, iluminación, CFD, entre otros aspectos.

El fin del trabajo “Termografía infrarroja aplicada al análisis del comportamiento térmico de la envolvente contemporánea en la ciudad de Ambato” es detectar los puentes térmicos existentes, mismos que generan cambios en la temperatura interior-exterior de las viviendas. El criterio de elección de los casos de estudio se realiza por medio de un muestreo no probabilístico donde se escogen dos viviendas del polígono de intervención en el barrio Nueva Ambato perteneciente a la parroquia Celiano Monge en la Ciudad de Ambato- Ecuador (**Figura 12**), para realizar comparativas, se elige una vivienda antigua y una actual mediante una ponderación, en base a algunos criterios como: accesibilidad, tipo de cubierta, emplazamiento, materialidad, etc.

Para el desarrollo del trabajo investigativo, se genera un análisis del contexto de emplazamiento de estas viviendas, es decir, la ubicación geográfica, clima, humedad, viento, precipitación, asoleamiento, temperatura; permitiendo tener un acercamiento general a la zona de estudio.

En Ambato se registran temperaturas que oscilan entre los 9 a 20 °C, en ocasiones llegando a percibir temperaturas inferiores a 6 °C y superiores a los 23 °C, en cuanto a la humedad se maneja un porcentaje de 77 a 85%, con vientos predominantes desde el ESTE de 3.8 a 13 km/h y con precipitaciones 138 mm en temporada lluviosa y 1 mm en temporada seca, según el mes.

En el cumplimiento del primer objetivo específico se define la metodología a utilizar, es decir tipo mixta la cual permita utilizar las imágenes emitidas por la cámara infrarroja, para interpretarlas y detectar los puentes térmicos

**Figura 12.** Ubicación geográfica



**Nota:** Elaboración propia.

presentes por la configuración de la envolvente. El análisis solar generado en el solsticio de verano el 21 de diciembre a las 10:00 am, 12:00 pm y 16:00 pm, permite definir el horario y fechas óptimas en las cual se puede realizar la toma de imágenes con la cámara infrarroja para detectar anomalías en los materiales de la envolvente; es así que se realiza el levantamiento termográfico a las 10:00 am y 8:00 pm, el 4 de diciembre de 2022 y 8 de enero de 2023, donde se reflejan cambios de temperatura por las pérdidas de calor que tienen las viviendas durante el día, además, se realizan entrevistas a los habitantes de dichas viviendas para conocer su percepción térmica del espacio.

El segundo objetivo específico busca un acercamiento directo con los casos de estudio revisar **Figura 13** (p. 79) y **Figura 18** (p. 80), levantando información relevante como materialidad y temperatura emitida por la envolvente, mediante fichas de observación para el levantamiento con la cámara térmica en los horarios definidos revisar **Figura 14-17 & 19-26** (pp. 79-82) , levantamientos arquitectónicos (plantas, fachadas y cubiertas) y fotográficos de las viviendas analizadas. Las fichas recolectan datos de temperatura de los elementos más importantes de la envolvente como: la mampostería, las ventanas, cubierta y estructura.

En el tercer objetivo específico se interpretan las imágenes termográficas obtenidas por medio de la cámara infrarroja, comparando las viviendas y determinando el mejor sistema constructivo.

En la vivienda de 2019, la fachada frontal e izquierda se observa la presencia de puentes térmicos en las ventanas por la perfilera de aluminio, voladizos y la unión de la mampostería con la estructura. En la vivienda de 1980 con el mismo criterio de recolección de datos en la fachada frontal, posterior, izquierda y derecha, se observan puentes térmicos en: las ventanas, estructura, cubierta inclinada de teja y cubierta metálica.

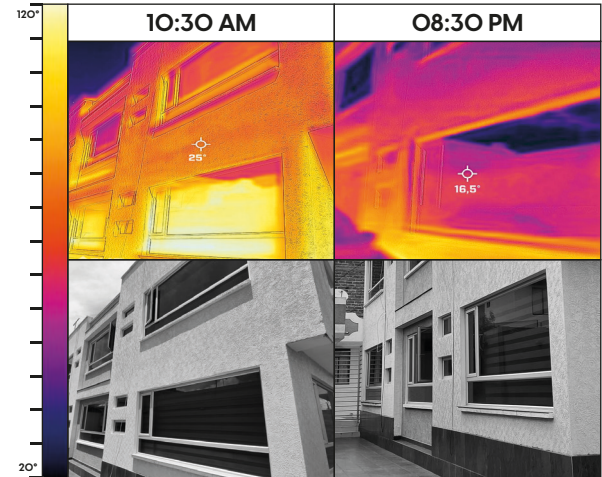
## VIVIENDA 2019

Figura 13. Vivienda 2019



Nota: Adaptado de (Ordoñez, 2022).

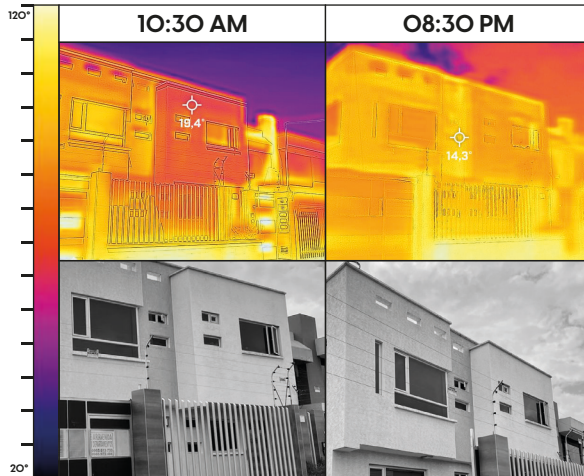
Figura 15. Fachada izquierda vivienda 2019. Fase I.



Nota: Adaptado de (Ordoñez, 2022).

## SIMULACIÓN 4 DE DICIEMBRE 2022

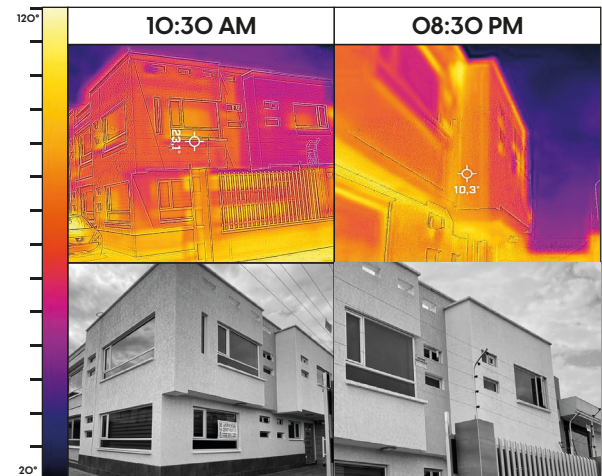
Figura 14. Fachada frontal vivienda 2019. Fase 1.



Nota: Adaptado de (Ordoñez, 2022).

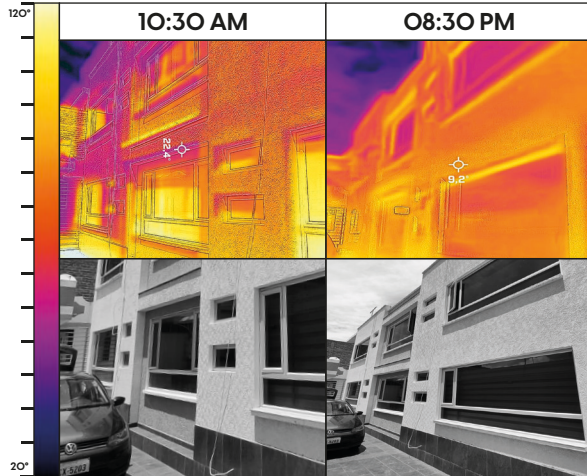
## SIMULACIÓN 8 DE ENERO 2023

Figura 16. Fachada frontal vivienda 2019. Fase 2.



Nota: Adaptado de (Ordoñez, 2022).

Figura 17. Fachada izquierda vivienda 2019. Fase 2.



Nota: Adaptado de (Ordoñez, 2022).

### VIVIENDA 1980

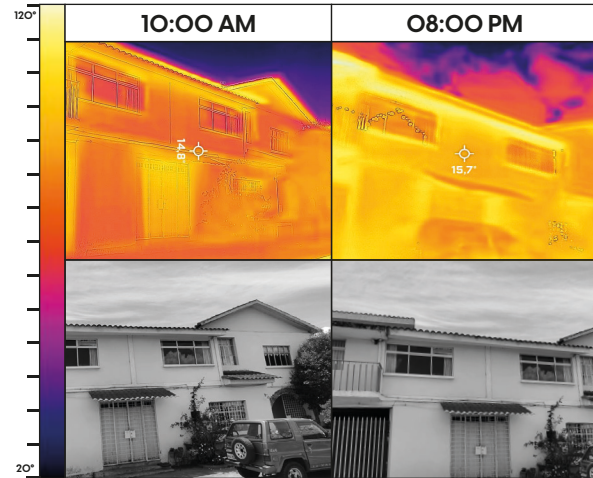
Figura 18. Vivienda 1980.



Nota: Adaptado de (Ordoñez, 2022).

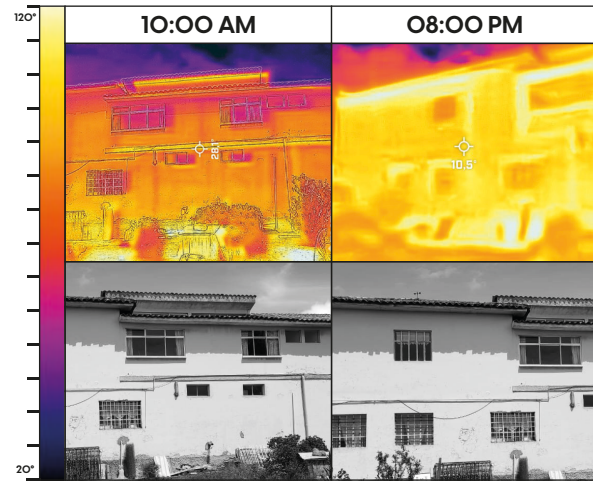
### SIMULACIÓN 4 DE DICIEMBRE 2022

Figura 19. Fachada frontal vivienda 1980. Fase I.



Nota: Adaptado de (Ordoñez, 2022).

Figura 20. Fachada posterior vivienda 1980. Fase I.

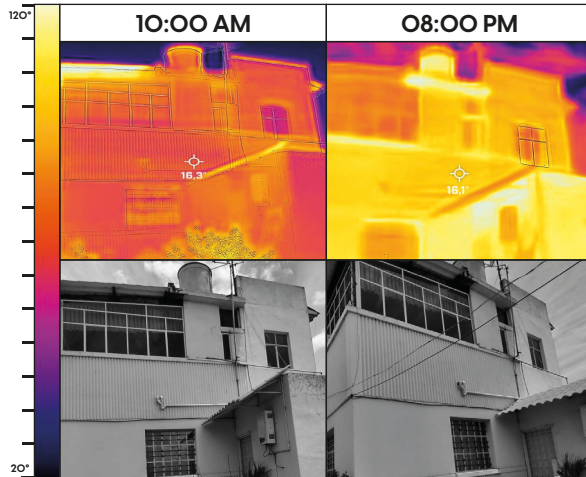


Nota: Adaptado de (Ordoñez, 2022).



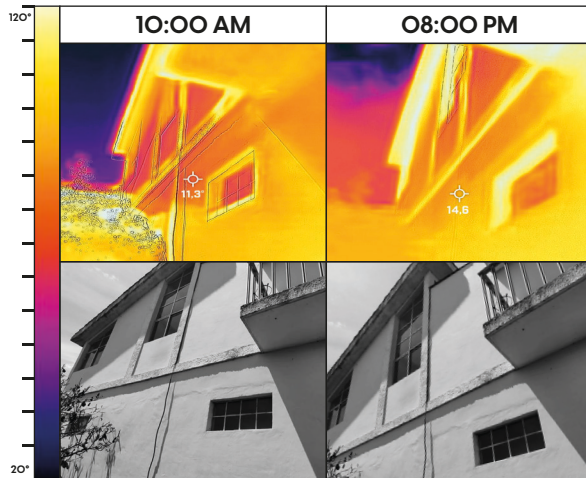
## SIMULACIÓN 8 DE ENERO 2023

**Figura 21.** Fachada derecha vivienda 1980. Fase 1.



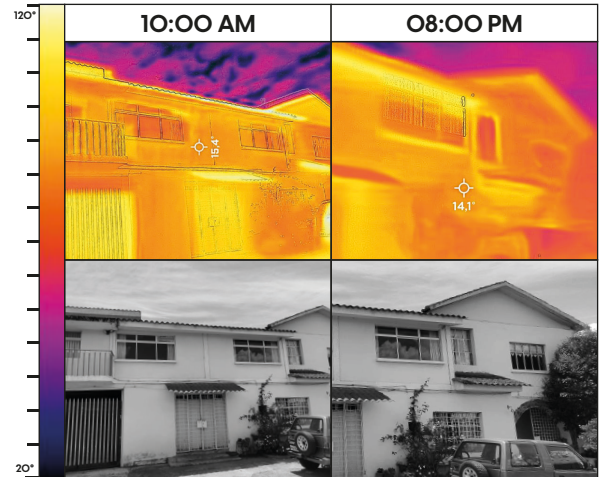
**Nota:** Adaptado de (Ordoñez, 2022).

**Figura 22.** Fachada izquierda vivienda 1980. Fase 1.



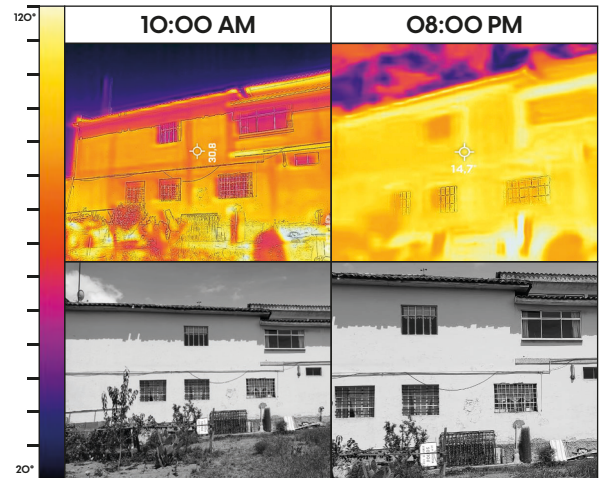
**Nota:** Adaptado de (Ordoñez, 2022).

**Figura 23.** Fachada frontal vivienda 1980. Fase 2.



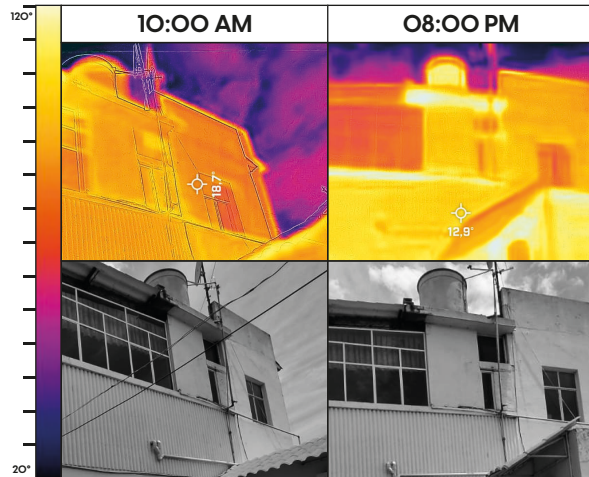
**Nota:** Adaptado de (Ordoñez, 2022).

**Figura 24.** Fachada posterior vivienda 1980. Fase 2.



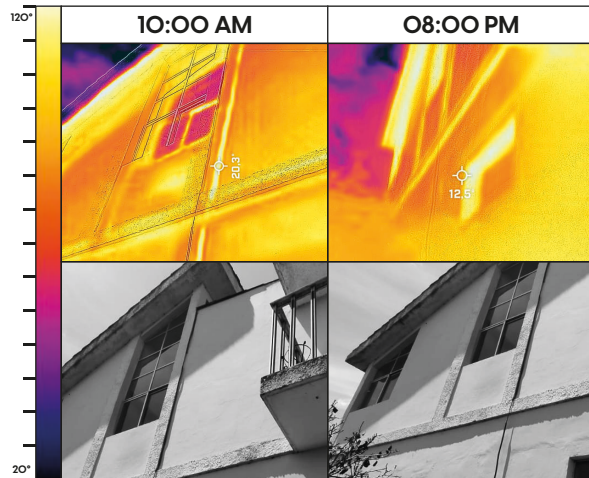
**Nota:** Adaptado de (Ordoñez, 2022).

**Figura 25.** Fachada derecha vivienda 1980. Fase 2.



**Nota:** Adaptado de (Ordoñez, 2022).

**Figura 26.** Fachada izquierda vivienda 1980. Fase 2.



**Nota:** Adaptado de (Ordoñez, 2022).

Al comparar las viviendas en cuanto a mampostería se concluye que el ladrillo tiene un mejor rendimiento energético en la envolvente frente al bloque hueco de cemento, manteniendo un ambiente fresco en el día y más confortable en la noche. La periferia de aluminio vs el hierro forjado se comporta mejor al no calentarse tanto con la incidencia solar a la cual se expone durante el día. La densidad del muro de ladrillo evita los puentes térmicos que se pueden generar durante el día y la noche, teniendo un mejor rendimiento energético. En esta zona la cubierta inclinada de teja de la vivienda de 1980, ayuda a mantener un confort térmico interior, evitando sobrecalentamientos en el día y distribuyendo la uniformemente la temperatura en la noche.

Se definen las estrategias para reducir los puentes térmicos en las viviendas analizadas; se recomienda el uso de vidrio laminado con doble acristalamiento y periferia de aluminio con un aislante de caucho evitando las filtraciones de aire que varíen la temperatura al interior de la vivienda. Se debe manejar un techo inclinado de teja incluyendo un aislante de poliestireno y un techo falso que eviten los descensos de temperatura. Para evitar puentes térmicos en el sistema constructivo de hormigón se incluyen mallas de fibra de vidrio con recubrimiento de una lámina de gypsum como aislante.

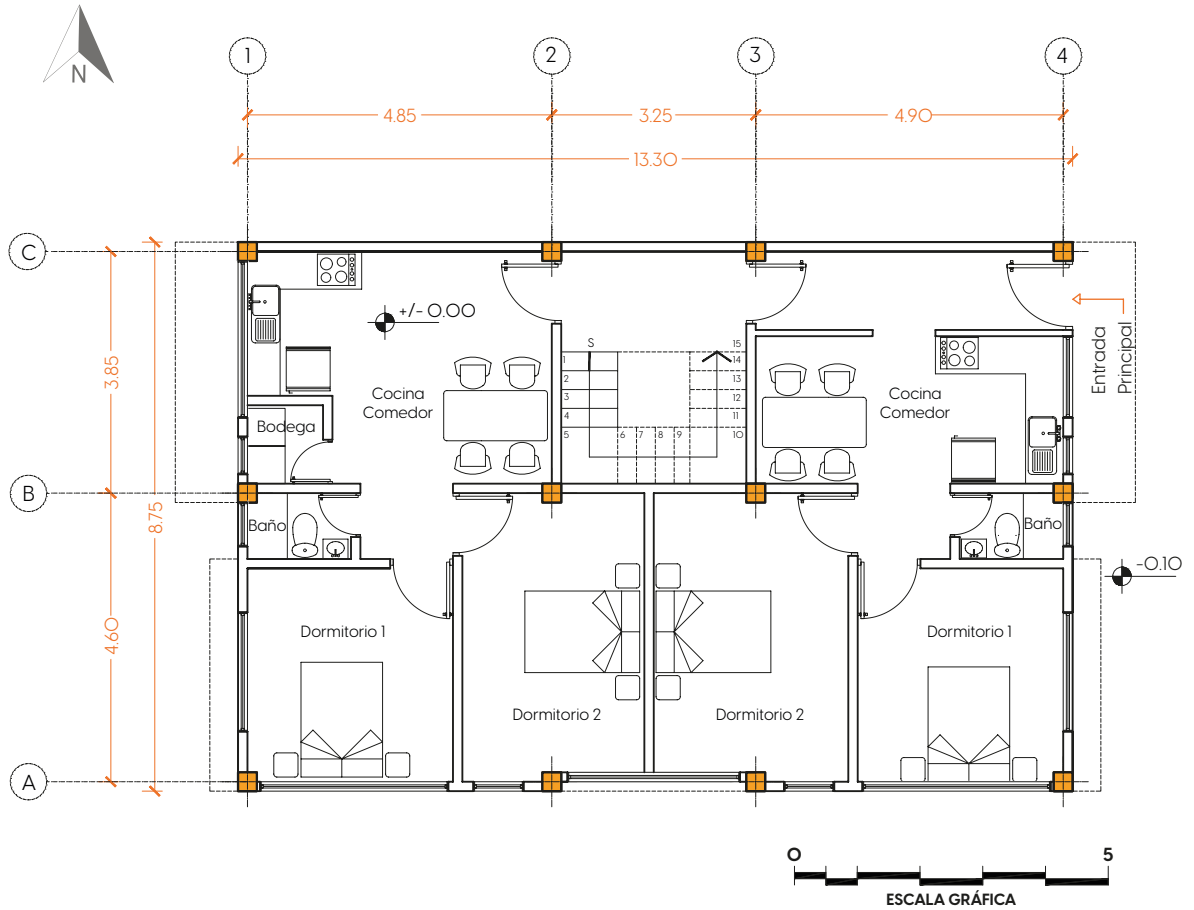
Finalmente, se recomienda el uso de cámaras térmicas y simulaciones con softwares climáticos en futuros trabajos con el fin de analizar el comportamiento térmico de las edificaciones, además implementar estrategias que permitan mejorar la eficiencia energética en construcciones existentes promoviendo un ahorro económico y cuidado del medio ambiente al reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, mitigando el cambio climático. Se propone también el uso de dicho trabajo como base para futuras investigaciones, donde las estrategias presentadas en el desarrollo puedan ser comprobadas de manera cuantitativa mediante softwares especializados de temperatura, a través de simulaciones.

