

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

Rediseño sostenible del decanato de FICT-ESPOL para la obtención de la
certificación EDGE

PROYECTO INTEGRADOR

Previo la obtención del Título de:

Ingeniero Civil

Presentado por:

Claudia Valeria Caicedo Luna

Josiane Paul Chávez Molina

GUAYAQUIL - ECUADOR

II PAO 2023

DEDICATORIA

A Dios por brindarme fortaleza y sabiduría durante esta etapa de mi vida. A mi inquebrantable madre, Allyson Luna, quien me ha dado su constante apoyo a lo largo de los años. A mi hermano, Carlos Aizprúa, quien ha sido mi fuente de inspiración, marcando mi camino con su ejemplo de vida. A mi padre, Carlos Caicedo, que descansa en paz, le rindo homenaje, ya que de manera inconsciente fue la razón por la cual elegí seguir esta carrera. Este logro es un tributo a todos aquellos que han estado conmigo en el camino.

Claudia Valeria Caicedo Luna

AGRADECIMIENTOS

A cada docente que impartió clases durante mi recorrido académico, con especial reconocimiento a los ingenieros Lenin Dender y Rafael Cabrera, así como a la Arquitecta Eunice Lindao. Mi sincero agradecimiento a mi amigo desde la etapa preuniversitaria, Abel Bajaña, por ser mi compañero constante a lo largo de este trayecto. También agradezco a los amigos que he cultivado en esta carrera, quienes han sido pilares tanto en el ámbito académico como en la amistad. A mi compañero de tesis, Paúl Chávez, por hacer más llevadero este camino, brindarme su apoyo incondicional durante la realización de este proyecto y, sobre todo, por convertirse en un amigo de por vida.

Claudia Valeria Caicedo Luna

DEDICATORIA

A Dios, el conocedor de los anhelos más íntimos de mi corazón. A mis padres, invaluable motores y pilares de apoyo, por su constante aliento. A mis hermanos, fuentes inagotables de inspiración y motivación, les reconozco como faros que iluminan mi camino. Asimismo, dedico este trabajo a aquellos que han permanecido a mi lado durante esta larga travesía académica. Dedico un reconocimiento especial a Simba, luz en medio de mi oscuridad.

Josiane Paúl Chávez Molina

AGRADECIMIENTOS

A mis abuelos, maestros de virtudes; a Joshua y Alex guardianes de amistad fraterna que han sido bálsamo en mi vida; a mis compañeros universitarios, pilares de estudio y amistad. Y a ti, Claudia Caicedo, mi compañera de esta maravillosa travesía, tu afecto y dedicación han sido faro inspirador que me guio hacia la mejor versión de mí mismo. Tu eres un girasol. Con gratitud infinita.

Josiane Paúl Chávez Molina

Declaración Expresa

Nosotros, Claudia Caicedo y Josiane Chávez acordamos y reconocemos que:

La titularidad de los derechos patrimoniales de autor del proyecto de graduación corresponderá al autor o autores, sin perjuicio de lo cual la ESPOL recibe en este acto una licencia gratuita de plazo indefinido para el uso no comercial y comercial de la obra con facultad de sublicenciar, incluyendo la autorización para su divulgación, así como para la creación y uso de obras derivadas. En el caso de usos comerciales se respetará el porcentaje de participación en beneficios que corresponda a favor del autor o autores. La titularidad total y exclusiva sobre los derechos patrimoniales de patente de invención, modelo de utilidad, diseño industrial, secreto industrial, software o información no divulgada que corresponda o pueda corresponder respecto de cualquier investigación, desarrollo tecnológico o invención realizada por mí/nosotros durante el desarrollo del proyecto de graduación, pertenecerán de forma total, exclusiva e indivisible a la ESPOL, sin perjuicio del porcentaje que me/nos corresponda de los beneficios económicos que la ESPOL reciba por la explotación de mi/nuestra innovación, de ser el caso. En los casos donde la Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRI) de la ESPOL comunique los autores que existe una innovación potencialmente patentable sobre los resultados del proyecto de graduación, no se realizará publicación o divulgación alguna, sin la autorización expresa y previa de la ESPOL.

Guayaquil, enero del 2024.


Claudia Caicedo


Josiane Chávez

EVALUADORES



Firmado electrónicamente por:
LENIN ALEXANDER
DENDER AGUILAR

Ms. Lenin Dender

Profesor de Materia



Firmado electrónicamente por:
LENIN ALEXANDER
DENDER AGUILAR

Ms. Lenin Dender

Tutor de proyecto

RESUMEN

En el presente proyecto, se aborda la optimización de la eficiencia energética del Decanato de la Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra de la universidad ESPOL ubicada en Guayaquil, Ecuador. Se destaca la necesidad de enfocarse en mejorar la sostenibilidad y eficiencia operativa a través de la comparación de estrategias sostenibles que permitan optimizar la eficiencia energética mediante la configuración de un modelo termo-energético para la obtención de la certificación EDGE, que establece la reducción del 20% tanto de energía, agua y energía embebida en los materiales. En el desarrollo, se emplearon diversas técnicas y normativas, como el análisis de alternativas sobre la relación ventana-pared (WWR), la implementación de paneles de alucobond y doble vidriado hermético. Los resultados obtenidos tras ajustes dimensionales y cambio de vidriado muestran una reducción del 22.73% en el consumo energético, 20.61% de agua y 22.32% en materiales respaldando la eficacia de las mejoras propuestas. Las conclusiones resaltan la importancia de un equilibrio preciso en el diseño, evitando la presencia de volumen excesivo de ventanas para garantizar la eficiencia energética. Se enfatiza la relevancia de la envolvente del edificio, especialmente con la implementación de las propuestas antes mencionadas, que contribuyen al ahorro total de energía. Este proyecto demuestra que la inversión en una envolvente eficiente no solo reduce costos operativos, sino que también tiene impactos positivos a largo plazo en la sostenibilidad ambiental.

Palabras Clave: Diseño Sostenible, EDGE, Eficiencia Energética, Termo-energético.

ABSTRACT

This project addresses the optimization of the energy efficiency of the Dean's Office of the Faculty of Engineering in Earth Sciences of the ESPOL University located in Guayaquil, Ecuador. It highlights the need to focus on improving sustainability and operational efficiency through the comparison of sustainable strategies to optimize energy efficiency through the configuration of a thermo-energetic model to obtain the EDGE certification, which establishes a 20% reduction of energy, water and embodied energy in materials. In the development, several techniques and regulations were used, such as the analysis of alternatives on the window-wall ratio (WWR), the implementation of alucobond panels and airtight double glazing. The results obtained after dimensional adjustments and change of glazing show a reduction of 22.73% in energy consumption, 20.61% in water and 22.32% in materials, supporting the effectiveness of the proposed improvements. The conclusions highlight the importance of a precise balance in the design, avoiding the presence of excessive window volume to ensure energy efficiency. The relevance of the building envelope is emphasized, especially with the implementation of the aforementioned proposals, which contribute to overall energy savings. This project demonstrates that investing in an efficient building envelope not only reduces operating costs, but also has long-term positive impacts on environmental sustainability.

Keywords: Sustainable Design, EDGE, Energy Efficiency, Thermo-Energetic

INDICE GENERAL

EVALUADORES	VII
RESUMEN	I
ABSTRACT	II
INDICE GENERAL.....	III
ABREVIATURAS	VI
INDICE DE FIGURAS.....	VII
INDICE DE TABLAS	IX
CAPÍTULO 1	1
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Antecedentes	1
1.2 Presentación general del problema	5
1.3 Justificación del problema.....	6
1.4 Objetivos	8
1.4.1 Objetivo General.....	8
1.4.2 Objetivos Específicos	8
CAPÍTULO 2.....	9
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	9
2.1 Revisión de literatura	9
2.2 Área de estudio.....	17
2.3 Trabajo de campo y laboratorio	22
2.4 Análisis de datos.....	24
2.5 Análisis de alternativas	28
2.5.1 Análisis de la sustitución del vidriado y reajuste dimensionales.....	28
2.5.2 Análisis del material para la fachada principal.....	30
CAPÍTULO 3.....	32

3.	DISEÑOS Y ESPECIFICACIONES	32
3.1	Criterios de diseño	32
3.2	Diseño	32
3.2.1	Línea base	33
3.2.2	Redimensionamiento de ventanas	57
3.2.3	Doble vidriado hermético	68
3.2.4	Fachada principal de alucobond	69
3.2.5	Gasfitería de consumo eficiente	73
3.2.6	Resultados	78
3.3	Especificaciones técnicas	78
3.3.1	Reajuste dimensional de las ventanas y uso de DVH.	78
3.3.2	Colocación de paneles de alucobond	81
3.3.3	Instalación de gasfitería con consumo hídrico más eficiente	83
CAPÍTULO 4	87
4.	ESTUDIO DEL IMPACTO AMBIENTAL.....	87
4.1	Descripción del proyecto.....	87
4.2	Línea base ambiental.....	88
4.3	Actividades del proyecto	89
4.4	Identificación de impactos ambientales	90
4.5	Valoración de impactos ambientales	91
4.6	Medidas de prevención/mitigación.....	94
4.6.1	Calidad del aire y nivel de polvo	94
4.6.2	Contaminación del suelo y erosión	95
4.6.3	Perdida de vegetación	95
4.6.4	Nivel de ruido	96
4.7	Conclusiones	96
CAPÍTULO 5	98

5.	PRESUPUESTO	98
5.1	Estructura Desglosada de Trabajo	98
5.2	Rubros y análisis de precios unitarios (fusión)	99
5.3	Descripción de cantidades de obra.....	100
5.4	Valoración integral del costo del proyecto	101
5.5	Cronograma	103
5.6	Retorno de Inversión.....	106
	CAPÍTULO 6.....	110
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	110
6.1	Conclusiones	110
6.2	Recomendaciones	111
	BIBLIOGRAFÍA.....	113

ABREVIATURAS

U&S	Uribe & Shwarzkopf
BIG	Bjarke Ingels Group
EDGE	Excellence in Design for Greater Efficiencies
ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
GBCI	Green Business Certification Inc.
FICT	Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra
CELEC	Corporación Eléctrica del Ecuador
INAMHI	Instituto de Meteorología e Hidrología
BIM	Building Information Modeling
SHGC	Coeficiente de ganancia de calor solar
WWR	Window to Wall Ratio
%LT	Transmisión solar
SRI	Índice de reflectancia solar
m/s	Metros sobre segundos
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible

INDICE DE FIGURAS

Figura 1	2
Figura 2	3
Figura 3	4
Figura 4	9
Figura 5	11
Figura 6	12
Figura 7	14
Figura 8	15
Figura 9	17
Figura 10	18
Figura 11	18
Figura 12	19
Figura 13	20
Figura 14	21
Figura 15	22
Figura 16	23
Figura 17	25
Figure 18	33
Figura 19	34
Figura 20	35
Figura 21	36
Figura 22	37
Figura 23	38
Figura 24	38
Figura 25	39
Figura 26	40
Figura 27	41
Figura 28	42
Figura 29	43
Figura 30	44
Figura 31	45
Figura 32	46

Figura 33	47
Figura 34	49
Figura 35	52
Figura 36	52
Figura 37	54
Figura 38	54
Figura 39	55
Figura 40	55
Figura 41	56
Figura 42	58
Figura 43	60
Figura 44	61
Figura 45	63
Figura 46	63
Figura 47	65
Figura 48	67
Figura 49	68
Figura 50	69
Figura 51	70
Figura 52	71
Figura 53	72
Figura 54	72
Figura 55	74
Figura 56	75
Figura 57	75
Figura 58	76
Figura 59	76
Figura 60	77
Figura 61	78
Figura 62	92

INDICE DE TABLAS

Tabla 1	<i>Tipos de edificaciones que evalúa el software EDGE APP</i>	13
Tabla 2	<i>Criterios de selección para A1, A2 y A3</i>	30
Tabla 3	<i>Criterios de selección para B1 y B2</i>	31
Tabla 4	<i>Consumo de energía promedio</i>	36
Tabla 5	<i>Luminarias en la edificación</i>	46
Tabla 6	<i>Equipos eléctricos en cada espacio del edificio</i>	48
Tabla 7	<i>Propiedades térmicas de los materiales de la edificación</i>	50
Tabla 8	<i>Sistema central de climatización</i>	53
Tabla 9	<i>Superficie vidriada de línea base</i>	57
Tabla 10	<i>Superficie bruta pared exterior de línea base</i>	57
Tabla 11	<i>Cambios en la altura de las ventanas de la fachada norte</i>	59
Tabla 12	<i>Dimensiones de Línea Base vs Iteración 1</i>	59
Tabla 13	<i>Superficie vidriada de iteración 1</i>	60
Tabla 14	<i>Cambios en lo largo de las ventanas de la fachada oeste</i>	61
Tabla 15	<i>Dimensión de Línea Base vs Iteración 2</i>	62
Tabla 16	<i>Superficie vidriada de iteración 2</i>	62
Tabla 17	<i>Cambios en lo largo de las ventanas de la fachada sur</i>	64
Tabla 18	<i>Superficie vidriada de iteración 3</i>	64
Tabla 19	<i>Cambios en el ancho de las ventanas de todas las fachadas</i>	65
Tabla 20	<i>Superficie vidriada de iteración 4</i>	66
Tabla 21	<i>Consumo energético anual de todo el diseño</i>	67
Tabla 22	<i>Índices de reflexión de colores usados en edificios</i>	71
Tabla 23	<i>Porcentaje de ahorro de la línea con mejoras respecto a la línea base</i>	73
Tabla 24	<i>Árbol de factores</i>	88
Tabla 25	<i>Actividades del Proyecto</i>	89
Tabla 26	<i>Lista de revisión</i>	91
Tabla 27	<i>Valoración de la lista de revisión</i>	92
Tabla 28	<i>Caracterización cualitativa: Importancia e importancia normalizada</i>	94
Tabla 29	<i>Descripción de rubros</i>	98
Tabla 30	<i>Descripción de cantidades de obra</i>	100
Tabla 31	<i>Presupuesto de mejoras</i>	101
Tabla 32	<i>Costos para certificar</i>	102

Tabla 33 <i>Costo total del proyecto certificado</i>	102
Tabla 34 <i>Descripción de la duración de cada actividad en días</i>	104
Tabla 35 <i>Cronograma valorado del proyecto</i>	105
Tabla 36 <i>Costo de energía-Tarifa horaria diaria</i>	106
Tabla 37 <i>Ahorro económico de la eficiencia energética</i>	106
Tabla 38 <i>Ahorro económico del consumo de agua</i>	107

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

La población durante las últimas dos décadas ha tenido un aumento de 1000 millones a 8000 millones de habitantes, según el informe Perspectivas de la Población Mundial 2022, de la Organización de las Naciones Unidas, ONU. Esto produce degradación ambiental desmesurada, afectación en la economía y una desigualdad social que conduce al consumo excesivo de recursos, generando daños irreversibles en la recuperación del entorno. (Organización Naciones Unidas, 2022)

Para garantizar, las necesidades básicas de la población presente sin comprometer los recursos de las generaciones futuras, se ha tratado el desarrollo sostenible como principal objetivo, buscando integrar modelos de producción y de consumo que permitan la resiliencia climática y la disminución de gases de efecto invernadero (Conte, 2018).

En la actualidad, la industria de la construcción produce alrededor de 40% de las emisiones globales de CO₂, en la que el Ecuador es participe. Por tanto, se propone la utilización de construcciones sostenibles que disminuyen el consumo de energía, agua y energía incorporada en los materiales, lo que genera un ahorro económico y beneficios ambientales (Agenda del socio, 2023).

La certificación EDGE, Excellence in Design for Greater Efficiencies, se refiere a un estándar de evaluación para edificios sostenibles que se centra en la eficiencia energética y la sostenibilidad. Se utiliza para certificar edificios que cumplen con criterios de diseño y construcción que reducen su impacto ambiental y promueven el uso eficiente de recursos como energía, agua y materiales de construcción. Esta certificación se aplica en el ámbito de la construcción y fomenta prácticas sostenibles a nivel global.

Este sistema EDGE se aplica en diversos tipos de inmuebles, tales como residencias, locales comerciales, instalaciones hospitalarias, hoteles y espacios de oficinas. Dado su notable impacto positivo en el entorno ambiental y su capacidad para propiciar el ahorro de recursos.

Ecuador ha demostrado un firme compromiso con la promoción de prácticas de construcción sostenibles y eficientes energéticamente al lograr la certificación EDGE en más de 30 de sus edificaciones. Entre ellas se encuentra Produbanco Sucursal Guayaquil (ver **Figura 1**), que recibió la certificación final EDGE de GBCI el 1 de agosto de 2021 (ver **Figura 2**) siendo este el tercer banco comercial más grande de Ecuador. (EDGE, 2021)

Figura 1

Produbanco sucursal guayaquil



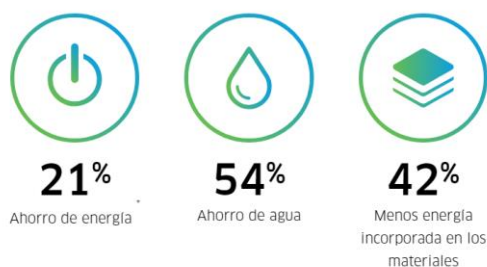
Nota. Plataforma de proyectos EDGE

Figura 2

Ahorros de la certificación EDGE en Prosubanco

Prosubanco Sucursal Guayaquil recibió la Certificación Final EDGE de Green Business Certification Inc. (GBCI).

Ahorros previstos de la certificación EDGE



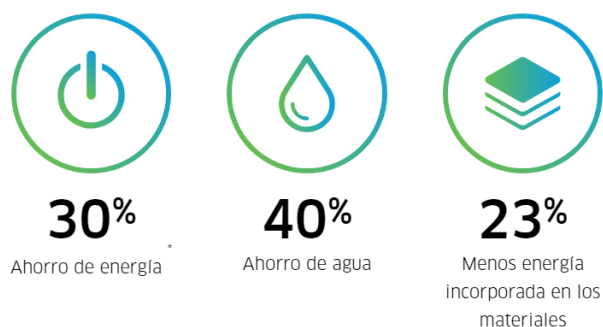
Nota. Plataforma de proyectos EDGE

En la ciudad de Quito, se erige el imponente edificio IQON, que está destinado a convertirse en el rascacielos más elevado de la urbe, con un total de 33 pisos. Este ambicioso proyecto ha sido llevado a cabo por la firma U&S, y su diseño ha sido concebido por BIG, que ha dejado su huella en edificaciones innovadoras a nivel global desde el año 2005. No obstante, IQON representa un hito significativo, al marcar la incursión de BIG en el continente sudamericano. El edificio IQON ha sido galardonado con la certificación preliminar EDGE otorgada por GBCI (ver **Figura 3**) el 1 de junio de 2019. (EDGE, 2019)

Figura 3

Ahorros de la certificación EDGE en IQON

Ahorros previstos de la certificación EDGE



Nota. Plataforma de proyectos EDGE

Las certificaciones de sostenibilidad, como EDGE, se han vuelto una tendencia global impulsada por la urgencia de preservar recursos y enfrentar el cambio climático. Con los retos medioambientales en constante aumento, las edificaciones sostenibles se destacan como una solución efectiva para minimizar el consumo energético, reducir las emisiones de carbono y optimizar la gestión de recursos hídricos, estableciendo así un estándar clave en la industria de la construcción.

En el año 2014, en Ecuador se constató que la construcción era uno de los principales sectores consumidores de energía, registrando un índice de consumo del 16.47% (Plan Nacional de Eficiencia Energética).

El 20 de octubre de 2023, Ecuador enfrenta una crisis energética que ha llevado al estado a gastar hasta tres millones de dólares al día en la compra de energía a Colombia. El Gerente General de CELEC señala que la importación de energía colombiana le cuesta al país entre 25 y 30 centavos por kilovatio/hora. El ingeniero Jorge Luis Hidalgo, experto en temas energéticos, insta al gobierno a revisar urgentemente los subsidios a la electricidad,

especialmente para las empresas, que consumen el 42% de la energía nacional. (Ecuavisa, 2023)

Debido a esto, herramientas de simulación como EnergyPlus adquieren un papel relevante. EnergyPlus es un programa de simulación diseñado para modelar edificios y sus sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado. (U.S Department of Energy's, 2023)

En el año 1989, se llevó a cabo la planificación y ejecución del decanato de FICT, un proyecto que, en esa época, no incorporó de manera primordial los preceptos ni los estándares vinculados a la edificación sostenible que hoy en día poseen un papel fundamental en el ámbito de la ingeniería y la construcción.

El presente proyecto de tesis se basa en proponer un rediseño de una edificación ya existente, implementando los criterios de la certificación EDGE favoreciendo el ahorro económico, la mejora en el desempeño ambiental y calidad de vida. A su vez, aplicando un modelo de eficiencia energética mediante simulaciones con las herramientas EnergyPlus, Sketchup y OpenStudio.

1.2 Presentación general del problema

En el contexto actual de creciente conciencia ambiental y sostenibilidad, la industria de la construcción se enfrenta al desafío de adoptar prácticas más respetuosas con el medio ambiente y socialmente responsables. La falta de ejemplos de construcción sostenible en la universidad no solo limita su capacidad para promover el desarrollo sostenible en su entorno, sino que también impacta directamente en la credibilidad de la institución en términos de sostenibilidad y en el cumplimiento de sus objetivos institucionales. La obtención de la certificación EDGE se presenta como una oportunidad concreta para demostrar el compromiso del Decanato de la Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra (FICT) y de ESPOL en general con la adopción de prácticas más respetuosas con el medio ambiente y socialmente responsables.

A pesar de los esfuerzos por promover la construcción sostenible e innovadora, el Decanato aún no ha obtenido la certificación EDGE, un estándar internacional que reconoce la eficiencia en el uso de recursos en edificios. Esta falta de certificación representa una brecha en la credibilidad de la universidad en términos de sostenibilidad y un incumplimiento de sus objetivos institucionales.

Adicionalmente, la ineficiencia en el consumo energético en el Decanato, debida a la falta de consideraciones de eficiencia energética en su diseño y operación, no solo aumenta los costos operativos, sino que también contribuye a una huella de carbono elevada. Esta ineficiencia es un obstáculo para la promoción de la sostenibilidad y contraviene los principios que ESPOL busca impulsar. La certificación EDGE, con su enfoque en la eficiencia de recursos, se convierte en un mecanismo esencial para corregir esta ineficiencia energética y reducir los impactos ambientales asociados al consumo de energía, contribuyendo directamente a los esfuerzos de la universidad por abrazar prácticas más responsables desde el punto de vista medioambiental.

Por lo que, resolver este problema es esencial para consolidar la posición de la universidad como un referente en sostenibilidad y para avanzar en la dirección de una construcción más respetuosa con el entorno y más eficiente desde el punto de vista energético, adaptándose así a las demandas de un mundo en constante evolución hacia prácticas más sostenibles y responsables.

1.3 Justificación del problema

Para ESPOL, la certificación sostenible no solo representa una oportunidad para reducir su impacto ambiental, sino también para demostrar su compromiso con la conservación del medio ambiente y la aplicación concreta de los principios teóricos relacionados con el desarrollo sostenible. La implementación de estrategias sostenibles basadas en EDGE

contribuirá a disminuir las emisiones de CO₂, minimizar el agotamiento de recursos naturales y reducir la huella ecológica del Decanato. Esta acción puede contribuir a superar la brecha existente entre la teoría y la práctica, ya que la obtención de una certificación sostenible requerirá la implementación efectiva de estrategias de construcción sostenible en proyectos específicos.

Además, la medición cuantitativa del ahorro, especialmente en términos de eficiencia económica y resiliencia financiera, respaldará la eficacia de las prácticas sostenibles implementadas por ESPOL. Esto no solo fortalecerá su compromiso con la sostenibilidad, sino que también creará un valioso punto de referencia para futuras iniciativas y proyectos sostenibles en la institución.

La obtención de la certificación EDGE servirá como un testimonio cuantitativo del compromiso de ESPOL con la sostenibilidad y, en ausencia de esta acción, la universidad podría enfrentar dificultades para cumplir con sus objetivos institucionales y quedar rezagada en términos de sostenibilidad y eficiencia económica en comparación con otras instituciones que ya han adoptado prácticas sostenibles y certificaciones reconocidas.

Adicionalmente, la comparación entre proyecto con y sin medidas sostenibles, tomando en cuenta el consumo de energía eléctrica, proporcionará datos cuantitativos que respaldarán la eficacia de las prácticas sostenibles implementadas por ESPOL. Esta evidencia de la viabilidad en la implementación de medidas sostenibles serán un hito para los nuevos proyectos que se desarrollen en esta institución.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Proponer un rediseño sostenible del decanato de FICT para la obtención de la certificación EDGE, mediante la comparación de estrategias de eficiencia energética, agua y materiales sostenibles.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Construir la línea base del decanato mediante la recopilación de planos, especificaciones técnicas y verificación en sitio, para la estimación del impacto de cada estrategia propuesta.
- Comparar estrategias sostenibles para la selección de la alternativa más adecuada, a través de la iteración en la aplicación EDGE.
- Optimizar la eficiencia energética mediante la configuración de un modelo termo-energético para la reducción de los costos del servicio eléctrico.
- Estimar el retorno de inversión mediante un análisis de rentabilidad de las estrategias que justifiquen su implementación.

CAPÍTULO 2

2. MATERIALES Y MÉTODOS

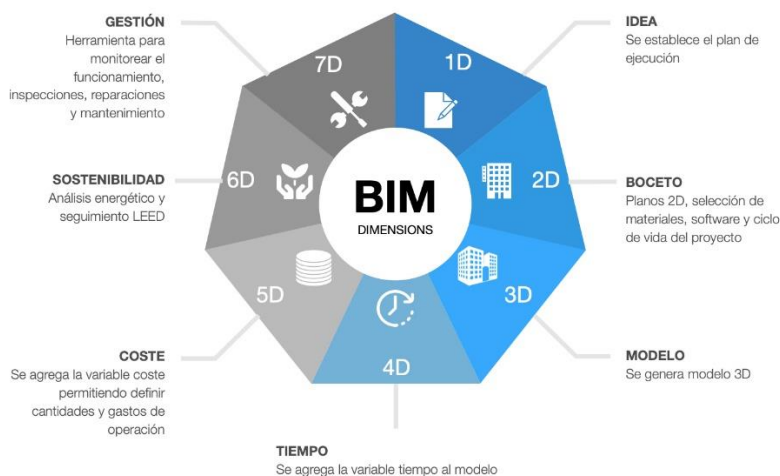
2.1 Revisión de literatura

De acuerdo con las estimaciones de la ONU, se proyecta que la población mundial alcance los 9.7 mil millones de personas para el año 2050. Ante este escenario, la industria de la construcción ha enfocado sus esfuerzos hacia la búsqueda de métodos de construcción más ingeniosos y eficaces, como la metodología BIM, Building Information Modeling. Esto comprende un proceso de generación y control de información relacionada con un activo, que se extiende desde la fase de planificación y diseño hasta la etapa de construcción y operación. (Primicias, 2023)

La metodología BIM tiene un enfoque de colaboración en la planificación y administración de proyectos de edificación y obra civil, en el cual consolida toda la información relacionada al proyecto (ver **Figura 4**), abarcando aspectos geométricos (3D), de tiempos (4D), de costes (5D), ambiental (6D) y de mantenimiento (7D). (BuildingSmart.)

Figura 4

Las 7 dimensiones de BIM



Nota. Página Web, Orfisa

El uso de BIM capacita al usuario para llevar a cabo, todos los procedimientos requeridos para la adecuada administración de la documentación, no solo permitiendo la creación del modelado sino también la planificación del presupuesto y tiempos del proyecto, así como las consideraciones relacionadas con la sostenibilidad y la realización de simulaciones junto con la gestión del mantenimiento del proyecto. (KonstruEdu, 2020)

La Corporación Financiaría Internacional, IFC, entidad del que es parte de Grupo Banco Mundial, es una institución que incentiva, a través de su Programa de Transformación del Mercado de Construcción Verde, la promoción de un software gratuito para identificar las soluciones más rentables para diseñar y construir edificios ecológicos (Unión Interamericana Para La Vivienda).

La innovación desempeña un papel esencial en el contexto de la construcción sostenible. Un ejemplo notable es el sistema de certificación EDGE, presente en 130 países, que tiene como propósito transformar el mercado de la construcción hacia la eficiencia. EDGE se enfoca en la reducción de al menos un 20% en el consumo de energía, agua y la huella de carbono asociada a los materiales de construcción en comparación con los edificios convencionales locales. (EDGE BUILDING, 2021).

EDGE posee tres niveles de certificación para cualquier proyecto inmobiliario:

1. **EDGE Certified.** Es la forma tradicional de obtener la certificación, consiste en obtener la reducción base del 20% en energía, 20% en agua y 20% en energía incorporada en los materiales para la edificación.
2. **EDGE Advanced.** Se obtiene al reducir el 40% en energía, pero se mantiene aún la reducción base con respecto al ahorro de agua y energía incorporada en los materiales.
3. **Zero Carbon.** Dicho nivel de certificación sigue un riguroso plan de ahorro, con el objetivo de reducir como mínimo el 40% de energía mediante el

diseño y estrategias del edificio, la diferencia del 100% debe ser reducida o mitigado mediante el uso de fuentes renovables en sitio y/o bonos de carbono. Asimismo, la reducción de agua y energía incorporada en los materiales debe mantenerse al 20% como en EDGE Certified (Certificación EDGE, 2017).

El proceso de la certificación Edge consiste en dos etapas por su enfoque en eficiencia y sostenibilidad, como se muestra en la **Figura 5** las cuales son: Etapa de diseño y etapa de construcción (Certificación EDGE, 2017).

Figura 5

Proceso de certificación EDGE



Nota. Documento oficial de EDGE

Etapa de diseño: Se establece las bases para la eficiencia futura del edificio, se ingresa los datos y registro del proyecto, la documentación necesaria y si cumple con los criterios, se avanza hacia una Certificación EDGE Preliminar de Diseño, lo que demuestra que el diseño del proyecto se adhiere a estándares de eficiencia y sostenibilidad. (Home, 2021)

Etapa de construcción: Durante esta fase, se repiten algunos procesos, pero el enfoque principal se centra en la implementación efectiva de las estrategias de diseño sostenible establecidas previamente. (Home, 2021)

La aplicación EDGE es la herramienta principal que agiliza la auditoría de diseño, facilita la recopilación y organización de la información necesaria. La interfaz de la aplicación EDGE (ver **Figura 6**) muestra los detalles de diseño de la edificación. (T & Botelho, 2017)

Dentro del software, existe una sección llamada "Área detallada" que desglosa la superficie de cada edificio según el tipo de actividad. Los tipos de espacios disponibles dependen del tipo de edificio en cuestión.

Figura 6

Interfaz de la APP EDGE

The screenshot displays the EDGE software interface for 'Casas'. At the top, there is a navigation bar with the EDGE logo, IFC logo, and user information 'claudia c'. Below this, a 'Casas' section features a 'PANEL' button, 'VERSIÓN 3.0.0', and 'ARCHIVO'. A table of key metrics is shown:

Metric	Value	Unit
Superficie del subproyecto	600.00	m ²
Consumo final de energía	276.00	Wh/m ² año/casa
Consumo final de agua	12.00	m ³ /m ² año/casa
Emisiones de CO ₂ operacionales finales	0.21	tCO ₂ e/m ² año/casa
Final Embodied Carbon	1,014	kg CO ₂ e/m ²

Below the metrics, there are tabs for 'Diseño', 'Energía 0.00%', 'Agua 0.00%', 'Materiales 0.00%', and 'Operaciones'. A list of design details is provided, each with a dropdown arrow:

- Tipo de edificio
- Datos de ubicación
- Detalles del Proyecto
- Detalles del subproyecto
- Datos del edificio
- Desglose de superficies y cargas
- Dimensiones del edificio
- Sistema de calefacción, ventilación y aire acondicionado del edificio
- Consumo de combustible
- Datos climáticos







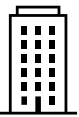



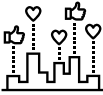
A footer note states: 'Al Ingresar los detalles de diseño de su subproyecto, ha creado su edificio de referencia. A continuación, elegirá medidas de eficiencia energética para lograr ahorros del 20 %, como mínimo.'

Nota. Página Web APP EDGE

Los diversos tipos de edificios principales que se pueden encontrar, están detallados en **la Error! Reference source not found..**

Tabla 1

Tipos de edificaciones que evalúa el software EDGE APP

	Viviendas		Minorista
	Apartamentos		Industrial
	Apartamento de servicio		Oficina
	Hotel		Cuidado de la salud
	Complejo		Educación
	Uso mixto		

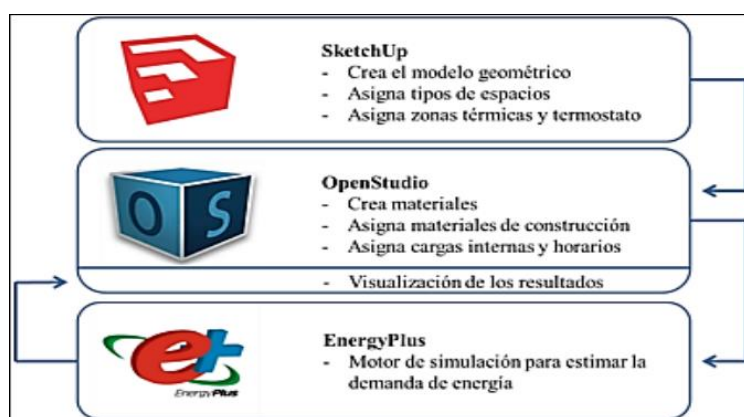
Nota. Este proyecto va enfocado en tipo de oficinas

La creciente necesidad de aproximarse al diseño de edificios de alta eficiencia energética y de mejorar el rendimiento térmico de las construcciones ha impulsado la demanda de la utilización de programas de simulación energética. Una notable contribución a esta tendencia proviene del software EnergyPlus, desarrollado por el Departamento de Energía de los Estados Unidos (DOE), el cual ha presentado un complemento (plug-in) llamado OpenStudio para el popular programa de diseño SketchUp. OpenStudio es una herramienta gratuita que facilita el cálculo y ajuste del consumo energético en edificios. (Ahmed Y Taha Al-Zubaydi, 2013)

El proceso para la simulación se ve reflejado en la **Figura 7**, se denota el diagrama de flujo para realizar la simulación con los diversos softwares, Sketchup permite crear, asignar el modelo energético, tipos de espacio y zonas térmicas. Por otro lado, OpenStudio permite crear materiales y asignarlos en la construcción y por último EnergyPlus, estima la demanda de energía. (Eléctricos de Potencia et al., 2022)

Figura 7

Diagrama de flujo para el modelado



Nota. Artículo, Energy consumption in buildings

EnergyPlus es un programa de simulación diseñado para modelar edificios con sus respectivos sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado. Siendo uno de los motores de cálculo de referencia a nivel global para la eficiencia energética. (U.S Department of Energy's, 2023)

Algunas de las características y funciones del programa son las siguientes:

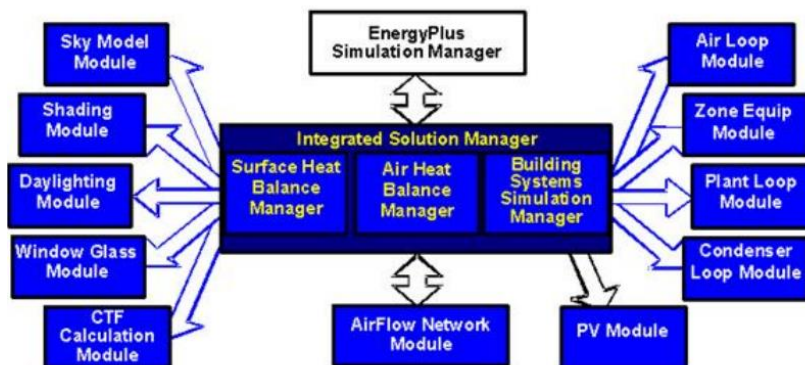
- Solución integrada y simultánea de las condiciones de la zona térmica y del sistema HVAC.
- Modelo combinado de transferencia de calor y masa que tiene en cuenta el movimiento del aire entre zonas.

- Posibilidad de introducir archivos meteorológicos de la zona en la que se encuentra.
- Informes de salida estándar resumidos y detallados, así como informes establecidos por el usuario con resolución temporal seleccionable desde anual hasta sub-horaria, todos ellos con multiplicadores de fuentes de energía.

La simulación se integra de forma que permite al diseñador llevar a cabo una investigación más detallada acerca de las consecuencias de una subestimación en las dimensiones de los sistemas de ventilación, equipos, y su potencial influencia en el confort térmico de los habitantes del edificio. La **Figura 8** proporciona una perspectiva general de cómo se incorporan estos elementos esenciales en el proceso de simulación energética de un edificio. (Started, 2022)

Figura 8

Elementos internos de EnergyPlus



Nota. Documento de EnergyPlus-GettingStarted

OpenStudio se presenta como una extensión diseñada para Google SketchUp que simplifica la tarea de generar y modificar la geometría de edificios en los archivos de entrada

utilizados por el software EnergyPlus, a través de modelados en 3D. Además, brinda la capacidad de iniciar simulaciones a través de EnergyPlus, es decir facilita la ejecución de simulaciones energéticas y térmicas de edificios, desempeñando un papel esencial en el modelado energético de edificios y en el análisis avanzado de la luz natural (Omar & Fuertes, 2018).

OpenStudio también ofrece una interfaz integral que abarca aspectos cruciales, como el diseño de la envolvente del edificio, la gestión de las cargas de horario y la configuración de sistemas de climatización (HVAC). Además, incluye una herramienta de análisis paramétrico que facilita la evaluación del impacto generado por múltiples combinaciones aplicadas a un modelo base, permitiendo la exportación de los resultados. (OpenStudio, 2022)

Esta automatización no solo simplifica el proceso, sino que también es esencial para cumplir con normativas y códigos, alcanzar certificaciones ambientales y calcular incentivos relacionados con servicios públicos. Estas capacidades son fundamentales en el contexto de la ingeniería civil y la gestión de edificios sostenibles. (OpenStudio, 2022)

Beneficios de OpenStudio:

- Creación de geometría fácil y confiable.
- Desarrollo de herramientas que permiten agilizar la creación del modelo y analizar resultados.
- Permite iterar simulaciones para comparar soluciones con costo óptimo.

Estas herramientas permiten analizar y optimizar el rendimiento energético de edificios, lo que es especialmente importante en sectores con un alto consumo energético como el de la construcción.

La normativa ecuatoriana sobre eficiencia energética en edificaciones se fundamenta en las pautas establecidas por el Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN) y la Agencia de Regulación y Control de Electricidad y Energía (ARCONEL). En este contexto, el estándar

ASHRAE 90.2-2007 de la Sociedad Estadounidense de Ingenieros en Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado (ASHRAE) se erige como un marco de referencia internacional significativo. Este estándar se concentra en optimizar la eficiencia energética en la edificación, adoptando un enfoque holístico que considera la interacción de todos los sistemas edilicios para su mejora. Establece criterios específicos para la envolvente del edificio, sistemas de climatización, iluminación y otros aspectos relacionados con el suministro energético. Además, proporciona directrices para la medición y verificación del rendimiento energético, garantizando así que las edificaciones cumplan con los estándares de eficiencia energética exigidos. (NEC, 2011)

2.2 Área de estudio

El decanato de la Facultad de Ciencias de la tierra se encuentra ubicada en el Campus Gustavo Galindo, Km 30.5 Vía Perimetral, Guayaquil, cuenta con las siguientes coordenadas: $2^{\circ}08'43''S$ $79^{\circ}57'55''W$. En la **Figura 9** se muestra la zona de estudio delimitada.

Figura 9

Zona del decanato FICT

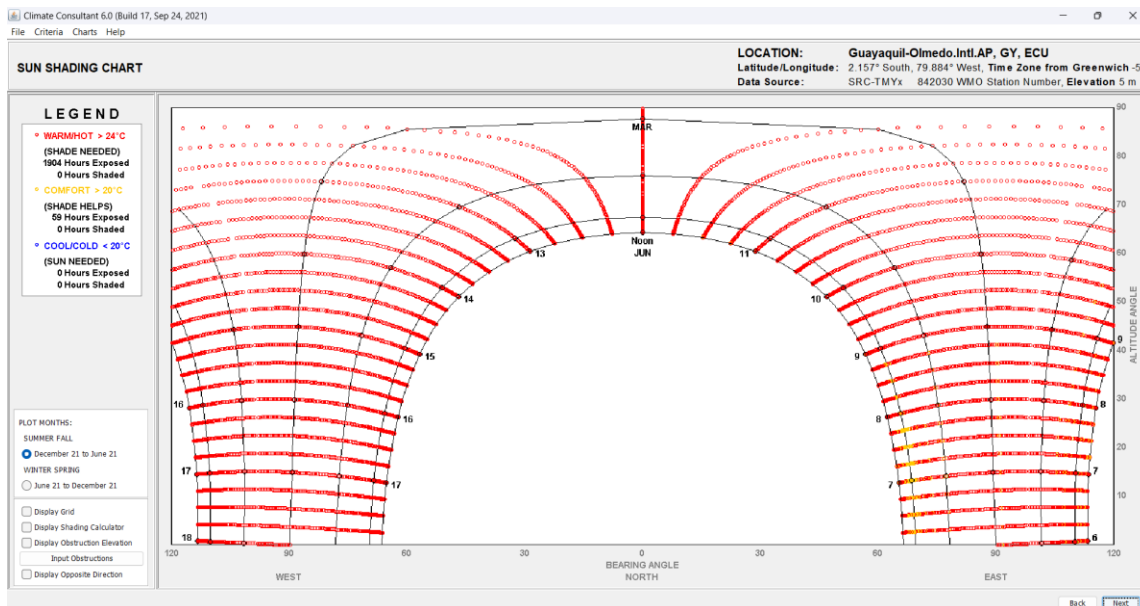


Nota. Delimitación del área de estudio, Google Earth.

La región de estudio, que corresponde a la ciudad de Guayaquil ubicada en el entorno de la Universidad Espol, presenta un clima caracterizado por su calidez. Durante la estación seca, se observa un predominio de temperaturas elevadas y la presencia de nubosidad parcial. Los valores térmicos oscilan en un intervalo que abarca desde los 21°C hasta los 31°C como se muestra en la **Figura 10**. (Weather Spark, 2023)

Figura 10

Protección solar

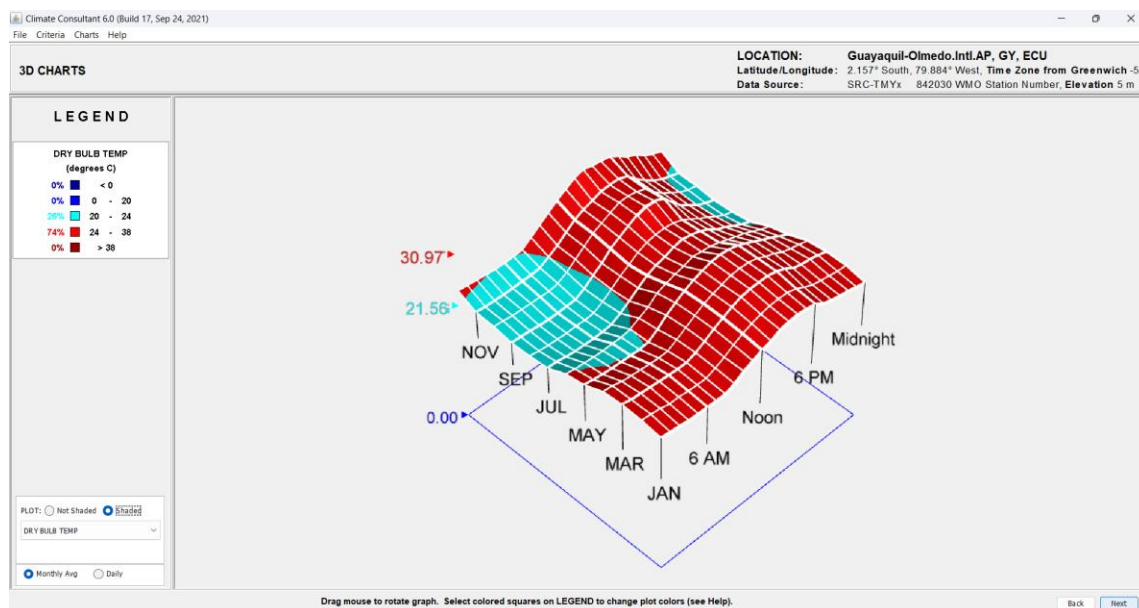


Nota. Ondas de calor, Climate Consultant

Aunque en ocasiones pueden descender ligeramente hasta los 19°C o superar los 33°C (Weather Spark, 2023), como se observa en la **Figura 11** Error! Reference source not found..

Figura 11

Temperatura de bulbo seco

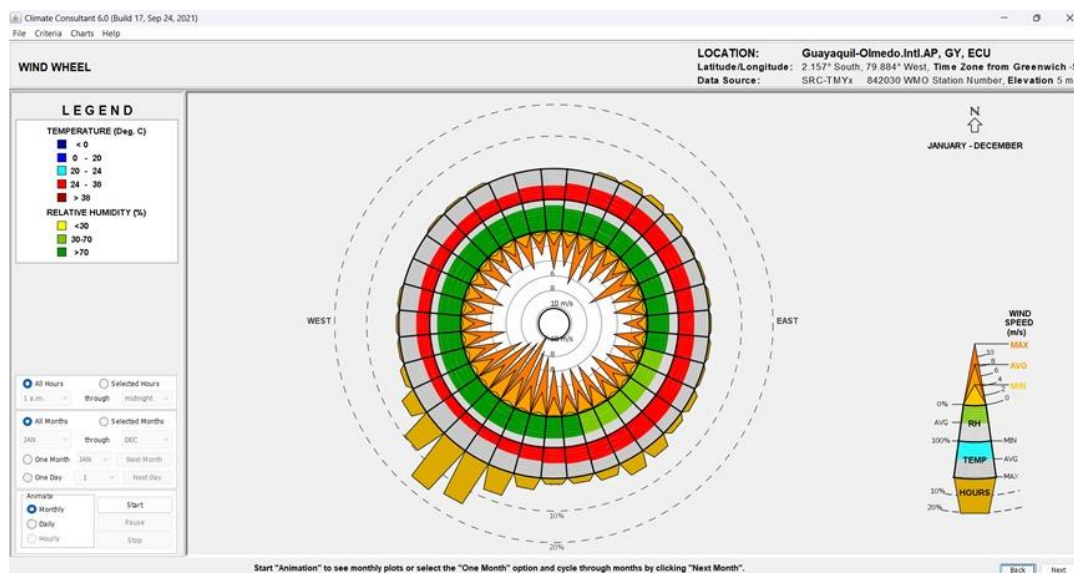


Nota. Gráfico de temperatura mensual, Climate Consultant

La información suministrada por el Sistema de Análisis de Datos Globales (GDAS) a partir de datos recopilados en el año 2020 para la ciudad de Guayaquil revela patrones de velocidad y dirección del viento significativos. Durante el primer semestre del año, se observó una velocidad promedio del viento de aproximadamente 2 m/s con una dirección predominante desde el oeste hacia el norte. En contraste, en el segundo semestre del mismo año, se registró un aumento en la velocidad promedio del viento, alcanzando alrededor de 2.5 m/s, con vientos preponderantes procedentes del sur y suroeste de la región (Moran-Zuloaga¹ et al., 2023). Además, en la **Figura 12** se denota que la velocidad máxima que el viento puede alcanzar en ciertas horas, es de 12.5 m/s.

Figura 12

Rueda de viento

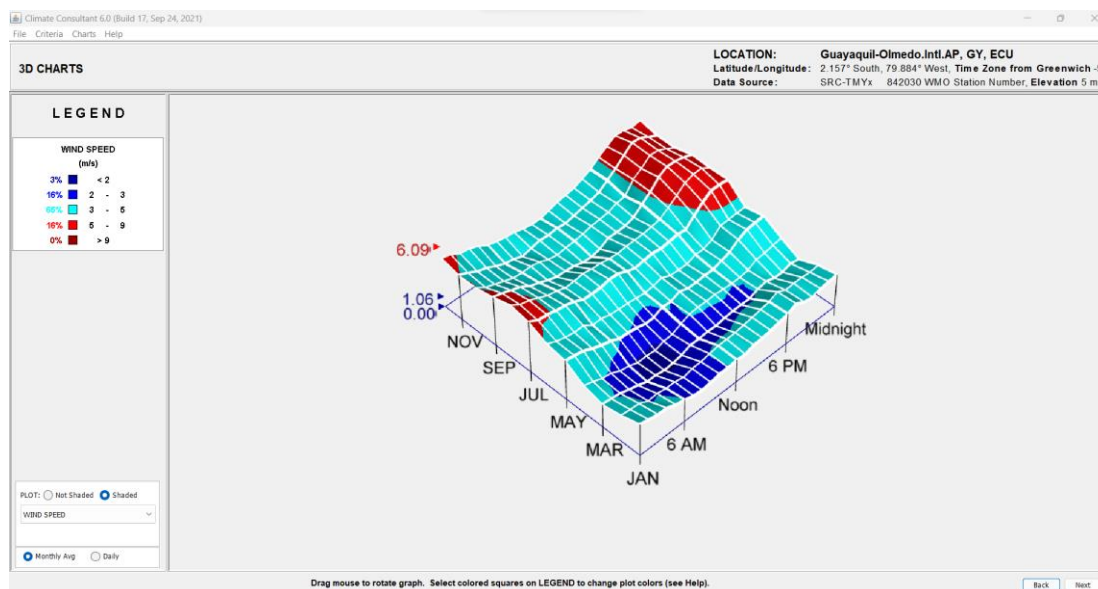


Nota. Gráfico sobre la velocidad del viento anual, Climate Consultant.

En la **Figura 13** se observa una gráfica 3D con los datos percibidos durante el segundo semestre del calendario y su varianza durante el tiempo a diario.

Figura 13

Velocidad del viento

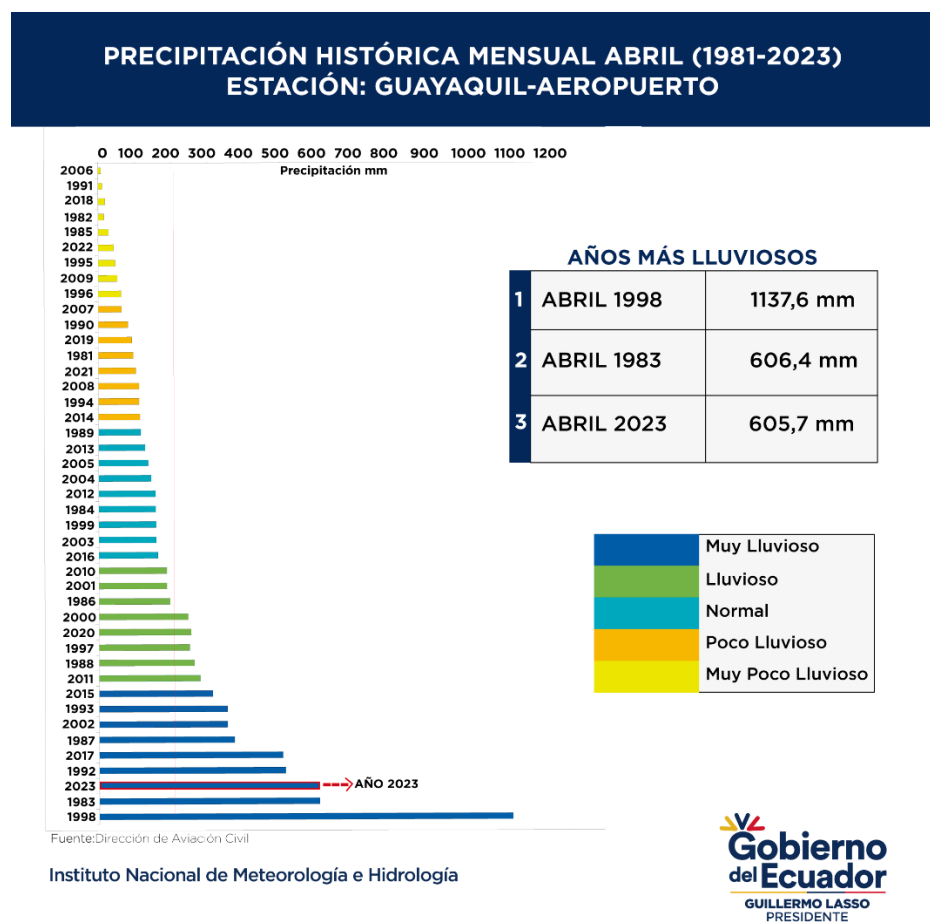


Nota. Gráfico sobre la velocidad del viento mensual, Climate Consultant

Durante los primeros meses del año 2023, la ciudad de Guayaquil experimentó fuertes lluvias y tormentas eléctricas. Según el informe del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), el mes de abril del presente año se posicionó como el tercer mes más lluvioso en los últimos 43 años en la urbe (ver **Figura 14**), registrando una precipitación acumulada de 605.7 mm. (Jorge Guzmán, 2023)

Figura 14

Precipitación histórica del mes de abril



Nota. Precipitaciones del mes de abril, INAHMI

De acuerdo con la información del Atlas Geográfico del Ecuador, en Guayaquil se encuentran los siguientes climas (Instituto Geográfico Militar, 2023):

- Tropical mega térmico semihúmedo: El clima se caracteriza por ser cálido, con una temperatura promedio de 25 °C a lo largo del año. La precipitación anual varía entre 1000 y 2000 mm, y se presenta un período de estación seca que abarca desde junio hasta noviembre.
- Tropical mega térmico seco: Durante el período que abarca desde junio hasta noviembre, prevalecen condiciones de baja humedad, con un promedio anual de precipitación que varía entre 500 y 1000 mm.
- Tropical mega térmico Semi-Árido: La región experimenta una precipitación anual que se sitúa por debajo de los 500 mm durante los meses de enero a abril, caracterizada por temperaturas elevadas y una estación seca claramente definida.

2.3 Trabajo de campo y laboratorio

El proyecto actual se fundamenta principalmente en una labor de investigación, con una participación mínima de trabajo de campo.

La investigación se sustenta en el respaldo de fuentes documentales, como artículos científicos, noticias de prensa, libros y cualquier información verificable que contribuya al enfoque del proyecto.

El trabajo de campo se fundamenta en la obtención de mediciones precisas del edificio preexistente que alberga las instalaciones del decanato FICT (ver **Figura 15** y **Figura 16**), con el propósito de verificar la concordancia de dichas mediciones con los planos arquitectónicos existentes. Este proceso resulta fundamental para posteriormente proceder a la creación de un modelo tridimensional de la edificación.

Figura 15

Autores tomando medidas del edificio



Nota. Autores tomando verificando medidas del edificio

Figura 16

Autores realizando trabajo de campo



Nota. Autores tomando verificando medidas del edificio

Consideraciones adicionales del trabajo de campo:

- **Enfoque en la eficiencia energética:** Dado que uno de los objetivos de la certificación EDGE es mejorar la eficiencia en el uso de recursos, el trabajo de campo incluye una simulación acerca de datos detallados relacionadas con el consumo de energía en el edificio. Esto permitirá identificar áreas de mejora y evaluar la eficacia de las estrategias propuestas.
- **Recolección de datos ambientales:** Además de las mediciones arquitectónicas, es importante considerar la recolección de datos ambientales, como calidad del aire y niveles de ruido, que puedan influir en la calidad de vida de los ocupantes y contribuir a los objetivos de sostenibilidad.

2.4 Análisis de datos

La exposición directa del sol en la fachada principal es un factor crítico a considerar al evaluar el rendimiento térmico y la sostenibilidad de la envolvente del edificio. La dirección, el ángulo de incidencia de la radiación solar la orientación del edificio y la ubicación de la puerta de entrada en relación con la trayectoria solar pueden dar lugar a un aumento significativo en la ganancia de calor en el espacio interior. Esta ganancia de calor no deseada puede llevar a un aumento en la demanda de refrigeración, lo que a su vez aumenta el consumo de energía y las emisiones de CO₂, lo que no es sostenible ni eficiente desde el punto de vista energético.

En este contexto, el propósito de sustituir el vidrio claro por doble vidrio hermético (DVH), reside en la minimización de la energía incorporada en los materiales de la edificación, especialmente en regiones climáticas donde la presencia de calor solar resulta desfavorable.

Esto puede llevar a un mayor consumo de energía para la refrigeración, lo que, a su vez, contribuye a una mayor huella de carbono y costos operativos. En tales contextos, se recomienda la utilización de vidrio con un coeficiente de ganancia de calor solar (SHGC, por sus siglas en inglés) bajo. El SHGC representa la proporción de calor solar que el vidrio permite ingresar al espacio interior. La elección de vidrio doble contribuye a una reducción adicional en

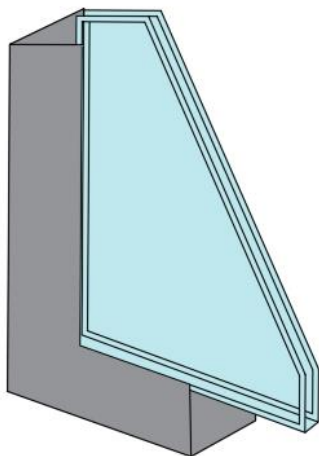
la transferencia de calor, posibilitando así la consecución de un SHGC más bajo y, por ende, una mayor eficiencia energética. (Guía de Usuario EDGE, 2021)

La transmisión de luz visible se refiere a la fracción de luz visible incidente que atraviesa el vidrio. Cuanto mayor sea el valor de esta métrica, mayor será la cantidad de luz que logra pasar a través del material vítreo.(Guía de Usuario EDGE, 2021)

Las ventanas tienden a facilitar la transferencia de calor al interior del edificio a un ritmo más elevado en comparación con las paredes. Esta disparidad se atribuye a que el vidrio exhibe una resistencia significativamente menor al flujo de calor en comparación con otros materiales de construcción (Guía de Usuario EDGE, 2021). Es por esta razón que se considera prudente llevar a cabo la mencionada modificación, con el fin de optimizar la eficiencia térmica de la edificación (ver **Figura 17**).

Figura 17

Modelo del DVH



Nota. Modelado desde un corte para apreciar el doble vidriado

Se plantea una propuesta adicional para modificar el edificio preexistente, la cual consiste en la disminución del área de las ventanas ubicadas en la fachada. Esta modificación

se sustenta en la consideración de la relación ventana-pared, conocida como WWR por sus siglas en inglés (Window-to-Wall Ratio), la cual se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$WWR(\%) = \frac{\text{superficie vidriada (m}^2\text{)}}{\text{superficie bruta pared exterior (m}^2\text{)}} \quad (2.1)$$

$$WWR(\%) = \frac{\text{superficie vidriada (m}^2\text{)}}{\text{superficie bruta pared exterior (m}^2\text{)}}$$

Ecuación 2.1 Calculo de WWR

La superficie vidriada hace referencia al área de la edificación que está equipada con cristal en todas sus fachadas, mientras que la superficie bruta de las paredes exteriores se define como la suma de las superficies en las fachadas exteriores del edificio. Es importante destacar que, para el cálculo de la superficie de la pared exterior, se requiere considerar la superficie interior de dicha pared. (Guía de Usuario EDGE, 2021)

Un edificio que presenta una WWR más elevada conducirá una mayor cantidad de calor en comparación con un edificio que tenga una WWR inferior.

Otra propuesta es la implementación de fachadas verdes, comúnmente denominadas "green walls" en inglés. Estas consisten en el uso de plantas vivas para recubrir y ornamentar tanto las paredes exteriores como las interiores de los edificios, y esto guarda una estrecha relación con la arquitectura sostenible y medioambiental. (Infraestructura Verde, 2018)

Estas fachadas desempeñan un papel significativo en la mitigación del cambio climático, ya que eliminan directamente el dióxido de carbono (CO₂) de la atmósfera a través del proceso de fotosíntesis. Simultáneamente, la vegetación absorbe parte de la radiación solar con sus hojas, utilizando esta energía en su propio proceso fotosintético y reflejando la restante hacia la atmósfera. (Infraestructura Verde, 2018)

Un aspecto relevante es que las fachadas verdes resultan altamente eficientes al proporcionar sombra a las edificaciones, lo que contribuye a un ambiente interior más agradable y, como consecuencia, a una reducción en el consumo de energía. (Infraestructura Verde, 2018)

La exposición de individuos a estos entornos "naturales" incide de manera favorable en la mejora de su bienestar psicológico, lo que se traduce en la reducción del estrés y, además, en beneficios para su salud física. Por lo tanto, toda justificación previa respalda plenamente la implementación de dichas fachadas verdes en la fachada principal del decanato de FICT.

Adicionalmente, se llevó a cabo un análisis detallado acerca de la posible utilización del material Alucobond para revestir la fachada principal del edificio.

Este material se configura como un panel compuesto por dos láminas de aluminio que recubren un núcleo relleno con un agregado mineral que exhibe una notable resistencia a la inflamación o que, en muchos casos, es considerado no inflamable. Esta elección se percibe como un indicador de alta calidad en el contexto de la construcción sostenible. (Acimco, 2020)

Este producto se encuentra disponible en una variada paleta de colores estándar, opciones metalizadas y la posibilidad de incorporar texturas y acabados especiales. Destaca por su resistencia a impactos y roturas, además de su capacidad para amortiguar las vibraciones. Asimismo, presenta una elevada reflectividad que contribuye a reflejar la radiación solar incidente, minimizando así el almacenamiento térmico del material. (Al Dulaimi et al., 2022)

Este material ejerce un efectivo bloqueo de la luz solar y la velocidad del viento, lo que implica que se logra un eficiente aislamiento del interior en relación con el exterior, al tiempo que contrarresta la transferencia de calor en dirección opuesta. (Al Dulaimi et al., 2022)

2.5 Análisis de alternativas

A partir de una revisión de los datos previamente analizados, se procedió a llevar a cabo dos análisis, los cuales involucraron las cuatro alternativas propuestas. Estos se enfocaron en la descripción pormenorizada de las propiedades y características de los materiales, con el objetivo de elaborar una tabla en la que se cuantifica la relevancia de varios aspectos a considerar.