Para concluir, se toman las recomendaciones planteadas en este trabajo de integración curricular como sustento al tomar los casos de estudio aquí planteados para generar una propuesta de manual de procedimiento para la simulación de niveles de confort y eficiencia energética con el paso a paso del uso de Design Builder, software que permite la simulación energética de proyectos nuevos y existentes con el fin de evaluar el comportamiento cuantitativo de dichos casos en el entorno de emplazamiento, tomando en cuenta los aspectos que inciden directamente en el proyecto y las estrategias de mejora planteadas al finalizar dicha investigación.

# PLANIMETRÍAS

## VIVIENDA 2019

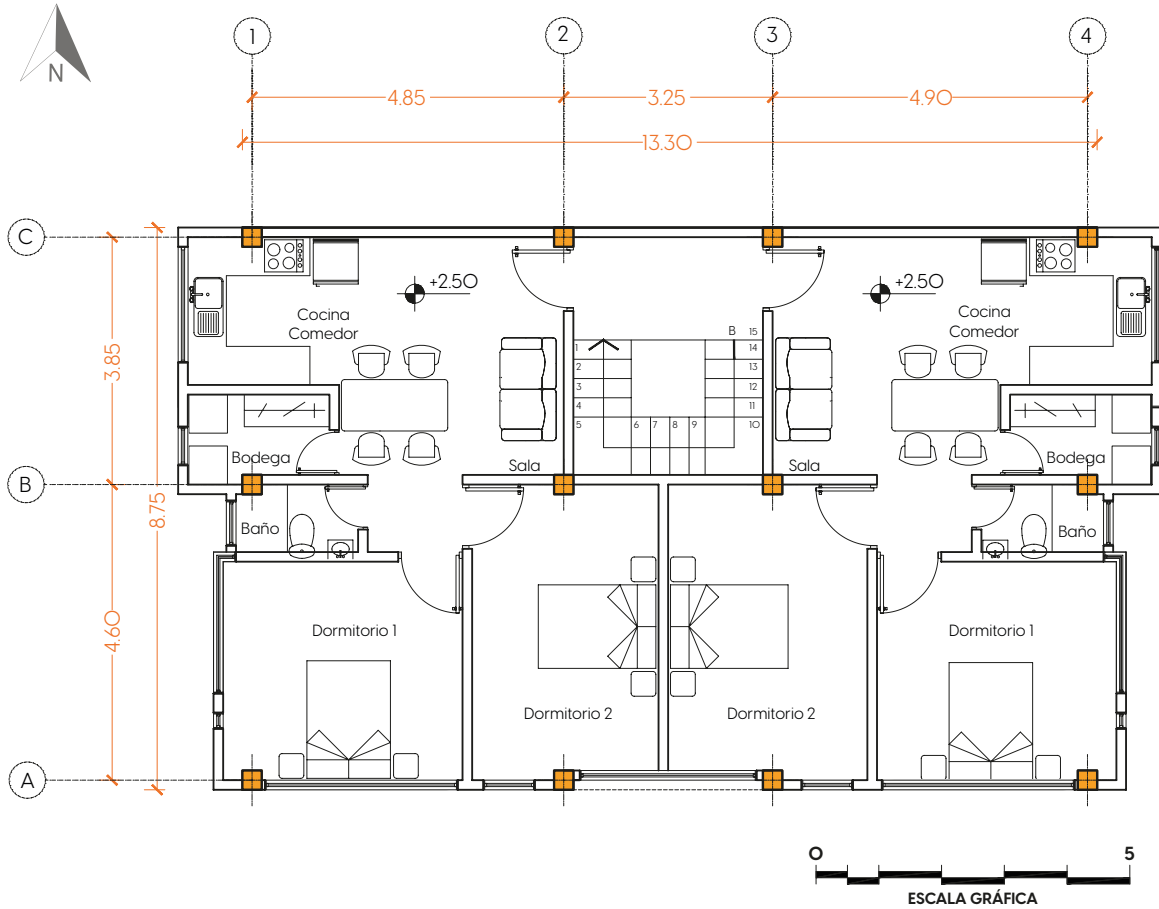
Figura 27. Planta baja vivienda 2019.



### PLANTA BAJA

Nota: Adaptado de (Ordoñez, 2022).

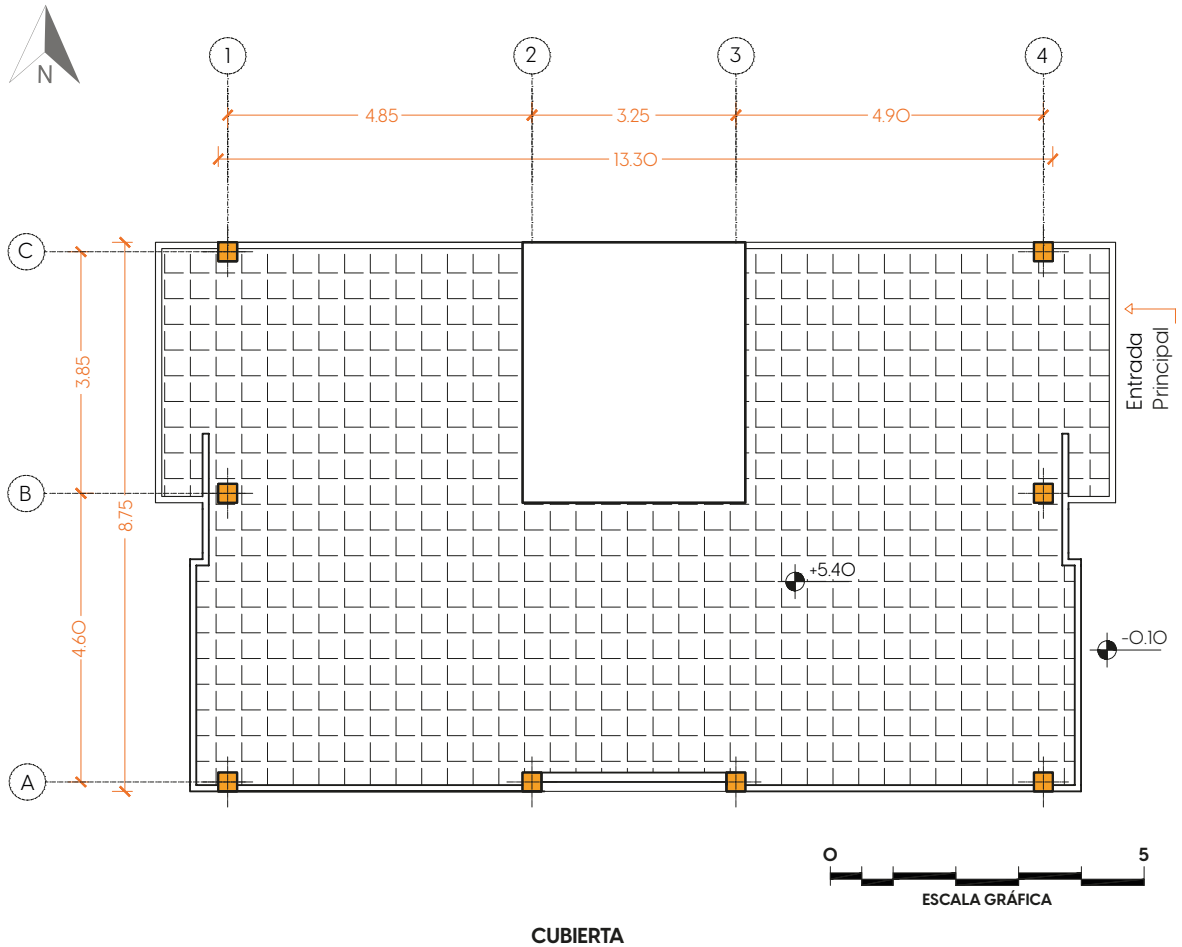
Figura 28. Planta alta vivienda 2019.



PLANTA ALTA

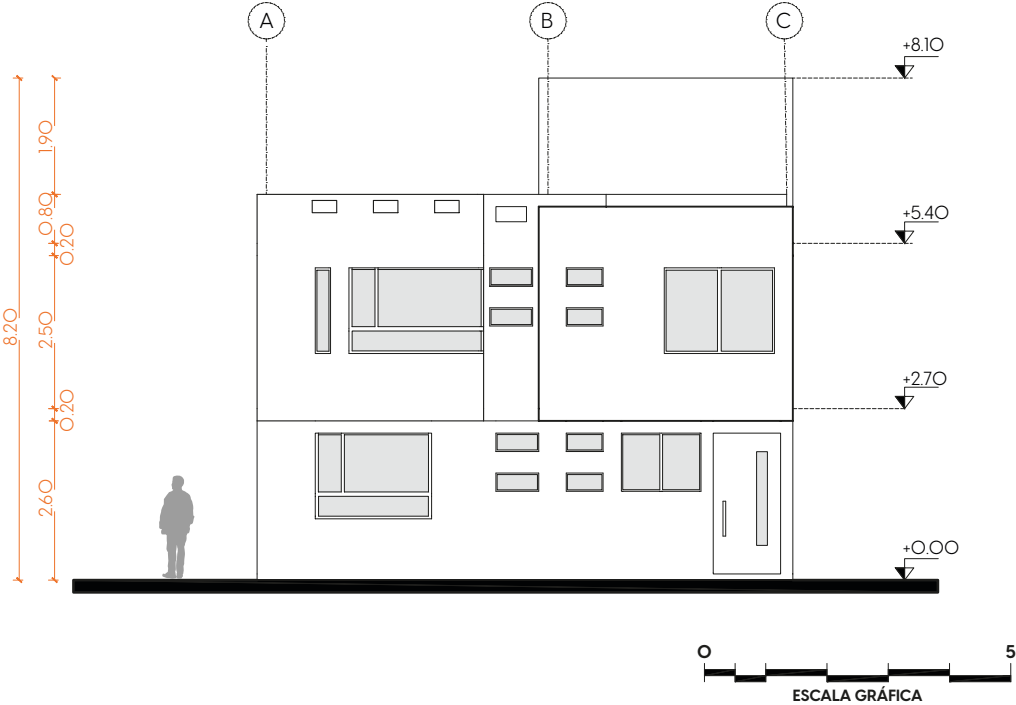
Nota: Adaptado de (Ordoñez, 2022).

Figura 29. Cubierta vivienda 2019.



Nota: Adaptado de (Ordoñez, 2022).

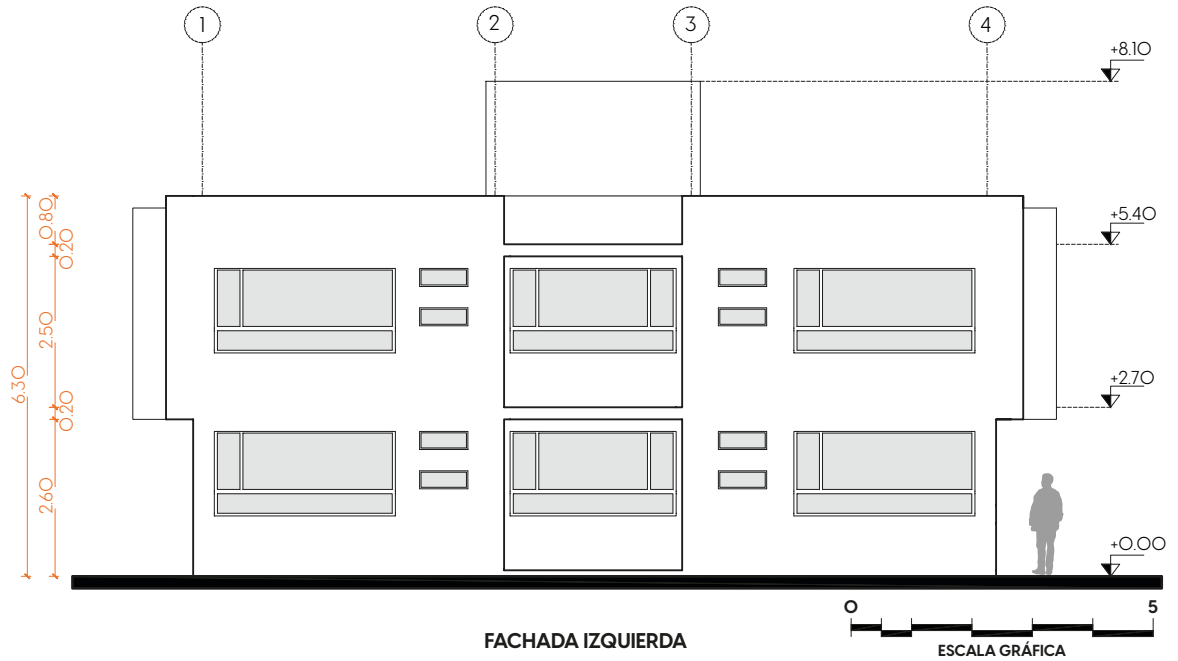
Figura 30. Fachada frontal vivienda 2019.



FACHADA FRONTAL

Nota: Adaptado de (Ordoñez, 2022).

**Figura 31.** Fachada izquierda vivienda 2019.



**Nota:** Adaptado de (Ordoñez, 2022).

**Figura 32.** Frontal vivienda 2019.



**Nota:** Adaptado de (Ordoñez, 2022).

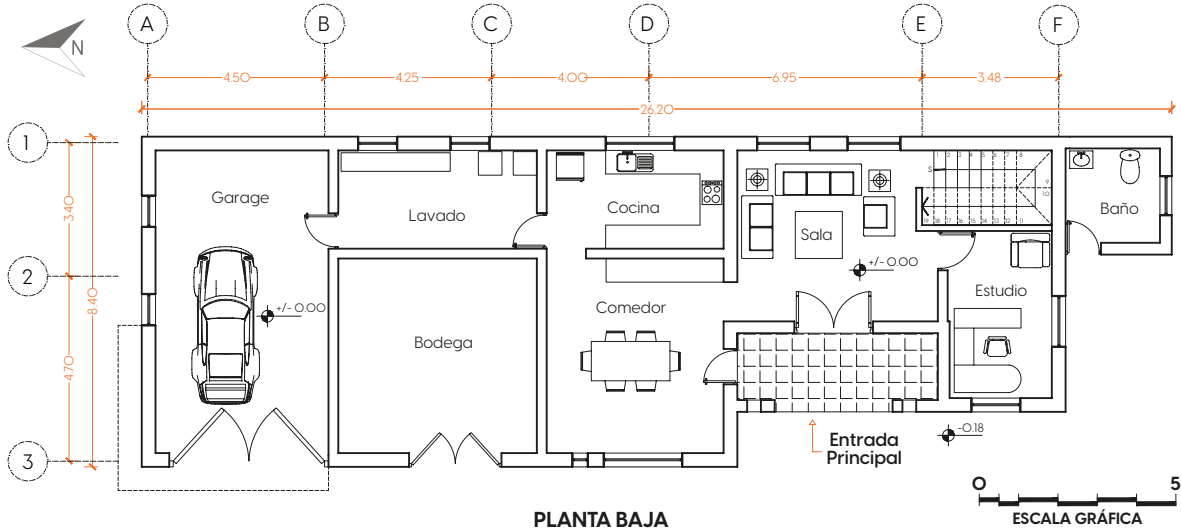
**Figura 33.** Lateral Vivienda 2019.



**Nota:** Adaptado de (Ordoñez, 2022).

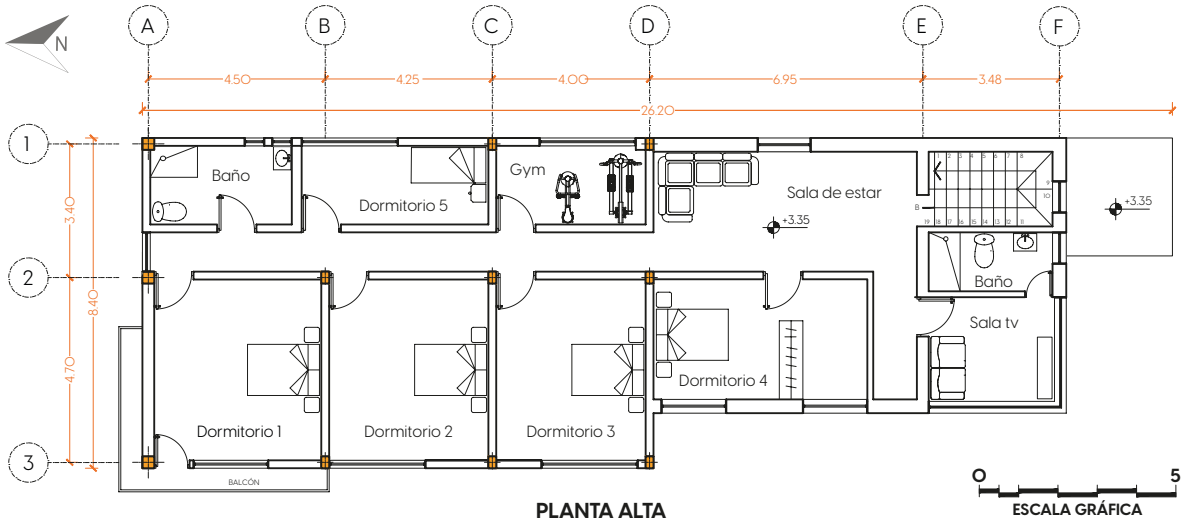
## VIVIENDA 1980

Figura 34. Planta baja vivienda 1980.



Nota: Adaptado de (Ordoñez, 2022).

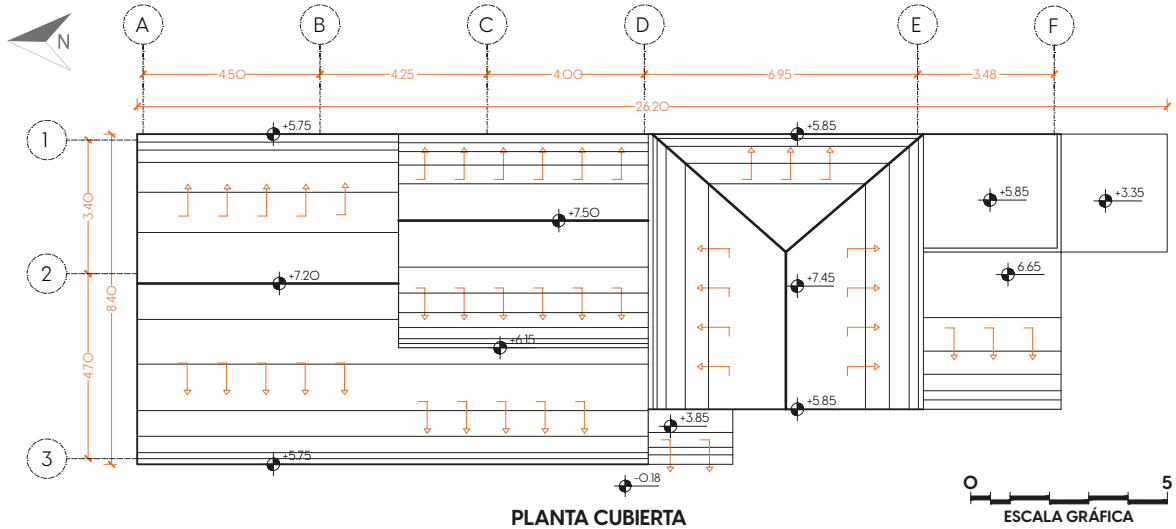
Figura 35. Planta alta vivienda 1980.