Cada uno de estos aspectos ha sido asignado con un factor de importancia basado en los lineamientos del proyecto, otorgándole así un puntaje correspondiente derivado de la investigación realizada.

2.5.1 Análisis de la sustitución del vidriado y reajuste dimensionales

A1: VCT - Vidrio Claro Templado 6 mm

- Resistencia al impacto
- Responde a las necesidades de los sistemas de instalación tradicionales.
- Transmisión solar (%LT) de 87.8% y índice de reflectancia solar (SRI) 8.4%. (Megaglass, 2021)
- SHGC 77.2% y SRI 7.3%. (Megaglass, 2021)
- Las ventanas tienden a tener una menor eficiencia aislante que las paredes.(Financiera Internacional, n.d.)
- Contiene una energía embebida de 13,659 Btu/unit.(Jackson, 2005)

A2: DVH - Doble Vidriado Hermético 8 mm

- Reduce las pérdidas de calor hasta un 50%. (Vidriera Argentina S.A.)
- La ventana no presenta una superficie receptiva fría y la sensación de incomodidad que percibe una persona se reduce notablemente.(UNO PROPIEDADES, n.d.)

- Las unidades pueden ser fabricadas empleando Float templado y/o laminado de seguridad.(Vidriera Argentina S.A, n.d.)
- Mejora el aislamiento acústico hasta un 70%. (Extralum., n.d.)
- %LT de 78% y SRI 15%. (Nevika, 1998)
- SHGC 61% y SRI 12%. (Nevika, 1998)
- Contiene una energía embebida de 15,430 Btu/unit.(Jackson, 2005)

A3: WWR - Relación ventana-pared

- El tamaño apropiado para facilitar la entrada de luz difusa suficiente en el área, sin ocasionar una excesiva transferencia de calor.
- Una mayor relación ventana-pared puede aumentar el consumo de energía.
- El calor fluye hacia afuera a través de una ventana vidriada con una rapidez 10 veces superior a la que registra cuando pasa a través de una pared correctamente aislada.
- Las ventanas en climas más cálidos pueden aumentar considerablemente las cargas de refrigeración del edificio.(Financiera Internacional, n.d.)
- El costo por metro cuadrado asciende a \$29.56, lo cual incluye únicamente el costo de la materia prima, excluyendo cualquier gasto relacionado con mano de obra o labores de mantenimiento.(Domus)
- La energía embebida con el material Doble vidriado hermético en una ventana promedio es de 392.659 Btu/unit.(Jackson, 2005)
- La energía embebida con el material Doble claro templado de 8mm en una ventana promedio es de 390.659 Btu/unit.(Jackson, 2005)

Tabla 2*Criterios de selección para A1, A2 y A3*

-	Costo	Acústico	Ecología	Confort térmico	Complejidad en proceso de ejecución	TOTAL
Factor Importancia	0.8	1	1	1	0.8	-
DVH	0.7	1	0.6	1	0.5	-
	0.56	1	0.6	1	0.4	3.56
VCT	1	0.7	0.8	0.5	0.8	-
	0.8	0.7	0.8	0.5	0.64	3.44
WWR- propuesto	1	1	0.7	1	0.5	-
	0.8	1	0.7	1	0.4	3.9

Nota. Valores agregados por criterio propio, por la necesidad del proyecto.

2.5.2 Análisis del material para la fachada principal

B1: Fachadas verdes de hiedra

- Mejora la calidad del aire
- Mejora del aislamiento térmico y acústico
- Disminuye el uso de energía
- Su costo referencial por cada m^2 es de \$90 dólares.(Guía: Cielo Florido)
- Mejora la calidad de vida.
- Su vida útil es de 9 años dependiendo del mantenimiento y cuidado adecuado.(Kaminature, 2017)
- Un sistema de fachada verde puede tener una conductividad térmica en el rango de 0.5 a 1.5 W/(m·K). (Jaque et al., n.d.)

B2: Alucobond

- Posibilita el aislamiento térmico y acústico, al usarse como fachada ventilada por detrás.(Acimco, 2020)
- Plancha de 5.80 m x 1.50 m y espesor de 4mm tiene un precio de \$163 dólares.(Importadora Immaka, 2020)
- Vida útil de 30 años.(Importadora Immaka, 2020)
- Conductividad térmica (λ) para un espesor de 4mm es de 1,44 W/mK. (Alucore)
- Coeficiente de transmisión térmica (U) para un espesor de 4 mm es de 5,80 W/m^2K .(Alucore)

Tabla 3*Criterios de selección para B1 y B2*

-	Menor Costo	Durabilidad y mantenimiento	Eficiencia energética	Aspectos estéticos	TOTAL
Factor Importancia	1	1	1	0.7	-
Fachadas verdes	0.8	0.6	0.6	0.8	-
	0.8	0.6	0.6	0.56	2.56
Alucobond	0.5	1	0.8	0.7	-
	0.5	1	0.8	0.49	2.79

Nota. Valores agregados por criterio propio, por la necesidad del proyecto.

Tras un análisis detallado de todas las alternativas consideradas, la elección ha recaído en la implementación del doble vidriado hermético con reajustes dimensionales y el empleo del material Alucobond para el revestimiento de la fachada principal del decanato FICT. Este enfoque tiene como finalidad optimizar el confort térmico del edificio y, mediante estas mejoras, se garantizará el cumplimiento de los requisitos establecidos para la certificación EDGE.

CAPÍTULO 3

3. DISEÑOS Y ESPECIFICACIONES

3.1 Criterios de diseño

Con el objetivo de alcanzar estándares rigurosos de eficiencia y sostenibilidad, se implementarán criterios específicos para obtener la certificación EDGE. Este reconocimiento integral asegura un diseño que optimiza recursos y reduce significativamente el impacto ambiental.

Los criterios clave incluyen un ahorro del 20% tanto en energía, agua y materiales, respaldado por un modelo termo energético que corrobora la eficacia de estas mejoras.

Además, la recuperación de la inversión y el periodo requerido para alcanzarla son aspectos ligados a la singularidad de cada proyecto. Por ende, se aborda la tarea de evaluar y determinar los años necesarios para recuperar la inversión, entendiendo que esta consideración es esencial para garantizar una planificación financiera adecuada y sustentable en el contexto del diseño y ejecución del proyecto.

3.2 Diseño

Para llevar a cabo el proceso de rediseño, se delimitó el área de estudio en su totalidad, abarcando 495 m². La determinación de la línea base requirió la introducción de este valor, así como la cantidad de pisos, la configuración interna de la edificación y las categorías de consumo. En este sentido, el estudio de campo proporcionó una comprensión detallada de algunos de estos parámetros.

En relación a la información concerniente a los datos de servicio público del edificio, la institución universitaria dispone de un medidor unificado. En este contexto, se ha implementado Open Studio con el fin de estimar de una forma más precisa, con respecto a la aplicación EDGE, el consumo de energía anual. El mismo con el cual se realizó la evaluación de la eficiencia energética.

Cada uno de los parámetros evaluados se seleccionó en función de su necesidad en la implementación de EDGE, ya que constituían datos indispensables para establecer la línea base. A partir de este punto, se procedió a desarrollar la línea mejorada.

Los planos arquitectónicos ya estaban elaborados en AutoCAD, los cuales fueron archivos suministrados por la universidad, mientras que el modelado tridimensional se llevó a cabo en Revit.

3.2.1 Línea base

Con base en la información previamente recopilada, se ha llevado a cabo la creación de un modelo tridimensional en Sketchup, el cual detalla la arquitectura completa de la edificación. La ejecución de este modelo se efectuó mediante el uso del plugin de OpenStudio para Sketchup.

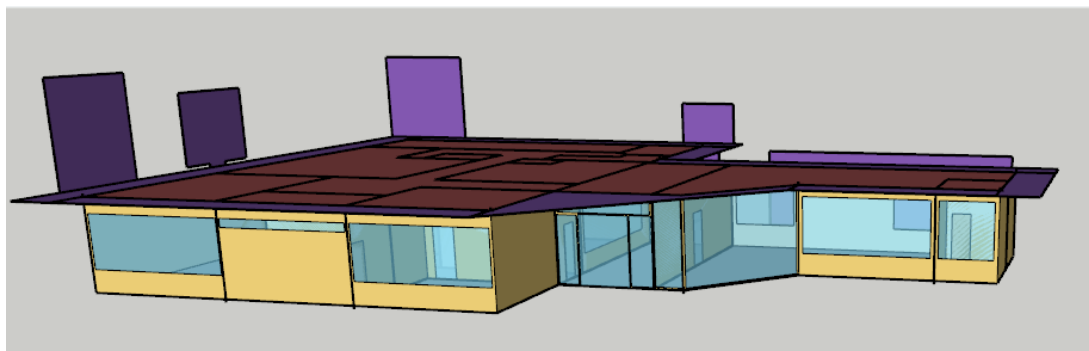
Este proceso de modelado sirve como cimiento fundamental para la asignación subsiguiente de diversos parámetros, tales como materiales, cargas térmicas, horarios, entre otros aspectos relevantes.

El propósito subyacente de este procedimiento consiste en la incorporación de los datos pertinentes en OpenStudio, con el objetivo de realizar el correspondiente modelado energético. Adicionalmente, se han integrado datos meteorológicos actualizados hasta el año 2020, a fin de simular con precisión la temperatura en la región específica objeto de estudio.

El software establece la clasificación de elementos arquitectónicos tales como paredes, piso y cubierta como superficies, mientras que ventanas y puertas son identificadas como subsuperficies. Estos nombres específicos serán empleados de manera consistente en OpenStudio durante la fase de definición de los materiales correspondientes.

Figure 18

Modelo en Sketchup

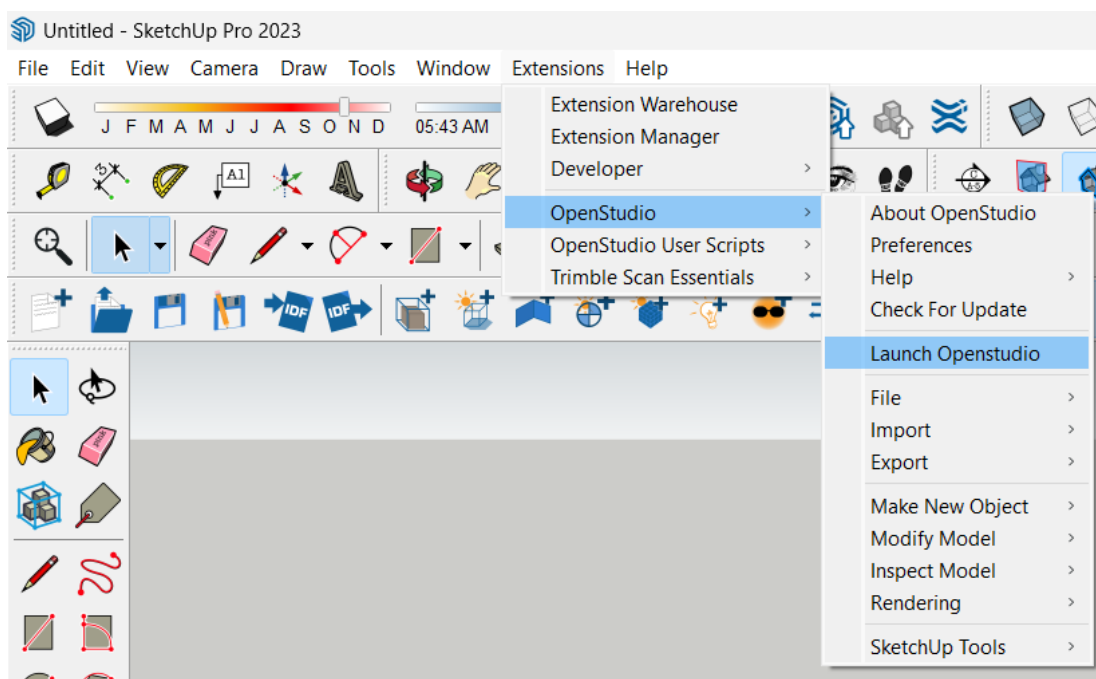


Nota. Modelo arquitectónico del decanato

El primer paso implica abrir OpenStudio desde el plugin en Sketchup como se muestra en la siguiente figura **Error! Reference source not found.**

Figura 19

Ventana de como pasar de Sketchup a OpenStudio



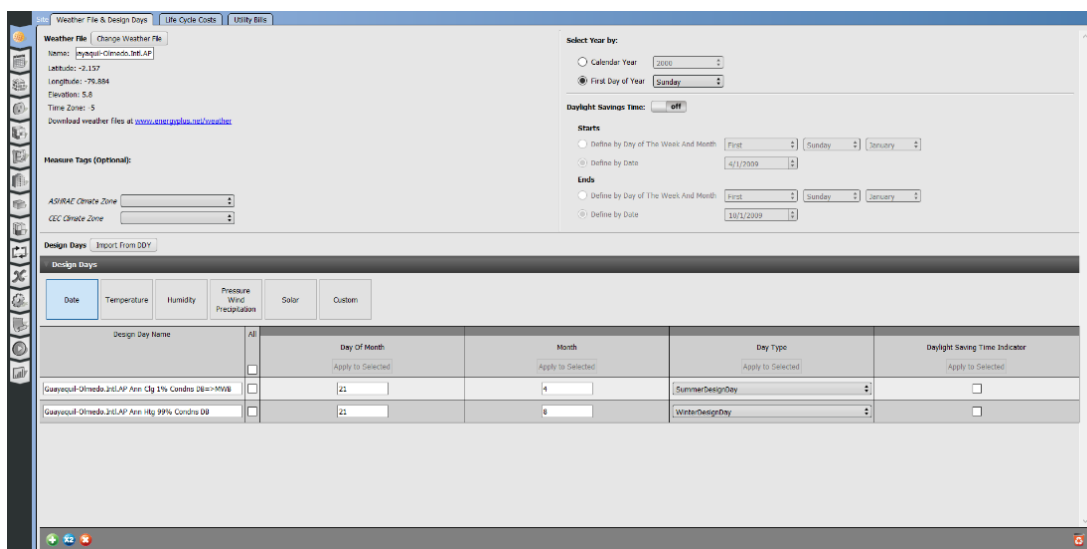
Nota. Interfaz de Sketchup con el plugin para OpenStudio

Posterior a eso se ingresa un fichero climático horario (.epw) para obtener datos climáticos detallados a lo largo del día y año, incluyendo temperatura, humedad y radiación

solar (Climate OneBuilding Org). Además, se define un fichero climático para días de diseño (.ddy) que representa condiciones extremas.

Figura 20

Ventana donde se ingresa el fichero climático



Nota. Interfaz de OpenStudio

En el programa OpenStudio, las "cargas internas" se refieren a las fuentes de ganancias o pérdidas de calor dentro de un espacio construido. Estas cargas internas pueden incluir diversas fuentes térmicas generadas por actividades humanas, equipos eléctricos, iluminación, electrodomésticos, entre otros.

Actividades

Se procede a estructurar las actividades ocupacionales siguiendo un criterio de prioridad, estableciendo una clara distinción entre los días laborales, comprendidos de lunes a viernes, y los fines de semana, designados como períodos sin actividad planificada.

Se ha conceptualizado el término "Actividad Personas" para abordar consumo de energía promedio durante un día común, se ha escogido un valor seleccionado por la ASHRAE como se muestra en la **Tabla 4**.

Tabla 4

Consumo de energía promedio

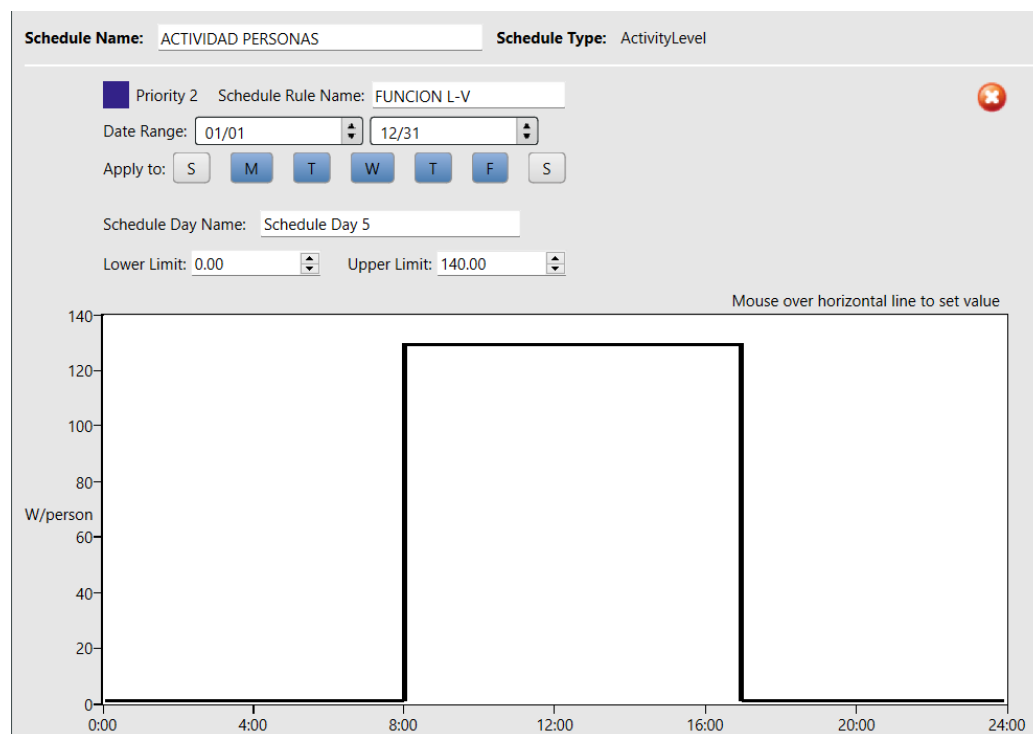
Actividad	Consumo de energía promedio(W) Por día y por persona
Trabajo de oficina moderado	130

Nota. Consumo de energía diario de una persona, ASHRAE (2013).

En esta consideración, se ha establecido que, durante un día común de trabajo, en cualquier horario una persona puede ser capaz de consumir 130 W, como se lo muestra en la siguiente figura.

Figura 21

Gráfico la actividad de personas



Nota. Interfaz de OpenStudio

Ocupantes

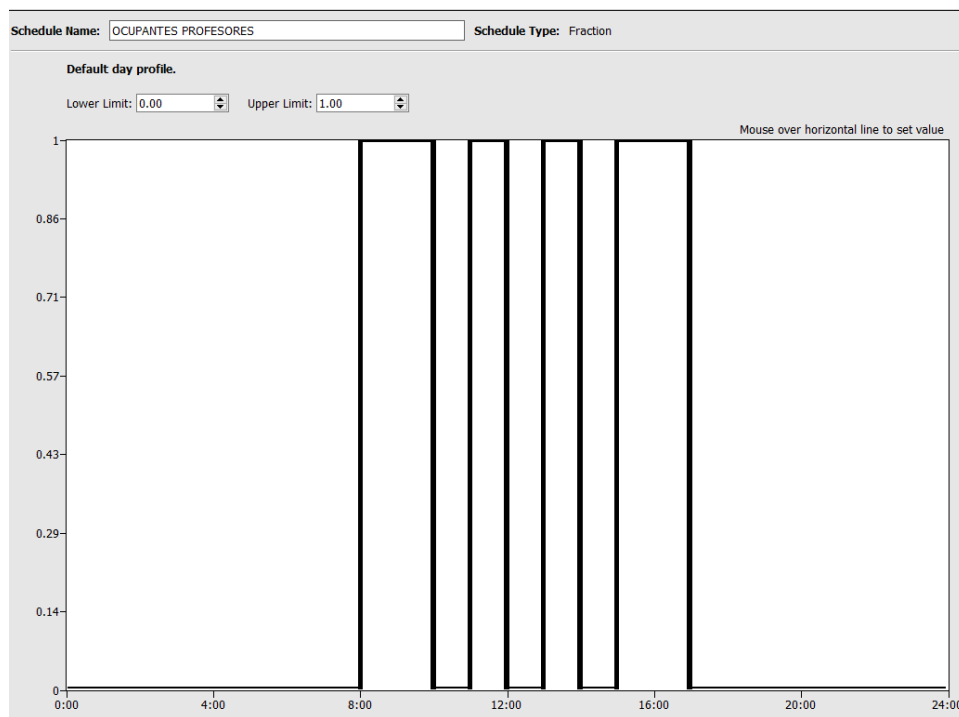
El Schedule (Horario) de ocupantes se lo ha creado como fraccional, para reflejar las actividades dependiendo de cada horario de los individuos que conforman la edificación, es decir que tendremos 3 schedules principales para: profesores, secretaría y cafetería.

Profesores

Se ha contemplado que dentro del horario laboral diario se destinarán dos horas para sesiones académicas, distribuyendo dicho periodo de la siguiente manera:

Figura 22

Gráfico de la actividad de los profesores



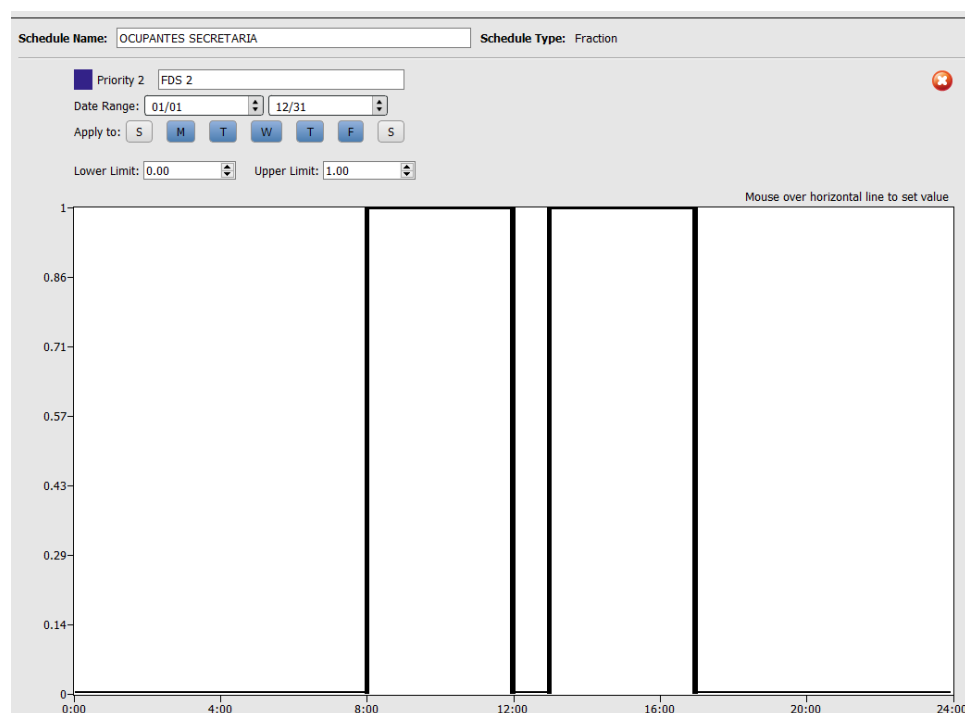
Nota. Interfaz de OpenStudio

Secretaría

La jornada laboral de la secretaría se ajustará al horario estándar de trabajo, contemplando un periodo de descanso de treinta minutos asignado para el almuerzo de cada colaborador.

Figura 23

Gráfico de la actividad de las secretarias



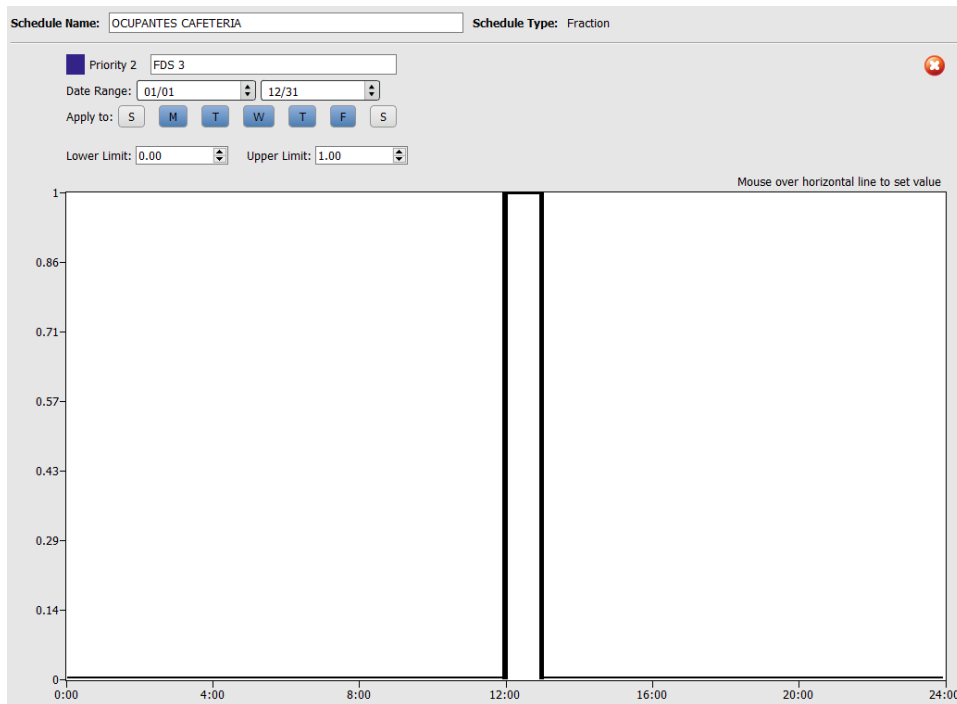
Nota. Interfaz de OpenStudio

Cafetería

Se ha tenido en cuenta el horario de almuerzo de cada trabajador para su asignación, estableciendo el siguiente horario:

Figura 24

Gráfico de la actividad dentro de la cafetería



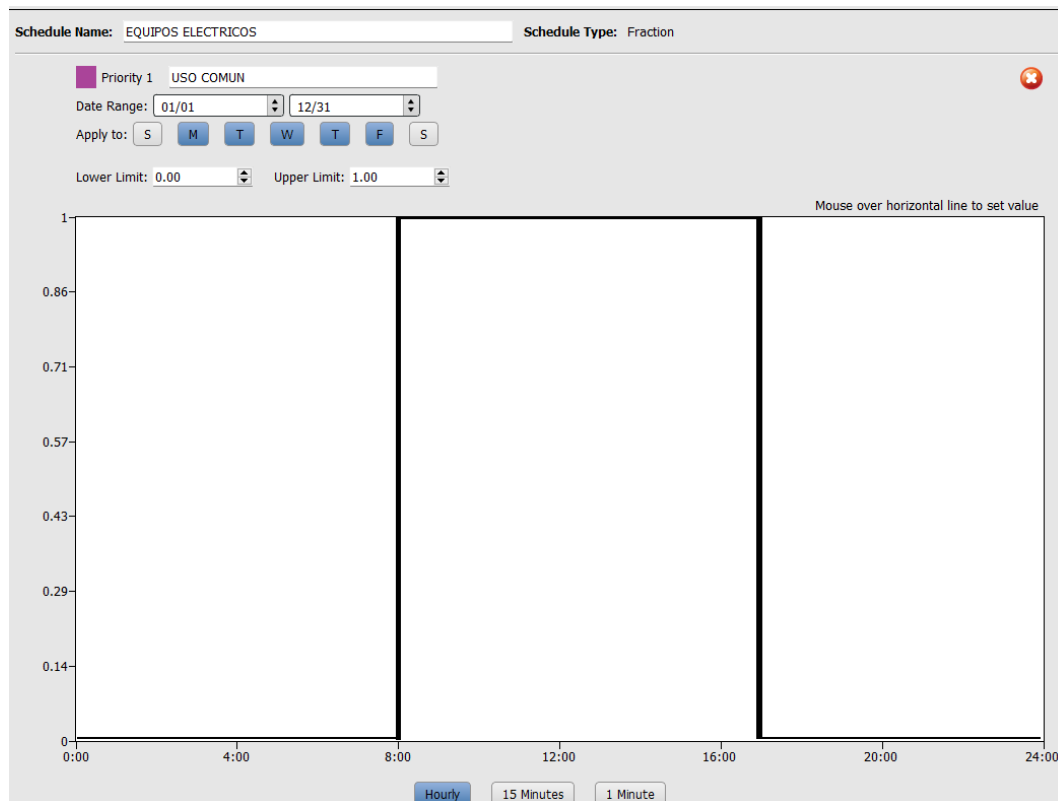
Nota. Interfaz de OpenStudio

Equipos eléctricos

En el ámbito de los "Equipos Eléctricos", se asigna la máxima prioridad, designada como Prioridad 1, al uso común, específicamente a las computadoras ubicadas en cada oficina. Estas unidades estarán operativas de manera continua desde las 8:00 a.m. hasta las 16:30 p.m., de lunes a viernes.

Figura 25

Gráfico del uso de computadoras

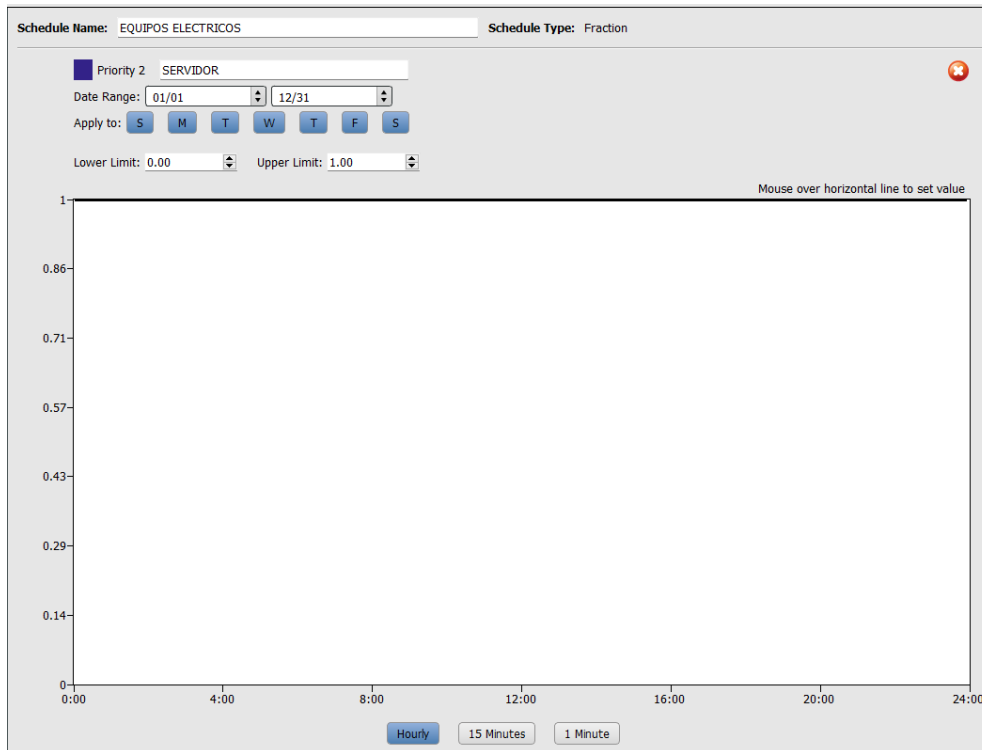


Nota. Interfaz de OpenStudio

En el marco de la Prioridad 2, se establece el empleo del servidor, el cual operará de forma ininterrumpida las 24 horas del día, los 7 días de la semana.