Nota: Adaptado de (Ordoñez, 2022).

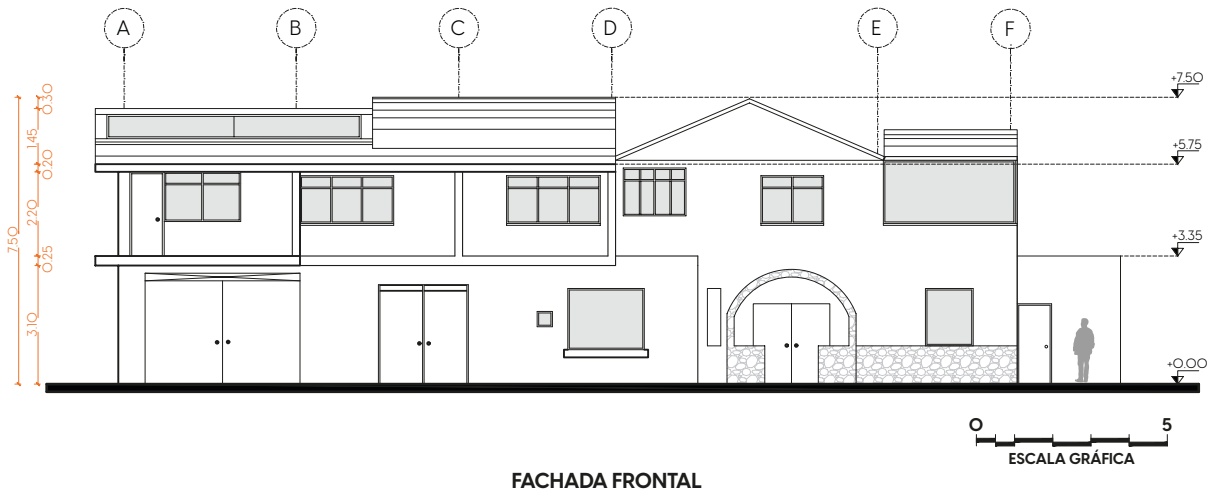


**Figura 36.** Planta cubierta vivienda 1980.



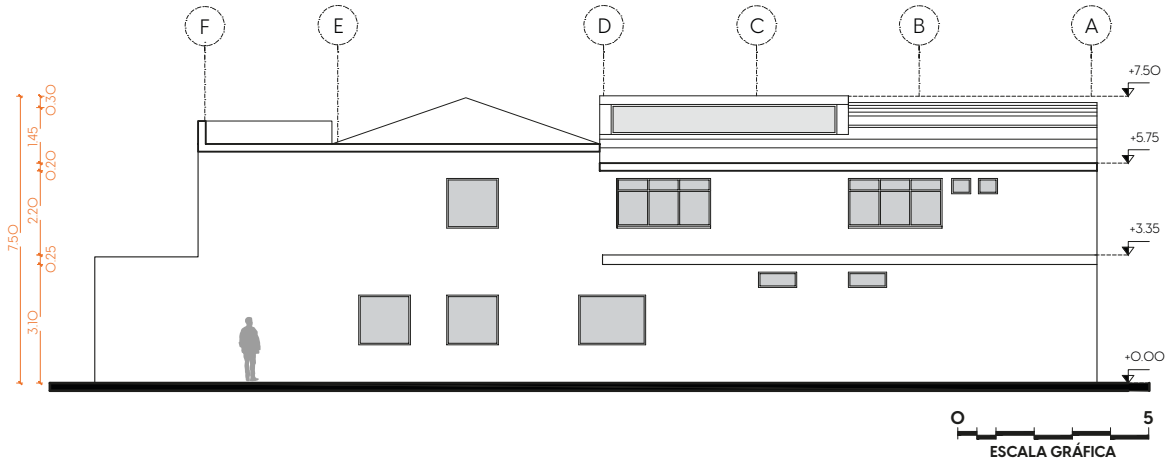
**Nota:** Adaptado de (Ordoñez, 2022).

**Figura 37.** Fachada frontal vivienda 1980.



**Nota:** Adaptado de (Ordoñez, 2022).

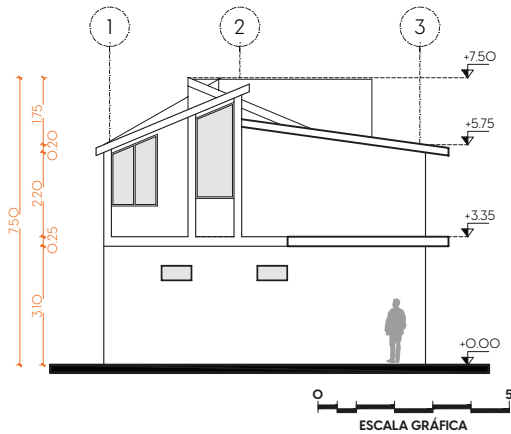
**Figura 38.** Fachada posterior vivienda 1980.



**FACHADA FRONTAL**

**Nota:** Adaptado de (Ordoñez, 2022).

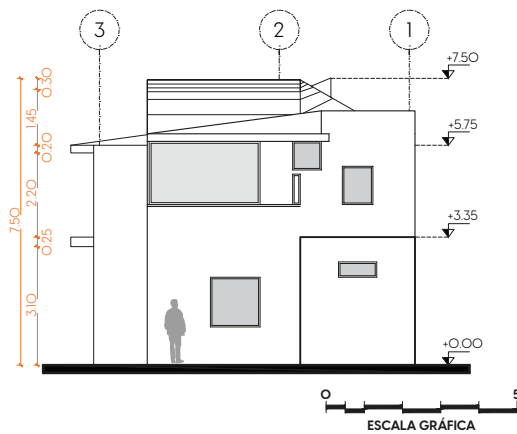
**Figura 39.** Fachada izquierda vivienda 1980.



**FACHADA IZQUIERDA**

**Nota:** Adaptado de (Ordoñez, 2022).

**Figura 40.** Fachada derecha vivienda 1980.



**FACHADA DERECHA**

**Nota:** Adaptado de (Ordoñez, 2022).

**Figura 41.** Frontal vivienda 1980.



**Nota:** Adaptado de (Ordoñez, 2022).

**Figura 43.** Lateral izquierda vivienda 1980.



**Nota:** Adaptado de (Ordoñez, 2022).

**Figura 42.** Posterior vivienda 1980.



**Nota:** Adaptado de (Ordoñez, 2022).

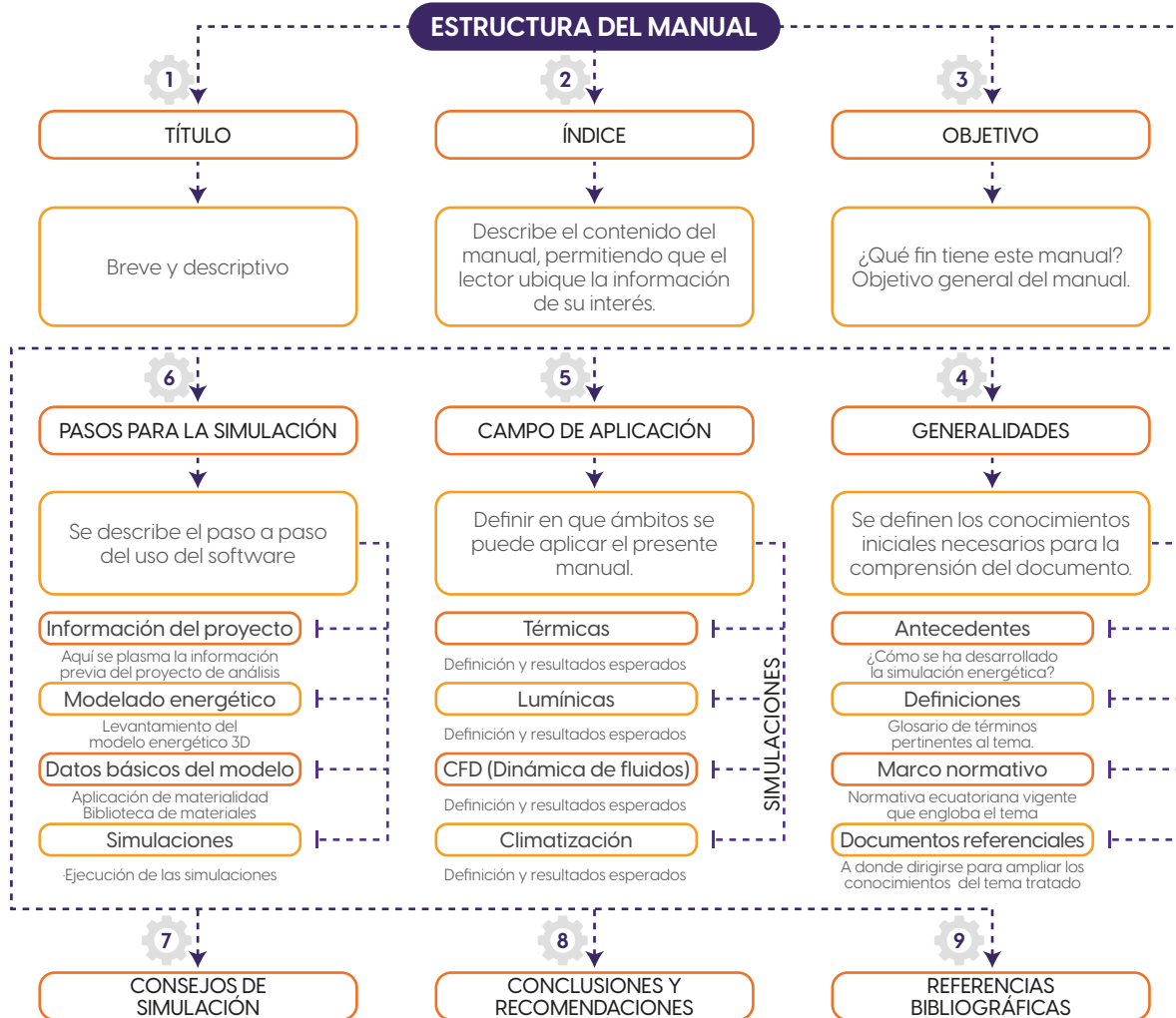
**Figura 44.** Lateral derecha vivienda 1980.



**Nota:** Adaptado de (Ordoñez, 2022).

## ESTRUCTURA DEL MANUAL

Figura 45. Estructura del manual para la simulación.



Nota: Elaboración propia.

Propuesta de manual de procedimiento para la simulación de niveles de confort y eficiencia energética en edificaciones.

## MANUAL DE SIMULACIÓN ENERGÉTICA

A continuación, se presenta la propuesta de manual de procedimiento para la simulación de niveles de confort y eficiencia energética en edificaciones, adjunto a este trabajo

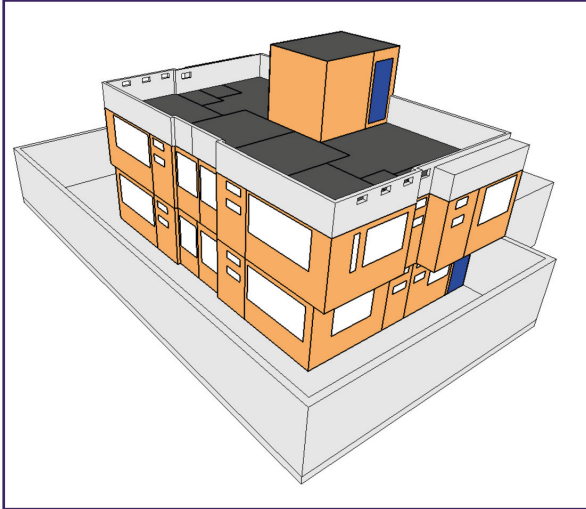
de investigación (Figura 46). Además, revisar Figura 47-53 (pp.94-95), donde se muestra el tipo de simulaciones que contiene dicho manual.

Figura 46. Manual para la simulación de edificaciones.



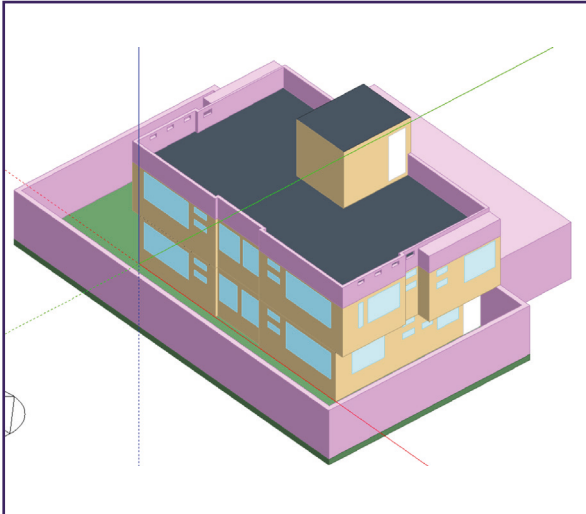
Nota: Elaboración propia con base en DesignBuilder v7.O.2.6.

**Figura 47.** Modelo de datos



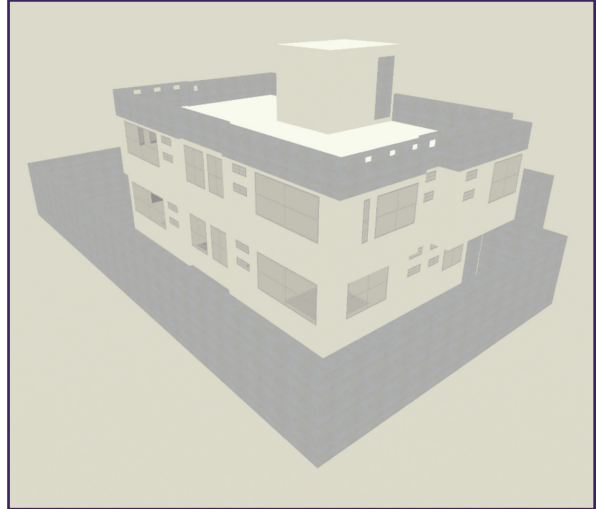
**Nota:** Elaboración propia con base en DesignBuilder v7.0.2.6.

**Figura 48.** Modelo energético.



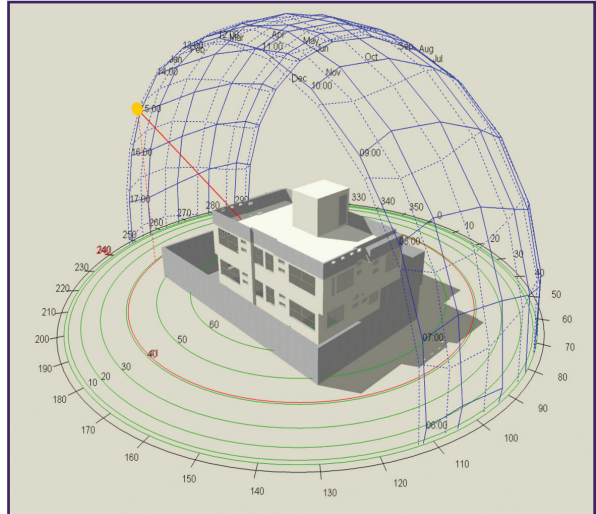
**Nota:** Elaboración propia con base en DesignBuilder v7.0.2.6.

**Figura 49.** Modelo renderizado.



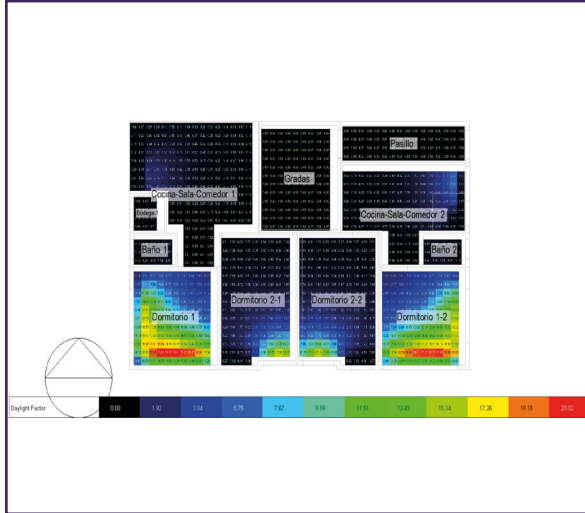
**Nota:** Elaboración propia con base en DesignBuilder v7.0.2.6.

**Figura 50.** Recorrido solar.



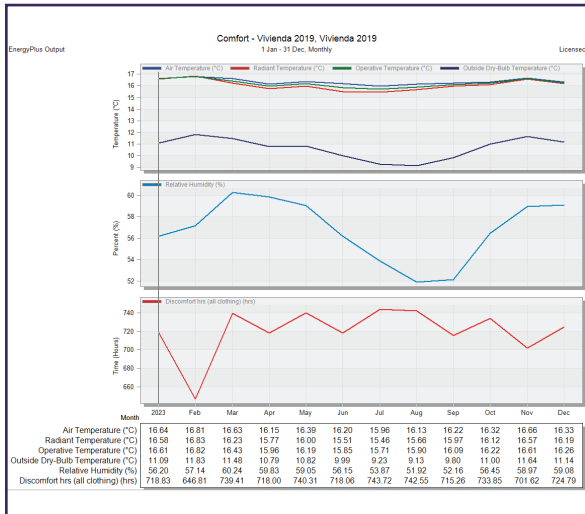
**Nota:** Elaboración propia con base en DesignBuilder v7.0.2.6.

**Figura 51.** Simulación lumínica



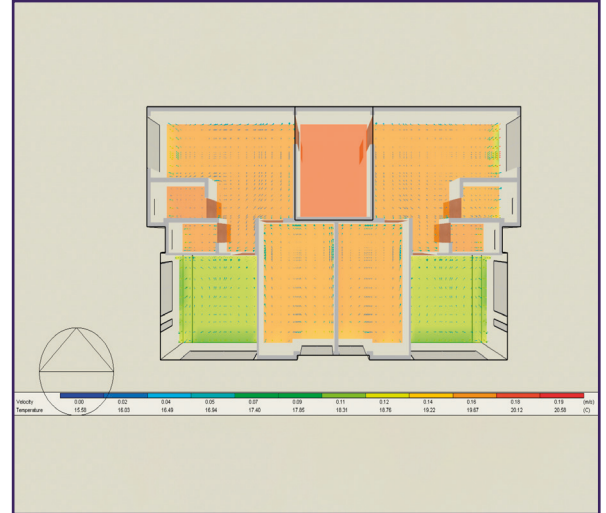
**Nota:** Elaboración propia con base en DesignBuilder v7.O.2.6.

**Figura 52.** Simulación térmica.



**Nota:** Elaboración propia con base en DesignBuilder v7.O.2.6.

**Figura 53.** Simulación CFD



**Nota:** Elaboración propia con base en DesignBuilder v7.O.2.6.

## SIMULACIÓN TÉRMICA DEL ESTADO ACTUAL DE LA VIVIENDA

Se realiza una simulación térmica del estado actual de la edificación para conocer el comportamiento que tiene la temperatura exterior, temperatura operativa y horas de desconfort en el caso de estudio. Los datos de simulación presentados en la **Figura 52**, corresponden al año 2023, manejando temperaturas exteriores desde 13.08 °C en el mes de febrero hasta 14.19 °C en el mes de mayo, correspondientes al mes más frío y cálido del año respectivamente. Además se percibe una temperatura interior u operativa de 15.71°C en el mes de julio con 743.72 horas de desconfort hasta temperaturas de 16.82 °C en el mes de febrero con 646.81 horas de desconfort, ratificando que la vivienda presenta espacios no confortables, donde los usuarios deben adaptarse a las condiciones térmicas, utilizando elementos adicionales como vestimenta, intervenciones en la materialidad o calefactores eléctricos que ayuden a elevar la habitabilidad percibida al interior de dichos espacios. Finalmente, durante el año se perciben 8643.21 horas de desconfort, es decir el 90% del año los usuarios deben adaptarse a estas condiciones, teniendo afectaciones a futuro, incidiendo directamente en la salud de los habitantes.