Figura 26

Gráfico del empleo del servidor



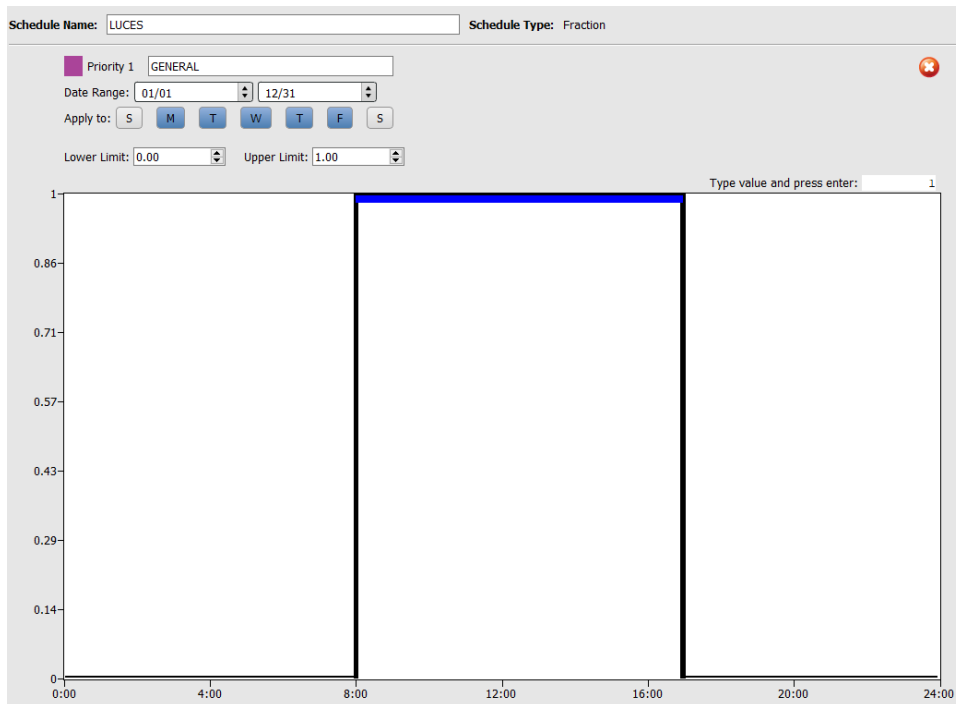
Nota. Interfaz de OpenStudio

Definición de instalación lumínica

Dentro del contexto de las instalaciones lumínicas “Luces”, se designa como Prioridad 1 a las luminarias utilizadas en espacios como oficinas y pasillos, las cuales operarán en un 100%, de forma continua desde las 8:00 a.m. hasta las 16:30 p.m., de lunes a viernes.

Figura 27

Uso de luminarias de oficinas y pasillos



Nota. Interfaz de OpenStudio

A continuación, se creó el segundo grupo de luces denominado "Luces cafetería", las cuales operarán de forma continua desde las 12:00 p.m. hasta las 13:00 p.m., de lunes a viernes.

Figura 28

Uso de luminarias de la cafetería

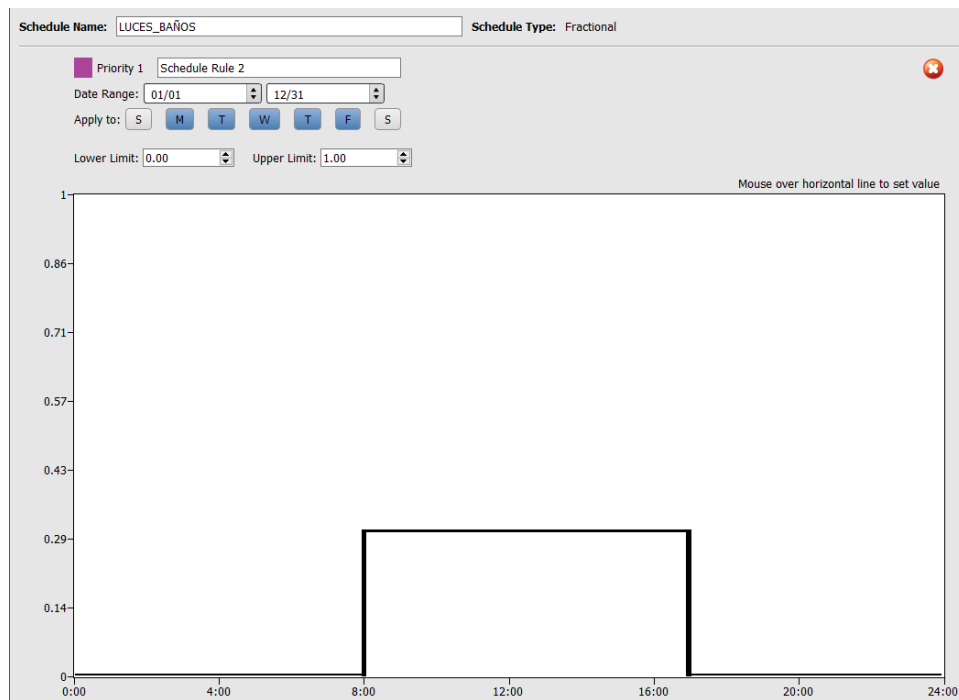


Nota. Interfaz de OpenStudio

Para los baños, se prescribe la utilización de las luminarias con el schedule denominado "Luces baños", las cuales funcionarán a una capacidad del 30% en el horario comprendido entre las 8:00 a.m. y las 16:30 p.m., de lunes a viernes.

Figura 29

Uso de luminarias de los baños

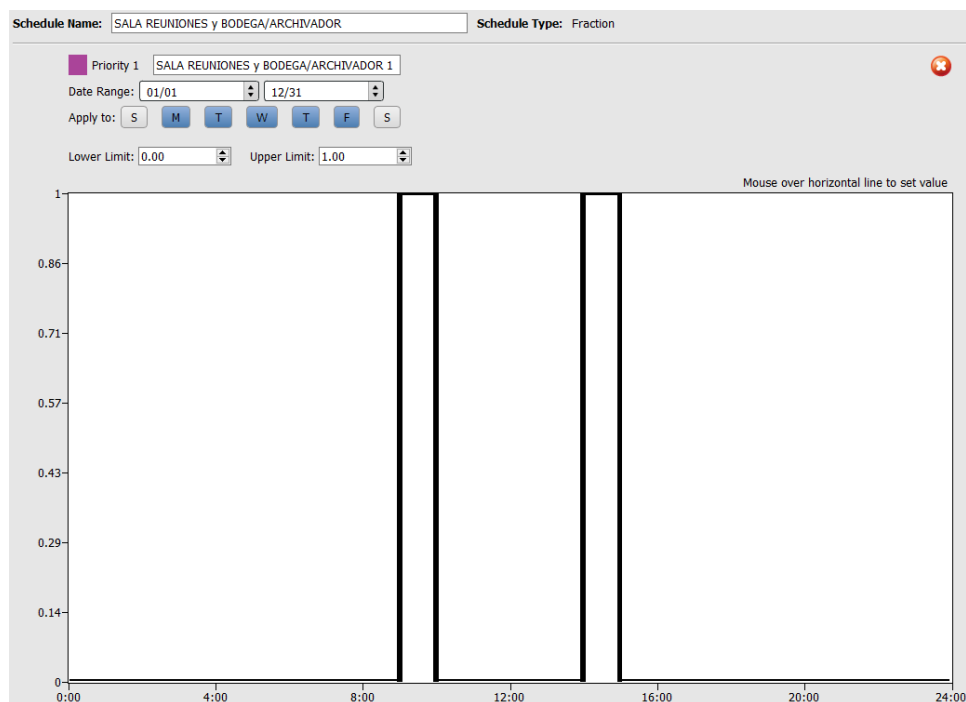


Nota. Interfaz de OpenStudio

Por último, para los espacios como bodegas y sala de reuniones se ha establecido el siguiente horario:

Figura 30

Uso de luminarias de la sala de reuniones y bodega



Nota. Interfaz de OpenStudio

Cargas

Tras la determinación de cada actividad, se procede a establecer las cargas correspondientes atribuibles a personas, equipos eléctricos y sistemas de iluminación.

Personas

En el proceso de especificación de personas, se indica el número de individuos que ocuparán cada espacio, por lo tanto, se le asigna el valor de 1, para poder aplicar el factor multiplicativo en la ventana de asignación de tipo de espacio y sus cargas.

Figura 31

Asignación del factor multiplicativo

Name:

Number of People: **People per Space Floor Area:** people/m² **Space Floor Area per Person:** m²/person

Fraction Radiant: **Sensible Heat Fraction:** **Carbon Dioxide Generation Rate:** L/s·W

Nota. Interfaz de OpenStudio

Luces

En cuanto a la delineación de los requisitos lumínicos, se ha establecido el valor de la potencia establecido en las especificaciones técnicas de la edificación, se ha asignado dos tipos de luces diferentes.

Tabla 5

Luminarias en la edificación

Tipo	Medida (cm)	Potencia (W)
Luminaria Panel LED	120 x 60	48
Luminaria Panel LED redondo	22	24

Nota. Recolectados en las especificaciones técnicas de la edificación.

Por lo tanto, se ha creado dos archivos de cargas lumínicas con dichas potencias:

Figura 32

Asignación de la luminaria LED redondo de 24W

Name:

Lighting Power: W **Watts Per Space Floor Area:** W/m² **Watts Per Person:** W/person

Fraction Radiant: **Fraction Visible:**

Return Air Fraction:

Nota. Interfaz de OpenStudio

Figura 33

Asignación de la luminaria LED de 48W

Name:

Lighting Power: W **Watts Per Space Floor Area:** W/m² **Watts Per Person:** W/person

Fraction Radiant: **Fraction Visible:**

Return Air Fraction:

Nota. Interfaz de OpenStudio

Equipos eléctricos por espacio

En lo concerniente a la especificación de los equipos eléctricos, el procedimiento guarda similitudes con el de las luminarias. No obstante, en este caso, se ha segmentado por áreas específicas, determinando el consumo específico de cada tipo de equipo eléctrico en cada zona designada. Este cálculo se llevó a cabo multiplicando el consumo por la cantidad correspondiente de equipos en cada área designada y dividiendo dicho resultado por la

superficie de cada área determinada. Este proceso se aplicó para cada tipo de espacio como se muestra a continuación:

Tabla 6

Equipos eléctricos en cada espacio del edificio

Equipos eléctricos para cada área				
Tipo de espacio	Equipo	Potencia (W)	Cantidad	Potencia Total (W)
Oficina	Computadora de escritorio	300	1	300
	Impresora	45	1	45
Decanato	Computadora de escritorio	300	1	300
	Impresora	45	1	45
Sub- decanato	Computadora de escritorio	300	1	300
	Impresora	45	1	45
Sala de Reuniones	Computadora portátil	150	1	150
	Proyector de pantalla	70	1	70
Secretaría	Computadora de escritorio	300	4	1200
	Impresora	200	1	200
Cafetería	Refrigeradora	300	1	300
	Máquina de café	200	1	200
	Microondas	360	1	360

Baño	Secador de mano	300	1	300
-------------	------------------------	------------	----------	------------

Nota. Asignación de cargas por tipo de espacio.

En tipo de espacios, haciendo clic en el botón de “Loads” en la parte superior de la ventana se muestra un desglose de las cargas dentro de cada tipo de espacio como se muestra en la siguiente figura

Figura 34

Asignación de cargas por espacios

Space Type Name	Load Name	Multiplier	Definition	Schedule	Activity Schedule (People Only)
BAÑOS y BODEGAS	People 2	1.000000	AA_PERSONAS 13A-1 persona	OCUPANTES	ACTIVIDAD PERSONAS
	Lights 2	1.000000	AA_LUCES de 24W	LUCES_BAÑOS	
	baños renovaciones			RENOVACIONES	
CAFETERIA	People 7	4.000000	AA_PERSONAS 13A-1 persona	OCUPANTES CAFETERIA	ACTIVIDAD PERSONAS
	Lights 4	3.000000	AA_LUCES de 48w	LUCES CAFETERIA	
	Electric Equipment 3	1.000000	AA_CAFETERIA.EQUIP.ELECT	EQUIPOS ELECTRICOS	
	cafeteria renovaciones			RENOVACIONES	
DECANATO	People 4	1.000000	AA_PERSONAS 13A-1 persona	OCUPANTES PROFESOR	ACTIVIDAD PERSONAS
	Lights 5	6.000000	AA_LUCES de 24W	LUCES	
	Electric Equipment 4	1.000000	AA_OFICINAS.EQUIP.ELECT	EQUIPOS ELECTRICOS	
	decanato renovaciones			RENOVACIONES	
OFICINAS	People 1	1.000000	AA_PERSONAS 13A-1 persona	OCUPANTES PROFESOR	ACTIVIDAD PERSONAS
	Lights 1	1.000000	AA_LUCES de 48w	LUCES	
	Electric Equipment 1	1.000000	AA_OFICINAS.EQUIP.ELECT	EQUIPOS ELECTRICOS	
	oficina renovaciones			RENOVACIONES	
PASILLO GRANDE	Lights 8	8.000000	AA_LUCES de 48w	LUCES	
	Pasillos renovaciones			RENOVACIONES	
PASILLO PEQUEÑO	Lights 9	3.000000	AA_LUCES de 24W	LUCES	
	Pasillo pequeño renovaciones			RENOVACIONES	
REUNIONES	People 3	6.000000	AA_PERSONAS 13A-1 persona	SALA REUNIONES y BOD	ACTIVIDAD PERSONAS
	Lights 3	3.000000	AA_LUCES de 48w	SALA REUNIONES y BOD	
	Electric Equipment 2	1.000000	AA_REUNIONES.EQUIP.ELECT	EQUIPOS ELECTRICOS	
	reuniones renovaciones			RENOVACIONES	
SECRETARIA	People 5	4.000000	AA_PERSONAS 13A-1 persona	OCUPANTES SECRETARI	ACTIVIDAD PERSONAS
	Lights 6	6.000000	AA_LUCES de 24W	LUCES	
	Electric Equipment 5	4.000000	AA_OFICINAS.EQUIP.ELECT	EQUIPOS ELECTRICOS	
	secretaria renovaciones			RENOVACIONES	
SUBDECANATO	People 6	1.000000	AA_PERSONAS 13A-1 persona	OCUPANTES PROFESOR	ACTIVIDAD PERSONAS
	Lights 7	4.000000	AA_LUCES de 24W	LUCES	
	Electric Equipment 6	1.000000	AA_OFICINAS.EQUIP.ELECT	EQUIPOS ELECTRICOS	
	subdecanato renovaciones			RENOVACIONES	

Nota. Se le asigna carga dependiendo del uso, Interfaz de OpenStudio

Es factible incluir instancias de carga adicionales al trasladar las definiciones de carga desde la sección derecha hasta la columna denominada "Definición". La asignación automática

de los horarios se realiza en consonancia con el conjunto predefinido, aunque puede modificarse según sea requerido.

Tanto la tipología de espacio como los nombres de las cargas pueden ser adaptados de acuerdo a las preferencias del modelador. Finalmente, pueden especificarse multiplicadores de carga para los objetos que se definieron utilizando valores de potencia nominal individuales.

Asignación de materiales por espacio

En la sección de espacios, se visualizan las pestañas de superficie y subsuperficie, como se muestra en la **Error! Reference source not found.** y **Error! Reference source not found.**. Estas representan gráficamente el principio de herencia de datos mediante conjuntos de materiales de construcción creados previamente junto con sus propiedades térmicas.

Tabla 7

Propiedades térmicas de los materiales de la edificación

Elemento	Material	Propiedades	Fuente
Pared de bloque	Revoque	Conductividad (W/m.K)	0.6918
		Densidad (kg/m ³)	1858
		Calor específico (J/kg.K)	837
		Absortancia solar	0.3
	Bloque hueco	Conductividad (W/m.K)	0.44
		Densidad (kg/m ³)	1000
		Calor específico (J/kg.K)	920
		Absortancia solar	0.7
Pared de gypsum	Gypsum	Conductividad (W/m.K)	0.25
		Densidad (kg/m ³)	900

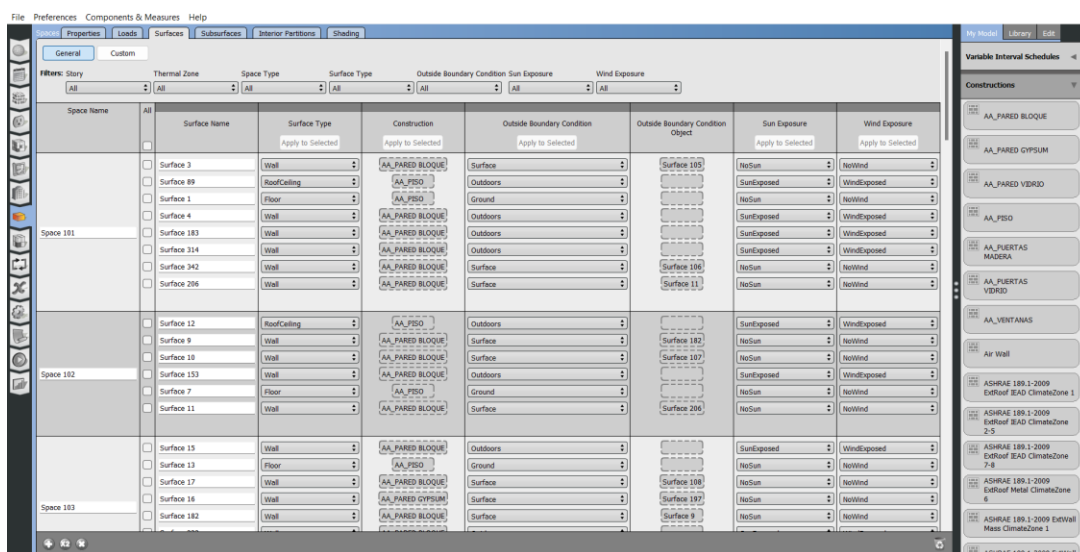
		Calor específico (J/kg.K)	1000	
		Absortancia solar	0.4	
		Conductividad (W/m.K)	1	
Piso	Baldosa de cerámica	Densidad (kg/m ³)	2000	NEC-HS-EE
		Calor específico (J/kg.K)	800	
	Absortancia solar	0.3		
	Conductividad (W/m.K)	1.63		
hormigón armado	Densidad (kg/m ³)	2400	NEC-HS-EE	
	Calor específico (J/kg.K)	1050		
	Absortancia solar	0.7		
	Conductividad (W/m.K)	0.1		
Puertas de madera	Plywood	Densidad (kg/m ³)	450	NEC-HS-EE
		Calor específico (J/kg.K)	1880	
		Absortancia solar	0.5	
		Conductividad (W/m.K)	1.05	
Puertas de vidrio	Vidrio templado	Transmitancia solar a incidencia normal	0.837	https://vitalba.com
		Conductividad (W/m.K)	0.9	
Ventanas	Vidrio claro	Transmitancia solar a incidencia normal	0.837	Normativa ASHRAE 189.1 2009
		Conductividad (W/m.K)	0.9	

Nota. Propiedades agregadas para el modelado termo- energético.

En este contexto, se han asignado construcciones específicas a cada superficie y subsuperficie en función con el tipo de superficie correspondiente. En situaciones que lo requieran, es posible incorporar construcciones individuales mediante el arrastre, con el propósito de sustituir las construcciones previas.

Figura 35

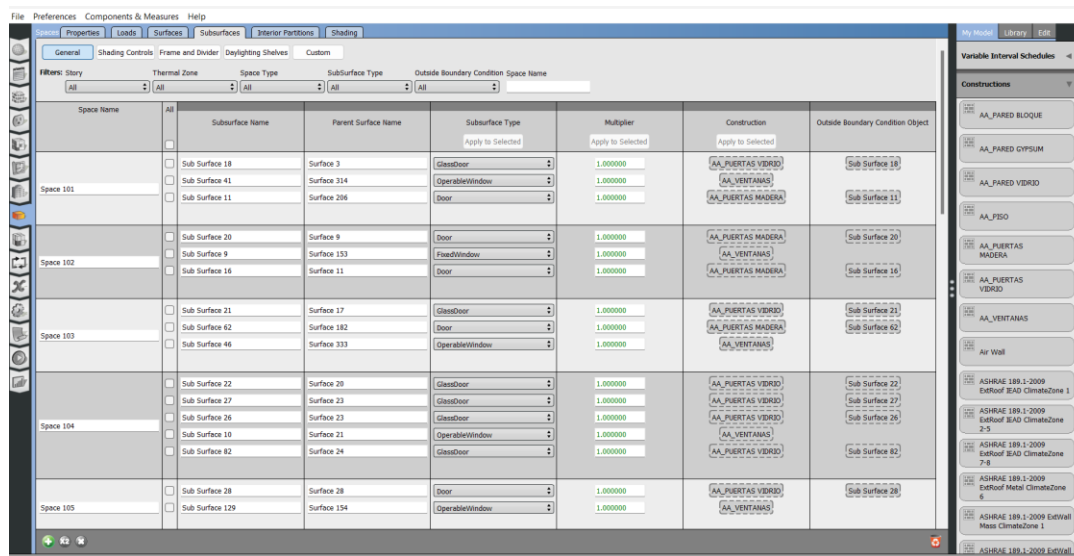
Asignación de materiales a las superficies



Nota. Interfaz de OpenStudio

Figura 36

Asignación de materiales a las subsuperficies



Nota. Interfaz de OpenStudio

En última instancia, se ha procedido a la asignación del sistema de climatización HVAC correspondiente a la infraestructura edificatoria actual. En la sección de zonas térmicas, se han configurado de manera precisa los termostatos destinados a las estaciones de invierno y verano. Esta configuración se ha llevado a cabo considerando la presencia del sistema de aire acondicionado, más específicamente, un sistema central identificado como modelo TCD180B300AA. Cabe destacar la relevancia de la integración de estos sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado (HVAC) en la plataforma OpenStudio, asegurando así una gestión eficiente y óptima de las condiciones ambientales en el edificio.

Tabla 8

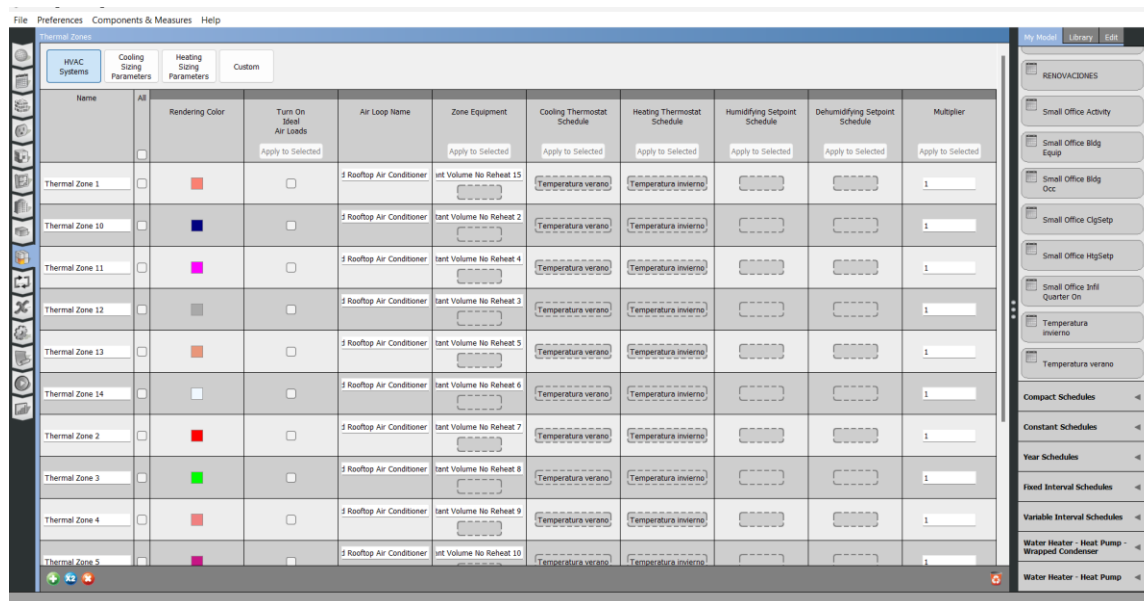
Sistema central de climatización

UNIDAD	UBICACIÓN	TIPO DE EQUIPO	CAPACIDAD EN BTUH	EFICIENCIA
FICT	EDIFICIO 13A DECANATO	PAQUETE	180000	SEER 8

Nota. Datos recolectados de Analista de mantenimiento de ESPOL.

Figura 37

Definición de las zonas térmicas



Nota. Interfaz de OpenStudio

Una vez completada la verificación integral, se procedió a ejecutar el programa correspondiente con el objetivo de obtener el consumo energético anual de la edificación. Este dato, esencial para la configuración de la línea base en la aplicación EDGE, contribuye significativamente a la evaluación precisa de la eficiencia energética del proyecto en cuestión.

Figura 38

Consumo energético anual de la línea base

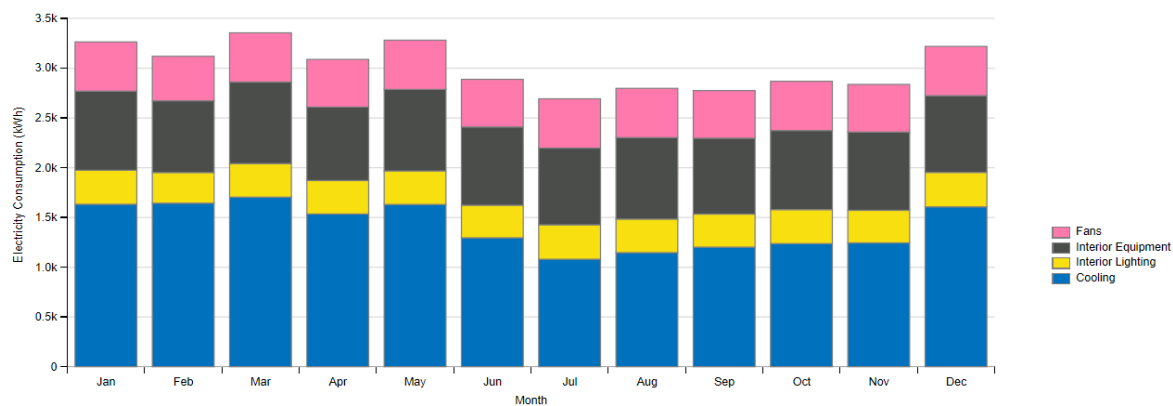
	Total Energy [GJ]
Total Site Energy	131.14

Nota. Resultados de EnergyPlus

Asimismo, el programa proporciona gráficos detallados que ilustran la gestión del consumo de electricidad, la máxima demanda de electricidad y los perfiles de carga del sistema HVAC de manera mensual. Estos recursos visuales permiten una comprensión exhaustiva de la dinámica del consumo energético a lo largo del tiempo, facilitando un análisis más profundo de los patrones y comportamientos del sistema.

Figura 39

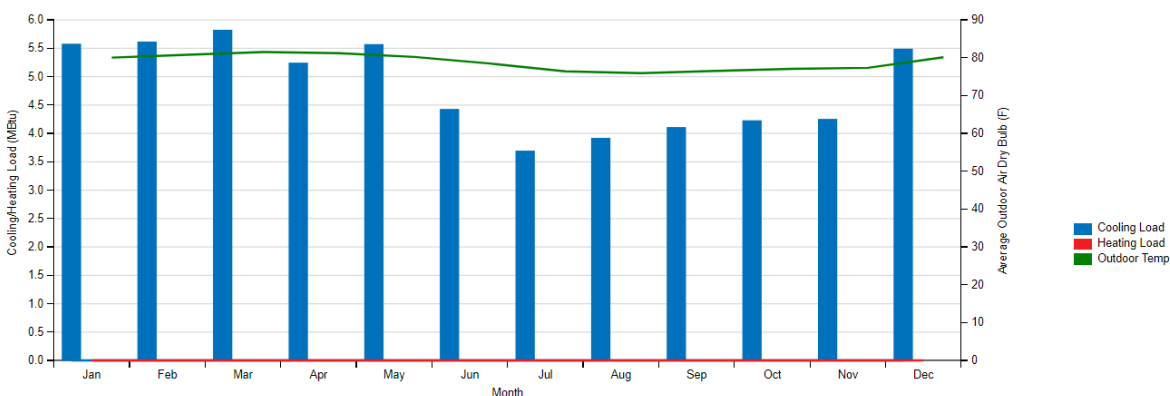
Consumo energético mensual



Nota. Resultados de OpenStudio

Figura 40

Perfiles mensuales de carga del sistema HVAC

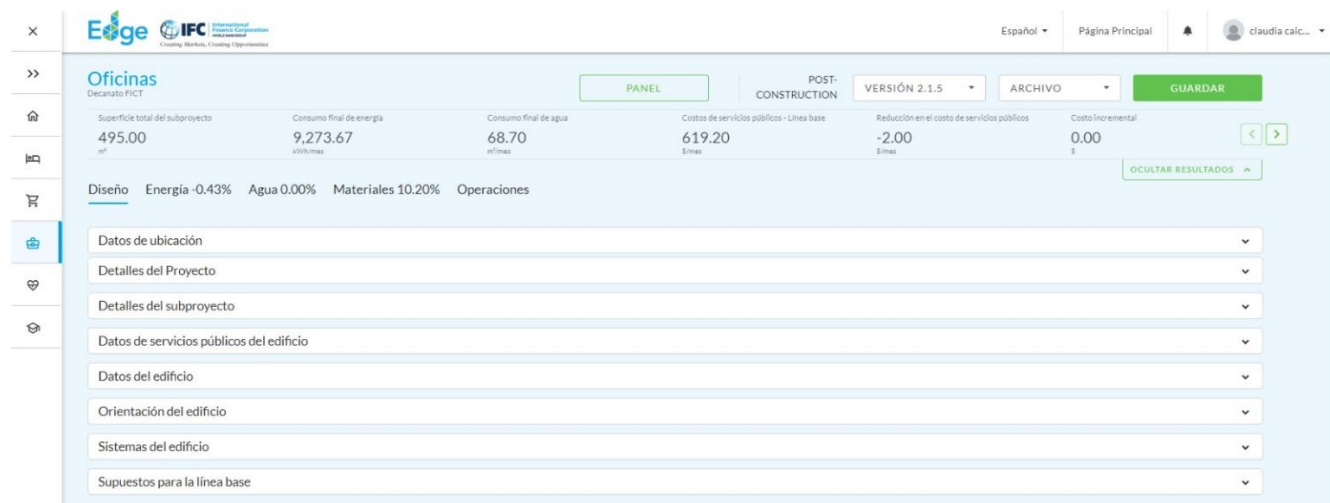


Nota. Resultados de OpenStudio

Al proceder con la integración de los datos restantes en la aplicación EDGE, se finaliza la fase de ingreso completo de información. Como resultado de este proceso, se obtiene la línea base correspondiente, acompañada de los porcentajes de ahorro respectivos, los cuales están debidamente representados en la siguiente figura.

Figura 41

Porcentajes de ahorro de la línea base



Nota. Interfaz de APP EDGE

3.2.2 Redimensionamiento de ventanas

La estructura presenta una significativa área de ventanas, lo cual influye en el ingreso de calor generando un mayor consumo de energía. Con el propósito de verificar este aspecto, se llevó a cabo un cálculo detallado de la superficie vidriada con orientación al norte, oeste y sur, con el fin de evaluar su distribución y ocupación en el conjunto de la edificación.

Tabla 9

Superficie vidriada de línea base

Superficie vidriada		
Superficie vidriada norte	59.268	m^2
Superficie vidriada oeste	11.05	m^2
Superficie vidriada sur	56.87	m^2
Total	127.188	m^2

Nota. Área total de superficie vidriada.

Luego, se calculó la superficie bruta de pared exterior en cada dirección, obteniendo los siguientes valores:

Tabla 10

Superficie bruta pared exterior de línea base

Superficie bruta pared exterior		
Superficie bruta exterior norte	61.17	m^2
Superficie bruta exterior oeste	59.43	m^2
Superficie bruta exterior sur	70.74	m^2

Superficie bruta exterior este	19.8	m^2
Total	211.14	m^2

Nota. Propiedad de los autores

La determinación del índice WWR implica la aplicación de la ecuación 2.1, cuyos términos correspondientes a la superficie vidriada y la superficie bruta de las paredes exteriores fueron previamente delineados en la sección 2.4.

Dádonos un resultado de:

$$WWR(\%) = \frac{127.188 \text{ m}^2}{211.14 \text{ m}^2} \times 100 \quad (3.2)$$

$$WWR(\%) = 60.24 \% \quad (3.3)$$

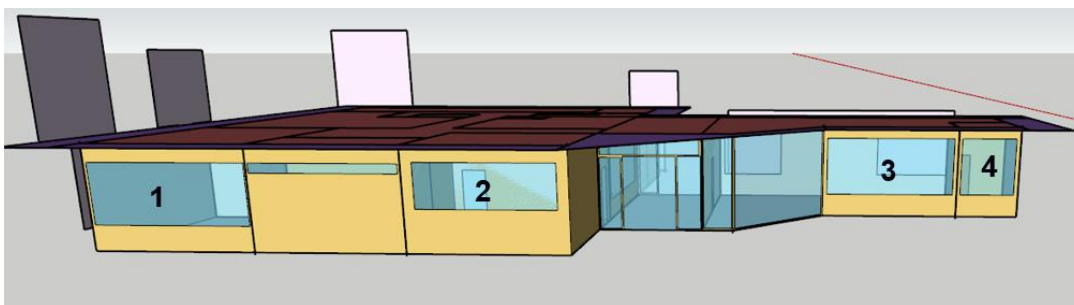
Para disminuir el porcentaje de WWR existente, se realizó el reajuste dimensional de las ventanas ubicadas en el norte, oeste y sur de la fachada del edificio. Tanto en su ancho como en su alto, ubicando una o dos hileras de bloque de concreto dependiendo el espesor de la pared en la que se encontraba cada ventana.

La determinación de la reducción de la superficie vidriada se llevó a cabo mediante la iteración de áreas, con la creación de un gráfico que relaciona WWR con el consumo energético del edificio. Este enfoque permitió identificar el punto en el cual se lograba la máxima eficiencia energética.

Iteración 1: Se cambio solo el alto de las ventanas ubicadas en la fachada norte.

Figura 42

Representación de las ventanas a cambiar en fachada norte



Nota. Interfaz de Sketchup

Tabla 11

Cambios en la altura de las ventanas de la fachada norte

NORTE	
Ventanas	Hileras
1	una de 40 cm
2	una de 40 cm
3	cuatro de 10 cm
4	cuatro de 10 cm

Nota. Primera propuesta para elección de alternativa.

Obteniendo el cambio de dimensión de la ventana de la siguiente manera:

Tabla 12

Dimensiones de Línea Base vs Iteración 1

Dimensiones (Base x Altura)		
Norte		
Ventanas	Línea Base (m)	Iteración 1 (m)
1	5x1,5	5x1,1
2	5x1,5	5x1,1
3	2,25x1,5	2,25x1,4
4	2,25x1,5	2,25x1,1

Nota. Se considera el cambio solo en altura de la ventana.

Posterior a la implementación del cambio pertinente, se logró obtener una nueva superficie vidriada, seguido de la repetición del procedimiento para calcular el Índice de WWR.

Tabla 13

Superficie vidriada de iteración 1

Superficie vidriada		
Superficie vidriada norte	52.568	m^2
Superficie vidriada oeste	11.05	m^2
Superficie vidriada sur	56.87	m^2
Total	120.488	m^2

Nota. Superficie necesaria para calcular el WWR1.

En lo que respecta a la superficie bruta de pared exterior, no cambio en ningún sentido dado a que las paredes no pasaran por algún reajuste dimensional.

La WWR mejorada (1) sería la siguiente:

$$WWR_1(\%) = \frac{120.488 \text{ m}^2}{211.14 \text{ m}^2} \times 100 \quad (3.4)$$

$$WWR_1(\%) = 57.07 \% \quad (3.5)$$

A través de OpenStudio, se obtiene el cálculo del consumo energético anual, el cual se presenta en la siguiente figura.

Figura 43

Consumo energético anual de la iteración 1

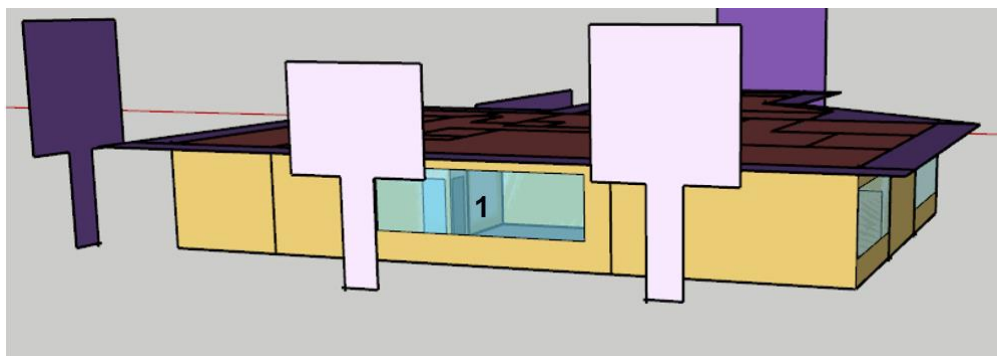
	Total Energy [GJ]
Total Site Energy	103.54

Nota. Resultados de EnergyPlus

Iteración 2: Se conservan las modificaciones realizadas durante la iteración 1, mientras que se introduce una ampliación en la variación de la altura de las ventanas ubicadas en la fachada oeste.

Figura 44

Representación de las ventanas a cambiar en fachada oeste



Nota. Interfaz de Sketchup

Tabla 14

Cambios en lo largo de las ventanas de la fachada oeste

OESTE	
Ventanas	Hileras
1	una de 20 cm

Nota. Segunda propuesta para elección de alternativa.

Obteniendo el cambio de dimensión de la ventana de la siguiente manera:

Tabla 15*Dimensión de Línea Base vs Iteración 2*

Dimensiones (Base x Altura)		
Norte		
Ventanas	Línea Base (m)	Iteración 2 (m)
1	5x1,5	5x1,1
2	5x1,5	5x1,1
3	2,25x1,5	2,25x1,1
4	2,25x1,5	2,25x1,1
Oeste		
1	6,5x1,5	6,5x1,30

Nota. Se considera el cambio solo en altura de la ventana.

Se repite el procedimiento previamente seguido en la iteración 1, lo cual implica la colocación de la nueva superficie vidriada, la determinación del índice de WWR actualizado y la evaluación del nuevo consumo energético.

Tabla 16

Superficie vidriada de iteración 2

Superficie vidriada		
Superficie vidriada norte	52.568	m^2
Superficie vidriada oeste	9.75	m^2
Superficie vidriada sur	56.87	m^2
Total	119.188	m^2

Nota. Superficie necesaria para calcular el WWR2.

La WWR mejorada (2) sería la siguiente:

$$WWR_2(\%) = \frac{119.188 \text{ m}^2}{211.14 \text{ m}^2} \times 100 \quad (3.6)$$

$$WWR_2(\%) = 56.45 \% \quad (3.7)$$

Figura 45

Consumo energético anual de la iteración 2

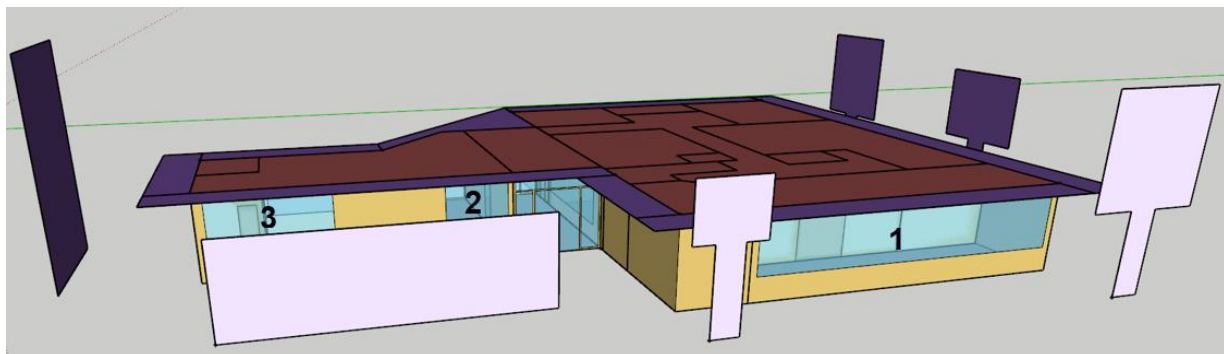
	Total Energy [GJ]
Total Site Energy	103.41

Nota. Resultados de EnergyPlus

Iteración 3: Se conservan las modificaciones realizadas durante la iteración 2, mientras que se introduce una ampliación en la variación de la altura de las ventanas ubicadas en la fachada sur.

Figura 46

Representación de las ventanas a cambiar en fachada sur



Nota. Interfaz de Sketchup

Tabla 17

Cambios en lo largo de las ventanas de la fachada sur

SUR	
Ventanas	Hileras
1	cuatro de 10 cm
2	cuatro de 10 cm
3	cuatro de 10 cm

Nota. Tercera propuesta para elección de alternativa.

Obteniendo el cambio de dimensión de la ventana de la siguiente manera:

Dimensiones (Base x Altura)		
Norte		
Ventanas	línea Base (m)	Iteración 3 (m)
1	5x1,5	5x1,1
2	5x1,5	5x1,1
3	2,25x1,5	2,25x1,1
4	2,25x1,5	2,25x1,1
Oeste		
1	6,5x1,5	6,5x1,30
Sur		
1	13,62x1,6	13,62x1,2
2	2,4x1,6	2,4x1,2
3	4,8x1,6	4,8x1,2

Nota. Se considera el cambio solo en altura de la ventana.

Tabla 18

Superficie vidriada de iteración 3

Superficie vidriada		
Superficie vidriada norte	52.568	m^2

Superficie vidriada oeste	9.75	m^2
Superficie vidriada sur	48.542	m^2
Total	110.86	m^2

Nota. Superficie necesaria para calcular el WWR3.

La WWR mejorada (3) sería la siguiente:

$$WWR_3(\%) = \frac{110.86 \text{ m}^2}{211.14 \text{ m}^2} \times 100 \quad (3.8)$$

$$WWR_3(\%) = \frac{110.86 \text{ m}^2}{211.14 \text{ m}^2} \times 100 \quad (3.9)$$

Figura 47

Consumo energético anual de la iteración 3

	Total Energy [GJ]
Total Site Energy	103.13

Nota. Resultados de EnergyPlus

Iteración 4: Se conservan las modificaciones realizadas durante la iteración 3, mientras que se introduce una ampliación en la variación del ancho de las ventanas ubicadas en las tres fachadas analizadas.

Tabla 19

Cambios en el ancho de las ventanas de todas las fachadas

	Ventanas	Hileras
NORTE	1	una de 40 cm

	2	una de 40 cm
OESTE	1	dos de 20 cm
SUR	1	cuatro de 10 cm
	2	cuatro de 10 cm

Nota. Cuarta propuesta para elección de alternativa.

Obteniendo el cambio de dimensión de la ventana de la siguiente manera:

Dimensiones (Base x Altura)		
Norte		
Ventanas	Línea Base (m)	Iteración 3 (m)
1	5x1,5	4,60x1,1
2	5x1,5	4,60x1,1
3	2,25x1,5	2,25x1,1
4	2,25x1,5	2,25x1,1
Oeste		
1	6,5x1,5	6,1x1,30
Sur		
1	13,62x1,6	13,22x1,2
2	2,4x1,6	2,00x1,2
3	4,8x1,6	4,8x1,2

Nota. Se considera el cambio en base y altura de la ventana.

Tabla 20

Superficie vidriada de iteración 4

Superficie vidriada		
Superficie vidriada norte	51.368	m^2
Superficie vidriada oeste	9.15	m^2
Superficie vidriada sur	47.262	m^2

Total	107.78	m^2
--------------	--------	-------

Nota. Superficie necesaria para calcular el WWR4.

La WWR mejorada (4) sería la siguiente:

$$WWR_4(\%) = \frac{107.78 \text{ m}^2}{211.14 \text{ m}^2} \times 100 \quad (3.10)$$

$$WWR_4(\%) = 51.05 \% \quad (3.11)$$

Figura 48

Consumo energético anual de la iteración 4

	Total Energy [GJ]
Total Site Energy	103.24

Nota. Resultados de EnergyPlus

Al llevar a cabo la comparación de las cuatro iteraciones en un único gráfico, se concluyó que la opción más viable consiste en realizar el reajuste dimensional de las ventanas propuesto en la iteración 3. Esta decisión se fundamenta en la observación de un índice de WWR más bajo y un consumo energético reducido en comparación con las alternativas evaluadas, indicando una mejora significativa en la eficiencia del diseño.

Tabla 21

Consumo energético anual de todo el diseño

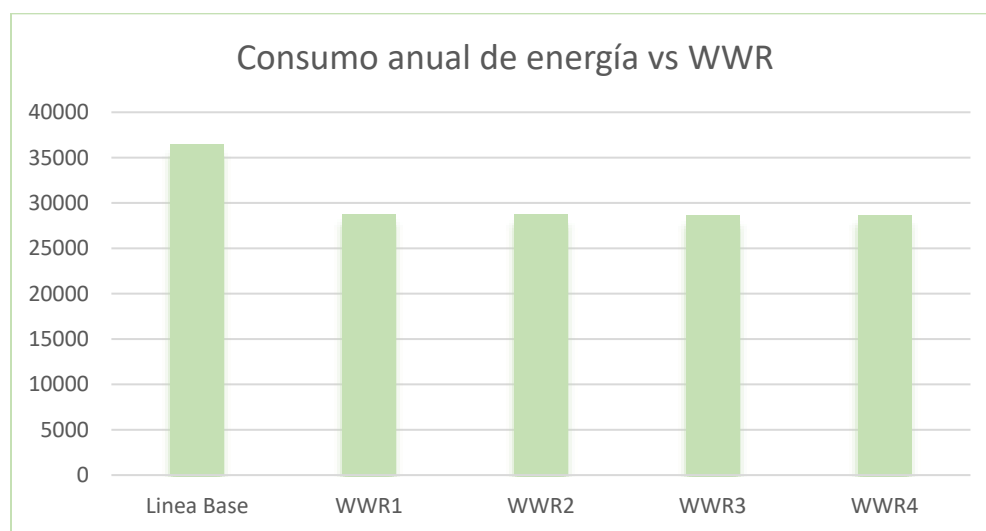
Modelo	% WWR	Energía total consumida (kWh)
Línea Base	60.24	36427.77
WWR1	57.07	28761.11
WWR2	56.45	28725

WWR3	52.51	28647.22
WWR4	51.05	28677.77

Nota. Recolección de datos de cada iteración propuesta.

Figura 49

Gráfico del consumo de energía anual vs WWR



Nota. Comparación de todas las alternativas

3.2.3 Doble vidrioado hermético

En el análisis de alternativas, se evaluó la posibilidad de modificar el tipo de vidrioado en las ventanas de la fachada principal. Se contempló la transición de un vidrio claro de 6 mm a un sistema de doble vidrioado hermético de 8 mm. Este último consiste en dos capas de vidrio separadas por una cámara de aire, proporcionando beneficios adicionales en términos de eficiencia térmica y acústica.

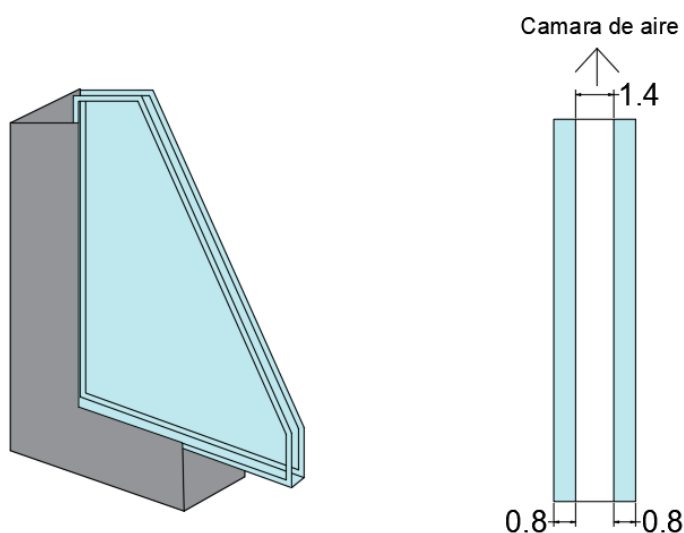
La normativa NEC-HS-VIDRIO establece que el espesor estándar de la cámara de aire varía entre 6 y 25 mm (NEC, 2014). La distancia óptima para maximizar las ventajas de este sistema se sitúa en un rango de 14 a 16 mm. En el caso de distancias menores, se incrementa

la posibilidad de transferencia de calor, mientras que distancias mayores pueden inducir convección dentro de las unidades. (Thermal Frame)

Se optó por la implementación de una cámara de aire con un diámetro de 14 mm, dando como resultado la configuración del modelo representado en la **Figura 49**.

Figura 50

Modelo final del DVH



Nota. Detallado del doble vidriado (medidas en cm)

3.2.4 Fachada principal de alucobond

Después de establecer el reajuste dimensional de las ventanas y el cambio del vidriado la siguiente fase en el diseño, con el objetivo de incrementar el porcentaje de ahorro en la aplicación EDGE, implica la incorporación de paneles de alucobond en la totalidad de la fachada norte de la edificación.

La NEC en su undécima edición clasifica geográficamente al país en seis zonas térmicas, estableciendo esta categorización en función de los rangos de temperatura determinados por el INHAMI, conforme a su respectivo mapa térmico (NEC 2011 CAP 13). En

este contexto, la ciudad de Guayaquil se sitúa en la zona térmica 6, atribuible a sus elevadas temperaturas características.

Figura 51

Rangos de temperatura según la zona climática

Zona Climática	Rango de temperatura. Según datos del INHAMI
ZT1	6 - 10 [°C]
ZT2	10 - 14 [°C]
ZT3	14 - 18 [°C]
ZT4	18 - 22 [°C]
ZT5	22 - 25 [°C]
ZT6	25 - 27 [°C]

Nota. Normativa Ecuatoriana de la Construcción 11

Estudios experimentales han demostrado que la reflectancia solar de las superficies de los edificios puede tener un impacto significativo en la temperatura interna de los mismos. A medida que aumenta la reflectancia solar de la envolvente del edificio, disminuye la temperatura interna. Por lo contrario, una reflectancia baja, absorbe una mayor cantidad de energía incidente, lo que puede provocar un aumento de la temperatura interna. En el mismo estudio, se determinó que una pared con revestimiento acrílico, debe tener una reflectancia solar mayor o igual a 0.80 para lograr una reducción significativa de la temperatura interna. Ese valor de reflectancia, refleja aproximadamente el 80% de la energía solar incidente, lo que ayuda a mantener la pared más fresca y, por consiguiente, el interior del edificio. (Alchapar & Correa, 2013)

Tabla 22*Índices de reflexión de colores usados en edificios*

COLOR	% REFLEJADO
Blanco Cal	80
Amarillo limón	70
Amarillo Oro	60
Azul claro	40-50
Rosa Salmon	40
Gris cemento	32
Anaranjado	25-30
Beige	25
Verde vegetal	20
Ladrillo	18
Rojo	16
Negro	5

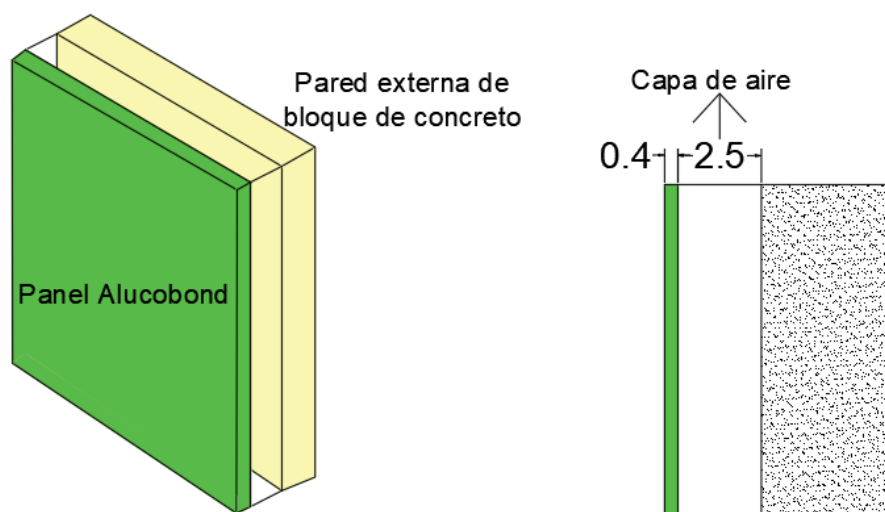
Nota. Normativa Ecuatoriana de la Construcción 11.

Por lo que los paneles serán configurados en blanco con el propósito de optimizar la eficiencia en la captación de energía, y contarán con un espesor de 4 mm. La separación entre dichos paneles y las paredes adyacentes mediante una capa de aire, generalmente puede estar entre 20 a 30 mm.

Se estableció 25 mm de espaciado con el objetivo proporcionar resultados óptimos. Es importante considerar que, en climas cálidos, una mayor separación favorece la circulación del aire, siendo este un factor relevante para la eficacia del sistema. (Fachadas ventiladas)

Figura 52

Modelo final de alucobond



Nota. Detallado del panel de alucobond (medidas en cm), se usará el color verde para el panel como una representación del mismo dado a que el color a utilizar será el blanco.

Una vez efectuadas todas las modificaciones correspondientes a las alternativas seleccionadas en la sección 2.5, se procedió a recalculer la energía consumida por el edificio.

Figura 53

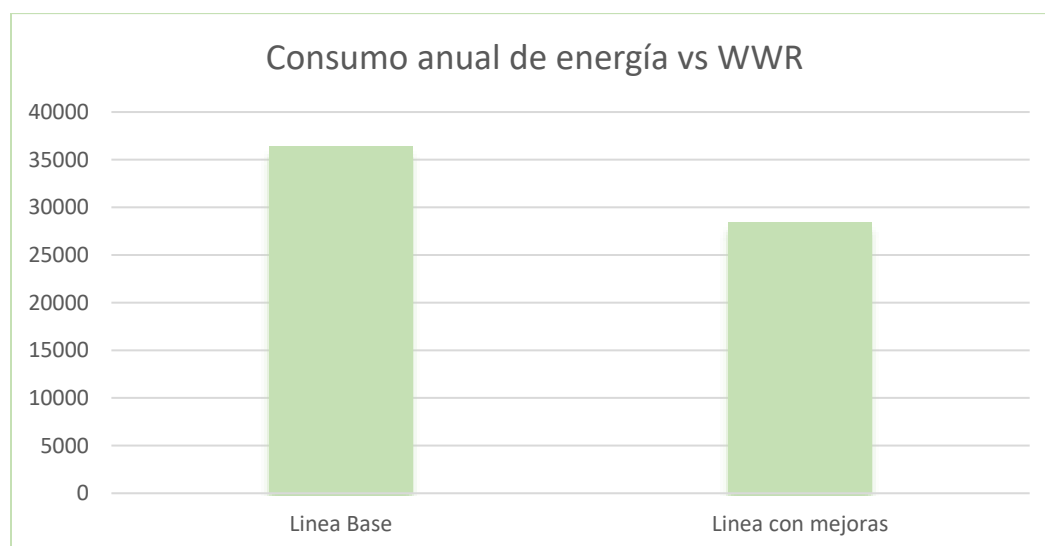
Consumo energético anual final

	Total Energy [GJ]
Total Site Energy	102.54

Nota. Resultados de EnergyPlus

Figura 54

Comparativa del consumo energético



Nota. Consumo de energía de la línea base vs línea mejorada

Tabla 23

Porcentaje de ahorro de la línea con mejoras respecto a la línea base

Eficiencia energética con alternativas propuestas			
Modelo	% WWR	Energía total consumida (kWh)	% Ahorro en energía
Línea Base	60.24	36427.77	
Línea con mejoras	52.51	28483.33	21.81

Nota. Comparación estadística de ahorro de energía.

3.2.5 Gasfitería de consumo eficiente

Se han explorado medidas orientadas a mejorar la eficiencia en el consumo de agua, con el propósito de incrementar el porcentaje de ahorro hídrico en el marco de la implementación de EDGE, con el objetivo último de satisfacer todos los parámetros requeridos para la obtención de la certificación.

Baños

En virtud de optimizar el consumo de agua en las instalaciones, se llevará a cabo la sustitución de los grifos en los cuartos de baño por dispositivos de bajo flujo de agua, los cuales se caracterizan por la incorporación de llaves de cierre automático.

Los grifos automáticos se ponen en funcionamiento al ser presionados y disponen de sensores electrónicos que posibilitan la liberación de agua por un lapso preestablecido, comúnmente de 15 segundos. Después de este intervalo, el grifo se cierra de manera automática, siendo una opción ideal para espacios como baños públicos. (Guía de Usuario EDGE, 2021)

Conforme a las directrices establecidas en la guía de usuario de EDGE, se especifica la idoneidad de este tipo de equipos en determinados espacios, indicando que, en el caso de oficinas, su implementación es para los baños tanto privados como públicos.

Figura 55

MECA02: Grifos con uso eficiente del agua para baños privados

Tipo de edificio	Espacios que deben estar equipados con grifos de bajo flujo
Casas	Todos los baños
Hotelería	Baños de habitaciones de huéspedes
Comercio	Baños privados
Oficinas	Baños privados
Hospitales	Baños privados
Educación	Baños privados

Nota. Guía de usuario EDGE 2021

Figura 56

MECA03: Grifos con uso eficiente del agua para baños públicos

Tipo de edificio	Espacios que deben estar equipados con grifos de bajo flujo
Casas y apartamentos	n. c.
Hotelería	Baños públicos en vestíbulos, gimnasios, etc. (todos excepto las habitaciones de huéspedes)
Comercio	Baños públicos
Oficinas	Baños públicos
Hospitales	Baños públicos
Educación	Baños públicos

Nota. Guía de usuario EDGE 2021

Figura 57

Llave Automática Ecomatic II



Nota. FV Área Andina

Siguiendo con los baños se toma en cuenta el uso de inodoros de doble descarga con el fin de ayudar a reducir el agua que se utiliza en cada descarga. De igual manera con la instalación de urinarios de bajo flujo que posibilitaran un consumo eficiente del agua.

Figura 58

Inodoro Milán Doble Descarga



Nota. FV Área Andina

Figura 59

Urinario Quantum HEU



Nota. FV Área Andina

Cafetería

La edificación cuenta con una cafetería la cual tiene un grifo de cocina. Para para reducir el flujo se pueden incorporar aireadores en los grifos especificados, dado a que esto puede resultar más económico que adquirir grifos de bajo flujo. (Guía de Usuario EDGE, 2021)

Los aireadores son dispositivos compactos diseñados para reducir el consumo de agua al ser instalados en grifos. Estos mezclan el agua con aire, generando turbulencia en el flujo y creando la percepción de una mayor presión sin aumentar la cantidad de agua que fluye. (Guía de Usuario EDGE, 2021)

Figura 60

Aireador para llaves de Cocina



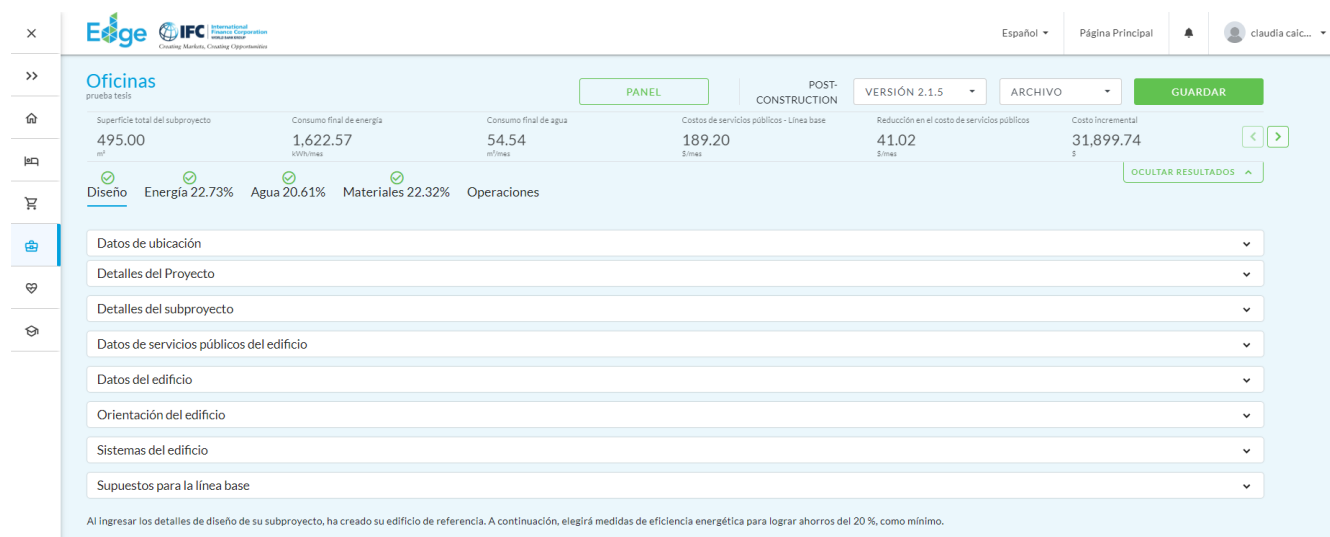
Nota. FV Área Andina

3.2.6 Resultados

Con base en las mejoras previamente delineadas, se presenta en la **Figura 61**. Los resultados correspondientes al proceso de rediseño sostenible del Decanato, cumpliendo así con el porcentaje para la obtención de la certificación EDGE.