# REFLEXIONES FINALES



## REFLEXIONES FINALES

Mundialmente la simulación energética ha tomado relevancia, demandando el conocimiento de softwares que permitan la cuantificación de las estrategias empleadas en los proyectos, permitiendo realizar comparaciones y optando por la mejor propuesta, los programas más utilizados son Design Builder, EnergyPlus y OpenStudio, siendo Design Builder el software más completo del mercado por su amplia gama de funciones y la flexibilidad al ingresar datos previa la simulación, entre ellas la posibilidad de simular edificaciones de cualquier tipo y materialidad en diferentes contextos.

En la Facultad de Arquitectura y Construcción de la Universidad Indoamérica no existe un proyecto formativo específico que promueva la enseñanza de un software de simulación energética; al tratar e incentivar la aplicación de estrategias pasivas y activas en los proyectos de taller, los docentes de la facultad, profesionales y expertos mencionan la pertinencia de incluir estos conocimientos a los futuros profesionales, puesto que es un área de la carrera que está tomando fuerza, tener este tipo de conocimientos puede extender las plazas de trabajo, además de formar profesionales preparados a enfrentar problemas actuales con proyectos eficientes los cuales generen el menor impacto ambiental posible.

Existen varios trabajos de titulación, artículos científicos, entre otros documentos que muestran el comportamiento de los proyectos propuestos, mediante datos de temperatura, iluminación, energía, etc., sin describir el proceso de obtención de dichos datos, por esta razón, es importante incluir en el proceso de enseñanza-aprendizaje este tipo de manuales, que demuestren el paso a paso del uso de un software especializado, permitiendo replicar dicho proceso con diferentes proyectos, consiguiendo propuestas eficientes, que apliquen de forma correcta las estrategias de diseño.

# RECOMENDACIONES

## RECOMENDACIONES

Se recomienda incluir la licencia del software Design Builder a la lista de programas oficiales de la Universidad Indoamérica, con el fin de hacer un ajuste en la malla curricular, incluyendo un proyecto formativo o cursos especializados que involucren la simulación energética en el proceso de enseñanza-aprendizaje, permitiendo a futuros profesionales y docentes generar proyectos eficientes y confortables que mejoren la calidad de vida de los usuarios y ayuden a la mitigación del cambio climático, reduciendo el consumo energético mediante la aplicación de estrategias pasivas.

Finalmente se sugiere incluir el manual de simulación a la literatura académica de la universidad para el uso de estudiantes y profesionales afines a la carrera, que requieran simular proyectos para evaluar niveles de confort térmico, lumínico, energético, etc. proponiendo mejoras que promuevan espacios habitables.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ardanaz, O. (2019). Comparativa de soluciones para casas de consumo de energía casi nulo en diferentes climas [Tesis (Master), E.T.S.I. de Minas y Energía (UPM)]. <https://oa.upm.es/57279/>
- Constitución de la República del Ecuador, (2008). [https://www.defensa.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/02/Constitucion-de-la-Republica-del-Ecuador\\_act\\_ene-2021.pdf](https://www.defensa.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/02/Constitucion-de-la-Republica-del-Ecuador_act_ene-2021.pdf)
- ASHRAE. (1894). ASHRAE. <https://www.ashrae.org>
- ASHRAE. (2010). Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy. ANSI/ASHRAE Standard 55-2010. [www.ashrae.org](http://www.ashrae.org)
- B2B News. (2021). ¿Qué es y cómo se mide el consumo energético? | TotalEnergies. TotalEnergies <https://www.totalenergies.es/es/pymes/blog/consumo-energetico>
- Barranco, O. (2015). La arquitectura bioclimática. Módulo Arquitectura CUC, 14. <https://repositorio.cuc.edu.co/bitstream/handle/11323/1568/LA%20ARQUITECTURA%20BIOCLIMATICA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Bre, F., Fachinotti, V., Bearzot, G., & T. (2013). Simulación computacional para la mejora de la eficiencia energética en la climatización de viviendas. Asociación Argentina de Mecánica Computacional, 32, 3107-3119. <http://venus.ceride.gov.ar/ojs/index.php/mc/article/view/4541>
- Canon, E., Vargas, W., & Gomez, C. (2023). Manual ArcGIS ArcMap Desktop avanzado. Ecoe Ediciones. <https://elibro.net/es/lc/utiec/titulos/229284>
- Certificado Energético Málaga. (s. f.). Descargar Cerma Última Versión. Recuperado 8 de abril de 2023, de <https://certific.es/descargar-cerma-ultima-version.html>
- Conforme, G., & Castro, J. (2020). Arquitectura bioclimática. Polo del Conocimiento, 5. <https://doi.org/10.23857/pc.v5i3.1381>
- CTE. (2022). Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja. <https://www.codigotecnico.org/>
- Cuerdo, T. (2009). La simulación energética como herramienta de predicción, normativa y de investigación en proyectos de arquitectura eficientes. Congreso Nacional de Medioambiente (CONAMA 9). [http://www.conama9.conama.org/conama9/download/files/CTs/2514\\_MCuerto.pdf](http://www.conama9.conama.org/conama9/download/files/CTs/2514_MCuerto.pdf)
- De Las Heras, V. (2019). Análisis de la demanda energética de un edificio construido mediante tecnología de impresión 3D y estudio de mejoras para cumplir con certificación de edificio de consumo casi nulo. <https://riunet.upv.es:443/handle/10251/123220>
- Del Rincón Maravilla, C. (2012). Caracterización térmica de muros y simulación energética de un edificio histórico. <https://riunet.upv.es:443/handle/10251/17724>
- DesignBuilder. (2023). DesignBuilder, simulaciones avanzadas de edificios. <https://www.designbuilder-lat.com/>
- Espinosa, C., & Cortés, A. (2015). Confort higro-térmico en viviendas sociales y la percepción del habitante. Revista INVI, 30(85), 227-242. <https://doi.org/10.4067/S0718-83582015000300008>
- Fiestas, B. (2011). Ahorro energético en el sistema eléctrico de la Universidad de Piura - Campus Piura [Tesis de Master, Universidad de Piura]. <https://hdl.handle.net/11042/1861>
- FILExt (2023). Abrir archivos EPW. <https://filext.com/es/extension-de-archivo/EPW#:~:text=%C2%BF%C3%B3mo%20puedo%20abrir%20un%20archivo,de%20Mac%2FPhone%2FAndroid>
- García, E. (2013). Criterios para la eficiencia energética en viviendas unifamiliares [Universidad de Cuenca]. <https://dspace.uca.es/bitstream/handle/123456789/608/1/ta757.pdf>
- García-Alvarado, R., González, A., Bustamante, W., Bobadilla, A., & Muñoz, C. (2014). Características relevantes de la simulación energética de viviendas unifamiliares. Informes de la Construcción, 65(533). <https://doi.org/10.3989/ic.12.108>
- Garzon, B. (2011). Arquitectura bioclimática. Editorial Nobuko. <https://elibro.net/es/lc/utiec/titulos/77681>
- Gavilán Casal, A. (2015). Análisis comparativo de la eficiencia energética en edificios existentes con diferentes herramientas de simulación energética [Tesis Doctoral, Universidad de Valladolid]. <https://doi.org/10.35376/10324/16311>

- Guglielmetti, R., Macumber, D., & Long, N. (2011). OpenStudio: An Open Source Integrated Analysis Platform; Preprint. <https://www.nrel.gov/docs/fy12osti/51836.pdf>
- Gutiérrez, C. (2010). Ecotect: Software de Diseño de Construcción Sustentable | ArchDaily en Español. <https://www.archdaily.cl/cl/O2-62481/ecotect-software-de-diseno-de-construccion-sustentable>
- Hernández, R. (2014). Metodología de la Investigación (McGRAW-HILL, Ed.; Sexta).
- Herrera, L., Medina, A., & Naranjo, G. (2004). Tutoría de la Investigación Científica (4th ed.). <https://es.scribd.com/document/365282896/Tutoria-de-La-Investigacion-Cientifica>
- Hidalgo, C. (2018). Arquitectura bioclimática en el páramo andino de Ecuador: mejora térmica-energética de materiales como envolvente en la vivienda social. En Universidad de Cuenca. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/30663>
- INER. (2016). Estrategias para mejorar las condiciones de habitabilidad y el consumo de energía en viviendas. [https://www.researchgate.net/publication/317239661\\_Estrategias\\_para\\_mejorar\\_las\\_condiciones\\_de\\_habitabilidad\\_y\\_el\\_consumo\\_de\\_energia\\_en\\_viviendas\\_Actualizacion](https://www.researchgate.net/publication/317239661_Estrategias_para_mejorar_las_condiciones_de_habitabilidad_y_el_consumo_de_energia_en_viviendas_Actualizacion)
- Lobos, D., Wandersleben, G., & Castillo, L. S. (2013). Mapeo de interoperabilidad entre BIM y BPS software (simulación energética) para Chile. In Proceedings of the XVII Conference of the Iberoamerican Society of Digital Graphics-SIGraDi: Knowledge-Based Design, 1, 378-382. [https://itc.scix.net/pdfs/sigradi2013\\_271.content.pdf](https://itc.scix.net/pdfs/sigradi2013_271.content.pdf)
- Londoño, P. (2023, abril 6). Qué es un formulario, para qué sirve y características. <https://blog.hubspot.es/website/ques-un-formulario>
- López, M., Rojas, Á., & Ruiz, I. (2012). ANÁLISIS ENERGÉTICO DEL EDIFICIO DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES SEGÚN LINEAMIENTOS DEL SISTEMA DE CERTIFICACIÓN LEED A PARTIR DEL USO DE LA HERRAMIENTA AUTODESK ECOTECT ANALYSIS: Creación del Modelo de Información de la Edificación (BIM) e identificación preliminar de puntos críticos de potencial consumo. Universidad Industrial de Santander. <http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/tesis/2012/146499.pdf>
- Malla Curricular. (2019). En Universidad Indoamérica.
- MIDUVI. (2011). NEC-11 Eficiencia energética en la construcción en Ecuador. En NEC-11 CAPI3.
- MIDUVI. (2018). NEC: Eficiencia energética en Edificaciones Residenciales [NEC-HS-EE]. En NEC-HS-EE. <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/documentos-normativos-nec-norma-ecuatoriana-de-la-construccion/>
- MIDUVI. (2020). NEC: Climatización [NEC-HS-CL]. En NEC-HS-CL. <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/documentos-normativos-nec-norma-ecuatoriana-de-la-construccion/>
- Morote, J. (2022). Programas para la simulación energética de edificios. <https://ovacen.com/programas-para-la-simulacion-energetica-de-edificios/>
- Naciones Unidas. (2017). Nueva Agenda Urbana. <https://habitat3.org/documents-and-archive/new-urban-agenda/>
- Naciones Unidas. (2018). La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe. <https://hdl.handle.net/11362/40155>
- Ordóñez, A. (2021). Seiscubos. Conocimientos. <https://www.seiscubos.com/seccion-conocimiento>
- Ordoñez, D. (2022). Termografía infrarroja aplicada al análisis del comportamiento térmico de la envolvente contemporánea en la ciudad de Ambato [Trabajo de integración curricular]. Universidad Indoamérica.
- Piña, E. (2018). Prototipo de vivienda vertical social sustentable, enfoque en resistencia al cambio climático. Revista INV, 33(92), 213-237. <https://doi.org/10.4067/S0718-83582018000100213>
- Real Academia Española [RAE]. (2022). Diccionario de la lengua española. <https://dle.rae.es>
- Regional Lima CAP. (2021). Guía de estrategias de diseño bioclimático para el confort térmico. Regional Lima Colegio de Arquitectos Perú. <https://limacap.org/normatividad-2019/normas-para-edificaciones-educativas-2020/guia-de-diseño-bioclimatico.pdf>
- Ley Orgánica de Eficiencia Energética - Suplemento, Pub. L. No. Año II-No 449 (2019). <https://www.recursosyenergia.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/03/Ley-Eficiencia-Energetica.pdf>

- Riofrío, M. (2019). Análisis del confort térmico de edificaciones construidas con tecnologías de tierra y estructura de madera, en microclimas fríos de la serranía ecuatoriana. <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/16174>
- RITE. (2021). Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios. En Boletín Oficial del Estado (Vol. 71, pp. 33748-33793). Ministerio de la Presidencia, Relaciones con las Cortes y Memoria Democrática. <https://www.boe.es/eli/es/rd/2021/03/23/178>
- Rizo, J. (2015). Técnicas de Investigación Documental [Libro, UNAN]. <http://repositorio.unan.edu.ni/id/eprint/12168>
- Rodríguez, J. (2022). Manual de procedimientos: qué es y cómo hacer uno (con ejemplos). HubSpot <https://blog.hubspot.es/sales/manual-de-procedimientos-empresa>
- Sánchez, C., & Jiménez, E. (2010). La vivienda rural: su complejidad y estudio desde diversas disciplinas. Luna Azul. [http://www.scielorgco/scielophp?script=sci\\_arttext&pid=S1909-2474201000010001&lng=es&nrm=iso&tlng=](http://www.scielorgco/scielophp?script=sci_arttext&pid=S1909-2474201000010001&lng=es&nrm=iso&tlng=)
- Santi, F. (2020). Consultoría para la formulación del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Gobierno Autónomo Descentralizado de la Parroquia Once de Noviembre, de conformidad al marco normativo vigente Producto 3. <https://11denoviembregobec/cotopaxi/wp-content/uploads/2021/04/PDOT-PARROQUIA-II-DE-NOVIEMBRE-2020-2023-FINAL-3a.pdf>
- Software Científico SL / Licencias Informáticas. (s.f). Software Científico. Meteorom. <http://www.softwarecientifico.com/meteorom/>
- Sol-Arq. (2019). Soluciones Arquitectónicas y Urbanas Sustentables S.A. de C.V. Simulación energética. <https://www.sol-arq.mx/simulacion-energetica>
- Torres, J., & Lituma, S. (2023). Estrategias de sostenibilidad enfocadas al confort térmico y la energía incorporada de una vivienda emergente en la Región Andina del Ecuador. *Hábitat Sustentable*, 13(1), 42-55. <https://doi.org/10.22320/O7190700.2023.13.01.04>
- Torres, W. (2017). Comparación de metodologías de simulación energética. Caso de estudio: simulación térmica para centro de bienestar animal. [Trabajo de Grado, Universidad Católica de Colombia]. <http://hdl.handle.net/10983/15388>
- UBB. (2022). Universidad del Bio-Bio [UBB] [http://postgrados.ubiobio.cl/Magisteres/6/en\\_Habitat\\_Sustentable\\_y\\_Eficiencia\\_Energetica/](http://postgrados.ubiobio.cl/Magisteres/6/en_Habitat_Sustentable_y_Eficiencia_Energetica/)
- UEMC. (2022). Universidad Europea Miguel de Cervantes [UEMC]. <https://www.uemc.es/titulaciones-online/master-universitario-en-energias-renovables-y-sostenibilidad-energetica>
- Universidad Católica del Norte [UCN]. (2023). Malla curricular. Arquitectura. <https://admission.ucn.cl/carreras/arquitectura-construccion-obras/arquitectura/?tipo=academia>
- Universidad de Barcelona. (2023). Instituto de Formación Continua IL3. <https://www.wil3.ub.edu/ca/estudiants>
- Universidad Indoamérica. (2023). Modelo Socioformativo en la formación de competencias profesionales. <https://indoamerica.edu.ec/modelo-educativo/#:~:text=La%20socioformaci%C3%B3n%20consiste%20en%20desarrollar,en%20el%20mejoramiento%20de%20las>
- Vivanco, D. (2021). Análisis higrotérmico de las tipologías de viviendas contemporáneas de la Parroquia de San Pedro de la Bendita, Cantón Catamayo, provincia de Loja/ Ecuador, mediante el software de Designbuilder. <https://riUNET.upv.es:443/handle/10251/166108>
- Vivanco, M. E. (2009). Universidad y sociedad. En *Revista Universidad y Sociedad* (Vol. 9, Número 3). Editorial «Universo Sur». [http://scielosidcu/scielophp?script=sci\\_arttext&pid=S2218-3620201700030003&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://scielosidcu/scielophp?script=sci_arttext&pid=S2218-3620201700030003&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
- Yamasaki, Á. (2011). Sostenibilidad y ecoeficiencia en arquitectura. *Ingeniería Industrial*, 29, 125-152. <https://www.redalyc.org/pdf/3374/337428495007.pdf>
- Ypsilon. (2022, diciembre 30). Ranking de Empresas sostenibles del Ecuador 2022. *El Universo*. <https://www.eluniverso.com/noticias/ecuador/cuales-son-las-empresas-mas-sostenibles-del-ecuador-en-2022-le-presentamos-el-listado-nota/>
- Yuni, J. (2009). Técnicas para investigar. Vol. 2: recursos metodológicos para la preparación de proyectos de investigación. Editorial Brujas. <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/194551>

**ANEXOS**



Anexos 1. Matriz de objetivos

| MATRIZ DE OBJETIVOS  |  |
|--|--|
| OBJETIVO GENERAL   | OBJETIVOS ESPECÍFICOS  |
|  | <p><b>OE1</b> Identificar los softwares de simulación energética disponibles, mediante el análisis bibliográfico y la ponderación de sus características para buscar un programa completo y práctico el cual permita evaluar el comportamiento de las edificaciones.</p>   |
| <p>Componer un manual de procedimiento para la simulación de niveles de confort y eficiencia energética en base a datos climáticos mediante la simulación de un estudio previo para el fortalecimiento de los conocimientos de la línea de investigación DITES de la Universidad Indoamérica</p> | <p><b>OE2</b> Analizar los proyectos formativos relacionados a la línea de investigación DITES de la Universidad Indoamérica, mediante la revisión de syllabus y entrevistas, para determinar los softwares que se imparten y la pertinencia de incluir este tipo de manuales al material académico de la Facultad de Arquitectura y Construcción.</p> |
|  | <p><b>OE3</b> Registrar el proceso de simulación energética de un caso de estudio previo, basado en un trabajo de integración curricular planteado con un enfoque cualitativo con la metodología de termografía infrarroja, para evidenciar y registrar el funcionamiento del software.</p>  |

Anexos 2. Matriz de resultados esperados

| MATRIZ DE OBJETIVOS, ACTIVIDADES O ACCIONES Y RESULTADOS ESPERADOS |             |   |               |                          |
|--|-------------|---|---------------|--------------------------|
| OBJETIVOS ESPECÍFICOS  | ACTIVIDADES | RESULTADOS ESPERADOS  | PLANIFICACIÓN | FECHA                    |
| OE1  | A1          | Indagar y describir los programas más utilizados para realizar simulaciones energéticas con el fin de conocer su fiabilidad y alcance.  | SEMANA 1      | 17-04-2023<br>21-04-2023 |
|  | A2          | Revisión documental de trabajos y artículos científicos que usen simulaciones energéticas para evaluar y cuantificar datos, teniendo un acercamiento al tipo de datos que se puede conseguir con cada uno.  | SEMANA 2      | 24-04-2023<br>28-04-2023 |
|  | A3          | Ponderación en relación a las funciones de los softwares más usados mundialmente, para elegir el más completo y fiable a la hora de realizar simulaciones energéticas de construcciones existentes y nuevas desde la etapa de diseño.   | SEMANA 3      | 01-05-2023<br>05-05-2023 |
| OE2  | A1          | Indagar en la malla de estudios vigente los contenidos mínimos de los proyectos formativos vinculados a la línea de investigación DITES para recopilar y analizar los syllabus, definiendo su enfoque sostenible.   | SEMANA 4      | 08-05-2023<br>11-05-2023 |
|  | A2          | Realizar entrevistas a expertos en softwares y docentes que imparten los proyectos formativos seleccionados con el fin de conocer los alcances y programas que se involucran en el proceso de enseñanza- aprendizaje.   | SEMANA 4-5    | 12-05-2023<br>16-05-2023 |
|  | A3          | Redactar la pertinencia de incluir este tipo de manuales al material académico de la Facultad de Arquitectura y Construcción, involucrando a futuros profesionales con el uso de un software de simulación energética que permita validar y cuantificar datos desde la etapa de diseño. | SEMANA 5      | 17-05-2023<br>19-05-2023 |
| OE3  | A1          | Revisión del trabajo de integración curricular "Termografía infrarroja aplicada al análisis del comportamiento térmico de la envolvente contemporánea en la ciudad de Ambato". (Ordoñez, 2022)  | SEMANA 6      | 22-05-2023<br>26-05-2023 |
|  | A2          | Definición de la estructura del manual de procedimiento para la simulación de niveles de confort y eficiencia.  | SEMANA 7-9    | 29-05-2023<br>16-06-2023 |
|  | A3          | Elaboración del paso a paso del uso del software de simulación energética elegido, seteo del programa, levantamiento del modelo energético (caso de estudio), simulación térmica, lumínica y CFD.   | SEMANA 10-15  | 19-06-2023<br>28-07-2023 |

Propuesta de manual de procedimiento para la simulación de niveles de confort y eficiencia energética en edificaciones.

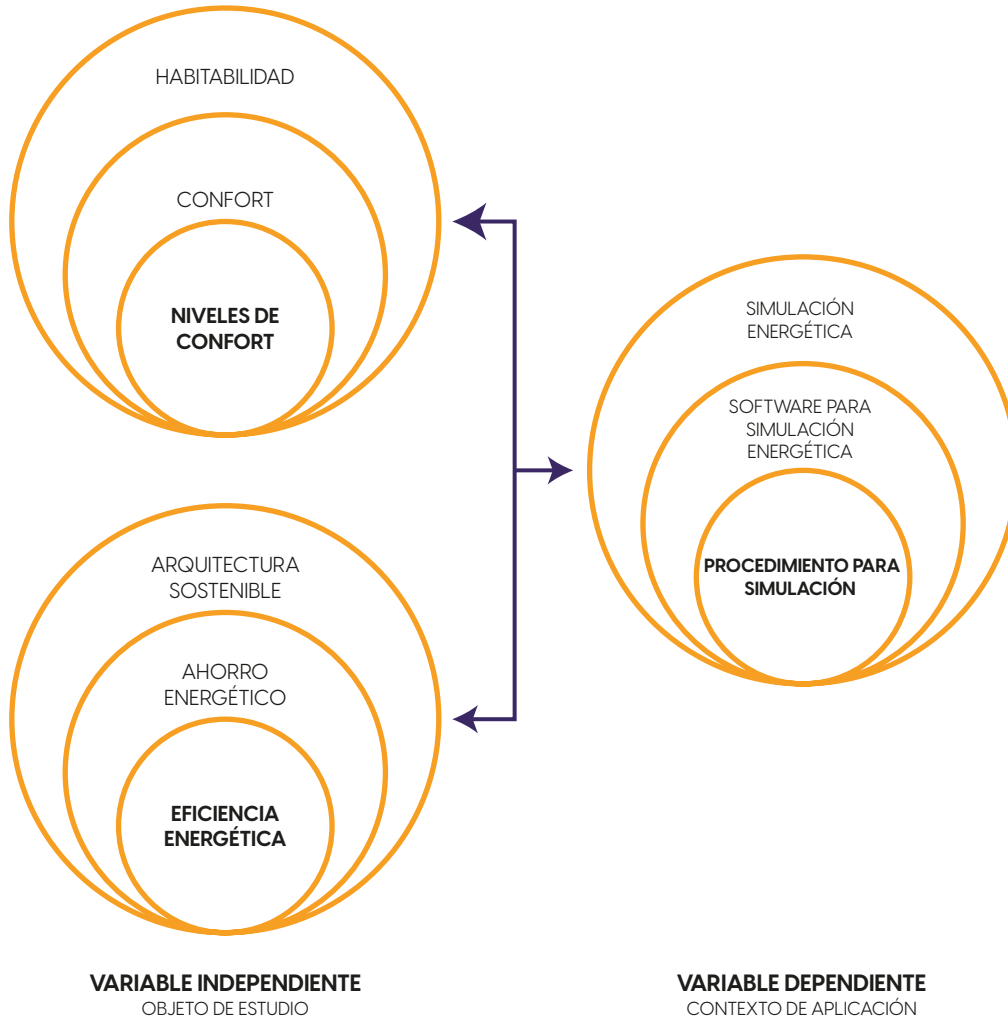
**Anexos 3.** Formulario de recolección de información.

| FORMULARIO DE RECOLECCIÓN     |      |                      |       |     |                           |
|-------------------------------|------|----------------------|-------|-----|---------------------------|
| DESCRIPCIÓN                   | TIPO | FUENTE/TEMA/CONCEPTO | AUTOR | AÑO | APORTE A TU INVESTIGACIÓN |
| Antecedentes de investigación |      |                      |       |     |                           |
|                               |      |                      |       |     |                           |
|                               |      |                      |       |     |                           |

**Anexos 4.** Revisión bibliográfica. Formulario de recolección de información.

| FORMULARIO DE RECOLECCIÓN     |                |   |  |      |  |
|-------------------------------|----------------|---|--|------|--|
| DESCRIPCIÓN                   | TIPO           | FUENTE/TEMA/CONCEPTO  | AUTOR  | AÑO  | APORTE A TU INVESTIGACIÓN  |
| Antecedentes de investigación | Tesis Doctoral | Análisis comparativo de la eficiencia energética en edificios existentes con diferentes herramientas de simulación energética   | Antonio Gavilán Casal  | 2015 | Da a conocer metodologías y programas de simulación usados en la certificación energética de edificios nuevos y existentes, además de plantear las consideraciones que se deben tomar en cuenta según el caso que se esté analizando   |
|                               | Artículo       | Función e impacto del archivo climático sobre las simulaciones de demanda energética  | González Alex & Díaz Muriel  | 2013 | El archivo IWEC es el más completo y fiable para generar simulaciones energéticas, por su amplia base de datos meteorológicos que se almacena, además de ser el resultado de un proyecto de investigación ASHRAE IO15.   |
|                               | Artículo       | A review of methods to match building energy simulation models to measured data/ Revisión de los métodos para ajustar los modelos de simulación energética de edificios a los datos medidos | Daniel Coakley, Paul Raftery & Marcus Keane                          | 2014 | La calibración que se realiza entre los datos simulados y los datos medidos es indispensable al modelar edificios reales por todos los factores externos del contexto que influyen sobre el mismo.   |
|                               | Tesis          | Criterios para la eficiencia energética en viviendas unifamiliares  | Edyson García  | 2014 | Este documento presenta una serie de aspectos los cuales se deben tomar en cuenta al momento de diseñar, aprovechando las condicionantes de contexto, disminuyendo el impacto ambiental y promoviendo el ahorro energético de la edificación.  |
|                               | Tesis          | Simulación computacional para la mejora de la eficiencia energética en la climatización de viviendas  | Facundo Bre, Victor Fachinottia & Gustavo Bearzot                    | 2013 | El software Energy-Plus permite evaluar la demanda energética de los sistemas de refrigeración y calefacción de un determinado proyecto con diferentes orientaciones, consiguiendo gráficas comparativas de temperatura exterior vs interior, consumo diario de climatización, entre otras que son importantes para generar una propuesta óptima en base al estado actual analizado. |
|                               | Artículo       | Características relevantes de la simulación energética de viviendas unifamiliares   | García-Alvarado R, González A, Bustamante W, Bobadilla A. & Muñoz C. | 2014 | Las simulaciones energéticas se realizan a partir de un modelo energético en cual se define la materialidad y aspectos como ubicación, clima, orientación, aberturas, entre otros, que permitan una simulación efectiva, lo que concluya en la obtención de ambientes de calidad.  |
|                               | Artículo       | Mapeo de interoperabilidad entre BIM y BPS software (simulación energética) para Chile  | Danny Lobos, Gerth Wandersleben & Lorena Castillo                    | 2014 | Demostrar la compatibilidad de un modelo BIM para simulaciones BPS, por medio de los diferentes intercambios de información que se pueden hacer entre programas.   |

Anexos 5. Red de inclusiones conceptuales



Anexos 6. Matriz de marco teórico

| MATRIZ DE MARCO TEÓRICO  |   |  |   |      |  |
|--------------------------|---|--|---|------|--|
| TIPO                     | DESCRIPCIÓN                                       | FUENTE/TEMA/<br>CONCEPTO                           | AUTOR   | AÑO  | APORTE A TU INVESTIGACIÓN  |
| FUNDAMENTO<br>CONCEPTUAL | Marco conceptual o definición de térmicos básicos | Arquitectura Sostenible                            | Conforme & Castro   | 2020 | La arquitectura sostenible o llamada también arquitectura medioambiental es aquella que atiende las necesidades del hombre sin perjudicar a futuras generaciones, teniendo en cuenta técnicas y materiales que no afecten al medio ambiente.   |
|                          |   | Ahorro energético                                  | Fiestas   | 2011 | La gestión adecuada del consumo de los diferentes tipos de energía, este ahorro se puede conseguir disminuyendo la potencia consumida por el utilizador o disminuyendo su tiempo de trabajo. El ahorrar energía puede disminuir la emisión de los gases de efecto invernadero y disminuir los costos por consumo de energía  |
|                          |   | Eficiencia Energética                              | NEC: Eficiencia energética en Edificaciones Residenciales | 2018 | Proporción u otra relación cuantitativa entre el resultado en términos de desempeño, de servicios, de bienes o de energía y la entrada de energía  |
|                          |   | Habitabilidad                                      | RAE   | 2022 | Cualidad de habitable, y en particular la que, con arreglo a determinadas normas legales, tiene un local o una vivienda.   |
|                          |   | Confort  | Hidalgo   | 2018 | Efecto físico y mental que afecta directamente a los habitantes de un inmueble   |
| FUNDAMENTO<br>TEÓRICO    | Teorías referenciadas a la situación concreta     | Normativa  | NEC: Eficiencia energética en Edificaciones Residenciales | 2018 | Busca una optimización del consumo energético en edificaciones, dotando a los usuarios de espacios confortables en relación a las condiciones climáticas de emplazamiento. Mediante este capítulo de la Norma Ecuatoriana de la Construcción se quiere alcanzar un uso racional de la energía, aspecto que permita disminuir el consumo hasta llegar a un límite sostenible donde se cumplan condiciones de habitabilidad y confort, aspectos que beneficien directamente al usuario del espacio. En esta norma se presentan las propiedades higrotérmicas de los materiales de construcción, estas propiedades son: conductividad térmica (K), calor específico (Cp) y la densidad (ρ); datos necesarios en el proceso de obtener un análisis del comportamiento térmico de una edificación |
|                          |   | Eficiencia energética y uso racional de la energía | Ley Orgánica de Eficiencia Energética – Suplemento        | 2019 | A nivel nacional, todo consumidor de energía debe velar permanentemente porque sus consumos estén enmarcados en el uso racional de la energía, y adaptar sus comportamientos de consumo, orientándolos al ahorro energético, sin que esto signifique disminuir sus condiciones de confort y producción.  |
|                          |   | Confort térmico                                    | ASHRAE  | 2010 | El confort térmico al ser una condición mental la cual expresa la satisfacción del usuario en un ambiente térmico, define varios factores importantes al momento de establecer las condiciones que debe tener un espacio para considerarlo en confort térmico: (a) tasa metabólica, (b) aislamiento de la ropa, (c) temperatura del aire, (d) temperatura radiante, (e) Velocidad del aire, (f) Humedad.   |

Anexos 7. Matriz de diseño metodológico objetivos específicos 1-2

| MATRIZ DE DISEÑO METODOLÓGICO. ENFOQUE, NIVEL, TIPO Y TÉCNICAS. |                         |   |            |                                    |  |                           |   |
|---|-------------------------|---|------------|------------------------------------|--|---------------------------|---|
| OE  | ENFOQUE & NIVEL         | ACTIVIDADES   | TIPO       | TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN            | INSTRUMENTO                              | TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO | RESULTADOS ESPERADOS  |
| OE1   | CUALITATIVO DESCRIPTIVO | Indagar y describir los programas más utilizados para realizar simulaciones energéticas con el fin de conocer su fiabilidad y alcance.  | Documental | Recopilación y Análisis documental | Formulario de recolección de información | Redacción textual         | Análisis de los programas más usados a nivel mundial, historia, fiabilidad y alcance.   |
|   |                         | Revisión documental de trabajos y artículos científicos que usen simulaciones energéticas para evaluar y cuantificar datos, teniendo un acercamiento al tipo de datos que se puede conseguir con cada uno.  | Documental | Recopilación y Análisis documental | Formulario de recolección de información | Redacción textual         | Análisis del tipo de resultados que se pueden obtener al realizar simulaciones energéticas en los diferentes programas                          |
|   |                         | Ponderación en relación a las funciones de los softwares más usados mundialmente, para elegir el más completo y fiable a la hora de realizar simulaciones energéticas de construcciones existentes y nuevas desde la etapa de diseño.   | Documental | Recopilación y Análisis documental | Formulario de recolección de información | Tabulación de datos       | Elección del software más completo por medio de una matriz que permita evaluar la capacidad del programa.                                       |
| OE2   | CUALITATIVO DESCRIPTIVO | Indagar en la malla de estudios vigente los contenidos mínimos de los proyectos formativos vinculados a la línea de investigación DITES para recopilar y analizar los syllabus, definiendo su enfoque sostenible.   | Documental | Recopilación y Análisis documental | Formulario de recolección de información | Redacción textual         | Revisar los contenidos mínimos de los proyectos formativos y generar una tabla resumen con aquellos relacionados a DITES y obtener los syllabus |
|   |                         | Realizar entrevistas a expertos en softwares y docentes que imparten los proyectos formativos seleccionados con el fin de conocer los alcances y programas que se involucran en el proceso de enseñanza- aprendizaje.   | Documental | Entrevista                         | Guía de entrevista, grabadora            | Tabulación de datos       | Tabla resumen con los programas que se enseñan y utilizan en los proyectos formativos antes mencionados.  |
|   |                         | Redactar la pertinencia de incluir este tipo de manuales al material académico de la Facultad de Arquitectura y Construcción, involucrando a futuros profesionales con el uso de un software de simulación energética que permita validar y cuantificar datos desde la etapa de diseño. | Documental | Recopilación y Análisis documental | Formulario de recolección de información | Tabulación de datos       | Análisis de la importancia de incluir en la literatura académica este tipo de manuales  |

Anexos 8. Matriz de diseño metodológico objetivo específico 3

| MATRIZ DE DISEÑO METODOLÓGICO. ENFOQUE, NIVEL, TIPO Y TÉCNICAS. |                         |             |   |                         |                                    |  |   |   |
|---|-------------------------|-------------|---|-------------------------|------------------------------------|--|---|---|
| OE  | ENFOQUE & NIVEL         | ACTIVIDADES | TIPO  | TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN | INSTRUMENTO                        | TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO                | RESULTADOS ESPERADOS                                  |   |
|   |                         | A1          | Revisión del trabajo de integración curricular "Termografía infrarroja aplicada al análisis del comportamiento térmico de la envolvente contemporánea en la ciudad de Ambato" (Ordoñez, 2022)     | Documental              | Recopilación y Análisis documental | Formulario de recolección de información | Redacción textual                                     | Análisis del trabajo previo de integración curricular y recopilación de información existente |
| OE3   | CUALITATIVO EXPLICATIVO | A2          | Definición de la estructura del manual de procedimiento para la simulación de niveles de confort y eficiencia.  | Documental              | Recopilación y Análisis documental | Formulario de recolección de información | Redacción textual                                     | Análisis de la estructura que manejará el manual y tipo de simulaciones que se desarrollarán  |
|   |                         | A3          | Elaboración del paso a paso del uso del software de simulación energética elegido, seteo del programa, levantamiento del modelo energético (caso de estudio), simulación térmica, lumínica y CFD. | Documental              | Simulación energética              | Programa de simulación energética        | Tabulación Redacción textual y representación gráfica | Manual de procedimiento para la simulación de niveles de confort y eficiencia.                |

Anexos 9. FAC- Malla 2019 Universidad Indoamérica 1-5

| N° | ASIGNATURA              | NIVEL | RESULTADOS DE APRENDIZAJE  | CONTENIDOS MÍNIMOS   |
|----|-------------------------|-------|--|--|
| 1  | Matemáticas             | 1     | Desarrolla la abstracción y el razonamiento, realizando demostraciones en base al pensamiento analítico, actuando bajo normas éticas del contexto.   | 1. Lógica 2. número reales 3. intervalos 4. inecuaciones 5. sistemas de solución de ecuaciones 6. determinantes y matrices 7. números complejos.   |
| 2  | Dibujo técnico          | 1     | Aplica y ejecuta expresiones graficas mediante habilidades y técnicas de dibujo con el uso de instrumentos para resolver problemas de representación gráfica.  | 1. Instrumentos y materiales 2. Laminas y Formatos 3. Escritura y tipografías 4. Escala 5. Sistemas gráficos de representación. 6. Perspectivas lineales.  |
| 3  | Fundamentos de diseño   | 1     | Identifica conceptos de diseño básico aplicados a composiciones bi y tri dimensionales con diversos materiales y técnicas en distintos espacios o soportes.  | 1. Definición de Diseño. 2. Lenguaje Arquitectónico 3. Proceso de diseño. 4 Elementos conceptuales primarios (punto, línea, plano, volumen). 5. Forma 6. Plano en la configuración espacial. 7. Organización 8 . Circulación 9. Proporción y Escala. 10. Análisis y comparación de obras de arquitectura.  |
| 4  | Lenguaje y comunicación | 1     | Aplica las técnicas de expresión escrita para elaborar documentos exponiendo sus ideas de manera clara y coherente, utilizando las palabras precisas de manera formal, y respetando los derechos de propiedad intelectual. | 1. Principios básicos, lenguaje no verbal, evolución de la comunicación: escuelas o teorías) 2. Gramática básica (categorías gramaticales, morfología: formación de palabras, oración simple y oración compuesta) 3. Norma ortográfica (principios básicos, reglas de puntuación) 4. Reglas de acentuación, acentuación diacrítica y secuencias de difícil escritura; 5. Comprensión y creación de textos (mecanismos de cohesión y coherencia textual, desarrollo de la competencia lectora, tipos de textos) |
| 5  | Computación y sociedad  | 1     | Aplica las tecnologías de la Información y Comunicación, para facilitar la metacomunicación mediante el uso de herramientas computacionales de vanguardia en base a los requerimientos del contexto laboral, trabajando    | 1. Fundamentos de las Tics. 2. Características y servicios de la Web 1.0 3. Características y servicios de la Web 2.0. Características y servicios de la Web 3.0   |



| N° | ASIGNATURA                       | NIVEL | RESULTADOS DE APRENDIZAJE  | CONTENIDOS MÍNIMOS   |
|----|----------------------------------|-------|--|--|
| 6  | Expresión gráfica                | 1     | Representa elementos de expresión gráfica y configuración lineal con habilidad en el uso de técnicas de dibujo natural y ambientación  | 1. Elementos de expresión gráfica 2. Clases y elementos de dibujo 3. Mano alzada y trazos 4. Proporciones visuales 5. Luz y sombra. 6. Difuminados 7. El color. Técnicas de ambientación secas y húmedas   |
| 7  | Geometría plana y trigonometría  | 2     | Interpreta los diferentes teoremas geométricos y trigonométricos para su correcta aplicación en la solución de problemas.  | 1. Concepto de elementos no definidos 2. Proporcionalidad 3. Segmentos Geométricos 4. Ángulos Geométricos 5. Triángulos geométricos 6. Ángulos trigonométricos 7. funciones trigonométricas 8. Ecuaciones trigonométricas 9. Círculos y líneas trigonométricas   |
| 8  | Geometría descriptiva            | 2     | Interpreta científica y creativamente los fundamentos del análisis de la geometría descriptiva en procesos científicos y arquitectónicos, para resolver un problema de manejo de una realidad física material.                   | 1. Introducción a la geometría descriptiva. 2. Clave de la proyección ortogonal y vistas sucesivas. 3. Características de la recta en espacio tridimensional. 4. Características de la superficie plana en un espacio tridimensional. 4. Manejo de intersecciones y sólidos. 5. Análisis de Cubiertas Ortogonales e irregulares. |
| 9  | Diseño básico                    | 2     | Realiza composiciones basadas en fundamentos del diseño que le permiten identificar los principales componentes de un diseño y los elementos que la influyen.  | 1. Principios Ordenadores 2. Estructuras y Mallas 3. Ejes y Simetría 4. Jerarquía 5. Ritmo y Repetición. 6. Modulación 7. Concepto de Función, forma y tipología. 8. Relaciones Espaciales y con entorno 9. Envolverte iluminación 10. El dibujo como herramienta para la expresión de las ideas                                 |
| 10 | Epistemología de la Arquitectura | 2     | Estudia críticamente las bases teóricas de la Arquitectura para desarrollar estructuras de pensamiento y juzgar la validez y el alcance de la profesión, desde un ámbito contextual y pertinente al intervalo de tiempo tratado. | 1. Marco Conceptual 2. Doctrinas Filosóficas de la arquitectura 3. Enfoques Clásicos 4. Enfoques modernos 5. Enfoques contemporáneos 6. Crítica de arquitectura estudio de autores y casos.  |