Figura 61

Porcentajes de ahorro de la línea mejorada



Nota. Interfaz de APP EDGE

3.3 Especificaciones técnicas

3.3.1 Reajuste dimensional de las ventanas y uso de DVH.

Descripción: Este trabajo se enfocará en realizar ajustes en las dimensiones de las ventanas exteriores de todo el decanato. Se llevarán a cabo modificaciones en la longitud de todas las ventanas, mientras que únicamente se realizarán cambios selectivos en el ancho de algunas de ellas. Aparte se cambiará el vidriado simple actual a un doble vidriado hermético solo a las ventanas de la fachada principal.

Materiales:

- Cemento
- Arena

- Agua
- Piedra
- Aditivo para pegar hormigón viejo con nuevo
- Bloque de concreto de 40 cm de ancho
- Bloque de concreto de 20 cm de ancho
- Bloque de concreto de 10 cm de ancho
- Sellador
- Marcos
- Equipo mínimo:
- Lana
- Destornilladores
- Llaves inglesas
- Sierra manual o de arco
- Taladro

Procedimiento:

El proceso se inicia con el registro meticuloso de las dimensiones actuales, tanto en longitud como en ancho, de cada ventana externa, con el objetivo de identificar aquellas que requieren ajustes. Posteriormente, se procede a la elaboración de un diseño detallado de las nuevas dimensiones de las ventanas, abordando cuidadosamente aspectos estéticos y funcionales. En este contexto, se consideran posibles modificaciones en el marco y en los cristales, asegurando una integración armoniosa con el diseño general del entorno.

Es imperativo obtener los permisos necesarios de las autoridades pertinentes antes de iniciar cualquier tarea de modificación, garantizando así el cumplimiento normativo.

Paralelamente, se toman medidas para asegurar que el área circundante a las ventanas esté despejada y sea segura, minimizando riesgos durante el proceso de trabajo.

La fase operativa inicia con la retirada de cubiertas y accesorios de las ventanas, seguida por el desmontaje de las ventanas existentes. Los reajustes planificados se ejecutan mediante la colocación estratégica de hileras de bloques de concreto, conforme a lo explicado previamente en el diseño. Posterior a eso medir con precisión el espacio donde se instalarán las ventanas y planificar la disposición de las unidades de doble vidriado.

Finalmente, se procede a la instalación de las nuevas ventanas en las aberturas modificadas, asegurando un sellado meticuloso que prevenga la filtración de aire o agua.

Ensayos de laboratorio:

No aplica

Normativa:

NTE INEN 3142

NEC-HS-VIDRIO

Garantía:

No aplica

Soporte técnico:

No aplica

Mano de obra:

- Albañil
- Maestro de obra
- Instalador de ventanas

Medición:

La unidad para fines de medición será el metro y metro cuadrado (m^2).

Forma de pago:

El pago correspondiente a este concepto abarcará la compensación integral por desmontaje, transporte, selección, recuperación, limpieza de separadores recuperados, almacenamiento, así como por toda la mano de obra, equipo, herramientas, materiales y demás actividades conexas necesarias para llevar a cabo de manera completa los trabajos. La ejecución de estas labores se realizará conforme a las Ordenanzas y Reglamentos que rigen el cumplimiento de las Especificaciones Técnicas, Leyes Ambientales, así como del Reglamento de Seguridad Industrial y Salud para la Construcción en Obra Pública. La ejecución total de este rubro estará sujeta a la entera satisfacción y aprobación de la Fiscalización.

3.3.2 Colocación de paneles de alucobond

Descripción: Este proyecto se centra en la colocación de paneles de Alucobond para ajustar las dimensiones exteriores en el decanato. Se llevarán a cabo modificaciones en la longitud y el ancho según sea necesario, asegurando una integración armónica y estética con el entorno.

Materiales:

- Paneles de Alucobond
- Adhesivo para Alucobond
- Material de Sujeción
- Sellador Elastomérico

Equipo mínimo:

- Anclajes y Tornillería
- sierra circular con hojas

Procedimiento: En el marco del proyecto de construcción, el procedimiento técnico para la colocación de paneles de Alucobond se inicia con la recepción y almacenamiento meticuloso de los materiales, seguido por la preparación del área de trabajo. En esta fase, se establecen las herramientas y equipos necesarios para llevar a cabo el proceso con precisión,

incluyendo sierras circulares, taladros y sistemas de elevación, así como elementos de seguridad personal.

Posteriormente, se procede a la instalación de rieles de sujeción, tanto horizontales como verticales, los cuales se fijan al sustrato estructural de manera segura y conforme a las especificaciones del fabricante. La etapa de corte y preparación de los paneles se ejecuta con herramientas especializadas, garantizando dimensiones y formas acordes a los planos de diseño, con perforaciones estratégicas para su fijación.

La fijación de los paneles en los rieles de sujeción se realiza con precisión, asegurando alineación y junta adecuada entre ellos. La fase de sellado y acabado incluye la aplicación de selladores elastoméricos en las juntas para prevenir filtraciones de agua, junto con acabados perimetrales que aseguran una transición estética y funcional con otros elementos constructivos.

Se llevan a cabo pruebas exhaustivas de resistencia a la carga y verificaciones visuales para asegurar la correcta instalación, con especial atención a las características térmicas y de dilatación de los paneles.

Ensayos de laboratorio:

No aplica

Normativa:

NEC-11 CAPITULO 13

Garantía:

No aplica

Soporte técnico:

No aplica

Mano de obra:

- Peón

- Maestro de obra
- Instalador de revestimiento en general

Medición:

La unidad para fines de medición será el metro cuadrado (m^2).

Forma de pago:

El pago se la efectuará por metros cuadrados del revestimiento de las paredes indicadas, medidos en la obra, de trabajos realmente ejecutados, ordenados y aceptados por el fiscalizador.

3.3.3 Instalación de gasfitería con consumo hídrico más eficiente

Descripción: Este trabajo se enfoca en la instalación de gasfitería con un consumo de agua más eficiente. Empezando el cambio de grifos, inodoros y urinarios en todos los baños de la edificación y de ahí la adaptación de un aireador en el grifo de la cocina ubicada en la cafetería del mismo. Antes de instalar la grifería, se debe drenar la tubería dejando pasar abundante agua de tal manera que se eliminan impurezas o residuos de construcción.

Materiales:

- Cartucho para válvula automática
- Tacos de fijación #10
- Manguera de 12"
- Silicona
- Pernos de sujeción
- Manguera flexible
- Taco # 8
- Tacos plásticos
- Boquilla

Equipo mínimo:

- Llave abierta de 27 mm
- Llave angular
- Taladro
- Destornillador

Procedimiento:

- Llave automática Ecomatic: Se debe cerrar la llave de paso, se prosigue a desenroscar el botón de accionamiento con una llave abierta de 27 mm, se retira el cartucho para válvula automática, se reemplaza por uno nuevo y finalmente se vuelve a colocar el botón de accionamiento. Para la conexión a la acometida de agua se recomienda el uso de una llave angular.
- Inodoro Milán Doble Descarga: Ubicar el inodoro en su debida posición, verificar la alineación del inodoro respecto a la pared y posicionarlo de acuerdo a las dimensiones indicadas manual de instalación.

Luego se debe marcar en el piso los orificios para su fijación, se retira el inodoro para perforar el piso y colocar los tacos de fijación #10 para fijar el inodoro al piso. Antes de fijar el inodoro, se lo debe voltear sobre una superficie suave para no rasparlo y poder colocar el anillo de cera en la salida del desagüe. Posterior a eso, ya se puede colocar el inodoro sobre el codo del desagüe, asegurar que este nivelado y se procede a fijarlo al piso. Sellar la unión entre el inodoro y el piso con un cordón de silicona.

Instalar el herraje al tanque. Colocar el empaque espumoso en la salida del herraje, se debe alinear el tanque sobre el inodoro y fijarlos con los pernos de sujeción.

Por último, se conecta la válvula de ingreso del tanque a la acometida de agua mediante una llave angular con manguera flexible y terminando con la colocación del asiento del inodoro.

- Urinario Quantum HEU: Se debe arrimar el urinario en la pared, a la altura a la que va a ser instalado, señalar con un lápiz donde se va a perforar los agujeros para los tornillos de sujeción.

Alejar el urinario de la pared y con una broca de concreto para taco # 8, taladrar en las marcas de la pared para después insertar los tacos plásticos, una vez hecho eso, se debe colocar abundantemente la silicona alrededor del empaque de cierre, el cual sella completamente el desagüe.

Se ubica el empaque de cierre en la salida del desagüe del urinario aplicando nuevamente bastante silicona alrededor del tubo del desagüe que está en la pared. Se procede a colocar el urinario en el sitio de instalación, fijarse que este alineado con los agujeros de la pared.

Tener en cuenta que el tubo del desagüe este en el empaque de cierre y finalmente con la ayuda de un destornillador sujetar el urinario a la pared, una vez sujeto el urinario se puede instalar la grifería.

Aireador para llaves de Cocina: Este solo debe sujetarse con el grifo ya existente en la cocina, con ayuda del empaque de cierre.

Ensayos de laboratorio:

No aplica

Normativa:

NTE INEN 3123 (Grifería-llaves)

ISO 9001: 2018: Sistemas de gestión de calidad

NTE-INEN 3082: Artefactos sanitarios

ASME A 112. 12.2: Inodoros de doble descarga

ASME A 112. 19.2: Instalaciones sanitarias de plomería cerámica

ASME A 112. 18.2

Garantía:

La garantía es total de FV, pero no cubre danos causados por el tratamiento inadecuado de la superficie de la grifería y equipo.

Soporte técnico:

No aplica

Mano de obra:

- Fontanero
- Gasfitero

Medición: La medición para el pago de este rubro será, por unidad instalada de acuerdo a lo descrito previamente.

Forma de pago: El pago se efectuará en función a las unidades efectivamente instaladas y a los precios unitarios establecidos en la tabla de cantidades del presupuesto.

CAPÍTULO 4

4. ESTUDIO DEL IMPACTO AMBIENTAL

4.1 Descripción del proyecto

El estudio de impacto ambiental se llevará a cabo en el área circundante al decanato de FICT en ESPOL, ubicado en el Campus Gustavo Galindo, Km 30.5 Vía Perimetral, Guayaquil. El alcance abarcará la zona de influencia directa e indirecta, considerando aspectos como la calidad del aire, niveles de ruido, consumo de recursos naturales y posibles alteraciones en la biodiversidad local. La ubicación geográfica se detalla mediante coordenadas 2°08'43"S 79°57'55"W, como se ilustra en la **Error! Reference source not found.**, garantizando una evaluación precisa de los impactos ambientales generados por las propuestas de rediseño sostenible del decanato.

El estudio se realiza mediante herramientas avanzadas como EnergyPlus y Open Studio, que modelan el comportamiento térmico y energético de las propuestas de rediseño, evaluando eficiencia energética y confort ambiental. Identifica la demanda de recursos naturales asociados con las alternativas propuestas, considerando materiales de construcción, consumo de agua, energía y extracción de recursos locales. Se gestionan autorizaciones para garantizar la legalidad y sostenibilidad.

La metodología de medición se enfoca en parámetros clave, como emisiones de gases de efecto invernadero, consumo de recursos hídricos y energéticos, y generación de residuos, utilizando indicadores como huella de carbono y eficiencia en el uso de recursos. Se proponen estrategias para minimizar el impacto, como optimización del diseño arquitectónico, selección de materiales sostenibles y tecnologías de eficiencia energética.

El análisis de alternativas se basa en demostrar el menor impacto ambiental, alineándose con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de las Naciones Unidas, específicamente el ODS 9 (Industria, Innovación e Infraestructura), ODS 11 (Ciudades y Comunidades Sostenibles) y ODS 15 (Vida de Ecosistemas Terrestres), buscando un cambio

fundamental en la relación de la humanidad con la naturaleza para abordar las causas de la crisis ambiental.

4.2 Línea base ambiental

En la evaluación inicial del entorno, se destaca la buena calidad actual del aire, sin indicios de contaminantes significativos. Sin embargo, la implementación del proyecto podría alterar esta condición, afectando tanto la calidad del aire como el suelo, la posible contaminación por residuos durante la construcción y la erosión del suelo son preocupaciones específicas.

La gestión inadecuada de residuos podría impactar negativamente en la calidad del suelo. Además, existe el riesgo de erosión, afectando la estabilidad del suelo. Otro punto relevante es la pérdida de vegetación, lo que afectaría la cobertura actual y la biodiversidad local.

Se llevó a cabo un análisis del sistema humano considerando tanto el entorno social como el abiótico, dado que el proyecto incidirá en la población, afectando aspectos como la salud y la movilidad, especialmente debido a las remodelaciones que se llevarán a cabo en su lugar de trabajo. Se destaca que la generación de polvo derivada de estas actividades podría tener consecuencias adversas para la salud de los trabajadores, requiriendo la desocupación temporal del área. En términos del entorno abiótico, se observa un uso constante del agua, tanto en la producción de hormigón como en la limpieza del área de trabajo.

Tabla 24

Árbol de factores

Sistema	Medio	Elemento	Factor
Biofísico	Físico	Aire	Calidad de aire
		Tierra-Suelo	Cambio de relieve

			Contaminación por residuos
			Erosión
	Biótico	Flora	Reducción en la cubierta
			Alteración del hábitat
Humano	Social	Población	Salud
			Movilidad
	Abiótico	Agua	Uso fijo

Nota. Análisis de sistema Biofísico y Humano.

4.3 Actividades del proyecto

Reformas en el edificio de uso administrativo, específicamente en el decanato de FICT, forman parte integral del proyecto. Durante esta fase de renovación, se generarán varios residuos, ya sea a través de rellenos de bloques para ajustar las ventanas o la producción de desechos al instalar tanto el vidriado necesario como el nuevo material de fachada. Estos esfuerzos se realizan con el objetivo de cumplir con los requisitos del proyecto, que incluyen la obtención del certificado de sostenibilidad EDGE. En la siguiente tabla se proporciona una concisa descripción de los puntos mencionados anteriormente.

Tabla 25

Actividades del Proyecto

Fase	Labor	Acción
Diseño detallado	Presentación de planos	Detalles específicos sobre disposición espacial
		Detalles constructivos
		Especificaciones técnicas
Construcción		Retiro de acabados existentes

	Reajuste dimensional de ventanas	Corte de abertura Reajuste del marco Aplicación de empaste Instalación y sellado
	Modificaciones de la fachada	Preparación de la superficie Instalación de sistema de soporte Corte e instalación de paneles
Operación	Limpieza	Generación de residuos sólidos
Disposición final	Minimizar impactos ambientales	Obtención de la certificación EDGE

Nota. Resalta la minimización de impactos ambientales y la búsqueda activa de la certificación EDGE.

4.4 Identificación de impactos ambientales

A través de una lista de revisión detallada, se examinan distintas características relacionadas con aspectos biofísicos, físicos, y sociales, abordando desde la calidad del aire hasta la salud humana.

Cada elemento evaluado se clasifica en términos de duración, reversibilidad, espacio afectado, y juicio sobre su impacto. Este enfoque exhaustivo permite una comprensión integral de los posibles efectos, facilitando la implementación de estrategias preventivas y correctivas.

A continuación, se presenta una evaluación detallada, resaltando los puntos críticos que demandarán especial atención durante la planificación y ejecución del proyecto.

Tabla 26*Lista de revisión*

	Carácter		Duración		En el tiempo		Espacio		Reversible	Irreversible	Recuperable	Irrecuperable	Juicio
	Positivo	Negativo	Temporal	Permanente	Corto plazo	Largo	Local	Extenso					
Calidad de aire		X		X	X		X		X		X		Compatible
Contaminación del suelo		X		X	X		X		X		X		Moderado
Erosión		X		X		X		X		X		X	Severo
Perdida de vegetación		X		X	X			X	X		X		Moderado
Alteración del hábitat		X	X		X		X		X		X		Moderado
Nivel de ruidos		X	X		X			X	X		X		Compatible
Nivel de polvo		X		X	X		X		X		X		Moderado
Salud	X			X		X	X		X		X		Positivo
Consumo de energía	X			X		X		X		X		X	Positivo
Paisaje	X			X		X	X		X		X		Positivo

Nota. Comprensión de los efectos, para considerar estrategias.

4.5 Valoración de impactos ambientales

La valoración de impactos ambientales se lleva a cabo mediante la aplicación de la metodología de valoración cualitativa simple de Garmendia. Este enfoque proporciona una evaluación sistemática y detallada de cada característica considerada en el proyecto, permitiendo asignar valores cualitativos que reflejen su impacto potencial en el entorno circundante.

El método de Garmendia se basa en criterios específicos que abarcan aspectos sobre el impacto, clasificando cada característica en términos de positivo o negativo. Esta valoración cualitativa simplificada facilita la identificación de los elementos críticos que demandarán una atención particular durante la ejecución del proyecto.

Figura 62

Valoración cualitativa simple

Tabla 8.1. Fórmula 1, con valores asignados a las características de cada impacto en una valoración cualitativa simple.

VALORACIÓN CUALITATIVA 1			
SIGNO		ACUMULACIÓN (A)	
Impacto beneficioso	+	Simple	1
Impacto perjudicial	-	Acumulativo	3
		Sinérgico	5
EXTENSIÓN (E) Área de influencia		INTENSIDAD (In) Grado de destrucción	
Puntual	1	Baja	1
Parcial	2	Media	4
Extenso	3	Alta	8
PERSISTENCIA (P) Permanencia del efecto		REVERSIBILIDAD (Rv) Medios naturales	
Temporal	1	Reversible	1
Permanente	3	Irreversible	3
RECUPERABILIDAD (Rc) Medios humanos			
Recuperable	1		
Irrecuperable	3		

Nota. Garmendia-Evaluación de Impacto Ambiental

Tabla 27

Valoración de la lista de revisión

	Signo	Acumulación (A)	Extensión (E)	Intensidad (In)	Persistencia (P)	Reversibilidad (Rv)	Recuperabilidad (Rc)
Calidad de aire	-1	3	1	1	3	1	1

Contaminación del suelo	-1	3	1	1	3	1	1
Erosión	-1	5	3	1	3	3	3
Perdida de vegetación	-1	3	3	1	3	1	1
Alteración del hábitat	-1	1	1	1	1	1	1
Nivel de ruidos	-1	5	3	1	1	1	1
Nivel de polvo	-1	5	1	1	3	1	1
Salud	1	3	1	1	3	1	1
Consumo de energía	1	3	3	1	3	3	3
Paisaje	1	3	1	1	3	1	1

Nota. Evaluación del impacto ambiental.

La ecuación de cálculo es la siguiente:

$$Im = \pm(A + E + In + P + Rv + Rc) \quad (4.12)$$

Aunque para poder comparar con los valores obtenidos con otros impactos se normaliza la fórmula para obtener valores de 0 a 1, obteniendo así la siguiente ecuación de la importancia normalizada:

$$I_1 = \pm \left(\frac{(|Im| - \text{Mínimo})}{(\text{Máximo} - \text{Mínimo})} \right) \quad (4.13)$$

Siendo 6 el mínimo valor y 25 el máximo valor, que se puede obtener con esta fórmula.

Tabla 28*Caracterización cualitativa: Importancia e importancia normalizada*

	Importancia (Im)	Imp. Normalizada (I1)
Calidad de aire	-10	-0.21
Contaminación del suelo	-10	-0.21
Erosión	-18	-0.63
Perdida de vegetación	-12	-0.32
Alteración del hábitat	-6	0.00
Nivel de ruidos	-12	-0.32
Nivel de polvo	-12	-0.32
Salud	10	0.21
Consumo de energía	16	0.53
Paisaje	10	0.21

Nota. Aspecto crítico en la evaluación y toma de decisiones.

4.6 Medidas de prevención/mitigación

Las medidas correctoras que se deben implementar para las características evaluadas son las siguientes:

4.6.1 Calidad del aire y nivel de polvo

Implementar protocolos efectivos para el control del polvo en las zonas de construcción constituye una prioridad esencial en el desarrollo de proyectos. Estas medidas, diseñadas para mitigar la generación y dispersión de partículas suspendidas en el aire durante las actividades de construcción, no solo preservan la salud y bienestar de los trabajadores, sino que también cumplen con estándares ambientales y regulaciones relacionadas con la calidad del aire.

La aplicación de técnicas como el uso de sistemas de riego, barreras físicas y métodos de supresión de polvo contribuye significativamente a mantener niveles aceptables de calidad del aire en el entorno de construcción, salvaguardando tanto la salud humana como el equilibrio ambiental.

4.6.2 Contaminación del suelo y erosión

La implementación de prácticas eficaces para el manejo adecuado de residuos sólidos y líquidos se erige como una medida fundamental. Estos procedimientos, destinados a la gestión sostenible de desechos, abarcan desde la clasificación y disposición apropiada hasta la adopción de métodos eco amigables de eliminación. Además, establecer barreras físicas eficientes constituye un componente clave para prevenir la contaminación del suelo.

La instalación de estas barreras, diseñadas con materiales resistentes y estratégicamente ubicadas, actúa como salvaguarda contra la filtración de sustancias nocivas al suelo, protegiendo así la integridad del entorno ambiental circundante. Estas iniciativas conjuntas contribuyen al cumplimiento de estándares ambientales y a la promoción de prácticas de construcción sostenibles.

4.6.3 Pérdida de vegetación

La compensación por la pérdida de vegetación se convierte en una medida fundamental a través de programas de reforestación, contribuyendo a mitigar los impactos negativos generados por actividades de construcción. Estos programas buscan restablecer y preservar la biodiversidad, así como mantener el equilibrio ecológico en las áreas afectadas.

La reintroducción de especies vegetales autóctonas y la creación de entornos forestales sostenibles no solo compensan la pérdida de vegetación, sino que también promueven la restauración de hábitats naturales y la mejora de la calidad ambiental. Además, tales iniciativas reflejan un compromiso activo con la responsabilidad ambiental, formando parte integral de

estrategias holísticas destinadas a lograr un desarrollo sostenible y la conservación del medio ambiente.

4.6.4 Nivel de ruido

La programación de actividades ruidosas en horarios específicos emerge como una estrategia clave para minimizar las molestias a la comunidad en proyectos de construcción. La consideración de horarios específicos, preferiblemente durante periodos diurnos menos sensibles o fuera de las horas pico, busca mitigar el impacto sonoro en las áreas circundantes.

Esta práctica, además de cumplir con regulaciones municipales y normativas de control de ruido, refleja un enfoque proactivo hacia la gestión de la calidad de vida de la comunidad. Al planificar meticulosamente actividades generadoras de ruido, se fomenta la armonía con el entorno residencial y se promueve un ambiente de construcción más respetuoso, contribuyendo a la satisfacción y bienestar de los residentes locales.

4.7 Conclusiones

Las consideraciones de la aplicación EDGE se centran en reducir los efectos medioambientales de las construcciones convencionales mediante la conservación de energía, agua y energía incorporada en los materiales. No obstante, hay aspectos que EDGE no considera, como el manejo adecuado de residuos y estrategias para disminuir la contaminación del suelo. Por ello, llevar a cabo un análisis de evaluación ambiental podría ser beneficioso para identificar los impactos medioambientales que EDGE no tiene en cuenta y desarrollar medidas de prevención/mitigaciones correspondientes.

La implementación del proyecto presenta desafíos ambientales significativos que abarcan la calidad del aire y del suelo. Abordar estas preocupaciones mediante medidas de conservación, gestión adecuada de residuos y evaluación continua del impacto ambiental se vuelve imperativo a lo largo de todas las fases del proyecto para garantizar un desarrollo sostenible.

En la búsqueda de asegurar un desarrollo sostenible, el proyecto presenta aspectos positivos que contribuyen a este objetivo. Entre ellos, se destacan mejoras en la salud de los ocupantes, la optimización de la eficiencia energética y la notable mejora visual al perfeccionar la fachada principal. Estos elementos no solo refuerzan el compromiso con la sostenibilidad, sino que también añaden valor al proyecto al promover un entorno más saludable, eficiente y estéticamente agradable.

CAPÍTULO 5

5. PRESUPUESTO

5.1 Estructura Desglosada de Trabajo

En esta sección se detallan todos los rubros involucrados en el rediseño del Decanato de la FICT-Espol, con el objetivo de obtener la certificación EDGE. Es importante destacar que el proyecto en cuestión no abarca una variedad extensa de rubros, ya que se centra exclusivamente en la actualización de los accesorios de gasfitería y en mejoras en los acabados.

Tabla 29

Descripción de rubros

ITEM	DESCRIPCION
1000	Acabados
1001	Desmontaje de ventanas y redimensionamiento
1002	Desmontaje de vidriado e instalación de DVH
1003	Montaje de paneles de alucobond en la fachada norte
2000	Gasfitería
2001	Desmontaje de inodoros e instalación de inodoro con doble descarga
2002	Desmontaje de grifo e instalación de grifo de bajo flujo en todos los baños
2003	Desmontaje de orinales e instalación de orinales con uso eficiente en todos los baños
2004	Instalación de aireador para grifo de cocina
3000	Varios
3001	Limpieza final de todas las remodelaciones

Nota. Descripción general de los rubros.

5.2 Rubros y análisis de precios unitarios (fusión)

En el marco del análisis de precios unitarios para el presente proyecto, se ha efectuado una exhaustiva evaluación de los costos asociados, considerando tanto los directos como los indirectos, con el fin de establecer una estimación precisa y fundamentada.

En primer lugar, los costos directos comprenden elementos fundamentales como el material, la mano de obra, las herramientas y accesorios necesarios para la ejecución de las actividades previstas en el proyecto. La determinación de los precios unitarios se ha basado en las tarifas actuales del mercado, teniendo en cuenta la disponibilidad y cotización actual de los materiales, así como los salarios y tarifas de la mano de obra requerida.

Es imperativo mencionar que el análisis de mano de obra se ha realizado considerando los precios estipulados por la Cámara de la Industria de la Construcción del Ecuador, lo cual garantiza una adecuada y actualizada valoración de este componente esencial en la ejecución de cualquier proyecto de ingeniería civil. En cuanto a las herramientas menores, su costo se ha determinado con referencia a la información proporcionada por la reconocida revista DOMUS, conocida por su prestigio en la cobertura de proyectos significativos en el ámbito ecuatoriano.

Por otro lado, para asegurar una estimación integral y precisa, se han incorporado los costos indirectos y las utilidades. Los costos indirectos engloban aquellos gastos que, aunque no estén directamente asociados a una actividad específica, son necesarios para el desarrollo global del proyecto, tales como la supervisión, seguros, y otros gastos generales. Asimismo, se ha considerado un margen de utilidad del 10% sobre el costo directo total, el cual busca cubrir aspectos como la gestión y administración del proyecto, así como proporcionar un retorno adecuado a la inversión realizada.

Cabe destacar que todos los rubros y sus respectivos valores se encuentran detallados en los anexos adjuntos a la presente documentación, facilitando así su revisión y validación por parte de los interesados.

5.3 Descripción de cantidades de obra

En la presente sección se expone detalladamente la cantidad precisa de accesorios sanitarios y acabados requeridos con el propósito de asegurar la certificación del decanto de FICT mediante el estándar EDGE.

En relación con los accesorios sanitarios, se ha considerado la infraestructura de plomería preexistente, procediendo únicamente a la sustitución por unidades nuevas. En lo que respecta a las ventanas, cambio de vidriado y paneles de alucobond, se ha calculado el metraje cuadrado necesario para llevar a cabo las modificaciones correspondientes.

Tabla 30

Descripción de cantidades de obra

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
1000	Acabados		
1001	Desmontaje de ventanas y redimensionamiento	m2	65.107
1002	Desmontaje de vidriado e instalación de DVH	m2	25.125
1003	Montaje de paneles de alucobond en la fachada norte	m2	36.045
2000	Gasfitería		
2001	Desmontaje de inodoros e instalación de inodoro con doble descarga	u	4
2002	Desmontaje de grifo e instalación de grifo de bajo flujo en todos los baños	u	4
2003	Desmontaje de orinales e instalación de urinarios con uso eficiente en todos los baños	u	1
2004	Instalación de aireador para grifo de cocina	u	1
3000	Varios		
3001	Limpieza final de todas las remodelaciones	m2	110.86

Nota. Consideración por m2 de rubros.

5.4 Valoración integral del costo del proyecto

Al realizar la cuantificación correspondiente para cada categoría, ya sea en accesorios sanitarios o en material de acabado, se ha determinado un costo total de \$5,378.92 sin considerar el costo de la certificación. La **Error! Reference source not found.** detalla el desglose que condujo a la obtención de dicho valor.

Tabla 31

Presupuesto de mejoras

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	Precio unitario	Precio total
1000	Acabados				
1001	Desmontaje de ventanas y redimensionamiento	u	10	\$ 15.73	\$ 157.30
1002	Desmontaje de vidriado e instalación de DVH	m2	25.125	\$ 112.55	\$2,827.82
1003	Montaje de paneles de alucobond en la fachada norte	m2	36.045	\$ 36.87	\$1,328.98
2000	Gasfitería				
2001	Desmontaje de inodoros e instalación de inodoro con doble descarga	u	4	\$ 115.14	\$460.56
2002	Desmontaje de grifo e instalación de grifo de bajo flujo en todos los baños	u	4	\$ 89.31	\$ 357.24
2003	Desmontaje de orinales e instalación de urinarios con uso eficiente en todos los baños	u	1	\$ 77.33	\$77.33
2004	Instalación de aireador para grifo de cocina	u	1	\$ 4.51	\$4.51
3000	Varios				
3001	Limpieza final de todas las remodelaciones	m2	110.86	\$ 1.49	\$165.18

TOTAL	\$5,378.92
-------	------------

Nota. Valor del presupuesto sin costo de certificación.

El desglose de los costos asociados con la certificación se presenta de manera detallada en la **Tabla 32**.

Tabla 32

Costos para certificar

	Precio	Unidad	Precio total
Registro	\$349	-	\$349
Auditor	\$0.29	/m2	\$143.55
Certificación	\$2,900	-	\$2,900
TOTAL			\$3,393

Nota. Precio considerado de la página oficial de EDGE.

Así, en la **Tabla 33** **Error! Reference source not found.** se exhibe el presupuesto global del proyecto, incorporando los costos asociados a la certificación de este.

Tabla 33

Costo total del proyecto certificado

DESCRIPCIÓN	Precio final
Presupuesto de mejoras	\$ 5,378.92
Costo de certificación	\$ 3,393
	\$ 8,771.47

Nota. Autoría propia.

5.5 Cronograma

En la siguiente sección se expondrá la duración temporal alcanzada por cada fase del proyecto, teniendo en cuenta los rendimientos implementados en los distintos rubros, así como el costo semanal asociado.

Tabla 34*Descripción de la duración de cada actividad en días*

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	R u/h	R h/u	R u/día	Duración (Días)	Duración (Días)
1000	Acabados							
1001	Desmontaje de ventanas y redimensionamiento	m2	65.107	2.5	0.4	20	3.26	3
1002	Desmontaje de vidriado e instalación de DVH	m2	25.125	2.5	0.4	20	1.26	1
1003	Montaje de paneles de alucobond en la fachada norte	m2	36.045	0.8	1.25	6.4	5.63	6
2000	Gasfitería							
2001	Desmontaje de inodoros e instalación de inodoro con doble descarga	u	4	1	1.00	4	1.00	1
2002	Desmontaje de grifo e instalación de grifo de bajo flujo en todos los baños	u	4	2	0.50	4	1.00	1
2003	Desmontaje de orinales e instalación de urinarios con uso eficiente en todos los baños	u	1	1	1.00	1	1.00	1
2004	Instalación de aireador para grifo de cocina	u	1	1	1.00	1	1.00	1
3000	Varios							
3001	Limpieza final de todas las remodelaciones	m2	110.86	20	0.05	160	0.69	1

Nota. Duración considerando el rendimiento por hora y día de un empleado de la construcción.