| N° | ASIGNATURA  | NIVEL | RESULTADOS DE APRENDIZAJE   | CONTENIDOS MÍNIMOS  |
|----|---|-------|---|---|
| 11 | Realidad Nacional, Cultural y Ecológica               | 3     | Analiza los principios y fundamentos del estado ecuatoriano, las políticas nacionales económicas, ambientales y culturales que conllevan a la protección de los recursos y el patrimonio cultural y natural del estado, con base en la realidad del contexto.   | 1. Reseña histórica del Ecuador, principios y fundamentos del estado, división política del Ecuador, políticas económicas, políticas ambientales, políticas culturales 2. Análisis del modelo económico del Ecuador 3. Crisis ambiental y poblaciones 4. Dinámicas territoriales.   |
| 12 | Dibujo Arquitectónico                                 | 2     | Elabora una representación de un proyectos arquitectónico o de sus partes , de una manera técnica y creativa para resolver un problema de información , prefiguración y simulación , impulsando el manejo y la generación de procedimientos de representación gráfica.  | 1. Representación de líneas. 2. Sombreado y achurados. 3. Plantas arquitectónicas. 4. Fachadas y cortes. 5. Acotado. 6. Simbología. 7. Perspectiva aérea, lineal y cónica. 8. Levantamientos arquitectónicos  |
| 13 | Física Aplicada                                       | 3     | Domina los fundamentos de física que se aplican para el análisis estructural, utilizando los métodos y herramientas tradicionales y relacionándolos directamente con la realidad profesional.   | 1. Elementos básicos de Sistemas de Unidades. 2. Vectores 3. Estática 4. Dinámica. 5. Trabajo y Energía 6. Fuerza y momentos de una fuerza. 7. Elasticidad, deformación, esfuerzo, ductilidad, rigidez y resistencia  |
| 14 | Teoría e Historia de la Arquitectura y el Urbanismo I | 3     | Conceptualiza el problema de los orígenes de la arquitectura y urbanismo, resolviendo un problema de contextualización y de relación cronológica, impulsando la investigación y la generación de conocimientos históricos y sociales, con una visión ética y estética para hacer crítica de conceptos, usos y funciones en las obras arquitectónicas y ciudades estudiadas. | 1. Desde la era megalítica, la revolución agrícola al surgimiento urbano medieval. 2. Aproximaciones al conocimiento de la arquitectura y de la ciudad. 3. Ciudad y Arquitectura en la Edad prehistórica e histórica (Harapo, Mesopotamia, Egipto, Grecia y Roma) 4. Ciudad y Arquitectura del paleocristiano a la Edad Media (Medieval y América precolombina) |

| N° | ASIGNATURA                               | NIVEL | RESULTADOS DE APRENDIZAJE  | CONTENIDOS MÍNIMOS   |
|----|--|-------|--|--|
| 15 | Taller de proyectos I                    | 3     | Elabora un proyecto de arquitectura técnico y creativo, para resolver un problema de hábitat básico, impulsando la investigación y la generación de conocimientos de la Proyección.  | 1. La forma, espacio y objeto arquitectónico. 2. Partido Arquitectónico 3. Manipulación consciente de elementos básicos de la arquitectura (muro, escaleras, estructura, circulaciones) 4. Dimensiones Antropométricas y ergonómicas. 6. El hábitat como construcción conceptual. 7. Componentes de la vivienda mínima 8. Estudio de Casos (proyectos con énfasis en la funcionalidad). 9. Relaciones funcionales. |
| 16 | Materiales Constructivos                 | 3     | Identifica los principales materiales utilizados en la construcción y la aplicación de los mismos para resolver problemas técnico constructivos  | 1. Pétreos y Tierras. 2. Aglomerantes. 3. Orgánicos 4. Metálicos 5. Revestimientos y Sintéticos  |
| 17 | Estadística                              | 3     | Aplica las técnicas existentes y procedimientos para el análisis estadístico de datos, en base a una conceptualización, interpretación científica, manejo y tratamiento de la información  | 1. Estadística descriptiva (datos agrupados, correlaciones y regresiones) 2. Nociones de probabilidad y distribuciones. 3. Gráficos y funciones. 4. Distribución muestral y estimación de parámetro (población, muestra) 5. Pruebas Estadísticas (Contrastes de hipótesis, análisis de la varianza y análisis aplicado)  |
| 18 | Creatividad, Innovación y Emprendimiento | 2     | Construye un proyecto de emprendimiento creativo e innovador, acorde con el contexto y las posibilidades de recursos presentes o futuras, siguiendo una determinada metodología y con una clara administración de su proyecto de vida. | 1. Características, Habilidades y competencias emprendedoras 2. Plan de vida: Importancia, estructura: Visión, Misión, Valores, Formulación de 3. Objetivos, criterios para redactar objetivos y análisis FODA. 4. Actitud Emprendedora. 5. Desarrollo del Espíritu Emprendedor. 6. Modelo de negocio CANVAS   |

| N° | ASIGNATURA   | NIVEL | RESULTADOS DE APRENDIZAJE  | CONTENIDOS MÍNIMOS  |
|----|--|-------|--|---|
| 19 | Teoría e historia de la Arquitectura y el urbanismo II | 4     | Conceptualiza el problema de los orígenes de la arquitectura y urbanismo, resolviendo un problema de contextualización y relación cronológica, impulsando la investigación y la generación de conocimientos históricos y sociales, con una visión ética y estética para hacer crítica de conceptos, usos y funciones en las obras arquitectónicas y ciudades estudiadas. | Ciudad y arquitectura en el movimiento:<br>1. Románico y Gótico. 2. Arquitectura Islámica. 3. Renacimiento. 4. Barroco. 5. Rococó. 6. Neoclasicismo. 7. Romanticismo. 8. Art Nouveau. 9. Art Deco. 10. Otros movimientos de la época  |
| 20 | Taller de proyectos II                                 | 4     | Utiliza los principios de composición arquitectónica para el desarrollo de una propuesta arquitectónica para resolver un problema espacial centrado en la forma y su estructuración, con una justificación científico y con altos niveles de creatividad.  | 1. Estructura como elemento de diseño 2. Relación cualitativa - Formal. 3. Materialización de sistemas constructivos simples 4. Relaciones básicas entre forma arquitectónica y estructura resistente. 5. El modelo tridimensional como herramienta para la comprensión del espacio. 6. Estudio de Casos (proyectos con énfasis en lo formal) |
| 21 | Sistemas y procesos Constructivos Húmedos              | 4     | Aplica técnicas y métodos para la resolución de un problema técnico-constructivo basado en información especializada de un sistema constructivo, impulsando la investigación y generación de conocimiento de la realidad constructiva.   | Concepto, historia y características de los siguientes sistemas constructivos:<br>1. Tradicionales Artesanales. 2. Mampostería 3. Hormigón Armado<br>concepto, historia y características de los siguientes sistemas constructivos: 1. Tradicionales Artesanales. 2. Mampostería 3. Hormigón Armado   |
| 22 | Análisis Estructural                                   | 4     | Domina los criterios básicos que se utilizan en el análisis estructural, utilizando los métodos y herramientas tradicionales y los relaciona directamente con la realidad profesional.   | 1. Principios Básicos de una estructura. 2. Clasificación de las estructuras. 3. Sistemas Estructurales. 4. Modelación geométrica 5. Modelación de acciones 6. Modelación mecánica 7. Reacciones de apoyo - fuerzas internas 8. Modelación y análisis de armaduras 9. Hiperestática   |

| N° | ASIGNATURA  | NIVEL | RESULTADOS DE APRENDIZAJE  | CONTENIDOS MÍNIMOS  |
|----|---|-------|--|---|
| 23 | Metodología de la investigación                         | 4     | Aplica metodologías para la elaboración de investigaciones, respetando las características y requerimientos de cada una de las herramientas metodológicas para la investigación.   | 1. Introducción a la investigación. 2. La metodología de investigación cualitativa. 3. La metodología de investigación cuantitativa. 4. Normas APA. 5. Los objetivos en la redacción científica. 6. La redacción de los resultados de una investigación y su discusión.   |
| 24 | Dibujo asistido por computador 2D                       | 4     | Elabora un representación de un proyectos arquitectónico o de sus partes , de una manera técnica y creativa para resolver un problema de información y prefiguración , impulsando el manejo y la generación de procedimientos de representación gráfica .  | 1. Dibujo de formas básicas. 2. Herramientas de modificación. 3. Layes 4. Textos y Cotas 5. Diagramación en láminas en el layo. 6. Insertar imágenes y referencias  |
| 25 | Teoría e historia de la Arquitectura y el urbanismo III | 5     | Conceptualiza el problema de los orígenes de la arquitectura y urbanismo, resolviendo un problema de contextualización y de relación cronológica, impulsando la investigación y la generación de conocimientos históricos y sociales para su reinterpretación cualitativa, con una visión ética y estética para hacer crítica de conceptos, usos y funciones en las obras arquitectónicas y ciudades estudiadas. | Desde la revolución industrial hasta la actualidad (siglo XIX y XX). 1. Ciudad y Arquitectura en la revolución industrial. 2. Arquitectura en las Exposiciones Internacionales. 3. Racionalismo y Expresionismo. 4. La escuela de Chicago. 5. Bauhaus 6. Vanguardismo. 7. Postmodernismo. 8. De constructivismo. 9. Otros movimientos de la época. 10. Ciudad y Arquitectura Contemporánea. 11. Ciudades utópicas. 12. Arquitectura futurista |
| 26 | Fundamentos del Urbanismo                               | 5     | Conoce los principios básicos del Urbanismo, para entender el funcionamiento general de las ciudades desde el punto de vista morfológico, estructural, social y económico.   | 1. Complejidad del tejido Urbano. 2. Condiciones del medio físico en la forma urbana 3. Conceptos de demografía. 4. Distribución de los grupos sociales en el espacio urbano. 5. Identidad Urbana. 6. Economía Urbana.  |

| N° | ASIGNATURA                              | NIVEL | RESULTADOS DE APRENDIZAJE   | CONTENIDOS MÍNIMOS   |
|----|---|-------|---|--|
| 27 | Taller de proyectos III                 | 5     | Aplica los principios de composición arquitectónica en el desarrollo de una propuesta arquitectónica para resolver un problema de hábitat de mediana complejidad con una justificación científica y con altos niveles de creatividad.                                       | 1. Relación del objeto arquitectónico con el contexto físico, contexto social y ambiental. 2. Proyecto de Arquitectura y definición del escenario urbano. 3. Modelos digitales para la comprensión del espacio y simulación de condiciones. 4. Tipologías relacionadas a las condiciones del sitio (escalonada, en barra, tejido). 5. Diagramas como instrumento de análisis. 6. Estudio y resolución de Casos |
| 28 | Sistemas y procesos constructivos secos | 5     | Aplica técnicas y métodos para la resolución de un problema técnico-constructivo basado en información especializada de un sistema constructivo, impulsando la investigación y generación de conocimiento de la realidad constructiva.                                      | Concepto, historia y características de los siguientes sistemas constructivos: 1. Madera 2. Bambú 3. Metal 4. Prefabricados 5. especiales  |
| 29 | Estructuras de Hormigón                 | 5     | Domina los criterios básicos para el diseño de una estructura en hormigón armado, utilizando los métodos y herramientas tradicionales que le permiten complementar sus diseños arquitectónicos.   | 1. Características del hormigón y el acero. 2. Principios de diseño 3. Esfuerzos de flexión, corte y torsión en elementos de hormigón armado. 4. Comportamiento de elementos sometidos a cargas axiales. 5. Comportamiento de elementos sometidos a cargas de compresión mas flexión. 6. Cimentación.  |
| 30 | Dibujo asistido por computador 3D       | 5     | Elabora una representación en tercera dimensión de un proyecto arquitectónico o de sus partes, de una manera técnica y creativa para resolver un problema de información y prefiguración, impulsando el manejo y la generación de procedimientos de representación gráfica. | 1. Principios del modelado 3D. 2. Herramientas de modelado 3D. 3. Aplicación de Materiales. 4. Uso de cámaras 5. Manejo de escenas y ambientación 8. Luces. 9. Herramientas de Renderización y Fotorealismo arquitectónico.  |

| N° | ASIGNATURA  | NIVEL | RESULTADOS DE APRENDIZAJE   | CONTENIDOS MÍNIMOS  |
|----|---|-------|---|---|
| 31 | Teoría e Historia de la Arquitectura y el Urbanismo Latinoamericana | 6     | <p>Conceptualiza el problema de la realidad de la arquitectura y urbanismo latinoamericano, resolviendo un problema de contextualización y de relación cronológica, impulsando la investigación y la generación de conocimientos históricos y sociales, con una visión ética y estética para hacer crítica de conceptos, usos y funciones en las obras arquitectónicas y ciudades estudiadas.</p> | <p>1. Períodos aborígenes y pre hispánicos. 2. Conquistas españolas en el continente americano/ Estructura de la ciudad colonial. 3. Arquitectura Religiosa, vivienda y Barroco en Quito 4. Arquitectura "Académica" en Latinoamérica 5. Arquitectura "Republicana" ecuatoriana (1822-1930) 6. El espacio arquitectónico en el siglo IX. 7. Arquitectura de inicios de siglo XX en Latinoamérica y Ecuador/ Renacimiento de la arquitectura colonial 8. El "Racionalismo" en la arquitectura de Quito 9. Modernismo Latinoamericano 10. La expansión de la arquitectura "moderna" en Quito, de 1950 – 1980. 11. Arquitectura contemporánea en Latinoamérica y Ecuador</p> |
| 32 | Topografía y GIS  | 6     | <p>Desarrolla un levantamiento topográfico, planimétrico y altimétrico científico y técnico para resolver un problema de información topográfica, aplicando las herramientas tradicionales y los nuevos sistemas de información geográfica GIS.</p>   | <p>1. Conceptos topográficos y geodésicos. 2. Técnicas de medición e instrumentos topográficos 3. Aplicaciones 4. Cartografía 5. Levantamientos y detalles. 6. Curvas de nivel. 7. Automatización. 8. Sistemas de información geográfica</p>  |
| 33 | Taller de proyectos IV  | 6     | <p>Aplica los principios de composición arquitectónica en el desarrollo de una propuesta arquitectónica para resolver un problema relaciones espaciales en vertical con una justificación científica y con altos niveles de creatividad</p>   | <p>1. El edificio en altura y sus problemas de uso, organización, accesibilidad, seguridad, escala, lenguaje. 2. Uso de la sección arquitectónica como elemento de diseño. 3. Relaciones programáticas y circulaciones verticales. 4. Estructuras modulares. 5. Espacio Público - Privados. 6. Estudio de Casos (proyectos con énfasis en la funcionalidad)</p>   |

| N° | ASIGNATURA                    | NIVEL | RESULTADOS DE APRENDIZAJE  | CONTENIDOS MÍNIMOS   |
|----|-------------------------------|-------|--|--|
| 34 | Acabados de la Construcción   | 6     | Aplica técnicas y métodos para la resolución de un problema técnico-constructivo basado en información especializada de acabados de la construcción, impulsando la investigación y generación de conocimiento de la realidad constructiva. | 1. Enlucidos y pinturas. 2. Revestimientos 3. Piezas Sanitarias 4. Mobiliario fijo 5. Ventanas y puertas 6. Pisos 7. Cubiertas y tumbados 8. Protecciones  |
| 35 | Estructuras de acero y madera | 6     | Domina los criterios básicos para el diseño de una estructura en acero o madera, utilizando los métodos y herramientas tradicionales que le permiten complementar sus diseños arquitectónicos.   | 1. Generalidades del Acero. 2. Miembros en tensión, conexiones mecánicas y soldadas. 3. Compresión axial y flexo-compresión en elementos estructurales de acero 4. Miembros en flexión en acero. 5. Generalidades de la madera 6. Miembros en tensión, conexiones mecánicas en madera. 7. Compresión axial y flexo-compresión en elementos estructurales de madera 8. Cerchas                          |
| 36 | Arquitectura Sostenible       | 6     | Justifica el desarrollo de proyectos arquitectónicos en términos ecológicamente responsables, aplicando criterios de reducción, reutilización y reciclaje de materiales, del agua y energía, aplicando técnicas adecuadas.                 | 1. Conceptos de arquitectura sustentable y bioclimática. 2. Pilares de la Arquitectura Sustentable. 3. Ciclo de vida de la construcción. 4. Materiales y recursos. 5. Implantación y entorno. 6. Gestión del Agua. 7. Gestión de Residuos (learn construction). 8. Técnicas pasivas y activas. 9. Calidad ambiental interior. 10. Eficiencia energética y energías renovables. 11. Certificación LEED. |
| 37 | Ciudad Sostenible             | 7     | Aplica conceptos y criterios básicos del Eco-Urbanismo en soluciones específicas a problemas de baja complejidad dentro la ciudad.   | 1. Ciudad compacta y ciudad dispersa. 2. Buenas prácticas de ciudades sostenibles. 3. Alternativas sostenible para el manejo de ciudades. 10. Redes para peatones y ciclistas. 11. Conceptos de la ciudad paseable.  |



| N° | ASIGNATURA                            | NIVEL | RESULTADOS DE APRENDIZAJE   | CONTENIDOS MÍNIMOS  |
|----|---------------------------------------|-------|---|---|
| 38 | Prácticas de servicio comunitario     | 7     | Aplicar los conocimientos adquiridos en la carrera mediante el trabajo dirigido en beneficio de una comunidad o sociedad ganando experiencia en ambientes laborales y sociales  | Trabajo de investigación-acción propuesto por el estudiante, dirigido por un docente y valorado por la organización beneficiaria  |
| 39 | Taller de Proyectos V                 | 7     | Aplica los principios de composición arquitectónica en el desarrollo de una propuesta arquitectónica para resolver un problema relaciones programáticas y funcionales con una justificación científica y con altos niveles de creatividad.  | 1. Programación de necesidades y funciones. 2. Análisis de Normativas y reglamentación 3. Requerimientos funcionales de alto nivel. 4. Relación entre topografía y propuesta arquitectónica. 5. Aplicación de sistema constructivos relacionado a la localización. 6. Relaciones programáticas. 7. Análisis de casos de proyectos con altos requerimiento de funcionalidad tales como hospitales y escuelas |
| 40 | Instalaciones Eléctricas y Sanitarias | 7     | Elabora un análisis eléctrico y sanitario para resolver un problema de información técnica especializada del manejo de la electricidad y la dotación de agua en la edificación con altos niveles de creativo y fundamentos científicos impulsando la investigación y la generación de conocimientos de la realidad eléctrica de un proyecto | 1. Electricidad e instalaciones. 2. Sistemas de provisión de electricidad 3. Tomacorrientes e iluminación 4. Simbología y representación 5. Comunicaciones y redes 6. Domótica e instalaciones inteligentes 7. Agua potable y agua servida 8. Redes y componentes para el Suministro de Agua 9. Redes y componentes para la Evacuación de aguas servidas. 10. Simbología y representación                   |

| N° | ASIGNATURA  | NIVEL | RESULTADOS DE APRENDIZAJE  | CONTENIDOS MÍNIMOS  |
|----|---|-------|--|---|
| 41 | Teoría y Proyecto de Conservación                   | 7     | Comprende el carácter sistémico del patrimonio, aplicando las nuevas tendencias y postulados a la elaboración de una propuesta de conservación arquitectónica y/o urbana.  | 1. Evolución de la Restauración siglos XIX y XX. 2. Documentos Internacionales de Conservación. La Valoración del Patrimonio. Los Inventarios. 3. Sistema de Categorías relacionadas con el Patrimonio. Categorías asociadas y de intervención en el Patrimonio. 4. La conservación del patrimonio en el Ecuador. 5. Concepto Generales de la Rehabilitación. Elementos generales. Estudio de Casos. Metodología a emplear. 6. La nueva arquitectura en ciudades. La Arquitectura de Integración históricas. Principios de Integración. Análisis Urbanístico. 7. Elaboración de proyectos de conservación arquitectónica y/o urbana y de inserción en zonas de valor patrimonial. |
| 42 | Paisajismo  | 7     | Utiliza los principios básicos de valoración y conservación del paisaje natural y el urbano para aplicarlos en el diseño de proyectos arquitectónicos y urbanos  | 1. Ciudad, paisaje y medio físico. 2. Cartografía básica. 3. Valoración del paisaje. 4. Relación entre el paisaje natural y el paisaje urbano. 5. Vegetación. 6. Elementos compositivos del paisaje. 7. Materiales y mobiliario para exteriores.  |
| 43 | Taller de aplicación Avanzada                       | 8     | Aplica los principios de composición arquitectónica en el desarrollo de una propuesta arquitectónica para resolver un problema relaciones programáticas y funcionales con una justificación científica y con altos niveles de creatividad.                                     | 1. Soluciones integrales a problemas derivados de la realidad del país, relacionados con el diseño arquitectónico, el urbanismo y el medio ambiente. 2. Análisis de la realidad urbana y La escala arquitectónica. 3. Generación del programa arquitectónico. 4. Manejo de áreas interiores y exteriores. 5. Análisis de casos de proyectos como complejos deportivos, sociales, jurídicos, etc.  |
| 44 | Instalaciones especiales y grandes Infraestructuras | 8     | Elabora un análisis de instalaciones para resolver un problema de información técnica especializada del manejo de climatización, ventilación, acustivas, redes y grandes infraestructuras con altos niveles de creativo y fundamentos científicos impulsando la investigación. | 1. Climatización en ambientes interiores 2. Calidad del aire interior 3. Sistemas de ventilación y extracción 4. Instalaciones Acústica 5. Instalaciones de Gas 7. Aplicación de las Energías renovables en las instalaciones   |

| N° | ASIGNATURA                         | NIVEL | RESULTADOS DE APRENDIZAJE  | CONTENIDOS MÍNIMOS  |
|----|------------------------------------|-------|--|---|
| 45 | Diseño Urbano                      | 7     | Diseña ordenanzas urbanas, urbanizaciones y espacios públicos de baja complejidad, en base al análisis del funcionamiento de las ciudad y a criterios básicos de sostenibilidad y movilidad                            | 1. Manejo y diseño de ordenanzas urbanas. 2. Conceptos e instrumentos básicos de movilidad y transporte sostenible. 3. Modelos urbanos y de movilidad actuales. 4. Redes peatonales y ciclo vías. 5 Análisis de referentes de espacios públicos.  |
| 46 | Prácticas Pre-profesionales        | 7     | Aplicar los conocimientos adquiridos en la carrera mediante el trabajo dirigido y ganar experiencia en ambientes laborales.  | Trabajo de aplicación dirigido por un profesional en áreas relacionadas al dibujo arquitectónico, construcción y/o diseño arquitectónico.   |
| 47 | Costos de la Construcción          | 8     | Realiza presupuestos de proyectos de construcción, basándose en normas de contabilidad y finanzas, dominando al análisis de rubros en todas las fases de la construcción   | 1. Definición de costos. 2. Costos Directos. 3. Costos Indirectos. 4. Contabilidad y Finanzas de la Construcción. 5. Rendimientos 6. Análisis de Precios Unitarios. 7. Presupuestos con APUS.   |
| 48 | Ciudad y Planificación Territorial | 9     | Identifica problemas y potencialidades de las ciudades en relación al territorio y sus componentes para el análisis de su funcionamiento compartido, direccionado con las normativas, guías y metodologías nacionales. | 1. Introducción y antecedentes a la Planificación Territorial. Definiciones Básicas. 3. Problemas y rol de las ciudades. 4. Sistemas de Planificación, Enfoques, Instrumentos, Escalas (regional, nacional, local) y Gestión de la Ciudad-Territorio. 5. Tipos de Planificación: perspectiva histórica; planificación estratégica; planificación ecológica. 6. Componentes Territoriales (Biofísico, Socio Cultural, Económico, Asentamientos Humanos, Movilidad, Energía y conectividad, Político Institucional y de Participación Ciudadana) 6.1. Ecosistemas urbanos y naturales, Recursos naturales y alimentarios para las ciudades, agricultura urbana y periferias. 7. Marco legal del Ordenamiento Territorial local. (Plan Nacional vigente, Estrategia Territorial Nacional) 8. Manejo y visualización de datos y mapas |

| N° | ASIGNATURA                                  | NIVEL | RESULTADOS DE APRENDIZAJE  | CONTENIDOS MÍNIMOS  |
|----|---|-------|--|---|
| 49 | Gestión y Administración de la Construcción | 9     | Evalúa los procesos de administración existentes y auto-generados para gestionar proyectos identificando su ciclo de vida y aplicando métodos (Project Management Body of Knowledge PMBOK, Capability Maturity Model Integration CMMI, Microsoft Solutions Framework MSF) de seguimiento y control | 1. Introducción a la Administración de Proyectos.<br>2. Métodos de seguimiento y control (PMBOK)<br>3. Ciclo de Vida de Proyectos (Inicio, Planificación, Ejecución, Cierre, Monitoreo y Control)<br>4. Procesos de Dirección de Proyectos (Integración, Involucrados, Alcance, Costos, Tiempo, Calidad, RRHH, Comunicaciones, Riesgo, Adquisiciones)<br>5. Procesos de Planificación (Proyecto ejecutivo)<br>6. Procesos de Ejecución (Seguimiento de obra)<br>7. Procesos de Control (Fiscalización de Obras)<br>8. Certificación Profesional en Gestión de Proyectos(PMP)" |
| 50 | Integración Curricular                      | 9     | Demostrar el manejo integral de los conocimientos adquiridos durante el programa de estudios y los aplica en una modalidades propuestas.   | 1. Definición del Tema o Problema<br>2. Marco Teórico.<br>3. Aplicación Metodológica<br>4. Propuesta<br>EXAMEN COMPLEXIVO:<br>1. Técnicas de Representación<br>2. Fundamentos Teóricos<br>3. Sistemas constructivos<br>4. Estructuras<br>5. Administración de Obras<br>6. Diseño Arquitectónico.<br>7. Urbanismo  |
| 51 | Portafolio y Comunicación para Arquitectos  | 9     | Maneja estrategias de posicionamiento e imagen, las mismas que le permiten promocionarse como profesional y mejorar la relación con su futuro cliente.   | 1. Marketing del siglo XXI<br>2. Portafolio<br>3. Herramientas digitales para la elaboración de portafolio<br>4. Portafolio 2.O.<br>5. Atención al cliente.   |

| GUIÓN DE ENTREVISTA A DOCENTES DE LA UNIVERSIDAD INDOAMÉRICA |  |                       |
|--|--|-----------------------|
| Entrevistador :  | Fecha:   | Número de entrevista: |
| Entrevistado:  | Título:  | Proyecto Formativo:   |
| Lugar :  | Ciudad:  | Período:              |
| N°   | PREGUNTA   | RESPUESTA             |
| 1  | ¿En qué rama de la sostenibilidad se centra el proyecto formativo que usted imparte?   |                       |
| 2  | ¿Cuál es el alcance del proyecto formativo en el tema sostenible o manejo de softwares?  |                       |
| 3  | ¿Durante la formulación académica, involucra la enseñanza de algún software de simulación energética?  |                       |
| 4  | ¿Cree usted que sea pertinente el generar un manual de procedimiento para la simulación de niveles de confort y eficiencia energética que describa el paso a paso de la simulación involucrándolo en la literatura académica de la universidad como apoyo para futuras generaciones? |                       |
| 5  | ¿Conoce o recomendaría el uso de algún software de simulación energética que permita evaluar el comportamiento térmico, lumínico, CFD, energético, entre otros, de proyectos propuestos y existentes?  |                       |

---

**ENTREVISTA A DOCENTES DE LA UNIVERSIDAD INDOAMÉRICA**

---

**Entrevistador:** Liz Zambrano

**Fecha:** 05/07/2023

**Número de entrevista:** 01

**Entrevistado:** Javier Cardet

**Título:** Arquitecto

**Proyecto Formativo:** Taller de Proyectos III

**Lugar:** Universidad Indoamérica

**Ciudad:** Ambato

**Periodo:** A23

| N° | PREGUNTA   | RESPUESTA   |
|----|--|---|
| 1  | ¿En qué rama de la sostenibilidad se centra el proyecto formativo que usted imparte?   | Actualmente, los proyectos formativos Taller de Proyectos III y Taller de Proyectos V se basan en la sostenibilidad ambiental.  |
| 2  | ¿Cuál es el alcance del proyecto formativo en el tema sostenible o manejo de softwares?  | Taller de proyectos III incrementa una serie de estrategias de diseño espaciales, funcionales, formales, tecnológicas y medioambientales donde deben definir las estrategias activas a emplearse dentro del proyecto, que son consumidoras de una cierta cantidad de energía, las estrategias pasivas y también la aplicación de la norma de eficiencia energética para las edificaciones para cada uno de los proyectos. En el caso de Taller de Proyectos V relacionado al patrimonio edificado los centros históricos son un ejemplo muy claro de lo que es una ciudad sostenible por las técnicas constructivas, los materiales utilizados, la forma de distribución y acciones para fomentar y consolidar la sostenibilidad que tienen estos centros históricos. |
| 3  | ¿Durante la formulación académica, involucra la enseñanza de algún software de simulación energética?  | No se realiza ninguna simulación con ningún software, solo que los conocimientos adquiridos en materias como arquitectura y ciudad sostenible se vayan aplicando en cierta forma en los proyectos.  |
| 4  | ¿Cree usted que sea pertinente el generar un manual de procedimiento para la simulación de niveles de confort y eficiencia energética que describa el paso a paso de la simulación involucrándolo en la literatura académica de la universidad como apoyo para futuras generaciones? | Si es importante, porque sería mucho más factible y fácil para el estudiante que en un solo documento tenga toda la información necesaria para realizar la simulación de un proyecto arquitectónico. El estudiante tendría en un solo documento toda la información que necesita para no buscar en diferentes normativas o fuentes que a veces no lo encuentran muy fácil y es mejor tenerlo de una forma compacta en un documento útil para su aprendizaje y aplicación en los proyectos.  |
| 5  | ¿Conoce o recomendaría el uso de algún software de simulación energética que permita evaluar el comportamiento térmico, lumínico, CFD, energético, entre otros, de proyectos propuestos y existentes?  | No tiene conocimiento de este tipo de programas, pero recomienda que a partir de ahí se agilizaría mucho el proceso y actividad de diseño evaluando las características de cada espacio de la propuesta.  |

---

Anexos 24. Entrevista 2- Arquitectura Sostenible

| ENTREVISTA A DOCENTES DE LA UNIVERSIDAD INDOAMÉRICA |  |  |
|---|--|--|
| <b>Entrevistador:</b> Liz Zambrano                  | <b>Fecha:</b> 05/07/2023   | <b>Número de entrevista:</b> 02  |
| <b>Entrevistado:</b> Darío Bustan                   | <b>Título:</b> Arquitecto  | <b>Proyecto Formativo:</b> Arquitectura Sostenible   |
| <b>Lugar:</b> Universidad Indoamérica               | <b>Ciudad:</b> Ambato  | <b>Periodo:</b> A23  |
| N°  | PREGUNTA   | RESPUESTA  |
| 1   | ¿En qué rama de la sostenibilidad se centra el proyecto formativo que usted imparte?   | Arquitectura sostenible es un eje transversal de la carrera, se aborda desde conocimientos muy generales como glosario de términos hasta la aplicación de estrategias pasivas y activas en los proyectos del nivel.  |
| 2   | ¿Cuál es el alcance del proyecto formativo en el tema sostenible o manejo de softwares?  | Se utilizan los proyectos para realizar la aplicación de estrategias pasivas, activas, eficiencia energética, ciclo de vida del proyecto, materiales y ciertos cálculos.   |
| 3   | ¿Durante la formulación académica, involucra la enseñanza de algún software de simulación energética?  | Actualmente se va a realizar una práctica usando un plug-in para Revit, se les indicará cómo se realiza una simulación con el plug-in Insight en Revit para determinar criterios de eficiencia energética.   |
| 4   | ¿Cree usted que sea pertinente el generar un manual de procedimiento para la simulación de niveles de confort y eficiencia energética que describa el paso a paso de la simulación involucrándolo en la literatura académica de la universidad como apoyo para futuras generaciones? | Si es pertinente y debe realizarse también se podría llevar este conocimiento como una materia optativa, es importante que todos los estudiantes a partir de tercer semestre tengan conocimiento de este tipo de programas para que puedan aplicar en los proyectos propuestos.  |
| 5   | ¿Conoce o recomendaría el uso de algún software de simulación energética que permita evaluar el comportamiento térmico, lumínico, CFD, energético, entre otros, de proyectos propuestos y existentes?  | Hay varios softwares, desde mi experiencia se encuentra Revit con Insight, Design Builder, EnergyPlus, Velux para realizar análisis de iluminación, para la elección de un software se debe realizar un análisis de las ventajas y desventajas de cada uno, además del tema de las licencias que deben existir en la universidad para usar el programa completo. |

Anexos 25. Entrevista 3- Ciudad Sostenible

**ENTREVISTA A DOCENTES DE LA UNIVERSIDAD INDOAMÉRICA**

|                                       |                           |  |
|---------------------------------------|---------------------------|--|
| <b>Entrevistador:</b> Liz Zambrano    | <b>Fecha:</b> 29/06/2023  | <b>Número de entrevista:</b> 03              |
| <b>Entrevistado:</b> Luis Llacas      | <b>Título:</b> Arquitecto | <b>Proyecto Formativo:</b> Ciudad Sostenible |
| <b>Lugar:</b> Universidad Indoamérica | <b>Ciudad:</b> Ambato     | <b>Periodo:</b> B22                          |

| <b>N°</b> | <b>PREGUNTA</b>  | <b>RESPUESTA</b>   |
|-----------|--|--|
| 1         | ¿En qué rama de la sostenibilidad se centra el proyecto formativo que usted imparte?   | Ciudad sostenible es un proyecto formativo enfocado a un nivel urbano, no arquitectónico de la ciudad, basado en los ODS, tratando de abordar los tres aspectos de la sostenibilidad lo social, lo económico y lo ambiental. |
| 2         | ¿Cuál es el alcance del proyecto formativo en el tema sostenible o manejo de softwares?  | En ciudades sostenibles se evalúa el grado de sostenibilidad en base a parámetros o indicadores de sostenibilidad urbana en algún área urbana de la ciudad de caso de estudio pertinente en dicho periodo.                   |
| 3         | ¿Durante la formulación académica, involucra la enseñanza de algún software de simulación energética?  | No está dentro de los contenidos mínimos.  |
| 4         | ¿Cree usted que sea pertinente el generar un manual de procedimiento para la simulación de niveles de confort y eficiencia energética que describa el paso a paso de la simulación involucrándolo en la literatura académica de la universidad como apoyo para futuras generaciones? | Si en necesario en toda carrera de arquitectura, pero en los proyectos formativos respectivos quizás en el tema urbano no porque si hablamos del tema urbano, estos análisis más complejos.                                  |
| 5         | ¿Conoce o recomendaría el uso de algún software de simulación energética que permita evaluar el comportamiento térmico, lumínico, CFD, energético, entre otros, de proyectos propuestos y existentes?  | Si hay muchos hay muchos softwares que unos son fáciles y también el que creo que se está utilizando más al menos por parte de los estudiantes es el Design Builder porque es más intuitivo.                                 |

Propuesta de manual de procedimiento para la simulación de niveles de confort y eficiencia energética en edificaciones.



**Anexos 26.** Entrevista 4.- Taller de aplicación avanzada.

| <b>ENTREVISTA A DOCENTES DE LA UNIVERSIDAD INDOAMÉRICA</b> |  |   |
|--|--|---|
| <b>Entrevistador:</b> Liz Zambrano                         | <b>Fecha:</b> 03/07/2023   | <b>Número de entrevista:</b> 04   |
| <b>Entrevistado:</b> Luis Soria                            | <b>Título:</b> Arquitecto  | <b>Proyecto Formativo:</b> Taller de aplicación avanzada  |
| <b>Lugar:</b> Universidad Indoamérica                      | <b>Ciudad:</b> Ambato  | <b>Periodo:</b> A23   |
| <b>N°</b>  | <b>PREGUNTA</b>  | <b>RESPUESTA</b>  |
| 1  | ¿En qué rama de la sostenibilidad se centra el proyecto formativo que usted imparte?   | Se centra en la eficiencia energética y la utilización de recursos pasivos para lograr confort térmico.   |
| 2  | ¿Cuál es el alcance del proyecto formativo en el tema sostenible o manejo de softwares?  | Los alumnos deben realizar simulaciones energéticas que permitan verificar el impacto solar que recibe la edificación y la necesidad o no de protecciones solares, así como también la importancia de trabajar con recursos pasivos como el viento, el sol, la orientación, para que la edificación logre eficiencia energética desde su concepción hasta su funcionamiento.  |
| 3  | ¿Durante la formulación académica, involucra la enseñanza de algún software de simulación energética?  | Sí, como base el software que se utiliza es Formit con el plug-in Insight que es el de análisis energético, Formit tienen un apartado que hace análisis solar y sombras, pero también está permitido experimentar con otro software como el OpenStudio, dependiendo del proyecto.   |
| 4  | ¿Cree usted que sea pertinente el generar un manual de procedimiento para la simulación de niveles de confort y eficiencia energética que describa el paso a paso de la simulación involucrándolo en la literatura académica de la universidad como apoyo para futuras generaciones? | Sí es pertinente y debería estar vinculado con la normativa de eficiencia, es decir, NEC de Eficiencia Energética, que no es aplicada, entonces la universidad lo que debería hacer es generar un proceso que se ajuste a la norma, permitiendo mejorar en varias cosas, dándole al estudiante las herramientas para que cuando se gradué sepa que implementar en sus edificaciones e incluso pueda ubicar otras que no hayan sido hechas por el con este proceso que se propone. |
| 5  | ¿Conoce o recomendaría el uso de algún software de simulación energética que permita evaluar el comportamiento térmico, lumínico, CFD, energético, entre otros, de proyectos propuestos y existentes?  | Sí, la facultad se encuentra actualmente trabajando con Autodesk, que tiene el programa Formit 360 y el plug-in llamado Insight que les genera todas las variantes en cuanto al consumo, optimización, el CO2 que arroja a la atmósfera, es súper didáctico y fácil de entender, a nivel de estudiantes, les permite entender en que radica la diferencia de ser eficiente y hacer un edificio convencional.  |