5.6 Retorno de Inversión

Con el propósito de optimizar los costos, se ha llevado a cabo una evaluación comparativa entre el consumo asociado a la línea base y el generado por la línea mejorada. En el contexto del consumo energético, se han contrastado los resultados proporcionados por el software en relación con las configuraciones de la línea base y la línea mejorada.

La determinación del ahorro económico se ha fundamentado en la aplicación de la tarifa estipulada en el pliego tarifario del servicio público correspondiente al año 2023. Los cálculos realizados han culminado en la obtención de la tarifa resultante que refleja de manera cuantitativa los beneficios económicos asociados a la optimización implementada.

Tabla 36

Costo de energía-Tarifa horaria diaria

Tarifa de costo de electricidad		
Rango de consumo	Tarifa (USD/kWh)	Demanda (USD/kW-mes)
08:00-22:00	0.06	2.622
22:00-08:00	0.05	

Nota. Pliego tarifario del servicio público de energía eléctrica.

Para lo cual se ha considerado el siguiente ahorro para la línea base mejorada.

Tabla 37

Ahorro económico de la eficiencia energética.

Eficiencia energética con alternativas propuestas					
Modelo	% WWR	Energía total consumida (kWh)	Costo tarifario de electricidad (KWh)	Costo total (USD)	Ahorro en costo
Línea Base	60.24	36427.77	0.06	\$2,185.67	
Línea con mejoras	52.51	28483.33	0.06	\$1,709.00	\$476.67

Nota. Estimación de ahorro con todas las alternativas.

En el análisis del consumo de agua, la ausencia de un medidor en la edificación en cuestión ha motivado una evaluación comparativa con un proyecto de características similares.

Al implementar las mejoras propuestas en este proyecto comparativo, se logró alcanzar un ahorro del 20%. Este enfoque comparativo nos ha permitido deducir el consumo económico proyectado para la edificación en estudio, ofreciendo así un resultado que refleja de manera cuantitativa los beneficios derivados de las optimizaciones consideradas.

Tabla 38

Ahorro económico del consumo de agua.

	Costo anual sobre el consumo de agua	Ahorro en costo
Línea Base	\$ 280.00	
Línea con mejoras	\$ 222.29	\$ 57.71

Nota. Equivalente a la cuarta parte de su gasto.

En consecuencia, el ahorro económico derivado de las propuestas de mejora implementadas en la línea mejorada se manifiesta como la convergencia de las eficiencias energética y de ahorro de agua, culminando en un resultado cuantitativo de \$534.37 dólares/año.

Por lo tanto, el retorno de inversión para el rediseño es:

$$\text{Retorno de inversión} = \frac{\text{Presupuesto (\$)}}{\text{Ahorro económico entre las propuestas} \left(\frac{\$}{\text{año}} \right)} \quad (5.14)$$

$$\frac{5378.92 \text{ dolares}}{\frac{534.37 \text{ dolares}}{\text{año}}} = 10.07 \text{ años} \quad (5.15)$$

Se considera que se recupera la inversión a los 10 años de implementar las propuestas.

Ocampo Jeimmy & Tarazona Hersy (2020), en su proyecto centrado en la certificación EDGE Certified, experimentaron un periodo de retorno de inversión de aproximadamente 14 años. Este dato proporciona un punto de referencia valioso, demostrando que proyectos similares han requerido un tiempo significativo para alcanzar el equilibrio financiero. Este análisis inicial sugiere que un periodo de 10 años para nuestro proyecto podría considerarse como una meta ambiciosa y realista, situándonos dentro de un rango aceptable en comparación con proyectos previos.

Por otro lado, el estudio de Torres Daniel & Zanafria Alejandro (2023), específicamente enfocado en el proceso de obtención de la certificación EDGE en Guayaquil, revela un periodo de retorno de inversión de alrededor de 16 años. Esta información adicional subraya la variabilidad de los plazos de retorno en distintos contextos y proyectos, confirmando que los factores regionales y las características específicas pueden influir significativamente en la duración del ROI.

La justificación de un periodo de 10 años se fundamenta en la consideración del ciclo de vida de las edificaciones, que generalmente se extiende alrededor de 50 años. Al comparar este plazo con los periodos de retorno de inversión identificados en los proyectos de Ocampo & Tarazona y Torres & Zanafria, se observa que el periodo propuesto para nuestro proyecto se alinea con la durabilidad esperada de la edificación.

Además, es crucial destacar que la inversión en certificación EDGE no solo busca beneficios financieros inmediatos, sino que también tiene un impacto positivo en la sostenibilidad a largo plazo y en la eficiencia operativa. La consideración de ahorros a largo

plazo, tanto en términos económicos como ambientales, refuerza la viabilidad del periodo de retorno de inversión propuesto.

CAPÍTULO 6

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

1. La comparación detallada de alternativas para la selección del índice de relación ventana-pared (WWR) revela que, al alcanzar aproximadamente el 51%, se registra una disminución en la eficiencia energética de la edificación. Esta constatación indica que la presencia excesiva de ventanas puede resultar en pérdidas energéticas significativas. Se sugiere que un equilibrio preciso en el diseño, considerando tanto la iluminación natural como la eficiencia térmica, es esencial. Esta conclusión, respaldada por análisis cuantitativos y cualitativos, resalta la importancia crítica de optimizar la proporción de ventanas para lograr una edificación sostenible y energéticamente eficiente.
2. Al examinar las características térmicas de materiales y productos comerciales, se puede incluirlos directamente en el modelo, considerando su espesor correspondiente según la naturaleza de la construcción planificada. Este método enriquece el modelo al agregar información adicional sobre sus propiedades físicas, llevándolo más allá de un nivel puramente gráfico para incorporar aspectos esenciales vinculados con las características térmicas de los elementos contemplados.
3. El modelo denominado línea base contempla muros de mampostería con bloques huecos de concreto, enlucidos en ambas caras, ventanas con cristal natural claro de 6 mm y una losa para la cubierta. Las iteraciones propuestas ofrecen una mejora en eficiencia energética que puede observarse tanto en OpenStudio como en la APP EDGE al emplear paneles de alucobond y al incorporar doble vidrio hermético.

4. En conclusión, la atención a la envolvente del edificio es esencial para la eficiencia energética. La implementación de alucobond en las paredes exteriores y ventanas de doble vidriado hermético optimiza la gestión térmica y la iluminación natural. Estos elementos reducen la carga eléctrica asociada al aire acondicionado e iluminación, representando aproximadamente el 22.73% del ahorro total de energía. La inversión en una envolvente eficiente no solo disminuye los costos operativos a largo plazo, sino que también contribuye significativamente a la sostenibilidad ambiental.

6.2 Recomendaciones

1. Es esencial mantener un registro meticuloso del consumo de servicios básicos para cada edificio, ya que la omisión de esta información ha evidenciado ser un obstáculo al ingresar datos en la aplicación EDGE. La incorporación de este registro desempeñará un papel fundamental en asegurar una recopilación de datos más exhaustiva y precisa. A su vez contribuirá significativamente a la mejora del proceso de recopilación de datos en proyectos futuros que utilicen la aplicación EDGE.
2. Resulta imperativo llevar a cabo una investigación exhaustiva de materiales que se ajusten a los parámetros establecidos por EDGE, privilegiando aquellos que están fácilmente disponibles en el país. Esta consideración tiene como objetivo principal optimizar la eficiencia operativa al minimizar los costos asociados al transporte o envío de dichos materiales. La selección de recursos locales que cumplan con los requisitos específicos de EDGE no solo contribuirá a la viabilidad económica del proyecto, sino que también favorecerá la sostenibilidad y la eficacia logística en el desarrollo de las iniciativas en las que se apliquen estos materiales.

3. Se recomienda considerar el modelo propuesto en este estudio como una herramienta eficaz para la estimación precisa del consumo energético en edificaciones universitarias. Se sugiere la aplicación de este modelo con la posibilidad de calibrarlo mediante mediciones experimentales de energía, lo cual proporcionará una sólida línea de base para futuras investigaciones. Esta aproximación no solo viabiliza la generación de pronósticos precisos sobre el consumo de energía de edificios específicos, sino que también ofrece la oportunidad de realizar comparaciones detalladas entre la simple recuperación de la inversión y el costo total del ciclo de vida del proyecto propuesto.
4. Se recomienda incorporar la variación intencionada del Coeficiente de Desempeño (COP) del sistema HVAC como una iteración clave en el modelado energético. Este ajuste estratégico ofrece la oportunidad de mejorar la eficiencia operativa, reducir costos y cumplir con normativas de eficiencia energética en edificaciones. Se sugiere explorar esta alternativa en futuros estudios, considerándola como una variable dinámica para optimizar sistemas HVAC y lograr una gestión energética más eficiente en entornos edificados, contribuyendo así a la sostenibilidad y a la toma de decisiones informadas en el diseño y operación de edificaciones.

BIBLIOGRAFÍA

- Abdon Rodríguez. (2023). *Crisis Energetica en Ecuador*.
<https://www.ecuavisa.com/noticias/economia/gobierno-energia-ecuador-crisis-electricidad-KK6185268>
- Acimco. (2020a, August 20). *¿Qué es el Alucobond?* . <https://www.acimco.com/que-es-el-alucobond/>
- Acimco. (2020b, September 19). *Que es el Alucobond?* <https://www.acimco.com/que-es-el-alucobond/>
- Agenda del socio. (2023, March 10). *La construcción y operación genera el 38% de gases de efecto invernadero a nivel mundial*. Cámara de Comercio de Quito.
- Ahmed Y Taha Al-Zubaydi. (2013). Building Models Design and Energy Simulation with Google Sketchup and OpenStudio. *Design of Scientific Renaissance*, 3.
- Al Dulaimi, Z., Alfahham, M., Najje, W. A., Hasan, Z. M., & Al-Fahham, M. A. (2022). REDUCTION OF TEMPERATURE THROUGH WALLS IN ROOM BY USING PACKAGING MATERIAL (ALUCOBOND). *JOURNAL OF HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY*, 54.
<https://doi.org/10.11720/JHIT.54092022.14>
- Alchapar, N., & Correa, E. (2013). *Impreso en la Argentina ISSN* (Vol. 17).
- Alucore. (n.d.). *Alucobond* . Retrieved November 13, 2023, from <https://alucobond.com/products/alucobond-a2?locale=es>
- Certificación EDGE. (2017). *Bioconstrucción y Energía Alternativa*.
<https://bioconstruccion.com.mx/certificacion-edge/>
- Climate OneBuilding Org.* (2023). <https://climate.onebuilding.org/about/default.html>
- Conte, E. (2018). The Era of Sustainability: Promises, Pitfalls and Prospects for Sustainable Buildings and the Built Environment. *Sustainability*, 10(6), 2092.
<https://doi.org/10.3390/su10062092>
- De, M., Urbano, D., Jose, V. A., Martín, A., Coordinador De Proyecto, E., Jose, A., Valdivieso, A. T., Rubén, A., Paredes, D., Subsecretario De Vivienda, C., Luis, E., & Guevara Urquiza, F. (n.d.). *Econ. Diego Aulestia Valencia Diciembre 2014 ISBN:00000000000 Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI) Cámara de la Industria de la Construcción (CAMICON)*.
- Domus. (n.d.). *La Revista*. <http://www.domus.ec>
- EDGE. (2019, June 1). *Edificio IQON*. <https://edgebuildings.com/project-studies/iqon/>

EDGE. (2021, August 1). *Produbanco Sucursal Guayaquil*. <https://edgebuildings.com/project-studies/produbanco-sucursal-guayaquil/>

EDGE BUILDING. (2021, December 8). *EDGE*. EDGE BUILDINGS. <https://edgebuildings.com/>

Eléctricos de Potencia, S., Rodríguez Jonathan Andrés Vilcasana Bravo Byron Jefferson, C., & Cuenca Wilian Patricio, G. (2022). *UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS CARRERA INGENIERÍA ELÉCTRICA PROYECTO DE INVESTIGACIÓN ANÁLISIS ENERGÉTICO DE UNA EDIFICACIÓN MEDIANTE LA HERRAMIENTA DE CÓDIGO ABIERTO OPENSTUDIO Proyecto de Titulación presentado previo a la obtención del Título de Ingeniero Eléctrico en*.

Extralum., D. V. H. (n.d.). *Doble Vidriado Hermético (DVH)*. Retrieved October 31, 2023, from <https://extralum.com/wp-content/uploads/2018/10/ESC-146-Doble-Vidriado-Hermetico.pdf>

Financiera Internacional, C. (n.d.). *Guía del usuario de EDGE*.

Francisco Cordoba. (n.d.). *Fachadas ventiladas*. Retrieved December 23, 2023, from <https://www.fenster.es/fachadas-ventiladas-alucobond-trespa/>

Guía: Cielo florido. (n.d.).

Guía de usuario EDGE, 2021. (n.d.).

Home. (2021, December 8). *EDGE Buildings*. <https://edgebuildings.com/>

Importadora Immaka. (2020). *Panel de Aluminio Compuesto Exterior*. https://immaka.com.ec/panel_aluminio_exterior/

Infraestructura verde, 2018. (n.d.).

Instituto Geografico Militar. (2023, March 3). *Tipo de Clima*. Geoportal Del GAD Municipal de Guayaquil . <https://geoportal-guayaquil.opendata.arcgis.com/datasets/77fb2b79fc1a4248baabd3e52e209e0a/about>

Jackson, M. (2005). *Published by: Association for Preservation Technology International (APT) Bulletin: The Journal of Preservation Technology This content downloaded from 188* (Vol. 36, Issue 4).

Jaque, G. R., Bustamante, M., David, S., & Brown, C. (n.d.). *EFFECTOS DEL USO DE TECHOS Y FACHADAS VEGETALES EN EL COMPORTAMIENTO TÉRMICO DE EDIFICIOS MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL MICHEL IGNACIO CANALES GÁLVEZ PROFESOR GUÍA*.

Jorge Guzman. (2023, May 3). *Abril de 2023: El tercer mas lluvioso de los ultimos 43 anos en Guayaquil*. El Telegrafo. https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/actualidad/44/abril-de-2023-el-tercero-mas-lluvioso-de-los-ultimos-43-anos-en-guayaquil#google_vignette

- Kaminature. (2017, June 20). *Preguntas frecuentes sobre los jardines verticales naturales*. <https://www.kaminature.com/preguntas-frecuentes-sobre-los-jardines-verticales-naturales/#:~:text=Generalmente%2C%20el%20jard%C3%ADn%20vertical%20natural,el%20tiempo%20que%20le%20dediquemos>.
- Megaglass. (2021). *Vidrio claro, usos y ventajas*. <https://www.megaglass.com.mx/blog/vidrio-claro/>
- Moran-Zuloaga¹, D., Mulas², M., Merchan-Merchan³, W., Rodriguez-Caballero, E., Walter, D., Cáceres, J., & Cornejo, M. (2023). *Afectación por ceniza volcánica distal a grande ciudad: el-Guayaquil (Ecuador) caso Sangay*. <https://www.ready.noaa.gov/index.php>.
- NEC 2011 CAP 13. (n.d.). (*NEC2011-CAP.13-EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LA CONSTRUCCIÓN EN ECUADOR-021412*).
- NEC, N. (2011). *Eficiencia energética en la construcción en Ecuador*.
- Nevika. (1998). *DOBLE VIDRIADO HERMETICO - DVH*. http://www.nevika.com/datos_tecnicos_dvh.html
- Ocampo Jeimmy, & Tarazona Hersy. (2020). *COMPARACIÓN DE FACTORES ECONÓMICOS Y AMBIENTALES ENTRE UN PROYECTO CONSTRUCTIVO DE VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL VIS CONVENCIONAL Y UNO CON LA IMPLEMENTACIÓN EDGE EN BOGOTÁ*.
- Omar, J., & Fuertes, M. (2018). *MODELACIÓN TÉRMICA DE UN MÓDULO EXPERIMENTAL DE VIVIENDA ALTO ANDINA UTILIZANDO OPENSTUDIO Y ENERGYPLUS*. <https://www.researchgate.net/publication/322616904>
- OpenStudio. (2022, November 11). *Open Studio.net*. <https://openstudio.net/>
- Organizacion Naciones Unidas. (2022, November 16). *La poblacion mundial llegara a 8000 millones en 2022*.
- Patricia Vitorino. (2020, February 11). *Las 7 dimensiones de BIM*. Konstruedu. <https://konstruedu.com/es/blog/las-7-dimensiones-de-bim#:~:text=Las%20dimensiones%20BIM%20consisten%20en,aunada%20en%20el%20modelo%20digital>.
- Plan Nacional de EEficiencia Energética*. (n.d.).
- Que es BIM?* (n.d.). BuildingSMART. Retrieved October 28, 2023, from [https://www.buildingsmart.es/bim/#:~:text=Building%20Information%20Modeling%20\(BIM\)%20es,creado%20por%20todos%20sus%20agentes](https://www.buildingsmart.es/bim/#:~:text=Building%20Information%20Modeling%20(BIM)%20es,creado%20por%20todos%20sus%20agentes).

Redaccion Comercial. (2023, March 22). *BIM, la metodologia para construcciones mas eficientes*. Primicias. https://www.primicias.ec/nota_comercial/hablemos-de/construccion/innovacion/bim-construcciones-eficientes/

Started, G. (2022). *EnergyPlus™ Version 22.2.0 Documentation*.

T, & Botelho, M. (2017). *EDIFICIOS VERDES para un planeta más inteligente*. Edgebuildings.com

thermal frame. (n.d.). Facts to Consider When Double Glazing. Retrieved December 23, 2023, from <https://thermalframe.co.nz/five-facts#:~:text=The%20optimal%20gap%20to%20derive,create%20convection%20within%20the%20units.>

Torres Daniel, & Zanafria Alejandro. (2023). *Proceso para la obtención de la certificación EDGE y la aplicación de esta herramienta a una estructura modelo para dos casos prácticos en el Ecuador*.

Unión Interamericana para la vivienda. (n.d.). www.uniapravi.org

UNO PROPIEDADES. (n.d.). *Doble Vidrio Hermético*. Retrieved October 31, 2023, from https://www.uno-propiedades.com.ar/blog/Doble_Vidrio_Hermetico--221

U.S Department of Energy's. (2023, September 30). <https://energyplus.net>.

Vidriera Argentina S.A. (n.d.). *Doble Vidriado Hermético*. Retrieved October 31, 2023, from <https://www.vasa.com.ar/wp-content/uploads/2016/06/dvh-1.pdf>

Weather Spark. (2023). *El clima en Guayaquil, el tiempo por mes, temperatura promedio*. <https://es.weatherspark.com/y/19346/Clima-promedio-en-Guayaquil-Ecuador-durante-todo-el-a%C3%B1o#Figures-Temperature>

PLANOS Y ANEXOS

PLANOS



1 RENDER_LINEA BASE
1 : 25



2 DISEÑO DE LINEA BASE

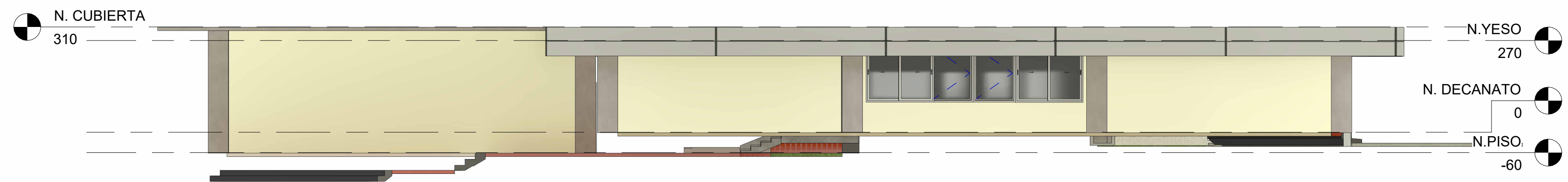
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO: REDISEÑO SOSTENIBLE DEL DECANATO DE FICT			
CONTENIDO: Detallado de la línea base del decanato			
Coordinador de materia integradora: Andres Velastegui	Tutores de conocimientos específicos: Msc. Lenin Dender	Estudiante: Claudia Caicedo	Fecha de entrega: 28 Dic 2023
Tutor de área de conocimiento: Msc. Lenin Dender		Josiane Chávez	Lámina: 1/4 Escala: 1: 25



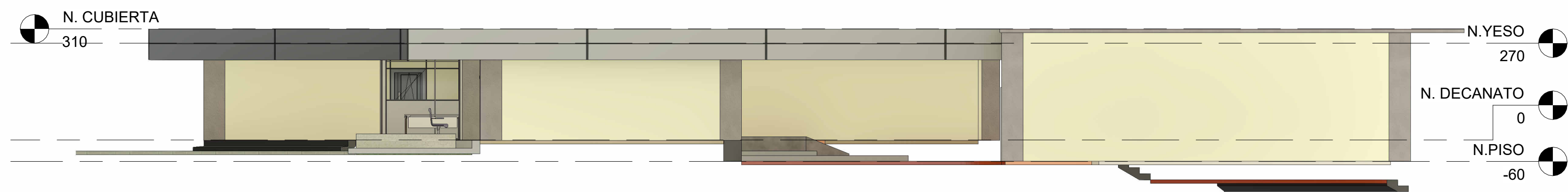
1 NORTE
1 : 100



2 SUR
1 : 100

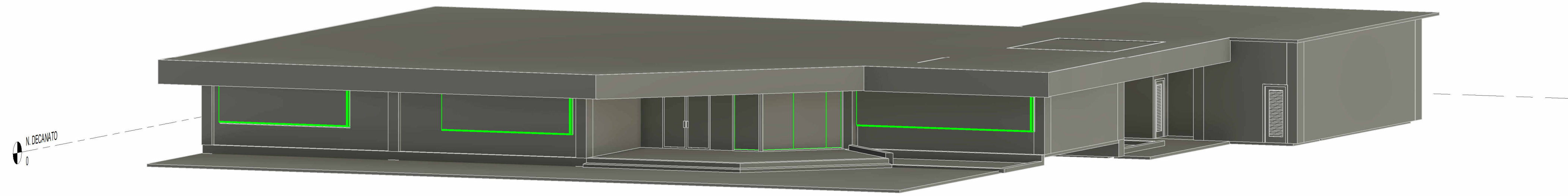


3 OESTE
1 : 100

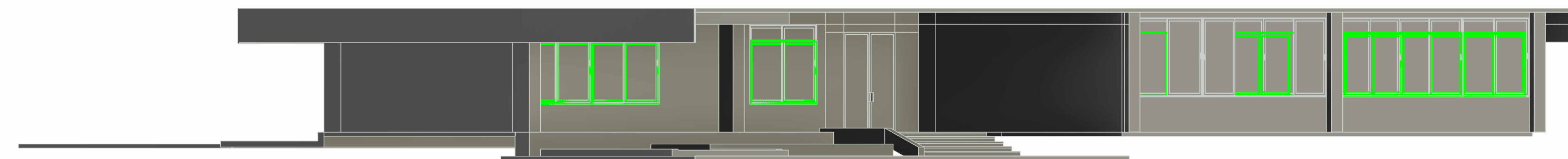


4 ESTE
1 : 100

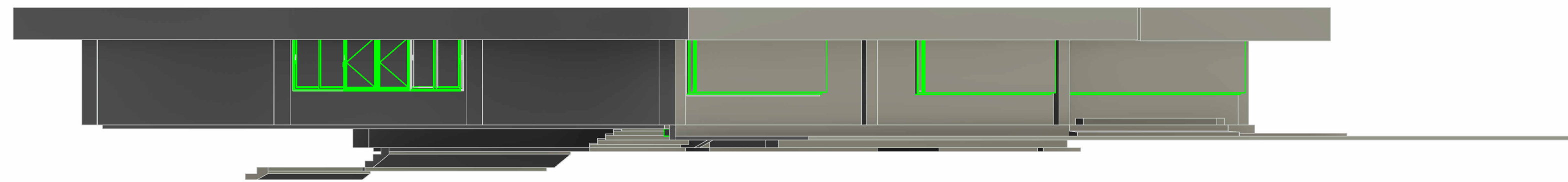
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO: REDISEÑO SOSTENIBLE DEL DECANATO DE FICT			
CONTENIDO: Fachadas de la línea base del decanato			
Coordinador de materia integradora: Andres Velastegui	Tutores de conocimientos específicos: Msc. Lenin Dender	Estudiante: Claudia Caicedo	Fecha de entrega: 28 Dic 2023
Tutor de área de conocimiento: Msc. Lenin Dender		Josiane Chávez	Lámina: 2/4 Escala: 1: 100



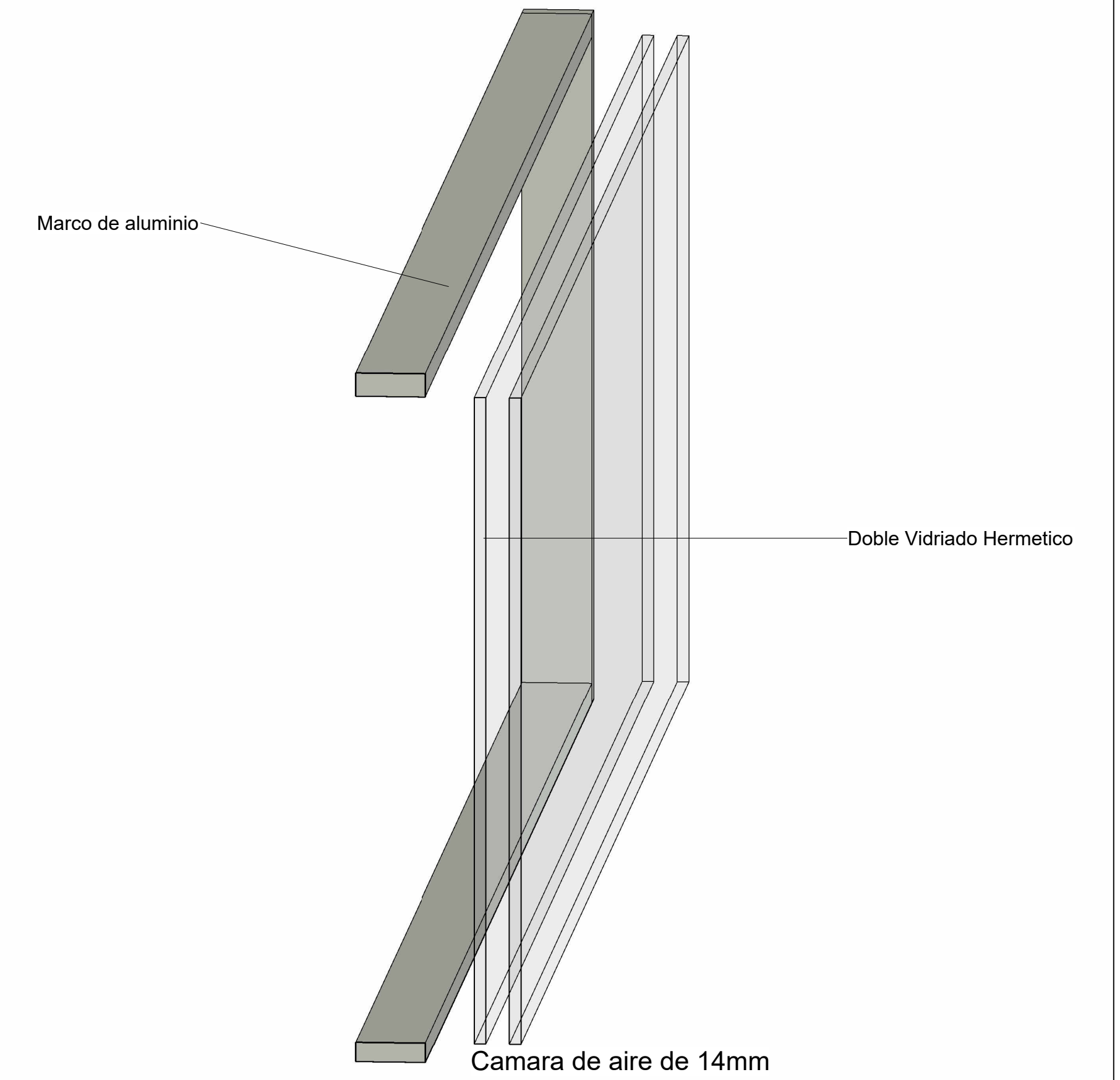
1 RV-NORTE



2 RV-SUR



3 RV-OESTE

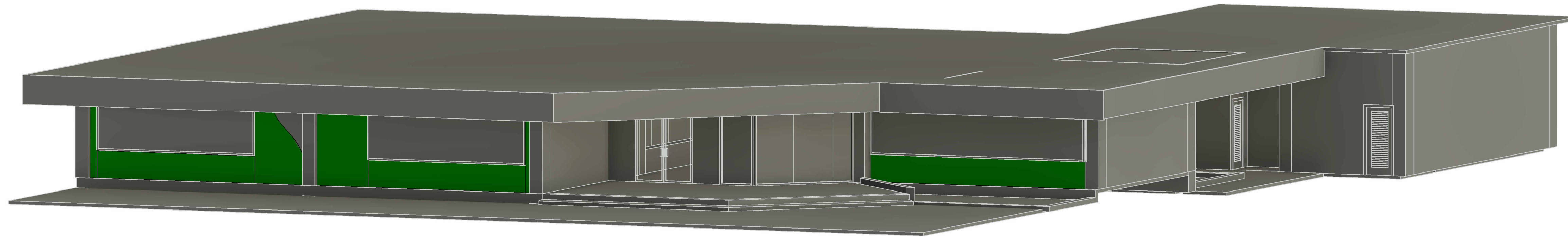


4 Detalle DVH

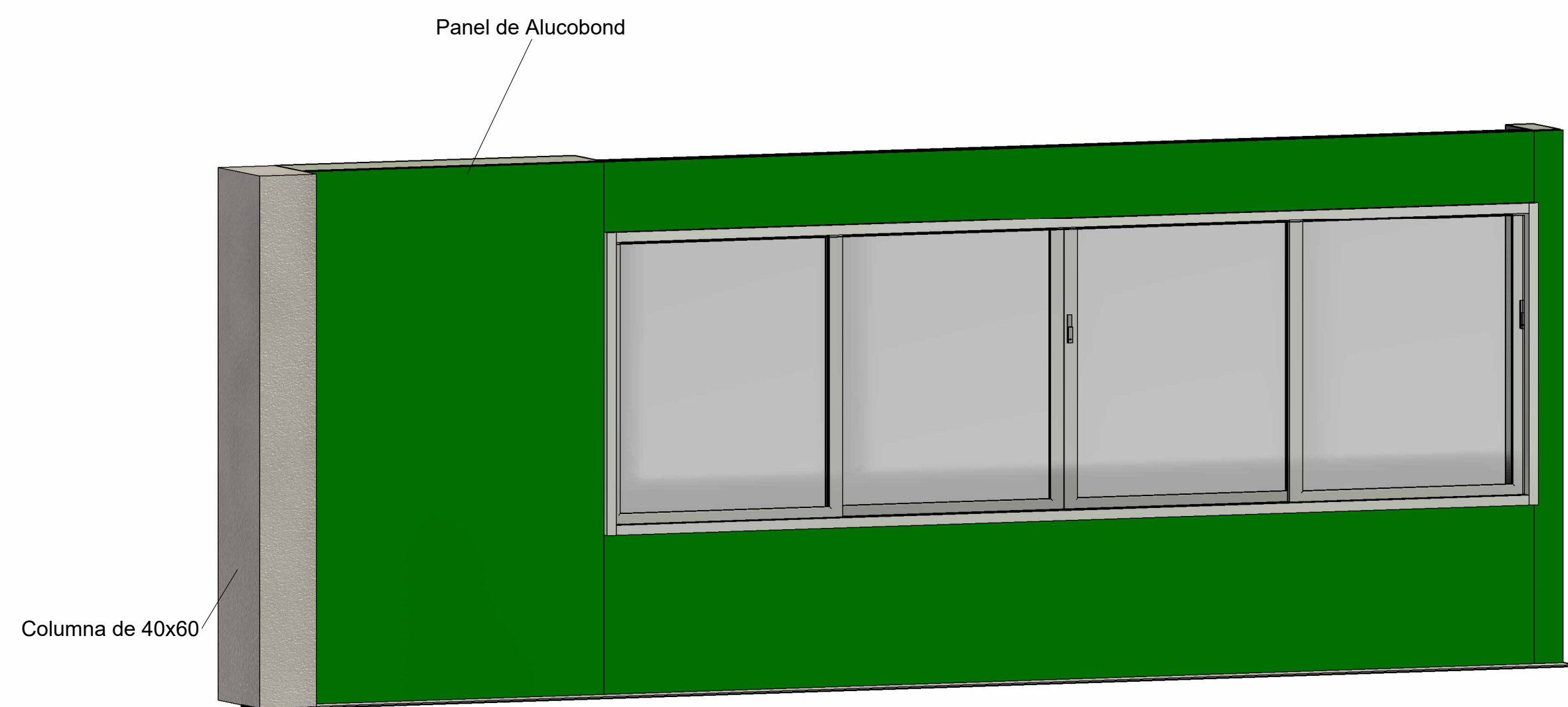
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO:		REDISEÑO SOSTENIBLE DEL DECANATO DE FICT	
CONTENIDO:		Detallado del redimensionamiento de ventanas y del doble vidriado	
Coordinador de materia integradora:	Tutores de conocimientos específicos:	Estudiante:	Fecha de entrega:
Andres Velastegui	Msc. Lenin Dender	Claudia Caicedo	28 Dic 2023
Tutor de área de conocimiento:		Josiane Chávez	Lámina: Escala:
Msc. Lenin Dender			3/4 1: 10