Anexos 27. Entrevista 5.- Instalaciones especiales y grandes infraestructuras

**ENTREVISTA A DOCENTES DE LA UNIVERSIDAD INDOAMÉRICA**

|  |                                |  |
|--|--------------------------------|--|
| <b>Entrevistador :</b> Liz Zambrano    | <b>Fecha:</b> 29/O6/2023       | <b>Número de entrevista:</b> 05  |
| <b>Entrevistado:</b> Daicy Arias       | <b>Título:</b> Ingeniera Civil | <b>Proyecto Formativo:</b> Instalaciones especiales y grandes infraestructuras |
| <b>Lugar :</b> Universidad Indoamérica | <b>Ciudad:</b> Ambato          | <b>Periodo:</b> A23  |

| <b>N°</b> | <b>PREGUNTA</b>  | <b>RESPUESTA</b>  |
|-----------|--|---|
| 1         | ¿En qué rama de la sostenibilidad se centra el proyecto formativo que usted imparte?   | El proyecto formativo de instalaciones especiales y grandes infraestructuras se enfoca en los tres pilares de la sostenibilidad ambiental social y económico.   |
| 2         | ¿Cuál es el alcance del proyecto formativo en el tema sostenible o manejo de softwares?  | En la parte social se tratan las condiciones de vida de las personas, con los sistemas contra incendios trabajando en la vulnerabilidad de las personas ante un riesgo de incendio, tratan de proteger la vida de los ocupantes, así como sus bienes, cuando se habla de la parte de ventilación se trabaja desde el confort o buscando las condiciones de vida más adecuadas para las personas dentro de las edificaciones, también se maneja el tema acústico en condiciones de vida el tema de confort evitando ruidos externos o internos que se generan en las edificaciones, dentro de la sostenibilidad ambiental, al trabajar con recursos naturales como el agua para los sistemas contra incendios se debe pensar en la utilidad a través de elementos en donde se pueda salvaguardar la reserva de agua, sin perder este liquido vital, y en la parte económica se buscan los métodos más adecuados para que la edificaciones al seguir todos estos parámetros no se conviertan en muy costosas, sino que sigan siendo accesibles para que todos los ocupantes de las edificaciones se vean beneficiados con la implementación de estos sistemas, sobre todo cuando se trabaja con infraestructuras grandes. Los estudiantes están obligados a usar e implantar sistemas que permitan entender toda la infraestructura básica del contexto trabajando desde ahí. |
| 3         | ¿Durante la formulación académica, involucra la enseñanza de algún software de simulación energética?  | No ninguno.   |
| 4         | ¿Cree usted que sea pertinente el generar un manual de procedimiento para la simulación de niveles de confort y eficiencia energética que describa el paso a paso de la simulación involucrándolo en la literatura académica de la universidad como apoyo para futuras generaciones? | Claro que sí, porque a partir de la experiencia si se genera una simulación donde se pueda entender el manejo e implementación los diferentes sistemas, podemos entender cuales serán los beneficios para los ocupantes.  |
| 5         | ¿Conoce o recomendaría el uso de algún software de simulación energética que permita evaluar el comportamiento térmico, lumínico, CFD, energético, entre otros, de proyectos propuestos y existentes?  | No conoce ninguno.  |

| ENTREVISTA A DOCENTES DE LA UNIVERSIDAD INDOAMÉRICA |  |  |
|---|--|--|
| <b>Entrevistador :</b> Liz Zambrano                 | <b>Fecha:</b> 29/O6/2023   | <b>Número de entrevista:</b> O6  |
| <b>Entrevistado:</b> Luis Llacas                    | <b>Título:</b> Arquitecto  | <b>Proyecto Formativo:</b> Diseño Urbano   |
| <b>Lugar :</b> Universidad Indoamérica              | <b>Ciudad:</b> Ambato  | <b>Periodo:</b> A23  |
| N°  | PREGUNTA   | RESPUESTA  |
| 1   | ¿En qué rama de la sostenibilidad se centra el proyecto formativo que usted imparte?   | Diseño Urbano proyecto formativo enfocados a un nivel urbano, no arquitectónico de la ciudad, basados en los ODS, tratando de abordar los tres aspectos de la sostenibilidad lo social, lo económico y lo ambiental.   |
| 2   | ¿Cuál es el alcance del proyecto formativo en el tema sostenible o manejo de softwares?  | El contenido se centra más en normativa, los estudiantes deben buscar los instrumentos de planificación local, PDOT, PUGS, o cualquier documento que tenga incidencia en temas de sostenibilidad con componentes de diseño urbano: equipamientos, vialidad, transporte, zonificación, pero es algo muy general, al final del curso se debe proponer una intervención urbana de manera libre, donde algunos grupos se enfocan en variables de sostenibilidad, mientras que algunos ni lo consideran, pero se trata de al menos abordar el tema.   |
| 3   | ¿Durante la formulación académica, involucra la enseñanza de algún software de simulación energética?  | No está dentro de los contenidos mínimos pero en la parte de análisis urbano, cuando se trata la parte de clima se debe realizar un análisis de asoleamiento a nivel urbano diferente al que se realiza de un edificio, a nivel urbano no se utiliza un software especializado, el que más se utiliza en SketchUp por ser un software libre incluyendo un plug-in para manejar sombras y asoleamiento, este proyecto formativo hace mucho tiempo se realizaba este análisis de manera manual dibujando a mano el tema de las sombras, proyección de elevación, cortes.   |
| 4   | ¿Cree usted que sea pertinente el generar un manual de procedimiento para la simulación de niveles de confort y eficiencia energética que describa el paso a paso de la simulación involucrándolo en la literatura académica de la universidad como apoyo para futuras generaciones? | Si en necesario en toda carrera de arquitectura, pero en los proyectos formativos respectivos quizás en el tema urbano no porque si hablamos del tema urbano, estos análisis más complejos, de eficiencia energética u otro tipo de análisis siempre se llevan a niveles superiores, es decir, un posgrado o especialización porque es muy amplio el tema como para tocarlo dentro de pre-grado, al menos el tema de simulación, sin embargo en el tema arquitectónico hablando de taller de proyecto o cursos específicos donde se diseña un proyecto sería pertinente porque de alguna manera desde la concepción de un proyecto y siguiendo el proceso proyectual que se tiene al menos aquí en la institución en los distintos niveles, comenzando por un tema más investigativo hasta que todos los estudiantes ya desarrollan un proyecto ejecutivo con detalles constructivos, etc. pasan por una parte en la que tienen que evaluar determinantes formales para ver si cumplen con normativa y aportan a mejorar el confort interior |
| 5   | ¿Conoce o recomendaría el uso de algún software de simulación energética que permita evaluar el comportamiento térmico, luminoso, CFD, energético, entre otros, de proyectos propuestos y existentes?  | Si hay muchos, uno son fácil y que se está utilizando más al menos por parte de los estudiantes es el Design Builder por ser intuitivo y estar dentro de la rama los proyectos básicos, hay programa más complejos de software libre que se descargue se utilizan pero muchos de estos programas no están acondicionados para utilizarse un contexto como el nuestro, puesto que, los programas pioneros nacieron en España y otras partes de Europa que hasta cierto punto muy diferente a la nuestra porque la forma en la que se analiza la normativa existente al menos en Ecuador todo es adaptado a la norma española, Design Builder permite mayor flexibilidad al manejar datos e ingresar datos, entonces creo que eso ayuda bastante más.  |

---

**ENTREVISTA A DOCENTES DE LA UNIVERSIDAD INDOAMÉRICA**

---

|  |                           |   |
|--|---------------------------|---|
| <b>Entrevistador :</b> Liz Zambrano    | <b>Fecha:</b> 29/06/2023  | <b>Número de entrevista:</b> 07                               |
| <b>Entrevistado:</b> Diego Buitrago    | <b>Título:</b> Arquitecto | <b>Proyecto Formativo:</b> Ciudad y planificación territorial |
| <b>Lugar :</b> Universidad Indoamérica | <b>Ciudad:</b> Ambato     | <b>Periodo:</b> A23   |

| N° | PREGUNTA   | RESPUESTA  |
|----|--|--|
| 1  | ¿En qué rama de la sostenibilidad se centra el proyecto formativo que usted imparte?   | Está ligada a la sostenibilidad de toda la ciudad atada a un consumo más eficiente. Es una perspectiva mucho más profesional, legal.   |
| 2  | ¿Cuál es el alcance del proyecto formativo en el tema sostenible o manejo de softwares?  | Contenidos como urbanismo y movilidad sostenible que se hablan cada vez más no como moda sino como una necesidad, donde las nuevas generaciones ya tienen una percepción más clara de lo que es sostenibilidad, aplicada en movilidad, eficiencia, diseños sostenibles, etc. Ciudad territorial es la parte legislativa como la parte de la sostenibilidad dentro del marco ecuatoriano legal que se aplica dentro de la ciudad, cada territorio, se enseña cómo está dentro de la constitución, la nueva agenda urbana, planes de movilidad urbanos sostenibles, como estos planes afectan, como pueden funcionar y el análisis que debe tener. |
| 3  | ¿Durante la formulación académica, involucra la enseñanza de algún software de simulación energética?  | Entre los proyectos formativos que imparte actualmente no, lo más cercano son los sistemas de información geográfica gis con plug-ins o extensiones que amplíen los alcances de dicho sistema.   |
| 4  | ¿Cree usted que sea pertinente el generar un manual de procedimiento para la simulación de niveles de confort y eficiencia energética que describa el paso a paso de la simulación involucrándolo en la literatura académica de la universidad como apoyo para futuras generaciones? | Si es importante porque el conocimiento tiene que repartirse, es decir, donde se termina el proceso de enseñanza de un docente puede iniciar otro, tratándolo como un trabajo extenso que integre varios docentes por etapas, el manual ayudaría bastante para tener una línea clara y un resultado claro de lo que se espera  |
| 5  | ¿Conoce o recomendaría el uso de algún software de simulación energética que permita evaluar el comportamiento térmico, lumínico, CFD, energético, entre otros, de proyectos propuestos y existentes?  | No, pero algunos proyectos usan un programa denominado velux, Insight, conocimiento como tal y manejo no porque la rama que sigo actualmente no comprende de este conocimiento.  |

---

| GUIÓN DE ENTREVISTA A EXPERTOS Y PROFESIONALES |   |                       |
|--|---|-----------------------|
| Entrevistador :                                | Fecha:  | Número de entrevista: |
| Entrevistado:                                  | Título:   | Proyecto Formativo:   |
| País :   | Provincia:  | Ciudad:               |
| N°   | PREGUNTA  | RESPUESTA             |
| 1  | ¿Qué softwares de simulación energética conoce? ¿Cuál recomienda?   |                       |
| 2  | ¿Usted ha utilizado algún software de simulación energética?  |                       |
| 3  | ¿Qué tipo de simulaciones ha realizado en dicho software?   |                       |
| 4  | ¿Cree usted que conocer de este tipo de softwares es una característica que mejora el perfil profesional y es atractivo para el mercado laboral? ¿Porqué? |                       |
| 5  | ¿Cree usted que es pertinente el incluir la enseñanza de un software de simulación en la formación académica? ¿Porqué?                                    |                       |

| ENTREVISTA A EXPERTOS Y PROFESIONALES |   |   |
|---------------------------------------|---|---|
| <b>Entrevistador :</b> Liz Zambrano   | <b>Fecha:</b> 28/06/2023  | <b>Número de entrevista:</b> 08   |
| <b>Entrevistado:</b> Estela Samamé    | <b>Título:</b> Arquitecta   | <b>Proyecto Formativo:</b> Profesional  |
| <b>País :</b> Perú                    | <b>Provincia:</b> Santa   | <b>Distrito:</b> Nuevo Chimbote   |
| N°                                    | PREGUNTA  | RESPUESTA   |
| 1                                     | ¿Qué softwares de simulación energética conoce? ¿Cuál recomienda?   | Hay varios softwares actualmente aparte del Design Builder que es el más común, OpenStudio que se está impulsando bastante y también LIDER-CALENER que es un software especial para aplicar a certificaciones ambientales para edificios que requieren estar dentro de los estándares. Recomiendo Design Builder que trabaja con EnergyPlus, y que sirve incluso para el tema de certificaciones.   |
| 2                                     | ¿Usted ha utilizado algún software de simulación energética?  | Sí, Design Builder es el software con el que más me he relacionado al estar inmerso en el proceso de enseñanza-aprendizaje del Máster en diseño y gestión ambiental de edificaciones (MDGAE).   |
| 3                                     | ¿Qué tipo de simulaciones ha realizado en dicho software?   | Simulaciones de demanda energética, de calefacción y refrigeración, por ejemplo, si quiero hacer una simulación hay que modelar primero el edificio, introducir datos del sitio en donde va a estar el edificio, si el edificio es para vivienda se tiene que introducir datos de ocupación por espacios, debido a que, se necesita saber la cantidad de personas que pueden estar ahí ya que eso también aporta calor, también datos de la envolvente: piso, cubierta, muros, es decir, materialidad y si los espacios son habitados o no, entonces se introducen todos estos datos dependiendo del tamaño de la edificación.<br>Se realizan comparaciones con los datos obtenidos de las simulaciones con el estándar passivhaus, son parámetros con los cuales se compara para poder volver a hacer las cosas. Design Builder, también hace simulaciones de iluminación natural, CDF (ventilación), en cuanto lo energético, equipos de aire acondicionado y calefacción, para ver como el edificio cambia sus valores de demanda. |
| 4                                     | ¿Cree usted que conocer de este tipo de softwares es una característica que mejora el perfil profesional y es atractivo para el mercado laboral? ¿Porqué? | No todos lo demandan, es decir, depende del mercado; en in mercado informal por ejemplo en el Perú los clientes no te van a demandar hacer eso, pero generalmente esto es más utilizado por la gente del sector que trabaja con certificaciones ambientales, dentro de ese sector, al menos en contextos latinoamericanos como el de Perú si se demanda personas que sepan el software y que puedan trabajar, pero en lo cotidiano, el resto de personas no lo pide, entonces dentro de ese contexto de profesionales que trabajan con la sostenibilidad si es importante porque en las certificaciones piden este tipo de simulaciones.  |
| 5                                     | ¿Cree usted que es pertinente el incluir la enseñanza de un software de simulación en la formación académica? ¿Porqué?                                    | Si es muy importante, en las universidades para los docentes que están dentro del contexto de investigación, si sería importante que sepan porque con eso pues al menos empiezas a producir documentos científicos que permitan mejorar el campo de la construcción en temas de eficiencia energética, iluminación y todo lo que oferta el software.  |

| ENTREVISTA A EXPERTOS Y PROFESIONALES     |   |  |
|---|---|--|
| <b>Entrevistador:</b> Liz Zambrano        | <b>Fecha:</b> 23/07/2023  | <b>Número de entrevista:</b> 09  |
| <b>Entrevistado:</b> Sebastián Altamirano | <b>Título:</b> Arquitecto   | <b>Proyecto Formativo:</b> Profesional   |
| <b>País:</b> Ecuador                      | <b>Provincia:</b> Tungurahua  | <b>Ciudad:</b> Ambato  |
| N°  | PREGUNTA  | RESPUESTA  |
| 1   | ¿Qué softwares de simulación energética conoce? ¿Cuál recomienda?   | En mis estudios académicos tuve la oportunidad de conocer el nombre de dos softwares de simulación energética, el primero es denominado ladybug tools; el cual es una extensión que es compatible con varios programas de modelado en tres dimensiones. El segundo, con el cual sustente mi proyecto de integración curricular es denominado Design Bulider; software de origen inglés que posee una amplia base de datos y recopila la información necesaria para evaluar las condicionantes térmicas en el interior de cualquier espacio arquitectónico. |
| 2   | ¿Usted ha utilizado algún software de simulación energética?  | Absolutamente, para la sustentación de mi proyecto de integración curricular, era necesaria la simulación termo-energética de dos casos de estudio para su posterior análisis.   |
| 3   | ¿Qué tipo de simulaciones ha realizado en dicho software?   | En mi proyecto de integración curricular realicé simulaciones termo-energéticas para determinar el confort térmico, conjuntamente con cálculo de CFD (Dinámica de fluidos computacional)   |
| 4   | ¿Cree usted que conocer de este tipo de softwares es una característica que mejora el perfil profesional y es atractivo para el mercado laboral? ¿Porqué? | Claro que sí, debido a que en Latinoamérica el estudio del confort térmico mediante la utilización de herramientas como DesignBuilder, todavía no se encuentra muy desarrollado, esto puede abrir varias posibilidades para que varios profesionales se especialicen en la rama del desempeño termo-energético en espacios arquitectónicos.  |
| 5   | ¿Cree usted que es pertinente el incluir la enseñanza de un software de simulación en la formación académica? ¿Porqué?                                    | Claro que se debe incentivar a las futuras generaciones de profesionales que se incluyan dentro de su plan de estudios el manejo de estos programas que focalizan esta rama de la arquitectura, ya que cada vez se pueden acertar en datos más exactos.  |

| ENTREVISTA A EXPERTOS Y PROFESIONALES |   |  |
|---------------------------------------|---|--|
| <b>Entrevistador :</b> Liz Zambrano   | <b>Fecha:</b> 01/08/2023  | <b>Número de entrevista:</b> IO  |
| <b>Entrevistado:</b> Andrea Parra     | <b>Título:</b> Arquitecta   | <b>Proyecto Formativo:</b> Profesional- Docente PUCE   |
| <b>País :</b> Ecuador                 | <b>Provincia:</b> Pichincha   | <b>Ciudad:</b> Quito   |
| N°                                    | PREGUNTA  | RESPUESTA  |
| 1                                     | ¿Qué softwares de simulación energética conoce? ¿Cuál recomienda?   | Existen varios softwares de simulación energética que tienen diversas prestaciones. Las recomendaciones varían acorde al alcance, a continuación, enlistaré los que conozco y/o he utilizado y su uso. <b>EnergyPlus + OpenStudio (plugin SketchUp)</b> Motor de alta potencia para análisis de desempeño térmico, la interfaz es compleja por lo cual se usa OpenStudio para modelar y los ajustes de características se colocan en EP+. <b>Ecotect Analysis</b> (descontinuado). Era un software intuitivo y fácil de usar para análisis de desempeño térmico. Actualmente están incorporadas algunas de sus herramientas en <b>Revit Insight, Vasari y Green Building Studio de Autodesk. Revit Insight</b> (análisis de eficiencia energética), <b>Solar Analysis</b> (Análisis de radiación sobre superficies y energía fotovoltaica) y <b>Lighting Analysis</b> (análisis de iluminación natural dentro del edificio) de Autodesk Revit Architecture. <b>Ansys fluent</b> , se utiliza para análisis de fluidos por tanto en edificios para simulaciones de viento dentro y fuera de los mismos. <b>Design builder</b> , es un software completo para análisis térmico, consumo energético, sistemas pasivos y activos. <b>Autodesk Flow Design</b> , para análisis de viento. Recomendaría usar a nivel conceptual y para procesos de diseño, las herramientas de <b>Revit Architecture</b> porque integran el modelo arquitectónico a pesar de las limitaciones. Licencia gratuita de estudiante. Para consultoría especializada, es mejor <b>Design Builder</b> que utiliza motor de Energy Plus y tiene un entorno fácil de manejar. Es de pago, pero sus precios no son tan elevados. |
| 2                                     | ¿Usted ha utilizado algún software de simulación energética?  | He usado los mencionados en la pregunta 1, con mayor o menor dedicación. En la actualidad utilizo Revit Insight, Revit Solar Analysis y Revit Lighting Analysis.   |
| 3                                     | ¿Qué tipo de simulaciones ha realizado en dicho software?   | <b>Revit Insight</b> compara el rendimiento energético de la edificación para alcanzar niveles de confort acordes a las normas AHSRAE, por tanto, los resultados no son de comportamiento térmico sino de energía consumida comparada con edificios típicos de la misma escala según el estándar. Permite generar modificaciones en diversos parámetros y comparar si mejora el desempeño.<br><b>Solar Analysis</b> es usado para determinación de radiación en superficies y potencial de energías renovables a nivel inicial.<br><b>Lighting analysis</b> uso para simulaciones de Luz Diurna y comparativa de requisitos de iluminancia para certificación LEED.  |
| 4                                     | ¿Cree usted que conocer de este tipo de softwares es una característica que mejora el perfil profesional y es atractivo para el mercado laboral? ¿Porqué? | En la actualidad incorporar principios de sostenibilidad ambiental en los procesos proyectuales es indispensable y por tanto hacer uso de herramientas digitales que permitan simular escenarios en los edificios es una competencia que mejora la calidad de los productos arquitectónicos comprobados de manera cuantitativa antes de la construcción, lo cual permite disminuir o eliminar costos futuros en reparaciones para mejorar el desempeño de los edificios.   |
| 5                                     | ¿Cree usted que es pertinente el incluir la enseñanza de un software de simulación en la formación académica? ¿Porqué?                                    | Las herramientas permiten tener una visión objetiva de la efectividad de las estrategias y decisiones que tomamos en el diseño, por tanto, hace evaluable la respuesta a los problemas de diseño planteados y esto es muy relevante para el proceso de aprendizaje; se pueden realizar modificaciones y diversas pruebas para comprender así cómo influye cada característica del proceso sin limitar la creatividad.  |