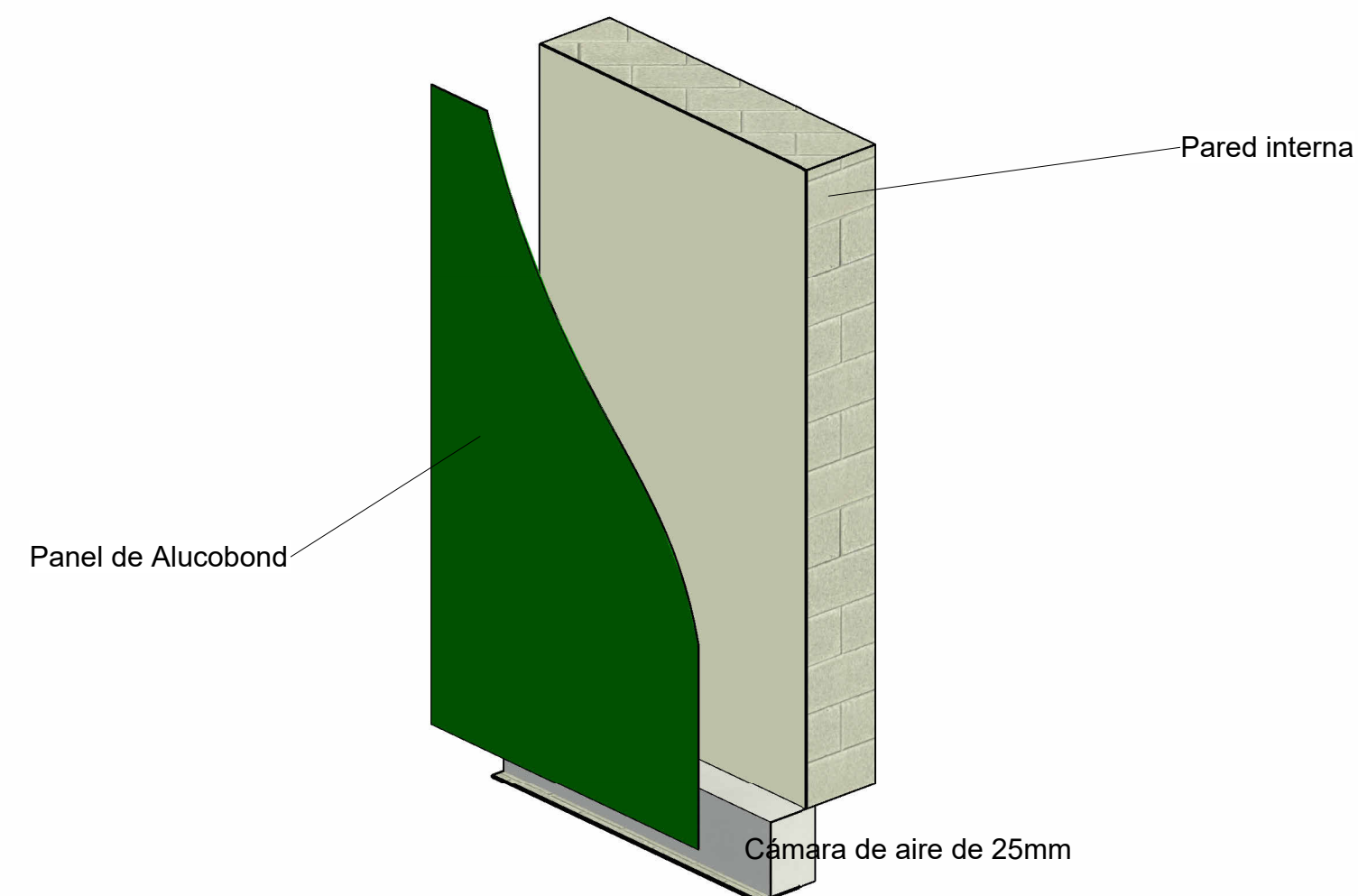
1 Render_Panel_Alucobond
1 : 50



2 Fachada con Alucobond



3 Detalle pared alucobond



4 Detalle Panel Alucobond

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO:		REDISEÑO SOSTENIBLE DEL DECANATO DE FICT	
CONTENIDO:		Fachada principal con detallamiento del panel de alucobond	
Coordinador de materia integradora:	Tutores de conocimientos específicos:	Estudiante:	Fecha de entrega:
Andres Velastegui	Msc. Lenin Dender	Claudia Caicedo	28 Dic 2023
Tutor de área de conocimiento:		Josiane Chávez	Lámina: Escala:
Msc. Lenin Dender			4/4 1: 50

ANEXOS

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS							
PRESUPUESTO						FECHA	30-02-2024
CONTRATANTE	CLAUDIA CAICEDO, JOSIANE CHAVEZ						
RUBRO	REDIMENSIONAMIENTO DE VENTANA						
UBICACIÓN	FACULTAD DE INGENIERA EN CIENCIAS DE LA TIERRA- ESPOL						
DESCRIPCIÓN							
UNIDAD	Indicada						
CANTIDAD			u				
RENDIMIENTO			%				
MANO DE OBRA							
Enumeracion	Descripción	Cantidad	Costo por hora	Rendimiento	Precio	Total	
1	ALBAÑIL	1	\$ 4.05	1	\$ 4.05	\$ 4.05	
2	PEÓN	1	\$ 4.05	1	\$ 4.05	\$ 4.05	
EQUIPO							
Enumeracion	Descripción	Cantidad	Unidad	Precio	Total		
3	HERRAMIENTAS MENORES	1	U	\$ 0.81	\$ 0.81		
MATERIALES							
Enumeracion	Descripción	Cantidad	Unidad	Precio	Total		
4	CEMENTO FUERTE TIPO GU SACO 50 K	0.16	saco	\$ 7.68	\$ 1.23		
5	BLOQUE ALIVIANADO DE 15X40X20	12.5	U	\$ 0.30	\$ 3.75		
6	ARENA	0.03	m3	\$ 13.50	\$ 0.41		
7	AGUA	0.01	m3	\$ 0.85	\$ 0.01		
SUBTOTAL DEL PRESUPUESTO (COSTO DIRECTO)					\$ 14.30		
TOTAL COSTO INDIRECTO					10.00%	\$ 15.73	
TOTAL COSTO DE RUBRO					\$ 15.73		

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS							
PRESUPUESTO						FECHA	30-02-2024
CONTRATANTE	CLAUDIA CAICEDO, JOSIANE CHAVEZ						
RUBRO	INSTALACION DE DOBLE VIDRIADO HERMETICO						
UBICACIÓN	FACULTAD DE INGENIERA EN CIENCIAS DE LA TIERRA- ESPOL						
DESCRIPCIÓN							
UNIDAD			Indicada				
CANTIDAD					m2		
RENDIMIENTO					%		
MANO DE OBRA							
Enumeracion	Descripción	Cantidad	Costo por hora	Rendimiento	Precio	Total	
1	MAESTRO VIDRIERO	1	\$ 4.10	1	\$ 4.10	\$ 4.10	
2	AYUDANTE DE MAESTRO	1	\$ 4.05	1	\$ 4.05	\$ 4.05	
EQUIPO							
Enumeracion	Descripción	Cantidad	Unidad	Precio		Total	
3	HERRAMIENTAS MENORES	1	U	\$ 0.82		\$ 0.82	
MATERIALES							
Enumeracion	Descripción	Cantidad	Unidad	Precio		Total	
4	DOBLE VIDRIADO CON ATENUACIÓN ACUSTICA, DE 8MM con CÁMARA DE AIRE DESHIDRATADO DE 14 MM CON PERFIL SEPARADOR DE ALUMINIO Y DOBLE SELLADO PERIMETRAL	1	m2	\$ 90.00		\$ 90.00	
5	SILOCONA NEUTRA TRANSPARENTE DE 300 ML PARA SELLADO	0.5	U	\$ 6.71		\$ 3.36	
SUBTOTAL DEL PRESUPUESTO (COSTO DIRECTO)						\$ 102.32	
TOTAL COSTO INDIRECTO					10.00%	\$ 112.55	
TOTAL COSTO DE RUBRO						\$ 112.55	

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS							
PRESUPUESTO						FECHA	30-02-2024
CONTRATANTE	CLAUDIA CAICEDO, JOSIANE CHAVEZ						
RUBRO	INSTALACIÓN DE PANELES DE ALUCOBOND						
UBICACIÓN	FACULTAD DE INGENIERA EN CIENCIAS DE LA TIERRA- ESPOL						
DESCRIPCIÓN							
UNIDAD			Indicada				
CANTIDAD					m2		
RENDIMIENTO					%		
MANO DE OBRA							
Enumeracion	Descripción	Cantidad	Costo por hora	Rendimiento	Precio	Total	
1	MAESTRO DE OBRA	1	\$ 4.33	0.20	\$ 4.33	\$ 0.87	
2	INSTALADOR DE REVESTIMIENTO EN GENERAL	1	\$ 4.10	1.00	\$ 4.10	\$ 4.10	
3	PEÓN	1	\$ 4.05	1.00	\$ 4.05	\$ 4.05	
EQUIPO							
Enumeracion	Descripción	Cantidad	Unidad	Precio		Total	
4	HERRAMIENTAS MENORES	1	U	\$ 0.90		\$ 0.90	
MATERIALES							
Enumeracion	Descripción	Cantidad	Unidad	Precio		Total	
5	ALUCOBOND (VERDE VEGETAL) PLANO INCLUYE ESTRUCT. SOPORTE	1	m2	\$ 23.00		\$ 23.00	
6	REMACHES	10	U	\$ 0.01		\$ 0.10	
7	TORNILLOS DE 1-2 PLG	10	U	\$ 0.05		\$ 0.50	
SUBTOTAL DEL PRESUPUESTO (COSTO DIRECTO)						\$ 33.52	
TOTAL COSTO INDIRECTO					10.00%	\$ 36.87	
TOTAL COSTO DE RUBRO						\$ 36.87	

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS							
PRESUPUESTO						FECHA	30-02-2024
CONTRATANTE	CLAUDIA CAICEDO, JOSIANE CHAVEZ						
RUBRO	COLOCACIÓN DE AIREADOR						
UBICACIÓN	FACULTAD DE INGENIERA EN CIENCIAS DE LA TIERRA- ESPOL						
DESCRIPCIÓN							
UNIDAD			Indicada				
CANTIDAD					u		
RENDIMIENTO					%		
MATERIALES							
Enumeracion	Descripción	Cantidad	Unidad	Precio		Total	
4	AIREADOR PARA JUEGOS Y LLAVES DE COCINA	1	U	\$ 4.10		\$ 4.10	
SUBTOTAL DEL PRESUPUESTO (COSTO DIRECTO)						\$ 4.10	
TOTAL COSTO INDIRECTO					10.00%	\$ 4.51	
TOTAL COSTO DE RUBRO						\$ 4.51	

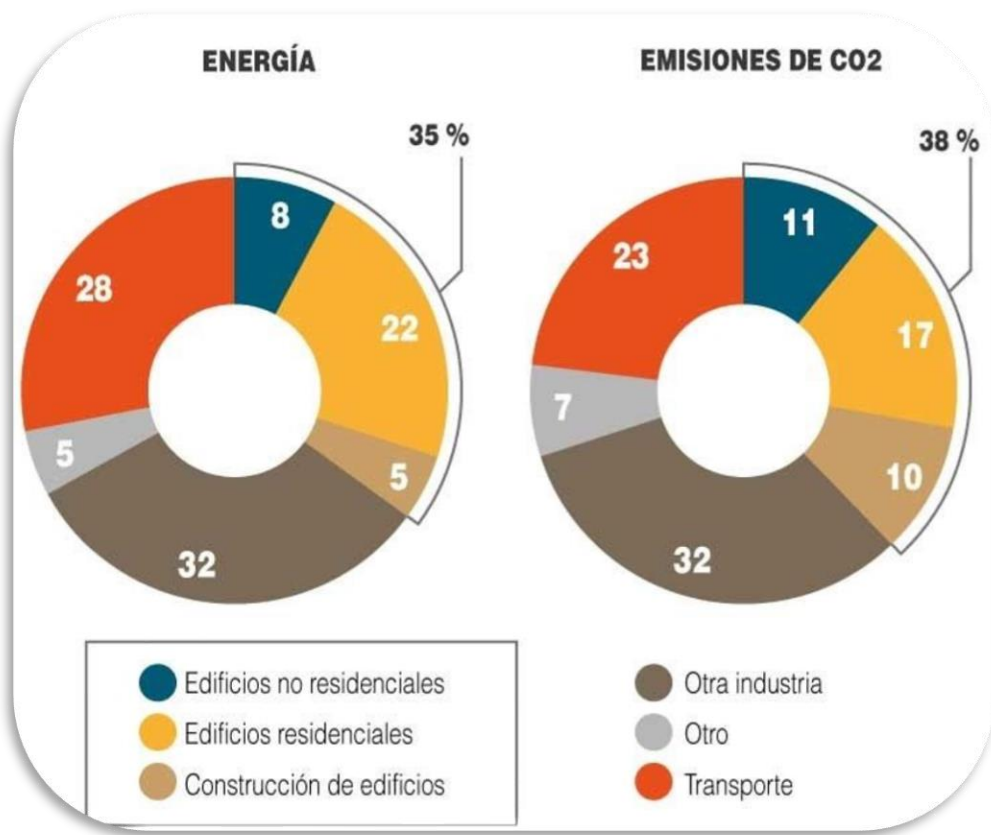
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS							
PRESUPUESTO						FECHA	30-02-2024
CONTRATANTE	CLAUDIA CAICEDO, JOSIANE CHAVEZ						
RUBRO	DESMONTAJE E INSTALACIÓN DE INODORO DE DOBLE DESCARGA						
UBICACIÓN	FACULTAD DE INGENIERA EN CIENCIAS DE LA TIERRA- ESPOL						
DESCRIPCIÓN							
UNIDAD	Indicada						
CANTIDAD							u
RENDIMIENTO							%
MANO DE OBRA							
Enumeracion	Descripción	Cantidad	Costo por hora	Rendimiento	Precio	Total	
1	PLOMERO	1	\$ 4.10	1	\$ 4.10	\$ 4.10	
2	AYUDANTE DE PLOMERÍA	1	\$ 4.05	1	\$ 4.05	\$ 4.05	
EQUIPO							
Enumeracion	Descripción	Cantidad	Unidad	Precio	Total		
3	HERRAMIENTAS MENORES	1	U	\$ 0.82	\$ 0.82		
MATERIALES							
Enumeracion	Descripción	Cantidad	Unidad	Precio	Total		
4	INODORO QUANTUM HET CON ASIENTO AQUA E151-A	1	U	\$ 92.80	\$ 92.80		
5	SILICONA TRANSPARENTE	1	U	\$ 2.90	\$ 2.90		
SUBTOTAL DEL PRESUPUESTO (COSTO DIRECTO)						\$ 104.67	
TOTAL COSTO INDIRECTO					10.00%	\$ 115.14	
TOTAL COSTO DE RUBRO						\$ 115.14	

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS							
PRESUPUESTO						FECHA	30-02-2024
CONTRATANTE	CLAUDIA CAICEDO, JOSIANE CHAVEZ						
RUBRO	DESMONTAJE E INSTALACIÓN DE URINARIO BAJO FLUJO						
UBICACIÓN	FACULTAD DE INGENIERA EN CIENCIAS DE LA TIERRA- ESPOL						
DESCRIPCIÓN							
UNIDAD		Indicada					
CANTIDAD				u			
RENDIMIENTO				%			
MANO DE OBRA							
Enumeracion	Descripción	Cantidad	Costo por hora	Rendimiento	Precio	Total	
1	PLOMERO	1	\$ 4.10	1	\$ 4.10	\$ 4.10	
2	AYUDANTE DE PLOMERÍA	1	\$ 4.05	1	\$ 4.05	\$ 4.05	
EQUIPO							
Enumeracion	Descripción	Cantidad	Unidad	Precio		Total	
3	HERRAMIENTAS MENORES	1	U	\$ 1.69		\$ 1.69	
MATERIALES							
Enumeracion	Descripción	Cantidad	Unidad	Precio		Total	
4	URINARIO QUANTUM HEU E398	1	U	\$ 57.56		\$ 57.56	
5	SILICONA TRANSPARENTE	1	U	\$ 2.90		\$ 2.90	
					SUBTOTAL DEL PRESUPUESTO (COSTO DIRECTO)		\$ 70.30
					TOTAL COSTO INDIRECTO		10.00% \$ 77.33
					TOTAL COSTO DE RUBRO		\$ 77.33

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS							
PRESUPUESTO						FECHA	30-02-2024
CONTRATANTE	CLAUDIA CAICEDO, JOSIANE CHAVEZ						
RUBRO	LIMPIEZA DE REMODELACION						
UBICACIÓN	FACULTAD DE INGENIERA EN CIENCIAS DE LA TIERRA- ESPOL						
DESCRIPCIÓN							
UNIDAD		Indicada					
CANTIDAD				m2			
RENDIMIENTO				%			
MANO DE OBRA							
Enumeracion	Descripción	Cantidad	Costo por hora	Rendimiento	Precio	Total	
1	PEÓN	1	\$ 4.10	0.33	\$ 4.10	\$ 1.35	
					SUBTOTAL DEL PRESUPUESTO (COSTO DIRECTO)		\$ 1.35
					TOTAL COSTO INDIRECTO		10.00% \$ 1.49
					TOTAL COSTO DE RUBRO		\$ 1.49

DECANATO SOSTENIBLE: TRANSFORMACIÓN SOSTENIBLE HACIA LA CERTIFICACIÓN EDGE EN FICT-ESPOL

PROBLEMA



La ESPOL no cuenta con edificaciones sostenibles, y a pesar de los esfuerzos del Decanato de FICT, el edificio no tiene enfoque sostenible, reflejado en la desproporción ventana-pared y aumento del consumo energético. Es imperativo implementar medidas para mejorar la eficiencia energética y obtener certificaciones sostenibles.



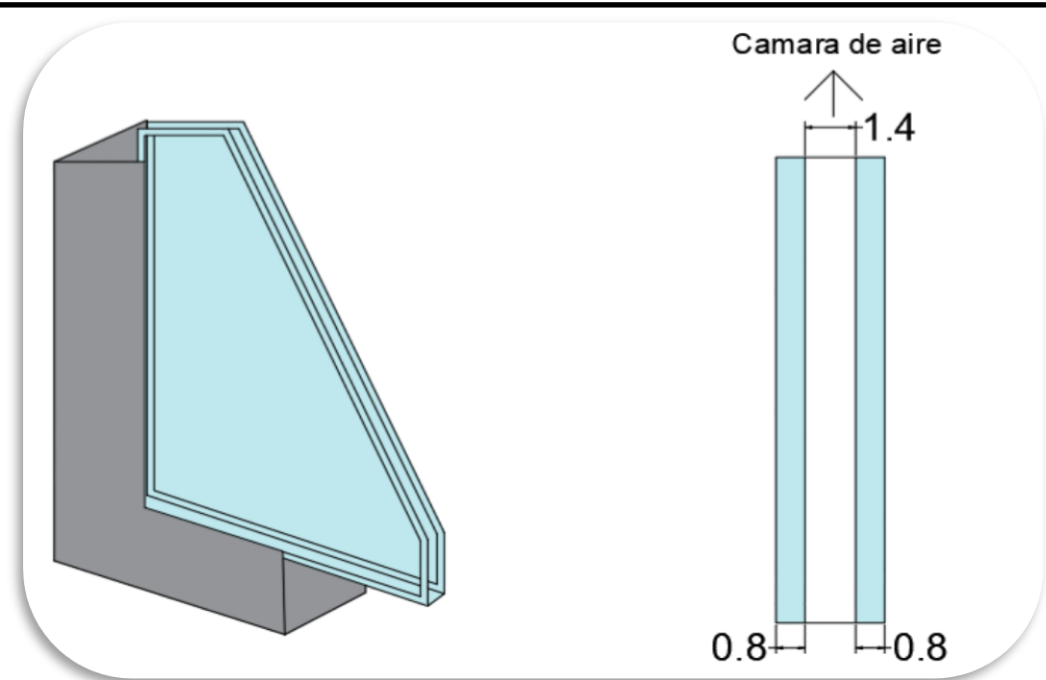
OBJETIVO GENERAL

Proponer un rediseño sostenible del decanato de FICT para la obtención de la certificación EDGE, mediante la comparación de estrategias de eficiencia energética, agua y materiales sostenibles.

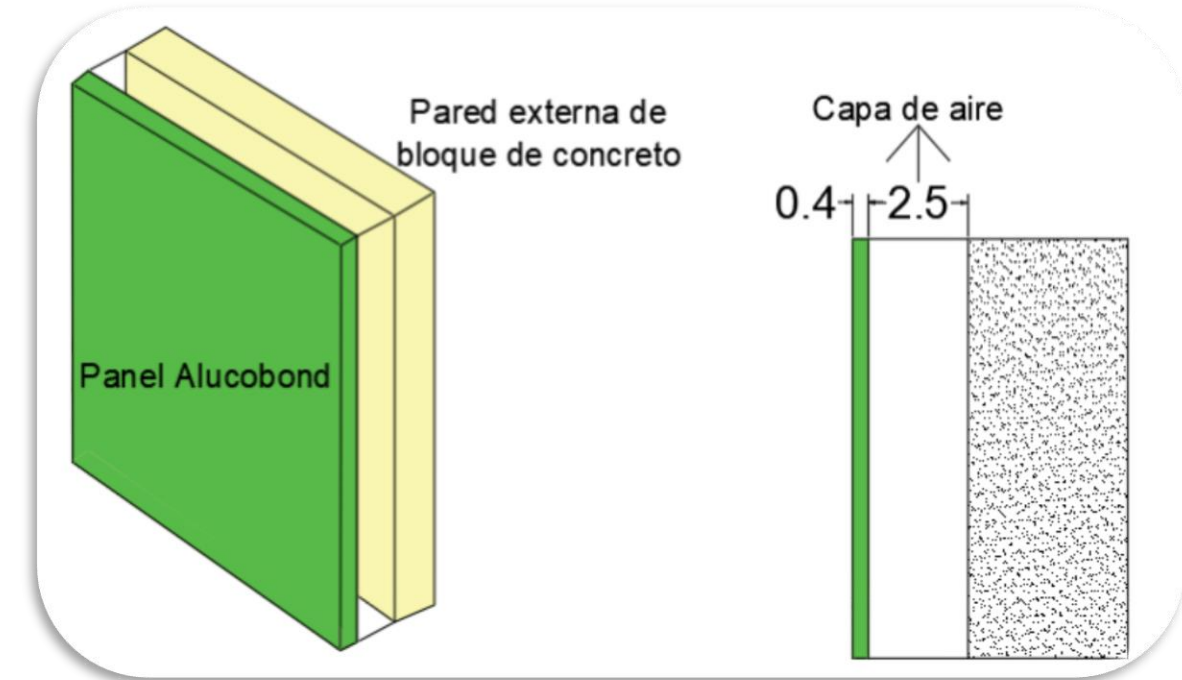
PROPUESTA

Realizar un reajuste dimensional de las ventanas para reducir la relación ventana-pared, con el fin de disminuir el consumo energético.

Considerar la implementación de alucobond en la fachada principal para mejorar la transferencia de calor.



Propiedad térmica	Línea Base	DVH
Índice de reflectancia solar de calor (%)	7.3	12
Transmitancia solar a incidencia normal	0.837	0.6
Coefficiente de ganancia de calor solar (%)	77.2	61



Propiedad térmica	Línea Base	Panel Alucobond
Conductividad térmica (W/m.K)	0.6918	0.4028
Calor específico (J/kg.K)	837	1400

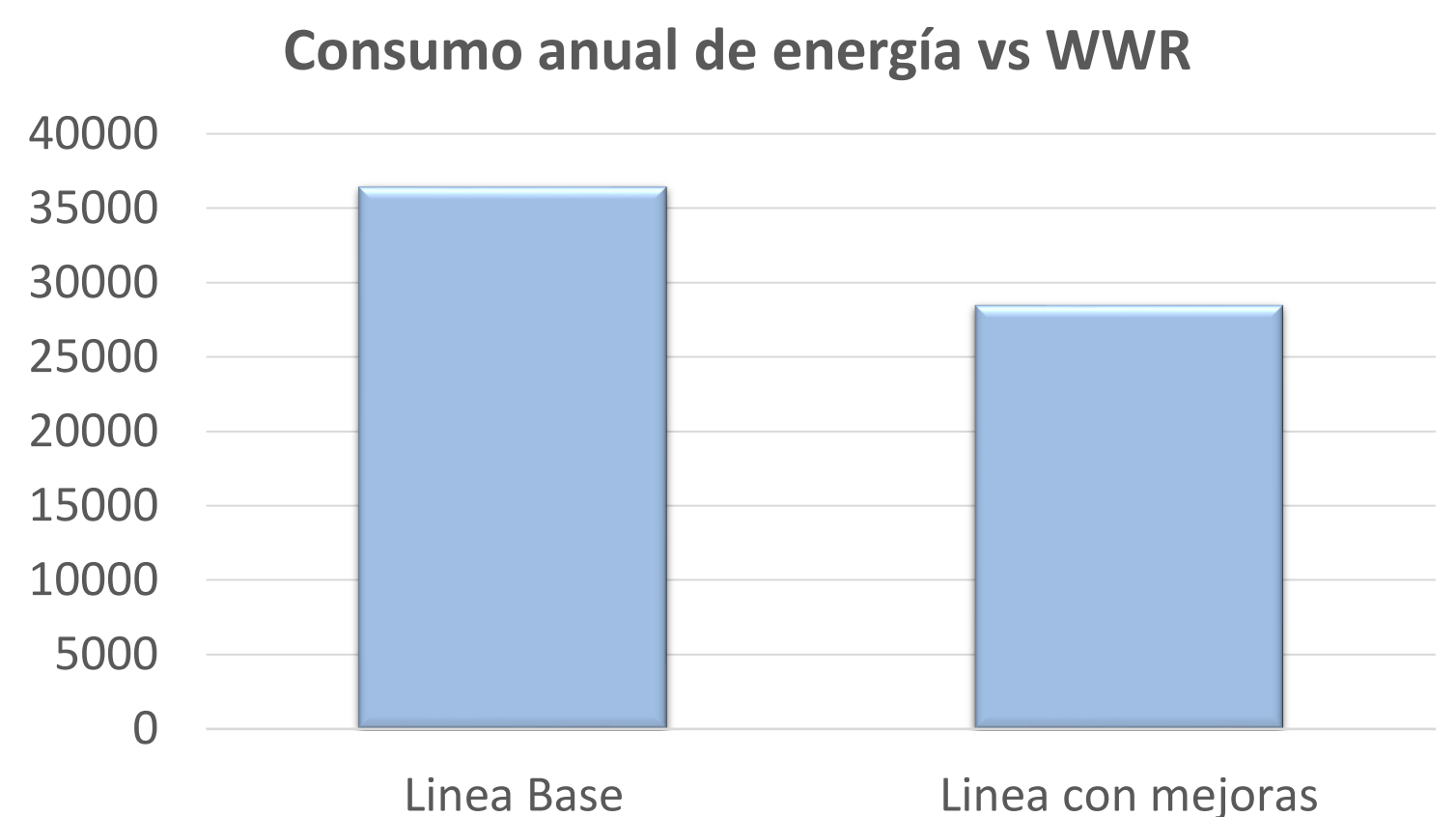
Propuesta de diseño



RESULTADOS

Eficiencia energética con alternativas propuestas					
Modelo	% WWR	Energía total consumida (kWh)	Costo tarifario de electricidad (KWh)	Costo total (USD)	Ahorro en costo
Línea Base	60.24	36427.77	0.06	\$2,185.67	\$476.67
Línea con mejoras	52.51	28483.33	0.06	\$1,709.00	

	Costo anual sobre el consumo de agua	Ahorro en costo
Línea Base	\$ 280.00	\$ 57.71
Línea con mejoras	\$ 222.29	



Se obtuvo un ahorro anual total de \$534.37.

Logrando la reducción en los rubros de energía, agua y energía incorporada a los materiales para la certificación EDGE.



CONCLUSIONES

Las iteraciones propuestas mejoran la eficiencia energética en OpenStudio y la APP EDGE al utilizar paneles de alucobond y doble vidrio hermético.

La implementación de alucobond en las paredes exteriores y ventanas de doble vidriado hermético reducen la carga eléctrica asociada al aire acondicionado e iluminación, representando aproximadamente el 22.73% del ahorro total de energía.